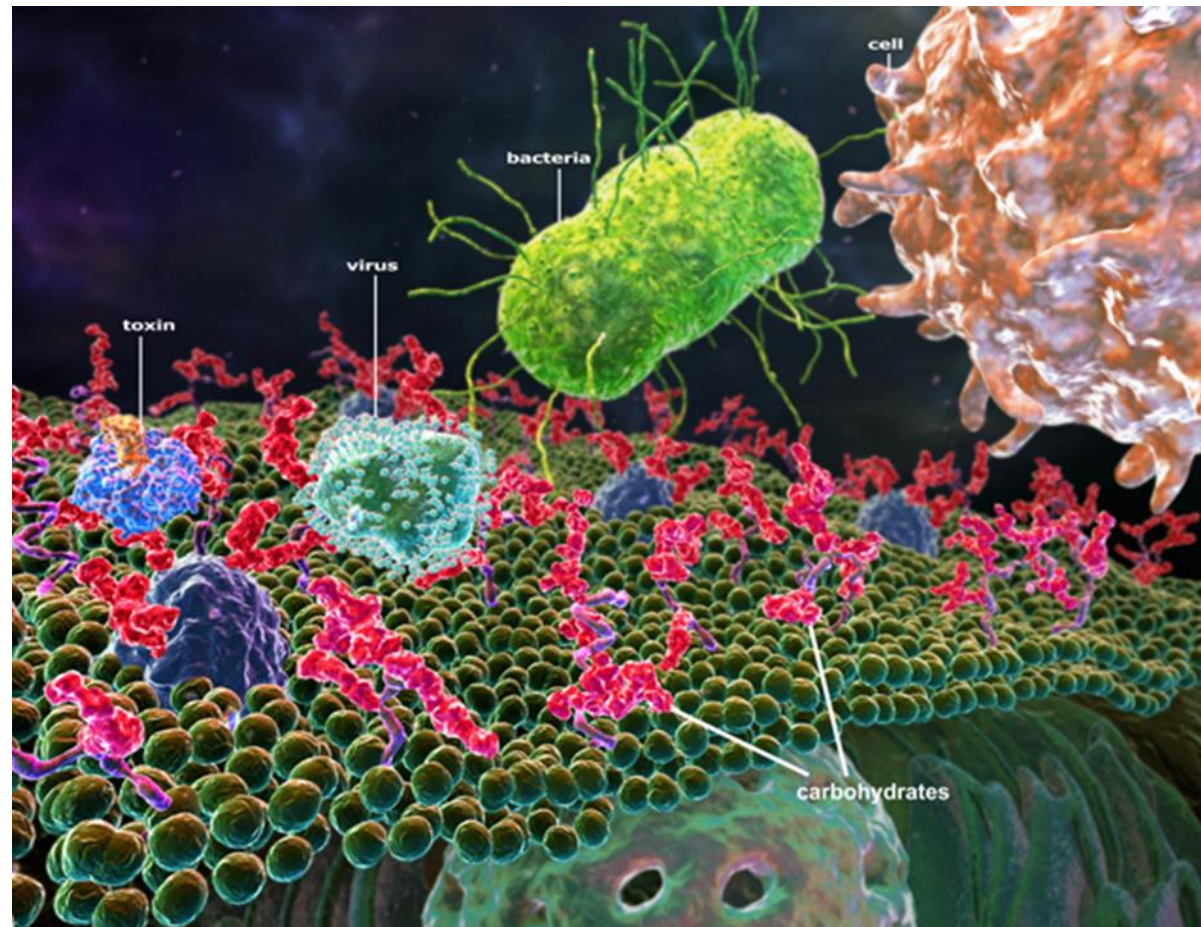


Λιπίδια Υδατάνθρακες πρωτεΐνες

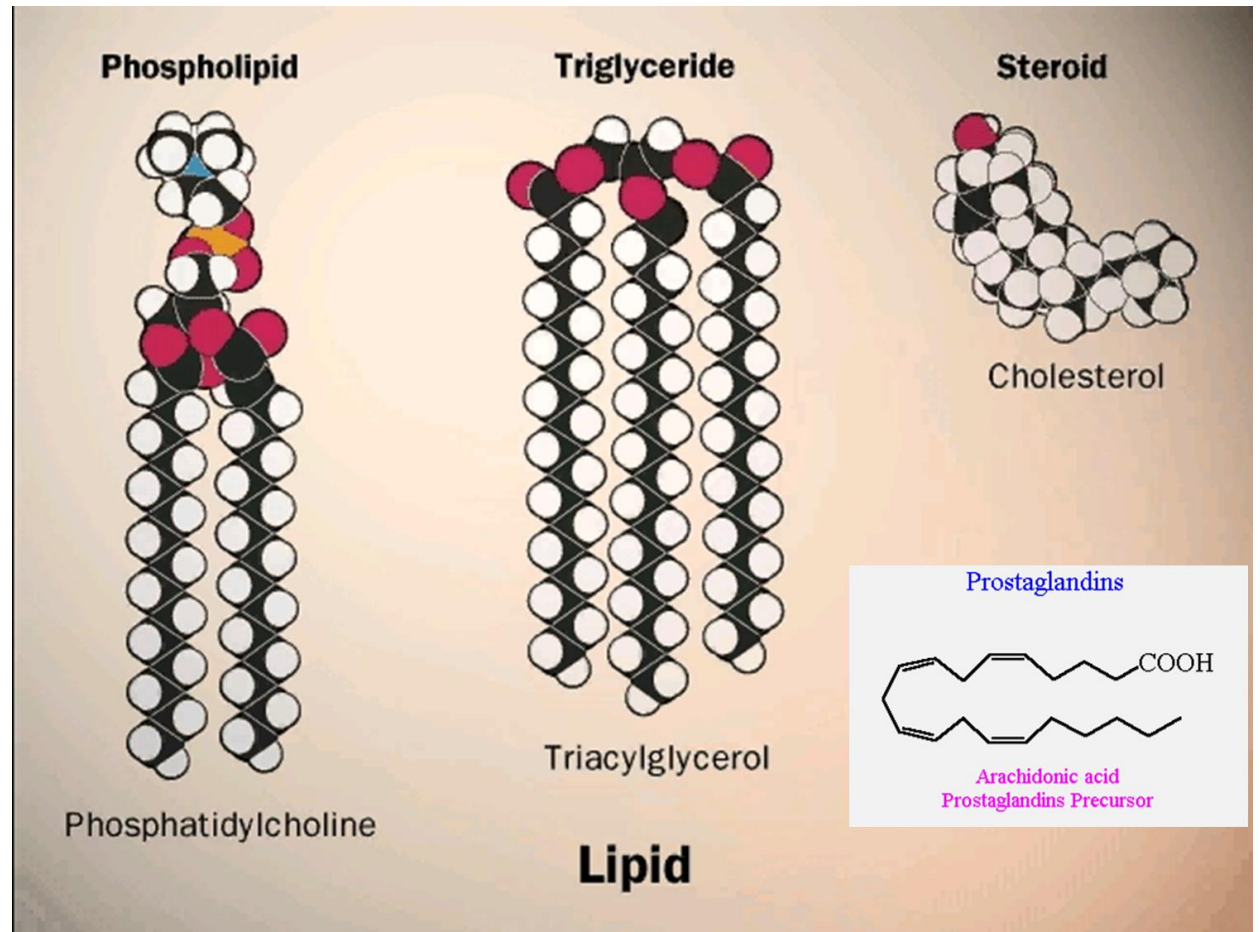
Λειτουργίες των λιπιδίων και υδατανθράκων

- Αποθήκευση και παραγωγή ενέργειας
- Δομικά συστατικά
- Επικοινωνία με τους υδατάνθρακες στη μεμβράνη των ευκαρυωτικών και προκαρυωτιών κυττάρων πχ. Αναγνώριση κυττάρων ξενιστών από βακτήρια, αναγνώριση εισβολέων από τα λευκά αιμοσφαίρια



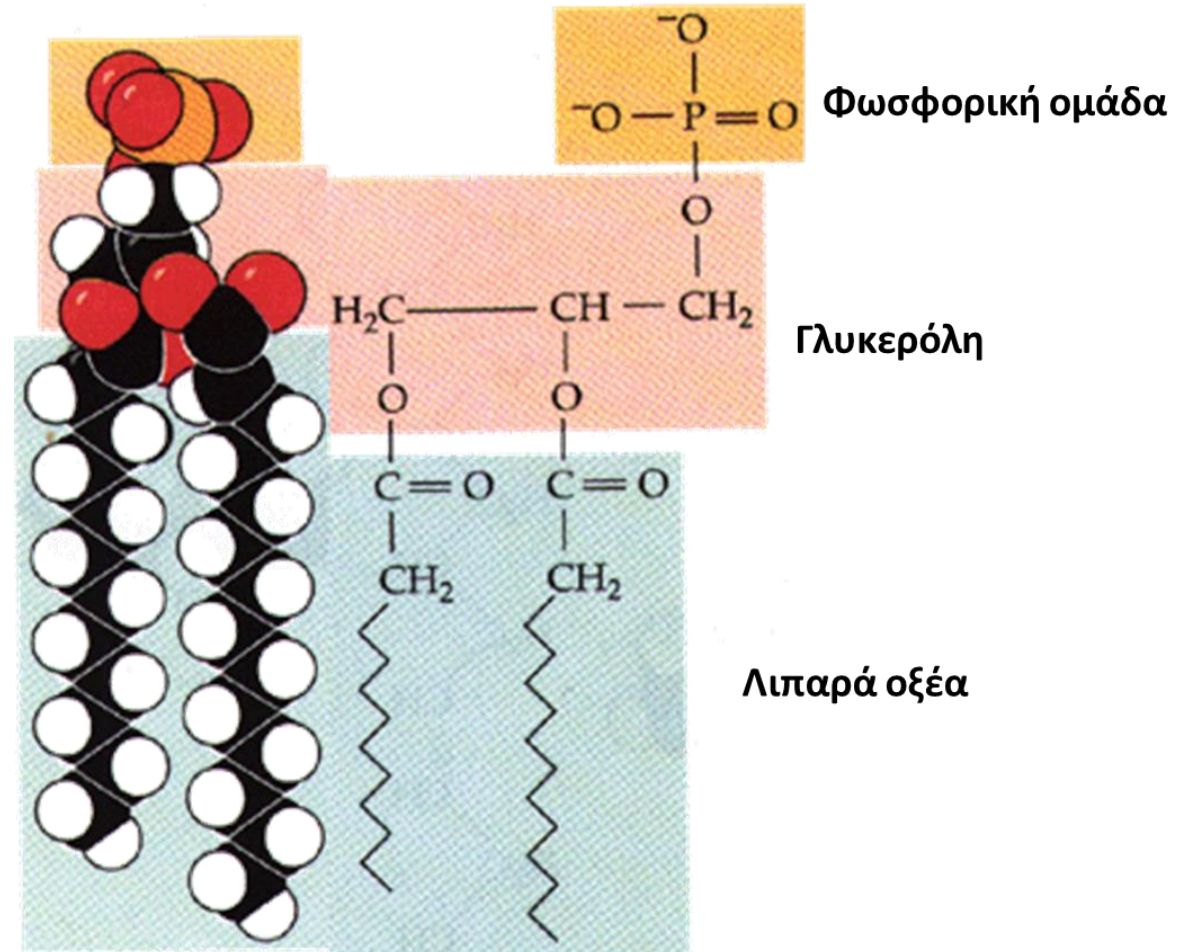
Κατηγορίες λιπιδίων

- 1) Φωσφολιπίδια
- 2) Τριγλυκερίδια
- 3) Στερόλες
- 4) Προσταγλαδίνες
- Το κοινό τους είναι ότι είναι μακρομόρια με άνθρακα και ότι διαλύονται από οργανικούς διαλύτες (πχ ακετόνη, αιθανόλη, χλωροφόρμιο, φαινόλη κα)



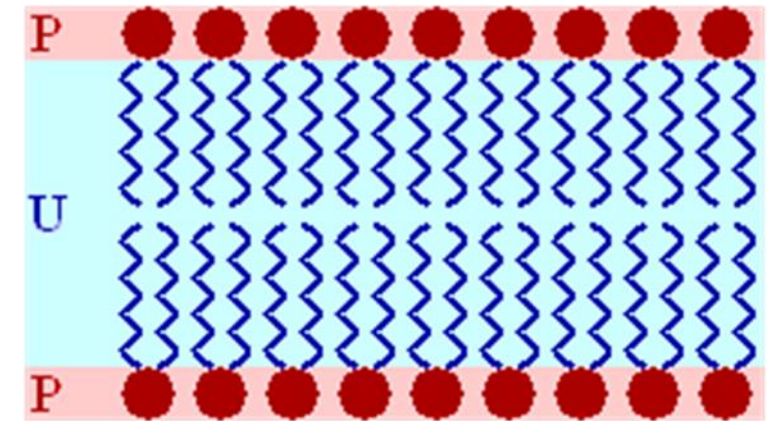
Φωσφολιπίδια

- Είναι τα πιο κοινά λιπίδια
- Αλκοόλη με τρία υδροξύλια τη γλυκερόλη
- Δύο λιπαρά οξέα από αλειφατικές αλυσίδες χωρίς φορτίο (υδρόφοβες)
- Μία φωσφορική ομάδα (κεφαλή του λιπιδίου) υδρόφιλη αρνητικά φορτισμένη
- Είναι αμφιπαθείς ενώσεις με υδρόφιλα και υδρόφοβα τμήματα

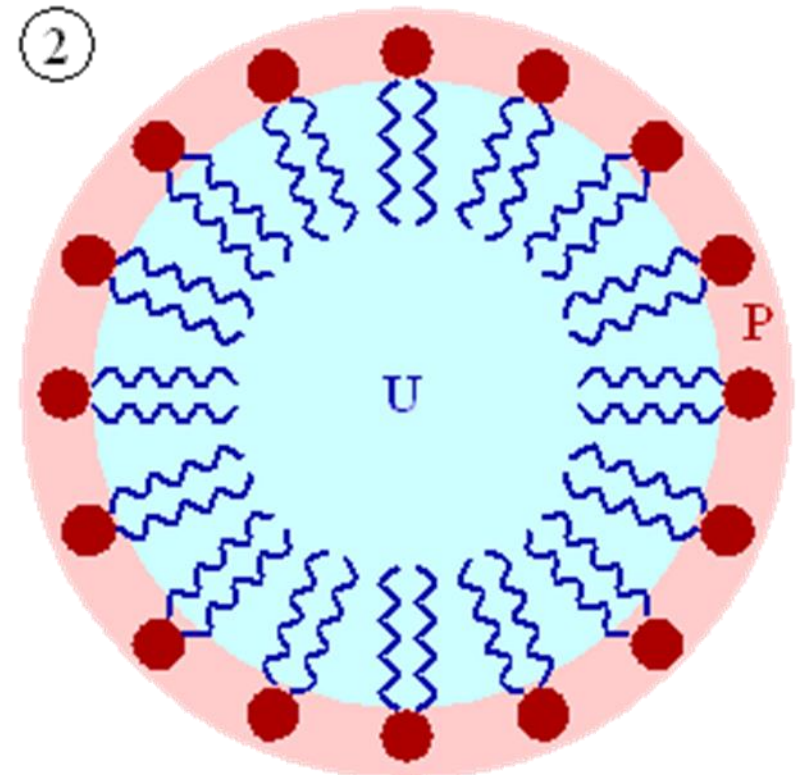


- Το αποτέλεσμα της αμφιπαθούς ιδιότητας είναι να σχηματίζουν μεμβράνες επίμηκες ή σφαιρικές (Μυκήλια) όταν τα ρίχνουμε σε υδατικό διάλυμα
- Επιφάνεια φωσφορικές ομάδες υδρόφιλες και εσωτερικά τα λιπίδια υδρόφοβες αλληλεπιδράσεις μεταξύ τους

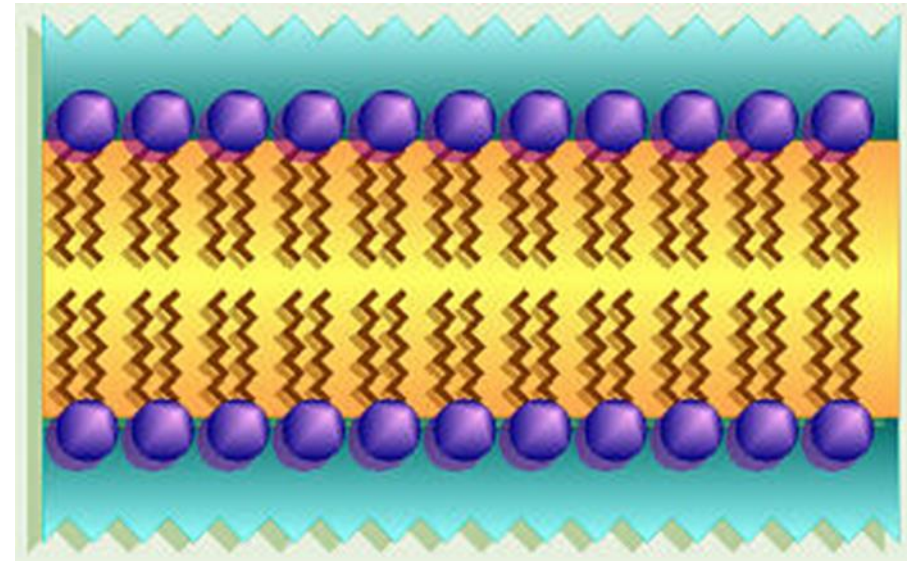
①



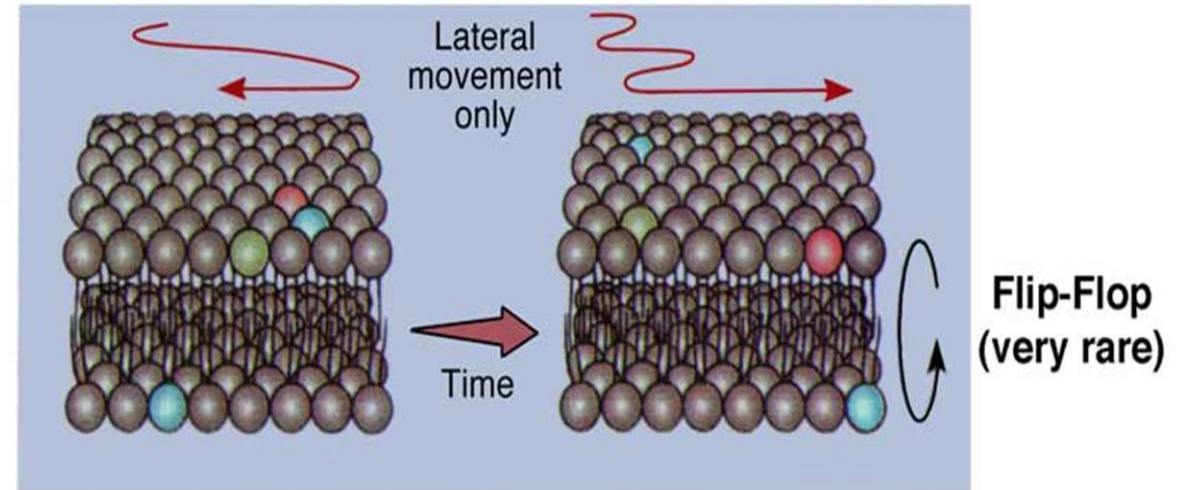
②



- Τα φωσfolιπίδια κινούνται ελεύθερα οριζόντια στις στοιβάδες και σπάνια κάθετα από την μια στοιβάδα στην άλλη καθώς για γίνει αυτό χρειάζονται ειδικά ένζυμα και μεγάλη ενέργεια.



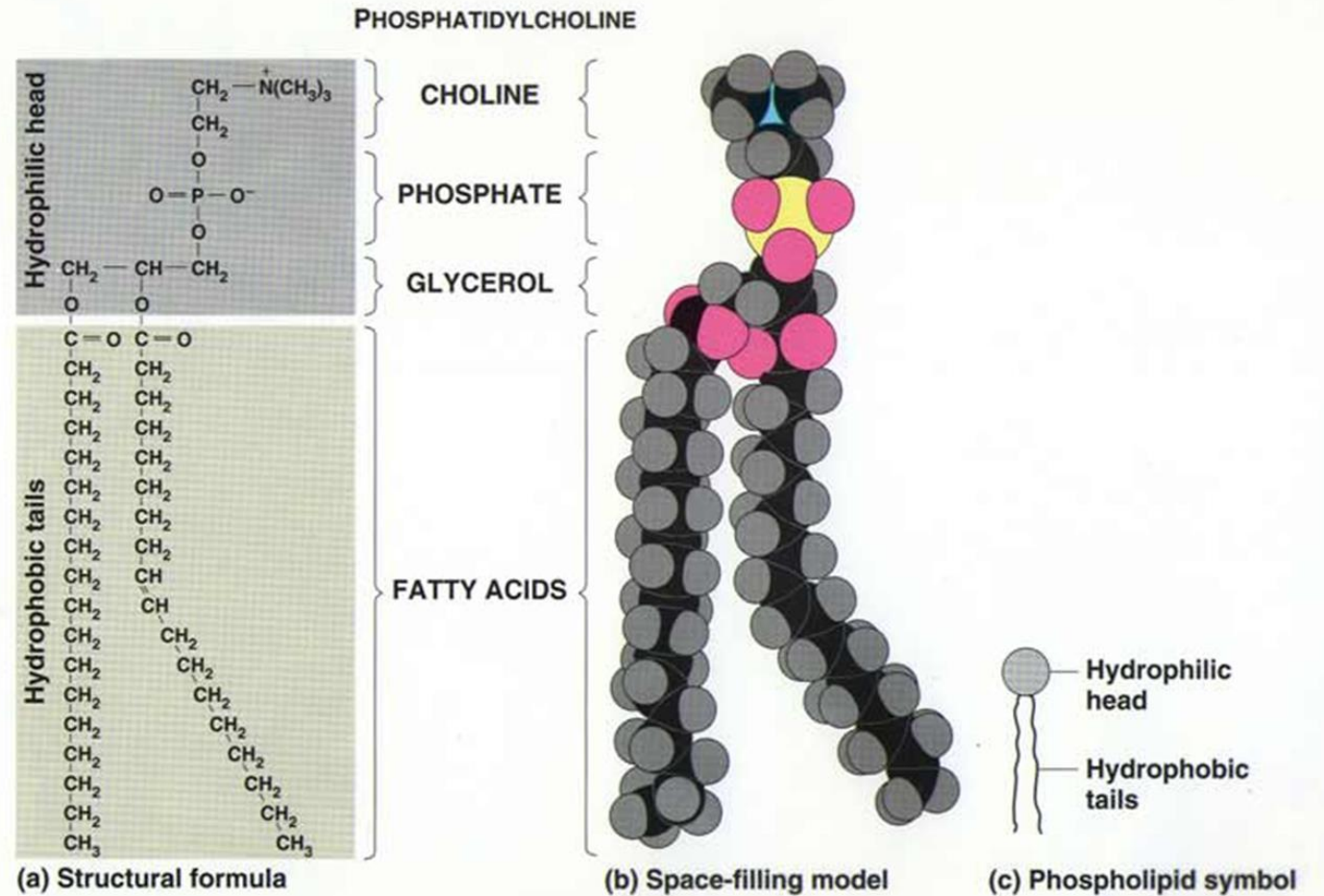
Lateral but not flip-flop



Διαφορές στα λιπαρά οξέα

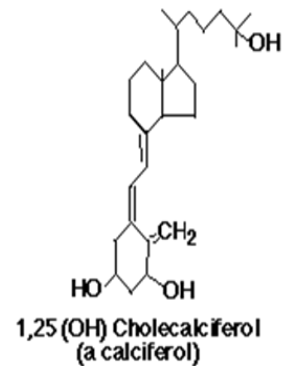
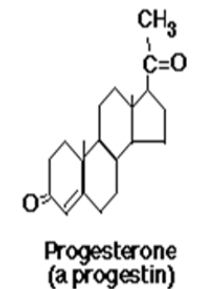
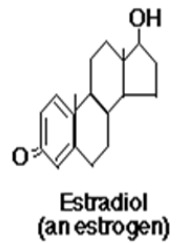
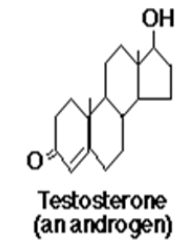
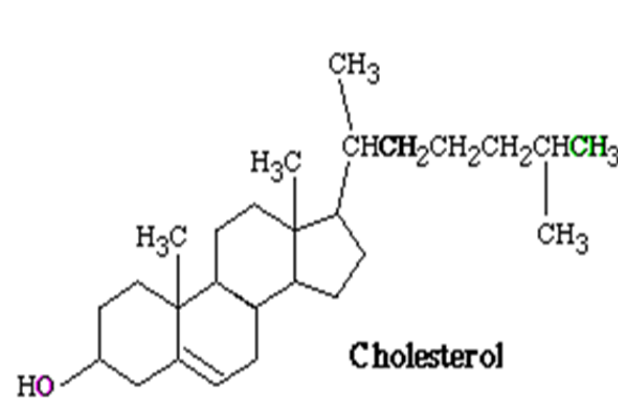
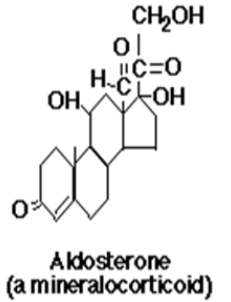
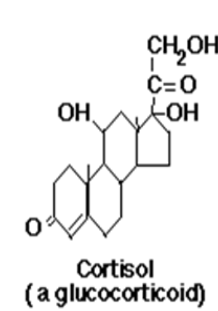
- Αριθμός ατόμων άνθρακα (10-20 πάντα ζυγός)
- Τύπος των δεσμών
 - Κορεσμένα απλός δεσμός
 - Ακόρεστα (διπλός δεσμός) σχήμα ευθύγραμμο ή γωνία

Figure 5.12 The structure of a phospholipid



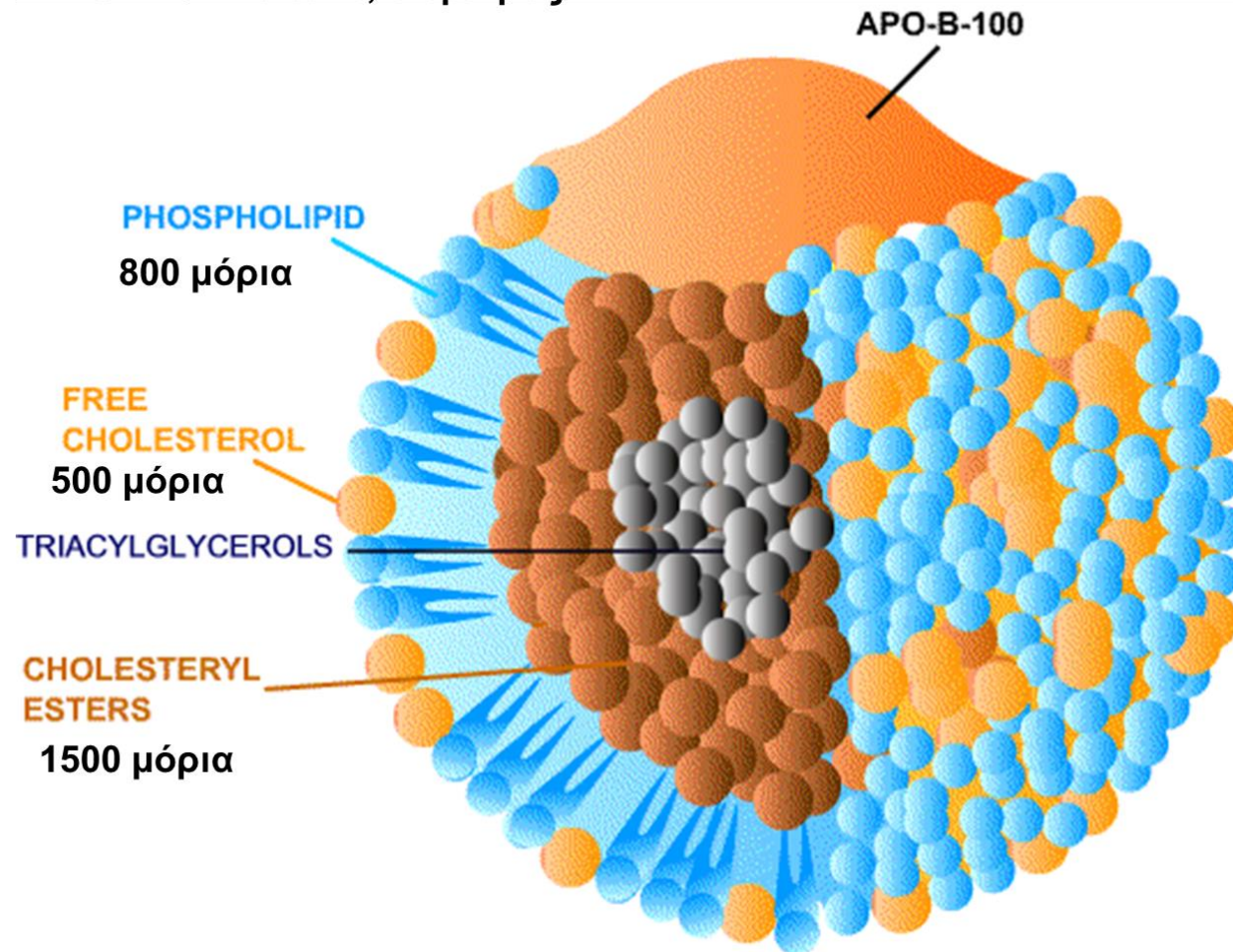
Στεροειδή

- Μόνο ευκαρυωτικούς οργανισμούς ζωικά κύτταρα ή μύκητες
- **Χοληστερόλη**
 - Χωρίς Χοληστερόλη μη φυσιολογικές μεμβράνες
 - Υπερβολικά ρευστές και άκαμπτες
 - Από τη Χοληστερόλη παράγονται ορμόνες



- Η χοληστερόλη στον ορό βρίσκεται σε ένα μεγαλομόριο μια λιποπρωτεΐνη
- Αποτελείται από την πρωτεΐνη APO-B-100 που πάνω της είναι προσδεμένα λιπίδια
- Από έξω προς τα μέσα φωσφολιπίδια και χοληστερόλη, εστέρες χοληστερόλης και τριγλυκερίδια
- Όσο πιο πολλά τριγλυκερίδια τόσο λιγότερο πυκνή η λιποπρωτεΐνη δηλαδή LDL (low-density lipoprotein) που θεωρείται και η κακή χοληστερόλη

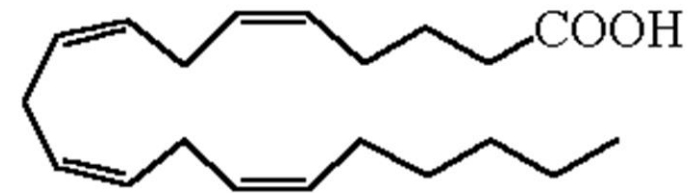
LDL = 3×10^6 Daltons, διάμετρος 22nm



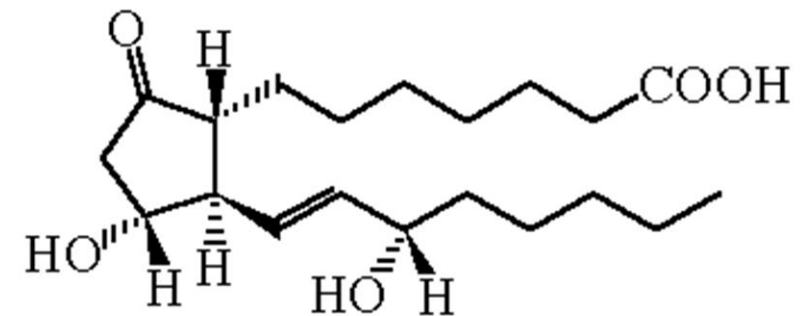
Προσταγλανδίνες

- Αραχιδονικό οξύ, πρόδρομο μόριο και μακριά αλυσίδα ατόμων άνθρακα
- Εμπλέκονται σε πυρετό, πόνο και φλεγμονώδης αντίδραση
- Τα φάρμακα εμποδίζουν την μετατροπή αραχιδονικού σε προσταγλανδίνες
- Ενεργοποιούν επίσης λείους μυς, στις συσπάσεις του τοκετού και ξεκινούν την έναρξη του τοκετού

Prostaglandins

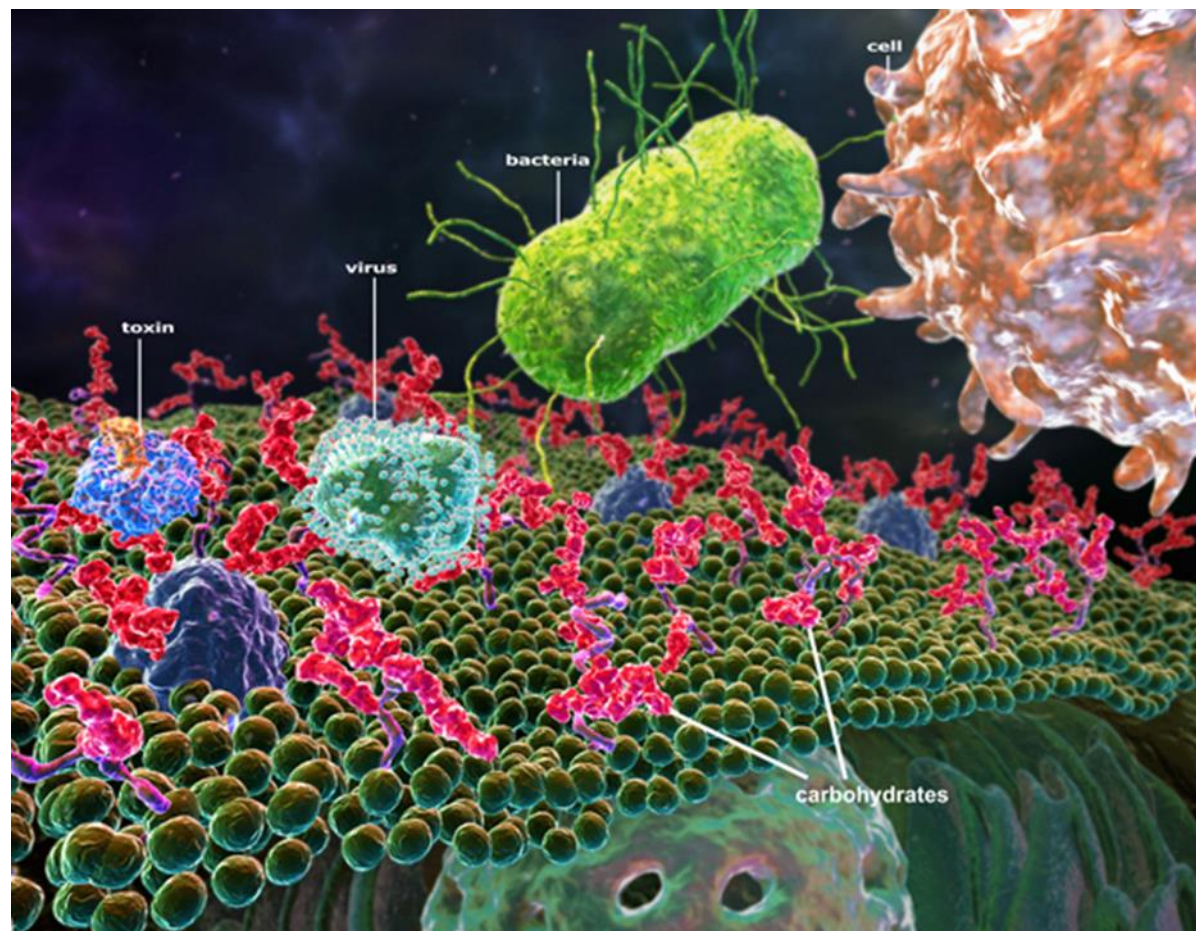


Arachidonic acid
Prostaglandins Precursor



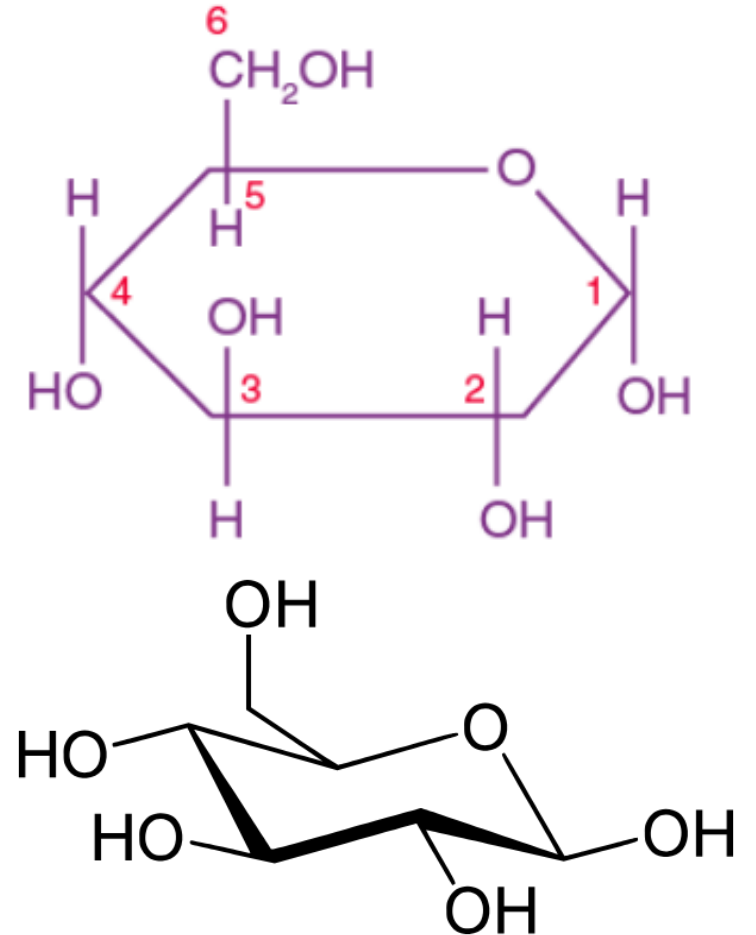
Prostaglandin E₁

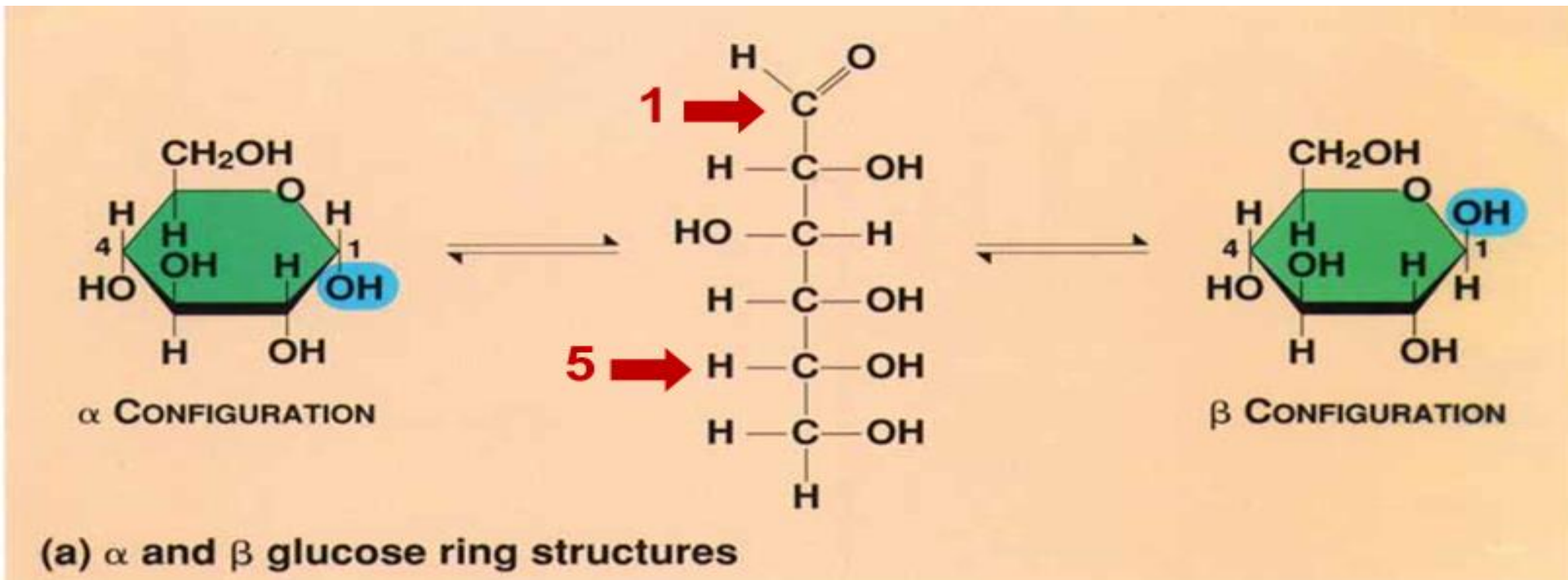
ΥΔΑΤΑΝΘΡΑΚΕΣ



ΑΠΛΟΙ ΥΔΑΤΑΝΘΡΑΚΕΣ

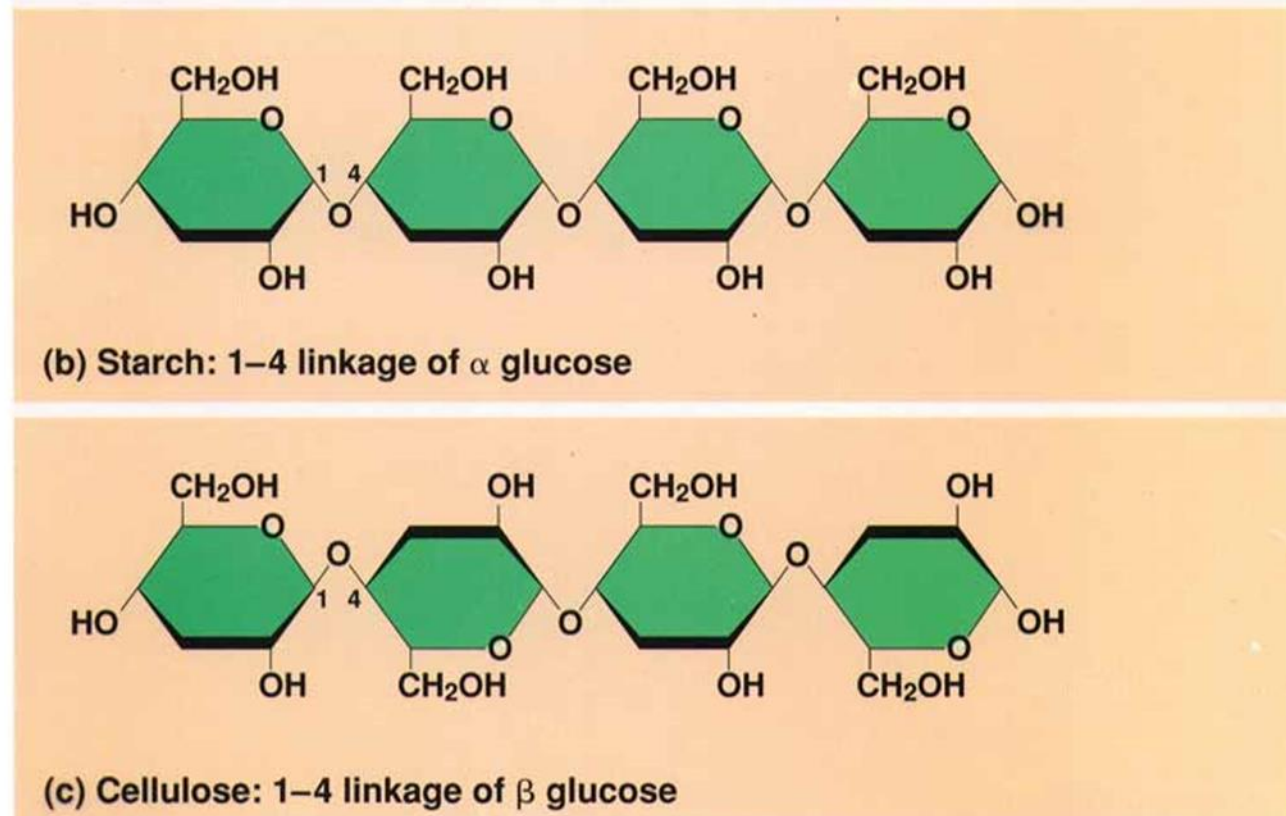
- Το κύριο μόριο που προέρχεται η ενέργεια του κυττάρου είναι η γλυκόζη
- Αποτελείται από έξι μόρια άνθρακα και πέντε υδροξύλια
- Βρίσκεται στα κύτταρα με δύο διαμορφώσεις την Α και τη Β





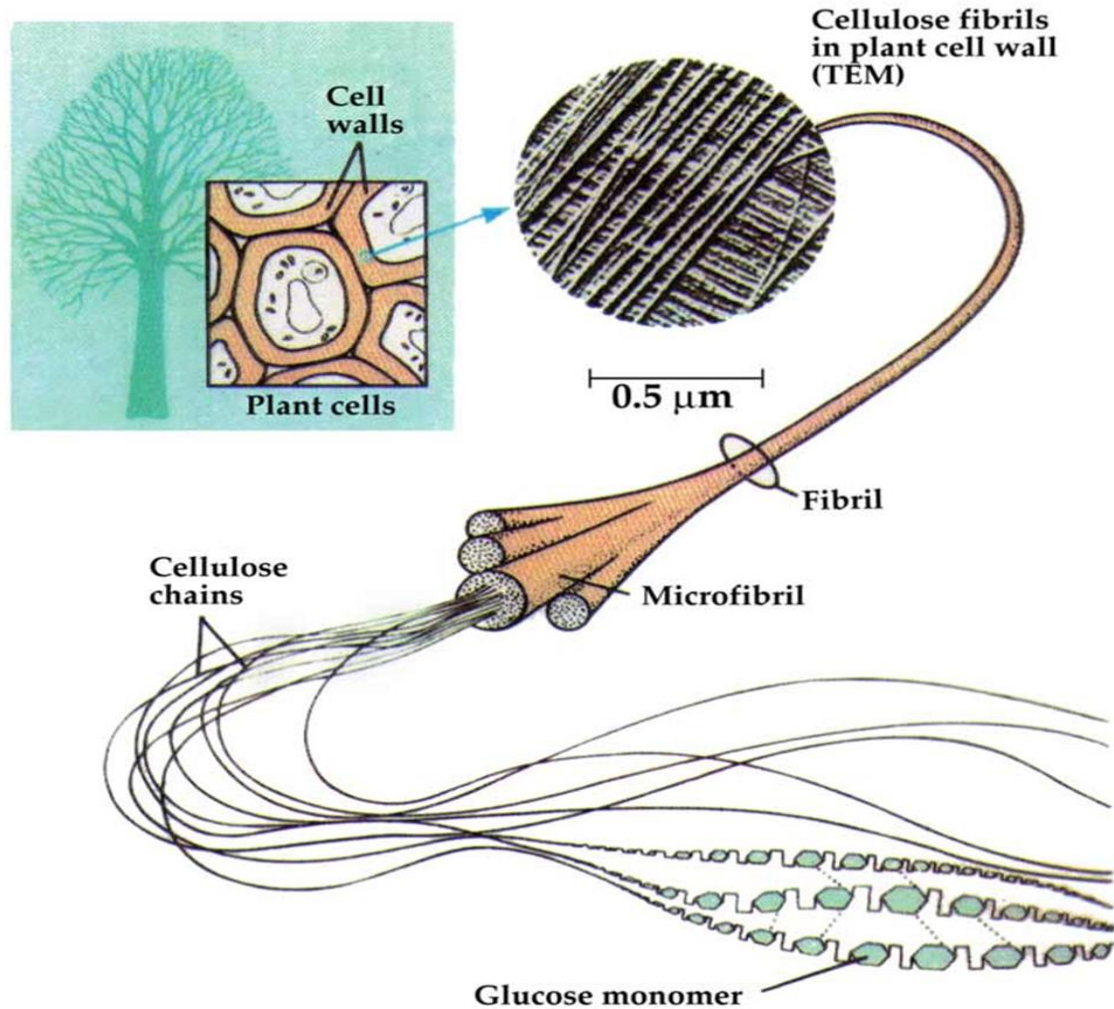
- Για το σχηματισμό της γλυκόζης ενώνεται ο άνθρακας 5 μέσω του οξυγόνου με τον άνθρακα 1
- Επιπλέον Ο άνθρακας 5 ενώνεται με CH_2OH και ο 1 με OH
- Αν το CH_2OH και το OH βρίσκονται στη ίδια πλευρά τότε η διαμόρφωση είναι Β ενώ αν το OH του 1 άνθρακα βρίσκεται στη άλλη πλευρά τότε η διαμόρφωση είναι Α
- Οι διαφορετικές διαμορφώσεις δίνουν διαφορετικές φυσικοχημικές ιδιότητες στα μόρια και μεταβολίζονται με διαφορετικό τρόπο από τα ένζυμα

ΣΥΝΘΕΤΟΙ ΥΔΑΤΑΝΘΡΑΚΕΣ- ΓΛΥΚΟΣΙΔΙΚΟΣ ΔΕΣΜΟΣ 1-4

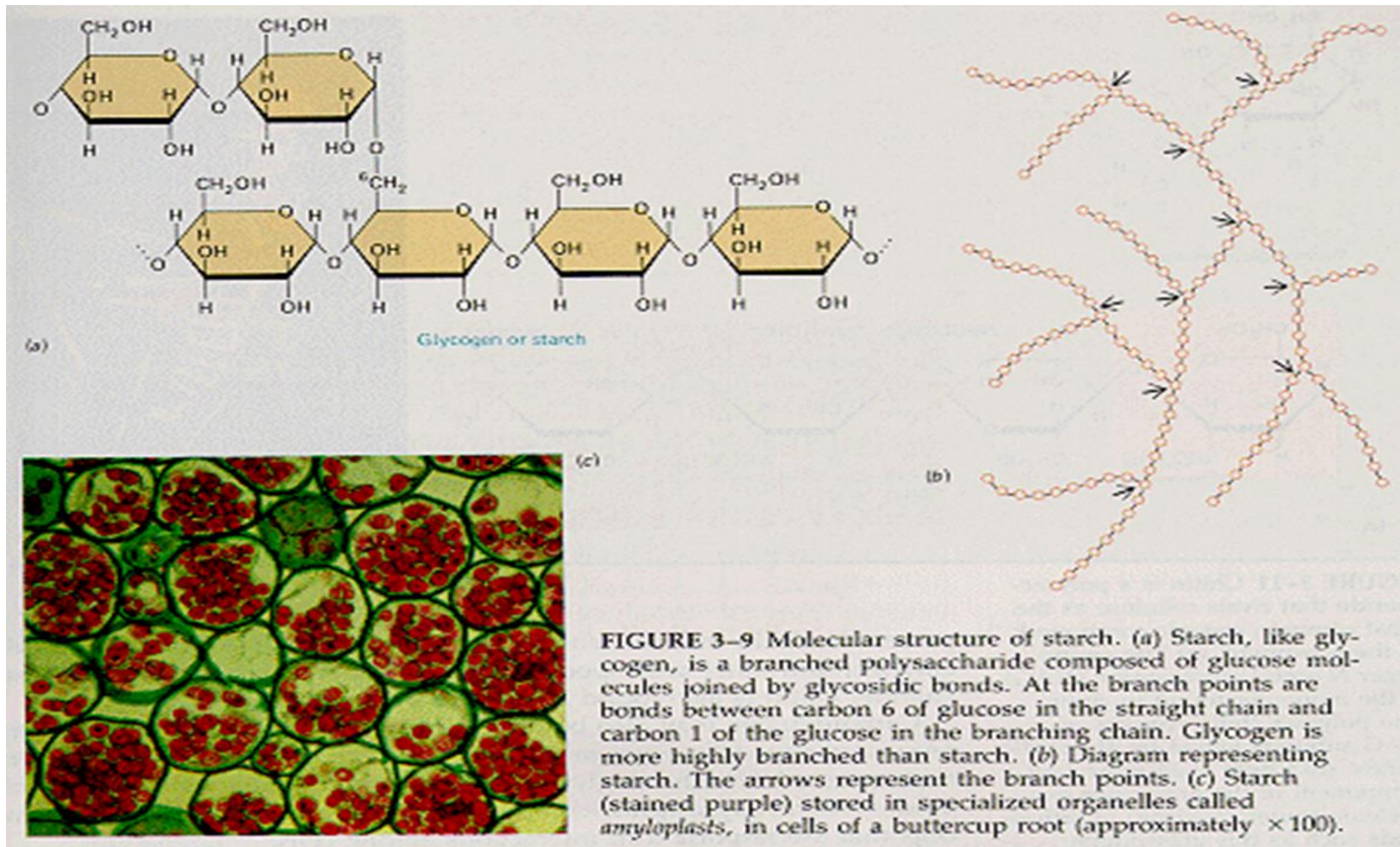


- Άμυλο α-γλυκόζη αποθηκευτικός σύνθετος υδατάνθρακας των φυτών
- Κυτταρίνη β-γλυκόζη δομικό συστατικό των φυτικών κυττάρων, ενεργειακά άχρηστο μόριο από τα ένζυμα των ζωικών οργανισμών
- Στα φυτοφάγα ζώα μεταβολίζεται από τα μικρόβια του πεπτικού τους συστήματος

Cellulose and plant cell walls



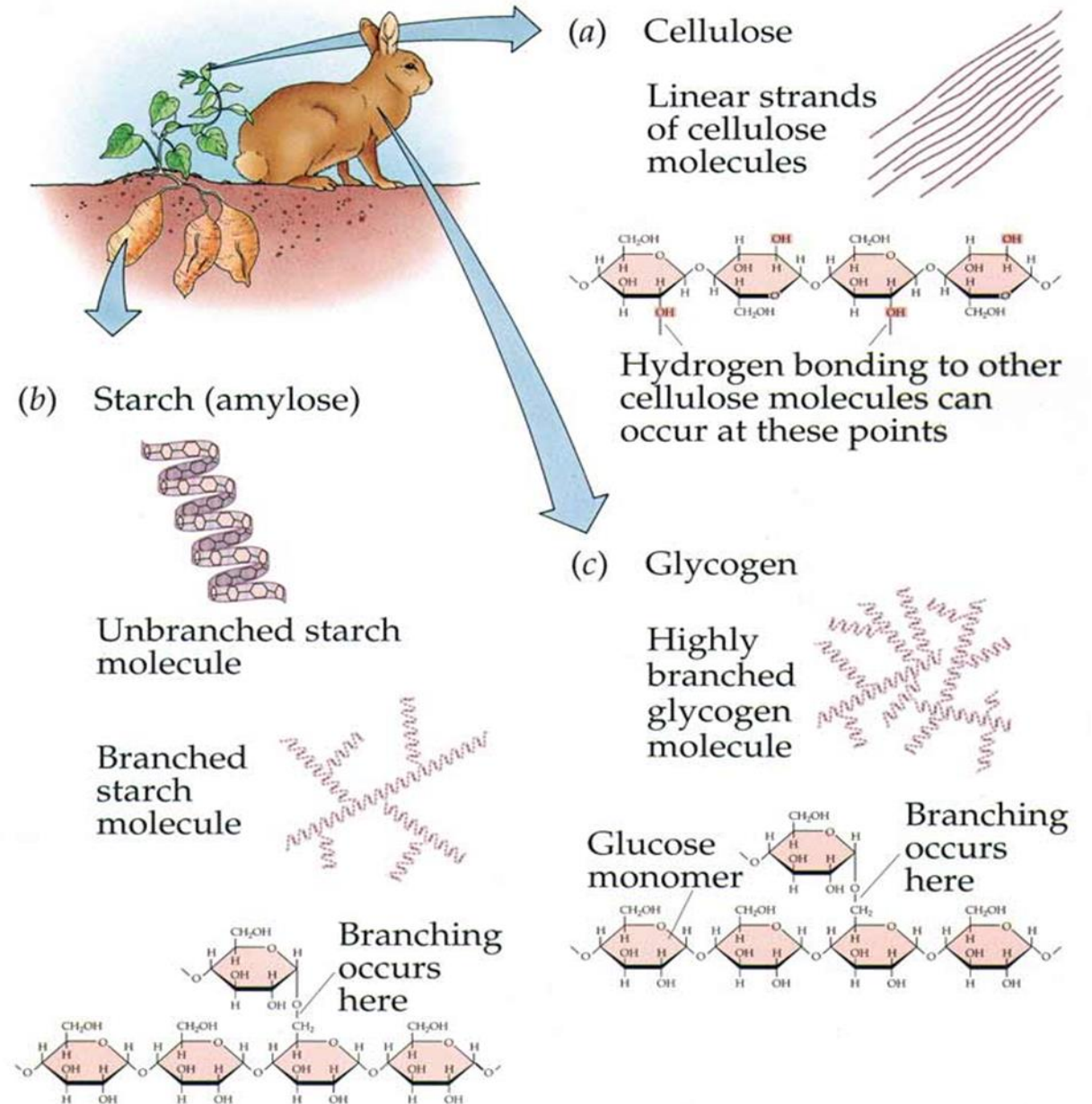
- Η κυτταρίνη έχει μέγεθος μέχρι 15.000 γλυκόζες
- Τα μόρια είναι ευθύγραμμα



- Τα μόρια του αμύλου έχουν διακλαδώσεις που προκύπτουν από ένωση μορίων γλυκόζης στη θέση 6

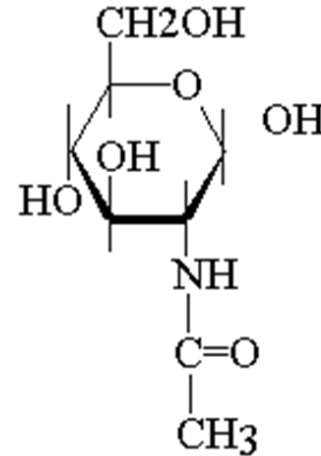
Γλυκογόνο

- Αποτελείται από α-γλυκόζη είναι και αποθηκευτικός σύνθετος υδατάνθρακας των ζώων
- Με πολλές διακλαδώσεις που εξοικονομούν αποθηκευτικό χώρο

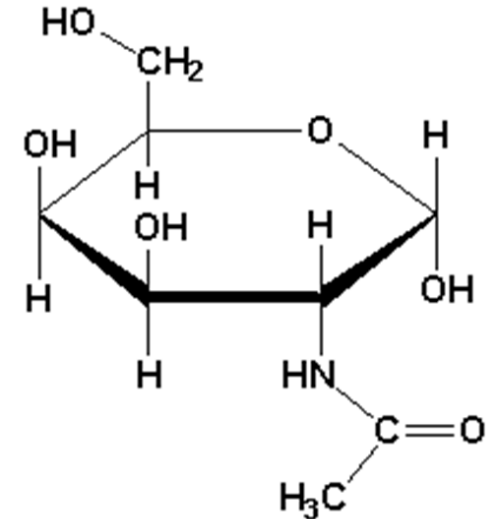


Άλλα σάκχαρα στα ζώα

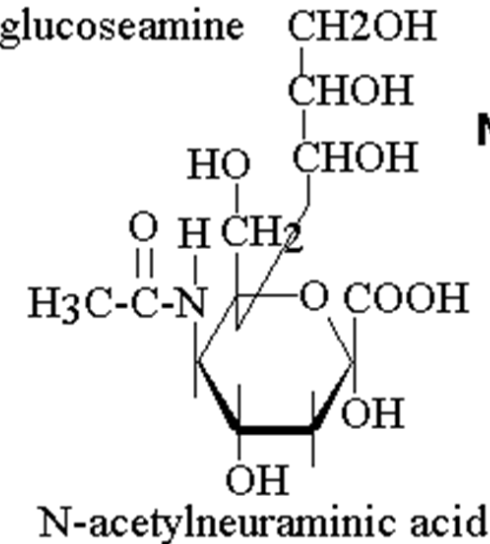
- Αυτά δεν χρησιμεύουν για ενέργεια
- Είναι δομικά συστατικά ή έχουν συγκεκριμένη λειτουργία



N-acetyl-D-glucosamine



N-Acetylgalactosamine

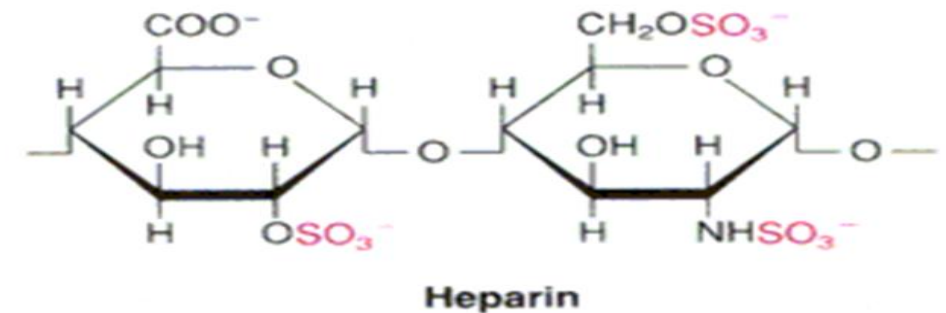
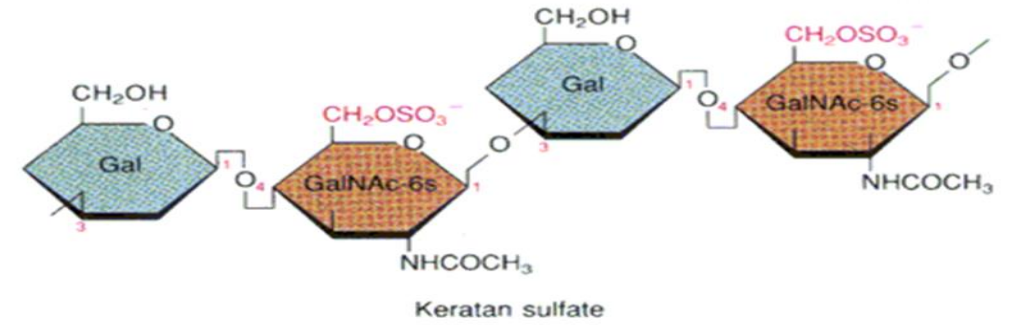


N-acetylneuraminic acid

Γλυκοζαμινογλυκάνες

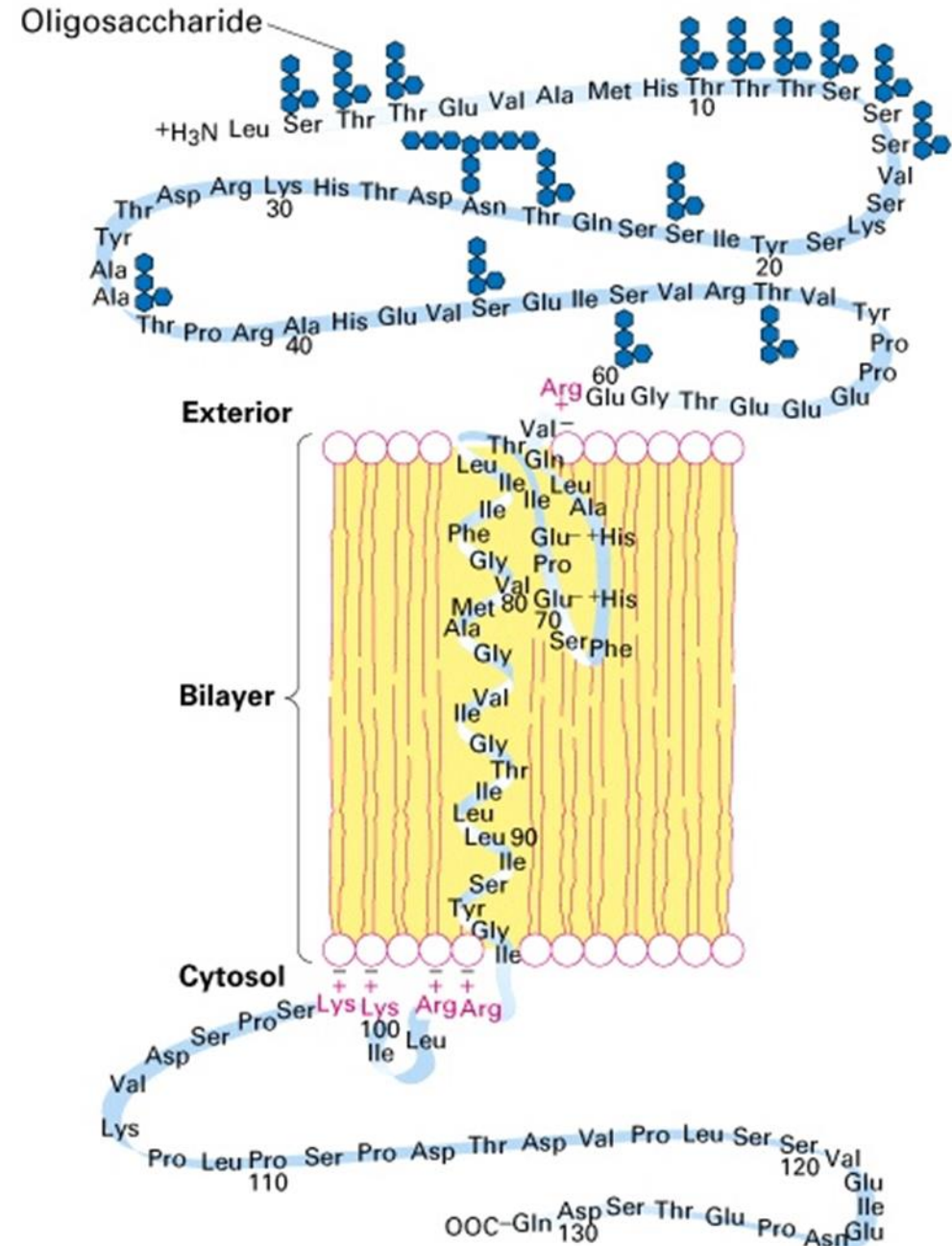
Περιέχουν αμινομάδες ή και θειικές ομάδες πχ

- Χονδροϊτίνη (χόνδρος)
- Υαλουρονικό Οξύ (λιπαντικό των αρθρώσεων)
- Κερατάνη (δέρμα)
- Ηπαρίνη (αντιπηκτικό)



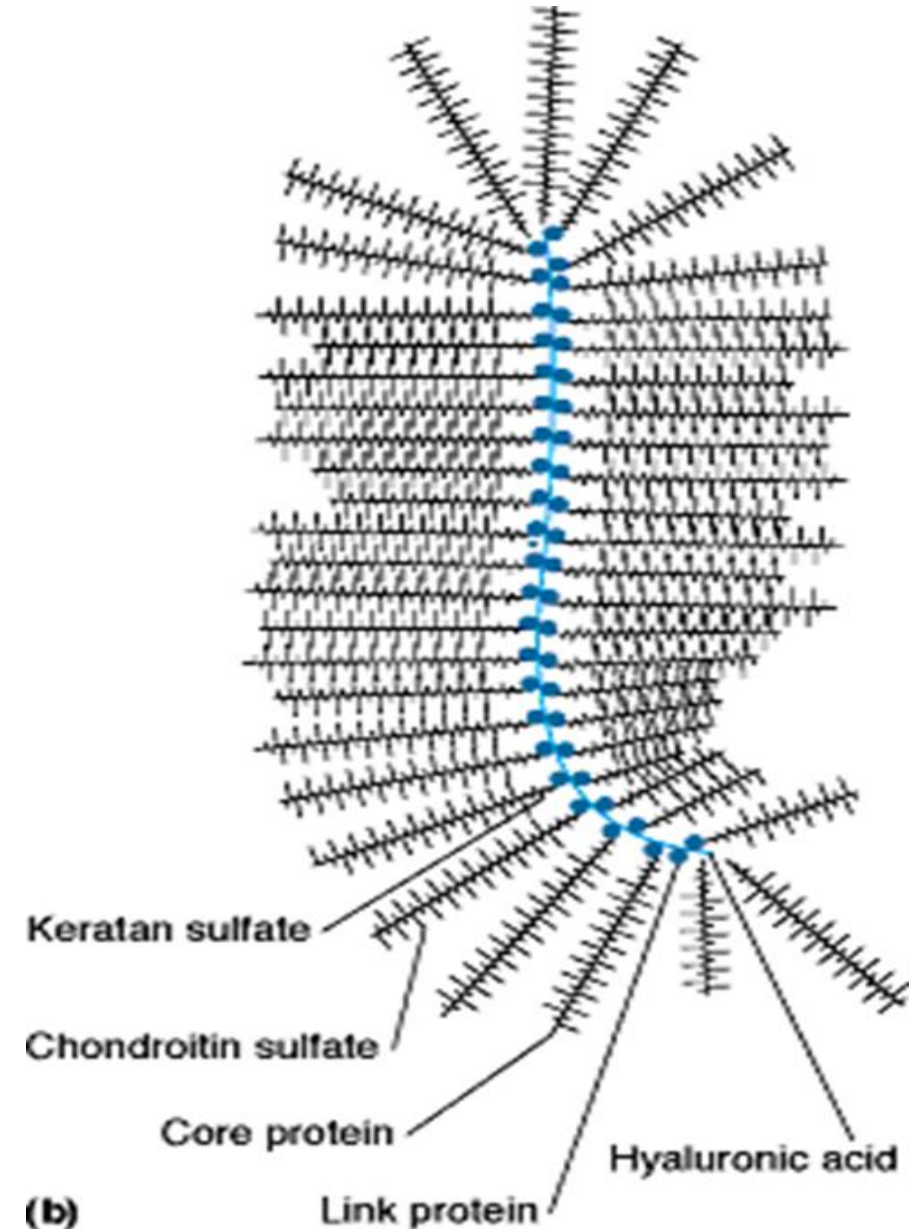
Γλυκοπρωτεΐνη

- Σύμπλοκα βιομόρια από ομοιοπολικά συνδεδεμένα σάκχαρα στο εξωτερικό τμήμα των πρωτεΐνων των κυτταρικών μεμβρανών
- Τα αμινοξέα είναι περισσότερα των σακχάρων



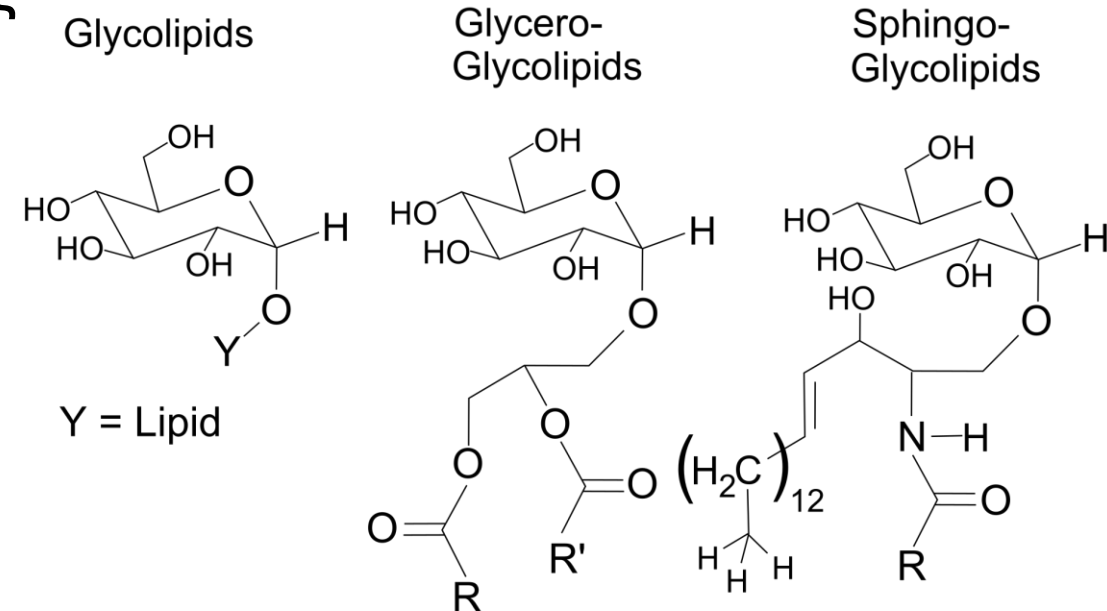
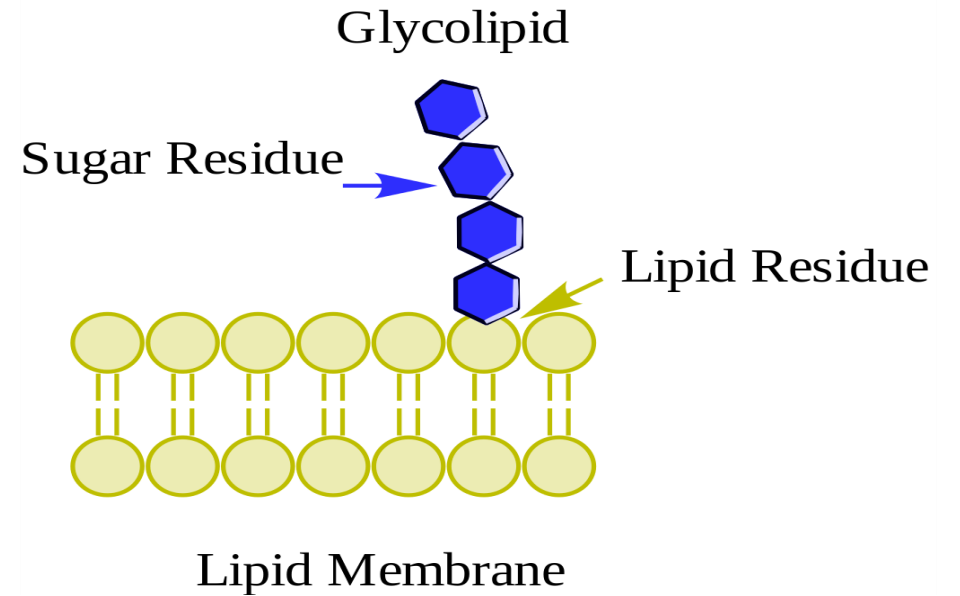
Πεπτιδογλυκάνη

- Αποτελούνται από πρωτεΐνη, θειική κερατάνη, θειική χονδροϊτίνη και υαλουρονικό οξύ
- Στην εξωκυττάρια ουσία
- Τα σάκχαρα είναι περισσότερα από τα αμινοξέα

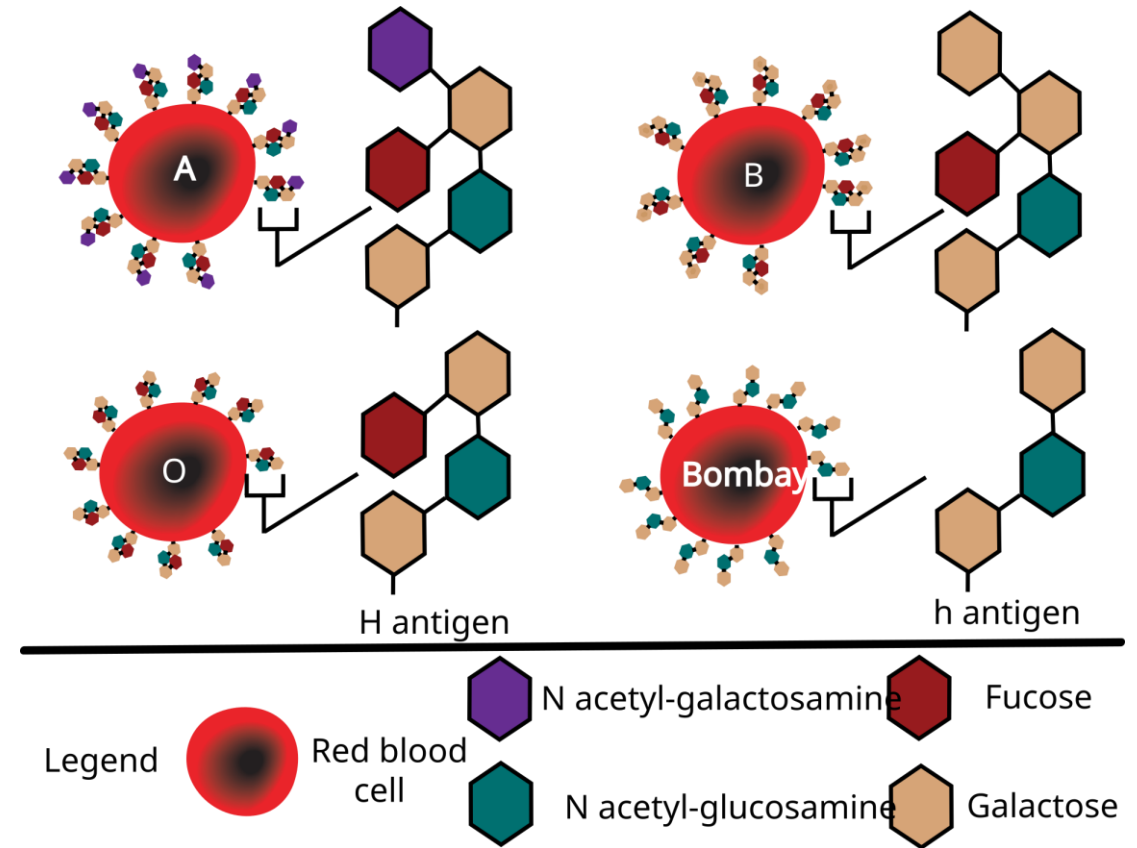
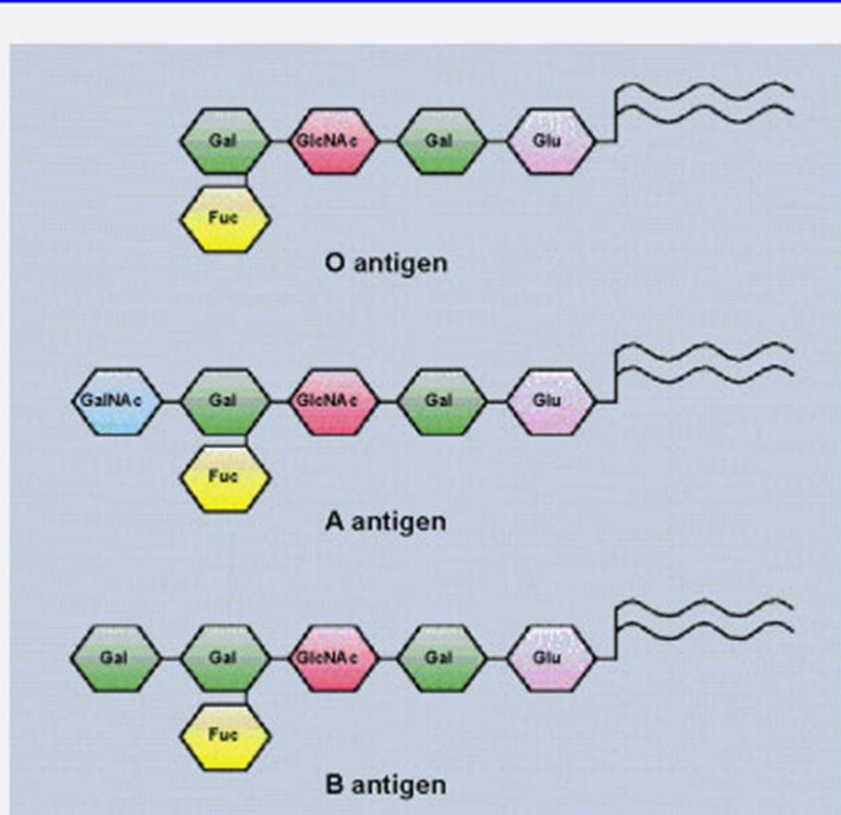


Γκυκολιπίδια

- Υδατάνθρακας ως κεφαλή
- Είναι γλυκογλυκερολιπίδια σακχαρολιπίδια , γλυκοσφιγγολιπίδια
- Παίζουν ρόλο μεταξύ άλλων στις ομάδες αίματος



Glycolipids Determine Blood Group



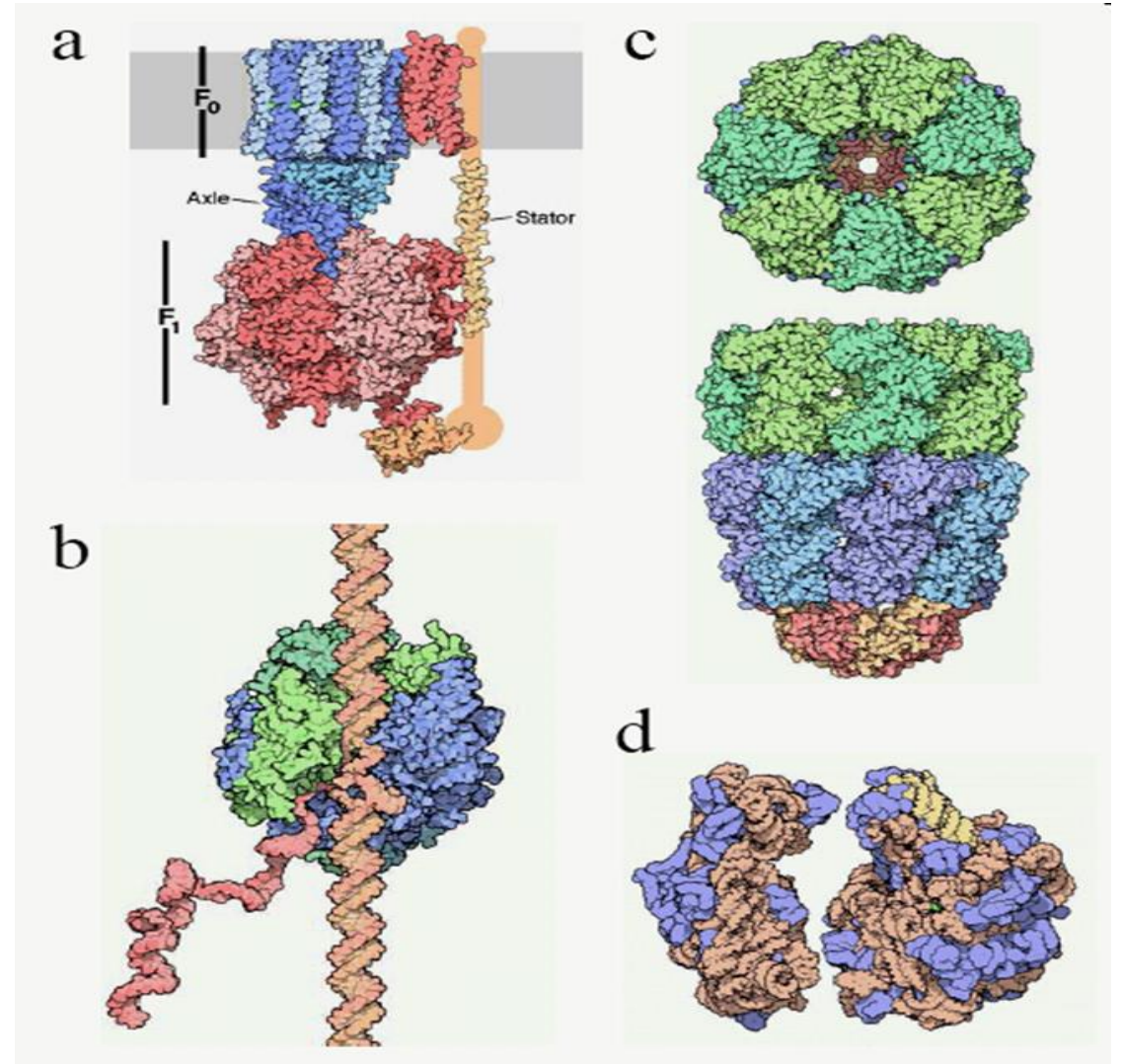
- Ομάδα ρέζους και ομάδα A,B,O
- Τα αντιγόνα A και B προκύπτουν από τη προσθήκη ενός σακχάρου στους πέντε του γλυκολιπιδίου της ομάδα O
- Αυτό οφείλεται σε ένζυμα που υπάρχουν μόνο στις ομάδες A ή B
- Υπάρχει και μία πολύ σπάνια ομάδα που δεν έχει ούτε το αντιγόνο O (το κίτρινο, σάκχαρο φουκόζης στην εικόνα) η οποία ονομάζεται ομάδα της βομβάης

Ενδεικτικές ερωτήσεις

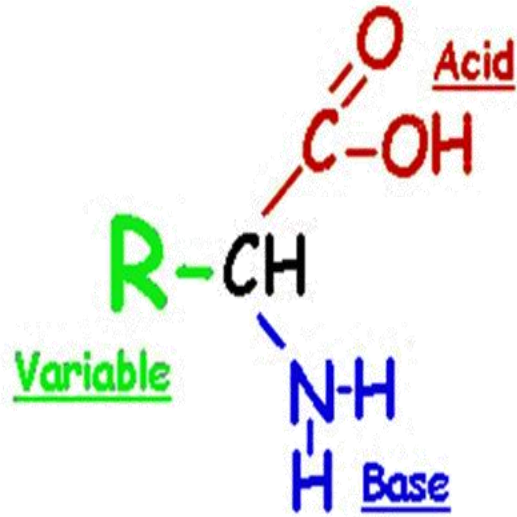
- Ποια είναι η βασική δομή ενός φωσfolιπιδίου;
- Ποια λιπίδια συναντούνται στην κυτταρική μεμβράνη;
- Ποιοι είναι οι σημαντικότεροι αποθηκευτικοί υδατάνθρακες;
- Τι είναι οι γλυκοζαμινογλυκάνες;
- Ποια διαφορά έχουν στη σύσταση τους οι γλυκοπρωτεΐνες από τις πεπτιδογλυκάνες;

Πρωτεΐνες

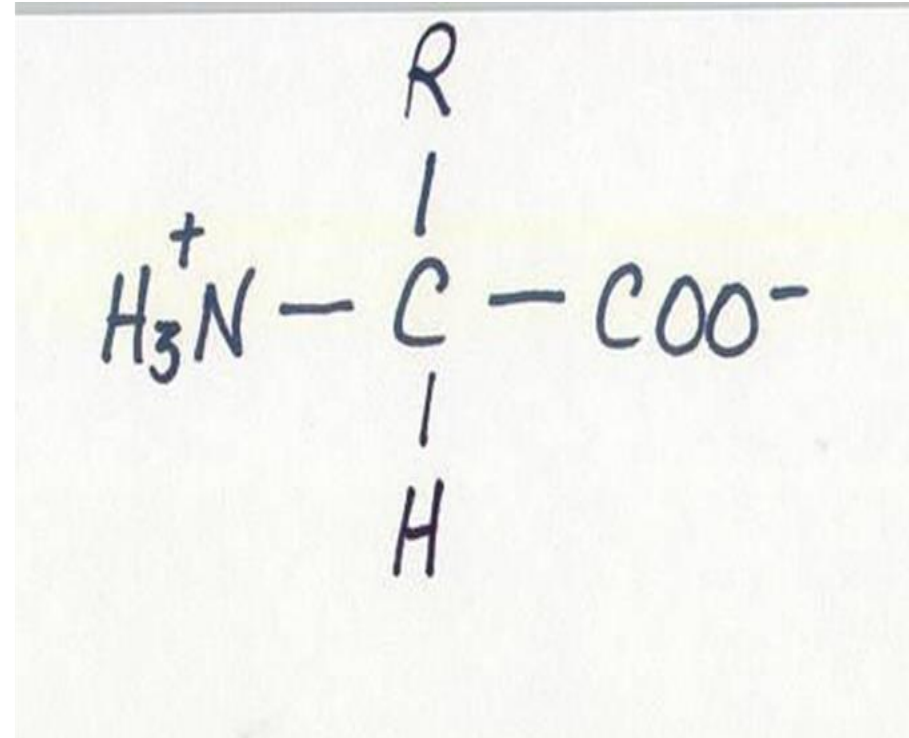
- Οι πρωτεΐνες είναι τα βιομόρια που στηρίζεται η δομή και η λειτουργία του κυττάρου.
- Ενώ τα γονίδια είναι 25.000, οι πρωτεΐνες ξεπερνούν το 1000.000



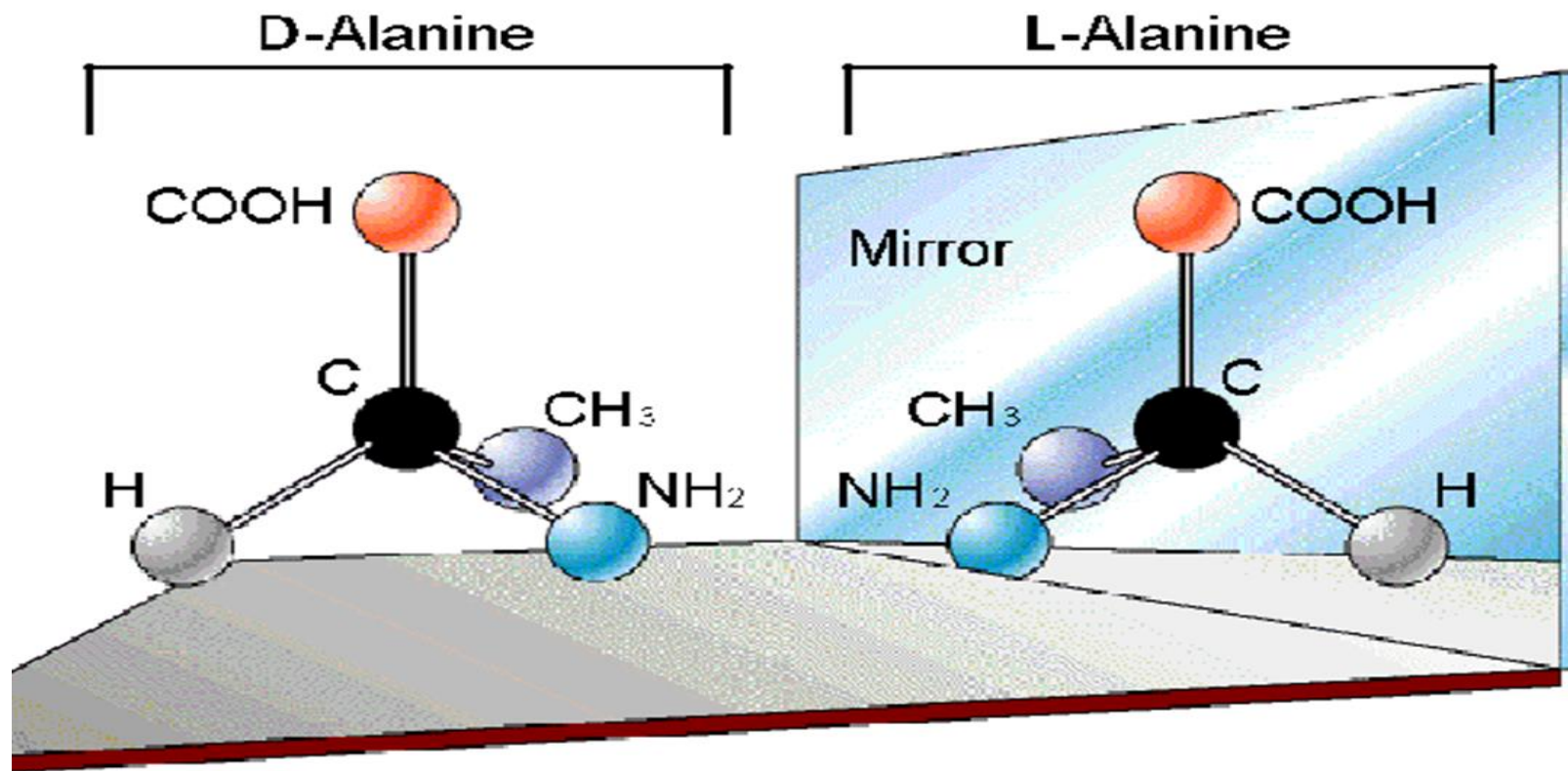
Πρωτεΐνες



A theoretical amino acid



- Οι πρωτεΐνες αποτελούνται από 20 αμινοξέα
- Τα αμινοξέα αποτελούνται από ένα άτομο άνθρακα και τέσσερις ομάδες
- Καρβοξυλομάδα, αμινομάδα, υδρογόνο και πλευρική ομάδα (-R)



(Karp 1997)

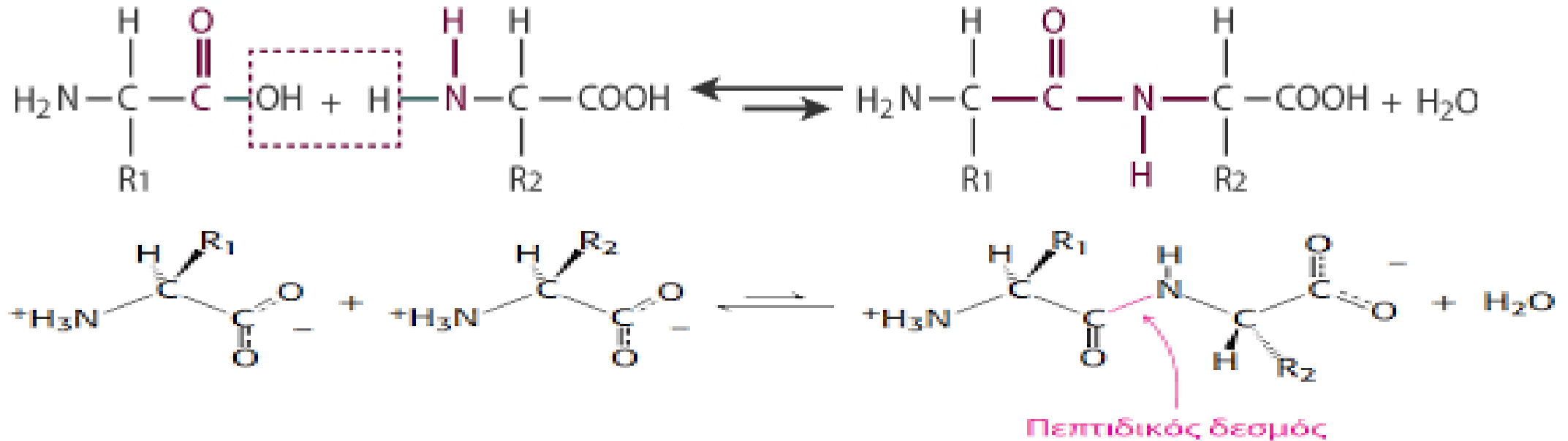
- Στα ευκαρυωτικά υπάρχουν μόνο L αμινοξέα ενώ στα προκαρυωτικά και D
- Τα αριστερόστροφα L διατάσσονται αντίθετα με τη φορά του ρολογιού H-CH₃-NH₂
- Τα δεξιόστροφα D διατάσσονται με τη φορά του ρολογιού H-CH₃-NH₂

AMINO ACID		SIDE CHAIN		AMINO ACID		SIDE CHAIN	
Aspartic acid	Asp	D	negative	Alanine	Ala	A	nonpolar
Glutamic acid	Glu	E	negative	Glycine	Gly	G	nonpolar
Arginine	Arg	R	positive	Valine	Val	V	nonpolar
Lysine	Lys	K	positive	Leucine	Leu	L	nonpolar
Histidine	His	H	positive	Isoleucine	Ile	I	nonpolar
Asparagine	Asn	N	uncharged polar	Proline	Pro	P	nonpolar
Glutamine	Gln	Q	uncharged polar	Phenylalanine	Phe	F	nonpolar
Serine	Ser	S	uncharged polar	Methionine	Met	M	nonpolar
Threonine	Thr	T	uncharged polar	Tryptophan	Trp	W	nonpolar
Tyrosine	Tyr	Y	uncharged polar	Cysteine	Cys	C	nonpolar

┌ POLAR AMINO ACIDS ───────────┐
┌ NONPOLAR AMINO ACIDS ───────────┐

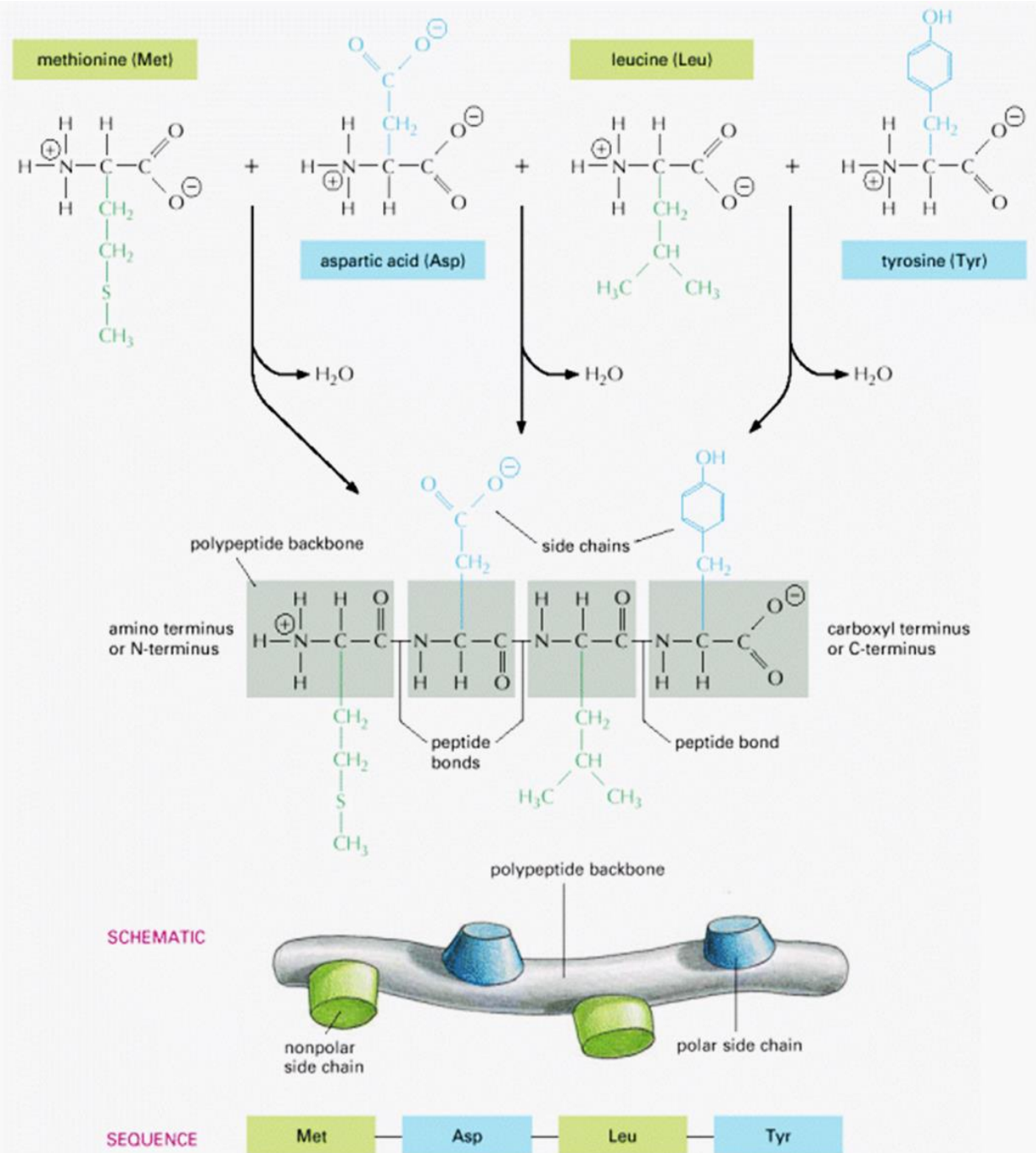
- Τα αμινοξέα ανάλογα το τύπο της πλευρικής ομάδας κατατάσσονται σε πολικά (υδρόφιλα) και μη πολικά (υδρόφοβα)
- Τα μη πολικά με τους περισσότερους CH_n είναι πιο υδρόφοβα
- Τα πολικά επιπλέον χωρίζονται σε φορτισμένα (θετικά ή αρνητικά) και αφόρτιστα
- Τα αρνητικά φορτισμένα στο pH του κυττάρου αυτά που έχουν στην πλευρική ομάδα καρβοξύλιο
- Τα θετικά φορτισμένα αυτά που έχουν στην πλευρική ομάδα αμινομάδα
- Τα μη φορτισμένα αυτά που έχουν στην πλευρική ομάδα ασθενές φορτίο όπως OH (πχ Σερίνη, Θρεονίνη και Τυροσίνη που παίζουν ρόλο και στην επικοινωνία των κυττάρων)
- Τα αμινοξέα σχηματίζουν της πρωτεΐνες, ενώ από μόνα παίζουν σημαντικό ρόλο όπως πχ στην επικοινωνία των νευρικών κυττάρων το γλουταμικό.

Πεπτιδικός δεσμός



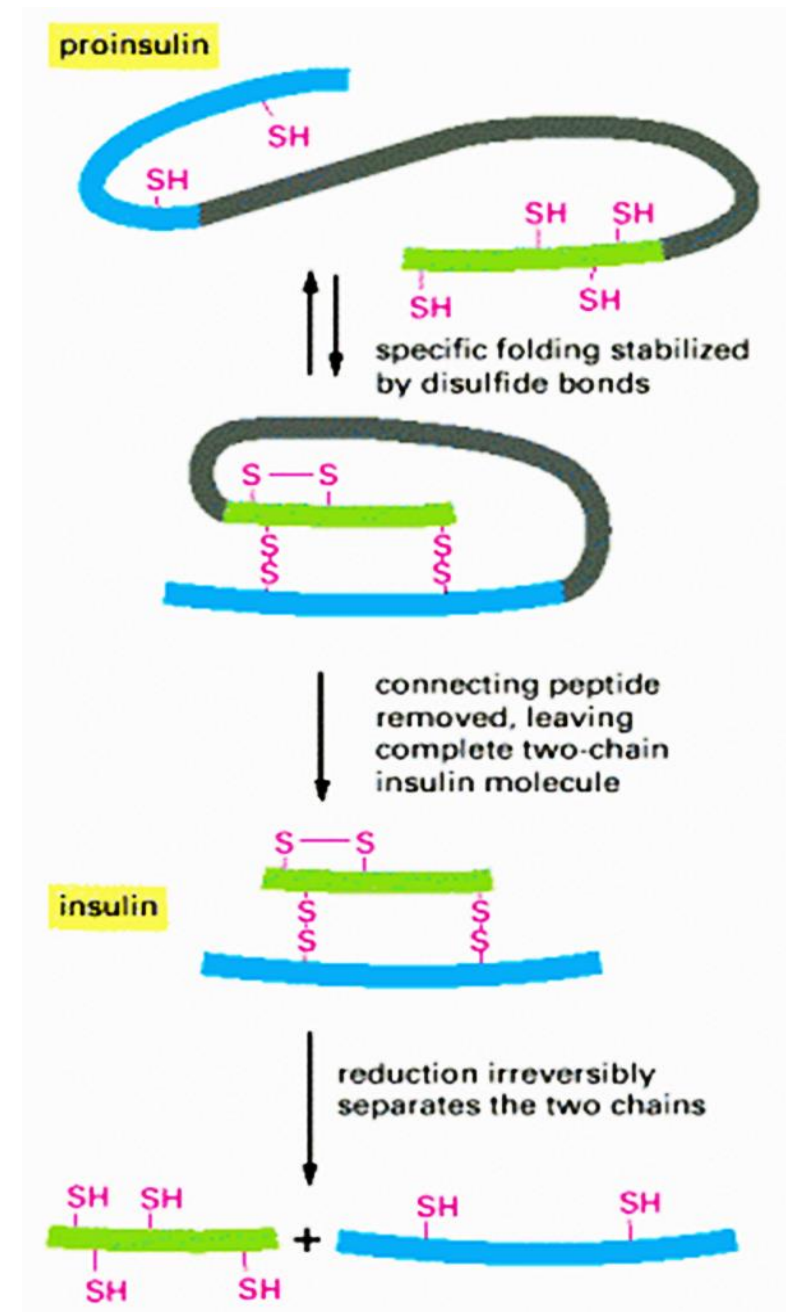
- Πεπτιδικός δεσμός ή δεσμός πεπτιδίων ονομάζεται ο χημικός δεσμός που συνδέει δυο αμινοξέα.
- Συγκεκριμένα πρόκειται για ένα ομοιοπολικό δεσμό, άνθρακα (C) - αζώτου (N) που συνδέει την ομάδα καρβοξυλίου ($-\text{COOH}$) ενός αμινοξέος με την αμινική ομάδα ($-\text{NH}_2$) ενός διπλανού του, εκλύοντας ένα μόριο νερού (H_2O).

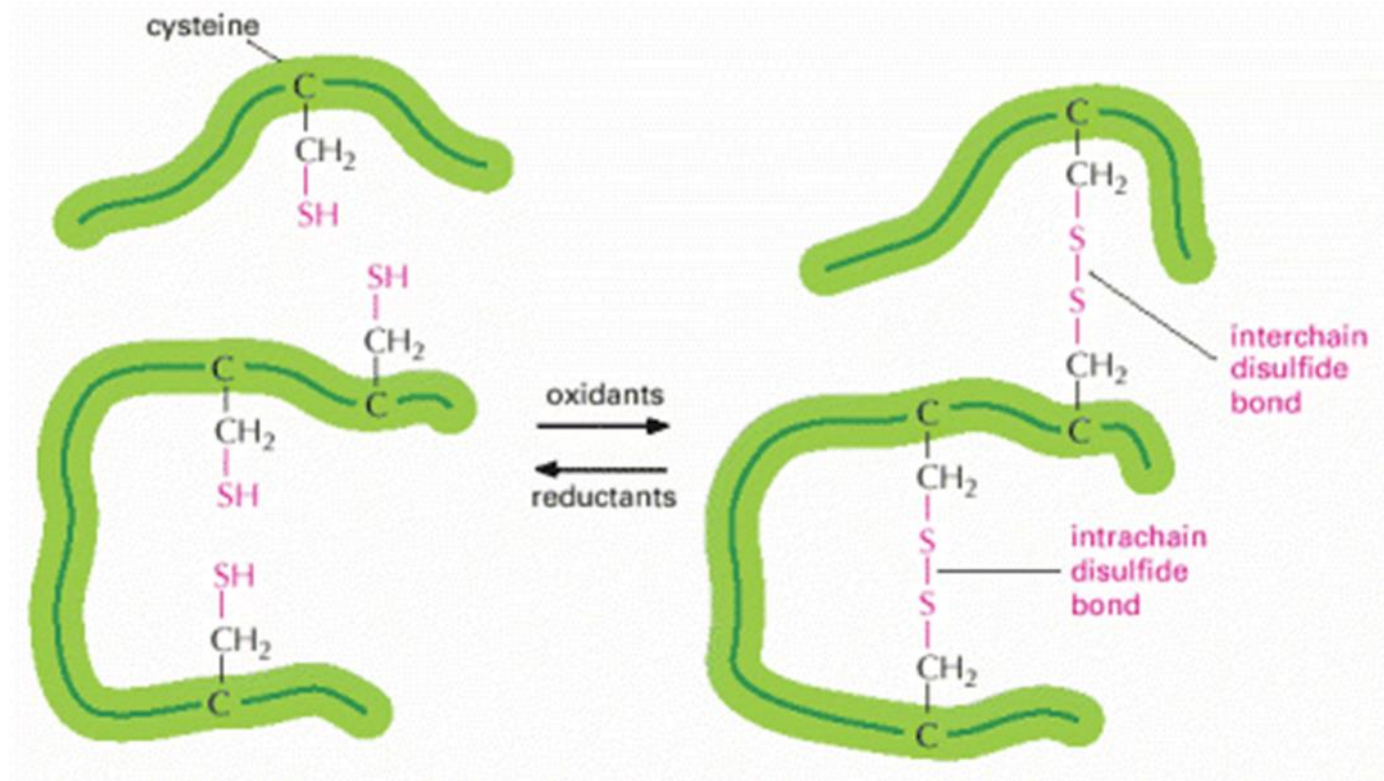
- Η πρωτεΐνη ξεκινά από το αμινοξύ μεθειονίνη με τα αμινοξέα να προστίθενται με τη σειρά σε ένα επίπεδο
- Το επίπεδο σχηματίζεται από το κεντρικό άνθρακα την καρβοξυλομάδα και την αμινομάδα
- Οι πλευρικές ομάδες κατανέμονται εναλλάξ πάνω και κάτω από το επίπεδο



Γέφυρες Θείου

- Είναι ομοιοπολικοί δεσμοί και ονομάζονται δισουλφιδικοί δεσμοί
- Σχηματίζονται από το θείο που υπάρχει στο αμινοξύ **Κυστεΐνη** (και όχι μεθειονίνη)
- Συμμετέχουν στη **στερεοδιάταξη** της πρωτεΐνης (παράδειγμα της ινσουλίνης)

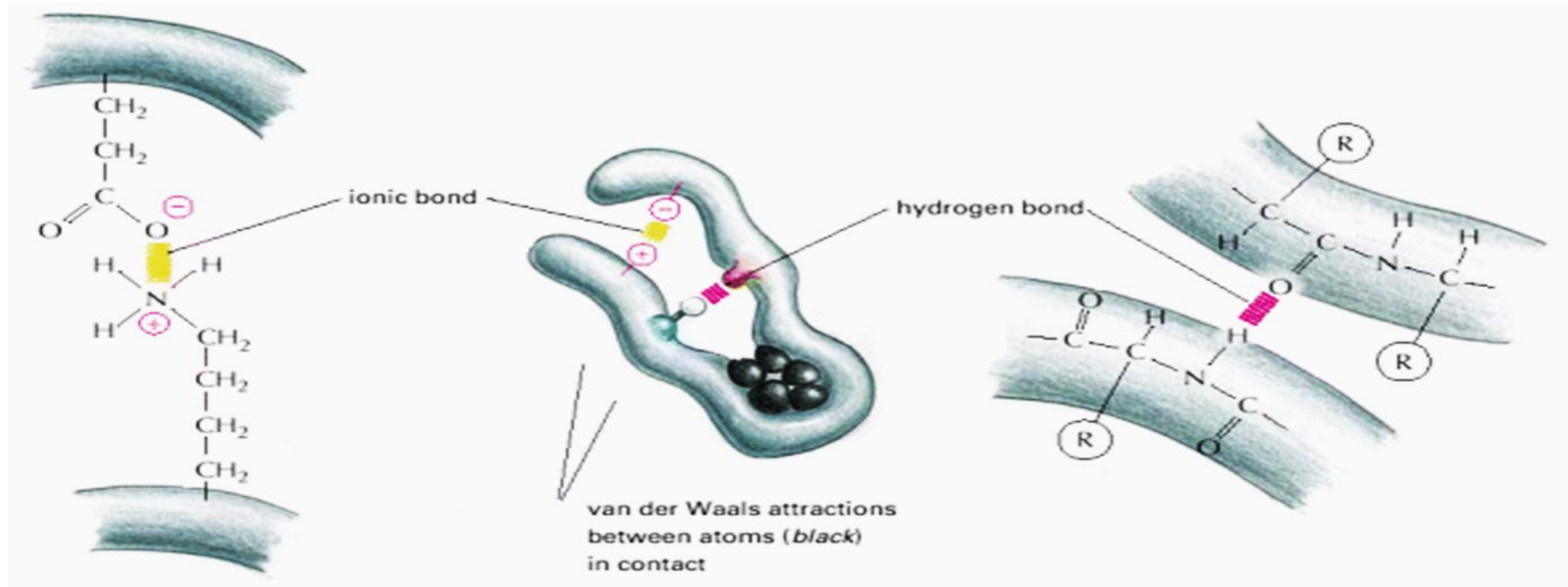




- Ενδο-αλυσιδικές γέφυρες θείου
- Δια-αλυσιδικές γέφυρες θείου

ΑΣΘΕΝΕΙΣ ΔΥΝΑΜΕΙΣ

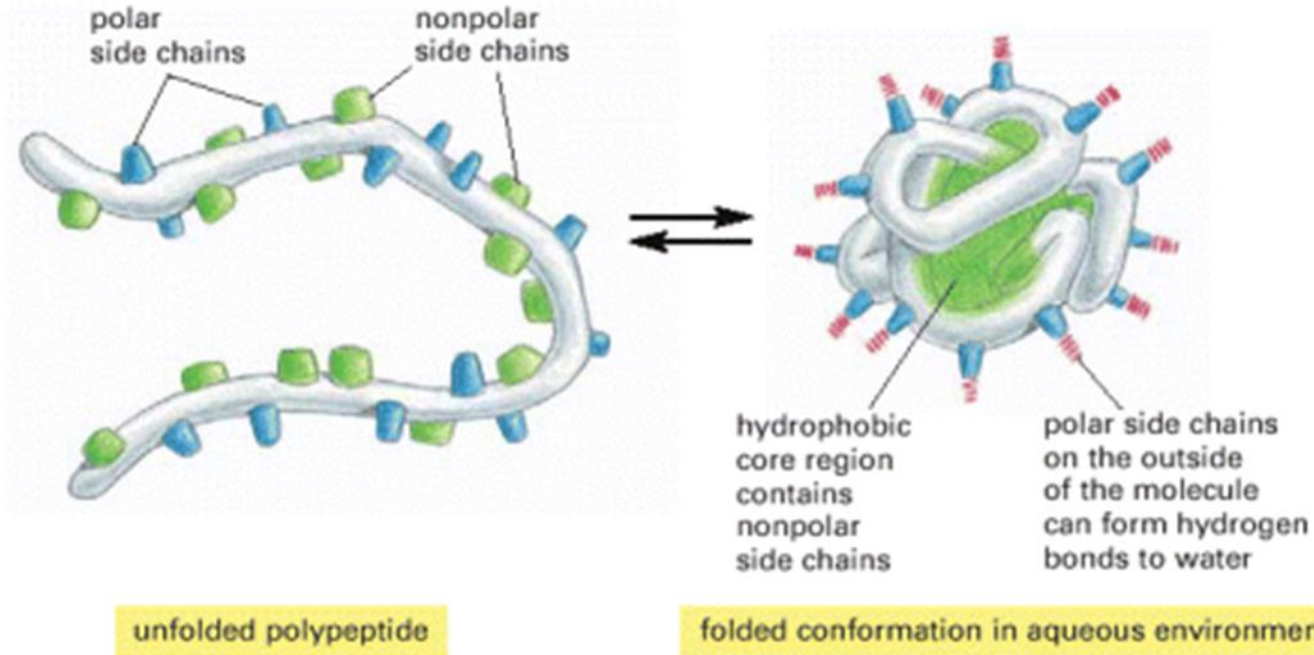
Ιοντικοί δεσμοί, Δεσμοί Υδρογόνου, van der Waals



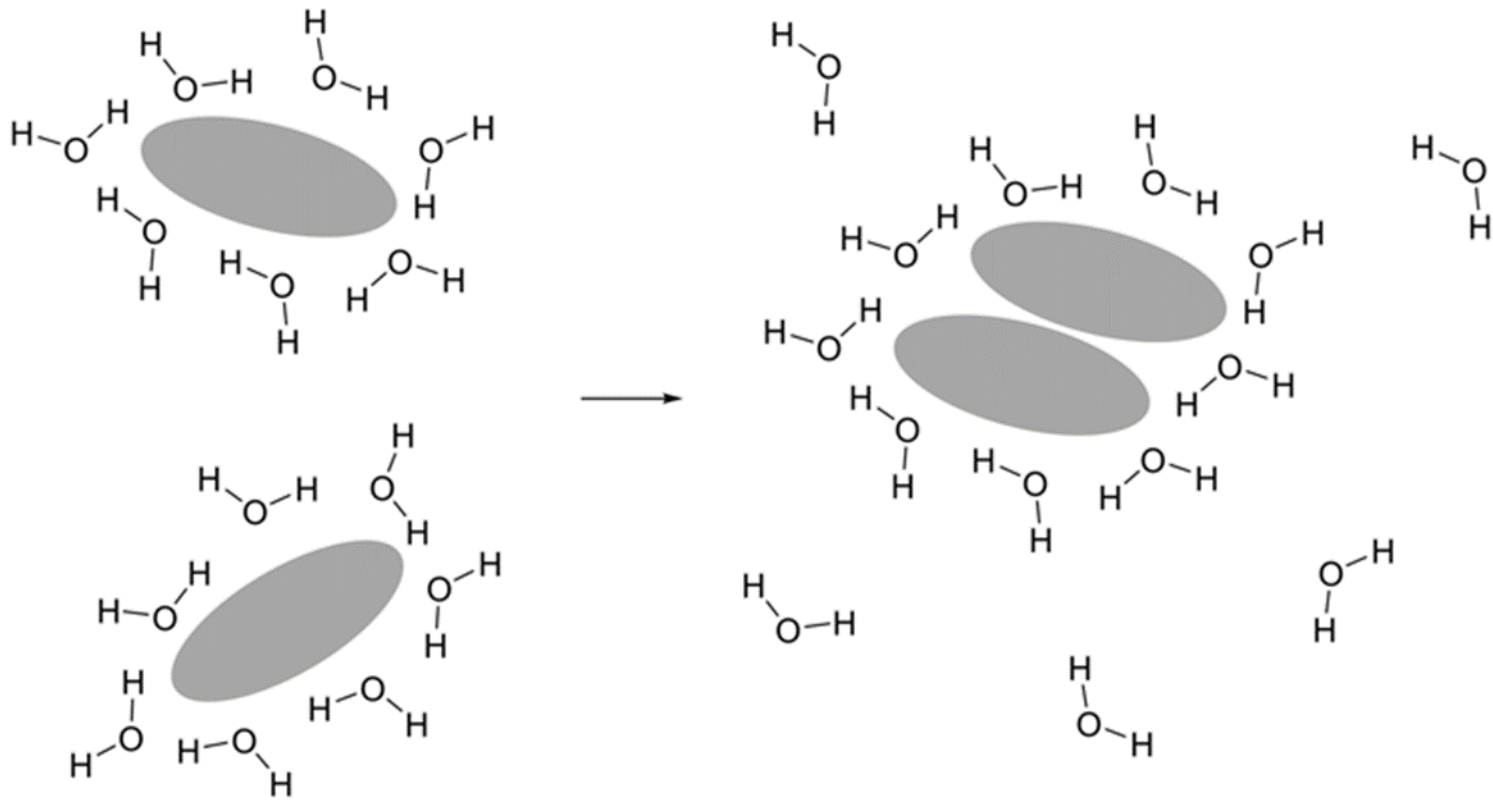
- Ιοντικοί δεσμοί μεταξύ αμινοξέων με αντίθετα ή ομόνυμα φορτισμένες πλευρικές ομάδες
- Δεσμοί υδρογόνου γίνονται μεταξύ ενός οξυγόνου και του H του N ή του OH.
- Δυνάμεις Van der Waals αναπτύσσονται όταν εξαιτίας των άλλων ασθενών δυνάμεων κάποια άτομα έρχονται πολύ κοντά μεταξύ τους
- Οι ασθενείς δυνάμεις επειδή είναι πολλές, έχουν τελικά ισχυρή επίδραση

ΑΣΘΕΝΕΙΣ ΔΥΝΑΜΕΙΣ

Υδρόφοβοι Δεσμοί

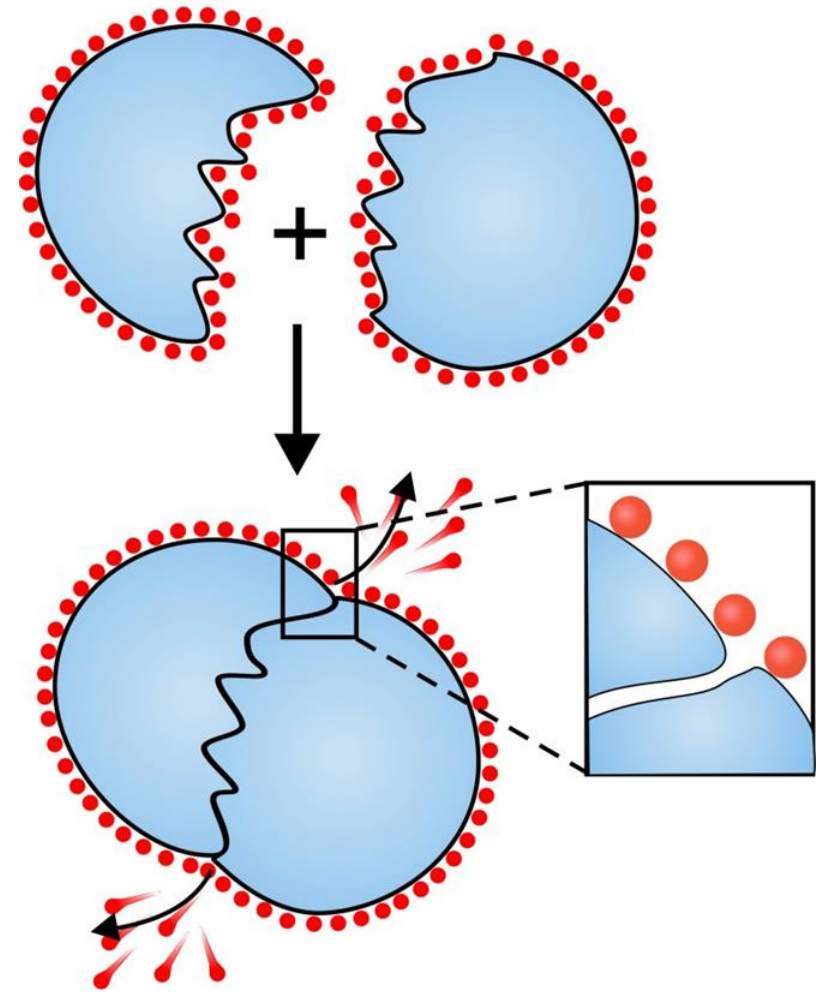


- Σε ένα **υδατικό διάλυμα** η πρωτεΐνες διαμορφώνονται ώστε οι **υδρόφοβες** πλευρικές ομάδες τους να εισχωρούν στο **εσωτερικό** τους, και οι **υδρόφιλες** να διατάσσονται στη επιφάνεια και να δημιουργούν **δεσμούς υδρογόνου** με μόρια του νερού



- Η αταξία του συστήματος είναι μεγαλύτερη σύμφωνα με το κανόνα της θερμοδυναμικής
- Τα δύο σύμπλοκα γίνονται 6 δομές

Hydrophobic effect



Two hydrophobic surfaces come together to exclude water

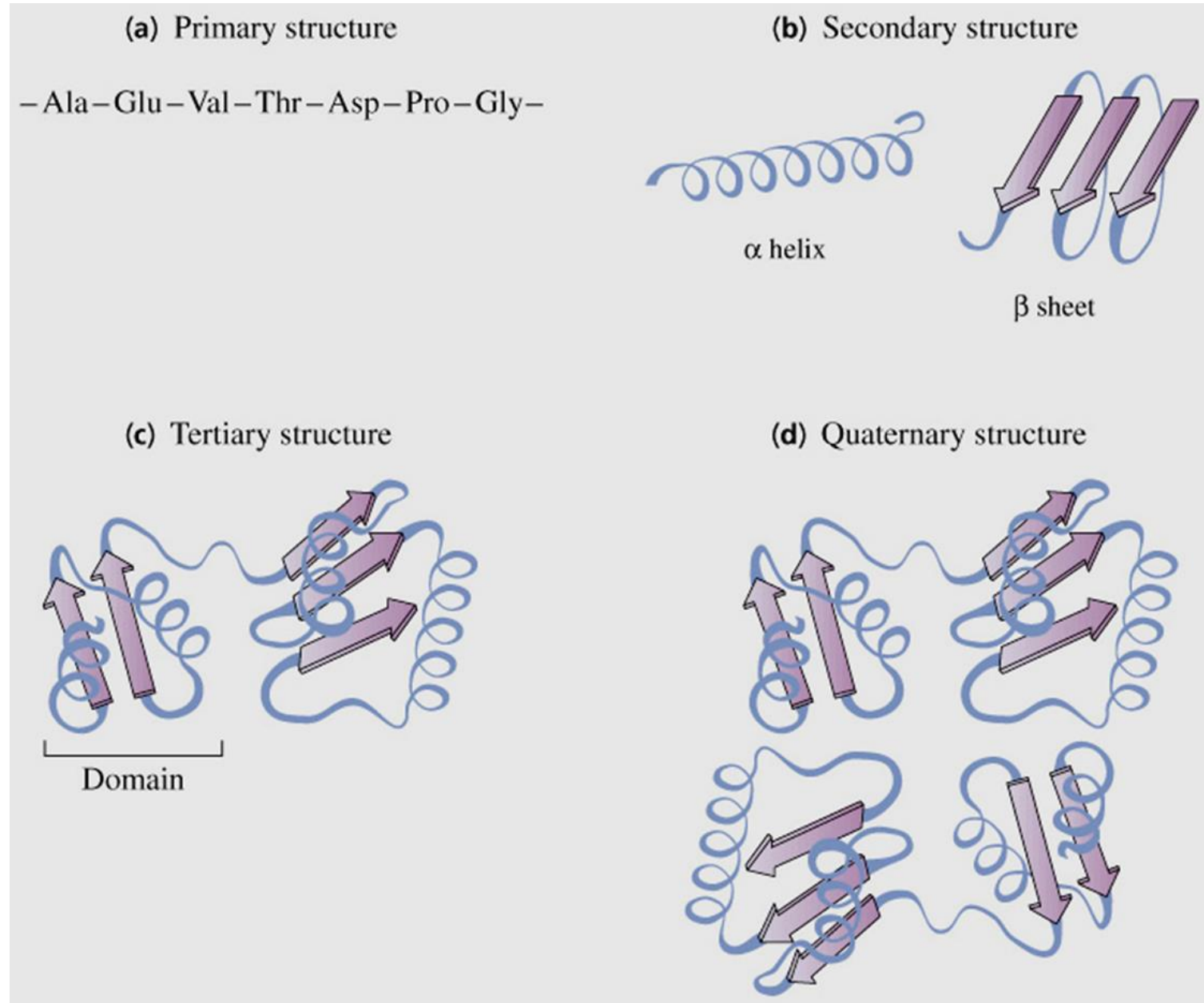
ΕΠΙΠΕΔΑ ΟΡΓΑΝΩΣΗΣ ΠΡΩΤΕΪΝΩΝ

Πρωτοταγής δομή: τα αμινοξέα συνδέονται με πεπτιδικούς δεσμούς για να σχηματίσουν πολυπεπτιδικές αλυσίδες

Δευτεροταγής δομή: οι πολυπεπτιδικές αλυσίδες μπορούν να αναδιπλωθούν σε κανονικές δομές όπως η α-έλικα και η β-πτυχωτή επιφάνεια

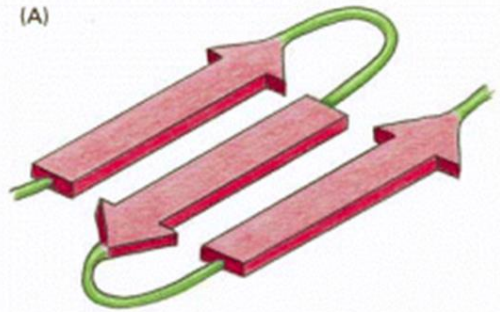
Τριτοταγής δομή: οι πρωτεΐνες μπορούν να αναδιπλωθούν περαιτέρω σε σφαιρικές ή ινώδεις δομές

Τεταρτοταγής δομή: οι πολυπεπτιδικές αλυσίδες μπορούν να συγκροτήσουν δομές πολλών υπομονάδων

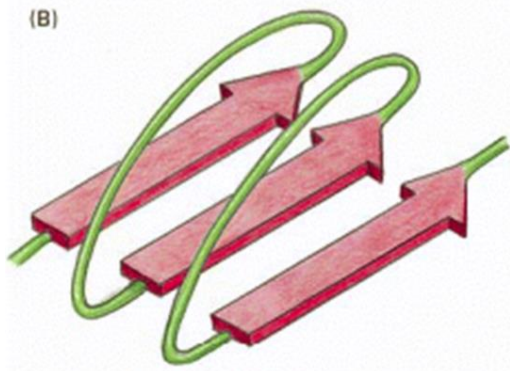


Δομές των πρωτεϊνών

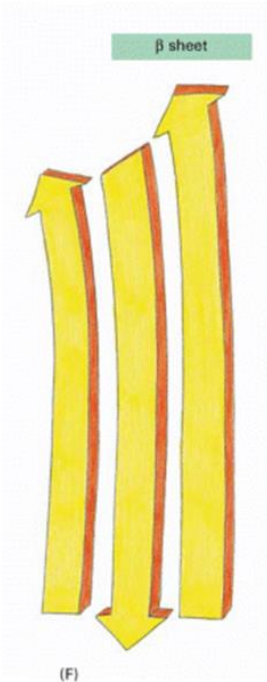
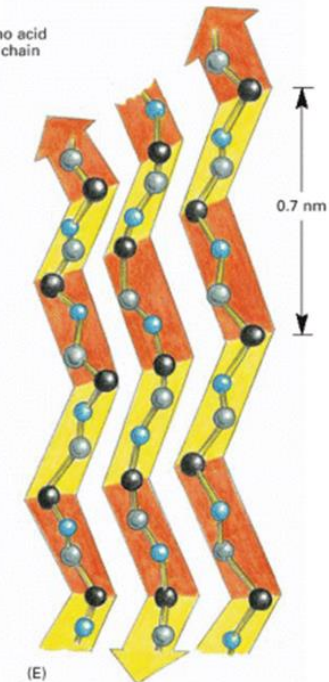
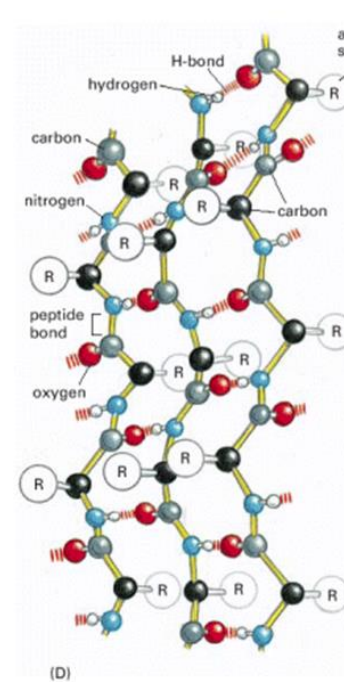
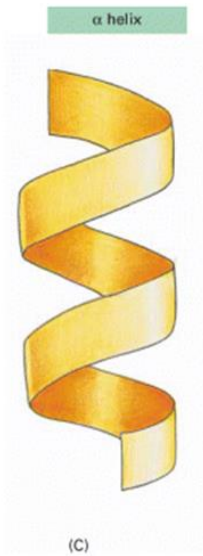
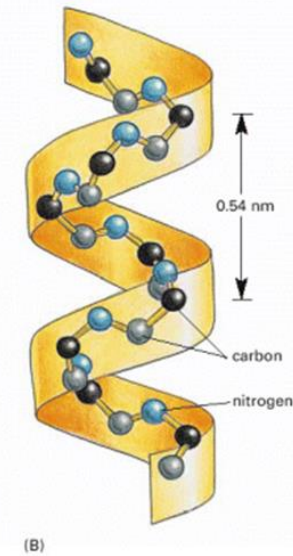
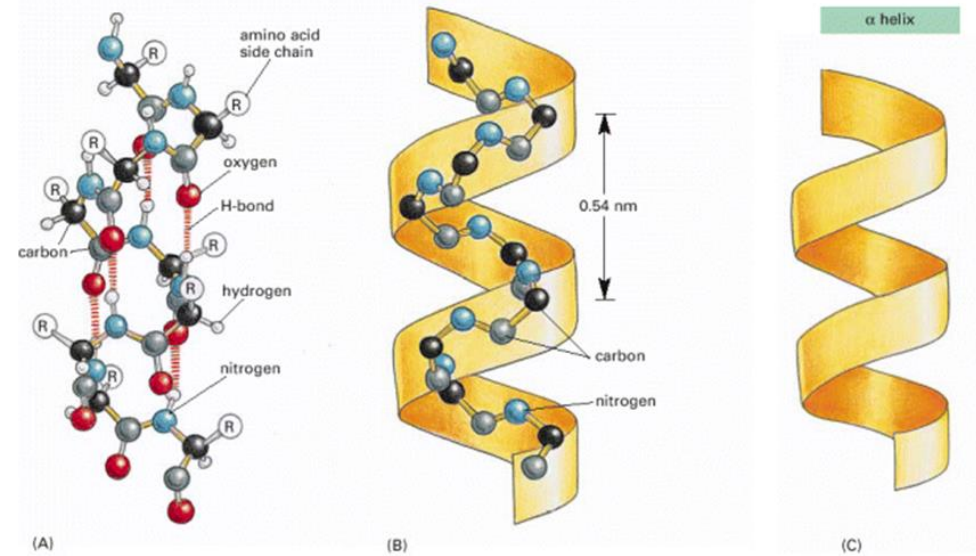
- α έλικα και β πτυχωτή επιφάνεια
- α έλικα δεσμοί υδρογόνου σε διαδοχικά αμινοξέα
- β πτυχωτή δεσμοί υδρογόνου μεταξύ αμινοξέων με μεγάλη απόσταση



**Αντι-παράλληλη
β-επιφάνεια**

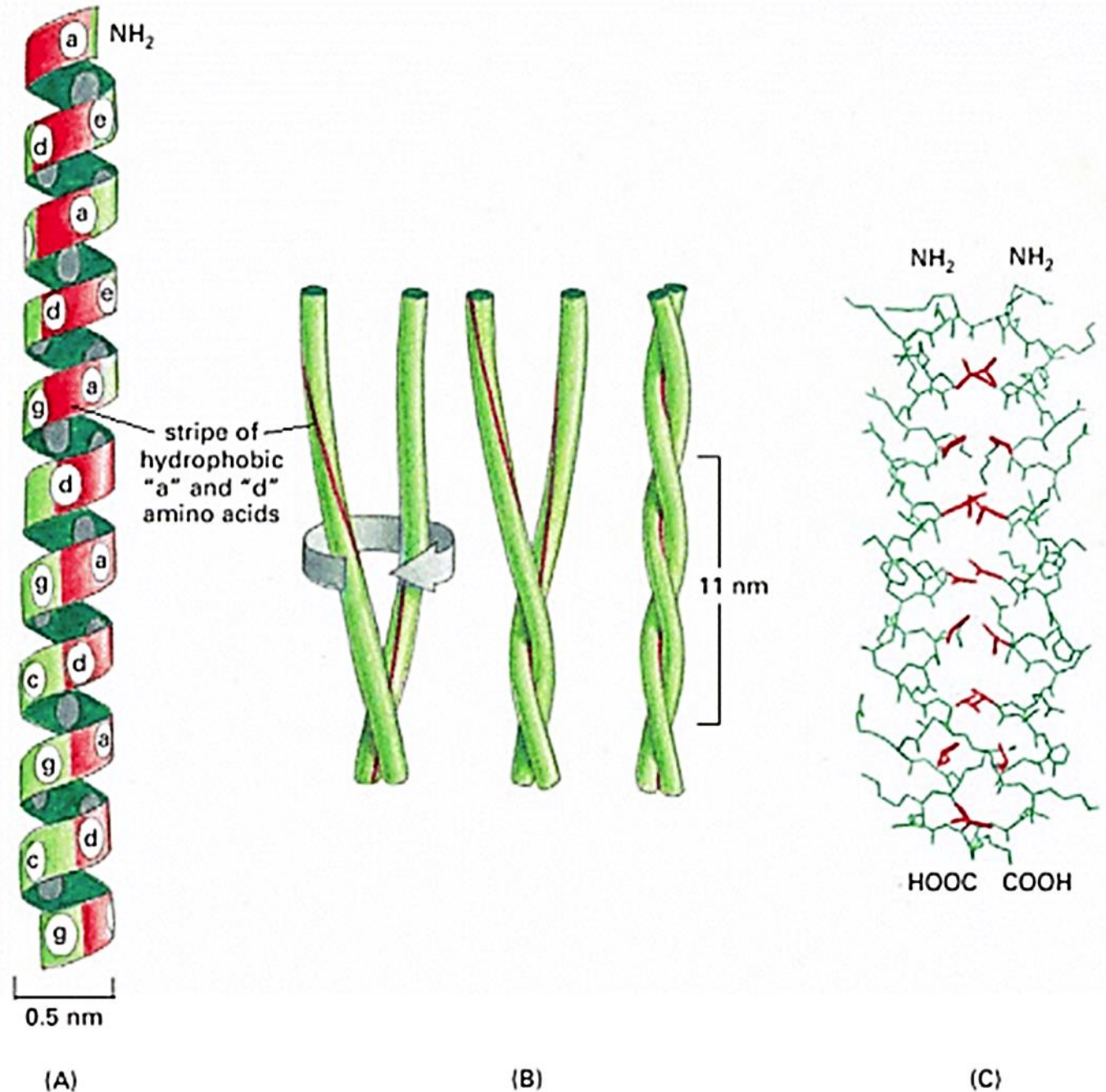


**Παράλληλη
β-επιφάνεια**

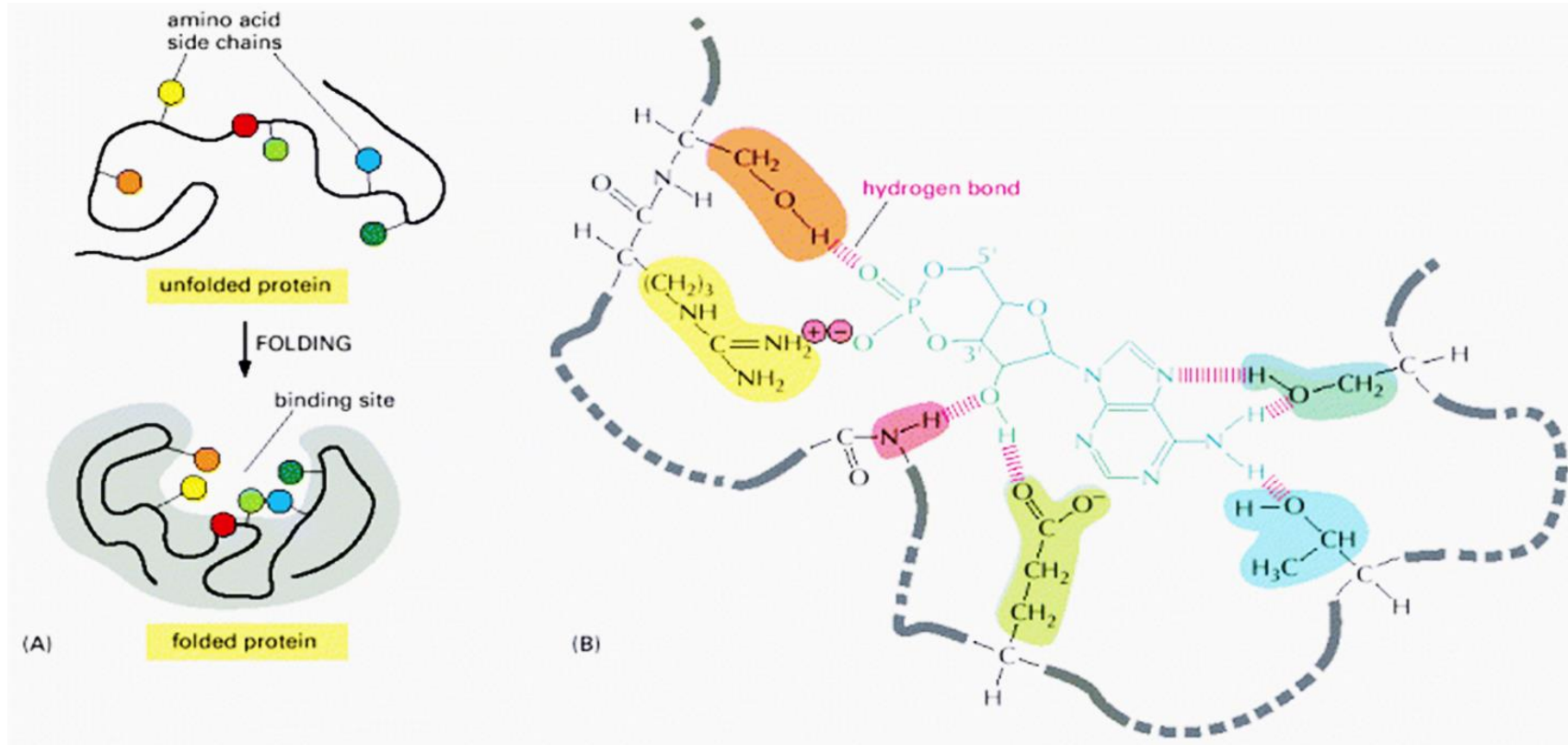


ΕΣΠΕΙΡΑΜΕΝΟ ΣΠΕΙΡΑΜΑ

- Μια τρίτη μορφή είναι το εσπειραμένο σπείραμα που δύο ελικοειδή πεπτίδια ενώνονται μεταξύ με περιστροφή του ενός γύρω από το άλλο αλληλοεπιδρώντας με υδρόφοβους δεσμούς.
- Η δομή αυτή είναι πολύ ελαστική και ανθεκτική. Οι αλυσίδες δεν χωρίζουν εύκολα (πχ κολλαγόνο)



Ενεργό Κέντρο-Προσδέτες



- Κάποιες πρωτεΐνες έχουν δομική ευκαμψία σε ορισμένα τμήματά τους
- Στα ένζυμα αυτό συμβαίνει στο ενεργό κέντρο
- Η ευκαμψία δίνει στο υπόστρωμα (προσδέτη) την δυνατότητα να μπει στο ενεργό κέντρο και να αλληλοεπιδράσει με τα αμινοξέα του με δεσμούς υδρογόνου και δεσμούς άλατος (κίτρινο αμινοξύ)

Ενδεικτικές ερωτήσεις

- Ποιοι ομοιοπολικοί δεσμοί συμμετέχουν στη δομή των πρωτεϊνών;
- Ποιοι μη-ομοιοπολικοί δεσμοί συμμετέχουν στη δομή των πρωτεϊνών; Μεταξύ ποιων ομάδων αναπτύσσονται;
- Ποιες είναι οι κυριότερες δευτεροταγείς δομές πρωτεϊνών;