



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 ΕΥΛΟΥ

ΜΕΡΟΣ Ι. ΔΟΜΗ

ΔΥΜΕΝΕΣ ΑΣΚΗΣΕΙΣ

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

ΚΑΡΔΙΤΣΑ 2003

ΑΣΚΗΣΕΙΣ 1^ο Κεφαλαίου

1. Από τι αποτελείται μικροσκοπικά το ξύλο και ποια είναι τα συστατικά του.
2. Να περιγράψετε τις βασικές τομές του ξύλου.
3. Τι είναι οι αυξητικοί δακτύλιοι και τι γνωρίζετε για αυτούς.
4. Τι είναι το πρώιμο και το όψιμο ξύλο.
5. Να παραθέσετε τις κατηγορίες ξύλου πλατυφύλλων και τις διαφορές τους.

Απαντήσεις

1. Από άποψη δομής, το ξύλο είναι ένα υλικό που συγκροτείται από ιστούς ξυλωδών κυττάρων. Από χημικής άποψης, το ξύλο αποτελείται από τρεις περίπλοκες πολυμερείς ενώσεις (δομικά συστατικά) την κυτταρίνη, τη λιγνίνη και τις ημικυτταρίνες. Περιέχει επίσης και εκχυλίσματα.
2. Οι τρεις βασικές τομές του ξύλου είναι: εγκάρσια, ακτινική και εφαπτομενική τομή. Η εγκάρσια τομή τέμνει κάθετα τον κύριο άξονα του κορμού. Η ακτινική τομή διέρχεται από το κέντρο του κορμού. Η εφαπτομενική τομή είναι τμήμα τομής παράλληλης προς τον κατά μήκος άξονα του κορμού. Η εφαπτομενική και η ακτινική τομή είναι κατά μήκος τομές.
3. Στο ξύλο είναι χαρακτηριστική η παρουσία ομόκεντρων στρώσεων που ονομάζονται αυξητικοί δακτύλιοι. Η παρουσία τους οφείλεται στο μηχανισμό αύξησης των δένδρων. Τα δένδρα αυξάνουν με απόθεση μανδύων ξύλου. Σε κάθε αυξητική περίοδο (έτος) αποτίθεται και ένας μανδύας. Ορισμένες φορές λόγω εναλλαγής των καιρικών συνθηκών στην ίδια αυξητική περίοδο είναι δυνατό να σχηματισθούν περισσότεροι του ενός μανδύες. Μετρώντας τον αριθμό των κανονικών αυξητικών δακτυλίων στη βάση ενός δένδρου είναι δυνατό να εκτιμήσουμε την ηλικία του δένδρου.
4. Μέσα σε κάθε αυξητικό δακτύλιο, το ξύλο που παράγεται στην αρχή της αυξητικής περιόδου, δηλαδή την άνοιξη, ονομάζεται πρώιμο ξύλο. Το ξύλο που παράγεται το καλοκαίρι ονομάζεται όψιμο ξύλο. Στα περισσότερα είδη υπάρχουν διαφορές μεταξύ του πρώιμου και του όψιμου ξύλου ως προς την πυκνότητα, το χρώμα και άλλα μικροσκοπικά χαρακτηριστικά.
5. Στα ξύλα πλατυφύλλων είναι χαρακτηριστική η παρουσία μικρών οπών στην εγκάρσια επιφάνεια που λέγονται πόροι. Με βάση το μέγεθος και τη διάταξη των πόρων εντός του αυξητικού δακτυλίου, τα πλατύφυλλα ξύλα χωρίζονται σε *δακτυλιόπορα* και *διασπορόπορα*. Στα δακτυλιόπορα, οι πόροι στο πρώιμο ξύλο είναι πολύ μεγάλοι και διατάσσονται σε μορφή δακτυλίου. Στα διασπορόπορα, οι πόροι έχουν περίπου ίδιο μέγεθος και είναι ομοιόμορφα διάσπαρτοι μέσα στον αυξητικό δακτύλιο. Υπάρχει και μία τρίτη κατηγορία στα πλατύφυλλα, τα *ημιδιασπορόπορα*, που έχουν πόρους ανομοιόμορφου μεγέθους και διάταξης.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ 2^ο Κεφαλαίου

1. Να ορίσετε τι σημαίνει ο όρος φυσικά χαρακτηριστικά του ξύλου.
2. Τι γνωρίζετε για την οσμή του ξύλου.
3. Να αναλύσετε το χρώμα του ξύλου.
4. Περιγράψτε τη σκληρότητα του ξύλου.
5. Με κριτήριο το βάρος, πως θα ξεχωρίζατε τα ελληνικά είδη ξύλου.

Απαντήσεις

1. Στην περιγραφή του ξύλου μας βοηθούν τα φυσικά χαρακτηριστικά, δηλαδή τα χαρακτηριστικά που γίνονται 'ορατά' με τις αισθήσεις μας (όραση, αφή, οσμή), όπως είναι π.χ. το χρώμα, η οσμή, η γεύση, η υφή, η σχεδίαση, η στιλπνότητα, η σκληρότητα και το βάρος.
2. Η οσμή οφείλεται στα εκχυλίσματα που βρίσκονται κυρίως στο εγκάρδιο ξύλο. Χαρακτηριστική είναι η αρωματική οσμή του κυπαρισσιού και του κέδρου, καθώς και η ρητινώδης οσμή του πεύκου (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.
3. Το χρώμα του ξύλου οφείλεται σε οργανικές ουσίες που υπάρχουν μέσα στο ξύλο σε ορισμένους χώρους. 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 (λευκή) 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. Τεχνητή μεταβολή του χρώματος του ξύλου μπορεί να πραγματοποιηθεί με διάφορους τρόπους, όπως λ.χ. με άτμιση.
4. 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.
5. Τα ελληνικά είδη ξύλου έχουν βάρος που κυμαίνεται από 0,30 μέχρι 0,90 g/cm³ (σε ξηρή πυκνότητα) σε υγρασία 12% περίπου. Το βάρος είναι ιδιότητα που είναι μετρήσιμη ως πυκνότητα και δείχνει την ποσότητα της ξυλώδους μάζας (ύλης) που περικλείεται στη μονάδα του όγκου. Γενικά, από όλα τα είδη ξύλου παγκοσμίως, το ελαφρύτερο ξύλο είναι το μάλσα με πυκνότητα 0,08-0,10 g/cm³ και το βαρύτερο είναι ένα είδος εβένου με πυκνότητα 1,20-1,30 g/cm³, δηλαδή είναι βαρύτερο του νερού.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ 3^ο Κεφαλαίου

1. Να εξηγήσετε τα βασικά μέρη ενός ξυλώδους κυττάρου.
2. Ποια είναι τα κυτταρικά τοιχώματα του ξύλου.
3. Ποια είναι τα είδη των βοθρίων του ξύλου και τι γνωρίζετε για αυτά.
4. Να περιγράψετε και να εξηγήσετε συνοπτικά τα βασικά ανατομικά στοιχεία του ξύλου κωνοφόρων.
5. Να περιγράψετε και να εξηγήσετε συνοπτικά τα βασικά ανατομικά στοιχεία του ξύλου πλατυφύλλων.

Απαντήσεις

1. Το ξύλο στο μικροσκόπιο αποτελείται από μικρές μονάδες που ονομάζονται κύτταρα. Τα κύτταρα από τα οποία δομείται το ξύλο λέγονται ξυλώδη κύτταρα. Σε κάθε κύτταρο διακρίνεται η κυτταρική κοιλότητα και το κυτταρικό τοίχωμα. Τα κύτταρα συνδέονται μεταξύ τους με τη μεσοκυττάρια στρώση.
2. 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.
3. 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. Ανάλογα με τη μορφή της κοιλότητας, τα βοθρία διακρίνονται σε απλά βοθρία, αλωφόρα βοθρία και ημιαλωφόρα βοθρία. Στα απλά, η κοιλότητα έχει σταθερό άνοιγμα, ενώ στα αλωφόρα η κοιλότητα γίνεται στενότερη προς το στόμιο έχοντας έτσι το σχήμα χοάνης.
4. Τα ανατομικά στοιχεία του ξύλου των κωνοφόρων είναι: οι τραχεΐδες, τα παρεγχυματικά κύτταρα και οι ρητινοφόροι αγωγοί.

Οι τραχεΐδες διακρίνονται σε αξονικές και ακτινικές τραχεΐδες. Οι αξονικές τραχεΐδες είναι κύτταρα εξειδικευμένα στη μεταφορά νερού και διαλυτών αλάτων και διατάσσονται παράλληλα προς τον κατά μήκος άξονα του κορμού. Είναι κύτταρα ινόμορφα και επιμήκη και αποτελούν το 90% και περισσότερο του ξύλου των κωνοφόρων. Το μήκος τους κυμαίνεται από 2 mm μέχρι 5 mm. Από λειτουργικής άποψης, οι αξονικές τραχεΐδες στα ζωντανά δένδρα είναι αγωγά αλλά και στερεωτικά στοιχεία.

Τα παρεγχυματικά κύτταρα συγκροτούν το παρέγχυμα, που ανάλογα με την κατεύθυνσή του ως προς τον άξονα του κορμού διακρίνεται σε αξονικό και ακτινικό. Τα κύτταρα αυτά είναι πολύ μικρά σε σχέση με τις τραχεΐδες και έχουν σχήμα ορθογώνιου παραλληλεπίπεδου. Τα παρεγχυματικά κύτταρα χρησιμεύουν για την αποθήκευση διαφόρων ουσιών (άμυλο, λίπη, ελαιιορητίνες, ταννίνες) και έχουν συνεπώς αποθηκευτικό ρόλο.

Οι ρητινοφόροι αγωγοί είναι μεσοκυττάριοι αγωγοί που βρίσκονται μεταξύ των κυττάρων του ξύλου σε ορισμένα κωνοφόρα (πεύκα, ερυθρελάτη) και

περιβάλλονται από παρεγγυματικά κύτταρα που εκκρίνουν ρητίνη (=ρετσίνι). Οι ρητινοφόροι αγωγοί είναι αγωγά στοιχεία που μεταφέρουν ρητίνη.

5. Τα ανατομικά στοιχεία του ξύλου των πλατυφύλλων είναι: τα μέλη αγγείων, οι ίνες και τα παρεγγυματικά κύτταρα.

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). Τα μέλη αγγείων συνήθως έχουν μήκος 0,2-1,5 mm. Από λειτουργικής άποψης, τα μέλη αγγείων των πλατυφύλλων είναι κύτταρα που έχουν αγωγική λειτουργία.

Οι ίνες είναι κύτταρα στενά, επιμήκη και με κλειστά άκρα. Μοιάζουν με τις αξονικές τραχείδες του όψιμου ξύλου των κωνοφόρων. Οι ίνες αποτελούν το 50% και περισσότερο του ξύλου των πλατυφύλλων και συγκροτούν κυρίως στερεωτικούς ιστούς. Οι διαστάσεις τους είναι, μήκος 1–2 mm.

Τα παρεγγυματικά κύτταρα έχουν γενικά χαρακτηριστικά τους παρόμοια με αυτά των κωνοφόρων. Ο ρόλος τους είναι αποθηκευτικός.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ 4^ο 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.

Απαντήσεις

1. Ως υπομικροσκοπική δομή του ξύλου ορίζεται η δομή του εκείνη που μπορεί να μελετηθεί με μέσα που μπορούν να ανιχνεύσουν σε επίπεδο πολύ μικρότερο του απλού μικροσκοπίου.
2. Τα σύγχρονα μέσα που χρησιμοποιούνται είναι το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο, οι ακτίνες X και το πολωτικό μικροσκόπιο.
3. Το πολωτικό μικροσκόπιο έχει αποκαλύψει ότι τα κυτταρικά τοιχώματα του ξύλου αποτελούνται από πολύ μικρότερες δομικές μονάδες με μορφή κυλινδρικών νημάτων διαμέτρου 100-300Å. Οι δομικές αυτές μονάδες ονομάζονται μικροϊνίδια και βρίσκονται στο πρωτογενές και στο δευτερογενές τοίχωμα των κυττάρων.
4. Η διάταξη των μικροϊνιδίων στο δευτερογενές τοίχωμα του ξύλου γίνεται σε τρεις στρώσεις, τις S₁, S₂, και S₃. Στις στρώσεις S₁ και S₃, τα μικροϊνίδια διατάσσονται κάθετα περίπου προς τον κατά μήκος άξονα του κυττάρου. Στη στρώση S₂, η διάταξη αυτών είναι περίπου παράλληλη. Η S₂ στρώση αποτελεί περίπου το 70-80% του δευτερογενούς κυτταρικού τοιχώματος. Συγκροτείται από 30-150 υποστρώσεις μικροϊνιδίων. Οι S₁ και S₃ στρώσεις είναι λεπτές και με αραιή διάταξη των μικροϊνιδίων σε 1-6 υποστρώσεις.
5. Το δευτερογενές τοίχωμα είναι το κύριο τοίχωμα του ξύλου. Οι τρεις στρώσεις του αποτελούν περισσότερο από το 90% του πάχους του κυτταρικού τοιχώματος των ξυλωδών κυττάρων.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ 5^ο Κεφαλαίου

1. Ποια είναι τα κύρια συστατικά του ξύλου.
2. Αναλύστε τι γνωρίζετε για την κυτταρίνη και το ρόλο της στο ξύλο.
3. Τι γνωρίζετε για τις ημικυτταρίνες.
4. Αναλύστε τι γνωρίζετε για τη λιγνίνη και τη σημασία που παίζει στο ξύλο.
5. Συνοπτικά εξηγήστε πως επιδρούν τα συστατικά του ξύλου στις ιδιότητές του.

Απαντήσεις

1. Τα κύρια συστατικά του ξύλου είναι τα ακόλουθα: τα δομικά συστατικά που δομούν το ξύλο η κυτταρίνη, οι ημικυτταρίνες και η λιγνίνη, ενώ τα μη δομικά συστατικά του είναι συνοδές ουσίες (εκχυλίσματα).
2. Κυτταρίνη είναι η σπουδαιότερη και αφθονότερη οργανική ουσία που βρίσκεται στη φύση. Αποτελεί το σπουδαιότερο συστατικό των κυτταρικών τοιχωμάτων του ξύλου. Βρίσκεται στο ξύλο σε ποσοστό 40-50%. Η κυτταρίνη είναι πολυσακχαρίτης που η στοιχειώδης μονάδα δόμησης των μακρομορίων της είναι η 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 είναι περίπου 12.000-15.000.
3. 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. 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.
4. Η λιγνίνη είναι ουσία αρωματική 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. 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. Η λιγνίνη συγκεντρώνεται κυρίως στη μεσοκυττάρια στρώση, συγκρατεί τα μικροϊνίδια και βελτιώνει την αντοχή τους σε θλίψη. Η λιγνίνη είναι αδιάλυτη στους γνωστούς διαλύτες και δεν υδρολύεται.
5. *Κυτταρίνη:* σε αυτήν 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. *Λιγνίνη:* Η υψηλή αντοχή του ξύλου σε θλίψη και η ελαστικότητά του οφείλονται στην ύπαρξη της λιγνίνης στη μεσοκυττάρια στρώση. Η λιγνίνη μαζί με τις ημικυτταρίνες συνδέουν τα ξυλώδη κύτταρα μεταξύ τους. *Ημικυτταρίνες:* Το ξύλο προσλαμβάνει

υδρατμούς από την ατμόσφαιρα, διότι τα ελεύθερα υδροξύλια των ημικυτταρινών είναι εξαιρετικά υδρόφιλα. *Εκχυλίσματα*: αυτά επηρεάζουν το χρώμα, την οσμή και την ανθεκτικότητα του ξύλου σε προσβολές από βακτήρια, μύκητες και έντομα. Αρνητικά επηρεάζουν την παραγωγή χαρτοπολτού από το ξύλο (ειδικά τα κωνοφόρα ξύλα).

ΑΣΚΗΣΕΙΣ 6^ο Κεφαλαίου

1. Περιγράψτε με δικά σας λόγια τι σημαίνει μεταβλητότητα δομής του ξύλου.
2. Σε ποιους παράγοντες οφείλεται η μεταβλητότητα δομής ξύλου μεταξύ δένδρων του ίδιου είδους.
3. Τι σημαίνει οριζόντια μεταβλητότητα δομής.
4. Τι γνωρίζετε για τα στάδια εξέλιξης του ξύλου.
5. Περιγράψτε αναλυτικά ποιες μεταβολές γίνονται στο ξύλο κατά το σχηματισμό του εγκάρδιου ξύλου.

Απαντήσεις

1. Μεταβλητότητα δομής είναι όταν 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 γενικά είναι η ηλικία του καμβίου και η επίδραση παραγόντων του περιβάλλοντος, όπως λ.χ. φως, θερμοκρασία, υγρασία και άνεμος.
2. 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.
3. 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. Επίσης λαμβάνουν χώρα μεταβολές κατά τη μετατροπή του σομού ξύλου σε εγκάρδιο ξύλο.
4. Διακρίνονται τρία στάδια εξέλιξης: (α) Ανώριμο στάδιο το οποίο ενδεικτικά διαρκεί 20 και πλέον χρόνια, (β) Ώριμο στάδιο κατά το οποίο παράγεται ώριμο ξύλο τυπικής δομής, η έναρξη παραγωγής του οποίου για πολλά είδη συμπίπτει με την αρχή σχηματισμού του εγκάρδιου ξύλου και (γ) Υπερώριμο στάδιο που αρχίζει σε πολύ μεγάλη ηλικία και χαρακτηρίζεται από ξύλο με πολύ στενούς ετήσιους δακτυλίους, λίγο όψιμο ξύλο, κύτταρα μικρότερα με λεπτά τοιχώματα, λιγότερη κυτταρίνη και περισσότερη λιγνίνη.
5. Ο σχηματισμός του εγκάρδιου ξύλου συνοδεύεται από σειρά μεταβολών που επηρεάζουν σημαντικά την εμφάνιση και τις ιδιότητες του ξύλου. 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. Γενικά, το εγκάρδιο ξύλο δεν συμμετέχει στη διακίνηση και την αποθήκευση τροφών.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ 7^ο Κεφαλαίου

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

Απαντήσεις

1. Η αύξηση του κορμού στο δένδρο γίνεται προς δύο κατευθύνσεις: την καθ' ύψος και την 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 που βρίσκονται στις κορυφές των βλαστών και των ριζών. Η κατά διάμετρο ή δευτερογενής αύξηση οφείλεται στη δραστηριότητα δευτερογενών μεριστωμάτων και κυρίως στη δράση του καμβίου.
2. 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 μανδύας δευτερογενών μεριστωματικών κυττάρων που βρίσκεται μεταξύ του σομού 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 διαιρέσεις των κυττάρων του καμβίου παράγονται τα μητρικά κύτταρα του ξύλου και του φλοιού που στη συνέχεια διαιρούνται ξανά. 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 διαιρείται ξανά. 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.
3. Τα στάδια αυτά είναι τα ακόλουθα: *Στάδιο παραγωγής*: Στο στάδιο αυτό λαμβάνει χώρα η πρώτη διαίρεση των κυττάρων του καμβίου για παραγωγή κυττάρων ξύλου ή φλοιού. *Στάδιο μεγέθυνσης*: Τα κύτταρα αυξάνουν σε όλες τις διαστάσεις μέχρι να φθάσουν το τελικό σχήμα και μέγεθος. Παρατηρείται γενικά μεγάλη διακύμανση στο μέγεθος και σχήμα των κυττάρων του ώριμου ξύλου που λαμβάνεται από τον ίδιο τύπο καμβιακού κυττάρου. Κατά το 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. *Στάδιο απόθεσης δευτερογενούς τοιχώματος* – *Στάδιο λιγνοποίησης*: Μετά το στάδιο της μεγέθυνσης, λαμβάνει χώρα η απόθεση του δευτερογενούς τοιχώματος, το πάχος του οποίου εξαρτάται από τον τύπο του κυττάρου, την εποχή παραγωγής του (πρώιμο ή όψιμο ξύλο), το είδος του δένδρου και άλλους παράγοντες. 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. Κατά το στάδιο αυτό (στάδιο λιγνοποίησης), που είναι το τελευταίο στάδιο διαφοροποίησης των κυττάρων του ξύλου, λαμβάνει χώρα απόθεση λιγνίνης στα κυτταρικά τοιχώματα. Η λιγνοποίηση είναι μέρος του μηχανισμού που περιορίζει την αύξηση του κυττάρου.

4. Η καμβιακή δραστηριότητα αρχίζει την άνοιξη και εκδηλώνεται με την έναρξη των διαιρέσεων των καμβιακών κυττάρων. Η ενεργοποίηση αυτή του καμβίου λαμβάνει χώρα εφόσον 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, τις αυξίνες. Η δραστηριότητά του κορυφώνεται το καλοκαίρι. Ο χρόνος που η αύξηση σταματάει είναι το φθινόπωρο. Αυτό φαίνεται να σχετίζεται με τη σταθερή ελάττωση της διάρκειας της ημέρας εκείνη την εποχή. Το χειμώνα το κάμβιο είναι σαν να πέφτει σε χειμερία νάρκη και δεν λειτουργεί καθόλου.
5. 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 δακτυλίους. 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.

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 πλατύφυλλων.
5. Ποιος είναι ο γνωστότερος τύπος φλοιού στον κόσμο, αφού χρησιμοποιείται σε πολλές εφαρμογές.

Απαντήσεις

1. Ο φλοιός από τα μέσα προς τα έξω αποτελείται από: (α) το δευτερογενή φλοιό, (β) το φλοίομα, (γ) το περίδερμα και (δ) την επιδερμίδα.
2. Ναι, διαφέρουν μορφολογικά. 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. Το περίδερμα σχηματίζεται για να προστατεύσει την επιδερμίδα, η οποία διαρρηγνύεται 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. Σε δένδρα μεγάλης ηλικίας ο φλοιός αποτελείται από δευτερογενή φλοιό και περίδερμα γιατί έχουν ήδη πέσει οι υπόλοιποι ιστοί.
3. Τα κύτταρα του φλοιού των κωνοφόρων παρουσιάζουν ορισμένες ομοιότητες με τα κύτταρα του ξύλου. Διακρίνονται σε ηθμώδη, παρεγχυματικά και λευκοματώδη κύτταρα. Σε ορισμένα είδη υπάρχουν και ίνες. Τα ηθμώδη κύτταρα είναι αντίστοιχα των αξονικών τραχειϊδων 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 λευκοματώδη κύτταρα βρίσκονται πάντα σε επαφή με τα ηθμώδη κύτταρα. Είναι κύτταρα παρεγχυματικής φύσης και έχουν αντίστοιχη λειτουργία και ρόλο. Τα λευκοματώδη κύτταρα διακρίνονται σε αξονικά και ακτινικά. Στο φλοιό των κωνοφόρων υπάρχουν και ρητινοφόροι αγωγοί.
4. Στο φλοιό των πλατυφύλλων υπάρχουν οι ηθμώδεις σωλήνες, τα συνοδά κύτταρα, οι ίνες και τα 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. 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.
5. Ο γνωστότερος φλοιός απαντάται στη φελλοδρύ (είδος δρυός *Quercus suber*), όπου το μεγάλο πάχος φέλλωμα είναι ο κοινός φελλός του εμπορίου.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ 9^ο Κεφαλαίου

1. Να εξηγήσετε τι εννοούμε με τον όρο 'σφάλματα' του ξύλου και να αναφέρετε τις βασικές κατηγορίες τους.
2. Τι γνωρίζετε για τα σφάλματα ανώμαλης δομής.
3. Τι είναι η στρεψοϊνία και ποιες είναι οι συνέπειες της.
4. Τι είναι οι μεταχρωματισμοί του ξύλου και ποιοι είναι οι σπουδαιότεροι που προκαλούνται στα ελληνικά ξύλα.
5. Τι γνωρίζετε για τους ρόζους.

Απαντήσεις

1. Κάθε απόκλιση από την κανονική δομή του ξύλου που ταυτόχρονα υποβαθμίζει και την αξία χρήσης του θεωρείται ως σφάλμα δομής του ξύλου. Οι βασικές κατηγορίες σφαλμάτων είναι ξύλο ανώμαλης δομής, στρεψοϊνία, ραγάδες, μεταχρωματισμοί και ρόζοι.
2. Ξύλο ανώμαλης δομής είναι το θλιψιγενές ξύλο και το εφελκυσμογενές ξύλο. Μπορεί να δημιουργείται στον κορμό όταν αυτός αποκλίνει από την τυπική κατακόρυφη θέση. Τα αίτια που δημιουργούν το ξύλο ανώμαλης δομής δεν είναι ακριβώς γνωστά.
Το θλιψιγενές ξύλο δημιουργείται στα κωνοφόρα ξύλα. Παρουσιάζεται συνήθως στην κοίλη πλευρά του υπό κλίση κορμού ή κλαδιού, όπου αναπτύσσονται τάσεις θλίψης. Το θλιψιγενές ξύλο παρουσιάζει τα εξής χαρακτηριστικά σε σύγκριση με το κανονικό ξύλο: (α) έχει χρώμα ερυθρωπό, δηλαδή είναι σκοτεινότερο του ξύλου που το περιβάλλει, (β) έχει μεγαλύτερη πυκνότητα και μικρότερη μηχανική αντοχή, και (γ) είναι πιθανό να προκαλέσει απότομη θραύση πριστού ξύλου σε κατασκευές υπό φόρτιση. Το εφελκυσμογενές ξύλο συναντάται κυρίως στα πλατύφυλλα ξύλα.
Το εφελκυσμογενές ξύλο παρουσιάζεται συνήθως στην κυρτή πλευρά του υπό κλίση κορμού, όπου αναπτύσσονται τάσεις εφελκυσμού. Έχει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά σε σχέση με το κανονικό ξύλο: (α) έχει χρώμα ανοικτότερο του ξύλου που το περιβάλλει και δίνει την εντύπωση στιλβωμένης επιφάνειας, (β) έχει μεγαλύτερη πυκνότητα, (γ) η μηχανική αντοχή του είναι άλλοτε μικρότερη και άλλοτε μεγαλύτερη του κανονικού ξύλου και (δ) η κατεργασία του με μηχανήματα και η είσοδος καρφιών είναι δύσκολη και η εμφάνιση της πριστής επιφάνειας είναι τραχεία.
3. Η στρεψοϊνία είναι ένα σημαντικό σφάλμα του ξύλου κατά το οποίο οι ίνες του αντί της κανονικής κατακόρυφης διάταξης ακολουθούν μία σπειροειδή διάταξη γύρω από τον άξονα του κορμού. Στον αποφλοιωμένο κορμό διακρίνονται από τη δημιουργία σπειροειδών ραγαδώσεων. Συνέπειες της στρεψοϊνίας είναι ότι ελαττώνει πολύ τη μηχανική αντοχή του ξύλου και προκαλεί ραγάδωση και στρέβλωση. Η ακριβής αιτία που προκαλεί τη στρεψοϊνία δεν είναι σήμερα γνωστή. Η κληρονομικότητα πρέπει να παίζει σημαντικό ρόλο. Η αιτία της στρεψοϊνίας έχει αποδοθεί επίσης στην στροφική δράση των ανέμων, στην περιστροφή της γης και στην κίνηση του ήλιου.
4. Κάθε αλλαγή του φυσιολογικού χρώματος του ξύλου των ζωντανών δέντρων θεωρείται σαν χρωματική ανωμαλία ή μεταχρωματισμός. 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. Μεταχρωματισμός του κεντρικού τμήματος κορμών ζωντανών δένδρων, όπως λ.χ. λεύκης 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 ξήρανσή του. Τα αίτια δημιουργίας του υγρού εγκάρδιου δεν έχουν ακόμα εξακριβωθεί. Άλλη περίπτωση χρωματισμού εγκάρδιου είναι το *ορφνό εγκάρδιο* του φράξου. Παράγοντες που ευνοούν το σχηματισμό του είναι η υψηλή υγρασία εδάφους και πιθανά τραύματα στο φλοιό. 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. 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 (23-30⁰C). Το προσβλημένο ξύλο γίνεται κυανότεφρο 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 μόνο φτηνή ξυλεία.

5. Σφάλματα δομής του ξύλου είναι και οι ρόζοι, όπου κατά την κατά πάχος αύξηση του κορμού, τα κατώτερα τμήματα των κλαδιών εγκλείονται (κλείνονται μέσα) στον κορμό και τους δημιουργούν. Οι ρόζοι διακρίνονται σε χλωρούς ρόζους που αυξάνονται με τον κορμό και σε ξερούς ρόζους που περιέχονται μέσα στον κορμό σαν ξένα σώματα. 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.