



ΒΙΟΧΗΜΕΙΑ ΔΚ0403

Ενότητα 3: Υδατάνθρακες, λιπίδια και νουκλεϊκά οξέα

Υδατάνθρακες

- Παράγονται απο τα φυτά μέσω φωτοσύνθεσης και αφομοιώνονται απο μη φυτοσυνθετικούς οργανισμούς
- Μη διαλυτά μόρια υδατανθράκων έχουν δομικό/προστατευτικό ρόλο στα κυτταρικά τοιχώματα βακτηρίων και κυττάρων φυτών
- Άλλα προσδένονται σε πρωτεΐνες ή λιπίδια (γλυκοσυζευκτικές ενώσεις) και δρούν ως σήματα που καθοδηγούν τις πρωτεΐνες/λιπίδια σε συγκεκριμένη τοποθεσία μέσα στο κύτταρο
- Είναι κυρίως κυκλικές πολυ-υδροξύ-αλδεϋδες ή κετόνες $(CH_2O)_n$ αλλά κάποιες περιέχουν και N, P ή S

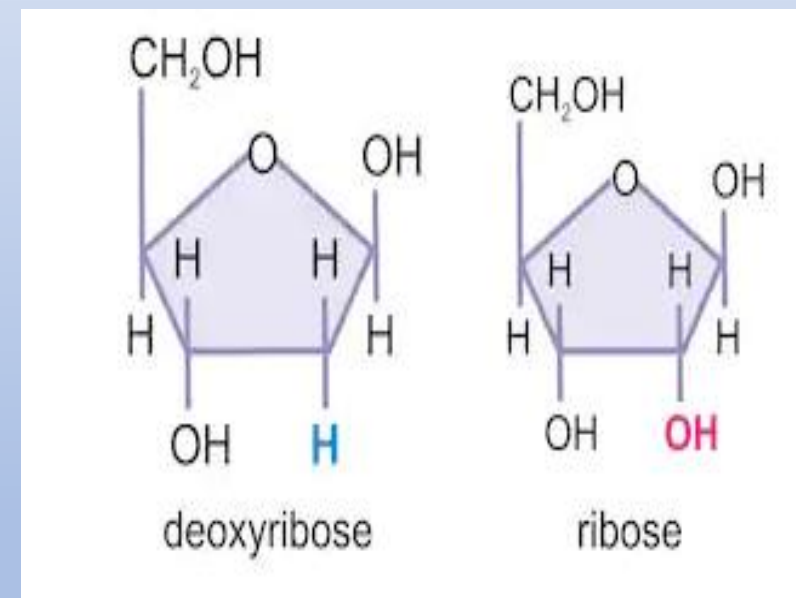
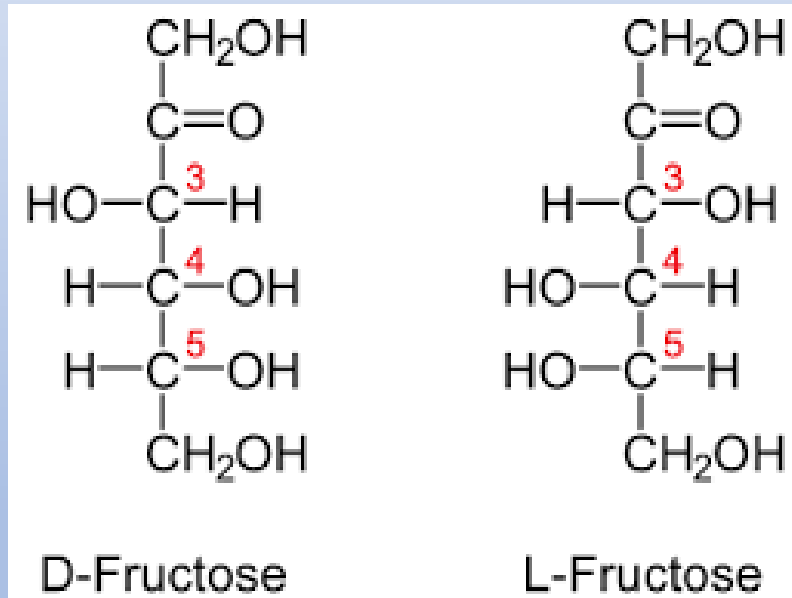
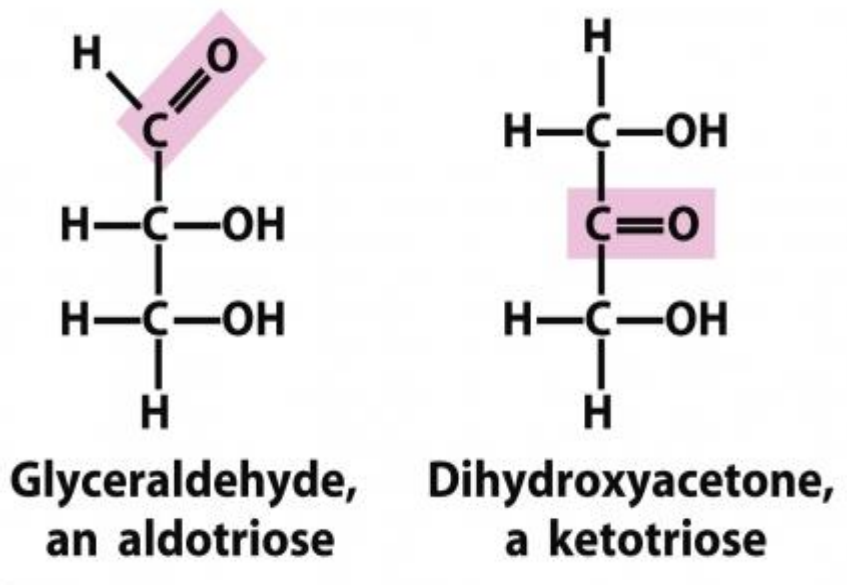
Μονοσακχαρίτες (πχ γλυκόζη)

ολιγοσακχαρίτες (πχ σουκρόζη)

πολυσακχαρίτες (πχ κυτταρίνη/ άμυλο)

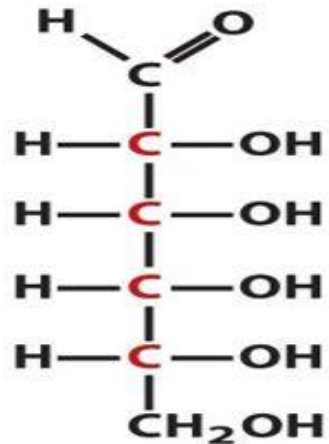
Μονοσακχαρίτες και δισακχαρίτες

- Άχρωμες αλδεΐδες ή κετόνες με μια ή περισσότερες –OH ομάδες
- πχ γλυκόζη και φρουκτόζη έχουν 5 –OH ομάδες
- διαλυτοί στο νερό, όχι σε μη πολικούς διαλύτες

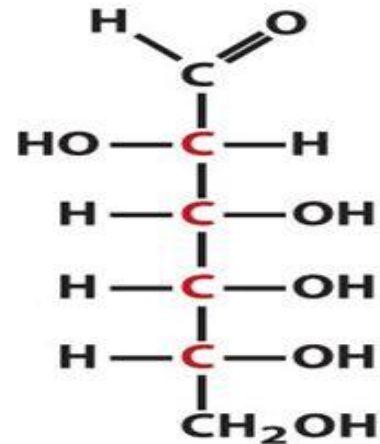


- 1 ή περισσότερα (n) κέντρα χειρός (chiral center), άρα 2^n αριθμό στερεοισομερών

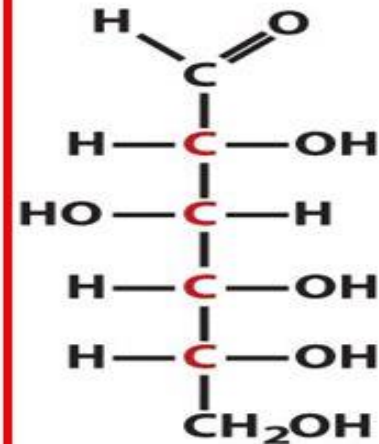
Six Carbon Aldoses: Aldohexoses



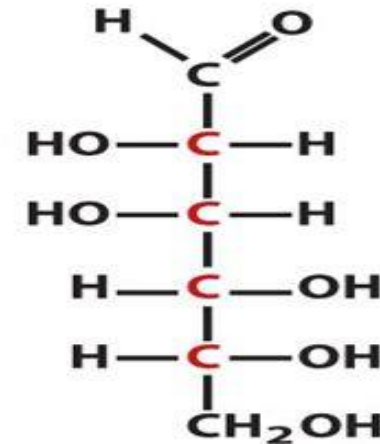
D-Allose



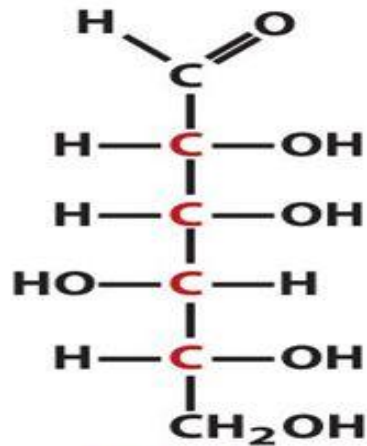
D-Altrose



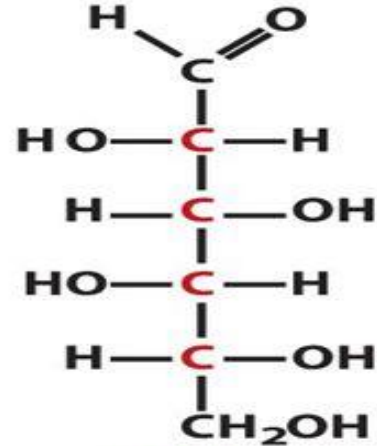
D-Glucose



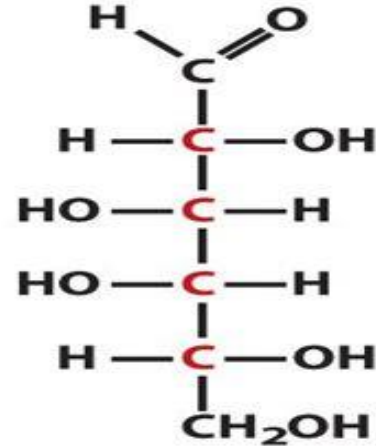
D-Mannose



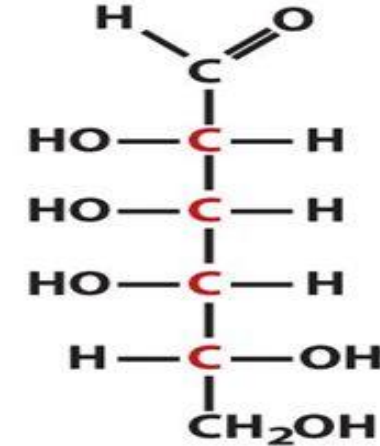
D-Gulose



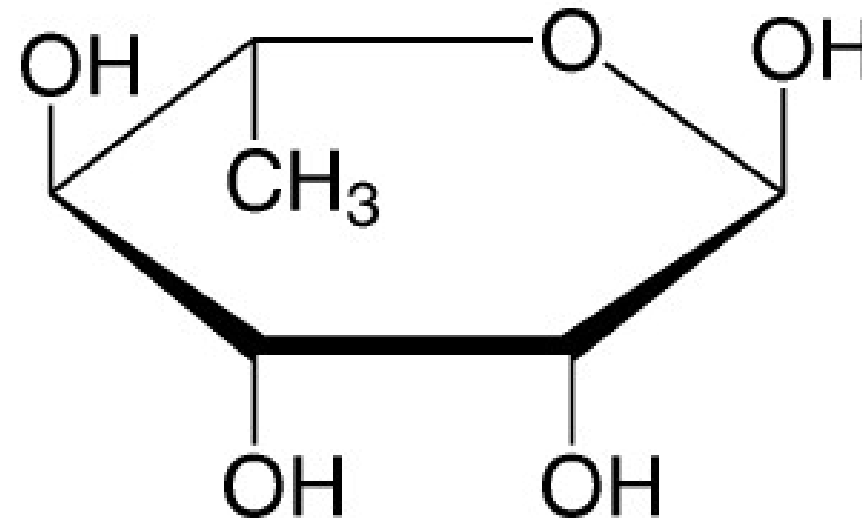
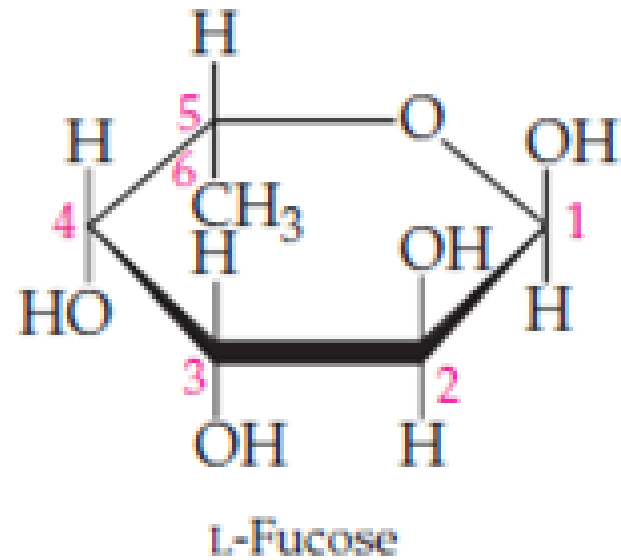
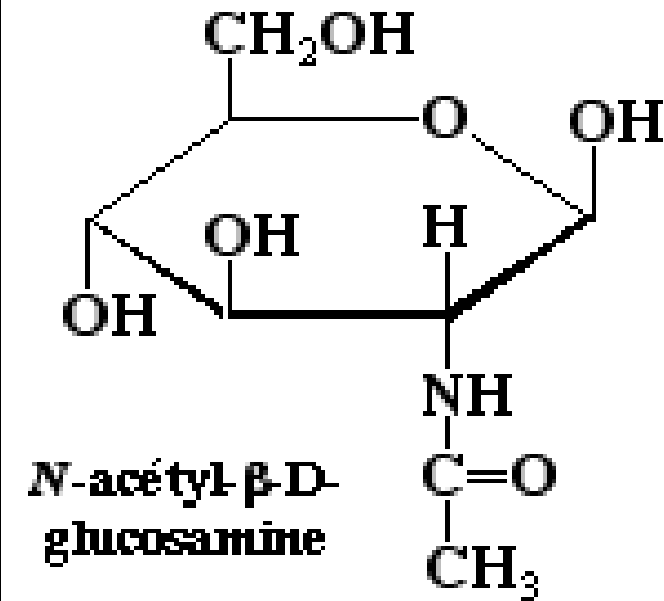
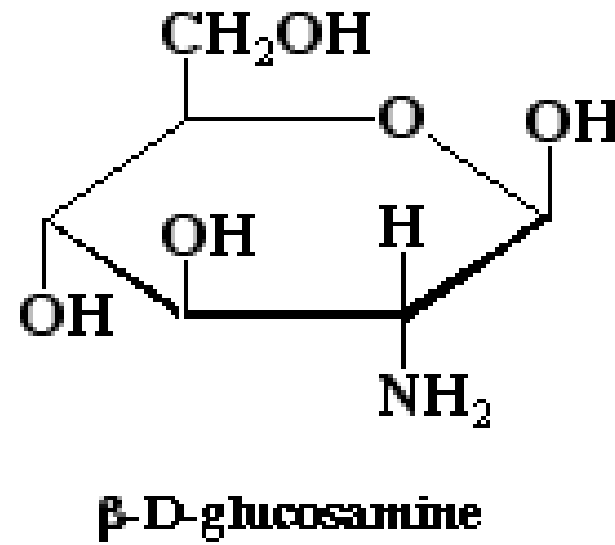
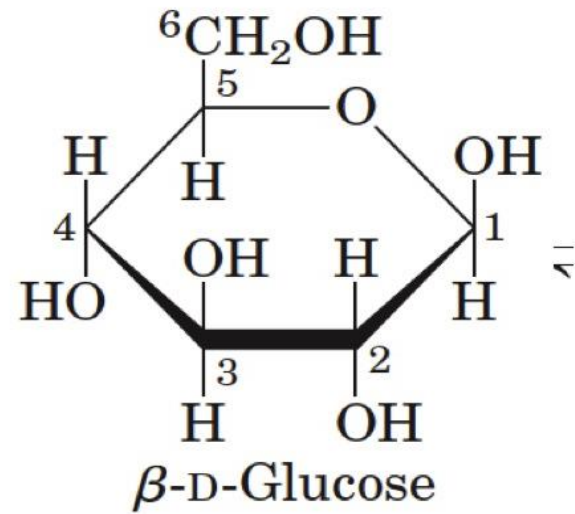
D-Idose



D-Galactose

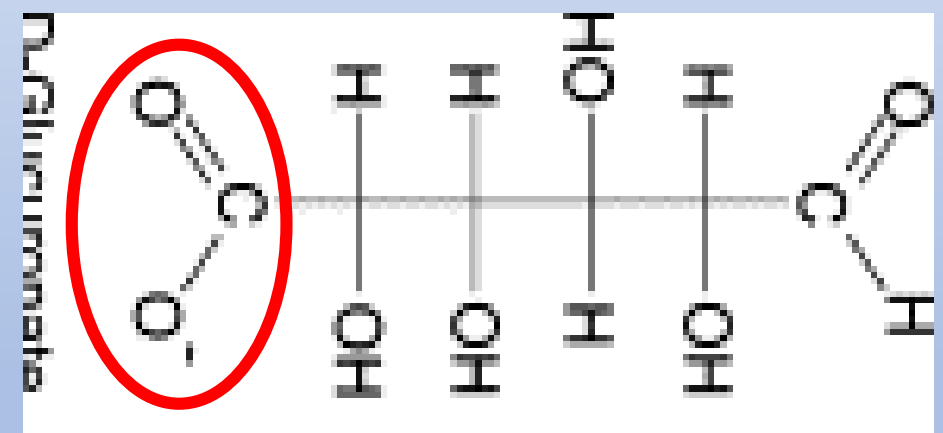
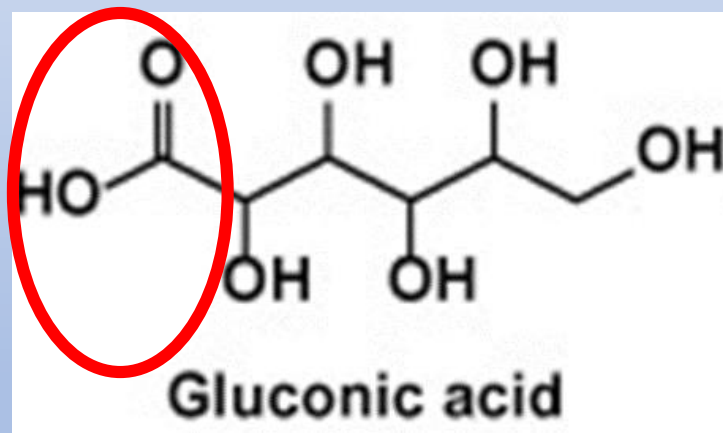
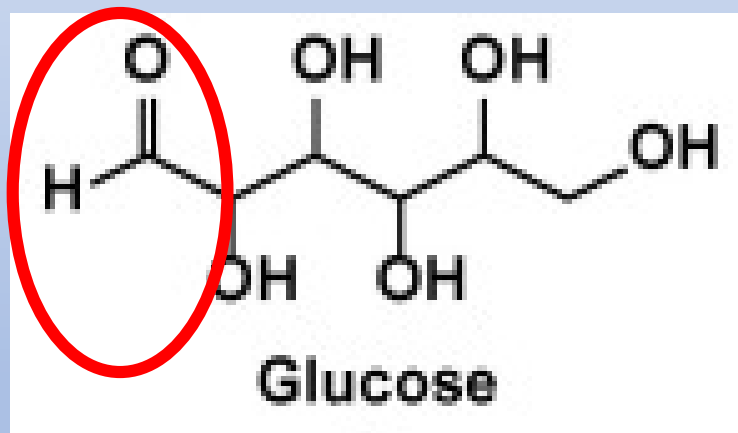


D-Talose



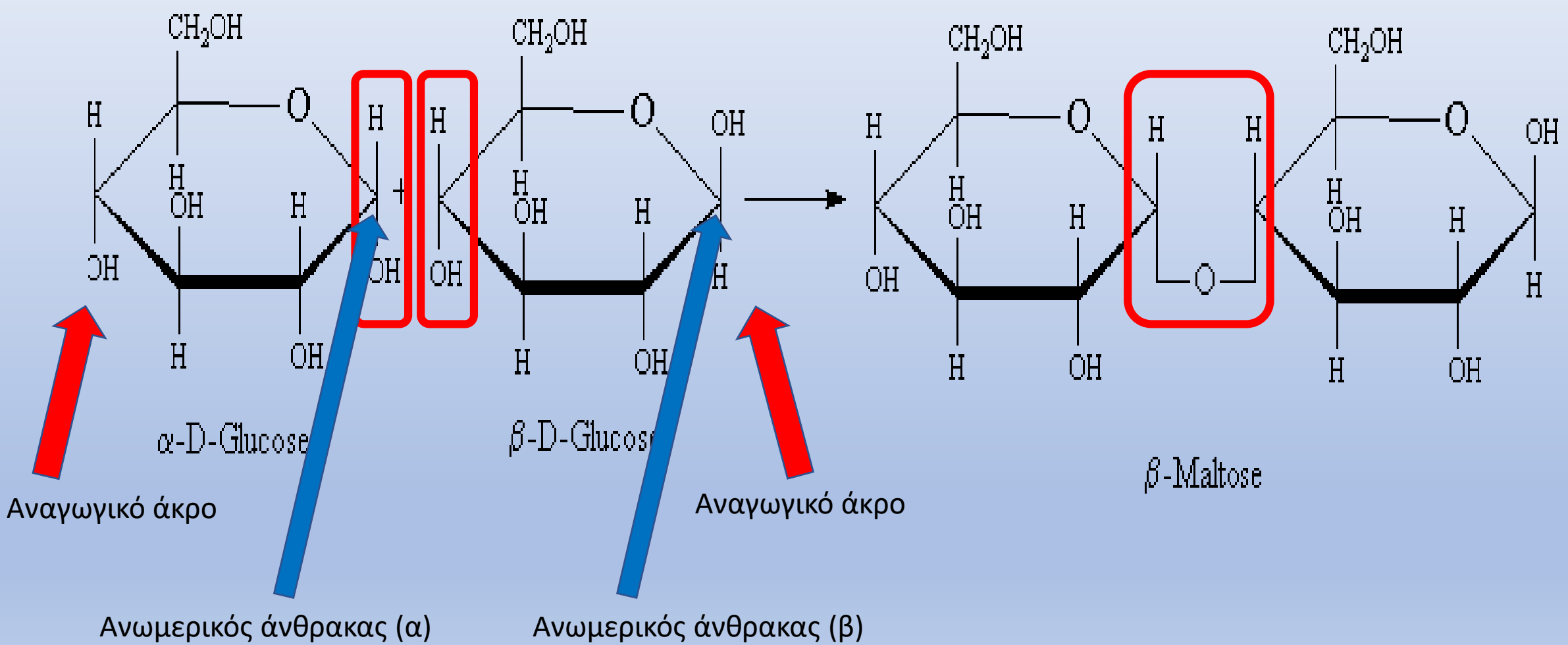
- Όταν η καρβονυλική ομάδα (C1) των αλδόζων οξειδώνεται σε καρβοξύλιο, παράγονται τα **αλδονικά οξέα**.

- Όταν ο άνθρακας στο άλλο άκρο (C6) οξειδώνεται, παράγονται **ουρονικά οξέα** (πχ αν πρόκειται για γλυκόζη, το προϊόν είναι το γλυκονικό οξύ) τα οποία αμέσως εστεροποιούνται σε λακτόνες (πχ γλυκουρονικό)



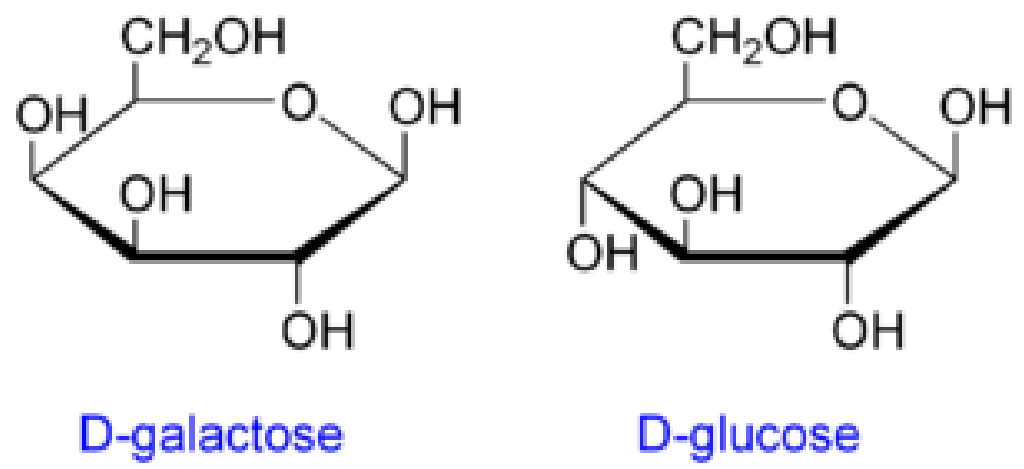
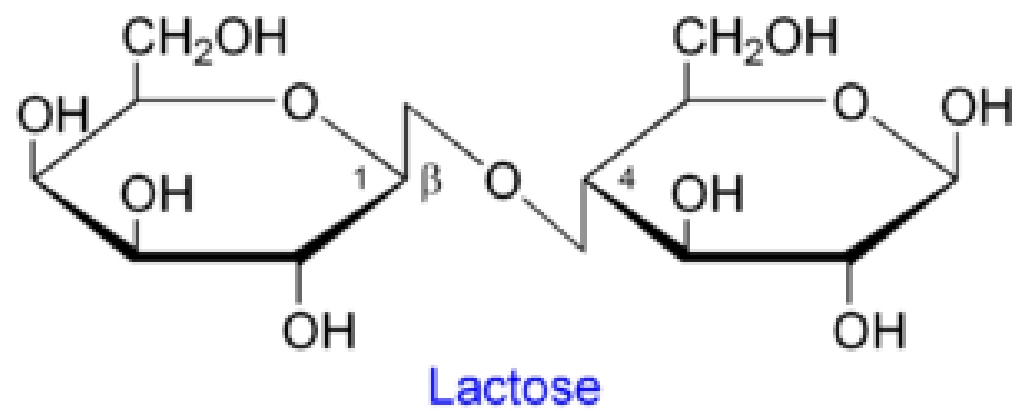
- Κατά τον μεταβολισμό των υδατανθράκων, τα ενδιάμεσα προϊόντα είναι φωσφορυλιωμένα σάκχαρα

Ο γλυκοζιτικός δεσμός είναι αντίδραση συμπύκνωσης

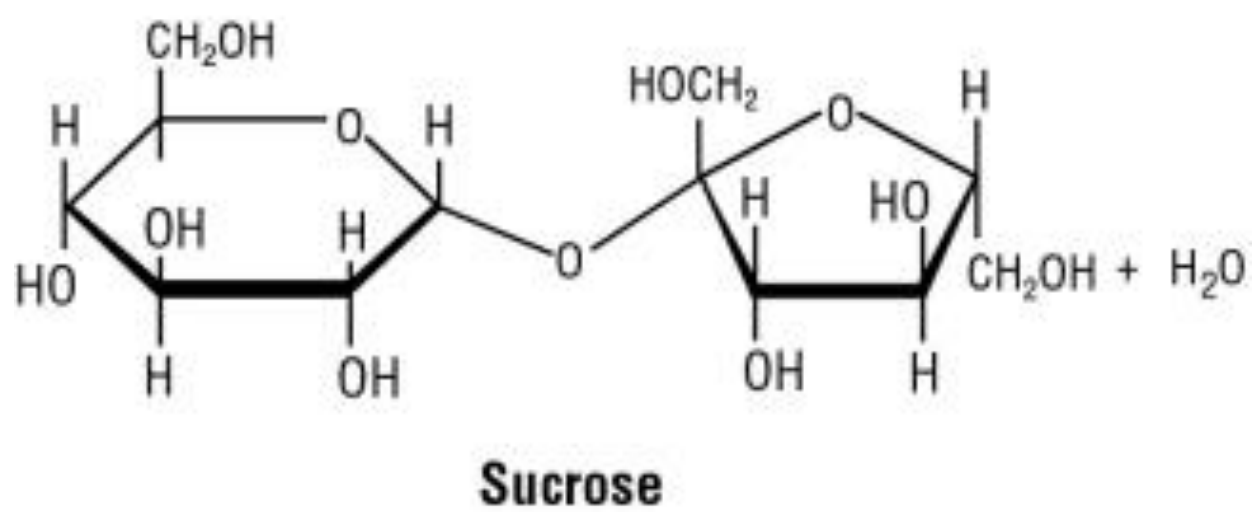
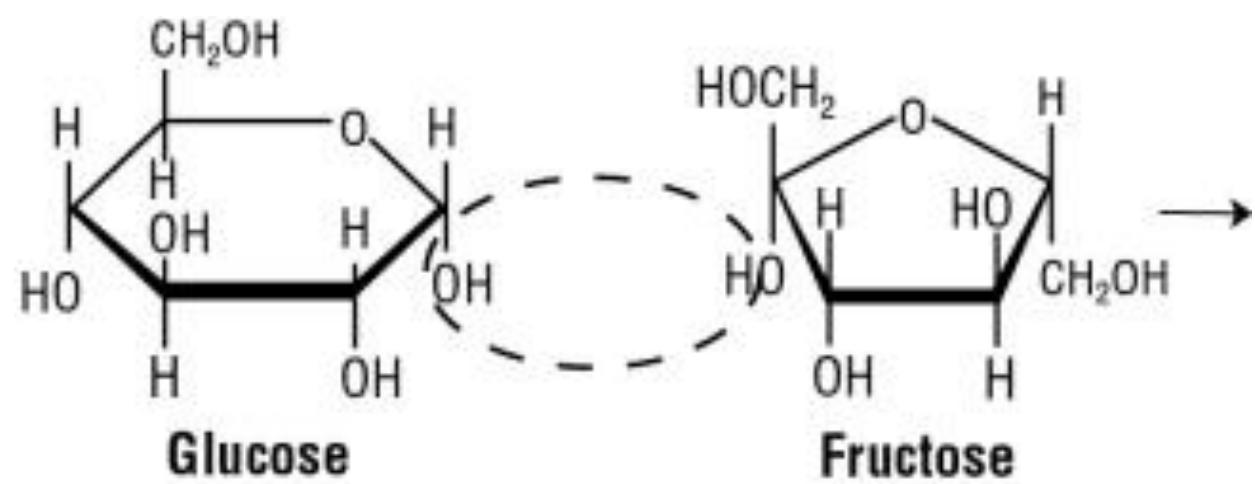


Δισακχαρίτες

Λακτόζη [Gal(β1→4)Glc]

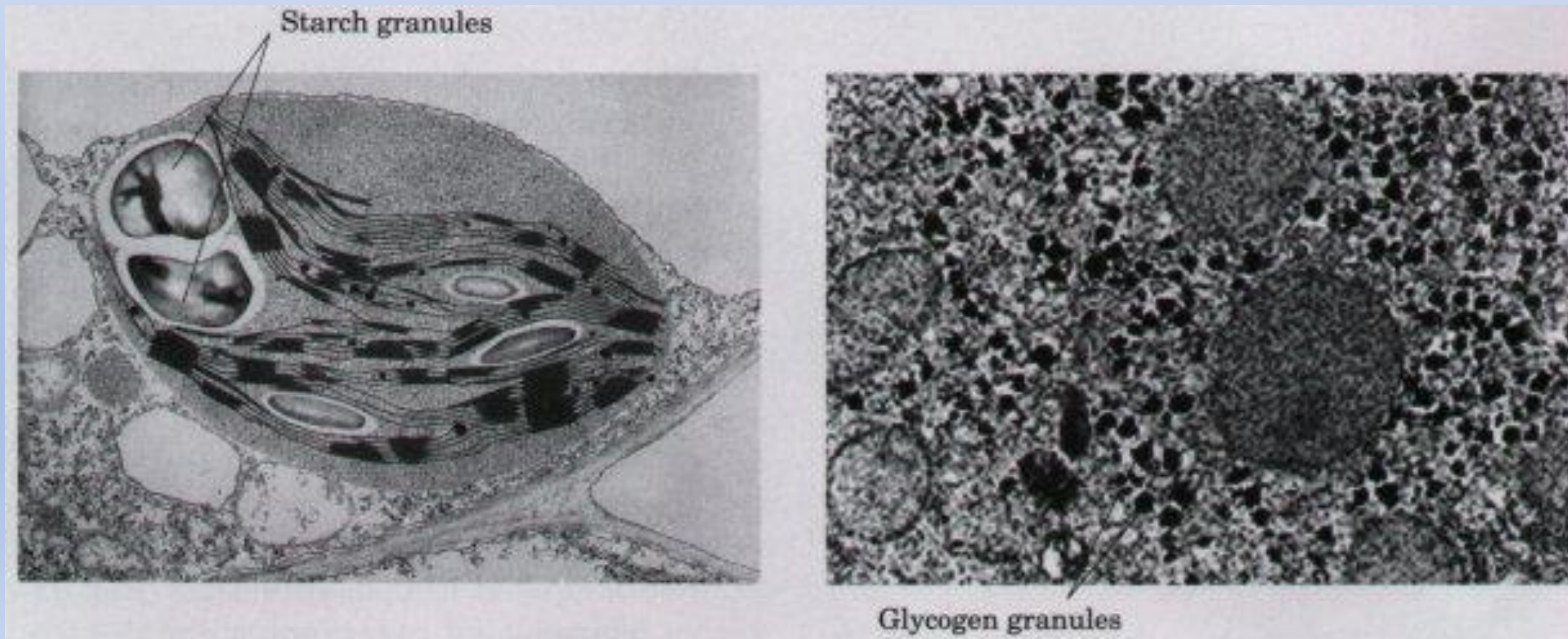


Σουκρόζη [Glc(α1↔2β)Fru]



Πολυσακχαρίτες

- Ονομάζονται επίσης γλυκάνες
- Ομοπολυσακχαρίτες και ετεροπολυσακχαρίτες, γραμμικοί ή διακλαδωμένοι
- Δομικά μόρια (πχ χιτίνη, κυτταρίνη) η αποθήκευση μονοσακχαριτών για καύσιμο (πχ γλυκογόνο και άμυλο)

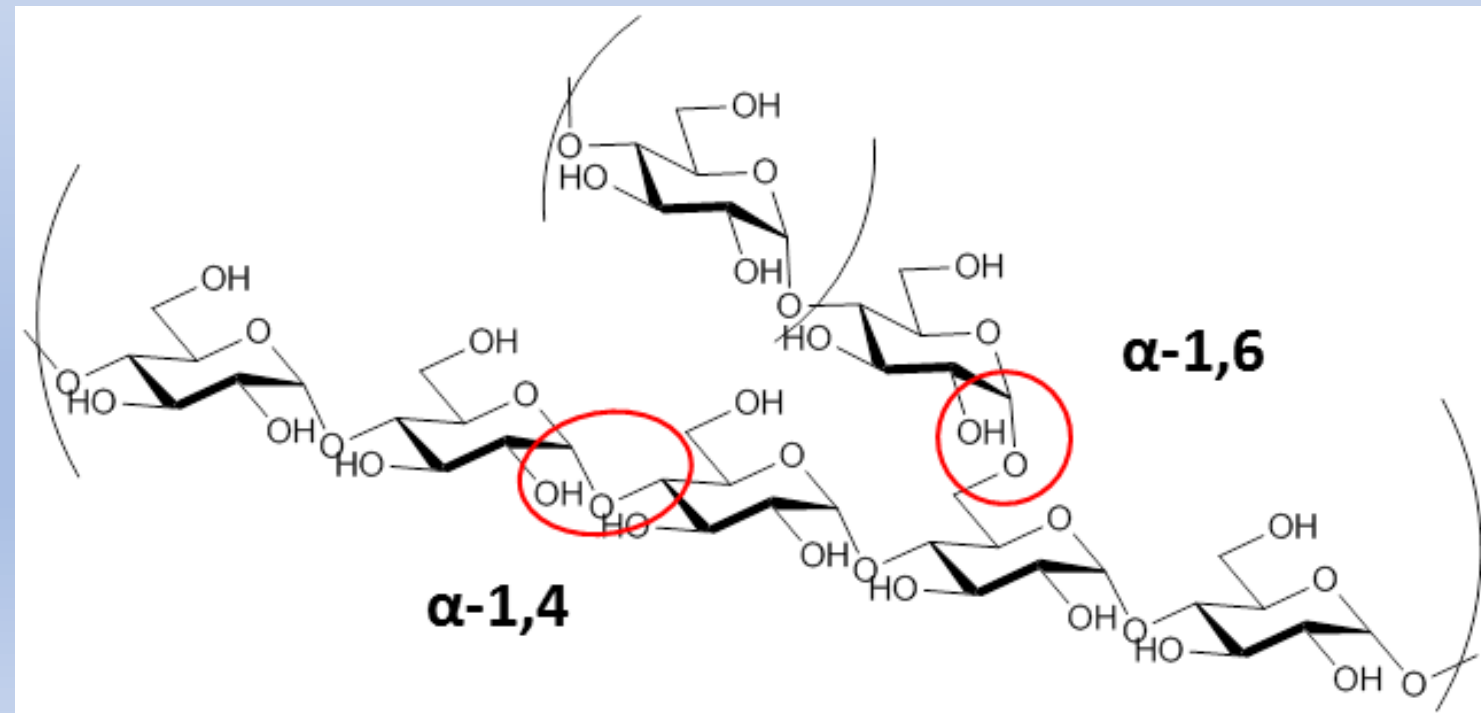


Άμυλο

- Επαναλαμβανόμενα 2 πολυμερή γλυκόζης, **αμυλόζη** και **αμυλοπεκτίνη**
- **αμυλόζη**: Glc($\alpha 1 \rightarrow 4$) μονομερή, γραμμικά
- **αμυλοπεκτίνη**: Glc($\alpha 1 \rightarrow 4$) μονομερή σε ευθεία αλυσίδα, Glc($\alpha 1 \rightarrow 6$) στις διακλαδώσεις (1 ανά 24-30 μονομερή)

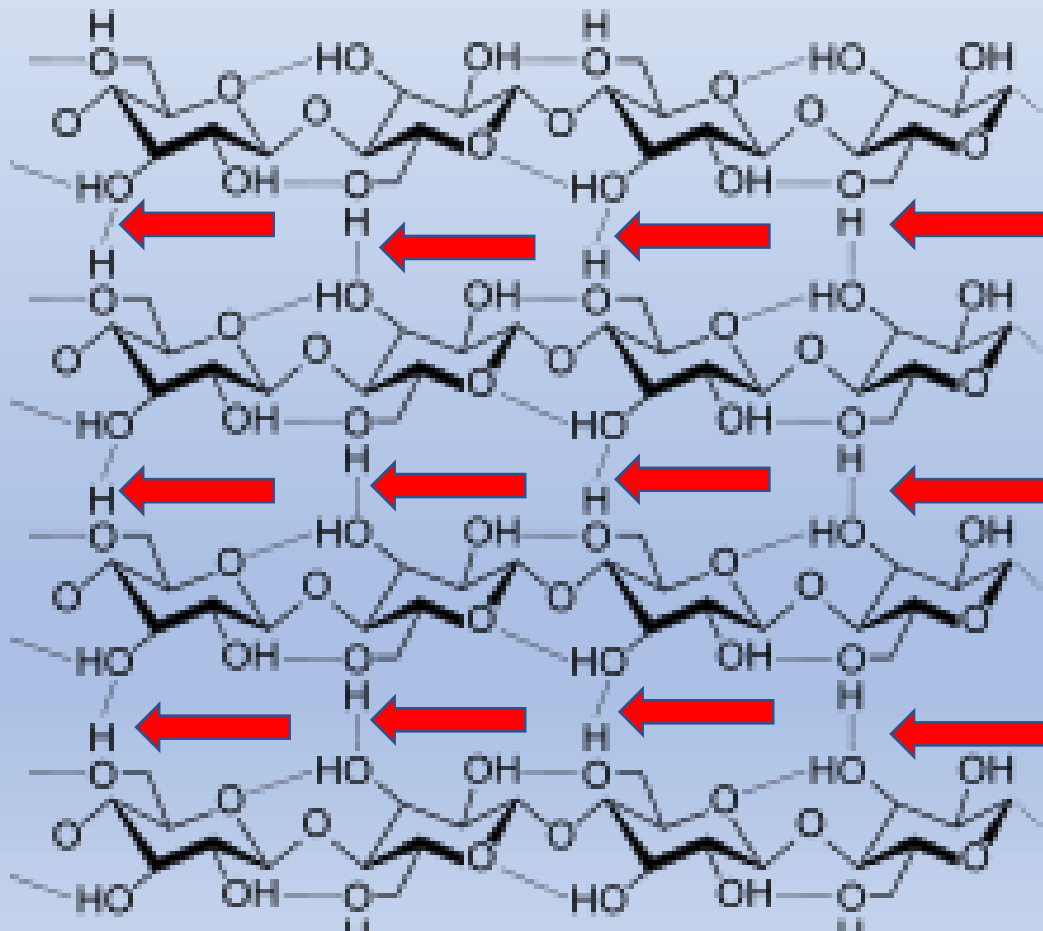
Γλυκογόνο

- Glc($\alpha 1 \rightarrow 4$) μονομερή σε ευθεία αλυσίδα, Glc($\alpha 1 \rightarrow 6$) στις διακλαδώσεις (1 ανά 8-12 μονομερή)

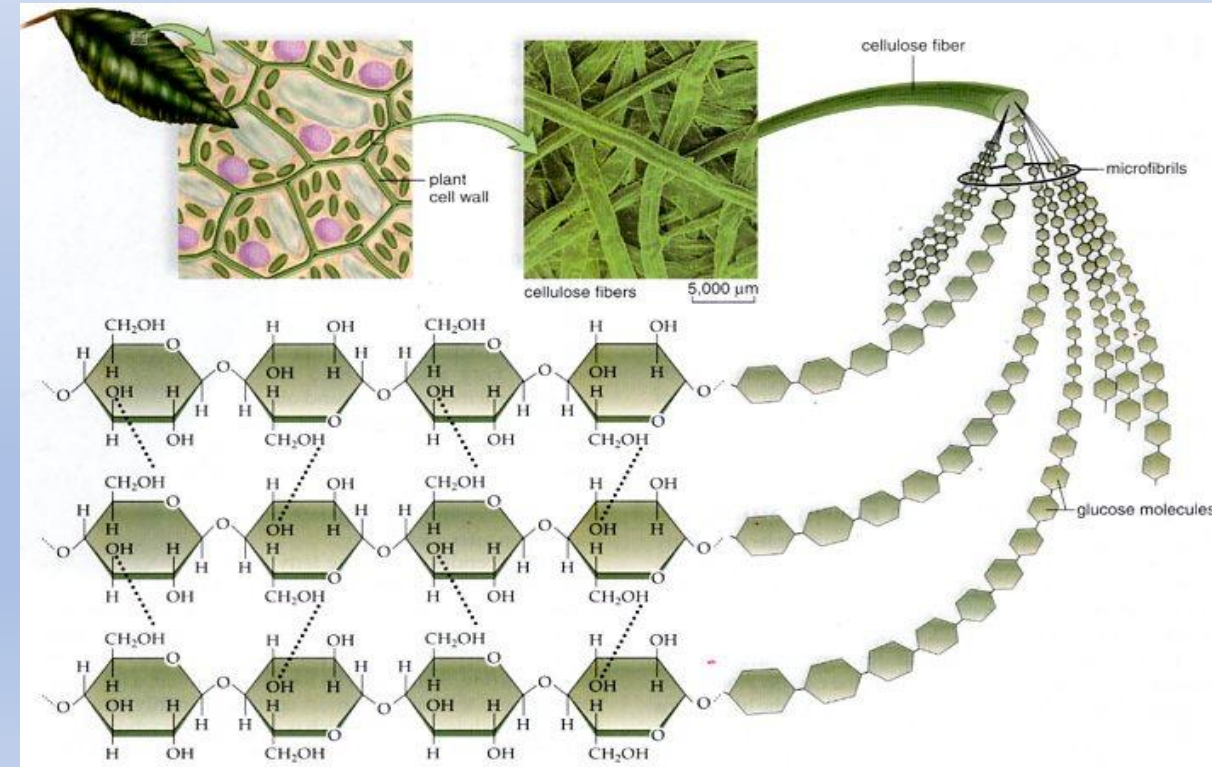


Κυτταρίνη

- Η κυτταρίνη απαντάται στα κυτταρικά τοιχώματα των φυτών
- Γραμμικός ομοπολυσακχαριτης (10,000-15,000 μονομερή γλυκόζης, $\beta 1 \rightarrow 4$)



Δεσμοί υδρογόνου



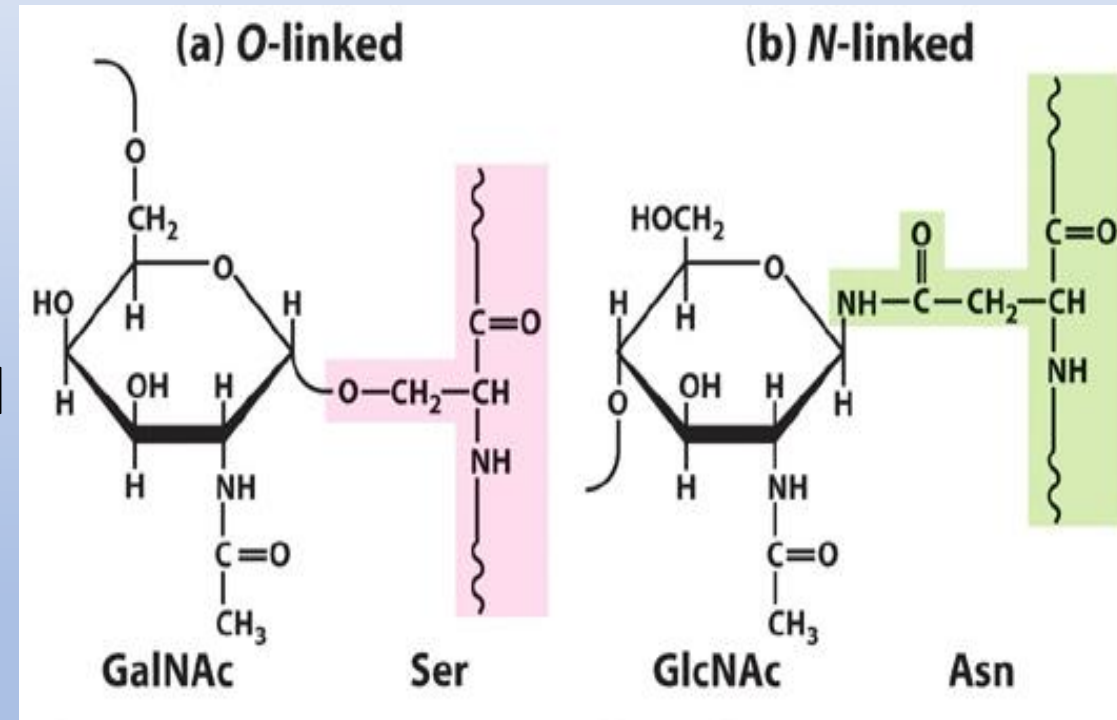
Γλυκοσυζευκτικές ενώσεις: ενώσεις υδατανθράκων με πρωτεϊνες ή λιπίδια

πρωτεογλυκάνες: στην κυτταρική μεμβράνη ή στο εξωκυττάριο χώρο
[γλυκοσαμινογλυκάνες (δλδ γραμμικοί δισακχαρίτες) ενωμένες σε πρωτεΐνες]

Γλυκοπρωτεΐνες:

-ECM, πλασματική μεμβράνη, Golgi, λυσοσώματα

-Ο ολιγοσακχαρίτης ενώνεται με **γλυκοσιδικό σύνδεσμο (O-linked)** στην –OH ομάδα των αμινοξέων Ser ή Thr ή στο αμιδικό άζωτο σε Asn αμινοξύ (N-linked) με **N-γλυκοσιλικό δεσμό**



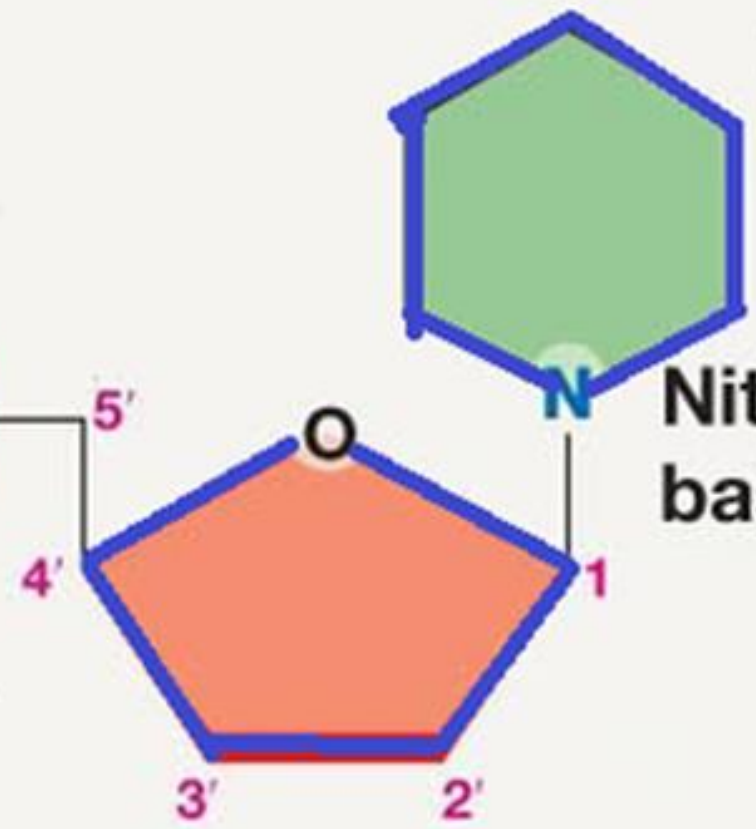
γλυκολιπίδια (μεμβρανικά): βοηθούν στην αλληλεπίδραση με γλυκοπρωτεΐνες

Νουκλεοτίδια και Νουκλεϊκά Οξέα

Nucleotide



Phosphate group



5-carbon sugar

Nitrogenous base

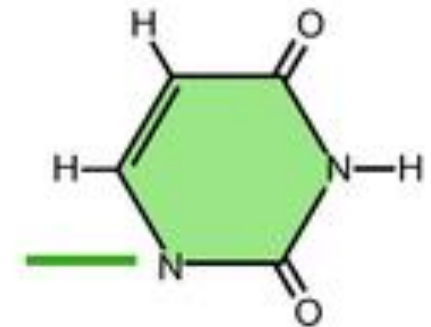
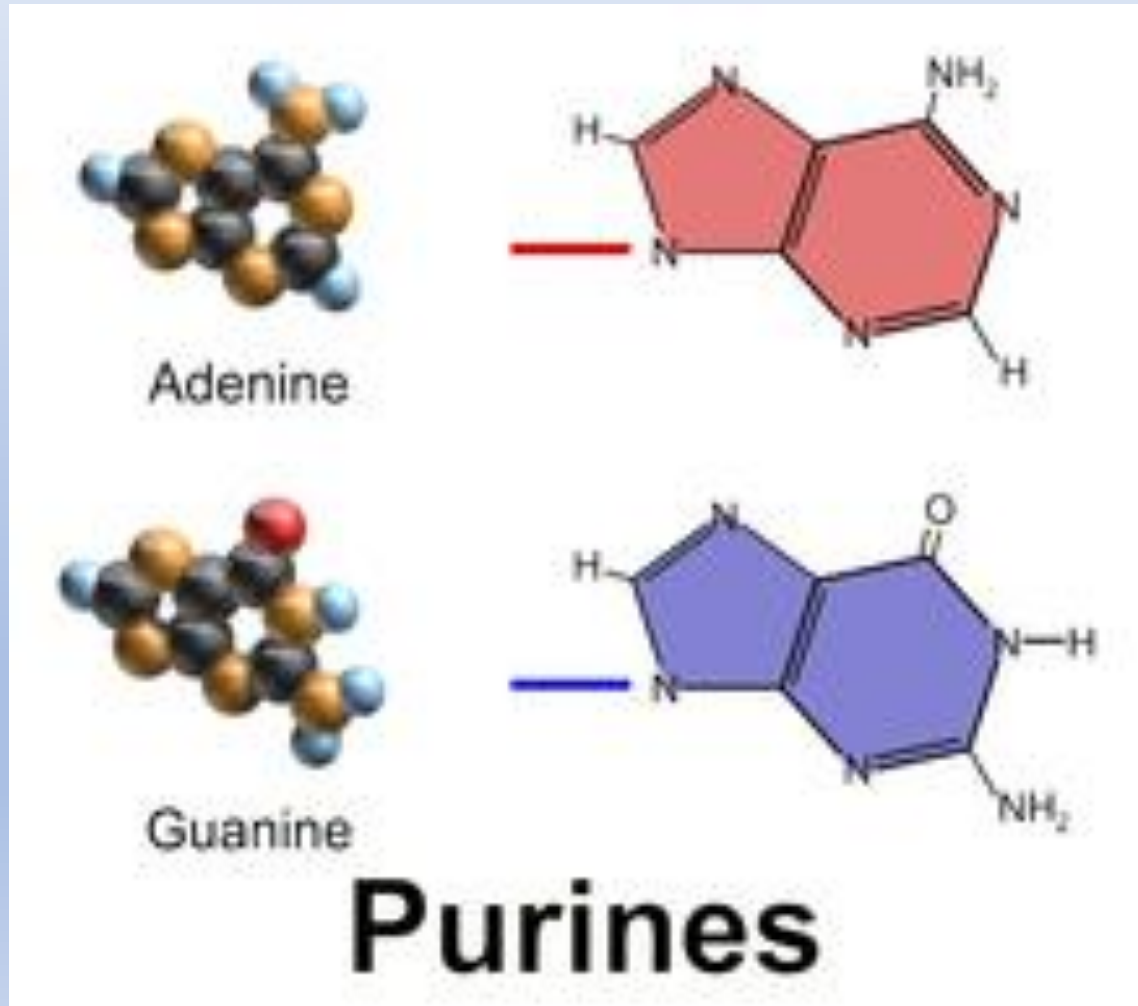
Purine: A/G }
Pyrimidine: T/C } **DNA**

Purine: A/G }
Pyrimidine: C/U } **RNA**

In RNA: Ribose Sugar
In DNA: Deoxyribose Sugar

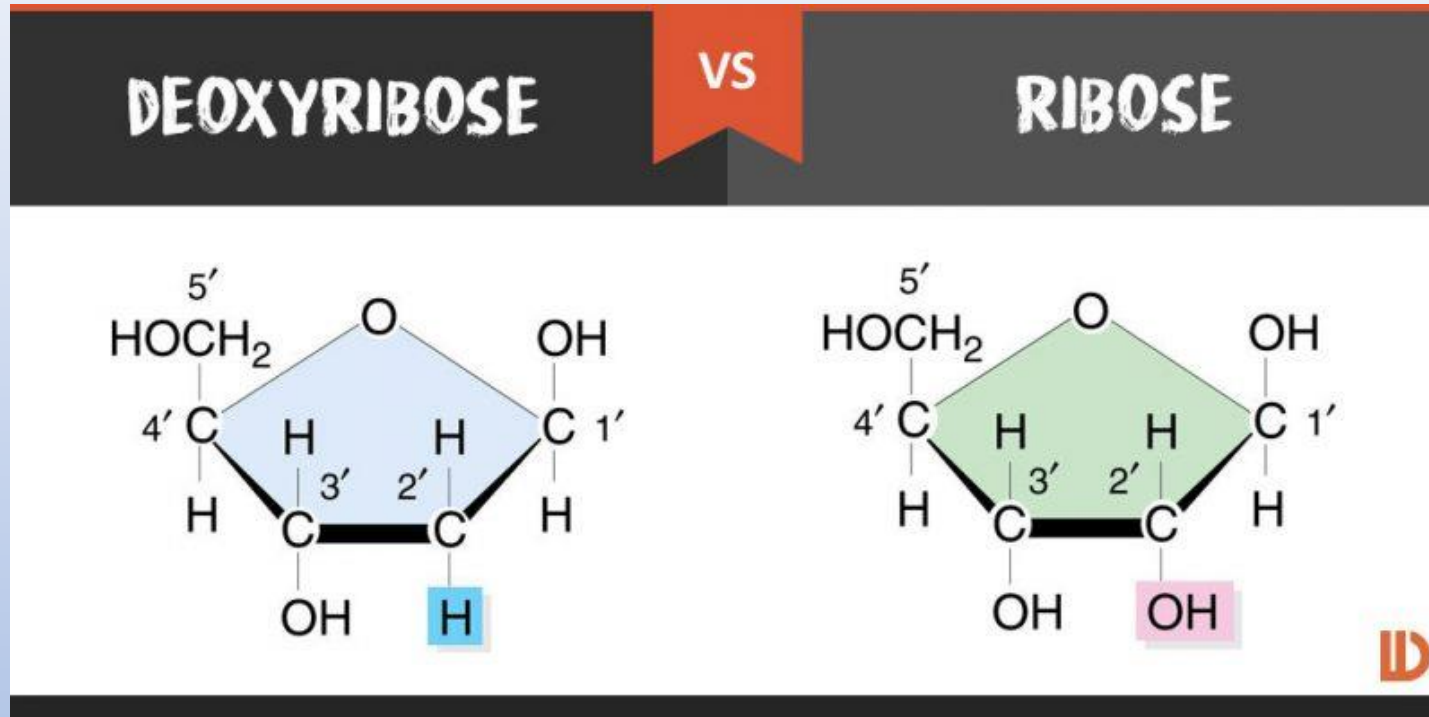
Νουκλεοτίδια:

(1) Αζωτούχος βάση



Pyrimidines

(2) πεντόζη



(3) Φωσφορικό άλας

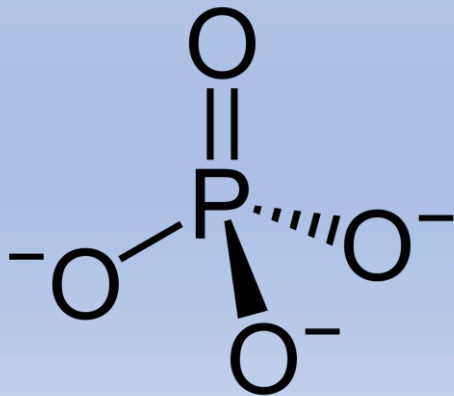
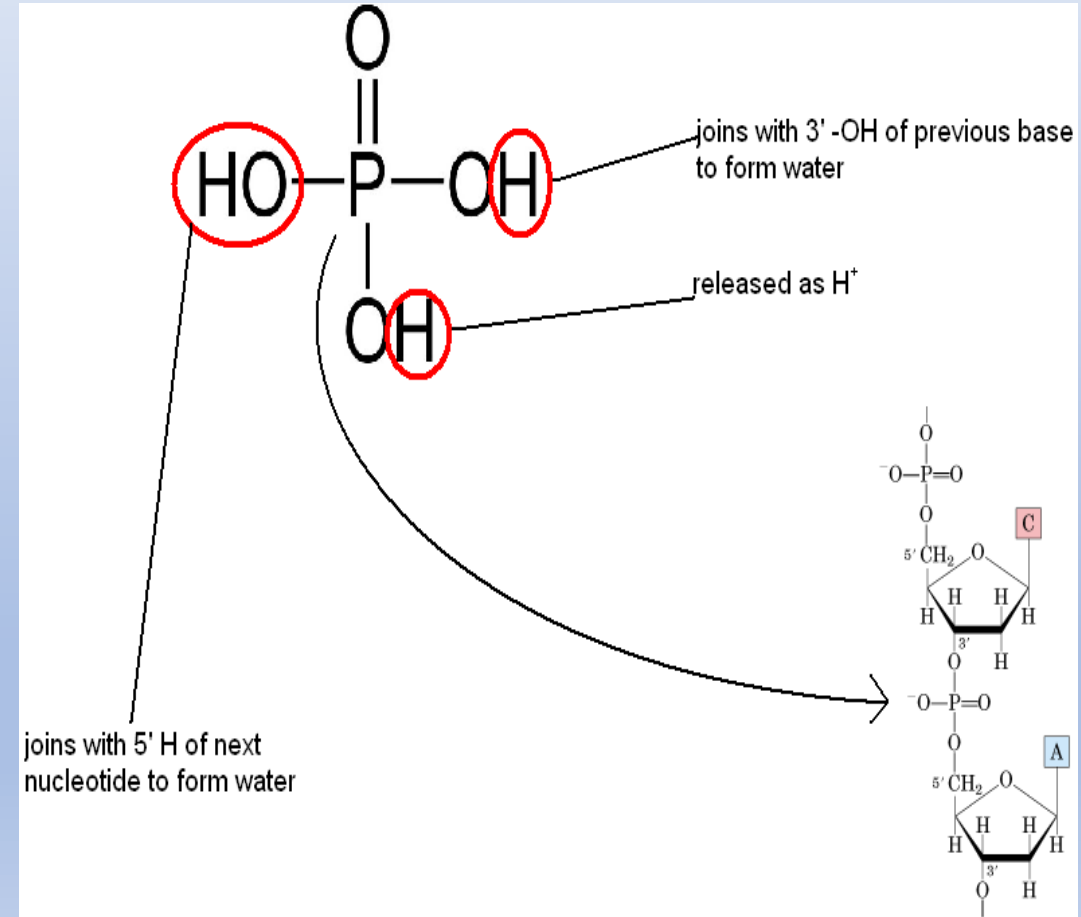
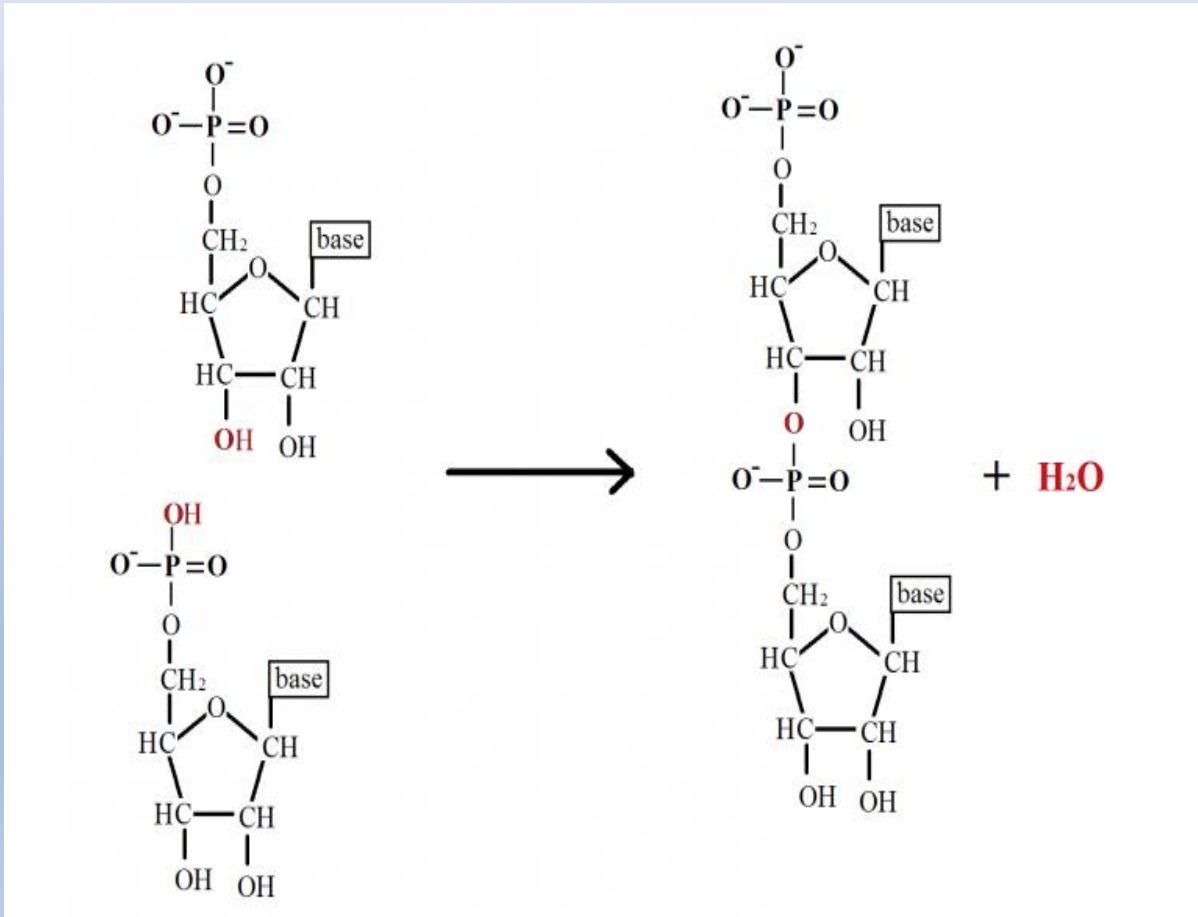


TABLE 8-1 Nucleotide and Nucleic Acid Nomenclature

<i>Base</i>	<i>Nucleoside</i>	<i>Nucleotide</i>	<i>Nucleic acid</i>
Purines			
Adenine	Adenosine	Adenylate	RNA
	Deoxyadenosine	Deoxyadenylate	DNA
Guanine	Guanosine	Guanylate	RNA
	Deoxyguanosine	Deoxyguanylate	DNA
Pyrimidines			
Cytosine	Cytidine	Cytidylate	RNA
	Deoxycytidine	Deoxycytidylate	DNA
Thymine	Thymidine or deoxythymidine	Thymidylate or deoxythymidylate	DNA
Uracil	Uridine	Uridylate	RNA

Φωσφοδιεστερικός δεσμός

- Ενώνει διαδοχικά νουκλεοτίδια στο DNA και RNA, μεταξύ των πεντοζών

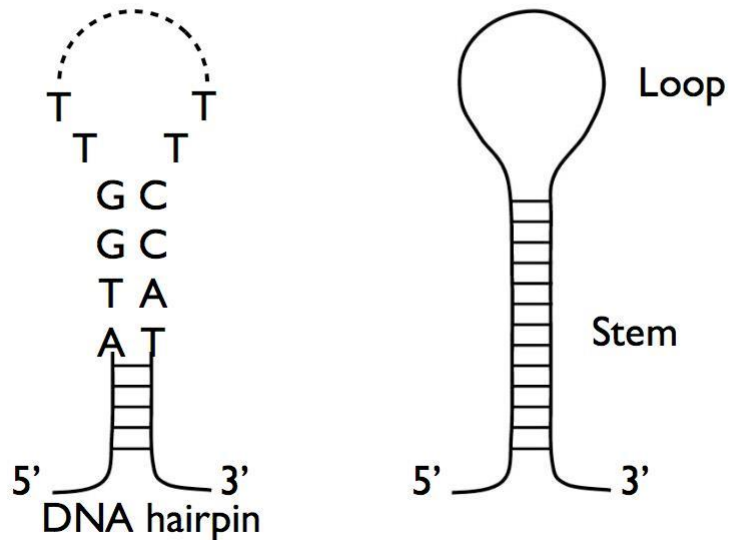


Πέρα απο τα γνωστά, απλά και αναμενόμενα της διπλής έλικας....

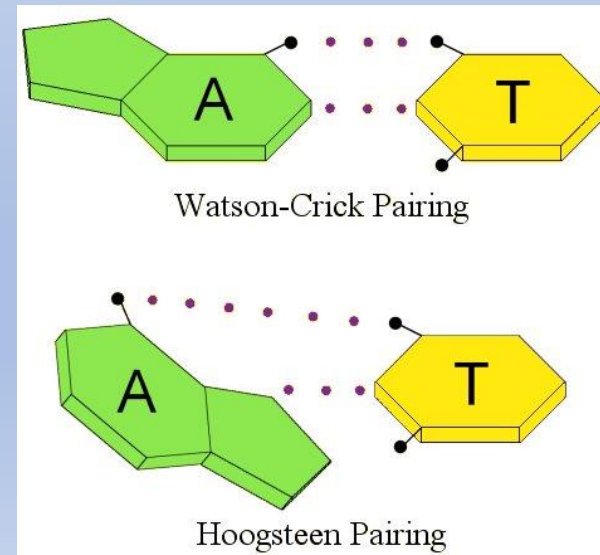
- Οι αλυσίδες **κυρτώνουν** σε κάθε σημείο όπου 4 ή περισσότερες αδενίνες βρίσκονται σε αλληλουχία σε μια αλυσίδα
- **Παλίνδρομες** (ανεστραμμένες) αλληλουχίες: πχ ROTATOR – **δομές κόμπων (hairpin)**

DNA Hairpin

5' - ATGGTTTTTTTTT....TTTTCCAT - 3'



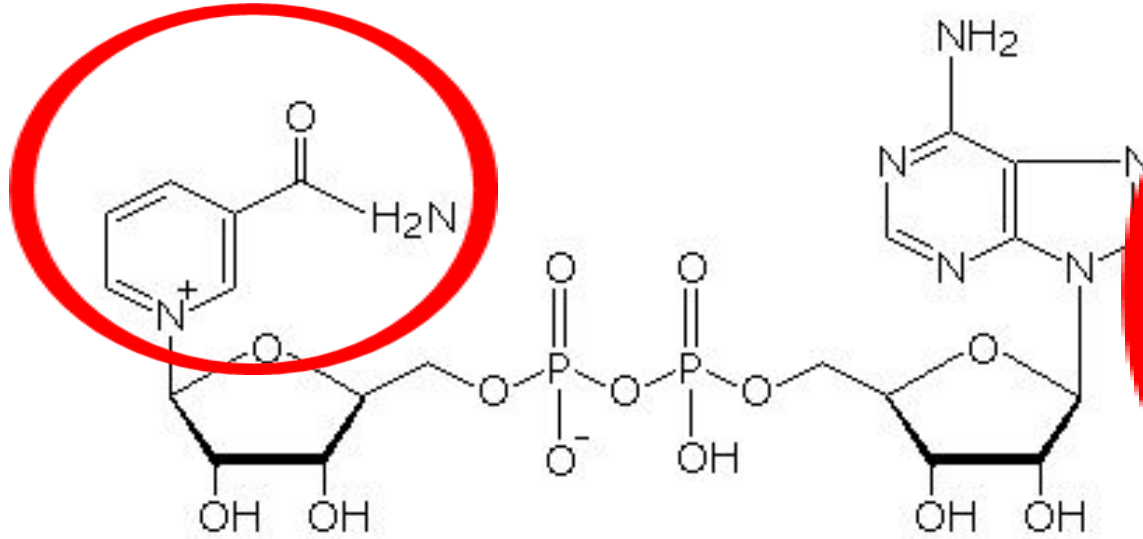
- Μέρη του DNA έχουν 3 ή 4 αλυσίδες νουκλεοτιδίων, **Hoogsteen pairing** μεταξύ των βάσεων αυτων των 3 αλυσίδων



- Το DNA και RNA μπορούν να **μετουσιωθούν** (υπερχρωμική επίδραση στο φάσμα απορροφητικότητας) και να επανενωθούν (υποχρωμική επίδραση)
- Το DNA και RNA μπορούν να **υβριδίσουν** με αλληλουχίες άλλων ειδών
- Τα νουκλεοτίδια μπορούν να υποστούν αυθόρμητες αλλαγές (μεταλλάξεις), πχ **αποαμίνωση**, πχ της κυτοσίνης σε ουρακίλη (συμβαίνει κάθε $1/10^7$ κυτοσίνες την ημέρα = 100 κυτοσίνες την ημέρα) και υδρολυση του N-β-γλυκοσιλικού δεσμού
- Πολλοί συμπράγοντες ενζύμων αποτελούνται από αδενοσινικά νουκλετίδια

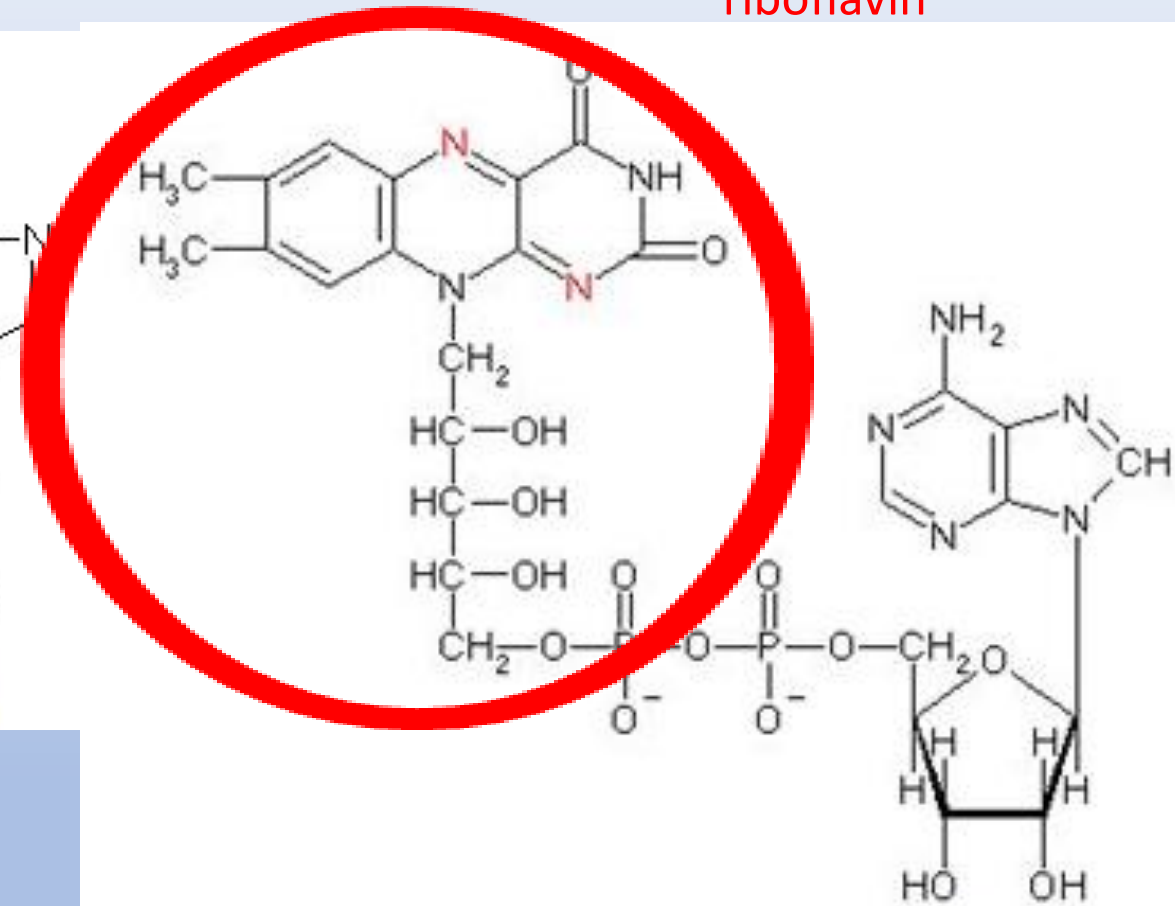
Coenzymes: NAD⁺ & FAD

nicotinamide



Nicotinamide adenine dinucleotide (NAD⁺)

riboflavin



Flavin adenine dinucleotide (FAD)

Λιπίδια

Βιολογική σημασία

- (i) Αποθήκευση ενέργειας (παράγωγα λιπαρών οξέων)
- (ii) Μεμβρανική δομή – φωσφολιπίδια και στερόλες
- (iii) Κατάλυση – ενζυμικοί συμπαραγοντες και μεταφορείς ηλεκτρονίων
- (iv) Ορμόνες και σηματοδοτικοί διαβιβαστές
- (v) Ορμόνες και σηματοδοτικοί παράγοντες

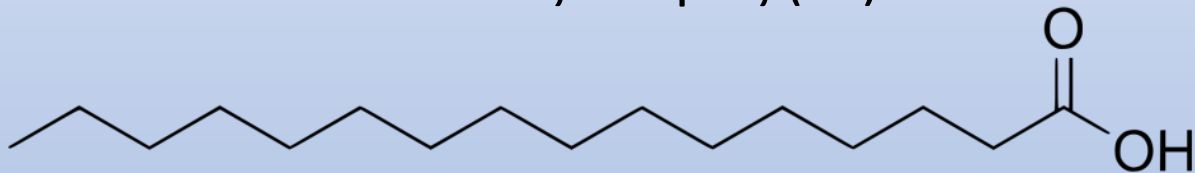
Λιπίδια

Λιπαρά οξέα

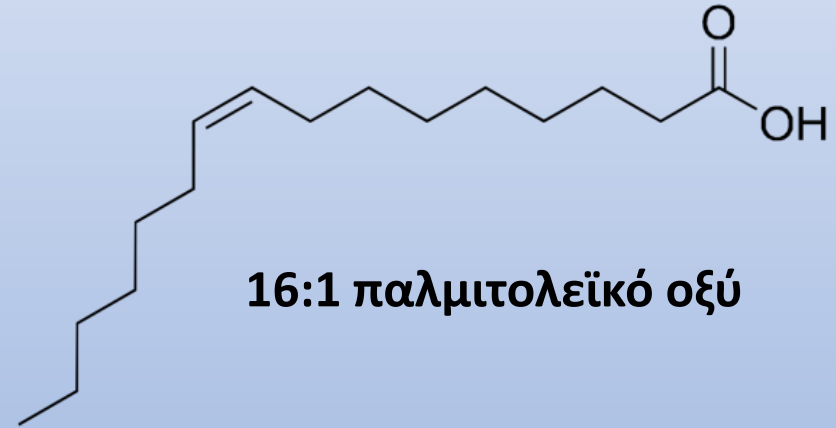
- Υδροφοβικές ιδιότητες
- Υδρογονάνθρακες με καρβοξυλική ομάδα στο τέλος
- Κορεσμένα ή ακόρεστα (παρουσία διπλών δεσμών)
- Ονοματολογία βάσει αριθμού ανθράκων, πχ C₁₆ λιπαρό οξύ – δεκαεξανικό οξύ

16:0 ----- κανένας διπλός δεσμός

16:1 ----- 1 διπλός δεσμός (Δ⁹)



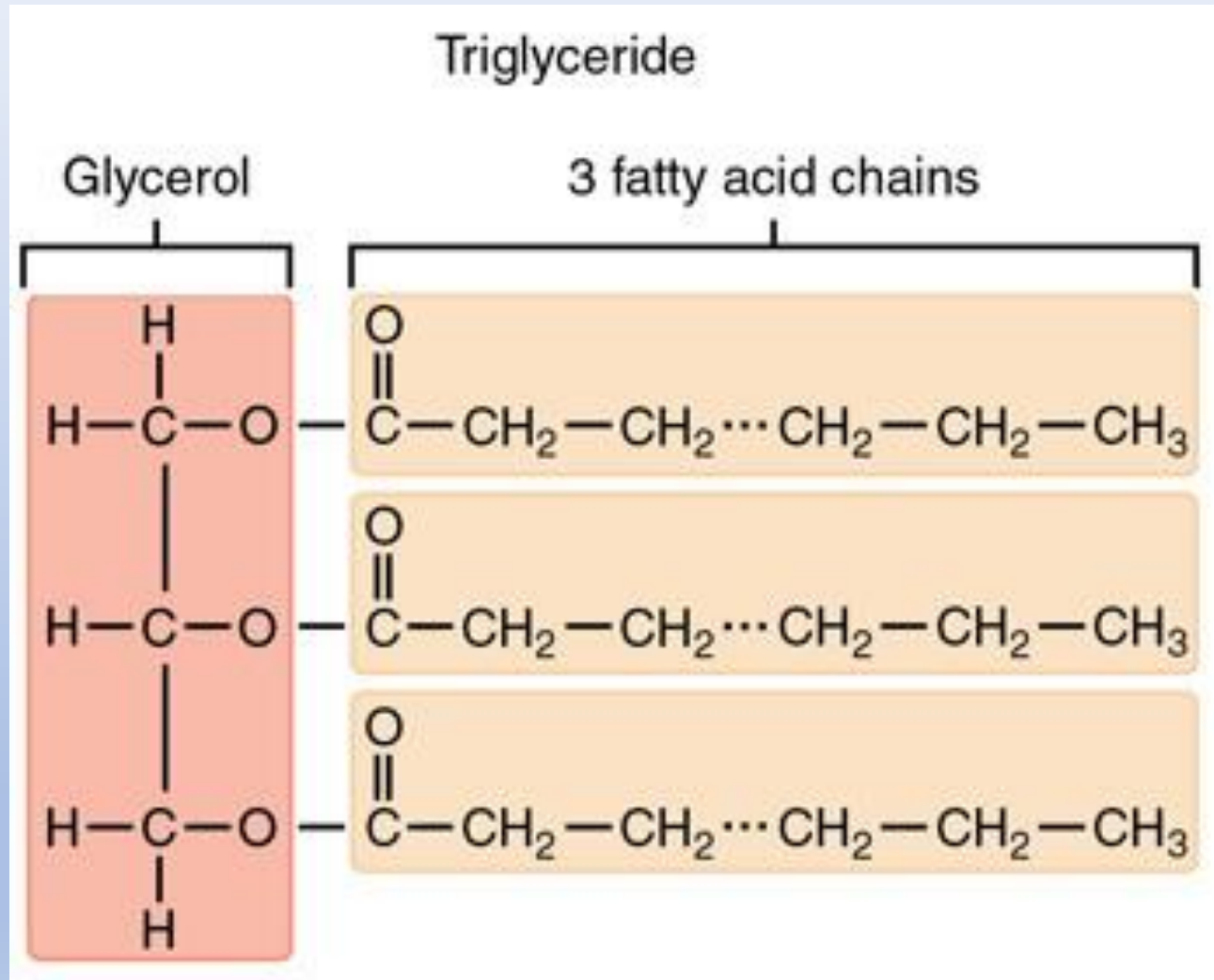
16:0 παλμιτικό οξύ



16:1 παλμιτολεϊκό οξύ

- Συνήθως άρτιος αριθμός ανθράκων, από 14 έως 24
- Όσο πιο μακριά η αλυσίδα και λιγότεροι διπλοί δεσμοί, τόσο πιο υδρόφοβο (χαμηλότερη διαλυτότητα σε νερό) είναι και υψηλότερο σημείο τήξης έχει
- **Γλυκερολη + 3 λιπαρά οξέα (εστερικός δεσμός) = τριακυλ-γλυκερόλη (τριγλυκερίδιο)**
- **λιπαρό οξύ + αλκοόλη (εστερικός δεσμός) = κερι**

Τριγλυκερίδιο

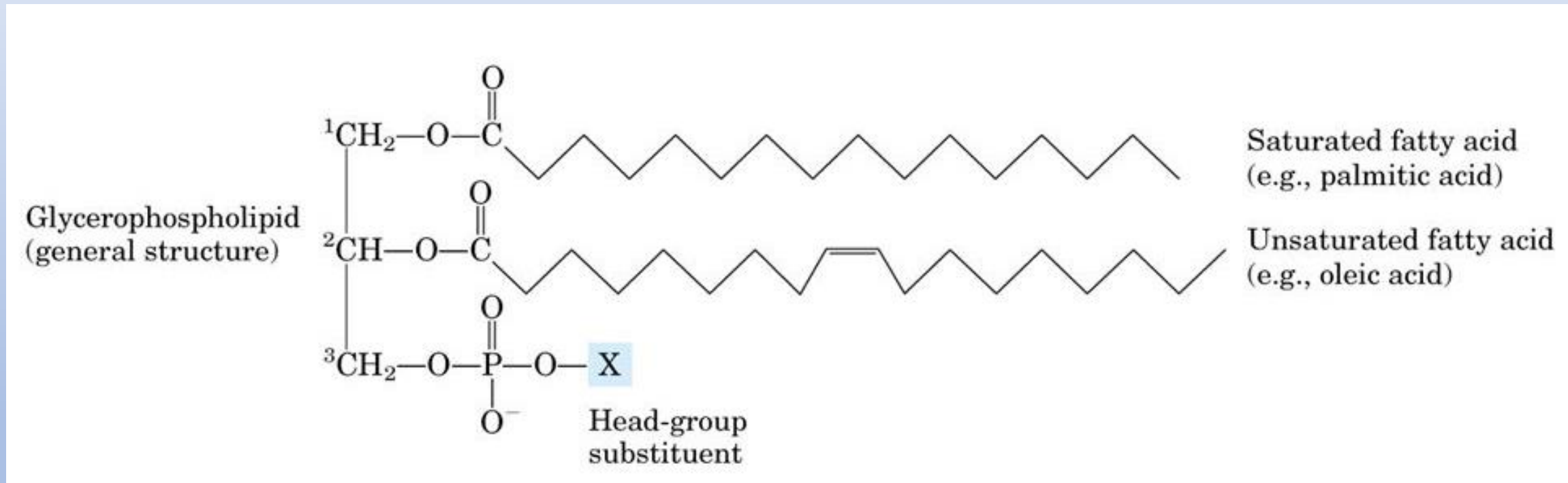


- ΠΡΟΣΦΕΡΟΥΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΜΟΝΩΣΗ

Μεμβρανικά λιπίδια

1. Γλυκερο-φωσφο-λιπίδια (φωσφογλυκερίδια)

- 2 λιπαρά οξέα + φωσφορικό άλας + γλυκερόλη

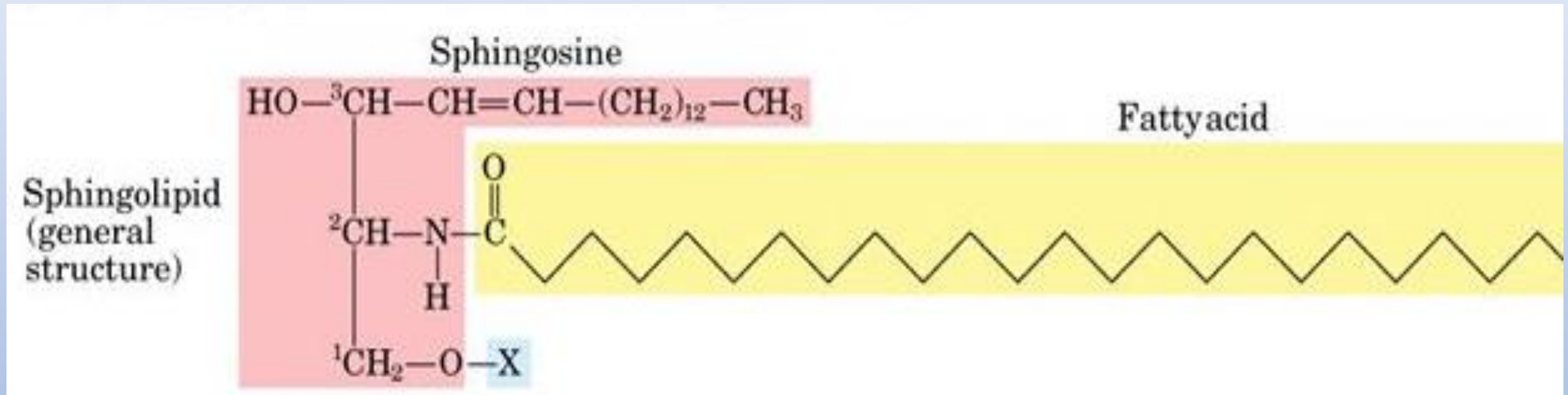


- όπου **X** η αλκοόλη (αν Η το πιο απλο, είναι φωσφατιδικό οξύ)

- **X** μπορεί να είναι εθаноλαμίνη, χολίνη, σερίνη, γλυκερόλη, διφωσφατική ινοσιτόλη

2. Σφιγγολιπίδια(φωσφογλυκερίδια)

- 1 λιπαρό οξύ + λιπώδης αμίνη (σφιγγοσίνη)

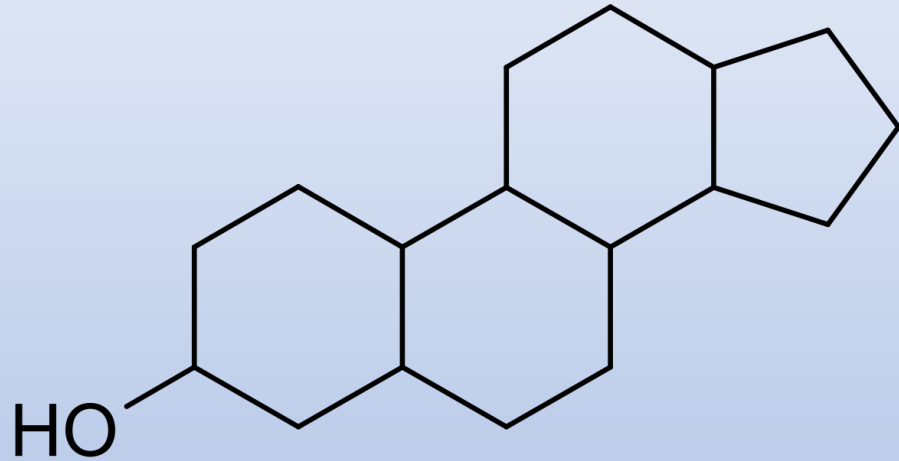


- Δεν περιέχουν γλυκερόλη

- X μπορεί να είναι γλυκόζη, τετρασακχαρίτες ή ολιγοσακχαρίτες ή φωσφοχολίνη, δίνοντας γλυκολιπίδια ή σφιγγομυελίνη, αντίστοιχα

3. Στερόλες

- Στερεοειδής πυρήνας από 4 ενωμένους δακτυλίους



- Πχ χοληστερόλη στα ζώα ή σιγμαστερόλη στα φυτά

- **X** μπορεί να είναι γλυκόζη, τετρασακχαρίτες ή ολιγοσακχαρίτες ή φωσφοχολίνη, δίνοντας γλυκολιπίδια ή σφιγγομυελίνη, αντίστοιχα

- Κάποιες στερόλες είναι πρόδρομα μόρια **βιταμινών** (πχ 7-αφυδροχολεστερόλη μετατρέπεται σε βιταμίνη D3 σε κύτταρα του δέρματος από UV)