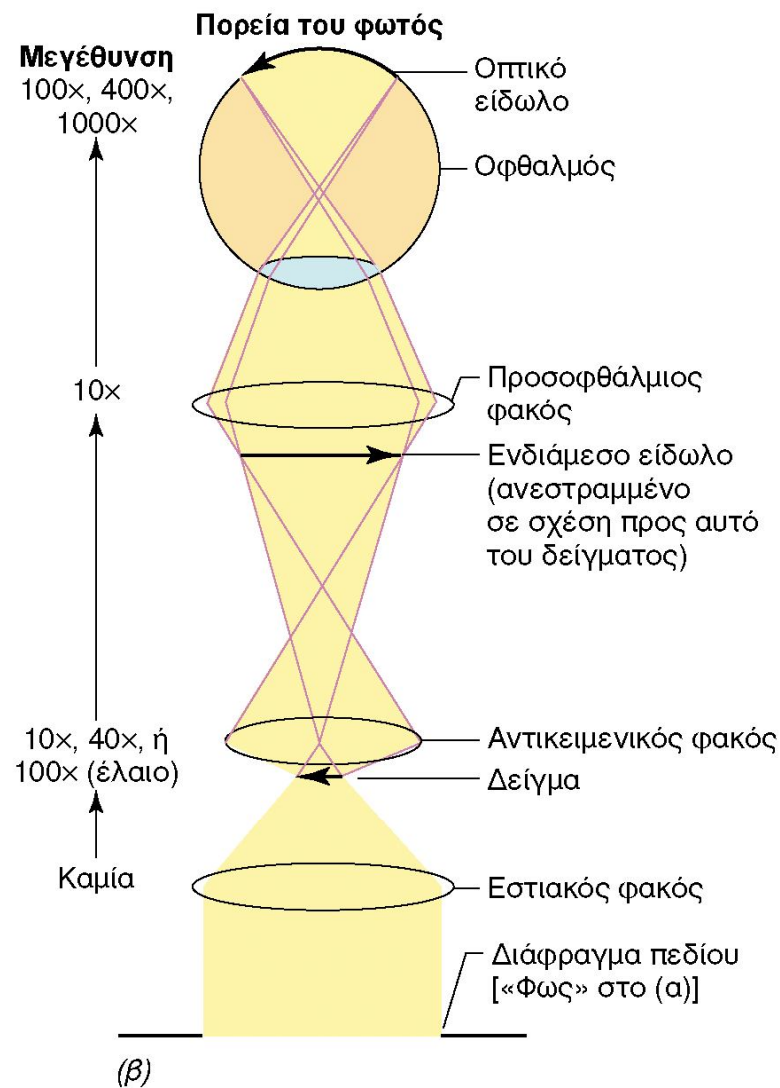
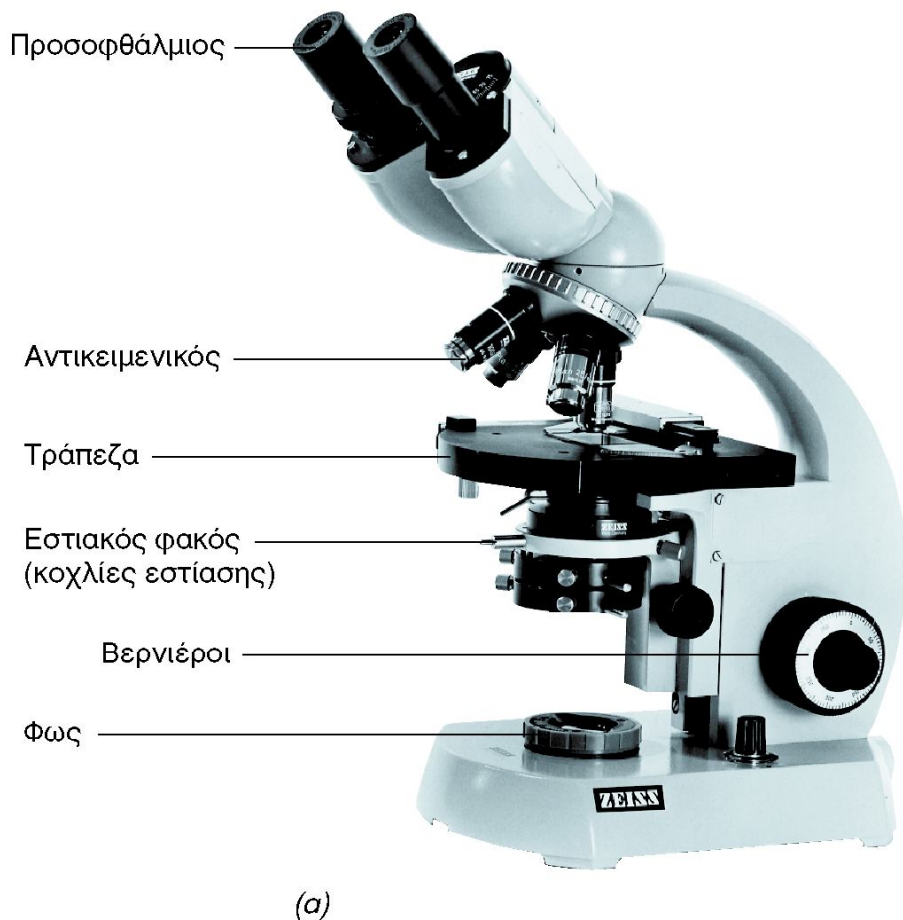


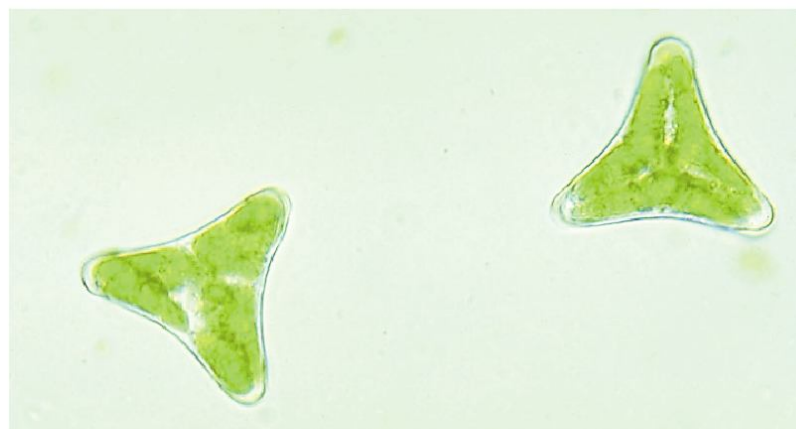
ΚΥΤΤΑΡΙΚΗ ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ

4

Οι μικροοργανισμοί περιέχουν έναν αριθμό δομών που επιτρέπουν τη συνύπαρξή τους με άλλους μικροοργανισμούς και με ανώτερους οργανισμούς. Μία από αυτές τις δομές είναι το μαστίγιο, μια συσκευή όμοια με προπέλα που δίνει στο κύτταρο την ικανότητα αυτόνομης κίνησης. Στην εικόνα φαίνεται μια αποικία του αυτοκινούμενου φωτοτροφικού βακτηρίου *Rhodospirillum rubrum*. Το βακτήριο αυτό μπορεί να αντιλαμβάνεται το φως (εδώ, έρχεται από τη δεξιά πλευρά της εικόνας), με αποτέλεσμα μια ολόκληρη αποικία ενεργών κολυμβητικών κυττάρων να κινείται προς το φως. Αυτή η απόκριση καλείται *φωτοτακτισμός*. Ο φωτοτακτισμός και άλλοι παρόμοιοι τακτισμοί αποτελούν παραδείγματα περιβαλλοντικών αποκρίσεων που δείχνουν σαφέστατα ότι ακόμη και «απλοί» οργανισμοί, όπως τα βακτήρια, μπορούν να ανταποκρίνονται σε ερεθίσματα του περιβάλλοντός τους.

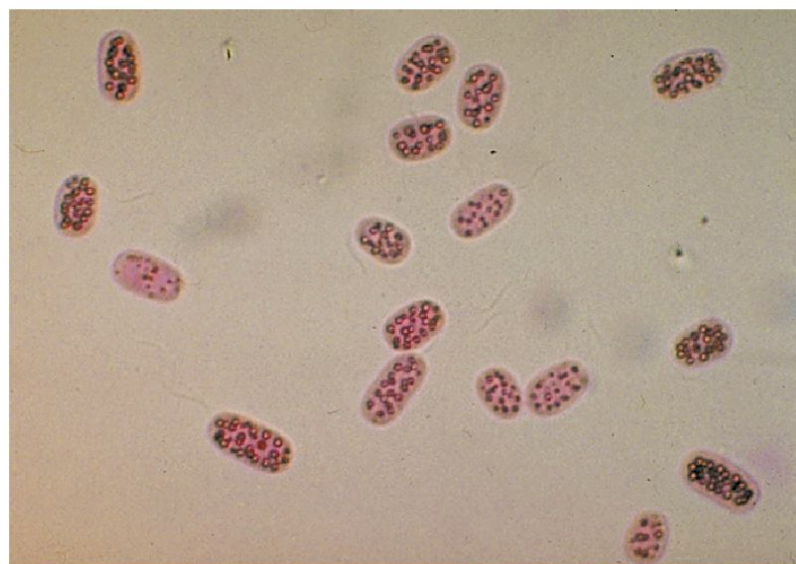


Εικόνα 4.1 (α) Σύνθετο οπτικό μικροσκόπιο. Υποδεικνύονται ορισμένα βασικά μέρη του. (β) Πορεία του φωτός διά μέσου του σύνθετου οπτικού μικροσκοπίου. Εκτός των 10X, υπάρχουν και προσοφθάλμιοι φακοί των 15-30X.



T. D. Brock

(a)



Norbert Pfennig

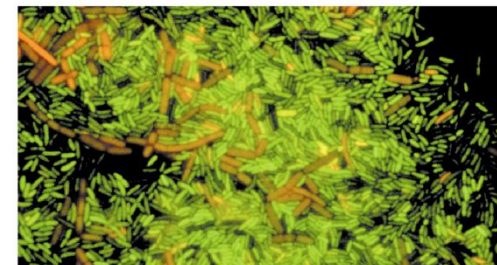
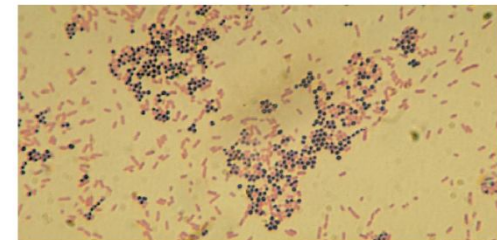
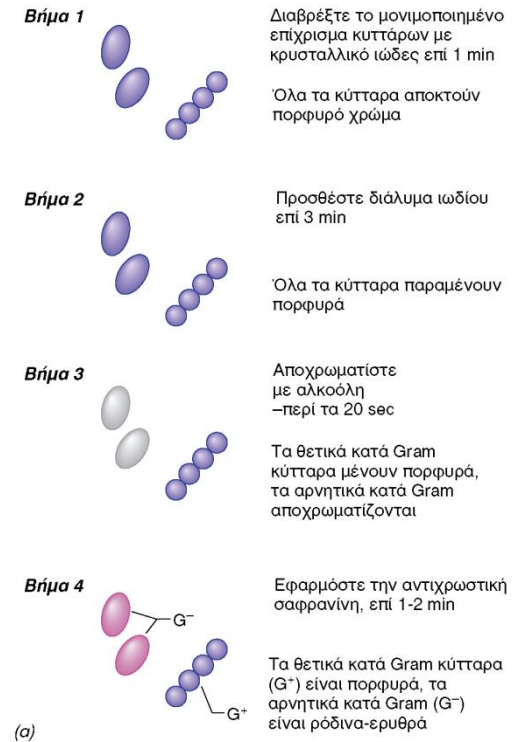
(β)

Εικόνα 4.2 Μικροφωτογραφίες χρωσμένων μικροοργανισμών που έχουν ληφθεί με μικροσκόπιο φωτεινού πεδίου. (α) Ένα χλωροφύκος (ευκαρυώτης). (β) Ένα πορφυρό φωτοτροφικό βακτήριο (προκαρυώτης). Τα κύτταρα του χλωροφύκου έχουν διάμετρο περί τα 15 μm , ενώ τα βακτηριακά κύτταρα έχουν διάμετρο περί τα 5 μm .

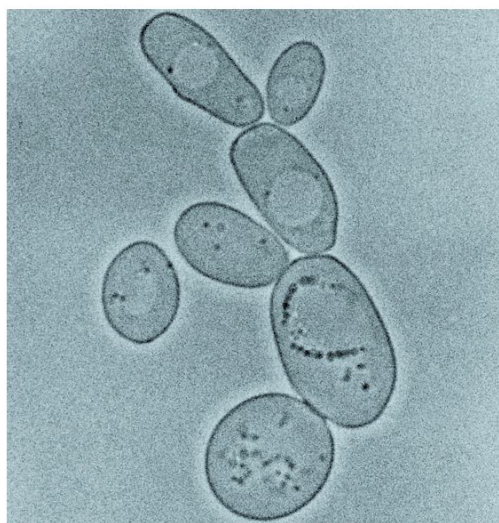


Εικόνα 4.3

Χρώση κυττάρων για μικροσκοπική παρατήρηση.

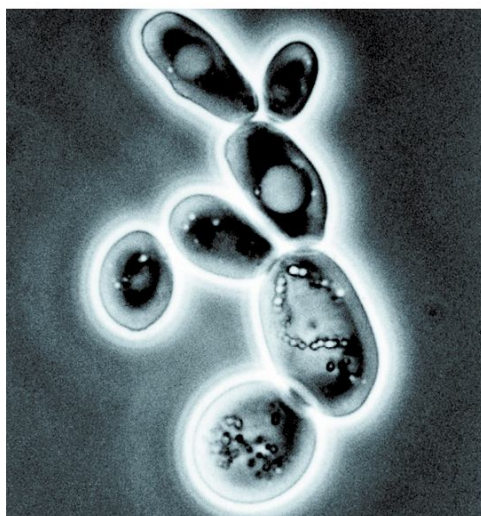


Εικόνα 4.4 Χρώση κατά Gram. (α) Βήματα στη διαδικασία της χρώσης κατά Gram. (β) Μικροφωτογραφία θετικών κατά Gram (πορφυρό-κυανό) και αρνητικών κατά Gram (ερυθρό-ρόδινο) βακτηρίων που έχουν υποστεί χρώση κατά Gram: πρόκειται, αντιστοίχως, για τα είδη *Staphylococcus aureus* και *Escherichia coli*. (γ) Μικροφωτογραφία κυττάρων *Pseudomonas aeruginosa* (αρνητικό κατά Gram, πράσινο) και *Bacillus cereus* (θετικό κατά Gram, πορτοκαλί) μετά από χρώση με την μέθοδο **LIVE Bac Light™**. Η μέθοδος αυτή επιτρέπει τη διάκριση μεταξύ θετικών κατά Gram και αρνητικών κατά Gram κυττάρων σε ένα και μόνο βήμα χρώσης.



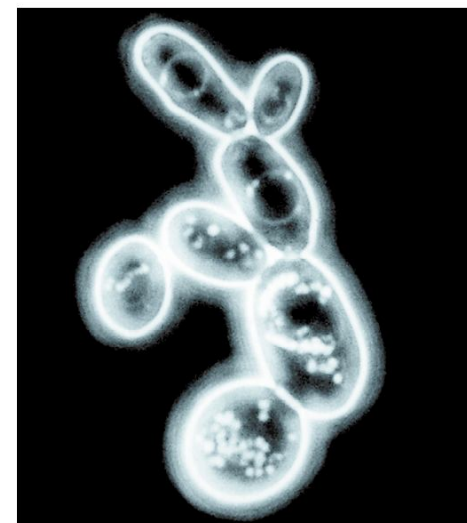
M.T. Madigan

(a)



M.T. Madigan

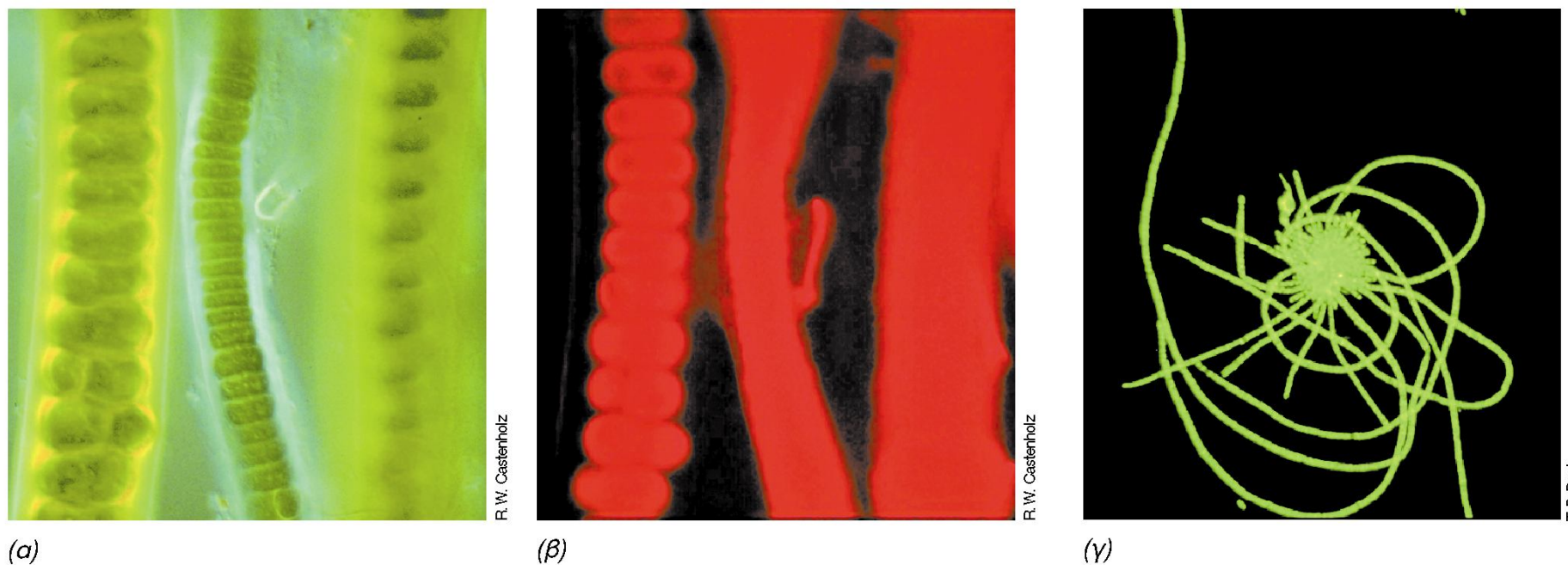
(β)



M.T. Madigan

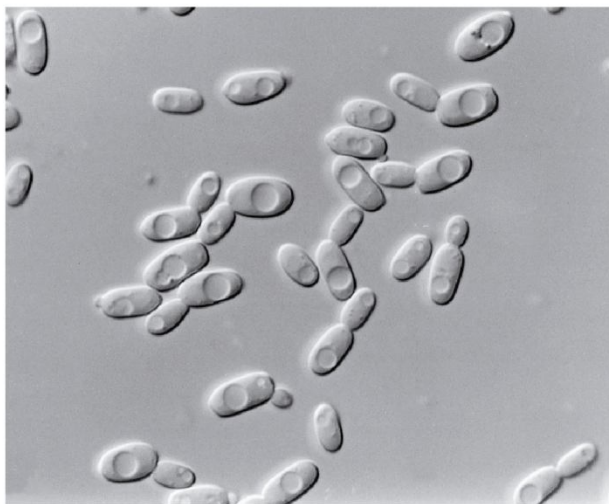
(γ)

Εικόνα 4.5 Μικροφωτογραφίες του ίδιου πεδίου κυττάρων του ζυμομύκητα *Saccharomyces cerevisiae*, που έχουν ληφθεί με τρεις διαφορετικούς τύπους οπτικού μικροσκοπίου· (a) φωτεινού πεδίου, (β) αντίθεσης φάσεων, (γ) σκοτεινού πεδίου. Μέση διάμετρος κυττάρων: 8-10 μm .



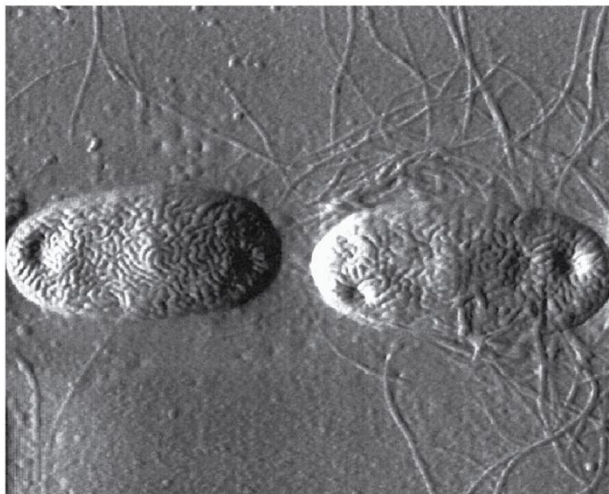
Εικόνα 4.6

Μικροφωτογραφίες διαφόρων μικροοργανισμών, από μικροσκοπία φθορισμού. (α, β) Κυανοβακτήρια. (α) Κύτταρα παρατηρούμενα με μικροσκοπία φωτεινού πεδίου. (β) Τα ίδια κύτταρα παρατηρούμενα μέσω φθορισμού, μετά από έκθεση σε φως μήκους κύματος 546 nm: το ερυθρό χρώμα οφείλεται σε αυτοφθορισμό της χλωροφύλλης και άλλων χρωστικών. (γ) Κύτταρα του νηματοειδούς Βακτηρίου *Leucothrix mucor*, χρωσμένα με τη φθορίζουσα χρωστική «πορτοκαλί της ακριδίνης», η οποία φθορίζει στο πράσινο. Τα κύτταρα αυτά έχουν διάμετρο 3 μm και μπορεί να φθάσουν σε μήκος μεγαλύτερο των 100 μm.



Linda Barnett and James Barnett

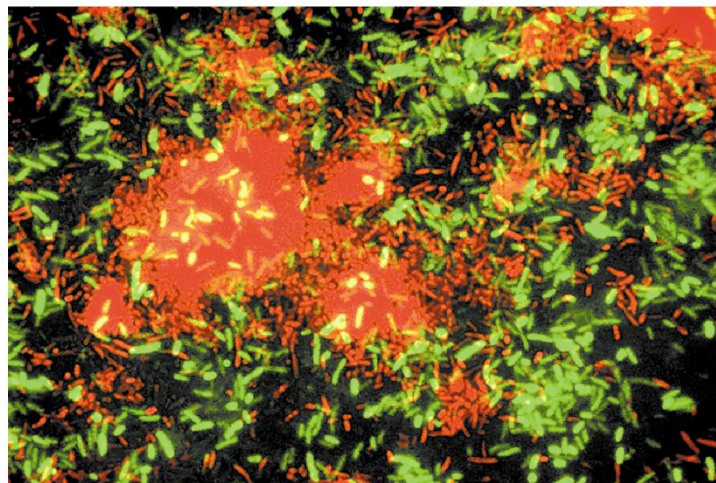
(α)



Suzanne Kelly

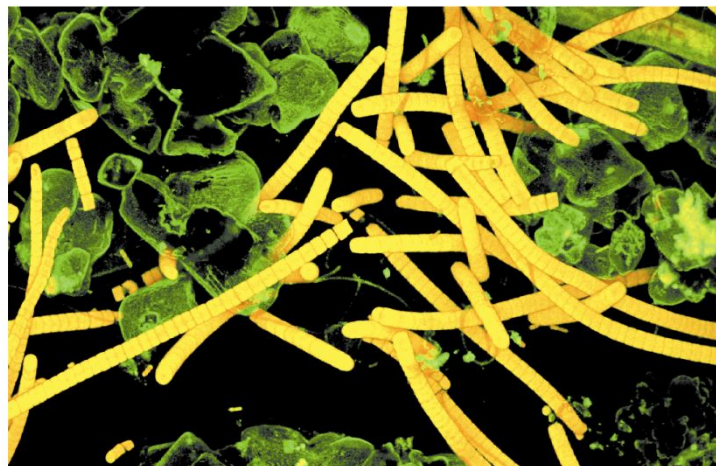
(β)

Εικόνα 4.7 Τριδιάστατη απεικόνιση κυττάρων (α) με μικροσκοπία αντίθεσης συμβολής, και (β) με μικροσκοπία ατομικής δύναμης. Τα κύτταρα ζυμομύκητα στο (α) έχουν διάμετρο περί τα 8 μm . Παρατηρήστε πόσο ευκρινής είναι ο πυρήνας των κυττάρων αυτών (πρβλ. Εικόνα 4.7α με Εικόνα 4.5α). Τα βακτηριακά κύτταρα στο (β) έχουν μήκος περί τα 2,2 μm . Το μικρογράφημα έχει ληφθεί από φυσικό βιοφίλμ που αναπτύχθηκε στην επιφάνεια αντικειμενοφόρου, η οποία εμβαπτίσθηκε επί 24 h σε ποτίστρα σκύλου, αφέθηκε να στεγνώσει, και παρατηρήθηκε με μικροσκόπιο ατομικής δύναμης.



Subramanian Karthikeyan

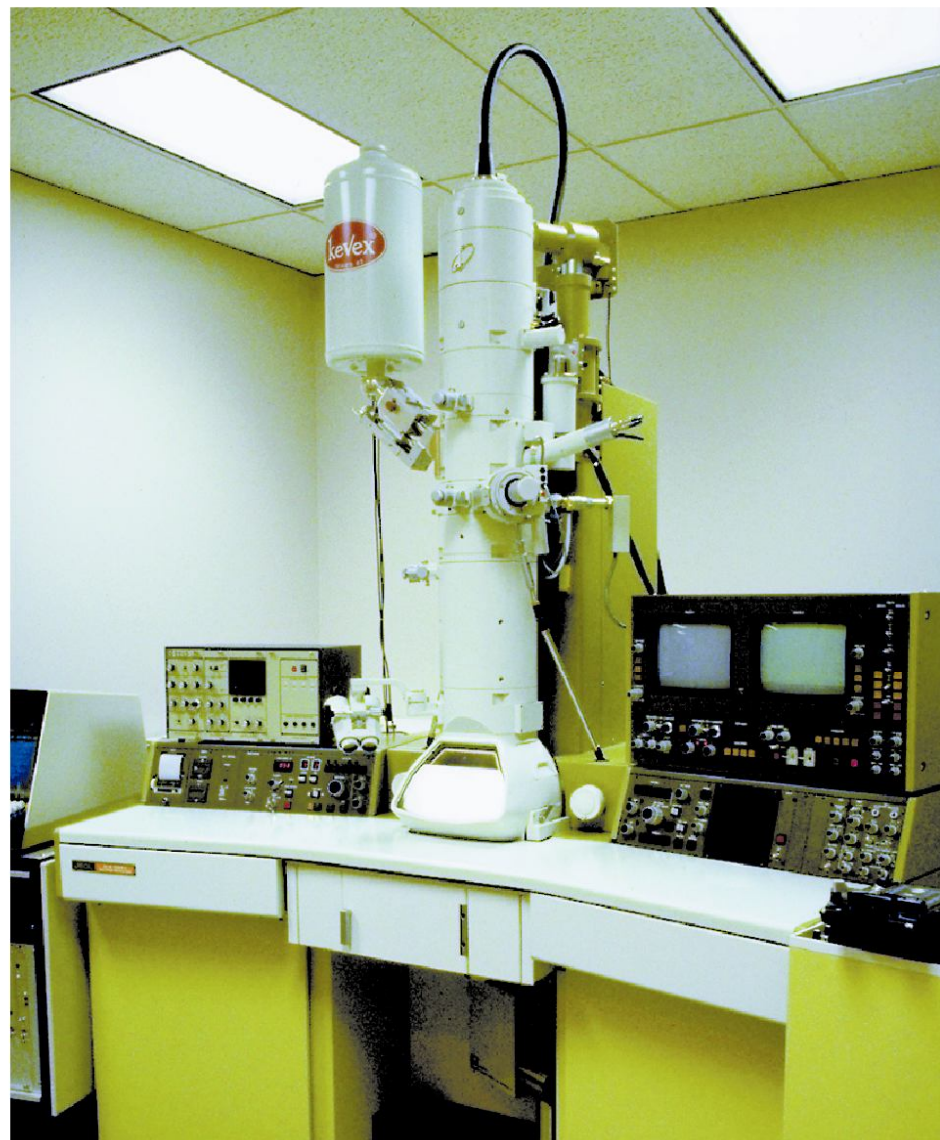
(a)



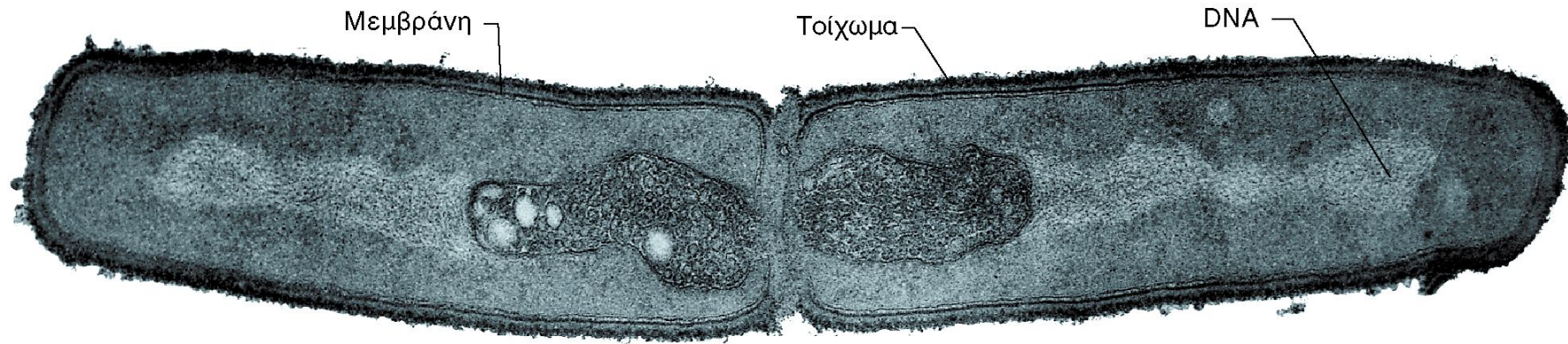
Gernot Atp and Christian Boeker, Carl Zeiss, Jena

(β)

Εικόνα 4.8 Μικροσκοπία συνεστιακής σάρωσης με λέιζερ. (α) Συνεστιακή εικόνα μιας μικτής κοινωνίας μικροβιακού βιοφίλμ, καλλιεργημένου υπό εργαστηριακές συνθήκες. Τα πράσινα, ραβδόσχημα κύτταρα είναι *Pseudomonas aeruginosa*, που είχαν εισαχθεί στο βιοφίλμ πειραματικά. Σε διαφορετικά επίπεδα βάθους στο βιοφίλμ, υπάρχουν και άλλα είδη κυττάρων, που φαίνονται με διαφορετικό χρώμα. (β) Συνεστιακό μικρογράφημα νηματοειδούς κυανοβακτηρίου που αναπτύσσεται σε λίμνη πλούσια σε ανθρακικό νάτριο.



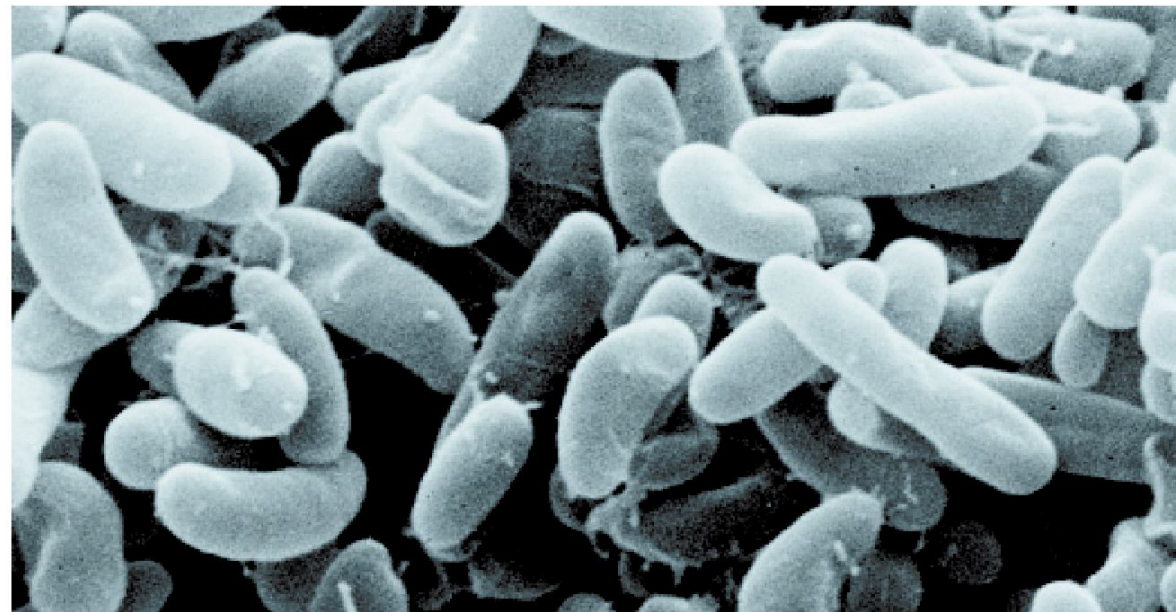
Εικόνα 4.9 Ηλεκτρονικό μικροσκόπιο. Το συγκεκριμένο όργανο λειτουργεί τόσο ως ηλεκτρονικό μικροσκόπιο διέλευσης όσο και ως ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σάρωσης.



Stanley C. Holt

(α)

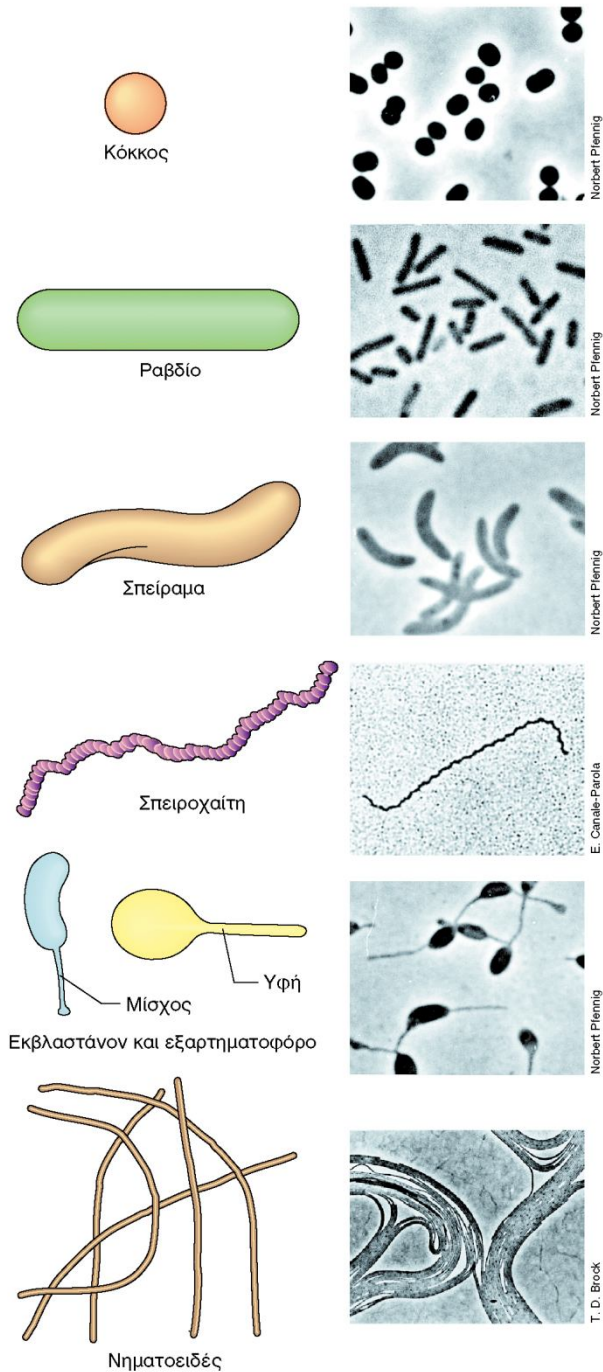
Εικόνα 4.10 Ηλεκτρονικά μικρογραφήματα βακτηριακών κυττάρων που έχουν ληφθεί (α) με ηλεκτρονικό μικροσκόπιο διέλευσης και (β) με ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σάρωσης. (α) Λεπτή τομή ενός τυπικού θετικού κατά Gram βακτηρίου, του *Bacillus subtilis*. Το κύτταρο έχει μόλις διαιρεθεί, και δύο δομές που περικλείονται από μεμβράνη είναι προσκολλημένες στο διαφραγματικό τοίχωμα. Παρατηρήστε τη φωτεινότερη περιοχή στο μέσον (DNA ή πυρηνοειδές). Διάμετρος κυττάρου: περί τα 0,8 μm. (β) Κύτταρα του φωτοτροφικού βακτηρίου *Rhodovibrio sordomensis*. Πλάτος ενός κυττάρου: περί τα 0,75 μm. Παρατηρήστε ότι η ηλεκτρονική μικροσκοπία σάρωσης επιτρέπει μεγάλο βάθος πεδίου, που παρέχει εξαιρετική ποιότητα τριδιάστατης απεικόνισης.



F. R. Turner

(β)

- Κυτταρική μορφολογία και η σημασία του μικρού μεγέθους.



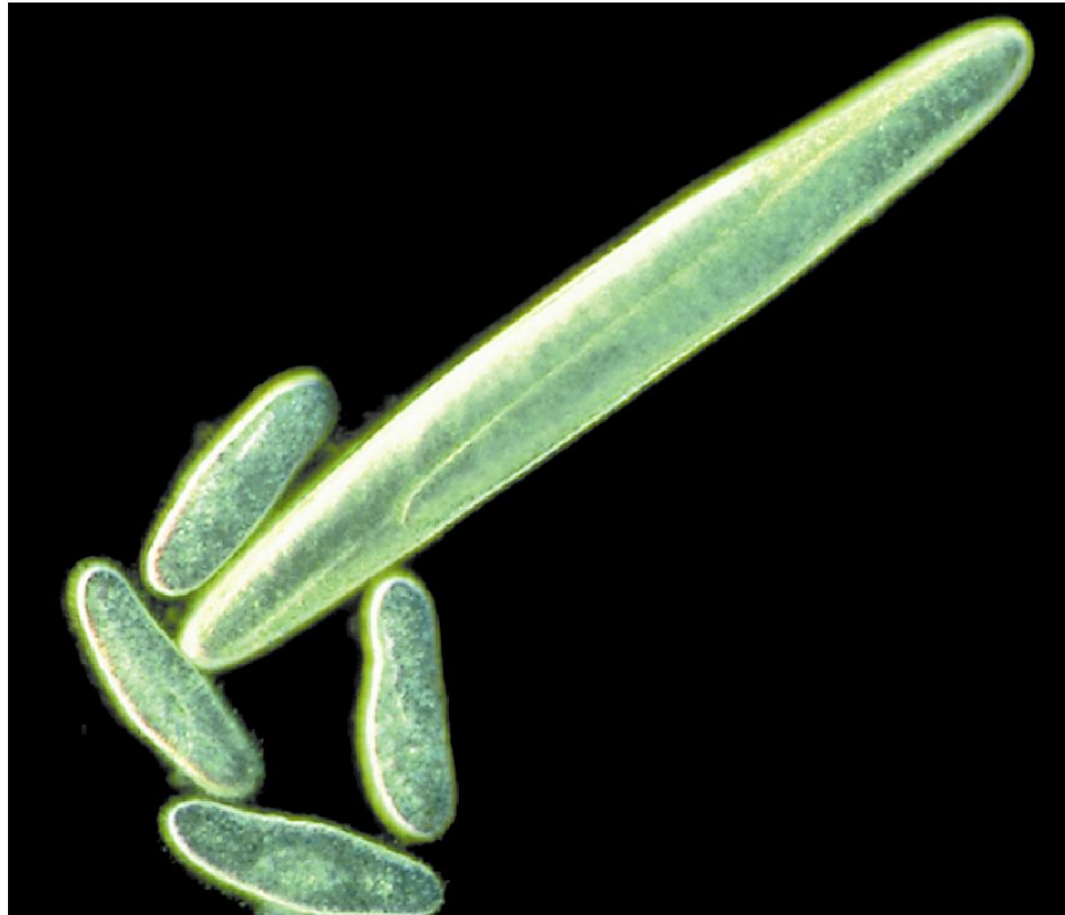
βάκιλλος

vibrio

Εικόνα 4.11 Αντιπροσωπευτικά κυτταρικά σχήματα (μορφολογίες) προκαρυωτικών οργανισμών. Παρατίθενται διαγράμματα (αριστερά) και χαρακτηριστικές μικροφωτογραφίες (δεξιά). Οι οργανισμοί είναι: κόκκος, *Thiocapsa roseopersicina* (διάμετρος κυττάρου: 1,5 μm); ραβδίο, *Desulfuromonas acetoxidans* (διάμετρος: 1 μm); σπείραμα, *Rhodospirillum rubrum* (διάμετρος: 1 μm); σπειροχαίτη, *Spirochaeta stenostrepta* (διάμετρος: 0,25 μm); εκβλαστών και εξαρτηματοφόρο, *Rhodomicrobium vannielii* (διάμετρος: 1,2 μm); νηματοιειδές, *Chloroflexus aurantiacus* (διάμετρος: 0,8 μm).

Μέγεθος μικροβιακών κυττάρων

- Διάμετρος 0.1-0.2 μm (τα περισσότερα) αλλά και κύτταρα διαμέτρου άνω των 50 μm (ελάχιστα).
- E.coli ένα τυπικό μεσαίου μεγέθους ραβδόσχημο βακτήριο 1X3 μm .
- Τυπικό ευκαρυωτικό από 2 μm έως άνω των 200 μm .



Esther R. Angert, Harvard University

Εικόνα 4.12 Μικροφωτογραφία σκοτεινού πεδίου ενός γιγαντιαίου προκαρυώτη, του ιχθυοσυμβιώτη *Epulopiscium fishelsoni*. Το ραβδόσχημο κύτταρο *E. fishelsoni* έχει μήκος περί τα 600 μm (0,6 mm) και εμφανίζεται στη μικροφωτογραφία αυτή μαζί με 4 κύτταρα του πρωτοζώου (ευκαρυώτη) *Paramecium* (τα κύτταρα του *Paramecium* έχουν μήκος περί τα 150 μm). Το *E. fishelsoni* ανήκει στα Βακτήρια και είναι είδος φυλογενετικά συγγενές προς τα είδη του γένους *Clostridium*.

Oscillatoria (ένα κυανοβακτήριο)
8 × 50 μm



Bacillus megaterium
1,5 × 4 μm



Escherichia coli
1 × 3 μm



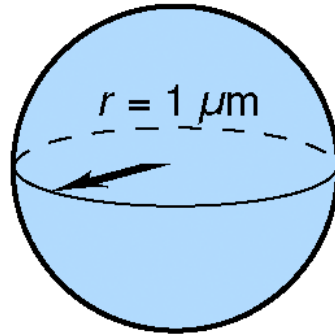
Streptococcus pneumoniae
διάμετρος 0,8 μm



Haemophilus influenzae
0,25 × 1,2 μm



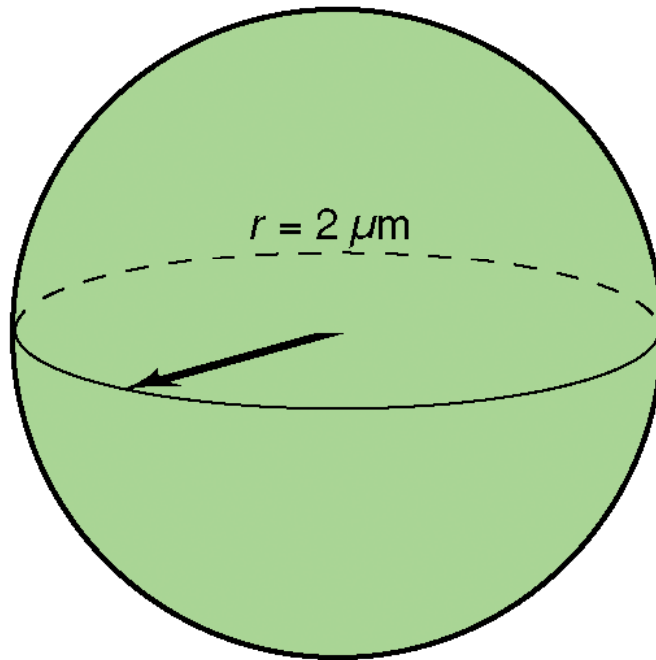
Εικόνα 4.13 Σύγκριση μεγέθους διαφόρων προκαρυωτών. Οι περισσότεροι από τους γνωστούς προκαρυώτες έχουν διάμετρο μεταξύ 0,5-2 μm.



Εμβαδόν επιφάνειας ($4\pi r^2$) = $12,6 \mu\text{m}^2$

Όγκος ($\frac{4}{3}\pi r^3$) = $4,2 \mu\text{m}^3$

$$\frac{\text{Εμβαδόν}}{\text{Όγκος}} = 3$$



Εμβαδόν επιφάνειας = $50,3 \mu\text{m}^2$

Όγκος = $33,5 \mu\text{m}^3$

$$\frac{\text{Εμβαδόν}}{\text{Όγκος}} = 1,5$$

Εικόνα 4.14 Συσχέτιση κυτταρικής επιφάνειας και κυτταρικού όγκου. Όσο *αυξάνεται* το μέγεθος του κυττάρου τόσο *μειώνεται* ο λόγος της επιφάνειας προς τον όγκο.

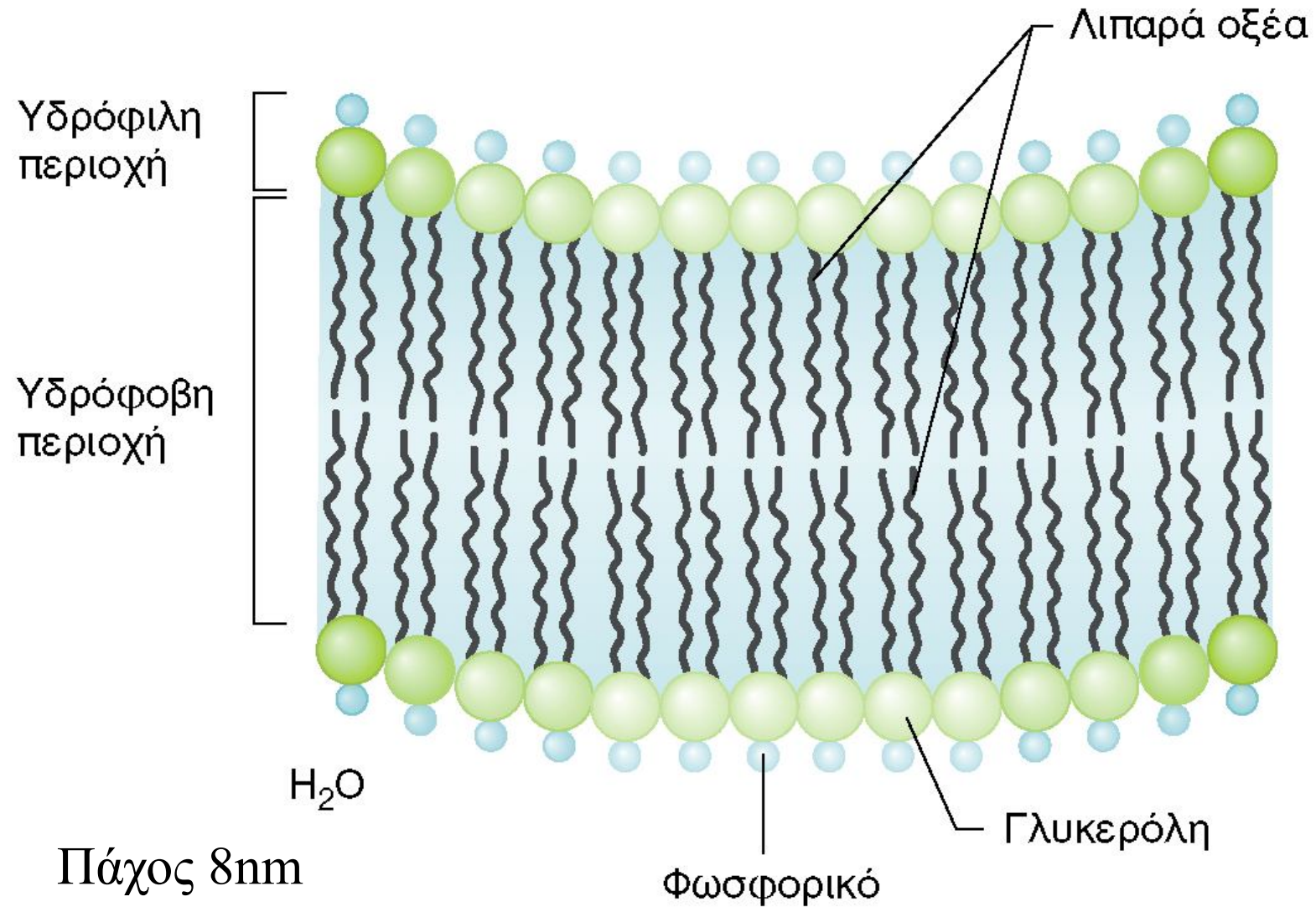
Συνεπώς:

- Τα κύτταρα μικρού μεγέθους μπορούν να διενεργούν αποδοτικότερη ανταλλαγή μεταβολιτών με το περιβάλλον τους απ ότι κύτταρα μεγαλύτερου μεγέθους.

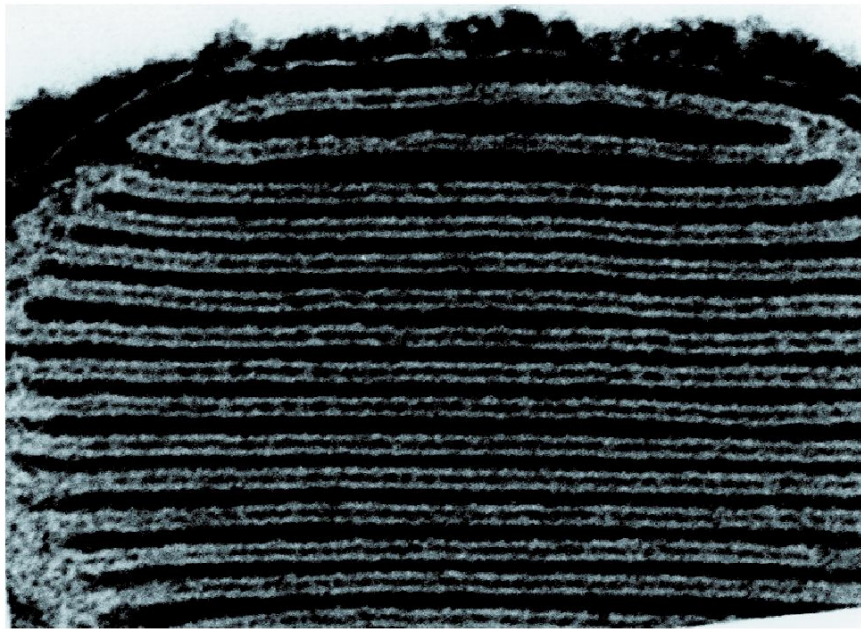
Αποτέλεσμα:

- Σχηματισμός πολυαριθμότερων πληθυσμών ανά μονάδα θρεπτικής πηγής.

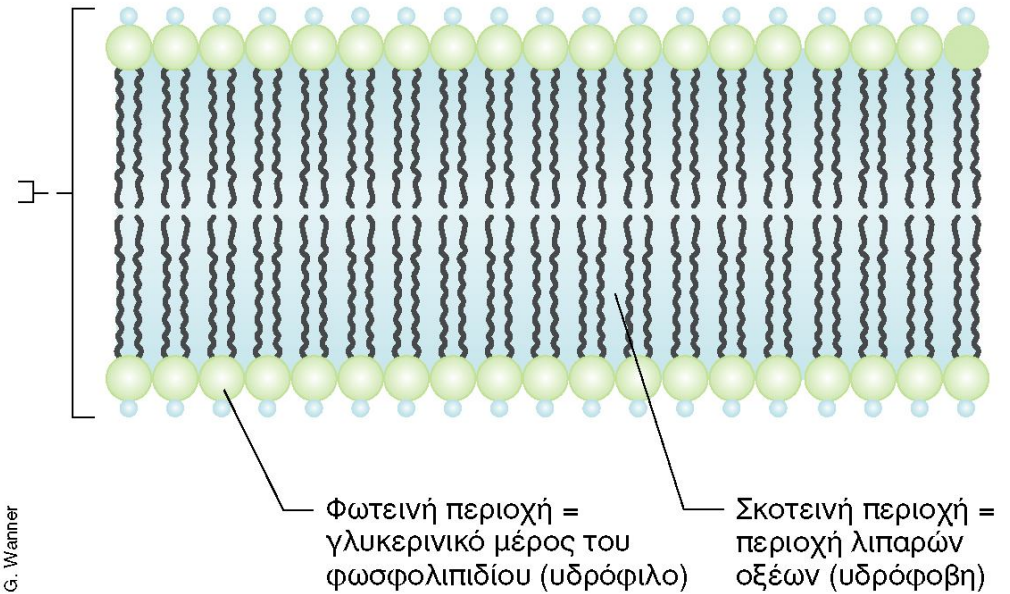
Κυτταρικές μεμβράνες και κυτταρικά τοιχώματα



Εικόνα 4.15 Δομή μιας διπλοστιβάδας φωσφολιπιδίων. Η κυτταροπλασματική μεμβράνη έχει πλάτος περί τα 8 nm (80 Å).

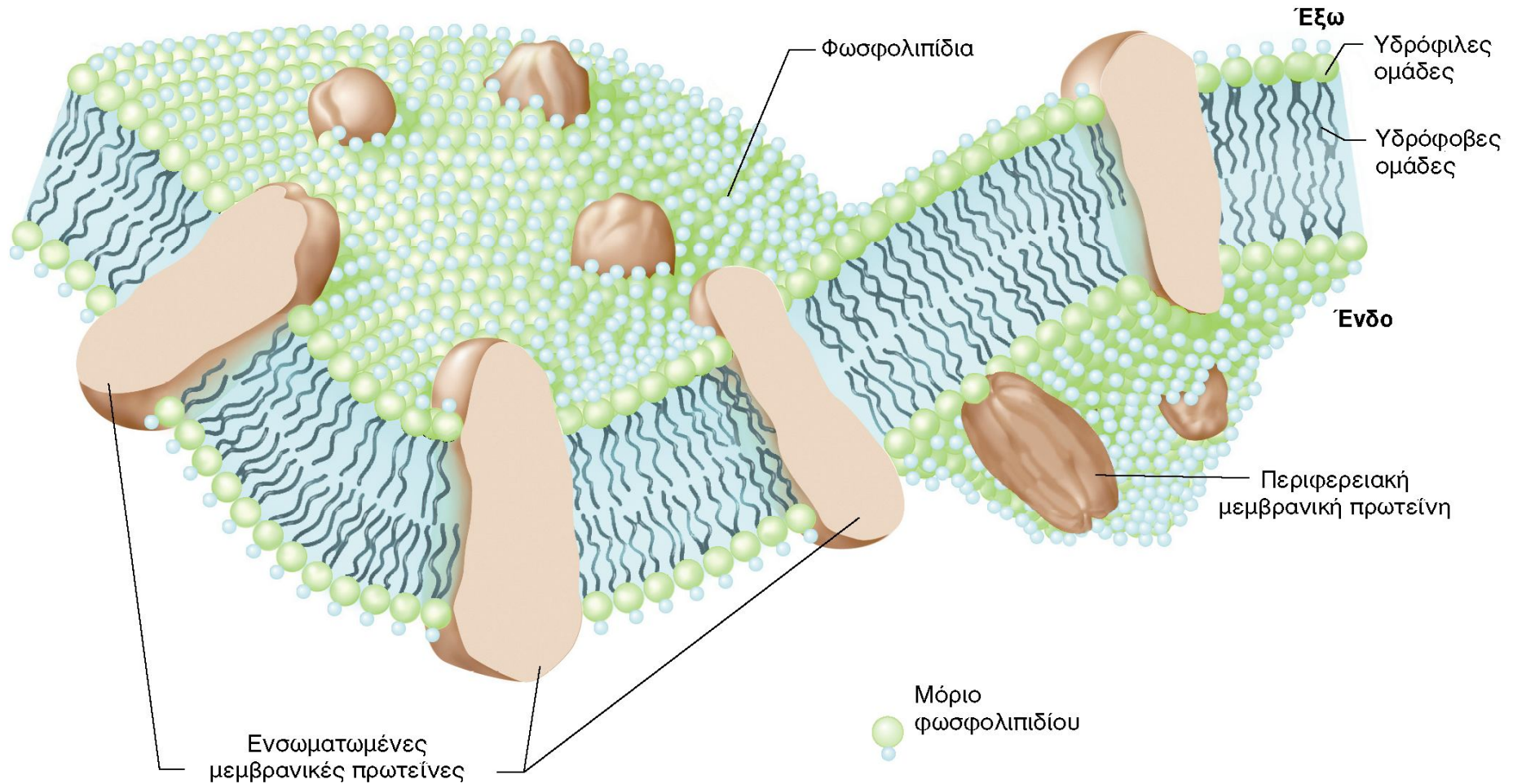


(a)



(β)

Εικόνα 4.16 Η κυτταροπλασματική μεμβράνη. (a) Ηλεκτρονικό μικρογράφημα μεμβρανικών θυλακίων που προέρχονται από την κυτταροπλασματική μεμβράνη του φωτοτροφικού βακτηρίου *Halorhodospira halochloris*. Παρατηρήστε τις διακριτές διπλοστιβάδες λιπιδίων (στοιχειακές μεμβράνες). Πάχος διπλοστιβάδας: ~ 8 nm. (β) Σχηματική εικόνα μιας στοιχειακής μεμβράνης του (a), υπό μεγέθυνση.

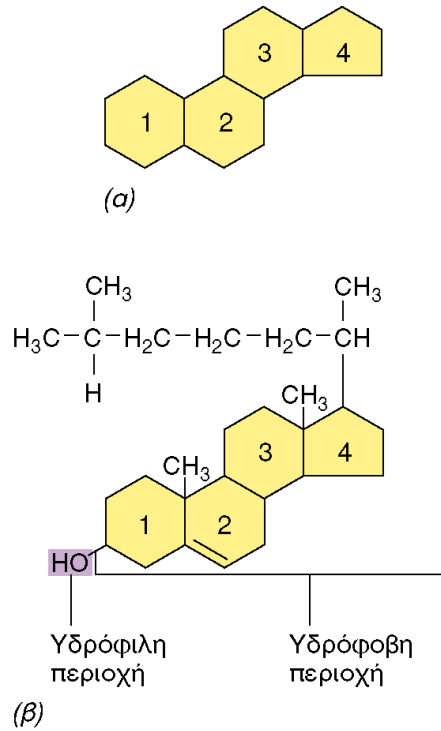


Εικόνα 4.17 Διάγραμμα δομής της κυτταροπλασματικής μεμβράνης. Η εσωτερική επιφάνεια (Ενδο) στρέφεται προς το κυτταρόπλασμα και η εξωτερική επιφάνεια (Εξω) προς το περιβάλλον. Ο θαλλός της στοιχειακής μεμβράνης αποτελείται από φωσφολιπίδια, με τις υδρόφοβες ομάδες να κατευθύνονται προς το εσωτερικό και τις υδρόφιλες προς το εξωτερικό, όπου επικοινωνούν με μόρια νερού. Ενσωματωμένες στον θαλλό της μεμβράνης είναι πρωτεΐνες με σημαντικά υδρόφοβη διαμεμβρανική περιοχή. Στις υδρόφιλες επιφάνειες της μεμβράνης μπορούν να προσαρτώνται υδρόφιλες πρωτεΐνες και άλλες πολικές ή και φορτισμένες ουσίες, όπως ιόντα μετάλλων. Πέρα από κάποιες χημικές διαφοροποιήσεις, η γενική δομή της κυτταροπλασματικής μεμβράνης είναι όμοια τόσο στους προκαρυωτικούς όσο και στους ευκαρυωτικούς οργανισμούς (σημειώστε, ωστόσο, την εξαίρεση που αναφέρεται στην Εικόνα 4.20δ).

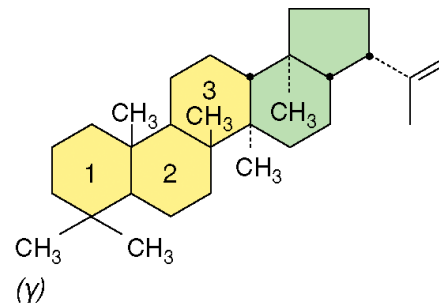
- Οι πρωτεΐνες της μεμβράνης έχουν υδρόφοβες επιφάνειες σε περιοχές που διαπερνούν τη μεμβράνη και υδρόφιλες σε περιοχές που εκτίθενται είτε στο εσωτερικό είτε στο εξωτερικό του κυττάρου.
- Η δομή της μεμβράνης σταθεροποιείται με δεσμούς υδρογόνου και υδρόφοβες αλληλεπιδράσεις.
- Κατιόντα Mg^{+2} και Ca^{+2} βοηθούν στη σταθεροποίηση σχηματίζοντας ιοντικούς δεσμούς με τα αρνητικά φορτία των φωσφολιπιδίων.

Ενισχυτικοί παράγοντες της δομής των μεμβρανών

- Σταθεροποιούν τη δομή ενισχύουν την ακαμψία της μεμβράνης.



Στερόλες σε Ευκάρυα αλλά και σε Μεθανιοτρόφα βακτήρια και μυκοπλάσματα



Οπανοειδή σε πολλά Βακτήρια
ΌΧΙ στα Αρχαία

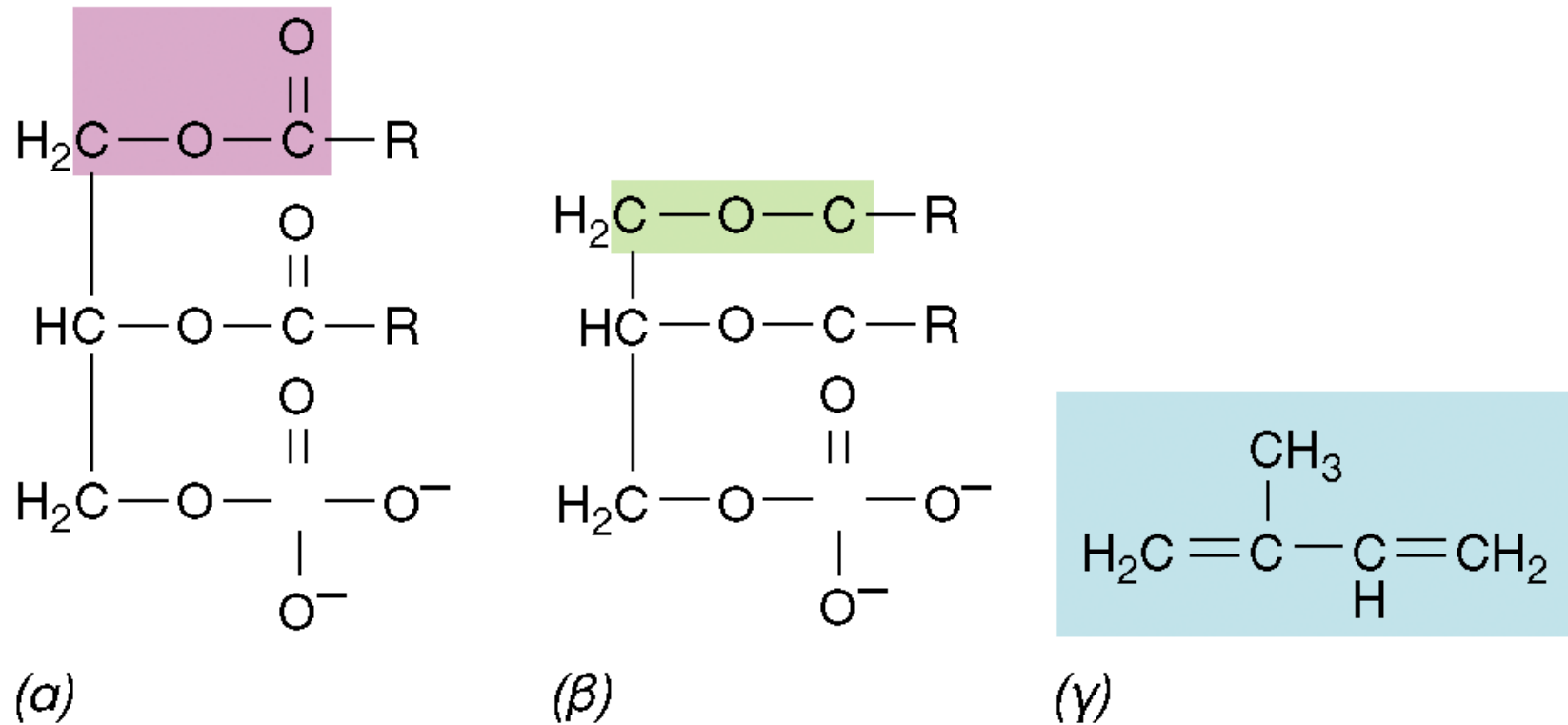
Εικόνα 4.18 Στερόλες και οπανοειδή. (α) Η γενική δομή μιας στερόλης. Όλες οι στερόλες περιέχουν τους ίδιους τέσσερις δακτυλίους: 1, 2, 3, και 4. (β) Η δομή της χοληστερόλης. (γ) Η δομή του οπανοειδούς διπλοπτενίου. Προσέξτε τη δομική ομοιότητα μεταξύ χοληστερόλης και διπλοπτενίου στους δακτυλίους 1 έως 3. Στερόλες απαντούν στις μεμβράνες των ευκαρυωτών και οπανοειδή στις μεμβράνες ορισμένων προκαρυωτών.

Μεμβράνες των Αρχαίων

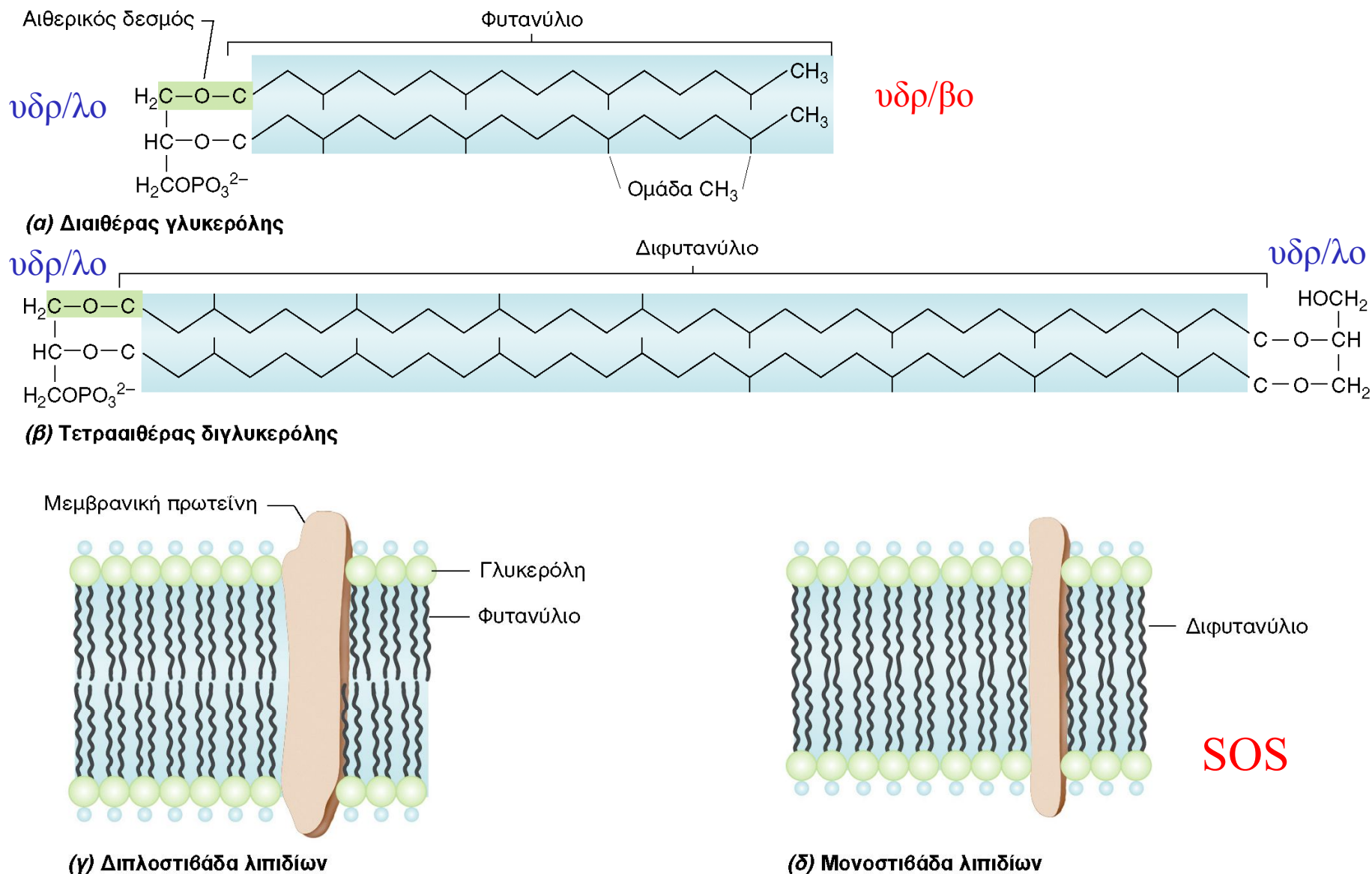
- Στα λιπίδια των Αρχαίων, οι πλευρικές αλυσίδες (που δεν είναι λιπαρά οξέα) συνδέονται στο μόριο της γλυκερόλης με αιθερικούς δεσμούς και όχι με εστερικούς δεσμούς.

Μεμβράνες των Αρχαίων

- Τα Αρχαία στερούνται λιπαρών οξέων.
- Αντί αυτών έχουν πλευρικές αλυσίδες πολυμερισμένου ισοπρενίου.



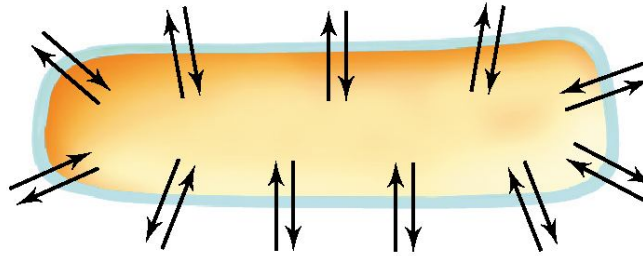
Εικόνα 4.19 Χημικοί δεσμοί σε λιπίδια. (α) Ο εστερικός δεσμός που απαντά στα λιπίδια των *Βακτηρίων* και των *Ευκαρύων*. (β) Ο αιθερικός δεσμός των λιπιδίων των *Αρχαίων*. (γ) Ισοπρένιο, η δομή από την οποία συνίστανται οι υδρόφοβες πλευρικές αλυσίδες (R) των λιπιδίων των *Αρχαίων*. Στα λιπίδια των *Βακτηρίων* και των *Ευκαρύων*, αντίθετα, οι ομάδες R είναι λιπαρά οξέα.



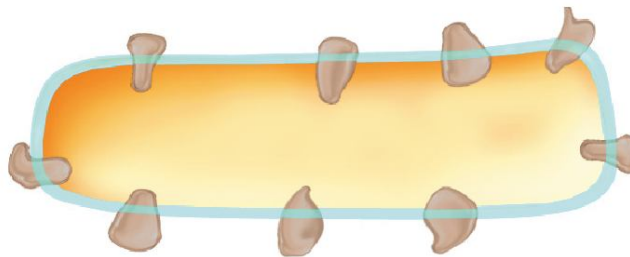
Εικόνα 4.20 Κύρια λιπίδια των Αρχαίων και δομή των μεμβρανών των Αρχαίων. (α) Διαιθέρες γλυκερόλης. (β) Τετρααιθέρες διγλυκερόλης. Παρατηρήστε ότι, και στις δύο περιπτώσεις, ο υδρογονάνθρακας προσδέεται στη γλυκερόλη μέσω αιθερικών δεσμών. Ο υδρογονάνθρακας είναι φυτανύλιο (C_{20}) στο (α) και διφυτανύλιο (C_{40}) στο (β). (γ, δ) Δομή των μεμβρανών των Αρχαίων. (γ) Διπλοστιβάδα λιπιδίων. (δ) Μονοστιβάδα λιπιδίων.

- Η μονοστιβάδα λιπιδίων εξαιρετικά ανθεκτική σε απολέπιση και απαντάται πολύ συχνά σε υπερθερμόφιλα Αρχαία.

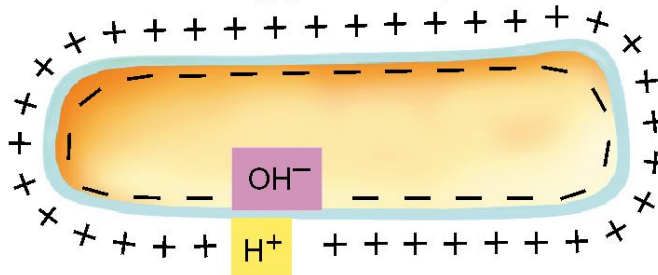
Κυτταροπλασματική μεμβράνη: Λειτουργία



Φραγμός διαπερατότητας — Εμποδίζει τη διαρροή και λειτουργεί ως δίοδος μεταφοράς θρεπτικών ουσιών από και προς το εσωτερικό του κυττάρου



Δέσμευση πρωτεϊνών — Θέση εντοπισμού πολλών πρωτεϊνών που συμμετέχουν σε λειτουργίες μεταφοράς, βιοενεργειακές δράσεις, και χημειοτακτισμό



Διατήρηση ενέργειας — Θέση όπου αναπτύσσεται και δρα η πρωτονιογενετική δύναμη

Proton Motive Force (PMF)

Για μεταφορά
Σύνθεση ATP
Κίνηση μαστιγίων

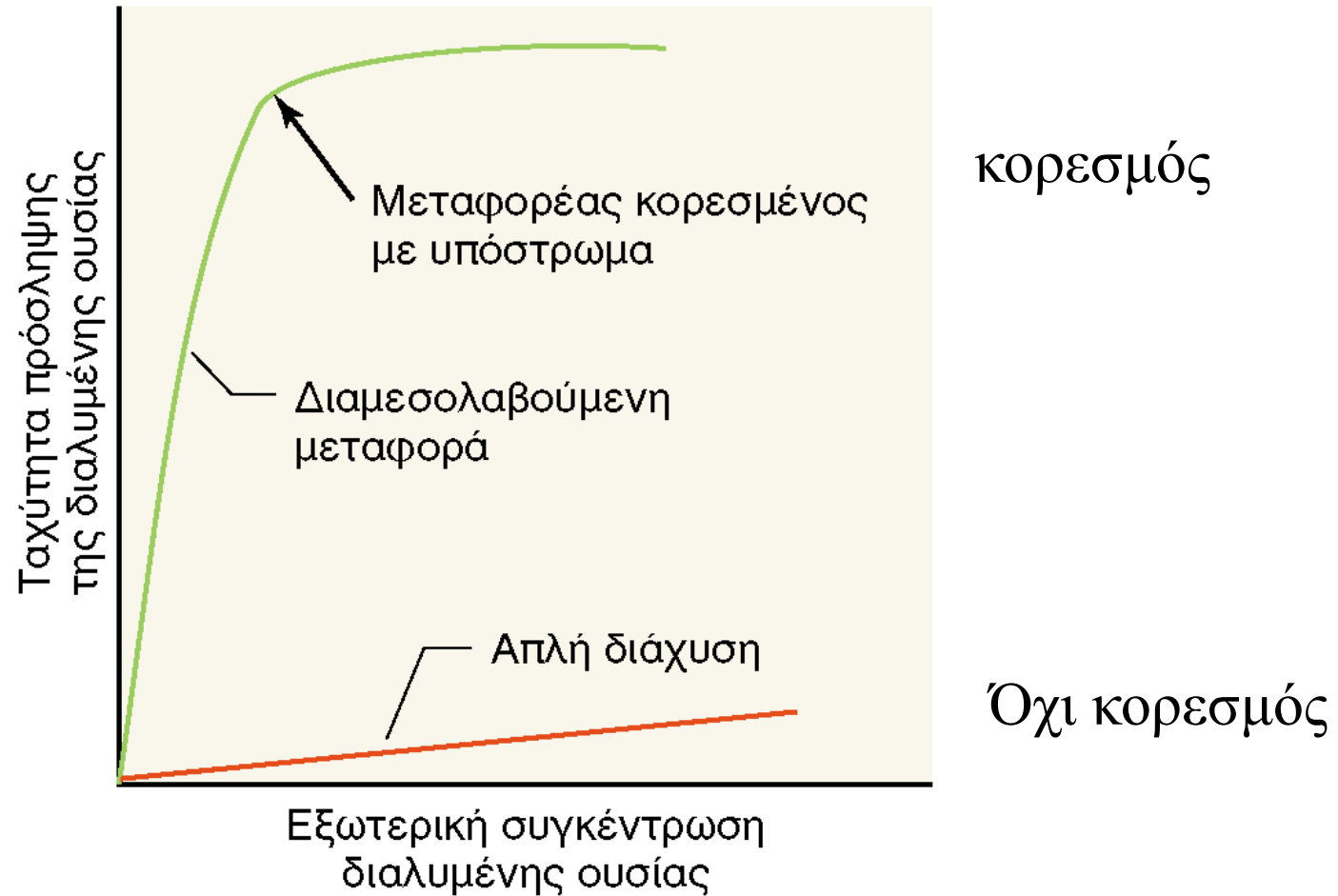
Εικόνα 4.21 Οι κύριες λειτουργίες της κυτταροπλασματικής μεμβράνης.

Η μεμβράνη ως φραγμός διαπερατότητας

- Ισχυρός φραγμός για υδρόφιλα μόρια.
- Μερικά υδρόφοβα μικρού μεγέθους μπορούν να περνούν.
- Ακόμη και μικρά ιόντα όπως το H^+ δε μπορούν να περάσουν
- Το νερό όμως περνάει με διάχυση. Η μεταφορά του όμως μπορεί να επιταχυνθεί με ειδικούς μεταφορείς τις υδατοπορίνες. (παράδειγμα η AqpZ στην E.coli)
- Ουσίες εισέρχονται και εξέρχονται με διαμεμβρανικούς μεταφορείς.

Η αναγκαιότητα των διαμεμβρανικών μεταφορέων

- Εάν η μόνη μέθοδος πρόσληψης ήταν η απλή διάχυση τότε δεν θα μπορούσαν να επιτύχουν υψηλά επίπεδα ενδοκυτταρικών συγκεντρώσεων.
- Τα κύτταρα πρέπει να έχουν τη δυνατότητα να συσσωρεύουν θρεπτικά υλικά σε επίπεδα υψηλότερα από αυτά που απαντώνται στη φύση.



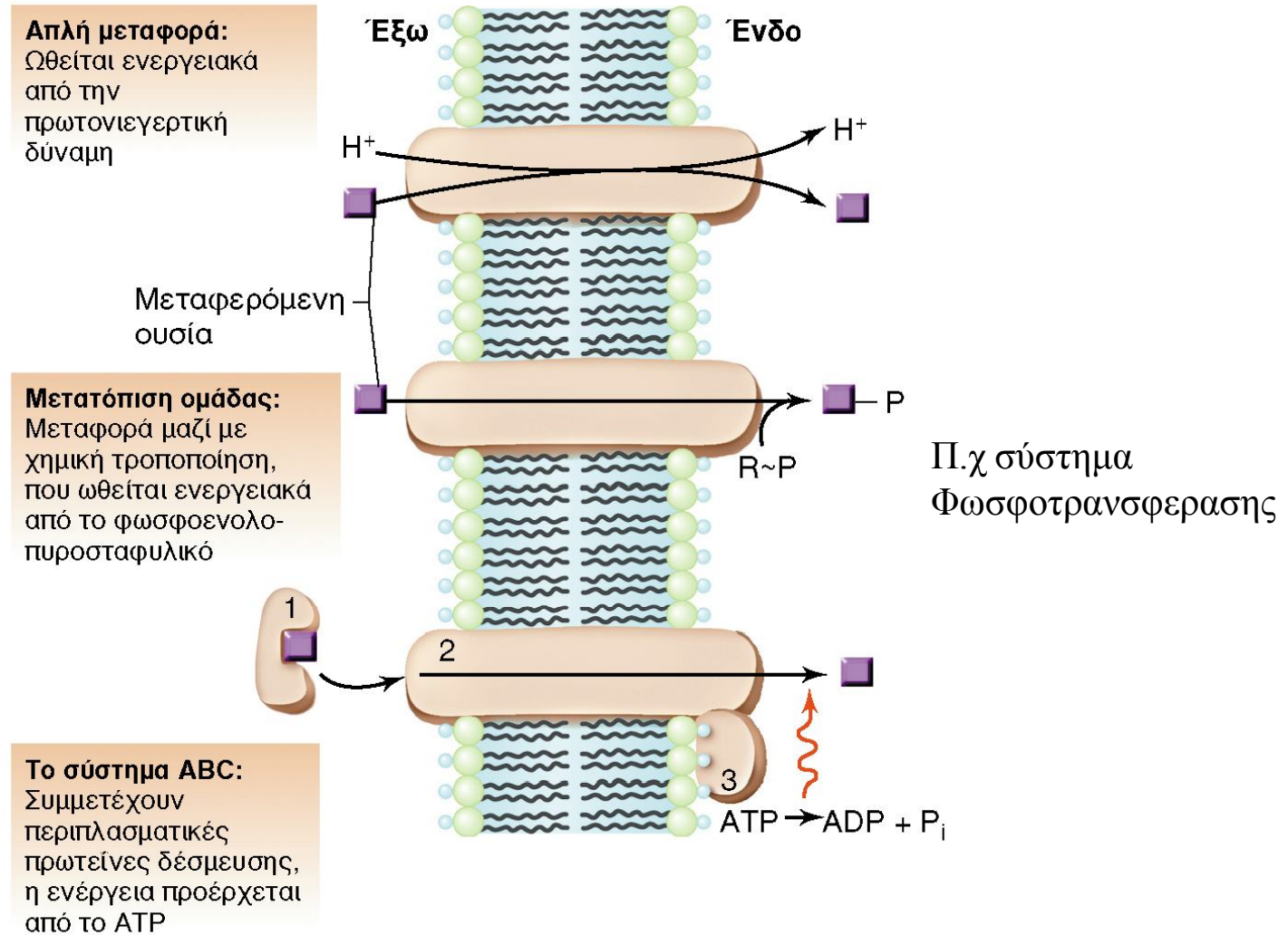
Εικόνα 4.22 Σχέση ταχύτητας πρόσληψης και εξωτερικής συγκέντρωσης στις διεργασίες της απλής διάχυσης και της διαμεσολαβούμενης μεταφοράς. Σημειώστε ότι στην περίπτωση της διαμεσολαβούμενης μεταφοράς η ταχύτητα πρόσληψης εμφανίζει κορεσμό σε σχετικά χαμηλές τιμές εξωτερικής συγκέντρωσης.

Χαρακτηριστικά της διαμεσολαβούμενης μεταφοράς

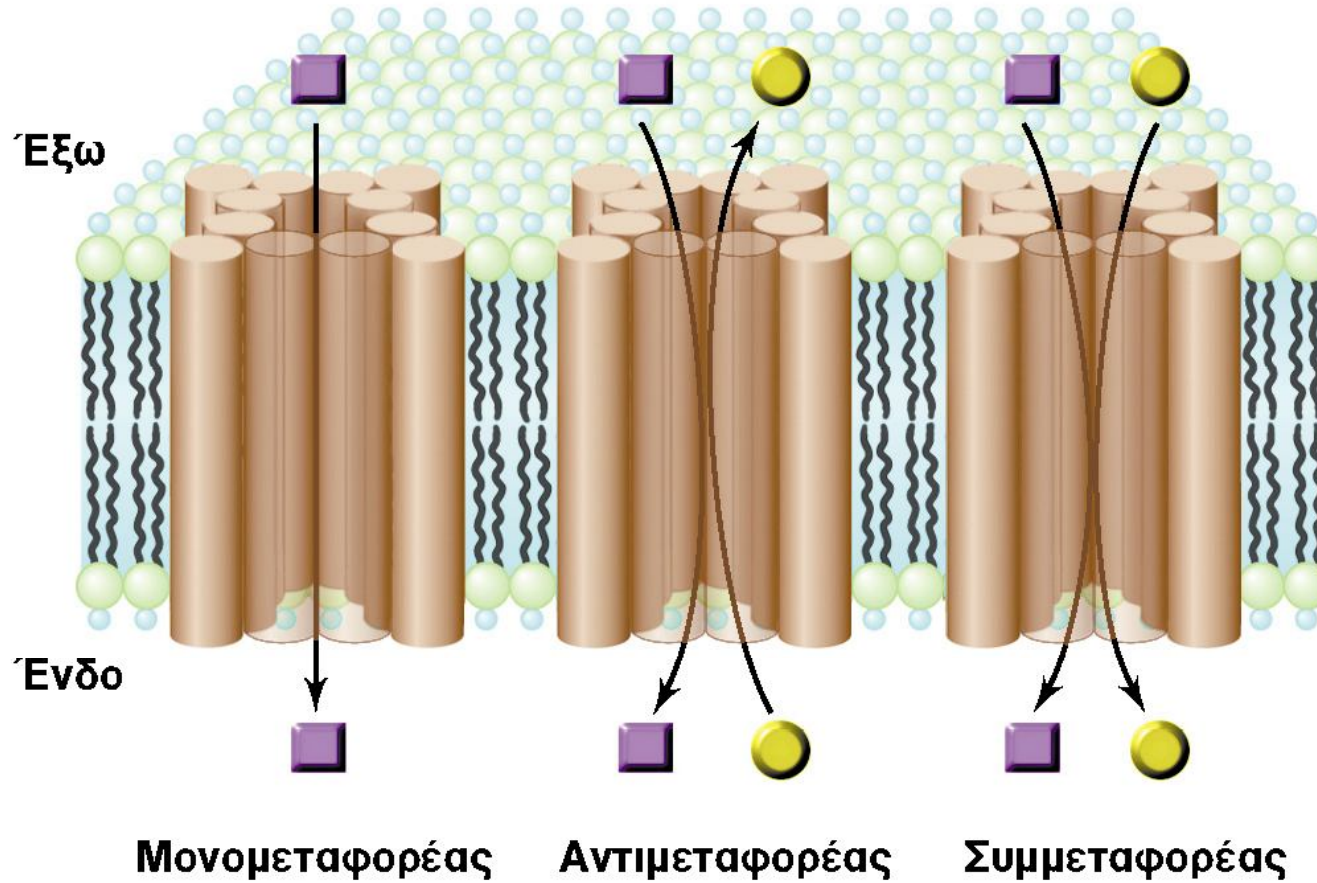
- Υψηλή εξειδίκευση
- Αναγνωρίζουν ένα είδος μορίου ή μια οικογένεια συγγενών μορίων (π.χ. δομικά συγγενών σακχάρων ή αμινοξέων)
- Πολύ συχνά χρησιμοποιούν ένα λιγότερο εξειδικευμένο μηχανισμό όταν η ουσία βρίσκεται σε μεγάλη συγκέντρωση στο περιβάλλον και ένα πιο εξειδικευμένο σύστημα όταν η ουσία βρίσκεται σε ελάχιστες ποσότητες.

Οι κυριότερες κατηγορίες συστημάτων μεμβρανικής μεταφοράς

1. Ένα μόνο διαμεμβρανικό πρωτεϊνικό στοιχείο
 2. Ένα διαμεμβρανικό και ένα περιπλασματικό στοιχείο (στα Gram -)
 3. Ολόκληρη σειρά πρωτεϊνών που δρούν συνεργιστικά (Π.χ σύστημα φωσφοτρανσφοράσης)
- **Δομή:** 12 α έλικες που διατρέχουν εναλλάξ τη μεμβράνη από την εσωτερική και την εξωτερική της πλευρά.
 - **Ενέργεια** από: πρωτονιεγερτική δύναμη, ATP ή άλλη ένωση υψηλής ενέργειας.

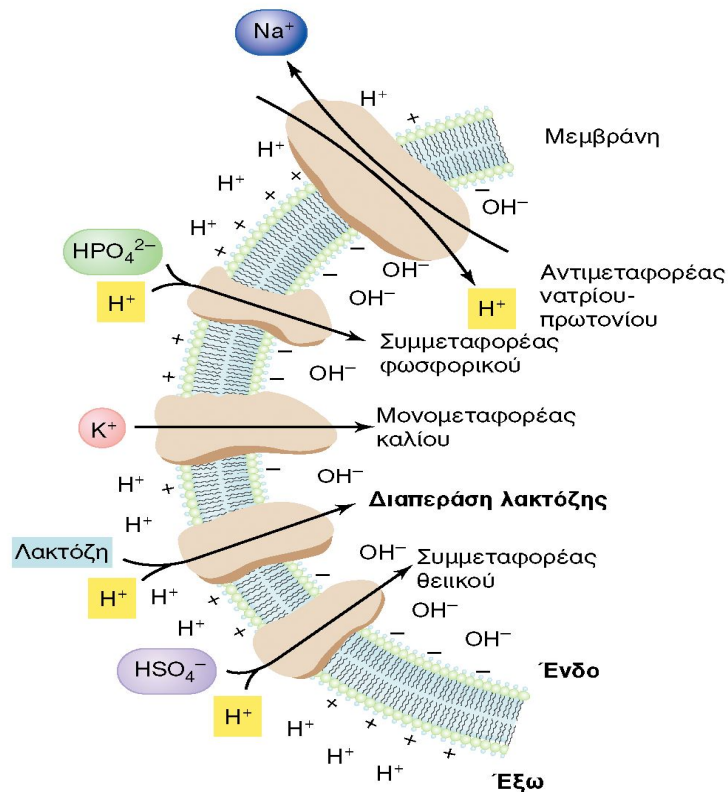


Εικόνα 4.23 Οι τρεις τύποι διαμεμβρανικών συστημάτων μεταφοράς. Προσέξτε ότι οι απλοί μεταφορείς και το σύστημα μεταφοράς ABC μεταφέρουν *χωρίς* να τροποποιούν χημικώς τα υποστρώματά τους, ενώ η μετατόπιση ομάδας οδηγεί σε μεταφορά και, συγχρόνως, σε χημική τροποποίηση (φωσφορυλίωση) της μεταφερόμενης ουσίας.



Εικόνα 4.24 Δομή διαμεμβρανικών μεταφορέων και τύποι μεταφοράς. Στους προκαρυώτες, οι διαμεμβρανικοί μεταφορείς τυπικά περιέχουν 12 α -έλικες που διαμορφώνουν μια δίοδο (κανάλι) διά μέσου της μεμβράνης. Απεικονίζονται οι τρεις διαφορετικοί τύποι μεταφορέων. Για τους αντιμεταφορείς και τους συμμεταφορείς, το αντιμεταφερόμενο ή συμμεταφερόμενο –αντίστοιχα– μόριο παρουσιάζεται με κίτρινο χρώμα.

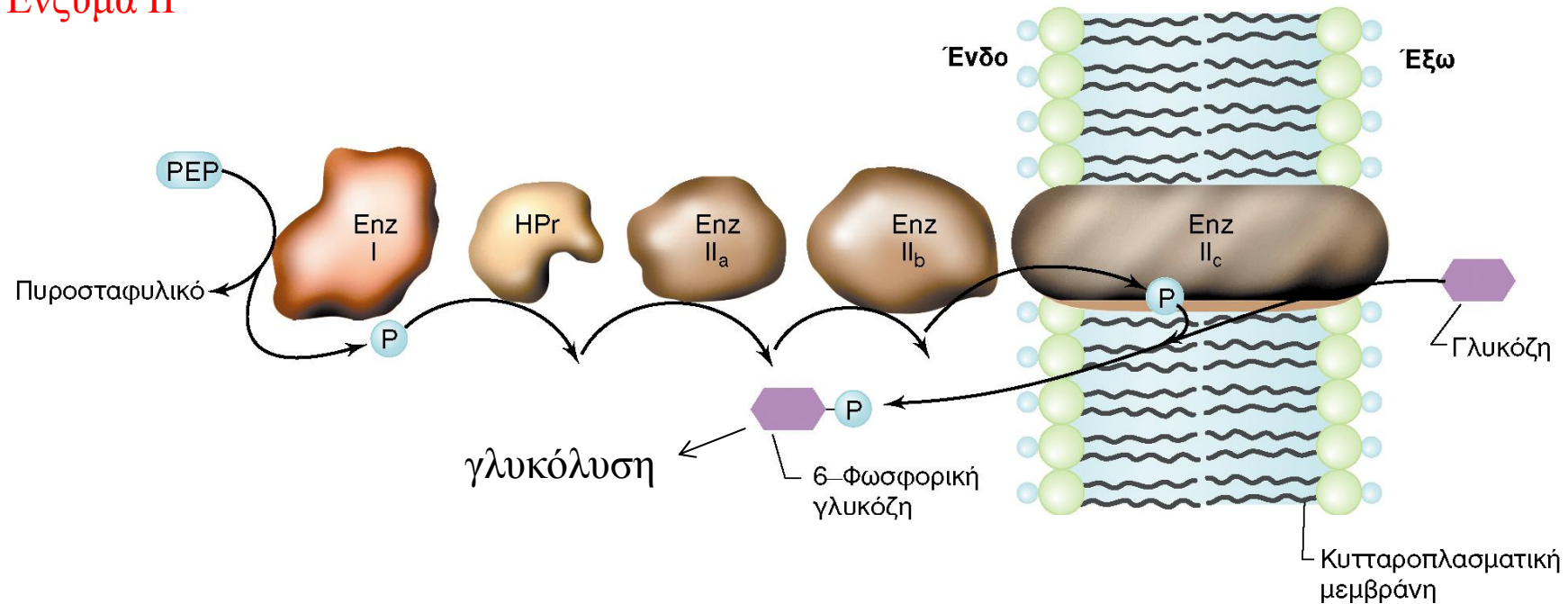
Διαπεράση λακτόζης (lac permease): ένας απλός συμμεταφορέας.



Εικόνα 4.25 Λειτουργία της διαπεράσης λακτόζης (ενός συμμεταφορέα) της *Escherichia coli*, και άλλων γνωστών απλών μεταφορέων. Η δομή αυτών των διαμεμβρανικών πρωτεϊνών αποδίδεται απλουστευτικά με μορφή σφαιρίνης, αλλά στην πραγματικότητα είναι όπως απεικονίζεται στην Εικόνα 4.24.

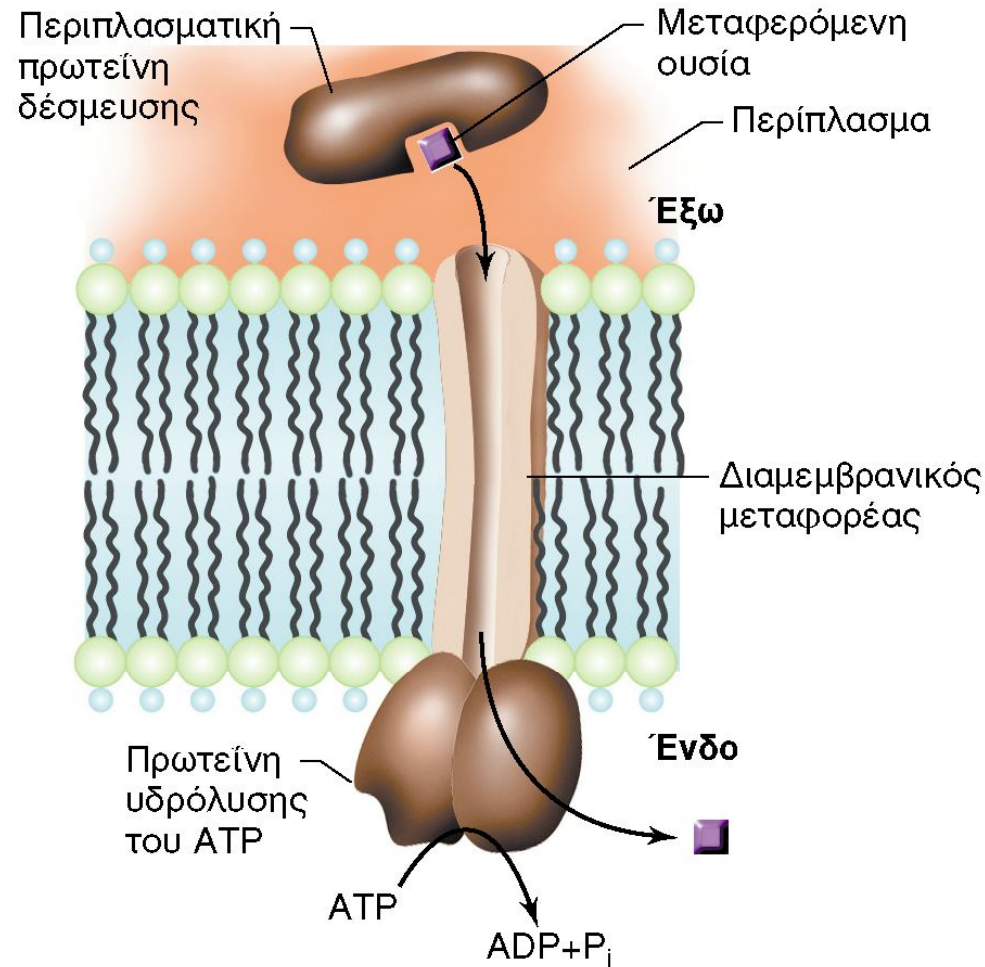
Μετατόπιση ομάδας – το σύστημα της φωσφοτρανσφεράσης

Για μεταφορά **γλυκόζης,μαννόζης,φρουκτόζης**. Η **ειδικότητα** οφείλεται στα **Ενζυμα II**



Εικόνα 4.26 Μηχανισμός του συστήματος της φωσφοτρανσφεράσης της *Escherichia coli*. Όσον αφορά την πρόσληψη γλυκόζης, το σύστημα συνίσταται από 5 πρωτεΐνες: Ένζυμο (Enz) I· ένζυμο II_a, II_b, και II_c· και πρωτεΐνη HPr. Μια φωσφορική ομάδα μεταφέρεται διαδοχικά από το φωσφοενολοπυροσταφυλικό (PEP) προς τη σειρά των πρωτεϊνών I, HPr, II_a, II_b, για να καταλήξει στην II_c, που είναι αυτή η οποία μεταφέρει (και φωσφορυλιώνει) το σάκχαρο.

Διαμεμβρανική μεταφορά εξαρτώμενη από
περιπλασματικές πρωτεΐνες δέσμησης: Το σύστημα
ABC (ATP-Binding Cassette).



Εικόνα 4.27 Μηχανισμός ενός μεταφορέα ABC (κασέτας δέσμευσης ATP). Η περιπλασματική πρωτεΐνη δέσμευσης έχει υψηλή συγγένεια προς το υπόστρωμα, κανάλι μεταφοράς είναι η διαμεμβρανική πρωτεΐνη, ενώ την ενέργεια που απαιτεί το έργο της μεταφοράς παρέχει η πρωτεΐνη υδρόλυσης του ATP. Παράδειγμα συστήματος μεταφοράς ABC είναι ο μεταφορέας μαλτόζης της *Escherichia coli*.

ATP Binding Cassette

1. Έχουν βρεθεί περί τα 200 τέτοια συστήματα.
2. Κοινή καταγωγή σε όλα τα βακτήρια
3. Μεγάλη εξειδίκευση
4. Υψηλή συγγένεια με το υπόστρωμα
5. Στα Gram - οι περιπλασματικές πρωτεΐνες κινούνται στο περίπλασμα
6. Υπάρχουν ίδια συστήματα και στα Gram +. Σε αυτή την περίπτωση οι πρωτεΐνες δέσμευσης είναι σταθερά συνδεδεμένες στη μεμβράνη.

Έκκριση πρωτεϊνών.

Πολλές πρωτεΐνες πρέπει να μεταφερθούν έξω από τη μεμβράνη του κυττάρου (Γιατί?).

Άλλες πρέπει να ενσωματωθούν σε αυτήν (Γιατί?).

Ποιος κάνει τη δουλειά?

Μετατοπάσες (Translocases)

Π.χ. το σύστημα Sec (secretion)

Η σημασία της έκκρισης πρωτεϊνών

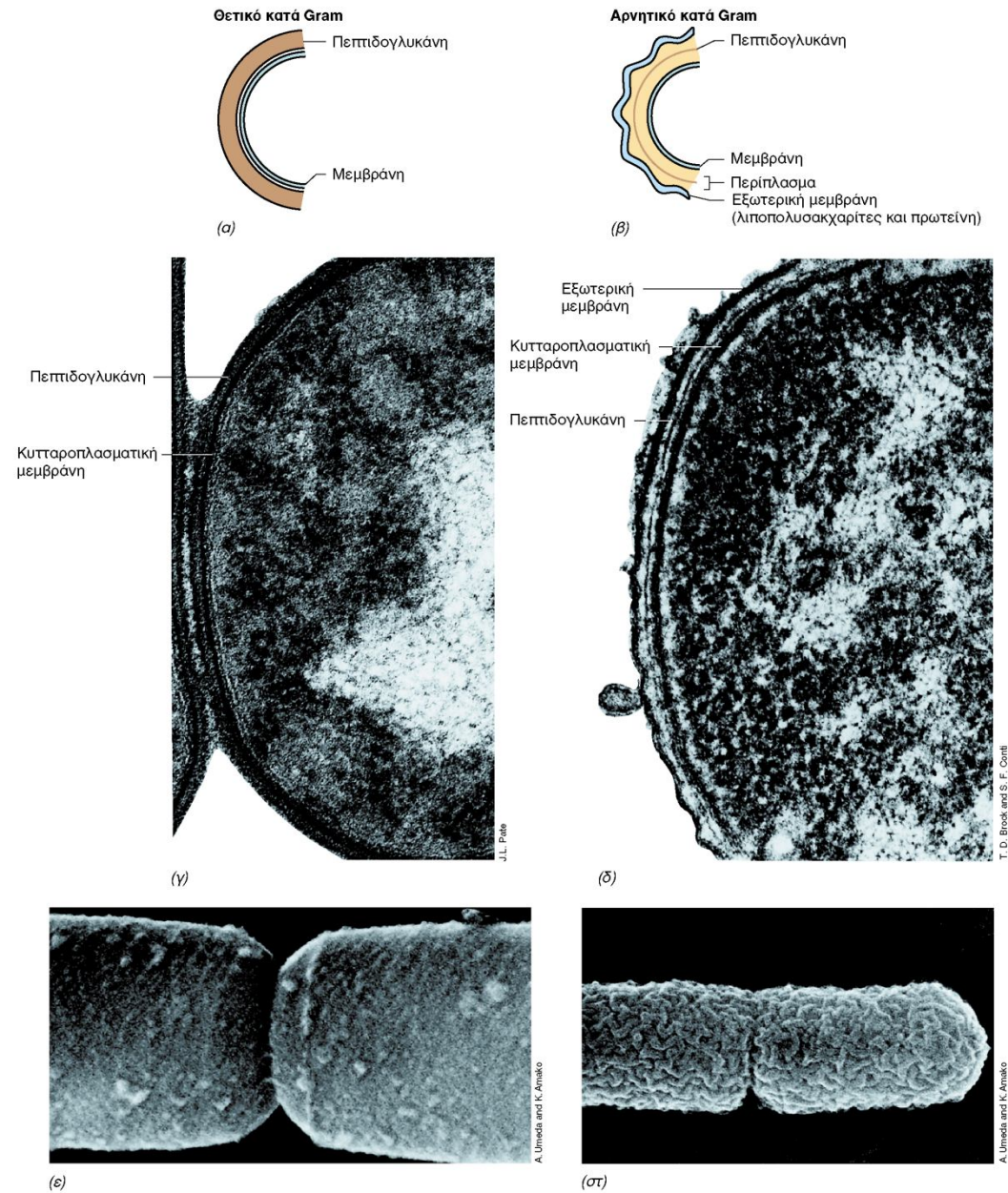
Υδρολυτικά ένζυμα (αμυλάσες, κυτταρινάσες)

Παθογόνες πρωτεΐνες που εκκρίνονται
κατά τη λοίμωξη

Το κυτταρικό τοίχωμα

Γιατί?

Λόγω της ύπαρξης μεγάλων συγκεντρώσεων διαλυμένων ουσιών υπάρχει σημαντική πίεση σπαραγής (2atm E.coli).

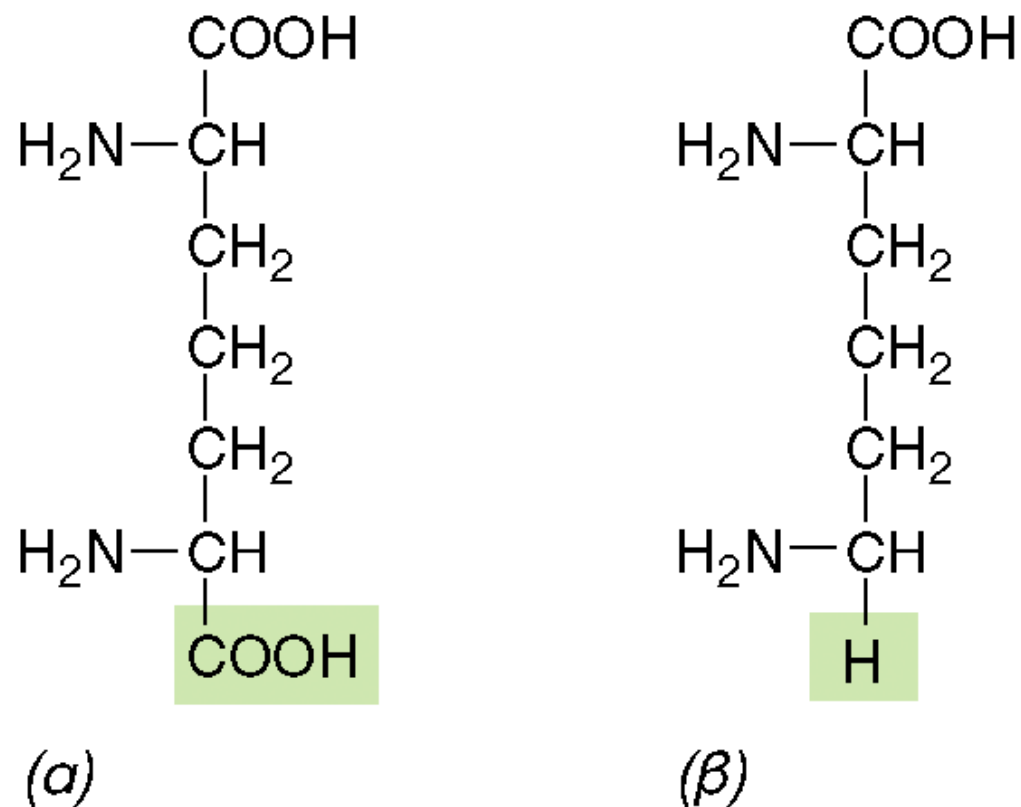


Εικόνα 4.28 Κυτταρικά τοιχώματα των Βακτηρίων. (α, β) Σχεδιαγράμματα θετικών και αρνητικών κατά Gram κυτταρικών τοιχωμάτων. (γ) Ηλεκτρονικό μικρογράφημα που δείχνει το κυτταρικό τοίχωμα ενός θετικού κατά Gram Βακτηρίου, του *Arthrobacter crystallopoietes*. (δ) Ένα αρνητικό κατά Gram Βακτήριο, το *Leucothrix 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.

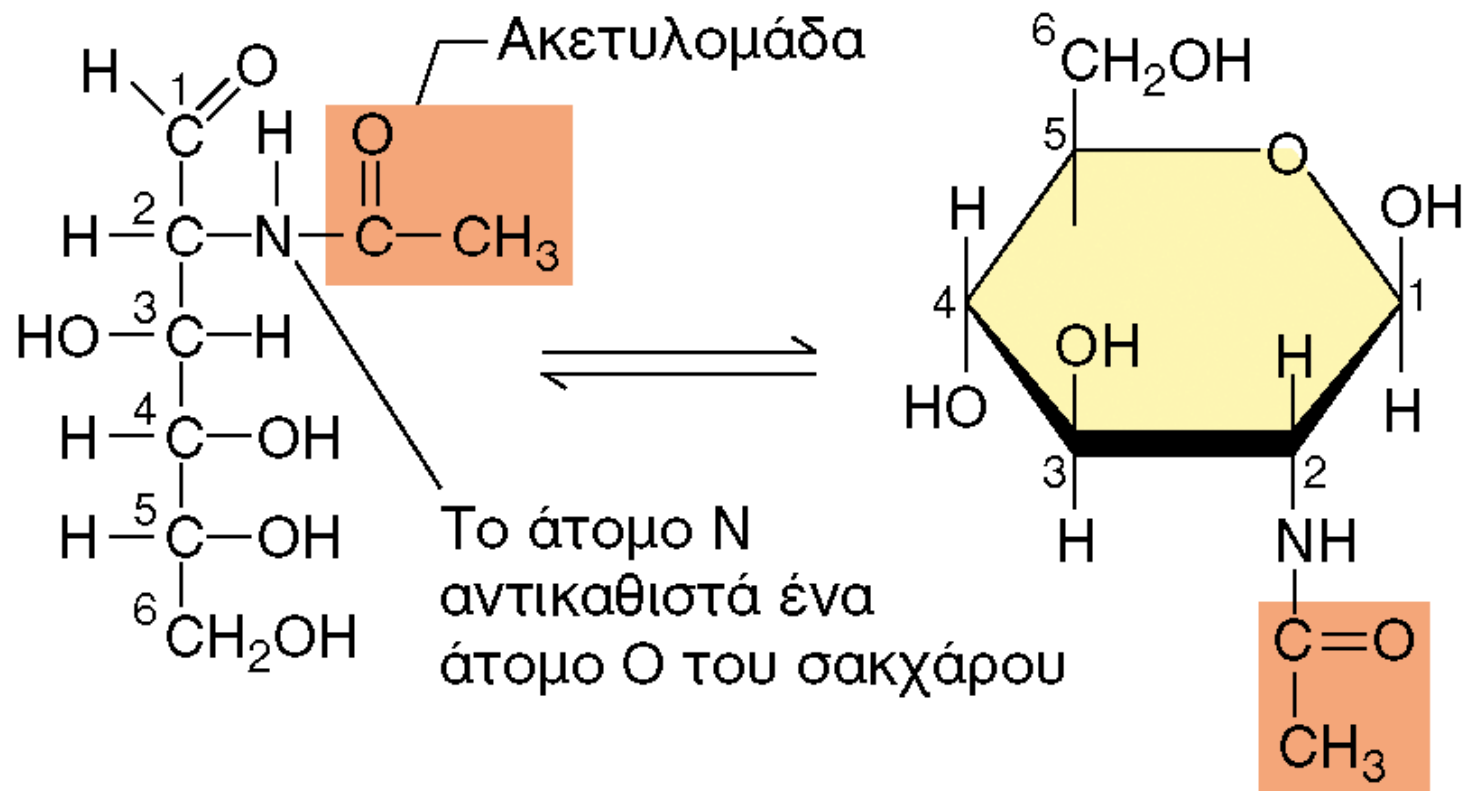
Μία άκαμπτη στοιβάδα πεπτιδογλυκάνης (ή μουρεΐνης)
και σε Gram+ και σε Gram-.

N-ακετυλογλυκοζαμίνη, N-ακετυλομουραμικό οξύ (σάκχαρα)
L-αλανίνη, D-αλανίνη, D-γλουταμικό, Λυσίνη ή διαμινοπιμελικό
(αμινοξέα).

(Ποια από αυτά απαντώνται και στις πρωτεΐνες?)

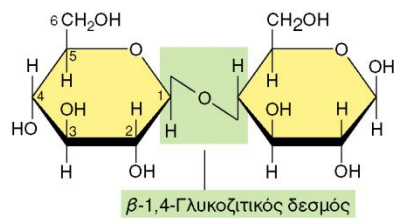
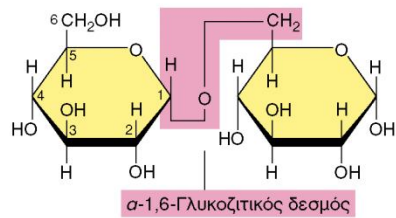
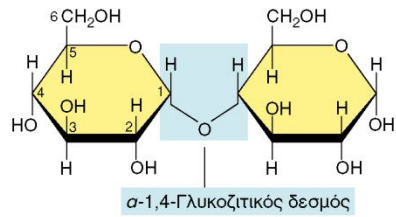


Εικόνα 4.29 (α) Διαμινοπιμελικό οξύ. (β) Λυσίνη. Η μόνη διαφορά μεταξύ των δύο μορίων υποδεικνύεται με πράσινο χρώμα.

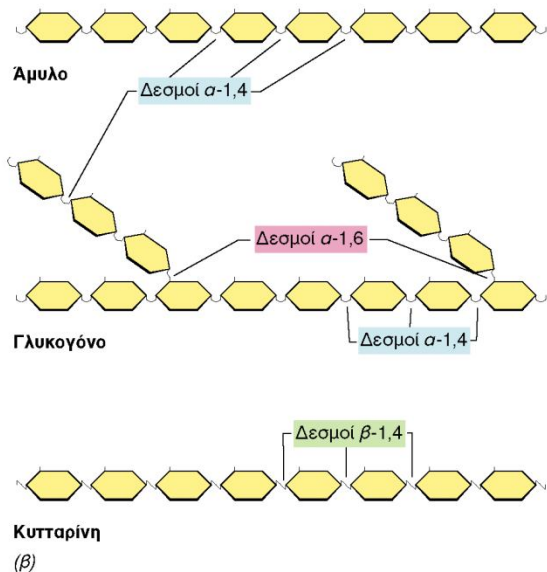


Εικόνα 3.5

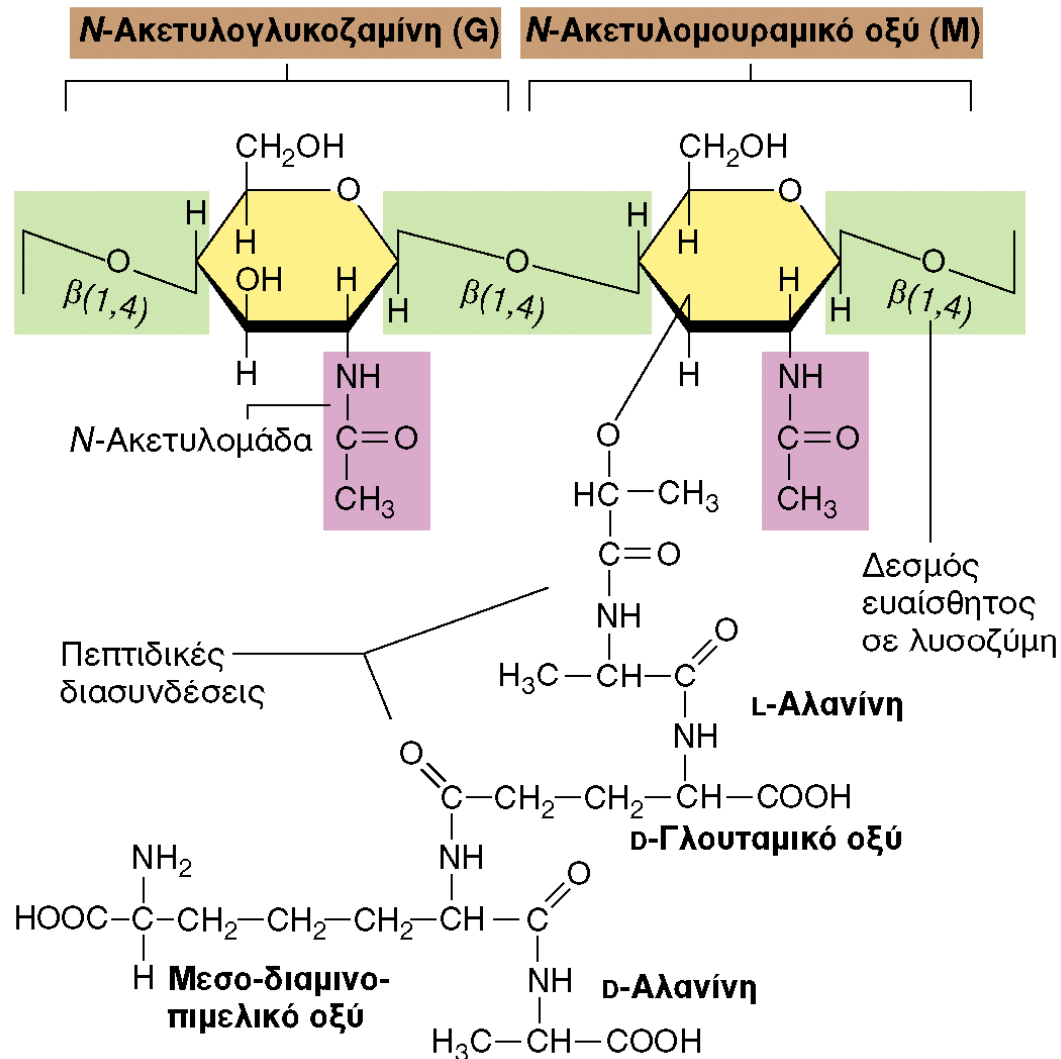
N-ακετυλογλυκοζαμίνη, ένα παράγωγο σακχάρου.



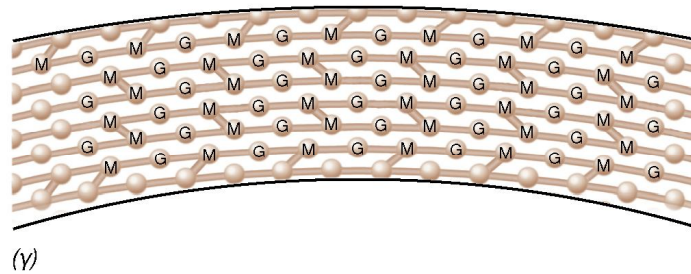
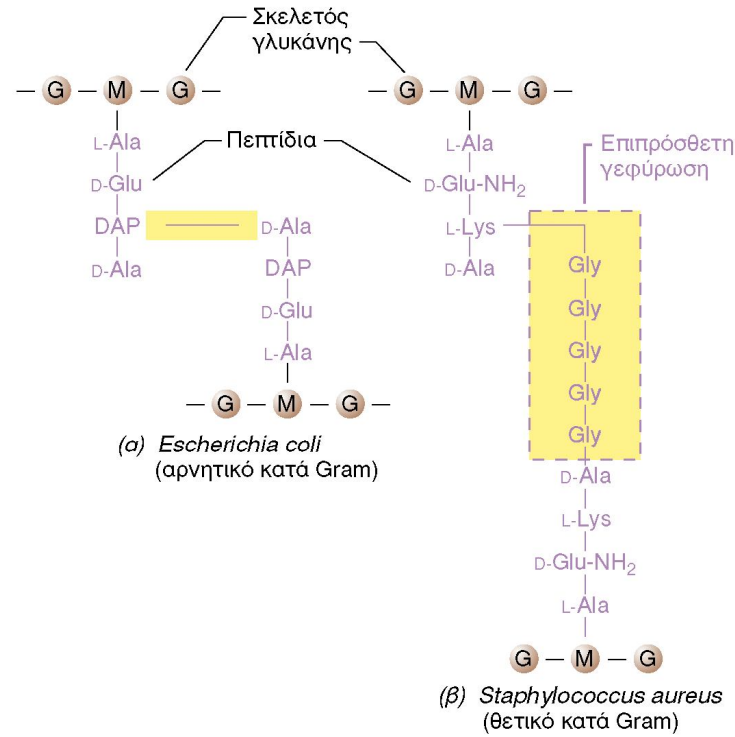
(α)



Εικόνα 3.6 Πολυσακχαρίτες. (α) Δομές διαφόρων γλυκοζιτικών δεσμών. Σημειώστε ότι μπορεί να ποικίλλουν τόσο η σύνδεση όσο και η γεωμετρία (α- ή β-) του δεσμού. (β) Δομές ορισμένων κοινών πολυσακχαριτών. Συγκρίνετε τον χρωματικό κώδικα με το (α).

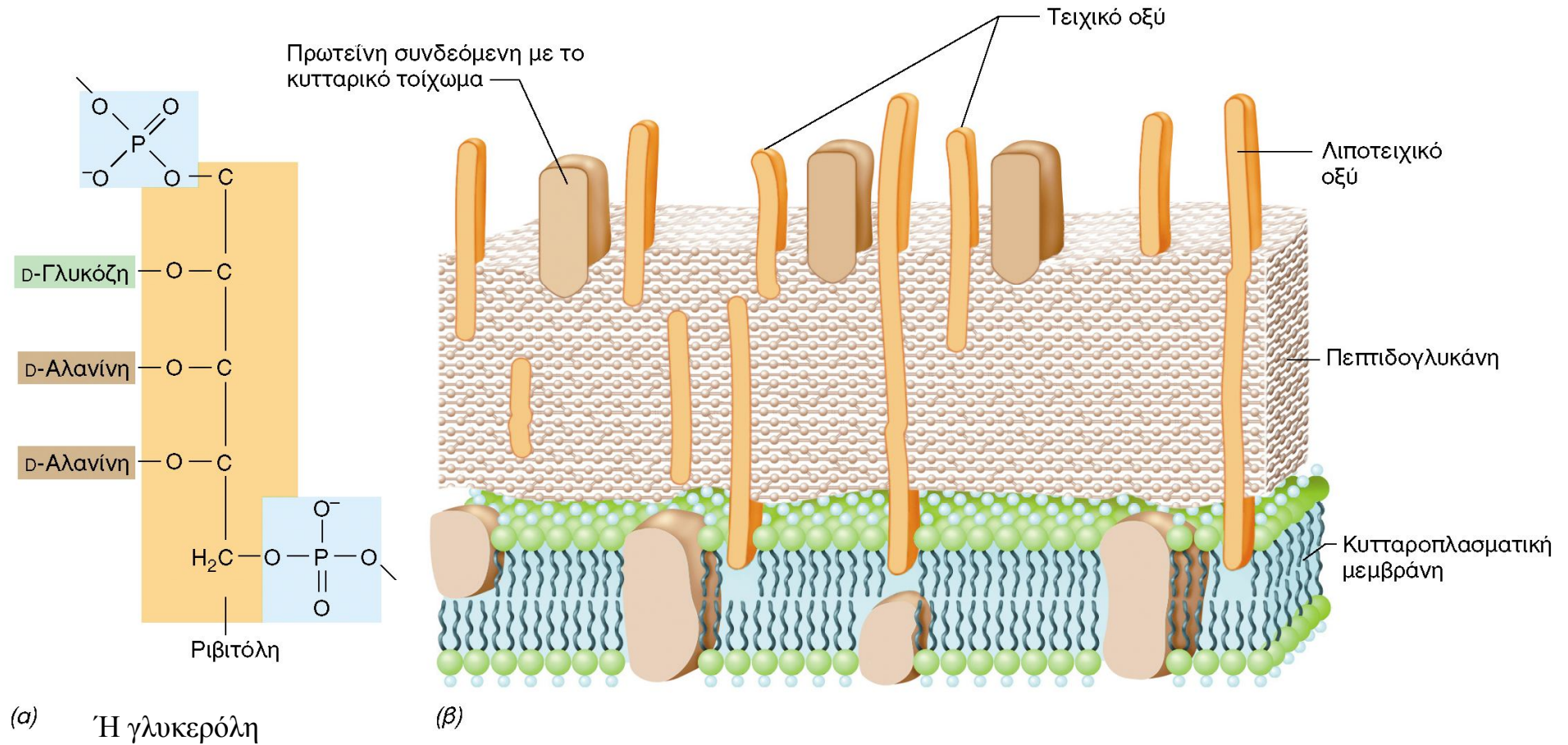


Εικόνα 4.30 Δομή του τετραπεπτιδίου γλυκάνης, μιας από τις επαναλαμβανόμενες μονάδες πεπτιδογλυκάνης στο βακτηριακό κυτταρικό τοίχωμα. Η ανωτέρω δομή απαντά στην *Escherichia coli* και, γενικότερα, στα περισσότερα αρνητικά κατά Gram βακτήρια. Υπάρχουν επίσης ορισμένα *Βακτήρια* στα οποία απαντούν διαφορετικά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



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 γλυκίων (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.

Gram+, επιπλέον έχουν Τειχικά οξέα: όξινοι πολυσακχαρίτες



Εικόνα 4.32 Τειχικά οξέα και συνολική δομή του θετικού κατά Gram κυτταρικού τοιχώματος. (α) Δομή του τειχικού οξέος ριβιτόλης 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.

Τειχικά οξέα

Λόγω του αρνητικού τους φορτίου συνεισφέρουν σημαντικά στο αρνητικό φορτίο που εμφανίζει η κυτταρική επιφάνεια και μπορεί να λειτουργούν με τρόπο που να επιτρέπει ή να μην επιτρέπει τη διέλευση ιόντων.

Ορισμένα γλυκερινούχα τειχικά οξέα είναι συνδεδεμένα με Λιπίδια των μεμβρανών (λιποτειχικά οξέα)

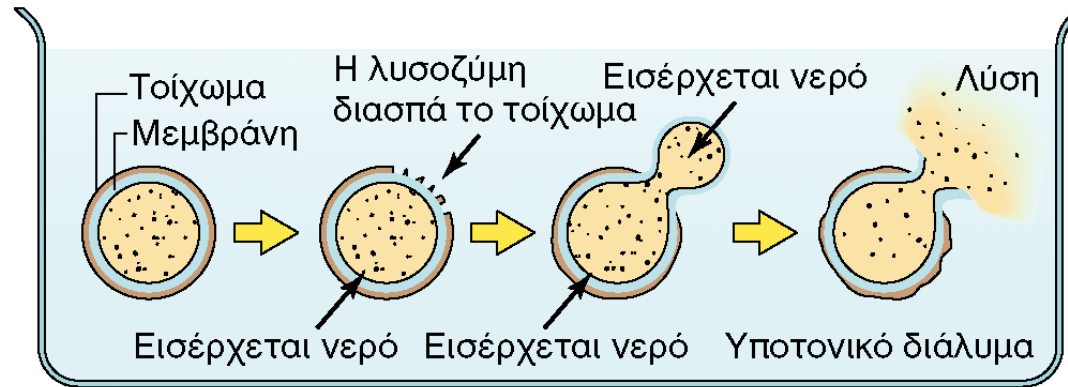
Κύτταρα χωρίς τοιχώματα

Φυσικά:

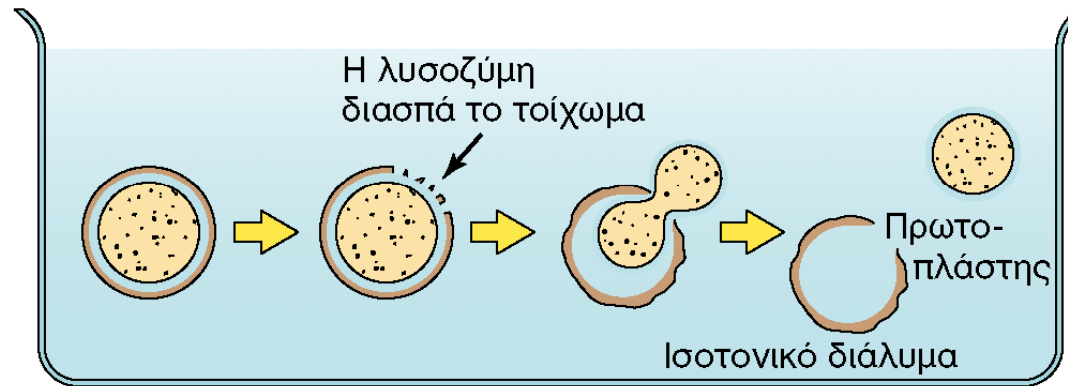
1. Μυκοπλάσματα (Gram+ (????) παθογόνα
2. Thermoplasma (Archaea)

Κύτταρα χωρίς τοιχώματα

Τεχνητά



(α)



(β)

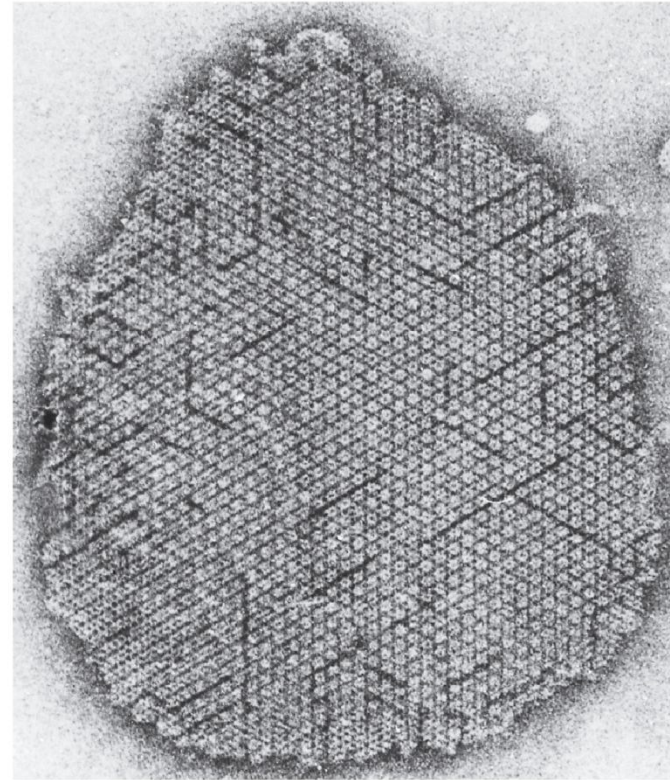
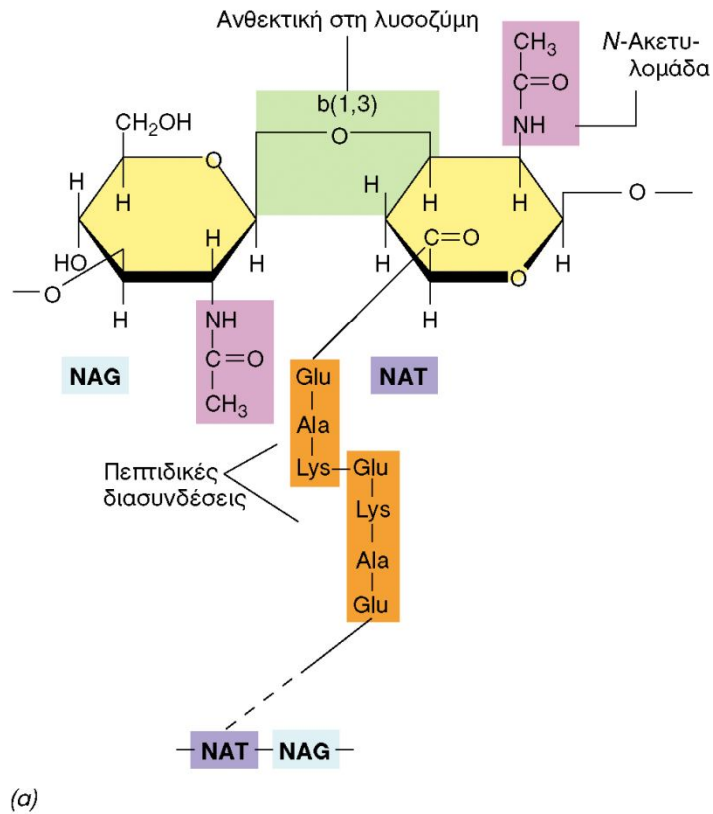
Εικόνα 4.33 Πρωτοπλάστες. (α) Σε αραιό διάλυμα, η λύση του κυτταρικού τοιχώματος απελευθερώνει τον πρωτοπλάστη, ο οποίος όμως λύεται αμέσως επειδή η κυτταροπλασματική μεμβράνη είναι πολύ ευπαθής. (β) Σε διάλυμα που περιέχει ισοτονική συγκέντρωση μιας διαλυμένης ουσίας όπως η σακχαρόζη, το νερό δεν μπορεί να εισέλθει και ο πρωτοπλάστης παραμένει αδιάρρηκτος. Η λυσοζύμη διασπά τους β-1,4-γλυκοζιτικούς δεσμούς της πεπτιδογλυκάνης (βλ. Εικόνα 4.30).

**Πρωτοπλάστης
vs
σφαιροπλάστης**

Κυτταρικά τοιχώματα Αρχαίων

Δεν υπάρχει ομοιομορφία στα τοιχώματα των Αρχαίων
(SOS) μεγάλη ποικιλία τοιχωμάτων

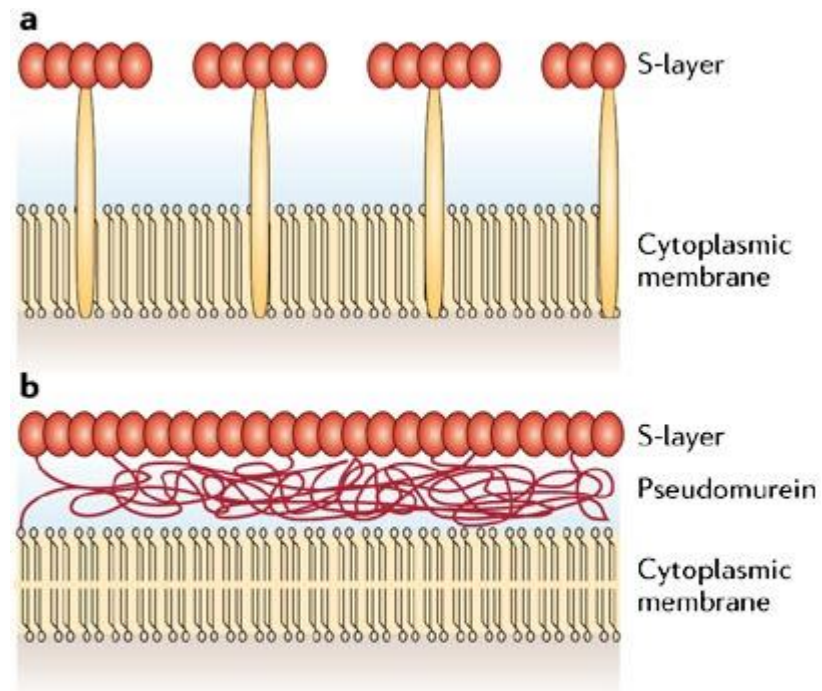
N-ακετυλοταλοζαμινουρονικό



Susan F. Koval

Στιβάδα S
πρωτεΐνη-
γλυκοπρωτεΐνη

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.

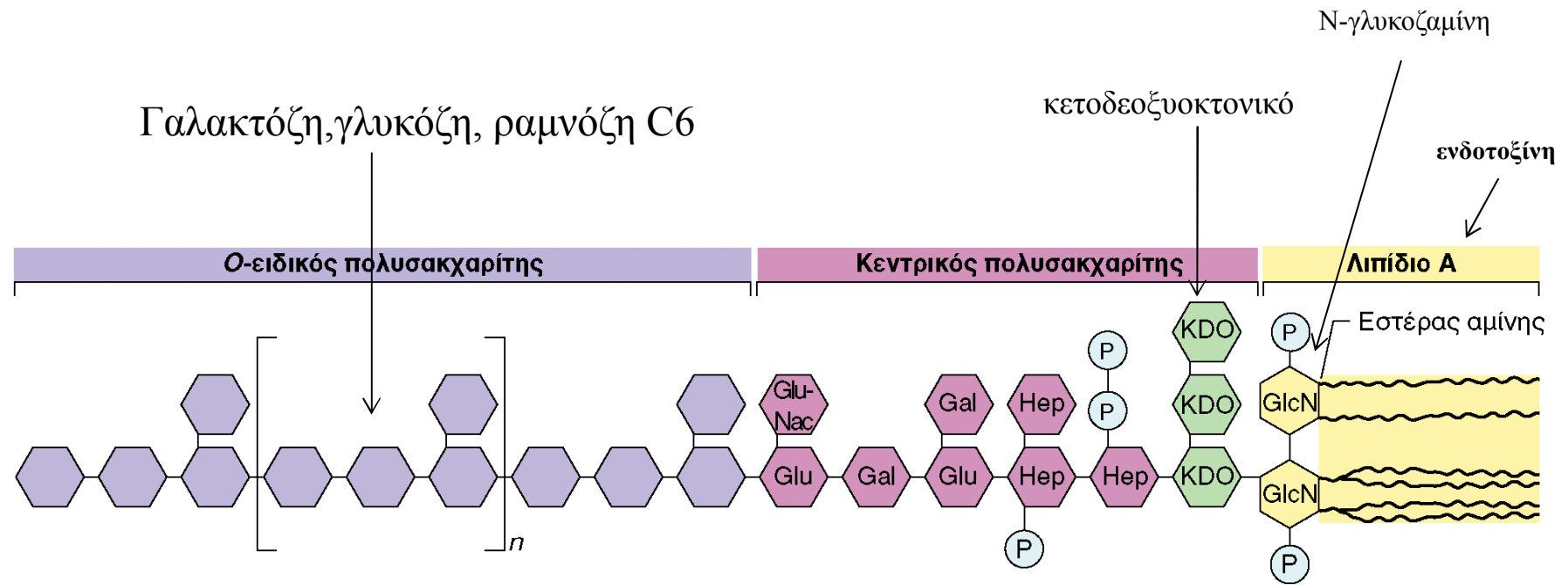


Copyright © 2006 Nature Publishing Group
Nature Reviews | Microbiology

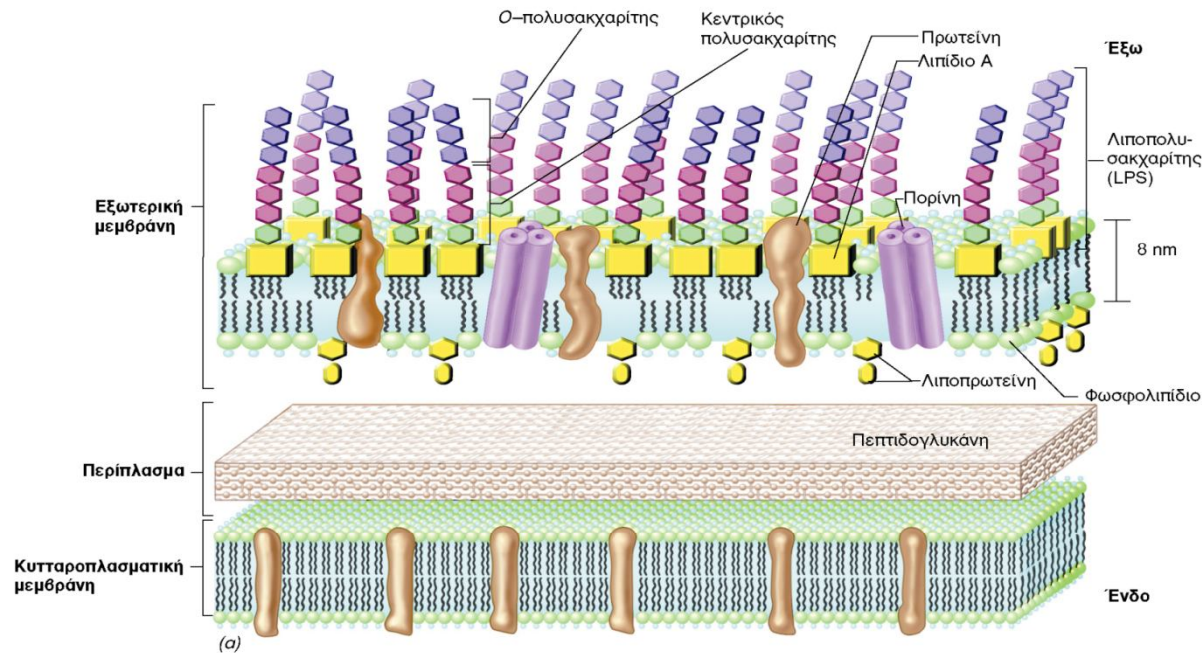
Η εξωτερική μεμβράνη των Gram- βακτηρίων

Επιπλέον επίστρωση αποτελούμενη από λιποπολυσακχαρίτες (LPS)

Δεν έχει την τυπική φωσφολιπιδιακή δομή της εσωτερικής μεμβράνης αλλά περιέχει πολυσακχαρίτες και πολλές πρωτεΐνες.

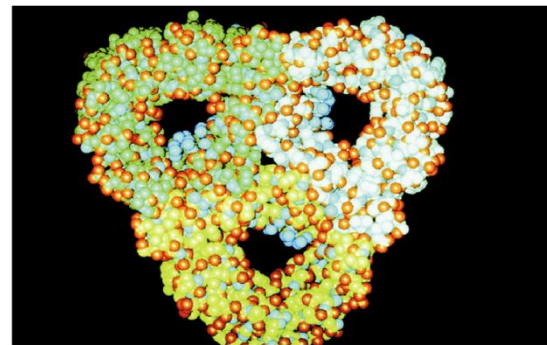


Εικόνα 4.35 Δομή του λιποπολυσακχαρίτη (LPS) των αρνητικών κατά Gram βακτηρίων. Η ακριβής χημεία του λιπιδίου Α και των πολυσακχαριτικών συστατικών διαφέρει στα διάφορα είδη των αρνητικών κατά Gram βακτηρίων, αλλά η σειρά σύνδεσης των κύριων ομάδων (λιπίδιο Α-KDO-κεντρικός πολυσακχαρίτης-Ο-ειδικός πολυσακχαρίτης) 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 Α συνδέονται μεταξύ τους με αμινο-εστερικό δεσμό. Το τμήμα λιπιδίου Α του LPS αποτελεί το λεγόμενο *σύμπλεγμα ενδοτοξίνης* το οποίο μπορεί να είναι τοξικό για τα ζώα (🔗 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.



- Στο περίπλασμα:
1. υδρολυτικά ένζυμα
 2. πρωτεΐνες δέσμησης
 3. χημειοποδοχείς

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 A, φωσφολιπιδίων, πορινών, και λιποπρωτεϊνών στην εξωτερική μεμβράνη. (Για λεπτομέρειες της δομής του LPS, βλ. Εικόνα 4.35). Το λιπίδιο A μπορεί να είναι τοξικό για τον άνθρωπο, οπότε αναφέρεται ως ενδοτοξίνη (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 X της πορίνης του *Rhodobacter blasticus*.



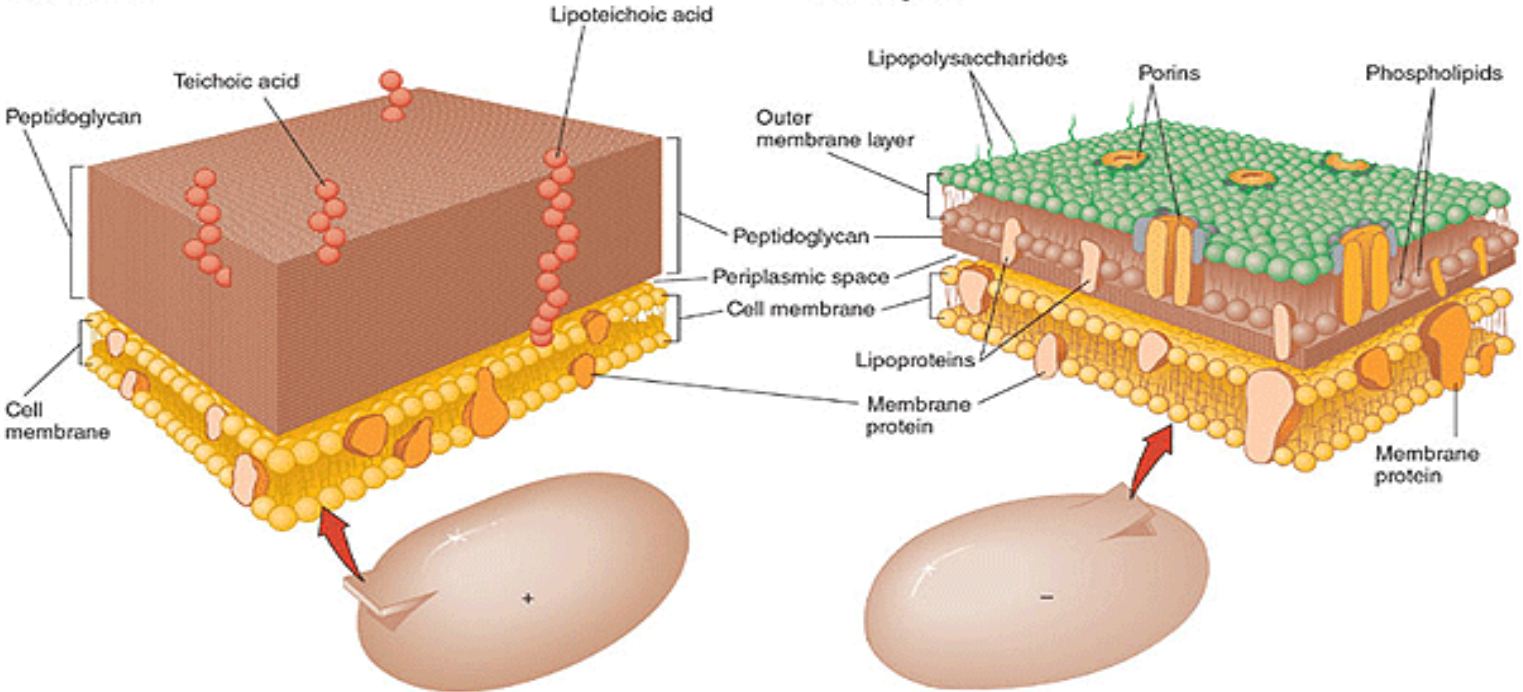
(β)

Μη ειδικές πορίνες
Ειδικές πορίνες

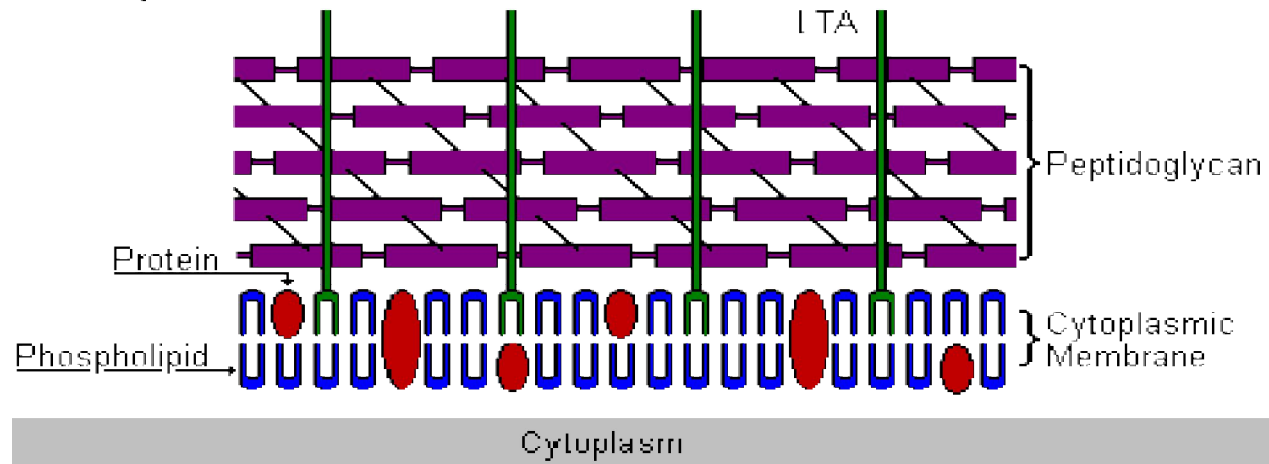
Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

Gram Positive

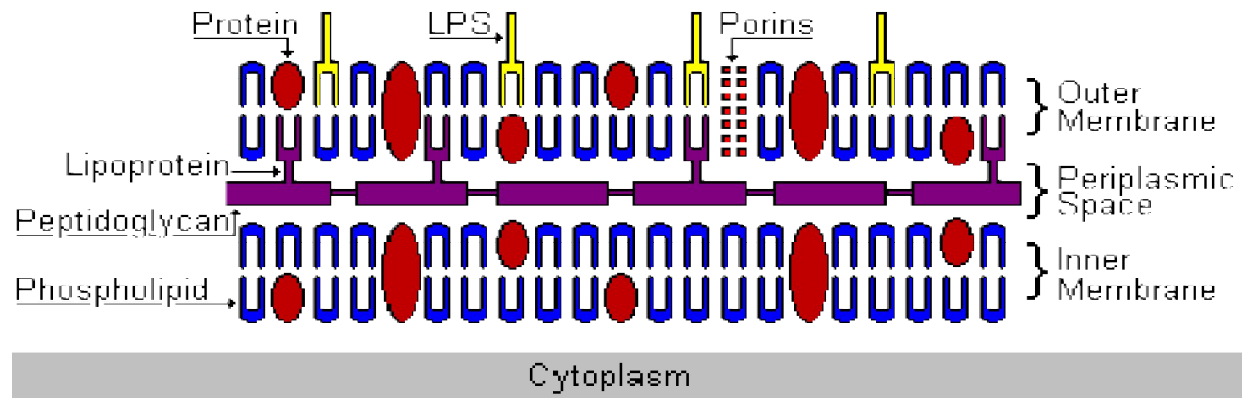
Gram Negative







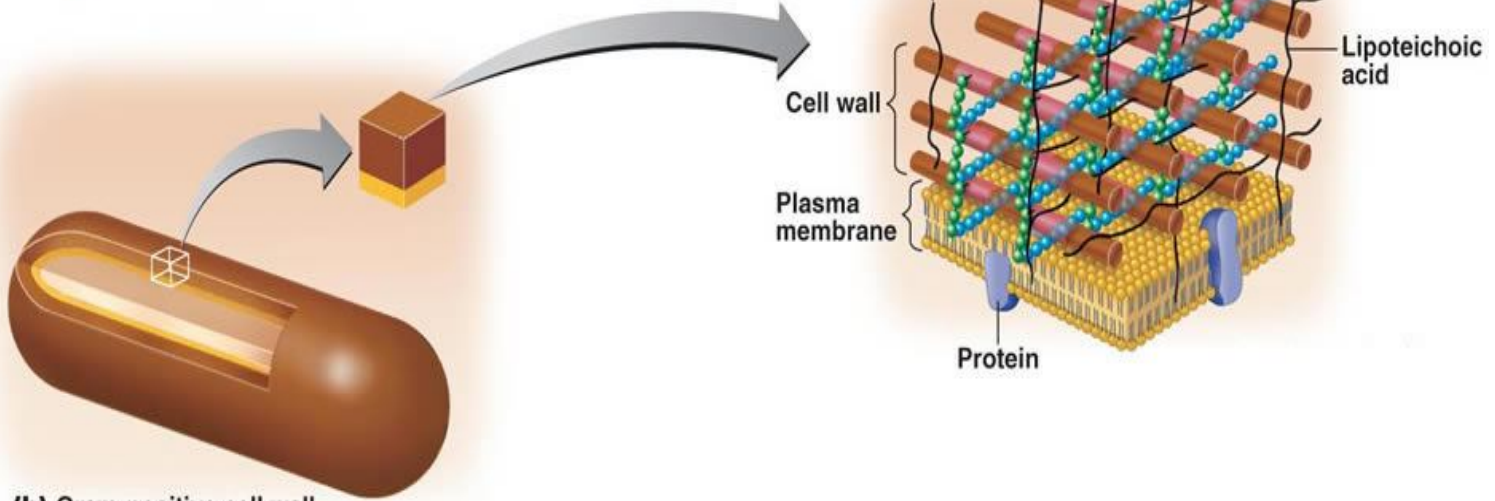
Gram-positive Cell Wall



Gram-negative Cell Wall



-  N-acetylglucosamine (NAG)
-  N-acetylmuramic acid (NAM)
-  Side-chain amino acid
-  Cross-bridge amino acid



(b) Gram-positive cell wall

Penicillin Binding Proteins

