



Γενική Μικροβιολογία

Ενότητα 6^η

ΚΥΤΤΑΡΙΚΗ ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ

Όνομα καθηγητή: **Δ. ΓΕΩΡΓΑΚΟΠΟΥΛΟΣ**

Όνομα καθηγητή: **Γ. ΖΕΡΒΑΚΗΣ**

Όνομα καθηγητή: **ΑΝ. ΤΑΜΠΑΚΑΚΗ**

Τμήμα: **ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



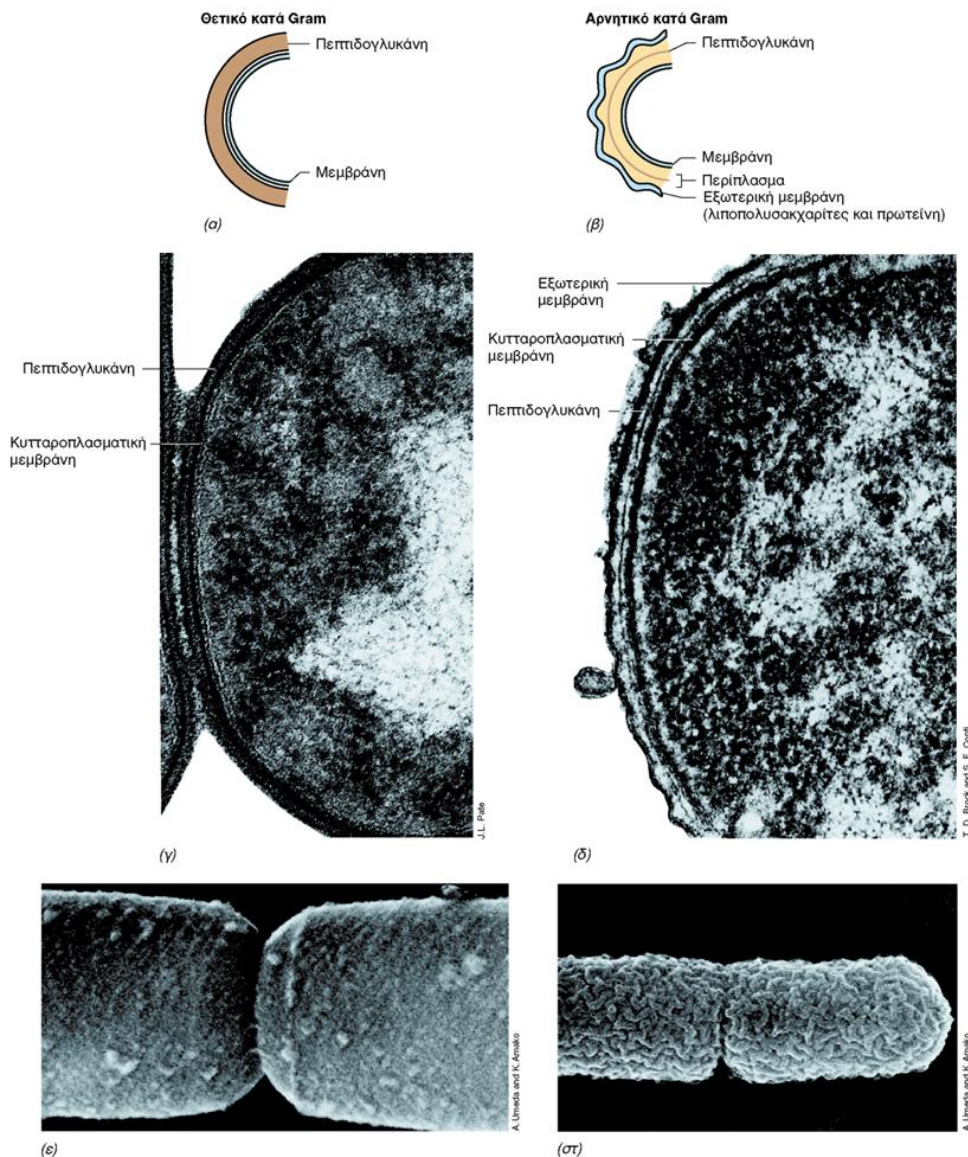


ΣΤΟΧΟΙ ΤΟΥ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

- Δομή κυτταρικού τοιχώματος



ΚΥΤΤΑΡΙΚΑ ΤΟΙΧΩΜΑΤΑ ΤΩΝ ΒΑΚΤΗΡΙΩΝ



Εικόνα 4.28: Κυτταρικά τοιχώματα των Βακτηρίων, (α, β) Σχεδιαγράμματα θετικών και αρνητικών κατά Gram κυτταρικών τοιχωμάτων, (γ) Ηλεκτρονικό μικρογράφημα που δείχνει το κυτταρικό τοίχωμα ενός θετικού κατά Gram Βακτηρίου, του *Arthrobacter crystallopoietes*. (δ) Ένα αρνητικό κατά Gram Βακτήριο, το *Leucothrix mucor*. (ε, στ) Ηλεκτρονικά μικρογραφήματα σάρωσης ενός Βακτηρίου θετικού κατά Gram (*Bacillus subtilis*) και ενός αρνητικού κατά Gram (*Escherichia coli*). Παρατηρήστε την υφή επιφανείας στα κύτταρα των (ε) και (στ). Διάμετρος ενός κυττάρου *B. subtilis* ή *E. coli*: περί το 1 μm .

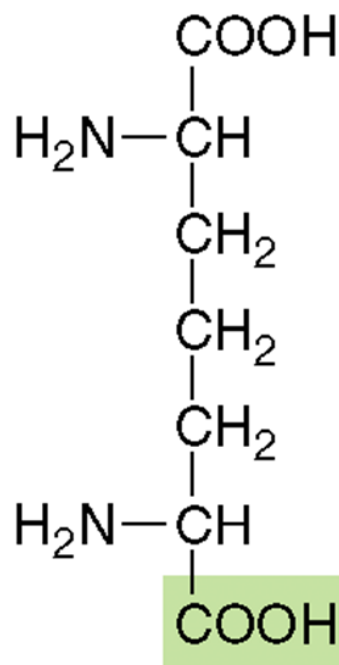


ΤΟ ΚΥΤΤΑΡΙΚΟ ΤΟΙΧΩΜΑ

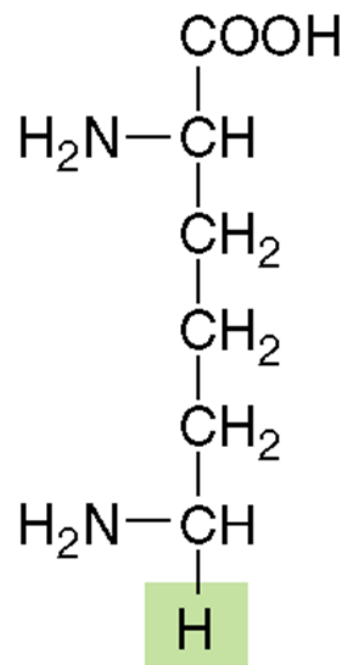
- Δεν είναι «ζωντανό» μέρος του κυττάρου
- Αντοχή και σχήμα κυττάρου
 - ❑ 2 atm στο εσωτερικό του κυττάρου!
- Συστατικά:
 - ❑ Πεπτιδογλυκάνη (Μουρεΐνη), δεν απαντάται σε ευκαρυωτικούς οργανισμούς
 - ❑ Αποτελείται από δύο αμινοσάκχαρα:
 - N-ακετυλογλυκοζαμίνη
 - N-ακετυλομουραμικό οξύ
 - Συνδέονται με τετραπεπτίδιο
 - ❑ Αμινοξέα: D-αλανίνη, L-αλανίνη, D-γλουταμικό οξύ, λυσίνη ή διαμινοπιμελικό οξύ
- Χαρακτηριστική σύνδεση αμινοσακχάρων:
 - ❑ Δεσμοί β-1,4
 - ❑ Πολυμερίζεται σε αλυσίδες
- Στη δομή του κ.τ. οφείλεται η διάκριση σε Gram+/-



ΔΙΑΜΙΝΟΠΙΜΕΛΙΚΟ ΟΞΥ, ΙΔΙΑΙΤΕΡΟ ΣΥΣΤΑΤΙΚΟ ΠΕΠΤΙΔΟΓΛΥΚΑΝΗΣ



(α)

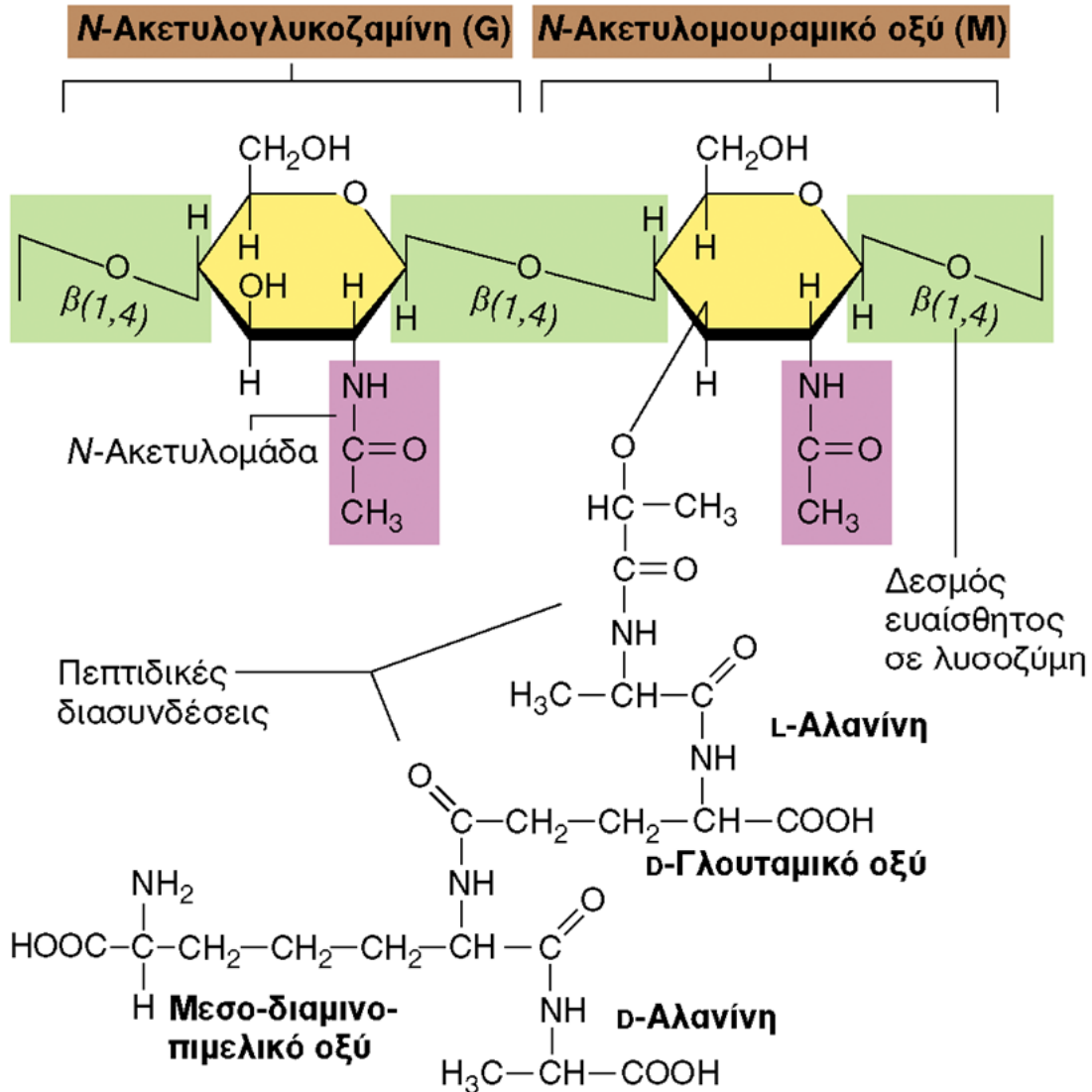


(β)

Εικόνα 4.29: (α) Διαμινοπιμελικό οξύ. (β) Λυσίνη. Η μόνη διαφορά μεταξύ των δύο μορίων υποδεικνύεται με πράσινο χρώμα.



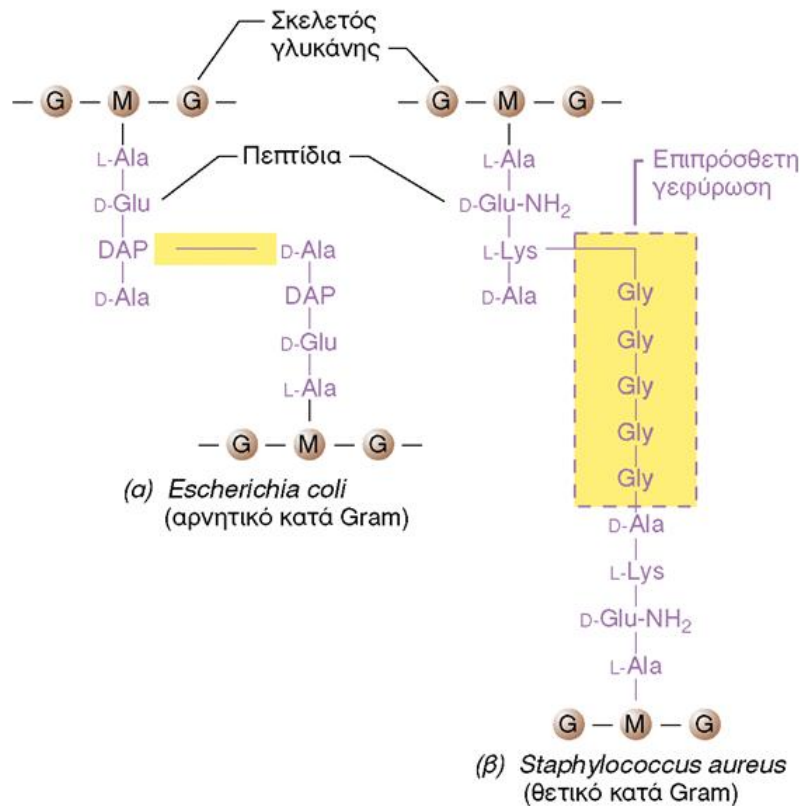
ΔΟΜΗ ΤΟΥ ΤΕΤΡΑΠΕΠΤΙΔΙΟΥ ΓΛΥΚΑΝΗΣ



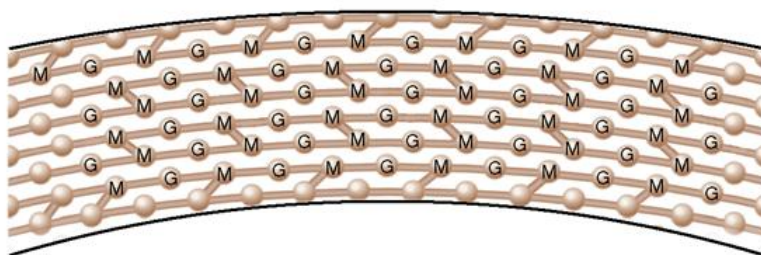
Εικόνα 4.30: Δομή του τετραπεπτιδίου γλυκάνης, μιας από τις επαναλαμβανόμενες μονάδες πεπτιδογλυκάνης στο βακτηριακό κυτταρικό τοίχωμα. Η ανωτέρω δομή απαντά στην *Escherichia coli* και, γενικότερα, στα περισσότερα αρνητικά κατά Gram βακτήρια. Υπάρχουν επίσης ορισμένα βακτήρια στα οποία απαντούν διαφορετικά αμινοξέα.



ΣΥΝΔΕΣΗ ΑΛΥΣΙΔΩΝ ΠΕΠΤΙΔΟΓΛΥΚΑΝΗΣ



Εικόνα 4.31: Τρόποι συνδυασμού των μονάδων πεπτιδίων και γλυκάνης κατά τον σχηματισμό του στρώματος της πεπτιδογλυκάνης. (α) Χωρίς πρόσθετες γεφυρώσεις (στα αρνητικά κατά Gram βακτήρια), (β) Με πρόσθετες γεφυρώσεις γλυκινών (στο θετικό κατά Gram βακτήριο *Staphylococcus aureus*), (γ) Συνολική εικόνα της δομής της πεπτιδογλυκάνης. Το διάγραμμα απεικονίζει διαδοχικές στρώσεις πεπτιδογλυκάνης διασυνδεδεμένες μεταξύ τους. Η πλήρης στιβάδα της πεπτιδογλυκάνης αποτελεί μια συνεχή περιοχή τέτοιων στρώσεων που περικλείει, στον τρισδιάστατο χώρο, το (κυλινδρικό ή σφαιρικό) κύτταρο. G, N-ακετυλογλυκοζαμίνη· M, N-ακετυλομουραμικό οξύ.



(γ)

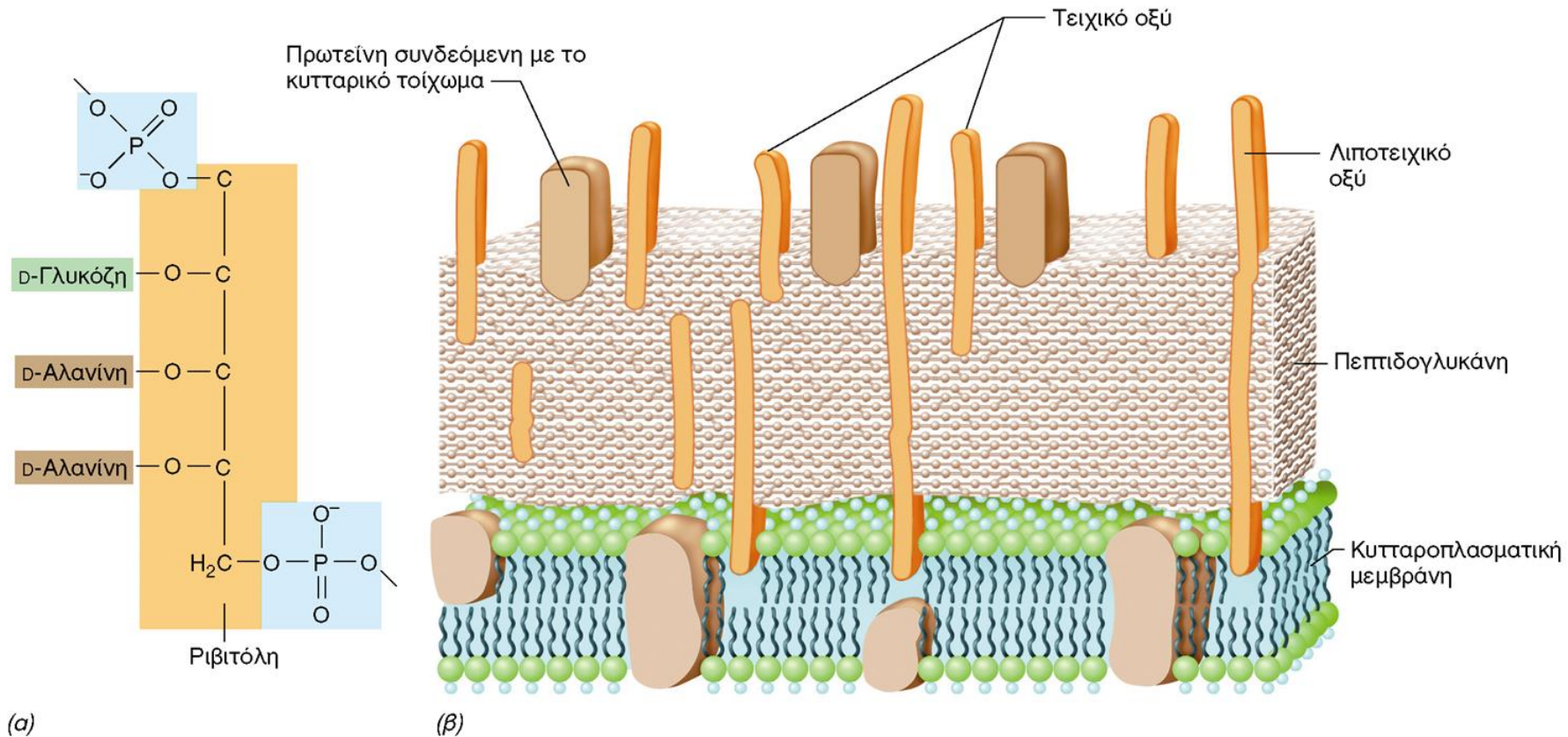


ΤΟ ΚΥΤΤΑΡΙΚΟ ΤΟΙΧΩΜΑ (2)

- Άλλα συστατικά: Τειχικά οξέα (Gram+):
όξινοι πολυσακχαρίτες
 - ❑ Πολυμερή φωσφορογλυκερόλης και φωσφοροριβιτόλης, σακχάρων, D-αλανίνης
 - ❑ Αρνητικά φορτισμένα, ελκύουν κατιόντα: βοηθούν στη μεταφορά μορίων
 - ❑ Διάταση κυττάρου (αύξηση, διαίρεση), ρυθμίζουν αυτολυσίνες
 - ❑ Ορισμένα συνδέονται με λιπίδια



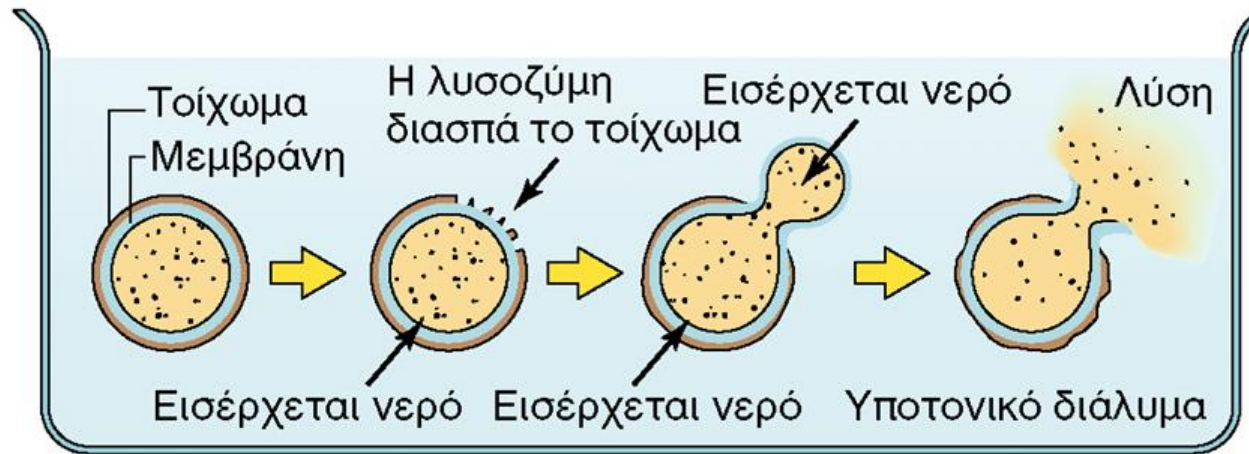
ΤΕΙΧΙΚΑ ΟΞΕΑ ΚΑΙ ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΔΟΜΗ ΤΟΥ ΘΕΤΙΚΟΥ ΚΑΤΑ GRAM ΚΥΤΤΑΡΙΚΟΥ ΤΟΙΧΩΜΑΤΟΣ



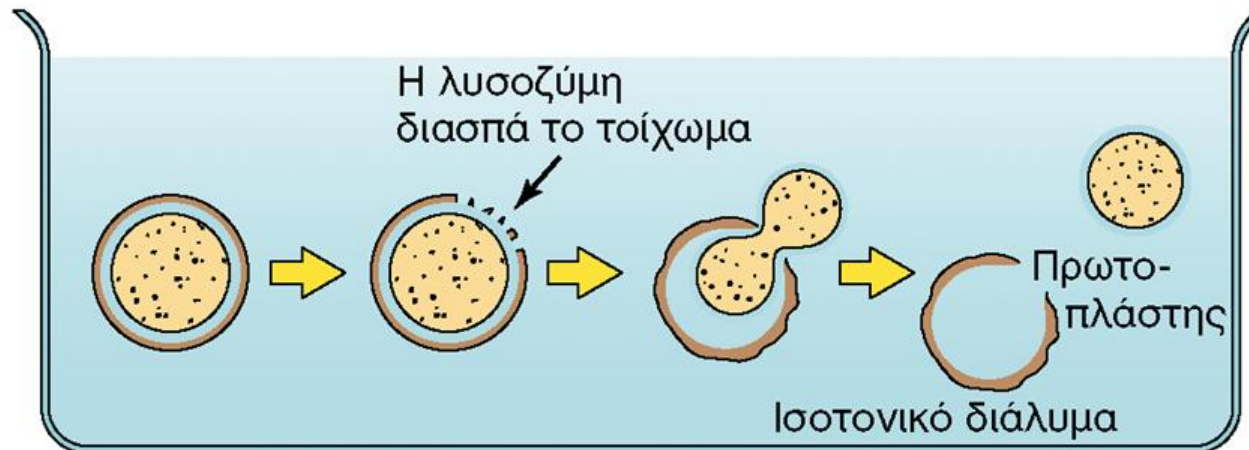
Εικόνα 4.32: Τειχικά οξέα και συνολική δομή του θετικού κατά Gram κυτταρικού τοιχώματος. (α) Δομή του τειχικού οξέος ριβιτόλη του *Bacillus subtilis*. Το τειχικό οξύ είναι ένα πολυμερές αποτελούμενο από τις επαναλαμβανόμενες μονάδες ριβιτόλης, που απεικονίζονται εδώ. (β) Συνοπτικό διάγραμμα της δομής του τοιχώματος.



ΠΡΩΤΟΠΛΑΣΤΕΣ



(α)



(β)

Εικόνα 4.33:

Πρωτοπλάστες, (α) Σε αραιό διάλυμα, η λύση του κυτταρικού τοιχώματος απελευθερώνει τον πρωτοπλάστη, ο οποίος όμως λύεται αμέσως επειδή η κυτταροπλασματική μεμβράνη είναι πολύ ευπαθής, (β) Σε διάλυμα που περιέχει ισοτονική συγκέντρωση μιας διαλυμένης ουσίας όπως η σακχαρόζη, το νερό δεν μπορεί να εισέλθει και ο πρωτοπλάστης παραμένει αδιάρρηκτος. Η λυσοζύμη διασπά τους β-1,4-γλυκοζιτικούς δεσμούς της πεπτιδογλυκάνης (βλ. Εικόνα 4.30).



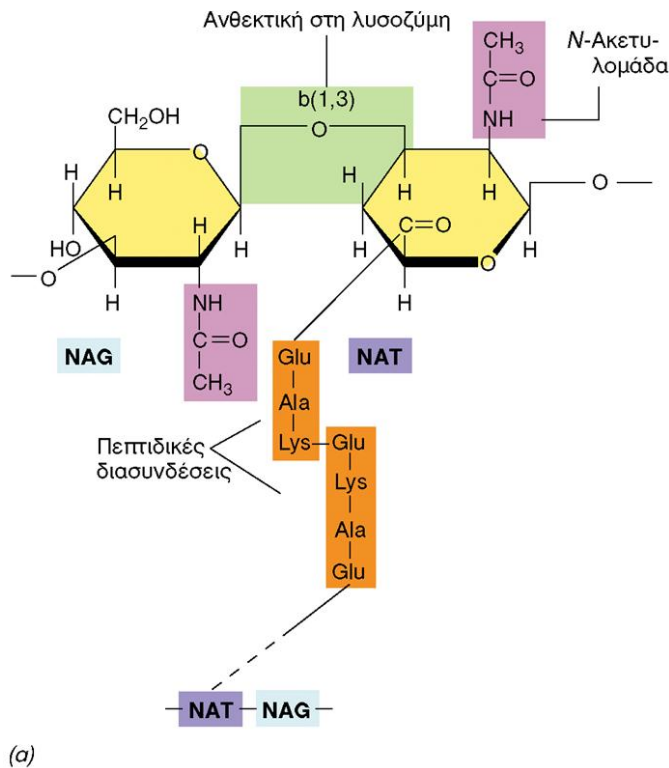
ΚΥΤΤΑΡΙΚΟ ΤΟΙΧΩΜΑ ΑΡΧΑΙΩΝ

- Ψευδοπεπτιδογλυκάνη, παρόμοια με πεπτιδογλυκάνη.
 - ❑ Διαφορές:
 - Δεσμός $\beta(1,3)$
 - NAT αντί NAM

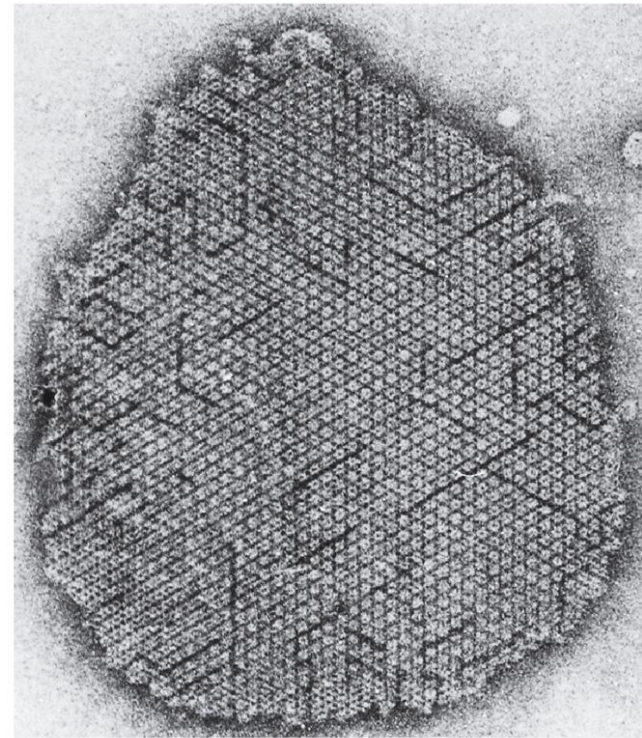
- Σε κάποια είδη: πολυσακχαρίτες, γλυκοπρωτεΐνες, πρωτεΐνες σε στιβάδα κρυστάλλων (στιβάδα S)
 - ❑ Εξαγωνική συμμετρία
 - ❑ Και σε κάποια *Βακτήρια*



ΨΕΥΔΟΠΕΠΤΙΔΟΓΛΥΚΑΝΗ ΚΑΙ ΣΤΙΒΑΔΕΣ S.



(a)



Susan F. Koval

(β)

Εικόνα 4.34: Ψευδοπεπτιδογλυκάνη και στιβάδες S. (α) Δομή της ψευδοπεπτιδογλυκάνης, πολυμερούς του κυτταρικού τοιχώματος διαφόρων ειδών του *Methanobacterium*. Παρατηρήστε την ομοιότητα με τη δομή πεπτιδογλυκάνης της Εικόνας 4.30, ιδιαίτερα ως προς τις πεπτιδικές διασυνδέσεις, οι οποίες εδώ διασυνδέουν ομάδες N-ακετυλοταλοζαμινουρονικού (NAT) και όχι μουραμικού οξέος. (β) Ηλεκτρονικό μικρογράφημα διέλευσης ενός τμήματος στιβάδας S, που δείχνει την παρακρυσταλλική φύση αυτής της στιβάδας κυτταρικού τοιχώματος. Η εικονιζόμενη στιβάδα S ανήκει στον προκαρυωτικό οργανισμό *Aquaspirillum serpens* (είδος βακτηρίου) και εμφανίζει, όπως και πολλές στιβάδες S των Αρχαίων, εξαγωνική συμμετρία.



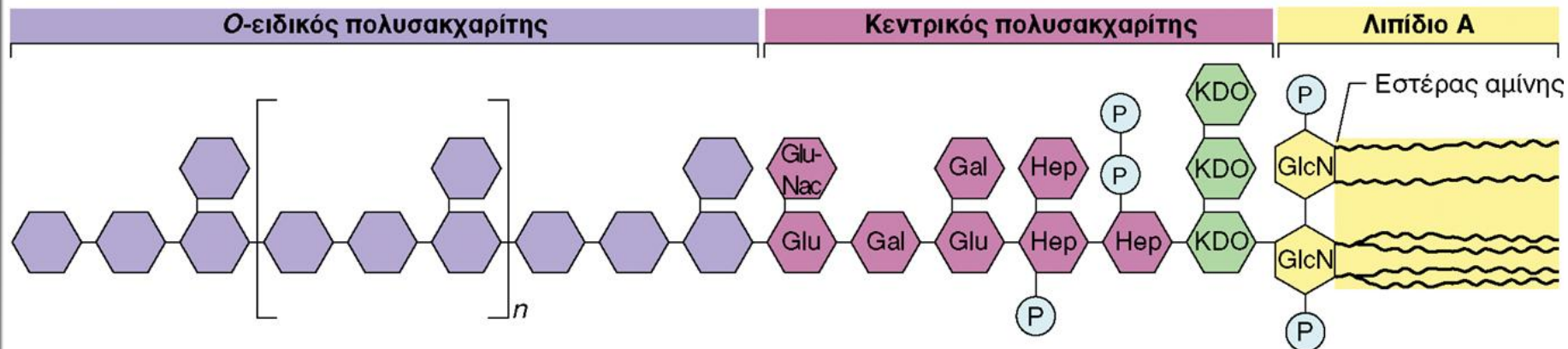
Η ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΜΕΜΒΡΑΝΗ ΤΩΝ GRAM- ΒΑΚΤΗΡΙΩΝ

- Επίστρωση με Λιποπολυσακχαρίδια (στιβάδα LPS), σαν δεύτερη μεμβράνη
 - ❑ Κύριο συστατικό (80%) του κυτταρικού τοιχώματος
 - ❑ Ποικίλη δομή, με πολυσακχαρίτες, πρωτεΐνες
 - ❑ Αντιγονική εξειδίκευση κυττάρου, σερότυποι
 - ❑ Ενδοτοξίνες *Salmonella*, *Shigella*, *Escherichia*



ΔΟΜΗ ΤΟΥ ΛΙΠΟΠΟΛΥΣΑΚΧΑΡΙΤΗ(LPS)

ΤΩΝ ΑΡΝΗΤΙΚΩΝ ΚΑΤΑ GRAM ΒΑΚΤΗΡΙΩΝ



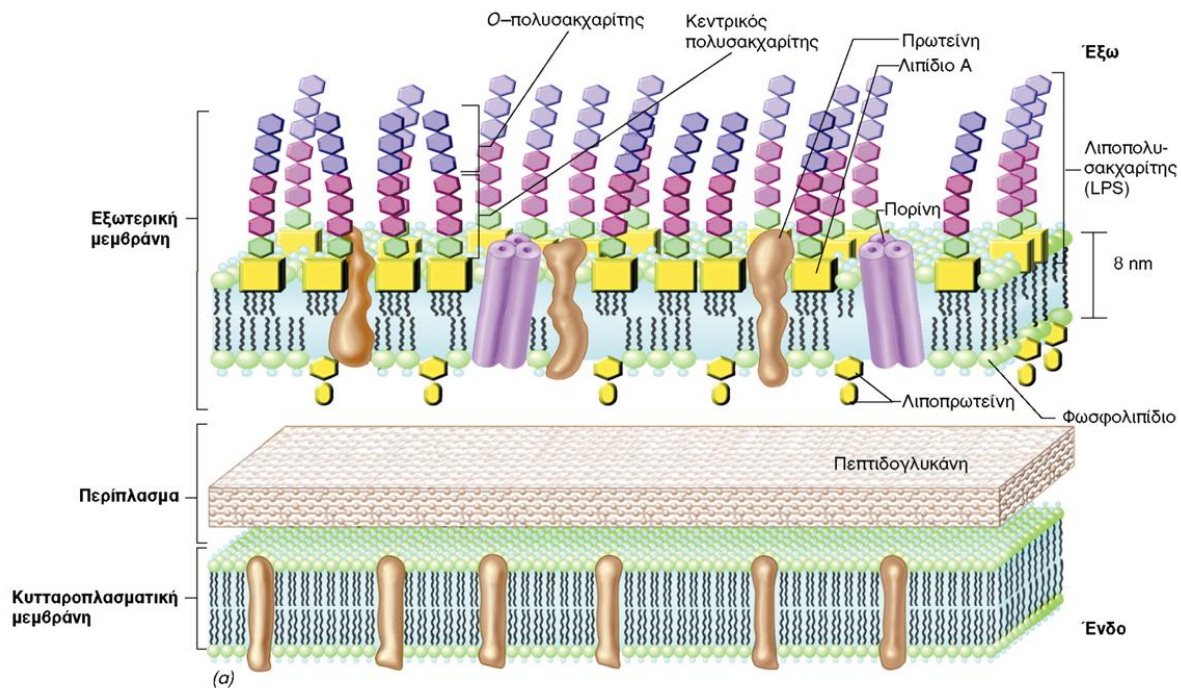
Εικόνα 4.35: Δομή του λιποπολυσακχαρίτη (LPS) των αρνητικών κατά Gram βακτηρίων. Η ακριβής χημεία του λιπιδίου A και των πολυσακχαριτικών συστατικών διαφέρει στα διάφορα είδη των αρνητικών κατά Gram βακτηρίων, αλλά η σειρά σύνδεσης των κύριων ομάδων (λιπίδιο A-KDO-κεντρικός πολυσακχαρίτης-O-ειδικός πολυσακχαρίτης) παραμένει η ίδια. KDO, κετοδεοξυοκτονικό· Hep, επτόζη· Glu, γλυκόζη· Gal, γαλακτόζη· GluNac, N-ακετυλογλυκοζαμίνη· GlcN, γλυκοζαμίνη· P, φωσφορικό. Η γλυκοζαμίνη και τα λιπαρά οξέα του λιπιδίου A συνδέονται μεταξύ τους με αμινοεστερικό δεσμό. Το τμήμα λιπιδίου A του LPS αποτελεί το λεγόμενο σύμπλεγμα ενδοτοξίνης το οποίο μπορεί να είναι τοξικό για τα ζώα (Δεσμός με Τμήμα 21.12). Συγκρίνετε, επίσης, την Εικόνα 4.35 με τις Εικόνες 4.36 και 4.37, και προσέξτε ότι ο χρωματικός κώδικας που αποδίδει τη σειρά των τμημάτων του LPS είναι ίδιος στις Εικόνες 4.35 και 4.36.

Χημική δομή:

- Αλυσίδα ετεροπολυσακχαριδίων συνδεδεμένη με γλυκολιπίδιο
- Βασικό τμήμα (core) και αλυσίδα με O-εξειδίκευση (ποικίλλει ανάμεσα στα είδη Βακτηρίων)
- Σάκχαρα, διακλαδώσεις, δεσμοί O-αλυσίδας: σερότυπος

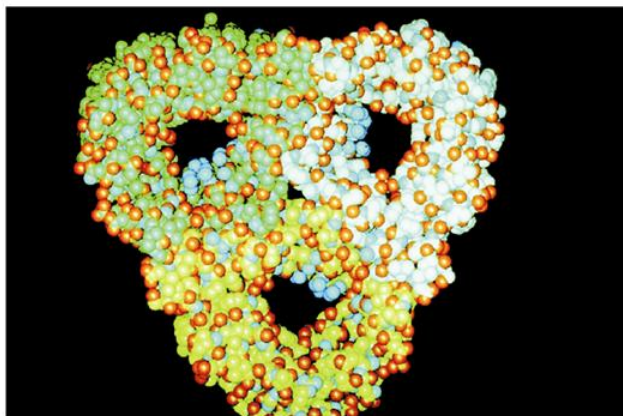


ΤΟ ΚΥΤΤΑΡΙΚΟ ΤΟΙΧΩΜΑ ΑΡΝΗΤΙΚΩΝ ΚΑΤΑ GRAM ΒΑΚΤΗΡΙΩΝ



Εικόνα 4.36: Το αρνητικό κατά Gram κυτταρικό τοίχωμα. Αν και συχνά αποκαλείται η «δεύτερη λιπιδική διπλοστιβάδα», η χημεία και η αρχιτεκτονική της εξωτερικής μεμβράνης διαφέρουν σημαντικά από τις αντίστοιχες της κυτταροπλασματικής μεμβράνης, (α) Διάταξη λιποπολυσακχαρίτη, λιπιδίου Α, φωσφολιπιδίων, πορινών, και λιποπρωτεΐνών στην εξωτερική μεμβράνη.

(Για λεπτομέρειες της δομής του LPS, βλ. Εικόνα 4.35). Το λιπίδιο Α μπορεί να είναι τοξικό για τον άνθρωπο, οπότε αναφέρεται ως ενδοτοξίνη (Δεσμός με τμήμα 21.12). (β) Μοριακό μοντέλο πορίνης. Παρατηρήστε την ύπαρξη τριών πόρων που κάθε ένας σχηματίζεται από ένα μόριο πορίνης. Η όψη που βλέπουμε είναι κάθετη προς το επίπεδο της μεμβράνης, ενώ το μοντέλο βασίζεται στην ανάλυση περιθλασιγράμματος ακτίνων Χ της πορίνης του *Rhodobacter blasticus*.

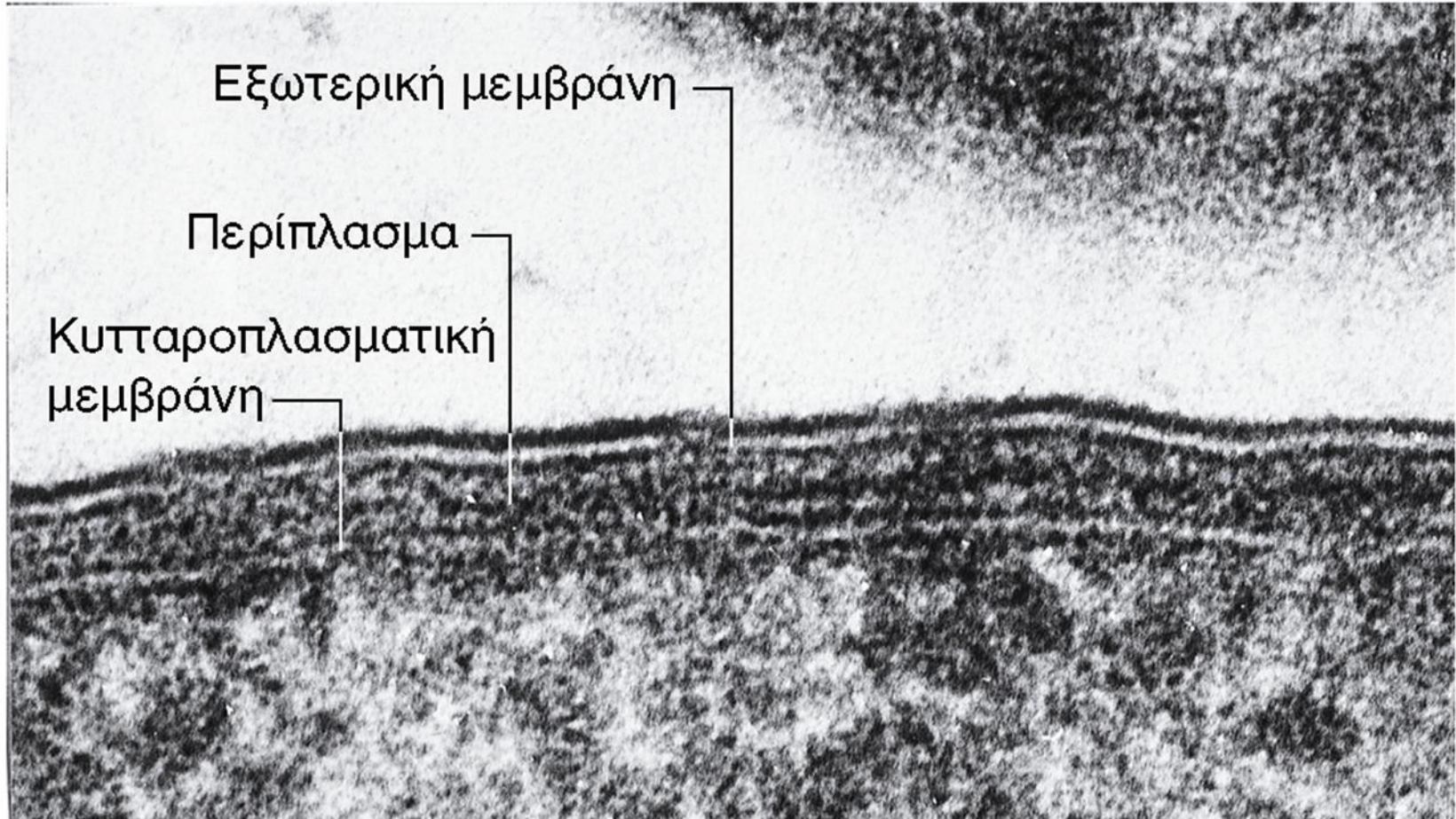


Georg E. Schulz

(β)



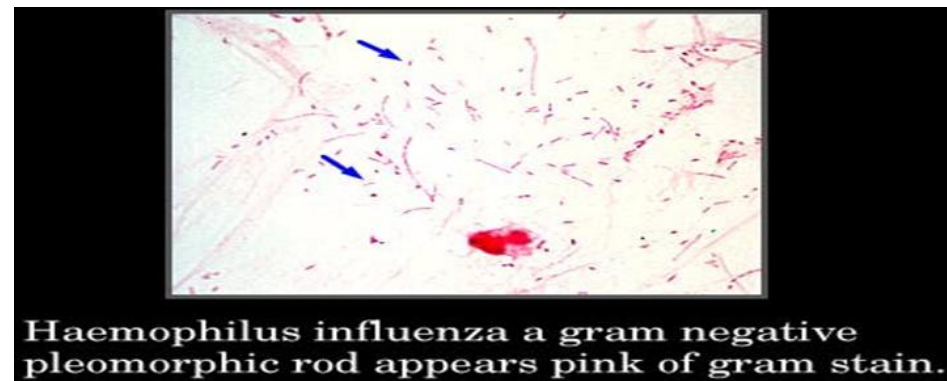
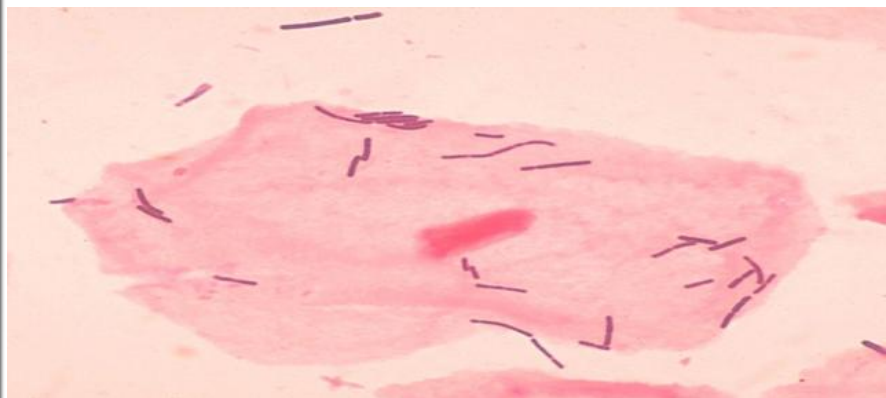
ΛΕΠΤΗ ΤΟΜΗ ΤΟΥ ΚΥΤΤΑΡΙΚΟΥ ΦΑΚΕΛΟΥ ΤΗΣ *ESCHERICHIA COLI*



Εικόνα 4.37: Λεπτή τομή του κυτταρικού φακέλου της *Escherichia coli*, υπό μεγάλη μεγέθυνση, όπου φαίνεται το πήκτωμα του περιπλάσματος, μεταξύ κυτταροπλασματικής και εξωτερικής μεμβράνης. Τα μεγάλα, σκοτεινά σωματίδια στο κυτταρόπλασμα είναι ριβοσώματα.



ΟΙ ΠΡΟΚΑΡΥΩΤΙΚΟΙ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΙ



- Αντίδραση στη χρώση Gram και δομή κυτταρικών τοιχωμάτων
 - ☐ Χρώση Gram (+ και -): διαγνωστικό χαρακτηριστικό



ΟΙ ΠΡΟΚΑΡΥΩΤΙΚΟΙ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΙ(2)

- Αντίδραση κατά Gram και δομή κυτταρικού τοιχώματος:

Αντίδραση	Πεπτιδογλυκάνη	Τειχικά οξέα	ΛΠΣ	Λιπίδια	Πρωτεΐνη
Θετικά	40-50%	+	-	2%	~10%
Αρνητικά	5-15%	-	+	20%	~60%

- Η διαφορά στη χρώση οφείλεται στη πεπτιδογλυκάνη: στα +, παχύ στρώμα εμποδίζει έκπλυση συμπλέγματος ιωδίου-κρυσταλλικού ιώδους και βάφονται μπλε



ΛΕΞΕΙΣ - ΚΛΕΙΔΙΑ

- Πεπτιδογλυκάνη
- Τειχικά οξέα
- Πρωτοπλάστες
- Κυτταρικό τοίχωμα Αρχαίων
- Εξωτερική μεμβράνη Gram- βακτηρίων



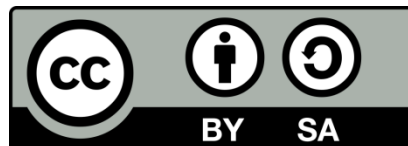
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ❑ Βιολογία Των Μικροοργανισμών –
Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης, Κεφάλαιο 4,
ενότητα β΄.



Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδεια χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.





Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο την αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ
επένδυση στην κοινωνία της γνώσης
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ
2007-2013
πρόγραμμα για την ανάπτυξη
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ



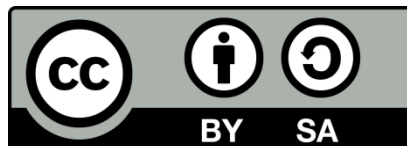
Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής, Γεωργακόπουλος Δ., Ζερβάκης Γ., Ταμπακάκη Αν. «Γενική Μικροβιολογία». Έκδοση: 1.0. Αθήνα 2015. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση:
<https://mediasrv.aua.gr/eclass/courses/PREDCS100/>



Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Παρόμοια Διανομή 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων, π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



Η άδεια αυτή ανήκει στις άδειες που ακολουθούν τις προδιαγραφές του Ορισμού Ανοικτής Γνώσης [2], είναι ανοικτό πολιτιστικό έργο [3] και για το λόγο αυτό αποτελεί ανοικτό περιεχόμενο [4].

[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

[2] <http://opendefinition.org/okd/ellinika/>

[3] <http://freedomdefined.org/Definition/EI>

[4] <http://opendefinition.org/buttons/>



Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
 - το Σημείωμα Αδειοδότησης
 - τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
 - το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)
- μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.