



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

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΕΘΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ & ΑΡΧΙΚΗ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΗ ΚΑΤΑΡΤΙΣΗ
(Ε.Π.Ε.Α.Ε.Κ. ΙΙ)

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΠΡΑΞΕΩΝ: 2.2.2.α. Αναμόρφωση Προπτυχιακών
Προγραμμάτων Σπουδών

ΤΙΤΛΟΣ ΥΠΟΕΡΓΟΥ: **Αναμόρφωση και προσαρμογή
του Προγράμματος Προπτυχιακών Σπουδών
του Τμήματος Σχεδιασμού και Τεχνολογίας
Ξύλου και
Επίπλου του Τ.Ε.Ι. Λάρισας στις
νέες απαιτήσεις**

ΦΟΡΕΑΣ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ: Τ.Ε.Ι. Λάρισας

ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΕΡΓΟΥ: **Δρ. Βύρων Τάντος**
Αναπληρωτής Καθηγητής

ΔΟΜΗ & ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΞΥΛΟΥ

ΜΕΡΟΣ Ι. ΔΟΜΗ

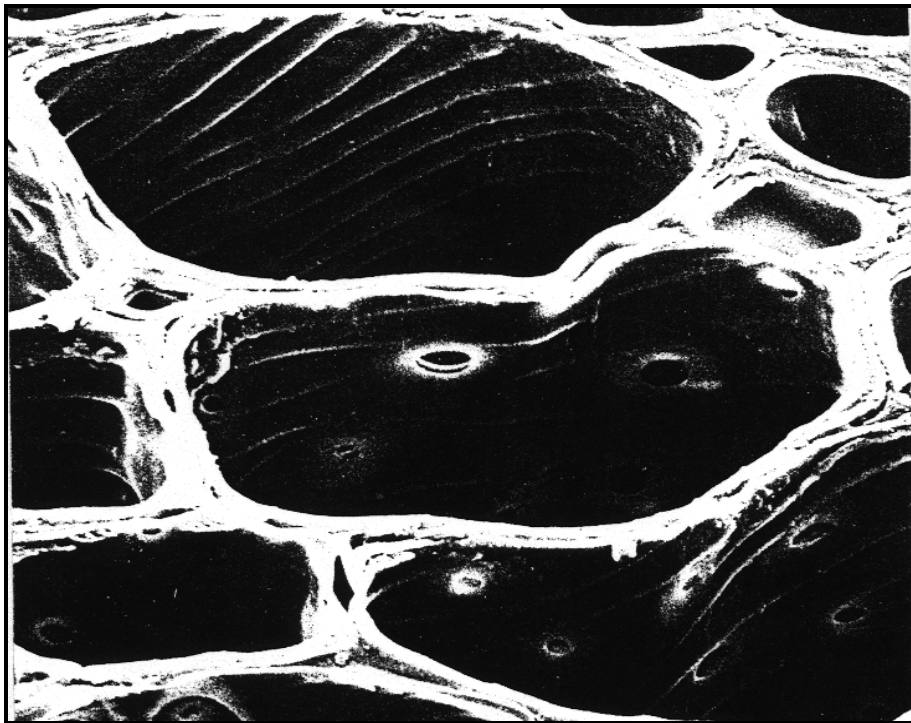
ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ

Δρ. Γεωργίου Μαντάνη
Αναπληρωτή Καθηγητή Τ.Ε.Ι. Λάρισας

ΚΑΡΔΙΤΣΑ 2003

ΔΟΜΗ & ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΞΥΛΟΥ

ΜΕΡΟΣ Ι. ΔΟΜΗ



Δρ. Γεωργίου Μαντάνη

Αναπληρωτή Καθηγήτη
Τμήματος Σχεδιασμού & Τεχνολογίας Ξύλου - Επίπλου
Παράρτημα Καρδίτσας - Τ.Ε.Ι. Λάρισας

Σεπτέμβριος 2003

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ	5
1. ΜΑΚΡΟΣΚΟΠΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	7
2. ΦΥΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	14
3. ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	19
4. ΥΠΟΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΚΗ ΔΟΜΗ	33
5. ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ	37
6. ΜΕΤΑΒΛΗΤΟΤΗΤΑ ΔΟΜΗΣ	44
7. ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΞΥΛΟΥ.	48
8. ΔΟΜΗ ΦΛΟΙΟΥ.	54
9. ΣΦΑΛΜΑΤΑ ΔΟΜΗΣ	58

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

- I. ΤΟ ΞΥΛΟ ΣΤΟ ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΟ**
- II. ΤΟΜΕΣ ΞΥΛΟΥ & ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΚΗ ΕΜΦΑΝΙΣΗ**
- III. ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΞΥΛΟΥ & ΚΛΕΙΔΕΣ ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗΣ**
- IV. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ ΕΙΔΩΝ ΞΥΛΟΥ**

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η έκδοση του παρόντος βιβλίου απευθύνεται στους Σπουδαστές του Τμήματος Σχεδιασμού & Τεχνολογίας Ξύλου – Επίπλου του Παραρτήματος Καρδίτσας του Τ.Ε.Ι. Λάρισας και καλύπτει το Πρόγραμμα Σπουδών του Τμήματος στο μάθημα «Δομή & Ιδιότητες Ξύλου.Μέρος Ι. Δομή».

Πρωταρχικός στόχος του μαθήματος είναι οι Σπουδαστές να εμβαθύνουν τη γνωριμία τους με το ξύλο, ανακεφαλαιώνοντας ταυτόχρονα τις προηγούμενες γνώσεις τους γύρω από αυτό.

Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στη δομή του ξύλου ως υλικού (π.χ. μακροσκοπικά χαρακτηριστικά, φυσικά χαρακτηριστικά), στη μικροσκοπική δομή του, στη χημική σύστασή του και στα σφάλματα της δομής του.

Παρέχονται επίσης πληροφορίες που αφορούν την ονοματολογία και την αναγνώριση των σπουδαιότερων ελληνικών ειδών ξύλου.

Η εμβάθυνση της γνώσης του Σπουδαστή γύρω από το ξύλο είναι απαραίτητη τόσο από επιστημονικής άποψης αλλά κυρίως από πρακτικής άποψης. Και αυτό διότι όλες οι ξύλινες κατασκευές που συναντάμε καθημερινά γύρω μας δείχνουν τη στενή σχέση που υπάρχει μεταξύ της δομής του ξύλου, των ιδιοτήτων του και των δυνατοτήτων του ως υλικού επιπλοποιίας ή κατασκευαστικού υλικού.

Ο Συγγραφέας

Δρ. Γεώργιος Μαντάνης
Αναπληρωτής Καθηγητής ΤΕΙ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το ξύλο είναι προϊόν βιολογικών διεργασιών που λαμβάνουν χώρα στα δένδρα. Ουσιαστικά το ξύλο ως προϊόν του φαινομένου της *φωτοσύνθεσης* αποτελεί αποθηκευμένη μορφή ηλιακής ενέργειας. Από την ηλιακή ενέργεια που φτάνει στη Γη από τον Ήλιο, μέσω της φωτοσύνθεσης των δένδρων και των φυτών, παράγονται ετησίως περισσότεροι από 200 δισεκατομμύρια τόνοι οργανικής ουσίας (*βιομάζας*). Το ξύλο αποτελεί μέρος αυτής της παραγόμενης βιομάζας χωρίς καμμία κατανάλωση ενέργειας από τον άνθρωπο. Πρώτες ύλες για την παραγωγή του ξύλου είναι το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2), που τα δένδρα παραλαμβάνουν από την ατμόσφαιρα και το νερό με τα ανόργανα άλατα που παραλαμβάνουν από το έδαφος. Από άποψη δομής, το ξύλο είναι ένα υλικό που συγκροτείται (δομείται) από *ιστούς ξυλωδών κυττάρων*. Από χημικής άποψης, το ξύλο αποτελείται από τρεις περίπλοκες πολυμερείς ενώσεις (δομικά συστατικά) την *κυτταρίνη*, τη *λιγνίνη* και τις *ημικυτταρίνες*. Στο ξύλο, ωστόσο, υπάρχουν σε μικρότερη αναλογία και άλλες ενώσεις (μη δομικά συστατικά) που ονομάζονται *εκχυλίσματα*, *πηκτινικές ουσίες* και *ανόργανες ουσίες*. Σαν αποθηκευμένη ηλιακή ενέργεια, που παρήχθη κατά τη φωτοσύνθεση, το ξύλο έχει μεγάλη αξία ως πηγή ενέργειας. Αυτή η αξία του βασίζεται κυρίως στη χημική σύστασή του. Τα στοιχεία που αποτελούν το ξύλο είναι ο άνθρακας (48-50%), το οξυγόνο (43-45%) και το υδρογόνο (6%).

Το ξύλο έχει το πλεονέκτημα ότι απαντάται σε όλες σχεδόν τις χώρες του κόσμου και είναι *ανανεώσιμη πρώτη ύλη*, δηλαδή ένα υλικό που ανανεώνεται συνεχώς και δεν εξαντλείται, σε αντίθεση με τις ορυκτές πρώτες ύλες, λ.χ. πετρέλαιο, μεταλλεύματα και γαιάνθρακα, που αργά αλλά σταθερά εξαντλούνται.

Το ξύλο βρίσκεται στην υπηρεσία του ανθρώπου από τότε που αυτός εμφανίσθηκε στη Γη. Το ξύλο έχει βοηθήσει σημαντικά στην επιβίωση του ανθρώπου από την παλαιολιθική εποχή, ενώ έχει συντελέσει αποφασιστικά στην ανάπτυξη του πολιτισμού. Οι βασικές ανάγκες του πρωτόγονου ανθρώπου (καύσιμη ύλη, θέρμανση) καλύφθηκαν από το ξύλο, καθώς και οι μετέπειτα ανάγκες του για στέγαση (καταφύγιο, σπίτι). Με την εξέλιξη της τεχνολογίας, ο αριθμός των προϊόντων που παράγονται από το ξύλο με απλή μηχανική ή σύνθετη θερμοχημική μεταποίηση αυξάνεται συνεχώς. Θεωρητικά από το ξύλο είναι δυνατό να παραχθούν όσα

προϊόντα παράγονται από το πετρέλαιο. Τα κυριότερα προϊόντα που σήμερα παράγονται από το ξύλο είναι: καύσιμο ξύλο, ξυλάθρακες, πριστή ξυλεία, αντικολλητά, μοριοπλάκες, ινοπλάκες (MDF), σύνθετη ξυλεία, χαρτί, ρητίνη (ρετσίνι), δεσμικά εκχυλίσματα, αιθυλική αλκοόλη, τεχνητές και συνθετικές ίνες (τεχνητό μετάξι), φωτογραφικά φιλμ, πλαστικά, ταννίνες, τερεβινθέλαιο, μεθανόλη, οξικό οξύ, συνθετικό πετρέλαιο, πυρολυτικό λάδι, ξυλαέριο, πίσσα, πισσέλαιο και πολλά άλλα.

Ωστόσο, σε πολλές φτωχές χώρες του κόσμου (χώρες Αφρικής και Ασίας), το ξύλο κατά μεγάλο ποσοστό (85-90%) εξακολουθεί και σήμερα να αποτελεί την κύρια θερμαντική ύλη και χρησιμοποιείται κατά το πλείστον ως *καυσόξυλο*. Περισσότερο από το 50% της παγκόσμιας παραγωγής ξύλου χρησιμοποιείται σήμερα ως καύσιμη ύλη.

Από επιστημονικής άποψης, η αξιοποίηση του ξύλου προϋποθέτει την ακριβή γνώση της δομής του. Ως δομή του ξύλου ουσιαστικά νοείται η αρχιτεκτονική κατασκευή του ξύλου. Η κατασκευή αυτή αποτελείται κυρίως από τα δομικά συστατικά του (κυτταρίνη, λιγνίνη, ημικυτταρίνες), αλλά και από άλλες ενώσεις. Η γνώση της δομής του ξύλου είναι απαραίτητη, τόσο από επιστημονικής άποψης, όσο και από πρακτικής άποψης. Και αυτό γιατί η ακριβής γνώση της δομής του ξύλου βοηθά το νέο Επιστήμονα ή Τεχνολόγο ξύλου ή Σχεδιαστή επίπλου να καταλάβει τη συμπεριφορά του ξύλου ως υλικού. Γιατί απλά οι κατασκευές του ξύλου που συναντάμε καθημερινά γύρω μας δείχνουν τη στενή σχέση που υπάρχει μεταξύ της δομής του ξύλου, των ιδιοτήτων του και των δυνατοτήτων του ως υλικό επιπλοποιίας, κατασκευαστικό υλικό ή δομικό υλικό. Η επιλογή του κατάλληλου είδους ξύλου για μία συγκεκριμένη χρήση (λ.χ. έπιπλο) προϋποθέτει ασφαλώς την παραπάνω γνώση. Επιπρόσθετα, η γνώση της δομής του ξύλου και η δυνατότητα αναγνώρισης των διαφορετικών ειδών ξύλου (λ.χ. πεύκη, ελάτη, οξιά, καστανιά, κ.ο.κ.), που μπορεί να γίνει μόνο μετά από γνώση των *μακροσκοπικών, μικροσκοπικών και φυσικών χαρακτηριστικών* του είναι πολύτιμη, αφού δεν έχει μόνον επιστημονική σημασία. Μπορεί συνάμα ή ανεξάρτητα να έχει εμπορική ή οικονομική σημασία για τις βιοτεχνίες ή βιομηχανίες του κλάδου ξύλου και επίπλου, ιστορική σημασία σε επιστήμες όπως η αρχαιολογία, η παλαιοντολογία και η δενδροκλιματολογία ή ακόμα τεχνική σημασία για μηχανικούς ή αρχιτέκτονες που χρησιμοποιούν το ξύλο ως κατασκευαστικό ή ως δομικό υλικό.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΜΑΚΡΟΣΚΟΠΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Μακροσκοπικά χαρακτηριστικά του ξύλου είναι τα στοιχεία δομής του ξύλου που είναι ορατά με γυμνό μάτι ή με απλό μεγεθυντικό φακό. Η εμφάνιση των μακροσκοπικών χαρακτηριστικών διαφέρει στις διάφορες τομές του ξύλου ως προς τον κατακόρυφο άξονα του κορμού. Οι τρεις βασικές τομές του ξύλου ονομάζονται αντίστοιχα **εγκάρσια**, **ακτινική** και **εφαπτομενική** τομή και φαίνονται χαρακτηριστικά στο Σχήμα 1.

Η εγκάρσια τομή τέμνει κάθετα τον κύριο άξονα του κορμού. Η ακτινική τομή διέρχεται από το κέντρο του κορμού, που λέγεται *εντεριώνη*. Η εφαπτομενική τομή είναι τμήμα τομής παράλληλης προς τον κατά μήκος άξονα του κορμού. Η εφαπτομενική και η ακτινική τομή είναι κατά μήκος τομές. Η εφαπτομενική τομή εκτείνεται συνήθως σε μικρή έκταση, ενώ τα χαρακτηριστικά της είναι περισσότερο έντονα όσο απομακρυνόμαστε από την εντεριώνη.

Η μακροσκοπική εμφάνιση του ξύλου, όπως μελετάται στα επόμενα κεφάλαια, αφορά ξύλο με κανονική δομή. Ξύλο με μη κανονική (ανώμαλη) δομή έχει διαφορετική μακροσκοπική και μικροσκοπική εμφάνιση και θα μελετηθεί εκτεταμένα στο Κεφ. 9.

Χαρακτηριστικά εγκάρσιας τομής

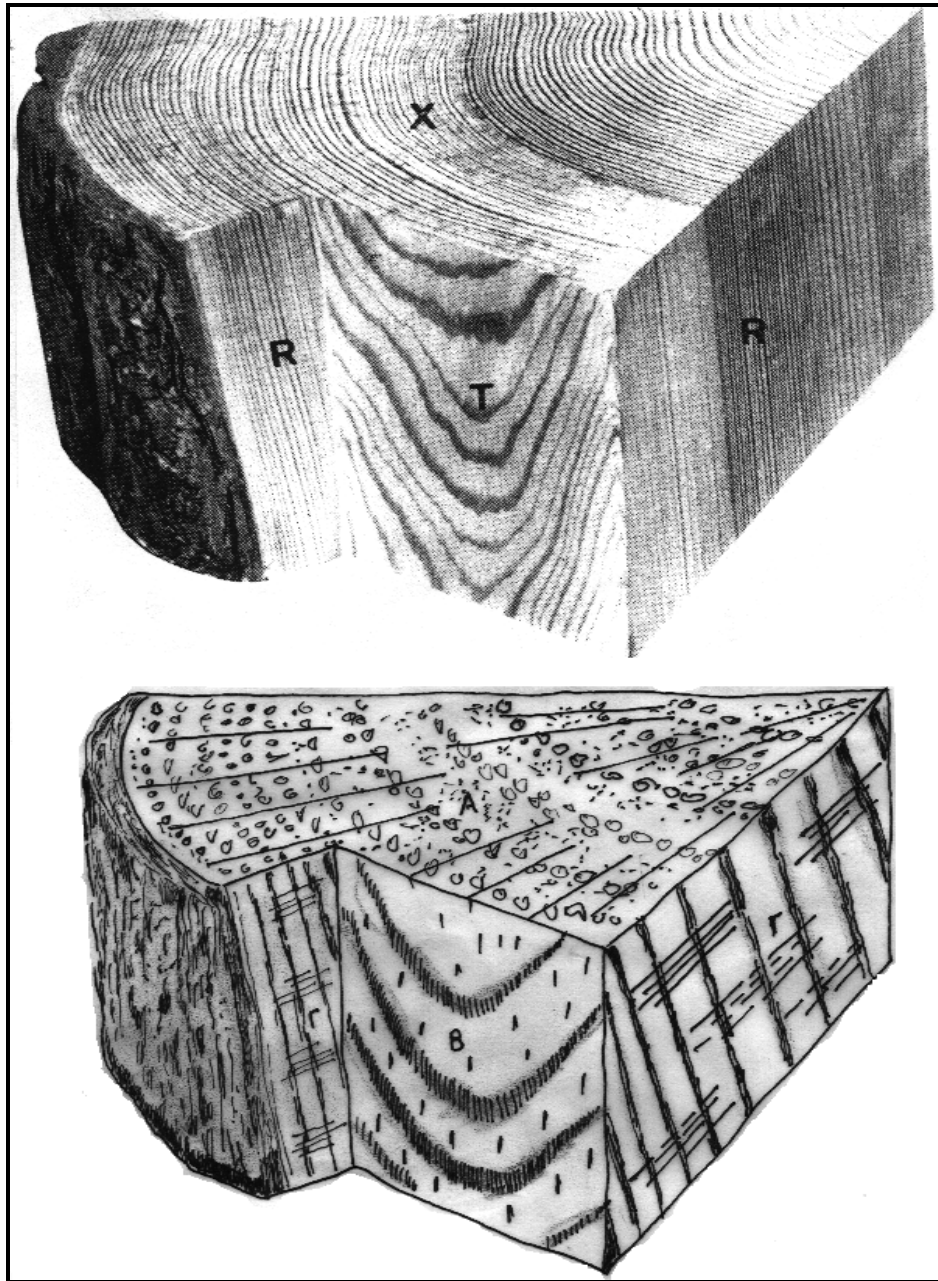
Στην εγκάρσια τομή διακρίνουμε από το κέντρο του κορμού προς την περιφέρεια, την **εντεριώνη**, το **ξύλο** και το **φλοιό** (Σχ. 2Α).

Η εντεριώνη στο ξύλο *κωνοφόρων*⁽¹⁾ είναι μικρή, συνήθως κυκλικής διατομής και σκοτεινότερου χρώματος από το ξύλο. Στο ξύλο *πλατυφύλλων*⁽²⁾ παρατηρούνται διαφορές. Στη δρύ, η εντεριώνη είναι αστεροειδής, στην οξιά είναι τριγωνική, στον φράξο και στο σφενδάμι είναι ελλειψοειδής και στην καρυδιά είναι κυκλική.

⁽¹⁾ **Κωνοφόρα** δένδρα από βοτανικής άποψης ονομάζονται τα είδη που φέρουν 'κώνους' και που ανήκουν στην κλάση *Γυμνόσπερμα*. Τυπικά τέτοια είδη είναι η πεύκη, η ελάτη, η ερυθρελάτη, το κυπαρίσσι, η ψευδοτσούγκα και άλλα.

⁽²⁾ **Πλατύφυλλα** δένδρα από βοτανικής άποψης ονομάζονται τα είδη που φέρουν 'πλατιά' φύλλα και που ανήκουν στην κλάση *Αγγειόσπερμα*. Τυπικά τέτοια είδη είναι οι δρύες, η καστανιά, η οξιά, το πλατάνι, η λεύκη, το σφενδάμι και άλλα.

Πέρα από τη βοτανική διαφορά τους, τα είδη ξύλου των παραπάνω δύο κλάσεων δένδρων διαφέρουν σημαντικά: (α) στη δομή, (β) στα ανατομικά κυτταρικά στοιχεία, και (γ) στη χημική σύστασή τους.



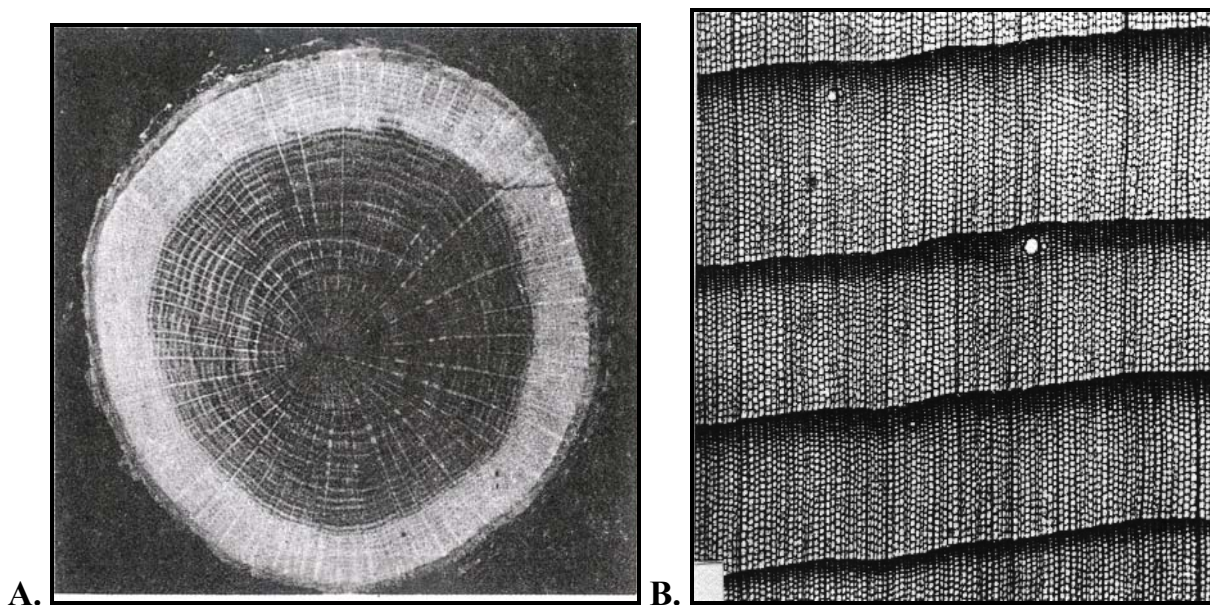
ΣΧΗΜΑ 1. Σχηματική παράσταση των τομών του ξύλου.

(X): Εγκάρσια τομή κωνοφόρου, (R): Ακτινική τομή κωνοφόρου και (T): Εφαπτομενική τομή κωνοφόρου.

(A): Εγκάρσια τομή πλατυφύλλου, (Γ): Ακτινική τομή πλατυφύλλου και (B): Εφαπτομενική τομή πλατυφύλλου.

Στο ξύλο είναι χαρακτηριστική η παρουσία ομόκεντρων στρώσεων που ονομάζονται **αυξητικοί δακτύλιοι** (Σχ. 2A,2B). Η παρουσία τους οφείλεται στο μηχανισμό αύξησης των δένδρων. Τα δένδρα αυξάνουν με απόθεση επάλληλων μανδύων ξύλου. Σε κάθε αυξητική περίοδο, δηλαδή σε ένα έτος, αποτίθεται και ένας μανδύας. Πολλές φορές λόγω εναλλαγής των καιρικών συνθηκών στην ίδια αυξητική περίοδο είναι δυνατό να σχηματισθούν περισσότεροι του ενός μανδύες (*ψευδείς δακτύλιοι*). Μετρώντας τον αριθμό των κανονικών αυξητικών δακτυλίων στη βάση ενός δένδρου είναι δυνατό να εκτιμήσουμε την ηλικία του δένδρου (Σχ. 2A,2B).

Ωστόσο, η εκτίμηση της ηλικίας τροπικών δασικών δέντρων με την παραπάνω μέθοδο δεν είναι δυνατή, διότι δεν διακρίνονται καθαρά οι αυξητικοί δακτύλιοι.



ΣΧΗΜΑ 2. (A) Μακροσκοπική εμφάνιση της εγκάρσιας τομής ξύλου κωνοφόρου (εγκάρδιο, σομφό, ακτίνες, αυξητικοί δακτύλιοι, φλοιός).
(B) Μικροσκοπική εμφάνιση της εγκάρσιας τομής ξύλου κωνοφόρου (αυξητικοί δακτύλιοι, πρώιμο/όψιμο ξύλο, ρητινοφόροι αγωγοί).

Σε κάθε αυξητικό δακτύλιο το ξύλο που παράγεται στην αρχή της αυξητικής περιόδου, δηλαδή την άνοιξη, ονομάζεται **πρώιμο** ή **εαρινό** ξύλο, ενώ το ξύλο που παράγεται το καλοκαίρι ονομάζεται **όψιμο** ή **θερινό** ξύλο. Στα περισσότερα είδη υπάρχουν διαφορές μεταξύ του πρώιμου και του όψιμου ξύλου ως προς την πυκνότητα, το χρώμα και άλλα μακροσκοπικά

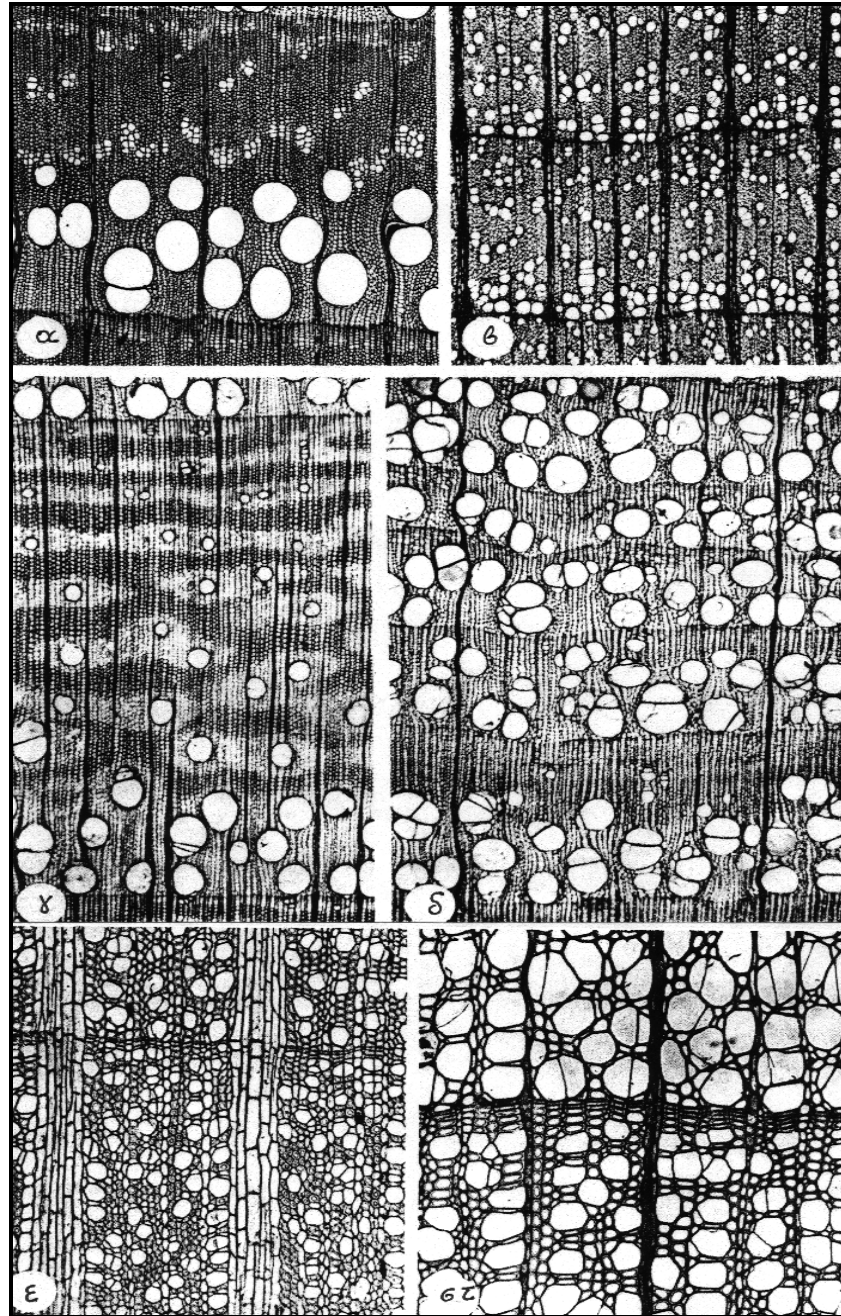
χαρακτηριστικά. Στα κωνοφόρα, το όψιμο ξύλο είναι πυκνότερο και σκοτεινότερου χρώματος από το πρώιμο ξύλο (Σχ. 2B), ενώ στα πλατύφυλλα είναι χαρακτηριστική η παρουσία μικρών οπών (τρυπών) στην εγκάρσια επιφάνεια που λέγονται **πόροι** (Σχ. 3).

Με βάση το μέγεθος και τη διάταξη των πόρων εντός του αυξητικού δακτυλίου τα πλατύφυλλα χωρίζονται σε: **δακτυλιόπορα** και **διασπορόπορα**. Στα δακτυλιόπορα, οι πόροι στο πρώιμο ξύλο είναι πολύ μεγάλοι και διατάσσονται σε μορφή δακτυλίου (Σχ. 3α,δ). Στα διασπορόπορα, οι πόροι έχουν περίπου ίδιο μέγεθος και είναι ομοιόμορφα διάσπαρτοι (Σχ. 3ε,στ) μέσα στον αυξητικό δακτύλιο. Επίσης, υπάρχει και μία (τρίτη) ενδιάμεση κατηγορία στα πλατύφυλλα, τα **ημιδιασπορόπορα**, που έχουν πόρους ανομοιόμορφου μεγέθους και διάταξης (Σχ. 3β,γ).

Το πλάτος των αυξητικών δακτυλίων εξαρτάται από την ηλικία του δένδρου, τις συνθήκες αύξησης και από κληρονομικούς παράγοντες. Όσο μεγαλώνει η ηλικία του δένδρου, τόσο στενότεροι γίνονται οι αυξητικοί ή ετήσιοι δακτύλιοι. Οι καλύτερες κλιματεδαφικές συνθήκες ευνοούν την αύξηση του δένδρου και συνεπώς την παραγωγή ετησίων δακτυλίων μεγάλου πλάτους. Ορισμένα υβρίδια και κλώνοι (λ.χ. λεύκης) αυξάνουν ταχύτερα για λόγους γενετικούς.

Το πλάτος των ετησίων δακτυλίων σε ορισμένες περιπτώσεις έχει στενή σχέση με τις κλιματικές συνθήκες και κυρίως με το ύψος βροχής στις ξηρές περιοχές και το ύψος της θερμοκρασίας στα υψηλά βουνά. Η σχέση αυτή αποτελεί τη βάση της επιστήμης της δενδροχρονολογίας με την οποία είναι δυνατό να καθοριστούν οι κλιματικές συνθήκες προϊστορικών εποχών από τη μελέτη των αυξητικών δακτυλίων δένδρων πολύ μεγάλης ηλικίας.

Καθώς αυξάνεται η ηλικία του δένδρου, οι παλαιότεροι αυξητικοί δακτύλιοι σταδιακά παύουν να λαμβάνουν μέρος στη διακίνηση και αποθήκευση των τροφών. Η διαφοροποίηση αυτή έχει σαν αποτέλεσμα διάφορες μεταβολές στη δομή και στη χημική σύσταση του ξύλου και σε ορισμένες περιπτώσεις συνοδεύεται και από αλλαγή του χρώματος. Με βάση τη λειτουργική αυτή διαφοροποίηση, το κεντρικό τμήμα του κορμού ονομάζεται **εγκάρδιο** ξύλο και αυτό που το περιβάλλει και έχει συνήθως ανοιχτότερο χρώμα, **σομφό** ξύλο (Σχ. 2A). Δασικά δένδρα που έχουν εγκάρδιο ξύλο με διαφορετικό χρώμα από το σομφό είναι, από τα κωνοφόρα, η πεύκη, το κυπαρίσσι, ο ίταμος, ο κέδρος, και από τα πλατύφυλλα, η δρύς, η καστανιά, η φτελιά, ο φράξος, η καρδιά, η οξιά που σχηματίζει το ερυθρό εγκάρδιο, το πλατάνι και η ιτιά.



ΣΧΗΜΑ 3. Εγκάρσιες επιφάνειες (τομές) ξύλου πλατυφύλλων.
 (α,δ): Δακτυλιόπορων
 (β,γ): Ημιδιασπορόπορων και
 (ε,στ): Διασπορόπορων

Άλλα μακροσκοπικά χαρακτηριστικά του ξύλου που διακρίνονται στην εγκάρσια τομή είναι οι **ακτίνες** και οι **ρητινοφόροι αγωγοί**. Οι ακτίνες διακρίνονται σαν γραμμές ποικίλου πάχους με κατεύθυνση από την εντεριόνη προς το φλοιό. Πλατιές ακτίνες που διακρίνονται με γυμνό μάτι

έχουν ορισμένα πλατύφυλλα (δρύς, οξιά, πλατάνι), ενώ στα κωνοφόρα και σε ορισμένα πλατύφυλλα (καστανιά, λεύκη, φιλύρα), οι ακτίνες είναι πολύ λεπτές και μη ορατές με το μάτι.

Οι ρητινοφόροι αγωγοί εμφανίζονται σαν μικρά στίγματα (ή οπές) στην εγκάρσια τομή ορισμένων κωνοφόρων, όπως λ.χ. πεύκης, ερυθρελάτης, ψευδοτσούγκας, κ.ά. (Σχ. 2B).

Μεταξύ του ξύλου (σομού ξύλου) και του φλοιού υπάρχει το *κάμβιο*, το οποίο είναι ένας μεριστικός ιστός που με διαίρεση των κυττάρων του παράγει ξύλο και φλοιό. Το κάμβιο είναι ορατό μόνο με το μικροσκόπιο.

Ο φλοιός βρίσκεται στο εξωτερικό μέρος του κορμού και των κλαδιών και αντιπροσωπεύει το 5-15% του συνολικού όγκου του δένδρου. Διακρίνεται σε **εσωτερικό** φλοιό και **εξωτερικό** φλοιό. Ο εσωτερικός φλοιός είναι στενότερος, έχει ανοικτότερο χρώμα και είναι χυμώδης, ενώ ο εξωτερικός είναι πλατύτερος, ξερός και έχει σκοτεινότερο χρώμα. Γενικά, η εμφάνιση του εξωτερικού φλοιού κάθε είδους δένδρου είναι χαρακτηριστική και έχει διαγνωστική σημασία.

Χαρακτηριστικά ακτινικής τομής

Στην ακτινική τομή το εγκάρδιο και το σομό ξύλο, οι αυξητικοί δακτύλιοι, το πρώιμο και το όψιμο ξύλο και η εντεριώνη εμφανίζονται σαν επιμήκειες ταινίες (Σχ. 1R,1Γ). Οι πόροι των πλατυφύλλων και οι ρητινοφόροι αγωγοί των κωνοφόρων εμφανίζονται σαν λεπτές επιμήκειες γραμμές ή σαν πολύ μικρές αυλακώσεις. Οι ακτίνες εμφανίζονται σαν ακανόνιστες κηλίδες (Σχ. 1Γ). Στη δρυ, οι ακτίνες σε ακτινική τομή δημιουργούν χαρακτηριστική σχεδίαση που είναι γνωστή σαν *χρυσάλιδα* (Σχ. 4A). Χαρακτηριστική είναι επίσης και η ακτινική τομή του πλατανιού που μοιάζει με *δαντέλα* (Σχ. 4B) και της οξιάς που μοιάζει σαν *βροχή*.

Χαρακτηριστικά εφαπτομενικής τομής

Στην εφαπτομενική τομή, το πρώιμο και όψιμο ξύλο παρουσιάζουν μία παραβολοειδή σχεδίαση όταν υπάρχει διαφορά χρώματος μεταξύ τους (Σχ. 1T,1B). Επίσης, οι ακτίνες παρουσιάζονται σαν επιμήκειες ατρακτοειδείς γραμμές, ενώ οι πόροι και οι ρητινοφόροι αγωγοί εμφανίζονται όπως και στην ακτινική τομή (Σχ. 1T,1B).

ΑΣΚΗΣΕΙΣ 1^{ου} Κεφαλαίου

1. Περιγράψτε τη σημασία του ξύλου στην εξέλιξη του ανθρώπου και στην ανάπτυξή του.
2. Ποιες ήταν και είναι οι κυριότερες χρήσεις του ξύλου.
3. Τι σημαίνει ότι το ξύλο είναι ‘ανανεώσιμο υλικό’.
4. Από τι αποτελείται μικροσκοπικά το ξύλο και ποια είναι τα πολυμερή συστατικά του.
5. Ποια είναι η κυριότερη χρήση του ξύλου σήμερα.
6. Αναφέρετε ορισμένα προϊόντα ξύλου που γνωρίζετε.
7. Τι σημαίνει ξύλο κωνοφόρου και τι ξύλο πλατυφύλλου.
8. Να εξηγήσετε και να σχεδιάσετε τις βασικές τομές του ξύλου.
9. Να σχεδιάσετε μία τυπική εγκάρσια τομή ενός ξύλινου κορμού και να σημειώσετε τα σπουδαιότερα μέρη του.
10. Να περιγράψετε πολύ συνοπτικά τα παρακάτω:
 - α) εντεριόνη
 - β) φλοιός
 - γ) εγκάρδιο ξύλο
 - δ) σομφό ξύλο
 - ε) ακτίνες
11. Τι είναι οι αυξητικοί δακτύλιοι και τι γνωρίζετε για αυτούς.
12. Τι είναι το πρώιμο και το όψιμο ξύλο. Τι γνωρίζετε για αυτά.
13. Να σχεδιάσετε μία εγκάρσια τομή ξύλου πεύκου.
14. Να σχεδιάσετε μία τυπική εγκάρσια τομή:
 - α) δακτυλιόπορου ξύλου
 - β) διασπορόπορου ξύλου
15. Εξηγήστε τι είναι οι ρητινοφόροι αγωγοί.
16. Γιατί τα μακροσκοπικά χαρακτηριστικά της ακτινικής και της εφαπτομενικής τομής έχουν σημασία.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΦΥΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Στην περιγραφή του ξύλου βοηθούν σημαντικά ορισμένα *φυσικά χαρακτηριστικά*, δηλαδή χαρακτηριστικά που γίνονται ‘ορατά’ με τις αισθήσεις μας (όραση, αφή, οσμή), όπως είναι λ.χ. το χρώμα, η οσμή, η γεύση, η υφή, η σχεδίαση, η στιλπνότητα, η σκληρότητα και το βάρος.

Χρώμα

Το *χρώμα* του ξύλου οφείλεται σε οργανικές ουσίες που υπάρχουν μέσα στο ξύλο σε ορισμένους χώρους (κενούς χώρους, κυτταρικές κοιλότητες). Οι ουσίες αυτές ονομάζονται *εκχυλίσματα*, διότι είναι δυνατό να εκχυλισθούν και να απομακρυνθούν από το ξύλο με νερό ή με ουδέτερους ή οργανικούς διαλύτες.

Το φυσικό χρώμα των ειδών ξύλου ποικίλει από λευκό (λεύκη) μέχρι μαύρο (έβενος). Τα περισσότερα ελληνικά ξύλα έχουν χρώματα σε απόχρωση του καστανού. Το φυσικό χρώμα του ξύλου γίνεται σκοτεινότερο όταν εκτεθεί στον ατμοσφαιρικό αέρα, γιατί οξειδώνονται τα οργανικά συστατικά του. Σε ορισμένα είδη, όπως στη κλήθρα και την ακακία, το χρώμα σκουραίνει αμέσως μετά την υλοτομία του δένδρου.

Τεχνητή μεταβολή του χρώματος του ξύλου μπορεί να πραγματοποιηθεί με διάφορους τρόπους, όπως λ.χ. με άτμιση, με βαφή και με λευκαντικές ουσίες. Στη χώρα μας, η οξιά και η καρυδιά συνήθως ατμίζονται για να γίνει σκούρο το χρώμα τους (βλ. άτμιση).

Οσμή

Η *οσμή* οφείλεται στην πτητικότητα των εκχυλισμάτων που βρίσκονται κυρίως στο εγκάρδιο ξύλο. Χαρακτηριστική είναι η αρωματική οσμή του κυπαρισσιού και του αρκέυθου (ή ‘κέδρου’), καθώς και η ρητινώδης οσμή της πεύκης (οσμή ρετσινιού).

Η οσμή του ξύλου μπορεί να αποτελεί πλεονέκτημα ή μειονέκτημα ανάλογα με το προϊόν που θα παραχθεί από αυτό και την τελική χρήση ή εφαρμογή του στην πράξη.

Όταν το ξύλο προσβληθεί από μύκητες και αποσυντεθεί αποκτά πολύ δυσάρεστη οσμή.

Γεύση

Η *γεύση* του ξύλου επίσης οφείλεται σε πτητικές ουσίες (εκχυλίσματα) διαφορετικής κατηγορίας. Ξύλα που περιέχουν ταννίνες (λ.χ. καστανιά, δρύς) έχουν πικρή γεύση.

Υφή

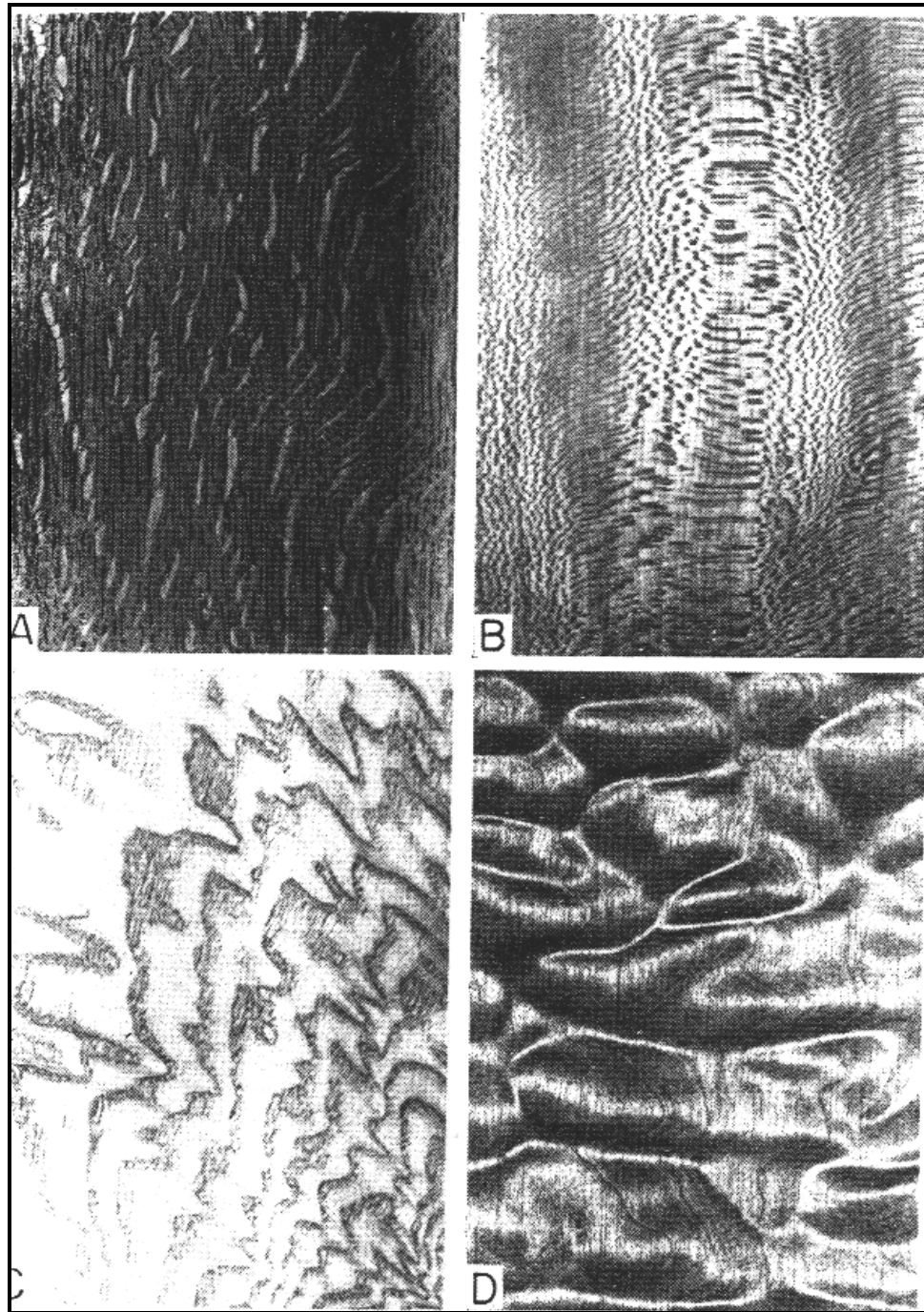
Ο όρος *υφή* αναφέρεται στις διαφορές δομής, όπως αυτές εμφανίζονται στην εγκάρσια τομή του ξύλου. Οι διαφορές αυτές αναφέρονται στο μέγεθος των κυττάρων και στην κατανομή των κυττάρων στο πρώιμο και όψιμο ξύλο και στις διαφορές πυκνότητας μεταξύ πρώιμου και όψιμου ξύλου. Η υφή διακρίνεται σε: (α) *τραχεία*, όταν έχουμε μεγάλη διάμετρο κυττάρων (πορώδες ή χονδρόπορο ξύλο), (β) *λεπτή*, όταν έχουμε μικρές διαμέτρους κυττάρων (λεπτόπορο ξύλο), (γ) *ομοιόμορφη*, όταν τα κύτταρα κατανέμονται ομοιόμορφα μέσα στον ετήσιο δακτύλιο, όπως συμβαίνει με τα διασπορόπορα ξύλα με λεπτές ακτίνες, και (δ) *ανομοιόμορφη*, όταν τα κύτταρα κατανέμονται ανομοιόμορφα μέσα στον ετήσιο δακτύλιο, όπως συμβαίνει στα δακτυλιόπορα πλατύφυλλα με πλατιές ακτίνες και σε κωνοφόρα με απότομη μετάβαση από το πρώιμο στο όψιμο ξύλο.

Σχεδίαση

Η κατανομή των μακροσκοπικών χαρακτηριστικών (εγκάρδιο/σομφό, αυξητικοί δακτύλιοι, πρώιμο/όψιμο, ακτίνες) του ξύλου στην ακτινική και στην εφαπτομενική τομή του ονομάζεται *σχεδίαση*. Η σχεδίαση των ακτινικών τομών συνήθως είναι πιο ελκυστική και για το λόγο αυτό επιδιώκεται η δημιουργία τέτοιων τομών κατά την παραγωγή λεπτών ξυλοφύλλων (Σχ. 4A,4B) που χρησιμοποιούνται ως διακοσμητικά. Σε ορισμένα είδη προτιμάται και η σχεδίαση της εφαπτομενικής τομής, όπως λ.χ. στο φράξο και το σφενδάμι (Σχ. 4C,4D).

Στιλπνότητα

Το φυσικό χαρακτηριστικό ορισμένων ειδών ξύλου να αντανακλούν το φως ονομάζεται *στιλπνότητα*. Τα ξύλα αυτά έχουν φυσική στιλπνότητα, που είναι μεγαλύτερη στην ακτινική τομή λόγω της εμφάνισης των ακτίνων. Αυτός είναι ένας επιπρόσθετος λόγος για τον οποίο τα διακοσμητικά ξυλόφυλλα, οι ξυλεπενδύσεις και τα παρκέτα επιδιώκεται να έχουν ακτινικές τομές. Η στιλπνότητα επηρεάζεται και από τη γωνία φωτισμού.



ΣΧΗΜΑ 4. Σχεδίαση ξύλου (A: Ακτινική τομή δρυός, χρυσάλιδα),
(B: Ακτινική τομή πλατανιού, δαντέλα),
(C: Εφαπτομενική τομή φράζου) και
(D: Εφαπτομενική τομή σφένδαμου).

Φυσική στιλπνότητα έχουν τα είδη ξύλου της ερυθρελάτης, του φράξου, του πλατανιού, της φιλύρας και της λεύκης.

Σκληρότητα

Σκληρότητα είναι ένα φυσικό χαρακτηριστικό που δείχνει πόσο σκληρό ή μαλακό είναι το ξύλο. Όταν χρησιμοποιείται για διαγνωστικούς λόγους, τότε η εκτίμηση της σκληρότητας μπορεί να γίνει κατά προσέγγιση με πίεση του ξύλου με το νύχι μας. Η σκληρότητα είναι και μηχανική ιδιότητα του ξύλου και προσδιορίζεται με ειδικές μεθόδους σε εργαστήρια.

Βάρος

Το *βάρος* αποτελεί χρήσιμο διαγνωστικό (φυσικό) χαρακτηριστικό του ξύλου. Για την αναγνώριση των διαφόρων ειδών χρησιμοποιείται το βάρος του ξύλου σαν βασικό κριτήριο. Η εκτίμηση γίνεται με απλή ανύψωση με το χέρι και απαιτεί σχετική εμπειρία. Βέβαια πρέπει πάντοτε να λαμβάνουμε υπόψη εάν το ξύλο είναι εγκάρδιο ή σομφό, καθώς και την περιεκτικότητά του σε υγρασία.

Τα ελληνικά είδη ξύλου έχουν βάρος που κυμαίνεται από 0,30 μέχρι 0,90 g/cm³ (=ξηρή πυκνότητα) σε υγρασία 12% περίπου. Το βάρος είναι ιδιότητα σημαντική που, επιστημονικά, είναι μετρήσιμη ως πυκνότητα, αφού δείχνει την ποσότητα της ξυλώδους μάζας (ύλης) που περιλαμβάνεται στη μονάδα του όγκου.

Γενικά, από όλα τα είδη ξύλου παγκοσμίως, το ελαφρύτερο ξύλο είναι το *Ochroma lagopus* (μπάλσα) με πυκνότητα 0,08-0,10 g/cm³ και το βαρύτερο είναι το *Guaiatum officinale* με πυκνότητα 1,20-1,30 g/cm³, δηλαδή είναι βαρύτερο του νερού.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ 2^{ου} Κεφαλαίου

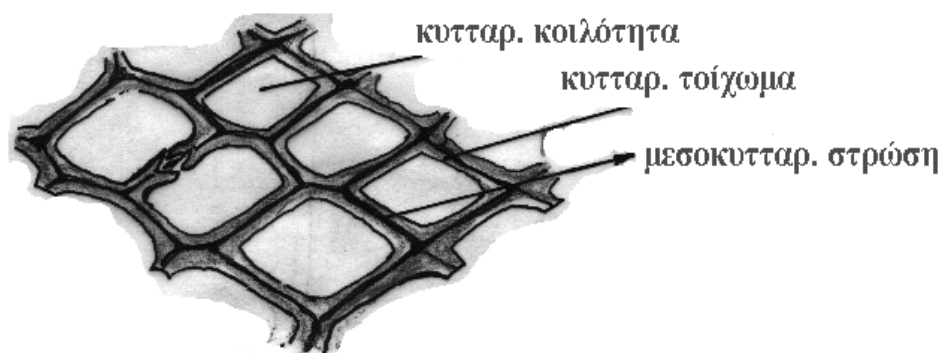
1. Να ορίσετε τι σημαίνει ο όρος φυσικά χαρακτηριστικά του ξύλου.
2. Χρειαζόμαστε τις αισθήσεις μας για να 'δούμε' καλύτερα το ξύλο.
3. Να αναλύσετε τα φυσικά χαρακτηριστικά:
α) χρώμα β) οσμή γ) σχεδίαση
4. Να αναλύσετε τα φυσικά χαρακτηριστικά:
α) βάρος β) σκληρότητα
5. Να αναφέρετε τις κατηγορίες στις οποίες χωρίζονται τα ελληνικά είδη ξύλου με βάση τη σκληρότητά τους.
6. Πως θα χαρακτηρίζατε το ξύλο από πλευράς σχεδίασης.
7. Με κριτήριο το βάρος, πως θα ξεχωρίζατε τα είδη ξύλου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Εάν παρατηρήσουμε το ξύλο στο μικροσκόπιο θα δούμε ότι αποτελείται από μικρές μονάδες που ονομάζονται *κύτταρα*. Τα κύτταρα από τα οποία δομείται το ξύλο λέγονται *ξυλώδη κύτταρα*. Η πρώτη παρατήρηση κυττάρων φελλού (φλοιού δρυός) στο μικροσκόπιο έγινε το 1665 από τον ερευνητή Dr. Hooke.

Τα κύτταρα συνδέονται μεταξύ τους κατά διαφόρους τρόπους και συγκροτούν τους ιστούς του ξύλου. Όπως θα δούμε παρακάτω υπάρχουν διάφοροι τύποι κυττάρων. Τα κύτταρα ξύλου κωνοφόρων διαφέρουν ως προς τη γενική μορφολογία από τα κύτταρα των πλατυφύλλων. Τα περισσότερα κύτταρα είναι επιμήκη και έχουν το μεγάλο τους άξονα παράλληλο προς τον άξονα του κορμού, με εξαίρεση τα κύτταρα των ακτίνων που κατευθύνονται από την εντεριόνη προς το φλοιό.

Σε κάθε κύτταρο διακρίνεται η **κυτταρική κοιλότητα** και το **κυτταρικό τοίχωμα** (Σχ. 5). Επίσης, τα κύτταρα συνδέονται μεταξύ τους με τη **μεσοκυττάρια στρώση**.

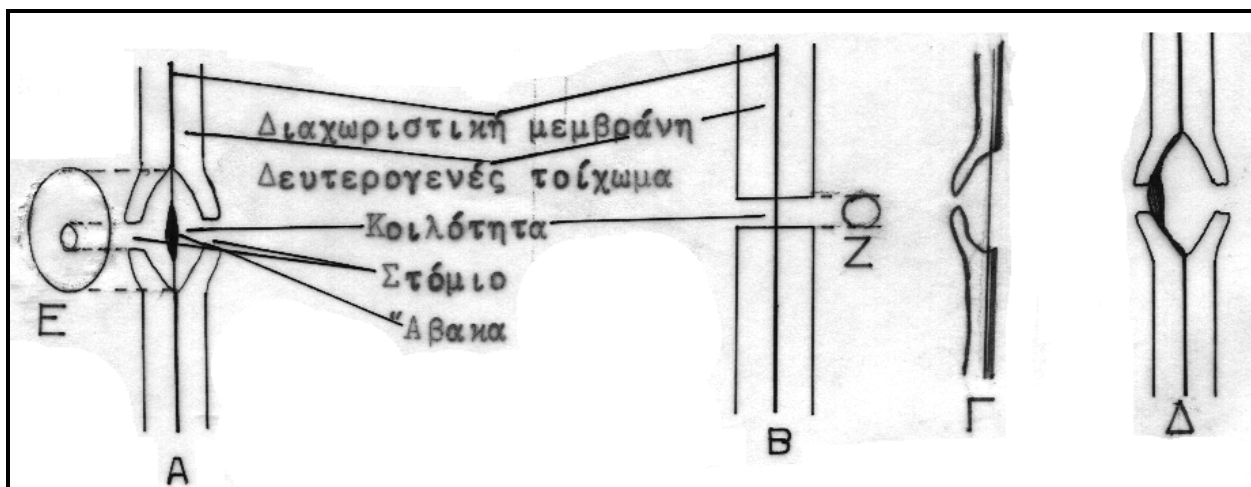


ΣΧΗΜΑ 5. Σχηματική παράσταση ξυλώδους κυττάρου σε εγκάρσια τομή.

Τα περισσότερα ξυλώδη κύτταρα δεν έχουν πρωτόπλασμα και πυρήνα, δηλαδή είναι νεκρά. Αυτό συμβαίνει, διότι 2-3 βδομάδες μετά από την ημέρα παραγωγής τους από το κάμβιο αρχίζει η βαθμιαία εξαφάνιση του πρωτοπλάσματος και του πυρήνα.

Το κυτταρικό τοίχωμα αποτελείται από το *πρωτογενές τοίχωμα*, το οποίο είναι συνέχεια της μεσοκυττάριας στρώσης, και το *δευτερογενές τοίχωμα* που βρίσκεται προς την κυτταρική κοιλότητα.

Στο δευτερογενές τοίχωμα των ξυλωδών κυττάρων παρατηρούνται ασυνέχειες που ονομάζονται **βοθρία**. Τα βοθρία παρατηρούνται σε όλες τις τομές, είναι όμως περισσότερο ευκρινή σε ακτινικές και εφαπτομενικές τομές. Σε κάθε βοθρίο διακρίνονται τα εξής μέρη: το **στόμιο**, η **κοιλότητα** και η **διαχωριστική μεμβράνη** (Σχ. 6Α). Ανάλογα με τη μορφή της κοιλότητας, τα βοθρία διακρίνονται σε *απλά βοθρία*, *αλωφόρα βοθρία* και *ημιαλωφόρα βοθρία*. Στα απλά, η κοιλότητα έχει σταθερό άνοιγμα (Σχ. 6Β), ενώ στα αλωφόρα η κοιλότητα γίνεται στενότερη προς το στόμιο έχοντας έτσι το σχήμα χοάνης (Σχ. 6Α).

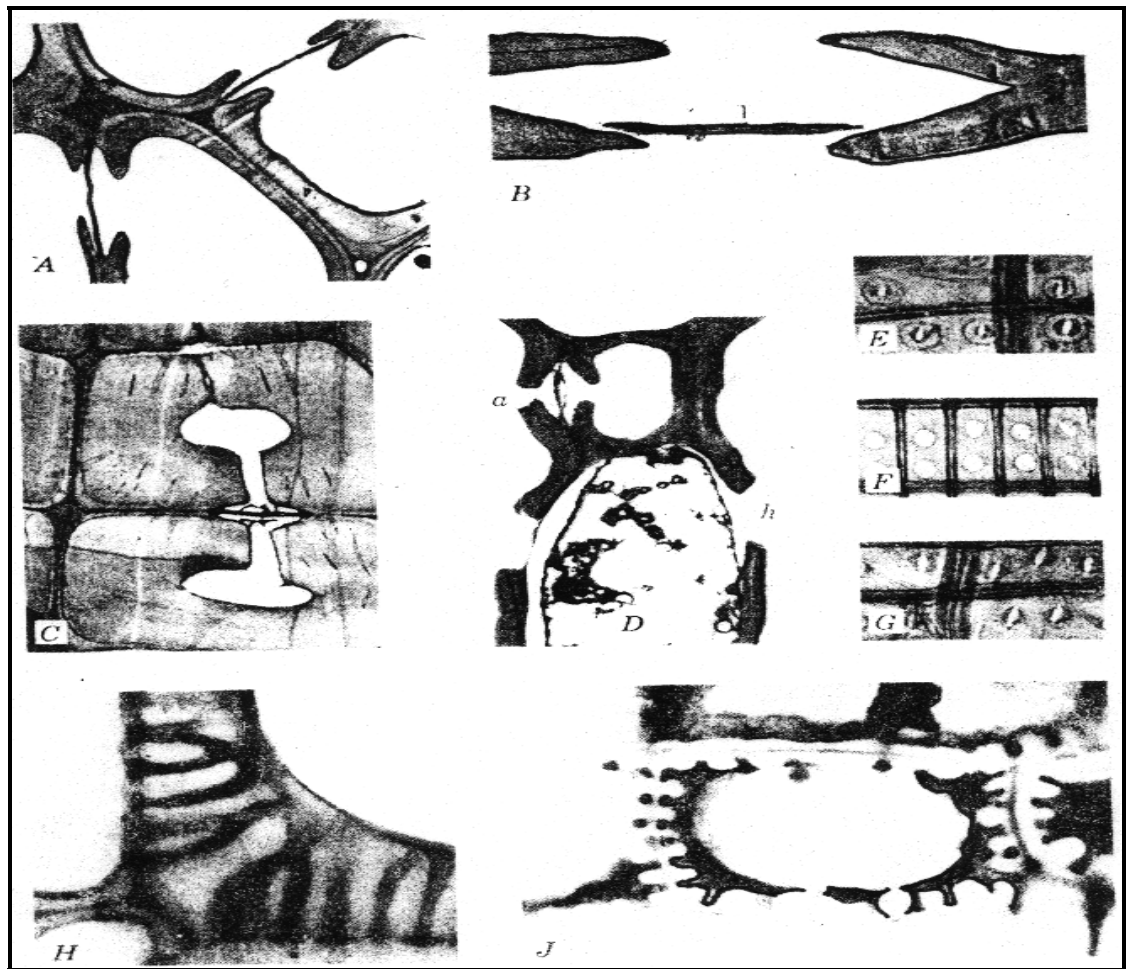


ΣΧΗΜΑ 6. (Α): Σχηματική παράσταση βοθρίου με τα μέρη του.

Τύποι βοθρίων (Α: Αλωφόρο βοθρίο, Β: Απλό βοθρίο, Γ: Ημιαλωφόρο βοθρίο και Δ: απόφραξη αλωφόρου βοθρίου).

Τα βοθρία εμφανίζονται ανά δύο, δηλαδή σε δύο γειτονικά κύτταρα, έτσι ώστε να δημιουργείται μία δίοδος επικοινωνίας μεταξύ των κυττάρων. Τα ζεύγη των βοθρίων αποτελούνται, είτε από όμοια βοθρία (απλά ή αλωφόρα), είτε από απλά και αλωφόρα βοθρία, οπότε ονομάζονται ημιαλωφόρα (Σχ. 6Γ). Τα ημιαλωφόρα βοθρία που εμφανίζονται σε

ακτινικές τομές κωνοφόρων μεταξύ αξονικών τραχειϊδών και παρεγχυματικών κυττάρων, έχουν μεγάλη σπουδαιότητα στην αναγνώριση των διαφόρων ειδών ξύλου. Το στόμιο και η κοιλότητα των βοθρίων αντιστοιχούν στο δευτερογενές τοίχωμα των κυττάρων. Η διαχωριστική μεμβράνη αποτελείται από το πρωτογενές τοίχωμα και τη μεσοκυττάρια στρώση. Στα αλωφόρα βοθρία των κωνοφόρων, το κεντρικό τμήμα της μεμβράνης παρουσιάζει μία πάχυνση που ονομάζεται *άβακας* (Σχ. 6Α). Στα κωνοφόρα είδη, αλωφόρα βοθρία συναντώνται τυπικά στις τραχειίδες, ενώ απλά βοθρία βρίσκονται στα παρεγχυματικά κύτταρα.



ΣΧΗΜΑ 7. Μικροσκοπική εμφάνιση διαφόρων τύπων βοθρίων.

Σε ζωντανά δένδρα, τα βοθρία διευκολύνουν τη διακίνηση των τροφών, ενώ σε πριστή ξυλεία επηρεάζουν τη διακίνηση υγρασίας ή εμποτιστικών διαλυμάτων κατά τη διενέργεια προστατευτικού εμποτισμού. Η διακίνηση γίνεται μέσω των διαχωριστικών μεμβρανών, που

είναι διαπερατές. Παρατηρείται, ωστόσο, πολλές φορές απόφραξη των βοθρίων με μετακίνηση της μεμβράνης από την κεντρική της θέση προς το στόμιο, οπότε ο άβακας φράζει τη δίοδο επικοινωνίας (Σχ. 6Δ). Αυτό γίνεται κατά τη μετατροπή του σομφού ξύλου σε εγκάρδιο ξύλο και κατά τη ξήρανση του ξύλου.

Ανατομικά στοιχεία ξύλου κωνοφόρων

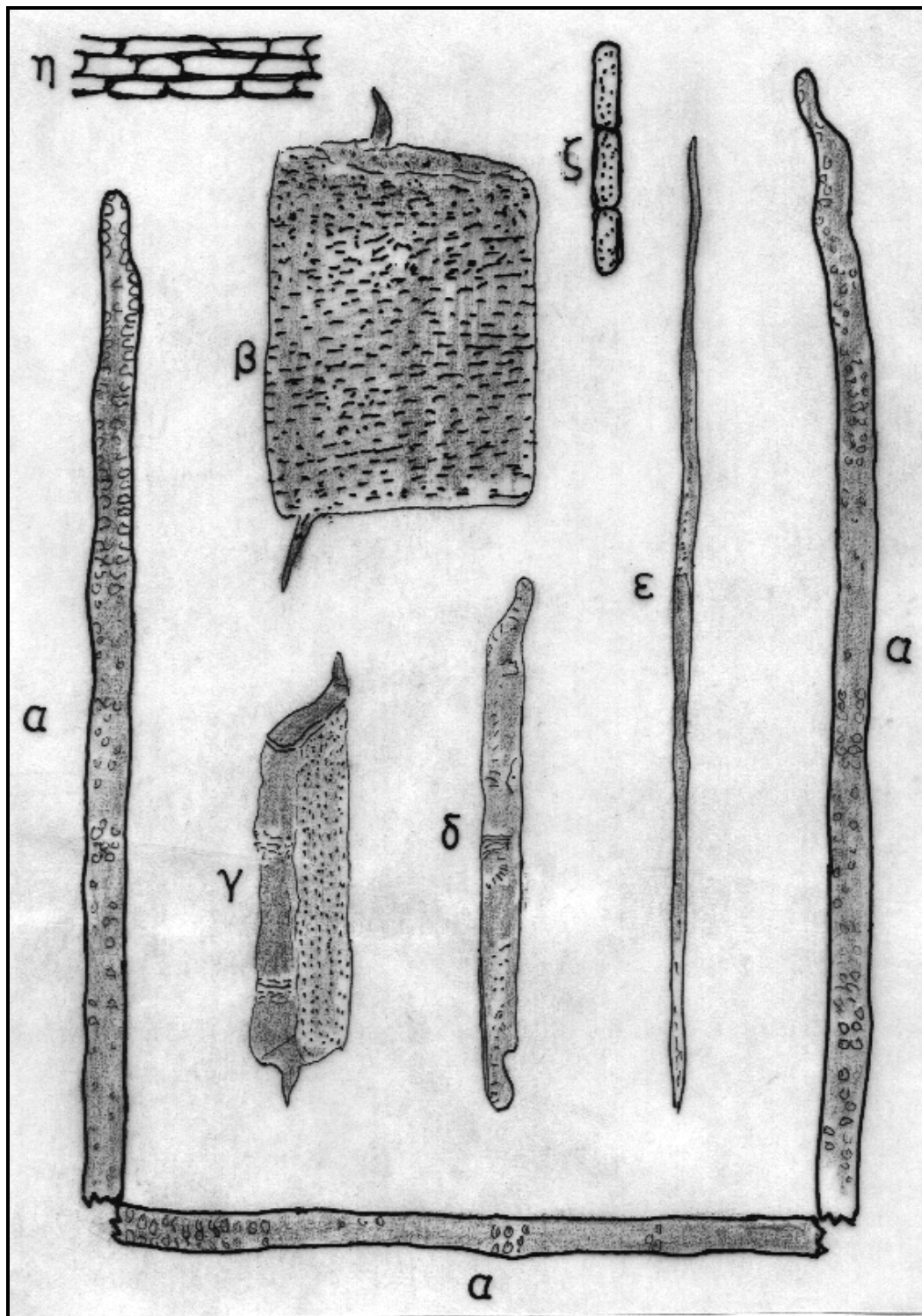
Η δομή του ξύλου κωνοφόρων είναι σχετικά απλή. Το ξύλο των κωνοφόρων χαρακτηρίζεται από δύο συστήματα ιστών σε σχέση με τον κατά μήκος άξονα του δένδρου: το *αξονικό σύστημα* και το *οριζόντιο σύστημα*. Το αξονικό σύστημα αποτελείται από τις αξονικές τραχειίδες και το αξονικό παρέγχυμα, ενώ το οριζόντιο σύστημα δομείται από τις ακτινικές τραχειίδες και το ακτινικό παρέγχυμα το οποίο συγκροτεί και τις εντεριόνιες ακτίνες του ξύλου.

Τα στοιχεία αυτά δομής διαχωρίζονται σε βασικά στοιχεία που συγκροτούν τον κύριο όγκο του ξύλου που είναι οι αξονικές τραχειίδες και το ακτινικό παρέγχυμα και σε μη βασικά στοιχεία, τα οποία εμφανίζονται μόνο σε ορισμένα είδη, και είναι οι ακτινικές τραχειίδες, το αξονικό παρέγχυμα και οι ρητινοφόροι αγωγοί.

(1) Τραχειίδες

Οι τραχειίδες διακρίνονται σε *αξονικές* και *ακτινικές* τραχειίδες. Οι αξονικές τραχειίδες είναι κύτταρα εξειδικευμένα στη μεταφορά νερού και διαλυτών αλάτων και διατάσσονται παράλληλα προς τον κατά μήκος άξονα του κορμού. Είναι κύτταρα ινόμορφα, επιμήκη με οξύληκτα άκρα (Σχ. 8α) και αποτελούν το 90% και περισσότερο του ξύλου των κωνοφόρων. Οι τραχειίδες έχουν τοιχώματα λιγνοποιημένα και φέρουν συνήθως αλωφόρα βοθρία. Το μήκος τους κυμαίνεται από 2 mm μέχρι 5 mm και είναι συνήθως 70-150 φορές μεγαλύτερο της διαμέτρου τους, που συνήθως είναι από 0,02 μέχρι 0,04 mm.

Από λειτουργικής άποψης στα κωνοφόρα, οι αξονικές τραχειίδες στα ζωντανά δένδρα είναι αγωγά στοιχεία, αλλά και στερεωτικά στοιχεία.



ΣΧΗΜΑ 8. Τύποι κυττάρων ξύλου κοινοφόρων και πλατυφύλλων σε συγκριτικά μεγέθη. (α): αζονική τραχειίδα, (β,γ,δ): μέλη αγγείων, (ε): ίνα, (ζ): αζονικά παρεγγυματικά κύτταρα και (η): ακτινικά παρεγγυματικά κύτταρα.

Οι τραχεΐδες του πρώιμου ξύλου έχουν λεπτότερα τοιχώματα και είναι μεγαλύτερες από τις τραχεΐδες του όψιμου ξύλου. Έχουν επίσης μεγαλύτερα και περισσότερα βοθρία. Οι ακτινικές τραχεΐδες βρίσκονται στις παρυφές των ακτίνων, έχουν σχήμα περισσότερο ή λιγότερο πρισματικό με το ένα άκρο οξύ και μήκος από 0,1 μέχρι 0,2 mm. Τα αλωφόρα βοθρία τους, που είναι του ίδιου τύπου με αυτά των αξονικών τραχεΐδων, έχουν μικρότερο μέγεθος.

(2) Παρεγχυματικά κύτταρα

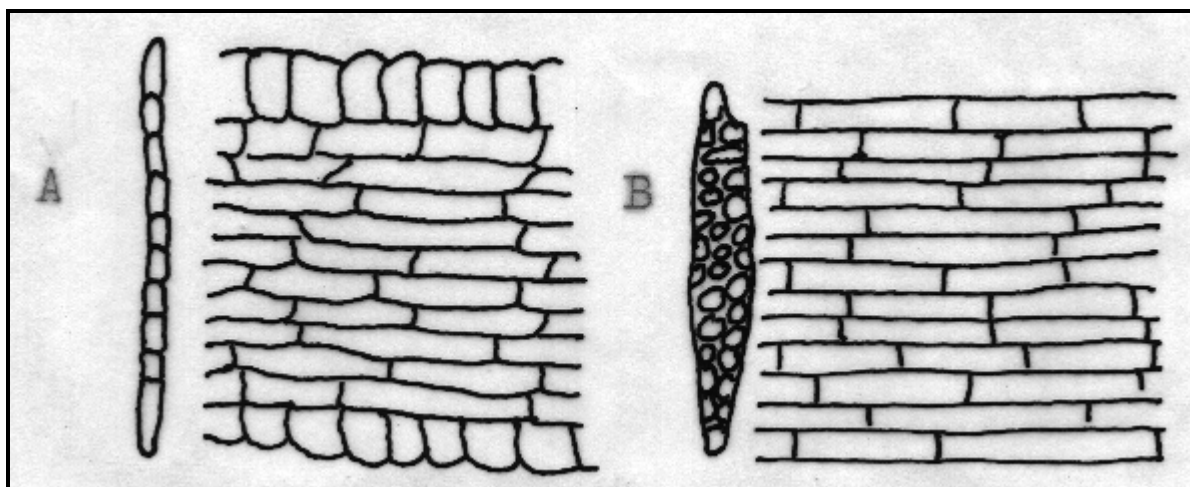
Τα παρεγχυματικά κύτταρα συγκροτούν παρεγχυματικούς ιστούς (*παρέγχυμα*), που ανάλογα με την κατεύθυνσή του ως προς τον άξονα του κορμού διακρίνεται σε *αξονικό* και *ακτινικό* παρέγχυμα (Σχ. 8ζ,8η). Τα κύτταρα αυτά είναι πολύ μικρά σε σχέση με τις τραχεΐδες, έχουν σχήμα ορθογώνιου παρελληλεπίπεδου και φέρουν απλά βοθρία. Το μήκος τους κυμαίνεται από 0,1 μέχρι 0,2 mm περίπου, και το πλάτος τους από 0,01 μέχρι 0,05 mm.

Το αξονικό παρέγχυμα εμφανίζεται με τη μορφή κατακόρυφων γραμμών ή λωρίδων μεταξύ των αξονικών τραχεΐδων. Τα παρεγχυματικά κύτταρα χρησιμεύουν για την αποθήκευση διαφόρων ουσιών (άμυλο, λίπη, ελαιορητίνες, ταννίνες) και έχουν, συνεπώς, αποθηκευτικό ρόλο.

Αξονικό παρέγχυμα δεν φέρουν όλα τα κωνοφόρα. Σε μερικά είδη, όπως στα είδη πεύκης και ερυθρελάτης απουσιάζουν εντελώς, ενώ σε άλλα όπως στο κυπαρίσσι και τον κέδρο απαντώνται πολύ συχνά.

Τα ακτινικά παρεγχυματικά κύτταρα συγκροτούν τις **ακτίνες**, οι οποίες είναι ταινιοειδείς σειρές κυττάρων που εκτείνονται οριζόντια από το κάμβιο προς την εντεριόνη. Οι ακτίνες των κωνοφόρων αποτελούνται από παρεγχυματικά κύτταρα με ακτινική τοποθέτηση και από *ακτινοτραχεΐδες*. Όταν οι ακτίνες αποτελούνται αποκλειστικά από ακτινικά παρεγχυματικά κύτταρα ή μόνο από ακτινοτραχεΐδες ονομάζονται ομοιογενείς ακτίνες (Σχ. 9B). Όταν στο σχηματισμό των ακτίνων συμμετέχουν ακτινικά παρεγχυματικά κύτταρα και ακτινοτραχεΐδες, οι ακτίνες ονομάζονται ετερογενείς ακτίνες (Σχ. 9A). Ανάλογα με τον αριθμό των κυττάρων σε πλάτος που παρουσιάζουν οι ακτίνες στην εφαπτομενική τομή, χαρακτηρίζονται σαν μονόσειρες, δίσειρες ή πολύσειρες ακτίνες (Σχ. 9A,9B). Στα κωνοφόρα, οι μονόσειρες ακτίνες σπάνια αποτελούνται αποκλειστικά από ακτινικές τραχεΐδες. Συνήθως αποτελούνται από ακτινικό παρέγχυμα και ακτινικές τραχεΐδες. Οι ακτινικές τραχεΐδες καταλαμβάνουν μία ή

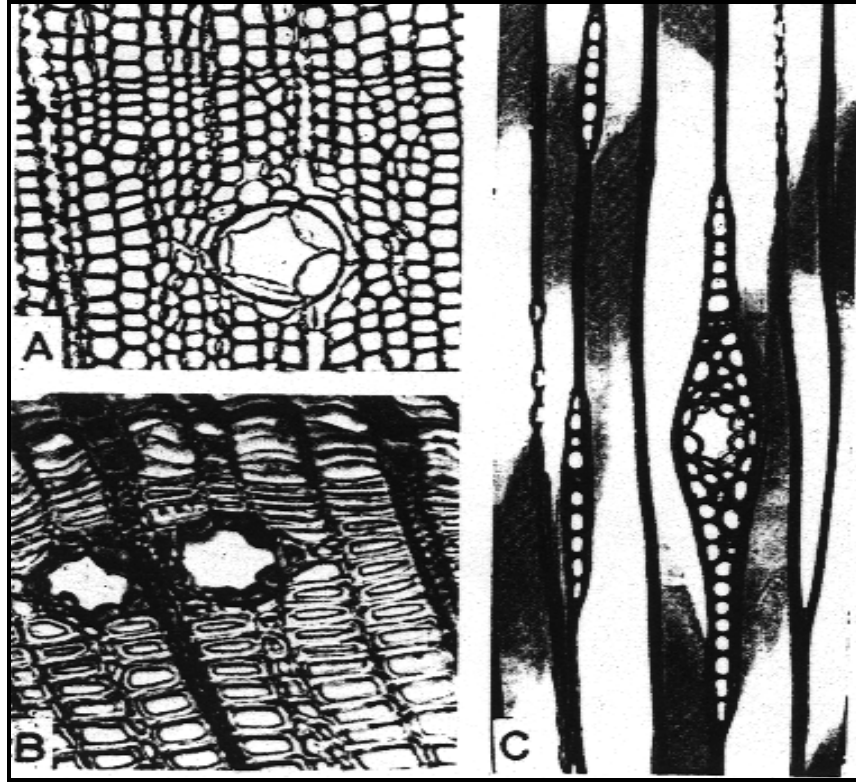
περισσότερες σειρές στα περιθώρια των ακτίνων και σπανιότερα μία σειρά στο μέσο της ακτίνας. Οι *ατρακτοειδείς ακτίνες* που ονομάζονται έτσι από το ατρακτοειδές σχήμα τους σε εφαπτομενική τομή, αποτελούνται από τα ίδια στοιχεία όπως και οι μονόσειρες ακτίνες, αλλά περικλείουν επιπρόσθετα και έναν ή περισσότερους ρητινοφόρους αγωγούς. Το ξύλο κωνοφόρων παρουσιάζει μονόσειρες, δίσειρες ή πολύσειρες ακτίνες (Σχ. 9A,9B) και επιπλέον τα είδη ξύλου που περιέχουν ρητινοφόρους αγωγούς παρουσιάζουν και ατρακτοειδείς ακτίνες.



ΣΧΗΜΑ 9. Σχηματική παράσταση μικροσκοπικής εμφάνισης των ακτίνων.
(A): Μονόσειρη ετερογενής ακτίνα, (B): Πολύσειρη ομοιογενής ακτίνα.

(3) Ρητινοφόροι αγωγοί

Οι ρητινοφόροι αγωγοί είναι μεσοκυττάριοι αγωγοί που βρίσκονται μεταξύ των κυττάρων του ξύλου ορισμένων ειδών κωνοφόρων (πέυκη, ερυθρελάτη, ψευδοτσούγκα) και περιβάλλονται από λεπτότοιχα παρεγχυματικά κύτταρα (*επιθηλιακά κύτταρα*) από τα οποία εκκρίνεται **ρητίνη** (=ρετσίνι). Διακρίνονται σε *αξονικούς ρητινοφόρους* που βρίσκονται μεταξύ των αξονικών τραχειδών και σε *ακτινικούς ρητινοφόρους* αγωγούς που εγκλείονται ανάμεσα στις ακτίνες (Σχ. 10A, 10B, 10C). Οι ρητινοφόροι αγωγοί είναι αγωγά στοιχεία που μεταφέρουν ρητίνη.



ΣΧΗΜΑ 10. Ρητινοφόροι αγωγοί. (Α): Αξονικός ρητινοφόρος αγωγός με λεπτά επιθηλιακά κύτταρα, (Β): Αξονικός ρητινοφόρος αγωγός με χονδρά επιθηλιακά κύτταρα και (C): Ακτινικός ρητινοφόρος αγωγός σε ατρακτοειδή ακτίνα.

Οι αξονικοί και οι ακτινικοί ρητινοφόροι αγωγοί συνδέονται μεταξύ τους σχηματίζοντας ένα δίκτυο αγωγών μέσα στο ξύλο. Οι αξονικοί έχουν συνήθως μεγαλύτερη διάμετρο από τους ακτινικούς. Το μέγεθος, η διάταξη και ο αριθμός των ρητινοφόρων αγωγών στην εγκάρσια τομή του ξύλου έχει μεγάλη σπουδαιότητα για την αναγνώριση των διαφόρων ειδών ξύλου. Ανάλογα με τον τρόπο σχηματισμού τους διακρίνονται σε κανονικούς και τραυματικούς ρητινοφόρους αγωγούς. Οι κανονικοί σχηματίζονται από το σχίσιμο της μεσοκυττάριας στρώσης μίας ομάδας επιμήκων καμβιακών θυγατρικών κυττάρων, τα οποία στη συνέχεια εξελίσσονται σε επιθηλιακά κύτταρα (σχιζογενείς ρητινοφόροι αγωγοί). Είναι μετακαμβιακοί σχηματισμοί οι οποίοι δεν διακόπτουν τη συνέχεια του καμβίου, ούτε αλλάζουν τη φύση των καμβιακών κυττάρων. Οι τραυματικοί ρητινοφόροι αγωγοί δημιουργούνται λόγω τραυματισμού του δένδρου, ακόμα και σε είδη που δεν σχηματίζουν κανονικούς ρητινοφόρους αγωγούς. Παράγονται σχιζογενώς όπως οι κανονικοί ρητινοφόροι και διακρίνονται σε αξονικούς και

ακτινικούς. Έχουν μεγαλύτερο μέγεθος από τους κανονικούς και τα επιθηλιακά τους κύτταρα είναι παχύτοιχα.

Ο μηχανισμός παραγωγής της ρητίνης (ρετσινιού) δεν είναι απόλυτα γνωστός. Στην Ελλάδα η ρητίνη ορισμένων πευκών (χαλέπιος πεύκη, τραχεία πεύκη) συλλέγεται με τη δημιουργία τομών στον κορμό του δέντρου και σχίσση (τραυματισμό) των ρητινοφόρων αγωγών.

Ρητινοφόροι αγωγοί, εκτός από τα είδη πεύκης, απαντώνται στην ερυθρελάτη και τη ψευδοτσούγκα.

Ανατομικά στοιχεία ξύλου πλατυφύλλων

Τα ανατομικά στοιχεία (κύτταρα) του ξύλου πλατυφύλλων διακρίνονται σε μέλη αγγείων, ίνες και παρεγχυματικά κύτταρα.

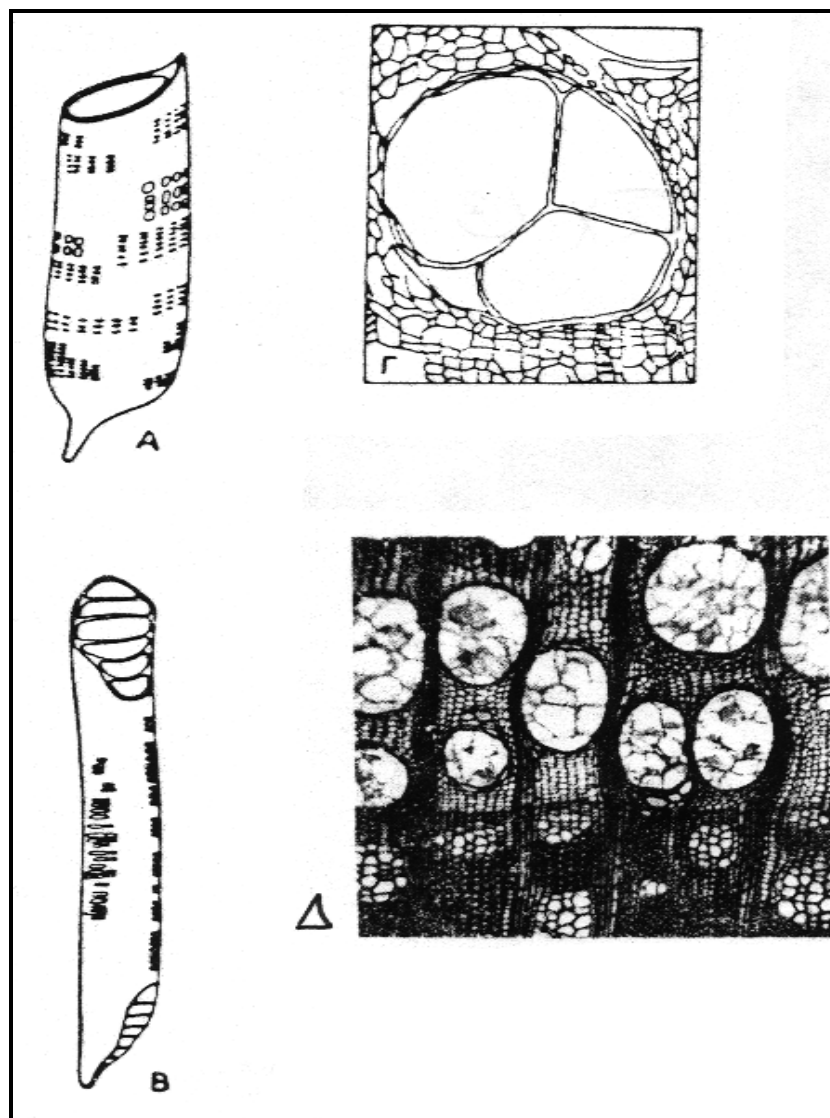
(1) Μέλη αγγείων

Τα *μέλη αγγείων* είναι κύτταρα σε μορφή σωλήνα, τα οποία ενώνονται στα άκρα και σχηματίζουν αγωγούς μεγάλου μήκους που ονομάζονται *αγγεία*. Τα άκρα των μελών αγγείων φέρουν μία οπή ή τρύπα (απλή διάτρηση) ή περισσότερες (πολλαπλή διάτρηση) (Σχ. 11Α,11Β). Τα μέλη αγγείων συνήθως έχουν μήκος 0,2-1,3 mm και διάμετρο 0,1-0,5 mm.

Από λειτουργικής άποψης, τα μέλη αγγείων των πλατυφύλλων είναι κύτταρα που έχουν αγωγική λειτουργία και ρόλο.

Τα δακτυλιόπορα πλατύφυλλα φέρουν στο πρώιμο ξύλο μεγάλα αγγεία – που είναι γνωστά ως *πόροι* – και που είναι εύκολα ορατά με γυμνό μάτι σε ορισμένα είδη (Σχ. 12Α).

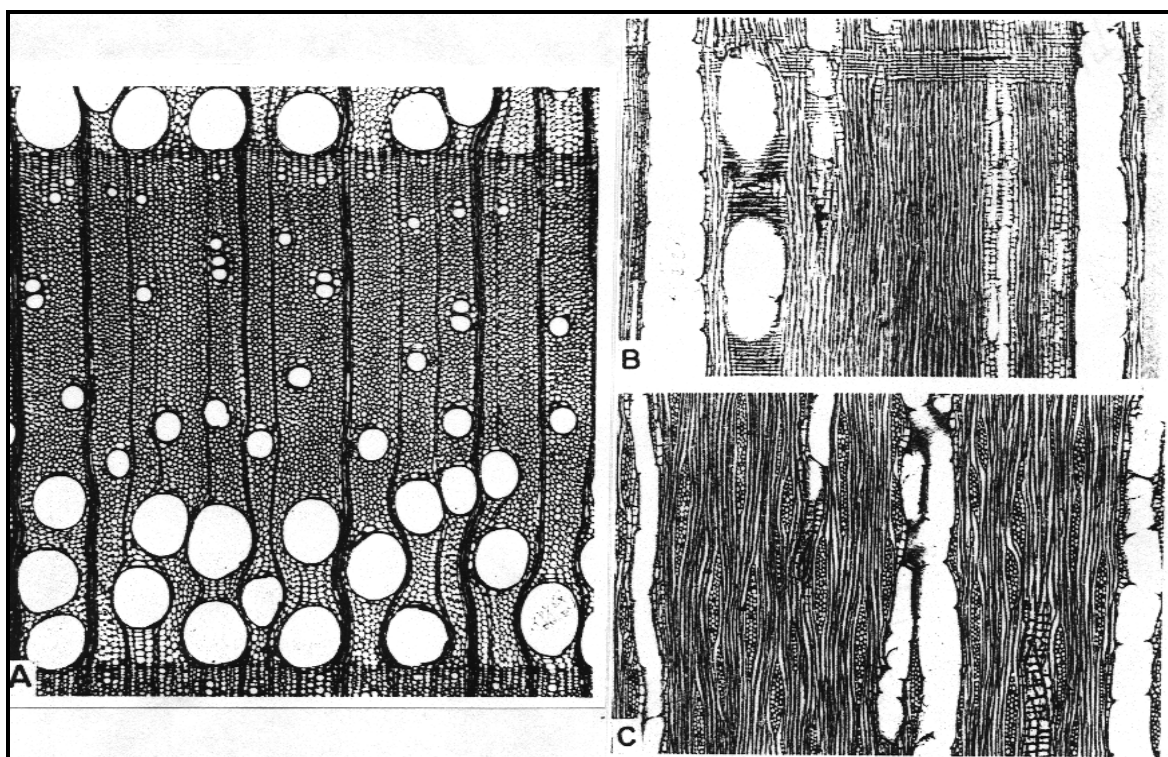
Στην εσωτερική επιφάνεια των μελών αγγείων ορισμένων πλατυφύλλων υπάρχουν σπειροειδείς παχύνσεις, οι οποίες έχουν διαγνωστική αξία για την αναγνώριση των ειδών αυτών. Τα μέλη αγγείων έχουν συνήθως αλωφόρα βοθρία, αν και μερικές φορές έχουν και απλά βοθρία.



ΣΧΗΜΑ 11. Μέλη αγγείων. (Α): Μέλη αγγείων με απλή διάτρηση, (Β): Μέλη αγγείων με πολλαπλή κλιμακοειδή διάτρηση, (Γ,Δ): Τυλώσεις.

Όταν τα αγγεία παύουν να είναι αγωγά στοιχεία (κυρίως μετά τη μετατροπή του σομού ξύλου σε εγκάρδιο ξύλο), τότε τα αγγεία αποφράσσονται από διάφορες ουσίες των γειτονικών παρεγχυματικών κυττάρων (άμυλο, ρητίνες). Η απόφραξη αυτή ονομάζεται *τύλωση* και παρατηρείται σε ορισμένα είδη ξύλου, όπως λ.χ. ακακία, μουριά και δρύ (Σχ. 11Γ,11Δ).

Η αναλογία των αγγείων στο ξύλο είναι σπουδαίο στοιχείο από πρακτικής άποψης, διότι επηρεάζει όλες τις ιδιότητές του. Αύξηση στην αναλογία των αγγείων μπορεί να οδηγήσει σε ελάττωση της πυκνότητας του ξύλου, εάν τα άλλα χαρακτηριστικά του ξύλου δεν διαφέρουν, διότι αυξάνει το πορώδες του ξύλου και ως εκ τούτου μπορεί να ελαττώσει τις μηχανικές ιδιότητες του ξύλου. Στα πλατύφυλλα, κατά τη διάρκεια του εμποτισμού κάτω από πίεση ή της πολτοποίησης, η διείδυση του συντηρητικού ή του μέσου πολτοποίησης στο ξύλο λαμβάνει χώρα κυρίως διαμέσου των αγγείων.



ΣΧΗΜΑ 12. (A): Εγκάρσια τομή δακτυλιόπορου (διακρίνονται μέλη αγγείων στο πρώιμο και ίνες στο υπόλοιπο τμήμα), (B): Ακτινική τομή δακτυλιόπορου (διακρίνονται μέλη αγγείων σαν σωλήνες) και (C): Εφαπτομενική τομή δακτυλιόπορου (διακρίνονται μέλη αγγείων, ίνες και πολύσειρες ακτίνες).

(2) Ίνες

Οι ίνες είναι κύτταρα στενά, επιμήκη και με κλειστά άκρα. Μοιάζουν με τις αξονικές τραχειίδες του όψιμου ξύλου των κωνοφόρων (Σχ. 8ε).

Οι ίνες αποτελούν το 50% και περισσότερο του ξύλου των πλατυφύλλων και συγκροτούν κυρίως στερεωτικούς ιστούς. Οι διαστάσεις τους είναι, μήκος 1–2 mm και διάμετρος 0,001–0,005 mm. Φέρουν και απλά και αλωφόρα βοθρία.

Η αναλογία των ινών καθορίζει την αξία ενός είδους για πολλές τελικές χρήσεις. Για παράδειγμα, υψηλή αναλογία ινών στο ξύλο είναι απαραίτητη για καλές μηχανικές ιδιότητες του ξύλου, του χαρτιού και του χαρτοπολτού. Γενικά οι ίνες έχουν παχύτερα τοιχώματα από τα παρεγγυματικά κύτταρα και τα αγγεία. Η υψηλότερη αναλογία ινών καθορίζει και το βαθμό καταλληλότητας ενός είδους ξύλου για παραγωγή χαρτοπολτού και ινοπλακών.

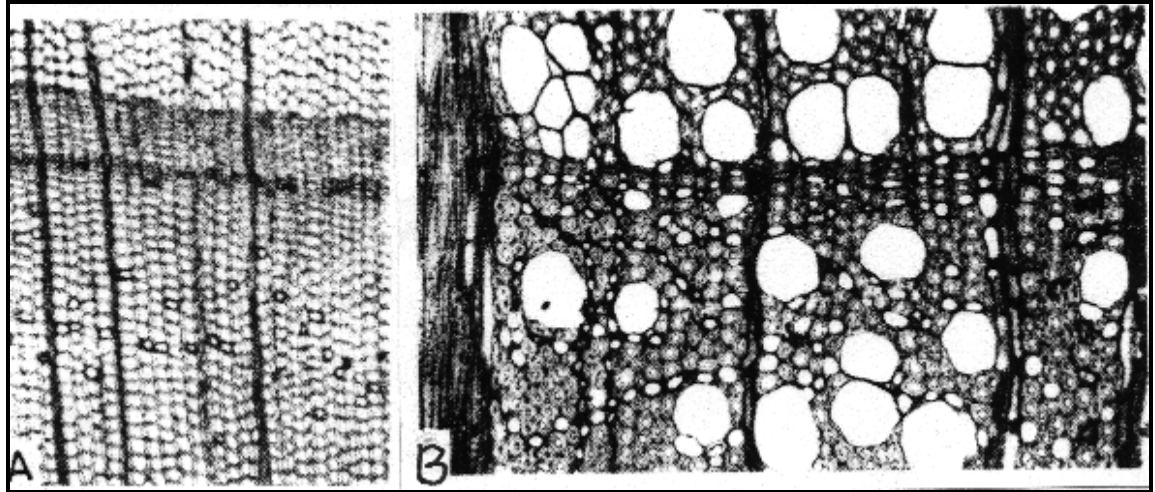
Το μήκος της ίνας είναι ένα σπουδαίο χαρακτηριστικό του ξύλου που επηρεάζει τις μηχανικές ιδιότητες του χαρτιού. Το στοιχείο αυτό αποτελεί καθοριστικό κριτήριο για τη χρησιμοποίηση ειδών ξύλου στην κατασκευή συγκεκριμένων τύπων χαρτιού. Για τους λόγους αυτούς είναι σημαντική η μελέτη των παραγόντων που μπορεί να επηρεάζουν το μήκος ίνας στα πλατύφυλλα και η έρευνα για τις δυνατότητες γενετικού και δασοκομικού ελέγχου για το χαρακτηριστικό αυτό του ξύλου.

(3) Παρεγγυματικά κύτταρα

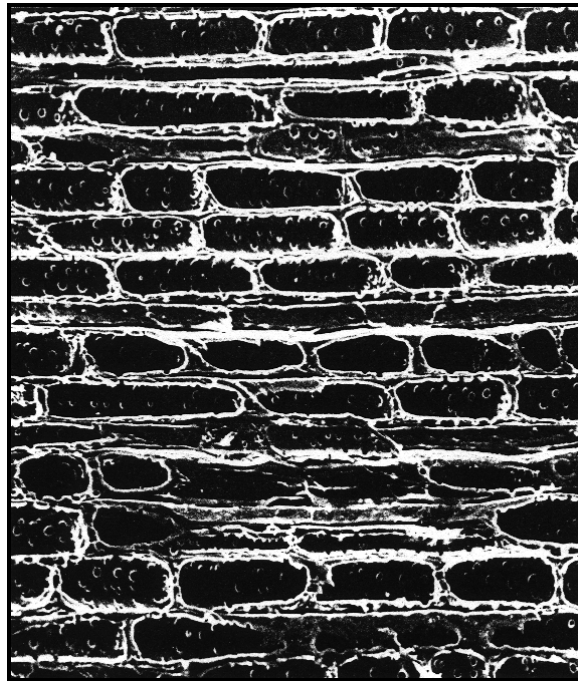
Τα γενικά χαρακτηριστικά τους είναι παρόμοια με αυτά που περιγράψαμε στα παρεγγυματικά κύτταρα των κωνοφόρων. Ο ρόλος του αξονικού παρεγγύματος είναι αποθηκευτικός. Το αξονικό παρέγγυμα είναι άφθονο στα πλατύφυλλα και είτε βρίσκεται κοντά στα αγγεία (*παρατραχειακό παρέγγυμα*), είτε σε αρκετή απόσταση από αυτό (*αποτραχειακό παρέγγυμα*) (Σχ. 13).

Το ακτινικό παρέγγυμα συγκροτεί κυρίως τις ακτίνες (Σχ. 14). Στα πλατύφυλλα διακρίνονται όλων των ειδών οι ακτίνες (μονόσειρες, δίσειρες, πολύσειρες) (Σχ. 15).

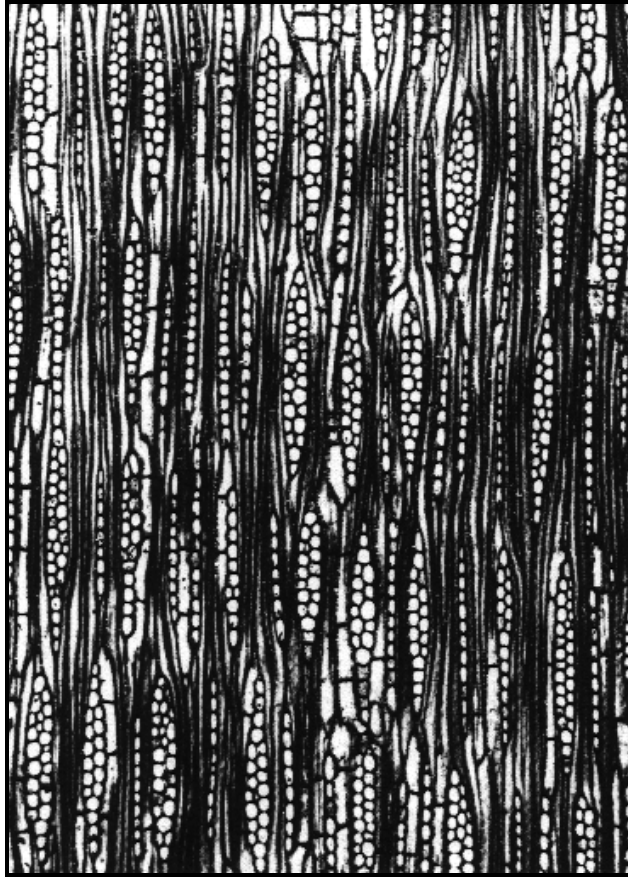
Οι ακτίνες στα πλατύφυλλα αποτελούν το 5–30% της συνολικής ξυλώδους μάζας ενός δένδρου. Το αντίστοιχο ποσοστό στα κωνοφόρα είδη είναι περίπου 5–10%.



ΣΧΗΜΑ 13. *Παρεγχυματικά κύτταρα του ξύλου.*
 (Α): Αξονικά παρεγχυματικά κύτταρα σε εγκάρσια τομή ξύλου.
 (Β): Αποτραχειακό αξονικό παρέγχυμα σε εγκάρσια τομή ξύλου.



ΣΧΗΜΑ 14. *Ακτινικά παρεγχυματικά κύτταρα σε ακτινική τομή ξύλου*
 (διακρίνονται δευτερογενή τοιχώματα και πολυάριθμα απλά βοθρία).



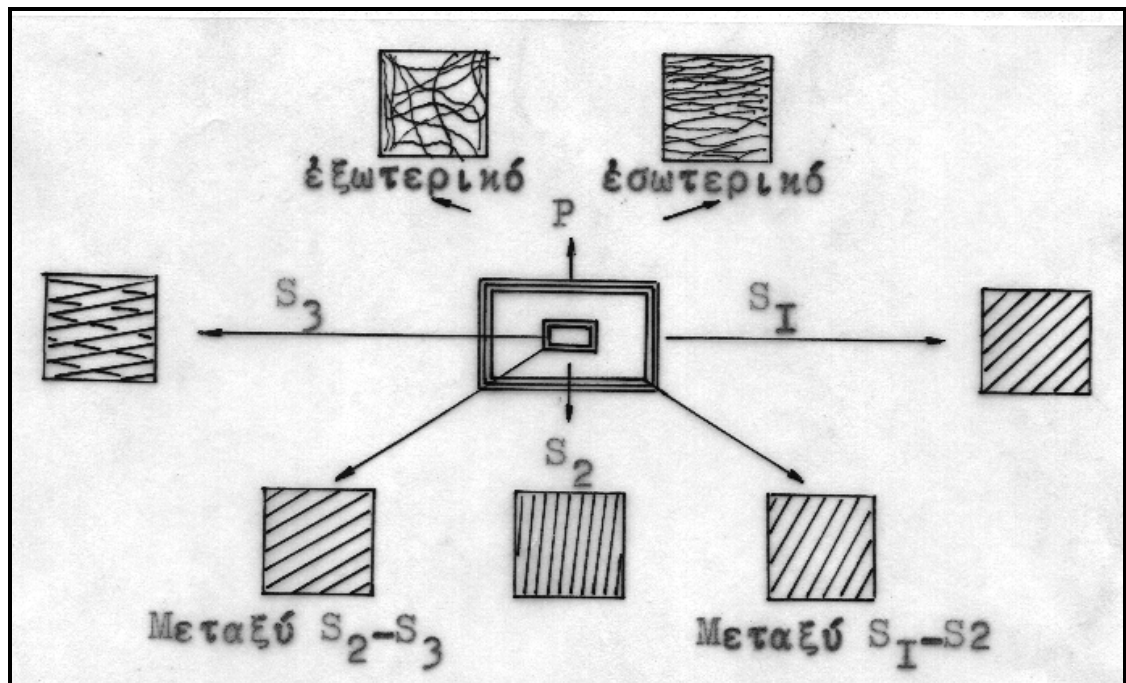
ΣΧΗΜΑ 15. Ακτίνες μονόσειρες, δίσειρες και τρίσειρες σε εφαπτομενική τομή ξύλου.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ 3^{ου} Κεφαλαίου

1. Από τι αποτελείται το ξύλο σε μικροσκοπικό επίπεδο.
2. Να εξηγήσετε και να σχεδιάσετε τα βασικά μέρη ενός ξυλώδους κυττάρου.
3. Ποια είναι τα κυτταρικά τοιχώματα του ξύλου.
4. Να ορίσετε την έννοια του βοθρίου.
5. Να σχεδιάσετε και να εξηγήσετε τα βασικά μέρη ενός βοθρίου.
6. Ποια τα είδη των βοθρίων του ξύλου και τι γνωρίζετε για αυτά (κάντε σχήμα).
7. Ποιος είναι ο ρόλος των βοθρίων στο ξύλο.
8. Να ορίσετε τι είναι τα ανατομικά στοιχεία του ξύλου, καθώς και το ρόλο τους.
9. Να περιγράψετε και να εξηγήσετε συνοπτικά τα βασικά ανατομικά στοιχεία του ξύλου κωνοφόρων (σχήμα, μορφή, ρόλος, χαρακτηριστικά).
10. Να περιγράψετε και να εξηγήσετε συνοπτικά τα βασικά ανατομικά στοιχεία του ξύλου πλατυφύλλων (σχήμα, μορφή, ρόλος, χαρακτηριστικά).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΥΠΟΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΚΗ ΔΟΜΗ

Όσα αναφέρθηκαν στο Κεφ. 3 αφορούν τη μελέτη του ξύλου στο μικροσκόπιο. Ωστόσο, το κύτταρο δεν είναι η μικρότερη δομική μονάδα του ξύλου. Εμπειριστατωμένη μελέτη του ξύλου με πιο σύγχρονα μέσα, όπως το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο, τις ακτίνες X και το πολωτικό μικροσκόπιο αποκαλύπτουν ότι τα κυτταρικά τοιχώματα του ξύλου αποτελούνται από πολύ μικρότερες δομικές μονάδες με μορφή κυλινδρικών νημάτων διαμέτρου 100-300 Å (1 Å μονάδα Angstrom = 10^{-10} m). Οι δομικές αυτές μονάδες ονομάζονται **μικροϊνίδια** και βρίσκονται στο πρωτογενές και στο δευτερογενές τοίχωμα των κυττάρων. Η διάταξη των μικροϊνιδίων στο δευτερογενές τοίχωμα του ξύλου γίνεται σε τρεις στρώσεις, τις S_1 , S_2 , και S_3 , όπως απεικονίζεται στο Σχήμα 16.

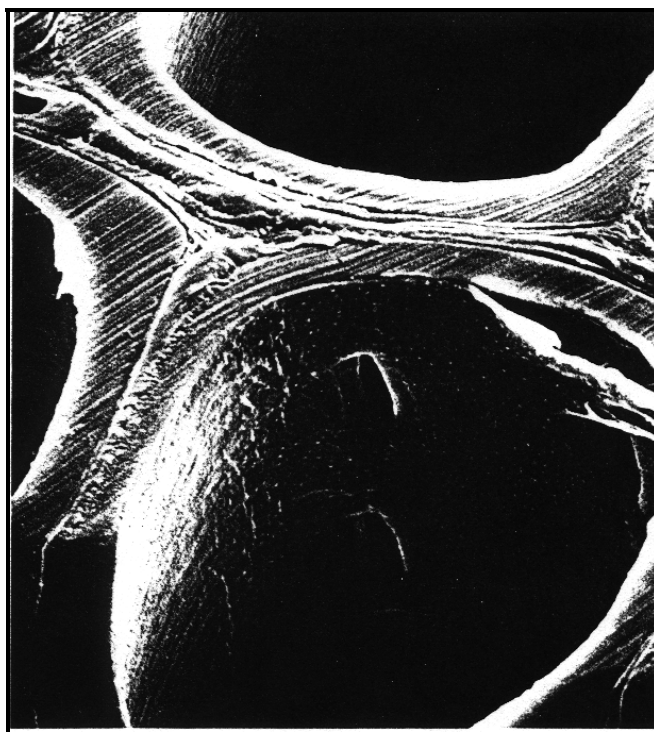


ΣΧΗΜΑ 16. Γραφική παράσταση κυτταρικών τοιχωμάτων του ξύλου.

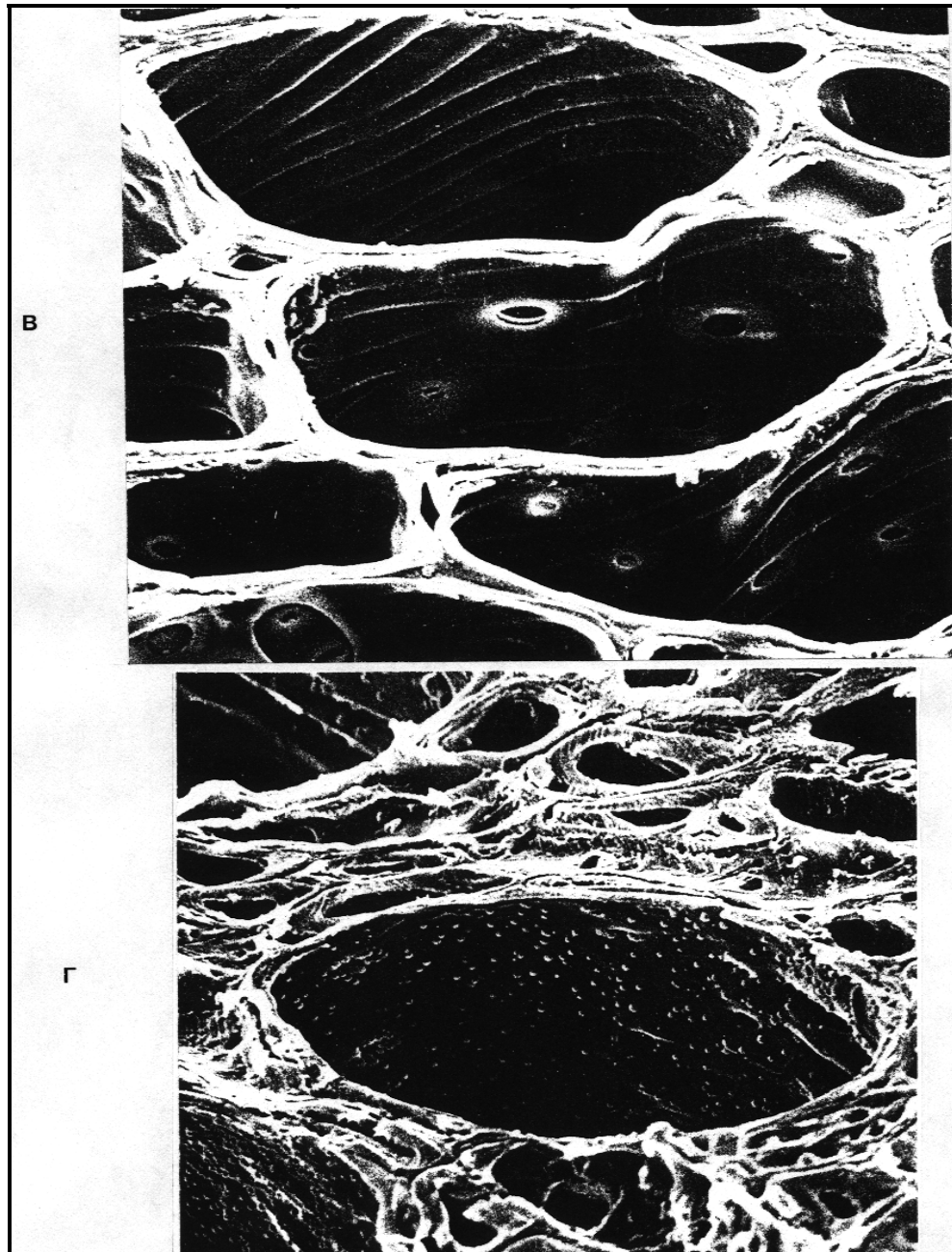
(P): Πρωτογενές τοίχωμα, (S_1 S_2 S_3): Στρώσεις δευτερογενούς τοιχώματος.

Στις στρώσεις S_1 και S_3 , τα μικροϊνίδια διατάσσονται κάθετα περίπου προς τον κατά μήκος άξονα του κυττάρου. Στη στρώση S_2 , η διάταξη αυτών είναι περίπου παράλληλη. Η S_2 στρώση αποτελεί περίπου το 70-80% του δευτερογενούς κυτταρικού τοιχώματος και συγκροτείται από 30-150 υποστρώσεις μικροϊνιδίων. Οι S_1 και S_3 στρώσεις είναι λεπτές και με αραιή διάταξη των μικροϊνιδίων σε 1-6 υποστρώσεις. Η μεσοκυττάρια στρώση δεν παρουσιάζει μία συγκεκριμένη δομή (Σχ. 17, Σχ. 18).

Με το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο, σε ορισμένα είδη ξύλου διακρίνονται πάνω στη στρώση S_3 σπειροειδείς παχύνσεις που αποτελούνται από μικροϊνίδια (Σχ. 18B). Επίσης, διακρίνεται μία άμορφη στρώση χωρίς μικροϊνίδια επάνω στην S_3 ή επάνω στις σπειροειδείς παχύνσεις, η οποία έχει μορφή ογκωμάτων, όταν παρατηρείται από το εσωτερικό της κυτταρικής κοιλότητας. Η στρώση αυτή, γνωστή σαν *κοκκώδης στρώση*, είναι άγνωστης χημικής σύστασης και έχει διαγνωστική σημασία για ορισμένα είδη ξύλου, όπως λ.χ. κέδρο και οξιά (βλ. Σχ. 18Γ).



ΣΧΗΜΑ 17. Κυτταρικό τοίχωμα ξυλώδους κυττάρου (ηλεκτρονικό μικροσκόπιο).



ΣΧΗΜΑ 18. Δομή κυτταρικού τοιχώματος (ηλεκτρονικό μικροσκόπιο).

(B): Μέλη αγγείων, διακρίνονται καθαρά σπειροειδείς παχύνσεις και βοθρία,

(Γ): Μέλη αγγείων με στρώση ογκωμάτων (κοκκώδης στρώση).

ΑΣΚΗΣΕΙΣ 4^{ου} Κεφαλαίου

1. Τι ορίζουμε ως υπομικροσκοπική δομή του ξύλου.
2. Ποια σύγχρονα μέσα χρησιμοποιούνται για τη μελέτη της υπομικροσκοπικής δομής του ξύλου σήμερα.
3. Τι γνωρίζετε για τα μικροϊνίδια. Τι ρόλο παίζουν.
4. Ποιες είναι οι στρώσεις του δευτερογενούς τοιχώματος του ξύλου και ποια είναι η σχέση αυτών με τα μικροϊνίδια.
5. Γιατί είναι σημαντικό το δευτερογενές τοίχωμα του ξύλου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ

Το ξύλο ως προϊόν βιολογικών διεργασιών είναι ένα σύνθετο και *ετερογενές υλικό* που αποτελείται από συστατικά τα οποία διαφέρουν μεταξύ τους στη χημική σύσταση. Το ξύλο αποτελείται από άνθρακα 48-51%, οξυγόνο 43-45%, υδρογόνο 5-7%, άζωτο 0,1-0,3% και ανόργανες ουσίες 0,2-0,6%. Η περιεκτικότητα του ξύλου σε άνθρακα, οξυγόνο και υδρογόνο ελάχιστες διαφορές παρουσιάζει στο ξύλο των διαφόρων δασικών ειδών. Αντίθετα, σημαντικές διαφορές υπάρχουν για το άζωτο και τις ανόργανες ουσίες. Η περιεκτικότητα ορισμένων τροπικών ξύλων σε ανόργανα μπορεί να φτάσει και το 8%.

Τα χημικά συστατικά του ξύλου είναι τα ακόλουθα:

Υδρογονάνθρακες: Στην κατηγορία αυτή (*πολυσακχαρίτες*) ανήκουν η κυτταρίνη, οι ημικυτταρίνες, το άμυλο και οι πηκτινικές ουσίες. Το συνολικό ποσοστό του ξύλου σε πολυσακχαρίτες είναι 65-75%. Ειδικότερα, η κυτταρίνη απαντάται σε ποσοστό 40-50% σε κωνοφόρα και πλατύφυλλα, οι ημικυτταρίνες σε ποσοστό περίπου 20% στα κωνοφόρα και 15-35% στα πλατύφυλλα.

Φαινολικές ουσίες: Στην κατηγορία αυτή ανήκει η λιγνίνη, η οποία απαντάται σε ποσοστό 25-35% στα κωνοφόρα και 17-25% στα πλατύφυλλα, καθώς και οι ταννίνες και τα στυλβένια (κατηγορίες εκχυλισμάτων).

Τερπένια: Στην κατηγορία αυτή ανήκουν το κολοφόνιο, το τερεβινθέλαιο και τα ρητινικά οξέα.

Οξέα: Στο ξύλο βρίσκονται κορεσμένα και ακόρεστα λιπαρά οξέα, κυρίως σε μορφή εστέρων με γλυκερίνη (λίπη, έλαια) ή με πολυαλκοόλες (κηροί). Από τα μη λιπαρά οξέα, σε σχετικά μεγάλη αναλογία (1-5%) υπάρχει στο ξύλο το οξικό οξύ (ενωμένο κυρίως με τις ημικυτταρίνες) και άλλα μονοβασικά και υδροξυβασικά οξέα.

Αλκοόλες: Στην κατηγορία αυτή υπάγονται αλιφατικές αλκοόλες και αρωματικές αλκοόλες, κυρίως στερόλες.

Πρωτεΐνες: Απαντώνται στο κάμβιο και τα παρεγχυματικά κύτταρα σε ποσοστό περίπου 1%.

Ανόργανες ουσίες: Το σύνολο των ανόργανων ενώσεων ονομάζεται *τέφρα* και απομένει ως υπόλειμμα μετά από την πλήρη καύση του ξύλου. Απαντάται σε ποσοστό 0,1 έως 0,5% για

δασικά είδη της εύκρατης ζώνης και μέχρι 8% για είδη της τροπικής ζώνης. Η τέφρα του ξύλου περιέχει κυρίως ασβέστιο, κάλιο, μαγνήσιο και σε πολύ μικρό ποσοστό νάτριο, μαγγάνιο, κ.ά.

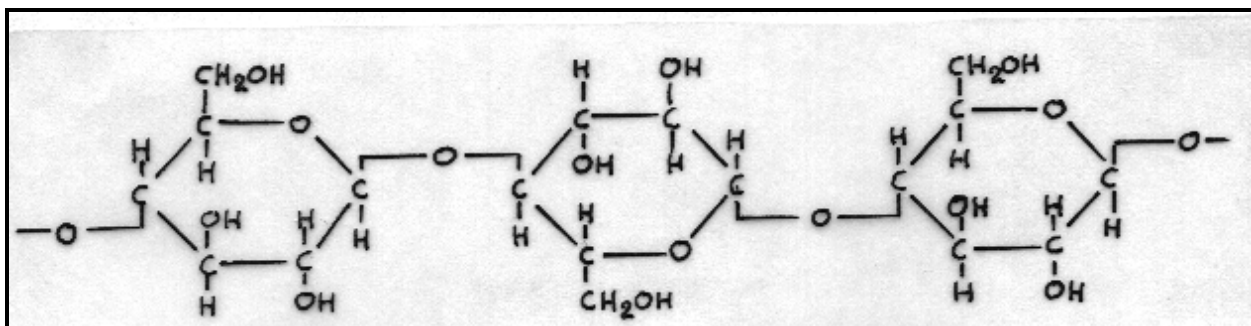
Για τη μελέτη των χημικών και φυσικών ιδιοτήτων των συστατικών του ξύλου πρέπει να γίνει πρώτα διαχωρισμός των συστατικών αυτών. Για το σκοπό αυτό γίνονται πολύπλοκες χημικές αναλύσεις σε κατάλληλα προετοιμασμένα δείγματα ξύλου (βλ. χημική τεχνολογία ξύλου).

Τα **δομικά συστατικά** του ξύλου, τα συστατικά δηλαδή που συγκροτούν τη δομή του είναι η κυτταρίνη, οι ημικυτταρίνες και η λιγνίνη, και εξετάζονται παρακάτω:

Κυτταρίνη

Κυτταρίνη είναι η σπουδαιότερη και αφθονότερη οργανική ουσία που βρίσκεται στη φύση. Απαντάται παντού σε μεγάλες ποσότητες και αποτελεί το σπουδαιότερο συστατικό των κυτταρικών τοιχωμάτων του ξύλου. Βρίσκεται στο ξύλο σε ποσοστό 40-50%, ενώ στο βαμβάκι 95-99% (καθαρότερη μορφή κυτταρίνης). Η κυτταρίνη είναι πολυσακχαρίτης μακρομοριακής δομής της οποίας η στοιχειώδης μονάδα δόμησης των μακρομορίων της είναι το μονοσάκχαρο *γλυκόζη*. Η κυτταρίνη διακρίνεται σε κρυσταλλική κυτταρίνη (που σχηματίζει κρυστάλλους) και άμορφη κυτταρίνη.

Ο εμπειρικός τύπος της κυτταρίνης είναι $(C_6H_{10}O_5)_n$ και προκύπτει από το μόριο της γλυκόζης $(C_6H_{12}O_6)$ με την αφαίρεση ενός μορίου νερού. Η γλυκόζη είναι μονοσάκχαρο που σχηματίζεται από το CO_2 της ατμόσφαιρας με φωτοσύνθεση. Ο βαθμός πολυμερισμού της κυτταρίνης στο ξύλο εκτιμάται ότι είναι περίπου 12.000-15.000.



ΣΧΗΜΑ 19. Σχηματική παράσταση της μοριακής δομής της κυτταρίνης.

Ημικυτταρίνες

Οι ημικυτταρίνες διαφέρουν από την κυτταρίνη στο ότι (α) είναι άμορφες, (β) έχουν μικρότερο βαθμό πολυμερισμού (περίπου 150-200), (γ) διαλύονται σε αλκαλικά διαλύματα και (δ) υδρολύονται πολύ εύκολα με αραιά διαλύματα οξέων. Οι ημικυτταρίνες απαντώνται στη φύση σχεδόν πάντα μαζί με την κυτταρίνη και τη λιγνίνη. Ο όρος ημικυτταρίνες είναι συλλογικός και αναφέρεται σε μίγμα πολυσακχαριτών που έχουν ως βάση τα μονοσάκχαρα της γλυκόζης, της μαννόζης και της ξυλόζης, και σε μικρότερη αναλογία της γαλακτόζης, αραβινόζης και ραμνόζης.

Οι ημικυτταρίνες είναι οι πλέον υδρόφιλες ουσίες του ξύλου. Ο διαχωρισμός τους από την κυτταρίνη βασίζεται στο ότι διαλύονται σε διάλυμα υδροξειδίου του νατρίου (NaOH) 17,5%, ενώ η κυτταρίνη παραμένει αδιάλυτη.

Λιγνίνη

Η λιγνίνη είναι ουσία αρωματικής φύσης της οποίας η ακριβής δομή δεν είναι ακόμα γνωστή. Είναι το συστατικό που διακρίνει το ξύλο από τις άλλες κυτταρινικές ουσίες που παράγονται από τη φύση. Η λιγνίνη βρίσκεται πάντοτε μαζί με την κυτταρίνη, ενώ η κυτταρίνη εμφανίζεται και χωρίς τη λιγνίνη, όπως λ.χ. στο βαμβάκι.

Η λιγνίνη στο ξύλο παίζει το ρόλο της συγκολλητικής ουσίας, είναι η πλέον υδρόφοβη ουσία του και είναι πολύ ανθεκτική. Το ποσοστό της λιγνίνης στο ξύλο ποικίλει από 17-35%. Ο βιολογικός προορισμός της είναι η ενίσχυση της μηχανικής αντοχής των κυτταρικών τοιχωμάτων. Έτσι, τα λιγνοποιημένα κύτταρα μπορούν να παραλληλισθούν με τα πλαστικά που είναι ενισχυμένα με ίνες γυαλιού ή με το μπετόν που περιβάλλει το σκελετό του σιδήρου. Η λιγνίνη συγκεντρώνεται κυρίως στη μεσοκυττάρια στρώση, συγκρατεί τα μικροϊνίδια και βελτιώνει την αντοχή τους σε θλίψη. Η απόθεση της λιγνίνης (λιγνοποίηση) συμπληρώνεται μέχρι την πλήρη ανάπτυξη των κυττάρων.

Η λιγνίνη είναι αδιάλυτη στους γνωστούς διαλύτες και δεν υδρολύεται. Οι ιδιότητες αυτές της λιγνίνης εξηγούν γιατί δεν είναι ακόμη γνωστή η ακριβής δομή της.

Πρόσφατες έρευνες έχουν δείξει ότι υπάρχουν χημικοί δεσμοί μεταξύ της λιγνίνης και των πολυσακχαριτών του ξύλου (κυτταρίνη, ημικυτταρίνες). Το μεγαλύτερο ποσοστό της λιγνίνης

βρίσκεται στη μεσοκυττάρια στρώση και το ποσοστό της μειώνεται προοδευτικά προς την κυτταρική κοιλότητα.

Η λιγνίνη στερείται κρυσταλλικότητας, είναι δηλαδή άμορφη ουσία. Τα μοριακά βάρη της λιγνίνης είναι πολύ μεγάλα (100.000-300.000). Η λιγνίνη είναι πολύ λιγότερο υδρόφιλη από ότι οι πολυσακχαρίτες του ξύλου. Αυτό οφείλεται στο μικρότερο αριθμό υδροξυλίων (-OH) που περιέχει.

Εκχυλίσματα

Εκτός από τις παραπάνω οργανικές ουσίες που συγκροτούν τη δομή του ξύλου (δομικά συστατικά), οι ιστοί του ξύλου περιέχουν και χημικές ουσίες που δεν συμμετέχουν στη δομή των κυτταρικών τοιχωμάτων (**μη δομικά συστατικά**) και συνήθως εκχυλίζονται από το ξύλο με νερό και ουδέτερους διαλύτες και ονομάζονται *εκχυλίσματα*. Τα εκχυλίσματα αποτίθενται στους κενούς χώρους και τις κυτταρικές κοιλότητες του ξύλου.

Το ποσοστό των εκχυλισμάτων σε είδη ξύλου της εύκρατης ζώνης είναι μικρό, 0,5-2%, και είναι αυξημένο στις ρίζες και στους τραυματικούς ιστούς. Αντίθετα, το ποσοστό των εκχυλισμάτων σε ξύλο τροπικών ειδών μπορεί να φθάσει μέχρι και 10%.

Τα σπουδαιότερα εκχυλίσματα είναι τα ακόλουθα: τερεβινθέλαιο, αιθέρια έλαια (λ.χ. καμφορά), ρητινικά οξέα (συστατικά του ρετσινιού των κωνοφόρων), ταννίνες, δεσικές ουσίες (βλ. επεξεργασία δερμάτων), λιπαρά οξέα, πρωτεΐνες (αζωτούχες ενώσεις) και άλλες ενώσεις. Η χημεία των εκχυλισμάτων είναι περίπλοκη και αποτελεί αντικείμενο ειδικής έρευνας και ανάλυσης.

Κατανομή χημικών συστατικών στα κυτταρικά τοιχώματα

Για τη μελέτη της σύστασης των κυτταρικών τοιχωμάτων και της κατανομής των χημικών συστατικών στα κυτταρικά τοιχώματα, χρησιμοποιούνται μέθοδοι χημικής ανάλυσης του ξύλου μετά από κονιορτοποίησή του και απομάκρυνση των εκχυλισμάτων. Επίσης, χρησιμοποιούνται και σύγχρονες μέθοδοι με χρήση ηλεκτρονικού μικροσκοπίου, χρωματογραφίας, κ.α.

Η μελέτη της χημικής σύστασης των κυτταρικών τοιχωμάτων δεν έχει ολοκληρωθεί. Η *σύνθετη μεσοκυττάρια στρώση* (μεσοκυττάρια στρώση + πρωτογενές τοίχωμα) περιέχει λιγνίνη 60-90%, καθώς και πηκτινικές ουσίες. Συγκεκριμένα, η μεσοκυττάρια στρώση αποτελείται κυρίως από λιγνίνη και ημικυτταρίνες, χωρίς καθόλου κυτταρίνη. Στο πρωτογενές τοίχωμα των κυτταρικών τοιχωμάτων, ενώ στα αρχικά στάδια εξέλιξης του υπάρχει μόνο κυτταρίνη, στο στάδιο λιγνοποίησης αποθέτονται σημαντικά ποσά λιγνίνης. Στο πρωτογενές τοίχωμα απαντώνται επίσης και ημικυτταρίνες. Στο δευτερογενές τοίχωμα, η λιγνίνη φθάνει το 10-20% και είναι συγκεντρωμένη μεταξύ των μικροϊνιδίων. Στο δευτερογενές τοίχωμα συγκεντρώνεται κυρίως η κυτταρίνη και σημαντικό ποσοστό ημικυτταρινών.

Μελέτη της κατανομής κυτταρίνης και ημικυτταρινών στα κυτταρικά τοιχώματα κυττάρων δασικής πεύκης, ερυθρελάτης και σημύδας, έδειξε ότι στη σύνθετο μεσοκυττάρια στρώση η κυτταρίνη κατέχει το 40% και η ημικυτταρίνη το 60%, ενώ στο δευτερογενές τοίχωμα η κατανομή είναι αντίστροφη.

Επίδραση χημικών συστατικών στις ιδιότητες του ξύλου

Η χημική σύσταση του ξύλου και η κατανομή των χημικών συστατικών στα κυτταρικά τοιχώματα έχουν μεγάλη επίδραση στις ιδιότητες του ξύλου και ασκούν σημαντικό ρόλο στις τελικές χρήσεις του.

Η κυτταρίνη είναι το χημικό συστατικό του ξύλου που το καθιστά κατάλληλο για παραγωγή χαρτιού και εκατοντάδων άλλων προϊόντων. Στην κυτταρίνη οφείλεται η μεγάλη αντοχή του ξύλου σε εφελκυσμό παράλληλα προς τον κατά μήκος άξονα του κορμού. Αυτό εξηγείται από τη διάταξη των μικροϊνιδίων και των αλυσίδων μορίων κυτταρίνης παράλληλα προς τον άξονα του κυττάρου - και του κορμού κατ' επέκταση - στη στρώση S₂ του δευτερογενούς τοιχώματος.

Η υψηλή αντοχή του ξύλου σε θλίψη, καθώς και η ελαστικότητά του, οφείλονται στην ύπαρξη των ημικυτταρινών και της λιγνίνης στη μεσοκυττάρια στρώση. Τα συστατικά αυτά είναι εκείνα που συνδέουν τα ξυλώδη κύτταρα μεταξύ τους.

Η ιδιότητα του ξύλου να προσλαμβάνει υδρατμούς από την ατμόσφαιρα (υγροσκοπικότητα) οφείλεται στα ελεύθερα υδροξύλια (OH^-) των μακρομορίων των ημικυτταρινών και των πηκτινικών ουσιών.

Το ξύλο έχει επίσης την ιδιότητα να ρικνώνεται ή να διογκώνεται, αντίστοιχα, κατά την απώλεια ή την πρόσληψη υγρασίας από την ατμόσφαιρα. Σε ξύλο με κανονική δομή η αξονική ρίκνωση είναι 0,4%, η ακτινική 4% και η εφαπτομενική 8%. Η διαφορά αυτή οφείλεται στη σχεδόν αξονική διάταξη των μικροϊνιδίων στη στρώση S_2 . Η διάταξη των μικροϊνιδίων στην S_1 και S_3 που είναι σχεδόν κάθετη προς τον άξονα του κυττάρου περιορίζει την ακτινική και εφαπτομενική ρίκνωση και διόγκωση (βλ. Σχ. 16).

Τα εκχυλίσματα, τέλος, επηρεάζουν το χρώμα, την οσμή και την ανθεκτικότητα του ξύλου σε προσβολές από βακτήρια, μύκητες και έντομα. Σε μικρότερο βαθμό επηρεάζουν την υγροσκοπικότητα και την ευφλεκτικότητα του ξύλου. Αρνητικά επηρεάζουν την παραγωγή χαρτοπολτού από το ξύλο, ειδικά για τα είδη κωνοφόρων που περιέχουν πολλή ρητίνη (ρετσίνι) κάτι που δεν είναι επιθυμητό και δυσχεραίνει την όλη θερμοχημική διαδικασία πολτοποίησης του ξύλου.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ 5^{ου} Κεφαλαίου

1. Από ποια χημικά στοιχεία αποτελείται η σύσταση του ξύλου.
2. Να αναφέρετε ποια χημικά συστατικά υπάρχουν γενικά στο ξύλο.
3. Τι γνωρίζετε για τις ανόργανες ουσίες του ξύλου.
4. Ποια είναι τα ‘δομικά συστατικά’ του ξύλου.
5. Ποια είναι τα ‘μη δομικά συστατικά’ του ξύλου.
6. Αναλύστε τι γνωρίζετε για την κυτταρίνη (χαρακτηριστικά, χημεία) και το ρόλο της στο ξύλο.
7. Αναλύστε τι γνωρίζετε για τις ημικυτταρίνες (χαρακτηριστικά, χημεία, ρόλος).
8. Αναλύστε τι γνωρίζετε για τη λιγνίνη (χαρακτηριστικά, χημεία) και τι σημασία που παίζει στο ξύλο.
9. Τι είναι τα εκχυλίσματα και τι ρόλο παίζουν στο ξύλο.
10. Ποια είναι η χημική σύσταση της μεσοκυττάριας στρώσης. Πως την εξηγείται.
11. Ποια είναι η χημική σύσταση του δευτερογενούς τοιχώματος. Πως την εξηγείται.
12. Συνοπτικά εξηγήστε πως επιδρούν τα δομικά και μη δομικά συστατικά του ξύλου στις ιδιότητές του (λ.χ. αντοχή, ‘συγκόλληση’, υγρασία, ανθεκτικότητα).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6. ΜΕΤΑΒΛΗΤΟΤΗΤΑ ΔΟΜΗΣ

Τα στοιχεία δομής του ξύλου μεταβάλλονται από δένδρο σε δένδρο ακόμα και μέσα στο ίδιο δένδρο. Η μεταβλητότητα αυτή αναφέρεται στην οριζόντια και κατακόρυφη κατεύθυνση του δένδρου.

Οι παράγοντες που προκαλούν τη μεταβλητότητα δομής του ξύλου είναι: (α) η ηλικία του καμβίου και (β) η επίδραση παραγόντων του περιβάλλοντος, όπως λ.χ. φως, θερμοκρασία, υγρασία και άνεμος. Έχει παρατηρηθεί ότι μεγάλη κόμη του δένδρου καθυστερεί το σχηματισμό εγκάρδιου ξύλου, ενώ κόμη μεγάλου ύψους ευνοεί το σχηματισμό πρώιμου ξύλου. Επίσης το πλάτος του πρώιμου ξύλου επηρεάζεται από την ποσότητα υγρασίας στην αρχή της αυξητικής περιόδου, ενώ το πλάτος του όψιμου ξύλου από το ύψος των βροχοπτώσεων του καλοκαιριού. Διάφοροι δασοκομικοί χειρισμοί επηρεάζουν έμμεσα τη μεταβλητότητα της δομής, αφού επηρεάζουν το κλιματεδαφικό περιβάλλον του δάσους.

Η μεταβλητότητα δομής ξύλου μεταξύ δένδρων του ίδιου είδους μπορεί να οφείλεται: (α) στην επίδραση του μικροπεριβάλλοντος του κάθε δένδρου και (β) στις γενετικές διαφορές μεταξύ των δένδρων. Συνεπώς, οι δυνατότητες παρέμβασης του ανθρώπου για να ελέγξει τη δομή και την ποιότητα του ξύλου περιορίζεται μόνον σε δασοκομικούς χειρισμούς και στη γενετική βελτίωση των δασικών δένδρων.

Οριζόντια μεταβλητότητα

Στην οριζόντια κατεύθυνση παρατηρείται μία γενική μεταβολή των χαρακτηριστικών δομής του ξύλου και της χημικής σύστασης των κυτταρικών τοιχωμάτων από την εντεριώνη προς το φλοιό μέχρις ότου φθάσουν σε ένα τυπικό επίπεδο, το οποίο διατηρούν στη συνέχεια για πολλά χρόνια. Σε πολύ μεγάλη ηλικία τα χαρακτηριστικά αυτά αρχίζουν πάλι να μεταβάλλονται Ταυτόχρονα λαμβάνουν χώρα μεταβολές κατά τη μετατροπή του σομφού ξύλου σε εγκάρδιο ξύλο. Γενικά διακρίνονται τα παρακάτω τρία στάδια εξέλιξης: (α) **Ανώριμο στάδιο** το οποίο ενδεικτικά διαρκεί 20 και πλέον χρόνια, (β) **Ωριμο στάδιο** κατά το οποίο παράγεται ώριμο ξύλο τυπικής δομής, η έναρξη παραγωγής του οποίου για πολλά είδη συμπίπτει με την αρχή

σηματισμού του εγκάρδιου ξύλου και (γ) **Υπερώριμο στάδιο** που αρχίζει σε πολύ μεγάλη ηλικία και χαρακτηρίζεται από ξύλο με πολύ στενούς ετήσιους δακτύλιους, λίγο όψιμο ξύλο, κύτταρα μικρότερα με λεπτά τοιχώματα, λιγότερη κυτταρίνη και περισσότερη λιγνίνη.

Στα κωνοφόρα οι πρώτοι ετήσιοι δακτύλιοι έχουν λιγότερο αναπτυγμένο όψιμο ξύλο. Στα δακτυλιόπορα πλατύφυλλα, παρατηρείται στη ζώνη του ανώριμου ξύλου μια βαθμιαία ανάπτυξη της δακτυλιόπορης δομής.

Σε ότι αφορά τη μορφολογία των κυττάρων στις τραχεΐδες και ίνες παρατηρείται μια ταχεία αύξηση του μήκους στα πρώτα χρόνια ανάπτυξης του δένδρου και στη συνέχεια η αύξηση συνεχίζεται βαθμιαία με ελαττωμένο ρυθμό αύξησης μέχρις ότου αποκτηθεί το μέγιστο μήκος. Ο χρόνος που απαιτείται για την απόκτηση του μεγίστου μήκους ποικίλει από είδος σε είδος και κυμαίνεται από 6-8 έτη έως 200-300 έτη. Σε ταχυαυξή είδη ο χρόνος αυτός είναι περίπου 10-20 έτη.

Στον ίδιο αυξητικό δακτύλιο, τα κύτταρα του όψιμου ξύλου κωνοφόρων και πλατύφυλλων έχουν μεγαλύτερο μήκος του πρώιμου.

Σε ότι αφορά τη χημική σύσταση έχει βρεθεί ότι στα κωνοφόρα η περιεκτικότητα κυτταρίνης αυξάνεται από την εντεριώνη προς τα έξω, όπως επίσης και το μήκος των τραχεΐδων. Το αντίθετο συμβαίνει με την περιεκτικότητα λιγνίνης που μειώνεται από την εντεριώνη προς τα έξω.

Κατακόρυφη μεταβλητότητα

Η κατακόρυφη μεταβλητότητα εντός του κορμού είναι συνέπεια της διαφορετικής δομής των αυξητικών δακτυλίων. Το πλάτος κάθε ετήσιου δακτυλίου αυξάνει από την κορυφή του δένδρου προς τη βάση της κόμης, όπου αποκτά τη μεγαλύτερη τιμή και μετά μειώνεται βαθμιαία προς τις ρίζες.

Το ποσοστό όψιμου ξύλου και η περιεκτικότητα του ξύλου σε κυτταρίνη μειώνονται από τη βάση του δένδρου προς την κορυφή. Το μήκος των κυττάρων αυξάνεται από τη βάση του δένδρου προς την κορυφή μέσα σε κάθε αυξητικό μανδύα μέχρις ότου αποκτήσει τη μέγιστη τιμή και στη συνέχεια μειώνεται προς την κορυφή.

Μεταβολές κατά το σχηματισμό εγκάρδιου ξύλου

Ο σχηματισμός του εγκάρδιου ξύλου συνοδεύεται από σειρά μεταβολών που επηρεάζουν σημαντικά την εμφάνιση και τις ιδιότητες του ξύλου. Έτσι το χρώμα του ξύλου γίνεται συνήθως σκοτεινότερο. Τα παρεγχυματικά κύτταρα χάνουν το πρωτόπλασμα και τον πυρήνα τους με συνέπεια να πεθαίνουν λόγω της βαθμιαίας εναπόθεσης τοξικών ουσιών, των εκχυλισμάτων. Τα αλωφόρα βοθρία αποφράσσονται, ενώ στα μέλη αγγείων των πλατυφύλλων προκαλούνται τυλώσεις.

Η διεργασία σχηματισμού του εγκάρδιου ξύλου δεν είναι πλήρως γνωστή. Η διαφορά μεταξύ εγκάρδιου ξύλου και σομού ξύλου είναι καθαρά λειτουργική. Το εγκάρδιο δε συμμετέχει στη διακίνηση και αποθήκευση τροφών. Το ποσοστό εγκάρδιου σε εγκάρσια επιφάνεια είναι μεγαλύτερο στη βάση του δένδρου. Από τα ελληνικά είδη ξύλου, χρωματιστό εγκάρδιο έχουν: η πεύκη, το κυπαρίσσι, ο ίταμος, ο αρκέυθος, η δρύς, η καστανιά, η φτελιά, ο φράξος, η καρδιά, η οξιά (ερυθρό εγκάρδιο), το πλάτανη, η ελιά, η ιτιά, κ.ά.

Το πλάτος του σομού ξύλου είναι ένα χαρακτηριστικό σταθερό για ορισμένα είδη και για το λόγο αυτό έχει και διαγνωστική αξία, όπως λ.χ. η μαύρη πεύκη έχει σομό μικρότερου πλάτους από τη δασική πεύκη.

Ξύλο κλαδιών και ριζών

Το ξύλο των κλαδιών έχει τις ακόλουθες σημαντικές διαφορές από το ξύλο του κορμού των δένδρων:

- Τα κλαδιά περιέχουν κατά κανόνα ξύλο με ανώμαλη δομή, δηλαδή θλιψιγενές ξύλο στα κωνοφόρα, εφελκυσμογενές ξύλο στα πλατύφυλλα (βλ. σφάλματα δομής).
- Η εγκάρσια τομή των κλαδιών είναι συνήθως έκκεντρη, οι ετήσιοι δακτύλιοι είναι στενότεροι και οι ακτίνες πολύ περισσότερες.
- Οι ρητινοφόροι αγωγοί είναι στενότεροι και περισσότεροι. Τα κύτταρα έχουν μικρότερο μήκος και είναι στενότερα. Τα αγγεία είναι περισσότερα (στα πλατύφυλλα είδη).

Το ξύλο των ριζών παρουσιάζει τις ακόλουθες διαφορές σε σχέση με το ξύλο του κορμού:

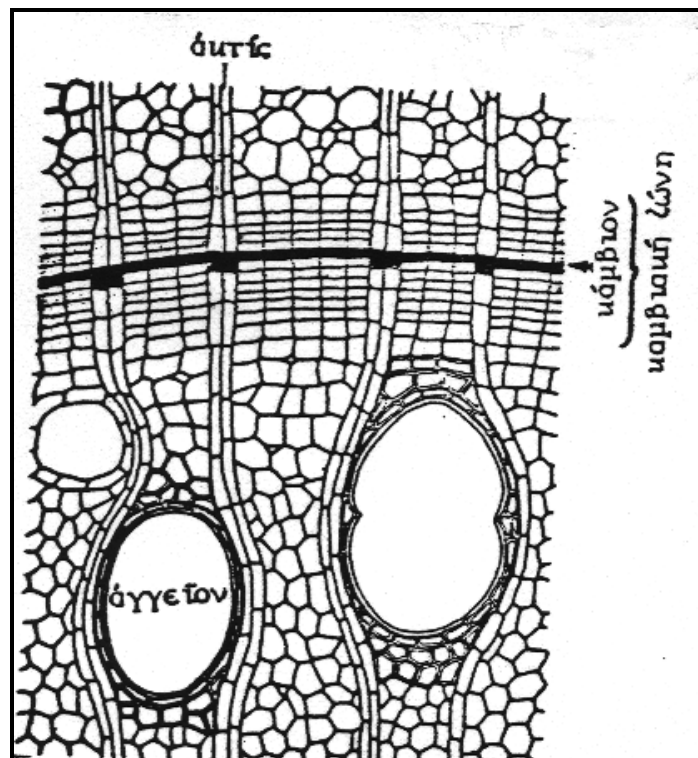
- Η δομή του ξύλου των ριζών μεταβάλλεται με την απόσταση από τον κορμό.
- Οι ρίζες έχουν συνήθως έκκεντρο και παραμορφωμένη εγκάρσια τομή.
- Οι ετήσιοι δακτύλιοι δεν διακρίνονται εύκολα και είναι στενότεροι.
- Δεν παρατηρείται συνήθως η δακτυλιόπορη εμφάνιση στους δακτυλίους των ριζών.
- Το όψιμο ξύλο μειώνεται σταδιακά όσο απομακρυνόμαστε από τον κορμό μέχρις ότου εξαφανισθεί.
- Σε ορισμένα είδη όπως λ.χ. δρύ και ακακία, οι ρίζες δεν σχηματίζουν εγκάρδιο ξύλο.
- Τα κύτταρα του ξύλου των ριζών έχουν μεγαλύτερο μήκος και διάμετρο.
- Οι ρητινοφόροι αγωγοί είναι γενικά λιγότεροι.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ 6^{ου} Κεφαλαίου

1. Περιγράψτε με δικά σας λόγια τι σημαίνει μεταβλητότητα δομής του ξύλου.
2. Ποιοι είναι οι σημαντικότεροι παράγοντες που την επηρεάζουν.
3. Σε ποιους παράγοντες οφείλεται η μεταβλητότητα δομής ξύλου μεταξύ δένδρων του ίδιου είδους.
4. Τι σημαίνει οριζόντια μεταβλητότητα δομής.
5. Τι γνωρίζετε για τα στάδια εξέλιξης του ξύλου.
6. Τι σημαίνει κατακόρυφη μεταβλητότητα δομής.
7. Περιγράψτε αναλυτικά ποιες μεταβολές γίνονται στο ξύλο κατά το σχηματισμό του εγκάρδιου ξύλου.
8. Ποια ελληνικά ξύλα έχουν χρωματιστό εγκάρδιο.
9. Αναφέρετε 2-3 σημαντικές διαφορές δομής μεταξύ ξύλου
(α) κορμού και κλαδιών (β) κορμού και ριζών

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7. ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΞΥΛΟΥ

Για τη μελέτη της δομής του ξύλου είναι απαραίτητη η γνώση του μηχανισμού αύξησης του δένδρου. Η αύξηση του δένδρου γίνεται προς δύο κατευθύνσεις: καθ' ύψος και κατά διάμετρο. Η αύξηση και στις δύο περιπτώσεις οφείλεται στη δράση εξειδικευμένων μεριστωματικών ιστών. Η καθ' ύψος ή **πρωτογενής αύξηση** οφείλεται στη δραστηριότητα των πρωτογενών κορυφαίων μεριστωματικών ιστών ή *αρχεφύτρων*, που βρίσκονται στις κορυφές των βλαστών και των ριζών, ενώ η κατά διάμετρο ή **δευτερογενής αύξηση** οφείλεται στη δραστηριότητα δευτερογενών μεριστωμάτων και κυρίως στη δράση του καμβίου (Σχ. 20).



ΣΧΗΜΑ 20. Σχηματική παράσταση καμβίου και καμβιακής ζώνης σε ξύλο πλατυφύλλων (διακρίνονται: ακτίνες και αγγεία ή πόροι).

Πρωτογενής αύξηση

Στα ανώτερα φυτά, η πρωτογενής αύξηση αρχίζει από επικόρυφους μεριστικούς ιστούς (αρχέφυτρα), οι οποίοι είναι ομάδες αδιαφοροποίητων, ίσης διαμέτρου κυττάρων που με τη διαίρεσή τους παράγουν τους νεαρούς βλαστούς και τις ρίζες.

Δευτερογενής αύξηση

Η κατά διάμετρο αύξηση του δένδρου ή δευτερογενής αύξηση αρχίζει με το σχηματισμό του καμβίου από τη διαίρεση των κυττάρων του οποίου παράγεται ξύλο προς την εσωτερική πλευρά και φλοιός προς την εξωτερική πλευρά του καμβίου. Το κάμβιο είναι ένας μονόστρωμος μανδύας δευτερογενών μεριστωματικών κυττάρων που βρίσκεται μεταξύ του σομφού ξύλου και του φλοιού. Το κάμβιο εκτείνεται σε όλο το μήκος του άξονα του φυτού από τα αρχέφυτρα του κορμού και των κλαδιών μέχρι τις αντίστοιχες περιοχές των ριζών. Με περικλινείς διαίρεσεις των κυττάρων του καμβίου παράγονται τα **μητρικά** κύτταρα του ξύλου και του φλοιού που στη συνέχεια ξαναδιαιρούνται και τα θυγατρικά τους κύτταρα διαφοροποιούνται σε κύτταρα ξύλου και κύτταρα φλοιού. Από τα θυγατρικά κύτταρα που παράγονται κατά τη διαίρεση ενός καμβιακού κυττάρου το ένα εξελίσσεται σε κύτταρο ξύλου ή φλοιού, ενώ το άλλο παραμένει σαν **καμβιακό** και ξαναδιαιρείται. Η εναλλαγή παραγωγής κυττάρων ξύλου ή φλοιού δεν είναι κανονική, η συχνότητα διαιρέσεων προς την κατεύθυνση του ξύλου είναι μεγαλύτερη, έτσι ώστε στη διάρκεια μίας αυξητικής περιόδου να παράγονται περισσότερα κύτταρα ξύλου και λιγότερα φλοιού.

Κατά την παρατήρηση μίας εγκάρσιας τομής κορμού είναι δύσκολο να διακρίνει κανείς τον καμβιακό δακτύλιο από τα γύρω στρώματα των θυγατρικών κυττάρων, που βρίσκονται σε διάφορα στάδια διαφοροποίησης (*καμβιακή ζώνη*).

Το κάμβιο τυπικά αποτελείται από δύο τύπους κυττάρων: (α) τα **καμβιακά**, τα οποία είναι κύτταρα επιμήκη, πρισματικά με λεπτά άκρα και (β) τα **αρχικά των ακτίνων**, που είναι κύτταρα βραχέα, σχεδόν ισοδιαμετρικά. Από τα καμβιακά κύτταρα προέρχονται τα αγωγά και λοιπά στοιχεία του ξύλου (τραχεΐδες, αγγεία, αξονικό παρέγχυμα, ίνες) και τα στοιχεία του φλοιού (ηθμώδη κύτταρα, ηθμοσωλήνες, συνοδά κύτταρα, παρέγχυμα, ίνες). Από τα αρχικά των ακτίνων προέρχεται το ακτινικό παρέγχυμα (=εντεριώνιες ακτίνες).

Εξέλιξη κυττάρων ξύλου

Τα στάδια εξέλιξης των κυττάρων του ξύλου είναι τα ακόλουθα:

(1) Στάδιο παραγωγής

Στο στάδιο αυτό λαμβάνει χώρα η πρώτη διαίρεση των κυττάρων του καμβίου για παραγωγή κυττάρων ξύλου ή φλοιού. Σε κάθε αυξητική περίοδο παράγονται περισσότερα κύτταρα ξύλου από ότι κύτταρα φλοιού.

(2) Στάδιο μεγέθυνσης

Τα κύτταρα αυξάνουν σε όλες τις διαστάσεις μέχρι να φθάσουν το τελικό σχήμα και μέγεθος. Γενικά, παρατηρείται μεγάλη διακύμανση στο μέγεθος και σχήμα των κυττάρων του ώριμου ξύλου που λαμβάνεται από τον ίδιο τύπο καμβιακού κυττάρου. Έτσι από τα καμβιακά κύτταρα διαφοροποιούνται οι τραχεΐδες και το αξονικό παρέγχυμα. Κατά το στάδιο αυτό της μετακαμβιακής εξέλιξης, κατ' αρχήν γίνεται αύξηση κατά διάμετρο που είναι ιδιαίτερα εμφανής στις τραχεΐδες του πρώιμου ξύλου των κωνοφόρων. Στα κωνοφόρα η αύξηση της διαμέτρου ακτινικά είναι ιδιαίτερα εμφανής, ενώ εφαπτομενικά είναι αμελητέα. Η κατά διάμετρο αύξηση είναι λιγότερο εμφανής στις τραχεΐδες του όψιμου ξύλου και στα παρεγχυματικά κύτταρα.

Η περιφερειακή αύξηση του κορμού του δένδρου γίνεται με την παραγωγή νέων καμβιακών κυττάρων που σχηματίζονται με αντικλινείς διαιρέσεις του αρχικού καμβίου και όχι με αύξηση της εφαπτομενικής διαμέτρου τους.

Κατά το επόμενο στάδιο της επιμήκυνσης των κυττάρων, η κατά μήκος αύξηση ακολουθεί την προοδευτική μεταβολή στο μήκος των καμβιακών κυττάρων από το κέντρο του κορμού προς την περιφέρεια. Πέρα απ' αυτό, ενώδη στοιχεία των διαφόρων κατηγοριών ξύλου αυξάνουν περισσότερο ή λιγότερο σε σχέση με το μέγεθος των καμβιακών κυττάρων από το οποίο προήλθαν, λ.χ. οι τραχεΐδες των κωνοφόρων αυξάνουν λίγο περισσότερο από 10-15% του μήκους των καμβιακών κυττάρων. Τα παρεγχυματικά κύτταρα δεν επιμηκώνονται.

(3) Στάδιο απόθεσης δευτερογενούς τοιχώματος – Στάδιο λιγνοποίησης

Μετά το στάδιο της μεγέθυνσης ή αύξησης των κυττάρων του ξύλου, λαμβάνει χώρα η απόθεση του δευτερογενούς τοιχώματος, το πάχος του οποίου εξαρτάται από τον τύπο του κυττάρου, από την εποχή παραγωγής του (πρώιμο ή όψιμο ξύλο), από το είδος του δένδρου και άλλους

παράγοντες. Όπως είναι γνωστό, τα κύτταρα του ξύλου σε ορισμένη κατάσταση είναι νεκροί σχηματισμοί και αποτελούνται από το κυτταρικό τοίχωμα και την κυτταρική κοιλότητα.

Το δευτερογενές τοίχωμα είναι το τελευταίο στρώμα που σχηματίζεται από το πρωτόπλασμα, εναποτίθεται εσωτερικά του πρωτογενούς τοιχώματος και η εναπόθεση του αρχίζει όταν συμπληρωθεί το στάδιο μεγέθυνσης των κυττάρων του ξύλου. Η απόθεση ξεκινάει από το κέντρο του κυττάρου και επεκτείνεται προς τα άκρα. Σ' αυτό το στάδιο της πάχυνσης του κυτταρικού τοιχώματος σχηματίζονται και τα βοθρία.

Κατά το στάδιο αυτό (στάδιο λιγνοποίησης), που είναι το τελευταίο στάδιο διαφοροποίησης των κυττάρων του ξύλου, λαμβάνει χώρα απόθεση λιγνίνης στα κυτταρικά τοιχώματα. Η λιγνίνη παράγεται όταν τα κύτταρα είναι ακόμα ζωντανά. Με τη συμπλήρωση της λιγνοποίησης το πρωτόπλασμα του κυττάρου έχει κατά κανόνα αναλωθεί και το κύτταρο νεκρώνεται. Εξαιρέση αποτελούν τα παρεγχυματικά κύτταρα του σομού που διατηρούν το πρωτόπλασμα και τον πυρήνα μετά τη λιγνοποίησή τους. Η λιγνοποίηση λαμβάνει χώρα όταν συμπληρωθεί η επιμήκυνση των κυττάρων και αρχίζει η απόθεση του δευτερογενούς τοιχώματος. Η λιγνοποίηση είναι μέρος του μηχανισμού που περιορίζει την αύξηση του κυττάρου.

Ο χρόνος που χρειάζεται για να παραχθεί ένα νέο κύτταρο ξύλου μπορεί να είναι και μία ημέρα, ενώ για να συμπληρωθούν τα παραπάνω στάδια εξέλιξης χρειάζονται 20 περίπου ημέρες.

Εποχιακή δραστηριότητα του καμβίου

Είναι γνωστό πως στα δένδρα της εύκρατης ζώνης το κάμβιο παραμένει το χειμώνα σε νάρκη. Η καμβιακή δραστηριότητα αρχίζει την άνοιξη και εκδηλώνεται με την έναρξη των διαιρέσεων των καμβιακών κυττάρων. Η ενεργοποίηση αυτή του καμβίου λαμβάνει χώρα όταν υπάρχουν η κατάλληλη θερμοκρασία για το μεταβολισμό, οι ουσίες εκείνες που ρυθμίζουν την αύξηση, διαθέσιμοι υδατάνθρακες, ανόργανα θρεπτικά συστατικά, καθώς και επάρκεια νερού για τις φυσιολογικές λειτουργίες της αύξησης.

Η έναρξη της διαίρεσης των καμβιακών κυττάρων ελέγχεται από αυξητικές ορμόνες (αυξίνες) που παράγονται σε μεγάλες ποσότητες σε πρωτογενείς μεριστωματικούς ιστούς, όπως αυτούς των νεαρών οφθαλμών, βλαστών και φύλλων. Στο κάμβιο παρατηρείται μία περιοδική

δραστηριότητα. Η αύξηση των νεαρών βλαστών και ριζών δεν είναι συνεχής, αλλά εναλλάσσεται με περιόδους λανθάνουσας κατάστασης, δηλαδή σε κύκλους συνήθως ετήσιους στις εύκρατες περιοχές και περισσότερο συχνούς στις τροπικές που συνδέονται με ξηρές και υγρές περιόδους. Συνεχής αύξηση δεν παρατηρείται ακόμη και εκεί όπου οι συνθήκες περιβάλλοντος είναι άριστες.

Η περιοδικότητα της αύξησης φαίνεται να είναι ένα χαρακτηριστικό που κληρονομείται, αλλά παράλληλα καθορίζεται και από μία αλληλεπίδραση των εσωτερικών φυσικών λειτουργιών του φυτού με παράγοντες περιβάλλοντος όπως είναι το μέγεθος της φωτοπερίόδου, η θερμοκρασία και οι εδαφικές συνθήκες. Ιδιαίτερα η διάρκεια της ημέρας πιστεύεται ότι επηρεάζει σημαντικά την καμβιακή δραστηριότητα. Ο χρόνος που η αύξηση σταματάει το φθινόπωρο φαίνεται να σχετίζεται με τη σταθερή ελάττωση της διάρκειας της ημέρας εκείνη την εποχή.

Αυξητικοί δακτύλιοι

Οι στρώσεις του ξύλου που αποτίθενται γύρω από την εντεριώνη σε κάθε αυξητική περίοδο χαρακτηρίζονται ως αυξητικοί δακτύλιοι. Ο αριθμός των αυξητικών δακτυλίων σε μια εγκάρσια τομή κοντά στο έδαφος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να βρεθεί η ηλικία του δένδρου, εάν προστεθεί σε αυτόν ο αριθμός των ετών που χρειάστηκε το δένδρο για να φθάσει το ύψος της τομής.

Ο αυξητικός δακτύλιος ονομάζεται και ετήσιος δακτύλιος, ενώ πολλές φορές σε μία εγκάρσια τομή ξύλου απαντούν και διπλοί ετήσιοι δακτύλιοι, δηλαδή ένας ετήσιος δακτύλιος που αποτελείται από δύο ή περισσότερους αυξητικούς δακτύλιους. Επίσης, παρατηρούνται ασυνεχείς δακτύλιοι όταν δεν σχηματίζονται σε ολόκληρη την περιφέρεια γύρω από την εντεριώνη, αλλά σε ορισμένες μόνο περιοχές και οφείλονται σε τοπική αναστολή της δραστηριότητας του καμβίου λόγω τοπικού τραυματισμού ή άλλων αιτιών.

Σχηματισμός πρώιμου και όψιμου ξύλου

Η αύξηση που λαμβάνει χώρα σε κάθε αυξητική περίοδο γίνεται αντιληπτή από τη δομική διαφορά των κυττάρων του πρώιμου και του όψιμου ξύλου. Τα μεγάλης διαμέτρου κύτταρα του πρώιμου ξύλου παράγονται στην αρχή κάθε αυξητικής περιόδου (την άνοιξη), όταν γίνεται η καθ' ύψος αύξηση και υπάρχει έντονη σύνθεση αυξητικών ορμονών στην κόμη. Ελάττωση στην

ποσότητα των παραγόμενων αυξητικών ορμονών έχει σαν αποτέλεσμα τη μείωση του ρυθμού αύξησης και την παραγωγή κυττάρων όψιμου ξύλου με μικρή διάμετρο. Καθώς το περιβάλλον ελέγχει την αύξηση της κόμης, η επίδραση του στο σχηματισμό και στο μέγεθος των κυττάρων είναι έμμεση. Ο σχηματισμός όμως του όψιμου ξύλου στα κωνοφόρα χαρακτηρίζεται από ελάττωση της ακτινικής διαμέτρου των τραχειϊδών και από ανάλογη αύξηση του δευτερογενούς τοιχώματος των κυττάρων.

Το μέγεθος του κυττάρου ρυθμίζεται κατά κύριο λόγο από τις αυξητικές ορμόνες, ενώ το πάχος του κυτταρικού τοιχώματος εξαρτάται από την ποσότητα των προϊόντων της φωτοσύνθεσης που καταναλώνονται κατά τα διάφορα στάδια διαφοροποίησης του φυλλώματος. Με την ωρίμανση του, το φύλλωμα αφ' ενός μεν παράγει περισσότερα προϊόντα φωτοσύνθεσης, αφ' ετέρου χρησιμοποιεί μικρότερο μέρος αυτών, οπότε η περίσσεια των προϊόντων καταναλώνεται στο σχηματισμό κυτταρικών τοιχωμάτων. Εάν λοιπόν η θεωρία των ορμονών για το σχηματισμό του ξύλου γίνει αποδεκτή, η επίδραση του περιβάλλοντος θα πρέπει να είναι έμμεση, αφού επιδρά στην αύξηση της κόμης που είναι η κύρια πηγή παραγωγής αυξινών υπεύθυνων για το μέγεθος της τραχειΐδας και για την παραγωγή προϊόντων φωτοσύνθεσης που συμμετέχουν στην ανάπτυξη του κυτταρικού τοιχώματος.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ 7^{ου} Κεφαλαίου

1. Να ορίσετε την πρωτογενή αύξηση του ξύλου.
2. Να ορίσετε τη δευτερογενή αύξηση του ξύλου.
3. Να περιγράψετε συνοπτικά, τι είναι το κάμβιο, ποιος είναι ο ρόλος του και πως γίνεται η λειτουργία του.
4. Να περιγράψετε συνοπτικά τα τρία στάδια εξέλιξης των κυττάρων του ξύλου.
5. Συνοπτικά εξηγήστε την εποχιακή δραστηριότητα του καμβίου.
6. Είναι σωστό ο αυξητικός δακτύλιος να λέγεται ετήσιος δακτύλιος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8. ΔΟΜΗ ΦΛΟΙΟΥ

Ο φλοιός αποτελείται από τους ιστούς που βρίσκονται στο εξωτερικό μέρος του καμβίου. Από τα μέσα προς τα έξω αποτελείται από το *δευτερογενή φλοιό*, το *φλοιόωμα*, το *περίδερμα* και την *επιδερμίδα* (Σχ. 21).

Το περίδερμα αποτελείται από τρεις στρώσεις, το *φέλλωμα* προς τα έξω, το *φελλοκάμβιο* και το *φελλόδερμα*. Το φελλοκάμβιο είναι μεριστικός ιστός από τον οποίο παράγονται οι δύο άλλες στρώσεις. Στη φελλοδρύ (είδος *Quercus suber*), το μεγάλου πάχους φέλλωμα είναι ο κοινός φελλός του εμπορίου.

Το περίδερμα σχηματίζεται για να προστατεύσει την επιδερμίδα, η οποία διαρηγνύεται από την πρώτη αυξητική περίοδο. Η προστατευτική επίδραση διαρκεί ορισμένα χρόνια. Στη συνέχεια σχηματίζονται νέα περιδέρματα από ζωντανά παρεγχυματικά κύτταρα του πρωτογενούς και του δευτερογενούς φλοιού. Με τον τρόπο αυτό σε δένδρα μεγάλης ηλικίας ο φλοιός αποτελείται από δευτερογενή φλοιό και περίδερμα γιατί έχουν ήδη αποπέσει οι υπόλοιποι ιστοί.

Κύτταρα φλοιού

Φλοιός κωνοφόρων

Τα κύτταρα του φλοιού των κωνοφόρων παρουσιάζουν αρκετές ομοιότητες με τα κύτταρα του ξύλου. Διακρίνονται σε *ηθμώδη*, *παρεγχυματικά* και *λευκωματώδη* κύτταρα. Σε ορισμένα είδη υπάρχουν και ίνες.

Τα ηθμώδη κύτταρα είναι αντίστοιχα των αξονικών τραχεϊδών του ξύλου. Αυτά έχουν λεπτά τοιχώματα που αποτελούνται μόνο από το πρωτογενές τοίχωμα και δεν περιέχουν λιγνίνη. Σαν αγωγά κύτταρα επικοινωνούν μεταξύ τους μέσω των ηθμωδών θέσεων, οι οποίες είναι αντίστοιχες με τα βοθρία του ξύλου.

Τα λευκωματώδη κύτταρα βρίσκονται πάντα σε επαφή με τα ηθμώδη κύτταρα. Είναι κύτταρα παρεγχυματικής φύσης και έχουν αντίστοιχη λειτουργία και ρόλο.

Τα λευκωματώδη κύτταρα διακρίνονται σε αξονικά και ακτινικά. Στο φλοιό των κωνοφόρων υπάρχουν και ρητινοφόροι αγωγοί.

Φλοιός πλατυφύλλων

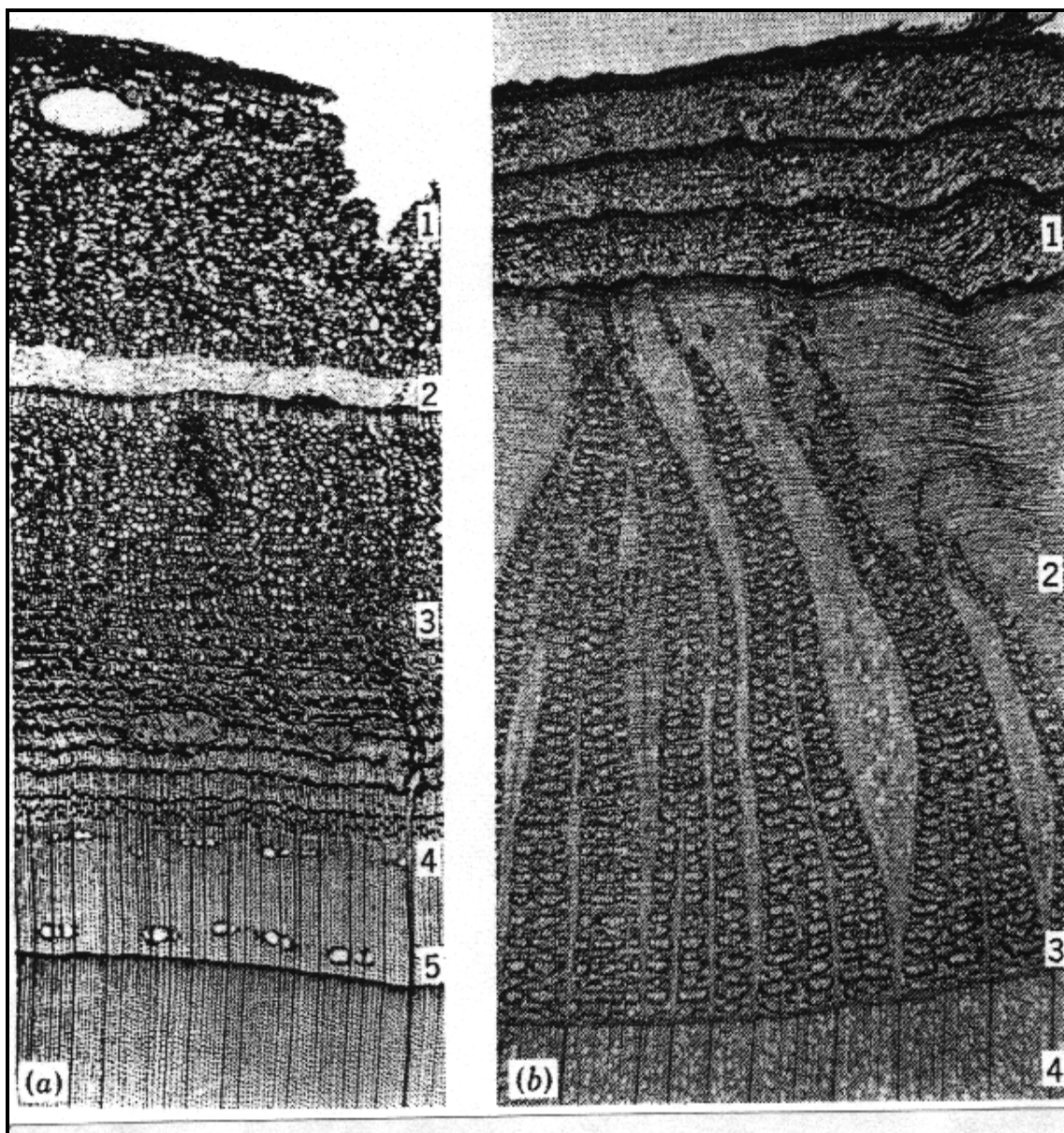
Στο φλοιό των πλατυφύλλων υπάρχουν οι *ηθμώδεις σωλήνες*, τα *συνοδά κύτταρα*, *ίνες* και *παρεγχυματικά κύτταρα*.

Οι ηθμώδεις σωλήνες που είναι αντίστοιχοι προς τα αγγεία πλατυφύλλων αποτελούνται από μέλη ηθμωδών σωλήνων και είναι κατά αντιστοιχία αγωγά στοιχεία του φλοιού.

Το αξονικό παρέγχυμα του φλοιού είναι αφθονότερο στα πλατύφυλλα παρά στα κωνοφόρα. Το ακτινικό παρέγχυμα συγκροτεί τις ακτίνες, οι οποίες σε μικρή απόσταση από το κάμβιο χάνουν την τυπική μορφή τους και βαθμιαία εξαφανίζονται (Σχ. 21).

Η δομή του φλοιού αλλοιώνεται σε μικρή απόσταση από το κάμβιο. Τα αγωγά κύτταρα (ηθμώδη και ηθμώδεις σωλήνες) διακινούν τις τροφές μόνο για μία αυξητική περίοδο, μετά την οποία πεθαίνουν. Επειδή είναι λεπτότοιχα και δεν περιέχουν λιγνίνη, συνθλίβονται λόγω και της πίεσης που προέρχεται από τη διαίρεση του καμβίου.

Παράλληλα, τα παρεγχυματικά κύτταρα του φλοιού διογκώνονται, τα τοιχώματά τους παχύνονται και λιγνοποιούνται. Ο μετασχηματισμός αυτός των παρεγχυματικών κυττάρων συντελεί σημαντικά στην αποδιοργάνωση του φλοιού. Για τους λόγους αυτούς είναι αδύνατο να διακριθούν αυξητικοί δακτύλιοι στο φλοιό.



ΣΧΗΜΑ 21. Εικόνες φλοιού και περιδέρματος.

(α) Φλοιός και ξύλο ερυθρελάτης: (1) εξωτερικός νεκρός φλοιός, (2) το τελευταίο περιδέρμα, (3) εσωτερικός φλοιός, (4) θέση καμβίου, (5) ξύλο.

(β) Φλοιός και ξύλο φλαμουριάς: (1) εξωτερικός νεκρός φλοιός, (2) ευρεία ζώνη δευτερογενούς ζωντανού φλοιού με θέσεις ακτίνων, (3) θέση καμβίου, (4) τμήμα του τελευταίου ετήσιου δακτυλίου.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ 8^ο Κεφαλαίου

1. Ποια είναι τα βασικά μέρη του φλοιού.
2. Τα κύτταρα φλοιού διαφέρουν από τα κύτταρα ξύλου.
3. Ποια είναι τα βασικά μέρη του φλοιού κωνοφόρων.
4. Ποια είναι τα βασικά μέρη του φλοιού πλατυφύλλων.
5. Ποιος είναι ο γνωστότερος τύπος φλοιού στον κόσμο, αφού χρησιμοποιείται σε πολλές εφαρμογές.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9. ΣΦΑΛΜΑΤΑ ΔΟΜΗΣ

Κάθε απόκλιση από την κανονική δομή του ξύλου, η οποία ταυτόχρονα υποβαθμίζει και την αξία χρήσης του θεωρείται ως *σφάλμα δομής* του ξύλου.

Στη συνέχεια περιγράφονται αναλυτικά τα σπουδαιότερα σφάλματα του ξύλου:

Ξύλο με ανώμαλη δομή

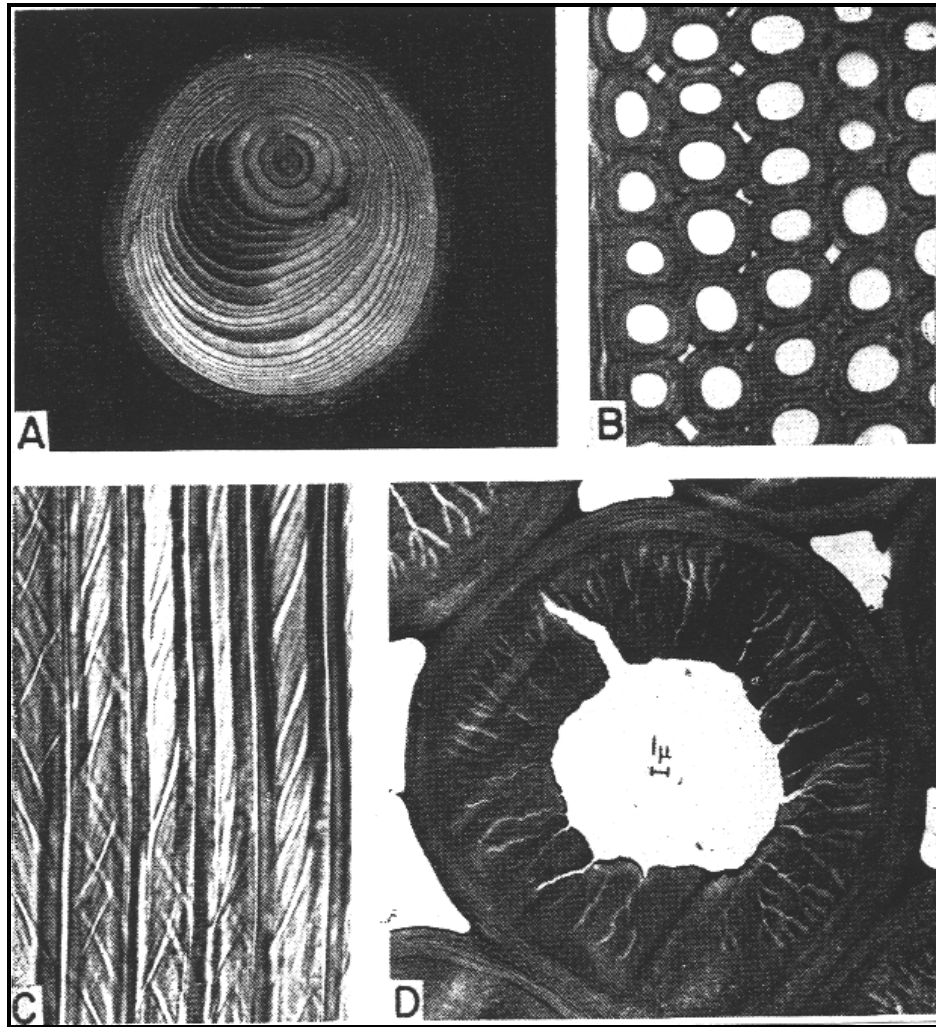
Το **θλιψιγενές ξύλο** και το **εφελκυσμογενές ξύλο** είναι ξύλο ανώμαλης δομής που δημιουργείται στον κορμό, όταν αυτός αποκλίνει από την τυπική κατακόρυφη θέση, καθώς και στα κλαδιά.

Τυπικά, το θλιψιγενές ξύλο δημιουργείται στα κωνοφόρα (Σχ. 22), ενώ το εφελκυσμογενές στα πλατύφυλλα (Σχ. 24). Οι όροι που δόθηκαν οφείλονται στην παρατήρηση ότι το θλιψιγενές ξύλο παρουσιάζεται συνήθως στην κοίλη πλευρά του υπό κλίση κορμού ή κλαδιού, όπου αναπτύσσονται τάσεις θλίψης. Το εφελκυσμογενές ξύλο παρουσιάζεται συνήθως στην κυρτή πλευρά του υπό κλίση κορμού ή κλαδιού, όπου αναπτύσσονται τάσεις εφελκυσμού.

Τα αίτια που δημιουργούν το θλιψιγενές και εφελκυσμογενές ξύλο δεν είναι ακριβώς γνωστά.

Το θλιψιγενές ξύλο παρουσιάζει τα εξής χαρακτηριστικά σε σύγκριση με το κανονικό ξύλο:

- Έχει χρώμα ερυθρωπό, δηλαδή είναι σκοτεινότερο του ξύλου που το περιβάλλει.
- Έχει μεγαλύτερη πυκνότητα και μικρότερη μηχανική αντοχή.
- Είναι πιθανό να προκαλέσει απότομη θραύση πριστού ξύλου σε κατασκευές υπό φόρτιση (βλ. Σχ. 23)
- Η κατά μήκος ρίκνωση είναι πολύ μεγαλύτερη και μπορεί να φθάσει το 10% σε σχέση με το κανονικό ξύλο που έχει 0,1-0,6%.
- Οι τραχειίδες του θλιψιγενούς ξύλου είναι μικρότερου μήκους των κανονικών και τα τοιχώματά τους είναι μεγάλου πάχους και φέρουν ραγαδώσεις (Σχ. 22C).
- Έχει μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε λιγνίνη και μικρότερη σε κυτταρίνη.



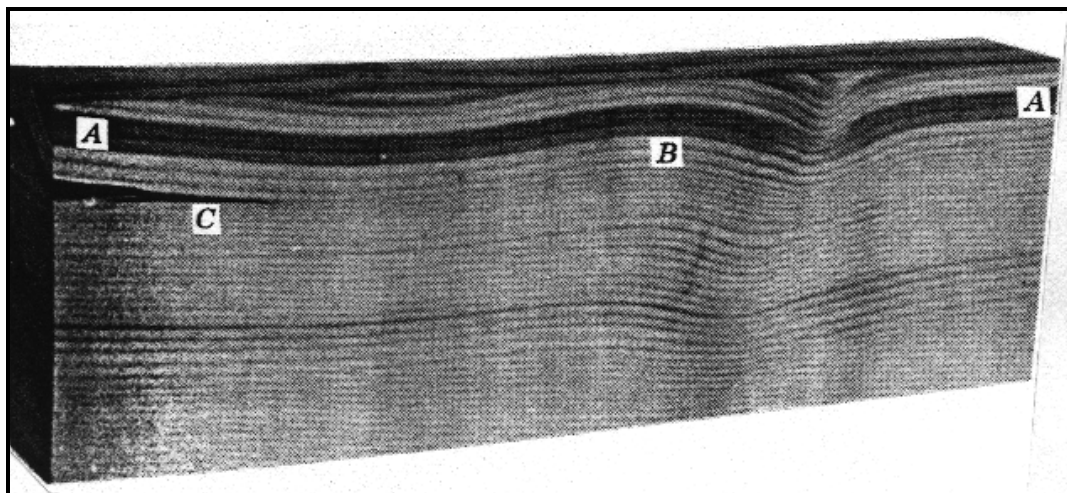
ΣΧΗΜΑ 22. Θλιπιγενές ξύλο κωνοφόρου.

(A): Μακροσκοπική εμφάνιση θλιπιγενούς ξύλου στην ελάτη,

(B): Τραχεΐδες θλιπιγενούς ξύλου,

(C): Κατά μήκος τομή θλιπιγενούς ξύλου με σπειροειδείς ραγαδώσεις,

(D): Τραχεΐδα θλιπιγενούς ξύλου.

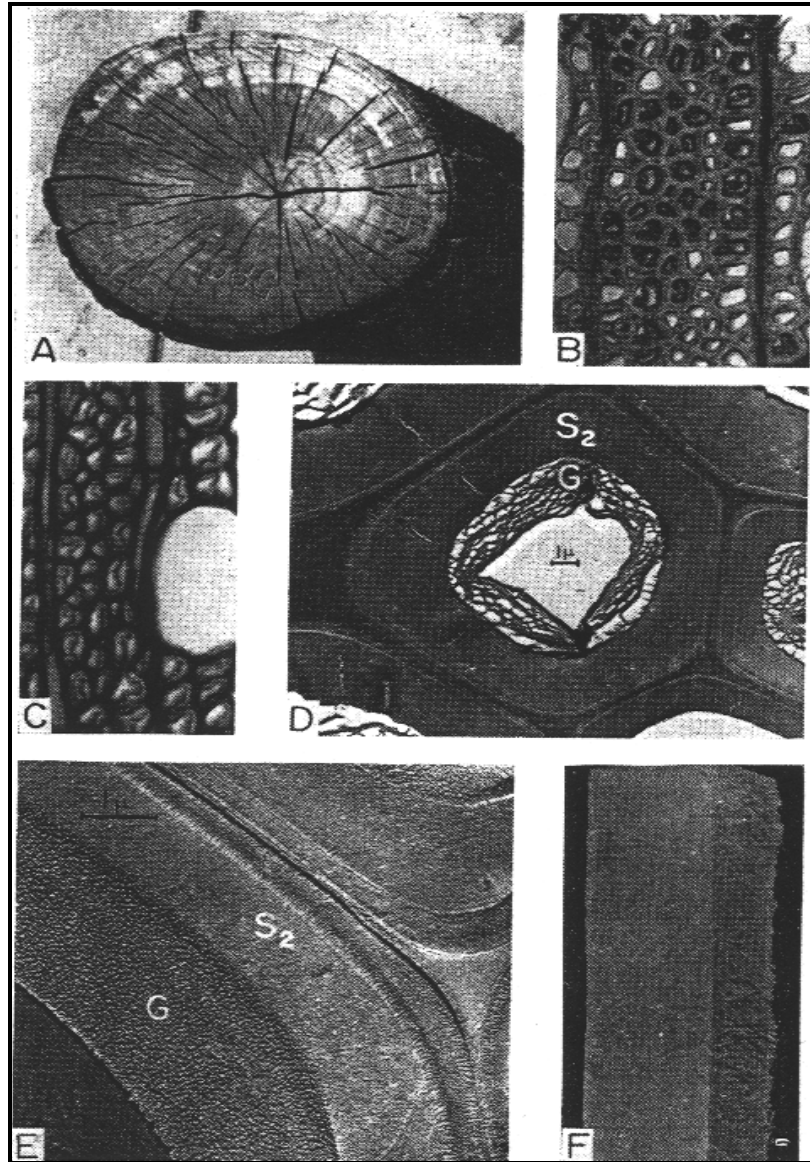


ΣΧΗΜΑ 23. Θλιψιγενές ξύλο σε πριστό ελάτης (θέση A-A).

Το εφελκυσμογενές ξύλο έχει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά σε σχέση με το κανονικό ξύλο:

- Έχει χρώμα ανοικτότερο του ξύλου που το περιβάλλει και δίνει την εντύπωση στιλβωμένης επιφάνειας.
- Έχει μεγαλύτερη πυκνότητα, ενώ η μηχανική αντοχή του είναι άλλοτε μικρότερη και άλλοτε μεγαλύτερη του κανονικού ξύλου.
- Η κατεργασία του με μηχανήματα και η είσοδος καρφιών είναι δύσκολη, ενώ η εμφάνιση της πριστής επιφάνειας είναι τραχεία (Σχ. 24F).
- Η κατά μήκος ρίκνωση είναι μεγαλύτερη του κανονικού και φθάνει μέχρι 1,5%.
- Οι ίνες του είναι σε μεγαλύτερη ποσοτική αναλογία, τα τοιχώματά τους είναι παχύτερα και εμφανίζουν στη στρώση S_2 του δευτερογενούς τοιχώματος ζελατινώδη στρώση G (βλ. Σχ. 24D,24E).
- Εμφανίζεται στην πλευρά, όπου οι αυξητικοί δακτύλιοι είναι πλατύτεροι, ενώ πάντοτε η εντεριώνη παρουσιάζει έκκεντρη θέση.
- Έχει μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε κυτταρίνη.

Οι παραπάνω λόγοι αποδεικνύουν πόσο σοβαρά σφάλματα είναι το θλιψιγενές ξύλο και το εφελκυσμογενές ξύλο. Κατασκευές από τέτοιο ξύλο είναι επικίνδυνες από άποψη αντοχής και εμφανίζουν τάσεις στρεβλώσεων και ραγιδώσεων (Σχ. 23).



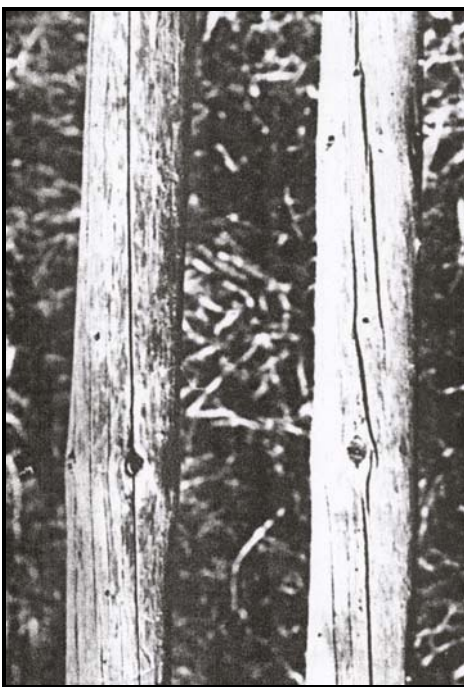
ΣΧΗΜΑ 24. Εφελκυσμογενές ξύλο πλατύφυλλου.

(A): Εφελκυσμογενές ξύλο λεύκης σε μακροσκοπική εμφάνιση,
 (B,C): Ζελατινώδεις ίνες, (D): Εμφάνιση ζελατινώδους στρώσης G
 πάνω στη στρώση S₂, (E): Ζελατινώδης στρώση σε δείγμα οξιάς, και
 (F): Τραχεία επιφάνεια εφελκυσμογενούς ξύλου λεύκης.

Στρεψοΐνια

Η *στρεψοΐνια* είναι ένα σημαντικό σφάλμα του ξύλου κατά το οποίο οι ίνες αντί της κανονικής κατακόρυφης διάταξης ακολουθούν μια σπειροειδή διάταξη γύρω από τον άξονα του κορμού. Στον αποφλοιωμένο κορμό διακρίνονται από τη δημιουργία σπειροειδών ραγαδώσεων (Σχ. 25).

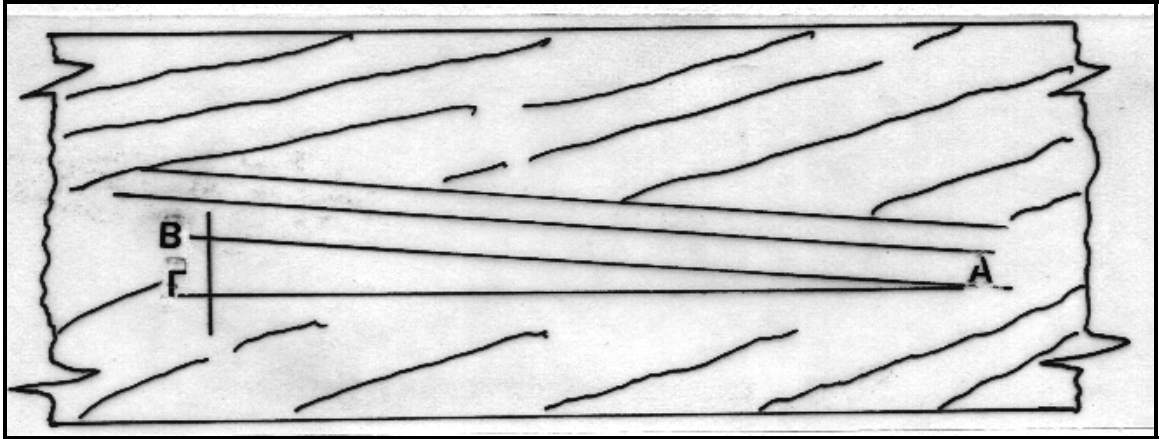
Το σφάλμα της στρεψοΐνιας ελαττώνει πολύ τη μηχανική αντοχή του ξύλου και προκαλεί ραγάδωση και στρέβλωση. Στο πριστό ξύλο, η στρεψοΐνια διαπιστώνεται κατά τη σχίση ή από τα μακροσκοπικά χαρακτηριστικά, τα οποία ακολουθούν λοξή διαδρομή. Ο υπολογισμός της γίνεται με μέτρηση της απόκλισης των ινών από τον επιμήκη άξονα του πριστού και εκφράζεται επί τοις εκατό του μήκους (βλ. Σχ. 26 και τύπο 1).



ΣΧΗΜΑ 25. Στρεψοΐνια

Μέτρηση στρεψοΐνιας (βλ. Σχ. 26)

$$\text{Στρεψοΐνια} = \frac{\text{ΒΓ}}{\text{ΑΓ}} \times 100 \quad (1)$$



ΣΧΗΜΑ 26. Σχηματική παράσταση για τον υπολογισμό της στρεψοΐνιας.

Για την εύρεση της κατεύθυνσης των ινών χρησιμοποιείται ειδικός χαρακτήρας, ο οποίος σύρεται ελεύθερα πάνω στην επιφάνεια του πριστού.

Όταν η κατεργασία του ξύλου δεν γίνεται παράλληλα προς την κατεύθυνση των ινών, τότε προκαλείται στρεψοΐνια με τεχνητό τρόπο και η επίδραση πάνω στις ιδιότητες του ξύλου είναι ανάλογη. Το σφάλμα αυτό λέγεται *λοξοΐνια* και είναι αναπόφευκτο κατά την πρίση ισχυρά κωνικόμορφων κορμοτεμαχίων.

Η ακριβής αιτία που προκαλεί τη στρεψοΐνια δεν είναι σήμερα γνωστή. Η κληρονομικότητα πρέπει να παίζει σημαντικό ρόλο. Η αιτία της στρεψοΐνιας έχει αποδοθεί επίσης στην στροφική δράση των ανέμων, στην περιστροφή της γης και στην κίνηση του ήλιου.

Αποκλίσεις από την κανονική μορφή του δένδρου

Από την επίδραση παραγόντων του περιβάλλοντος (άνεμος, χιόνι, κατολισθήσεις, παγετοί, ξηρασία) είναι δυνατό το δένδρο να αναπτυχθεί υπό κλίση, να καμφθεί ή να διχαλωθεί. Στις περιπτώσεις αυτές έχουμε απόκλιση από την τυπική κανονική μορφή του δένδρου κατά την οποία ο κορμός είναι κατακόρυφος με μορφή που πλησιάζει προς την κυλινδρική και με κυκλική διατομή.

Η **κωνικομορφία** είναι μία περίπτωση τέτοιας ακανονιστίας, η οποία εκτιμάται με την ελάττωση της διαμέτρου του κορμού σε σχέση με το ύψος του. Αυτή επηρεάζεται από το μικροπεριβάλλον στο οποίο αναπτύσσεται το δένδρο. Επηρεάζεται επίσης και από την αύξηση

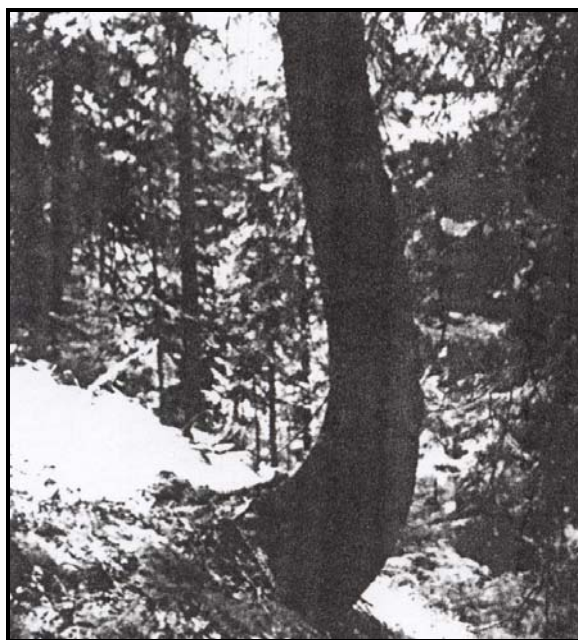
του χώρου ανάπτυξης του δένδρου ή από τη δημιουργία πολύ κλειστών συστάδων. Οι συχνές κλαδεύσεις περιορίζουν την κωνικομορφία.

Στην ίδια κατηγορία σφαλμάτων αναφέρεται και η **διόγκωση βάσης** του κορμού λόγω των ισχυρών τάσεων που δέχεται ο κορμός στη βάση του.

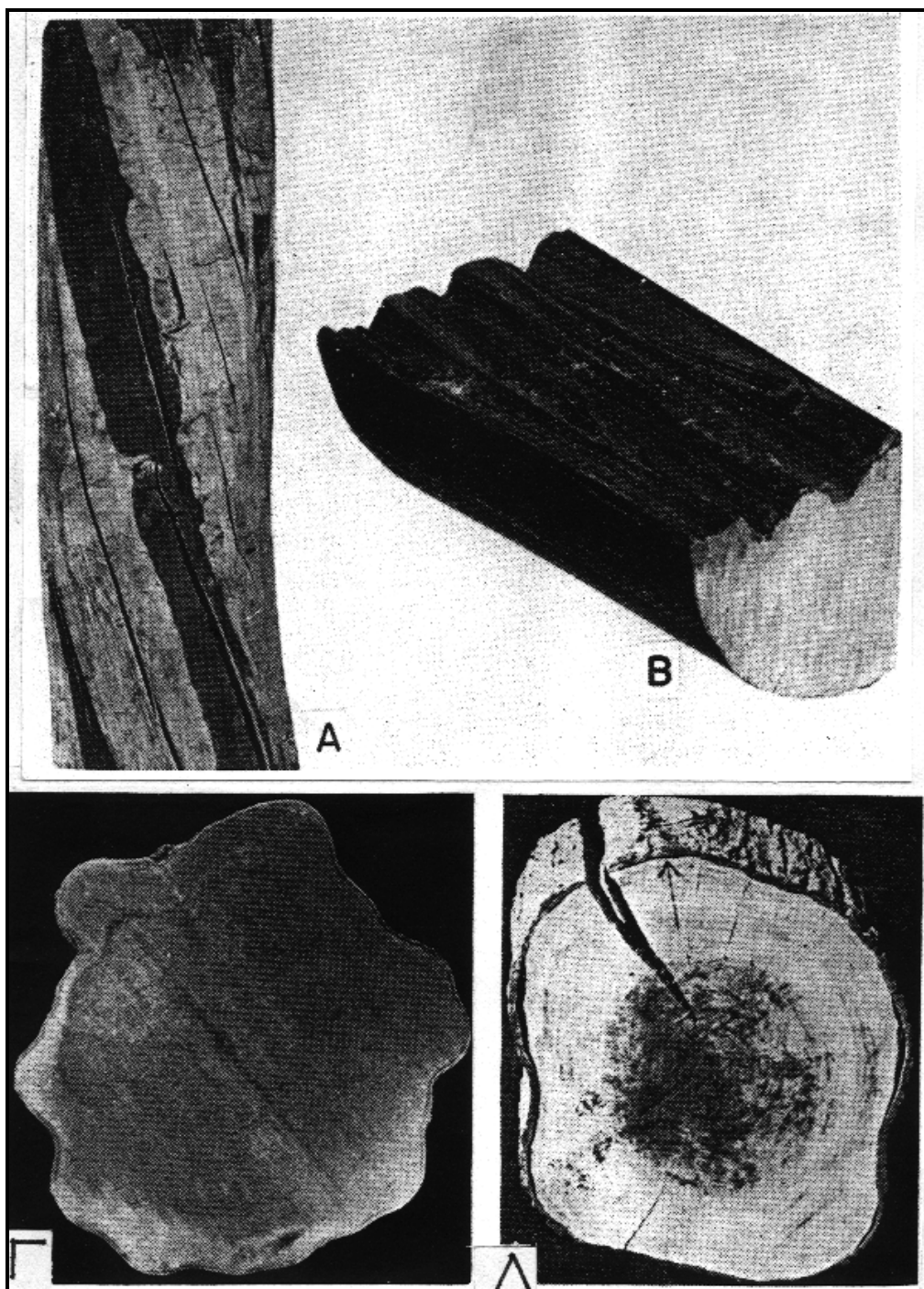
Ένα άλλο συχνό σφάλμα είναι η **γονατοειδής βάση** (Σχ. 27) που μπορεί να προέρχεται από μετακίνηση του εδάφους ή τον άνεμο. Τυπικά απαντάται σε εδάφη που έχουν ισχυρή κλίση (λ.χ. απότομες πλαγιές).

Σε ότι αφορά τη διατομή του κορμού, θεωρείται ως σφάλμα κάθε απόκλιση από την κυκλική διατομή. Τέτοιες αποκλίσεις οφείλονται στις επιδράσεις του περιβάλλοντος ή προέρχονται από κληρονομική αιτία. Οι πιο συνηθισμένες αποκλίσεις είναι η *ωσειδής*, η *ελλειψοειδής*, η *ακανόνιστη διατομή* (Σχ. 28Γ) και η *κυματοειδής διατομή* (Σχ. 28Δ).

Τα παραπάνω σφάλματα όταν εμφανίζονται αυξάνουν το ποσοστό φθοράς στην κατεργασία του ξύλου, μειώνουν τη μηχανική αντοχή του ξύλου και προκαλούν στρεβλώσεις.



ΣΧΗΜΑ 27. Γονατοειδής βάση

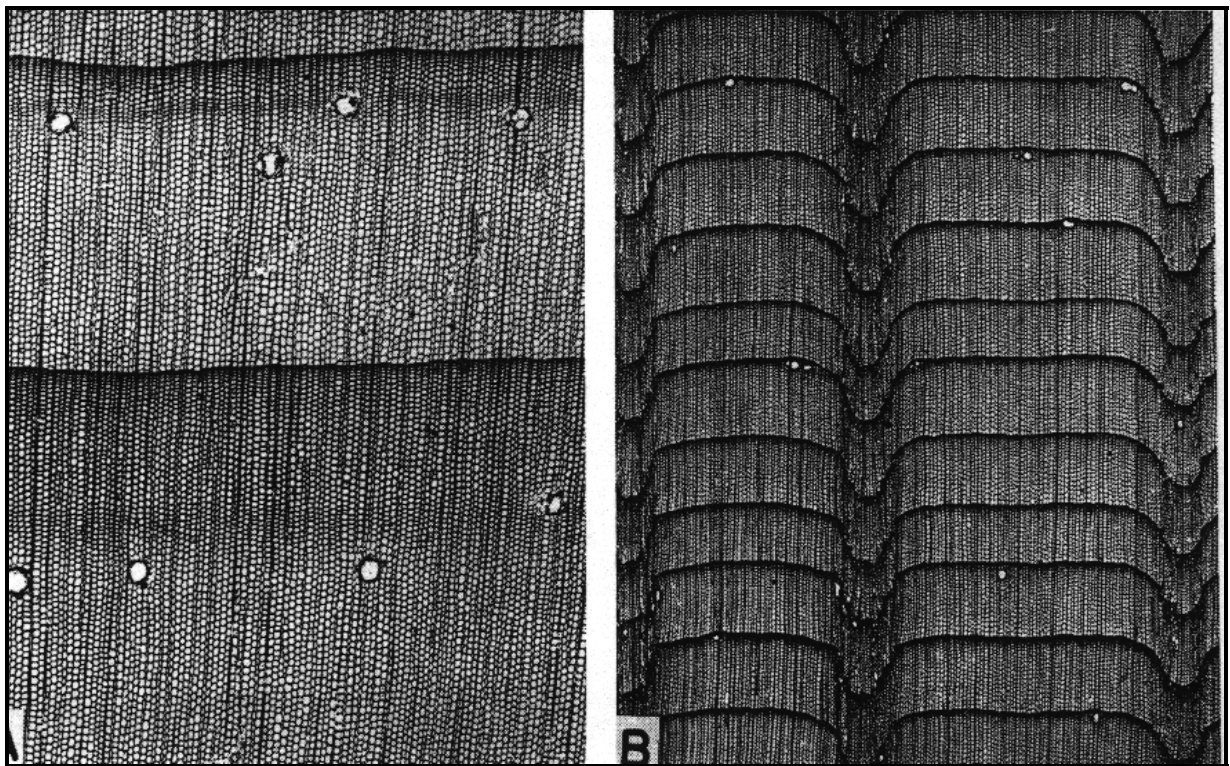


ΣΧΗΜΑ 28. (Α): Στρεψοΐνια κορμού με δημιουργία σπειροειδών ραγαδώσεων, (Β): Σύνθετη στρεψοΐνια, (Γ): Κυματοειδής διατομή κορμού γάρου και (Δ): Ακανόνιστη διατομή.

Ακανονιστίες αυξητικών δακτυλίων

Κάθε απόκλιση των αυξητικών δακτυλίων από την κυκλική διάταξη αποτελεί σφάλμα. Τυπικά σφάλματα αυτής της κατηγορίας είναι: (α) οι ψευδείς δακτύλιοι, (β) οι οδοντωτοί δακτύλιοι και (γ) οι ασυνεχείς δακτύλιοι.

Ψευδείς δακτύλιοι είναι η περίπτωση κατά την οποία μέσα στο εύρος ενός αυξητικού δακτυλίου αναπτύσσονται δύο ή και περισσότεροι ετήσιοι δακτύλιοι (Σχ. 29Α, Σχ. 31Α).

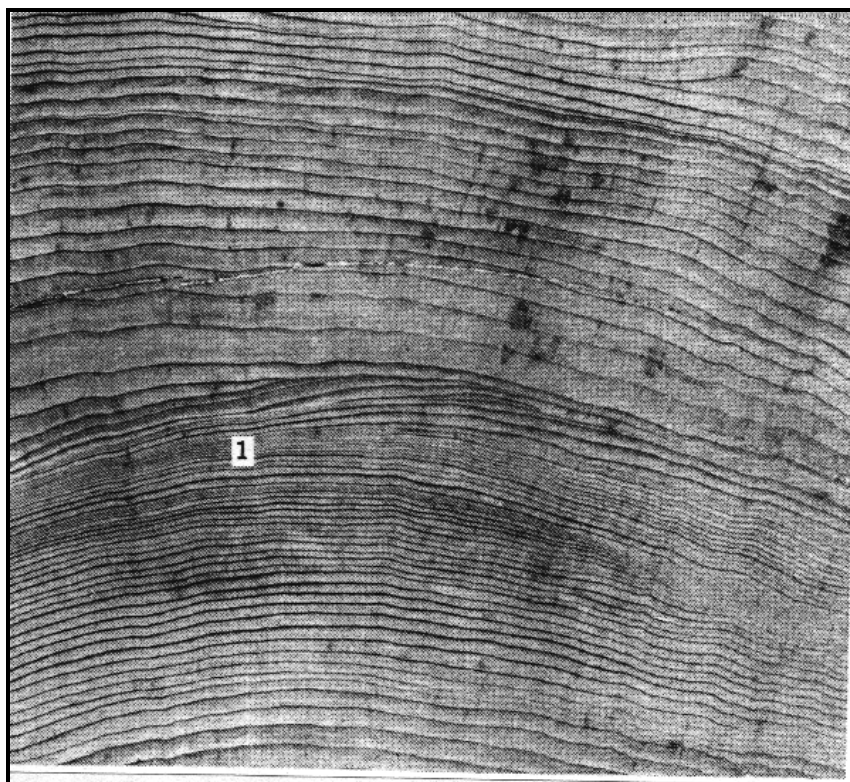


ΣΧΗΜΑ 29. (Α): Ψευδής αυξητικός δακτύλιος στην πεύκη,
(Β): Οδοντωτοί δακτύλιοι στην ερυθρελάτη.

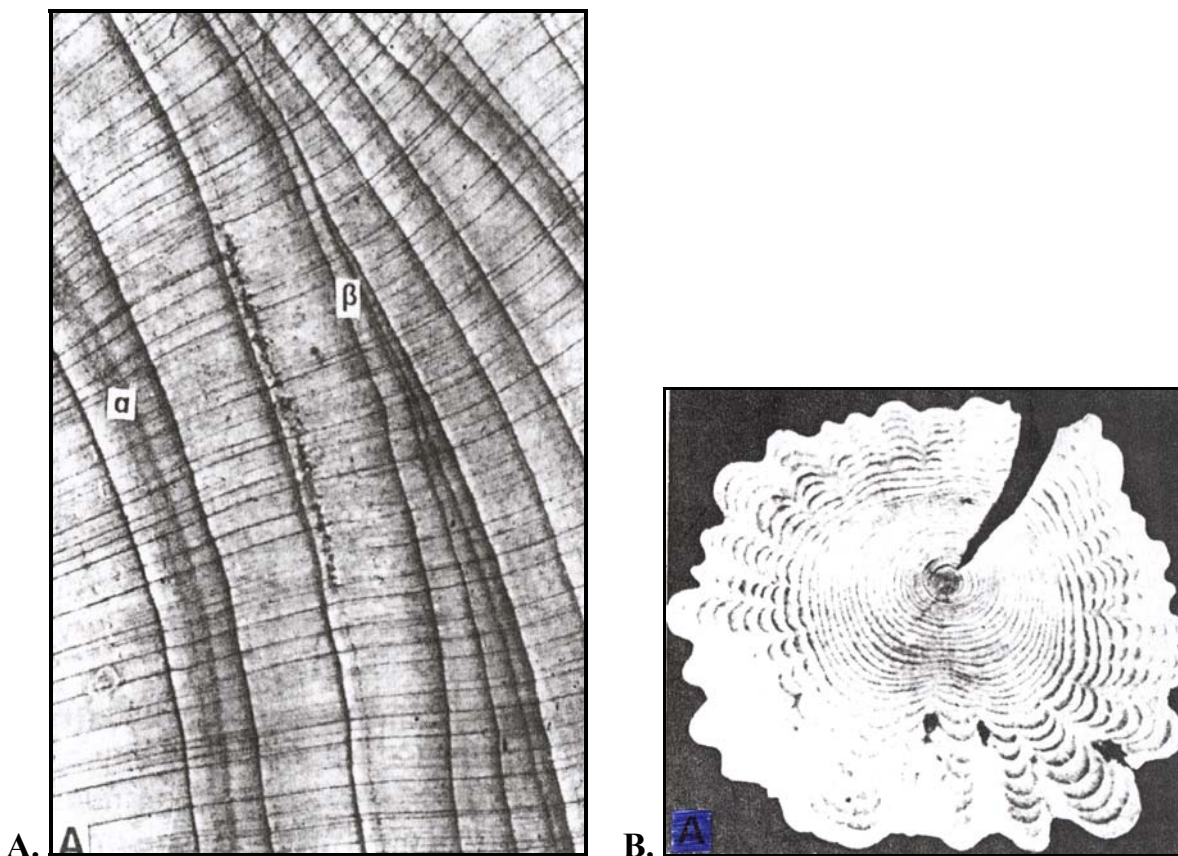
Ο σχηματισμός των ψευδών δακτυλίων οφείλεται στην εναλλαγή περιόδων ανομβρίας και βροχοπτώσεων στην ίδια αυξητική περίοδο. Επίσης, δημιουργούνται με την καταστροφή του φυλλώματος από παγετούς και έντομα και την επαναβλάστηση στην ίδια αυξητική περίοδο. Διακρίνονται από τους κανονικούς ετήσιους δακτύλιους, γιατί έχουν ασαφή όρια και περιέχονται στο εύρος ενός κανονικού δακτυλίου.

Οι **οδοντωτοί δακτύλιοι** (Σχ. 29B, Σχ. 31B) εμφανίζονται κυρίως στην ερυθρελάτη. Ξύλο με οδοντωτούς δακτυλίους έχει, γενικά, καλές ακουστικές ιδιότητες και χρησιμοποιείται στην κατασκευή μουσικών οργάνων (βιολί, μπουζούκι, κ.ά.).

Ασυνεχείς δακτύλιοι είναι εκείνοι που δεν συνεχίζονται πλήρως γύρω από την εντεριόνη (Σχ. 30, Σχ. 31A). Αυτό προκαλείται συνήθως από πιθανό τοπικό τραυματισμό του καμβίου ή αναστολή της λειτουργίας του για κάποιο λόγο.



ΣΧΗΜΑ 30. Ασυνεχείς αυξητικοί δακτύλιοι (βλ. θέση 1).



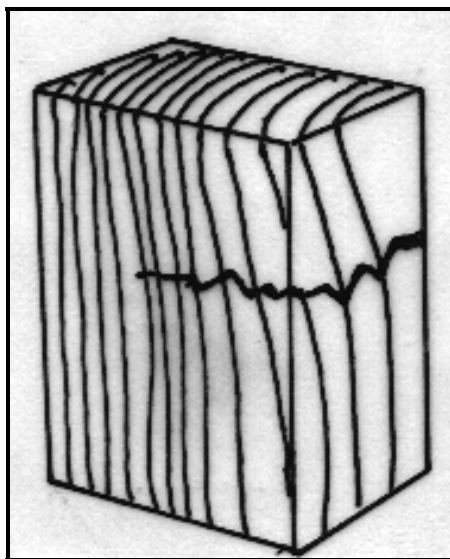
ΣΧΗΜΑ 31. (A) Ψευδείς (α) και ασυνεχείς (β) αυξητικοί δακτύλιοι, και (B) Οδοντωτοί δακτύλιοι.

Οι περιπτώσεις των ακανονιστιών στους αυξητικούς δακτυλίους δεν υποβαθμίζουν σημαντικά την αξία χρήσης του ξύλου και από την άποψη αυτή δεν χαρακτηρίζονται σαν σοβαρά σφάλματα.

Ραγάδες

Όταν συμβεί διακοπή της συνέχειας των ιστών του ξύλου δημιουργούνται **ραγάδες**. Εκτός από τις ραγάδες στα όρια των ετησίων δακτυλίων, υπάρχουν και οι ραγάδες που κατευθύνονται από την εντεριώνη προς την περιφέρεια. Το μήκος τους ποικίλει και είναι πιθανό να καλύπτουν όλη τη διάμετρο. Επίσης είναι δυνατό να είναι περισσότερες της μίας και να ξεκινούν από την εντεριώνη έχοντας σχήμα αστεριού (*αστεροειδείς ραγάδες*). Οι ραγάδες αυτές εμφανίζονται στη βάση των κορμών και γίνονται εντονότερες μετά την υλοτομία των δένδρων.

Ραγάδες είναι δυνατό να δημιουργηθούν και από ισχυρούς κραδασμούς των κορμών κατά τη ρίψη των δένδρων. Οι ραγάδες αυτές ονομάζονται *θλιψιγενείς* και εμφανίζονται στα πριστά κάθετα προς την κατεύθυνση των ινών (Σχ. 32). Παρόμοιες ραγάδες εμφανίζονται με τη μορφή ρήγματος στην κυρτή πλευρά του δένδρου, το οποίο κάμπτεται κάτω από την επίδραση φορτίου χιονιού, βροχής ή ανέμου.



ΣΧΗΜΑ 32. Σχηματική παράσταση θλιψιγενούς ραγάδας σε πριστό.

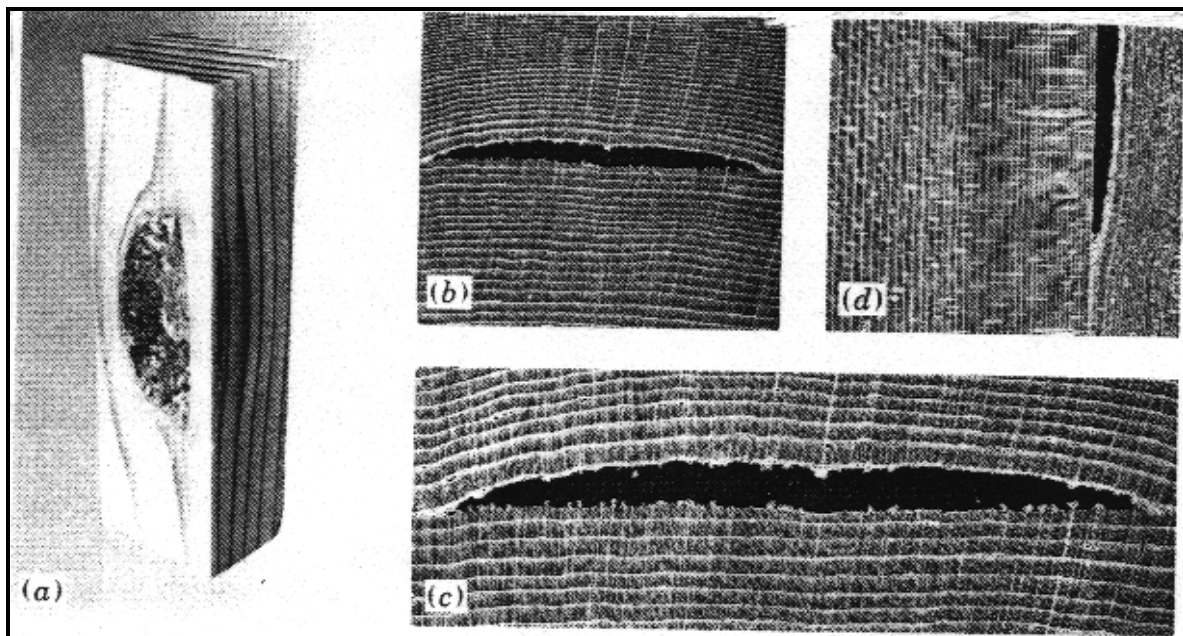
Ρητινοθήλακες

Οι ρητινοθήλακες είναι επιμήκη φακοειδή ανοίγματα στα όρια συνήθως των αυξητικών δακτυλίων που είναι γεμάτα με ρητίνη (=ρετσίνι). Αιτία σχηματισμού τους φαίνεται να είναι πιθανοί κραδασμοί ή κάμψη του δένδρου. Το σφάλμα αυτό παρατηρείται σε κωνοφόρα που φέρουν ρητινοφόρους αγωγούς (Σχ. 33).

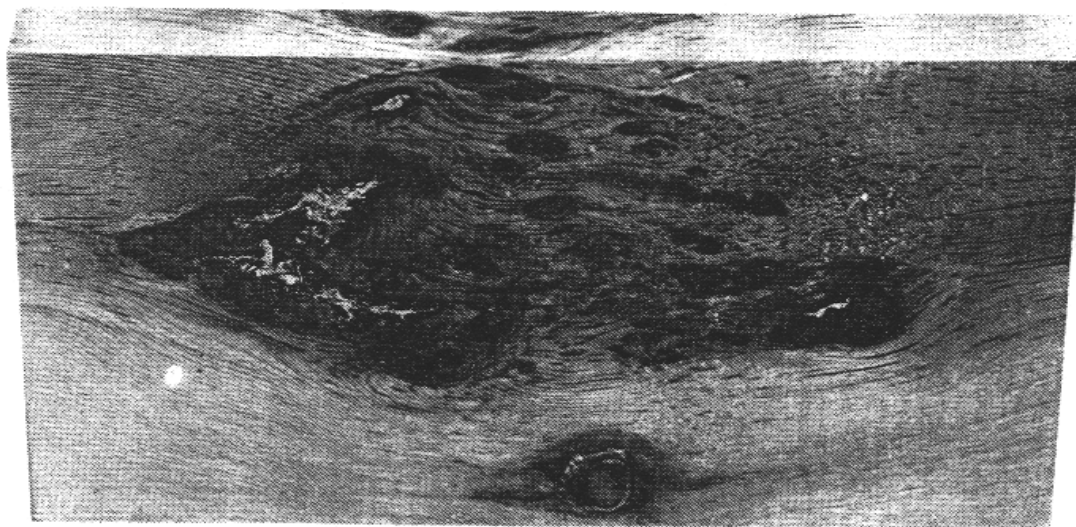
Σφάλματα από τραυματισμό δένδρων

Τραυματισμός του ζωντανού δένδρου είναι δυνατό να προέλθει από πολλούς εξωτερικούς παράγοντες. Τα δένδρα στην προσπάθειά τους να επουλώσουν την πληγή, αντιδρούν και παράγουν ξύλο με ανώμαλη δομή (*τραυματικό* ή *επουλωτικό ξύλο*). Συγκεκριμένα, δημιουργείται ένας επουλωτικός ιστός από λεπτότοιχα παρεγχυματικά κύτταρα με ακανόνιστο

σχήμα και μέγεθος. Κατά τη διεργασία αυτή είναι δυνατό να κλεισθεί μέσα στον κορμό ένα τμήμα του φλοιού και να έχουμε **έγκλεισμα φλοιού** (Σχ. 34).

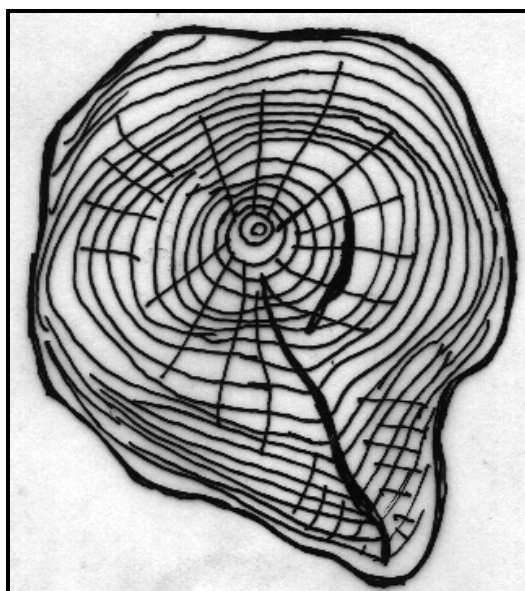


ΣΧΗΜΑ 33. Ρητινοθήλακες σε ξύλο κωνοφόρου, (a) σε εφαπτομενική τομή ερυθρελάτης, (b,c) σε ακτινική τομή του ίδιου είδους, (d) σε ακτινική τομή.



ΣΧΗΜΑ 34. Έγκλεισμα φλοιού σε ξύλο πεύκης.

Ορισμένα αίτια δημιουργίας του τραυματικού ξύλου είναι τα ακόλουθα. Η υψηλή θερμοκρασία μπορεί να προκαλέσει καύση του φλοιού σε νεαρά και λεπτόφλοια δένδρα. Οι παγετοί μπορεί να προκαλέσουν παγοραγάδες στο κάτω μέρος του κορμού. Οι παγοραγάδες είναι ακτινικές ραγάδες και προκαλούνται από τη δημιουργία τάσεων λόγω της διαφοράς θερμοκρασίας σομφού και εγκάρδιου ξύλου (Σχ. 35).



ΣΧΗΜΑ 35. Παγοραγάδα σε εγκάρσια τομή κορμού.

Τραυματικά σφάλματα προκαλούνται και από κεραυνούς, πυρκαγιές, χαλάζι και προσβολές εντόμων και ζώων. Κατά τη διάρκεια υλοτομικών εργασιών, ειδικά σε επιλογικές υλοτομίες με ρίψη και μετατόπιση προκαλούνται σοβαροί τραυματισμοί στα δέντρα. Για τα ελληνικά δεδομένα, επειδή στα δάση μας κυριαρχούν οι επιλογικές υλοτομίες και η μεταφορά του ξύλου από το υλοτόμιο στους χώρους συγκέντρωσης γίνεται με ζώα κατά τους θερινούς μήνες, δηλαδή την κύρια βλαστητική περίοδο, οι τραυματισμοί ειδικά των νεαρών δένδρων, είναι πολύ σοβαροί. Θα μπορούσαμε να πούμε ότι δεν υπάρχει ώριμο προς υλοτομία δένδρο που να μην έχει υποστεί κάποιο τραυματισμό σε όλη τη διάρκεια της ζωής του.

Σοβαροί επίσης τραυματισμοί γίνονται στα δάση μας κατά τη διάνοιξη και συντήρηση των δασικών δρόμων από τη ρίψη των εκχωμάτων και κυρίως των βράχων προς τα κατάντη. Σε τούτο συμβάλλουν και οι μεγάλες κλίσεις των ορεινών εδαφών μας. Ορθολογική διαχείριση των δασών επιβάλλει την απομάκρυνση των εκχωμάτων με φορτωτή και τη συγκέντρωσή τους

σε ειδικούς χώρους. Επίσης, μείωση των ζημιών θα μπορούσε να γίνει και με τη διάνοιξη στενότερων δασικών δρόμων.

Μεταχρωματισμοί του ξύλου

Κάθε αλλαγή του φυσιολογικού χρώματος του ξύλου των ζωντανών δέντρων θεωρείται σαν χρωματική ανωμαλία. Ορισμένες από αυτές οφείλονται σε προσβολή βακτηρίων ή μυκήτων, σε δημιουργία επουλωτικού ιστού, σε έκκριση ρητίνης και άλλων εκχυλισμάτων, ενώ για άλλους μεταχρωματισμούς του ξύλου δεν έχουν δοθεί ερμηνείες ή εξηγήσεις.

Μία σημαντική χρωματική ανωμαλία είναι το **ερυθρό εγκάρδιο** της οξιάς. Το φαινόμενο δεν έχει εξηγηθεί απόλυτα. Κατά μία άποψη αποδίδεται στην είσοδο αέρα από σπασμένα κλαδιά και στην πτώση της υγρασίας κάτω από ένα ορισμένο επίπεδο. Το ερυθρό εγκάρδιο της οξιάς εμποτίζεται δύσκολα, διότι έχει προκληθεί σε αυτό απόφραξη των αγγείων.

Μεταχρωματισμός του κεντρικού τμήματος κορμών ζωντανών δένδρων, όπως λ.χ. λεύκης, ιτιάς και ελάτης μπορεί να προκαλείται από προσβολή βακτηρίων, η οποία έχει σαν συνέπεια τη δημιουργία του **υγρού εγκάρδιου**. Το υγρό εγκάρδιο έχει χρώμα σκούρο τερφνό αμέσως μετά την υλοτομία, το οποίο και διατηρείται σε μικρότερη ένταση μετά την ξήρασή του (Σχ. 36).



ΣΧΗΜΑ 36. Υγρό (μαύρο) εγκάρδιο σε ξύλο λεύκης.

Τα αίτια δημιουργίας του υγρού εγκάρδιου δεν έχουν ακόμα εξακριβωθεί.

Μία άλλη περίπτωση χρωματισμού εγκάρδιου είναι το **ορφνό εγκάρδιο** του φράξου. Ο σχηματισμός του δεν έχει εξηγηθεί. Παράγοντες που ευνοούν το σχηματισμό του είναι η υψηλή υγρασία εδάφους, καθώς και πιθανά τραύματα στο φλοιό.

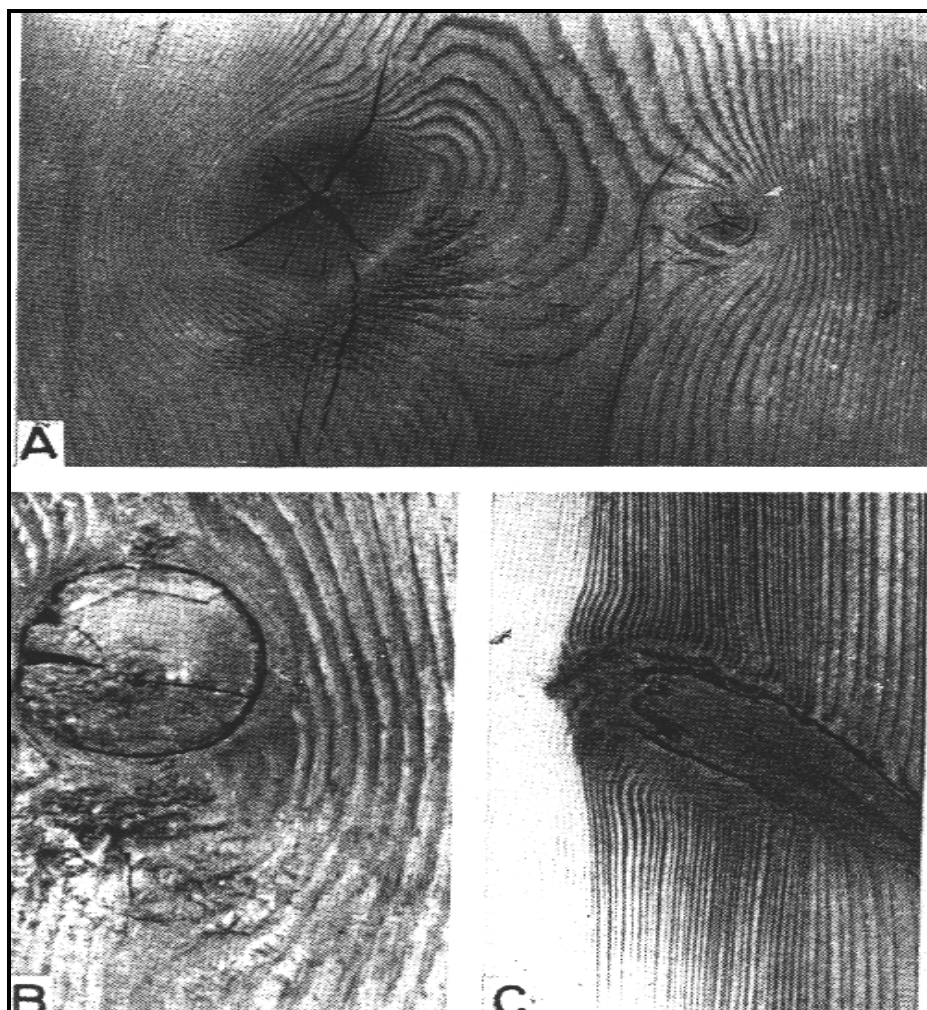
Η πιο συνηθισμένη περίπτωση μεταχρωματισμού ξύλου που παρατηρείται κυρίως στο σομφό ξύλο των κωνοφόρων και κυρίως της μαύρης πεύκης είναι η **κυάνωση** που προκαλείται από προσβολή μυκήτων κυανόχρωσης του γένους *Ceratozystis*. Τα δένδρα προσβάλλονται αμέσως μετά την υλοτόμησή τους και κατά την πρίση του ξύλου προτού να γίνει η ξήρανση, εφόσον υπάρχουν οι κατάλληλες συνθήκες υγρασίας του ξύλου (πάνω από 20%), οξυγόνου και θερμοκρασίας αέρα (23-30°C). Το προσβλημένο ξύλο γίνεται κυανότεφο έως κυανόμαυρο. Το κυανωμένο ξύλο πεύκης αποκλείεται από τις σπουδαιότερες χρήσεις του, όπως λ.χ. έπιπλα, ξυλεπενδύσεις και παρκέτα. Η χρήση του περιορίζεται σε κατασκευές όπου χρησιμοποιείται φθηνό ξύλο. Εκτός από αυτό, οι κατασκευαστές και καταναλωτές δεν προτιμούν την κυανωμένη ξυλεία πεύκης, γιατί πιστεύουν ότι το ξύλο είναι σάπιο και δεν έχει αντοχή. Στην πραγματικότητα, η κυάνωση δεν επηρεάζει σημαντικά τις τεχνικές ιδιότητες του ξύλου. Μετά την πρίση, η προσβολή των πριστών αποφεύγεται αν γίνει τεχνητή ξήρανση ή εμβάπτιση σε μυκητοκτόνο διάλυμα και στη συνέχεια ξήρανση με φυσικό τρόπο.

Μεταχρωματισμός του ξύλου παρατηρείται και στον επουλωτικό ιστό που δημιουργείται κατά τον τραυματισμό δένδρου ή την προσβολή του από μύκητες ή έντομα.

Ρόζοι και εντεριώνη

Σαν σφάλματα δομής του ξύλου θεωρούνται τόσο οι *ρόζοι*, όσο και η *εντεριώνη* του παρόλο που και τα δύο αποτελούν χαρακτηριστικά που υπάρχουν ή δημιουργούνται κατά την ομαλή ανάπτυξη του δένδρου με τελείως φυσικό τρόπο.

Κατά την κατά πάχος αύξηση του κορμού, τα κατώτερα τμήματα των κλαδιών εγκλείονται (κλείνονται μέσα) στον κορμό και δημιουργούν τους ρόζους. Οι ρόζοι διακρίνονται σε **συμφυείς** ή **χλωρούς** ρόζους που συναυξάνονται με τον κορμό και σε **αποπίπτοντες** ή **ξηρούς** ρόζους που περιέχονται μέσα στον κορμό σαν ξένα σώματα (βλ. Σχ. 37, Σχ. 38).



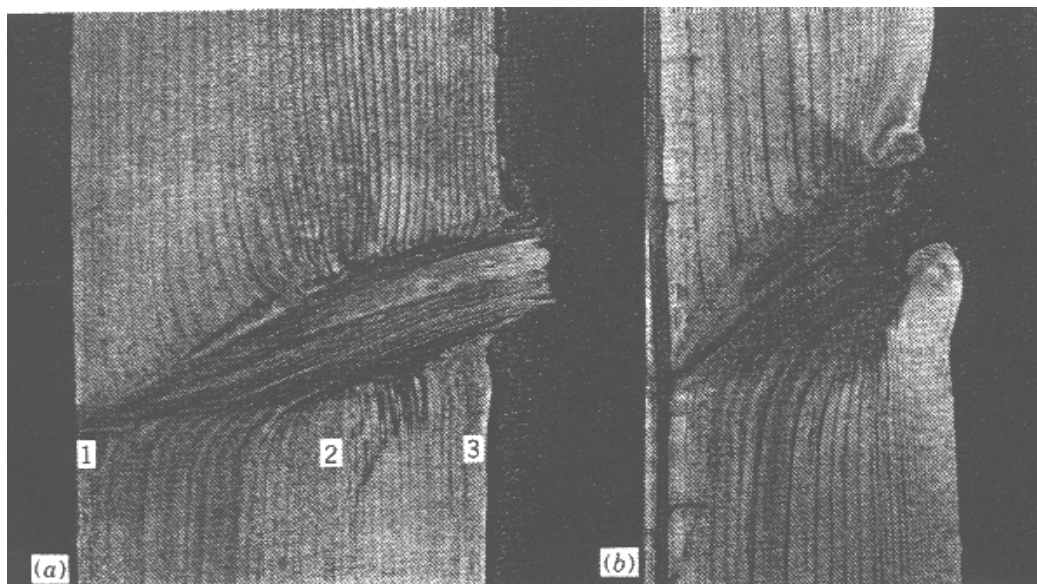
ΣΧΗΜΑ 37. Τυπική εμφάνιση ρόζων σε πριστή ξυλεία.

(A): Συμφυής ή χλωρός ρόζος, (B): Αποπίπτων ή ξερός ρόζος και
(C): Πριστό με κατά μήκος τομή ρόζου.

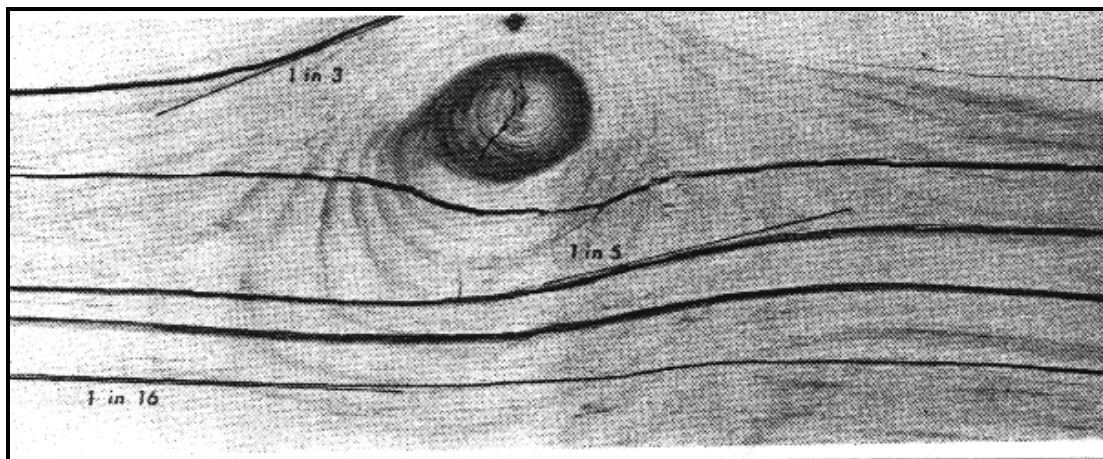
Οι συμφυείς ρόζοι είναι τα ζωντανά κλαδιά που ενσωματώνονται στον κύριο κορμό με συνεχόμενους αυξητικούς μανδύες. Οι αποπίπτοντες ρόζοι είναι τα (ξερά) νεαρά κλαδιά που σαν ξένα σώματα περικλείονται από τον κορμό και πέφτουν (πίπτουν) από τη θέση τους μετά την πρίση και την ξήρανση των πριστών. Οι ρόζοι αυτοί είναι πιθανό να είναι σάπιοι (Σχ. 38).

Οι ρόζοι θεωρούνται σαν ένα σοβαρό σφάλμα, διότι προκαλούν σημαντική μείωση της μηχανικής αντοχής του ξύλου. Η παρουσία τους δημιουργεί αποκλίσεις από την ευθυΐνια, ενώ

οι ίδιοι περιλαμβάνουν ξύλο θλιψιγενές ή εφελκυσμογενές (Σχ. 39). Προκαλούν ακόμα προβλήματα στη ξήρανση, την κατεργασία και τη συγκόλληση του ξύλου.



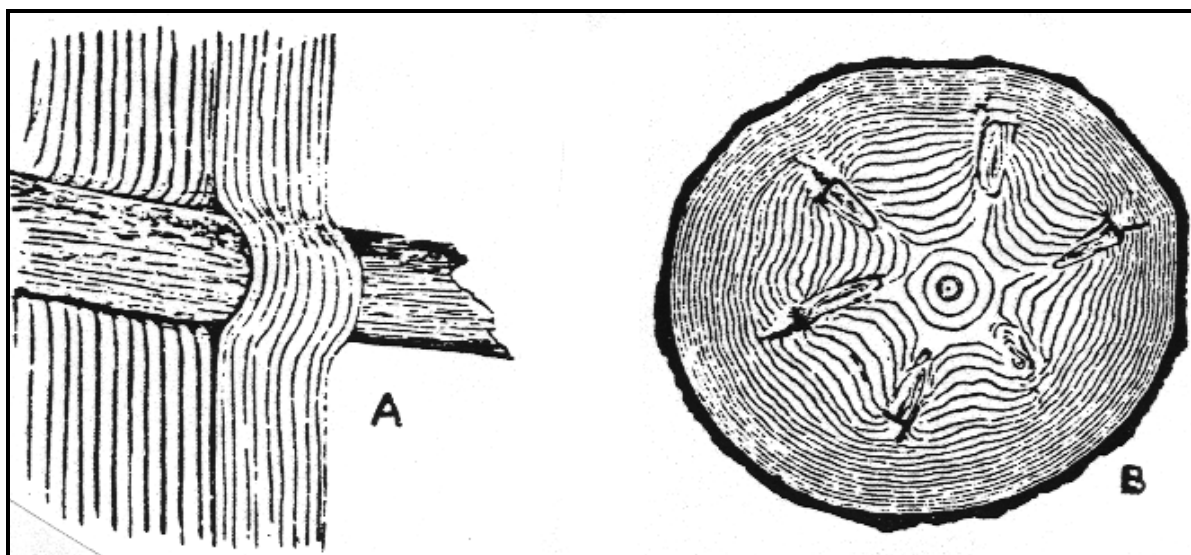
ΣΧΗΜΑ 38. Κατά μήκος τομή ρόζων σε πριστά πέυκης: (α) κατά το μισό συμφυής (θέση 1 έως 2) και το άλλο μισό αποπίπτον (θέση 2 έως 3), (β) σάπιος ρόζος με επολωτικό ιστό σε πριστό.



ΣΧΗΜΑ 39. Δημιουργία ραγάδων εξαιτίας της παρουσίας ρόζου (βλ. απόκλιση από την ευθυΐνια και ξύλο ανώμαλης δομής).

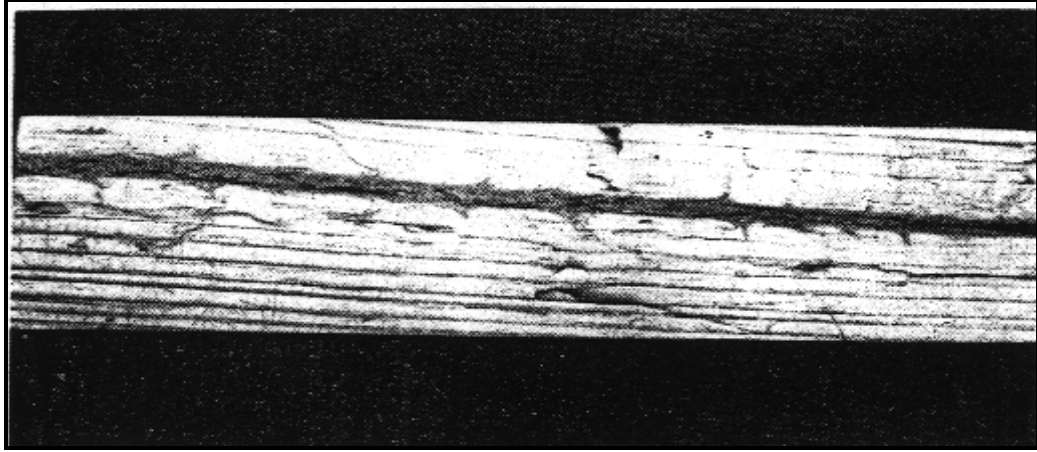
Οι ρόζοι αποτελούν το κυριότερο κριτήριο για την ταξινόμηση της ξυλείας σε ποιότητες. Η εργασία αυτή γίνεται είτε οπτικά, είτε με ειδικές μηχανές, οι οποίες υπολογίζουν τη μηχανική αντοχή των πριστών και ανάλογα τα κατατάσσουν σε ποιότητες. Σημασία έχει το μέγεθος των ρόζων, η απόσταση μεταξύ τους και το ποσοστό της επιφάνειας που καλύπτουν σε εγκάρσια τομή του πριστού (*ποσοστό ροζοβρίθειας*) στο πιο αδύνατο σημείο του πριστού.

Οι συνθήκες αύξησης των δένδρων επηρεάζουν το είδος, το μέγεθος και τον αριθμό των ρόζων. Συνεπώς, με διάφορους δασοκομικούς χειρισμούς, όπως λ.χ. κλάδευση είναι δυνατό μέχρι ενός ορίου να ελέγχεται η ροζοβρίθεια των δένδρων (Σχ. 40). Η ρύθμιση της απόστασης των φωτόφιλων ειδών, έτσι ώστε να σκιάζονται τα κατώτερα κλαδιά, έχει σαν αποτέλεσμα την ξήρανση και τη βαθμιαία πτώση τους. Σε ορισμένες περιπτώσεις συνιστάται και η κλάδευση για παραγωγή *άρροζου ξύλου* (βλ. Σχ. 40).



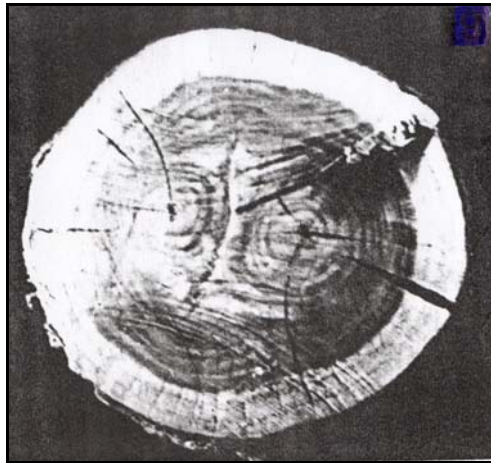
ΣΧΗΜΑ 40. (A): Εγκλεισμός ξηρού κλαδιού δημιουργεί αποπίπτων ρόζο,
(B): Παραγωγή *άρροζου ξύλου* μετά από κλάδευση.

Τέλος, η εντεριώνη θεωρείται σφάλμα, διότι έχει διαφορετική δομή. Η παρουσία της σε ξυλεία κατασκευών συνοδεύεται συνήθως με την παρουσία ρόζων και ραγάδων και συνεπάγεται τη μείωση της μηχανικής αντοχής του ξύλου (Σχ. 41).



ΣΧΗΜΑ 41. Κατά μήκος τομή εντεριώνης σε πριστό πεύκης.

Μία άλλη ακανονιστία που παρατηρείται είναι όταν ο κορμός έχει δύο ή περισσότερες εντεριώνες, και ονομάζεται **διπυρήνωση** ή **πολυπυρήνωση** (Σχ. 42). Αυτή προκαλείται από την ενσωμάτωση κλαδιών μέσα στον κορμό και από τη φύτευση δύο φυταρίων στον ίδιο λάκκο, οπότε πάλι τα φυτά σιγά σιγά ενσωματώνονται.



ΣΧΗΜΑ 42. Διπυρήνωση

Η έκκεντρη τοποθέτηση της εντεριώνης εμφανίζεται στην απόκλιση από την τυπική κυκλική διατομή και δημιουργεί προς την μία πλευρά στενότερους ετήσιους δακτυλίους. Το σφάλμα αυτό προέρχεται από απόκλιση του κορμού από την κατακόρυφη θέση, καθώς και από την μονόπλευρη ανάπτυξη της κόμης. Η παρουσία αυτής πολλές φορές συνοδεύεται με ξύλο ανώμαλης δομής και αποκλίσεις από την ευθυΐνια.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ 9^{ου} Κεφαλαίου

1. Να εξηγήσετε τι εννοούμε με τον όρο ‘σφάλματα’ του ξύλου και να αναφέρετε τις βασικές κατηγορίες τους.
2. Να σχεδιάσετε τουλάχιστον τα κύρια είδη σφαλμάτων του ξύλου και να παραθέσετε τις αιτίες δημιουργίας τους.
3. Πως σχηματίζονται οι ρόζοι, ποιες είναι οι κατηγορίες τους και ποιες οι συνέπειες τους.
4. Να σχεδιάσετε ένα κορμό ξύλου με στρεψοϊνία και να εξηγήσετε γιατί θεωρείται αυτή σφάλμα. Τι προκαλεί.
5. Τι προκαλούν οι ραγάδες στο ξύλο;
 - α) τη δημιουργία ρητινοθηλάκων
 - β) τη δημιουργία στρεβλώσεων
 - γ) τη μείωση μηχανικών αντοχών
 - δ) τη δημιουργία της στρεψοϊνίας
6. Τι προκαλούν οι ρόζοι στο ξύλο;
 - α) την κοπή των ινών του ξύλου
 - β) τη δημιουργία ραγάδων
 - γ) τη μείωση της ποιότητας του ξύλου
 - δ) τη δημιουργία της στρεψοϊνίας
7. Τι είναι οι μεταχρωματισμοί του ξύλου και ποιοι είναι οι σπουδαιότεροι που προκαλούνται στα ελληνικά ξύλα.
8. Τι γνωρίζετε για την κυάνωση και πως προκαλείται.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. **Κακαράς Ι.** (2000). Δομή & Ιδιότητες του Ξύλου. Μέρος Α – Στοιχεία δομής του ξύλου. Σημειώσεις Τμήματος Σχεδιασμού & Τεχνολογίας Ξύλου-Επίπλου, Καρδίτσα (Τ.Ε.Ι. Λάρισας).
2. **Μαντάνης Γ.** (1999). Επιστήμη του Ξύλου. Μέρος Ι. Δομή του ξύλου & Μέρος ΙΙ. Ιδιότητες του ξύλου (αδημοσίευτη).
3. **Φιλίππου Ι.** (1986). Χημική Τεχνολογία του Ξύλου. Εκδόσεις Γιαχούδη-Γιαπούλη, Θεσσαλονίκη.
4. **Τσουμής Γ.** (1983). Επιστήμη του Ξύλου. Τόμος Α – Δομή και Ιδιότητες. Υπηρεσία Δημοσιευμάτων, Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη.
5. **Tsoumis G.** (1968). Wood as Raw Material. Pergamon Press. New York.

