



ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΑΓΩΓΗΣ

ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΔΙΑΙΤΟΛΟΓΙΑΣ - ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ

ΓΕΝΙΚΗ ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΑ

Μαντώ Κυριακού

Ενεργειακό...

- Στα βιολογικά συστήματα η διατήρηση της ενέργειας συμπεριλαμβάνει **οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις** → παραγωγή **ATP**
- Οξείδωση: απομάκρυνση e από ένα υπόστρωμα
- Αναγωγή: προσθήκη e σε ένα υπόστρωμα
- Συχνά μεταφορά όχι μόνο e αλλά ολόκληρων ατόμων H

Κύριες καταβολικές οδοί (παραγωγή ενέργειας)

- ❖ Καταβολισμός: δότης e = πηγή ενέργειας. Δεν είναι ο ίδιος ο δότης που περιέχει την ενέργεια, αλλά μέσω της οξειδωσής του ελευθερώνεται ενέργεια
- ❖ Οι χημειοτροφικοί μο χρησιμοποιούν χημικές ενώσεις ως δότες e στον ενεργειακό μεταβολισμό τους μέσω δύο μηχανισμών:
 - Ζύμωση
 - Αναπνοή

Ζύμωση

- Η οξειδοαναγωγική διαδικασία συντελείται απουσία εύχρηστων τελικών δεκτών e (η οξείδωση συνδέεται με την αναγωγή μιας ένωσης από το αρχικό υπόστρωμα)
- Το ATP παράγεται μέσω της φωσφορυλίωσης του υποστρώματος, κατά τον καταβολισμό μιας οργανικής ένωσης
- Παραγωγή μικρότερης ποσότητας ενέργειας (ATP)
- Παράδειγμα: γλυκόλυση

Γλυκόλυση

- Στάδιο I: προκαταρτικές αντιδράσεις (μετατροπή της γλυκόζης σε 1,6- διφωσφορική φρουκτόζη: προκαταρτικό για την 3-φωσφορική γλυκεραλδεύδη)
- Στάδιο II: οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις. Παραγωγή ATP και πυροσταφυλικού
- Στάδιο III: παραγωγή προϊόντων ζύμωσης μέσω της αναγωγής του πυροσταφυλικού σε προϊόν ζύμωσης και ταυτόχρονη οξείδωση του NADH σε NAD

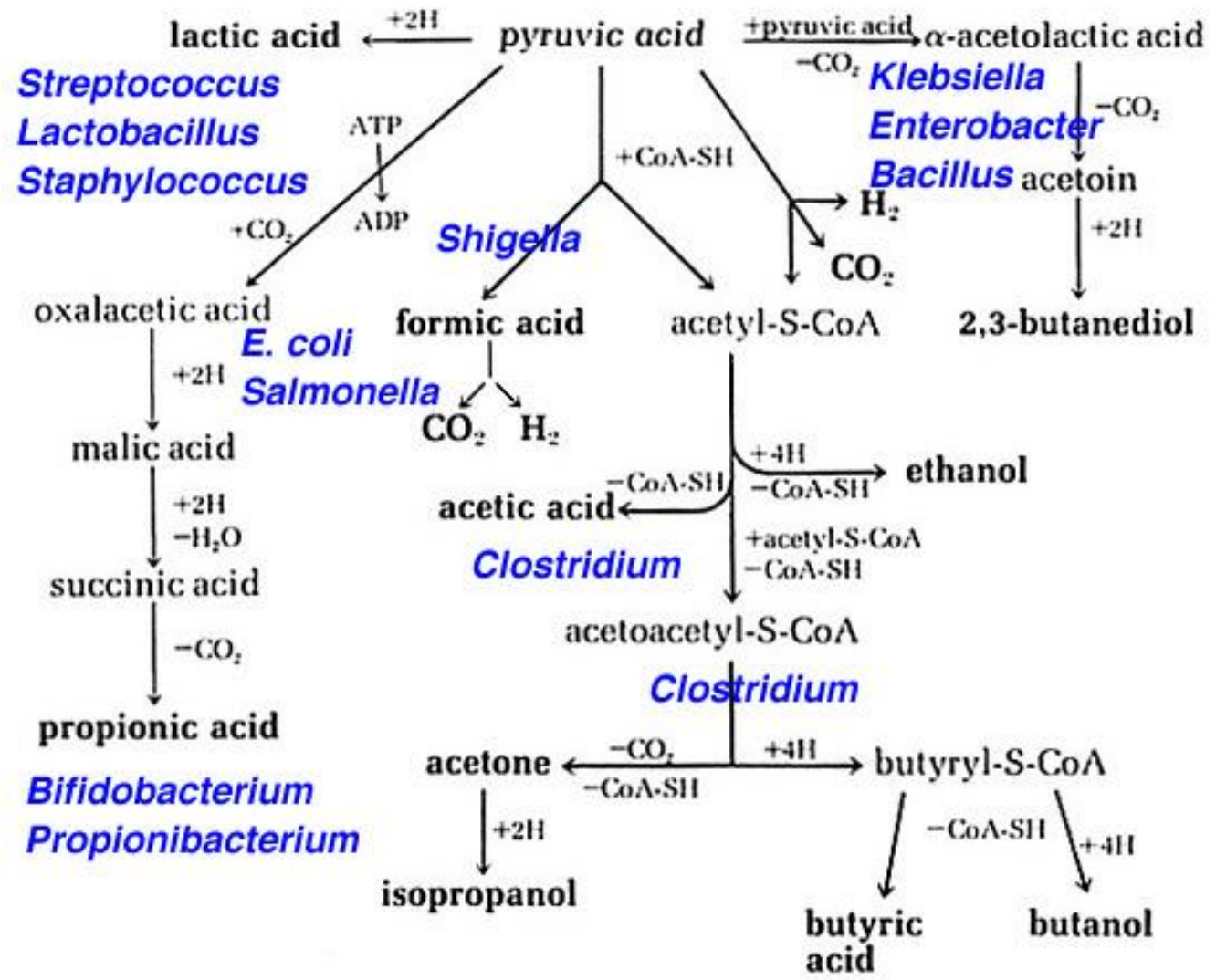
Προϊόντα ζύμωσης

✘ Ζυμομύκητες: (αλκοολική ζύμωση) αιθανόλη + CO_2

✘ Οξυγαλακτικά βακτήρια: (οξυγαλακτική ζύμωση)
γαλακτικό οξύ + H^+

✘ Εντεροβακτήρια: (ζύμωση μικτών οξέων) γαλακτικό +
οξικό + μυρμηκικό + H^+

✘ Εντεροβακτήρια: γαλακτικό + οξικό + H_2 + CO_2 + H^+



Ποικιλία ζυμώσεων

- ❑ Οι ζυμώσεις ταξινομούνται με βάση τα προϊόντα τους ή με βάση το υπόστρωμα
- ❑ Σάκχαρα: πιο συνηθισμένα υποστρώματα στη ζύμωση. Κοινή η γλυκόλυση, διαφοροποιήσεις στο μεταβολισμό του πυροσταφυλικού. Δυνατότητα για επιπλέον παραγωγή ενέργειας
- ❑ Ζυμώσεις και άλλων υποστρωμάτων (αμινοξέα, νουκλεοτίδια, αρωματικές ενώσεις): πιο σπάνιοι ή κάποιες φορές και μοναδικοί μο που ζυμώνουν τα υποστρώματα αυτά

Αποτελέσματα ζύμωσης

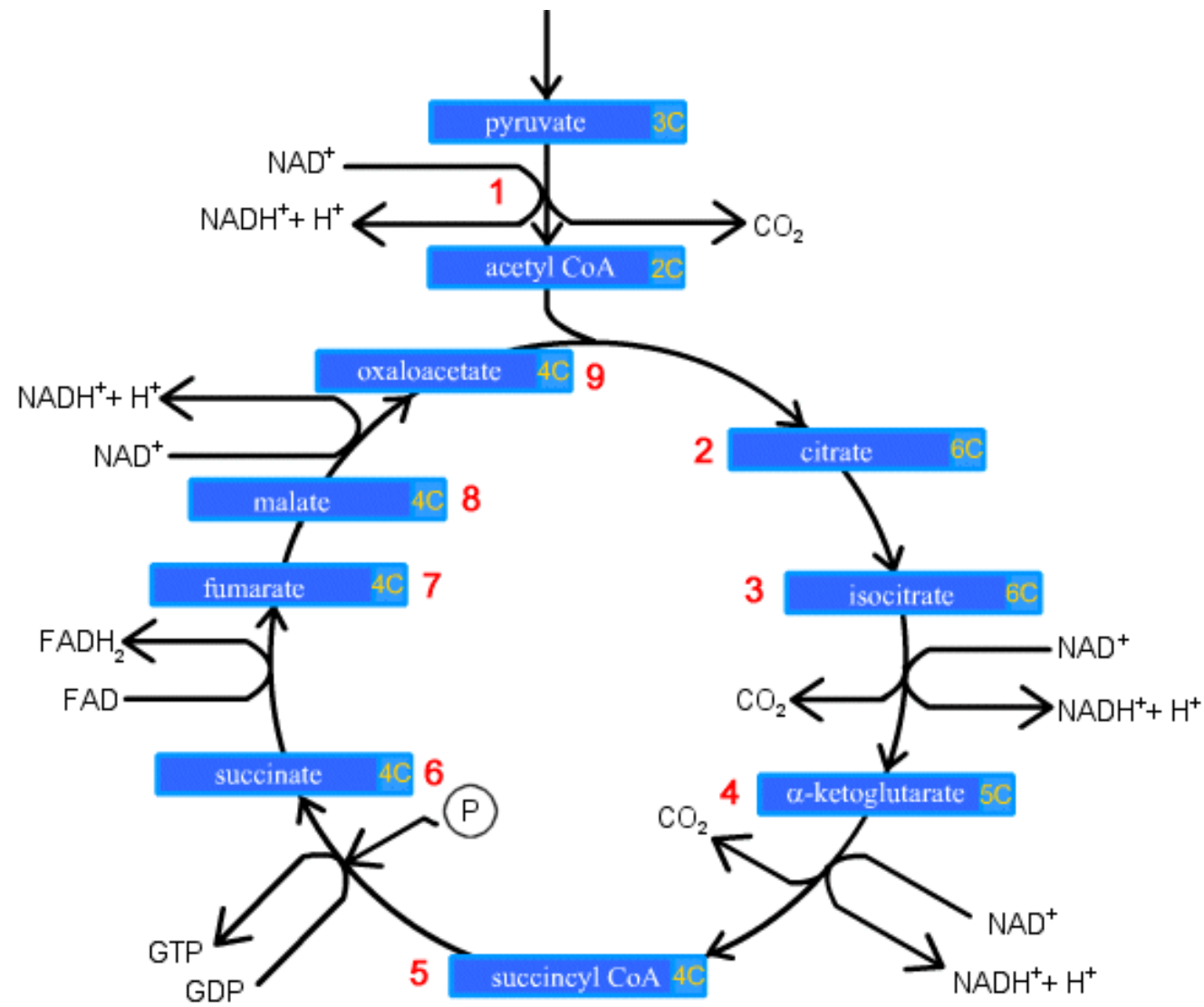
- ☺ Κατανάλωση της γλυκόζης
- ☺ Παραγωγή 2 επιπλέον μορίων ATP
- ☺ Παραγωγή προϊόντων ζύμωσης

Αναπνοή

- Η οξειδοαναγωγική διαδικασία συντελείται με τελικό αποδέκτη e^- , το O_2 ή κάποιο άλλο μόριο
- Το ATP παράγεται μέσω της οξειδωτικής φωσφορυλίωσης, δηλαδή με την απορρόφηση πρωτονιεργετικής δύναμης δια μέσου της μεμβράνης
- Όλα τα μόρια υποστρώματος οξειδώνονται προς CO_2 και παράγεται περισσότερη ενέργεια
- Τελικός αποδέκτης e^- το O_2 : αερόβια αναπνοή
- Παράδειγμα αναπνοής: κύκλος του κιτρικού οξέος

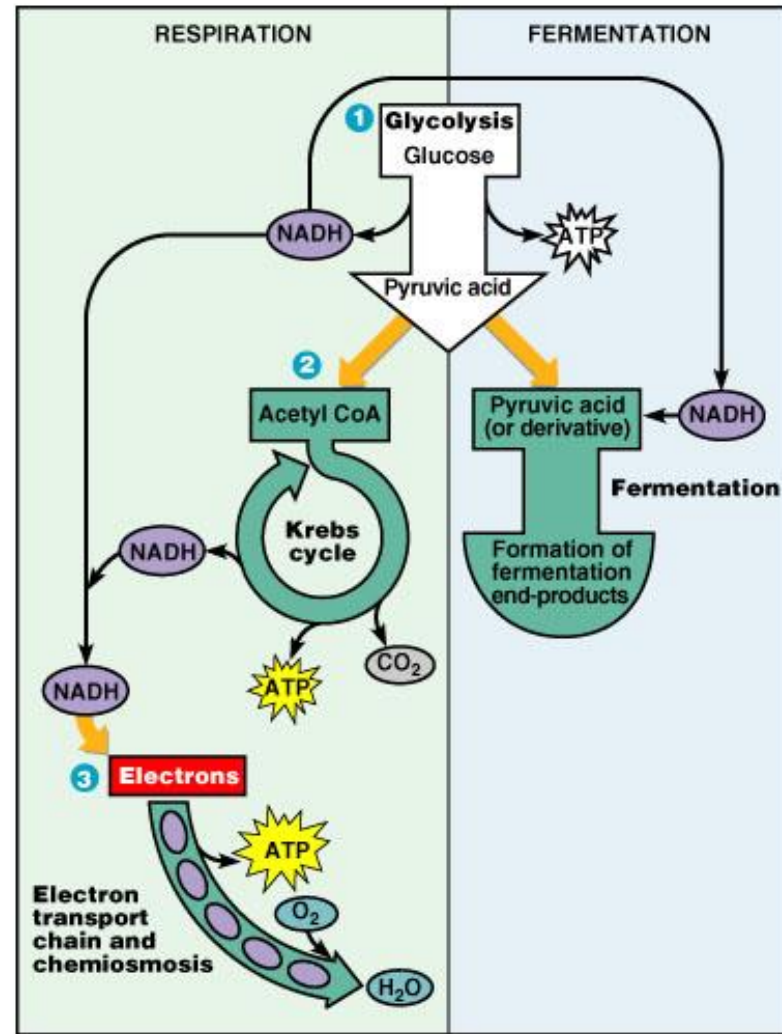
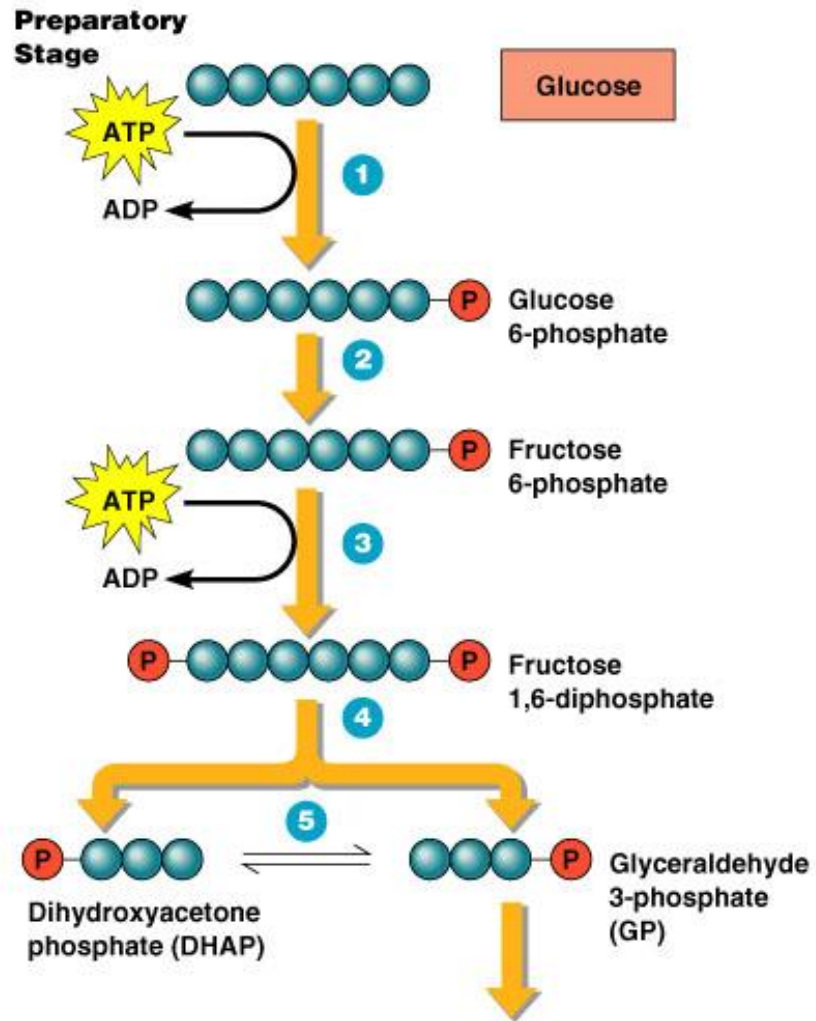
Κύκλος του κιτρικού οξέος

- ❖ Πρώτα στάδια μετατροπής της γλυκόζης ίδια με την ζύμωση, μέχρι τον σχηματισμό του πυροσταφυλικού οξέος
- ❖ Ενώ στη ζύμωση έχουμε τα διαφορετικά ζυμωτικά προϊόντα, στον κύκλο του κιτρικού οξέος παράγεται CO_2 και διάφορες ενδιάμεσες ενώσεις που παίζουν σημαντικό ρόλο στη βιοσύνθεση (αμινοξέων κλπ)

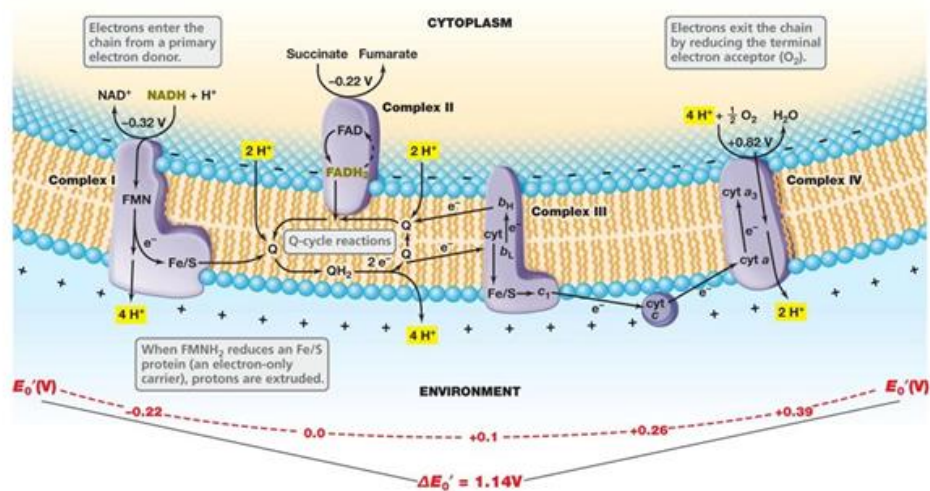


Αποτελέσματα της αναπνοής (κύκλος κιτρικού οξέος)

- Απελευθερώνονται 3 μόρια CO_2
- Τα e που απελευθερώνονται κατά την οξείδωση των ενδιάμεσων μορίων τελικά μεταφέρονται στο οξυγόνο ή σε άλλο δέκτη (ενώ στην ζύμωση χρησιμοποιούνται για την αναγωγή ενδιάμεσων προϊόντων)
- Πρόδρομες ενώσεις για βιοσυνθετικές οδούς (αμινοξέων, λιπαρών οξέων κλπ)
- Ασύγκριτα μεγαλύτερη παραγωγή ενέργειας (ATP) σε σχέση με τη ζύμωση



Πρωτονιεγερτική δύναμη (PMF)



Paracoccus denitrificans

- Θετικά φορτία: H⁺,
- Αρνητικά φορτία: OH⁻
- Τρόπος προσανατολισμού των φορέων ηλεκτρονίων στη μεμβράνη: διαχωρίζει τα ηλεκτρόνια από τα πρωτόνια
- Είσοδος στη μεμβράνη 2 πρωτον. + 2 ηλεκτρον. (από το NADH)

Figure 3.20

Πρωτονιεγερτική δύναμη (PMF)

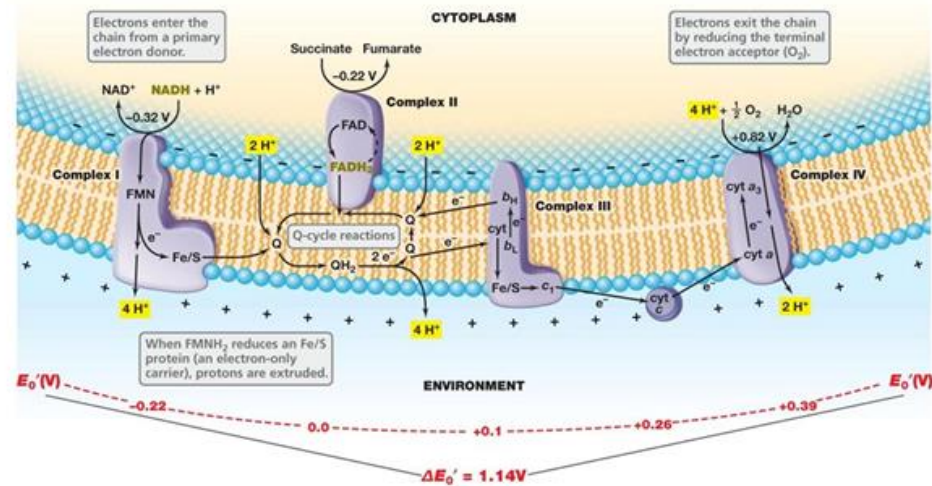


Figure 3.20

Paracoccus denitrificans

- Οι φορείς ηλεκτρ. είναι τοποθετημένοι κατά σειρά αυξανόμενων τιμών δυναμικού αναγωγής
- Πρωτόνια εξωτερικά, ηλεκτρόνια εσωτερικά: διαφορά φορτίου και pH και δημιουργείται το ηλεκτροχημικό δυναμικό της μεμβράνης
- Το δυναμικό και το pH: πρωτονιεγερτική δύναμη (σαν μπαταρία)

Εναλλακτικοί τρόποι παραγωγής ενέργειας στα προκαρυωτικά

☞ Αναερόβια αναπνοή

☞ Χημειολιθοτροφία

☞ Φωτοτροφία

Αναερόβια αναπνοή

❖ Χρησιμοποιούνται διαφορετικοί δέκτες e από το O_2

⊗ NO^{3-}

⊗ Fe^{3+}

⊗ SO_4^{2-}

⊗ CO_3^{2-}

⊗ Οργανικά μόρια

❖ Παραγωγή μικρότερης ποσότητας ενέργειας από την αερόβια αναπνοή

❖ Δυνατότητα επιβίωσης σε περιβάλλοντα που δεν υπάρχει οξυγόνο

Χημειολιθοτροφία

- ⇒ Χρησιμοποιούν ανόργανες ενώσεις ως δότες e
- ⇒ Δότες e : υδρόθειο, αέριο υδρογόνο, αμμωνία, Fe^{++}
- ⇒ Αερόβια ή αναερόβια αναπνοή αλλά με ανόργανη πηγή ενέργειας
- ⇒ Διαφορά με τους χημιοργανότροφους ως προς την πηγή C για τη βιοσύνθεση: δεν μπορούν να χρησιμοποιήσουν π.χ. τη γλυκόζη. Συνήθως χρησιμοποιούν το CO_2 (αυτότροφοι)

Φωτοτροφία

- Φως: πηγή ενέργειας στη διαδικασία της φωτοσύνθεσης
- Διαφορετικοί μηχανισμοί για τους διάφορους φωτότροφους μο αλλά κοινό τελικό αποτέλεσμα: δημιουργία πρωτονιεργετικής δύναμης που χρησιμοποιείται στη σύνθεση ATP

Φωτοτροφία

- Φωτοαυτότροφοι: οι περισσότεροι μο, χρησιμοποιούν το CO_2 ως πηγή C για τη βιοσύνθεση
- Φωτοετερότροφοι: χρησιμοποιούν πηγή C οργανικές ενώσεις για την βιοσύνθεση
- Φωτοσύνθεση παρόμοια με των ανώτερων φυτών, όπου εκλύεται O_2 και φωτοσύνθεση σε αναερόβιες συνθήκες

Πηγές ενέργειας στους μο

- Χιλιάδες οργανικές ενώσεις, ανόργανες ενώσεις, φως
- Αναπνοή σε όλες τις μορφές
- Χημειολιθοτροφία: καταλήγουν στη δημιουργία πρωτονιεγερτικής δύναμης
- Ανεξάρτητα από πού προέρχονται τα e^- , όλα περνούν από αλυσίδα μεταφοράς e^- που συνδέεται με τη μεμβράνη
- Εξαιρέση: οι ζυμώσεις που γίνεται φωσφορυλίωση σε επίπεδο υποστρώματος

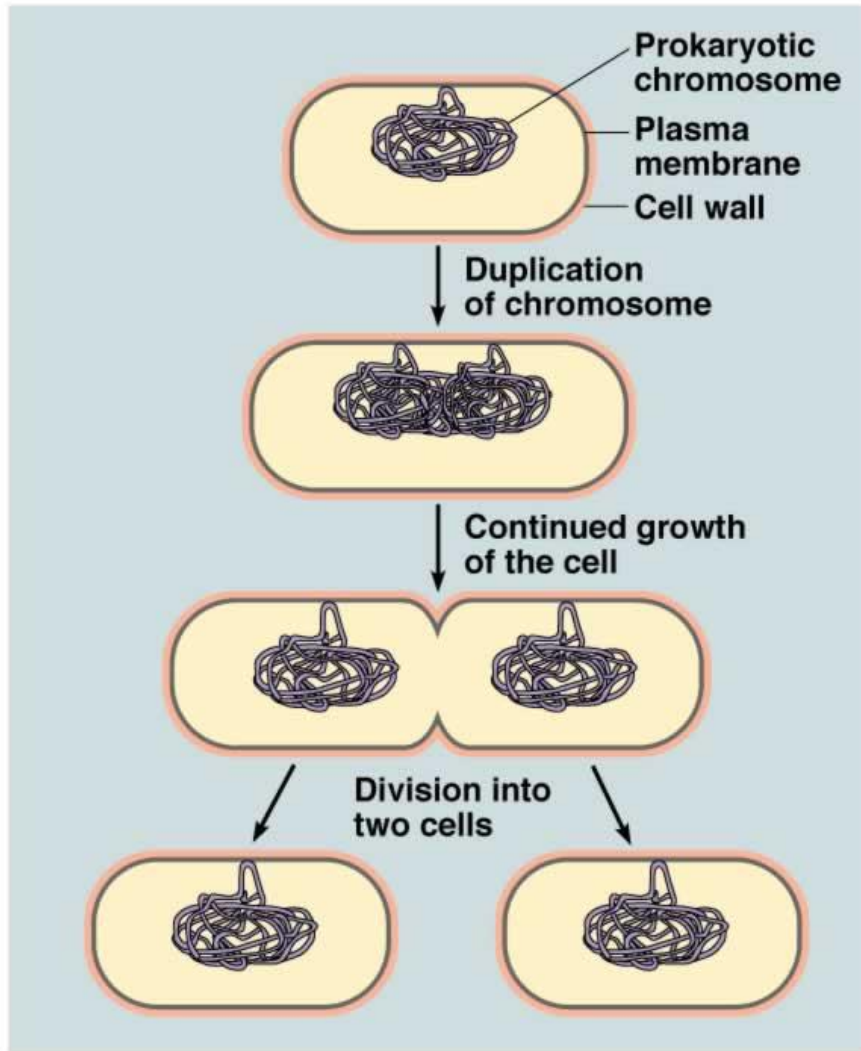
Αύξηση ή ανάπτυξη (growth)

- ❖ Μεγέθυνση της μάζας μέρους ή όλου του ζωντανού οργανισμού, που επιτυγχάνεται με τη διεξαγωγή > 2000 αντιδράσεων και κυρίως μέσω της σύνθεσης των μακρομορίων
- ❖ Οργανισμοί: μεγεθύνονται αυξάνοντας τη μάζα των συστατικών του κάθε κυττάρου και ακολουθεί → κυτταρική διαίρεση → αύξηση του αριθμού των κυττάρων
- ❖ Ανώτεροι οργανισμοί: αύξηση → διαφοροποίηση των κυττάρων: διαδικασία που ελέγχεται από το γενετικό υλικό

Μικροβιακή αύξηση και η κινητική της

- ✦ J. Monod: η μελέτη της μικροβιακής αύξησης είναι το βασικότερο τμήμα της Μικροβιολογίας - έθεσε τις θεμελιώδεις αρχές της
- ✦ Η σύνθεση, η δομή ενός μο, όπως και οι φυσιολογικές του ιδιότητες μπορεί να επηρεάζονται από:
 - ⇒ τον τρόπο αύξησης και
 - ⇒ τις περιβαλλοντικές συνθήκες

Διαδικασία εκβλάστησης βακτηριακού ΚΥΤΤΑΡΟΥ



Κυτταρική αύξηση και διχοτόμηση

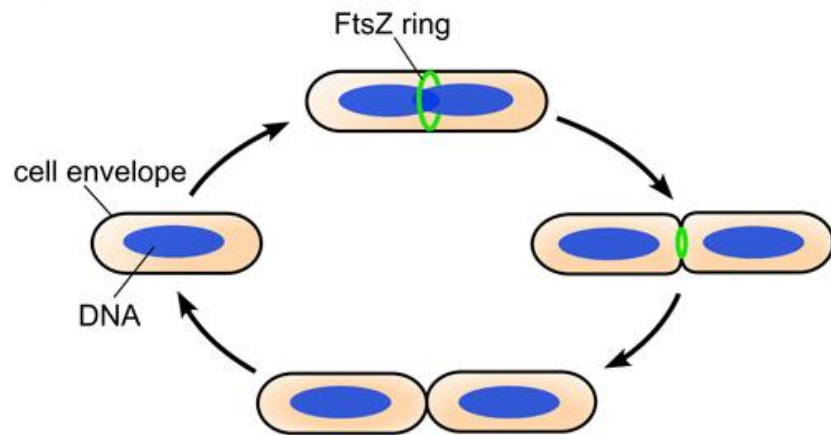
- ⊗ **Διχοτόμηση:** διαίρεση ενός κυττάρου σε δύο νέα κύτταρα
- ⊗ **Βακτήρια:** τα κύτταρα επιμηκύνονται μέχρι να γίνουν περίπου διπλάσια σε μήκος και στη συνέχεια αρχίζει να δημιουργείται το διάφραγμα (χώρισμα που σταδιακά διαιρεί το κύτταρο)
- ⊗ **Διάφραγμα:** δημιουργείται με την επέκταση της κυτ. μεμβράνης + κυτ. τοιχώματος προς το εσωτερικό του κυττάρου από αντίθετες κατευθύνσεις
- ⊗ **Χρόνος Κυτταρικού κύκλου:** εξαρτάται από γενετικούς και θρεπτικούς παράγοντες

Μηχανισμός διαίρεσης (τύπου άτρακτος)

- Fts: πρωτεΐνες απαραίτητες για τη φυσιολογική κυτ. διαίρεση. Έχουν βρεθεί σε όλα τα προκαρυωτικά (+Αρχαία)
- FtsZ: πρωτεΐνη κλειδί αυτής της ομάδας. Έχει εντοπιστεί και σε μιτοχόνδρια και χλωροπλάστες
- Οι Fts πρωτεΐνες αλληλεπιδρούν και σχηματίζουν μία συσκευή διαίρεσης: Διαιρεσίωμα

Βακτηριακή διχοτόμηση

BINARY FISSION:

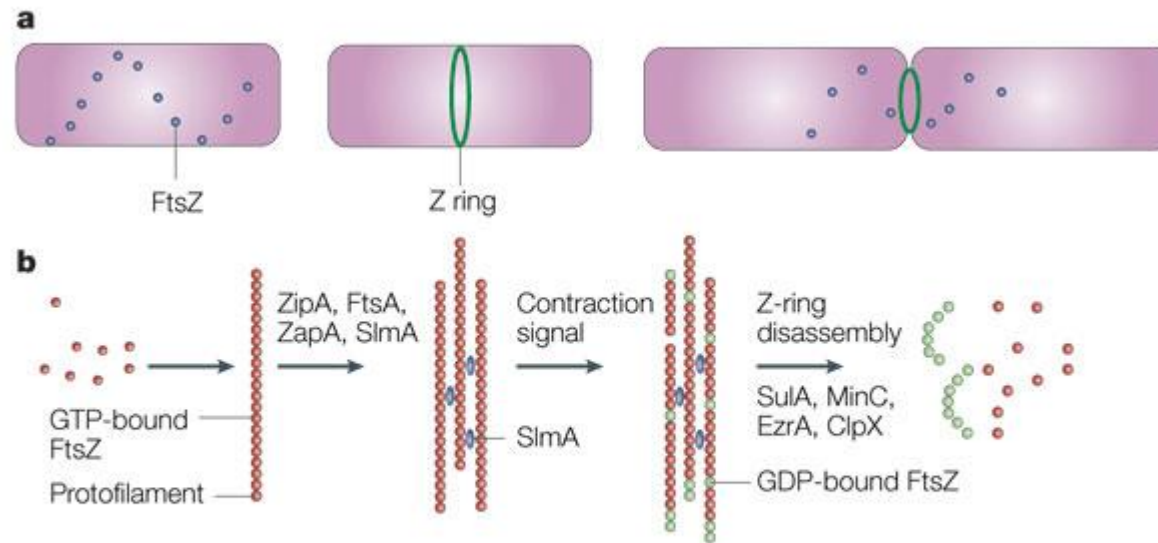


Ο σχηματισμός του διαιρεσιώματος αρχίζει με την πρόσδεση μορίων FtsZ σε ένα δακτύλιο γύρω από τον κυτταρικό κύλινδρο στο κέντρο του κυττάρου. Η θέση αυτή καθορίζει το επίπεδο της κυτ. διαίρεσης

→ Αντιγραφή του DNA γίνεται πριν από την κατασκευή του δακτυλίου FtsZ

→ Όταν γίνεται η περίσφιξη ο δακτύλιος FtsZ απο-πολυμερίζεται. Ακολουθεί εσωτερική αύξηση του κυτταρικού τοιχώματος & απομόνωση των δύο θυγατρικών

Βακτηριακή διχοτόμηση και πρωτείνες FtsZ



Μεγάλο ενδιαφέρον για την
κατανόηση της διαίρεσης του
βακτηριακού κυττάρου σε
μοριακό επίπεδο → δημιουργία
νέων φαρμάκων 😊

Ευχαριστώ!!