

Οι υδατάνθρακες είναι σημαντικά καύσιμα μόρια, αλλά παίζουν και πολλούς άλλους βιοχημικούς ρόλους, συμπεριλαμβανομένης της προστασίας ενάντια σε δυνάμεις με υψηλή κρούση. Ο χόνδρος του ποδιού ενός δρομέα το προστατεύει από την κρούση που προκύπτει από το κάθε βήμα. Ένα βασικό συστατικό του χόνδρου είναι μόρια που ονομάζονται γλυκοζαμινογλυκάνες, μεγάλα πολυμερή αποτελούμενα από πολλές επαναλήψεις διμερών όπως το ζευγάρι που φαίνεται δεξιά. [Ακτινογραφία χωρίς τίτλο/Nick Veasey/Getty Images.]

**Υδατάνθρακες** βιολογικά μόρια με την μεγαλύτερη αναλογία στην φύση

Ποιοι είναι οι βασικοί ρόλοι των υδατανθράκων;

1. Αποθήκες ενέργειας (άμυλο, γλυκογόνο), καύσιμα και μεταβολικά ενδιάμεσα
2. Δομικά συστατικά κυττάρου ριβόζη (RNA) και δεοξυριβόζη (DNA)
3. Δομικά συστατικά οργανισμών: βακτήρια και φυτά (κυτταρίνη), χιτίνη στα ζώα
4. Σε συνδυασμό με πρωτεΐνες και λιπίδια συμμετέχουν στις αλληλεπιδράσεις των κυττάρων μεταξύ τους και με το περιβάλλον.

Η **γλυκωμική** μελέτη του γλυκώματος όπως γονιδιωματική, πρωτεωμική

Ο οργανισμός τροφίμων και γεωργίας και ο Παγκόσμιος οργανισμός υγείας από κοινού συστήνουν διεθνώς το 55-75% τις συνολικής ενέργειας της διατροφής να είναι υδατάνθρακες

# Υδατάνθρακες

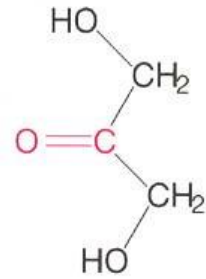
Αποτελούνται από C, H  
Γενικός τύπος :  $(\text{CH}_2\text{O})_n$   
Όλοι έχουν C=O και -OH

## C και H<sub>2</sub>O

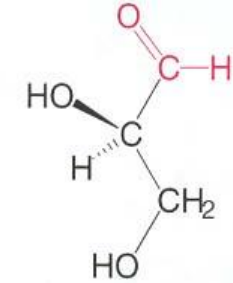
Χρειάζονται για την δημιουργία τους  
(και τα δυο σε πληθώρα στην γη)

Ταξινομούνται ανάλογα με

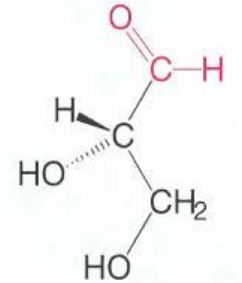
- 1- μέγεθος αλυσίδας ατόμων του C
- 2- αριθμός των σακχάρων
- 3- τη θέση του C=O
- 4- τη στερεοχημεία



Διυδροξυακετόνη  
(κετόζη)



D-Γλυκεραλδεΐδη  
(αλδόζη)



L-Γλυκεραλδεΐδη  
(αλδόζη)

Είναι μακρομόρια που αποτελούνται από αλυσίδες πολλών απλών μονάδων μονοσακχαριτών= **αλδεΐδες ή κετόνες** με 2 ή περισσότερες OH-ομάδες -  $(\text{C}-\text{H}_2\text{O})_n$ .

## Είδη Υδατανθράκων

Ταξινομούνται με βάση τον αριθμό των σακχάρων στην αλυσίδα

Μονοσακχαρίτες

μια μονάδα σακχάρου

Δισακχαρίτες

δύο μονάδες σακχάρου

Τρισακχαρίτες

τρεις μονάδες σακχάρου

Ολιγοσακχαρίτες

περισσότερες από  
3 μονάδες σακχάρου

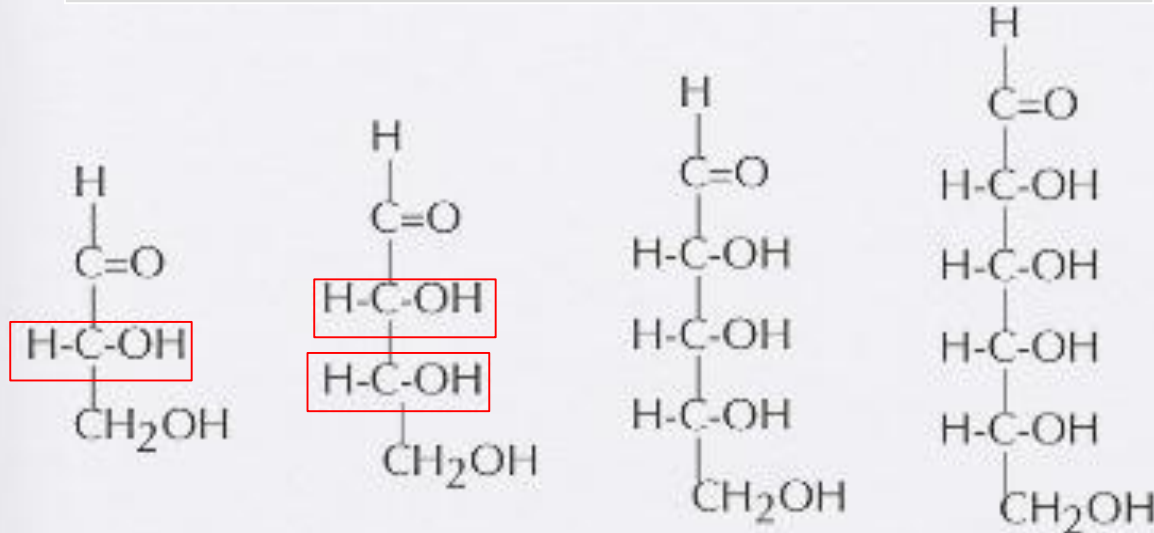
Πολυσακχαρίτες

περισσότερες από  
10 μονάδες σακχάρου

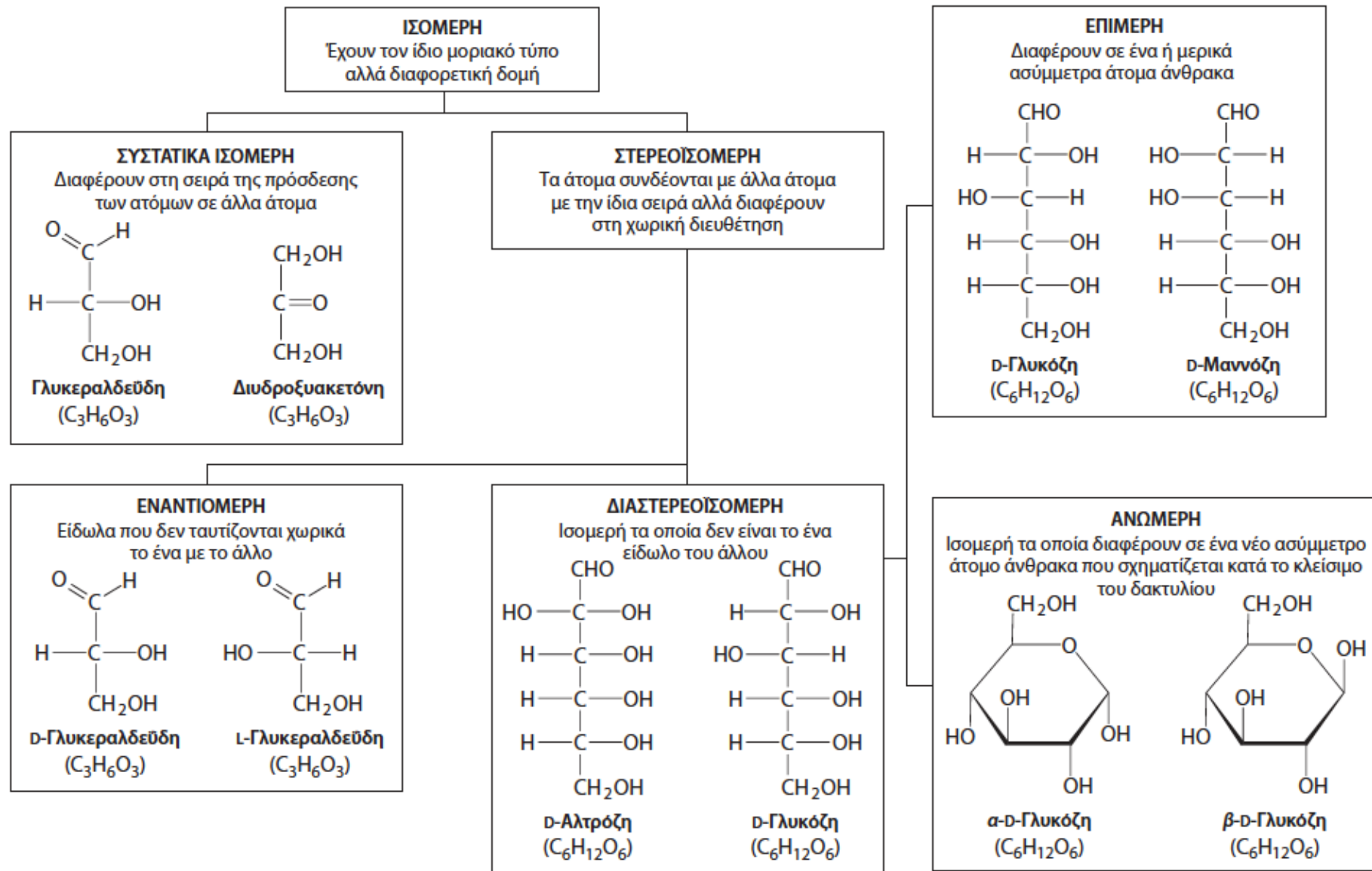
## Κατηγοριοποίηση Μονοσακχαριτών

Αριθμός ατόμων άνθρακα στην αλυσίδα

Οι υδατάνθρακες περιέχουν **ασύμμετρα άτομα άνθρακα** (τα τέσσερα σθένη του είναι κορεσμένα με διαφορετικά άτομα ή ομάδες ατόμων)



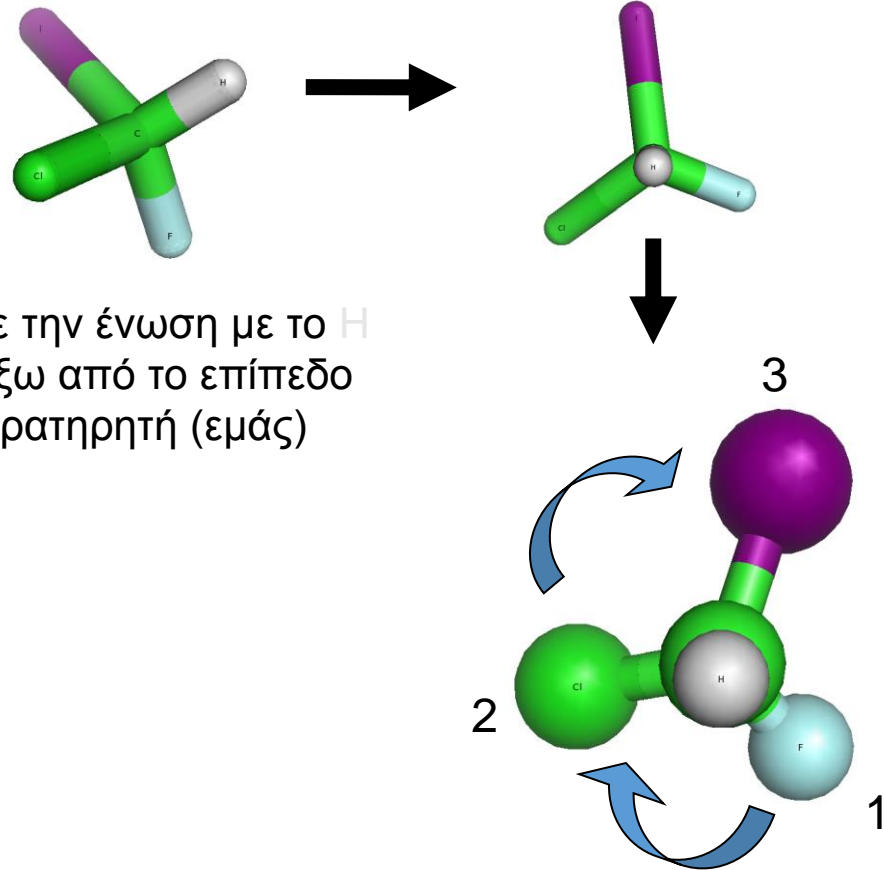
Μπορεί να είναι είτε σάκχαρο αλδόζης (-CH=O) ή κετόζης (-CO-)



**ΕΙΚΟΝΑ 11.1** Ισομερείς μορφές υδατανθράκων.

## Στερεοχημεία

Στερεοχημεία είναι μία υποκατηγορία της [χημείας](#), περιλαμβάνει τη μελέτη της διεύθεσης των [ατόμων](#) στον χώρο μέσα στα [μόρια](#). Ατόμων C με χειρικό κέντρο



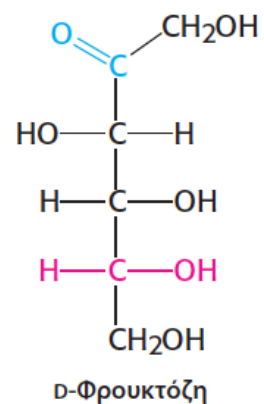
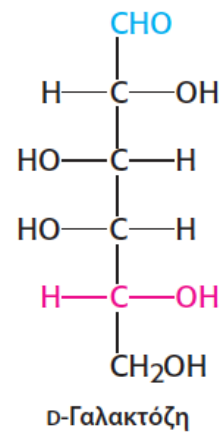
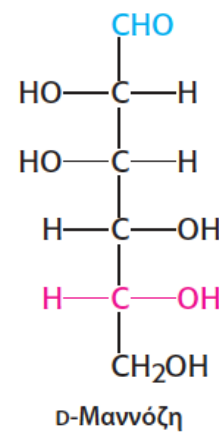
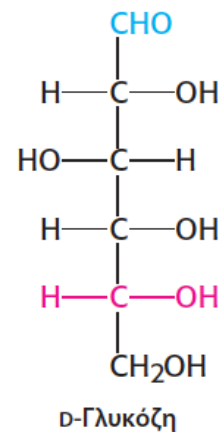
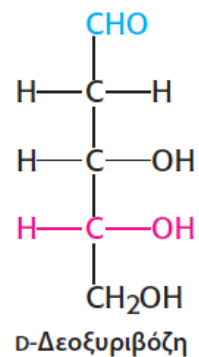
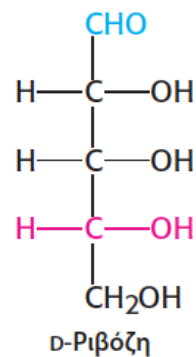
Τοποθετούμε την ένωση με το H να κοιτάζει έξω από το επίπεδο προς τον παρατηρητή (εμάς)

Ξεκινάμε από τον υποκατάστατη με το **μικρότερο MB** και κινούμαστε προς τον επόμενο με **μεγαλύτερο MB** το κ.ο.κ (εάν το H να κοιτάζει έξω)

Εάν το H να κοιτάζει μέσα το αντίθετο **μεγαλύτερο** → **μικρότερο**

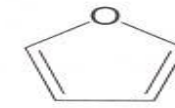
Δεξιόστροφο (R)

Δεξιόστροφα (L ή R για recto) ή Αριστερόστροφα (D ή S για sinister).



**ΕΙΚΟΝΑ 11.2 Κοινά μονοσακχαρίτες.** Οι αλδόζες περιέχουν μια αλδεϋδική ομάδα (απεικονίζεται με μπλε), ενώ οι κετόζες, όπως η φρουκτόζη, περιέχουν μια κετονική ομάδα (απεικονίζεται επίσης με μπλε). Το πιο απομακρυσμένο ασύμμετρο άτομο άνθρακα από την αλδεϋδική ή την κετονική ομάδα (με πράσινο) χαρακτηρίζει τις δομές στη διαμόρφωση D.



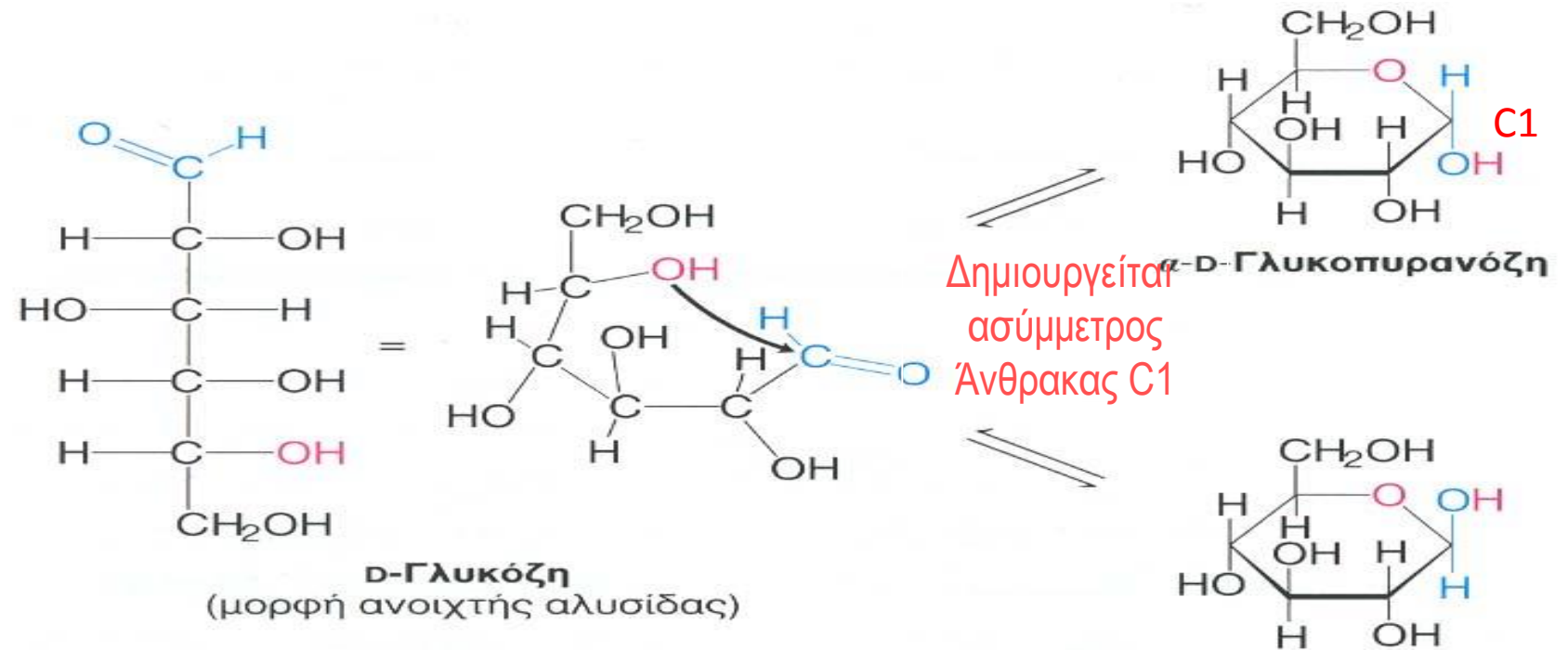


Φουράνιο



Πυράνιο

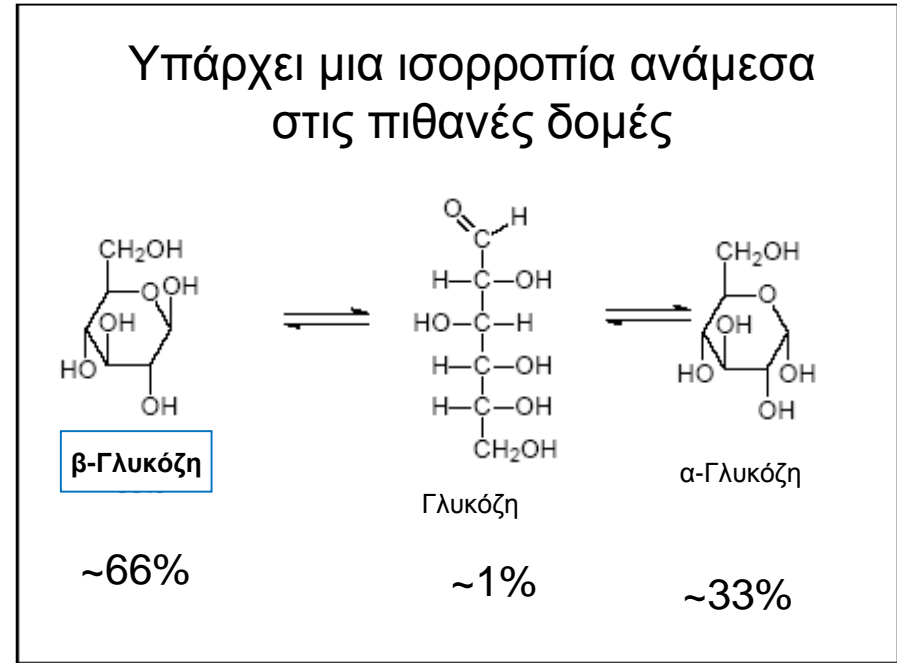
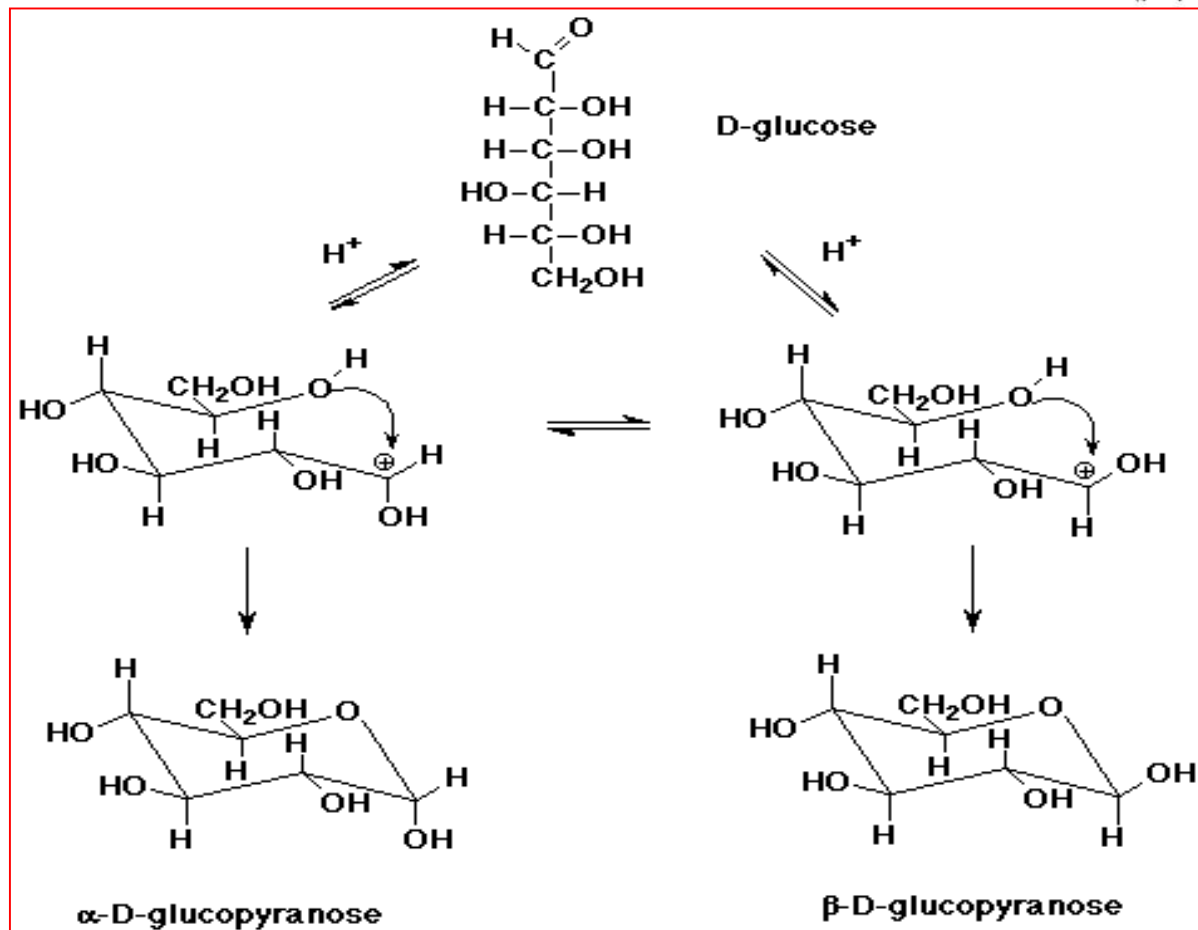
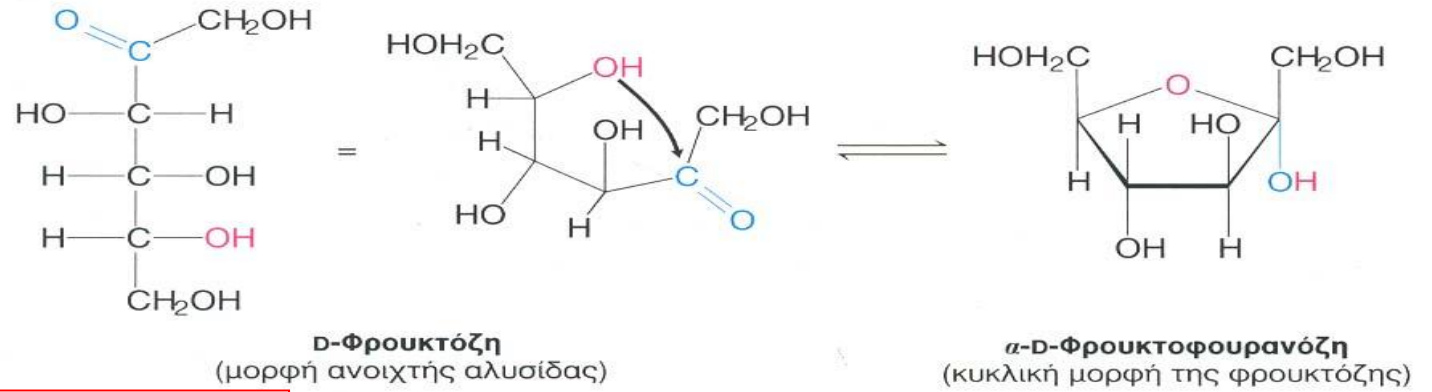
Έτσι, για τη γλυκόζη γίνεται...

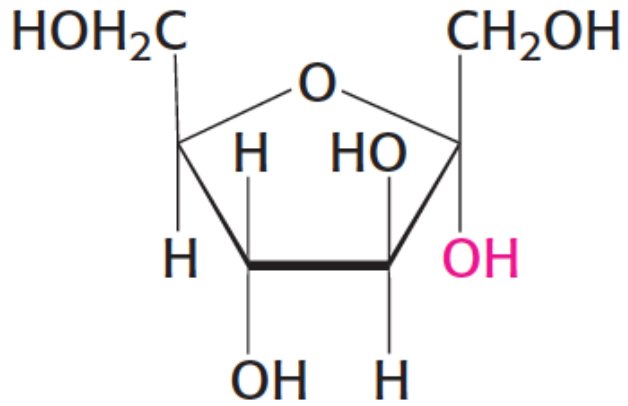


Η αντίδραση  $-\text{C}=\text{O}$  με  $-\text{OH}$  δημιουργεί ημιακετάλη και ένα πρόσθετο ασύμμετρο κέντρο, γιατί το  $-\text{OH}$  μπορεί να προστεθεί (α) κάτω ή (β) πάνω από το επίπεδο του δακτυλίου. α σημαίνει ότι το  $-\text{OH}$  του C1 βρίσκεται στην αντιθετη πλευρά του δακτυλίου σε σχέση με τον C6

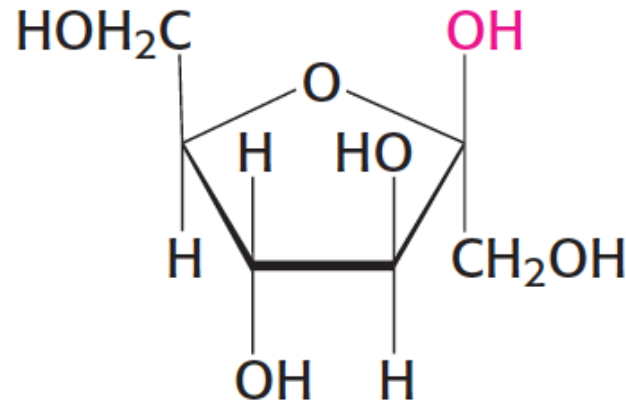
Προβολές κατά Haworth

και για τη φρουκτόζη...

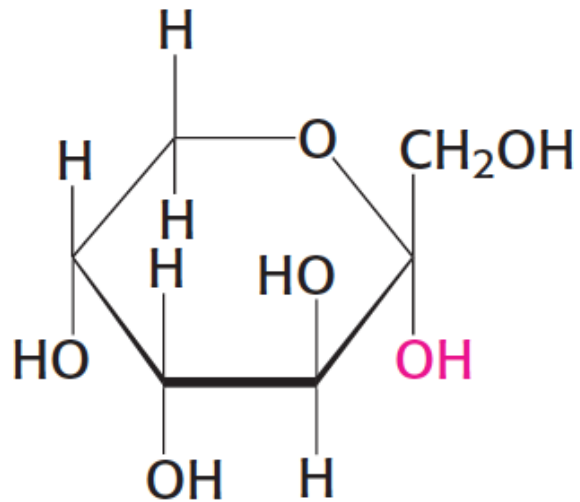




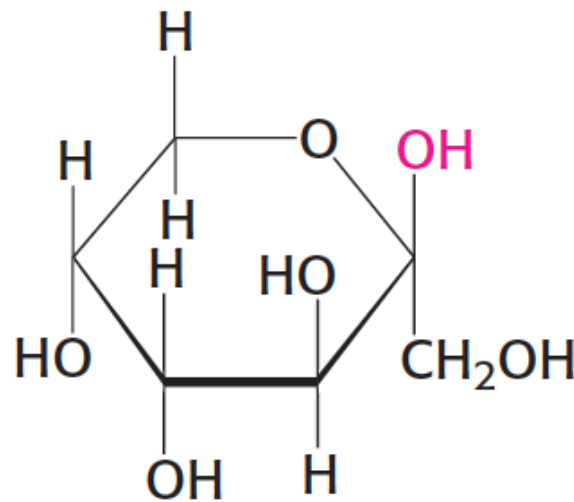
$\alpha$ -D-Φρουκτοφουρανόζη



$\beta$ -D-Φρουκτοφουρανόζη



$\alpha$ -D-Φρουκτοπυρανόζη



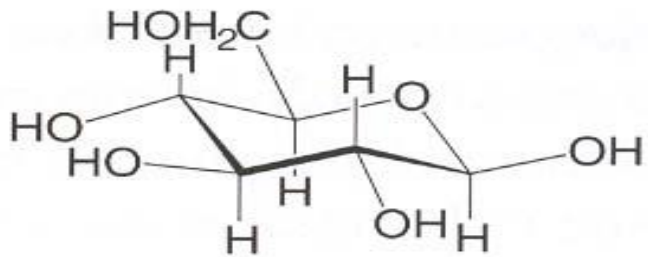
$\beta$ -D-Φρουκτοπυρανόζη

Η φρουκτόζη σχηματίζει μορφές πυρανόζης και φουρανόζης.

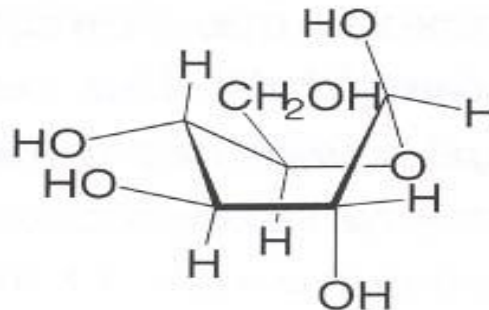
**Εικόνα 11.5 Δομές δακτυλίου της φρουκτόζης.** Η φρουκτόζη μπορεί να σχηματίσει τους πενταμελείς δακτυλίους της φουρανόζης, αλλά και τους εξαμελείς δακτυλίους της πυρανόζης. Σε κάθε περίπτωση, είναι πιθανά και τα δύο ανωμερή,  $\alpha$  και  $\beta$ .

Η  $\beta$ -D-φρουκτοπυρανόζη είναι από τις πιο γλυκές ουσίες που είναι γνωστές (μέλι)

Είναι πράγματι επίπεδη η διαμόρφωση αυτών των δακτυλίων;

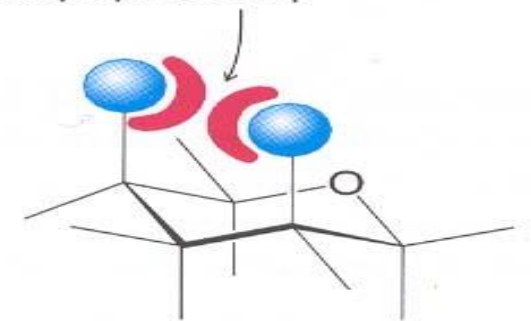


Μορφή ανακλίντρου



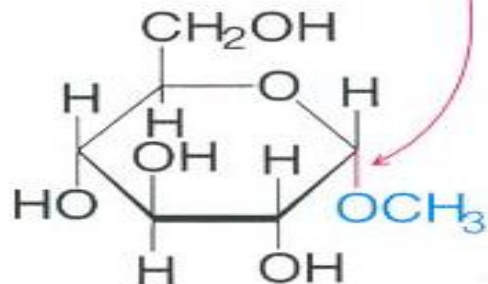
Μορφή λουτήρα

Στεreoχημική παρεμπόδιση



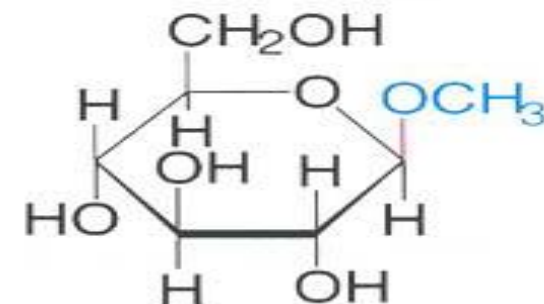
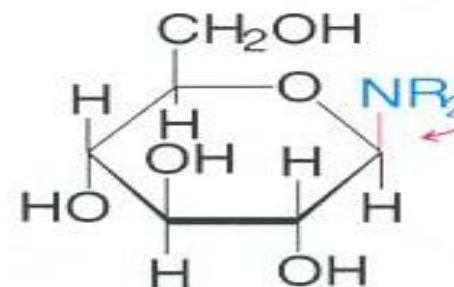
Οι μονοσακχαρίτες αντιδρούν με αλκοόλες και αμίνες...

Ο-Γλυκοζιτικός δεσμός



Μεθυλο- $\alpha$ -D-γλυκοπυρανοζίτης

N-Γλυκοζιτικός δεσμός

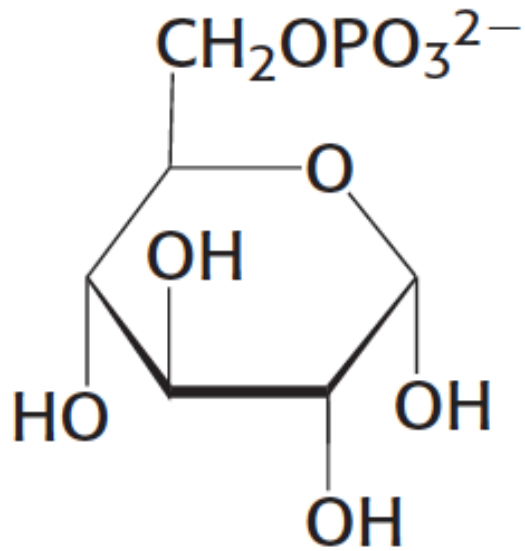


Μεθυλο- $\beta$ -D-γλυκοπυρανοζίτης

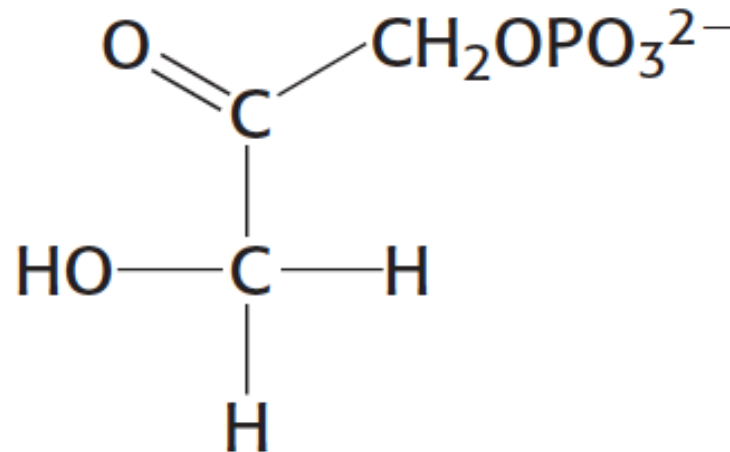
Σχηματίζοντας Ο- και Ν- γλυκοζιτικούς δεσμούς...

Προς δισακχαρίτες ή ...

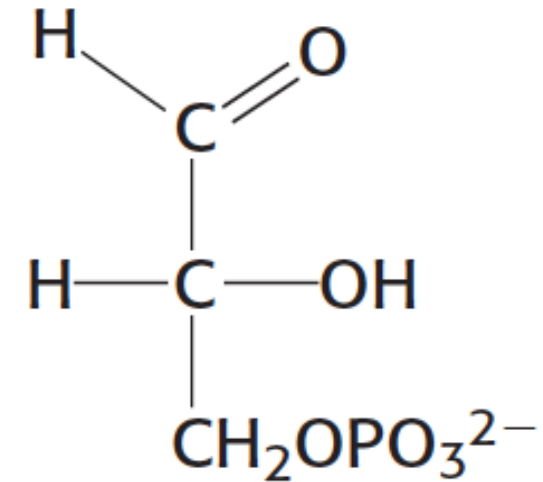
## Τροποποιημένα σάκχαρα είναι ενδιάμεσα στην παραγωγή ενέργειας και στις βιοσυνθέσεις



6-Φωσφορική γλυκόζη  
(G-6P)



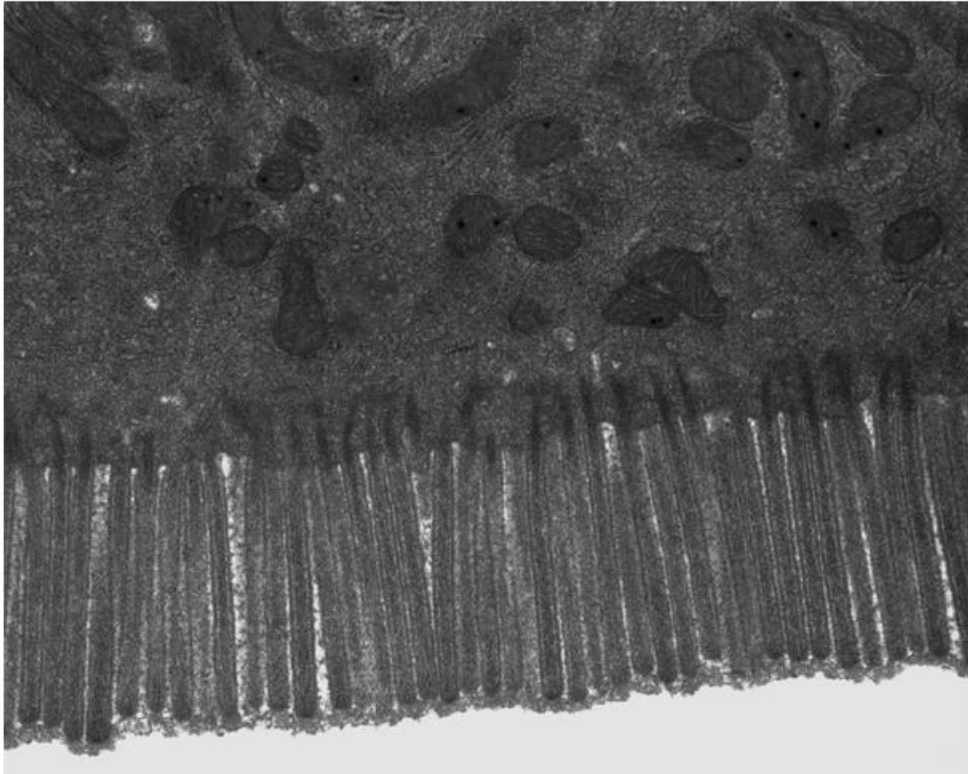
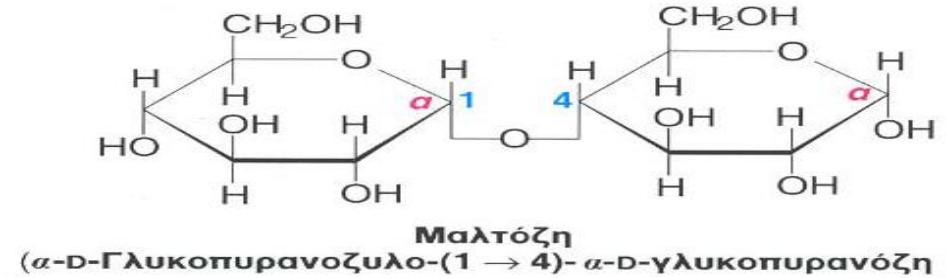
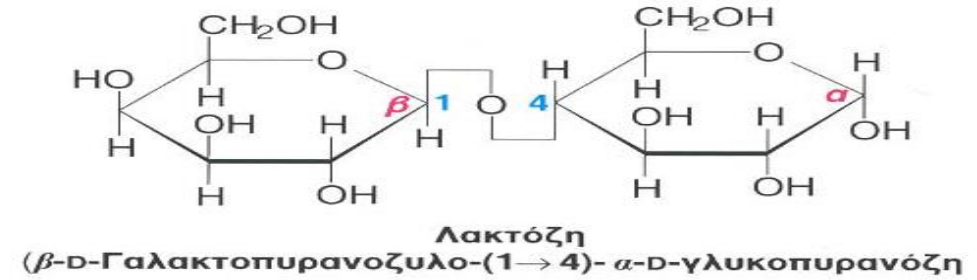
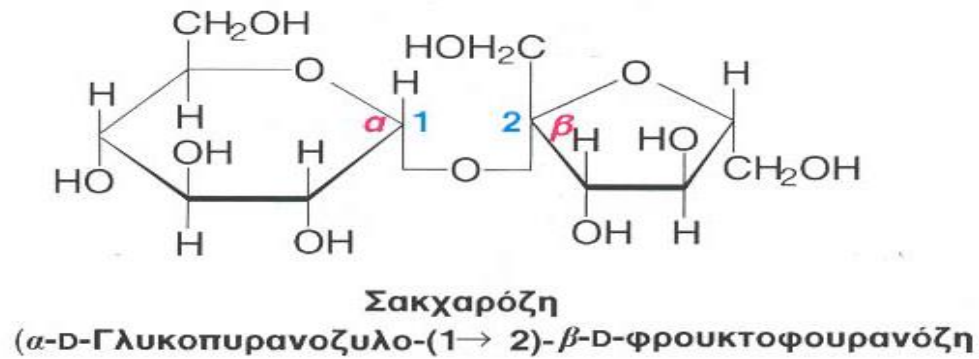
Φωσφορική  
διυδροξυακετόνη  
(DHAP)



3-Φωσφορική  
γλυκεραλδεΐδη  
(GAP)



# Σακχαρόζη-Λακτόζη-Μαλτόση



**Εικόνα 11.12 Ηλεκτρονιομικρογραφία μικρολαχνών.** Η λακτάση και άλλα ένζυμα που υδρολύουν υδατάνθρακες υπάρχουν στις μικρολάχνες που προβάλλουν από την εξωτερική πλευρά της κυτταρικής μεμβράνης των επιθηλιακών κυττάρων του λεπτού εντέρου. [Από Louisa Howard and Katherine Conolly. Ευγενική προσφορά Louisa Howard, Dartmouth College.]

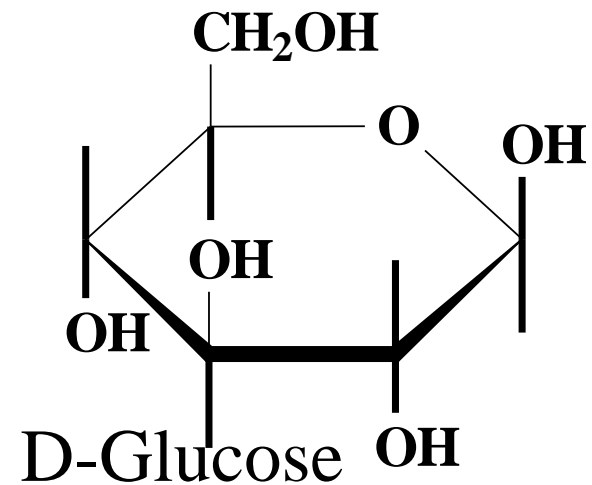
# Πολυσακχαρίτες

- Οι πολυσακχαρίτες είναι πολυμερή της D-γλυκόζης
- Κύριοι πολυσακχαρίτες είναι:

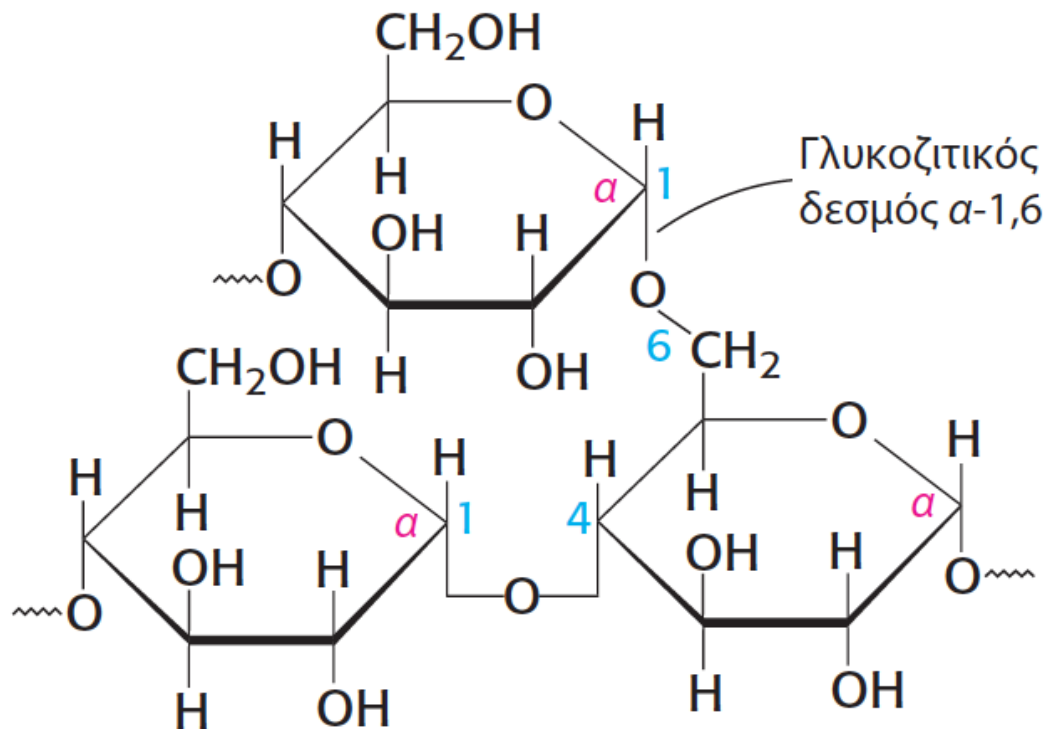
Άμυλο

Γλυκογόνο

Κυτταρίνη



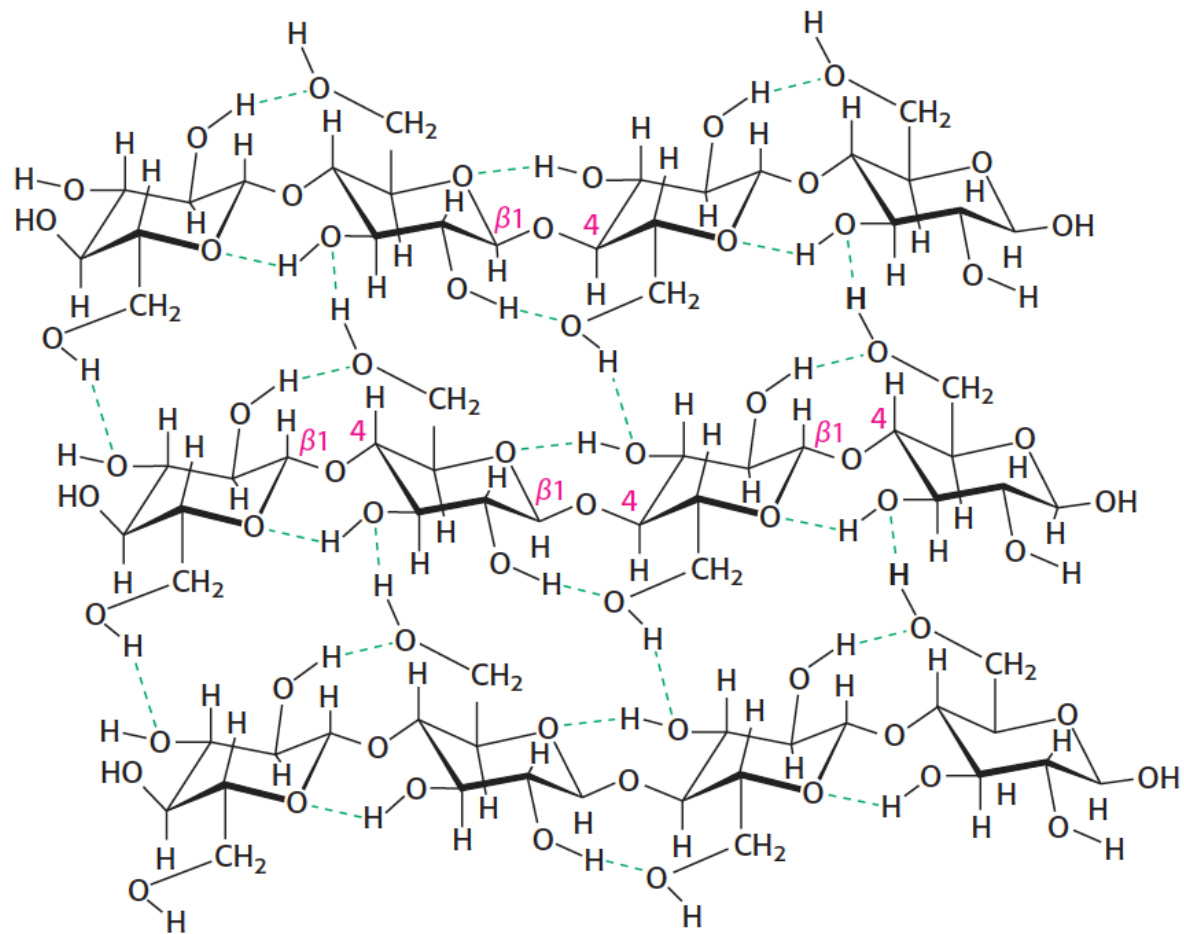
# Γλυκογόνο



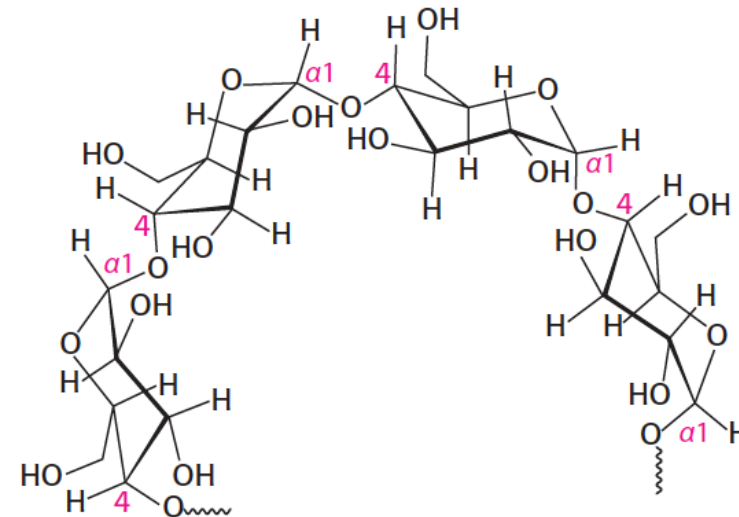
**Εικόνα 11.13 Σημείο διακλάδωσης στο γλυκογόνο.** Δύο αλυσίδες από μόρια γλυκόζης ενωμένα με γλυκοζιτικούς δεσμούς α-1,4 συνδέονται με έναν γλυκοζιτικό δεσμό α-1,6 για να δημιουργήσουν ένα σημείο διακλάδωσης. Ένας τέτοιος γλυκοζιτικός δεσμός α-1,6 σχηματίζεται περίπου ανά 10 μονάδες γλυκόζης, καθιστώντας το γλυκογόνο ένα πολύ διακλαδισμένο μόριο.







Κυτταρίνη  
(δεσμοί β-1,4)



Άμυλο και γλυκογόνο  
(δεσμοί α-1,4)

Οι δεσμοί α-1-4 αναγκάζουν το μόριο να κάμπτεται και του προσδίδουν χαρακτηριστικές ιδιότητες ...

**Εικόνα 11.14** Οι γλυκοζιτικοί δεσμοί προσδιορίζουν τη δομή πολυσακχαρίτη. Οι δεσμοί β-1,4 ευνοούν τις ευθείες αλυσίδες, οι οποίες είναι οι καταλληλότερες για δομικούς σκοπούς. Οι δεσμοί α-1,4 ευνοούν κοίλες δομές, οι οποίες είναι περισσότερο κατάλληλες για αποθήκευση.

Ενώ η κυτταρίνη αποτελείται από β-1,4 ...

...σχηματίζοντας μακριές αλυσίδες-ινίδια- μέσω δεσμών Η. Από τις πιο άφθονες οργανικές ενώσεις στην βιόσφαιρα συντίθενται και αποικοδομούνται 10<sup>15</sup> kg 1000 το βάρος της ανθρώπινης φυλής

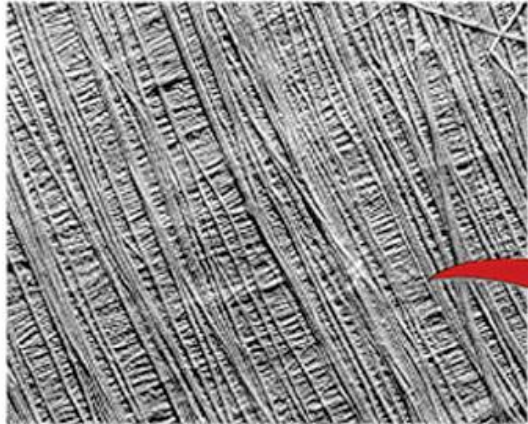
...και το άμυλο-σε δύο τύπους:

- αμυλόζη= γραμμικό πολυμερές γλυκόζης χωρίς διακλαδώσεις με α-1,4
- αμυλοπηκτίνη= γραμμικό πολυμερές γλυκόζης με διακλαδώσεις α-1,6 κάθε 30 δεσμούς α-1,4 .

Η **Κυτταρίνη**, απαντά σε όλα τα φυτικά τρόφιμα, δεν μπορεί όμως να αφομοιωθεί από τον άνθρωπο και πολλά σαρκοβόρα ζώα, γιατί τα ένζυμα του στομαχιού τους δεν μπορούν να διασπάσουν τους β-1,4 γλυκοζιτικούς δεσμούς που ενώνουν τα μόρια της γλυκόζης στο μόριο της.



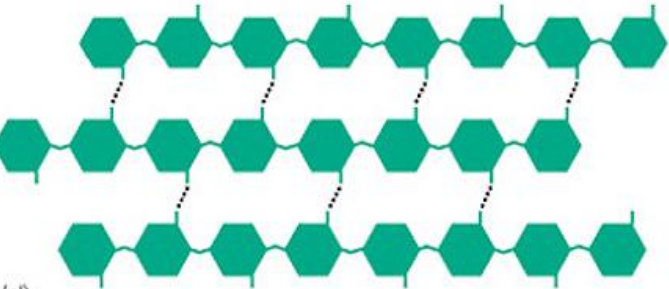
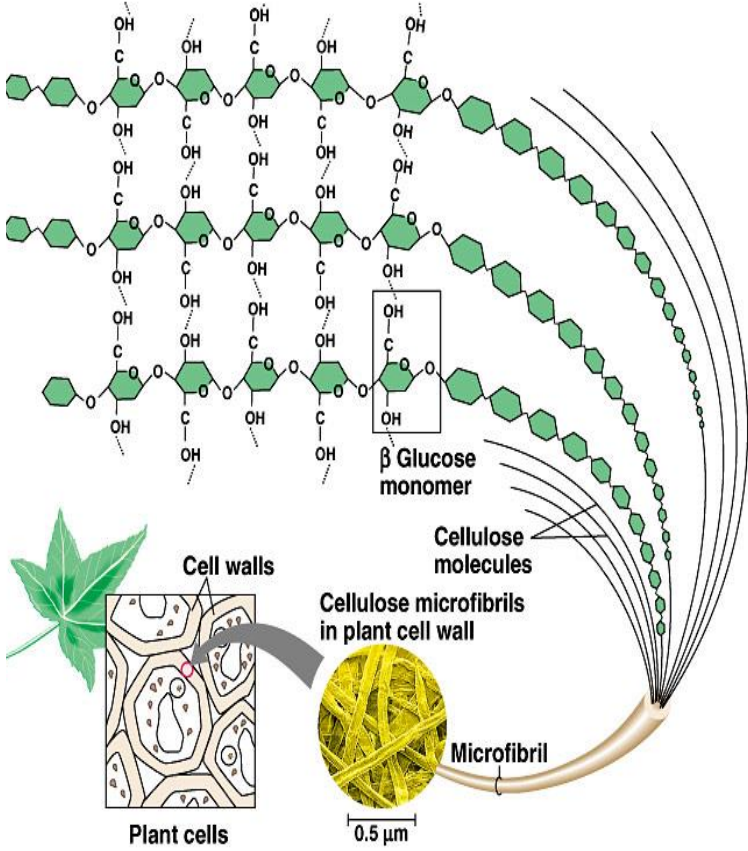
(a)



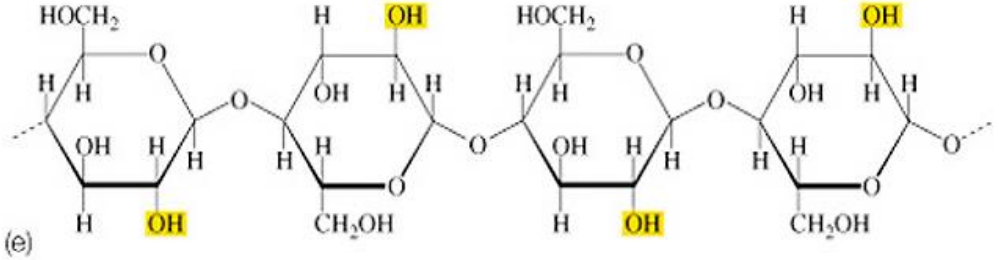
(b)



(c)



(d)

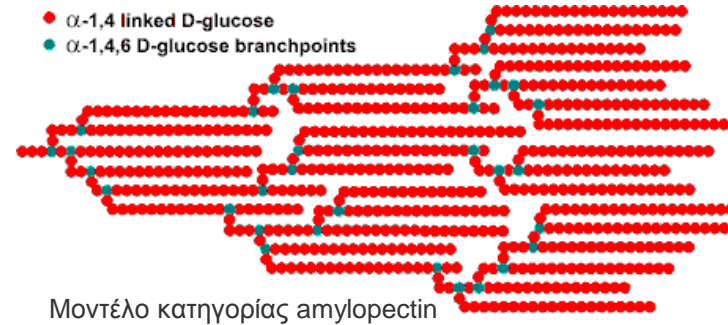
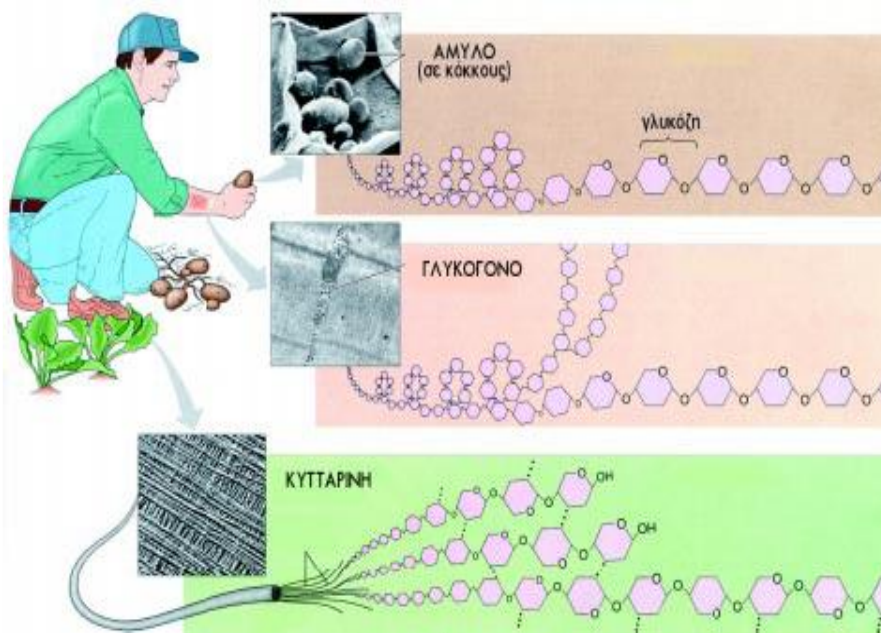
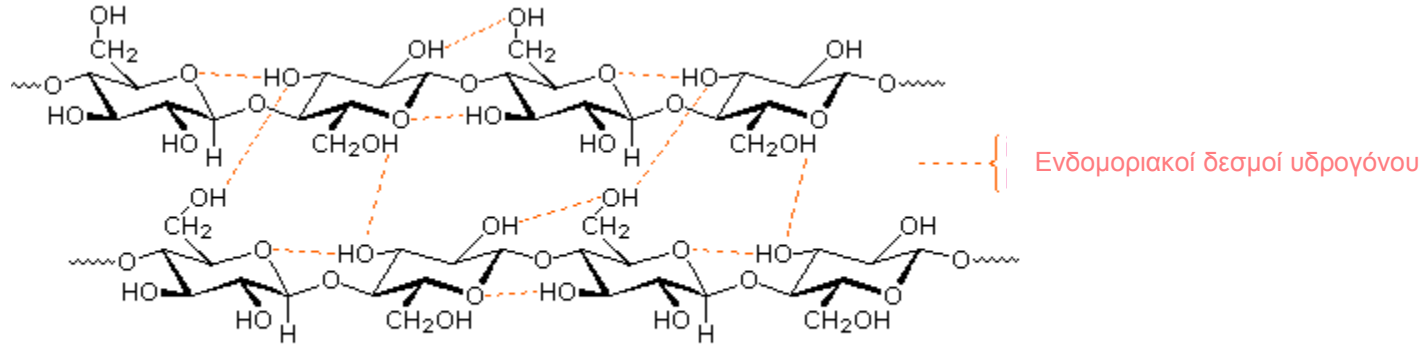


(e)

# Σύνοψη Πολυσακχαρίτες

Οι πολυσακχαρίτες είναι μεγάλου μοριακού βάρους ενώσεις που δημιουργούνται από την ένωση πολλών μονοσακχαριτών μεταξύ τους με γλυκοσιδικούς δεσμούς

**Κυτταρίνη**  
μια γραμμική πολυγλυκόζη  
συνδεδεμένη με  $\beta$ -1-4 δεσμούς



Οι θάμνοι και τα δέντρα αποτελούνται 50% από κυτταρίνη



Σύνδεση υδατανθράκων με πρωτεΐνες σχηματίζουν **Γλυκοπρωτεΐνες**

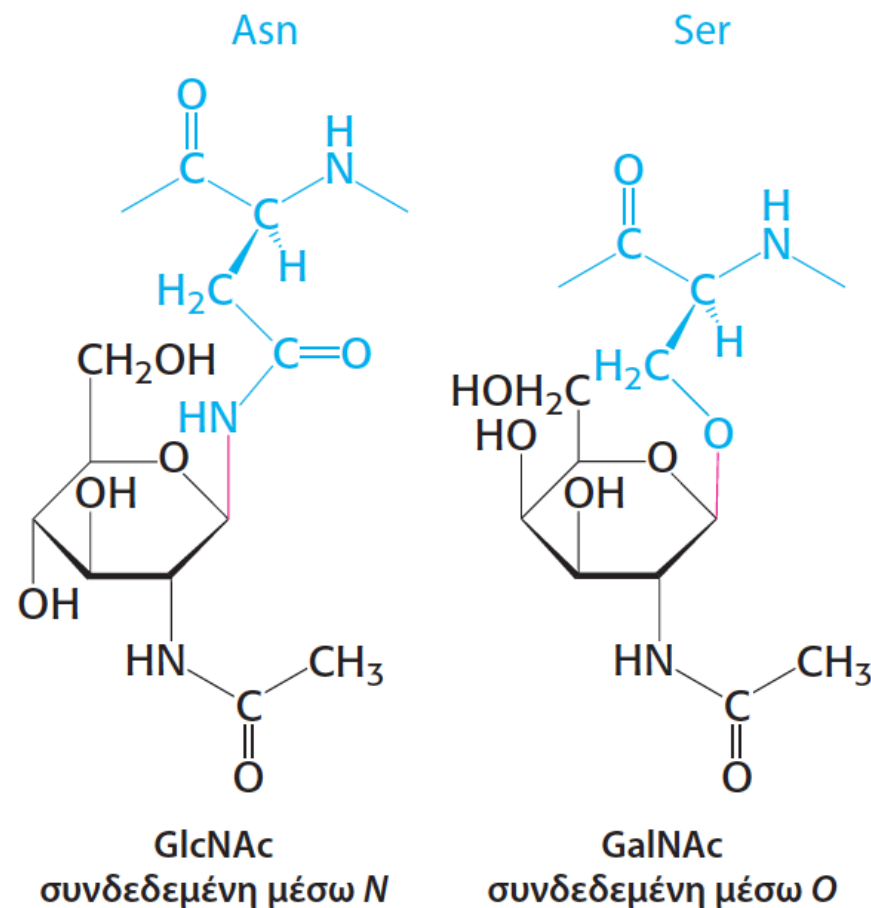
Το πρώτο είδος γλυκοπρωτεϊνών αναφέρονται απλά σαν **Γλυκοπρωτεΐνες**

στο μόριο το ποσοστό των υδατανθράκων είναι πολύ μικρότερο σε σχέση με την **Πρωτεΐνη**

συστατικά κυτταρικών μεμβρανών, κυτταρική προσκόλληση (σπερματοζώριο ωάριο)

**Εικόνα 11.15 Γλυκοζιτικοί δεσμοί μεταξύ πρωτεϊνών και υδατανθράκων.**

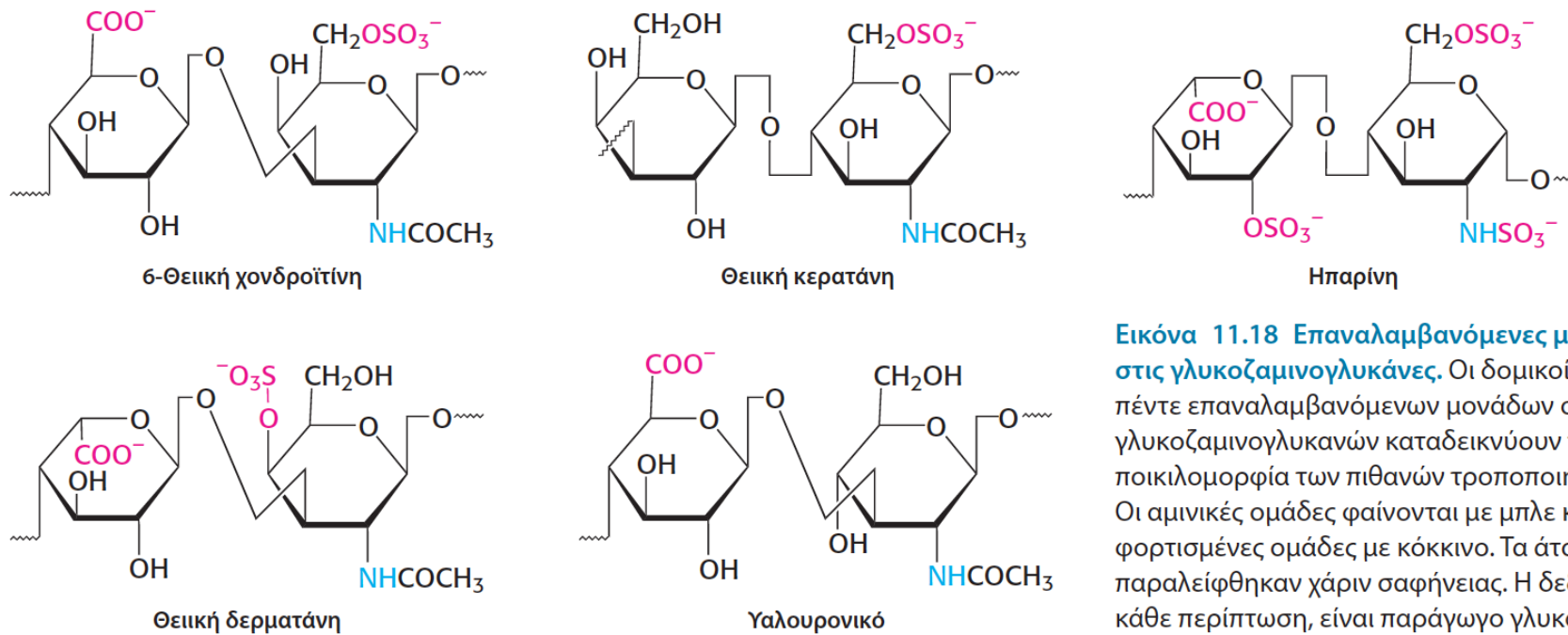
Ένας γλυκοζιτικός δεσμός συνδέει έναν υδατάνθρακα στην πλευρική αλυσίδα της ασπαραγίνης (σύνδεση μέσω *N*) ή στην πλευρική αλυσίδα της σερίνης ή της θρεονίνης (σύνδεση μέσω *O*). Οι γλυκοζιτικοί δεσμοί φαίνονται με κόκκινο.



# Πρωτεΐνογλυκάνες (δεύτερο είδος **γλυκοπρωτεϊνών**) Ιδιαίτερος τύπος πολυσακχαρίτη **Γλυκοζαμινογλυκάνη**

Οι υδατάνθρακες αποτελούν το μεγαλύτερο ποσοστό του του μορίου σε σχέση με την **Πρωτεΐνη**

Επαναλαμβανόμενες δισακχαρικές μονάδες που περιέχουν κατάλοιπο **αμινοσακχάρου**



**Εικόνα 11.18** Επαναλαμβανόμενες μονάδες στις γλυκοζαμινογλυκάνες. Οι δομικοί τύποι πέντε επαναλαμβανόμενων μονάδων σημαντικών γλυκοζαμινογλυκανών καταδεικνύουν την ποικιλομορφία των πιθανών τροποποιήσεων και δεσμών. Οι αμινικές ομάδες φαίνονται με μπλε και οι αρνητικά φορτισμένες ομάδες με κόκκινο. Τα άτομα υδρογόνου παραλείφθηκαν χάριν σαφήνειας. Η δεξιά δομή, στην κάθε περίπτωση, είναι παράγωγο γλυκοζαμίνης.

Ανιοντικές πολυσακχαρίτες αλυσίδες καρβοξυλική ή θειική ομάδα: ηπαρίνη, θειική ηπαράνη, θειική δερματάνη υαλουρονικό, θειική χονδροϊτίνη, θειική κερατάνη

## Οι γλυκοζαμινογλυκάνες συνδέονται με πρωτεΐνες και σχηματίζουν τις πρωτεογλυκάνες








Ηπαρίνη δρα ως αντιπηκτικό, συνδεόμενη εξειδικευμένα στην αντιθρομβίνη, η οποία επιταχύνει τη απομάκρυνση της θρομβίνης

Οι πρωτεογλυκάνες μοιάζουν περισσότερο με πολυσακχαρίτες παρά με πρωτεΐνες, καθώς το 95% της μάζας του βιομορίου αποτελείται από υδατάνθρακα

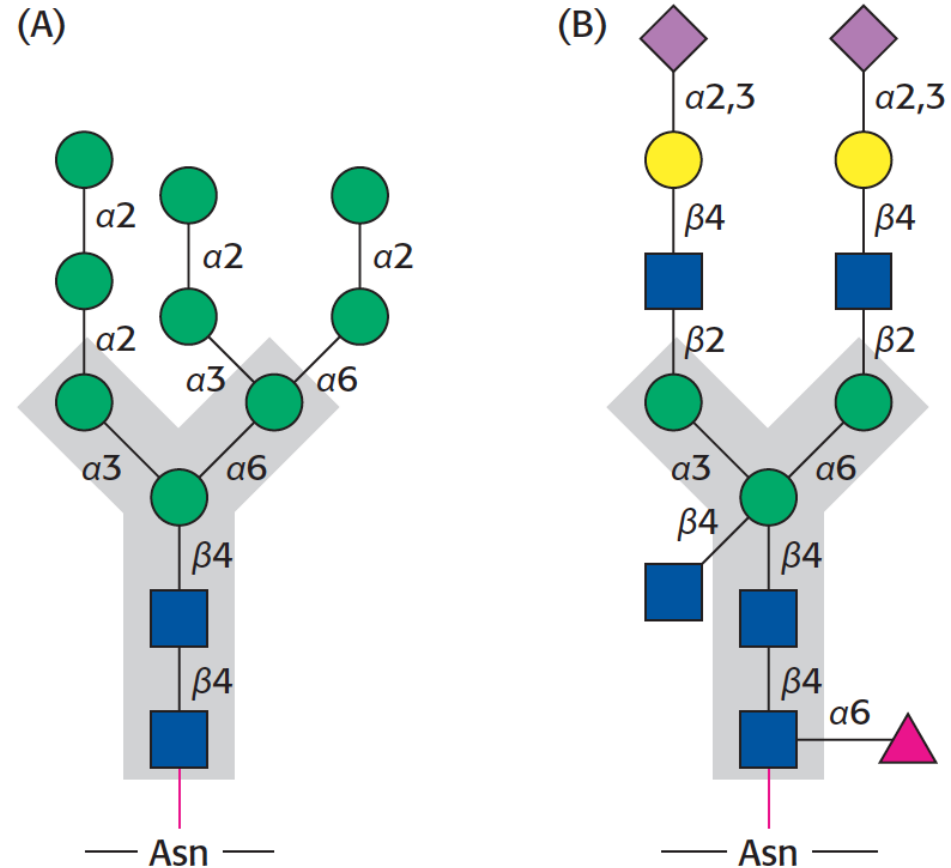
*Λιπαντικά, δομικά συστατικά, συνδετικός ιστός (συγκόλληση κυττάρων, προσδένουν παράγοντες που διεγείρουν τον πολλαπλασιασμό των κυττάρων). Θειική χονδροϊτίνη, θειική κερατάνη προσροφούν και αποδεσμεύουν νερό βοηθώντας στην απορρόφηση των κραδασμών*

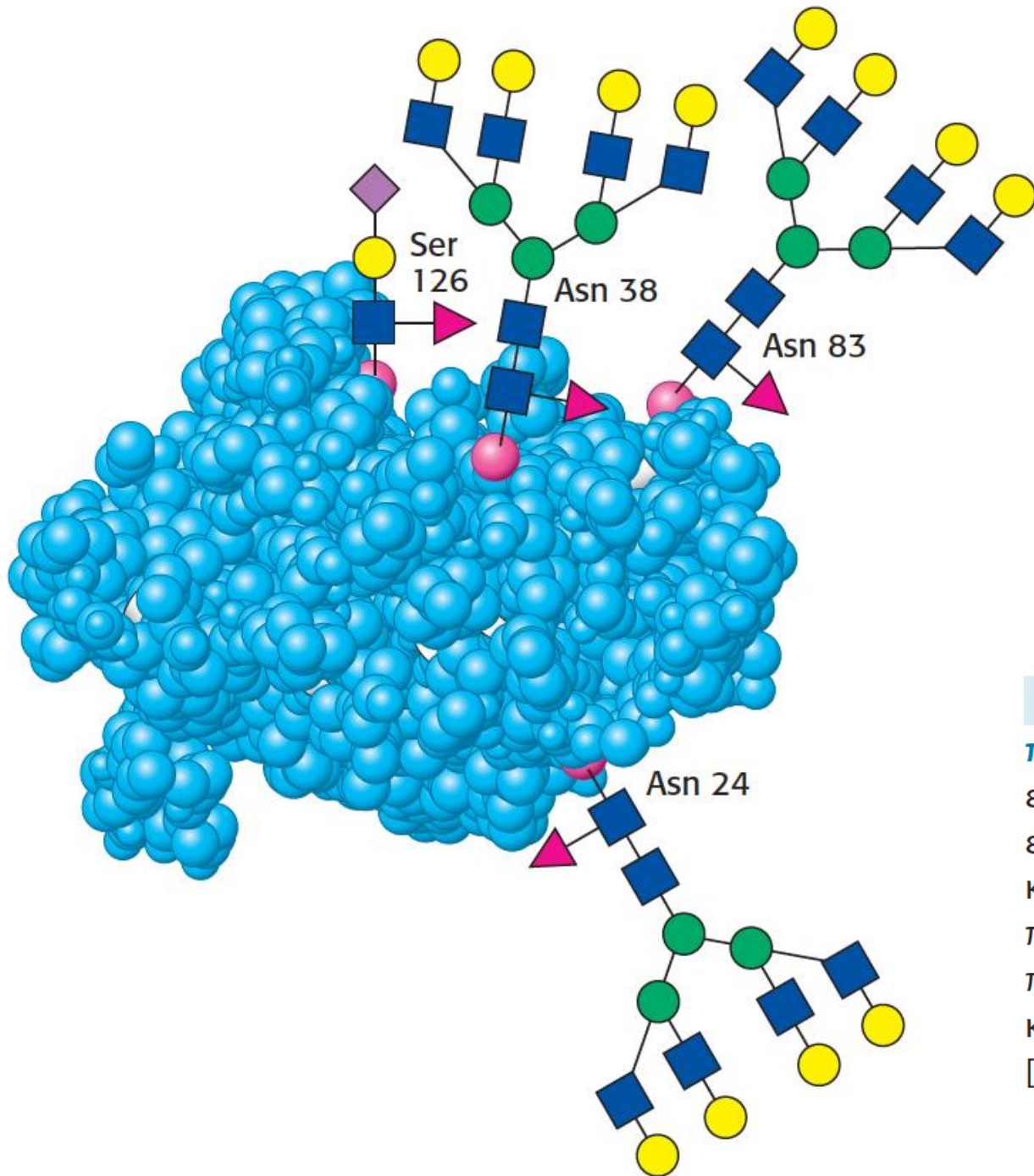
**Εικόνα 11.16 Ολιγοσακχαρίτες συνδεδεμένοι μέσω N.** Ένας πυρήνας πεντασακχαρίτη (σκιασμένος με γκρι) είναι κοινός σε όλους τους συνδεδεμένους μέσω N ολιγοσακχαρίτες και λειτουργεί ως θεμέλιο για μια μεγάλη ποικιλία ολιγοσακχαριτών συνδεδεμένων μέσω N, δύο από τους οποίους παρουσιάζονται: (A) τύπος υψηλής περιεκτικότητας σε μαννόζη, (B) σύμπλοκος τύπος.

Συντομογραφίες για σάκχαρα

Fuc		Φουκόζη
Gal		Γαλακτόζη
GalNAc		N-Ακετυλογαλακτοζαμίνη
Glc		Γλυκόζη
GlcNAc		N-Ακετυλογλυκοζαμίνη
Man		Μαννόζη
Sia		Σιαλικό οξύ

Η ποικιλία των Υ/Α που μπορούν να προσκολληθούν στα αμινοξέα είναι μεγάλη





Χαρακτηριστικό παράδειγμα η  
*ερυθροποιητίνη*

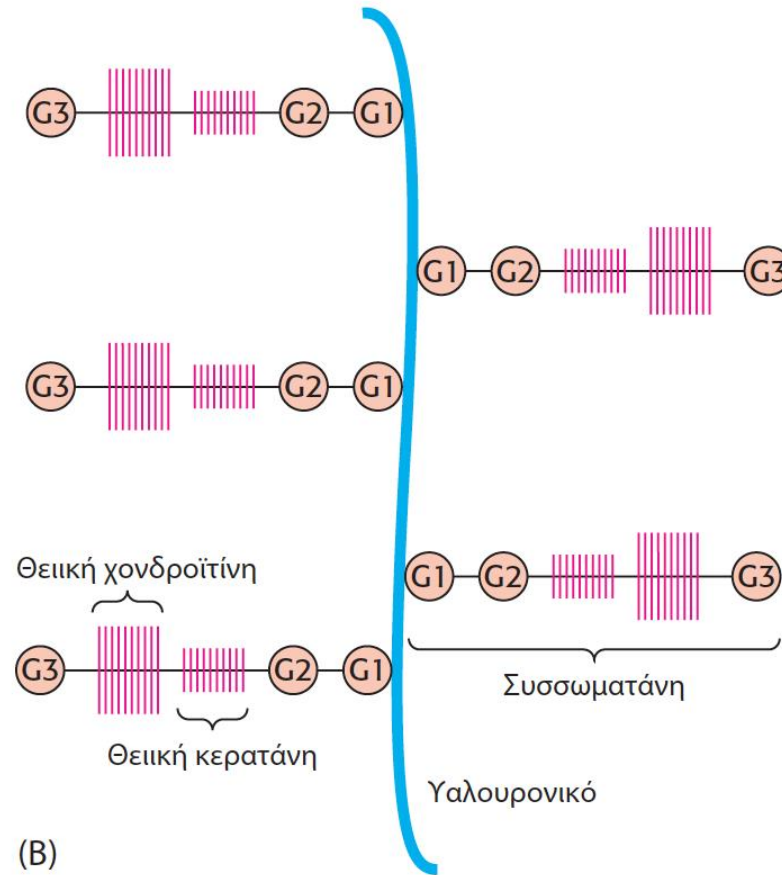
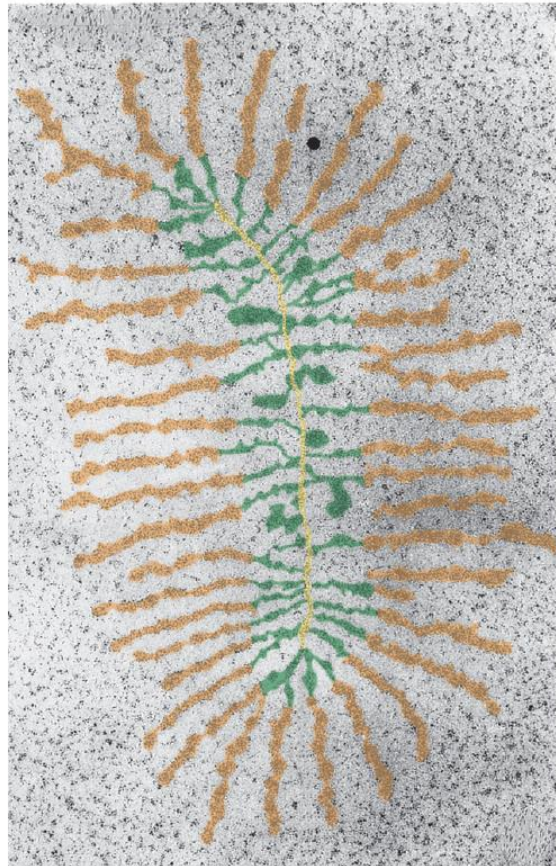
N-γλυκοζυμιωμένη πρωτεΐνη  
40% του βάρους Υ/Α της  
πρωτεΐνης

Η μη γλυκοζυμιωμένη πρωτεΐνη  
έχει μόνο το 10% της  
βιοδραστικότητας της  
γλυκοζυμιωμένη

🖱️ **Εικόνα 11.17 Ολιγοσακχαρίτες προσδεμένοι στην ερυθροποιητίνη.** Η ερυθροποιητίνη έχει ολιγοσακχαρίτες ενωμένους σε τρία κατάλοιπα ασπαραγίνης και σε ένα κατάλοιπο σερίνης. Οι δομές που βλέπουμε είναι σε κλίμακα κατά προσέγγιση. Βλ. Εικόνα 11.16 για την κλείδα συμβολισμών των υδατανθράκων. [Σχεδιασμένο από 1BUY.pdb.]



# Βλεννίνες τρίτο είδος γλυκοπρωτεϊνών



-Εκκρίσεις βλέννας  
-Κοινές στο σάλιο

-προστασία από γαστρικό υγρό  
-80% του βάρους μπορεί να είναι Υ/Α

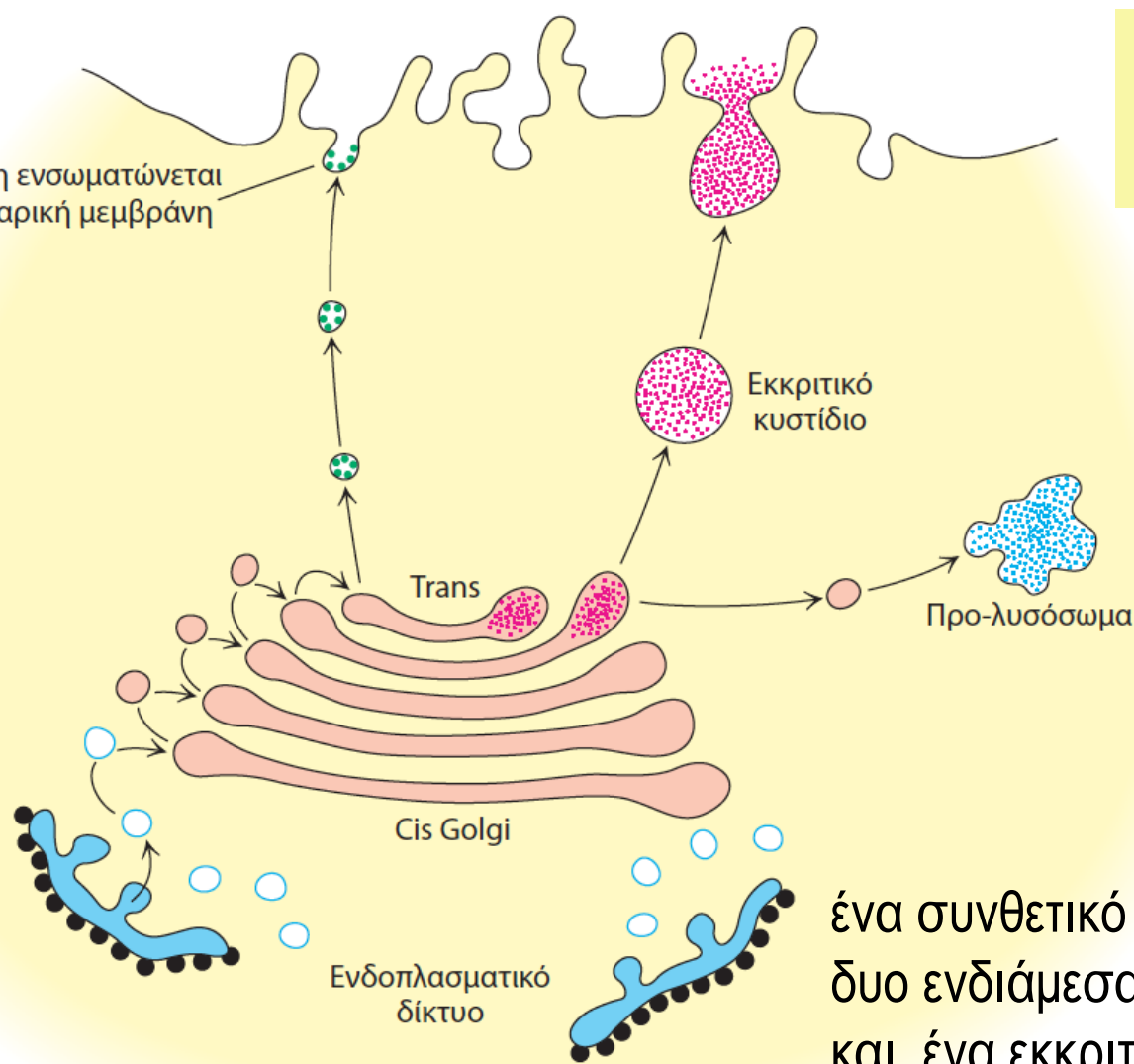
Δρουν σαν λιπαντικά

Έως εδώ 29/11/18

**Εικόνα 11.20 Δομή της πρωτεογλυκάνης από χόνδρο.** (Α) Ηλεκτρονιομικρογραφία μιας πρωτεογλυκάνης από χόνδρο (με την προσθήκη ψευδούς χρώματος). Τα μονομερή της πρωτεογλυκάνης αναδύονται πλευρικά σε κανονικά διαστήματα από τις αντίθετες πλευρές ενός κεντρικού νηματίου υαλουρονικού. (Β) Σχηματική αναπαράσταση. G = σφαιρική δομική περιοχή. [Ευγενική προσφορά Dr. Lawrence Rosenberg. Από J.A. Buckwalter and L. Rosenberg. *Collagen Relat. Res.* 3:489-504, 1983.]

# Σύμπλεγμα Golgi κέντρο γλυκοζυλιωσης και ταξινόμησης (κυττάρου) πρωτεϊνών

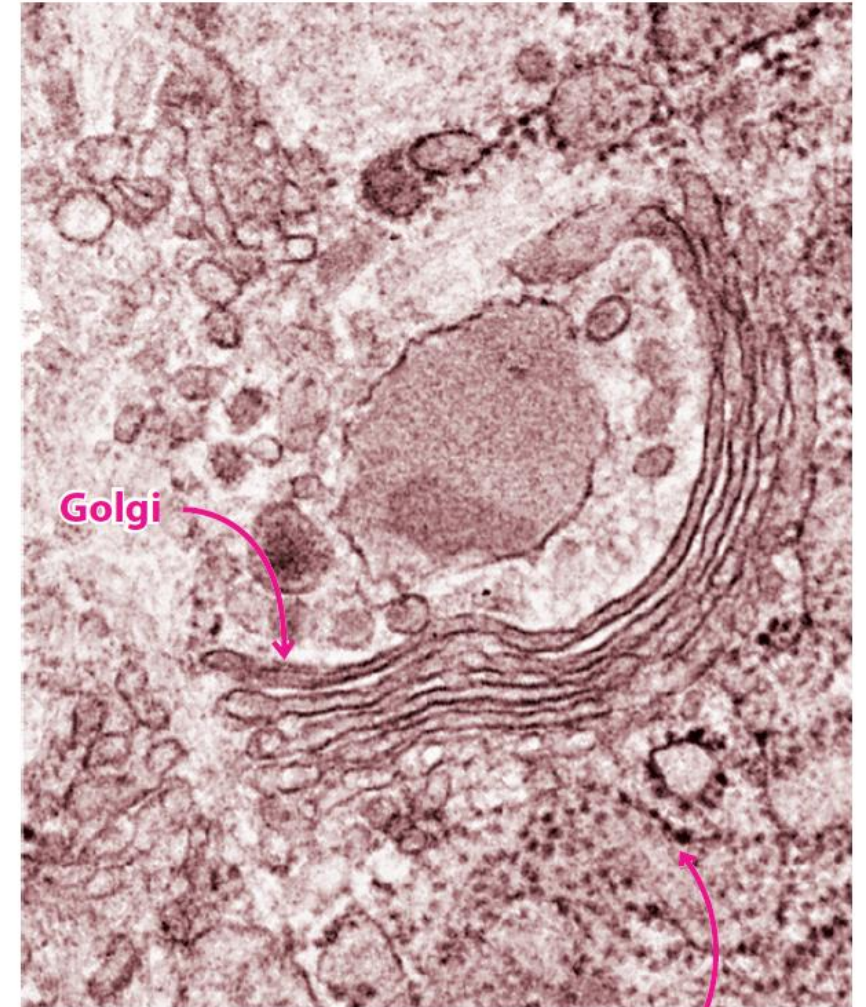
Η πρωτεΐνη ενσωματώνεται στην κυτταρική μεμβράνη



ένα συνθετικό (cis),  
δύο ενδιάμεσα  
και ένα εκκριτικό (trans)  
διαμερίσματα

Ρόλοι:

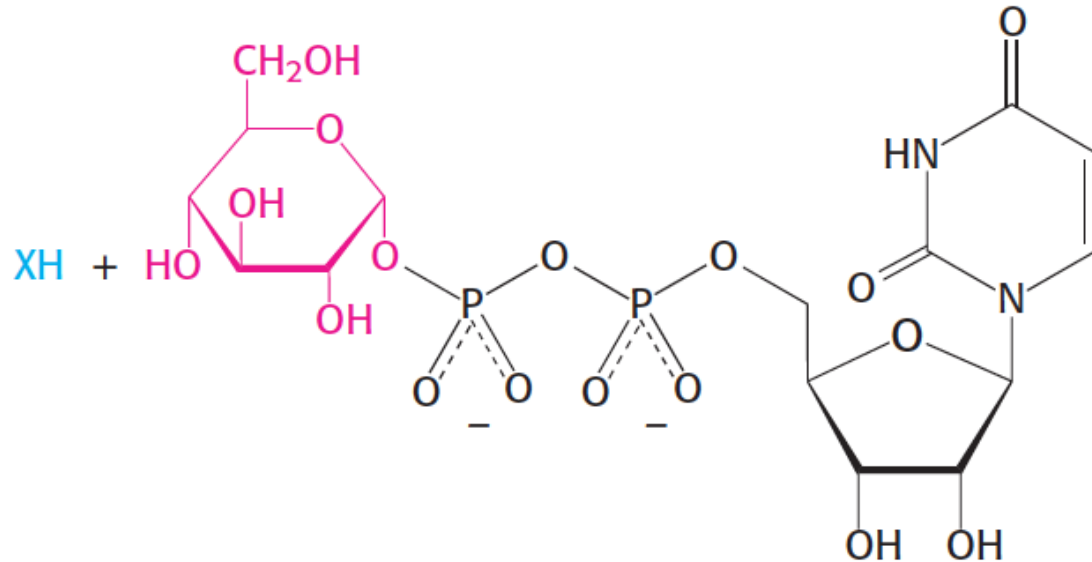
- 1) Επεξεργασία πρωτεϊνών (προσθήκη υδατανθράκων, τροποποίηση)
- 2) Κέντρο ταξινόμησης (πού θα μεταφερθεί η κάθε πρωτεΐνη)



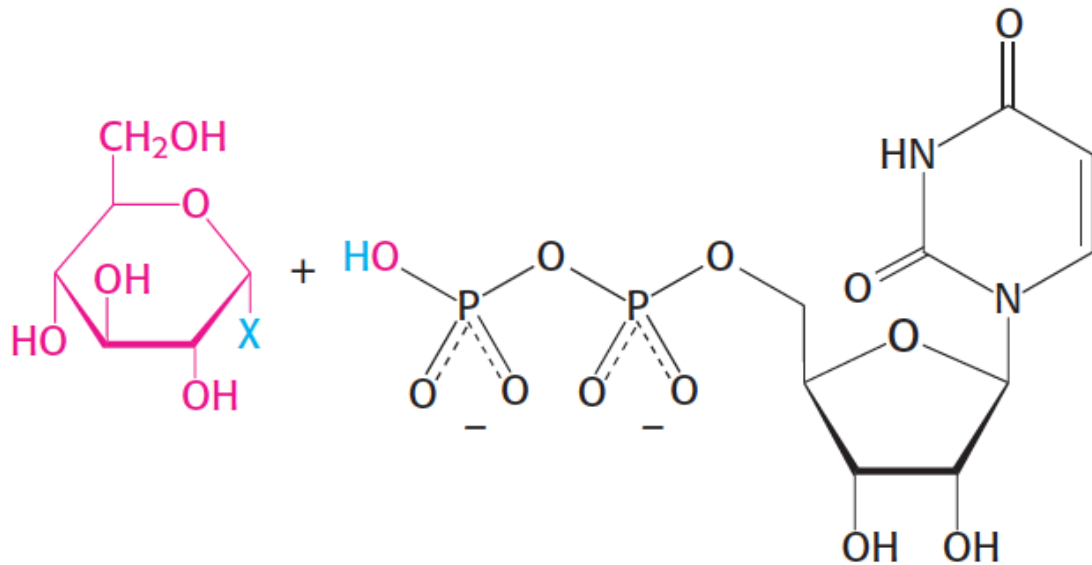
Ενδοπλασματικό δίκτυο



## Ειδικά ένζυμα είναι υπεύθυνα για την συγκρότηση των ολι/σακ/τών



UDP-γλυκόζη



UDP

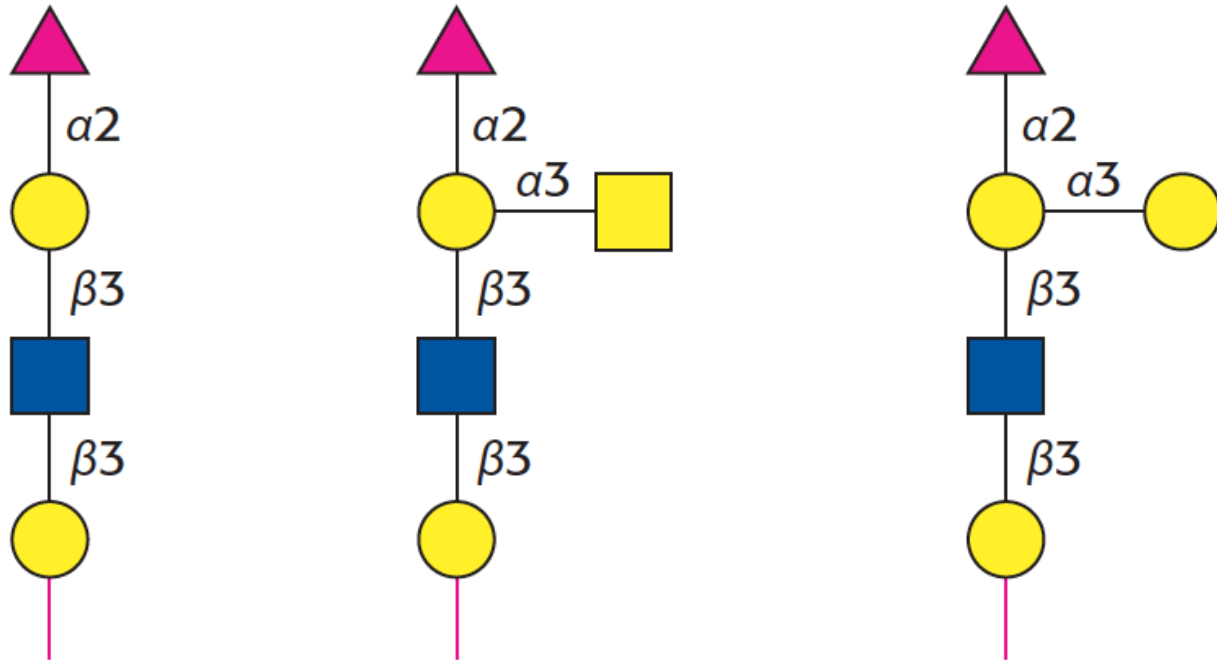
Κάθε ένζυμο σύνθεσης είναι ειδικό (αντίθετα με την σύνθεση πρωτεϊνών και DNA) επειδή κάθε αντίδραση είναι διαφορετικό

Το προστιθέμενο σάκχαρο έχει την μορφή ενός ενεργοποιημένου **νουκλεοτιδο-σακχάρου**

**Εικόνα 11.25** Γενική μορφή της αντίδρασης μιας γλυκοζυλομεταφοράς. Το σάκχαρο που πρόκειται να προστεθεί προέρχεται από ένα νουκλεοτιδισάκχαρο – στην περίπτωση αυτή, UDP-γλυκόζη. Ο δέκτης, που προσδιορίζεται σε αυτή την απεικόνιση με το X, μπορεί να είναι ένα από μια ποικιλία βιομορίων, η οποία περιλαμβάνει άλλους υδατάνθρακες ή πρωτεΐνες.

## Παράδειγμα ενζύμων σύνθεσης γλυκοζυμεταφορασών

Κοινός ολιγοσακχαρίτης αντιγόνο 0 (τερματισμός μετάφρασης παράγωγη ανενεργού γλυκοζυμεταφορασής)



Αντιγόνο 0

Αντιγόνο A

Αντιγόνο B

ειδικές γλυκοζυλο-  
μεταφοράσες προσθέτουν  
τον επιπλέον μονοσακχαρίτη  
στα γονίδια που  
κληρονομούνται από κάθε  
γονέα

Γιατί υπάρχουν διαφορετικοί  
τύποι αίματος;

**Εικόνα 11.26** Δομές των ολιγοσακχαρικών αντιγόνων A, B και O. Οι δομές των υδατανθράκων που βλέπουμε αναπαριστούνται συμβολικά εφαρμόζοντας μια σύμβαση (βλ. τις συντομογραφίες στην Εικόνα 11.16) που χρησιμοποιείται ευρέως.

Αντοχή σε παράσιτα (παθογόνοι οργανισμοί) τα οποία παρουσιάζουν στην μεμβράνη τους παρόμοια υδατανθρακικά αντιγόνα

# Λάθη στη γλυκοζυλίωση μπορούν να οδηγήσουν σε παθολογικές καταστάσεις

- ❑ Γλυκοζυλίωση: σημαντική στην επεξεργασία και την σταθερότητα πρωτεϊνών όπως η ερυθροποιητίνη
- ❑ Ολόκληρη οικογένεια σοβαρών κληρονομούμενων ανθρώπινων νοσημάτων: συγγενείς διαταραχές γλυκοζυλίωσης

## Σημασία της τοποθέτησης των πρωτεϊνών στην σωστή θέση

Παθολογικές καταστάσεις (βλεννολιπίδωση II)

σε περίπτωση που δεν τροποποιηθεί κατάλληλα η πρωτεΐνη δεν μεταφέρεται στο σωστό σημείο

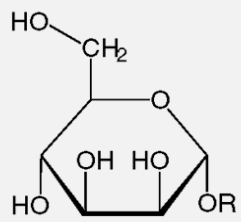
Τα λυσοσώματα περιέχουν άπεπτες

**γλυκοζαμινογλυκάνες** και είναι μεγάλα γιατί λείπουν **οκτώ** τουλάχιστον όξινες **υδρολάσες**

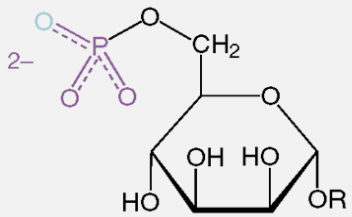
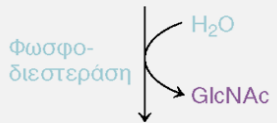
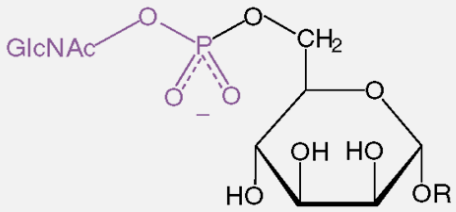
Αντίθετα τα παραπάνω **οκτώ ένζυμα** βρίσκονται σε μεγάλες ποσότητες στο αίμα και στα ούρα (δεν θα έπρεπε φυσιολογικά)

Αιτία έλλειψη **φωσφομεταφοράσης** με αποτέλεσμα ατροποποίητη **μαννόζη** στα παραπάνω **ένζυμα**

τοποθέτηση ενζύμων (βλεννολιπίδωση II) σε λάθος τόπο παθολογικά και ψυχολογικά προβλήματα



Κατάλοιπο μαννόζης



Κατάλοιπο 6-φωσφορικής μαννόζης

**ΕΙΚΟΝΑ 11.25** Σχηματισμός ενός δείκτη 6-φωσφορικής μαννόζης. Μια γλυκοπρωτεΐνη που προορίζεται για τα λυσοσώματα σε μια πορεία δύο βημάτων αποκτά στο διαμέρισμα cis του συμπλέγματος Golgi έναν φωσφορικό δείκτη. Πρώτον, μια φωσφομεταφοράση προσθέτει στην 6-OH μιας μαννόζης μια μονάδα φωσφο-N-ακετυλογλυκοζαμίνης και στη συνέχεια μια φωσφοδιστεράση αφαιρεί την ομάδα σακχάρου που είχε προστεθεί για να παραχθεί στον κορμό του ολιγοσακχαρίτη ένα κατάλοιπο 6-φωσφορικής μαννόζης.

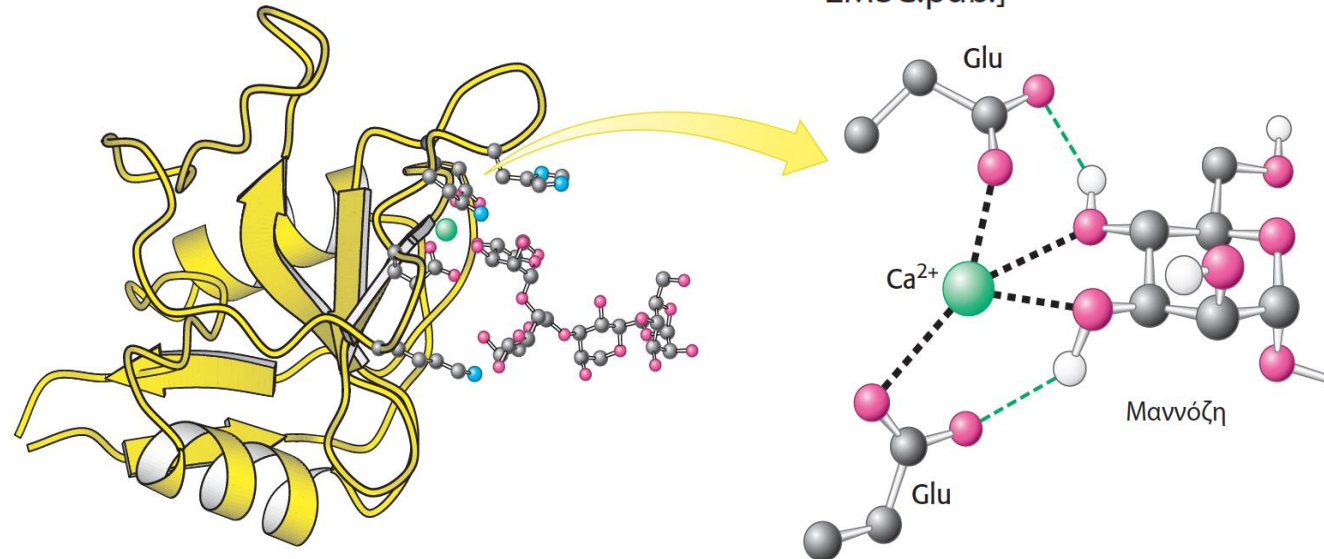
# Οι λεκτίνες είναι ειδικές πρωτεΐνες που δεσμεύουν υδατάνθρακες

- ❑ Πρωτεΐνες που προσδένουν γλυκάνες: Πρωτεΐνες που προσδένουν ειδικές δομές υδατανθράκων σε γειτονικές επιφάνειες κυττάρων
- ❑ Βρίσκονται σε όλους τους οργανισμούς
- ❑ Λεκτίνες: ειδική τάξη πρωτεϊνών που προσδένουν γλυκάνες
- ❑ Κύρια λειτουργία λεκτινών είναι να διευκολύνουν την επαφή των κυττάρων
- ❑ Μία λεκτίνη συνήθως έχει δύο ή περισσότερες περιοχές πρόσδεση για τις μονάδες των υδατανθράκων
- ❑ Οι λεκτίνες και οι υδατάνθρακες ενώνονται μέσω ορισμένων σχετικά ασθενών μη ομοιοπολικών αλληλεπιδράσεων → κάθε αλληλεπίδραση είναι σχετικά ασθενής αλλά η συνισταμένη τους είναι ισχυρή.
- ❑ Οι λεκτίνες: διαφορετικές τάξεις με βάση τις αλληλουχίες των αμινοξέων και τις βιοχημικές ιδιότητές τους.

# Οι λεκτίνες είναι ειδικές πρωτεΐνες που δεσμεύουν υδατάνθρακες

- ❑ Μία μεγάλη τάξη λεκτινών: Τύπος C (χρειάζεται ασβέστιο)
- ❑ Ένα ιόν ασβεστίου δεσμευμένο στην πρωτεΐνη δρα ως γέφυρα μεταξύ πρωτεΐνης και σακχάρου.
- ❑ Επιλεκτίνες: μέλη της οικογένειας λεκτινών τύπου C.
- ❑ Επιλεκτίνες: προσδένουν τα κύτταρα του ανοσοποιητικού συστήματος στις περιοχές της βλάβης κατά τη φλεγμονώδη αντίδραση
  
- ❑ Επιλεκτίνη L: παράγεται από τα έμβρυα όταν αυτά είναι έτοιμα να προσκολληθούν στο ενδομήτριο.
- ❑ Λεκτίνες L: ιδιαίτερα πλούσιες στους σπόρους των ψυχανθών φυτών, ακριβής ρόλος άγνωστος, μπορεί να λειτουργούν ως ισχυρά εντομοκτόνα.

Εικόνα 11.29 Η δομή μιας δομικής περιοχής τύπου C για πρόσδεση υδατάνθρακα από μια ζωική λεκτίνη. Παρατηρήστε ότι ένα ιόν ασβεστίου προσδένει ένα κατάλοιπο μαννόζης στη λεκτίνη. Φαίνονται επιλεγμένες αλληλεπιδράσεις, ενώ μερικά άτομα υδρογόνου παραλείφθηκαν χάριν σαφήνειας. [Σχεδιασμένο από 2MSC.pdb.]



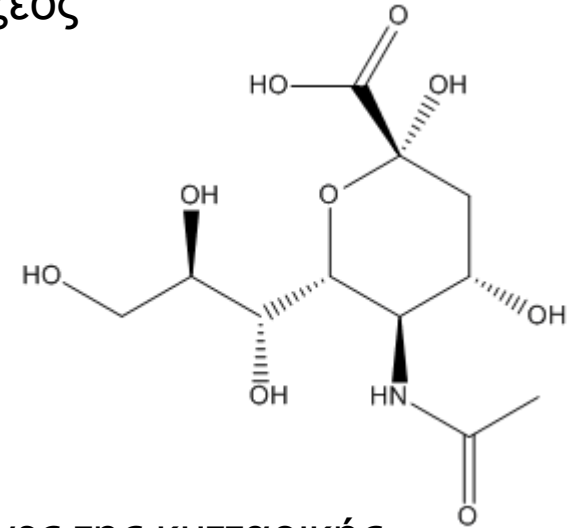


# πρωτεΐνες πρόσδεσης μεταξύ κύτταρων

... και οι ιοί διαθέτουν πρωτεΐνες πρόσδεσης με τα κύτταρα (μηχανισμός μόλυνσης)



Η **αιμοσυγκολλητίνη** του ιού της γρίπης προσδένεται (ειδικά) στο (σάκχαρο) σιαλικού οξέος



... που υπάρχει στις γλυκοπρωτεΐνες της κυτταρικής επιφάνειας και ξεκινά η διαδικασία της μόλυνσης



**Εικόνα 11.31** Δομή ενός μέρους της αιμοσυγκολλητίνης της γρίπης. Αυτή η πικρή πρωτεΐνη έχει πολλαπλές περιοχές πρόσδεσης για δέσμευση στα κατάλοιπα του σιαλικού οξέος επάνω στην επιφάνεια του κυττάρου-στόχου.

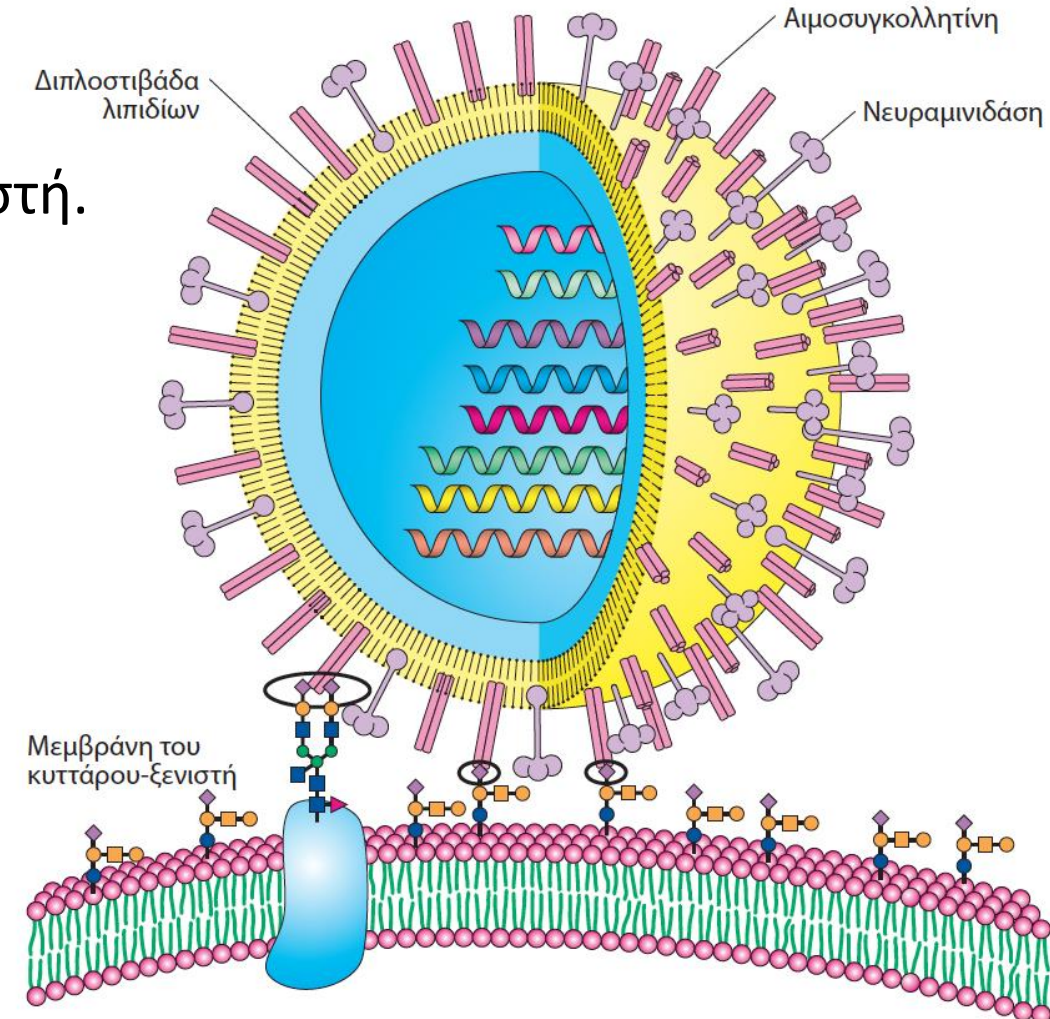
# Ο ιός της γρίπης προσδένεται σε κατάλοιπα σιαλικού οξέος

□ Ο ιός της γρίπης αναγνωρίζει και τα κατάλοιπα σιαλικού οξέος που είναι ενωμένα σε κατάλοιπα γαλακτόζης τα οποία υπάρχουν στις γλυκοπρωτεΐνες της κυτταρικής επιφάνειας.

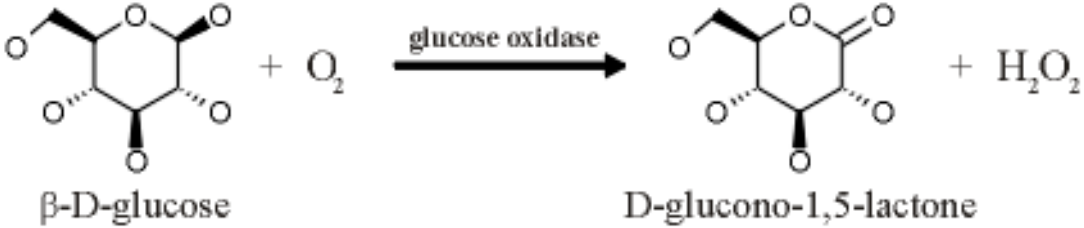
□ Αιμοσυγκολλητίνη: ιϊκή πρωτεΐνη με την οποία προσδένεται ο ιός στη μεμβράνη του κυττάρου ξενιστή.

□ Η ειδίκευση στην πρόσδεση υδατανθράκων των ιικών αιμοσυγκολλητινών παίζει σημαντικό ρόλο στην ειδίκευση ως προς το βιολογικό είδος του μολυνόμενου ξενιστή και στην μετάδοση.

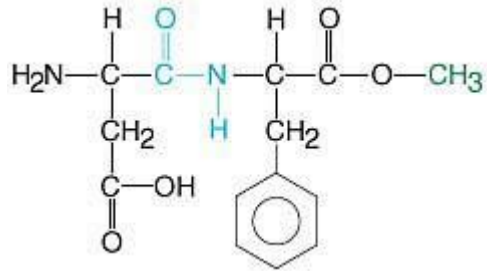
**Εικόνα 11.31 Υποδοχείς ιών.** Ο ιός της γρίπης στοχεύει κύτταρα με το να προσδένεται σε κατάλοιπα του σιαλικού οξέος (πορφυροί ρόμβοι) που εντοπίζονται στα άκρα των ολιγοσακχαριτών οι οποίοι υπάρχουν στις γλυκοπρωτεΐνες και τα γλυκολιπίδια στην επιφάνεια του κυττάρου. Αυτοί οι υδατάνθρακες προσδένονται από την αιμοσυγκολλητίνη (κύκλοι αλληλεπίδρασης), μία από τις κύριες πρωτεΐνες που εκφράζονται στην επιφάνεια του ιού. Η άλλη κύρια πρωτεΐνη της επιφάνειας του ιού, η νευραμινιδάση, είναι ένα ένζυμο που διασπά αλυσίδες ολιγοσακχαριτών για να απελευθερώσει το ιικό σωματίο σε μεταγενέστερο στάδιο του κύκλου ζωής του ιού.



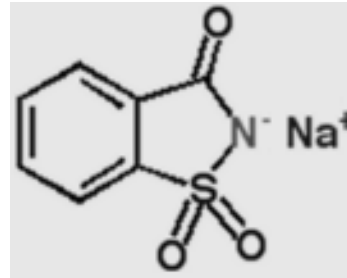
# Αντιδράσεις Υδατανθράκων

<p>1. Οξείδωση</p> $  \begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{C}=\text{O} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array} + 2 \text{Cu}^{2+} + 5 \text{OH}^- \longrightarrow \begin{array}{c} \text{O} \\   \\ \text{C}=\text{O} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array} + 2 \text{Cu} + 3\text{H}_2\text{O}  $	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Με αντιδραστήρια Benedict's, Tollen's, Felling's</li> <li>• Αλδονικά, Ουρονικά και Αλδαρικά οξέα</li> </ul>
 <p>β-D-glucose + O<sub>2</sub> <math>\xrightarrow{\text{glucose oxidase}}</math> D-glucono-1,5-lactone + H<sub>2</sub>O<sub>2</sub></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ενζυμική οξείδωση</li> <li>• Εφαρμογές στην ανάλυση γλυκόζης στα τρόφιμα, αίμα</li> <li>• Βιοαισθητήρες</li> </ul>
<p>2. Αναγωγή</p> $  \begin{array}{c} \text{CH}_2\text{OH} \\   \\ \text{C}=\text{O} \\   \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array} \xrightarrow[\text{Rayney Ni cat.}]{\text{H}_2, \text{Pressure,}} \begin{array}{c} \text{CH}_2\text{OH} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array} + \begin{array}{c} \text{CH}_2\text{OH} \\   \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\   \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}  $ <p>D-φρουκτόζη                      D-γλυκικόλη (σορβιτόλη)                      D-μαννιτόλη</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Γλυκαντικές ύλες χαμηλής θερμιδικής αξίας</li> <li>• Χρήση από ασθενείς με διαβήτη</li> <li>• Δεν προκαλούν τερηδόνα</li> </ul>

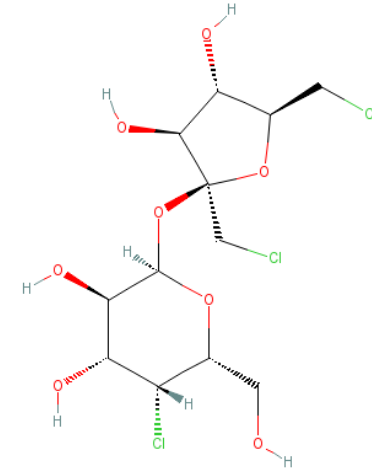
## Γλυκαντικά



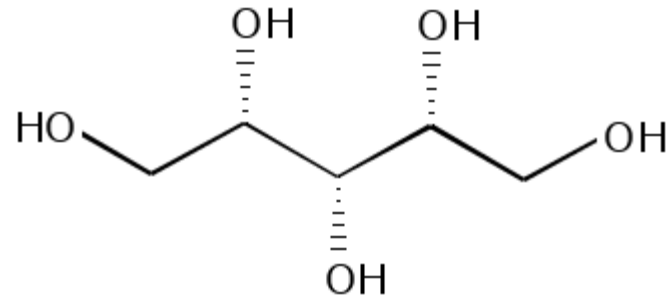
Ασπαρτάμη  
[E number](#) (additive code) E951  
Γλυκύτητα ζάχαρης x 180



Σακχαρίνη  
Γλυκύτητα  
ζάχαρης x 300-500



Σουκραλόζη  
Γλυκύτητα  
ζάχαρης x 500-600



Ξυλιτόλη  
Γλυκύτητα ζάχαρης x 1