



ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

AGRICULTURAL UNIVERSITY OF ATHENS

Βιοχημεία Τροφίμων I

Ενότητα 12^η

Φρούτα και Λαχανικά III
(μέρος β)

Όνομα καθηγητή: Έφη Τσακαλίδου

Τμήμα: Επιστήμης Τροφίμων & Διατροφής του Ανθρώπου



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ
επένδυση στην κοινωνία της γνώσης
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ
πρόγραμμα για την ανάπτυξη





Στόχοι ενότητας

- Κατανόηση της δομής, της βιοσύνθεσης και της αποικοδόμησης των ανθοκυανών.
- Κατανόηση της δομής, της βιοσύνθεσης και της αποικοδόμησης της κυτταρίνης.
- Κατανόηση της δομής και της λειτουργικότητας των πηκτινών.
- Κατανόηση της βιοσύνθεσης ενώσεων που εμπλέκονται στο άρωμα και τη γεύση.



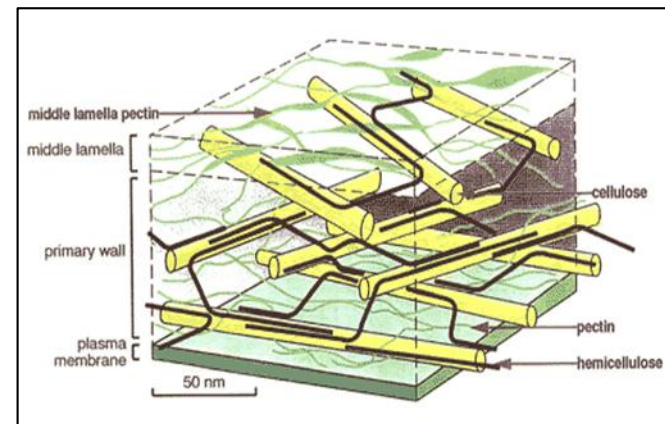
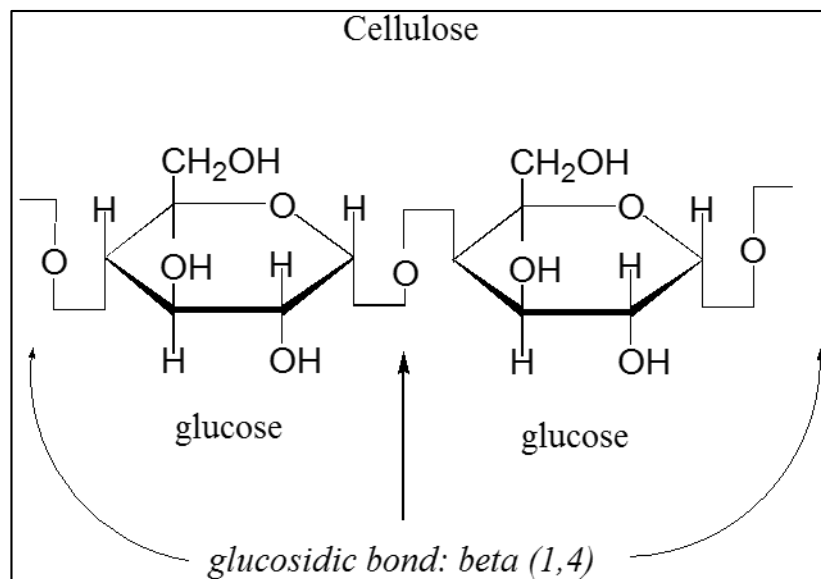
Λέξεις - κλειδιά

- Λέξεις κλειδιά: Ανθοκυάνες, Κυτταρίνη, Ημικυτταρίνες, Λιγνίνη, Πηκτίνες, Πολυγαλακτουρονάσες, Άρωμα, Γεύση.
- Key words: Anthocyanins, Cellulose, Semi-cellulose, Lignin, Pectins, Polygalacturonases, Flavour, Taste.



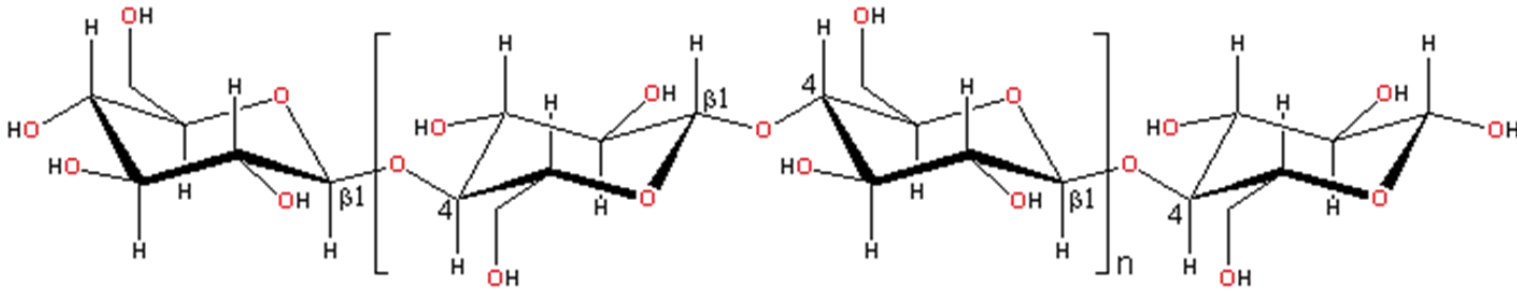
Κυτταρίνη (α)

- ο πιο διαδεδομένος υδατάνθρακας στη φύση.
- κύριο συστατικό του κυτταρικού τοιχώματος φυτικών κυττάρων.
- πολυμερές της γλυκόζης με δεσμούς β-1,4.
- η β-διαμόρφωση υποχρεώνει το μόριο σε ανοικτή γραμμική δομή.





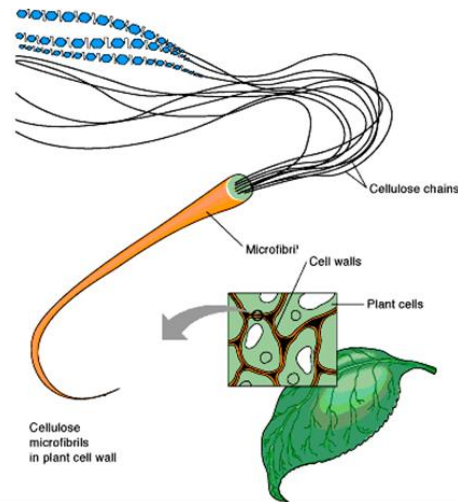
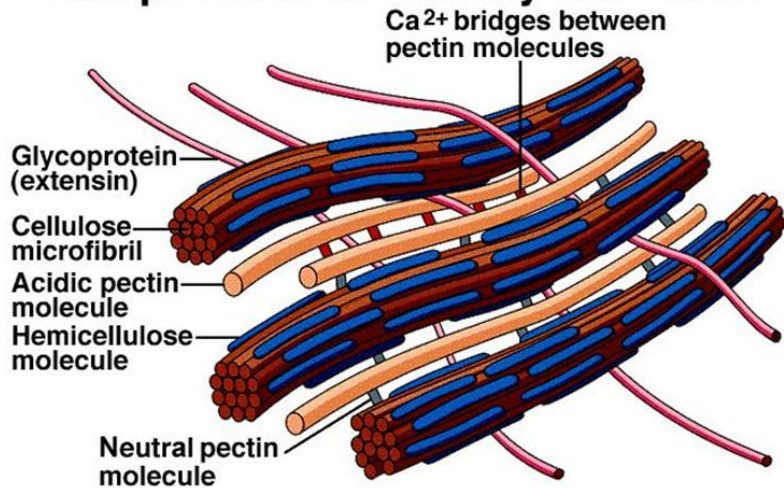
Κυτταρίνη (β)



Συντακτικός τύπος κυτταρίνης.

Randy Moore, Dennis Clark, and Darrell Vodopich, Botany Visual Resource Library © 1998 The McGraw-Hill Companies, Inc. All rights reserved.

Interconnections Among Major Components of Primary Cell Walls

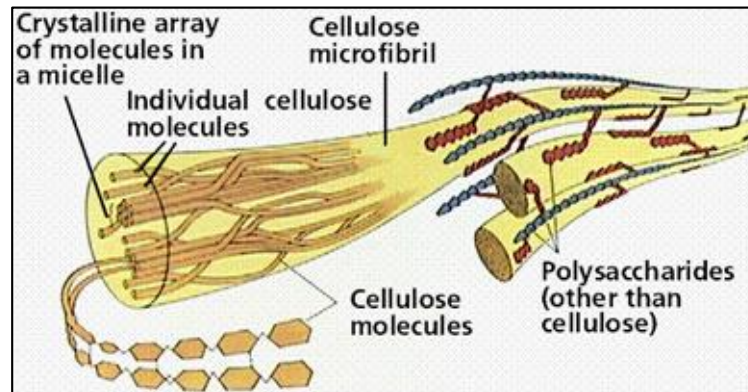


Οργάνωση
μορίων
κυτταρίνης
στο κυτταρικό
τοίχωμα.



Βιοσύνθεση κυτταρίνης (α)

- καταλύεται από τη συνθετάση των β -1,4-γλυκανίων, που βρίσκεται στην κυτταροπλασματική μεμβράνη.
- το ένζυμο χρησιμοποιεί ως υπόστρωμα την UDP-γλυκόζη, που προστίθεται σε μια ήδη υπάρχουσα μικρού μήκους μονάδα κυτταρίνης.

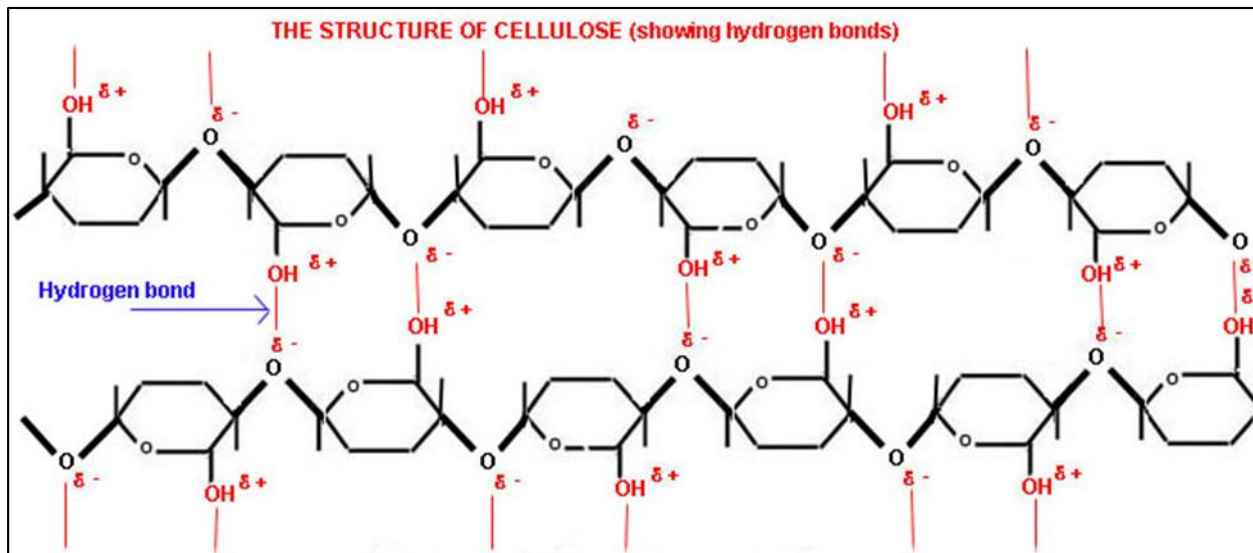


Οργάνωση μορίων
κυτταρίνης στο
κυτταρικό τοίχωμα.



Βιοσύνθεση κυτταρίνης (β)

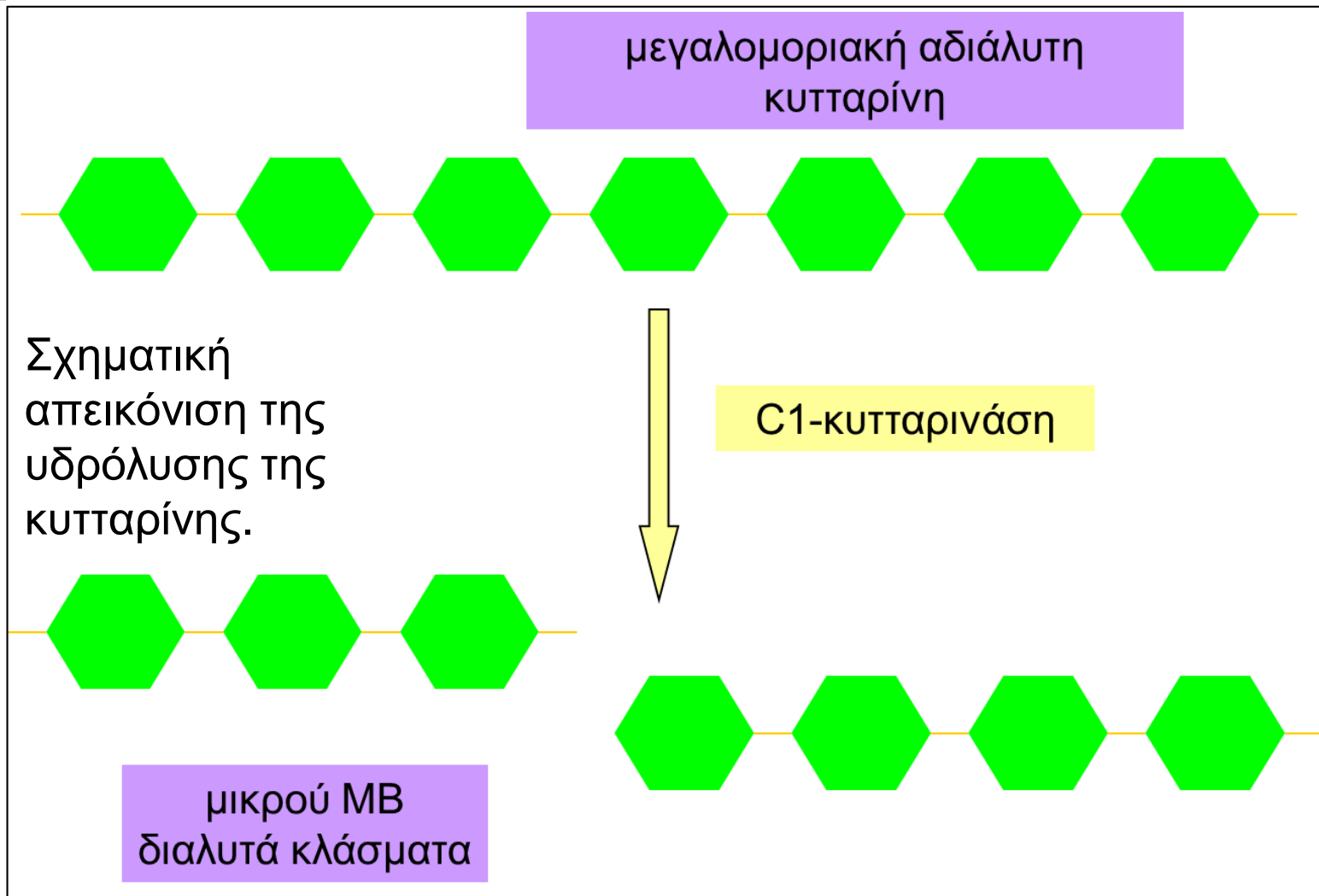
- οι αλυσίδες της κυτταρίνης σχηματίζουν γραμμικά συσσωματώματα (ίνες), οι επί μέρους αλυσίδες συγκρατούνται μεταξύ τους με δεσμούς Η.
- μέσα στα συσσωματώματα της κυτταρίνης συνυπάρχουν κρυσταλλικές (οργανωμένες) περιοχές, αλλά και άμορφες.



Σχηματισμός δεσμών υδρογόνου μεταξύ μορίων κυτταρίνης.

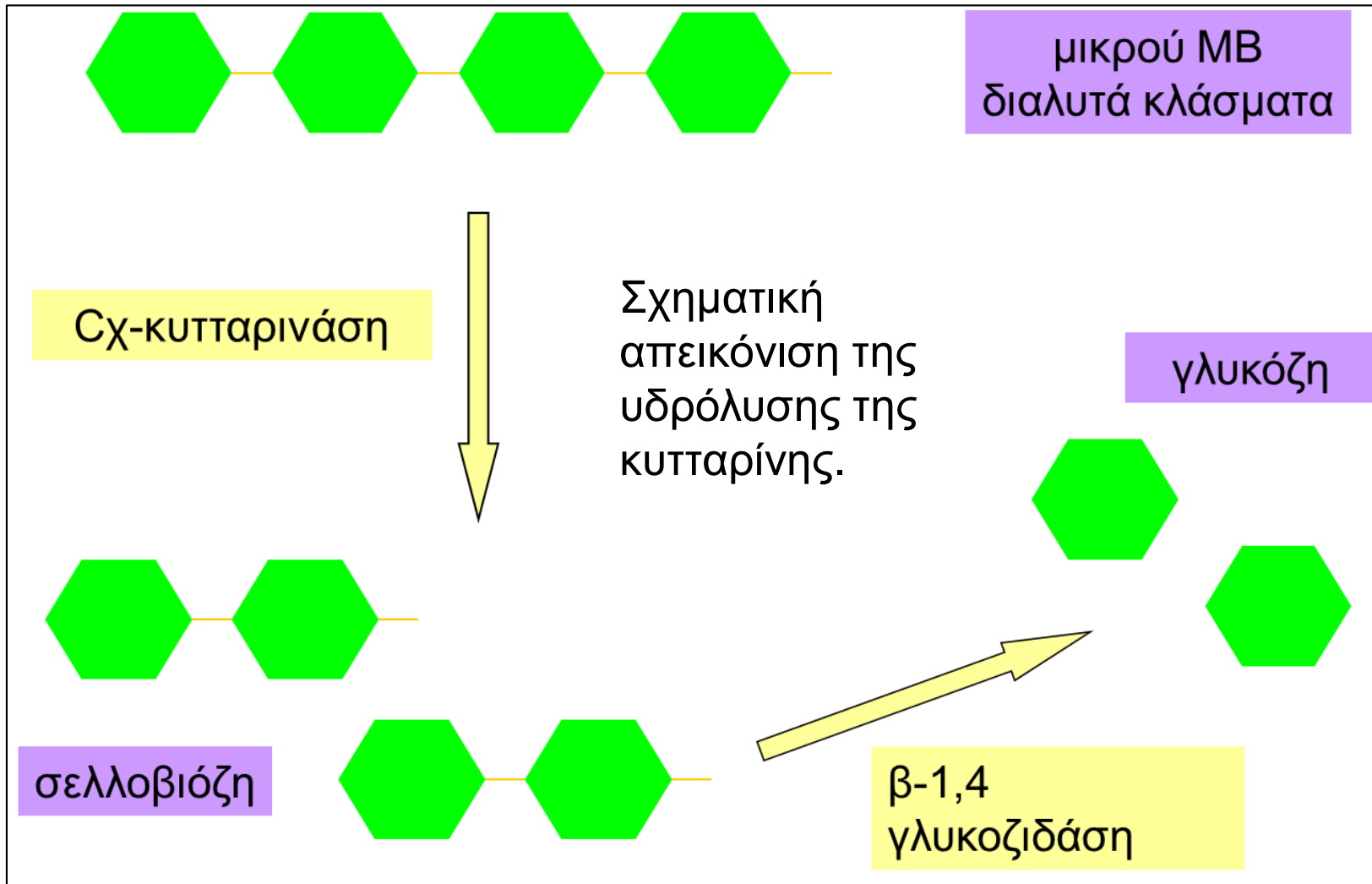


Αποικοδόμηση κυτταρίνης (α)





Αποικοδόμηση κυτταρίνης (β)





Ημικυτταρίνες

- ετεροπολυσακχαρίτες:
 - διάφορες εξόζες, πεντόζες, ουρονικό οξύ.
- ονομάζονται ανάλογα με τον επικρατέστερο μονοσακχαρίτη:
 - (ξυλάνια, μαννάνια, γλυκομαννάνια, γαλακτάνια, αραβογαλακτάνια).
- ημικυτταρινάσες:
 - υδρόλυση ημικυτταρινών κατά την ωρίμανση.

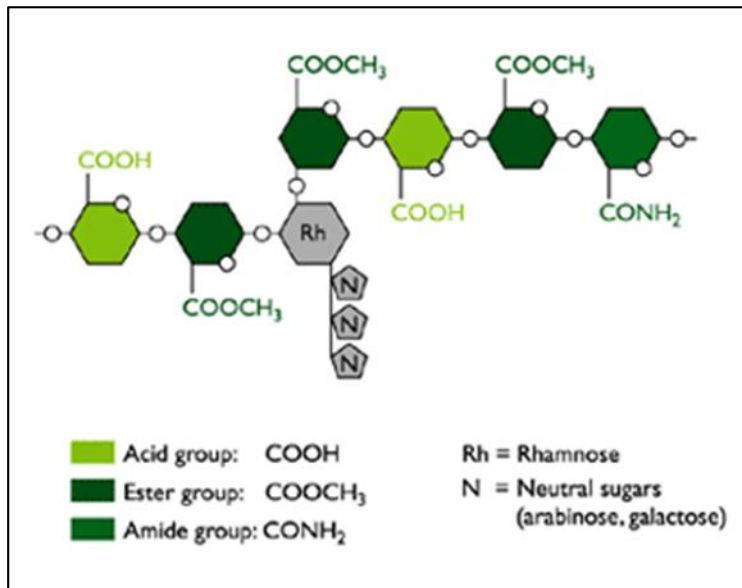
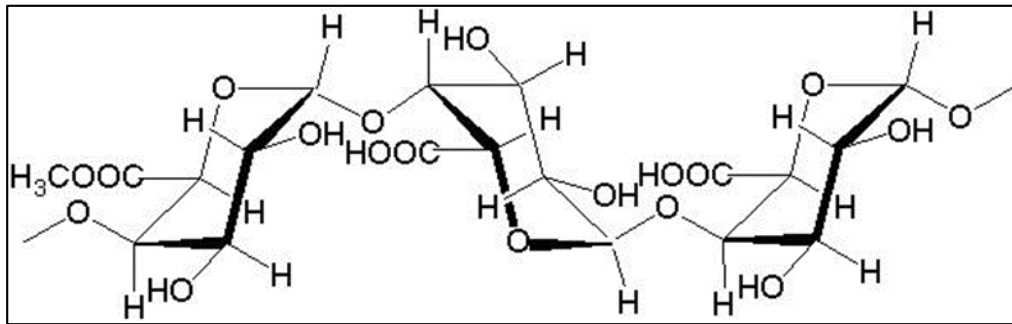


Πηκτίνες (α)

- γραμμικά πολυμερή α-D-γαλακτουρονικού οξέος και των μεθυλεστέρων του, με δεσμούς 1→4.
- βαθμός μεθυλίωσης:
 - πηκτίνες πρωτεύοντος κυτταρικού τοιχώματος.
 - πηκτίνες μεσαίας φολίδας.
- σημαντικές ποσότητες ουδέτερων (μη ουρανικών) σακχάρων,
 - είτε ως τμήμα πολυγαλακτουρονικού σκελετού (ραμνόζη),
 - είτε ως παράπλευρες ομάδες (αραβινόζη, ξυλόζη)
 - τριχώδης περιοχή του μορίου.



Πηκτίνες (β)



Συντακτικός τύπος
και δομή πηκτινών.

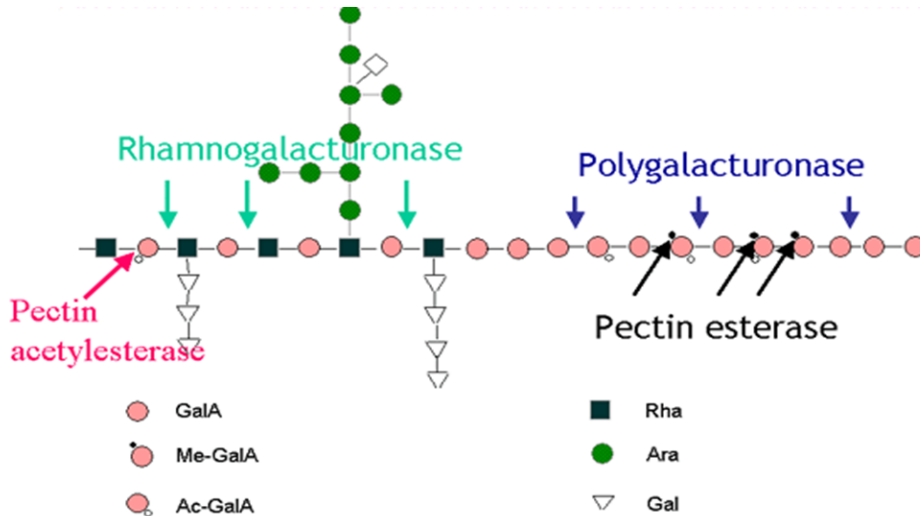
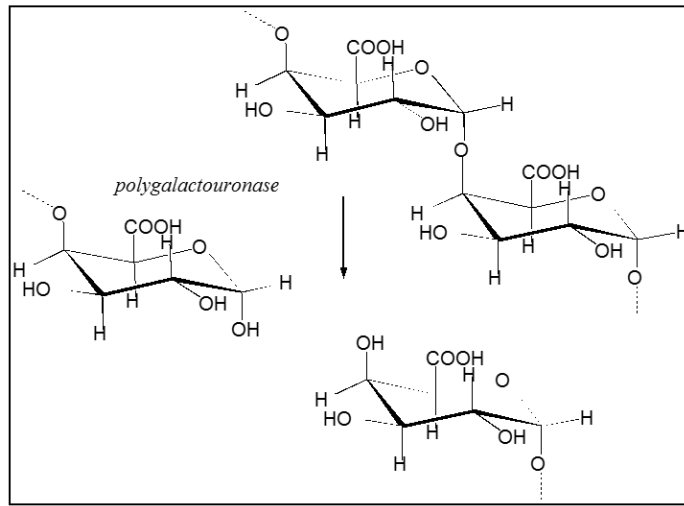
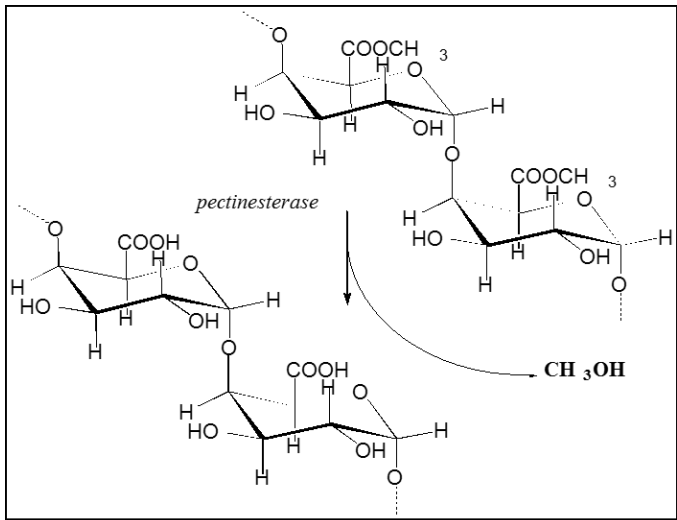


Αποικοδόμηση πηκτίνης (α)

- πολυγαλακτουρονάσες (γαλακτουρονάσες, ενδο- & εξω-):
 - υδρόλυση των γλυκοζιτικών δεσμών 1→4.
- μεθυλεστεράσες (πηκτινεστεράσες):
 - υδρόλυση των εστέρων του γαλακτουρονικού οξέος.
 - διευκολύνει τη δράση των πολυγαλακτουρονασών.
- ενεργότητα των πολυγαλακτουρονασών:
 - αυξάνει κατά την ωρίμανση.
- ενεργότητα μεθυλεστερασών:
 - αμετάβλητη κατά την ωρίμανση;



Αποικοδόμηση πηκτίνης (β)



Αντίδραση αποικοδόμησης πηκτινών.



Πολυγαλακτουρανάσες (α)

- 3 κύριες ισομορφές των πολυγαλακτουρονασών:
 - η PG1, η PG2a και η PG2b.
- η PG1 (M.B. 100 kDa):
 - κυριαρχεί κατά την έναρξη της ωρίμανσης.
- η PG2a (M.B. 43 kDa) και η PG2b (M.B. 45 kDa):
 - αυξάνουν προς το τέλος της ωρίμανσης.
- η PG2a και η PG2b προκύπτουν από το ίδιο πρόδρομο μόριο ύστερα από:
 - μετα-μεταφραστική πρωτεόλυση και γλυκοζυλίωση,
 - στην ουσία είναι το ίδιο πολυπετίδιο με διαφορετικό βαθμό γλυκοζυλίωσης.



Πολυγαλακτουρανάσες (β)

- η PG1 αποτελεί σύμπλεγμα:
 - της PG2a, της PG2b και μια υπομονάδας M.B. 38 kDa (β-υπομονάδα).
- η β-υπομονάδα εντοπίζεται κοντά στο κυτταρικό τοίχωμα,
 - όπου και συμπλέκεται με τις PG2a και PG2b για να δώσουν την PG1.



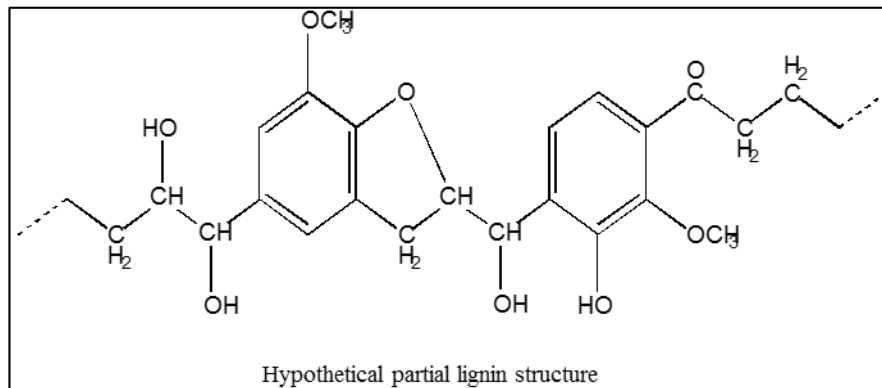
Λιγνίνη (α)

- μεγαλομοριακή ένωση (μέχρι και 5000 Da).
- πολυμερές φαινολών / φαινολαιθέρων (π.χ. κωνιφερόλη, σιναπυλική αλκοόλη).
- τελικά στάδια βιοσύνθεσης:
 - αντιδράσεις οξειδωσης – σύζευξης.
 - μέσω μηχανισμού ελευθέρων ριζών.
 - όχι ενζυμικός έλεγχος.
 - δομή τυχαία.



Λιγνίνη (β)

- προσδίδει:
 - μηχανική αντοχή & σκληρότητα στο κυτταρικό τοίχωμα,
 - ιδιαίτερα στους υποστηρικτικούς ιστούς.
- λιγνινοποίηση ή ξυλοποίηση:
 - σύνθεση λιγνίνης στους τριχοειδείς σωλήνες κατά την διάρκεια της ωρίμανσης (π.χ. σπαράγγι, σέλερι).



Συντακτικός
τύπος λιγνίνης.



Λιγνίνη (γ)

- μικροβιακή αποικοδόμηση της λιγνίνης στο έδαφος προς χουμικά και φλουβικά οξέα (χούμος).
- **χουμικά και φλουβικά οξέα:**
 - MB 1000 Da.
 - πολύπλοκες αρωματικές ενώσεις.
 - με φαινολικά – OH και –COOH.
 - κύριο οργανικό συστατικό του εδάφους.
 - συμπλοκοποιούν μεταλλικά ιόντα.
 - καθιστούν υδατοδιαλυτές υδρόφοβες οργανικές ενώσεις.
 - επηρεάζουν τη διαίρεση και επιμήκυνση κυττάρων.



Άρωμα (α)

αρωματικά & θειούχα αμινοξέα
υδατάνθρακες & παράγωγα τους
ακόρεστα λιπαρά οξέα

κλιμακτηρική αύξηση
αναπνοής



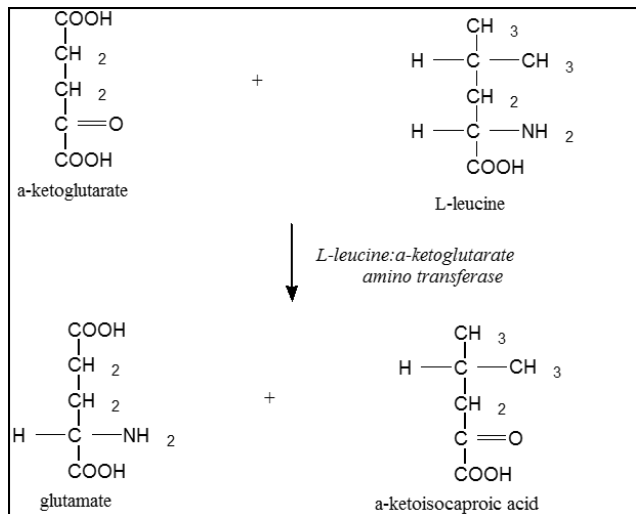
δευτερογενής
μεταβολισμός

εστέρες, αλδεΐδες, κετόνες, αλκοόλες,
λακτόνες, τερπένια, θειούχες ενώσεις

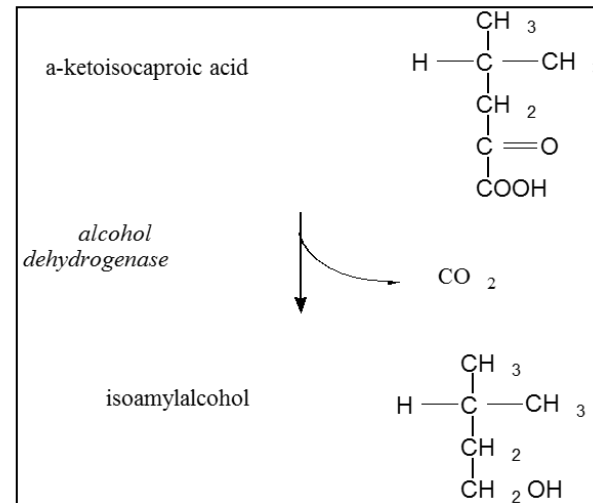


Άρωμα (β)

- φράουλα: πάνω από 300 πτητικές ενώσεις.
- αγγούρι: 2,6-νοναδιενάλη.
- μπανάνα: οξικός εστέρας της αμυλικής αλκοόλης.
- κρεμμύδι: σουλφίδια.



Αντίδραση α-κετο-γλουταρικού και λευκίνης προς γλουταμινικό και α-κετο-ισοκαπροϊκό.



Αντίδραση μετατροπής του α-κετο-ισοκαπροϊκού προς ισοαμυλική αλκοόλη.



Γεύση (α)

σάκχαρα,
οργανικά οξέα,
τανίνες



γεύση

σάκχαρα,
οξέα



δείκτης
ωρίμανσης

τανίνες



στυφή γεύση
ανώριμων φρούτων



Γεύση (β)



παραγωγή οργανικών οξέων
(κιτρικό, μηλικό, οξαλοξικό,
ηλεκτρικό)

ανάπτυξη
φυτού



αύξηση Cοργανικών οξέων

ωρίμανση
φυτού



αύξηση Cσακχάρων



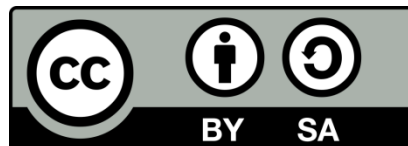
Βιβλιογραφία

- B.K. Simpson (2012) Food Biochemistry and Food Processing, Wiley-Blackwell (ISBN 081380874X).
- M.J. Berg, L.J. Tymoczko, L. Stryer (2011) Βιοχημεία, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης (ISBN 978-960-524-190-2).



Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδεια χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.





Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο την αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ
επένδυση στην κοινωνία της γνώσης
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ
2007-2013
πρόγραμμα για την ανάπτυξη
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ



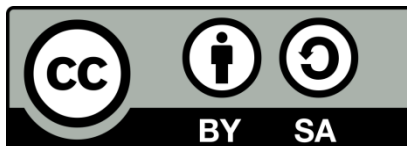
Σημείωμα Αναφοράς

- Copyright Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Επιστήμης Τροφίμων και Διατροφής του Ανθρώπου, Τσακαλίδου Έφη, «Βιοχημεία Τροφίμων Ι». Έκδοση: 1.0. Αθήνα 2015. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση:
<https://mediasrv.aua.gr/eclass/courses/OCDFSHN109/>



Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Παρόμοια Διανομή 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων, π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



Η άδεια αυτή ανήκει στις άδειες που ακολουθούν τις προδιαγραφές του Ορισμού Ανοικτής Γνώσης [2], είναι ανοικτό πολιτιστικό έργο [3] και για το λόγο αυτό αποτελεί ανοικτό περιεχόμενο [4].

[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

[2] <http://opendefinition.org/okd/ellinika/>

[3] <http://freedomdefined.org/Definition/EI>

[4] <http://opendefinition.org/buttons/>



Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει) μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.