



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΑ

ΕΝΟΤΗΤΑ

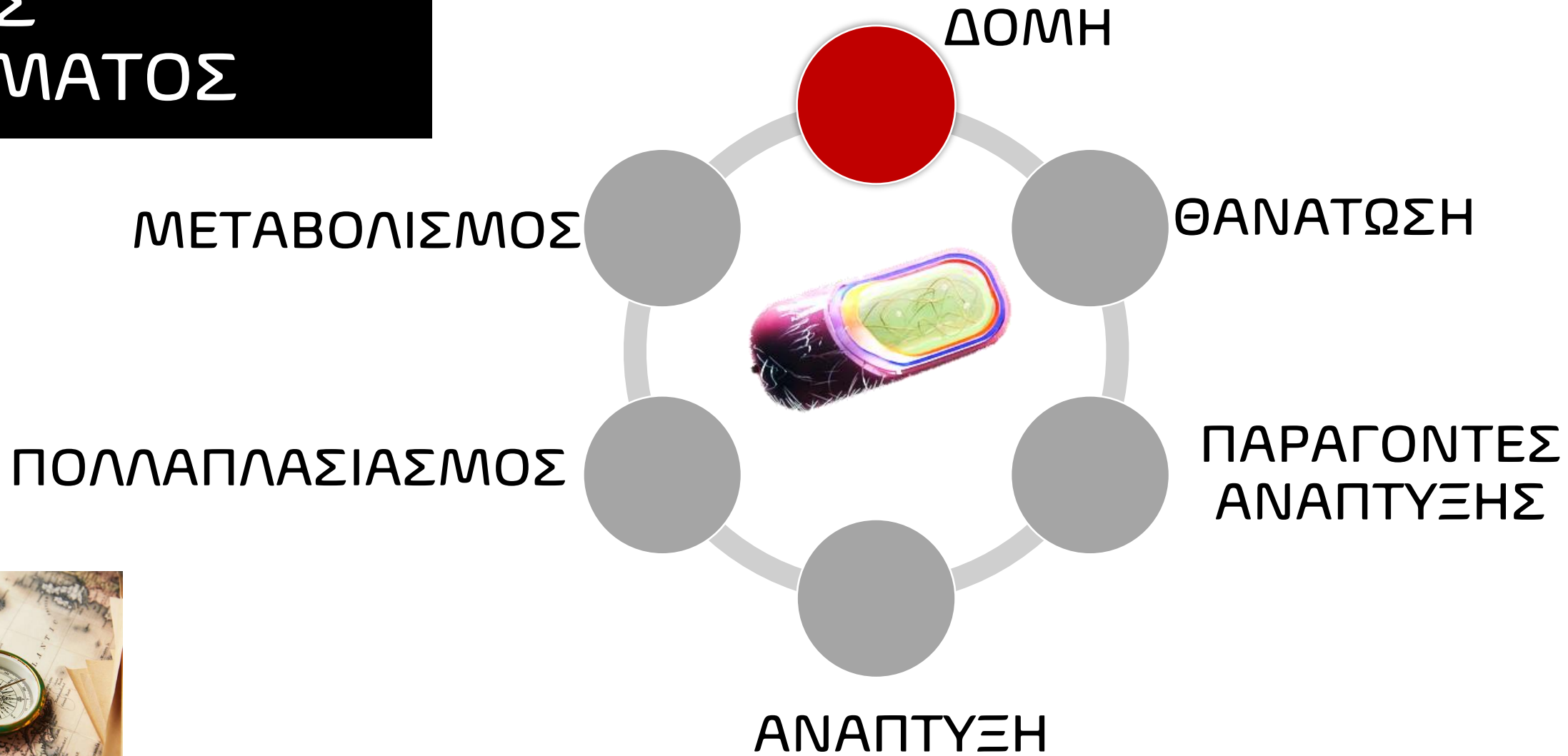
II

ΔΟΜΗ ΒΑΚΤΗΡΙΑΚΟΥ ΚΥΤΤΑΡΟΥ

2022-2023

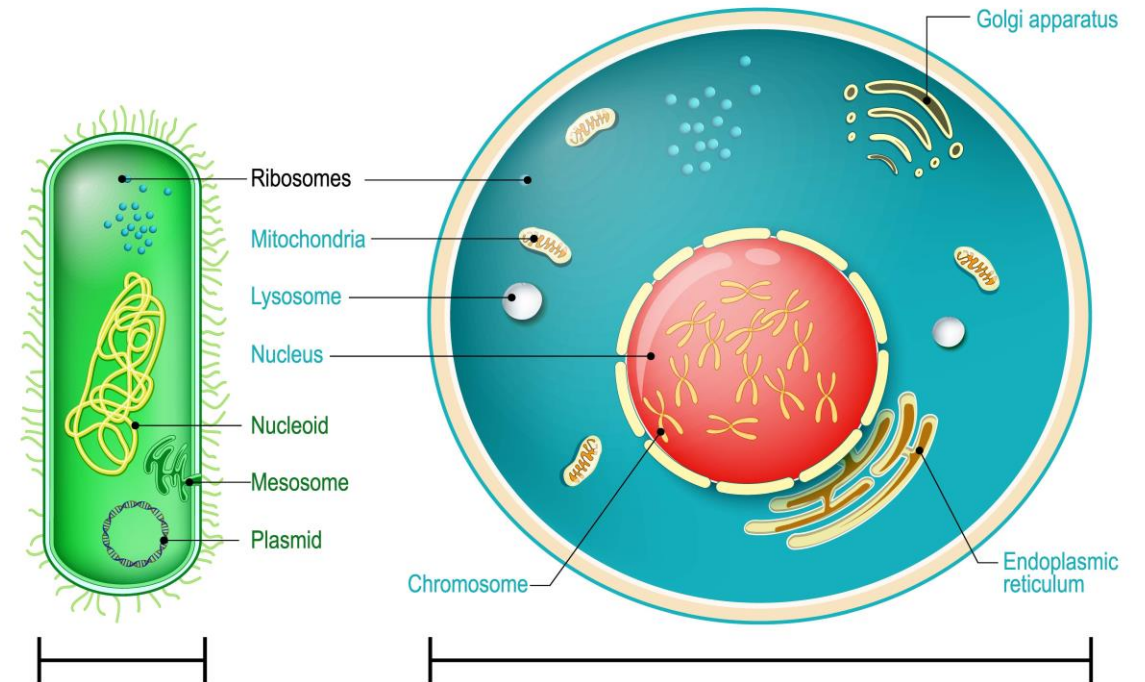
ΕΚΔΟΣΗ 01

ΧΑΡΤΗΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

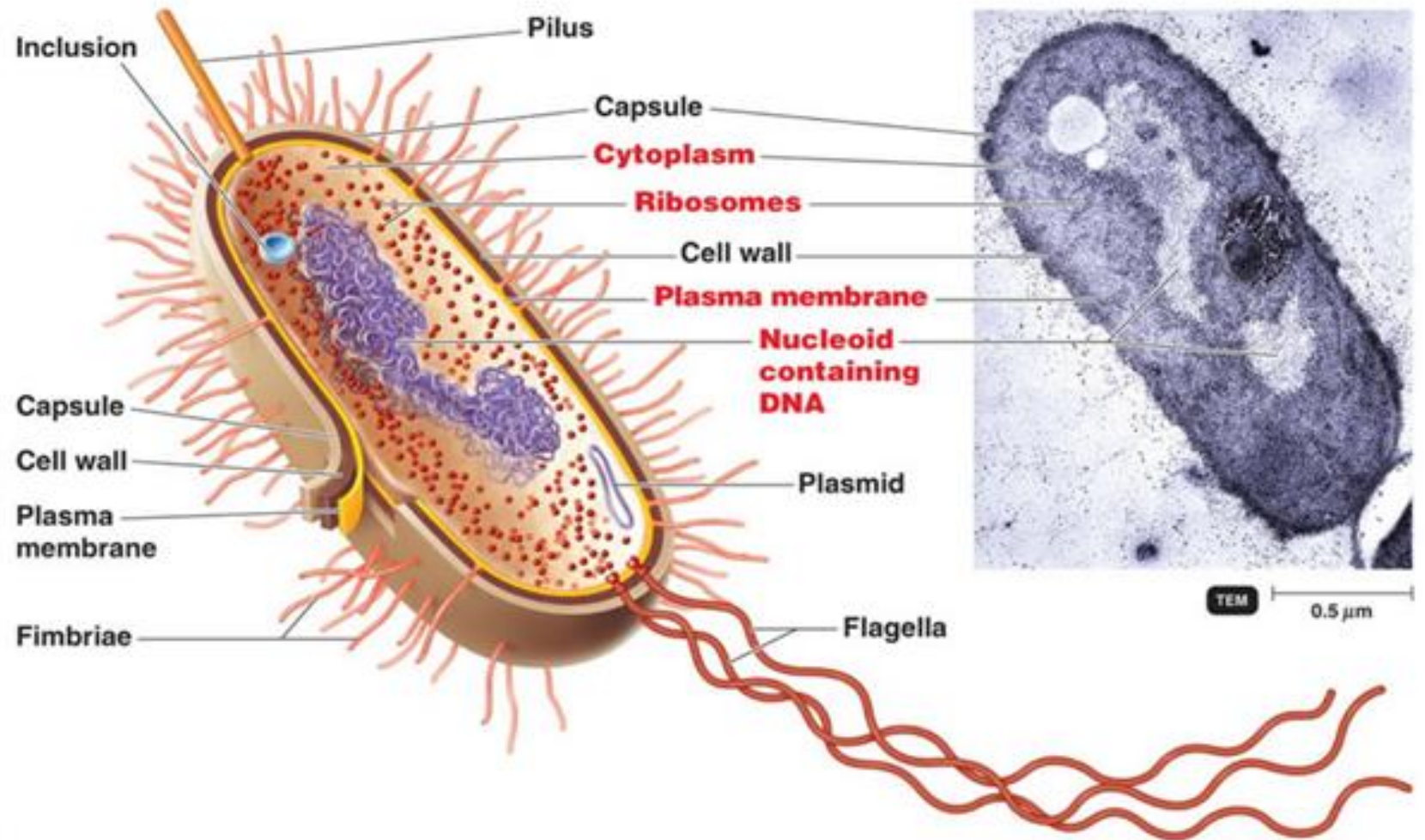


ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΠΡΟΚΑΡΥΩΤΙΚΟΥ ΜΕ ΕΥΚΑΡΥΩΤΙΚΟ

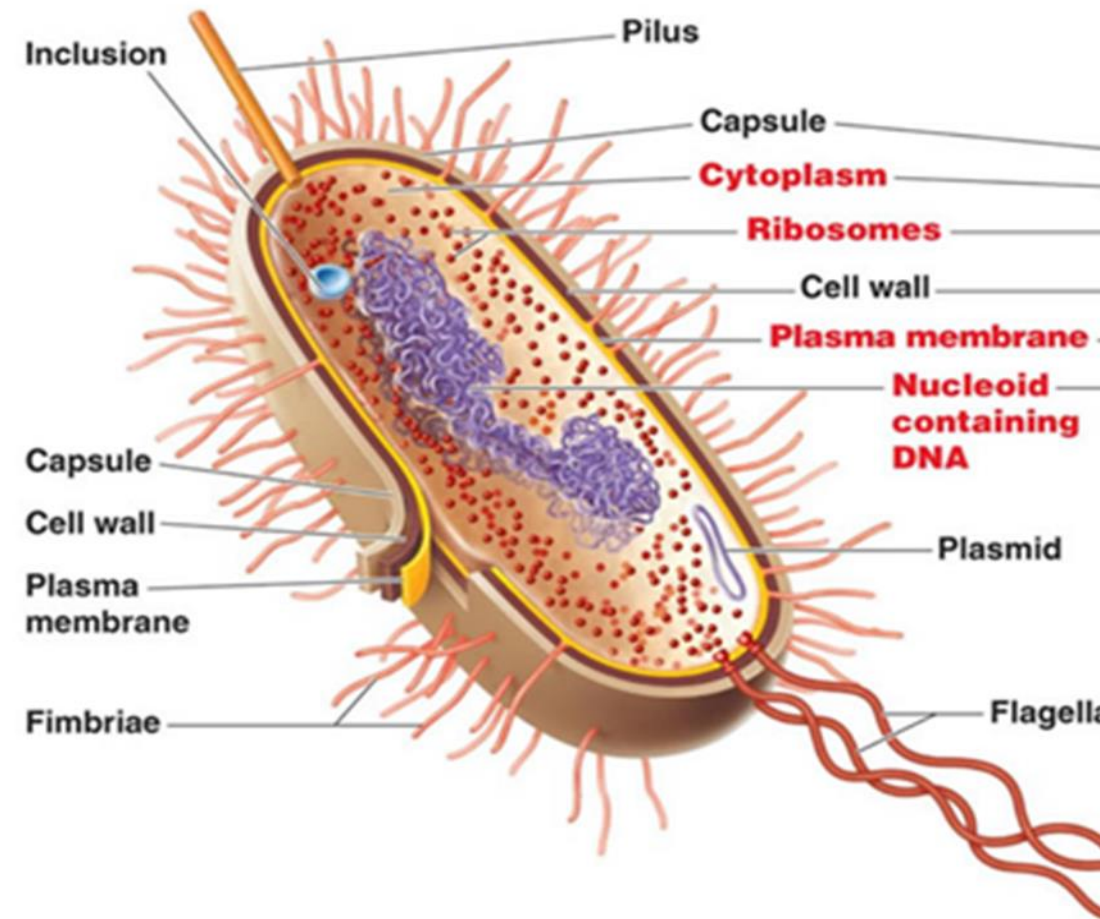
ΠΡΟΚΑΡΥΩΤΙΚΟ VS ΕΥΚΑΡΥΩΤΙΚΟ ΚΥΤΤΑΡΟ



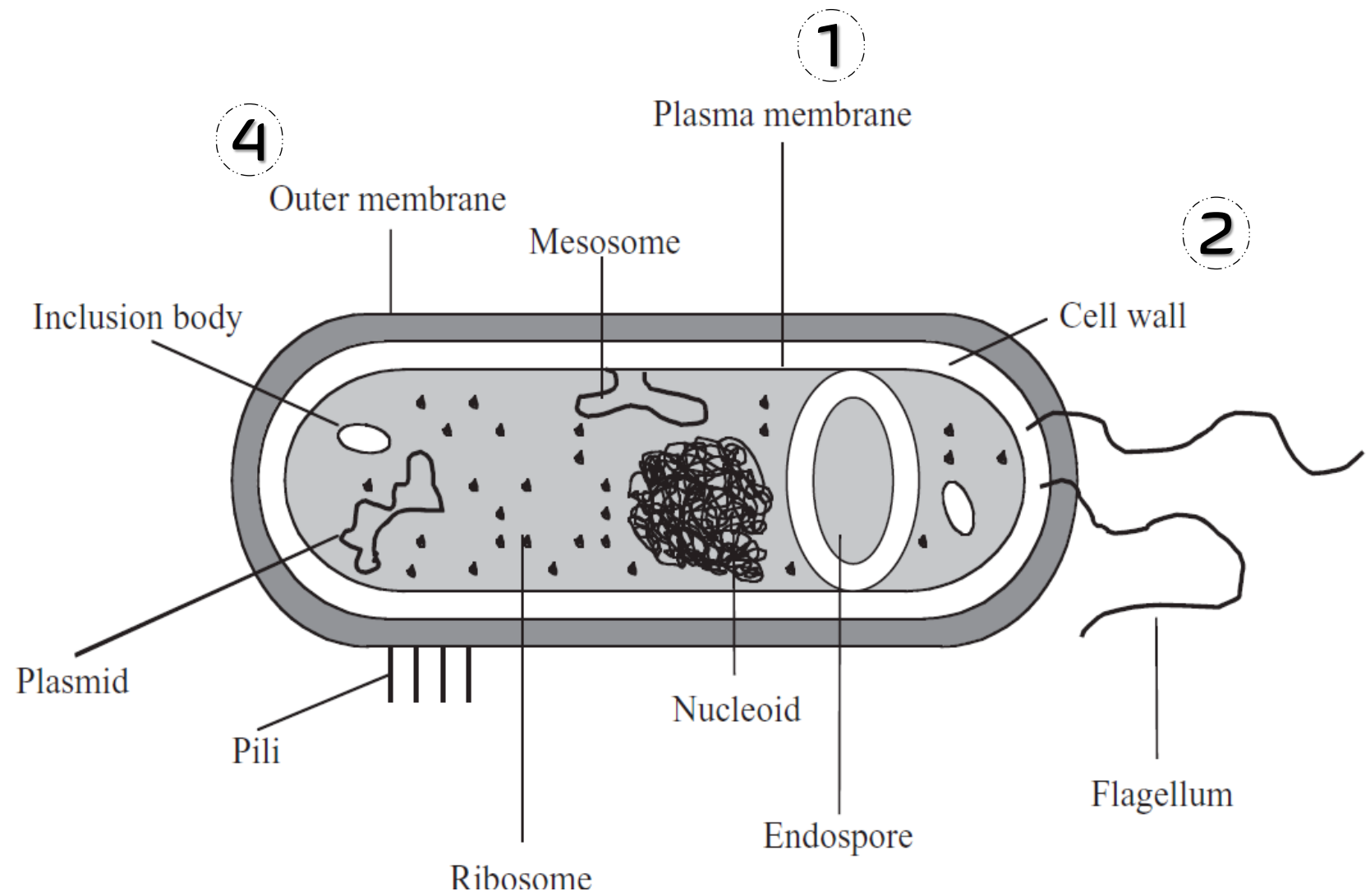
ΤΟ ΠΡΟΚΑΡΥΩΤΙΚΟ ΚΥΤΤΑΡΟ



- 1 Κυτταρική μεμβράνη (**Plasma membrane**)
- 2 Κυτταρικό τοίχωμα (**Cell Wall**)
- 3 Μαστίγια (**Flagella**)
- 4 Κάψουλα/ Έλυτρο (**Capsule**)
- 5 Τριχίδιο (**Pilus**)
- 6 Κροσσοί (**Fimbriae**)
- 7 Έγκλειστα (**Inclusion**)
- 8 Νουκλεοΐδές (**Nucleoid**)



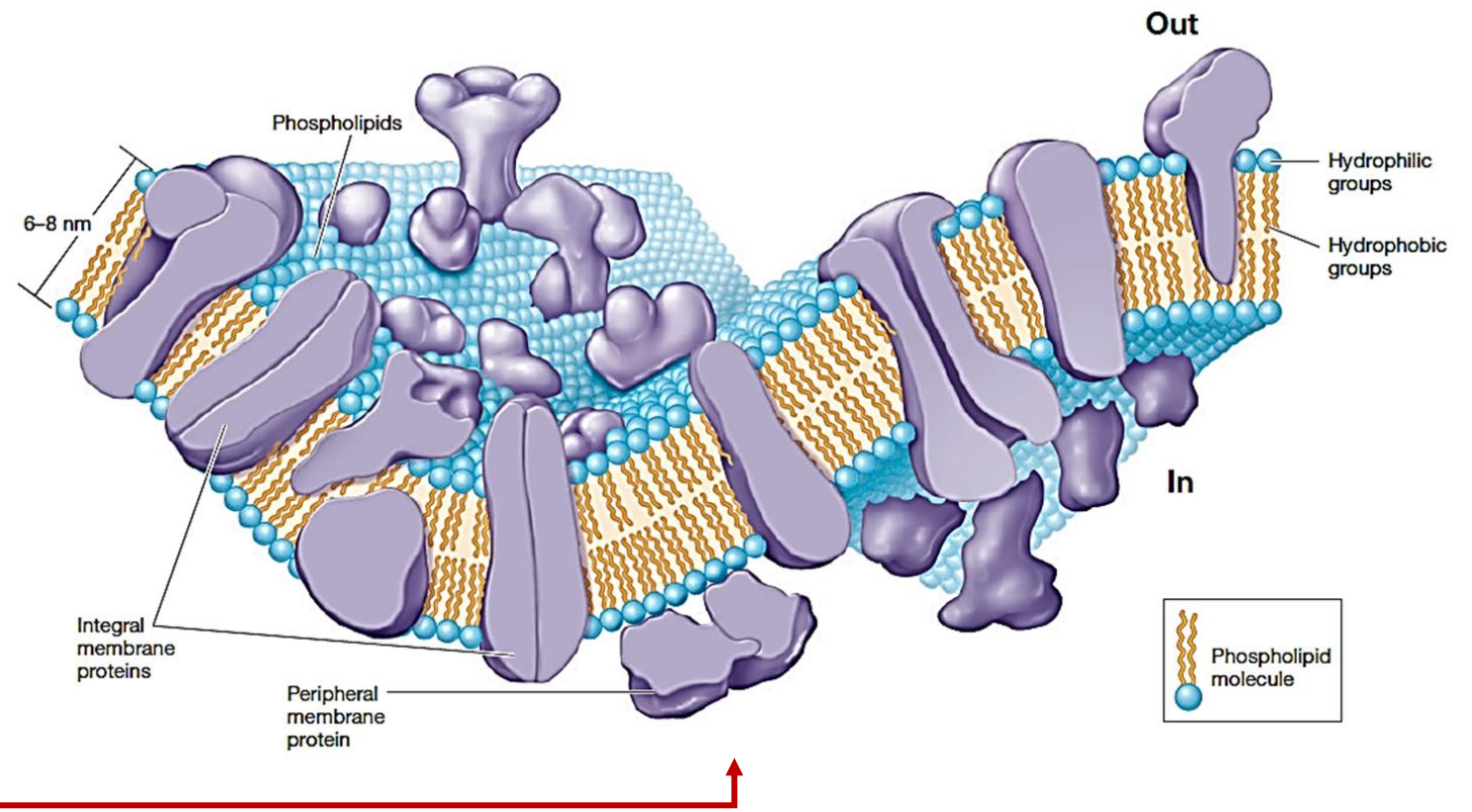
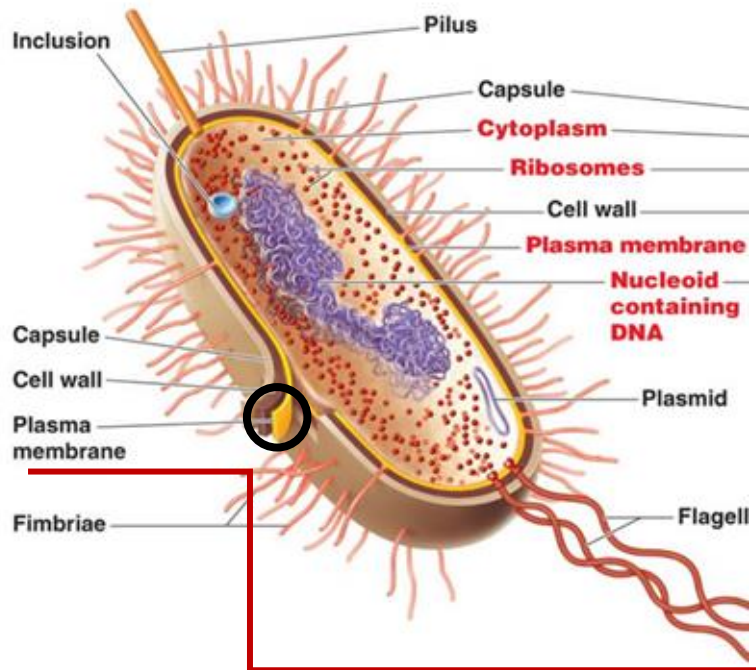
ΤΟ
ΠΡΟΚΑΡΥΩΤΙΚΟ
ΚΥΤΤΑΡΟ



Η ΚΥΤΤΑΡΟΠΛΑΣΜΑΤΙΚΗ ΜΕΜΒΡΑΝΗ

Η ΚΥΤΤΑΡΟΠΛΑΣΜΑΤΙΚΗ ΜΕΜΒΡΑΝΗ

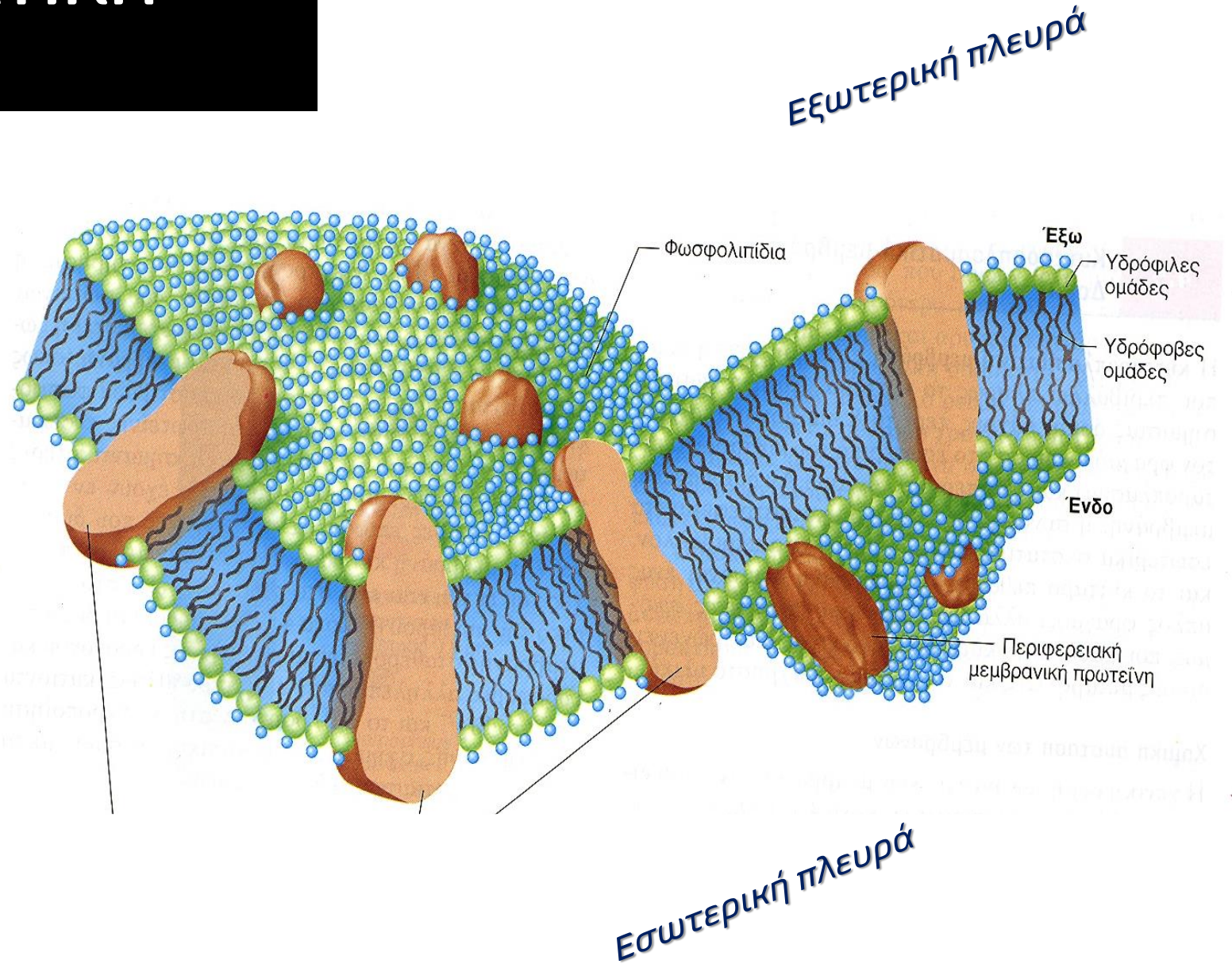
1



Η ΚΥΤΤΑΡΟΠΛΑΣΜΑΤΙΚΗ ΜΕΜΒΡΑΝΗ

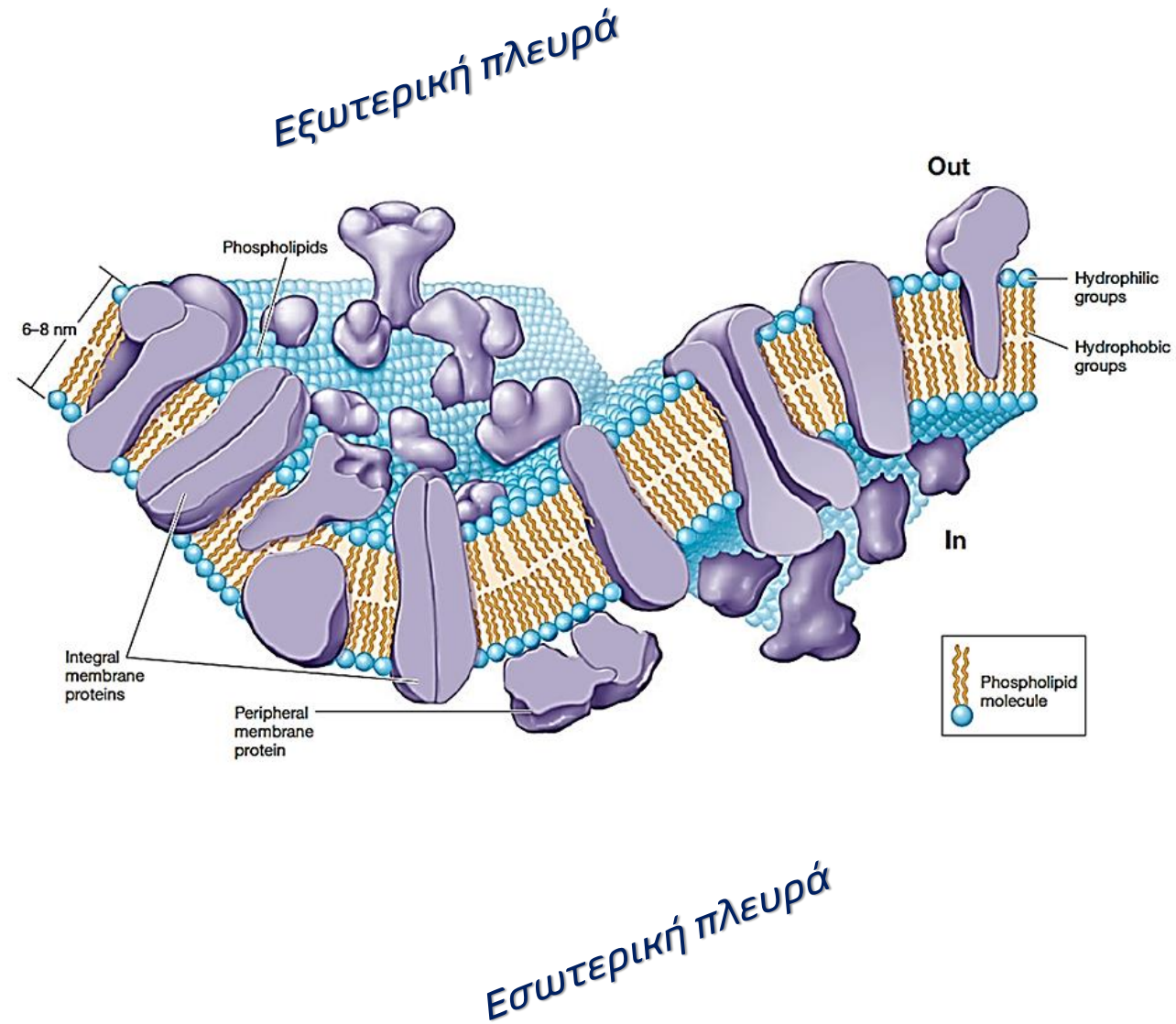
ΔΟΜΗ/ ΣΥΣΤΑΣΗ

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ



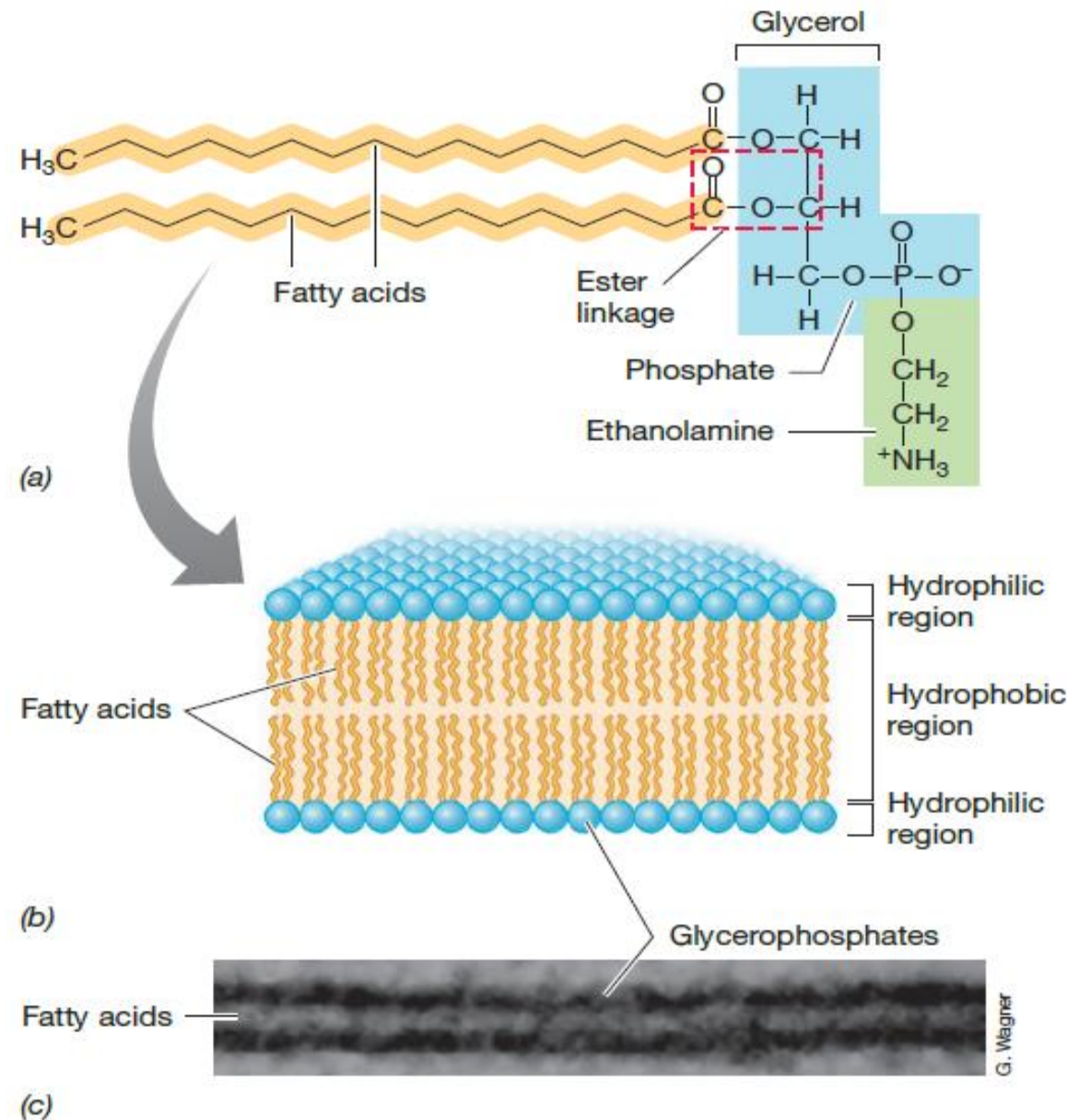
ΔΟΜΗ/ ΣΥΣΤΑΣΗ

1. Φωσfolιπιδική μεμβράνη,
2. Διπλοστοιβάδα,
3. Λειτουργική σε ημίρρευστη κατάσταση,
4. Εκβάλλουσες και παρεμβάλλουσες λειτουργικές πρωτεΐνες



ΔΟΜΗ/ ΣΥΣΤΑΣΗ

1. Αποτελείται από **ΦΩΣΦΟΛΙΠΙΔΙΑ** τα οποία είναι **Εστέρες** της **ΓΛΥΚΕΡΟΛΗΣ** με **ΛΙΠΑΡΑ ΟΞΕΑ**.
2. Τα **ΛΙΠΑΡΑ ΟΞΕΑ** είναι Υδρόφοβα και Υδρόφιλη η **ΓΛΥΚΕΡΟΛΗ**.
3. Το είδος των λιπαρών οξέων επηρεάζει την **ρευστότητα** της και συνεπώς την λειτουργικότητά της σε διαφορετικές θερμοκρασίες





ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ

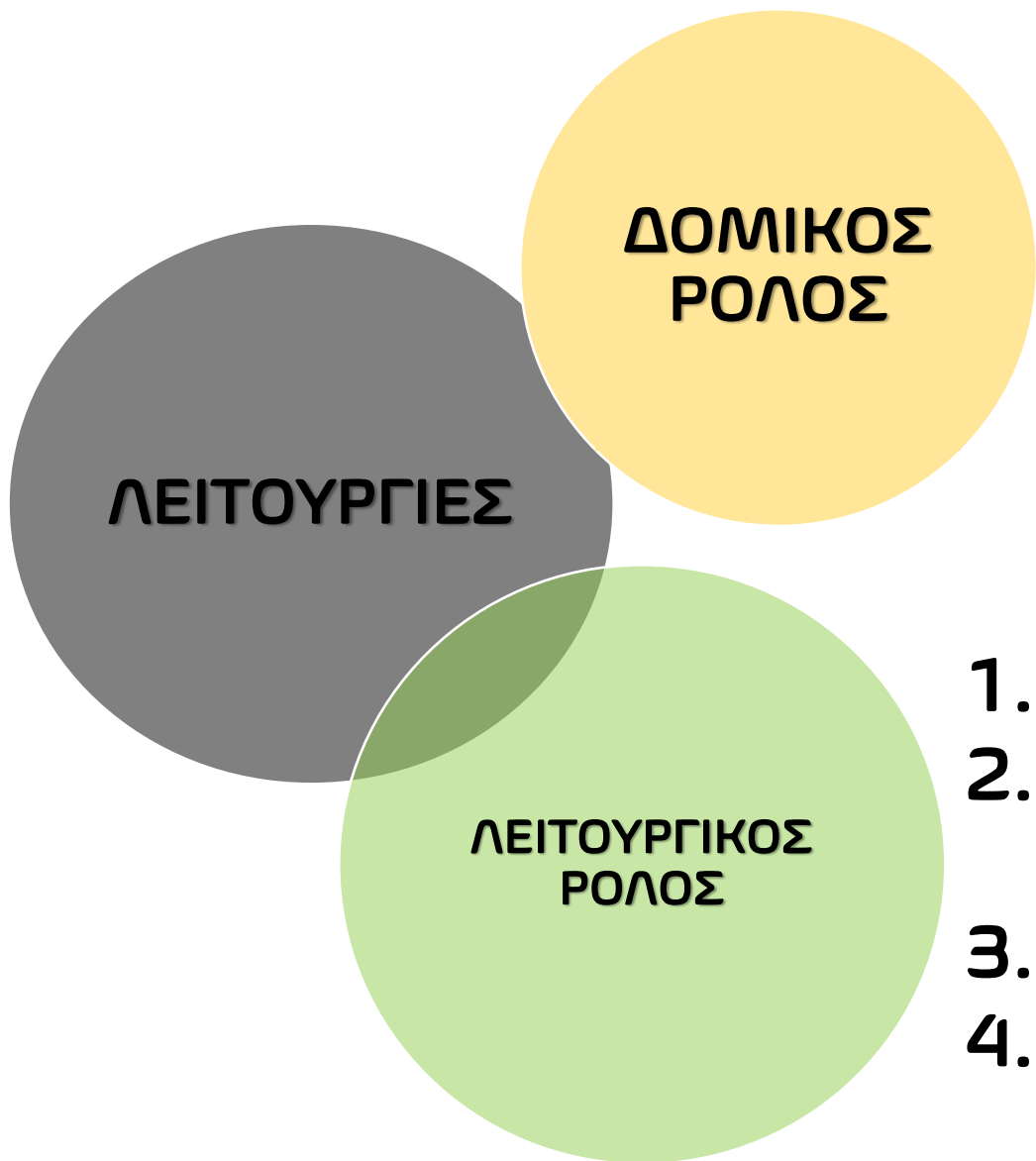
1. Περιβάλλει το κυτταρόπλασμα,
2. Διαχωρίζει/ οριοθετεί το κυτταρόπλασμα από το περιβάλλον
3. Αναγνώριση περιβάλλοντος
4. Εκλεκτική επικοινωνία με το περιβάλλον
5. Παραγωγή ενέργειας
6. Μεταβολικές δραστηριότητες

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΜΕΜΒΡΑΝΗΣ



1. Περιβάλλει το κυτταρόπλασμα,
2. Διαχωρίζει/ οριοθετεί το κυτταρόπλασμα από το περιβάλλον

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΜΕΜΒΡΑΝΗΣ



1. Αναγνώριση περιβάλλοντος
2. Εκλεκτική επικοινωνία με το περιβάλλον
3. Παραγωγή ενέργειας
4. Μεταβολικές δραστηριότητες

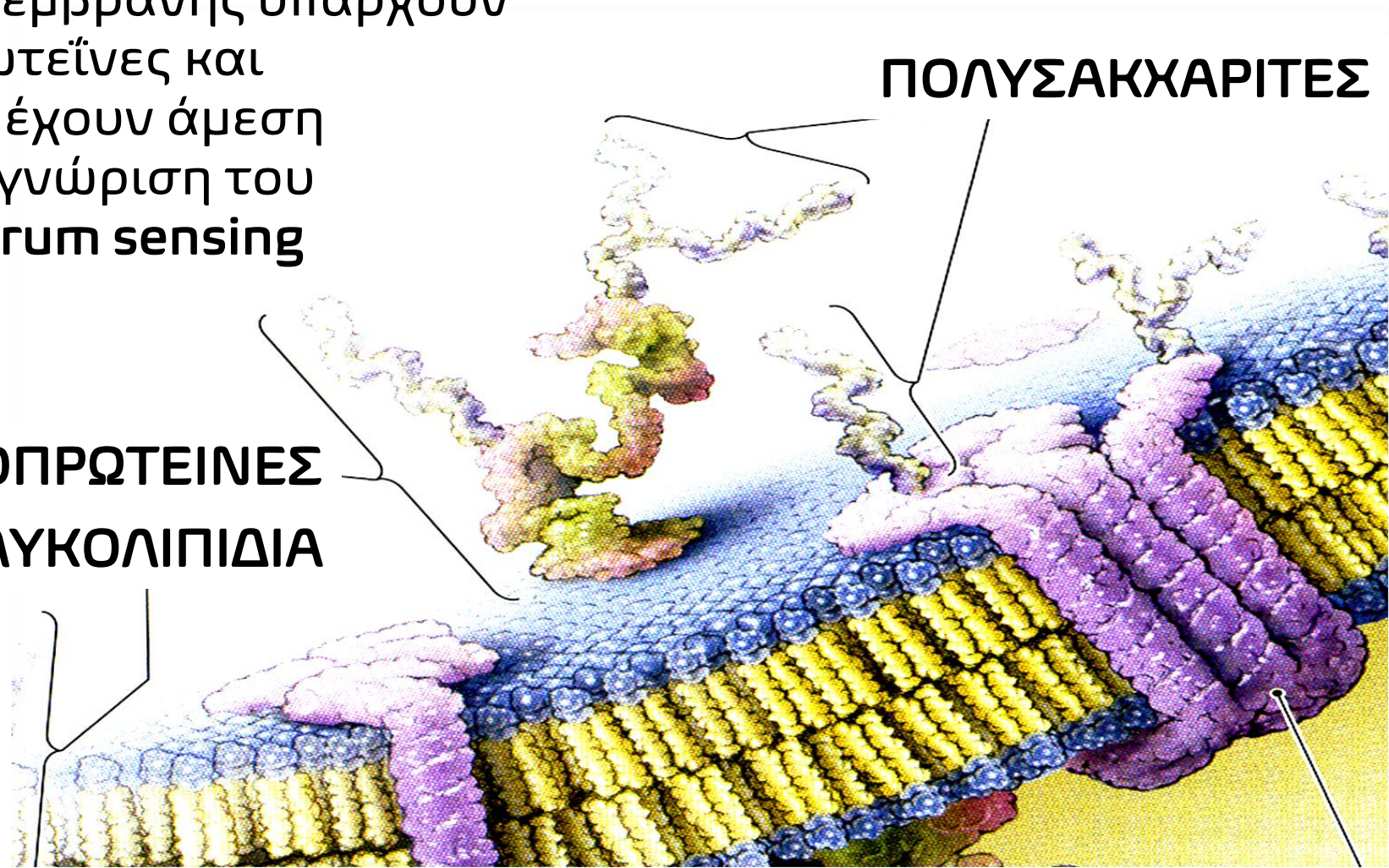
ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΜΕΜΒΡΑΝΗΣ

Αναγνώριση

Στην επιφάνεια της μεμβράνης υπάρχουν πρωτεΐνες, γλυκοπρωτεΐνες και πολυσακχαρίτες που έχουν άμεση συμμετοχή στην αναγνώριση του περιβάλλοντος – *quorum sensing*

ΓΛΥΚΟΠΡΩΤΕΙΝΕΣ
ΓΛΥΚΟΛΙΠΙΔΙΑ

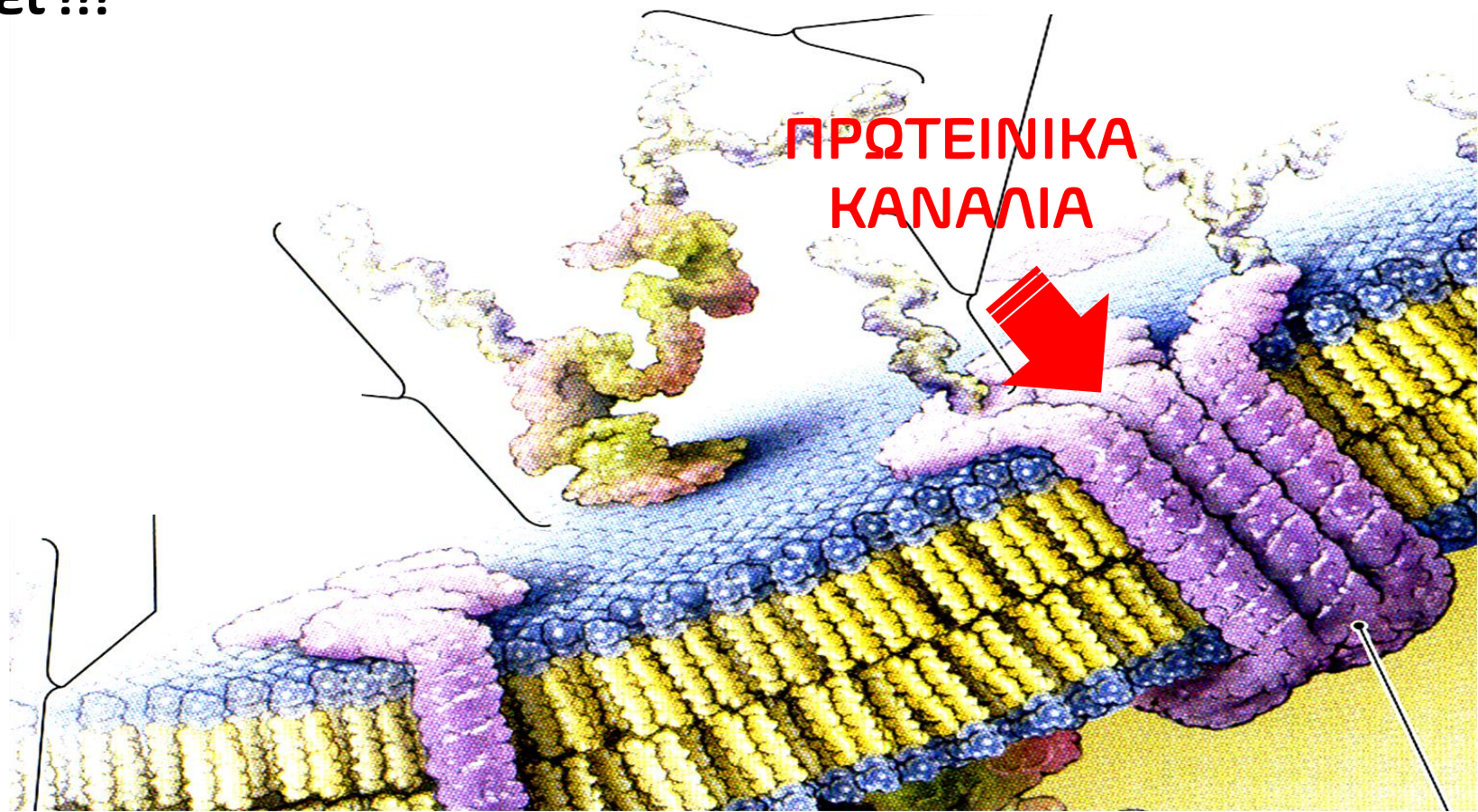
ΠΟΛΥΣΑΚΧΑΡΙΤΕΣ



ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΜΕΜΒΡΑΝΗΣ

Εκλεκτική Επικοινωνία με το περιβάλλον

Η κυτταρική μεμβράνη οριοθετεί
αλλά δεν απομονώνει !!!



ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΜΕΜΒΡΑΝΗΣ

Εκλεκτική Επικοινωνία με το περιβάλλον

1. ΠΑΘΗΤΙΚΕΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ

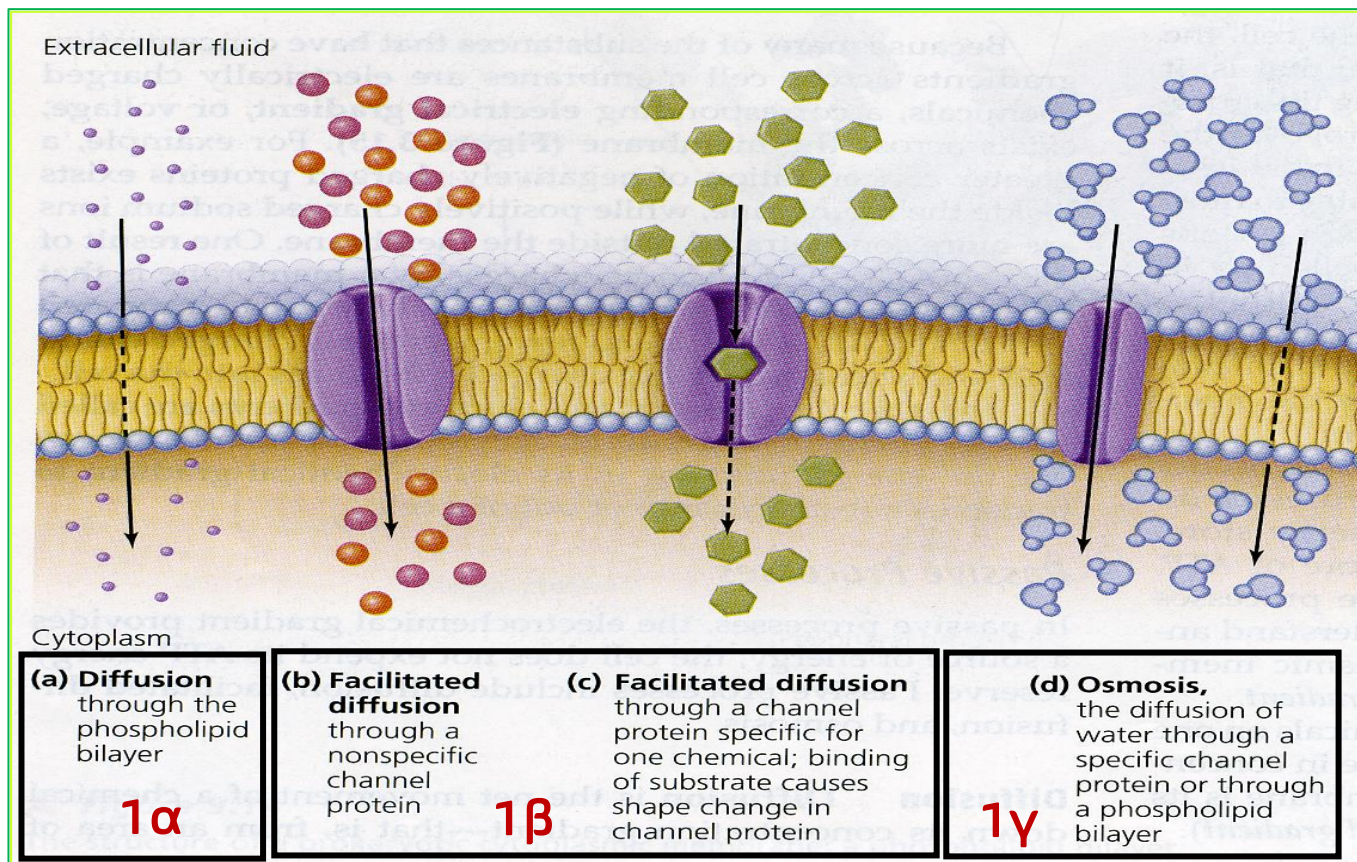
- 1α Ελεύθερη διάχυση
- 1β Υποβοηθούμενη διάχυση
- 1γ Ωσμωση

2. ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ

- 2α Ενεργητική μεταφορά

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΜΕΜΒΡΑΝΗΣ

Εκλεκτική Επικοινωνία με το περιβάλλον



ΠΑΘΗΤΙΚΕΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ

1α Ελεύθερη διάχυση

1β Υποβοηθούμενη διάχυση

1γ Ώσμωση

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΜΕΜΒΡΑΝΗΣ

Εκλεκτική Επικοινωνία με το περιβάλλον

ΠΑΘΗΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

Ελεύθερη διάχυση

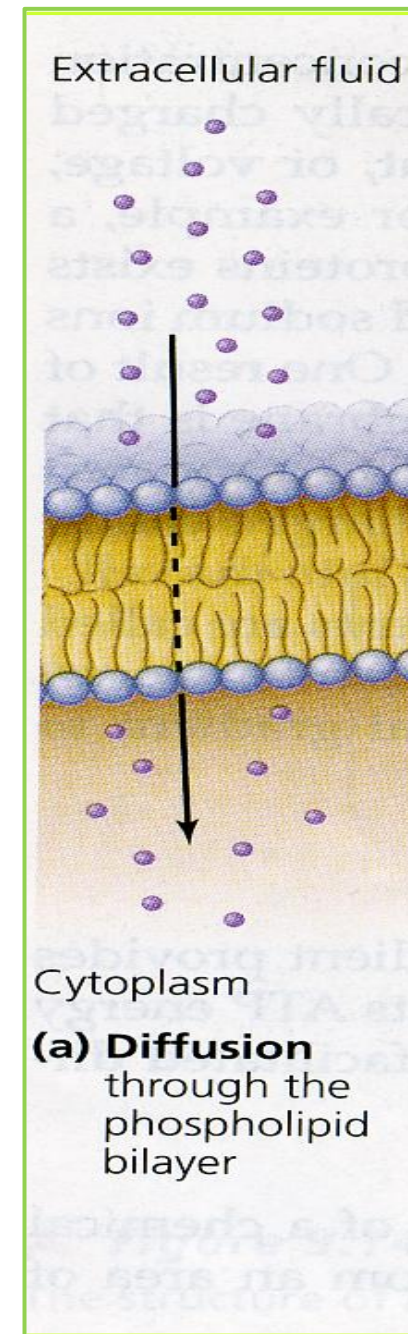
Μικρά μόρια, χωρίς φορτίο, λιποδιαλυτά, από την υψηλή προς την χαμηλή συγκέντρωση, χωρίς ενεργειακό κόστος για το κύτταρο.

ΝΑΙ

(οξυγόνο, διοξείδιο του άνθρακα, λιπαρά οξέα, αλκοόλες)

ΌΧΙ

(γλυκόζη, πρωτεΐνες)



ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΜΕΜΒΡΑΝΗΣ

Εκλεκτική Επικοινωνία με το περιβάλλον

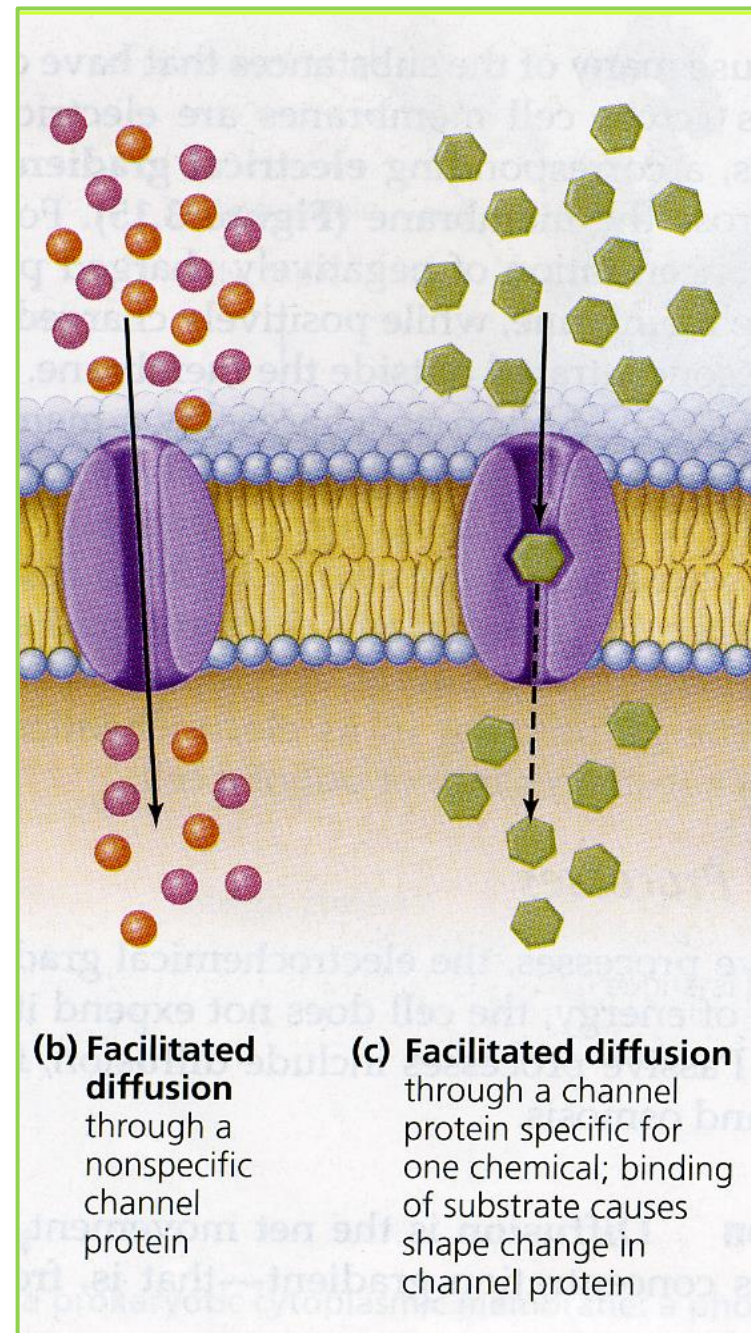
ΠΑΘΗΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

Υποβοηθούμενη διάχυση

Μέσω ειδικών πρωτεϊνών (περμεασών), από την υψηλή προς την χαμηλή συγκέντρωση, χωρίς ενεργειακό κόστος για το κύτταρο.

Μπορεί να είναι ειδικές περμεάσες για τα ειδικά μόρια

Μπορεί να γενικές περμεάσες για σχετικά μεγάλη ποικιλία μορίων



ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΜΕΜΒΡΑΝΗΣ

Εκλεκτική Επικοινωνία με το περιβάλλον

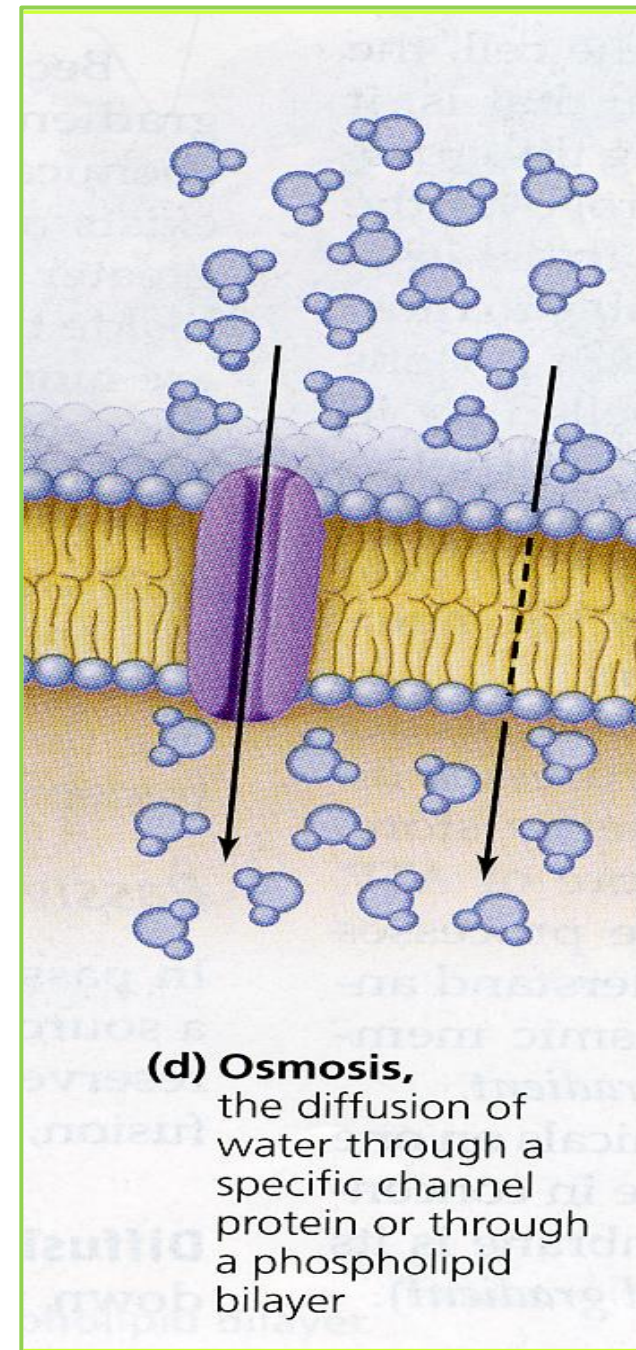
ΠΑΘΗΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

Ώσμωση

Η διάχυση αφορά μόρια

Η ώσμωση αφορά διαλύτες και στην περίπτωση του κυττάρου, το νερό.

Το νερό κινείται από την υψηλή συγκέντρωση (υπότονο) στην χαμηλή του (υπέρτονο).



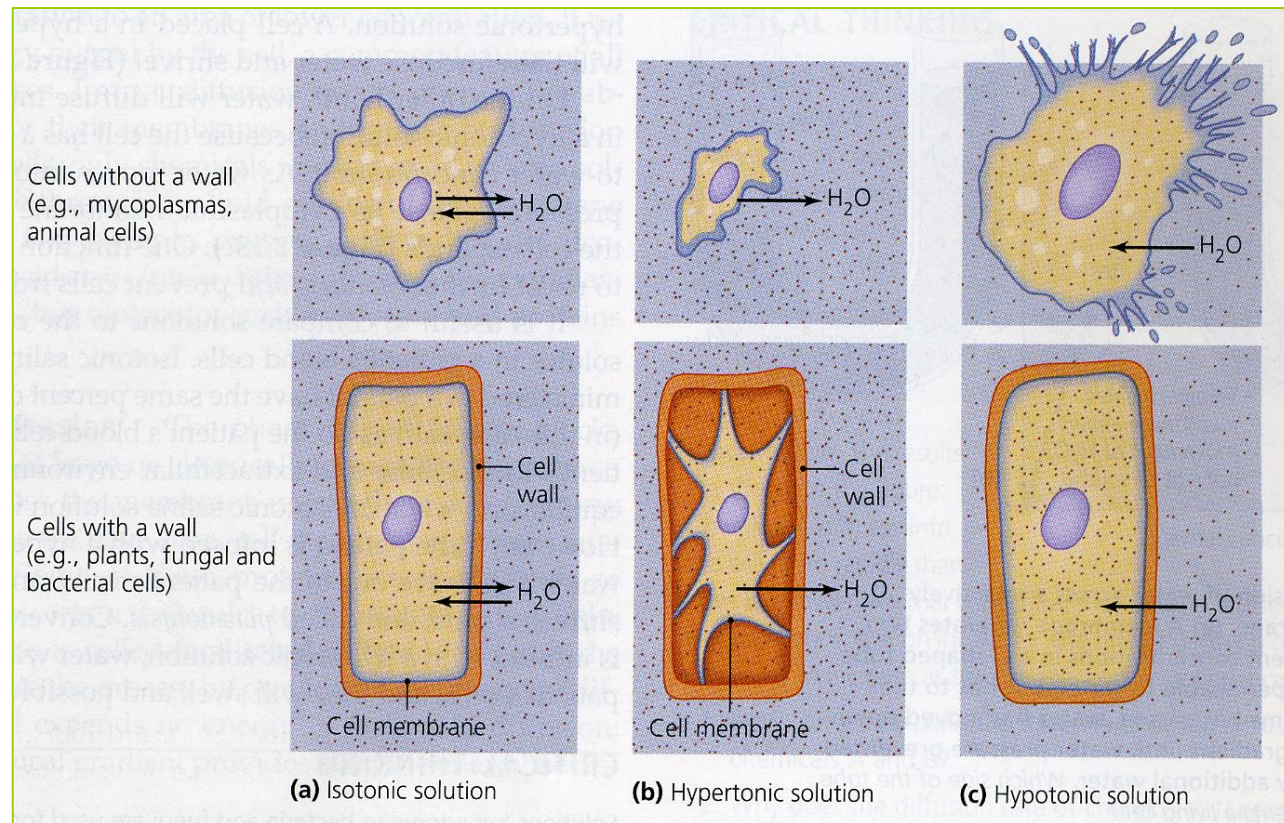
ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΜΕΜΒΡΑΝΗΣ

Εκλεκτική Επικοινωνία με το περιβάλλον

ΠΑΘΗΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

Ώσμωση

Το νερό κινείται από την υψηλή συγκέντρωση (υπότονο) στην χαμηλή του (υπέρτονο).



ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΜΕΜΒΡΑΝΗΣ

Εκλεκτική Επικοινωνία με το περιβάλλον

1. ΠΑΘΗΤΙΚΕΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ

1α Ελεύθερη διάχυση

1β Υποβοηθούμενη διάχυση

1γ Ωσμωση

2. ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ

2α Ενεργητική μεταφορά

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΜΕΜΒΡΑΝΗΣ

Εκλεκτική Επικοινωνία με το περιβάλλον

1. ΠΑΘΗΤΙΚΕΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ

2. ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ

2α Ενεργητική μεταφορά

A

Simple transport:
Driven by the energy
in the proton motive
force

Transmembrane
transporters
Out In



Transported
substance

B

Group translocation:
Chemical modification
of the transported
substance driven by
phosphoenolpyruvate



Periplasmic
binding protein

Γ

ABC transporter:
Periplasmic binding
proteins are involved
and energy comes
from ATP.

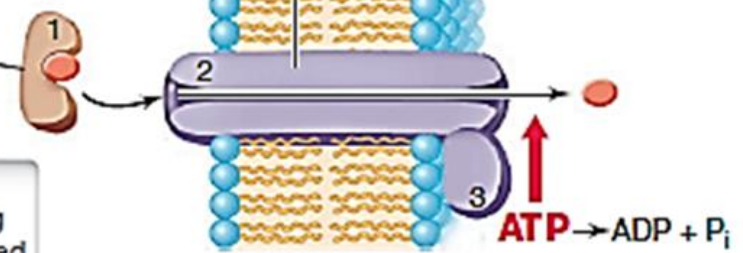


Figure 3.2 The three classes of transport systems. Note how simple transporters and the ABC system transport substances without chemically modifying them, whereas group translocation results in chemical modification (in this case phosphorylation) of the transported substance. The three proteins of the ABC system are labeled 1, 2, and 3.

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΜΕΜΒΡΑΝΗΣ

Εκλεκτική Επικοινωνία με το περιβάλλον

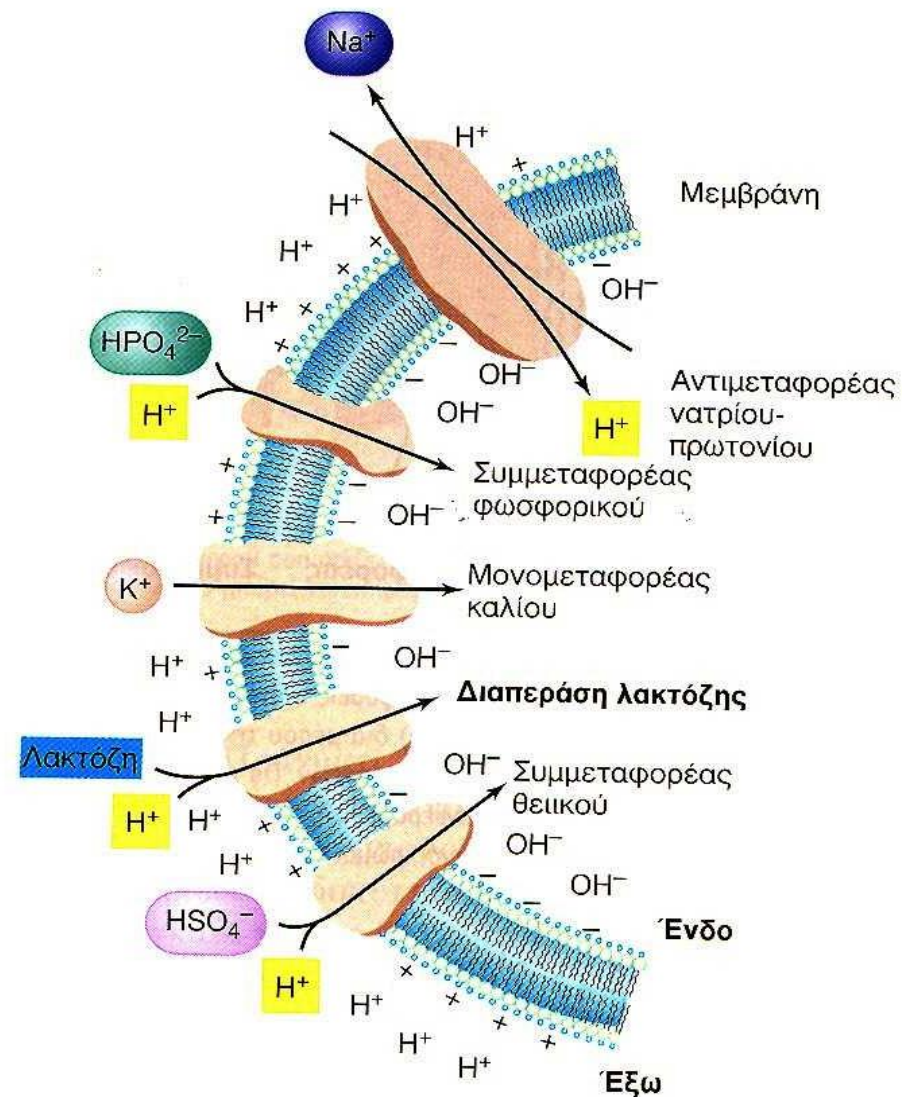
ΠΕΡΜΕΑΣΗ ΤΗΣ ΛΑΚΤΟΖΗΣ

A

Συμμεταφορέας της **λακτόζης** διότι μαζί με το λακτόζη εισέρχεται και H^+ .

Προσωρινά ανατρέπεται η ιοντική ισορροπία αλλά μέσω άλλων μηχανισμών και με παράλληλη κατανάλωση ενέργειας επανέρχεται.

ΑΠΛΗ ΜΕΤΑΦΟΡΑ



ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΜΕΜΒΡΑΝΗΣ

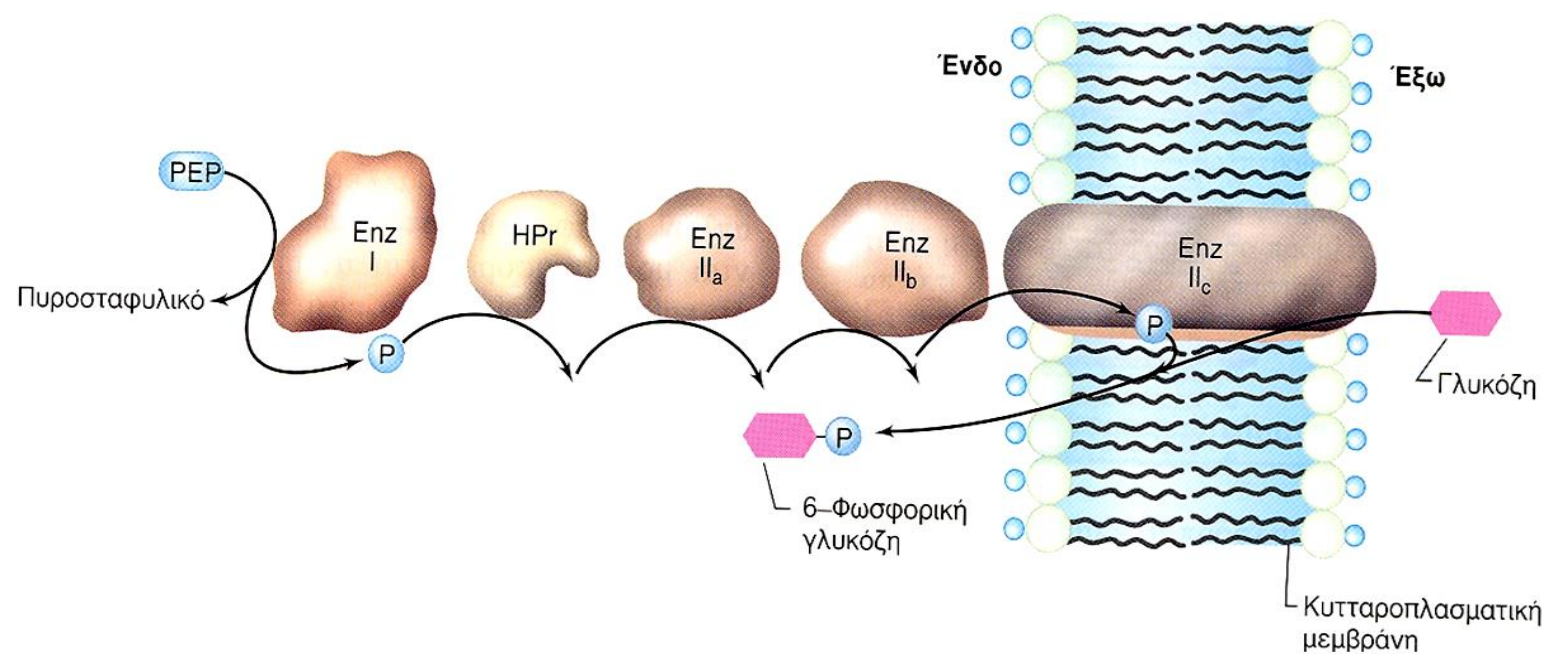
Εκλεκτική Επικοινωνία με το περιβάλλον

ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΗ ΟΜΑΔΑΣ ΣΥΣΤΗΜΑ ΦΩΣΦΟΤΡΑΝΦΕΡΑΣΗΣ

B

Διεργασία μεταφοράς της **γλυκόζης** κατά την οποία η μεταφερόμενη ουσία τροποποιείται **ΧΗΜΙΚΑ**.

Στην περίπτωση αυτής της μεταφοράς η γλυκόζη φωσφορυλιώνεται και αποσφωρυλιώνεται κατά την στιγμή που διαπερνά την τελική ενδομεμβρανική πρωτεΐνη



ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΜΕΜΒΡΑΝΗΣ

Εκλεκτική Επικοινωνία με το περιβάλλον

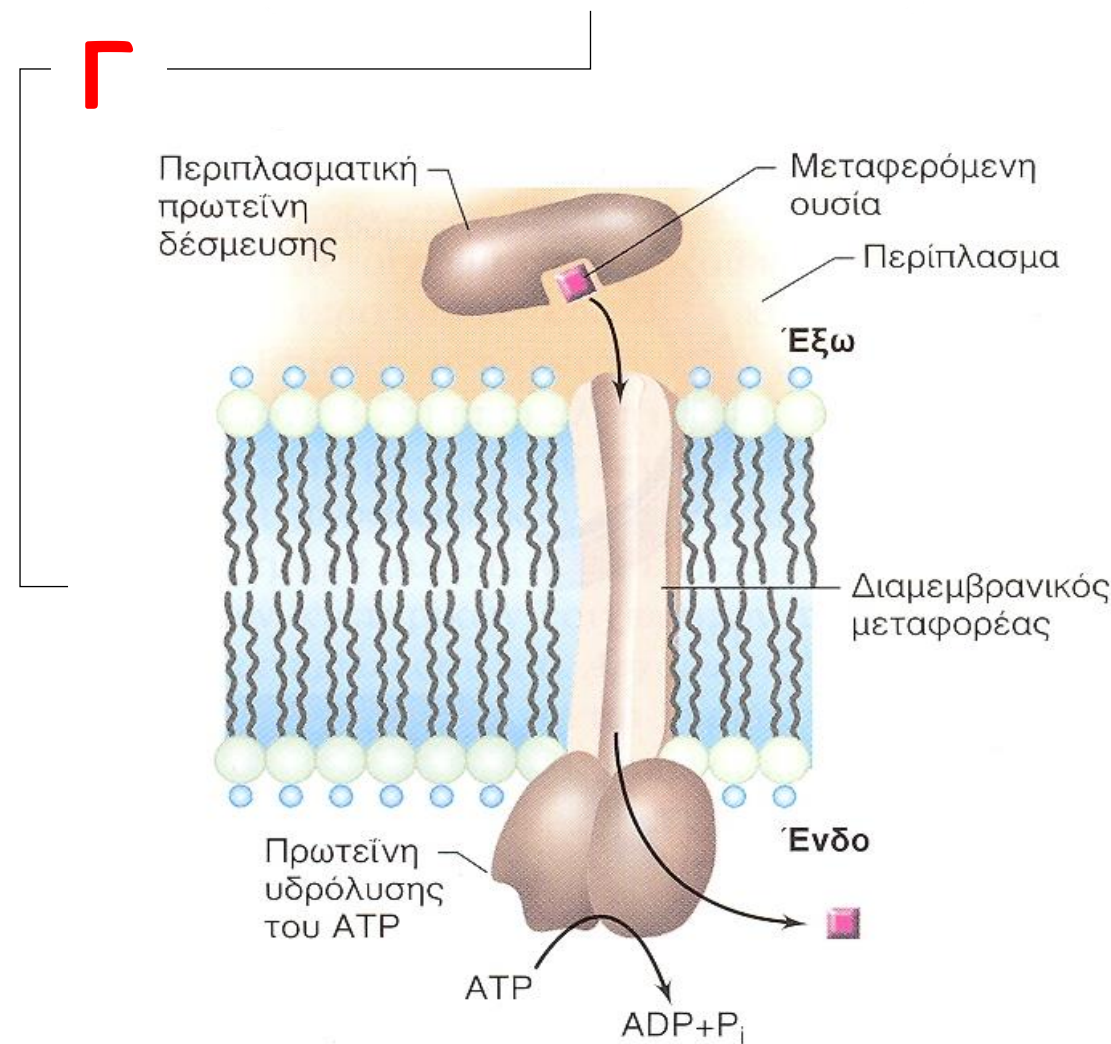
Είναι εξαιρετικά εξειδικευμένες και δεσμεύουν μόρια ακόμα και όταν είναι σε εξαιρετικά χαμηλές συγκεντρώσεις (10^{-6} M)

Στα **Gram⁻** είναι **κινητές** στον περιπλαστικό χώρο και **ακίνητες**, «αγκυροβολημένες» στην επιφάνεια στα **Gram⁺** βακτηρίων.

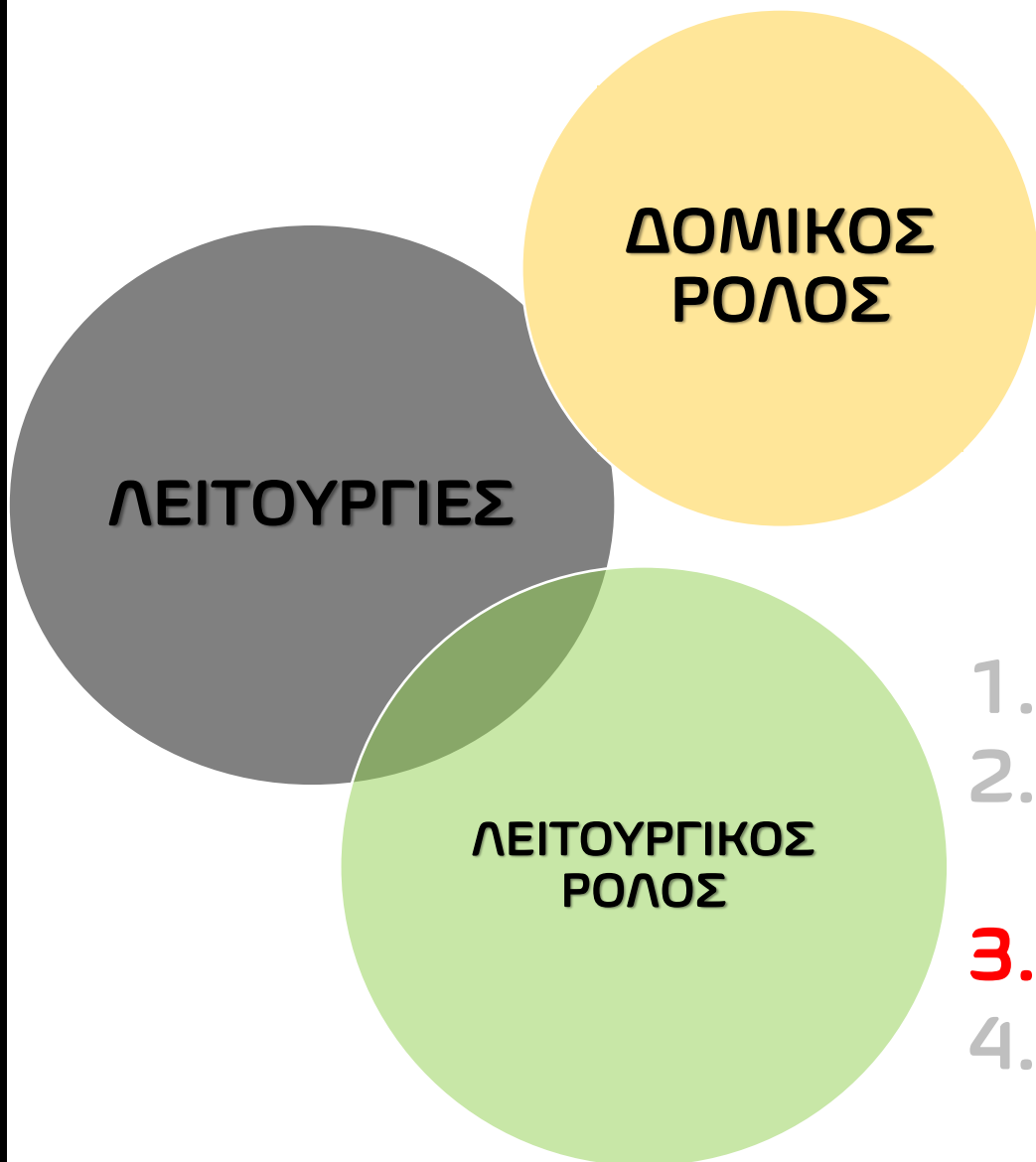
Στους προκαρυωτικούς οργανισμούς έχουν ταυτοποιηθεί πάνω από 200 συστήματα ABC συλλογής και διαμεταφοράς μορίων

ΔΙΑΜΕΜΒΡΑΝΙΚΗ ΜΕΤΑΦΟΡΑ

ΣΥΣΤΗΜΑ ABC



ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ



1. Αναγνώριση περιβάλλοντος
2. Εκλεκτική επικοινωνία με το περιβάλλον
- 3. Παραγωγή ενέργειας**
4. Μεταβολικές δραστηριότητες

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ

Τα βακτήρια παράγουν ενέργεια επί της κυτταροπλασματικής μεμβράνης!

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ

Παραγωγή Ενέργειας

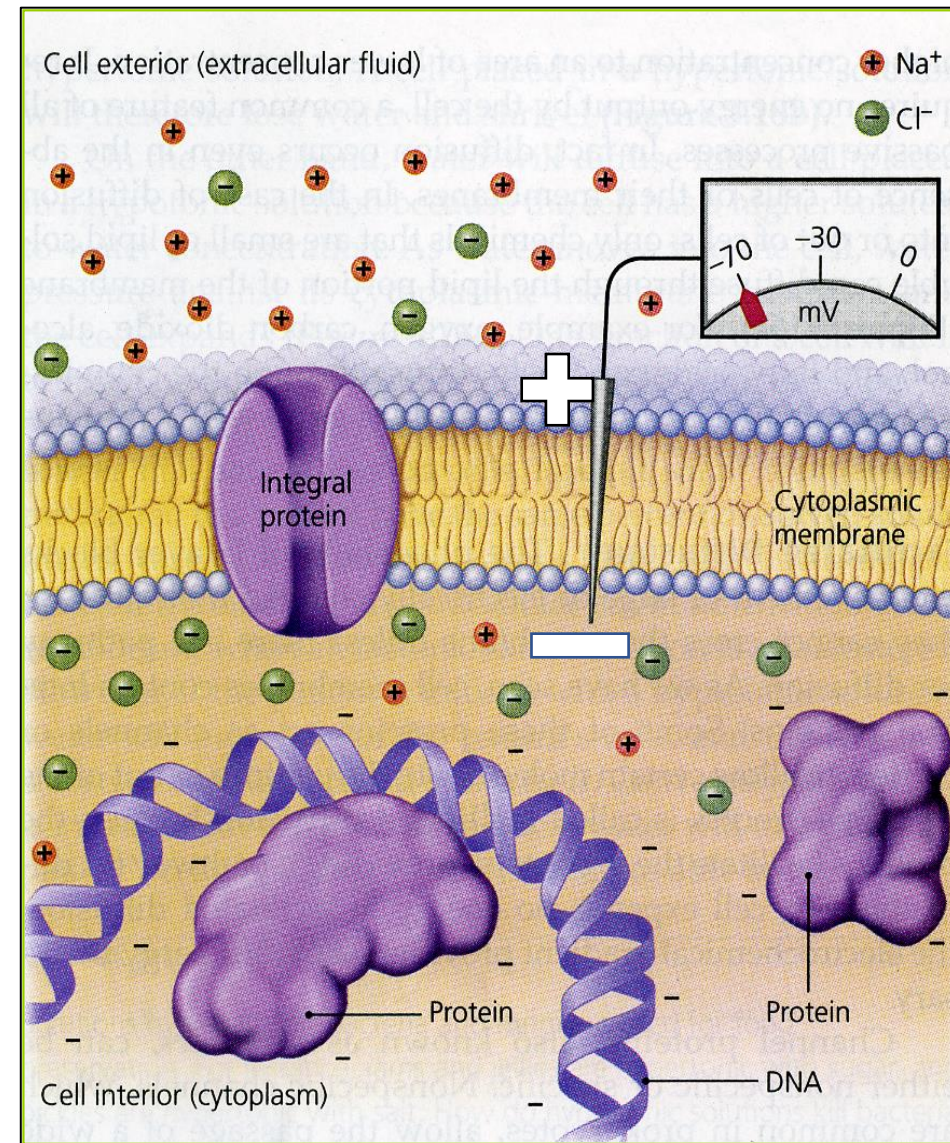
ΗΛΕΚΤΡΟΧΗΜΙΚΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ

Υπάρχει **διαφορά συγκεντρώσεων** μεταξύ εσωτερικού και εξωτερικού του κυττάρου (βαθμίδωση συγκεντρώσεων)

Στην εξωτερική πλευρά της μεμβράνης κυριαρχούν τα **θετικά** φορτισμένα ιόντα.

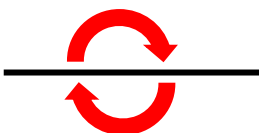
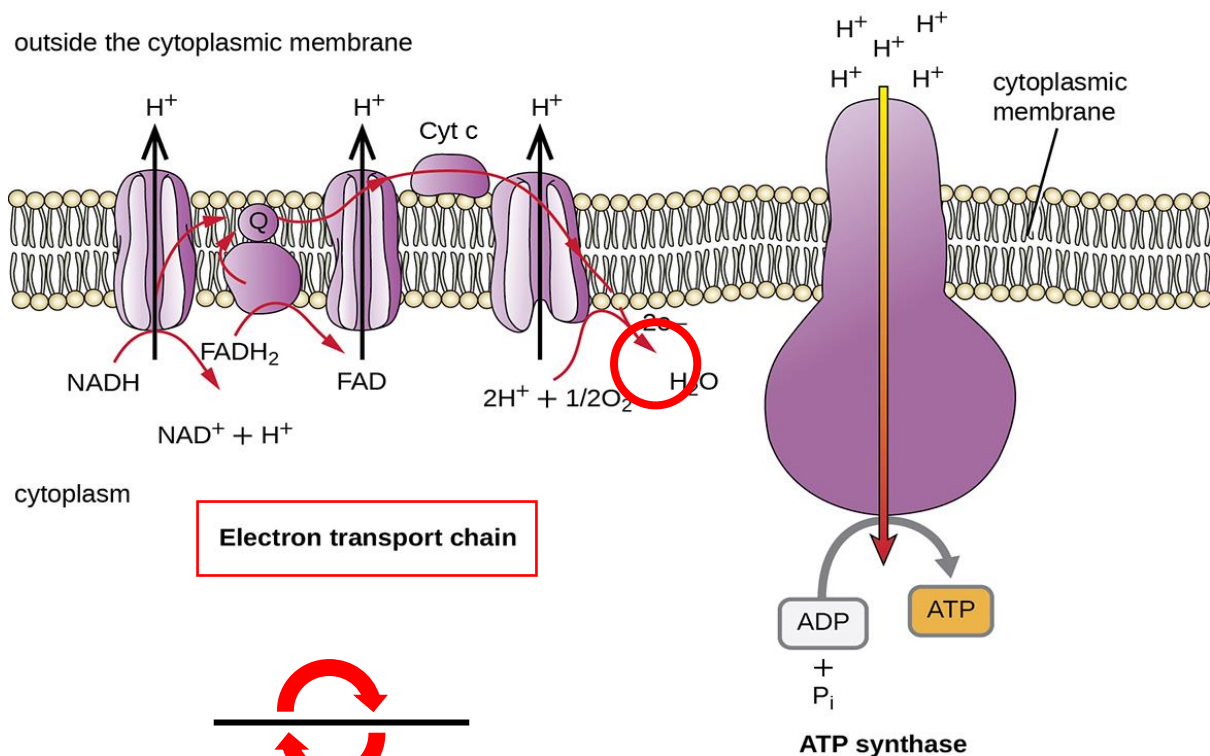
Στο εσωτερικό του κυττάρου κυριαρχούν τα **αρνητικά** φορτισμένα ιόντα

Υπάρχει Δυναμικό (mV) κατά μήκος της μεμβράνης - (μπαταρία)



ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ

Παραγωγή Ενέργειας Proton Motive Force (PMF)



e

1 Ηλεκτρόνια (e⁻) παράγονται από τον καταβολισμό του κυττάρου

2 Τα ηλεκτρόνια (e⁻) ρέουν κατά μήκος της μεμβράνης μέσω μορίων μεταφοράς

3 Η ροή ηλεκτρονίων «κινεί» ηλεκτροχημικές αντιδράσεις που παράγουν ενέργεια

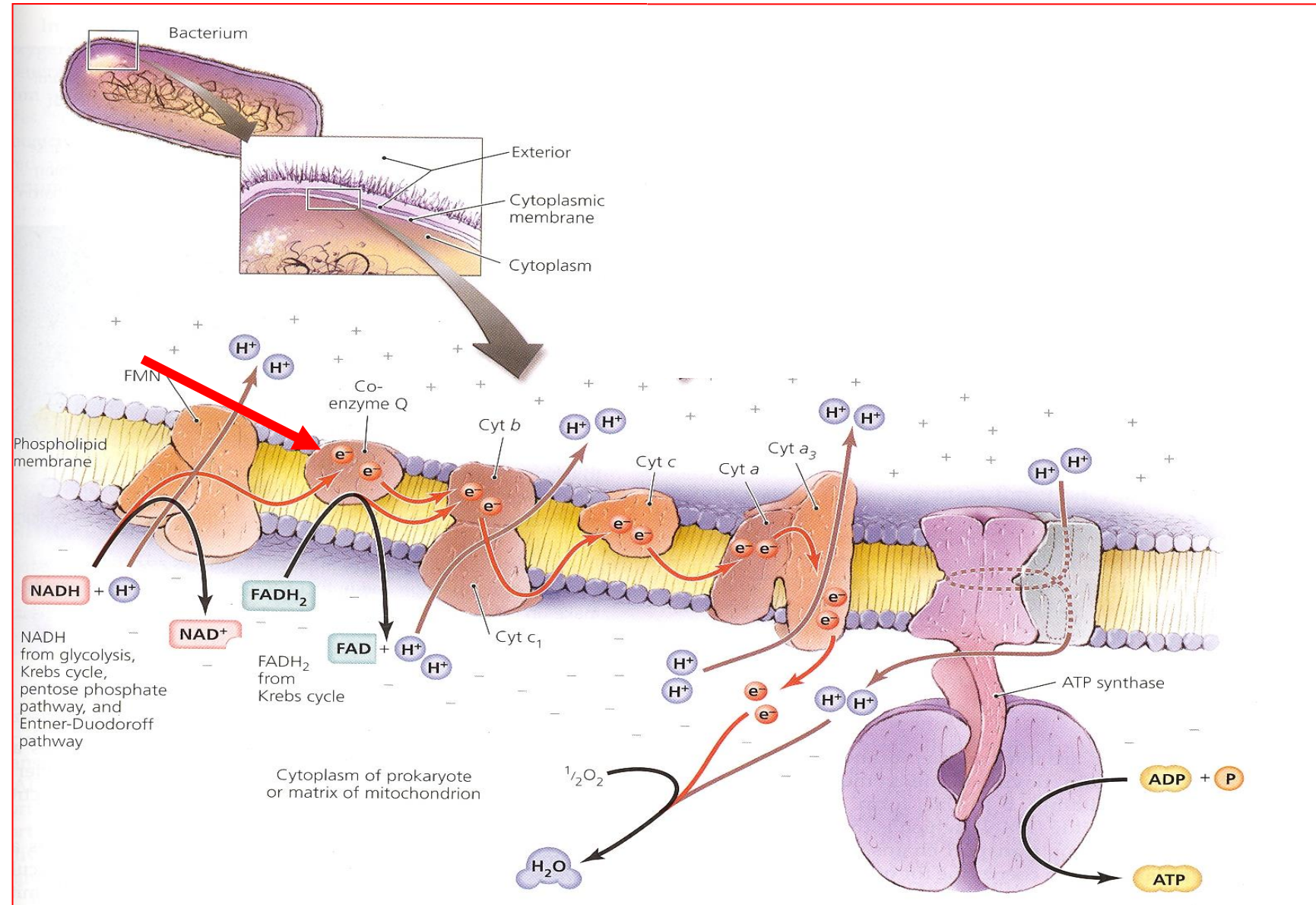
4 Η ενέργεια μετακινεί H⁺ προς το εξωτερικό του κυττάρου

5 Το H⁺ επανεισάγεται στο εξωτερικό του κυττάρου μέσω του μορίου της ATP-άσης

6 Τελικά παράγεται ATP που είναι το ενεργειακό νόμισμα του κυττάρου

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ

Παραγωγή Ενέργειας

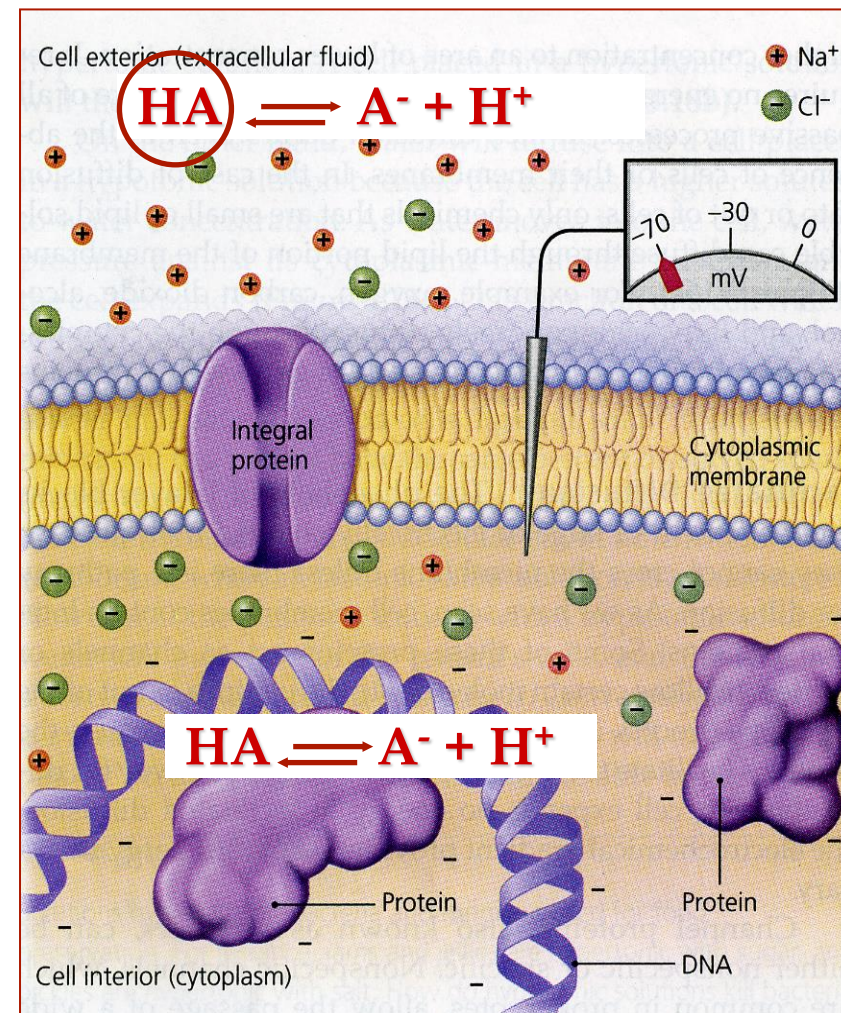


ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ

Παραγωγή Ενέργειας – ΔΙΑΤΑΡΑΞΗ ΗΛΕΚΤΡΟΧΗΜΙΚΟΥ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΥ

Το μη-φορτισμένο (αδιάστατο) τμήμα του οργανικού οξέος περνά την μεμβράνη, **δίσταται** στο εσωτερικό του βακτηρίου, μεταβάλλει την συγκέντρωση H^+ (ΟΜΟΙΟΣΤΑΣΗ) επηρεάζει το pH και συνεπώς διαταράσσει:

- τις χημικές αντιδράσεις στο εσωτερικό του κυττάρου
- την λειτουργία ενζύμων στην κυτταρική μεμβράνη,
- καθώς και το ηλεκτροχημικό δυναμικό της μεμβράνης

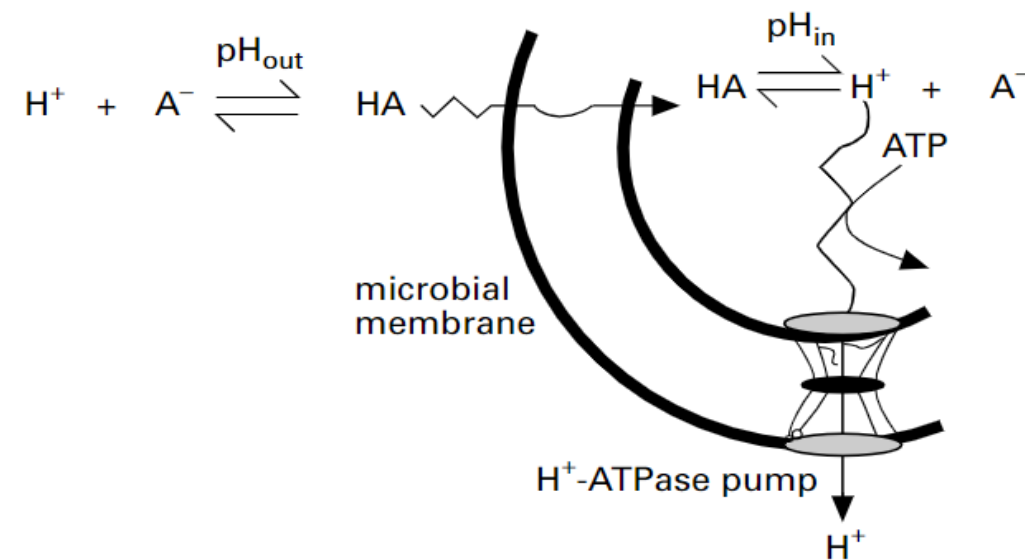


ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ

Παραγωγή Ενέργειας – ΔΙΑΤΑΡΑΞΗ ΗΛΕΚΤΡΟΧΗΜΙΚΟΥ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΥ

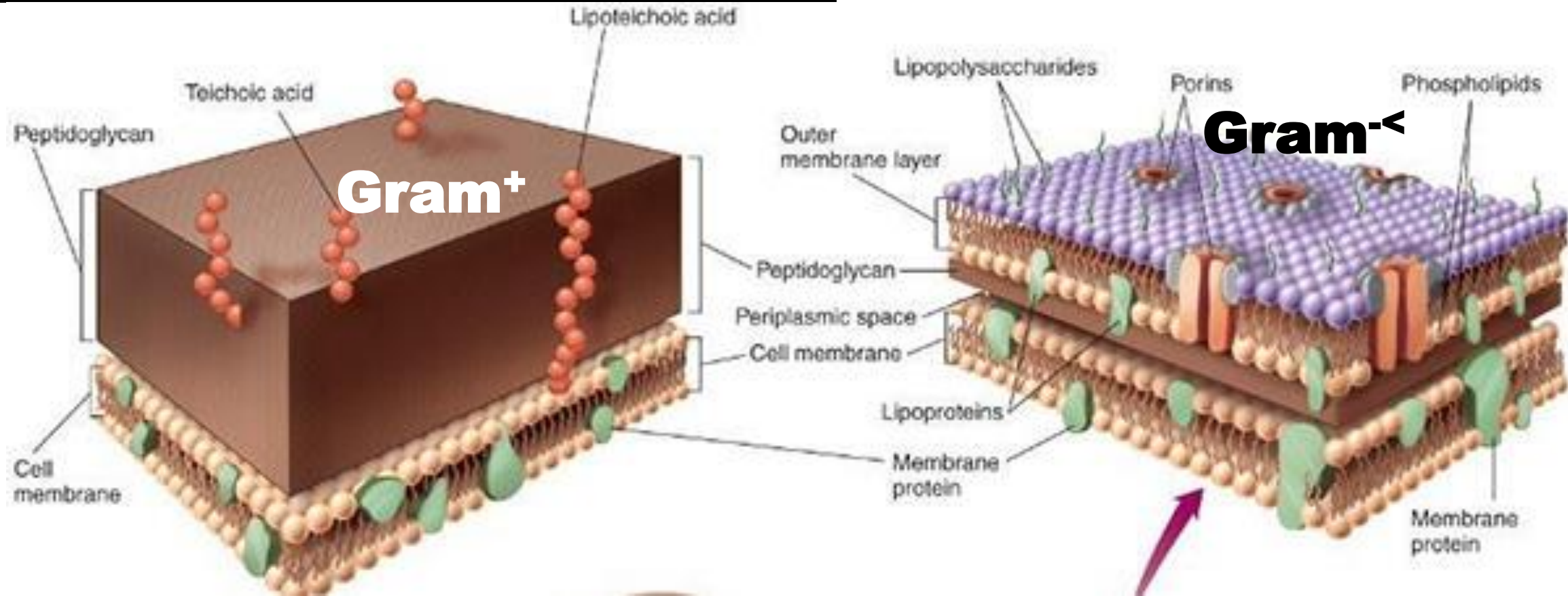
Μέσω ομοιοστατικών μηχανισμών το κύτταρο χρησιμοποιεί την αντλία ATP-ase για να αντλεί ιόντα (H^+) από το κυτταρόπλασμα προς το περιβάλλον και έτσι μειώνεται η παραγωγή ATP. Σταδιακά λοιπόν, όσο διαρκεί η είσοδος $HC(=O)OH$ (ασθενές οργανικό οξύ) στο εσωτερικό του κυττάρου, τόσο:

- Διαταράσσεται το Ηλεκτροχημικό Δυναμικό της μεμβράνης
- Μειώνεται η παραγωγή ATP
- Διαταράσσονται οι βιοχημικές διεργασίες εντός του κυττάρου



ΤΟ ΚΥΤΤΑΡΙΚΟ ΤΟΙΧΩΜΑ

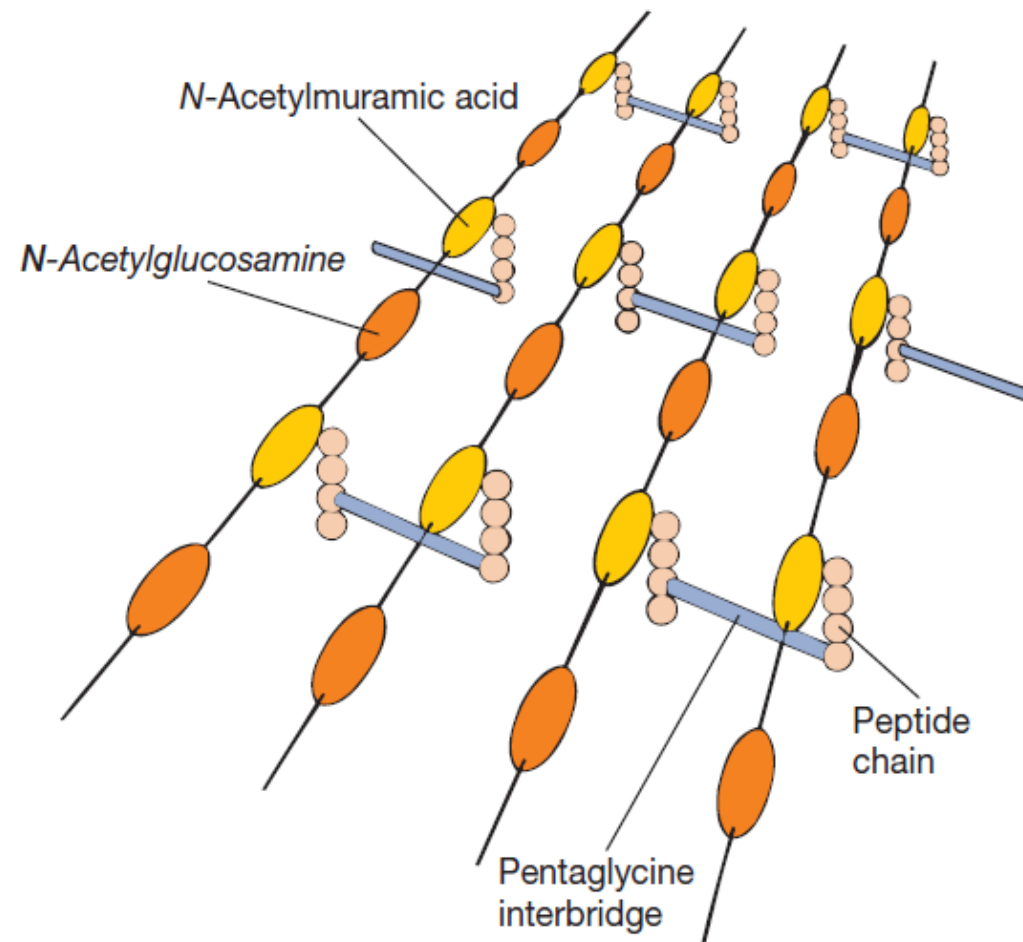
ΠΕΡΙΒΛΗΜΑ ΠΡΟΚΑΡΥΩΤΙΚΩΝ ΚΥΤΤΑΡΩΝ



Τα βακτήρια έχουν ένα **παχύ, άκαμπτο** κυτταρικό τοίχωμα, το οποίο διατηρεί την ακεραιότητα του κυττάρου και καθορίζει το **χαρακτηριστικό του σχήμα**.

Δεδομένου ότι το κυτταρόπλασμα των βακτηρίων περιέχει υψηλές συγκεντρώσεις διαλυμένων ουσιών, ζουν γενικά σε ένα υπότονο περιβάλλον (δηλαδή πιο αραιό από το δικό τους κυτταρόπλασμα). Υπάρχει επομένως μια φυσική τάση το νερό να ρέει μέσα στο κελί και **χωρίς το κυτταρικό τοίχωμα το κύτταρο θα γέμιζε και θα έσκαγε**.

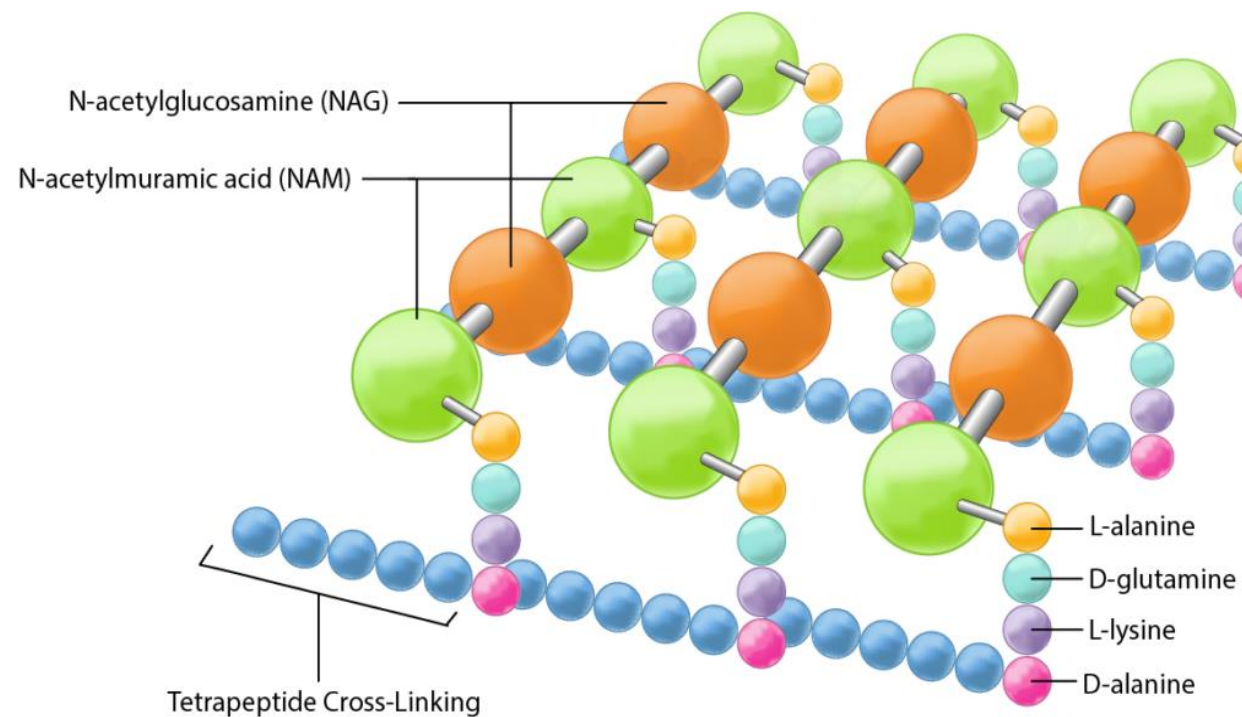
ΤΟ ΚΥΤΤΑΡΙΚΟ ΤΟΙΧΩΜΑ



Και τα **Gram θετικά** και τα **Gram αρνητικά** κυτταρικά τοιχώματα περιέχουν ένα συστατικό γνωστό ως **πεπτιδογλυκάνη** (γνωστό και ως **μουρεΐνη**).

Αυτή η συγκεκριμένη ουσία δεν έχει βρεθεί πουθενά αλλού στη Γη, εκτός από τα κυτταρικά τοιχώματα των βακτηρίων.

ΠΕΠΤΙΔΟΓΛΥΚΑΝΗ



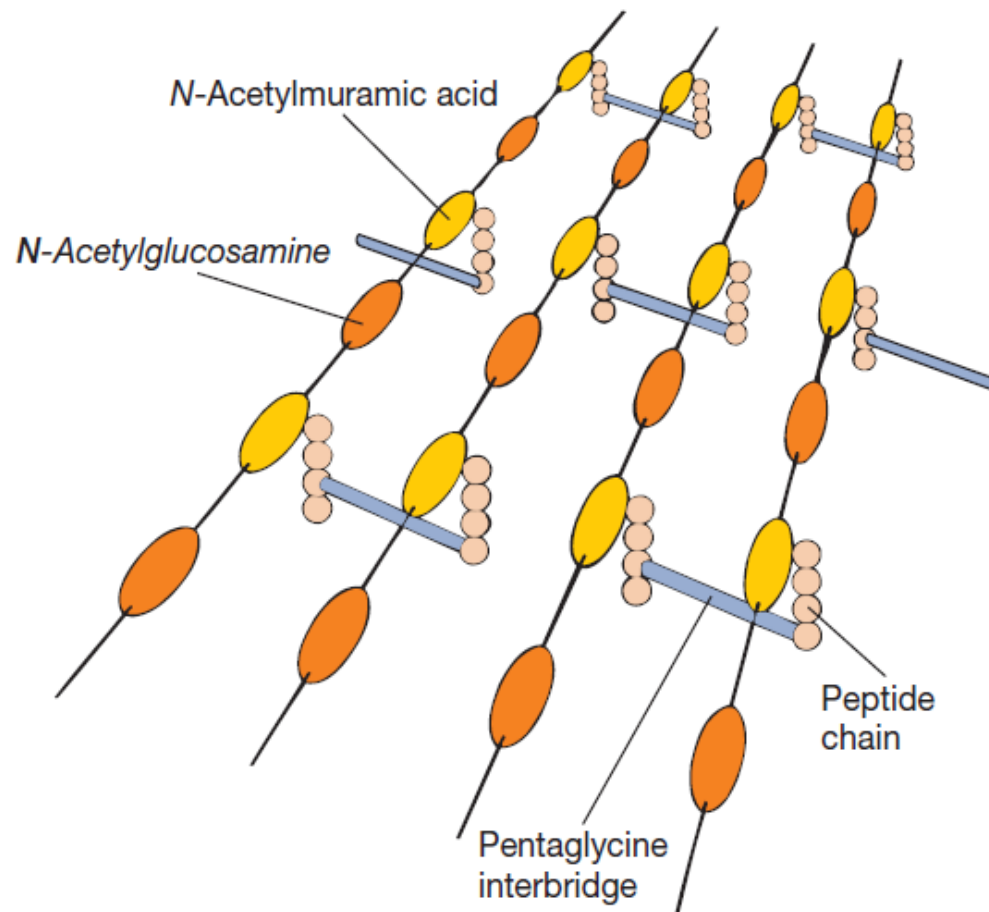
Η ΠΕΠΤΙΔΟΓΛΥΚΑΝΗ

Η πεπτιδογλυκάνη (μουρεΐνη) είναι ένα πολυμερές υψηλού μοριακού βάρους του οποίου η βασική υπομονάδα αποτελείται από τρία μέρη:

N-ακετυλογλυκοζαμίνη, N-ακετυλομουραμικό οξύ και μια μικρή **πεπτιδική αλυσίδα**.

Η πεπτιδική αλυσίδα αποτελείται από τα αμινοξέα **I-αλανίνη, d-αλανίνη, d-γλουταμικό οξύ** και είτε **I-λυσίνη** είτε **διαμινοπιμελικό οξύ (DAP)**.

Το DAP είναι ένα σπάνιο αμινοξύ, που βρίσκεται μόνο στα κυτταρικά τοιχώματα των προκαρυωτών.

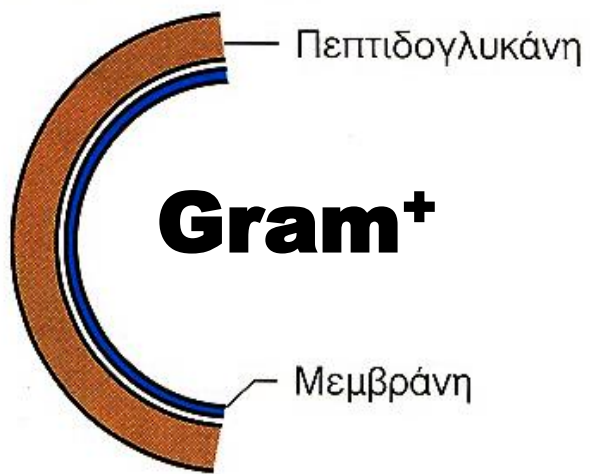


Gram⁺

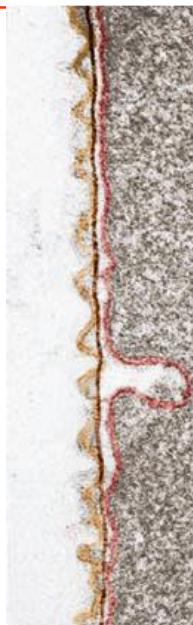
Gram⁻



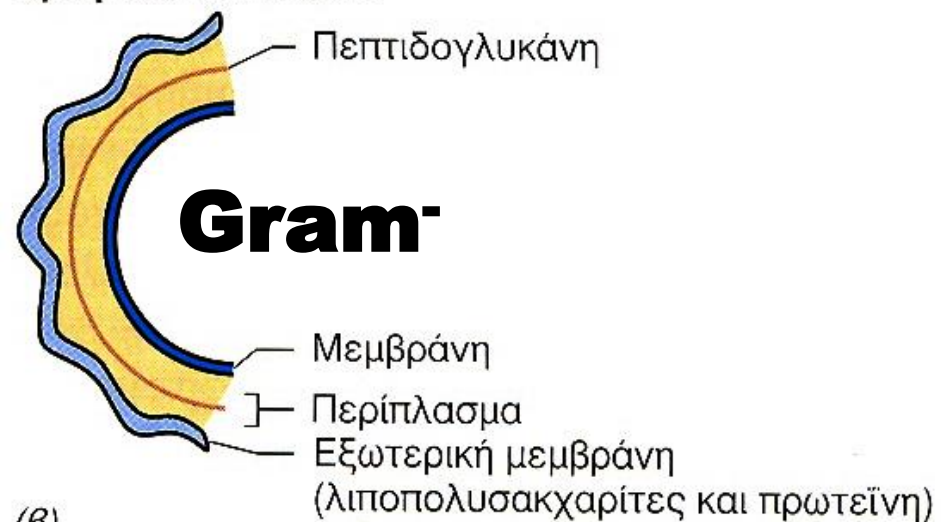
Θετικό κατά Gram



(α)

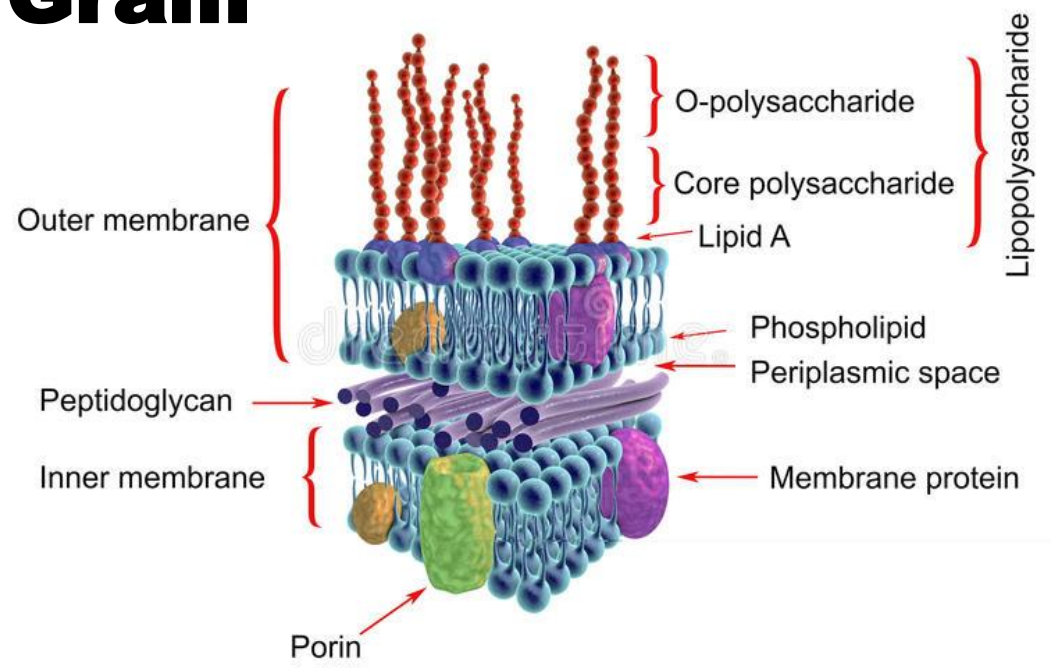


Αρνητικό κατά Gram

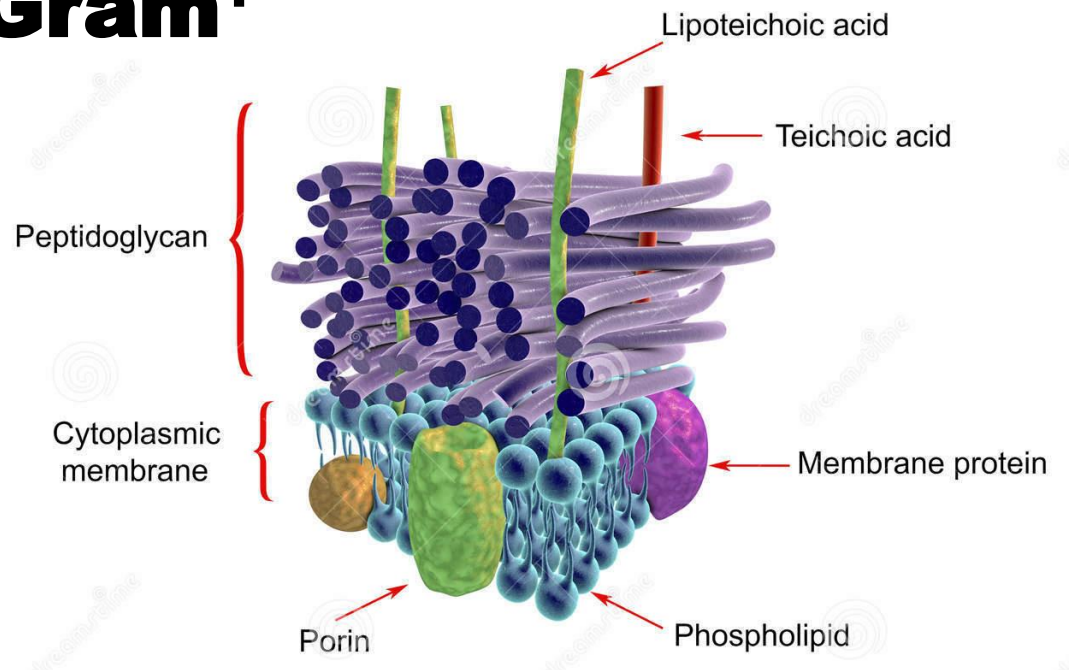


(β)

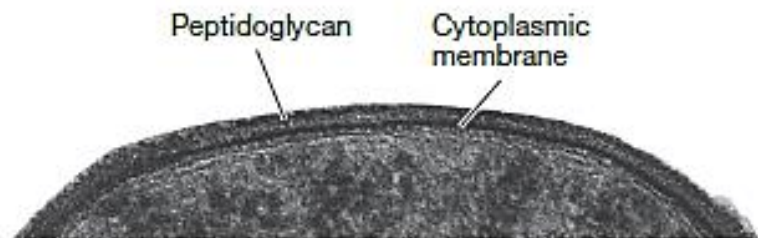
Gram⁻



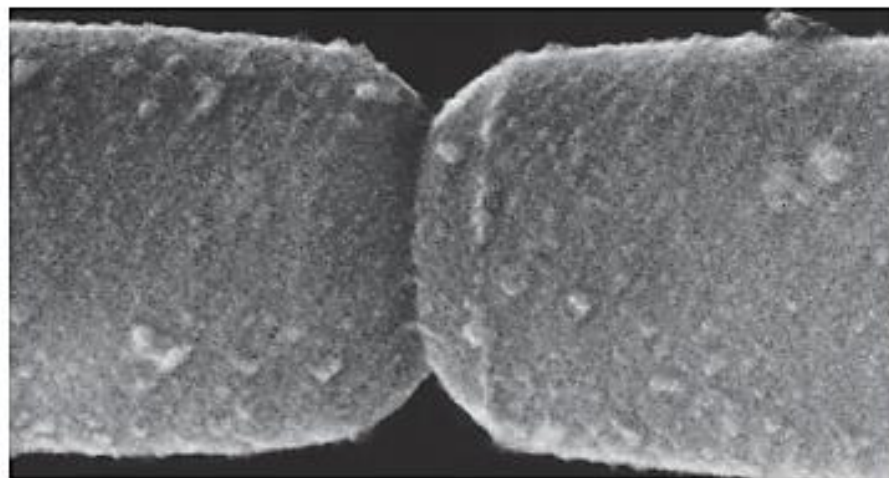
Gram⁺



Gram⁺



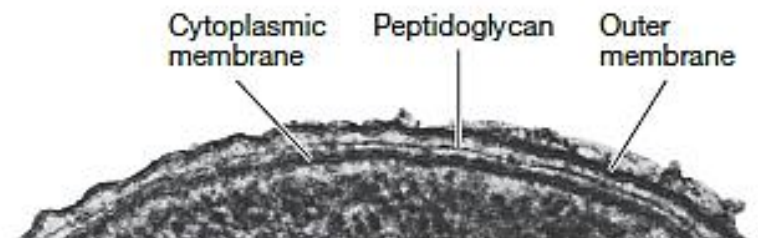
(c)



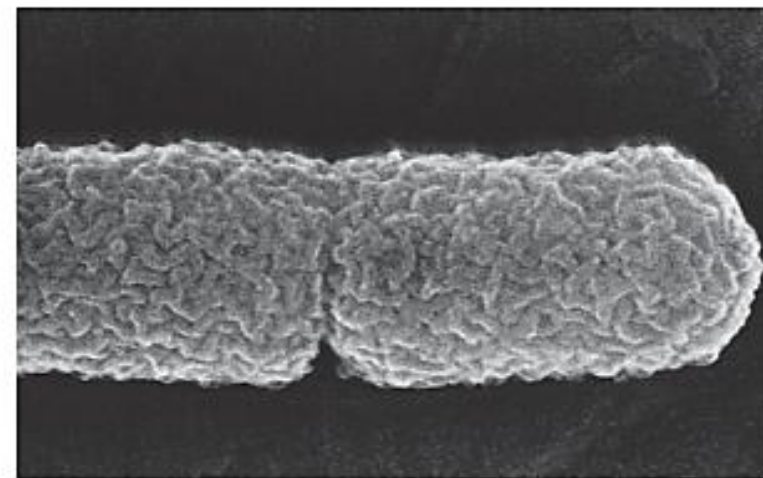
A. Ulmeda and K. Amako

(e)

Gram⁻



(d)



A. Ulmeda and K. Amako

(f)

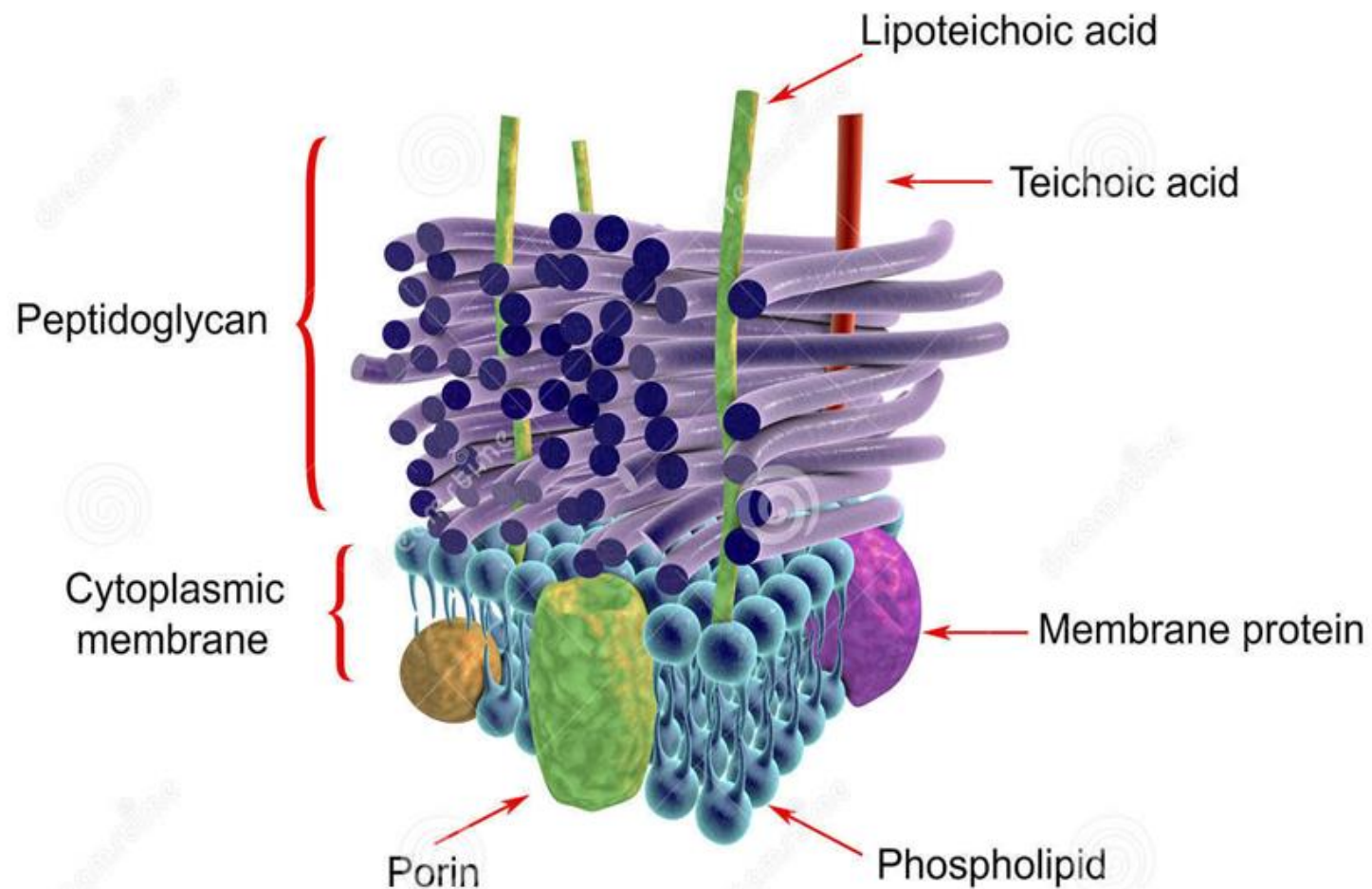
Απλούστερη δομή από τα Gram-

Παχύ και πυκνό κυτταρικό τοίχωμα

Παρουσία τοιχοϊκού ή/και λιπο-τοιχοϊκού οξέως

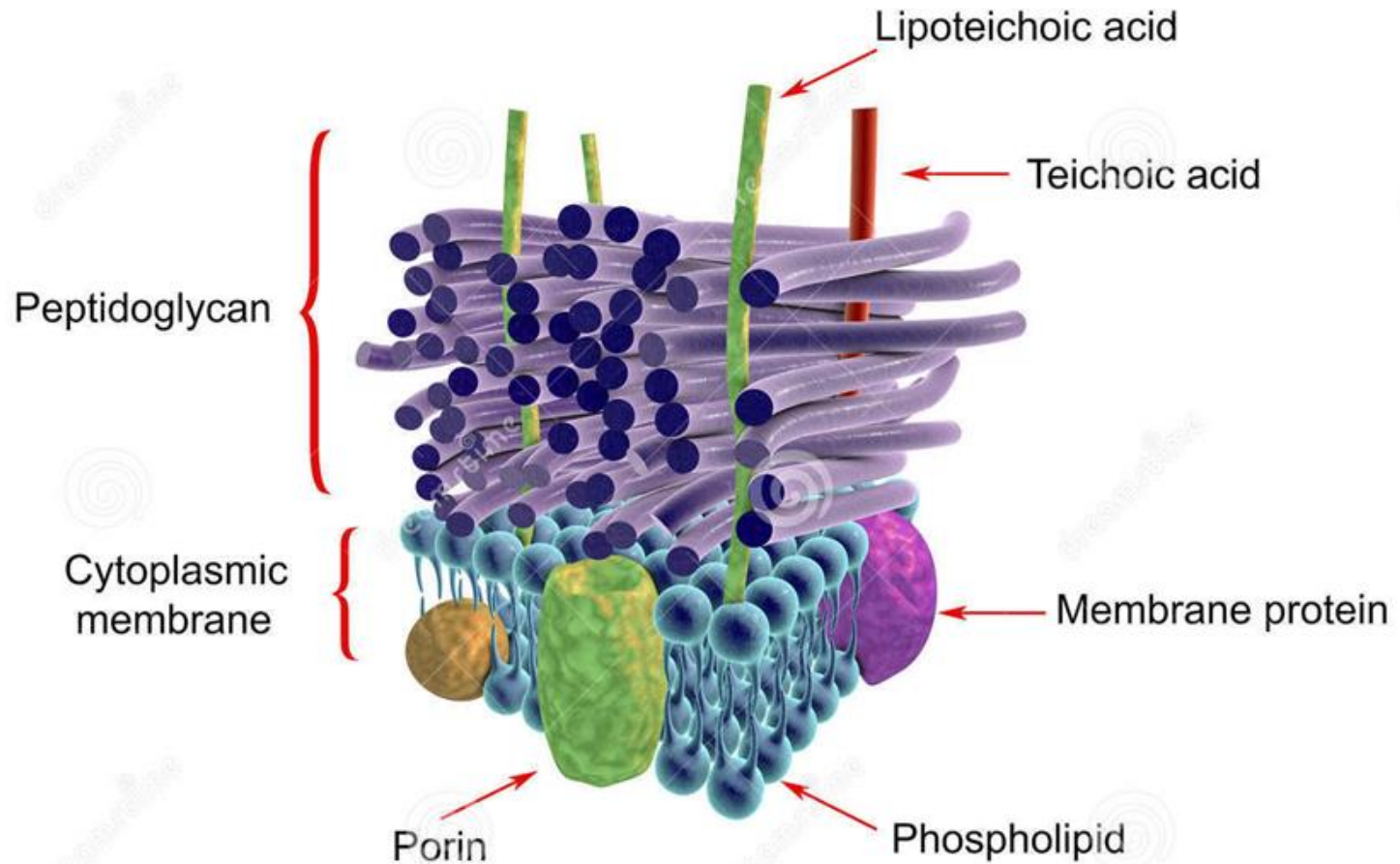
Μία κυτταρική μεμβράνη

Gram⁺



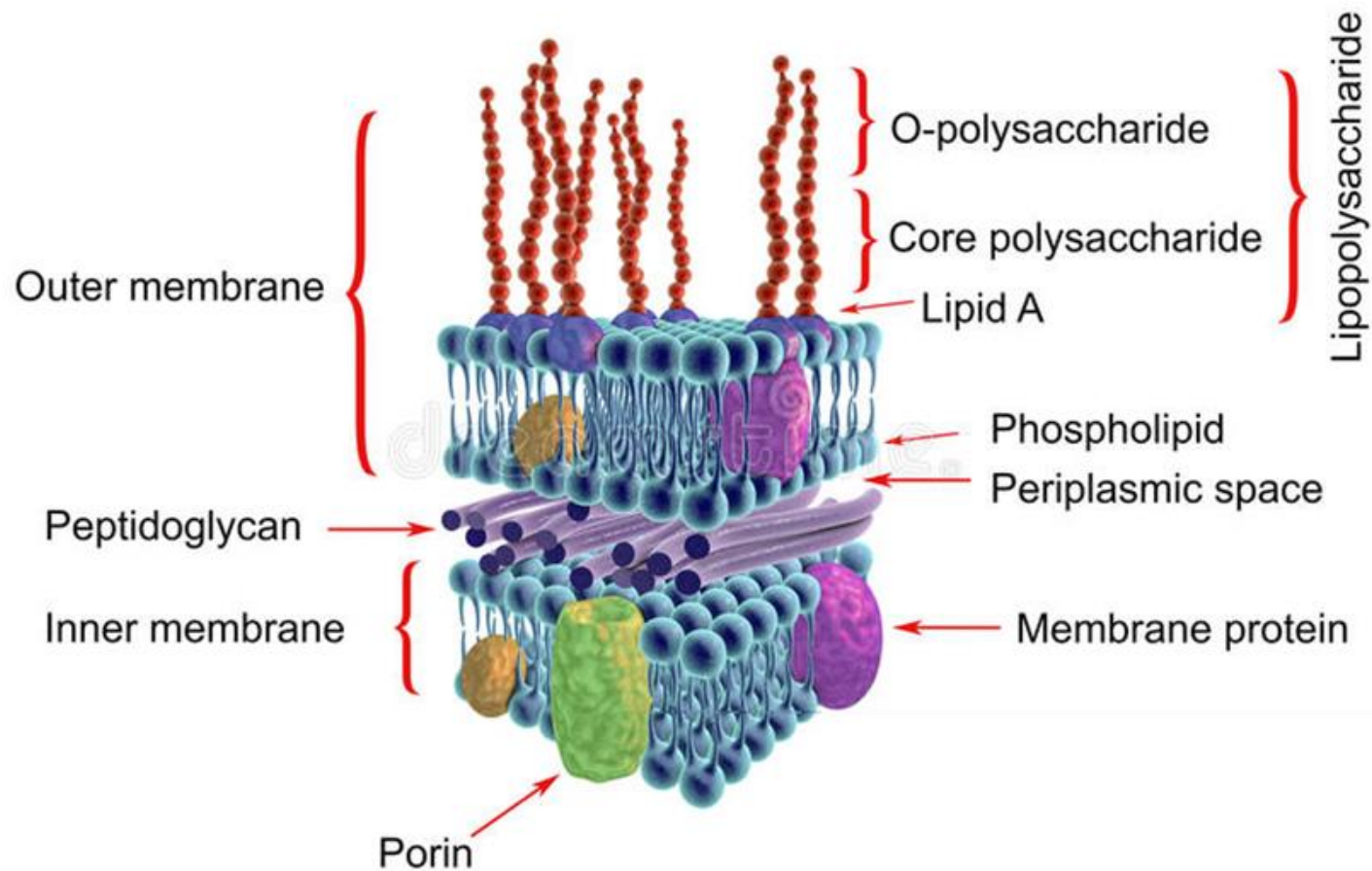
Τα κατά Gram⁺ κυτταρικά τοιχώματα είναι σχετικά απλά στη δομή, αποτελούμενα από **πολλά στρώματα πεπτιδογλυκάνης** συνδεδεμένα μεταξύ τους με διασυνδέσεις για να σχηματίσουν μια ισχυρή, άκαμπτη σκαλωσιά. Επιπλέον, περιέχουν όξινους πολυσακχαρίτες που ονομάζονται **τειχοϊκά οξέα**. Αυτά περιέχουν φωσφορικές ομάδες που προσδίδουν ένα **συνολικό αρνητικό φορτίο στην επιφάνεια του κυττάρου**.

Gram⁺



Τα Gram-αρνητικά βακτήρια έχουν ένα **πολύ λεπτότερο στρώμα πεπτιδογλυκάνης**, καθιστώντας το τοίχωμα μηχανικά λιγότερο ανθεκτικό, ωστόσο η δομή γίνεται πιο περίπλοκη από την παρουσία ενός **φωσφολιπιδιακού στρώματος** με λιποπρωτεΐνες, και πολυσακχαρίτες και φωσφολιπιδίου γνωστού ως **εξωτερική μεμβράνη**.

Gram⁻

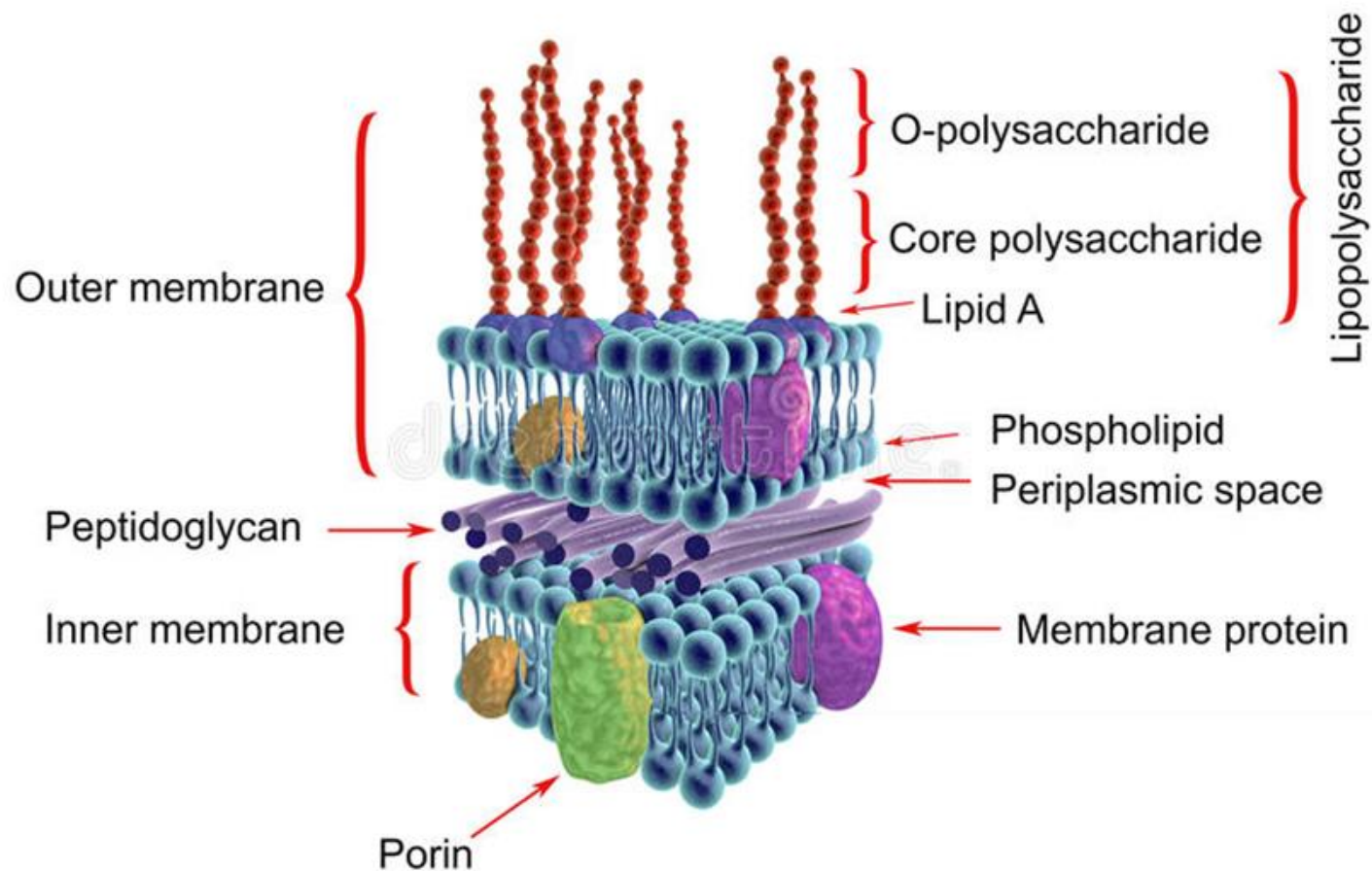


Το **λιπίδιο A** μπορεί να λειτουργεί ως **ενδοτοξίνη**.

Αν απελευθερωθεί στην κυκλοφορία του αίματος, μπορεί να οδηγήσει σε σοβαρές καταστάσεις όπως πυρετό και τοξικό σοκ.

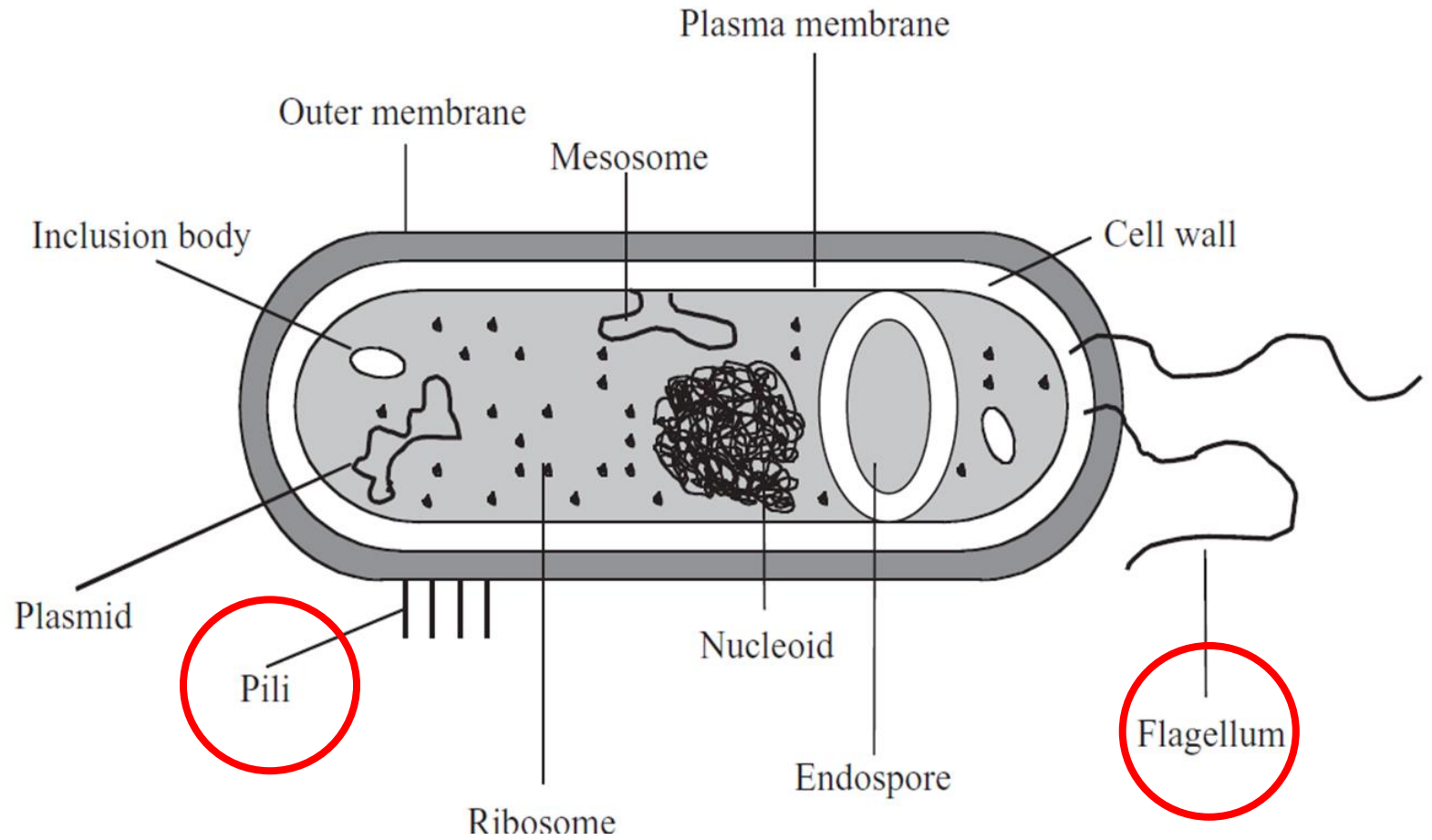
Τα **O-ειδικά αντιγόνα** είναι αλυσίδες υδατανθράκων των οποίων η σύνθεση ποικίλλει συχνά μεταξύ των στελεχών του ίδιου είδους (π.χ. *E. coli* O157:H7)

Gram⁻



ΚΥΤΤΑΡΙΚΑ ΠΡΟΣΑΡΤΗΜΑΤΑ

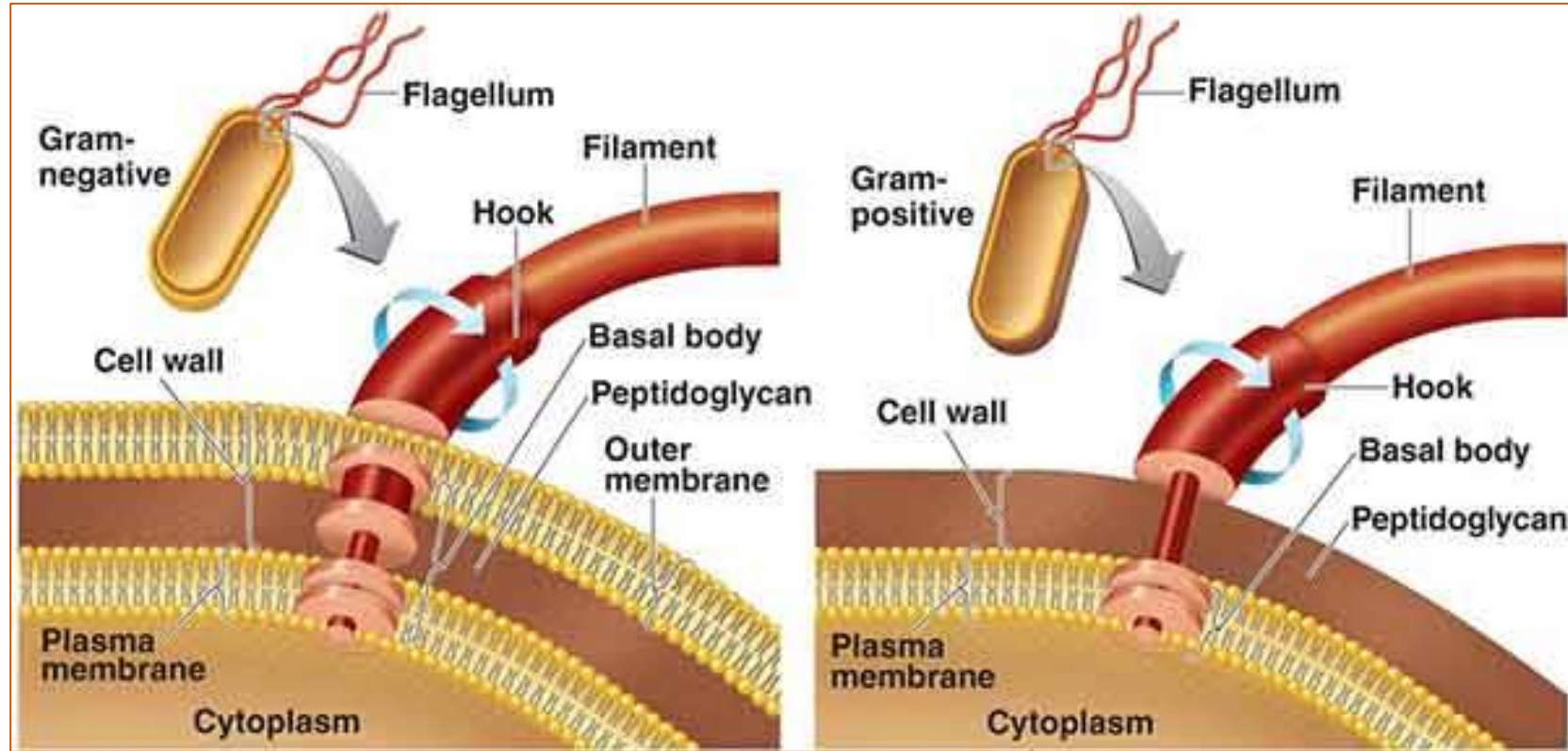
ΚΥΤΤΑΡΙΚΑ ΠΡΟΣΑΡΤΗΜΑΤΑ



ΜΑΣΤΙΓΙΟΙΑ

Πολύ λεπτές δομές που μοιάζουν με τρίχες συχνά πολύ μεγαλύτερες από το ίδιο το κύτταρο.

Χρησιμοποιούνται για κίνηση και περιστροφή σε πολλά βακτήρια.



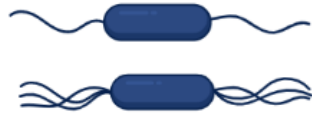
ΜΑΣΤΙΓΙΟ/Α



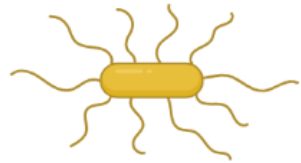
Monotrichous



Lophotrichous



Amphitrichous



Peritrichous



(a)

TEM



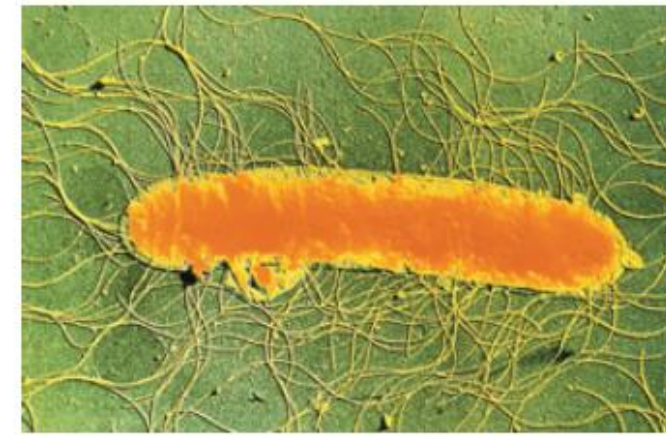
(b)

SEM



(c)

TEM



(d)

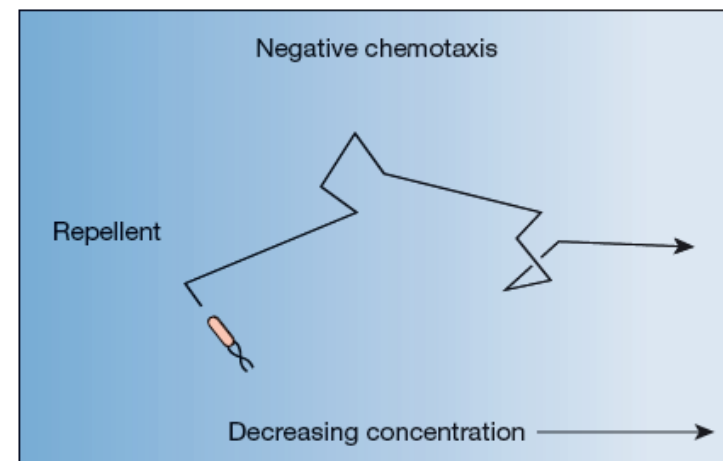
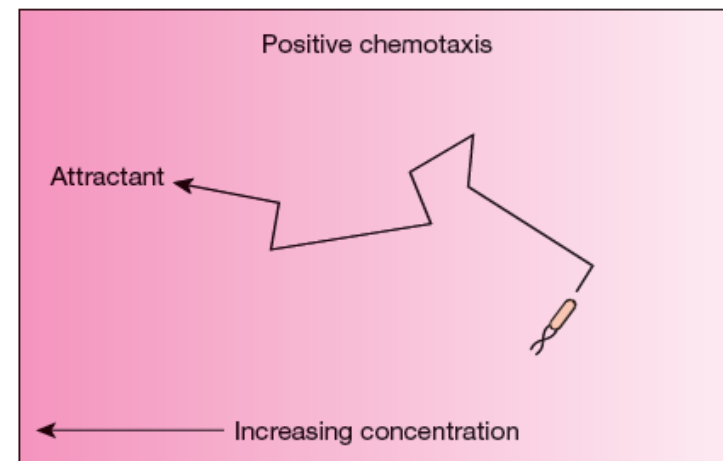
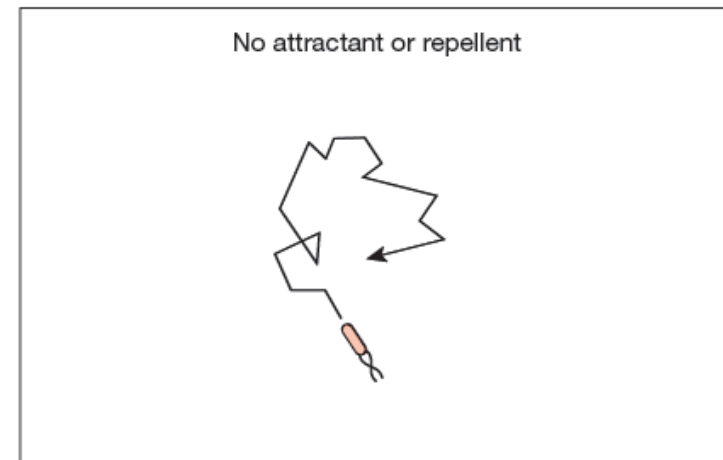
TEM

ΧΗΜΕΙΟΤΑΚΤΙΣΜΟΣ

(Chemotaxis)

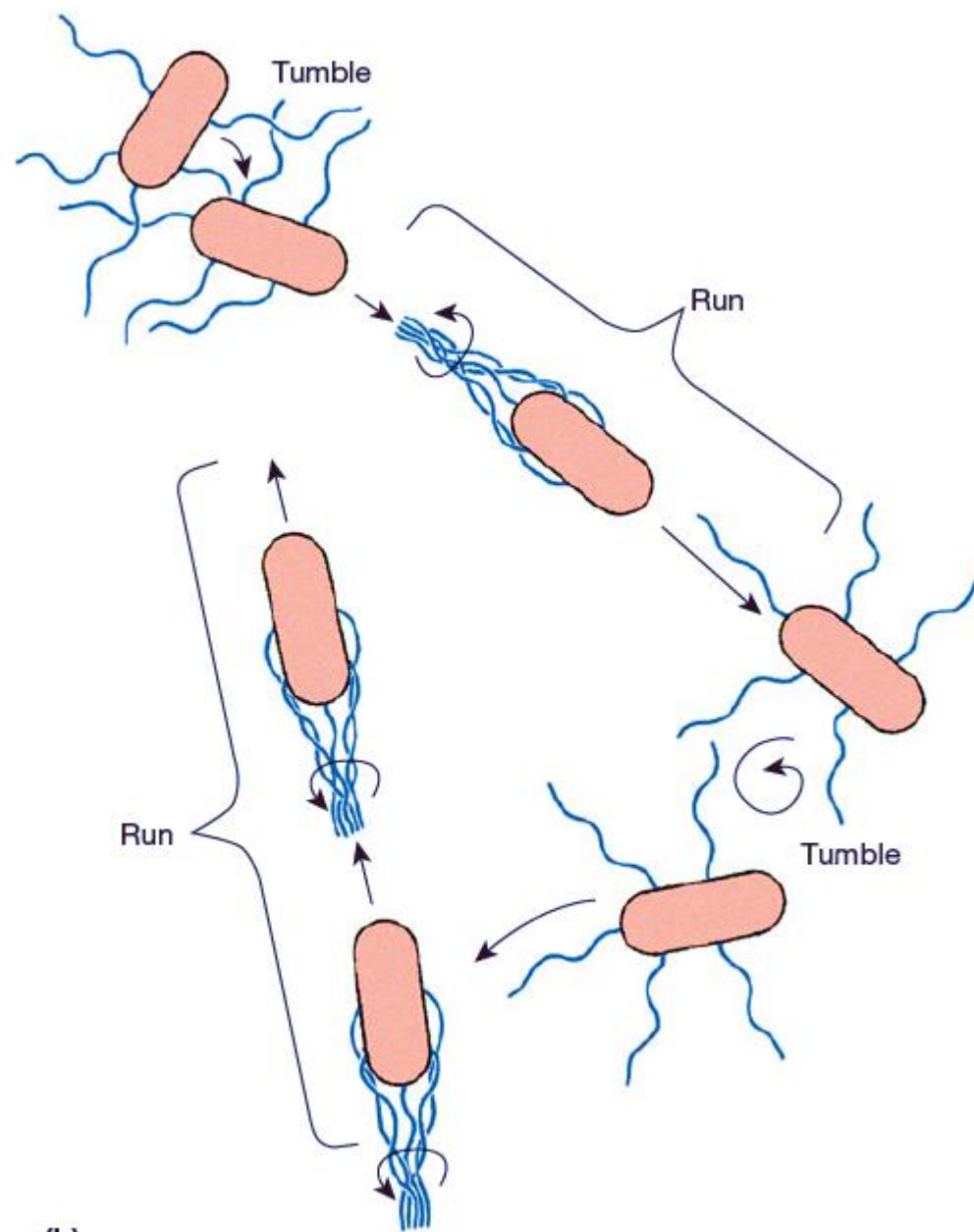
Η κίνηση κυττάρου, ή οργανισμού σε σχέση με την παρουσία κάποιας συγκεκριμένης χημικής ουσίας. Σε ένα τέτοιο ερεθισμό δυνατόν να παρατηρηθεί είτε απομάκρυνση, είτε έλξη.

Η μεν απομάκρυνση καλείται «χημειοαπωθητική αντίδραση», ή «αρνητικός χημειοτακτισμός», ενώ η έλξη καλείται «χημειοελκτική αντίδραση» - κίνηση, ή «θετικός χημειοτακτισμός».



ΧΗΜΕΙΟΤΑΚΤΙΣΜΟΣ (Chemotaxis)

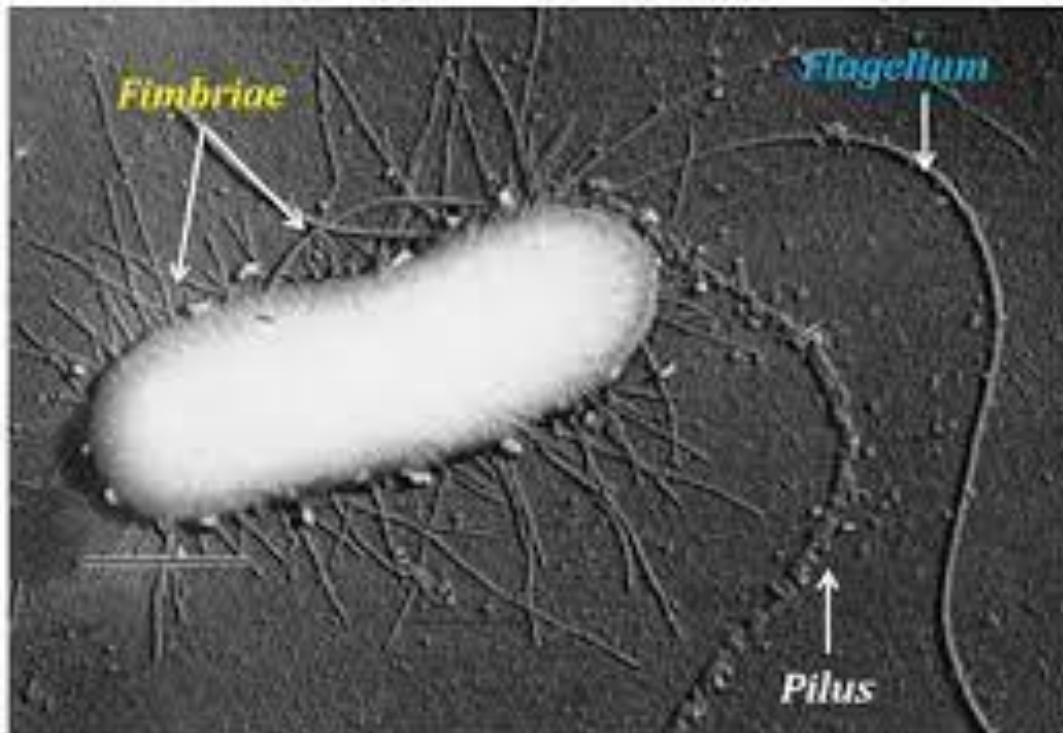
Χρησιμοποιούνται για
κίνηση και
περιστροφή σε
πολλά βακτήρια.



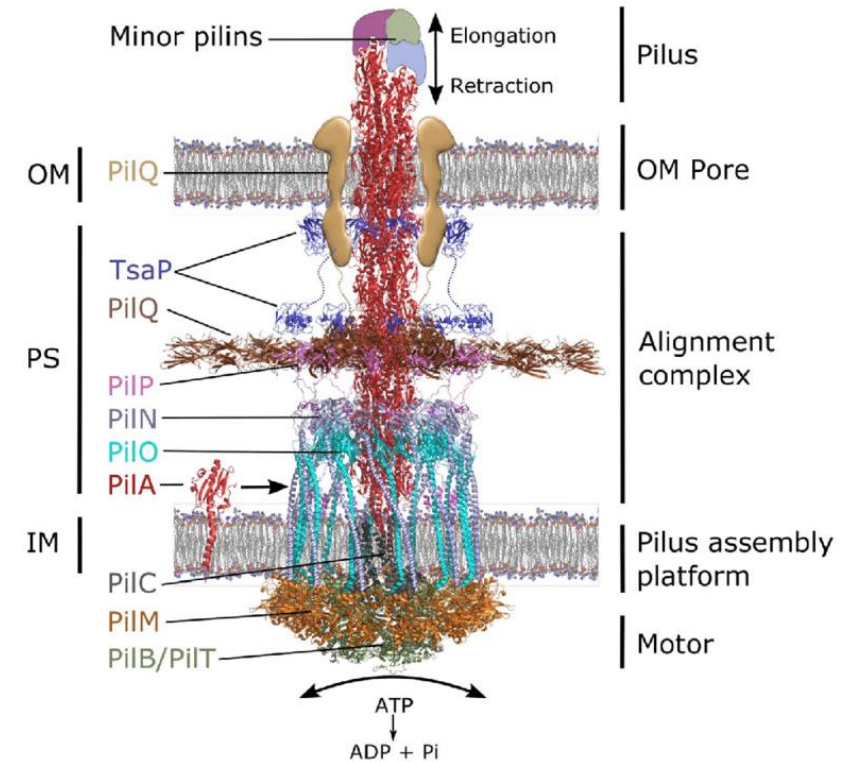
(b)

Pilli/ Fimbriae

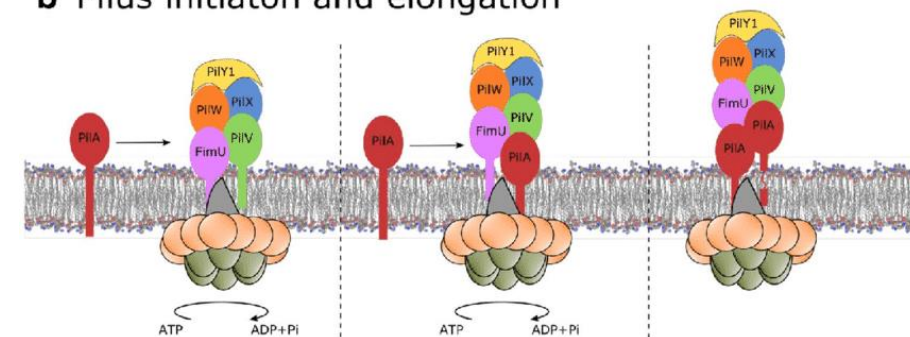
Είναι λεπτές (διαμέτρου 2–10 nm) νηματώδεις δομές από πρωτεΐνη που εκτείνονται από την επιφάνεια ενός κυττάρου και μπορεί να έχει πολλές λειτουργίες



a Pilus assembly machinery



b Pilus initiation and elongation



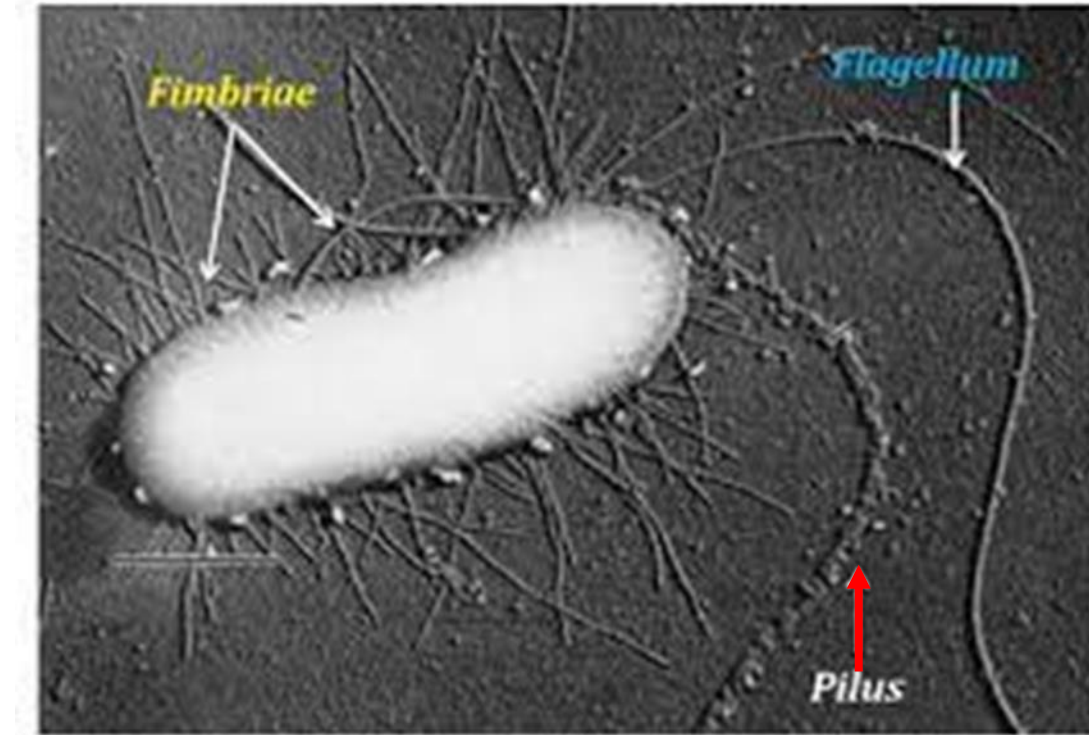
Pilli

Τα "pilli" είναι παρόμοια με τους κροσσούς (fimbri), αλλά είναι συνήθως **μακρύτεροι** και μόνο ένας ή λίγα "pilli" υπάρχουν στην επιφάνεια ενός κυττάρου.

Υπάρχουν δύο τύποι Pili:

- **κοντό pilli** προσκόλλησης και το
- **μακρύ pilli** σύζευξης.

Το κοντό pilli είναι γνωστό ως **Fimbri** και το μακρύ είναι γνωστό ως **F** ή **sex pili** (**συζευτικό pilli**)



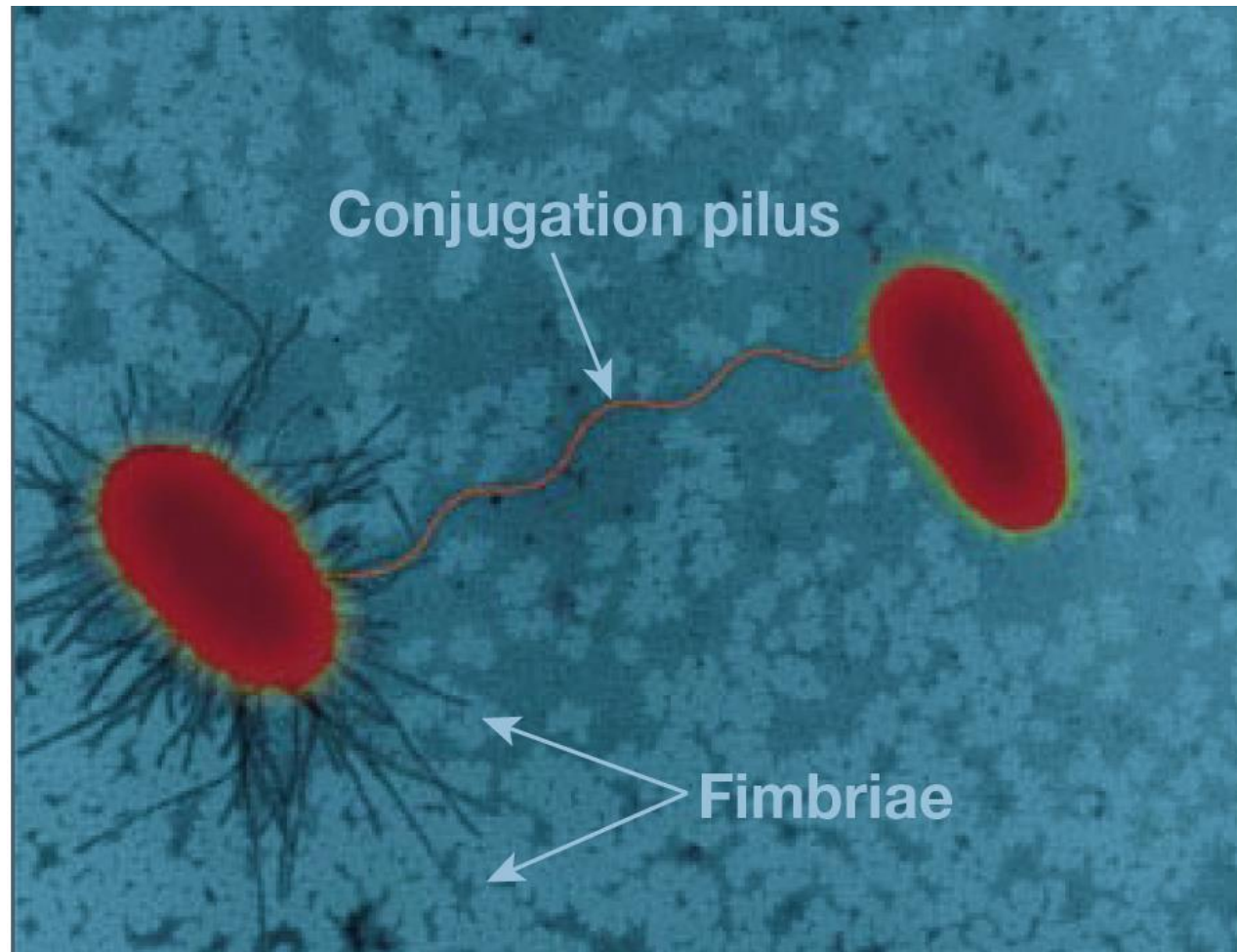
Pilli

Συζευκτικό Pilus (Conjugation Pilus):

Είναι ένα μονοπάτι για τη μεταφορά του γενετικού υλικού μεταξύ βακτηρίων.

Η μεταφορά DNA μέσω **σύζευξης** παρέχει **γενετική ποικιλία** για βακτήρια, ως σεξουαλική αναπαραγωγή.

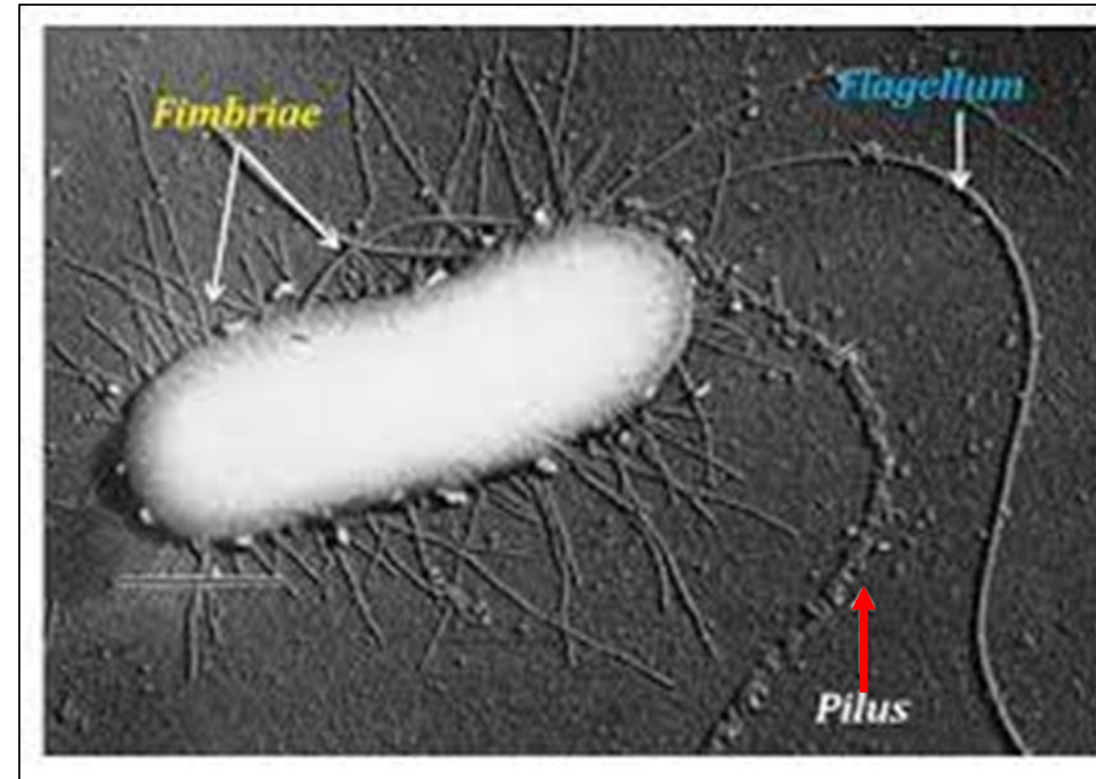
Τέτοιες μεταφορές μεταξύ βακτηρίων προκαλούν προβλήματα στους ανθρώπους γιατί η **αντίσταση στα αντιβιοτικά** πολύ συχνά διασπείρεται μέσω αυτού του μηχανισμού.



FIBRIAE/ (attachment pilli)

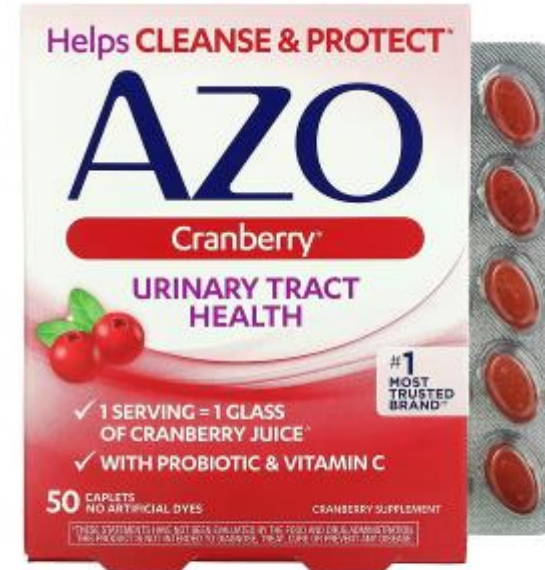
Βοηθούν τα βακτήρια να προσκολληθούν σε επιφάνειες βιολογικές και μη.

Συμβάλλουν στην παθογένεια ορισμένων βακτηρίων - την ικανότητά τους να προκαλούν ασθένειες - ενισχύοντας τον αποικισμό (ανάπτυξη αποικιών) στις επιφάνειες των κυττάρων άλλων οργανισμών.



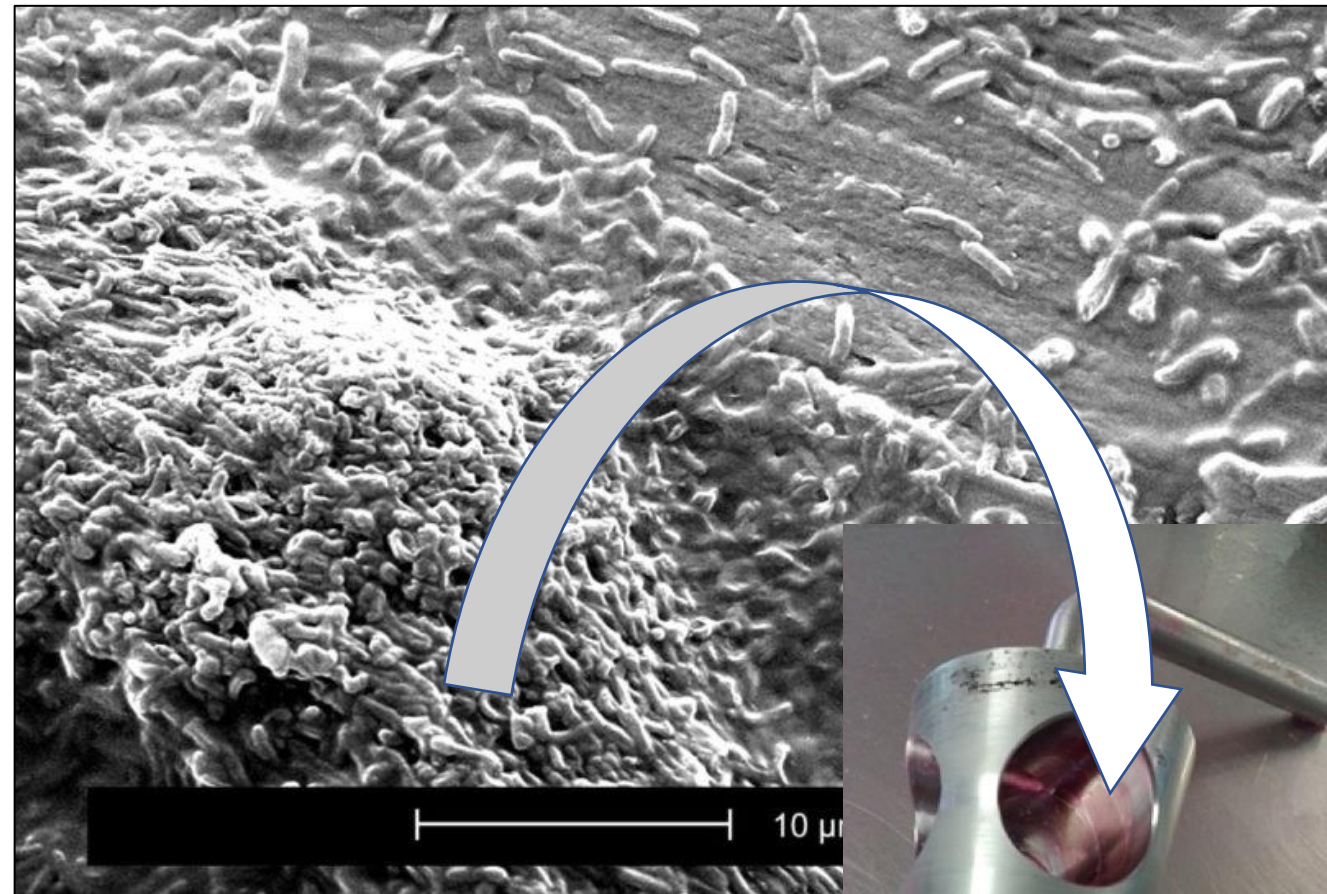
FIBRIAΕ/ (attachment pilli)

Χημική ουσία σε χυμό cranberry βοηθά στην πρόληψη λοιμώξεων του ουροποιητικού σε λοιμώξεις λόγω αποτροπή σχηματισμού της προσάρτησης μέσω pili.



BIOFILMS

Τα βακτηριακά βιοφίλμ είναι σύνθετες επιφανειακές κοινότητες βακτηρίων που συγκρατούνται μεταξύ τους από αυτοπαραγόμενες πολυμερείς μήτρες που αποτελούνται κυρίως από πολυσακχαρίτες, εκκρινόμενες πρωτεΐνες και εξωκυτταρικά DNA.



BIOFILMS

Ο σχηματισμός ενεργού βιοφίλμ είναι μια πολύπλοκη διαδικασία και μπορεί να περιγραφεί σε πέντε κύριες φάσεις:

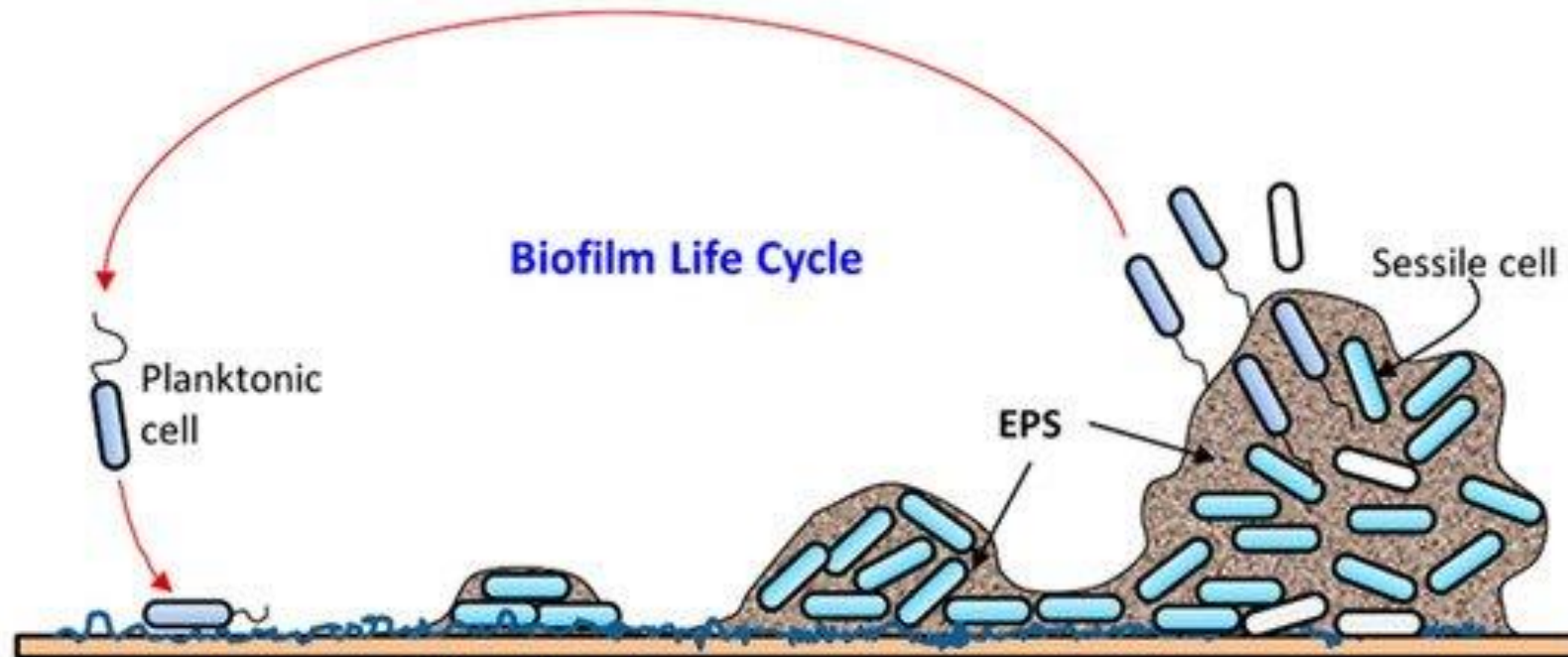
- 1) φάση αναστρέψιμης προσκόλλησης, όπου βακτήρια προσκολλώνται μη ειδικά στις επιφάνειες,
- 2) μη αναστρέψιμη φάση προσκόλλησης, η οποία περιλαμβάνει αλληλεπίδραση μεταξύ βακτηριακών κυττάρων και επιφάνειας που χρησιμοποιεί βακτηριακές προσκολλητίνες όπως *Fibriae* και λιποπολυσακχαρίτες (LPS),
- 3) παραγωγή εξωκυτταρικών πολυμερών ουσιών (EPS) από τα μόνιμα βακτηριακά κύτταρα

BIOFILMS

Ο σχηματισμός ενεργού βιοφίλμ είναι μια πολύπλοκη διαδικασία και μπορεί να περιγραφεί σε πέντε κύριες φάσεις:

- 4) φάση ωρίμανσης βιοφίλμ, κατά την οποία τα βακτηριακά κύτταρα συνθέτουν και απελευθερώνουν μόρια σηματοδότησης για να αισθανθούν την παρουσία του άλλου, οδηγώντας στο σχηματισμό μικροαποικιών και την ωρίμανση των βιοφίλμ,
- 5) φάση διασποράς/αποκόλλησης, όπου τα βακτηριακά κύτταρα εγκαταλείπουν τα βιοφίλμ και επιστρέφουν στον ανεξάρτητο πλαγκτονικό τρόπο ζωής.

BIOFILMS



Attachment

- Curli (*csg*)
- Fimbriae (*fimA*)
- Flagella (*fliC*)
- Type IV pili (*pil*)
- Teichoic acid
- Adhesin proteins (ActA, LAP, FnBP, SasG, SpA, Bap)

Microcolony

- Curli (*csg*)
- Sucrose (*bcsA*)
- PIA (*icaA, icaD*)

Maturation

- Curli (*csg*)
- Sucrose (*bcsA*)
- PIA (*icaA, icaD*)
- Quorum sensing (*qs*)
- EPS

Detachment

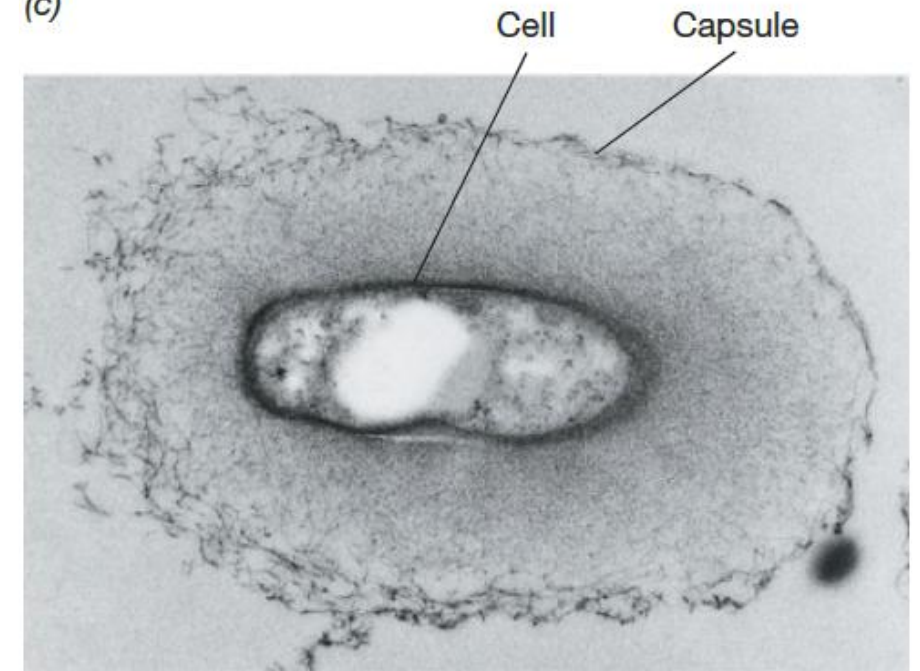
- CidA
- eDNA

ΚΑΨΟΥΛΑ

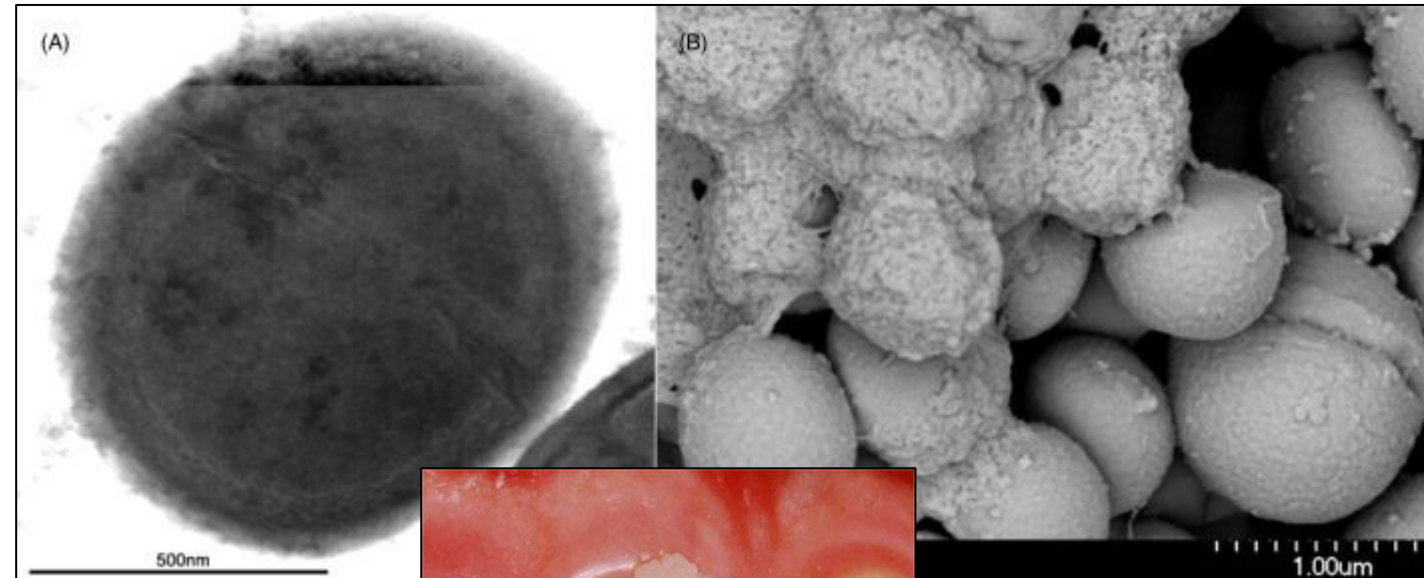
- Η κάψουλα είναι μια προστατευτική δομή έξω από το κυτταρικό τοίχωμα του οργανισμού που την εκκρίνει. Μόνο ορισμένα βακτήρια είναι ικανά να σχηματίσουν κάψουλες και δεν έχουν όλα τα μέλη ενός είδους κάψουλες.
- Οι κάψουλες τυπικά αποτελούνται από πολύπλοκα μόρια πολυσακχαρίτη διατεταγμένα σε χαλαρή γέλη (gel).
- Ωστόσο, η χημική σύνθεση κάθε κάψουλας είναι μοναδική για το στέλεχος των βακτηρίων που την εκκρίνει.
- Τα προστατεύει από συνθήκες αφυδάτωσης



(c)



- Ένα στρώμα γλοίας χαλαρά συνδεδεμένο με το κυτταρικό τοίχωμα - συνήθως πιο λεπτό από μια κάψουλα.
- Προστατεύει το κύτταρο από την ξήρανση, βοηθά στην παγίδευση θρεπτικών συστατικών κοντά στο κύτταρο και μερικές φορές συνδέει τα κύτταρα μεταξύ τους.
- Προστατεύει έναντι χημικών καθαριστικών/ απολυμαντικών
- Συμμετοχή στην **ΟΔΟΝΤΙΚΗ ΠΛΑΚΑ!**



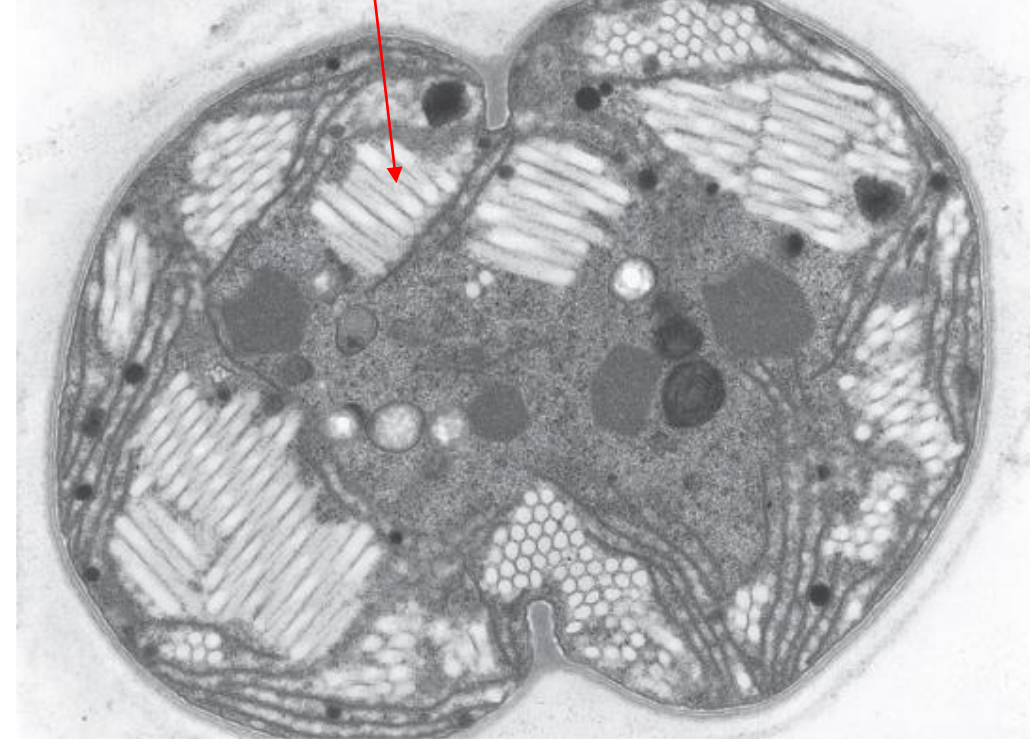
ΕΓΚΛΕΙΣΤΑ

ΕΓΚΛΕΙΣΤΑ

Τα βακτήρια μπορεί να έχουν στο κυτταρόπλασμά τους μια ποικιλία από μικρά σώματα που συλλογικά αναφέρονται ως εγκλείσματα ή έγκλειστα.

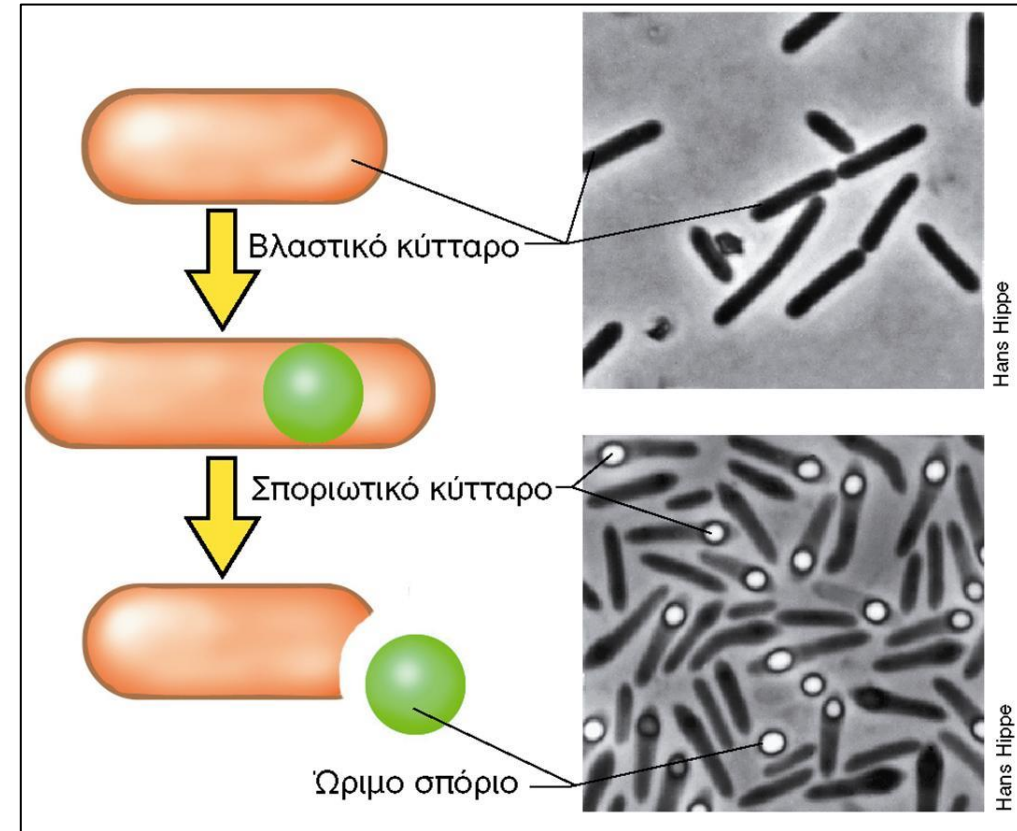
Έχουν ποικιλία ειδικών ρόλων ή λειτουργούν ως «αποθηκευτικοί» χώροι για το κύτταρο.

Αερόσακοι!



ΣΠΟΡΙΑ

- Τα ζωντανά κύτταρα λέγονται βλαστικές μορφές
- Ορισμένα βακτήρια – που ονομάζονται **σπορογόνα** – συνθέτουν εσωτερικές **δομές** που λέγονται «σπόρια».
- Έχουν πολύ μεγάλη σημασία στην **ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ !!!**



ΣΠΟΡΟΓΟΝΑ ΒΑΚΤΗΡΙΑ

- *Clostridium* spp. (Κλοστρίδια)

*Cl. botulinum**

*Cl. perfringens**

*Cl. tetani**

*Παράγουν τοξίνες!

- *Bacillus* spp. (Βάκιλοι)

*B. cereus**

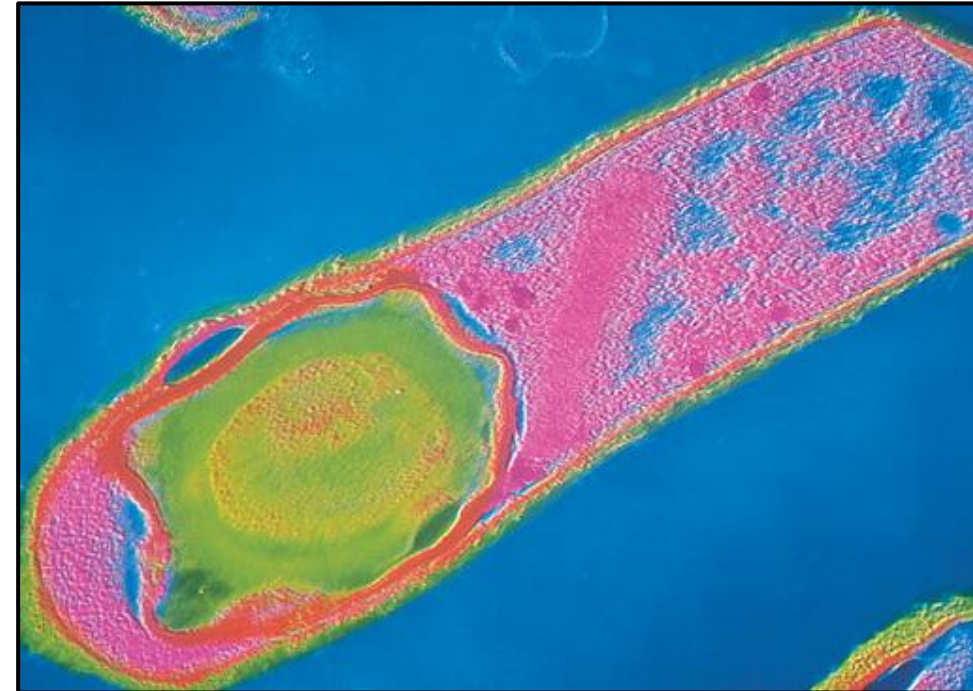
B. subtilis

B. coagulans

B. licheniformis

B. megaterium

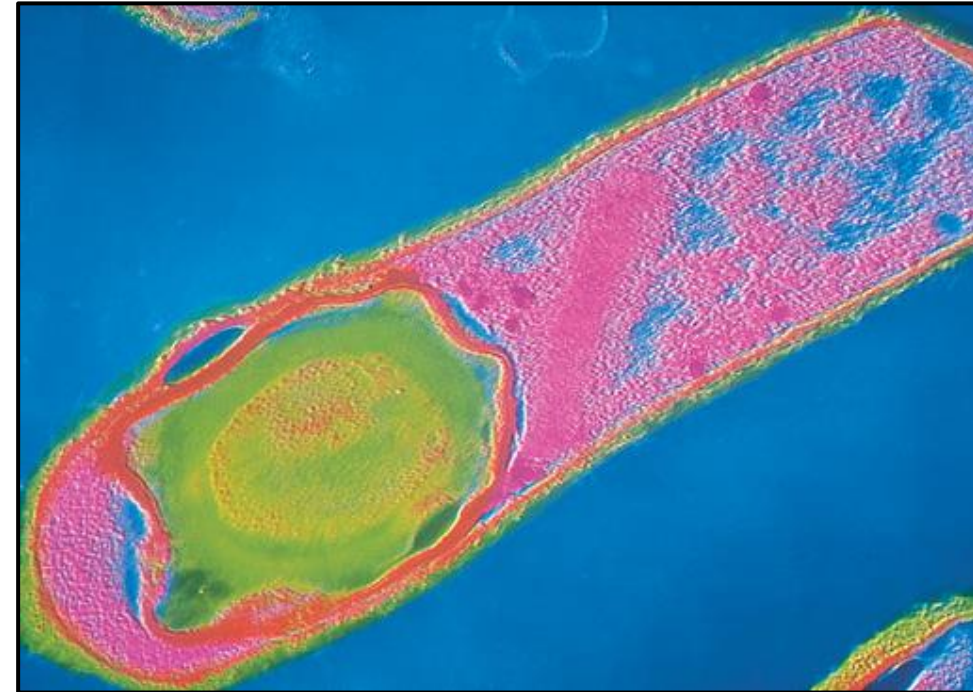
B. stearothermophilus



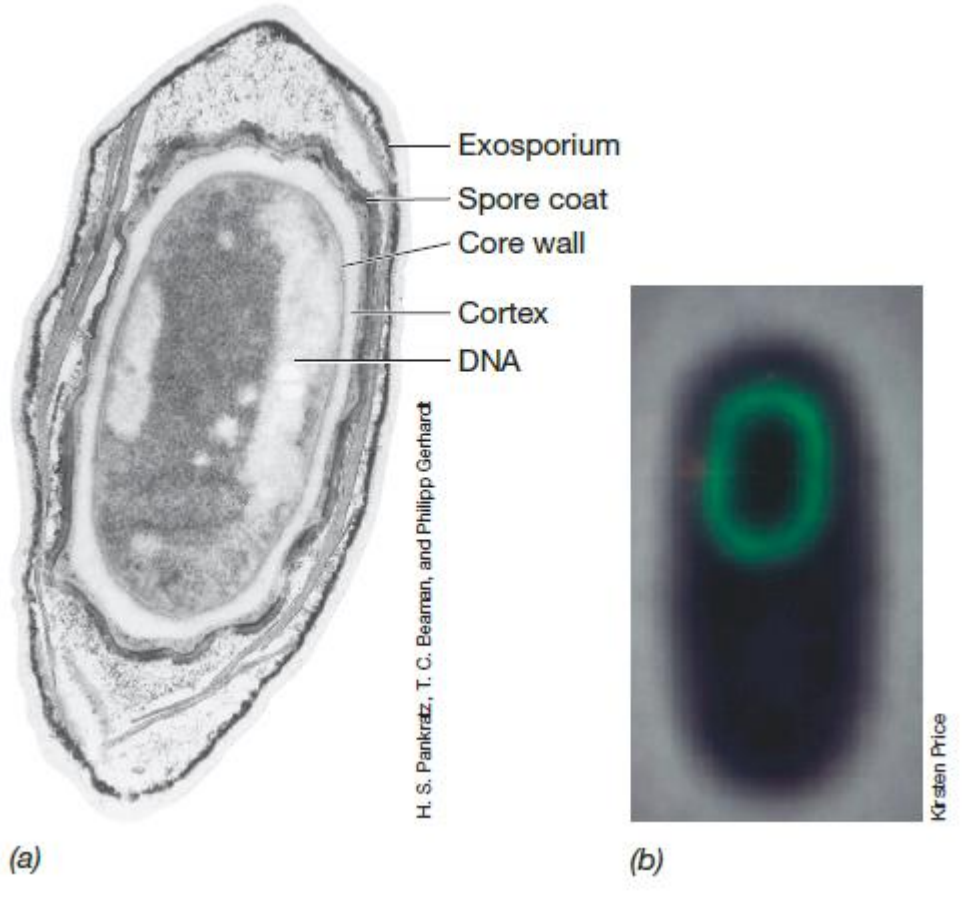
ΣΠΟΡΟΓΟΝΑ ΒΑΚΤΗΡΙΑ

Ρόλος σπορίων

- Δομές προερχόμενες από τα κύτταρα εξαιρετικά ανθεκτικές σε πλήθος περιβαλλοντικών παραγόντων (θερμότητα, χημικές ουσίες και ακτινοβολία).
- Τα ενδοσπόρια λειτουργούν ως δομές επιβίωσης του DNA του βακτηρίου.
- Μπορούν να θεωρηθούν ως το αδρανές στάδιο ενός βακτηριακού κύκλου ζωής:
βλαστικό κύτταρο -> ενδοσπόριο -> βλαστικό κύτταρο
- Ευρύτατα διαδεδομένα το περιβάλλον – κυρίως έδαφος



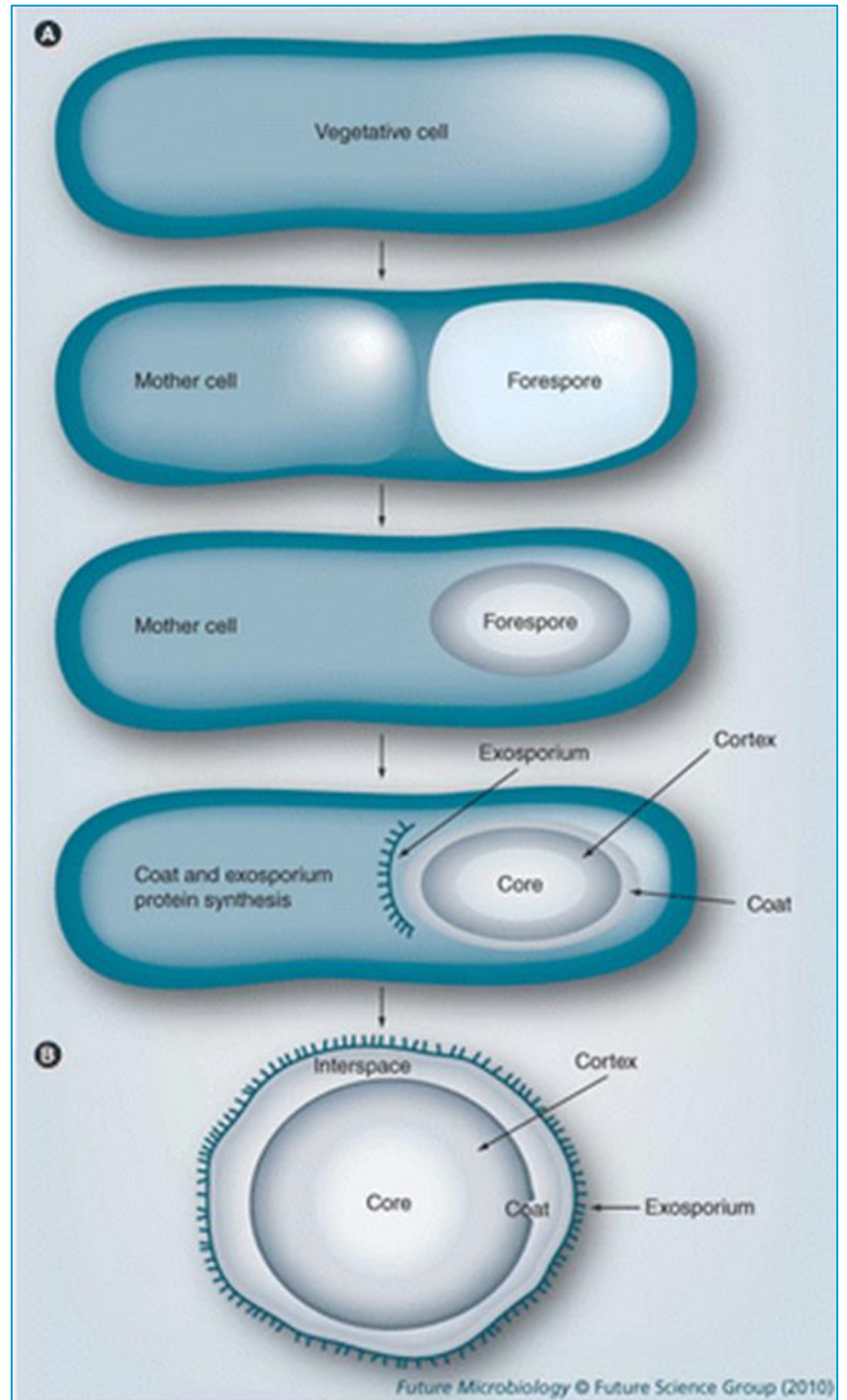
ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΣΠΟΡΙΟΥ



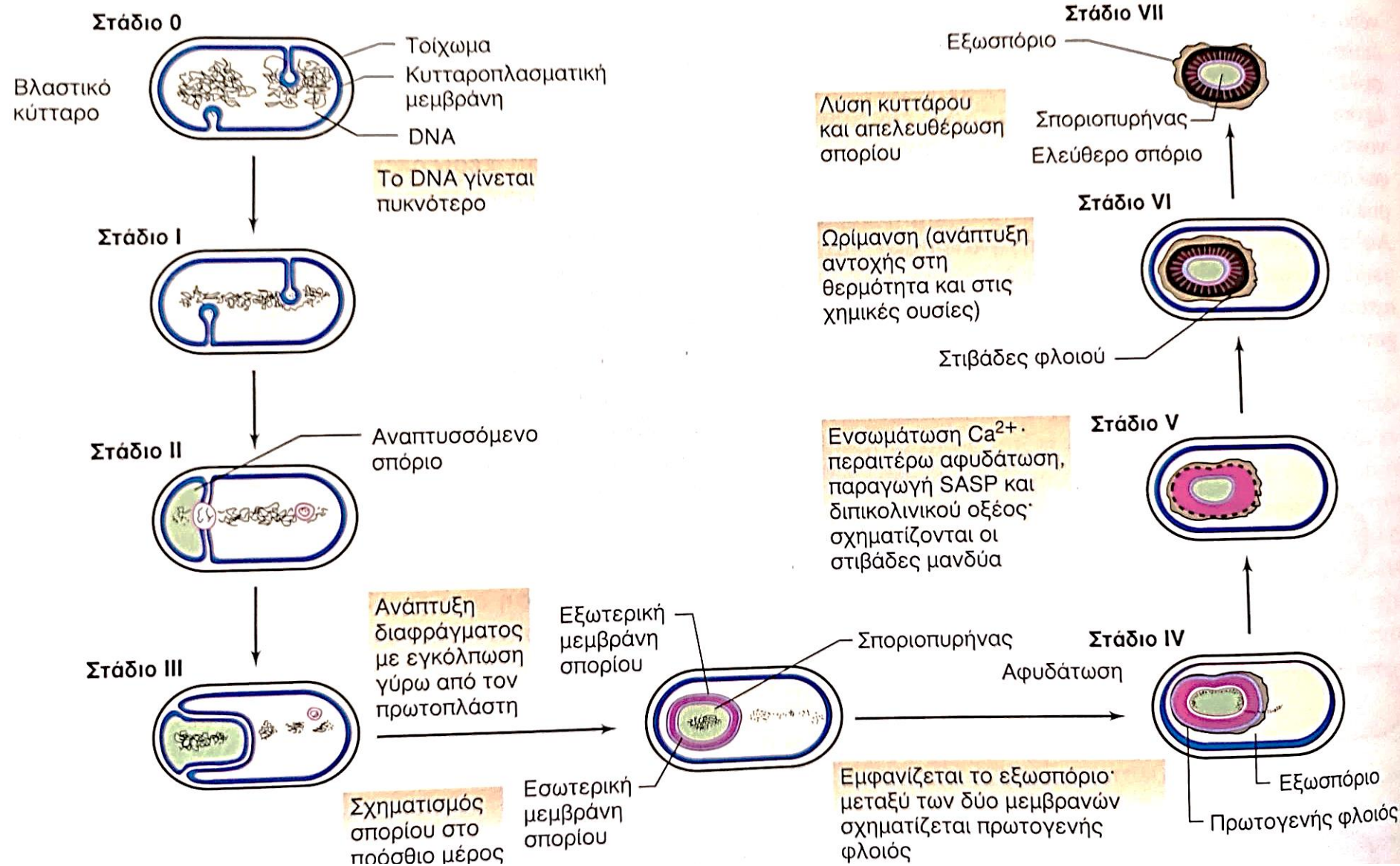
- **Εξωσπόριο** - λεπτό πρωτεϊνικό κάλυμμα.
- **Κάλυμμα (spore coat)** - στρώματα πρωτεϊνών ειδικών για τα σπόρια.
- **Φλοιός (Core wall)** - αποτελείται από χαλαρά διασυνδεδεμένη πεπτιδογλυκάνη,
- **Cortex** - το τοίχωμα του πυρήνα, που περικλείει την κυτταροπλασματική μεμβράνη, το κυτταρόπλασμα, το νουκλεοειδές, τα ριβοσώματα και άλλα κυτταρικά απαραίτητα.

Τελικά, το ενδοσπόριο διαφέρει δομικά από το βλαστικό κύτταρο κυρίως στα είδη των δομών που βρίσκονται έξω από το τοίχωμα του πυρήνα.

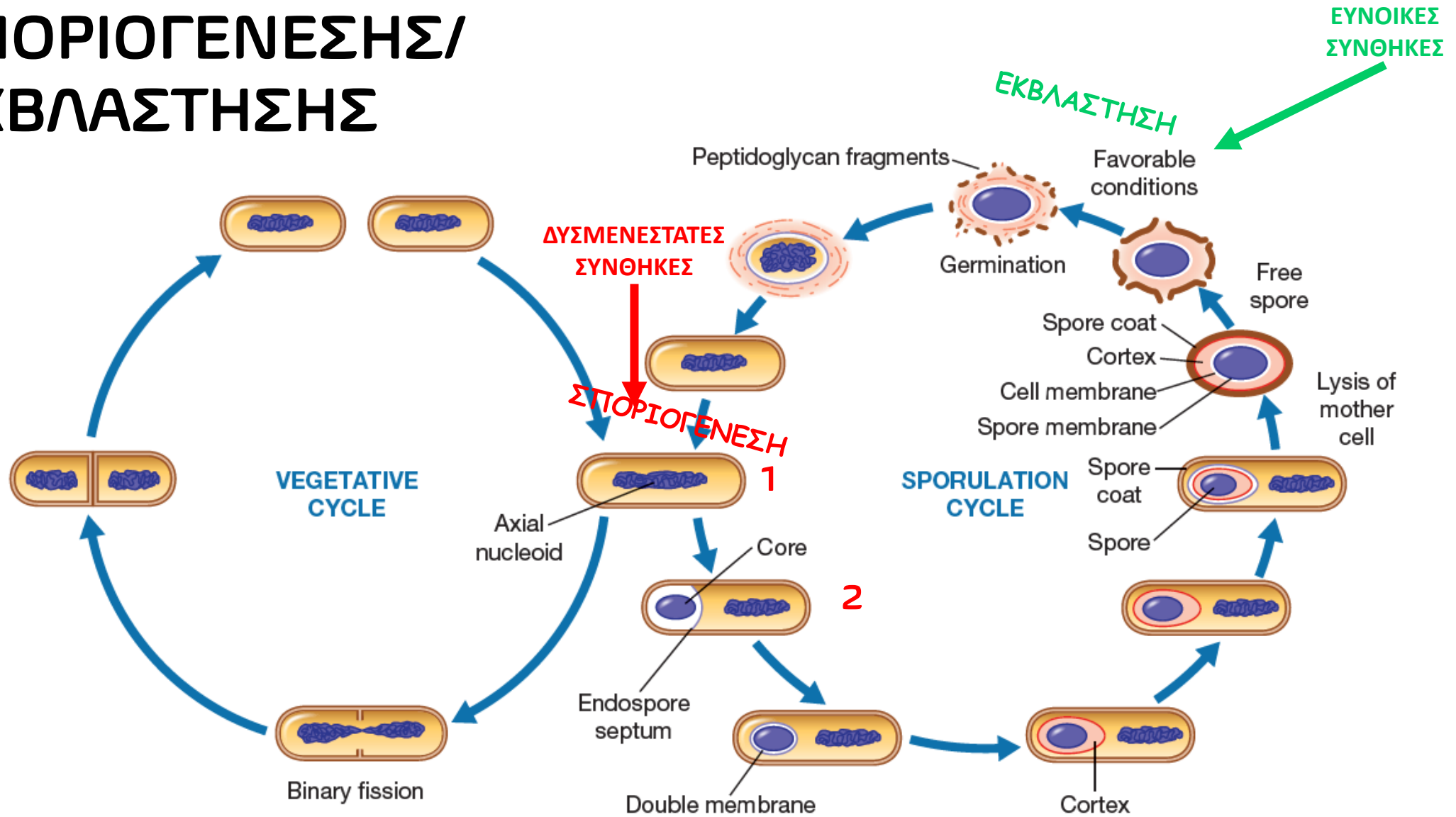
ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΣΠΟΡΙΟΥ



ΚΥΚΛΟΣ ΣΠΟΡΙΟΓΕΝΕΣΗΣ/ ΕΚΒΛΑΣΤΗΣΗΣ



ΚΥΚΛΟΣ ΣΠΟΡΙΟΓΕΝΕΣΗΣ/ ΕΚΒΛΑΣΤΗΣΗΣ



ΚΥΚΛΟΣ ΣΠΟΡΙΟΓΕΝΕΣΗΣ/ ΕΚΒΛΑΣΤΗΣΗΣ

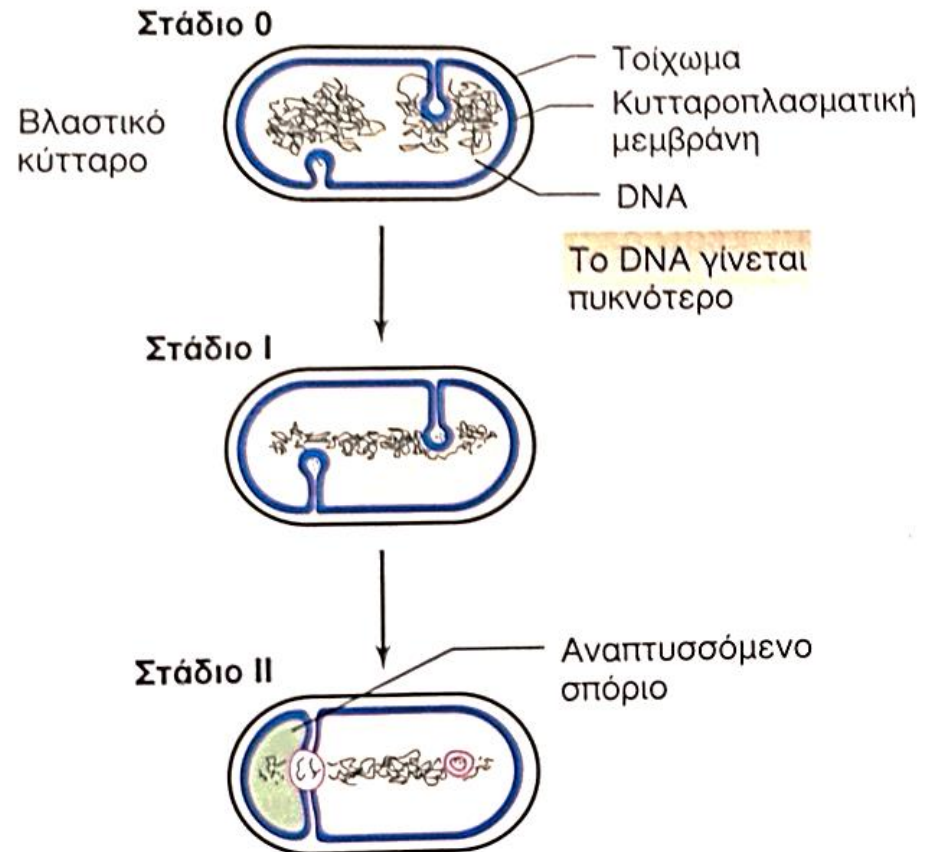
Στάδιο 0: Βλαστικό κύτταρο.

Στάδιο I: Στάδιο σχηματισμού αξονικού νήματος

- Το DNA γίνεται πυκνότερο και αρχίζει να επιμηκύνεται μέχρι να θυμίζει νήμα, το οποίο ονομάζεται αξονικό νήμα.

Στάδιο II: Σχηματισμός προσπορίων

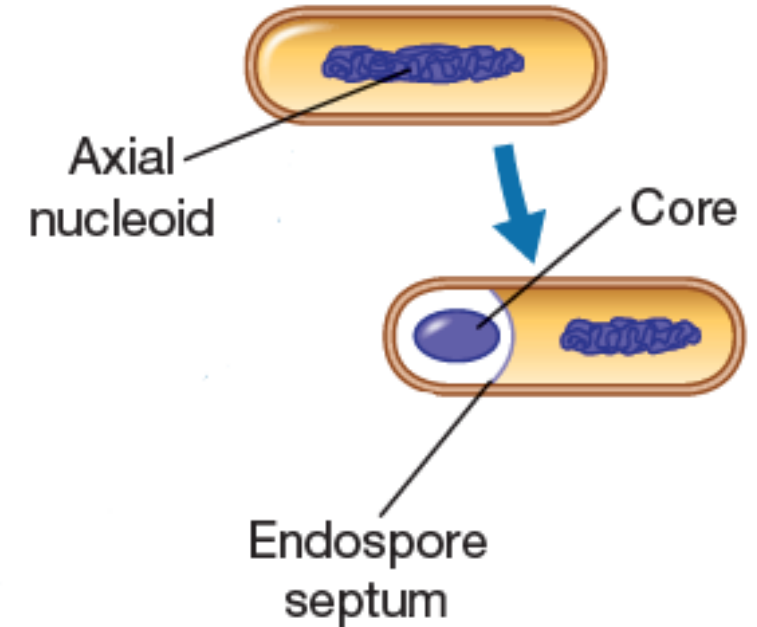
- Εμφανίζεται ασύμμετρη κυτταρική διαίρεση.
- Η κυτταρική μεμβράνη σχηματίζει **διάφραγμα** κοντά στο ένα άκρο το οποίο περικλείει ένα μικρό μέρος του DNA που σχηματίζει **προσπόρια**



ΚΥΚΛΟΣ ΣΠΟΡΙΟΓΕΝΕΣΗΣ/ ΕΚΒΛΑΣΤΗΣΗΣ

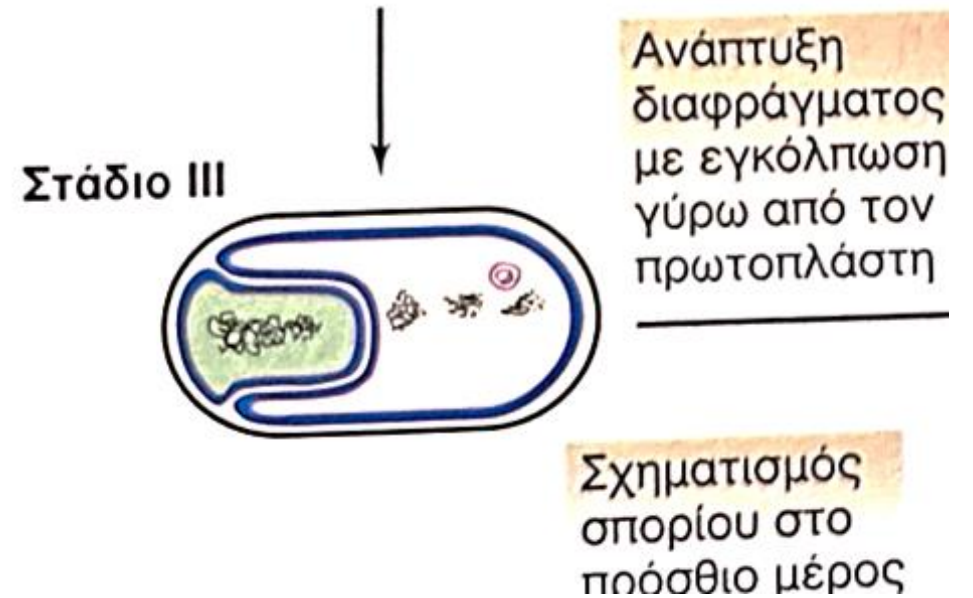
Στάδιο II: Σχηματισμός προσπορίων

- Εμφανίζεται ασύμμετρη κυτταρική διαίρεση.
- Η κυτταρική μεμβράνη σχηματίζει διάφραγμα κοντά στο ένα άκρο το οποίο περικλείει ένα μικρό μέρος του DNA που σχηματίζει προσπόρια



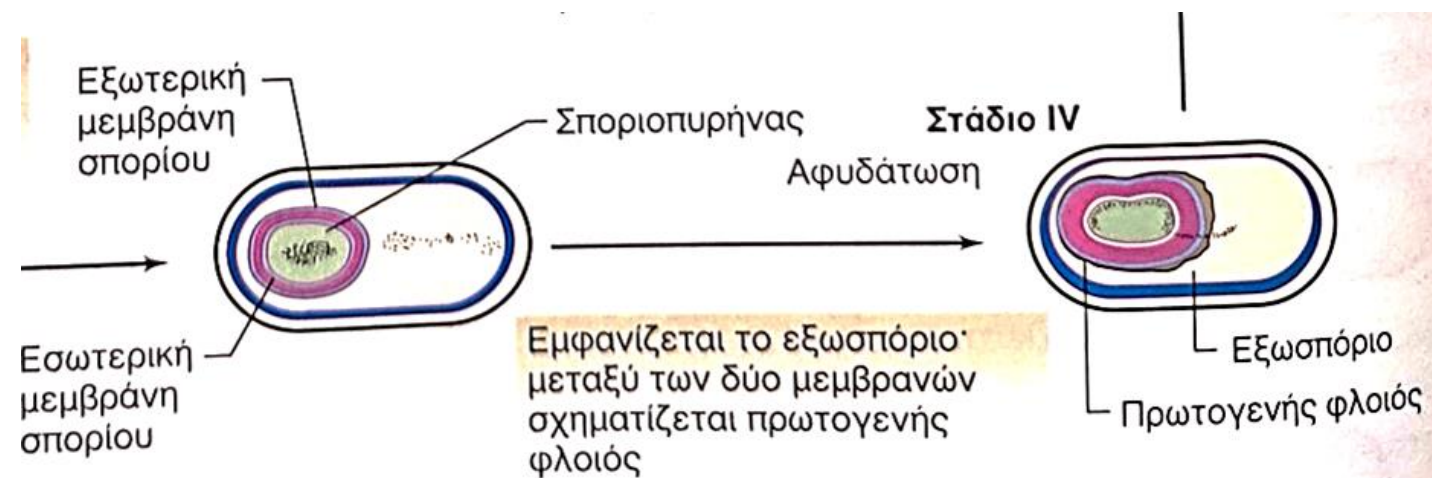
Στάδιο III: Εγκόλπωση του προσπόριου

- Η μητρική κυτταρική μεμβράνη αναπτύσσεται γύρω από το προσπόριο.
- Το προσπόριο περικλείεται από δύο μεμβρανικές στιβάδες.



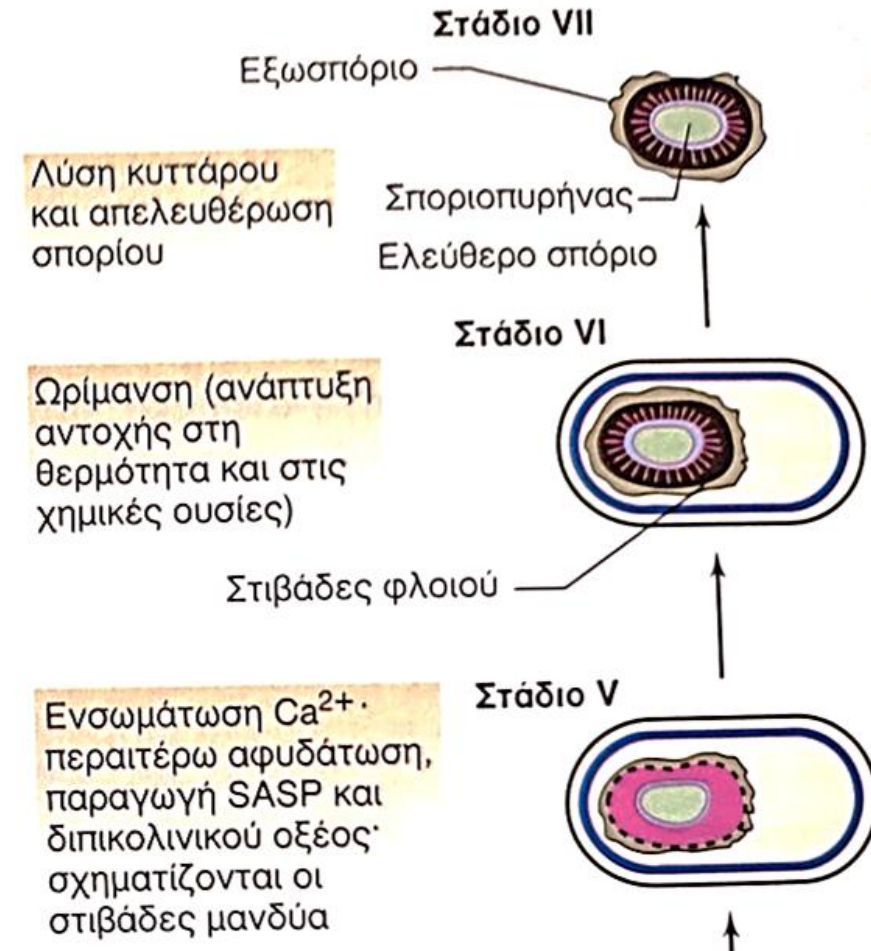
Στάδιο IV: σύνθεση εξοσπορίου.

- Το χρωμόσωμα του μητρικού κυττάρου αποσυντίθεται.
- Ξεκινά η σύνθεση του εξοσπορίου σχηματίζοντας φλοιό μεταξύ δύο μεμβρανών.
- Ξεκινά η σταδιακή αφυδάτωση των κυττάρων



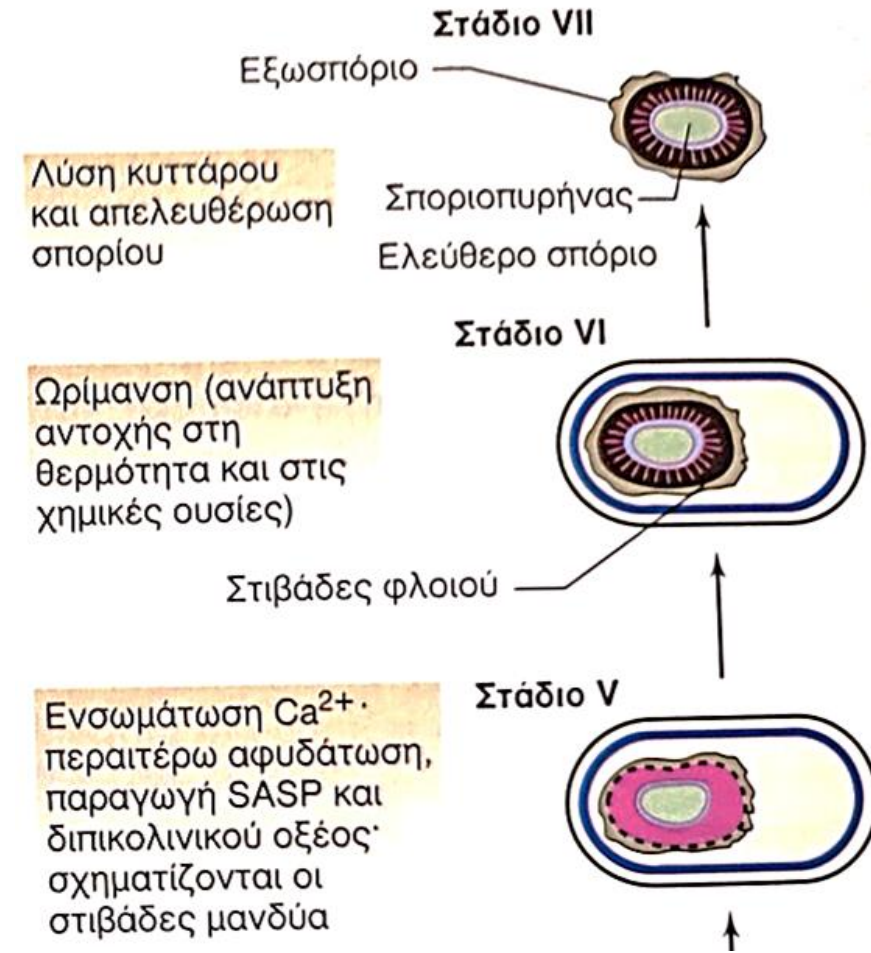
Στάδιο V: σύνθεση στοιβάδων φλοιού (spore coat)

- Σχηματίζονται οι πρώτες στοιβάδες του φλοιού/ μανδύα οι οποίες αποτελούνται από ειδικές σποροπρωτεΐνες (SASP) που προστατεύουν ισχυρά τον πυρήνα του ενδοσπορίου
- Το διπικολινικό οξύ εμπλουτίζεται με ιόντα ασβεστίου και γίνεται ο μανδύας ισχυρότερος !

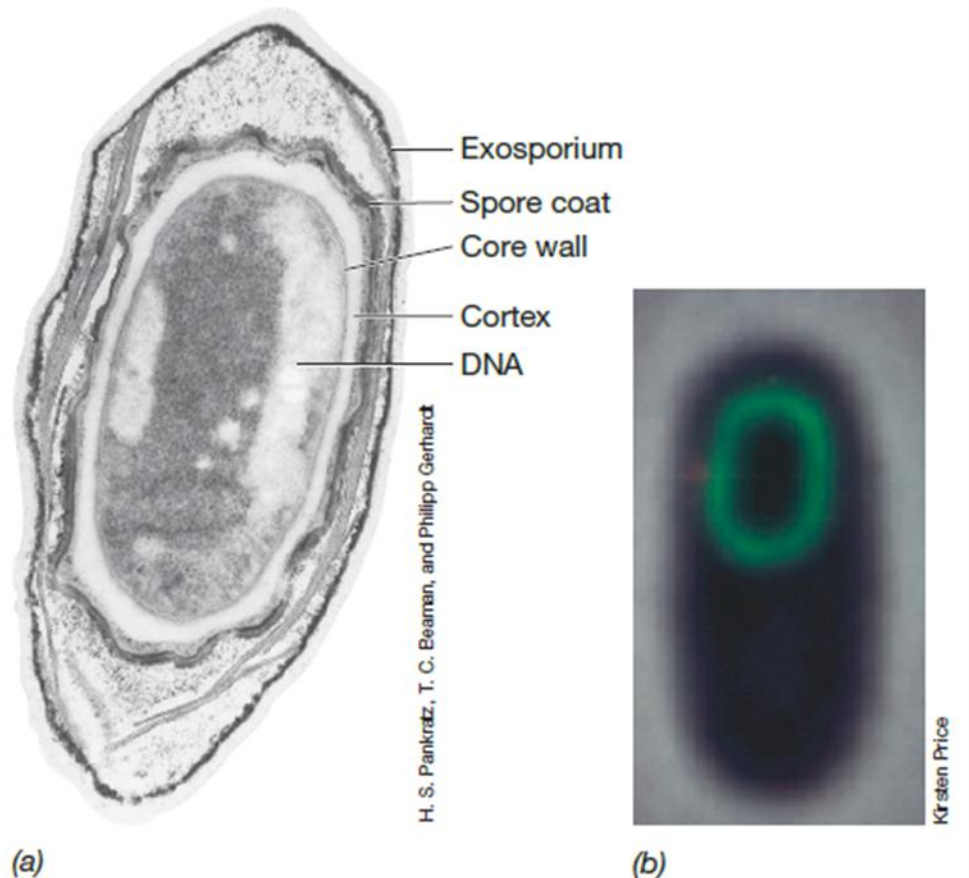


Στάδιο VI: Ωρίμανση φλοιού (spore coat)

- Περαιτέρω αφυδάτωση και «σκλήρυνση» του φλοιού.



ΚΥΚΛΟΣ ΣΠΟΡΙΟΓΕΝΕΣΗΣ/ ΕΚΒΛΑΣΤΗΣΗΣ



Το σπόριο μπορεί να παραμείνει στη φάση αυτή – ως ενδοσπόριο – **χιλιάδες χρόνια!**

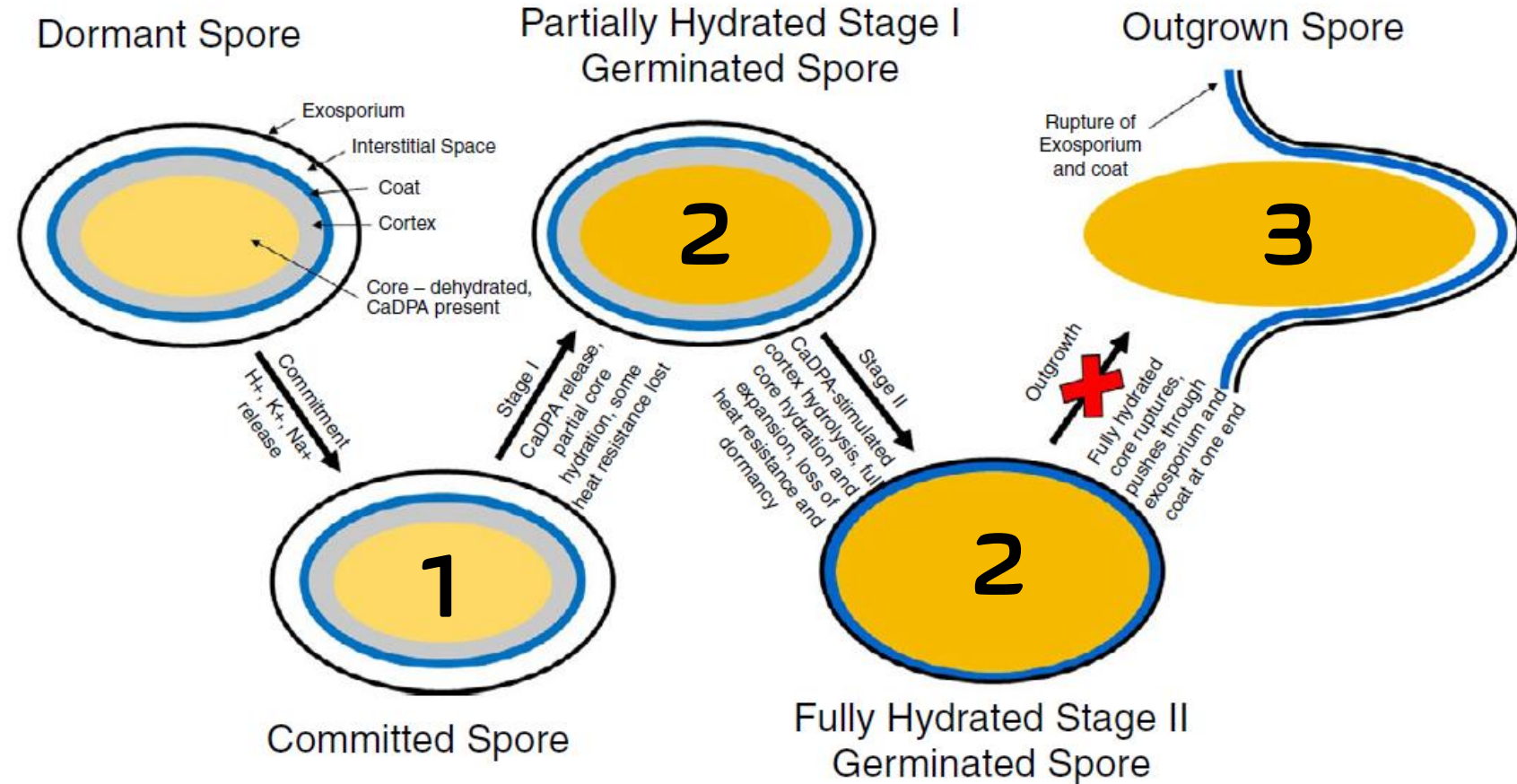


Όταν βρεθεί στις κατάλληλες συνθήκες, «ξυπνά» από το λήθαργό του και δίνει νέα κύτταρα (βλαστικές μορφές).

ΚΥΚΛΟΣ ΣΠΟΡΙΟΓΕΝΕΣΗΣ / ΕΚΒΛΑΣΤΗΣΗΣ

ΣΤΑΔΙΑ ΕΚΒΛΑΣΤΗΣΗΣ

1. Ενεργοποίηση
2. Εκβλάστηση
3. Ανάπτυξη



ΣΤΑΔΙΑ ΕΚΒΛΑΣΤΗΣΗΣ

1. Ενεργοποίηση

Συνήθως μετά από θερμική επεξεργασία περίπου **55-75°C** όπου καταστρέφεται ο μανδύας – αν και η ακριβής θερμοκρασία εκβλάστησης εξαρτάται από πλήθος παραγόντων.

2. Εκβλάστηση

- Ο ενεργοποιημένος σπόρος ξεκινά την εκβλάστηση μετά τη δέσμευση κατάλληλων συντελεστών ενεργοποίησης όπως π.χ. ιόντα ή αμινοξέα.
- Η σύνδεση των συντελεστών ενεργοποίησης ενεργοποιεί την διαδικασία της αυτόλυσης και καταστρέφεται η πεπτιδογλυκάνη του φλοιού.
- Μετά την καταστροφή της πεπτιδογλυκάνης, απορροφάται νερό και απελευθερώνεται διπικολινικό οξύ και ασβεστίου.

ΣΤΑΔΙΑ ΕΚΒΛΑΣΤΗΣΗΣ

3. Αύξηση

- Μετά την πρόσληψη νερού εμφανίζεται διόγκωση των σπορίων.
- Μαζί με το διόγκωση εμφανίζεται και σύνθεση DNA, RNA και πρωτεϊνών.
- Ένα νέο κύτταρο αναδύεται μετά το σπάσιμο του περιβλήματος των σπορίων και αρχίζει να αναπτύσσεται σε βλαστικό κύτταρο.

ΣΠΟΡΙΑ ΚΑΙ ΤΡΟΦΙΜΑ

Τα σπόρια είναι σοβαρό ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ διότι:

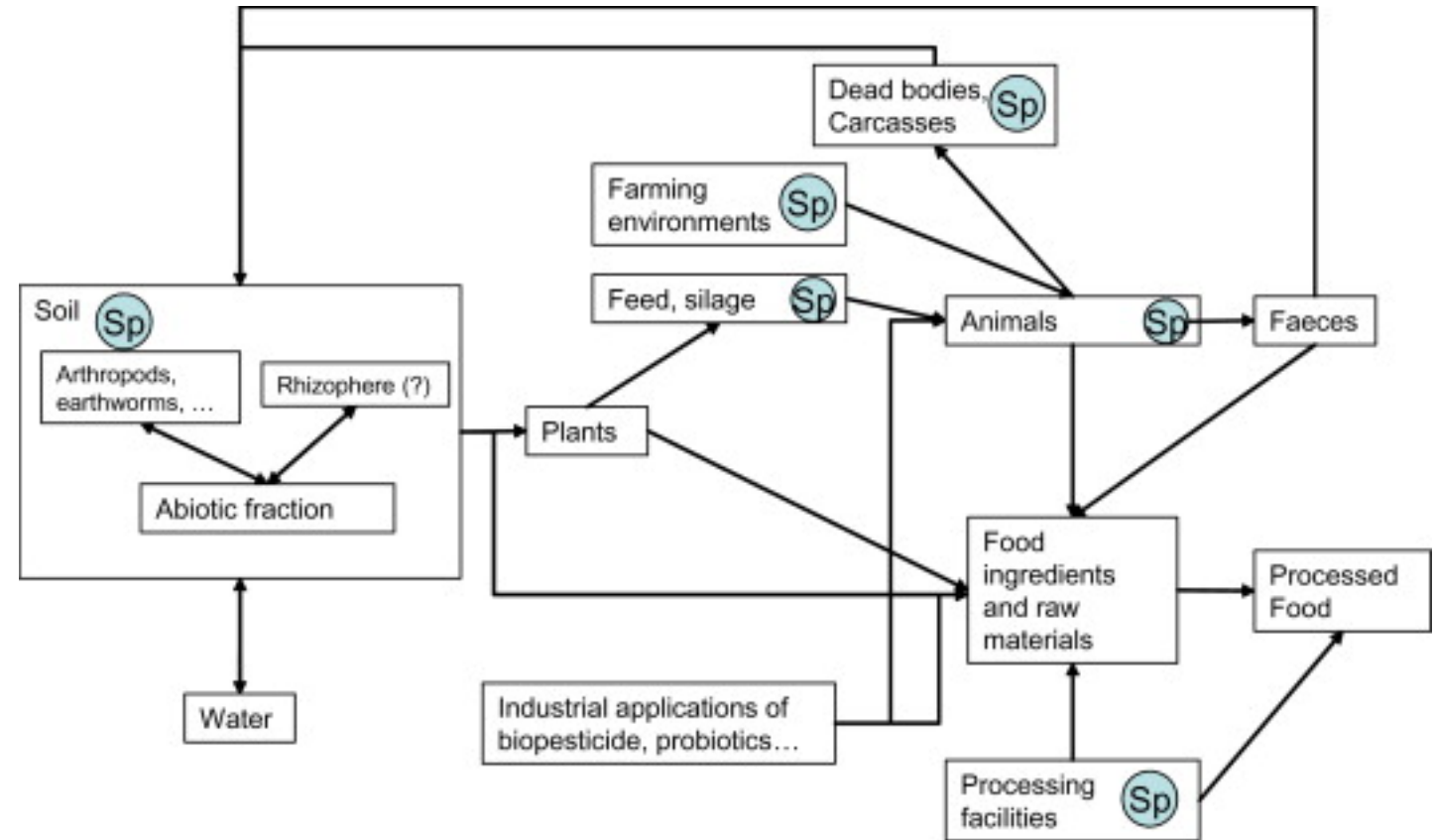
- ορισμένα από αυτά κατά ή μετά την εκβλάστηση παράγουν τοξίνες
- δίνουν νέες βλαστικές μορφές (κύτταρα) που πολλαπλασιάζονται.

ΥΠΑΡΧΟΥΝ ΟΙ ΑΚΟΛΟΥΘΕΣ ΔΥΟ ΒΑΣΙΚΕΣ ΛΥΣΕΙΣ:

- Καταστροφή των σπορίων – συνήθως με αποστείρωση.
- Αποτροπή της εκβλάστησης – συνήθως με χαμηλό pH, ταχεία ψύξη, συντηρητικά.

ΣΠΟΡΙΑ & ΤΡΟΦΙΜΑ

Τα σπόρια των βακτηρίων βρίσκονται – πρωτογενώς έδαφος αλλά από εκεί διασπείρονται.

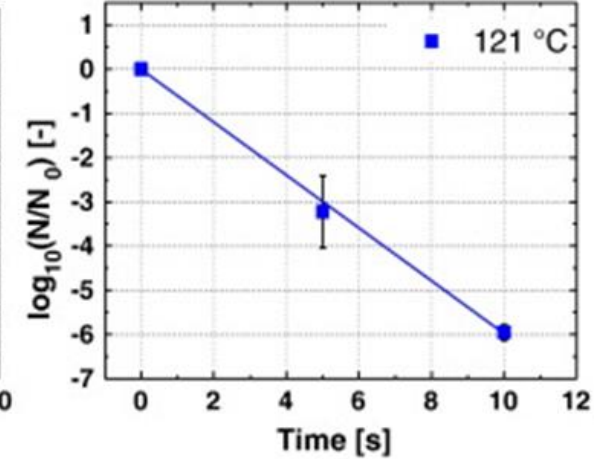
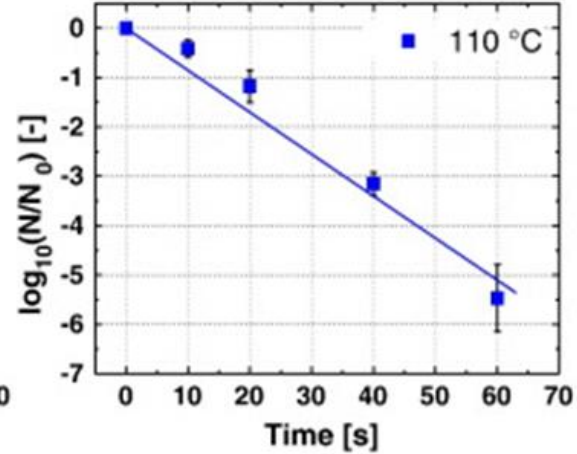
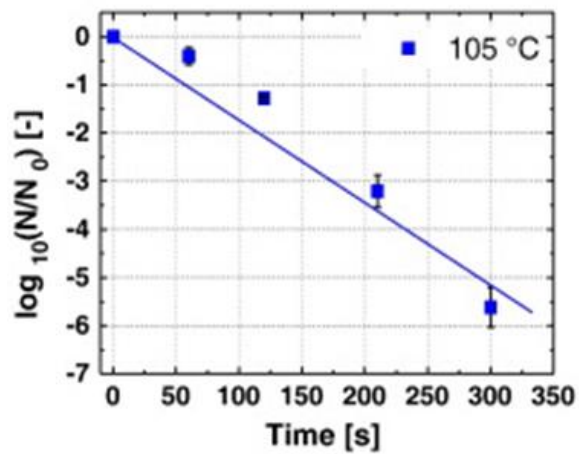
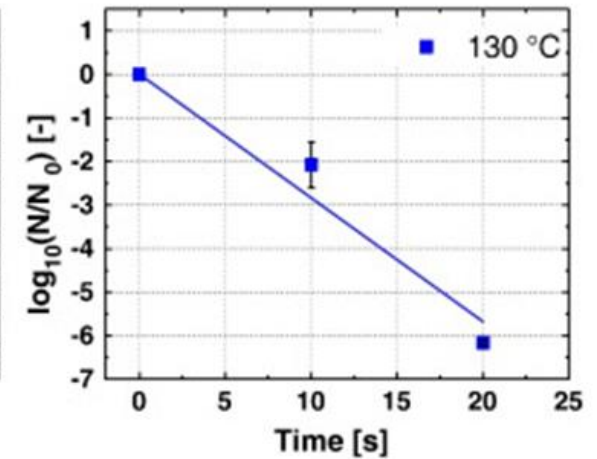
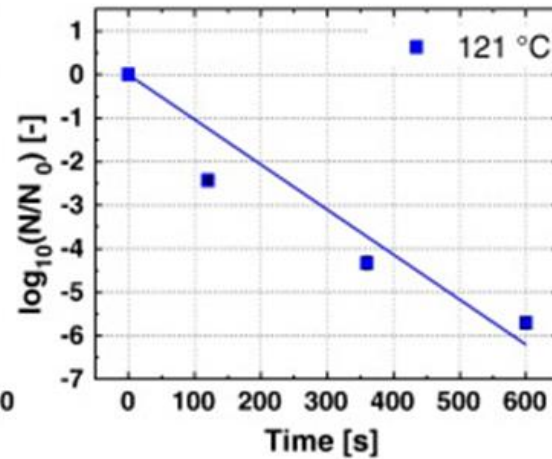
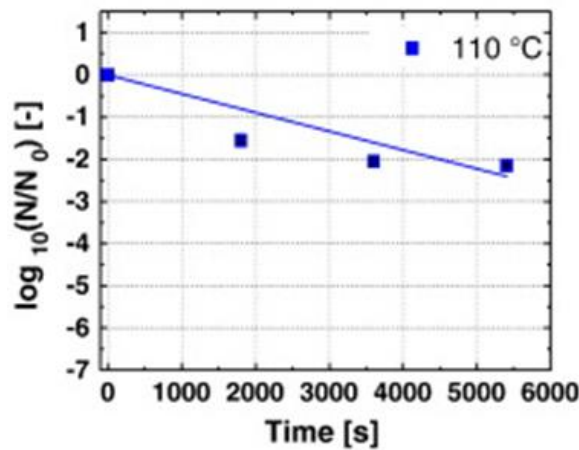


ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΔΡΑΝΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΩΝ ΣΠΟΡΙΩΝ

Table 1 How to kill a spore

From: [What's new and notable in bacterial spore killing!](#)

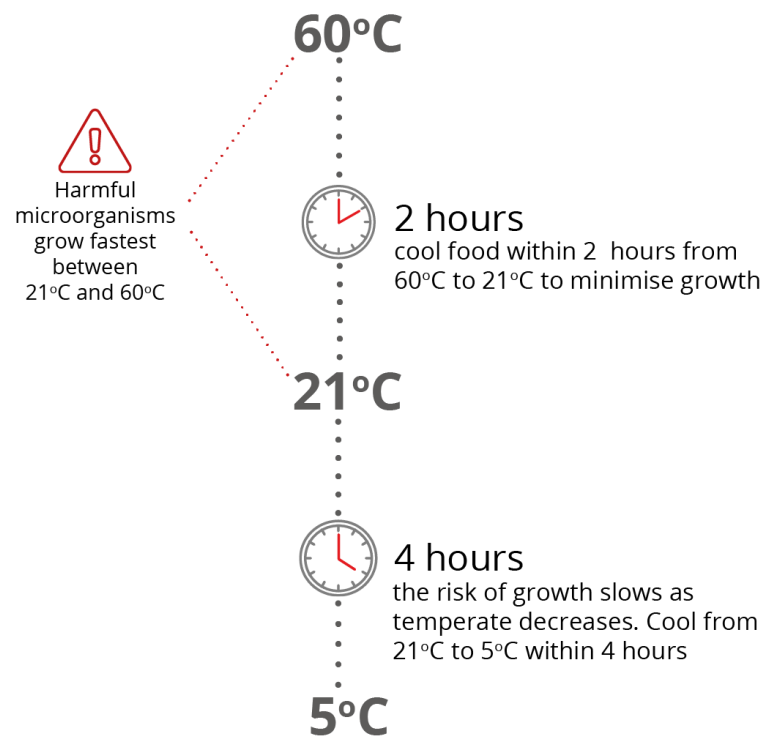
Category	Sub-category	Specific agent(s)	Key spore component(s) damaged	Key spore resistance feature	References
Physical processes	Heat	Dry heat	DNA	SASPs	He et al. (2018), Johansson et al. (2011)
		Wet heat	Essential core protein(s)	Low water content; SASPs; Transposon associated genes	Coleman et al. (2007, 2010), Coleman and Setlow (2009), Huesca-Espitia et al. (2016), Krawczyk et al. (2017), Rao et al. (2016)
		Ohmic			Schottroff et al. (2019)
		Thermosonication	Inner membrane		Fan et al. (2019)
		High temperature gas	Core proteins		Setlow et al. (2014)
	Pressure	High hydrostatic pressure	Inner membrane proteins		Doona et al. (2016), Modugno et al. (2019), Morimatsu et al. (2019)
		Moderate pressure plus heat			Morimatsu et al. (2019)
		High pressure CO ₂ plus heat	Inner membrane		Rao et al. (2019)
	Radiation	UV-C (222 nm, 254 nm, pulsed light)	DNA	SASPs, DNA repair enzymes, Coat	Clair et al. (2020), Narita et al. (2020), Taylor et al. (2020)
		Blue light	DNA	Coat, pigmentation, SASPs, DNA repair enzymes	Djouiaï et al. (2018)
Ionizing		DNA	SASPs, DNA repair enzymes	Moeller et al. (2008)	
Electron beam		DNA	DNA repair enzymes	Zhang et al. (2020)	
Chemical processes	Strong acids	HCl	Inner membrane	Low permeability	Setlow et al. (2002)
	Strong bases	NaOH	CLE damage	Low permeability	Setlow et al. (2002)
	Oxidising agents	Hypochlorite, chlorine dioxide, ozone	Inner membrane	Coat	Cortezzo et al. (2004), Setlow et al. (2013), Stier and Kulozik (2020), Young and Setlow (2003, 2004a)
		Hydrogen peroxide	Core protein(s)	SASPs, Coat	Moeller et al. (2011), Setlow and Setlow (1993), Setlow et al. (2013), Stier and Kulozik (2020)
	Surfactants, lipids, natural oils	Dodecylamine; Ceragenin CSA-13; CTAB	Inner membrane		Alqadeeri et al. (2019), Cho et al. (2015), DeMarco et al. (2021), Dong et al. (2019), Mokashi et al. (2020), Piktel et al. (2017)
	Alcohols and aldehydes	Ethanol; glutaraldehyde	Inner membrane	Coat (for glutaraldehyde)	Player et al. (2020), Setlow et al. (2002), Tennen et al. (2000)
Gases, vapours, plasma	Supercritical CO ₂ + peracetic acid; Iodine vapour; Hydrogen peroxide vapour;	Inner membrane [HPV to be determined]		Jiang et al. (2018), Mickelse et al. (2019), Rutala et al. (2020), Setlow et al. (2016)	
Biological processes	Enzymes	Proteases	Spore coat	Coat	Mundra et al. (2014)
		Phage lysins	Cortex	Coat	Fu et al. (2020)
	Germinate to eradicate	Amino acids, taurocholate; can be coupled with antibiotics, heat and or surfactants	Germinant receptors	Variable response to germinants	Budi et al. (2021), Buhr et al. (2020), Cho et al. (2015), Nerandzic and Donskey (2010, 2013)

ΘΕΡΜΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ
ΚΑΙ ΚΙΝΗΤΙΚΗ
ΘΑΝΑΤΩΣΗΣ*B. subtilis* PS832*G. stearothermophilus* ATCC7953previously *Bacillus stearothermophilus*

Blast Chiller

Μειώνει ταχέως
την θερμοκρασία
των τροφίμων

Ο τελευταίος κώδικας τροφίμων του FDA λέει ότι πρέπει να ψύξετε μαγειρεμένα τρόφιμα από τους 60°C έως τους 20°C μέσα σε δύο ώρες και από τους 20°C έως τους 5°C μέσα σε άλλες τέσσερις ώρες (συνολικά έξι ώρες) για να διασφαλιστεί ότι τα τρόφιμα θα περάσουν από τη ζώνη κινδύνου θερμοκρασίας μεταξύ 60°C και 5°C. (Αυτές είναι οι θερμοκρασίες στις οποίες τα βακτήρια αναπτύσσονται γρήγορα).



ΤΕΛΟΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ

II