

Κυτταρικό τοίχωμα



σύνθετο υλικό

- περιβάλλει κάθε φυτικό κύτταρο
- συνδέει τα κύτταρα μεταξύ τους
- δημιουργεί κυτταρικό ιστό με συγκεκριμένη λειτουργία

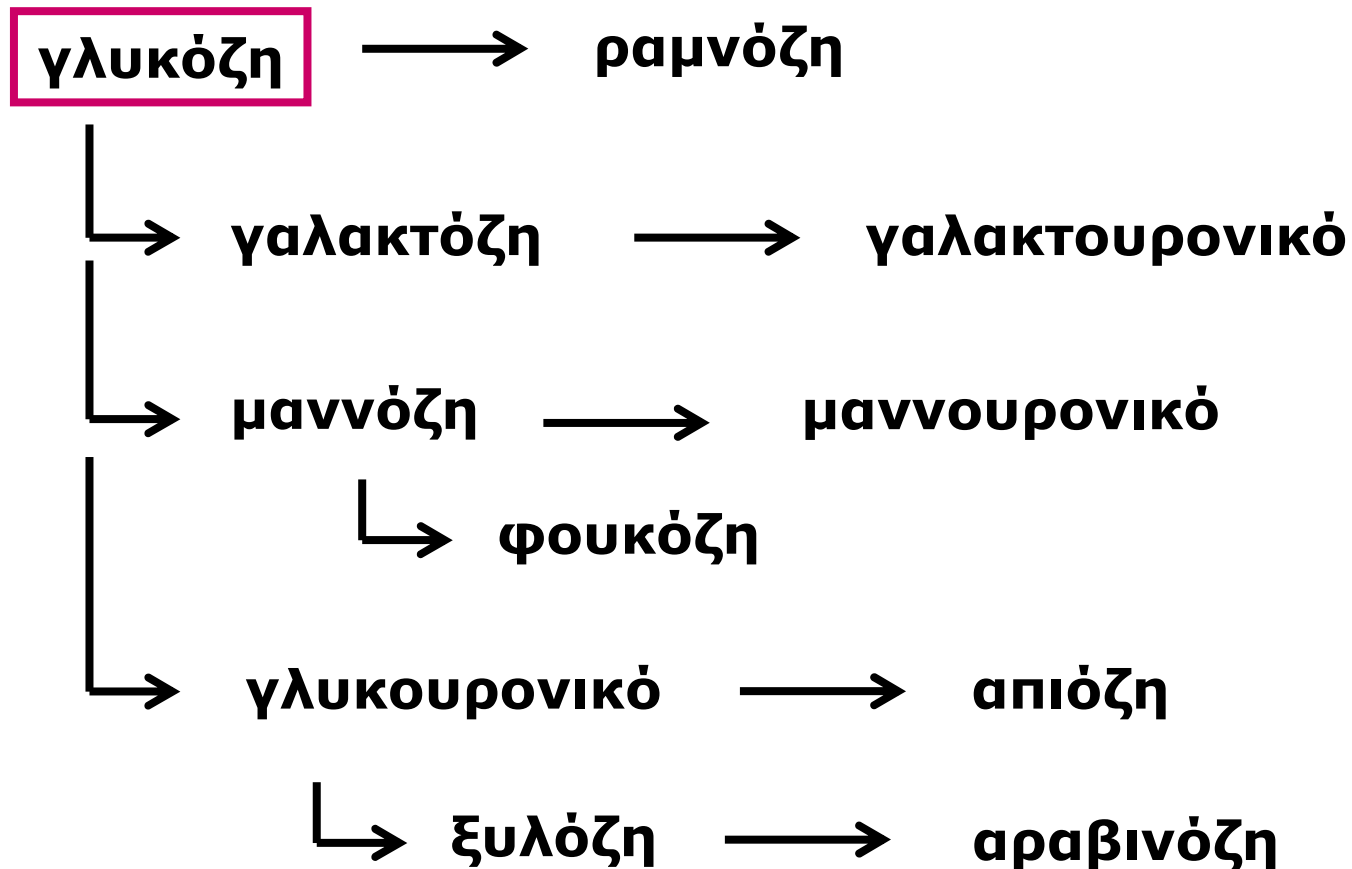
ανθεκτικό υλικό

- ρυθμίζει τον κυτταρικό όγκο
- παρέχει μηχανική αντοχή στη φυτική δομή

πλέγμα πολυσακχαριτών & άλλων υλικών

Η φύση & η σύνδεση των δομικών μονάδων καθορίζει τις ιδιότητες του πλέγματος και κατ'έπείκταση του ιστού

Τα δομικά σάκχαρα των πολυσακχαριτών του ΚΤ & η ιεράρχηση της παραγωγής τους



Κυτταρίνη

$\beta(1,4)$ -D-γλυκάνη

↳ γραμμικό πολυμερές της β -D-γλυκόζης

- υλικό χημικά σταθερό
- με υψηλή μηχανική αντοχή
- δέσμη (παράλληλη διάταξη) 20-40 πολυμερών

↳ ινίδιο

Το ινίδιο περιλαμβάνει → **κρυσταλλικές** περιοχές
↳ **διαδεχόμενες** από **άμορφες** περιοχές

συντίθεται στην κυτταροπλασματική μεμβράνη
από την πλευρά του κυτταροπλάσματος

παραγωγικό σύμπλεγμα κυτταρίνης

- ↳
- συνθάσες κυτταρίνης
διευθετημένες σε ροζέτα
στην κυτταροπλασματική μεμβράνη
 - συνεργάζονται με συνθάσες σακχαρόζης

Πηκτίνες

ετερογενής ομάδα πολυσακχαριτών

δομικές μονάδες →

- γαλακτουρονικό οξύ
- ραμνόζη
- γαλακτόζη
- αραβινόζη

ομογαλακτουρονάνη (ή πολυ-γαλακτουρονικό οξύ)

ομοπολυμερές α(1,4)-D-γαλακτουρονικού οξέος

με καρβοξύλια → μεθυλιωμένα

└→ γεφυρωμένα με ιόν ασβεστίου

ραμνογαλακτουρονάνη

ετεροπολυμερές με

- ↳ γραμμικό τμήμα
ραμνόζης + γαλακτουρονικού
- ↳ διακλαδώσεις (ή πλευρικές αλυσίδες)
αραβινόζης + γαλακτόζης

αραβινάνη → ομοπολυμερές αραβινόζης

γαλακτάνη → ομοπολυμερές γαλακτόζης

αραβινο-γαλακτάνη → ετεροπολυμερές
αραβινόζης + γαλακτόζης

διασυνδέονται
με φερουλικό → σύνδεσμος
πηκτίνης - λιγνίνης

μεθυλιωμένες πηκτίνες = τροποποιημένες πηκτίνες
(ή εστεροποιημένες πηκτίνες)

└→ ρόλος:

- η εστεροποίηση καλύπτει το φορτίο της καρβοξυλικής ομάδας
- αποφεύγεται η συμπλοκοποίηση του ασβεστίου
- μειώνεται η ικανότητα σχηματισμού πήγματος

Μεσοτοίχιο = πηκτίνη

- **πολύ υδρόφιλο υλικό**
- **φέρει αρνητικά φορτία που διασυνδέονται με Ca^{2+}**

**είναι ο αποπλασματικός χώρος
(λέγεται και ελεύθερος χώρος Donnan)**

ημικυτταρίνες

διασυνδεδεμένες σακχαράνες

↳ πολυσακχαρίτες του κυτταρικού τοιχώματος που διασυνδέουν τα ινίδια κυτταρίνης

ετερογενής ομάδα υλικών με ισχυρή προσάρτηση στο κυτταρικό τοίχωμα

ξυλογλυκάνη → γραμμικός σκελετός β(1,4)-D-γλυκόζης

↳ κοντές πλευρικές αλυσίδες ξυλόξης + γαλακτόξης + τερματικής φουκόξης

γλυκουρονο-αραβινο-ξυλάνη

↳ ετερο-πολυμερές
γλυκουρονικού οξέος +
αραβινόζης + ξυλόζης

γλυκομαννάνη

↳ ετερο-πολυμερές
γλυκόζης + μαννόζης

δομικές μονάδες κυτταρικού τοιχώματος

πρωτεΐνες αραβινο-γαλακτάνης AGPs

↳ πολύ σακχαρυλιωμένες
90% του μορίου είναι σάκχαρα

βρίσκονται στο κυτταρικό τοίχωμα
σχετίζονται με την κυτταροπλασματική μεμβράνη

HRGP: γλυκοπρωτεΐνη πλούσια σε υδροξυ-προλίνη

GRP: γλυκοπρωτεΐνη πλούσια σε γλυκίνη

PRP: γλυκοπρωτεΐνη πλούσια σε προλίνη

εκτατίνη (εξτενσίνη)

↳ **χαλαρώνει το κυτταρικό τοίχωμα
για να παρεμβληθεί νέο
και να επεκταθεί το κύτταρο**

Λειτουργίες δομικών πρωτεϊνών ΚΤ

- ρόλος στη συγκόλληση των κυττάρων
- ρόλος σήματος κατά τη διαφοροποίηση του κυττάρου
- συνοδευτικό/προστατευτικό πολυμερές τσαπερόνιο μέσα στα απεκκριτικά οχήματα
 - ↳ μείωση της αυτόματης διασύνδεσης των νεοπαραχθέντων πολυσακχαριτών μέχρι να αποτεθούν στο ΚΤ
- ρόλος ως ενζύμων υδρόλυσης, τροποποίησης του ΚΤ
- αμυντικά μόρια κατά τον τραυματισμό ή την επίθεση παθογόνου
 - ↳ ενεργοποιητές προστατευτικής διαδικασίας

Ένζυμα του ΚΤ

κυτταρινάση: διασπά την κυτταρίνη

πηκτινεστεράση: απομακρύνει τα μεθύλια
από τα καρβοξύλια
του πολυγαλακτουρονικού οξέος

- ↳
- αυξάνει την ικανότητα της πηκτίνης να κάνει πήγμα
 - αυξάνει την πυκνότητα του ηλεκτρικού φορτίου στον αποπλασμικό χώρο
 - επηρεάζεται η συγκέντρωση ιόντων στο ΚΤ

πολυγαλακτουρονάση: υδρολύει
το πολυγαλακτουρονικό οξύ

Η διαφοροποίηση του κυτταρικού τοιχώματος

↳ Χαρακτηρίζεται από τη λιγνινοποίηση

Λιγνινοποίηση

↳ η φυσιολογική διεργασία
σχηματισμού & ενσωμάτωσης της λιγνίνης
στο κυτταρικό τοίχωμα

Λιγνίνη

↳ πολυμερές φυτικό υλικό,
συστατικό του κυτταρικού τοιχώματος
με ιδιαίτερη σημασία

πρωτογενές κυτταρικό τοίχωμα

↳ αποτελείται από πηκτίνες, ημικυτταρίνες & κυτταρίνη

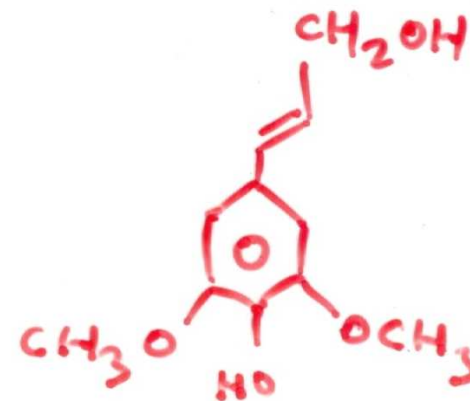
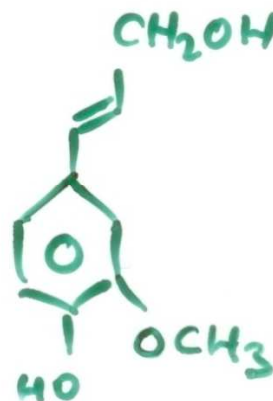
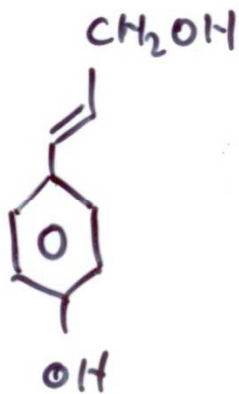
δευτερογενές κυτταρικό τοίχωμα

↳ αποτελείται από πηκτίνες, ημικυτταρίνες, κυτταρίνη & λιγνίνη

Το πολυμερές της λιγνίνης
κατασκευάζεται από **τρεις δομικές μονάδες**

- την *p*-κουμαρυλική αλκοόλη
- την κωνιφερυλική αλκοόλη
- και την σιναπυλική αλκοόλη

που λέγονται συνολικά **μονολιγνόλες**



Οι μονολιγνόλες

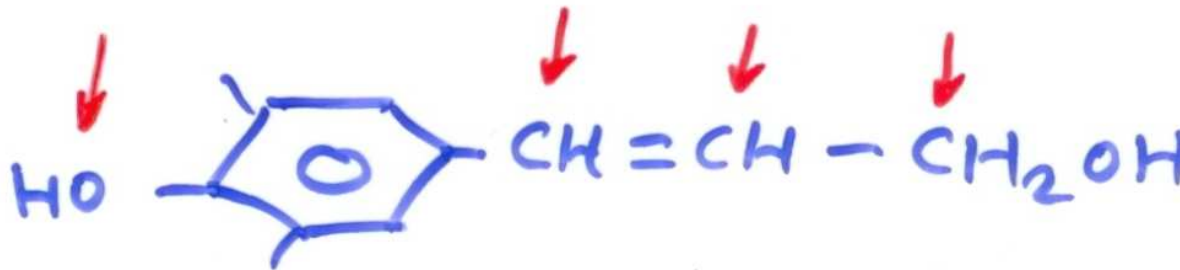
- χαρακτηρίζονται από δομή C_3-C_6

C_3 : δηλώνει βενζολικό δακτύλιο

C_6 : δηλώνει την προσαρτημένη αλυσίδα
3 ατόμων C

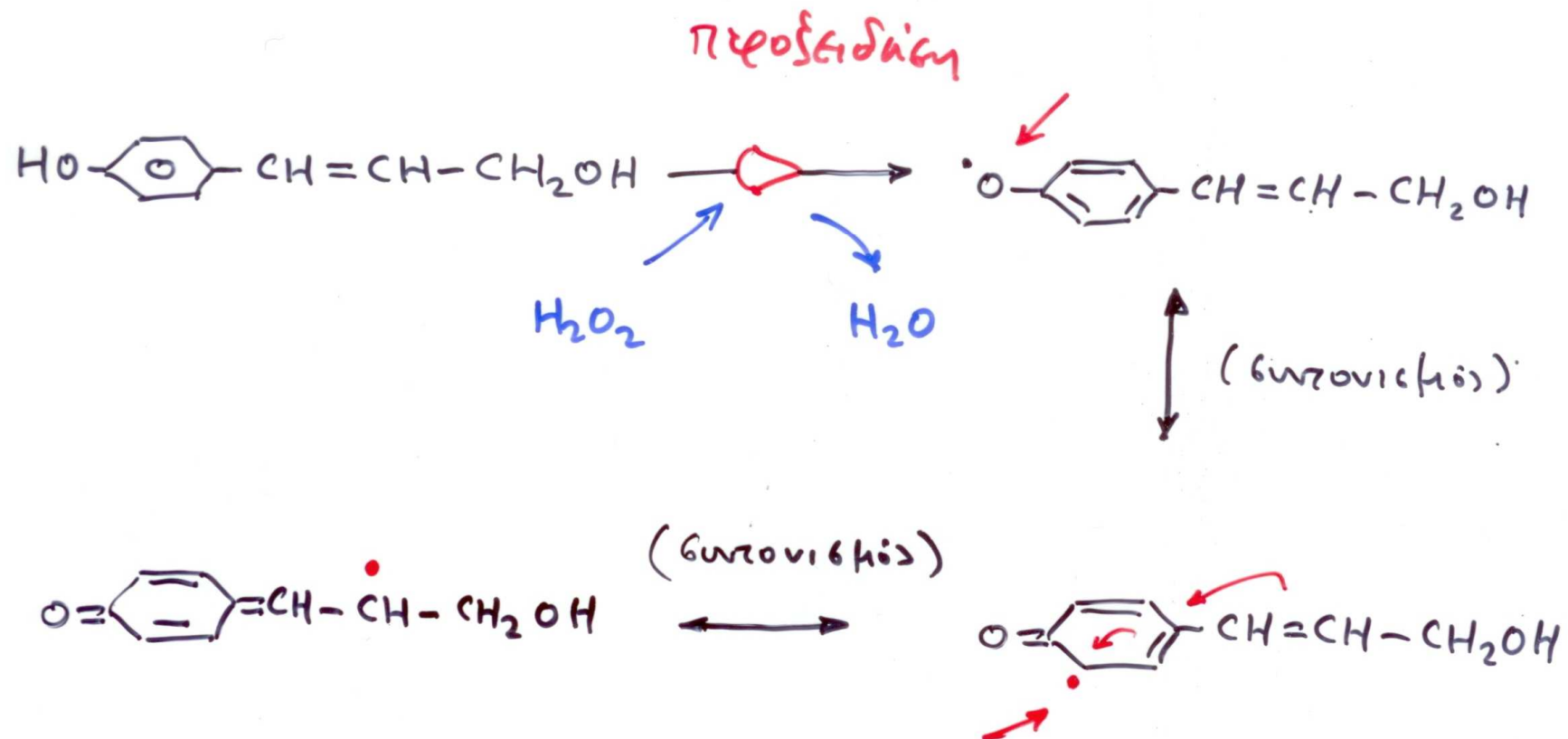
- είναι φαινυλο-προπανοειδή

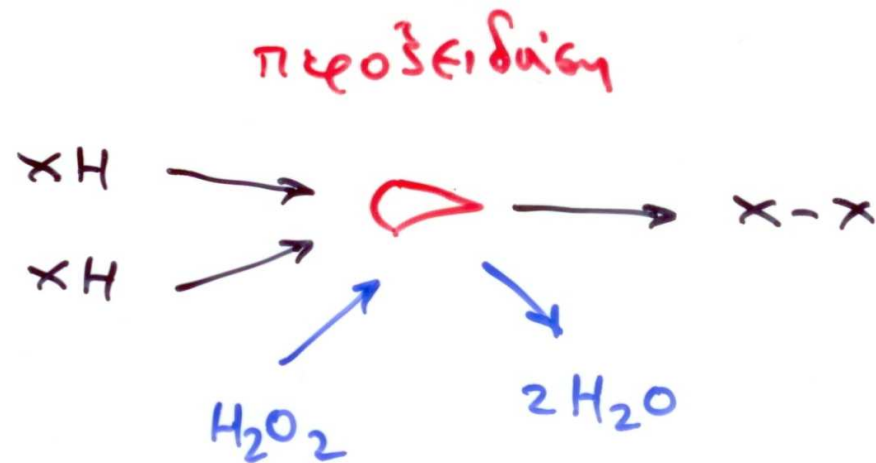
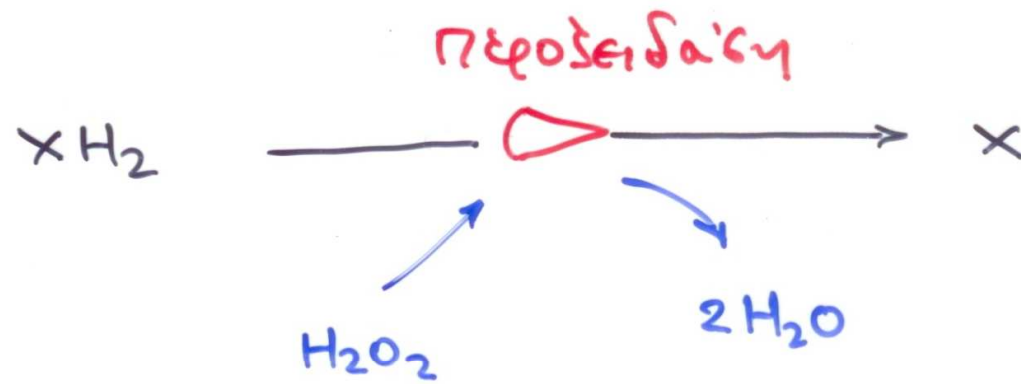
Το μόριο της μονολιγνόλης
έχει 4 πιθανά σημεία διασύνδεσής του
με άλλο μόριο μονολιγνόλης



Τα πιθανά σημεία ενεργοποιούνται
με σχηματισμό **ελεύθερης ρίζας**

Μηχανισμός σχηματισμού ελεύθερης ρίζας στο μόριο της μονολιγνόλης

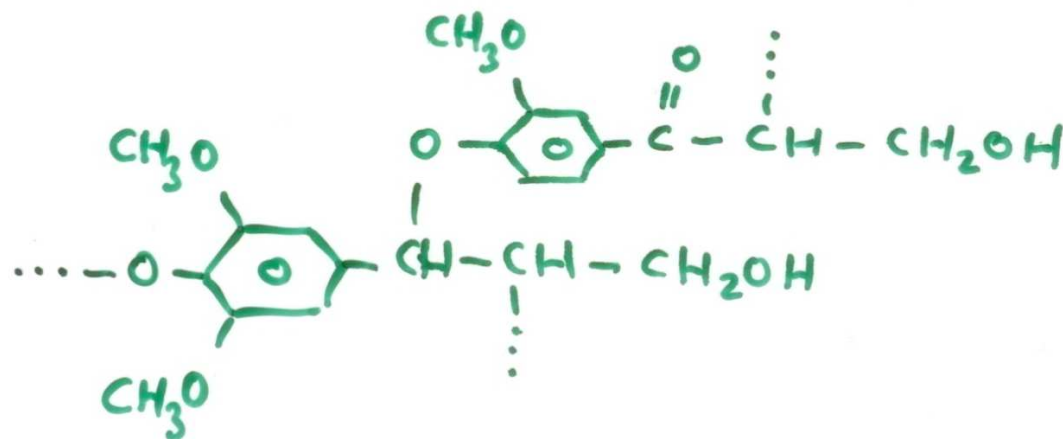
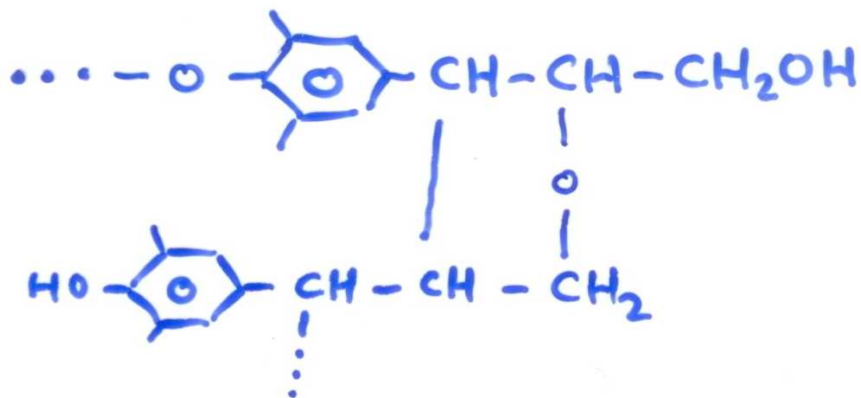


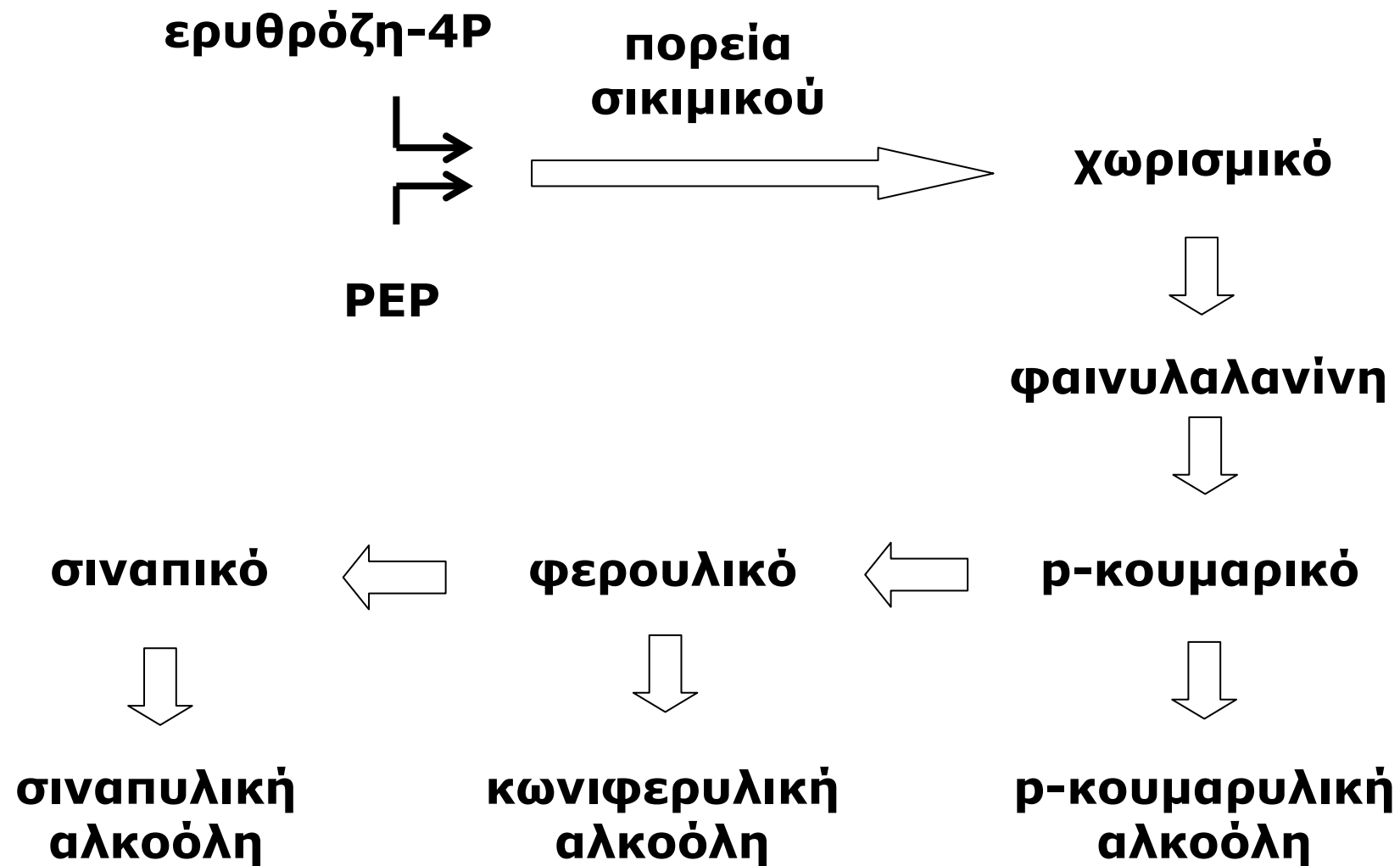


**Οι ελεύθερες ρίζες μονολιγνόλης διασυνδέονται
άμεσα & τυχαία**

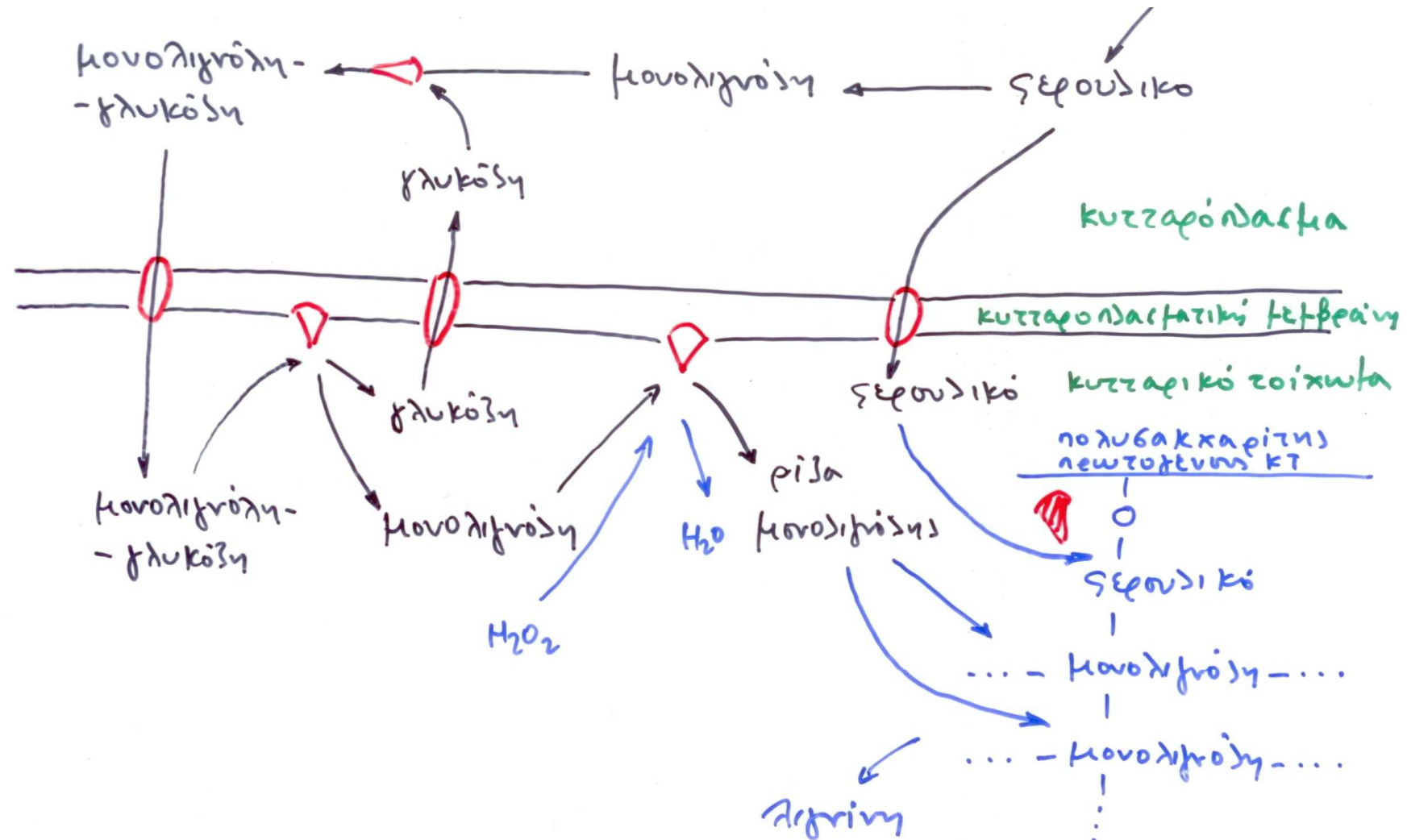


**πιθανοί συνδυασμοί:
3 μονολιγνόλες ανά 4 σημεία σύνδεσης/μονολιγνόλη**





- οι μονολιγνόλες συντίθενται στο κυτταρόπλασμα
- προσαρτάται γλυκόζη στο 4-OH του βενζολικού δακτυλίου
- η γλυκοζυλιωμένη μονολιγνόλη μεταφέρεται στον αποπλασματικό χώρο
- μία γλυκοζιδάση απομακρύνει την προσαρτημένη γλυκόζη
- μία περοξειδάση παράγει ελεύθερη ρίζα μονολιγνόλης
- φερουλικό μεταφέρεται στον αποπλασματικό χώρο & προσαρτάται σε δομική μονάδα του πρωτογενούς ΚΤ
- η ελεύθερη ρίζα μονολιγνόλης προσαρτάται πάνω στο φερουλικό ή σε ήδη προσαρτημένη μονολιγνόλη



Φυσιολογική σημασία της λιγνίνης

- προσδίδει μηχανική αντοχή στο κυτταρικό τοίχωμα του φυτικού ιστού που λιγνινοποιήθηκε
- δεν πέπτεται από τα φυτοφάγα ζώα
- προστατεύει τον φυτικό ιστό από την εισβολή μικροοργανισμών

- πολυμερές
- αδιαβροχοποιητικό
 - σκληρυντικό
 - προστατευτικό
 - ανθεκτικό στη διάσπαση

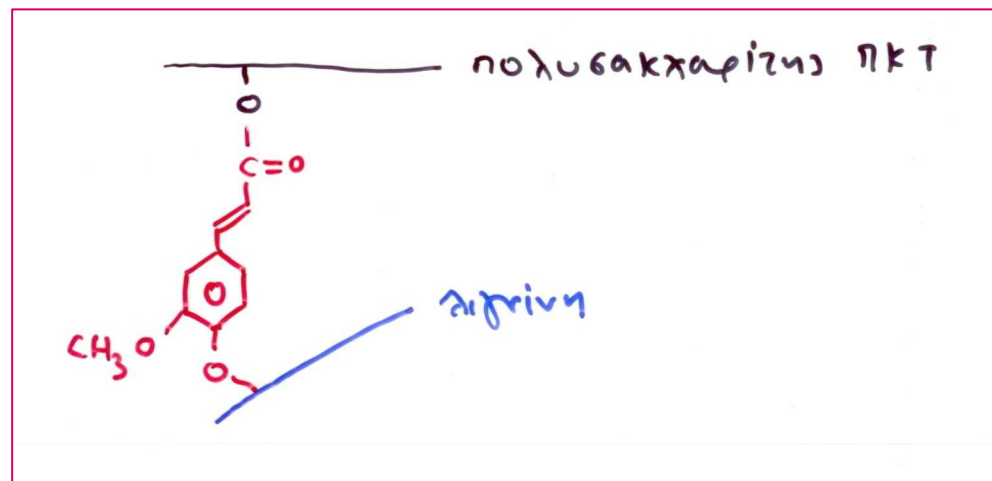
χαρακτηρίζει τα κυτταρικά τοιχώματα

- ενισχυτικών ιστών
- αγωγών ιστών

συνδέεται ομοιολικά

- με κυτταρίνη
- με πολυσακχαρίτες πρωτογενούς ΚΤ

το συνδετικό μόριο
είναι το
φερουλικό οξύ



Η διεργασία της λιγνινοποίησης

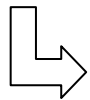


στόχος για τροποποίησης

- της ποιότητας της λιγνίνης
- της ποσότητας της λιγνίνης

που αποτίθεται στον ιστό

ποιότητα λιγνίνης



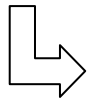
τροποποίηση του ποσοστού συμμετοχής
της κάθε μονολιγνόλης
στο συνολικό πολυμερές

ποιότητα λιγνίνης



**επιθυμητή διαμόρφωση
της αντοχής & προστασίας συγκεκριμένου ιστού
σε συγκεκριμένο αναπτυξιακό στάδιο**

ποσότητα λιγνίνης



**τροποποίηση
του ποσοστού ξυλοποίησης
του φυτικού ιστού**