



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΑΤΡΩΝ
UNIVERSITY OF PATRAS

ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

Βιοτεχνολογία (ENE_610)

Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος

Υπεύθυνη διδάσκουσα:

Δρ Παναγιώτα Σταθοπούλου, Βιολόγος

Επίκουρη Καθηγήτρια

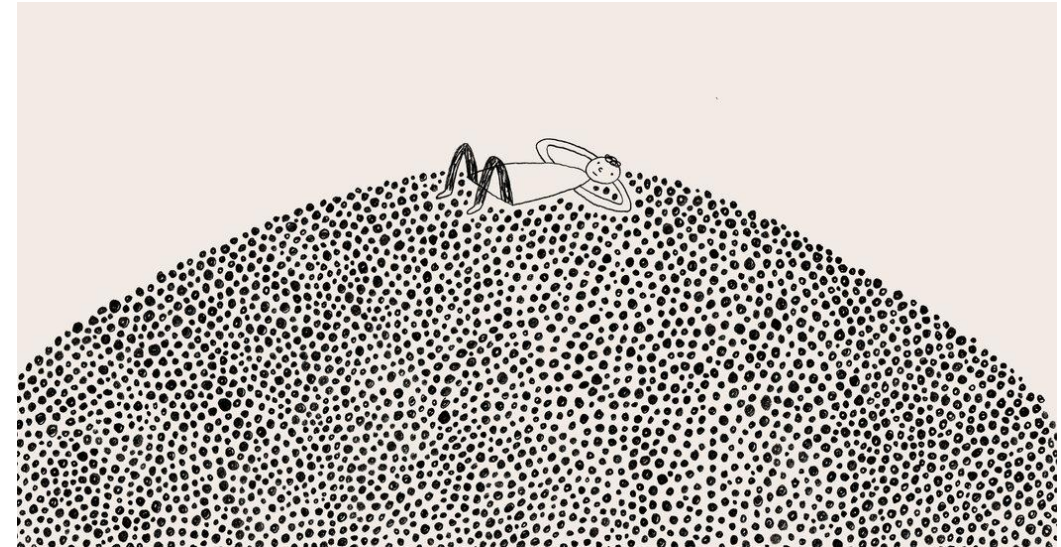
panstath@upatras.gr, panayotastathopoulou@gmail.com

Τηλ: 2641074152



Μικροβιακή Βιοτεχνολογία

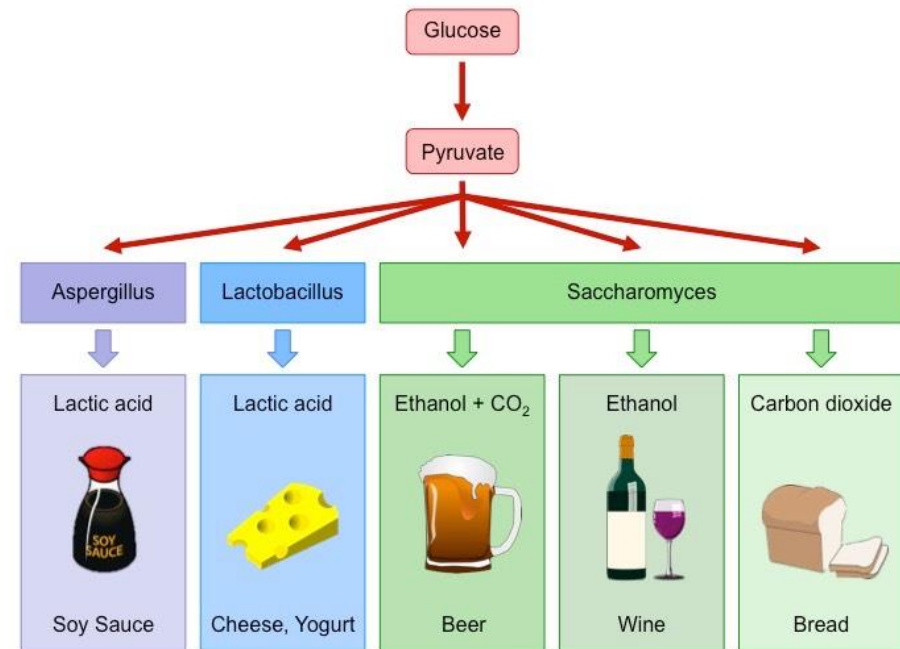
Ζούμε σε έναν μικροβιακό πλανήτη



Παραδοσιακή Μικροβιακή Βιοτεχνολογία

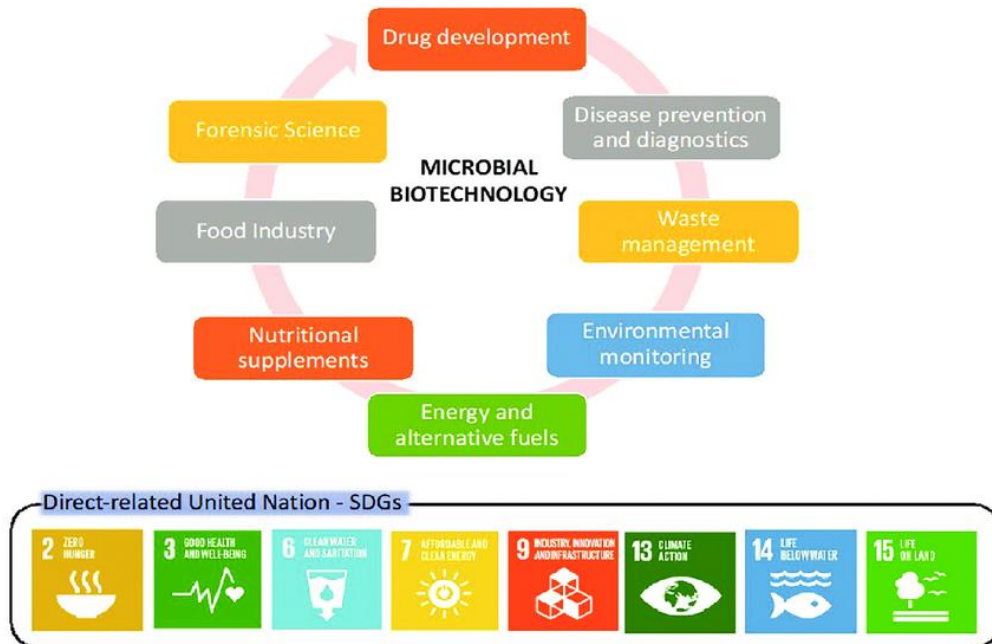
Ζυμώσεις – μικροβιακές δραστηριότητες που οδηγούν στην παραγωγή προϊόντων διατροφής

- Αλκοολική Ζύμωση (κρασί, ψωμί)
- Οξική Ζύμωση (Ξύδι)
- Γαλακτική Ζύμωση (Γιαούρτι)



Σύγχρονη Μικροβιακή Βιοτεχνολογία

Χρήση γενετικά τροποποιημένων
μικροοργανισμών για την βελτίωση της
ποιότητας των τελικών προϊόντων



ή



την παραγωγή ενώσεων που δεν
παράγουν τα φυσικά στελέχη
μικροοργανισμών

Μικροβιακή Βιοτεχνολογία

Πλεονεκτήματα μικροοργανισμών έναντι άλλων οργανισμών

- Έχουν ταχύτατο ρυθμό ανάπτυξης.
- Μπορούν να αναπτυχθούν σε ποικιλία θρεπτικών υποστρωμάτων και συνθηκών καλλιέργειας.
- Εμφανίζουν τεράστια ποικιλία στα μεταβολικά μονοπάτια και κατά συνέπεια μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή πολλών ειδών προϊόντων.
- Παράγουν, όταν καλλιεργηθούν στις κατάλληλες συνθήκες, μεγάλες ποσότητες προϊόντων.
- Τα προϊόντα που παράγουν απομονώνονται και «καθαρίζονται» σχετικά εύκολα, επειδή τα περισσότερα από αυτά είναι εξωκυπαρικά, δηλαδή εκκρίνονται στο θρεπτικό υλικό.

Ευκαρυωτικοί (ζύμες-μύκητες) : με πυρηνική μεμβράνη, μιτοχόνδρια, ενδοπλασματικό δίκτυο, κλπ,
(μέγεθος ~10-1000 x προκαρυωτικά)

Προκαρυωτικοί (βακτήρια) : χωρίς πυρηνική μεμβράνη, χωρίς μιτοχόνδρια, συχνά με δυνατότητα κίνησης

Μικροβιακή Βιοτεχνολογία

Πως χρησιμοποιούνται οι μικροοργανισμοί στη Βιοτεχνολογία Τροφίμων;

- Παραγωγή ενώσεων μέσω διεργασιών ζύμωσης που είναι χρήσιμες ως τρόφιμα ή ως πρόσθετα τροφίμων πχ αρωματικές ύλες, γλυκαντικά κλπ
- Παραγωγή ενζύμων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την βελτίωση των ιδιοτήτων των τροφίμων ή των συστατικών τους
- Βελτίωση της ποιότητας των ζυμωμένων προϊόντων με τη χρήση γενετικά τροποποιημένων καλλιεργειών ως εκκινητήριες καλλιέργειες
- Μετατροπή ενός τρόφιμου σε έναν διαφορετικό τύπο (πχ γάλα σε τυρί)
- Μετατροπή προϊόντων αποβλήτων σε λιγότερο επιβλαβή για το περιβάλλον προϊόντα

Αλλοίωση τροφίμων

Μικροβιακή Βιοτεχνολογία

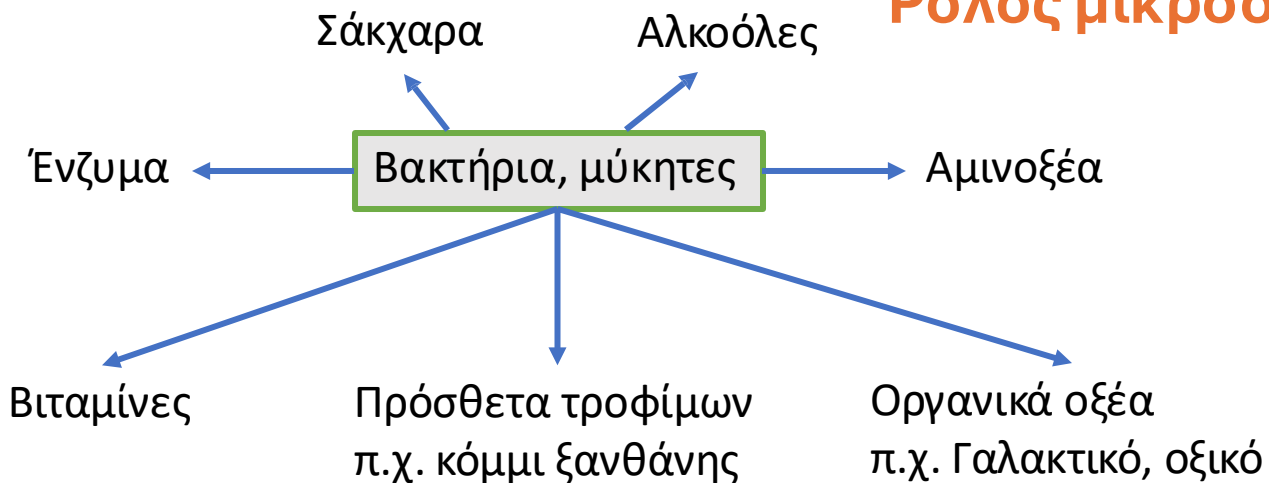
Έστω ότι ένας μικροοργανισμός παράγει μία ουσία με βιομηχανικό ενδιαφέρον
Μπορεί απαραίτητα να αξιοποιηθεί με βιώσιμο τρόπο;;
Το κόστος μιας βιοδιεργασίας καθορίζει τη βιωσιμότητα!

Για την βελτιστοποίηση των διεργασιών απαιτείται:

- Μελέτη και βελτιστοποίηση φυσιολογίας κυττάρων, δηλ. αριστοποίηση συνθηκών ανάπτυξης
- Μείωση ανεπιθύμητων μεταβολικών μονοπατιών (π.χ. παραγωγή υποπροϊόντων) ή αύξηση βιοσύνθεσης προϊόντων με μεταβολική μηχανική
- Εφαρμογές Μοριακής Βιολογίας-Γενετικής Μηχανικής (γενετική βελτίωση στελεχών, προσθήκη ή αφαίρεση γονιδίων, διαγονιδιακά μικρόβια, φυτά και ζώα)
- Βελτιστοποίηση σχεδιασμού και λειτουργίας Βιοαντιδραστήρων (upstream processing)–χημική μηχανική
- Βελτιστοποίηση απομόνωσης και καθαρισμού προϊόντων (downstream processing) – χημική μηχανική
- Διαρκής αναζήτηση και ανακάλυψη νέων (μικρο)οργανισμών με χρήσιμες ιδιότητες με εμπορική εφαρμογή (Βασική Μικροβιολογική έρευνα)

Μικροβιακή Βιοτεχνολογία

Ρόλος μικροοργανισμών



Χαρακτηριστικά μυκήτων

- Σημαντικοί ως τρόφιμα (μανιτάρια)
- Αναπτύσσονται εύκολα και γρήγορα σε απλά θρεπτικά υλικά
- Παραγωγή μεγάλης ποσότητας / ποικιλίας προϊόντων

Ευκαρυωτικοί οργανισμοί:

- παρόμοια οργάνωση DNA με λοιπούς ευκαρυωτικούς οργανισμούς, παρόμοιες διεργασίες
- Ευκολότερη κλωνοποίηση και έκφραση μεγάλων κομματιών DNA: YACs

Χαρακτηριστικά βακτηρίων

- Αναπτύσσονται εύκολα και γρήγορα σε απλά θρεπτικά υλικά
- Μικρό κόστος ανάπτυξης – χρήση φτηνών θρεπτικών υλικών (κυτταρίνη, μελάσα)
- Παραγωγή μεγάλης ποσότητας / ποικιλίας προϊόντων
- Μεγάλη γενετική ποικιλομορφία (ανταλλαγή γενετικού υλικού, μεταλλάξεις)

Χαρακτηριστικά Ιών

- Σαν φορείς γενετικής πληροφορίας (κλωνοποίηση)

Μικροβιακή Βιοτεχνολογία

Βακτήρια

Ωφέλιμες & Βλαπτικές Ιδιότητες

- Ευκολία ανάπτυξης
- Ταχύτητα ανάπτυξης
- Ποικίλη φυσιολογία - «Βιοτεχνολογικό Εργοστάσιο»
 - Παραγωγή τοξινών
- Γνωστές γενετικές δομές – παρόμοια ροή γενετικής πληροφορίας με ευκαρυωτικούς

Μικροβιακή Βιοτεχνολογία

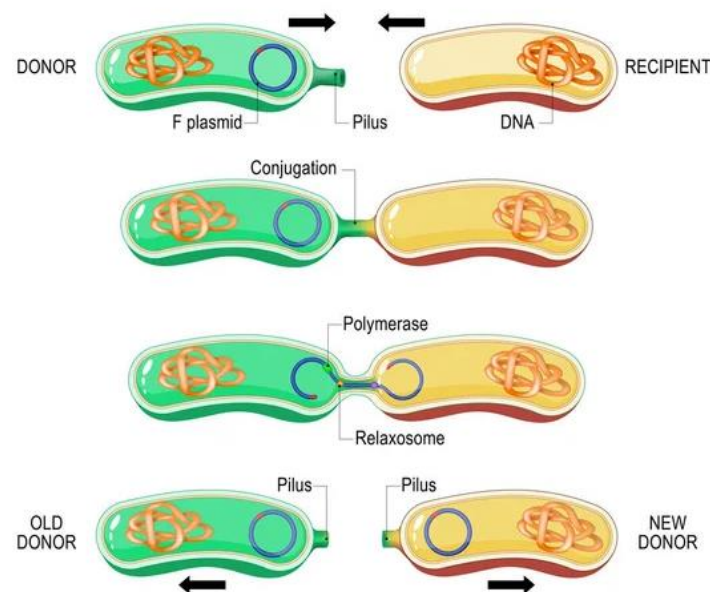
Βακτήρια

Μεγάλη γενετική ποικιλομορφία

Μεγάλη γενετική ποικιλομορφία των βακτηρίων οφείλεται στους πολλούς τρόπους με τους οποίους ανασυνδυάζουν ή ανταλλάσσουν γενετικό υλικό.

- α) σύζευξη,
- β) επιχιασμός,
- γ) μετασχηματισμός
- δ) μεταγωγή,
- ε) τρανσποζόνια /ρετροτρανσποζόνια

Η βακτηριακή σύζευξη (conjugation) αποτελεί μια διαδικασία κατά την οποία πραγματοποιείται μονόδρομη μεταφορά γενετικών πληροφοριών μεταξύ ενός βακτηριακού κυττάρου-δότη κι ενός βακτηριακού κυττάρου δέκτη διαμέσου άμεσης κυτταρικής επαφής



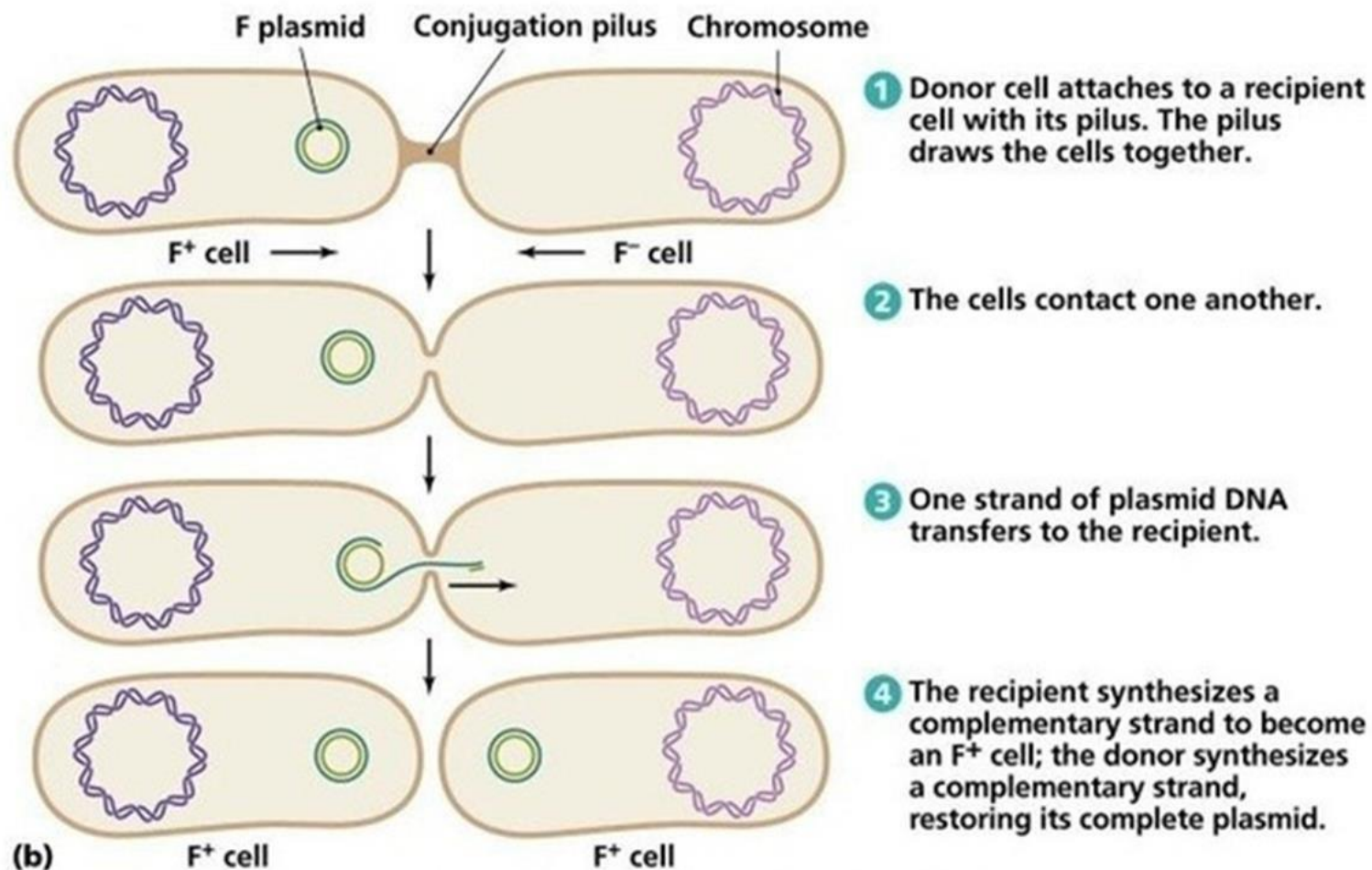
Τα F+ και F- βακτήρια διαφέρουν και φαινοτυπικά

- F+: φέρουν συζευκτικά νημάτια που είναι απαραίτητα για τη σύζευξη (αρσενικά)
- F- : δεν φέρουν συζευκτικά νημάτια (θηλυκά)

Μικροβιακή Βιοτεχνολογία

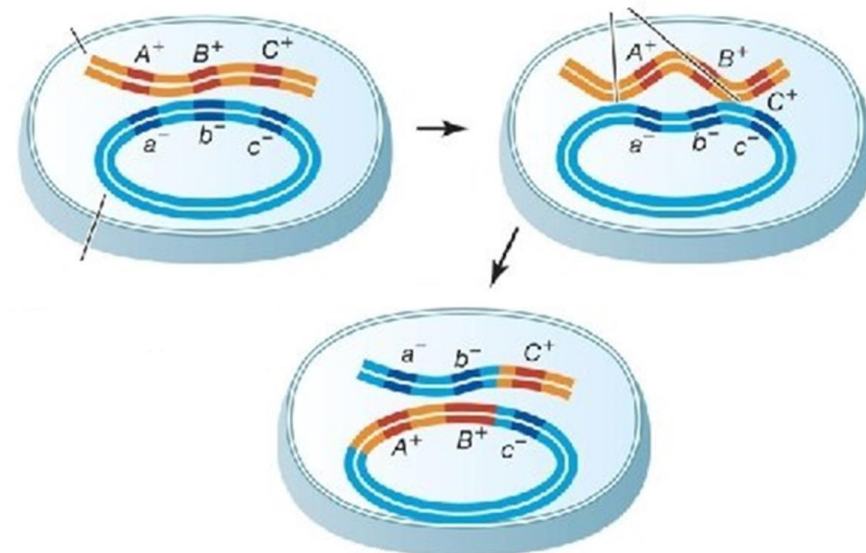
Βακτήρια

Μεγάλη γενετική ποικιλομορφία



Συζευκτικά πλασμίδια (Fertility plasmids)

Το πλασμίδιο μέσω επιχιασμού μπορεί να ενσωματωθεί στο χρωμοσωμικό DNA



Μικροβιακή Βιοτεχνολογία

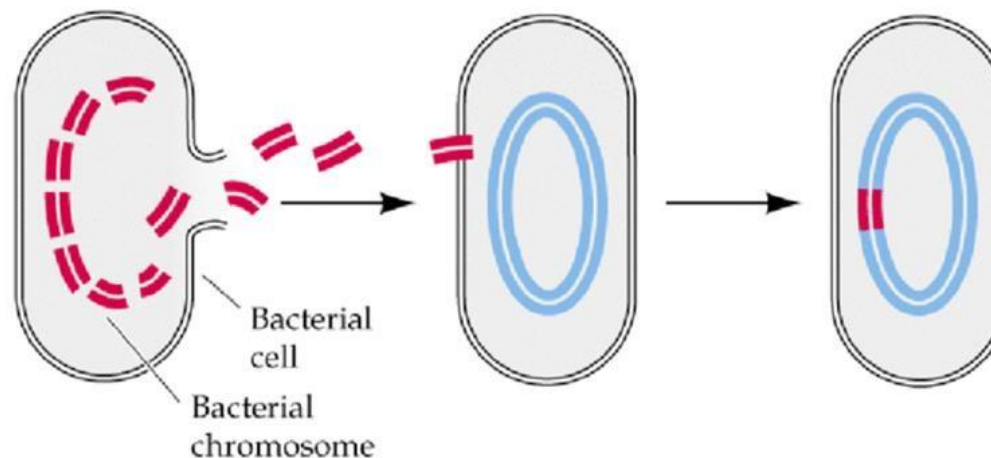
Βακτήρια

Μεγάλη γενετική ποικιλομορφία

Μεγάλη γενετική ποικιλομορφία των βακτηρίων οφείλεται στους πολλούς τρόπους με τους οποίους ανασυνδυάζουν ή ανταλλάσσουν γενετικό υλικό.

- α) σύζευξη,
- β) επιχιασμός,
- γ) μετασχηματισμός
- δ) μεταγωγή,
- ε) τρανσποζόνια /ρετροτρανσποζόνια

Ο **μετασχηματισμός** αποτελεί μια μορφή γενετικού ανασυνδιασμού κατά τον οποίο ένα τμήμα DNA από ένα νεκρό, αποδομημένο βακτήριο εισέρχεται σε ένα δεκτικό βακτήριο δέκτη και ανταλλάσσεται με ένα τμήμα DNA του δέκτη
**Στο εργαστήριο αυτό το DNA απομονώνεται από τα κύτταρα δότες*



Μικροβιακή Βιοτεχνολογία

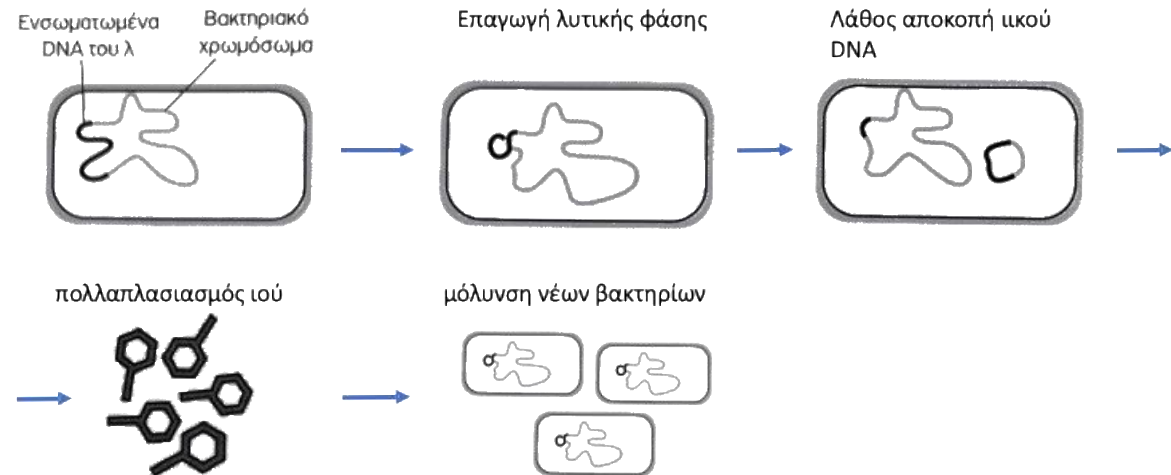
Βακτήρια

Μεγάλη γενετική ποικιλομορφία

Μεγάλη γενετική ποικιλομορφία των βακτηρίων οφείλεται στους πολλούς τρόπους με τους οποίους ανασυνδυάζουν ή ανταλλάσσουν γενετικό υλικό.

- α) σύζευξη,
- β) επιχiasμός,
- γ) μετασχηματισμός
- δ) μεταγωγή,
- ε) τρανσποζόνια /ρετροτρανσποζόνια

Η **μεταγωγή** είναι μια διαδικασία κατά την οποία οι βακτηριοφάγοι μεσολαβούν για να μεταφερθεί βακτηριακό DNA από ένα βακτήριο δότη σε ένα βακτήριο δέκτη



Μικροβιακή Βιοτεχνολογία

Βακτήρια

Μεγάλη γενετική ποικιλομορφία

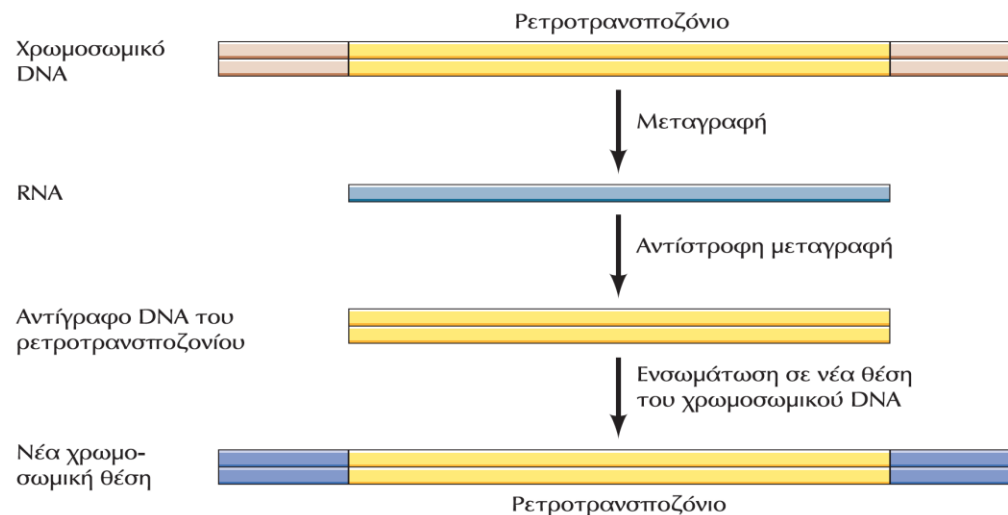
Μεγάλη γενετική ποικιλομορφία των βακτηρίων οφείλεται στους πολλούς τρόπους με τους οποίους ανασυνδυάζουν ή ανταλλάσσουν γενετικό υλικό.

- α) σύζευξη,
- β) επιχιασμός,
- γ) μετασχηματισμός
- δ) μεταγωγή,
- ε) **τρανσποζόνια / ρετροτρανσποζόνια**

Μετάθεση τρανσποζονίων / ρετροτρανσποζονίων.

Ένα ρετροτρανσποζόνιο που συναντάται σε μια θέση χρωμοσωμικού DNA μεταγράφεται σε RNA και στη συνέχεια μετατρέπεται σε DNA με αντίστροφη μεταγραφή. Το αντίγραφο DNA του ρετροτρανσποζονίου μπορεί κατόπιν να ενσωματωθεί σε μια νέα χρωμοσωμική θέση.

Μετακίνηση με τρανσποζάσες.



Μικροβιακή Βιοτεχνολογία

Βακτήρια

Μεγάλη γενετική ποικιλομορφία

Συμπερασματικά, **το γονιδίωμα των βακτηρίων** βρίσκεται σε μία κατάσταση «**ρευστότητας**»:

μεταλλάξεις συσσωρεύονται, γονίδια μεταφέρονται από το ένα βακτήριο στο άλλο, γονιδιώματα ιών μπορούν να ενσωματωθούν στο DNA βακτηρίων ή να αποκοπούν από αυτό

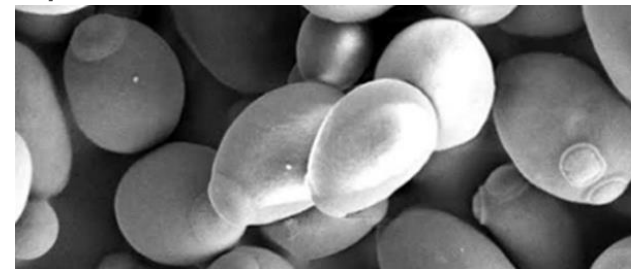


Πρώτη ύλη για να προκύψει ένας καλύτερα προσαρμοσμένος οργανισμός σε ένα άλλο περιβάλλον

Μικροβιακή Βιοτεχνολογία

Ζύμες/Μύκητες

Οι **ζύμες** είναι αερόβιοι και δυνητικά αναερόβιοι μονοκύτταροι μύκητες. Μεγαλύτεροι σε μέγεθος από τα βακτήρια, Δεν παράγουν σπόρια, Έχουν μεταβολισμό και οξειδωτικό και ζυμωτικό. Η παρουσία τους στα τρόφιμα δεν είναι επικίνδυνη για τον άνθρωπο. Πολλαπλασιάζονται με διχοτόμηση.



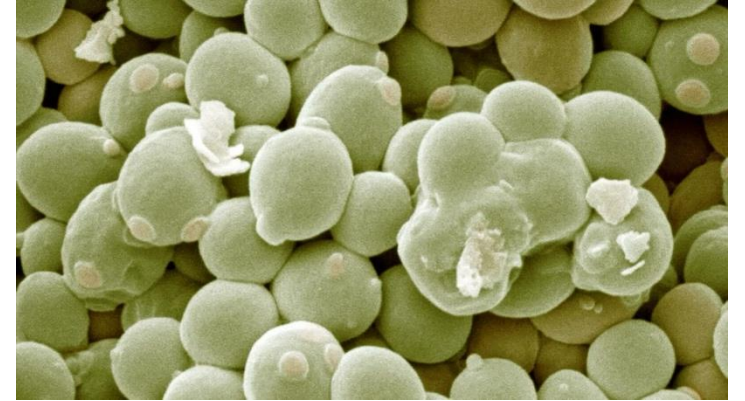
Οι **μύκητες των τροφίμων** (ή μούχλες), αποτελούν νηματοειδείς μικροοργανισμούς. Αποτελούν σημαντικούς αλλοιογόνους μικροοργανισμούς για τη βιομηχανία τροφίμων, Ορισμένα είδη και στελέχη μπορούν να παράγουν τοξίνες, και να καταστούν επικίνδυνοι για τη δημόσια υγεία. Όμως οι μύκητες χρησιμοποιούνται και στην παρασκευή τροφίμων (π.χ. τυρί ροκφόρ).



Μικροβιακή Βιοτεχνολογία

Ζύμες *Saccharomyces cerevisiae*

- Μοντέλο στις έρευνες Μοριακής Βιολογίας και Γενετικής
- Χαρακτηρισμένο είδος ως GRAS (Generally Regarded as Safe)
- Ταχεία ανάπτυξη σε αερόβιες και αναερόβιες συνθήκες
- Αποτελεσματική παραγωγή CO₂ και αιθανόλης και μη παραγωγή ανεπιθύμητων αρωμάτων ή γεύσεων



Ζύμη αρτοποιίας

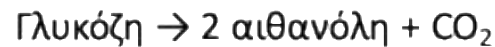
Αλκοολική ζύμωση

Παραγωγή ενζύμων, βιταμινών κλπ

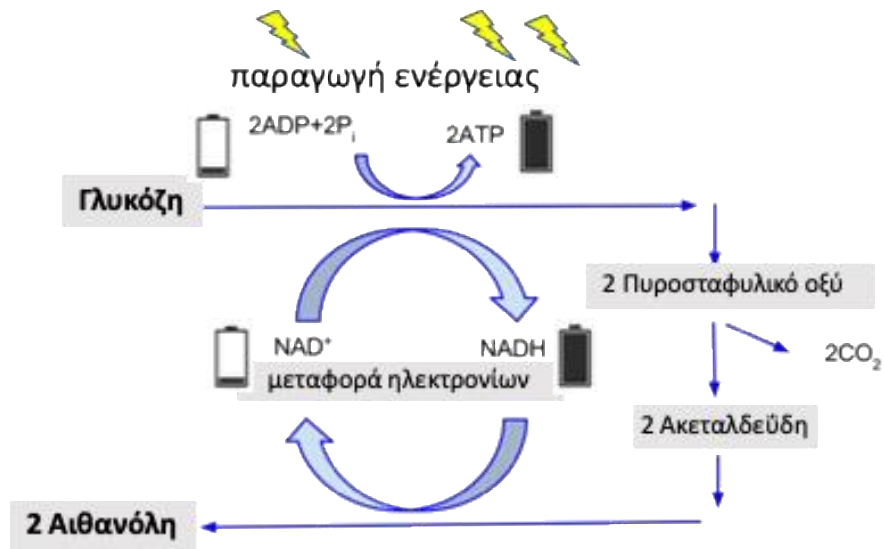
Μικροβιακή Βιοτεχνολογία

Εφαρμογές μικροοργανισμών στη βιοτεχνολογία

Βιομηχανικές Ζυμώσεις - χημική μεταβολή οργανικών ενώσεων από ένζυμα
fermentation c'est la vie sans air μικροοργανισμών



Κυτταρόπλασμα ζυμομυκήτων, αναερόβια διαδικασία



Αλκοολική ζύμωση

Οι σημαντικότερες εφαρμογές της αλκοολικής ζύμωσης είναι η παραγωγή αλκοολούχων ποτών και ψωμιού.

Ενδεικτικά παραδείγματα αποτελούν η ζύμωση των σακχάρων του σταφυλιού για να παραχθεί το κρασί και η ζύμωση των σακχάρων που περιέχονται σε σπόρους διαφόρων σιτηρών για να την παραγωγή της μπίρας.

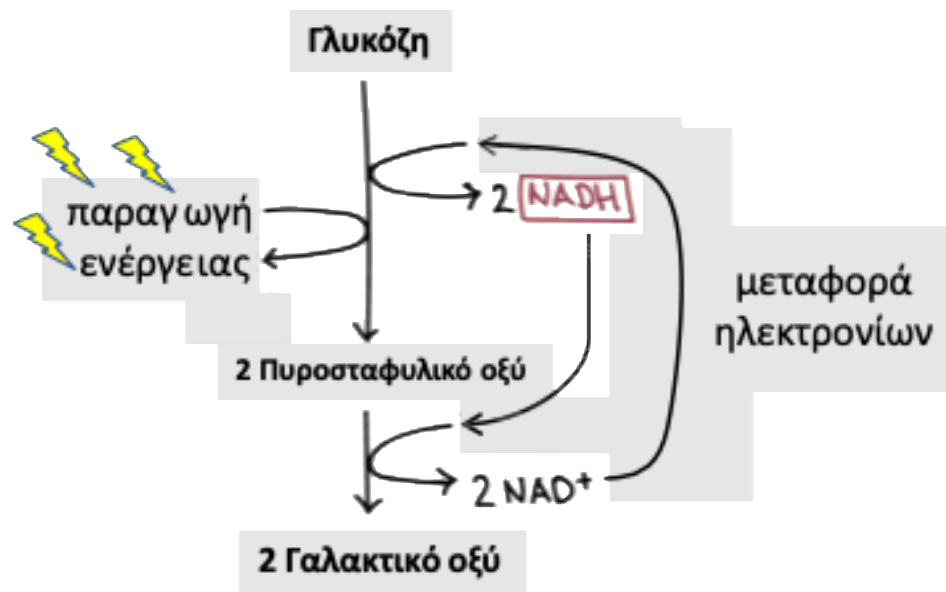
Μικροβιακή Βιοτεχνολογία

Εφαρμογές μικροοργανισμών στη βιοτεχνολογία

Γλυκόζη $\rightarrow$ 2 Γαλακτικό οξύ

Γλυκόζη $\rightarrow$ Γαλακτικό οξύ + αιθανόλη + CO_2

Οξυγαλακτικά βακτήρια, αναερόβια διαδικασία



Γαλακτική ζύμωση

Γίνεται αποικοδόμηση των σακχάρων από τα γαλακτικά βακτήρια, προς γαλακτικό οξύ κατά βάση.

Με τη γαλακτική ζύμωση μπορεί να παραχθεί μεγάλη γκάμα προϊόντων.

Τα σπουδαιότερα από αυτά στη χώρα μας είναι οι βρώσιμες ελιές, τα τουρσιά λαχανικών, τα ζυμούμενα προϊόντα γάλακτος (κυρίως γιαούρτι και τυριά) και τα αλλαντικά αέρος.

Μικροβιακή Βιοτεχνολογία

Εφαρμογές μικροοργανισμών στη βιοτεχνολογία

αιθανόλη + οξυγόνο $\rightarrow$ οξικό + νερό

Οξική ζύμωση

Βακτήρια οξικού οξέος (Acetic acid bacteria, AAB):
gram-αρνητικά, οξεόφιλα

Acetobacter και *Gluconobacter*.

- Παραγωγή τροφίμων (σοκολάτα, καφές, ξύδι)
- Αλλοίωση τροφίμων (μπύρας, κρασιών, μηλίτη)
- Παραγωγή σημαντικών ουσιών

Πρόκειται για την οξείδωση της αλκοόλης που περιέχεται στα αλκοολούχα ποτά (και ιδίως στο κρασί), προς οξικό οξύ και νερό, από το οξυγόνο του αέρα και με τη δράση βακτηρίων του γένους *Acetobacter*.

Με αυτόν το τρόπο το κρασί μετατρέπεται σε ξίδι.

Μικροβιακή Βιοτεχνολογία

Τα κύρια πλεονεκτήματα της ζύμωσης ως μέθοδος επεξεργασίας και συντήρησης των τροφίμων είναι τα εξής:

Χαμηλό κόστος επένδυσης και λειτουργίας των μονάδων παραγωγής των προϊόντων ζύμωσης.

Προϊόντα με χαρακτηριστικό άρωμα και υφή, που καμία άλλη μέθοδος επεξεργασίας δεν μπορεί να επιτύχει

Ήπιες συνθήκες επεξεργασίας που οδηγούν σε διατηρησιμότητα -για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα- των τροφίμων και άρα βιωσιμότητά τους

Μικρές απαιτήσεις σε ενέργεια λόγω των ήπιων συνθηκών εφαρμογής

Μικροβιακή Βιοτεχνολογία

Καλλιέργεια μικροοργανισμών

Κριτήρια Επιλογής

- Να έχουν υψηλή παραγωγικότητα
- Να έχουν υψηλή απόδοση σε τελικό προϊόν
- Να αξιοποιούν φτηνά υποστρώματα
- Να είναι εύκολος ο καθαρισμός των τελικών προϊόντων που παράγουν
- Να μην υπόκεινται σε μεταλλάξεις και απώλεια σημαντικών ιδιοτήτων κατά την ανακαλλιέργεια

Τράπεζες μικροοργανισμών

Απομόνωση στελεχών (άγρια, βελτιωμένα)

Συντήρηση με : – λυοφυλίωση (stock culture)

– βαθιά κατάψυξη -80C (με ~20% γλυκερίνη) (stock culture)

– Ψύξη για 15-30 μέρες και έπειτα ανακαλλιέργεια

Μικροβιακή Βιοτεχνολογία

Καλλιέργεια μικροοργανισμών

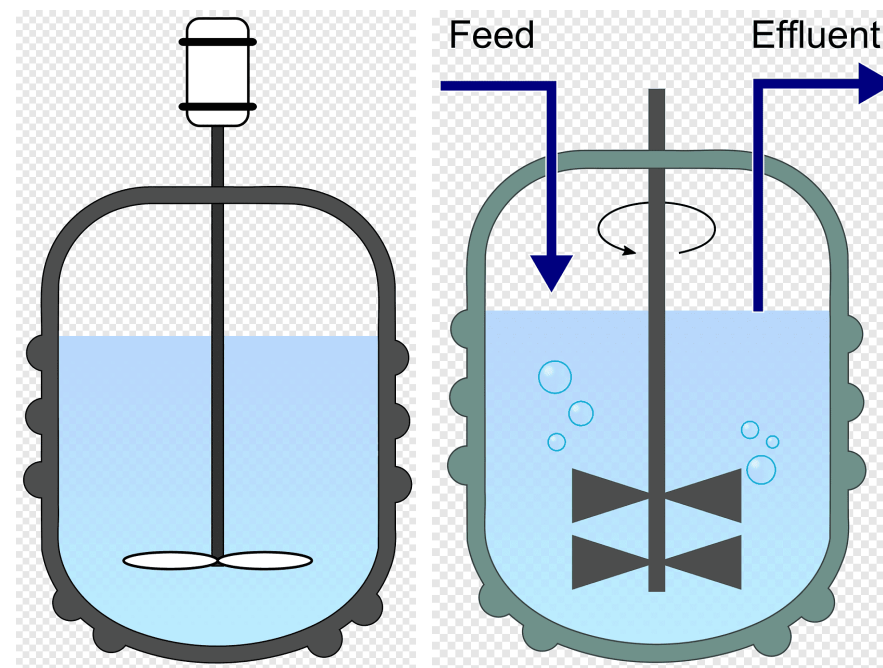
Βιοαντιδραστήρες (ζυμωτήρες) ονομάζονται τα δοχεία στα οποία λαμβάνουν χώρα βιολογικές αντιδράσεις, όπως είναι η μικροβιακή ανάπτυξη.

Αποσκοπούν:

- (α) στην παραγωγή βιομάζας (κυτταρικής μάζας),
- (β) στην παραγωγή συγκεκριμένων μεταβολικών προϊόντων,
- (γ) στην απομάκρυνση ή μετατροπή ορισμένων θρεπτικών συστατικών,
- (δ) στην καταλυτική βιομετατροπή κάποιων χημικών ενώσεων, ή
- (ε) σε κάποιο συνδυασμό των (α)-(δ).

Διακρίνονται σε:

- Τον βιοαντιδραστήρα διαλείποντος έργου ή ασυνεχούς λειτουργίας (batch bioreactor),
- Τον βιοαντιδραστήρα συνεχούς λειτουργίας (continuous bioreactor)

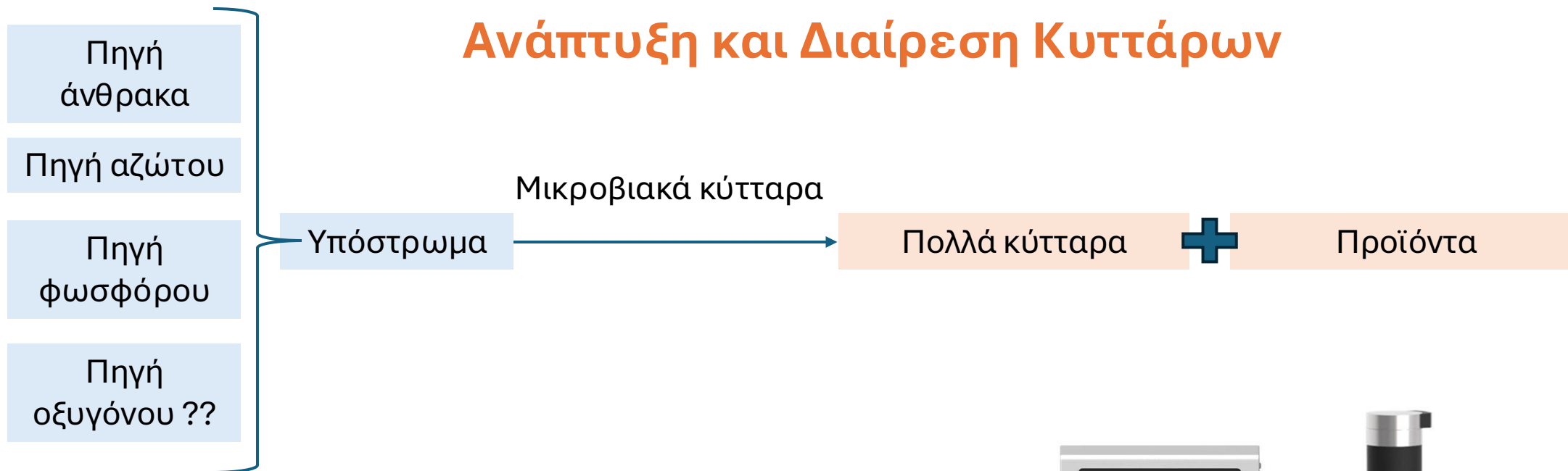


batch bioreactor

continuous bioreactor

Μικροβιακή Βιοτεχνολογία

Ανάπτυξη και Διαίρεση Κυττάρων



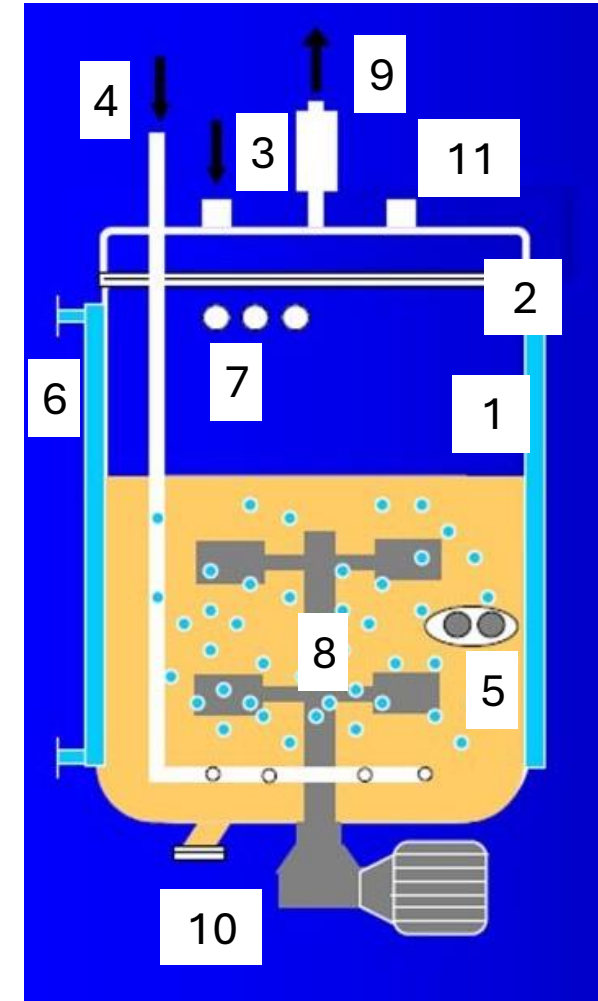
Αρχικά, πραγματοποιείται η προσθήκη ενός μικρού αριθμού κυττάρων στον βιοαντιδραστήρα, ο οποίος περιέχει τη θρεπτική ύλη και η διαδικασία της κυτταρικής ανάπτυξης ξεκινά.



Μικροβιακή Βιοτεχνολογία

Τυπικός Βιοαντιδραστήρας

1. Δοχείο ζύμωσης.
2. Μετακινούμενο σκέπασμα καπάκι.
3. Θυρίδα εισόδου υποστρώματος και εμβολίου.
4. Σύστημα εισόδου αέρα.
5. Θυρίδες αισθητήρων (pH, T, DO).
6. Μανδύας ελέγχου θερμοκρασίας.
7. Θυρίδες εισόδου (οξύ, βάση, θρεπτικά, αντιαφριστικό).
8. Αναδευτήρας.
9. Έξοδος αέρα.
10. Θυρίδα εξόδου (δειγματοληψία).
11. Βαλβίδα εκτόνωσης πίεσης.
12. Πτερύγια εκτροπής ροής.



Μικροβιακή Βιοτεχνολογία

Τυπικές λειτουργίες βιοαντιδραστήρα

- Εμποδίζει την ανταλλαγή μικροοργανισμών ανάμεσα στο χώρο της ζύμωσης και το περιβάλλον (μολύνσεις)
- Διασφαλίζει την **τροφοδότηση** των κυττάρων με τα απαραίτητα για την επιβίωσή τους συστατικά
- **Διατηρεί** τις κρίσιμες μεταβλητές του περιβάλλοντος των κυττάρων στο επιθυμητό επίπεδο (T, pH)



Κρίσιμες παράμετροι

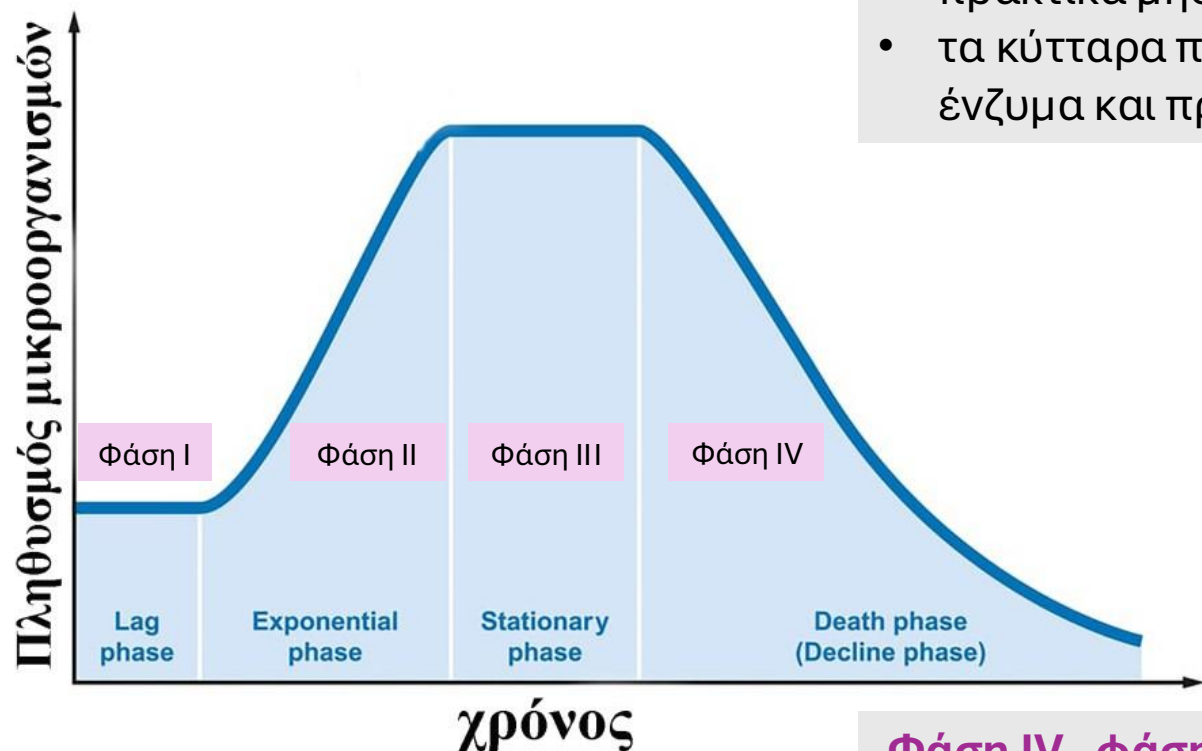
- Αποστείρωση
- Μεταφορά θερμότητας
 - Ανάδευση
 - Ρύθμιση pH
- Αντιμετώπιση αφρισμού

- Επιτρέπει την παρακολούθηση ενδεικτικών για την πορεία της διεργασίας παραμέτρων
- Εγγυάται την ασφάλεια των χειριστών κατά τη διάρκεια λειτουργίας της συσκευής



Μικροβιακή Βιοτεχνολογία

Ανάπτυξη και Διαίρεση Κυττάρων



Φάση I - φάση υστέρησης (προσαρμογής)

- πρακτικά μηδενική ή μικρή αύξηση της συγκέντρωσης των κυττάρων
- τα κύτταρα προσαρμόζονται στο νέο τους περιβάλλον, συνθέτοντας ένζυμα και προετοιμάζοντας την αναπαραγωγή τους.

Φάση II – εκθετική φάση (ανάπτυξης)

- τα κύτταρα διαιρούνται με μέγιστο ρυθμό
- αποτελεσματική χρήση θρεπτικής ύλης

Φάση III –φάση στασιμότητας (συντήρησης)

- η έλλειψη ενός ή περισσότερων θρεπτικών υλών περιορίζει την ανάπτυξη τους
- ο καθαρός ρυθμός ανάπτυξης ισούται με το μηδέν

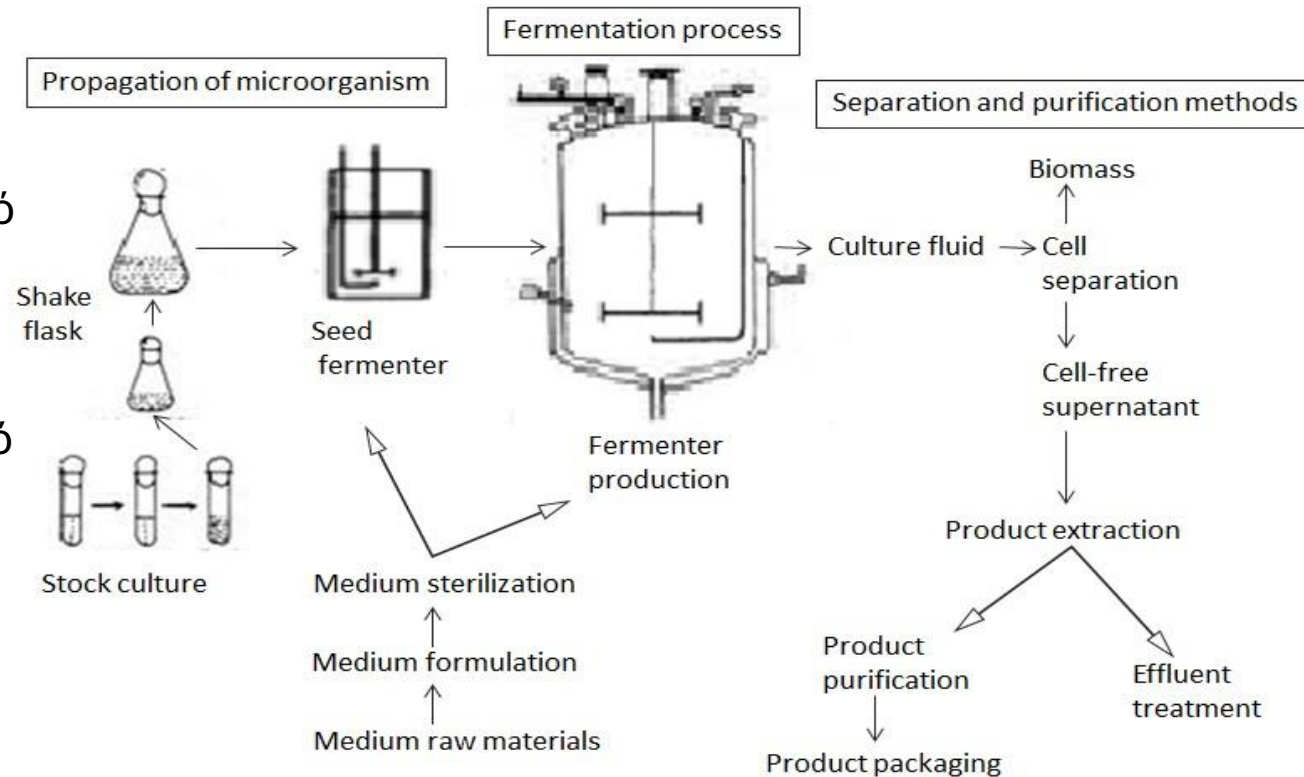
Φάση IV –φάση θανάτου (καταστροφής)

- ελάττωση της συγκέντρωσης των ζωντανών κυττάρων
- Η πτώση αυτή μπορεί να οφείλεται σε τοξικά παραπροϊόντα, σε επιβαρυντικές περιβαλλοντικές συνθήκες ή/και στην εξάντληση των θρεπτικών συστατικών.

Μικροβιακή Βιοτεχνολογία

Απαραίτητα στάδια για ανάπτυξη βιομηχανικής καλλιέργειας μικροοργανισμών

- Απομόνωση στελεχών / προμήθεια από τράπεζες καλλιεργειών
- Ανακαλλιέργεια σε κατάλληλο υπόστρωμα και θερμοκρασία για δημιουργία stock culture
- Παρασκευή και αποστείρωση θρεπτικού υποστρώματος για ζύμωση (συνήθως διαφορετικό από το αρχικό υπόστρωμα της μητρικής καλλιέργειας)
- Αποστείρωση συνοδευτικών υλικών (π.χ. οξέα, βάσεις για έλεγχο pH, αντιαφριστικό διάλυμα)
- Εμβολιασμός καλλιέργειας στο υγρό ζύμωσης σε ποσοστό 1-10%
- Ζύμωση σε βιοαντιδραστήρες διαδοχικά αυξανόμενων μεγεθών (upstream processing)
- Απομόνωση – καθαρισμός προϊόντων (downstream processing)



Μικροβιακή Βιοτεχνολογία

Ανάκτηση μικροβιακών προϊόντων

Τα μικροβιακά προϊόντα είναι συνήθως ευαίσθητες ουσίες περιέχονται σ' ένα πολύπλοκο ρευστό σύστημα

(κύτταρα, υπόστρωμα, διαλυτές μεταβολικές ουσίες κ.ά.)

Η ανάκτηση εξαρτάται από ιδιότητες του προϊόντος όπως:

Σταθερότητα, συγκέντρωση, διαλυτότητα, μέγεθος και φορτίο του μορίου, προδιαγραφές του τελικού προϊόντος (υγρό, σκόνη, κρυσταλλικό προϊόν, κλπ.)

Διεργασίες ανάκτησης

- Διήθηση
- Φυγοκέντρωση
- Κυτταρική διάρρηξη
- Εκχύλιση
- Κατακρήμνιση
- Διαπίδυση
- Υπερδιήθηση
- Χρωματογραφία
- Ηλεκτροφόρηση

Εκτίμηση αποτελέσματος

- Απόδοση
- Εμπλουτισμός