



ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

AGRICULTURAL UNIVERSITY OF ATHENS

Βιοχημεία Τροφίμων Ι

Ενότητα 1^η

Κρέας και ψάρι Ι

Όνομα καθηγητή: Έφη Τσακαλίδου

Τμήμα: Επιστήμης Τροφίμων & Διατροφής του Ανθρώπου



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



πρόγραμμα για την ανάπτυξη
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ





Στόχοι ενότητας

- Εισαγωγή στη σύσταση και τη διατροφική αξία του κρέατος
- Κατανόηση της δομής του μυϊκού ιστού
- Κατανόηση της δομής και της βιοσύνθεσης του κολλαγόνου



Λέξεις - κλειδιά

- Λέξεις κλειδιά: Σύσταση, Διατροφική αξία, Λίπος, Μυϊκή ίνα, Συνδετικός ιστός, Κολλαγόνο, Γλυκοζάμινογλυκάνια
- Key words: Composition, Nutritional value, Fat, Muscle fiber, Connective tissue, Collagen, Glycosaminoglycans



Κρέας

Κρέας:

- μυϊκοί ιστοί των ζώων που χρησιμοποιούνται ως τροφή.

Συνήθεις πηγές κρέατος:

- η αγελάδα, το πρόβατο, ο χοίρος, το κοτόπουλο και το ψάρι.

<https://www.coursera.org/lecture/meat-we-eat/muscle-composition-conversion-of-muscle-to-meat-80Xm6>



Ποιότητα κρέατος

Η ποιότητα του κρέατος εξαρτάται από:

- την βιολογική λειτουργία των μυών στο ζωντανό ζώο.
- την απώλεια της βιολογικής ρύθμισης μετά τον θάνατο του ζώου.



Σύσταση μυϊκού ιστού

Σύσταση (%) του μυϊκού ιστού.

Είδος	H ₂ O	Πρωτεΐνη	Λίπος	Τέφρα
Βοδινό	70-73	20-22	4-8	1.0
Χοιρινό	68-70	19-20	9-11	1.4
Κοτόπουλο	73.7	20-23	4.7	1.0
Αρνί	73	20	5-6	1.6
Μπακαλιάρος	81.2	17.6	0.3	1.2
Σολωμός	64	20-22	13-15	1.3



Διατροφική αξία κρέατος

- Πρωτεΐνες υψηλής διατροφικής αξίας.
- Εξαιρετική πηγή για βιταμίνες της ομάδας Β.
- Πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις βιταμίνης C.
- Λιποδιαλυτές βιταμίνες Α, D, Ε και Κ σε μάλλον χαμηλές συγκεντρώσεις.
- Καλή πηγή Fe και Ρ, πολύ λιγότερο Ca.
- 40-90 mg Na και 250-420 mg K ανά 100 g άπαχου κρέατος.



Λίπος (α)

Λίπος:

- υπό μορφή τριγλυκεριδίων
 - εντός των μυϊκών κυττάρων (intramuscular).
 - μεταξύ των μυϊκών κυττάρων (intermuscular).
 - στον λιπώδη ιστό (adipose tissue).
 - στους **λευκούς** μύες: εκτός των μυϊκών κυττάρων.
 - στους **κόκκινους** μύες: υπό μορφή μικροσωματιδίων μέσα στο κύτταρο.
- υπό μορφή φωσφολιπιδίων στις κυτταρικές μεμβράνες



Λίπος (β)

- Η ενδοκυτταρική συγκέντρωση 4-5%, μπορεί να φτάσει μέχρι και 9%.
- Τα **πολυακόρεστα λιπαρά οξέα** (PUFA, polyunsaturated fatty acids):
 - ιδιαίτερα τα ω-3 λιπαρά οξέα [π.χ. το 20:5 ω-3 (eicosapentaenoic acid, EPA) και το 22:6 ω-3 (docosahexaenoic acid, DHA)] καθιστούν το λίπος των ψαριών διατροφικά ανώτερο από αυτό των ζώων.



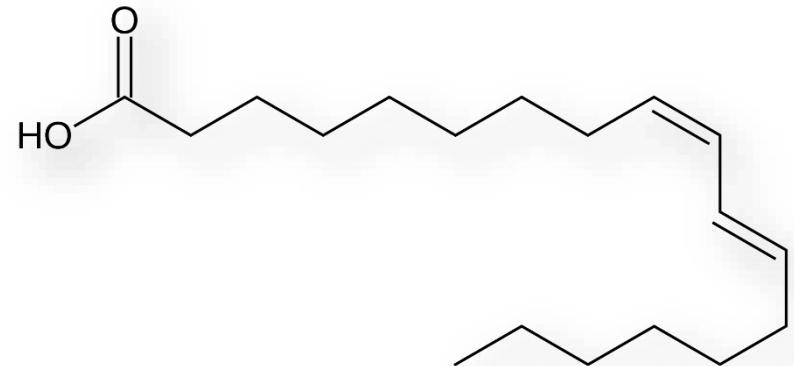
Λίπος (γ)

- Τα λιπαρά συστατικά των μυών ποικίλουν ανάλογα με:
 - το είδος του ζώου, το είδος του μυός στο ίδιο ζώο,
 - την ηλικία του ζώου, και την διατροφή του.
- Τα **μονογαστρικά** ζώα (π.χ. χοίροι, κοτόπουλα):
 - ενσωματώνουν το μεγαλύτερο μέρος των λιπαρών οξέων της τροφής τους ως έχουν.
 - Άρα ρύθμιση της σύστασης των λιπαρών συστατικών των ζώων μέσω της τροφής.



Λίπος (δ)

- Στα **μηρυκαστικά** (π.χ. αγελάδα, αρνί):
 - ένα μεγάλο μέρος (> 90%) των ακόρεστων λιπαρών οξέων της τροφής τους υφίσταται στη μεγάλη κοιλία των ζώων τη λεγόμενη **βιο-υδρογώνωση**.
- Το κρέας των μηρυκαστικών:
 - είναι πλούσιο στο **συζευγμένο λινελαϊκό οξύ** (CLA, conjugated linoleic acid),
 - κυρίως C18:2 cis-9, trans-11 (rumenic acid)
 - έχει ευεργετική επίδραση στην υγεία του ανθρώπου.

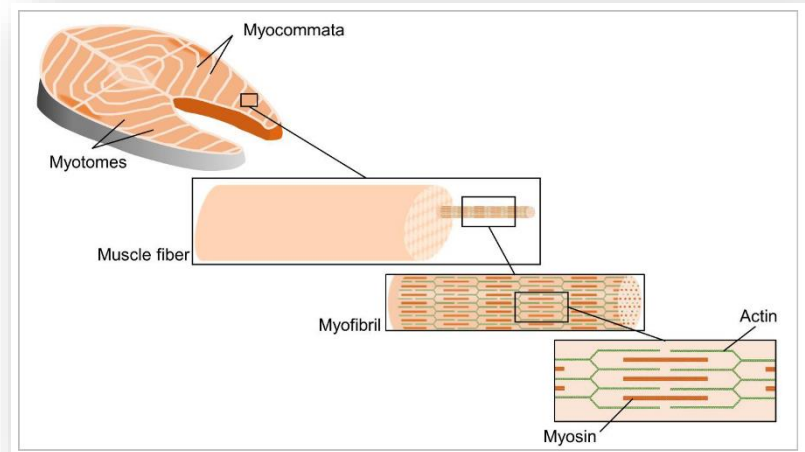
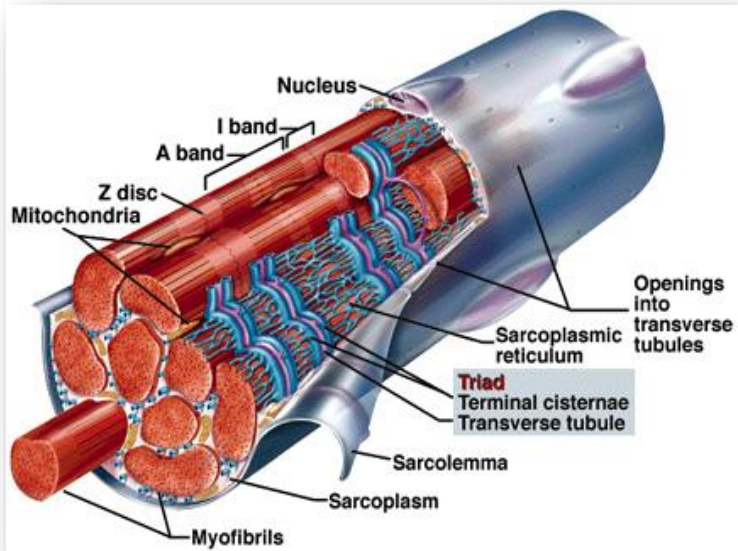




Μυϊκή ίνα (α)

- Πολύ μακρύ (2-3 cm), κυλινδρικό, πολυπυρηνικό και πολυμιτοχονδριακό κύτταρο, \varnothing 10-100 μm .

<https://www.youtube.com/watch?v=SCznFaTwTPE>

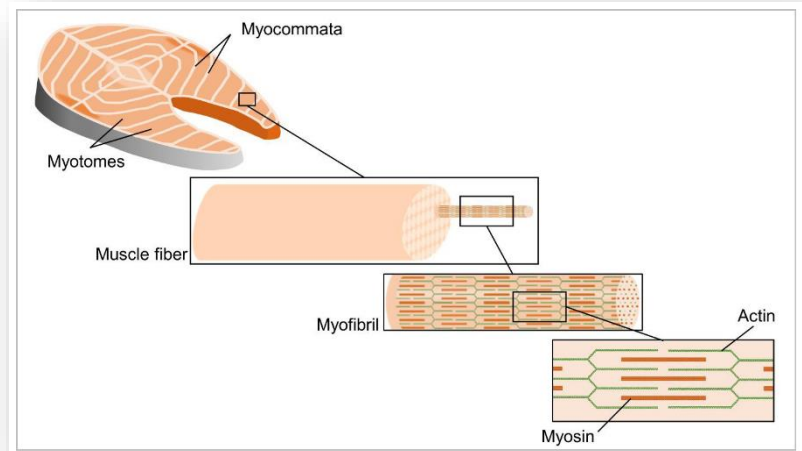
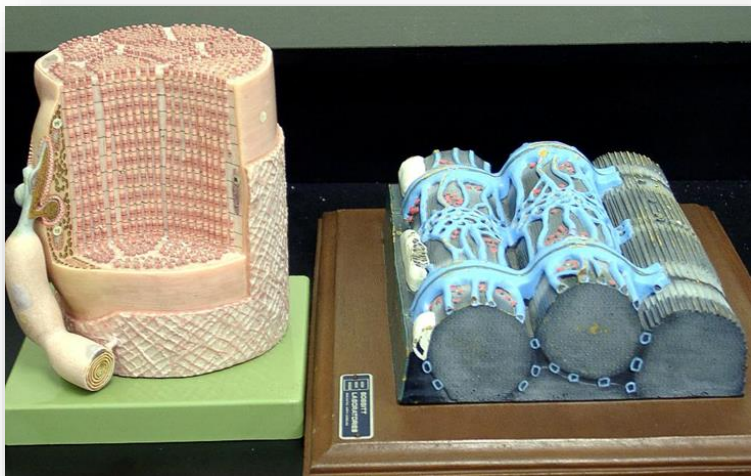


Μυοτομές στα ψάρια



Μυϊκή ίνα (β)

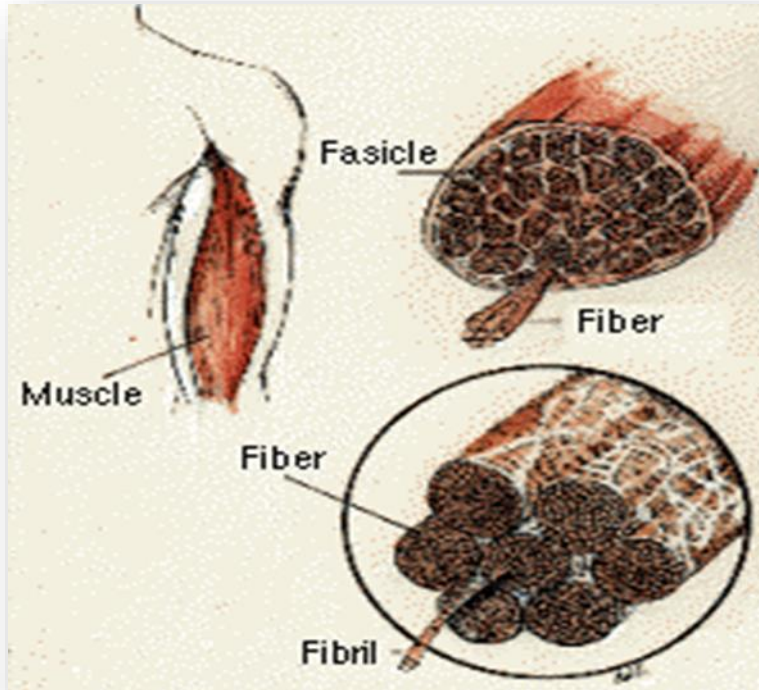
- Σαρκόλημμα = κυτταρική μεμβράνη.
- Σαρκόπλασμα = κυτταρόπλασμα.
- Περί τα 1000 νήματα (\varnothing 1 μm) μυοσίνης & ακτίνης παράλληλα με τον άξονα της.



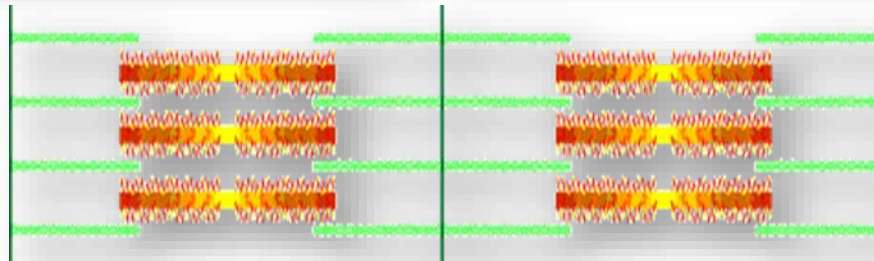
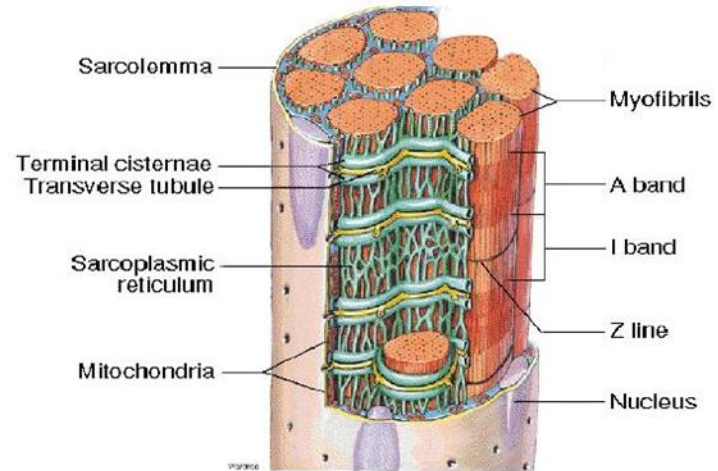
Μυοτομές στα ψάρια



Μυϊκή ίνα (γ)

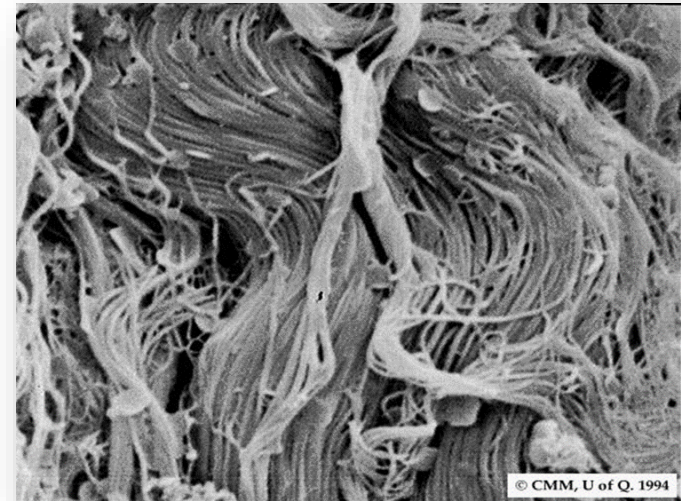
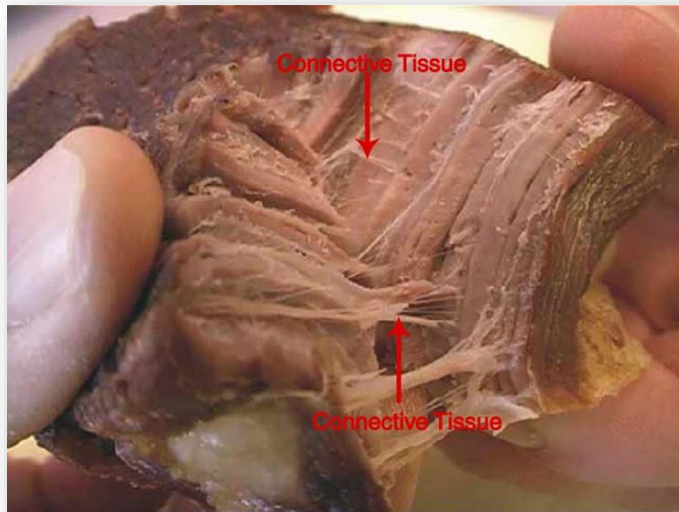
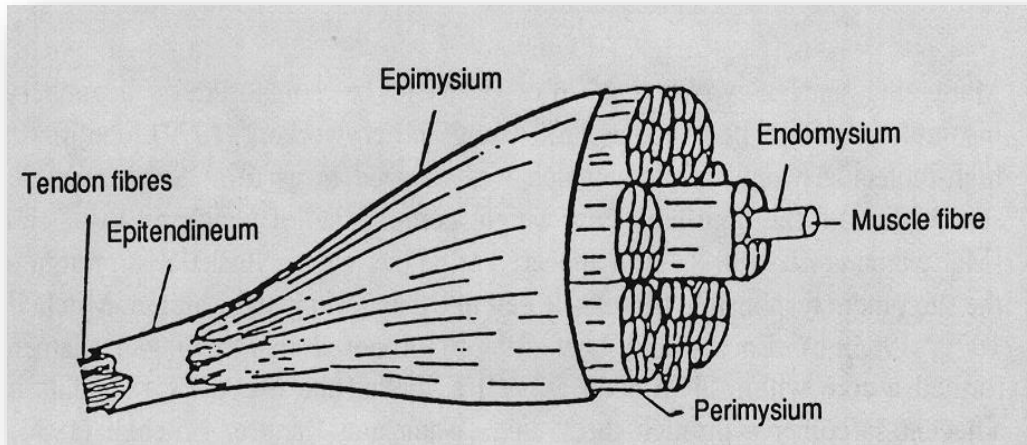


Sarcoplasmic Reticulum





ΣΥΝΔΕΤΙΚΟΣ ΙΣΤΟΣ





Κολλαγόνο (α)

Το κολλαγόνο απαντάται:

- ως Τύπος I [$\alpha_1(I)\alpha_1(I)\alpha_2$]:
 - ΣΤΟΝ ΣΥΝΔΕΤΙΚΟ ΙΣΤΟ.
 - ΣΤΟΥΣ ΤΕΝΟΝΤΕΣ.
 - ΣΤΑ ΟΣΤΑ.
 - ΣΤΑ ΔΟΝΤΙΑ.
 - ΣΤΟΝ ΚΕΡΑΤΟΕΙΔΗ ΧΙΤΩΝΑ.



Κολλαγόνο (β)

Το κολλαγόνο απαντάται: (συνέχεια)

- ως Τύπος II [3α(II)] :
 - στους χόνδρους.
 - στους δίσκους της σπονδυλικής στήλης.
- ως Τύπος III [3α(III)] :
 - στο αγγειακό σύστημα.
- ως Τύποι IV [α_1 (IV) α_2 (IV) α_2 (IV)] & V [α_1 (V) α_2 (V) α_2 (V)] :
 - στην επιδερμίδα.
 - στον πλακούντα.



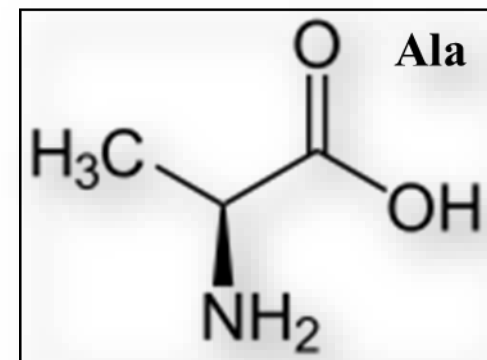
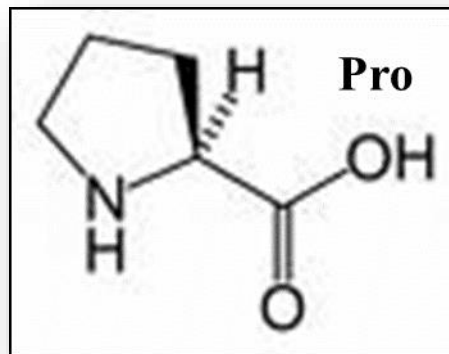
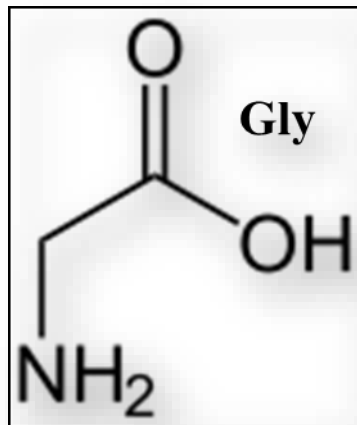
Κολλαγόνο (γ)

- Γλυκοπρωτεΐνη MB 300.000 Da.
- Το ένα τρίτο της συνολικής πρωτεΐνης των θηλαστικών.
- Το 10% της πρωτεΐνης των μυών.
- Χαμηλότερα ποσοστά στα ψάρια.
- Βάρος 10 kg για να σπάσει ίνα κολλαγόνου διαμέτρου 1 mm.



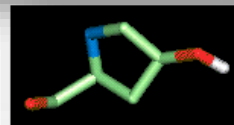
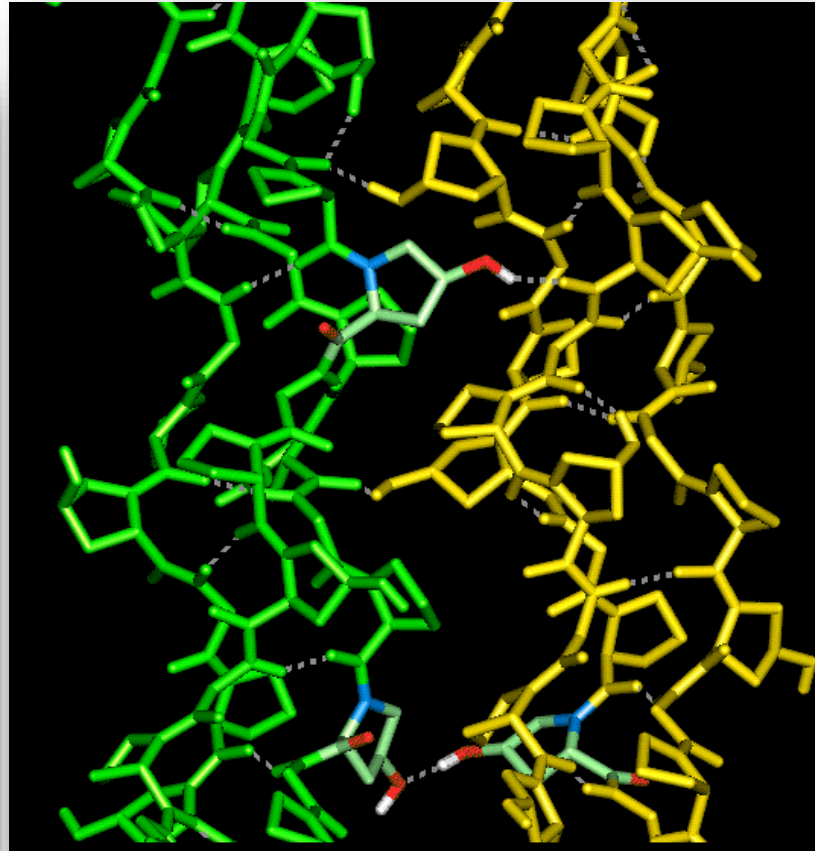
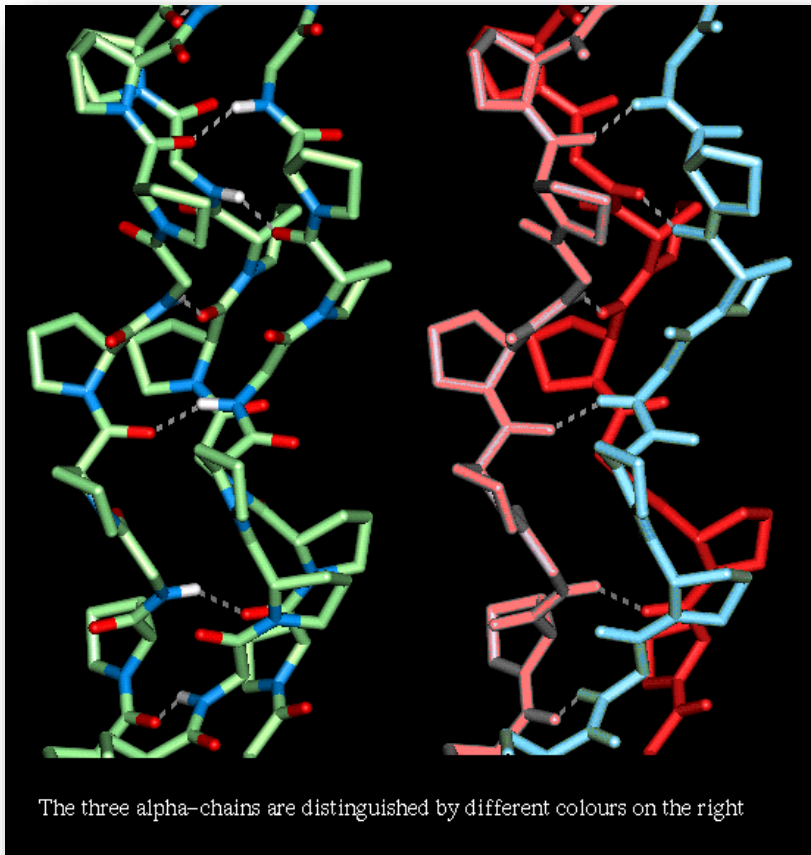
Κολλαγόνο (δ)

- Χαμηλή διατροφική αξία λόγω:
 - της υψηλής περιεκτικότητας σε 3 μόνο αμινοξέα (35% Gly, 20% Pro, 12% Ala).
 - της ταυτόχρονης έλλειψης απαραίτητων αμινοξέων.
 - της ανθεκτικότητας έναντι πρωτεολυτικών ενζύμων.





Δομή κολλαγόνου

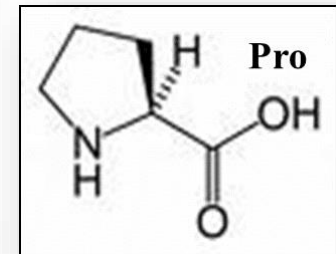
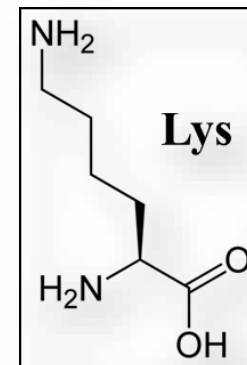
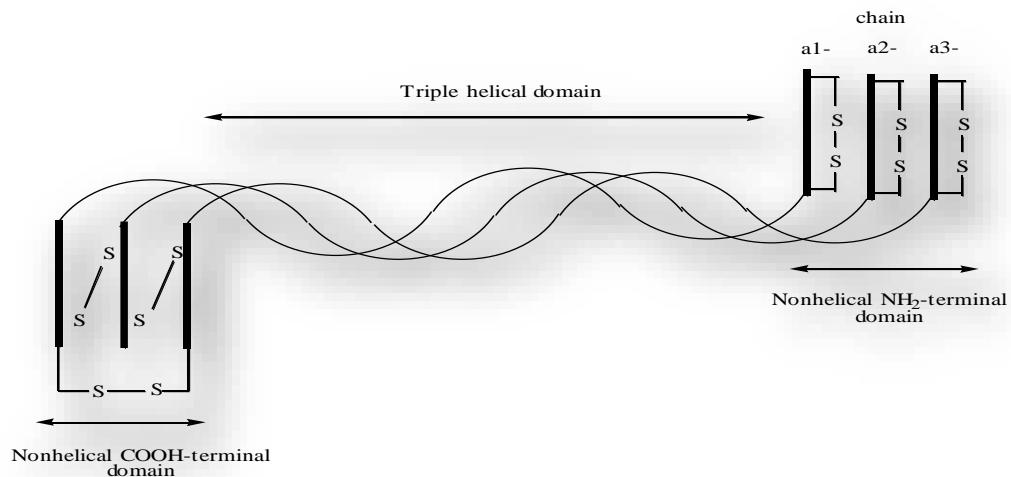


hydroxyproline (Hyp)



Βιοσύνθεση κολλαγόνου (α)

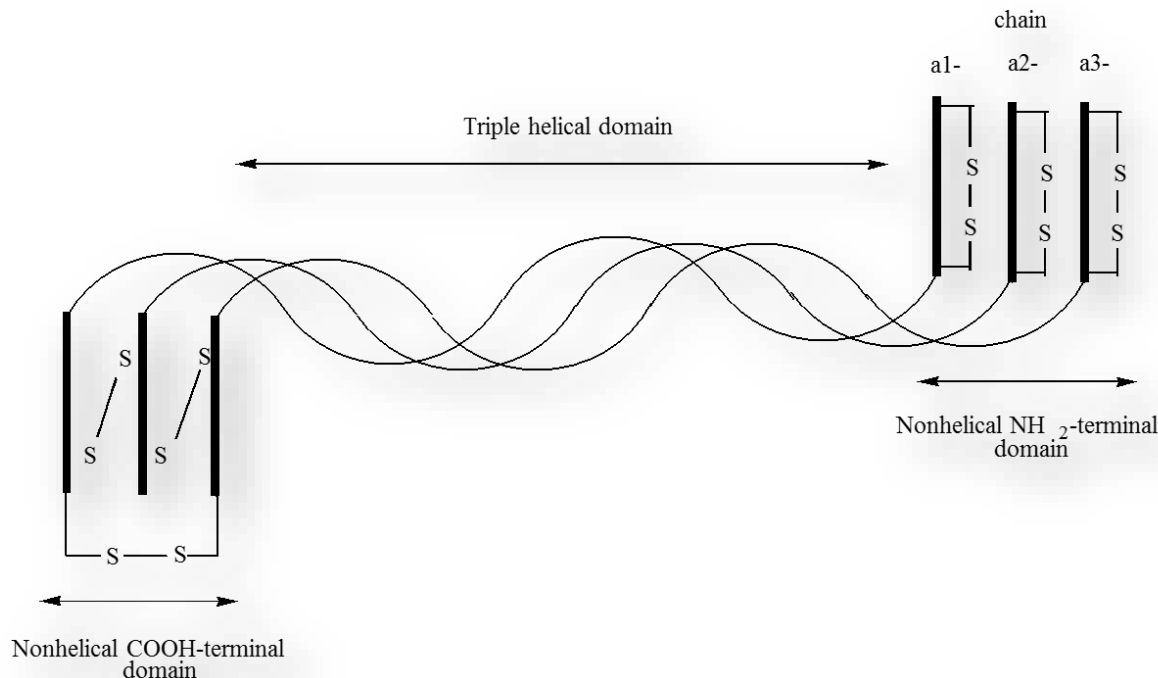
- Σύνθεση **πρόδρομων πεπτιδικών** αλυσίδων μεγάλου MB.
- **Υδροξυλίωση** πεπτιδικών αλυσίδων σε θέσεις **Pro** και **Lys** από υδροξυλάσες, παρουσία ασκορβικού οξέος, O_2 , α-κετογλουταρικού οξέος και Fe^{2+} .
- **Γλυκοζυλίωση** της 5-OH-Lys από την γαλακτοζυλο-τρανσφεράση και την γλυκοζυλο-τρανσφεράση.
- Σχηματισμός **τριπλής έλικας** (προκολλαγόνο).





Βιοσύνθεση κολλαγόνου (β)

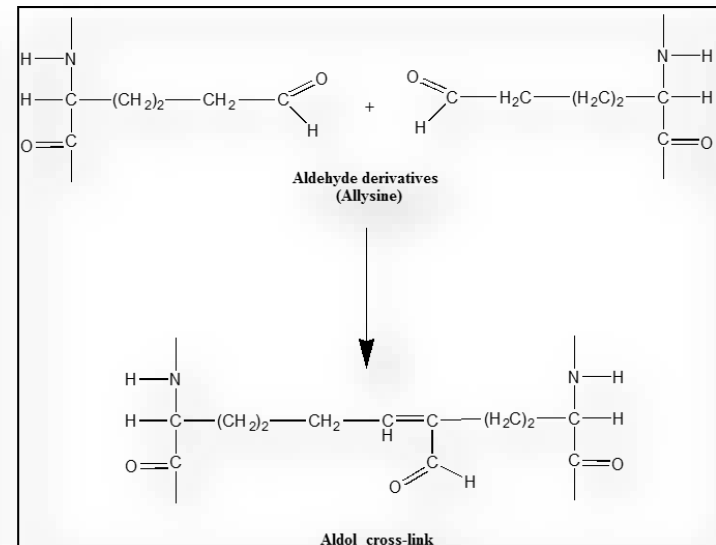
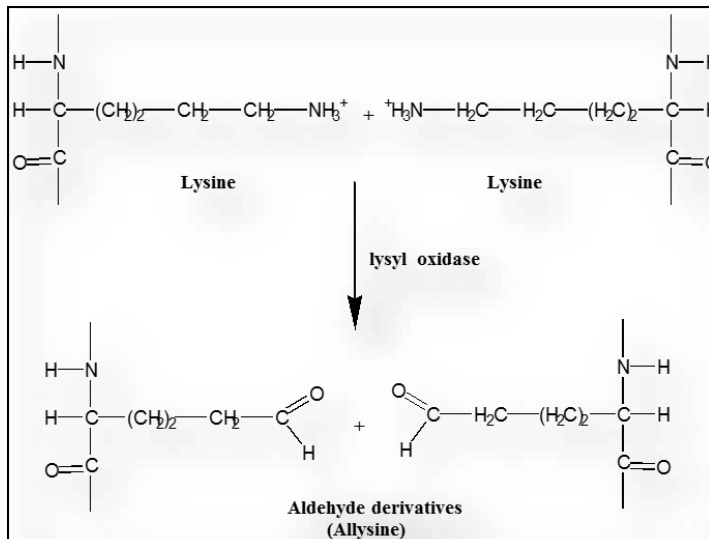
- Έκκριση προκολλαγόνου από τους ινωδοβλάστες.
- Υδρόλυση άκρων προκολλαγόνου από εξειδικευμένες πεπτιδάσες και σχηματισμός του τροποκολλαγόνου
- Έλλειψη πεπτιδασών οδηγεί στη λεγόμενη δερμοσπάραξη (ζώα) και Ehlers-Danlos (άνθρωποι).





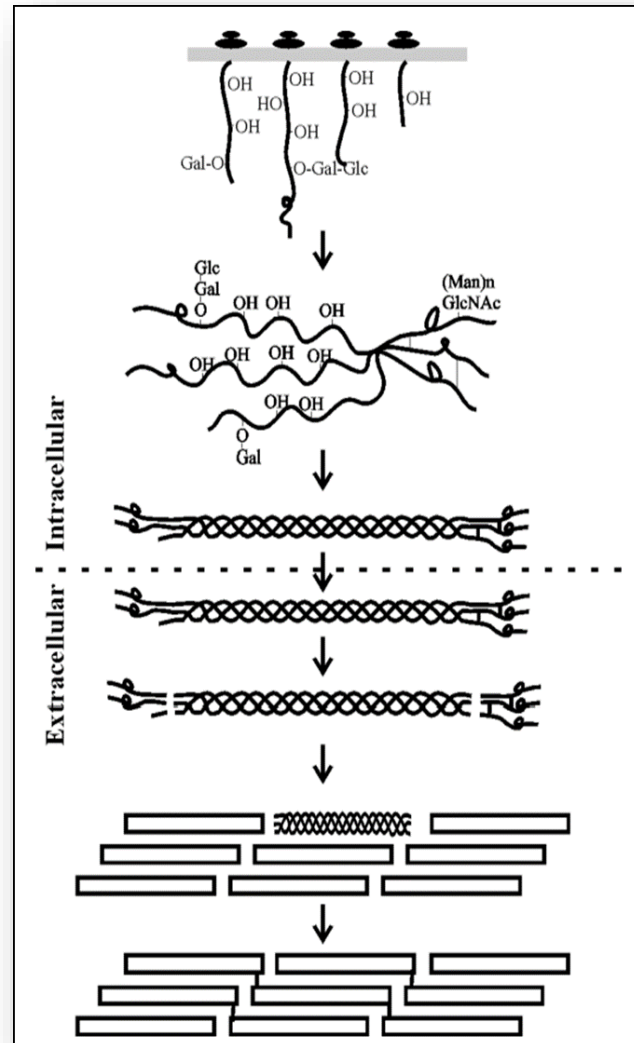
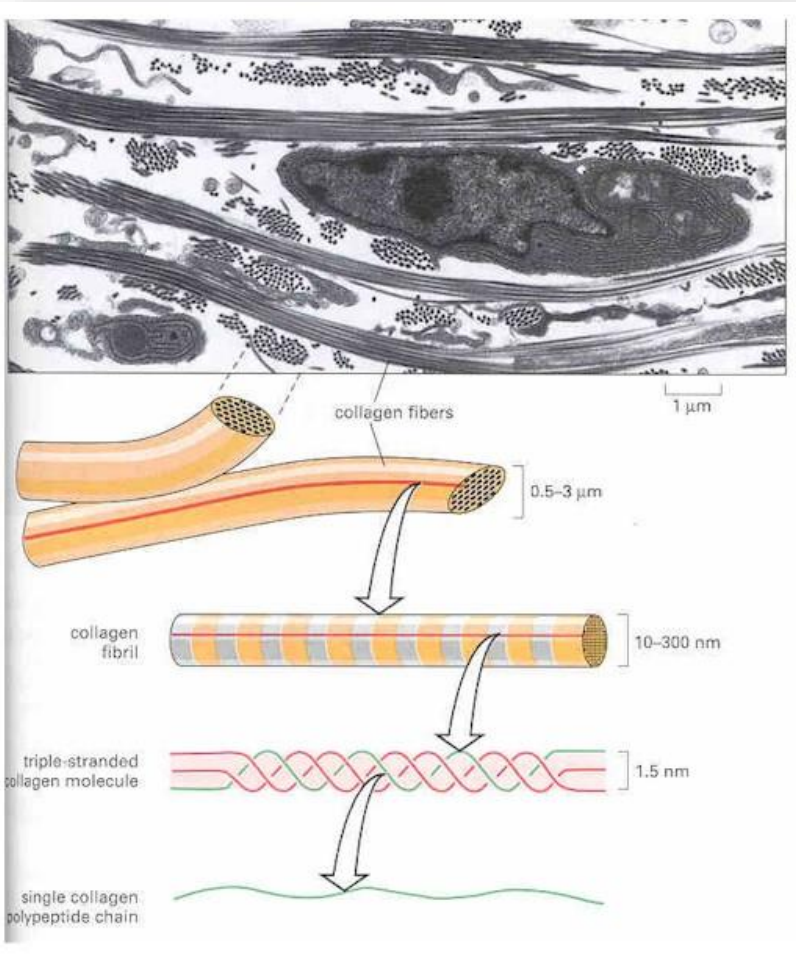
Βιοσύνθεση κολλαγόνου (γ)

- **Ωριμανση** τροποκολλαγόνου προς κολλαγόνο με την σταδιακή δημιουργία **ομοιοπολικών δεσμών**
 - (1) οξειδάση της λυσίνης - φωσφορική πυριδοξάλη (B6) - O_2
 - (2) αλδολική συμπύκνωση, ανάμεσα στις αλυσίδες μιας τριπλής έλικας αλλά και ανάμεσα σε διαφορετικές τριπλές έλικες
- Παρεμποδιστής της οξειδάσης της λυσίνης **β -αμινο-προπιονιτρίλιο** ($N\equiv C-CH_2-CH_2-NH_3^+$), στο *Lathyrus odoratus*, τύπος γλυκού μπιζελιου)





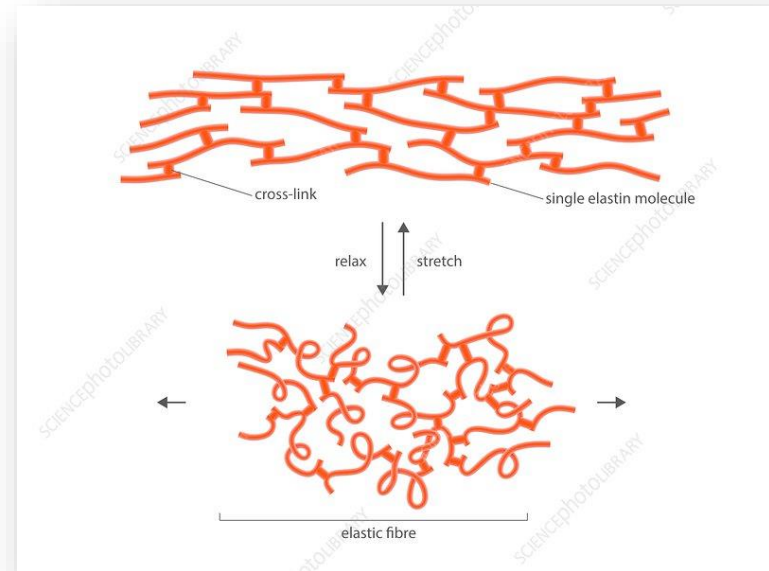
Απεικόνιση βιοσύνθεσης κολλαγόνου





Ελαστίνη (α)

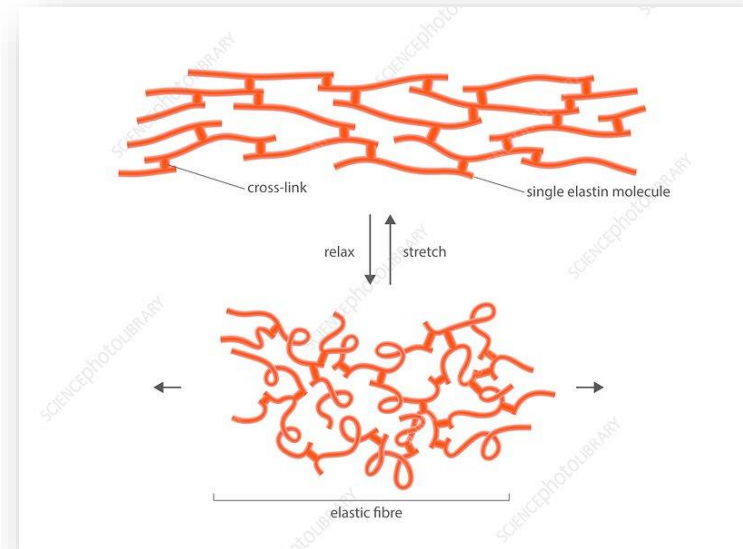
- Δεύτερη σε σημασία πρωτεΐνη του συνδετικού ιστού (π.χ. αρτηρίες).
- α-ελαστίνη MB > 70 kDa και β-ελαστίνη με MB 5.5 kDa.
- Gly (30%) και Pro (12%).
- Πολύ χαμηλές ποσότητες 4-OH-Pro, 5-OH-Lys και πολικών αμινοξέων.
- Δομή ινώδης, αντέχει στην θέρμανση στο H₂O, διογκώνεται, δεν διαλύεται.





Ελαστίνη (β)

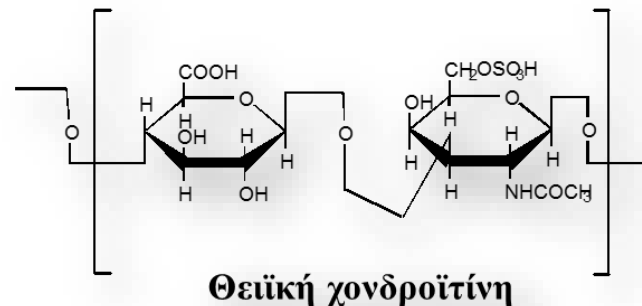
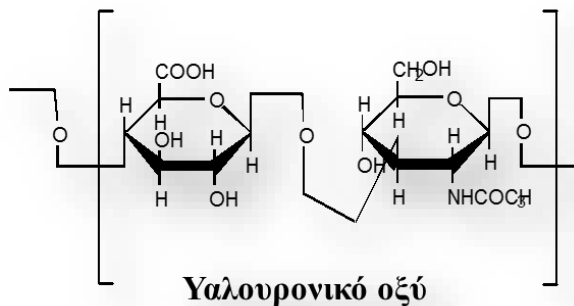
- Δεν προσβάλλεται από οξέα και από σχετικά πυκνά διαλύματα βάσεων.
- Ανθεκτική απέναντι στην πεψίνη, θρυψίνη, χυμοθρυψίνη.
- Μερικά υδρολύσιμη από την ελαστάση και την πατταΐνη.





Γλυκοζαμινο-γλυκάνια (α)

- Σημαντικός ρόλος στην δομική ακεραιότητα του συνδετικού ιστού.
- ετεροπολυσακχαρίτες π.χ. υαλουρονικό οξύ, θειϊκή χονδροϊτίνη, θειϊκή κερατάνη.
- Τα διαλύματά τους έχουν βλεννώδη υφή (βλεννοπολυσακχαρίτες ή όξινοι βλεννοπολυσακχαρίτες).



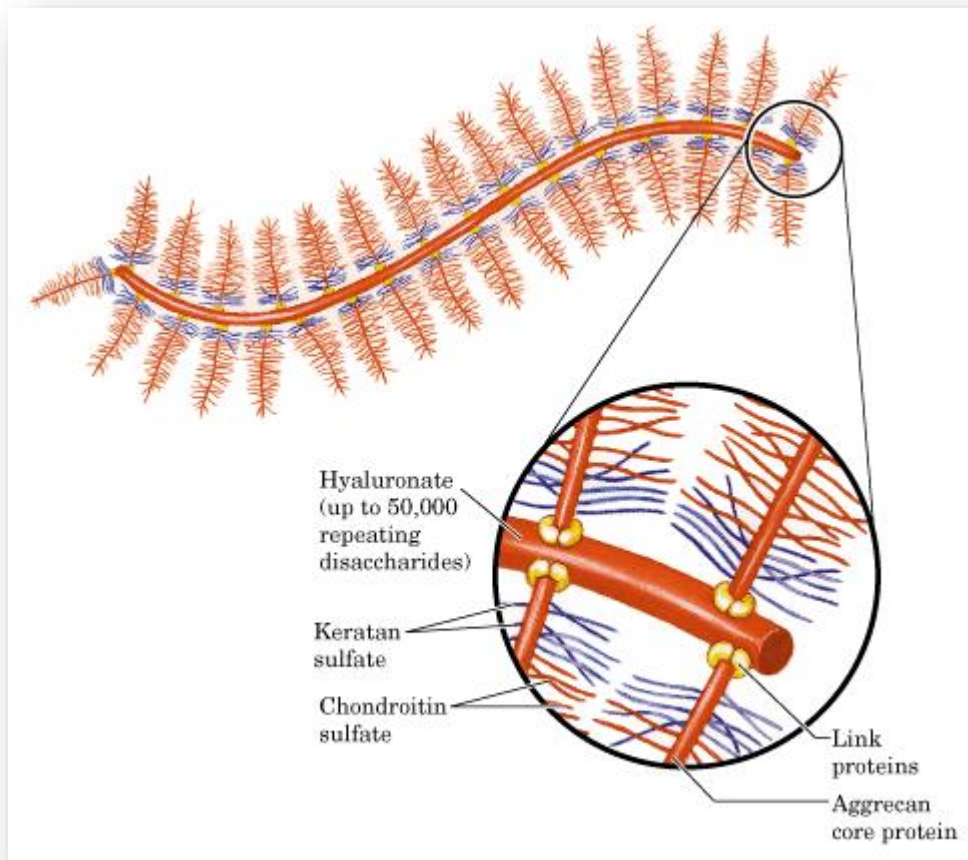


Γλυκοζαμινο-γλυκάνια (β)

- Από μια επαναλαμβανόμενη βασική μονάδα ενός δισακχαρίτη, (κυρίως υαλουρονικό οξύ) και ακετυλαμινο-σάκχαρο (π.χ. N-ακετυλο-γλυκοζαμίνη και N-ακετυλο-γαλακτοζαμίνη).
- Τα συσσωματώματα των γλυκοζαμινογλυκανίων με πρωτεΐνες = **πρωτεογλυκάνια** (π.χ. χόνδρος).



Οργάνωση γλυκοζαμινο-γλυκανίων





Βιβλιογραφία

- B.K. Simpson (2012) Food Biochemistry and Food Processing, Wiley-Blackwell
- M.J. Berg, L.J. Tymoczko, G.J. Gato, L. Stryer (2015) Βιοχημεία, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης