



# Εργαστήριο Χημείας & Τεχνολογίας Τροφίμων

Ερευνητικές Δραστηριότητες  
& Θεματικές Περιοχές  
Διπλωματικών Εργασιών

**Μπεκατώρου Αργυρώ**

Αναπλ. Καθηγήτρια  
Χημείας & Τεχνολογίας Τροφίμων

## ΘΕΜΑΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ - ΣΤΟΧΟΙ:

- ❖ Εφαρμογές της τεχνολογίας ζυμώνσεων στην παραγωγή τροφίμων
- ❖ Βιοαιθανόλη, βιοαέριο & βιοντίζελ από αγροτο-βιομηχανικά απόβλητα
- ❖ Τρόφιμα & προϊόντα προστιθέμενης αξίας από αγροτοβιομηχανικά απόβλητα
- ❖ Ανάπτυξη νέων (βιο)τεχνολογιών στην παραγωγή τροφίμων

## Ζύμωση:

- Η διεργασία κατά την οποία μικροοργανισμοί καταναλώνουν οργανικές ενώσεις για την πραγματοποίηση των μεταβολικών τους οδών (π.χ. η μετατροπή σακχάρων σε αλκοόλη και  $\text{CO}_2$ ) υπό αναερόβιες συνθήκες
- Ο όρος μπορεί να αναφέρεται και σε **αερόβια μετατροπή** σε ορισμένες περιπτώσεις, όπου δεν ενδιαφέρει τόσο ο μηχανισμός όσο τα τελικά προϊόντα
  - ✓ Π.χ. η αερόβια διεργασία μετατροπής αλκοόλης σε οξικό οξύ (ξύδι) από το βακτήριο *Acetobacter aceti*, πολλές φορές αναφέρεται ως ζύμωση αντί της οξειδωσης που είναι ο σωστός όρος

## Ζύμωση:

Οι εφαρμογές και τα οφέλη της ζύμωσης είναι τεράστια:

- ✓ Παραγωγή ψωμιού
- ✓ Παραγωγή οινοπνεύματος & ποτών (κρασί, μπύρα, αποστάγματα)
- ✓ Παραγωγή οξικού οξέος
- ✓ Παραγωγή γαλακτοκομικών προϊόντων (γιαούρτι, τυρί, ξινόγαλο, κεφίρ)
- ✓ Καλύτερη συντήρηση των τροφίμων (π.χ. αλκοόλη & οξικό οξύ: αναστολείς παθογόνων & τεχνολογικά ανεπιθύμητων μικροοργανισμών)
- ✓ Μεγαλύτερη θρεπτική αξία των τροφίμων (π.χ. αποικοδόμηση πολύπλοκων ενώσεων σε πιο αξιοποιήσιμες και αφομοιώσιμες – εμπλουτισμός σε πρωτεΐνες, βιταμίνες κ.α. συστατικά)

# Εφαρμογές της τεχνολογίας ζυμώσεων στην παραγωγή τροφίμων

## Στόχοι:

1. Βελτίωση της ποιότητας & διατροφικής αξίας των τροφίμων με βιοτεχνολογικές μεθόδους
2. Βελτίωση χρόνου συντήρησης & αποφυγή των χημικών συντηρητικών
3. Μείωση ενεργειακής κατανάλωσης & του μεγέθους μονάδων παραγωγής τροφίμων
4. Παραγωγή νέων εμπορικών προϊόντων

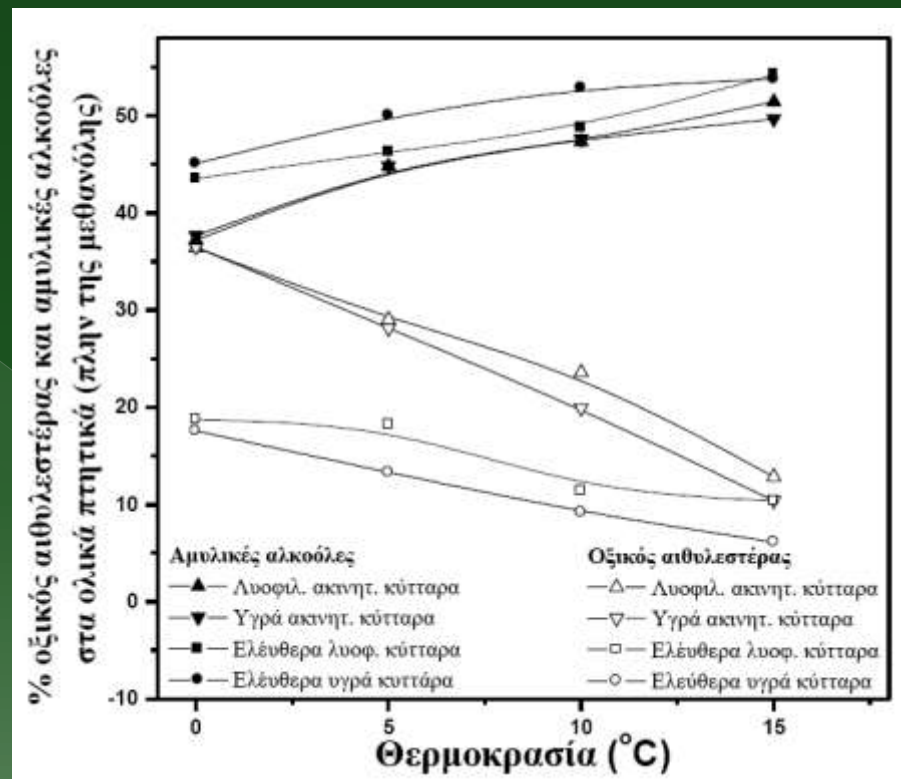
# 1. Βελτίωση της ποιότητας & διατροφικής αξίας των τροφίμων με βιοτεχνολογικές μεθόδους

π.χ.

Βελτίωση των οργανοληπτικών ιδιοτήτων αλκοολούχων ποτών με ζύμωση με κατάλληλους μικρο-οργανισμούς και σε συνθήκες που οδηγούν σε:

✓ Παραγωγή επιθυμητών πτητικών συστατικών αρώματος όπως οι εστέρες

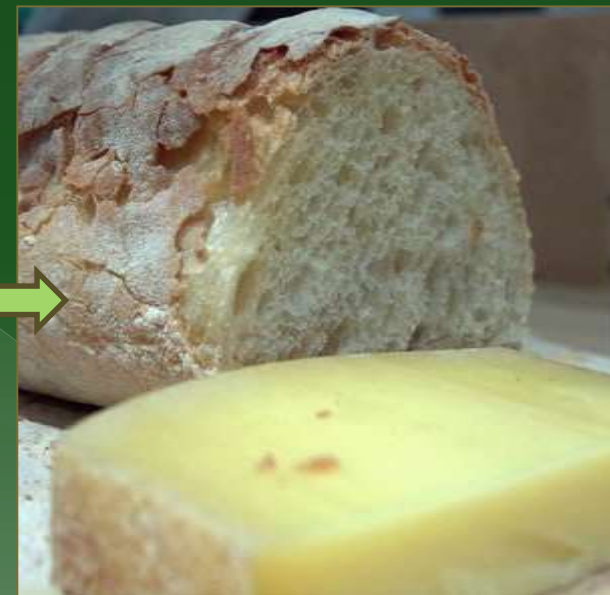
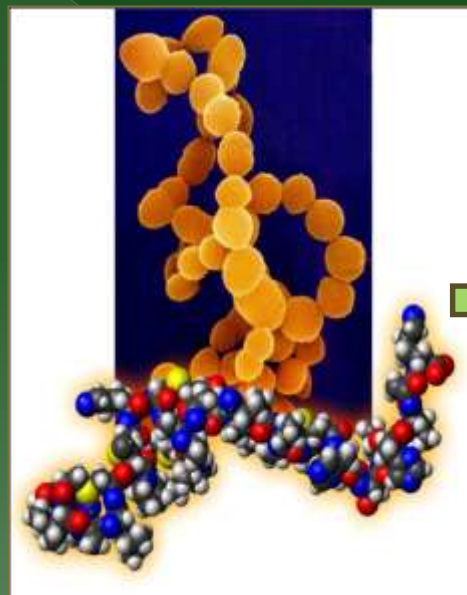
✓ Αποφυγή / μείωση συγκέντρωσης ανεπιθύμητων συστατικών του αρώματος όπως οι ανώτερες αλκοόλες, το διακετύλιο κ.α.



## 2. Βελτίωση χρόνου συντήρησης & αποφυγή των χημικών συντηρητικών

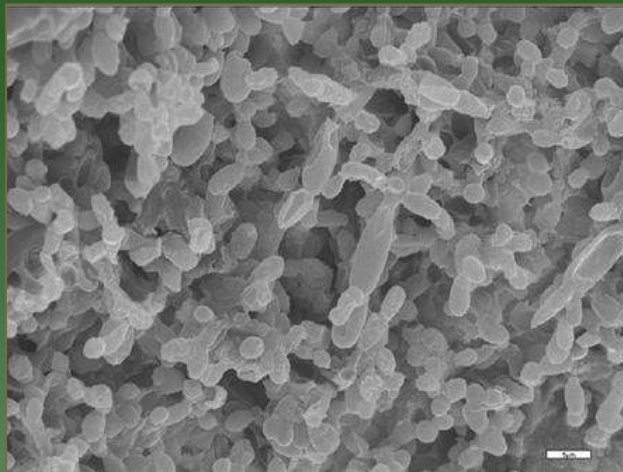
π.χ. με την παραγωγή φυσικών συντηρητικών (αντιμικροβιακές ενώσεις) κυρίως σε γαλακτοκομικά προϊόντα όπως:

- ✓ Γαλακτικό οξύ
- ✓ Προπιονικό οξύ
- ✓ Οξικό οξύ
- ✓ Βακτηριοσίνες
- ✓  $H_2O_2$



### 3. Μείωση ενεργειακής κατανάλωσης & του μεγέθους μονάδων παραγωγής τροφίμων

π.χ. με τεχνολογίες που αυξάνουν το ρυθμό & την απόδοση διεργασιών ζυμώσεων (με χρήση προωθητών, βιοαντιδραστήρες ακινητοποιημένων κυττάρων κλπ.)





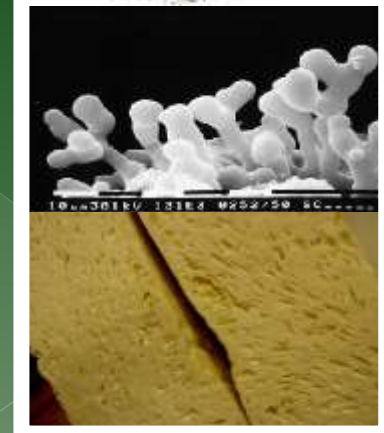
## 4. Παραγωγή νέων εμπορικών προϊόντων

### π.χ. Προβιοτικά τρόφιμα

Χρήση προβιοτικών γαλακτικών βακτηρίων για την παραγωγή:

- Τυριού
- Γιαουρτιού
- Ξινόγαλου
- Ψωμιού

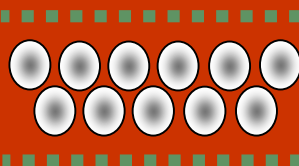
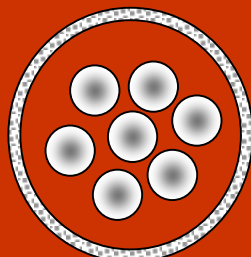
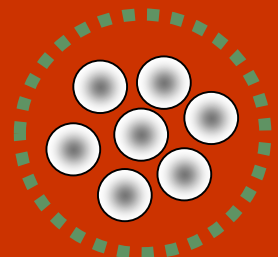
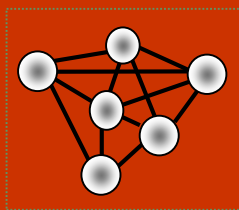
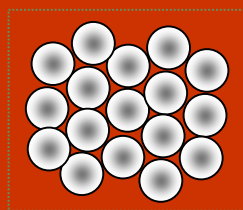
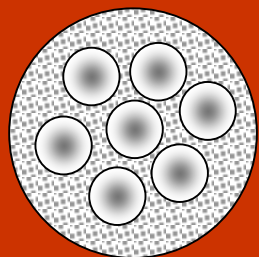
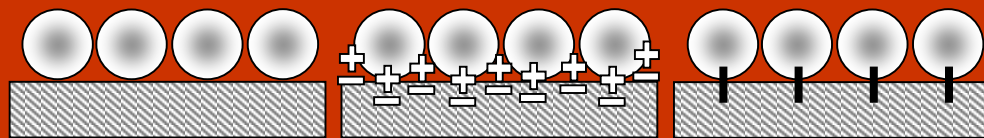
**R. Fuller (1989):** «Προβιοτικό είναι το ζωντανό μικροβιακό παρασκεύασμα που επηρεάζει τον καταναλωτή βελτιώνοντας την μικροβιακή χλωρίδα του γαστρεντερικού του συστήματος»



## Τα παραπάνω επιτυγχάνονται με:

1. Απομόνωση νέων ή χρήση γνωστών στελεχών μικροοργανισμών με επιθυμητές ιδιότητες (θερμόφιλα, ψυχρόφιλα, αλκοολανθεκτικά, προβιοτικά, κ.λπ.)
2. Ζυμώσεις σε εξαιρετικά χαμηλές ή υψηλές θερμοκρασίες και υψηλούς αλκοολικούς βαθμούς με επιλεγμένα στελέχη μικροοργανισμών
3. Χρήση προωθητών των ζυμώσεων / τεχνικών ακινητοποίησης κυττάρων

## Τεχνολογία ακινητοποιημένων κυττάρων



Αδιάλυτος φορέας



Υγρή φάση



Πορώδης μήτρα



Μικροπορώδης μεμβράνη



Διλειτουργικό  
αντιδραστήριο  
(cross-linker)



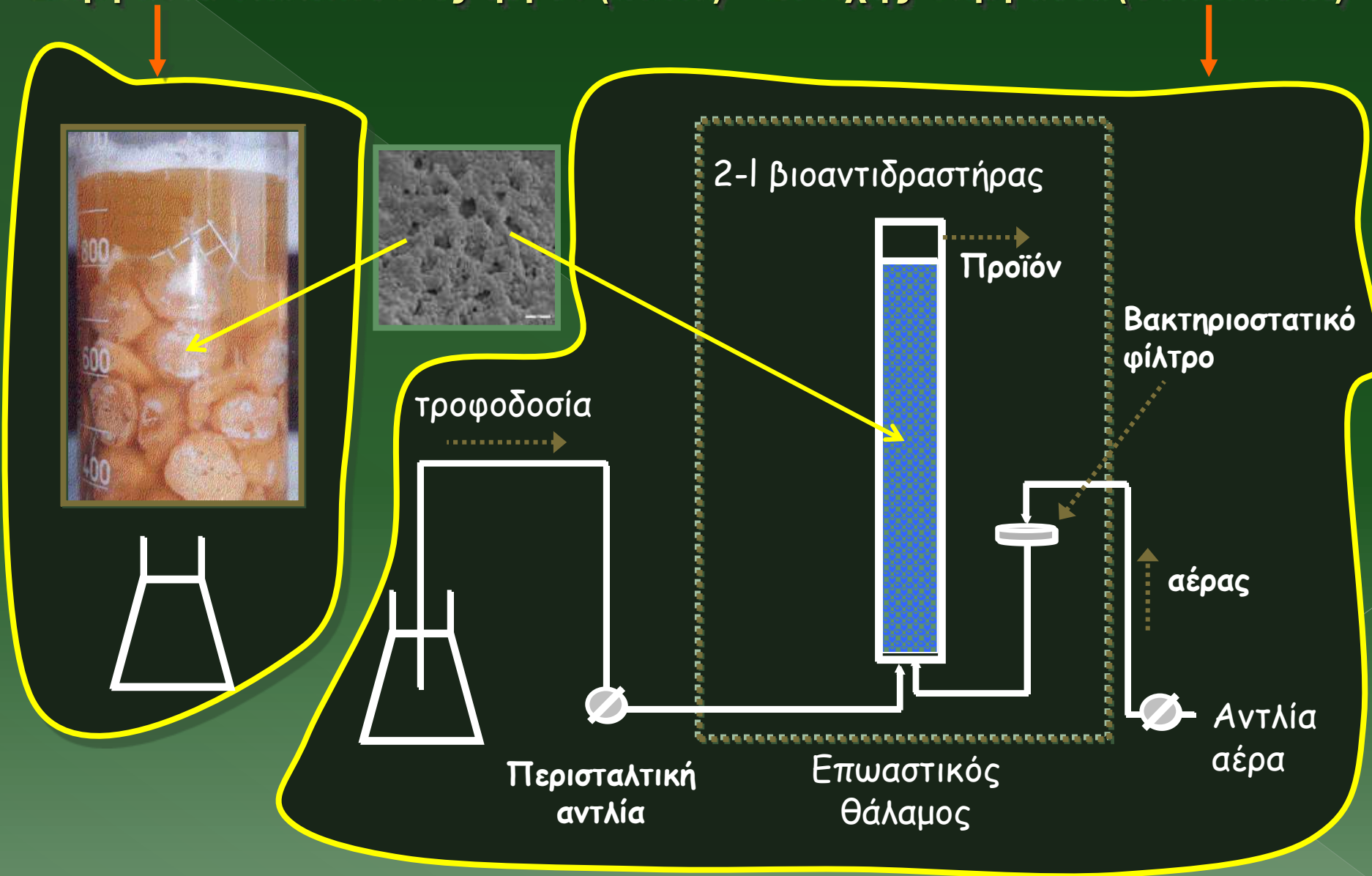
Ηλεκτροστατικές δυνάμεις

## Χρήση σε διεργασίες ζύμωσης για την επίτευξη:

- ✓ μεγάλων συγκεντρώσεων κυττάρων στους αντιδραστήρες
- ✓ αύξηση ρυθμών & της παραγωγικότητας των ζυμώσεων
- ✓ δυνατότητα χρήσης αντιδραστήρων συνεχούς λειτουργίας
- ✓ επιτάχυνση ωρίμανσης αλκοολούχων ποτών όπως η μπύρα (μείωση διακετυλίου)
- ✓ άλλες εφαρμογές

# Τεχνολογία ακινητοποιημένων κυττάρων

Διεργασία διαλείποντος έργου (batch)    Συνεχής διεργασία (continuous)



# Βιοαιθανόλη, βιοαέριο, και βιοντίζελ από αγροτο-βιομηχανικά απόβλητα

## Στόχοι:

- ✓ Αύξηση της παραγωγικότητας
- ✓ Μείωση ενεργειακής κατανάλωσης των μονάδων παραγωγής βιοκαυσίμων

## Τρόποι:

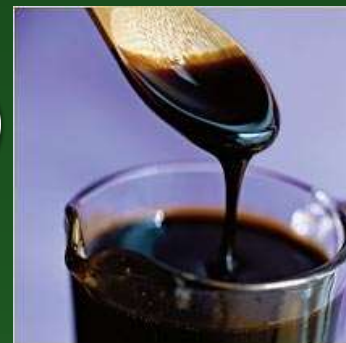
- ✓ Προωθητές / τεχνολογία ακινητοποιημένων κυττάρων στις ζυμώσεις για παραγωγή βιοκαυσίμων
- ✓ Παραγωγή βιοκαυσίμων από κυτταρινούχο βιομάζα κ.α. απόβλητα



## Τρόφιμα & προϊόντα προστιθέμενης αξίας από αγροτοβιομηχανικά απόβλητα

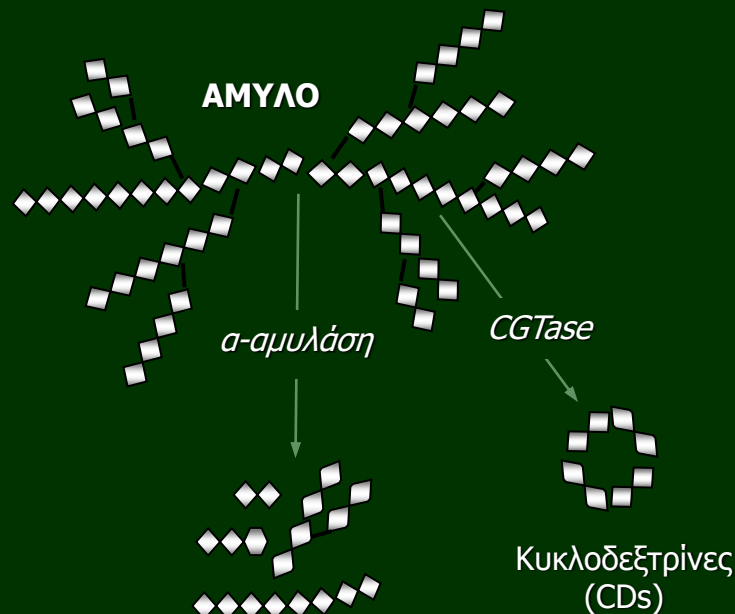
Αξιοποίηση υγρών (π.χ. τυρόγαλο, μελάσσα κ.α.) και στερεών αποβλήτων (π.χ. στερεά απόβλητα ζυθοποιείου, άχυρο, πίτυρα δημητριακών, κ.α.), για παραγωγή προϊόντων όπως:

- ✓ Αιθανόλη & οργανικά οξέα (για τρόφιμα ή βιοκάουσιμα)
- ✓ Μονοκυτταρική πρωτεΐνη
- ✓ Τρόφιμα & ποτά (ψωμί, τυρί, αλκοολούχα ποτά)
- ✓ Ζωοτροφές εμπλουτισμένες σε πρωτεΐνη
- ✓ Ζυμώσιμοι υδατάνθρακες & άλλα υλικά για χρήση ως θρεπτικά μέσα στη μικροβιολογία
- ✓ Συμπληρώματα ή υποκατάστατα χημικών προσθέτων στα τρόφιμα



## Τρόποι

- Διεργασίες ζυμώσεων στερεάς & υγρής κατάστασης
- Επεξεργασία με:
  - ✓ Αμυλολυτικούς μύκητες
  - ✓ Λιγνινολυτικούς μύκητες
  - ✓ Ζύμες
  - ✓ Γαλακτικά βακτήρια
  - ✓ Μικτές καλλιέργειες



Γραμμικοί & διακλαδισμένοι  
ολιγοσακχαρίτες (δεξτρίνες)

$\alpha$ -αμυλάση

Γλυκοαμυλάση &  
ισοαμυλάση

$\beta$ -αμυλάση &  
ισοαμυλάση

Ισοαμυλάση

Γλυκόζη  
(σιρόπι γλυκόζης)

Μαλτόζη & δεξτρίνες

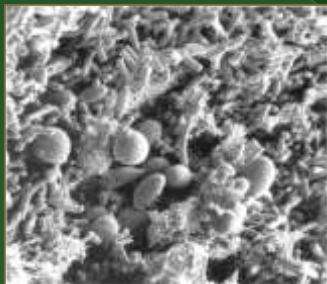
Μαλτόζη &  
μαλτοτριόζη

Ισομεράση γλυκόζης

Φρουκτόζη  
(σιρόπι φρουκτόζης)

Μαλτόζη  
(σιρόπι μαλτόζης)

# Ανάπτυξη νέων βιο-τεχνολογιών στην παραγωγή τροφίμων



## Τεχνολογία της μικτής καλλιέργειας Κεφίρ

- Αξιοποίηση του ρυτογόνου τυρογάλακτος για την παραγωγή:
  - ✓ αλκοολούχων ποτών
  - ✓ μονοκυτταρικής πρωτεΐνης
  - ✓ τροφίμων (προϊόντα αρτοποιίας, τυροκομικά κ.α.)





## Scale-up διεργασιών



- *Εργαστηριακοί αντιδραστήρες 2-100 L*
- *Βιομηχανικοί αντιδραστήρες 100-11000 L*

### Παραγωγή σε μεγάλη κλίμακα:

- *οινοπνεύματος*
- *γαλακτικού οξέως*
- *αλκοολούχων ποτών*
- *γαλακτοκομικών προϊόντων*
- *ξηρών εμπορικών καλλιεργειών*

## Ανάπτυξη νέων καλλιεργειών εκκίνησης (*starter cultures*) για την παραγωγή τροφίμων



- ✓ Επιλεγμένα γαλακτικά βακτήρια
- ✓ Συνδυασμοί ζυμών-γαλακτικών βακτηρίων
- ✓ Αλκοολανθεκτικά & κρυοανθεκτικά στελέχη ζυμών κτλ.

- ✓ Παραγωγή ξηρών καλλιεργειών για προϊόντα αρτοποιίας, γαλακτοκομικά, αλκοολούχα ποτά, προβιοτικά τρόφιμα, κ.α.



# Εργαστήριο Χημείας & Τεχνολογίας Τροφίμων

Ερευνητικές Δραστηριότητες  
& Θεματικές Περιοχές  
Διπλωματικών Εργασιών

# Ευχαριστώ !