

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΑΡΧΕΣ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

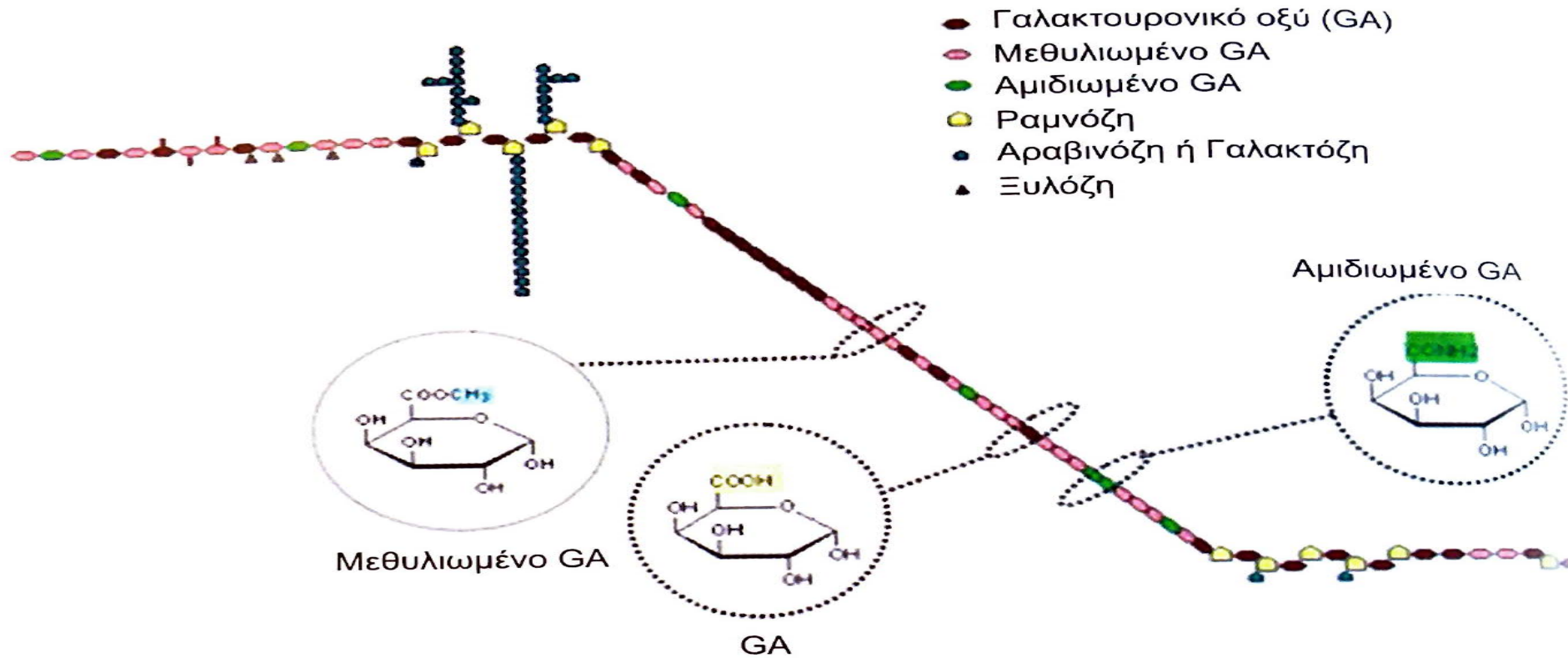
ΠΗΚΤΙΝΕΣ



Εισαγωγή

- Οι πηκτίνες ή πηκτινικά συστατικά απαντώνται σε διάφορες συγκεντρώσεις στο κυτταρικό τοίχωμα σχεδόν όλων των ανώτερων φυτικών ιστών
- Το μόριο των πηκτινών δομείται από ποικιλία συστατικών, ανάλογα με το βαθμό ωριμότητας του φυτικού ιστού
- Βασικό τους συστατικό είναι τα πολυμερή του α-D-γαλακτουρονικού οξέος, εστεροποιημένα σε ποικίλο βαθμό με μεθύλιο και αμιδοομάδα.
- Άλλα συστατικά τους είναι η Ραμνόζη, η Ξυλόζη, η Αραβινόζη και η γαλακτόζη. Συνοπτική αναπαράσταση δίδεται στο σχήμα 1.

Σχήμα 1.



Εισαγωγή

- Γενικά οι πηκτίνες είναι εξαιρετικά ετερογενής κατηγορία ενώσεων, τόσο ως προς τη χημική τους δομή όσο και προς το μοριακό τους βάρος.
- Το μέσο μοριακό βάρος πηκτινών από διάφορες πηγές και ανάλογα με τη μεθοδολογία εξαγωγής και απομόνωσης του μορίου τους βρέθηκε να κυμαίνεται από 10.000 έως 100.000 Da.
- Ο βαθμός μεθοξυλίωσης της καρβοξυλομάδας του γαλακτουρονικού οξέος ασκεί σημαντική επίδραση στη διαμόρφωση του μορίου τους, όσο και προς τη συμπεριφορά τους στα διάφορα υδατικά διαλύματα.
- Με κριτήριο το βαθμό μεθοξυλίωσης οι πηκτίνες ταξινομούνται σε 2 κατηγορίες:
 - Υψηλού βαθμού μεθοξυλίωσης (HM) πηκτίνες, με ποσοστό μεθοξυλίωσης των καρβοξυλομάδων υψηλότερο του 50%
 - Χαμηλού βαθμού μεθοξυλίωσης (LM) πηκτίνες, με ποσοστό μεθοξυλίωσης των καρβοξυλομάδων μικρότερο του 50%

Κύρια πηκτινικά συστατικά

- **Πρωτοπηκτίνη**
- Πολυμερές μεγαλομόριο που απαντάται κυρίως στους ανώριμους φυτικούς ιστούς και από το οποίο μπορεί να απελευθερωθεί με υδρόλυση πηκτίνη εξαιρετικά υψηλού βαθμού μεθοξυλίωσης.
- Πηκτίνη απελευθερώνεται και κατά την ωρίμανση των φρούτων και των λαχανικών
- Η πρωτοπηκτίνη είναι μια φυσική πηκτίνη, αδιάλυτη στο νερό, που απαντάται σε μεγάλες ποσότητες κυρίως στον πολτό των μήλων και στον φλοιό των εσπεριδοειδών.
- Από αυτές τις πρώτες ύλες μπορούν να παραληφθούν οι πηκτίνες με εκχύλιση σε αραιά και θερμά διαλύματα.

Κύρια πηκτινικά συστατικά

- **Πηκτινικό οξύ**
- Στα μόρια του πηκτινικού οξέος υπάρχουν ελεύθερες καρβοξυλομάδες και οι ενώσεις αυτές έχουν ελαφρώς όξινο χαρακτήρα και τη δυνατότητα σχηματισμού αλάτων με κατιόντα μετάλλων.
- Η ποικιλία της δομής των πηκτινικών οξέων είναι μεγάλη, για αυτό και πολλές φορές αποδίδονται γενικά με τον όρο «πηκτίνες».

Κύρια πηκτινικά συστατικά

- **Πηκτικό οξύ**
- Είναι το απλούστερο των πηκτινικών συστατικών.
- Περιέχει στο μόριο του αφθονία ελεύθερων καρβοξυλομάδων, που το κάνουν να έχει σαφώς όξινο χαρακτήρα και του δίνουν τη δυνατότητα σχηματισμού διαφόρων αλάτων με τα ιόντα των μετάλλων και το καθιστούν ευδιάλυτο στο νερό.
- Το πηκτικό οξύ με τα άλατα του (πχ Ca^{++}) είναι πρακτικά αδιάλυτο στο νερό, αλλά με μετατροπή σε άλατα με μονοσθενή ιόντα (πχ Na^+ ή K^+), μετατρέπονται σε υδατοδιαλυτά.

Πηγές πηκτινών

- Πηγές πηκτινών είναι τα φρούτα, τα οποία χρησιμοποιούνται συχνά ως βάση για την παραγωγή ζελέ, επειδή θερμαινόμενα παρουσία σακχαρούχων διαλυμάτων σχηματίζουν πηκτές με τις φυσικές πηκτίνες τους.
- Αξιοσημείωτη είναι και η σύσταση τους στα όσπρια, τους ξηρούς καρπούς και τα λαχανικά όπου αντιπροσωπεύουν το 15-20 % της φυτικής ίνας.
- Υψηλή είναι και η συγκέντρωσή τους στον πολτό των μήλων κι των σακχαρότευτλων καθώς και στο φλοιό των εσπεριδοειδών, από όπου εξαγονται ποσοτικά για εμπορική χρήση.
- Τυπικά επίπεδα πηκτίνης στα φυτά (νωπό βάρος):
 - μήλα 1-1,5%
 - βερίκοκο 1%
 - κεράσια 0,4%
 - πορτοκάλια 0,5 έως 3,5%
 - καρότα ~ 1,4%
 - φλούδες εσπεριδοειδών ~ 30%
 - Οι πηκτίνες παραλαμβάνονται εν θερμώ ή εν ψυχρώ με ήπια όξινα διαλύματα HCl (0,1 - 0,2%), από τα υπολείμματα των καρπών, αφού συμπιεστούν για την εξαγωγή των χυμών.

Βαθμός Εστεροποίησης

- Γενικά οι πηκτίνες θεωρούνται διαλυτές στο νερό.
- Η διαλυτότητα τους μειώνεται με την αύξηση του MB και της ιοντικής ισχύος και τη μείωση του βαθμού Εστεροποίησης (DE).
 - Βαθμός Εστεροποίησης ονομάζεται το επί της % ποσοστό των μορίων του γαλακτουρονικού οξέος, που είναι εστεροποιημένο σε ένα μόριο πηκτινοπολυσακχαρίτη.
- Ανάλογα με τον DE, οι πηκτίνες μπορούν να ταξινομηθούν σε 2 κατηγορίες:
 - Τις υψηλού βαθμού εστεροποίησης (DE >50%). Σχηματίζουν πηκτές σε υδατοδιαλυτά διαλύματα των οποίων η συγκέντρωση σε στερεά συστατικά (συνήθως ζάχαρη) είναι υψηλότερη από 55% w/w και το pH τους κυμαίνεται από 2,0 έως 3,5.
 - Τις χαμηλού βαθμού εστεροποίησης (DE <50%). Αυτές οι πηκτίνες δημιουργούν ικανοποιητικές πηκτές όταν η σύσταση τους κυμαίνεται από έως 1,5% w/w. Σχηματίζουν πηκτές σε υδατικά διαλύματα των οποίων η συγκέντρωση σε στερεά συστατικά κυμαίνεται από 10 έως 20% w/w και το pH τους από 2,5 έως 6,5. η ζελατινοποίηση τους μπορεί να ελεγχθεί με προσθήκη ιόντων Ca^{2+} .

Μηχανισμός σχηματισμού πηκτής

- Σε όξινο περιβάλλον οι πηκτίνες σχηματίζουν κολλοειδές διάλυμα, που είναι αρνητικά φορτισμένο. Με την προσθήκη υδατοδιαλυτών στερών (π.χ. ζάχαρη) διαταράσσεται η ικανότητα συγκράτησης νερού από τα πηκτινικά μόρια, επειδή τα υδατοδιαλυτά συστατικά δεσμεύουν έστω και περιστασιακά νερό. Η ζάχαρη μειώνει την ενεργότητα του νερού (a_w), γιατί είναι υδρόφιλο συστατικό, με αποτέλεσμα το νερό να είναι λιγότερο διαθέσιμο στο να διαλυτοποιήσει τα μόρια του πολυσακχαρίτη.
- Το κολλοειδές αποσταθεροποιείται, δημιουργούνται δια-μοριακοί δεσμοί μεταξύ των μορίων της πηκτίνης, ενισχύονται και οι υδρόφοβες αλληλεπιδράσεις και τελικά δημιουργείται ένα δικτυωτό πλέγμα ινών πηκτίνης, που στο εσωτερικό του μπορεί να παγιδεύσει νερό.

Μηχανισμός σχηματισμού πηκτής

- Το ιξώδες των πηκτών που δίνουν οι πηκτίνες επηρεάζεται σημαντικά από τη συγκέντρωση τόσο της πηκτίνης, όσο και των ηλεκτρολυτών στο περιβάλλον τους, το pH, την παρουσία άλλων ενώσεων με παρόμοια δράση στο ιξώδες και από το βαθμό εστεροποίησης των μορίων τους. Έτσι:
 1. Η αυξημένη συγκέντρωση πηκτίνης οδηγεί σε πυκνότερο δικτυωτό πλέγμα, δηλαδή σε πηκτή που είναι περισσότερο συνεκτική, στερεή και ελαστική
 2. Απουσία ηλεκτρολυτών (χαμηλή ιονική ισχύς) οι αλυσίδες των μορίων τους αποκτούν ποιο ανοικτή και εκτεταμένη διαμόρφωση, λόγω ενδομοριακών ηλεκτροστατικών απώσεων, με αποτέλεσμα οι πηκτές να εμφανίζονται με πολύ υψηλό ιξώδες
 3. Με την προσθήκη μονοσθενών κατιόντων μειώνονται οι ηλεκτροστατικές απώσεις, με αποτέλεσμα να μειώνεται και το ιξώδες των πηκτών τους. Όταν όμως προστεθούν δισθενή ιόντα το ιξώδες αυξάνεται, επειδή αυτά συμβάλλουν στις διαμοριακές συνδέσεις των μορίων μέσω των καρβοξυλομάδων διαφορετικών μορίων

Μηχανισμός σχηματισμού πηκτής

4. Απουσία ιόντων Ca^{++} το ιξώδες των πηκτών αυξάνεται συνήθως με τη μείωση του pH.
5. Η παρουσία διαλυτών ουσιών που επηρεάζουν το ιξώδες (ζάχαρη, γλυκόζη και μαλτόζη) αυξάνει το ιξώδες των πηκτών, λόγω ανταγωνισμού με τις πηκτίνες για δέσμευση του νερού. Όμως, η αυξημένη συγκέντρωση ζάχαρης μειώνει το βαθμό ενυδάτωσης των πηκτινικών μορίων, με αποτέλεσμα να συνενώνονται στο δικτυωτό πλέγμα περισσότερα μόρια και να μειώνεται το ποσοστό του εγκλωβισμένου νερού. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία μαλακής και εύκολα διασπώμενης πηκτής.
6. Το πολύ χαμηλό pH δίνει πηκτές με σκληρή υφή, γιατί μειώνεται η ελαστικότητα των ινών του πλέγματος.
7. Το υψηλό pH οδηγεί στο σχηματισμό χαλαρών ινών, οι οποίες δεν μπορούν να συγκρατήσουν το διάλυμα της ζάχαρης, με αποτέλεσμα η πηκτή να είναι ασταθής.

Εφαρμογές στην βιομηχανία των τροφίμων

- Χρησιμοποιούνται κυρίως ως παράγοντες ζελατινοποίησης
- Ως ενώσεις αύξησης του ιξώδους
- Ως σταθεροποιητές της διασποράς των πρωτεϊνών σε γαλακτοκομικά προϊόντα, σε επιδόρπια και σε αρτοσκευάσματα.
- Οι πηκτίνες υψηλής μεθοξυλίωσης χρησιμοποιούνται κυρίως στην παρασκευή μαρμελάδων και ζελέ, ενώ οι χαμηλής μεθοξυλίωσης σε μαρμελάδες και ζελέ με λίγες θερμίδες.
- Προστίθενται και στις «σόδες διαίτης» για να βελτιωθεί η αίσθηση στο στόμα.
- Στον οργανισμό δεν πέπτονται αλλά ζυμώνονται στο παχύ έντερο σε ποσοστό 90-100%. Χρησιμοποιούνται στη θεραπεία της διάρροιας, γιατί απορροφούν τοξίνες και βακτηρίδια, ενώ παράλληλα αυξάνουν κι τον όγκο του περιεχομένου του εντέρου (διαιτητική ίνα)