



Αρχές Βιοτεχνολογίας Τροφίμων

Ενότητα 2:

Στοιχεία Μικροβιολογίας και
Βιοχημείας των Βιομηχανικών
Ζυμώσεων(1/5), 2ΔΩ

Τμήμα: Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων

Διδάσκων: Δρ. Σεραφείμ Παπανικολαου



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ





Μαθησιακοί Στόχοι

- Κυτοπλασματική μεμβράνη και κυτταρικό τοίχωμα προκαρυωτικών μικροοργανισμών
- Ιοί
- Ευκαρυωτικοί μικροοργανισμοί
- Ένζυμα μικροοργανισμών
- Στοιχεία Βιοτεχνολογικών Εφαρμογών



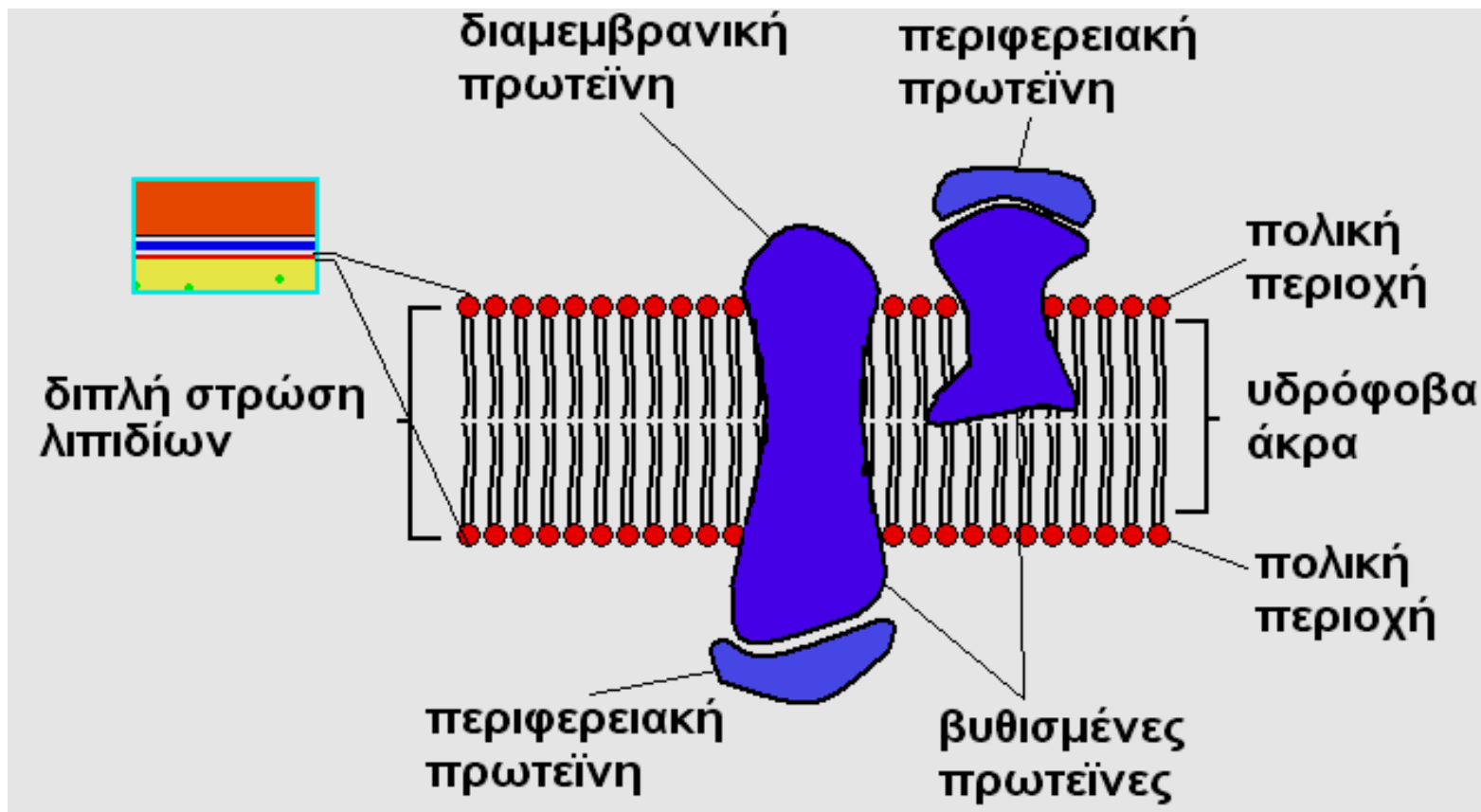
Λέξεις Κλειδιά

- Βακτήρια, αρχαία
- Ιοί
- Φωσφολιπίδια
- Μύκητες, Ζύμες
- Ένζυμα
- Βιοκαύσιμα
- Βιοτεχνολογικά προϊόντα



Κυτταροπλασματική (Κυτοπλασματική) Μembrάνη 1/2

ΤΟ ΠΡΟΤΥΠΟ ΡΕΥΣΤΟΥ ΜΩΣΑΪΚΟΥ





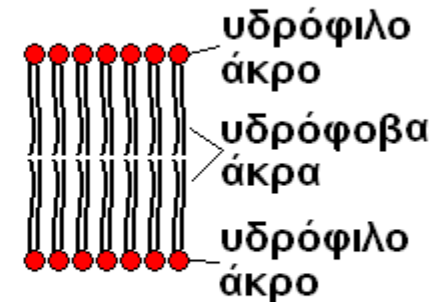
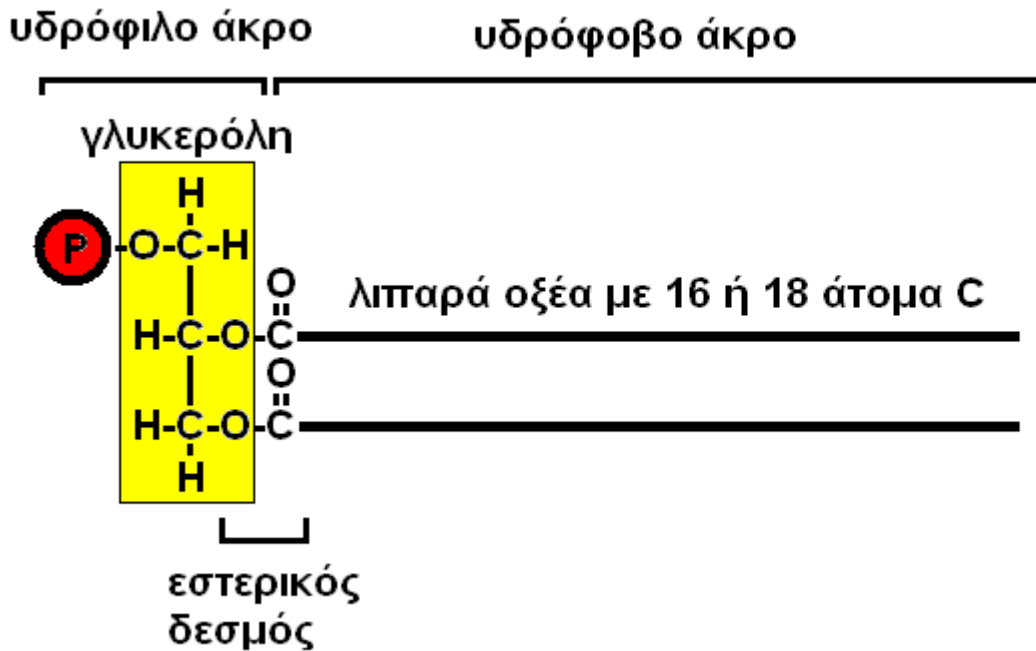
Κυτταροπλασματική (Κυτοπλασματική) Μembrάνη 2/2

- Στη μεμβράνη των βακτηρίων συμμετέχουν αποκλειστικά και μόνο φωσφολιπίδια.
- Στη μεμβράνη των αρχαίων συναντούμε διγλυκερίδια ή συνηθέστερα, περισσότερο πολικά λιπίδια όπως σουλφολιπίδια, γλυκολιπίδια, μη-πολικά ισοπρενοειδή και φωσφολιπίδια .
- Στερόλες δεν συμμετέχουν στη δομή των μεμβρανών των προκαρυωτικών μικροοργανισμών, με εξαίρεση μερικά είδη του γένους *Mycoplasma*.



Μεμβράνες Βακτηρίων

- Οι αλειφατικές ομάδες είναι συνδεδεμένες με το μόριο της γλυκερόλης με εστερικούς δεσμούς



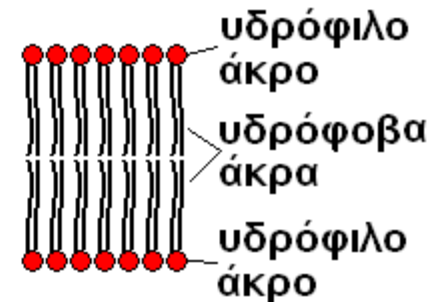
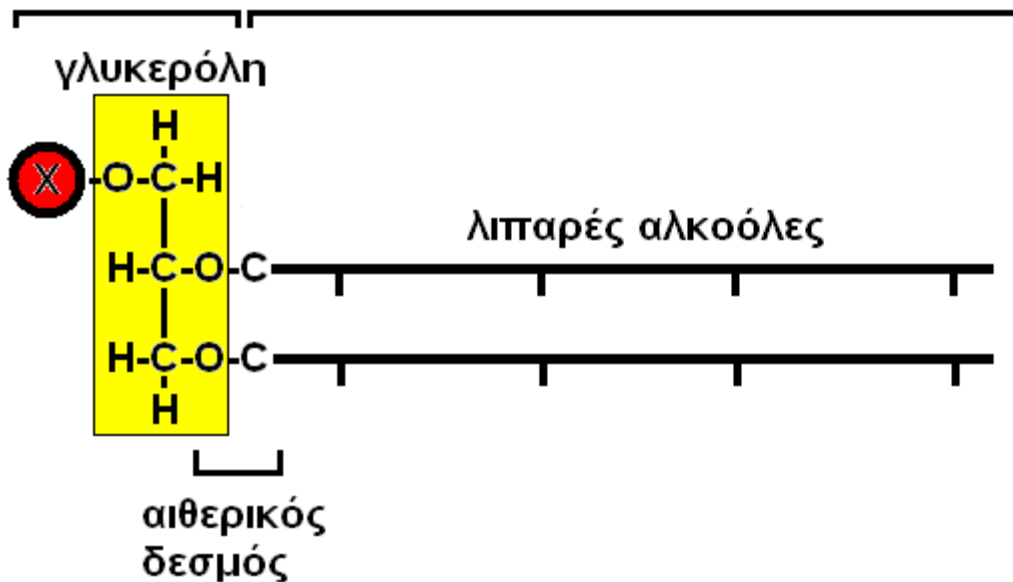


Μεμβράνες Αρχαίων

- Οι αλειφατικές ομάδες είναι συνδεδεμένες με το μόριο της γλυκερόλης με αιθερικούς δεσμούς

υδρόφιλο άκρο

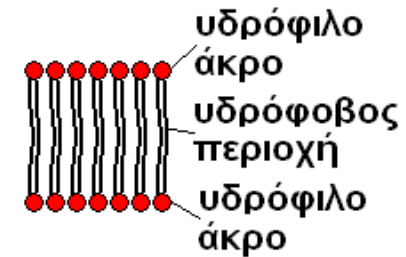
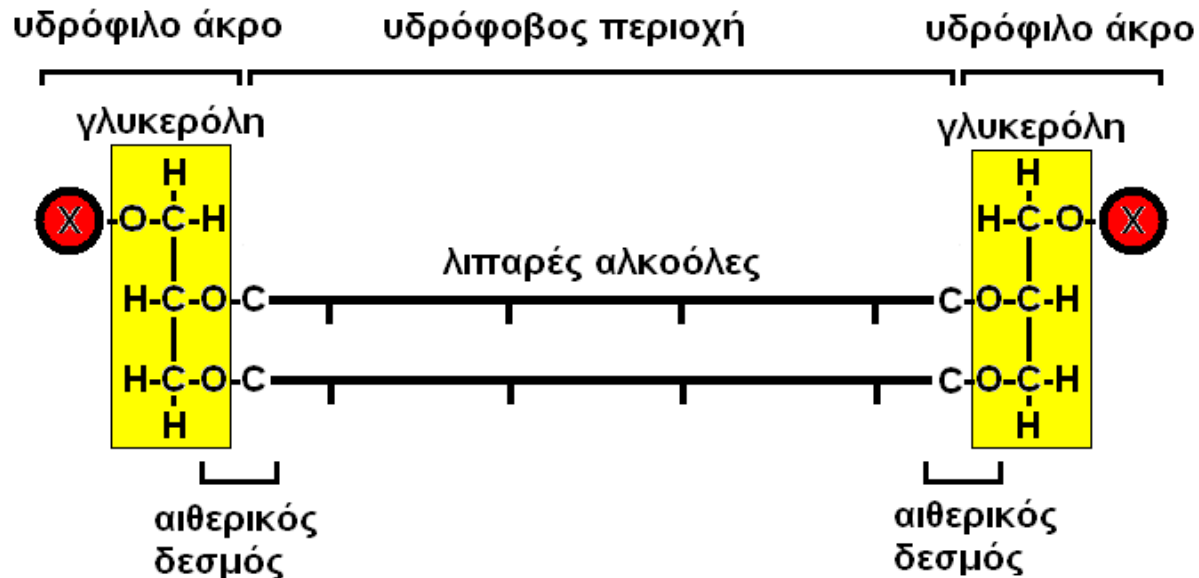
υδρόφοβο άκρο





Μεμβράνες Υπερθερμόφιλων Αρχαίων 1/2

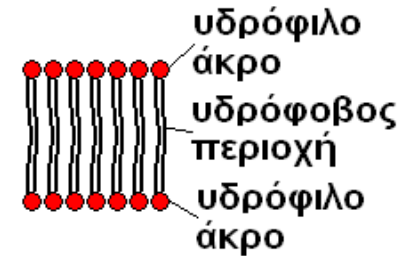
- Μπορεί να είναι απλής στρώσης λιπιδίων





Μεμβράνες Υπερθερμόφιλων Αρχαίων 2/2

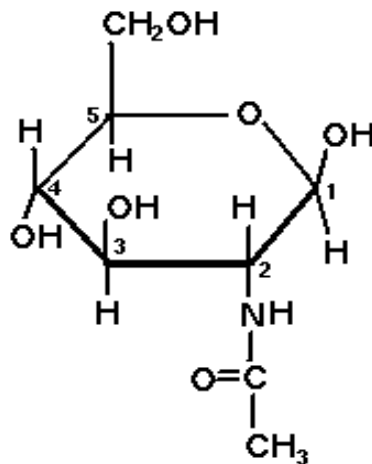
Μπορεί να είναι απλής στρώσης λιπιδίων





Κυτταρικό Τοίχωμα Βακτηρίων 1/20

- Το κυτταρικό τοίχωμα των βακτηρίων μεταξύ άλλων αποτελείται από την πεπτιδογλυκάνη (μουρεΐνη), το υλικό δομήσεως της οποίας είναι 1 μόριο ακέτυλο-γλυκοζαμίνης συνδεδεμένο με ένα β-1,4 δεσμό με ένα μόριο ακέτυλο-μουραμικού οξέος.

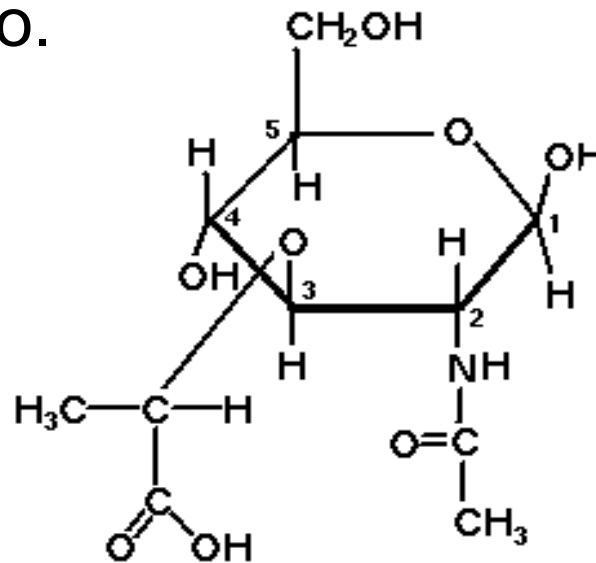


N-acetylglucosamine (NAG)



Κυτταρικό Τοίχωμα Βακτηρίων 2/20

- Το ακέτυλο-μουραμικό οξύ είναι ένας αιθέρας του γαλακτικού οξέος με την ακετυλο-γλυκοζαμίνη στη θέση -3, ενώ επί του καρβοξυλίου του γαλακτικού οξέος συνήθως συνδέεται ένα τετραπεπτίδιο.



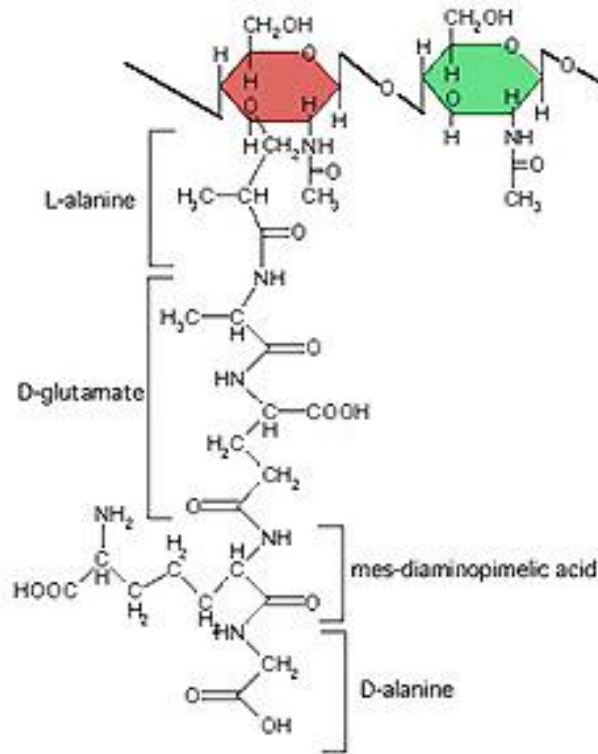
N-acetylmuramic acid (NAM)



Κυτταρικό Τοίχωμα Βακτηρίων 3/20

Πεπτιδογλυκάνη στα Gram- και + Βακτήρια

- Στα Gram + συνήθως συμμετέχει στη δομή των τετραπεπτιδίων το αμινοξύ λυσίνη ενώ στα Gram- το διαμινोट





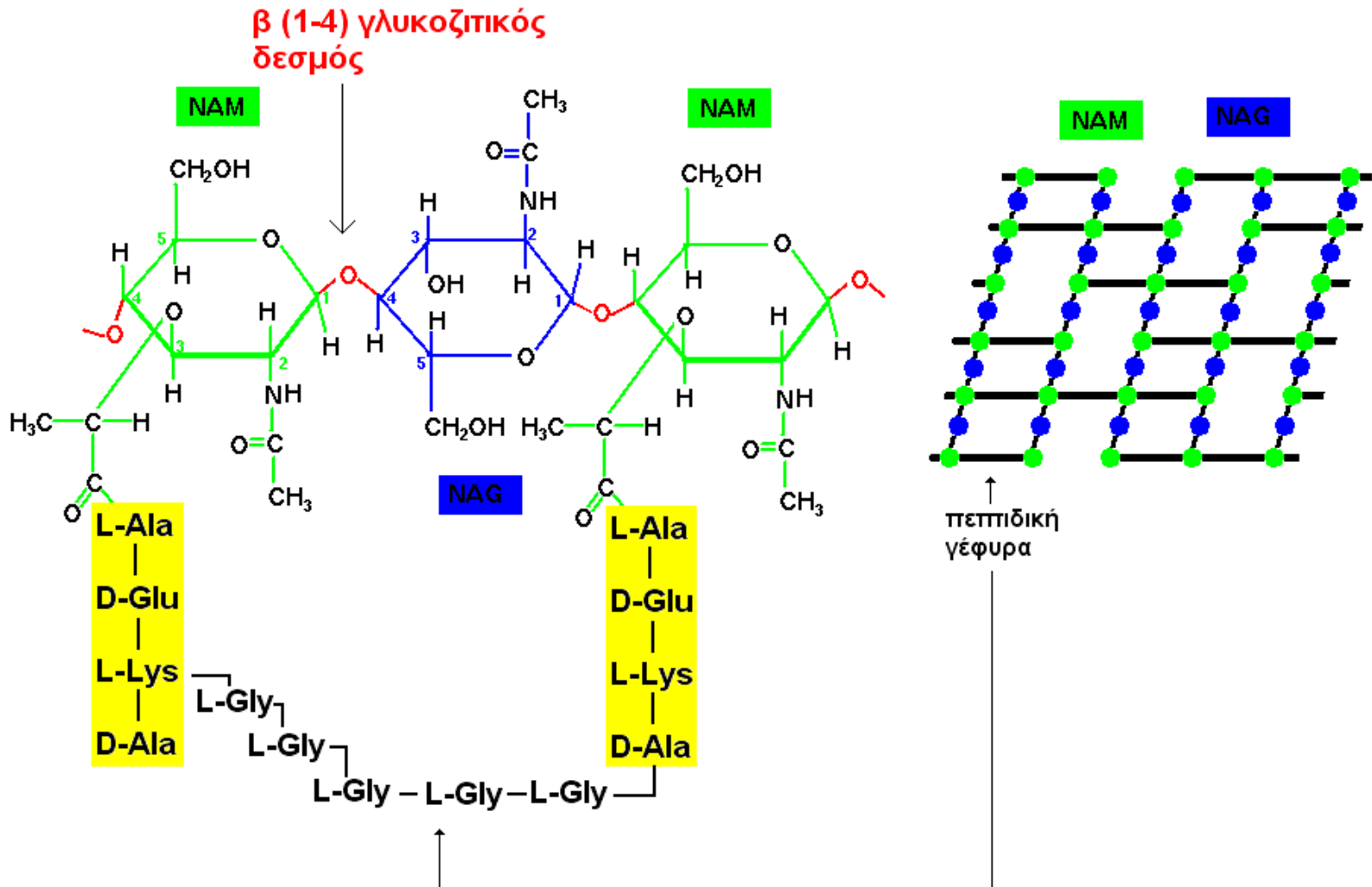
Κυτταρικό Τοίχωμα Βακτηρίων 4/20

Πεπτιδογλυκάνη στα Gram- και + Βακτήρια

- Σημαντική διαφορά επίσης έγκειται στη σύσταση και τη διασύνδεση μεταξύ των γεφυρών των γειτονικών τετραπεπτιδίων.
- Στο Gram+ *Staphylococcus aureus*, η γέφυρα αποτελείται από ένα πενταπεπτίδιο αποτελούμενο από 5 μόρια γλυκίνης.
- Αντίθετα, στα Gram- το διαμινοπιμελικό οξύ ενός τετραπεπτιδίου ενώνεται κατ' ευθείαν με την D-αλανίνη γειτονικού τετραπεπτιδίου, χωρίς τη μεσολάβηση άλλου αμινοξέος.



Κυτταρικό Τοίχωμα Βακτηρίων 5/20

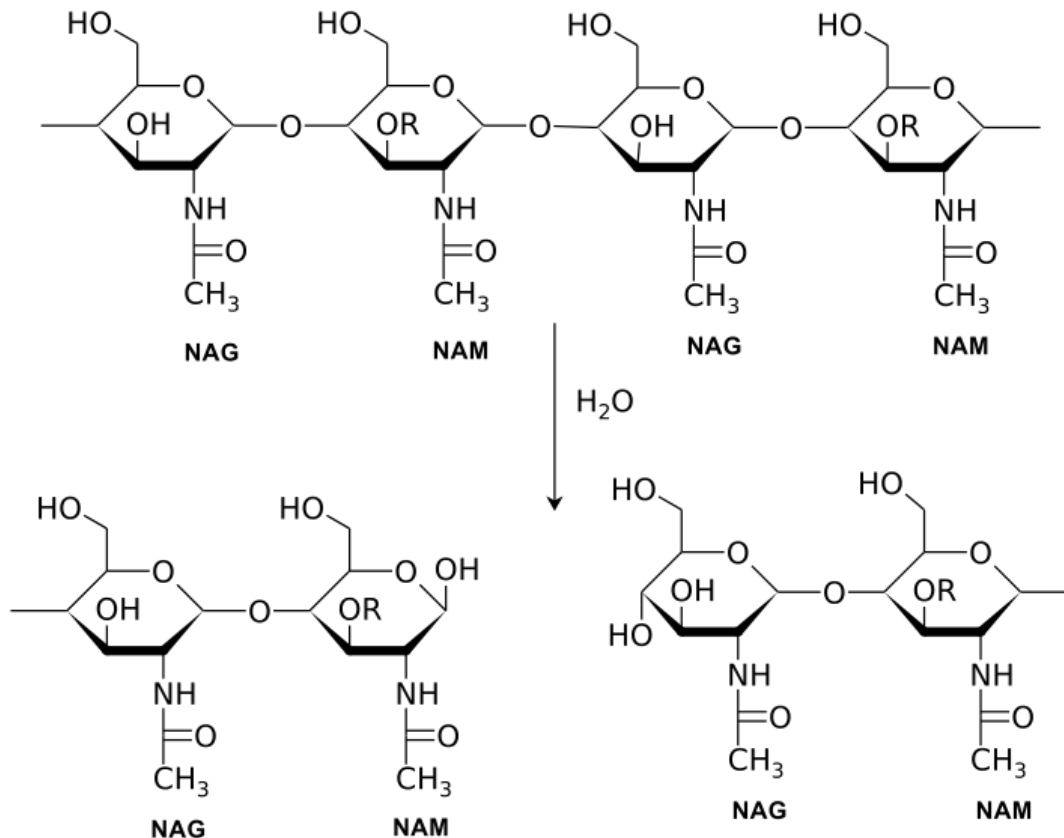




Κυτταρικό Τοίχωμα Βακτηρίων 6/20

Αντίδραση του Ενζύμου Λυσοζύμη

- Διάσπαση των β -1,4 δεσμών μεταξύ του ακέτυλο-μουραμικού οξέος και της ακετυλογλυκοζαμίνης.





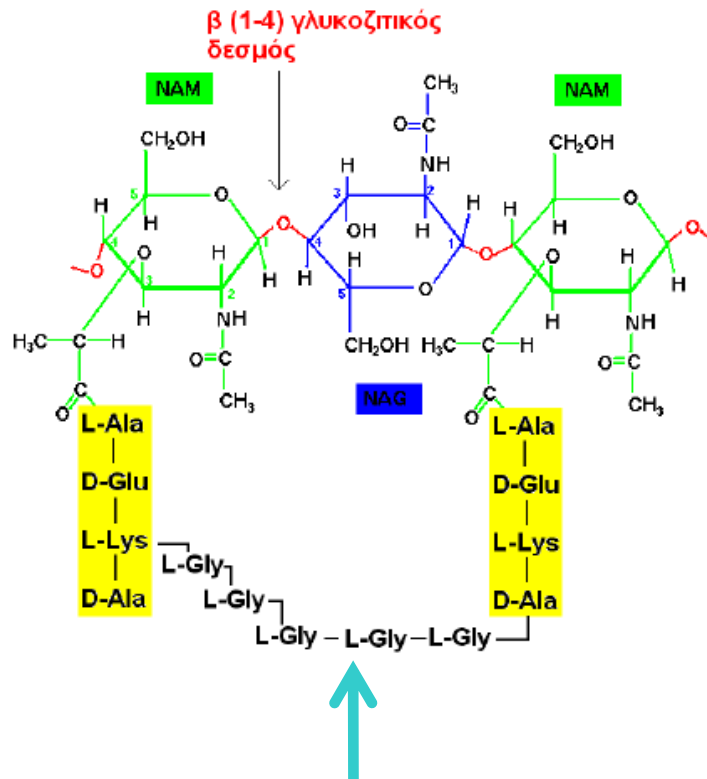
Κυτταρικό Τοίχωμα Βακτηρίων 7/20

Αντίδραση του Ενζύμου Λυσοζύμη

- Μετά από τη μερική (ή ολική) καταστροφή του κυτταρικού τοιχώματος με την αντίδραση του ενζύμου λυσοζύμη, το βακτηριακό κύτταρο καλείται σφαιροπλάστης ή πρωτοπλάστης.
- Τα Gram- βακτήρια όταν υποστούν επεξεργασία με λυσοζύμη καλούνται σφαιροπλάστες.
- Τα Gram+ βακτήρια μετά από την επεξεργασία με λυσοζύμη αποδίδουν πρωτοπλάστες.
- Το βακτηριακό κύτταρο, μετά από την αποικοδόμηση του κυτταρικού τοιχώματος τη επενεργεία της λυσοζύμης λειτουργεί καθ'όλα φυσιολογικά, εάν βρεθεί σε ισοτονικό διάλυμα (π.χ. 0,5 M σακχαρόζης).
- Εάν αρθεί η ωσμωτική προστασία, διαρρηγνύεται τάχιστα.



Κυτταρικό Τοίχωμα Βακτηρίων 8/20

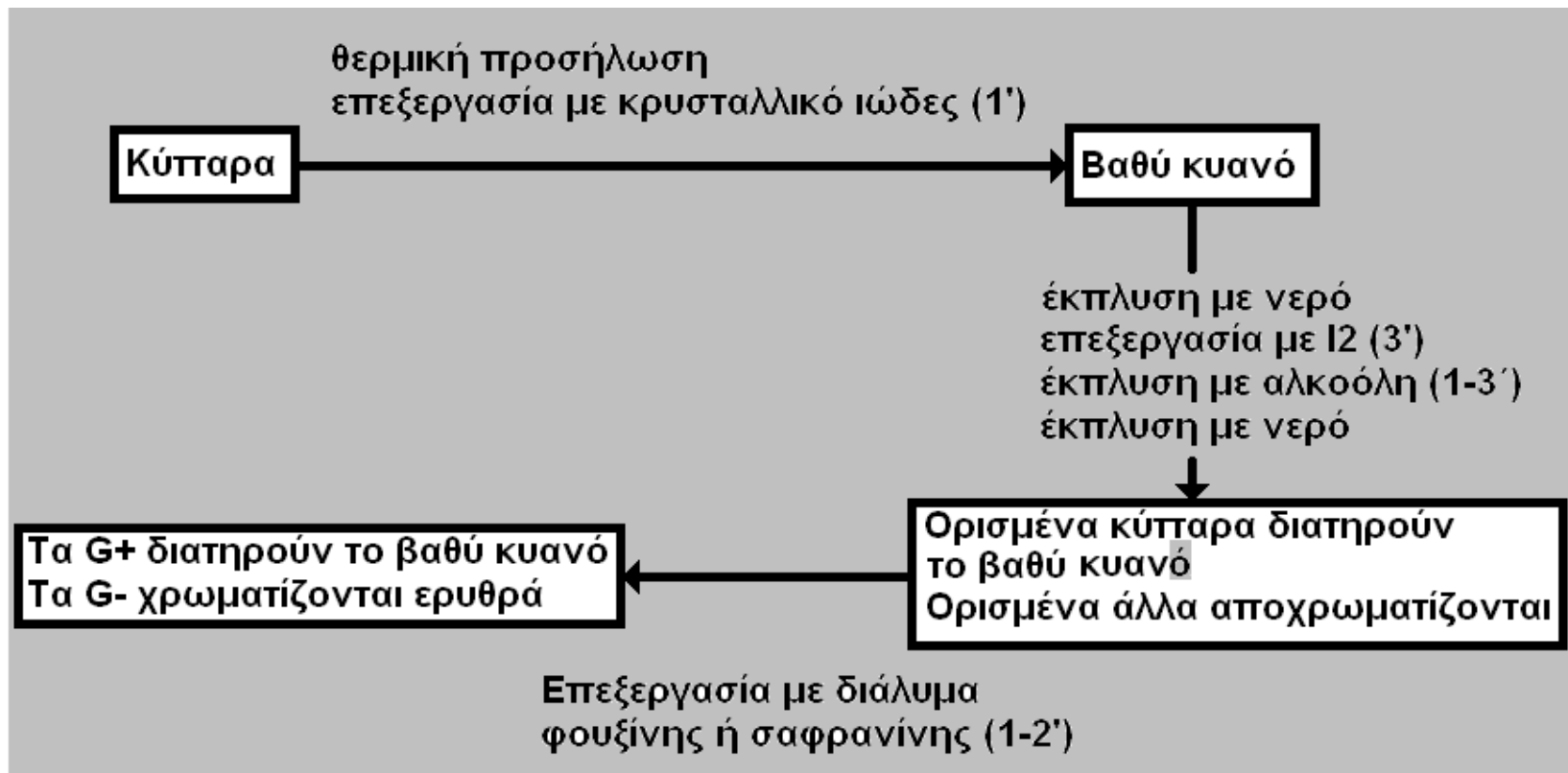


Σημείο δράσεως πενικιλίνης: Παρεμπόδιση βιοσύνθεσης πεπτιδικών γεφυρών στα Gram+ βακτήρια (ενίστε συνεργισμός και με τις αυτολυσίνες, εδράζουσες επί του κυτταρικού τοιχώματος).



Κυτταρικό Τοίχωμα Βακτηρίων 9/20

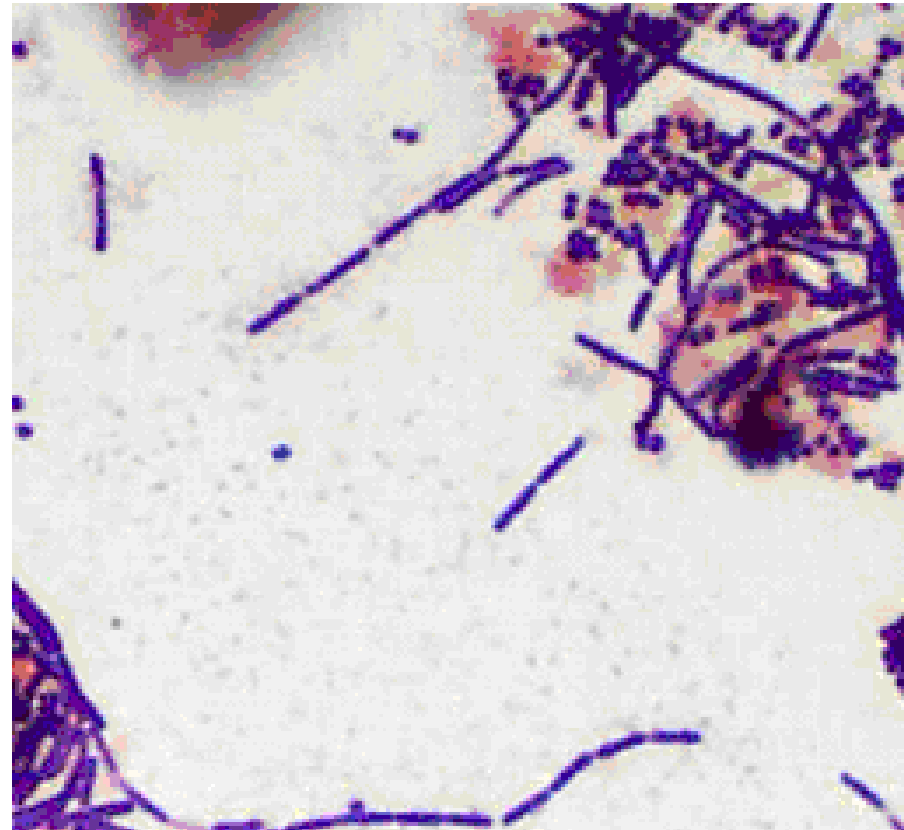
Η Χρωση Gram (Hans Christian Gram, 1884)





Κυτταρικό Τοίχωμα Βακτηρίων 10/20

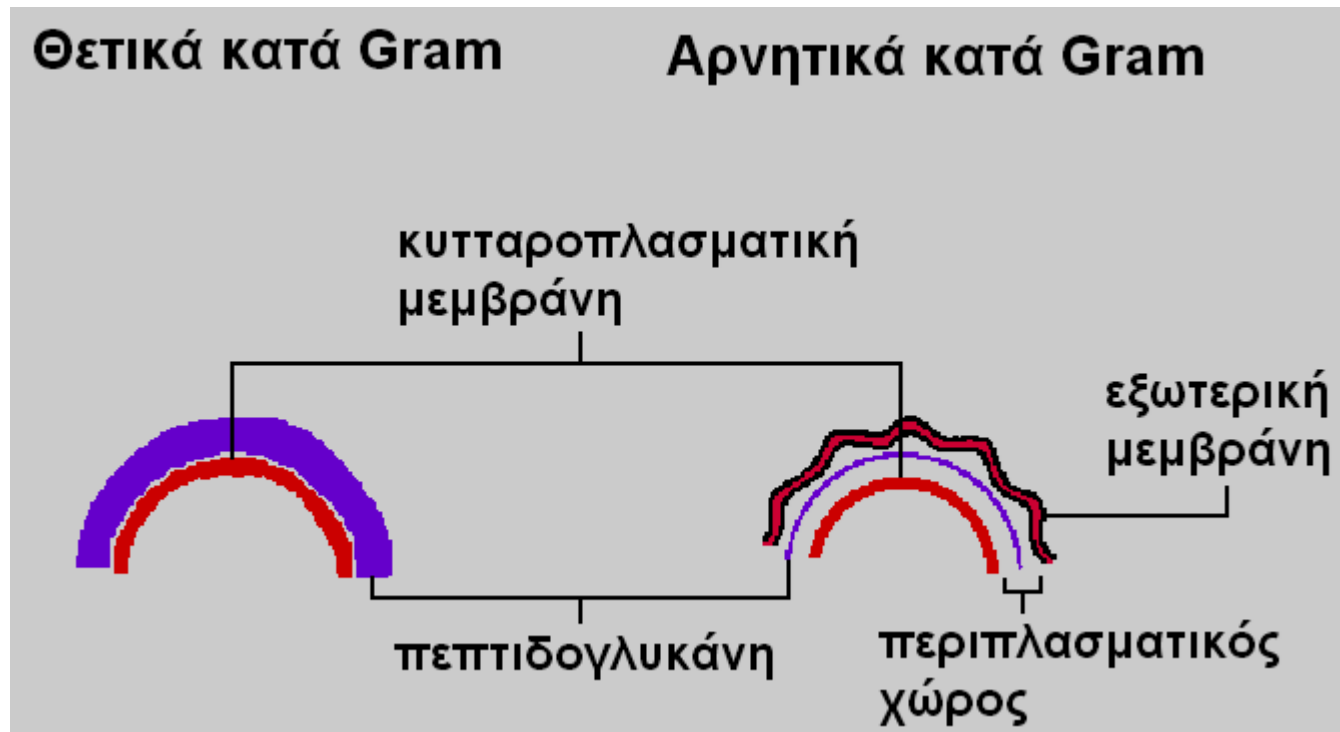
Βακτήρια (-) και (+) κατα Gram





Κυτταρικό Τοίχωμα Βακτηρίων 11/20

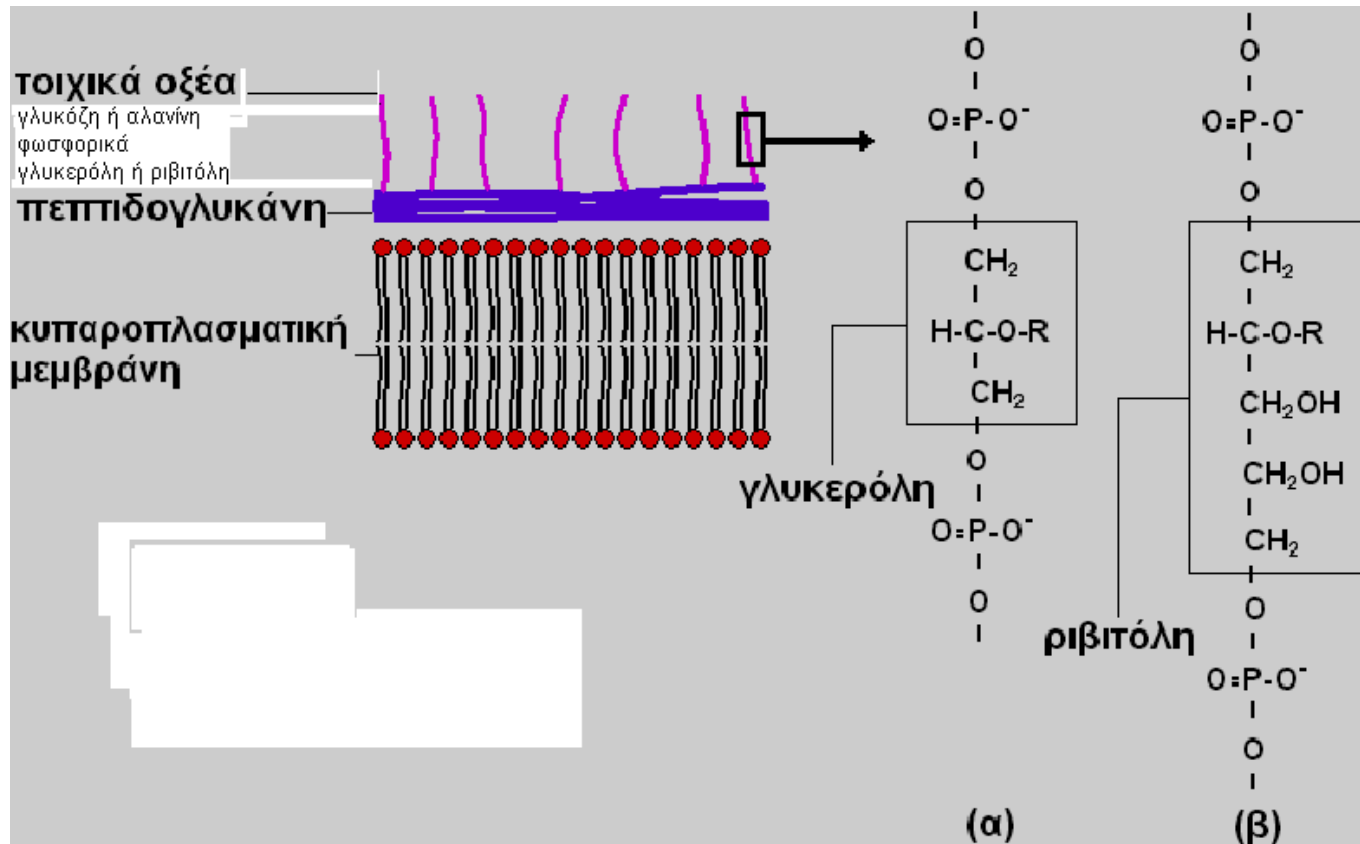
Συγκριτική Παράσταση του κυτταρικού τοιχώματος των θετικών και αρνητικών κατά Gram βακτηρίων.





Κυτταρικό Τοίχωμα Βακτηρίων 12/20

Σκαρίφημα του κυτταρικού τοιχώματος των θετικών κατά gram βακτηρίων.





Κυτταρικό Τοίχωμα Βακτηρίων 13/2

- Ως εκ του ανιοντικού χαρακτήρος τους, τα τοιχικά οξέα διατηρούν το pH κοντά στην περιοχή του κυτταρικού τοιχώματος σε χαμηλά επίπεδα - τρόπος «αυτοπροστασίας» από τη δράση των αυτολυσινών.
- Ειδική περίπτωση Gram+ βακτηρίων συνιστούν τα βακτήρια του γένους *Mycobacterium* (καλούνται και βακτήρια της οξυαντόχου χρώσεως).



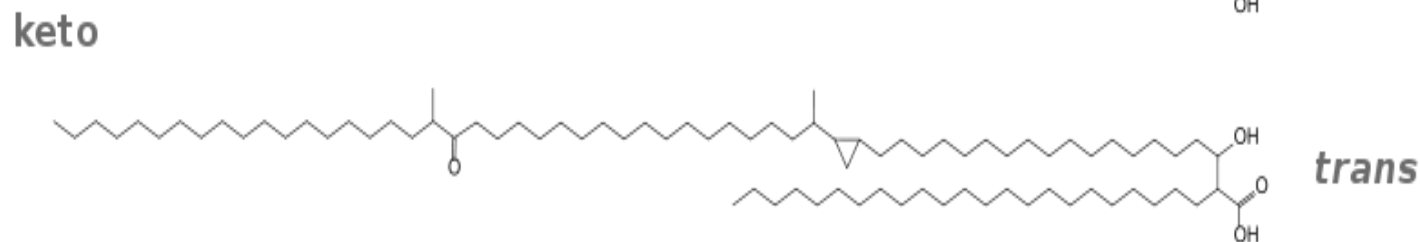
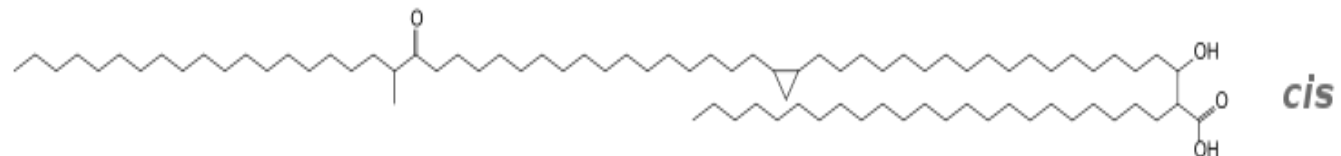
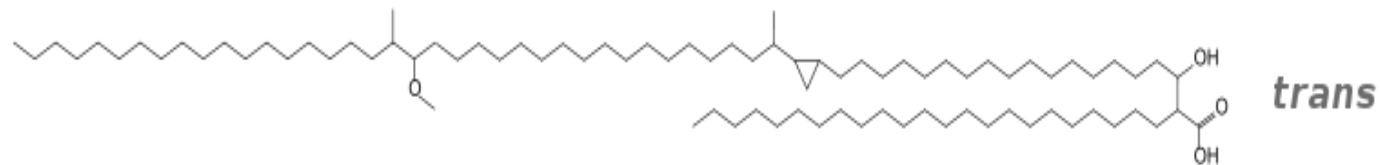
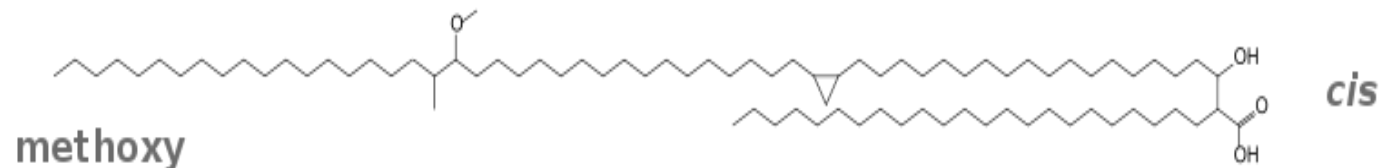
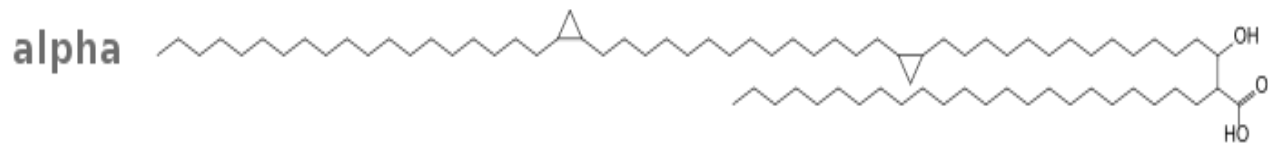
Κυτταρικό Τοίχωμα Βακτηρίων 14/2

- Τα βακτήρια αυτά, έξωθεν της πεπτιδογλυκάνης περιέχουν ένα στρώμα του πολυσακχαρίτη αραβινογαλακτάνη (βιοπολυμερές αποτελούμενο από αραβινόζη και γαλακτόζη) ακολουθούμενο από ένα κηρώδες στρώμα λιπιδίων, συνιστάμενο από μυκολικά (μουκολικά) οξέα.
- Τα μυκολικά οξέα είναι ασυνήθη υδροξυ-λιπαρά οξέα (μέχρι και C60), με μια ομάδα $-OH$ στη θέση -3, τα οποία φέρουν διακλάδωση (με 20 ή και παραπάνω άτομα C) στη θέση -2.



Κυτταρικό Τοίχωμα Βακτηρίων 15/20

Μυκολικά Οξέα Mycobacterium Tuberculosis





Κυτταρικό Τοίχωμα Βακτηρίων 16/2

Τα Gram- βακτήρια έχουν αρκετά περίπλοκο και διαφορετικό σε σχέση με τα Gram+ κυτταρικό τοίχωμα:

- 1) Από την επιφάνεια της πεπτιδογλυκάνης εκφύονται ίνες λιποπρωτεϊνικής φύσεως.
- 2) Απουσιάζουν τα τοιχοϊκά οξέα.
- 3) Το υδρόφιλο τμήμα των λιποπρωτεϊνών συνδέεται με την πεπτιδογλυκάνη, ενώ το υδρόφοβο τμήμα συνδέεται με μια «εξώτατη μεμβράνη» (εξωτερική μεμβράνη – outer membrane) η οποία λειτουργεί ως ηθμός διαφόρων χημικών ουσιών (εν ω τέτοια εξωτερική μεμβράνη ελλείπει στα Gram+ βακτήρια).



Κυτταρικό Τοίχωμα Βακτηρίων 17/2

Τα Gram- βακτήρια έχουν αρκετά περίπλοκο και διαφορετικό σε σχέση με τα Gram+ κυτταρικό τοίχωμα:

- 4) Οι δίοδοι (η περατότητα) της εξωτερικής μεμβράνης ρυθμίζονται από τις πρωτεΐνες «πορίνες» οι οποίες δημιουργούν διαμεμβρανικές διόδους (εν ω τέτοιες πρωτεΐνες ελλείπουν από τα Gram+ βακτήρια)
- 5) Η εξώτατη στοιβάδα αποτελείται από διπλή στρώση λιπιδίων και λιποπολυσκαριδίων



Κυτταρικό Τοίχωμα Βακτηρίων 18/20

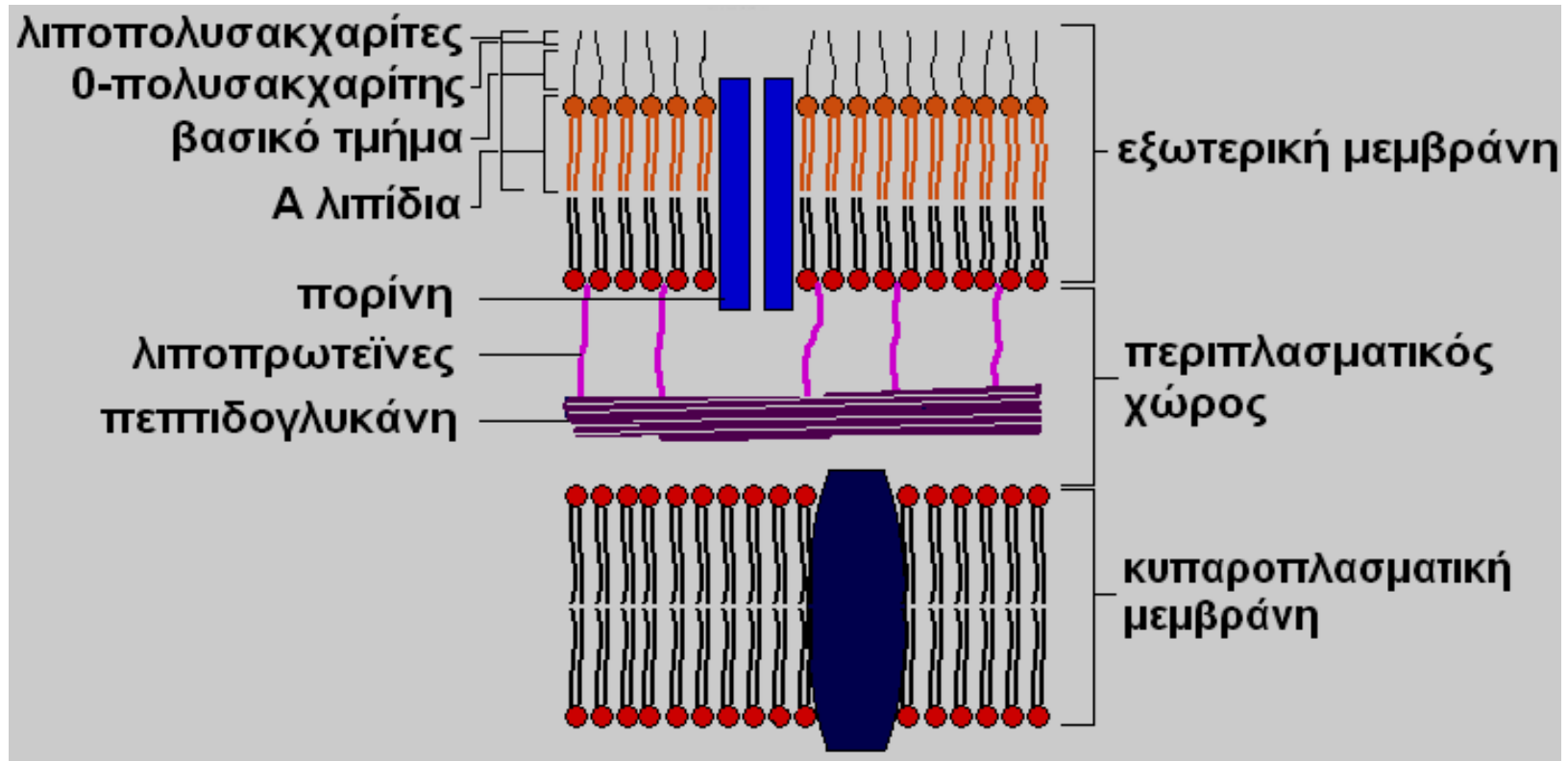
Η Εξωτερική Μembrάνη Στα Gram-

- Διπλή στρώση (φωσφολιπίδια, λιποπολυσακχαρίτες)
- Το μόριο των LPSs αποτελείται από το:
 - Υδρόφοβο τμήμα: Α λιπίδια (δι-σακχαρίτες NAG, ενωμένοι μέσω εστερικών και αμιδικών δεσμών με ασυνήθη λιπαρά οξέα καπροϊκό - C10, δαφνικό - C12, β-υδροξυμυριστικό οξύ - C14), το οποίο ευθύνεται για την τοξικότητα των LPSs.
 - Υδρόφιλο τμήμα: πολυσακχαρίτες αποτελούμενοι από το βασικό τμήμα (γλυκόζη, γαλακτόζη, NAG και από ασυνήθη σάκχαρα) και από τον 0-πολυσακχαρίτη (αλληλουχία 3-5 σακχάρων (γλυκόζη, γαλακτόζη, ραμνόζη, μανόζη και δι-δεοξυ-εξόζες) που επαναλαμβάνεται περίπου 25 φορές).
- Σε αντίθεση με τη δομή του βασικού τμήματος, η δομή του 0-πολυσακχαρίτη ποικίλει μεταξύ των διαφόρων συννευκικών ειδών.



Κυτταρικό Τοίχωμα Βακτηρίων 19/20

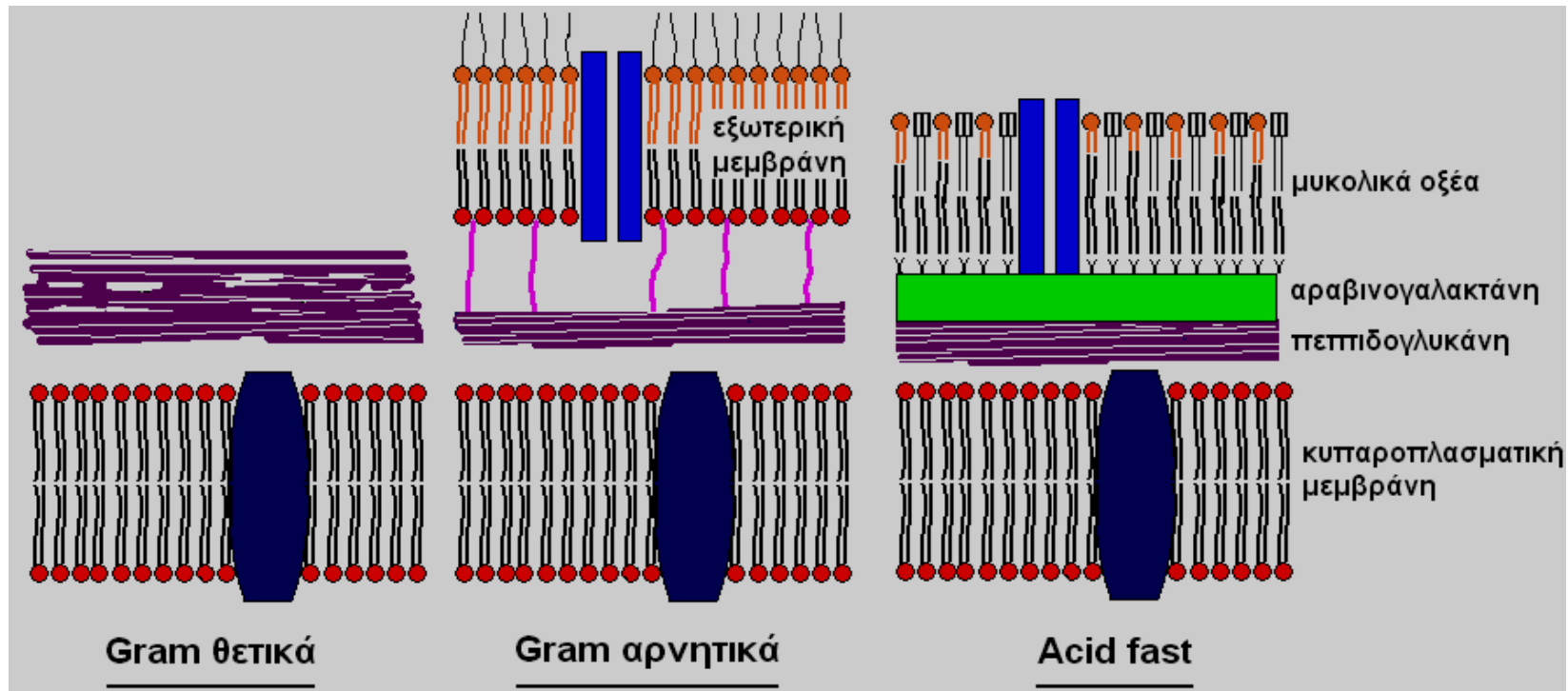
Σκαρίφημα του Κυτταρικού Τοιχώματος των αρνητικών κατά Gram βακτηρίων.





Κυτταρικό Τοίχωμα Βακτηρίων 20/20

Απλοϊκό Σκαρίφημα Κυτταρικού Τοιχώματος των θετικών και αρνητικών κατά Gram βακτηρίων και των θετικών στην οξυάντοχο χρώση.





Βιβλιογραφία

- Διαμαντίδης (1994) Εισαγωγή στη Βιοχημεία, 2η έκδοση, University Studio press
- Αγγελής (2007) Μικροβιολογία και Μικροβιακή Τεχνολογία, 1η έκδοση, Σταμούλης
- Madigan, Martinko and Parker (1997) Brock: Biology of Microorganisms, 8th Edition, Prentice Hall International
- Γαλιώτου-Παναγιώτου (1997), Ενζυμολογία Τροφίμων, Εκδόσεις ΓΠΑ