

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΒΙΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΣΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ

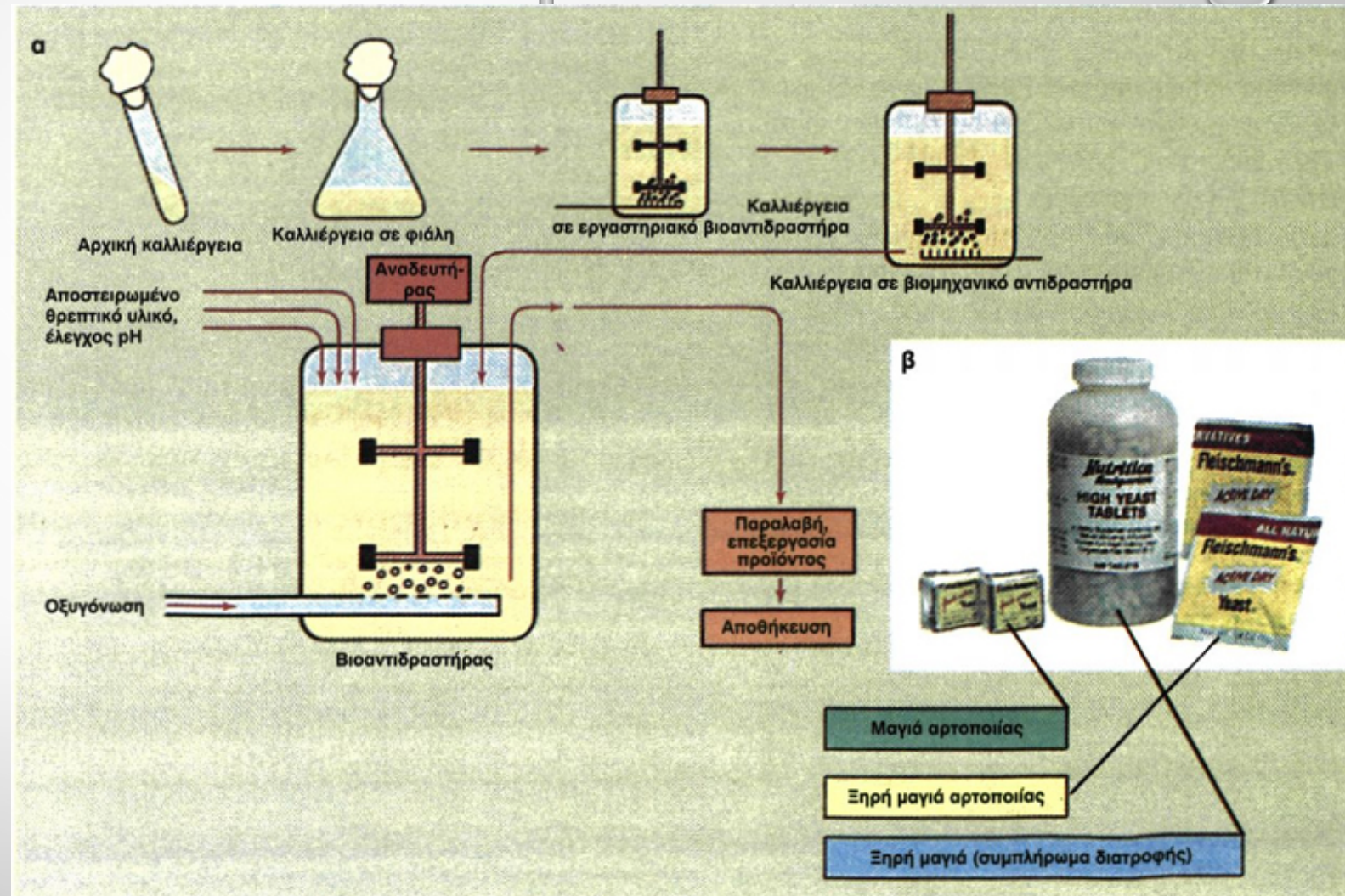
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10^ο



Οι μικροοργανισμοί βρίσκουν μεγάλη εφαρμογή στη βιομηχανία.

Στις παλαιότερες εφαρμογές
περιλαμβάνεται η παραγωγή
μπύρας και κρασιού με
αλκοολική ζύμωση.

Ακολούθησε η παραγωγή
φαρμακευτικών προϊόντων,
αντιβιοτικών, ενζύμων και
άλλων χημικών ουσιών.



Οι μικροοργανισμοί βρίσκουν μεγάλη εφαρμογή στη βιομηχανία.

Σε όλες αυτές τις διαδικασίες γινόταν προσπάθεια να παραχθεί το προϊόν που ενδιαφέρει σε **μεγάλη ποσότητα**, δηλαδή να υπάρχει **υψηλή απόδοση**.

Αυτό γινόταν με δύο μεθόδους:

Τη γενετική βελτίωση των οργανισμών με παραδοσιακό τρόπο (επιλογή στελεχών με υψηλή απόδοση και διασταυρώσεις).

Τη βελτιστοποίηση της διαδικασίας που ακολουθείται για την παραγωγή του προϊόντος.



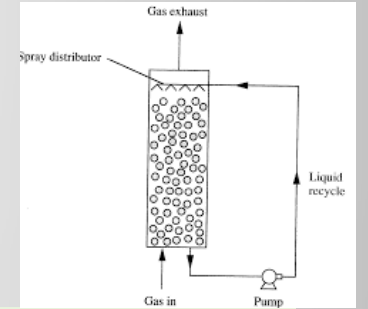
Σήμερα η **Βιοτεχνολογία** έρχεται να συμβάλει στις παραδοσιακές μεθόδους.
Έτσι με την τεχνολογία του ανασυνδυασμένου DNA δημιουργήθηκαν
γενετικά τροποποιημένοι μικροοργανισμοί
που παράγουν προϊόντα με βελτιωμένες ιδιότητες.

Οι μικροοργανισμοί χρησιμοποιούνται ευρύτατα για την παραγωγή βιοτεχνολογικών προϊόντων επειδή παρουσιάζουν **σειρά πλεονεκτημάτων**, δηλαδή:

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

Η ΒΙΟΜΑΖΑ ΕΙΝΑΙ ΕΝΑ ΑΠΟ ΤΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΤΩΝ ΜΙΚΡΟΒΙΑΚΩΝ ΖΥΜΩΣΕΩΝ

Η μικροβιακή βιομάζα αποτελείται από **μεγάλο αριθμό κυττάρων των μικροοργανισμών** που έχουν παραχθεί σε βιοαντιδραστήρες.



Η βιομάζα περιέχει μεγάλη ποσότητα πρωτεϊνών και άλλων θρεπτικών συστατικών και χρησιμοποιείται ως **τροφή** από τον άνθρωπο ή τα ζώα.

Η παραγωγή βιομάζας παρουσιάζει πλεονεκτήματα όπως **χαμηλό κόστος, προστασία του περιβάλλοντος, υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη, γρήγορη και ελεγχόμενη παραγωγή και απαίτηση σχετικά μικρού χώρου για την παραγωγή της.**



Η παραγωγή **μαγιάς αρτοποιίας** (ζυμομυκήτων) αποτελεί την παλαιότερη εφαρμογή παραγωγής βιομάζας. Η μαγιά παράγεται σε βιομηχανική κλίμακα από τις αρχές του 20ού αιώνα.

ΖΥΜΕΣ (ΖΥΜΟΜΥΚΗΤΕΣ)

Οι ζύμες είναι μία ομάδα μονοκύτταρων μυκήτων. Πολλαπλασιάζονται ταχύτατα κάτω από αερόβιες συνθήκες, **ενώ απουσία O₂ μετατρέπουν τη γλυκόζη σε αιθυλική αλκοόλη.**

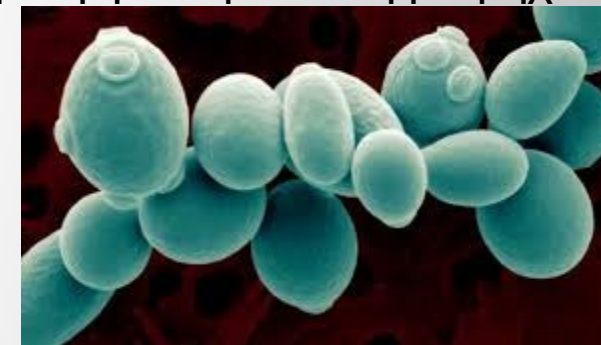


Αποτελούν την πιο σημαντική και ευρύτερα χρησιμοποιούμενη κατηγορία μικροοργανισμών στη βιομηχανία.

Καλλιεργούνται με σκοπό:

- ✓ την παραγωγή ζύμης αρτοποιίας (μαγιά),
- ✓ τη χρήση τους στις αντιδράσεις αλκοολικής ζύμωσης και
- ✓ την παραγωγή διάφορων προϊόντων όπως οι βιταμίνες C και D.

Η **ζύμη αρτοποιίας** παράγεται ύστερα από ανάπτυξη αρχικής καλλιέργειας μυκήτων σε βιοαντιδραστήρες και χρησιμοποιείται κυρίως για την παρασκευή του ψωμιού.



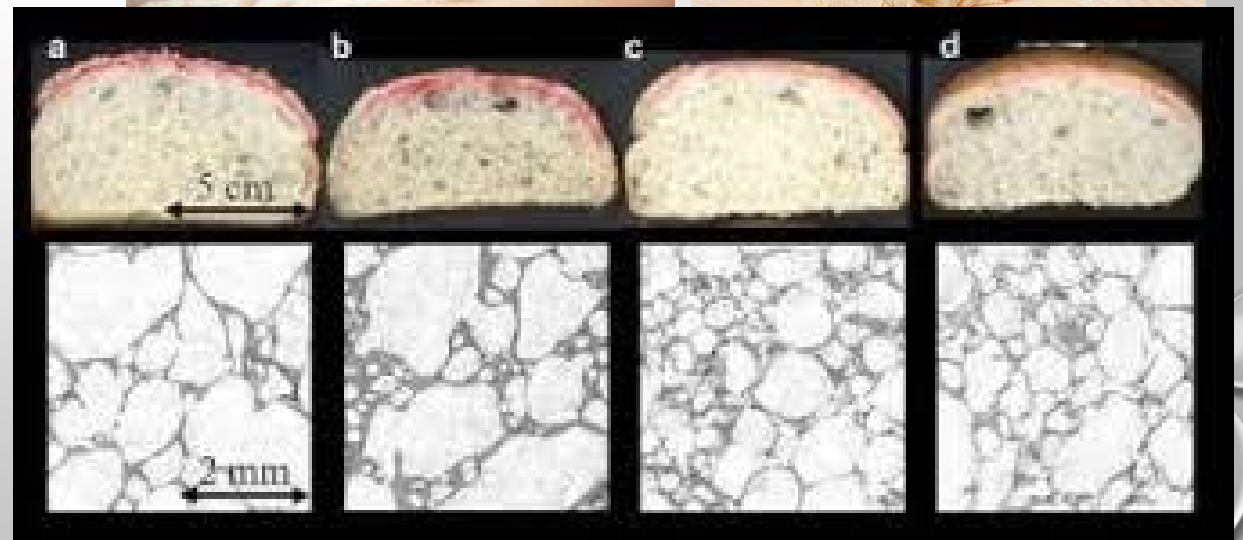
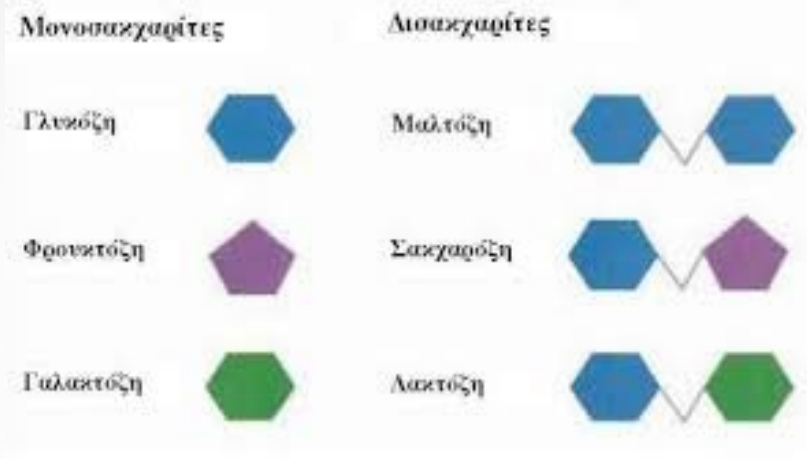
Η πρώτη ύλη για την παρασκευή ψωμιού είναι το αλεύρι, που περιέχει σε μεγάλες ποσότητες **άμυλο**.

Στους κόκκους του σιταριού περιέχονται ένζυμα, τα οποία διασπούν το **άμυλο** σε **μαλτόζη (δισακχαρίτης)** και **γλυκόζη**.

Στη συνέχεια προστίθενται μύκητες, που διασπούν **αναιρόβια** τη γλυκόζη σε **αιθανόλη** και **απελευθερώνουν CO₂**.

Το παραγόμενο **CO₂** διογκώνει τη ζύμη, η οποία φουσκώνει.

Η **αιθανόλη** που παράγεται κατά την αλκοολική ζύμωση εξατμίζεται στο ψήσιμο του ψωμιού. Για τη διάσπαση της γλυκόζης χρησιμοποιούνται κυρίως μύκητες του είδους ***Saccharomyces cerevisiae***, επειδή παράγουν μεγάλες ποσότητες CO₂.



Η αλκοολική ζύμωση είναι μία αντίδραση που χρησιμοποιείται για την παραγωγή κρασιού και μπύρας



Σακχαρούχες και Αμυλούχες πρώτες ύλες

(Σιτηρά, Αραβόσιτος, Ζαχαρότευτλα, Γλυκό σόργο)



ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗ

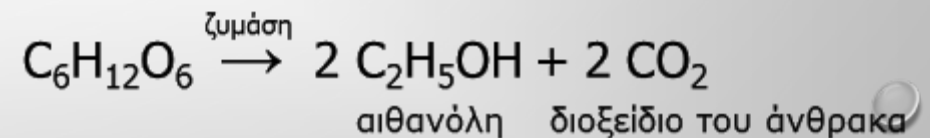
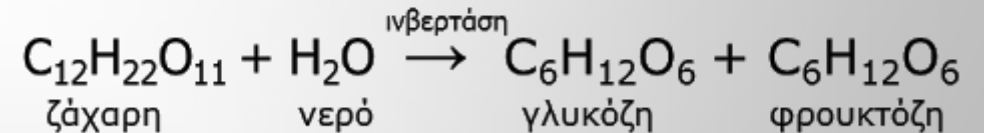


Η αλκοολική ζύμωση έχει εφαρμογή τόσο στη βιομηχανική παραγωγή αλκοόλης όσο και στην παραγωγή των αλκοολούχων ποτών.

Στη Βραζιλία και στις ΗΠΑ χρησιμοποιούνται φθηνές πρώτες ύλες, όπως μελάσα, υποπροϊόν παραγωγής ζάχαρης που περιέχει γλυκόζη και φρουκτόζη, ή άμυλο από αραβόσιτο, οι οποίες μετατρέπονται παρουσία του μύκητα *Saccharomyces cerevisiae* σε αιθανόλη.

Η αιθανόλη που παράγεται με αυτό τον τρόπο χρησιμοποιείται σε μείγμα με βενζίνη ως καύσιμο αυτοκινήτων.

ΑΛΚΟΟΛΙΚΗ ΖΥΜΩΣΗ ΣΑΚΧΑΡΩΝ



Η σημαντικότερη όμως εφαρμογή της αλκοολικής ζύμωσης είναι η παραγωγή **αλκοολούχων ποτών**.

Τα πιο σημαντικά από αυτά είναι το **κρασί**, το οποίο παράγεται με ζύμωση των σακχάρων του σταφυλιού, και η **μπίρα**, η οποία παράγεται με ζύμωση των σακχάρων που περιέχονται στους σπόρους διάφορων σιτηρών.



Στην Ευρώπη για την παραγωγή κρασιού χρησιμοποιούνται ποικιλίες αμπέλου που ανήκουν στο είδος **Vitis vinifera**.

Τα σταφύλια συλλέγονται όταν **ωριμάσουν**, οπότε και η συγκέντρωση των **σακχάρων** είναι αρκετά υψηλή.

Στη συνέχεια συνθλίβονται με μηχανικό τρόπο και παράγεται ο **μούστος**, που είναι πλούσιος σε **σάκχαρα**.

Η ζύμωση του μούστου γίνεται σε δύο στάδια.



Στο αρχικό στάδιο ο μύκητας αναπτύσσεται κάτω από **αερόβιες συνθήκες**.

Στο επόμενο στάδιο έχει εξαντληθεί το οξυγόνο που περιέχεται στο μούστο, **αναστέλλεται η ανάπτυξη του μύκητα** και αρχίζει η **αναερόβια μετατροπή των σακχάρων** σε αιθυλική αλκοόλη.

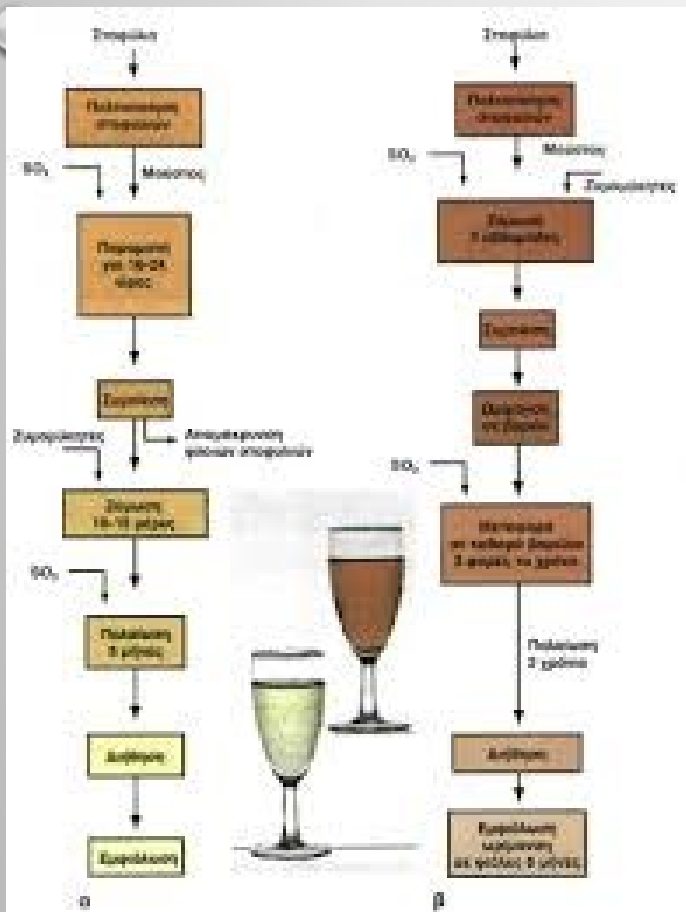


Οι ζύμες όμως δεν μπορούν να επιβιώσουν σε **συγκέντρωση αλκοόλης** μεγαλύτερη από **14%**, έτσι με την αύξηση της συγκέντρωσης της αλκοόλης στο μούστο ολοκληρώνεται η ζύμωση.

Η διαδικασία της ζύμωσης πραγματοποιείται σε θερμοκρασία **21-24°C**, διότι οι ζύμες αδρανοποιούνται σε μεγαλύτερες θερμοκρασίες.



WINE PRODUCTION



1 harvest



2 crushing



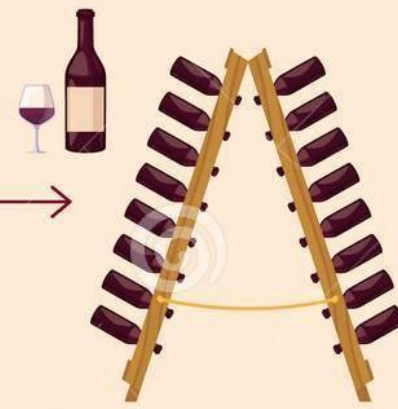
3 fermentation



4 pressing



5 aging



6 ready wine



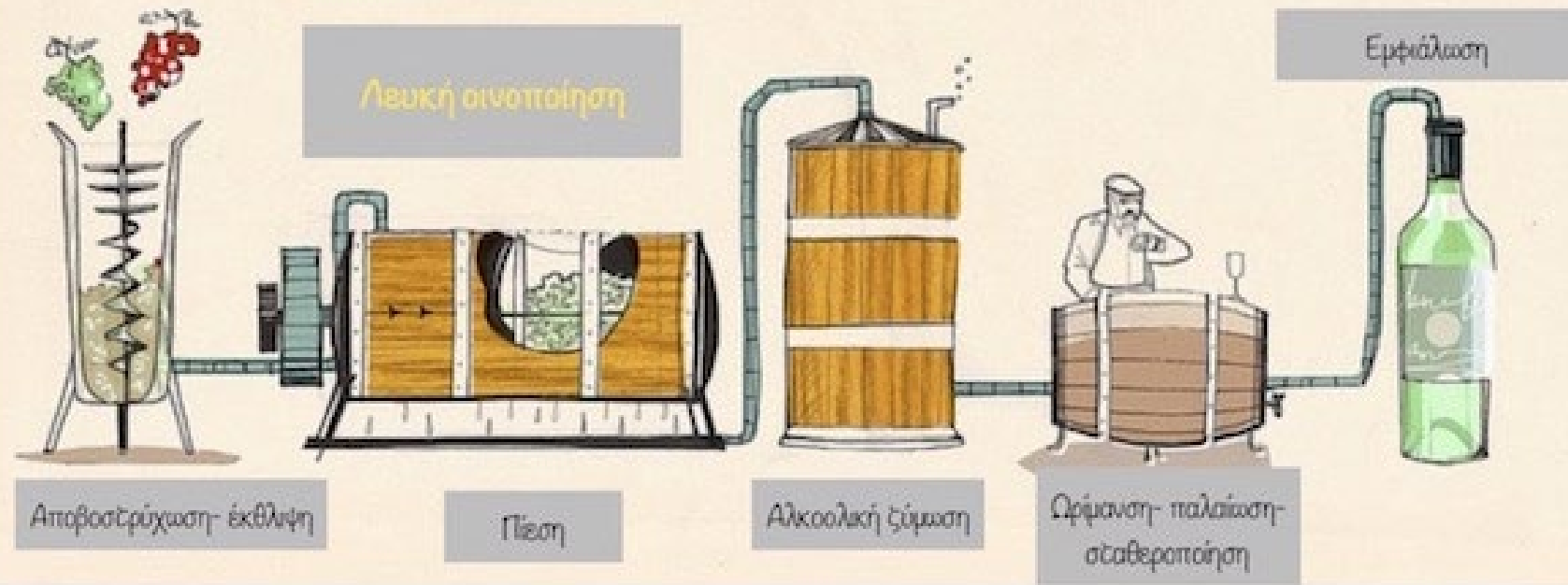
Download from
Dreamstime.com

This watermarked comp image is for previewing purposes only.

ID 102617216

© Macrovector | Dreamstime.com





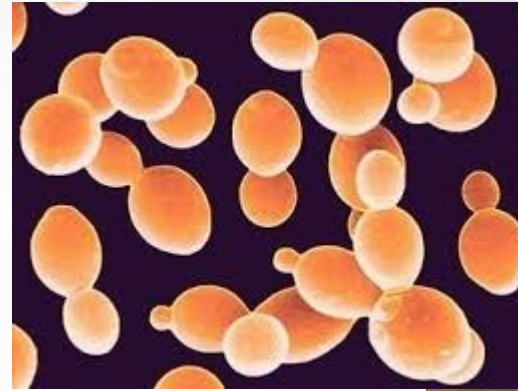
Η ζύμωση πραγματοποιείται :

- ✓ είτε από μύκητες **φυσικού τύπου**, που υπάρχουν στα σταφύλια όταν αυτά συλλέγονται,
- ✓ είτε από **ειδικούς μύκητες** που αναπτύσσονται σε εργαστηριακή καλλιέργεια.

Οι τελευταίοι μπορούν και αναπτύσσονται σε μεγαλύτερη συγκέντρωση αλκοόλης από τους φυσικούς.

Η **ποιότητα του κρασιού** που παράγεται εξαρτάται από την **ποικιλία της αμπέλου** που χρησιμοποιείται, από το συγκεκριμένο **είδος του ζυμομύκητα** που πραγματοποίησε την αλκοολική ζύμωση και από τις **συνθήκες ζύμωσης**.

Γενικά, τα κόκκινα κρασιά έχουν υψηλότερη συγκέντρωση αλκοόλης και περισσότερο άρωμα από τα λευκά.



Η πρώτη ύλη για την παραγωγή μπίρας είναι οι **σπόροι κριθαριού** και σε μερικές περιπτώσεις **σιταριού**.

Οι σπόροι επωάζονται σε συγκεκριμένες συνθήκες **θερμοκρασίας και υγρασίας** που ευνοούν τη **μερική βλάστηση**, οπότε **το άμυλο το οποίο περιέχουν μετατρέπεται σε σάκχαρα όπως η μαλτόζη**.

Η διαδικασία της **βλάστησης** τερματίζεται με θέρμανση στους **80°C**.

Οι σπόροι στη συνέχεια σπάνε μηχανικά και τα σάκχαρα εκχυλίζονται με ζεστό νερό.

Στο εκχύλισμα προστίθεται **λυκίσκος**, βότανο με αντιμικροβιακές ιδιότητες, που προσδίδει άρωμα στο ποτό, και στη συνέχεια **συμπυκνώνεται με βρασμό**.

Η ζύμωση των σακχάρων που περιέχονται στο εκχύλισμα πραγματοποιείται με τη βοήθεια μυκήτων.

Τα προϊόντα της **αναερόβιας ζύμωσης** είναι η **αιθανόλη**, που φτάνει σε τελική συγκέντρωση **3.5-8%** και το **CO₂**



Craft beers

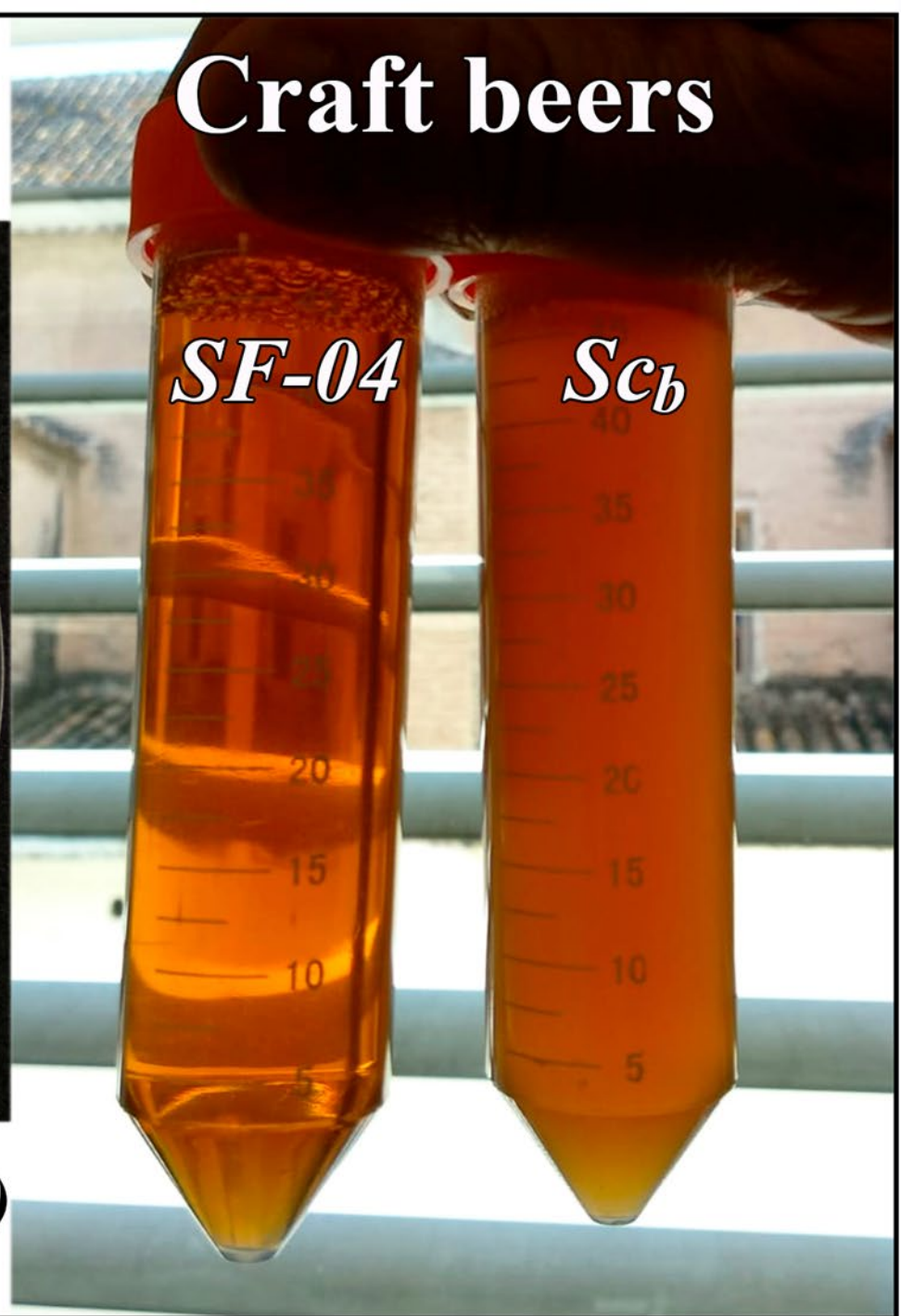
Viable probiotic yeast



S. cerevisiae var. boulardii (Scb)

SF-04

Scb



Τα γαλακτοκομικά προϊόντα είναι προϊόντα ζυμώσεων

Η ζύμωση των σακχάρων του γάλακτος παράγει μεγάλη ποικιλία προϊόντων.

Τα διαφορετικά είδη προϊόντων **εξαρτώνται:**
από τη σύνθεση του γάλακτος

(πλήρες ή ημιαποβουτυρωμένο, από αιγοπρόβατα ή βοοειδή κτλ.),

από το είδος των μικροοργανισμών, από **τις συνθήκες ζύμωσης** και από τα **πρόσθετα** που χρησιμοποιούνται.

Η χαρακτηριστική αντίδραση ζύμωσης αφορά τη μετατροπή των σακχάρων, όπως της γλυκόζης, που περιέχονται στο γάλα σε γαλακτικό οξύ.



Η παραγωγή του γαλακτικού οξέος **μειώνει το pH** του προϊόντος δίνοντας τη δυνατότητα συντήρησης του για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα.



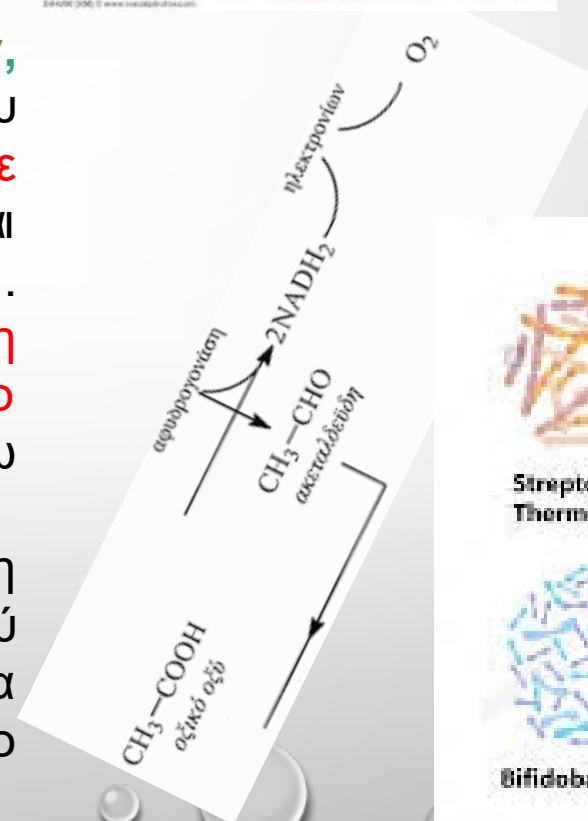
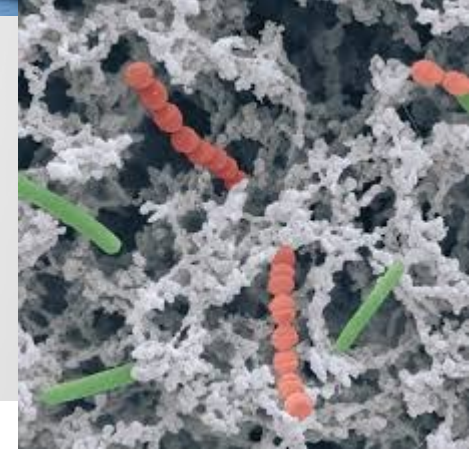
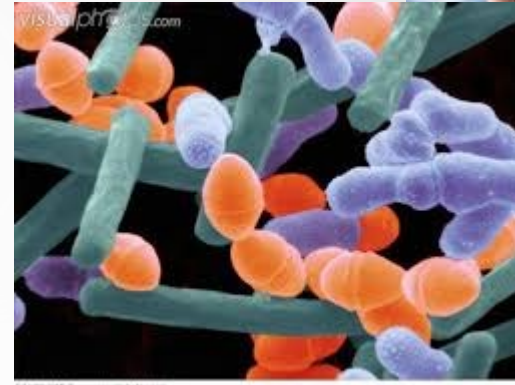
Γιαούρτι

Το γιαούρτι είναι προϊόν ζύμωσης του γάλακτος. Για την παρασκευή του μπορούν να χρησιμοποιηθούν διάφοροι τύποι γάλακτος όπως το πλήρες, το ημιαποβουτυρωμένο κτλ.

Το γάλα που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί για την παρασκευή γιαουρτιού **αρχικά παστεριώνεται (στους 72°C για 15 λεπτά)**, για να καταστραφούν οι παθογόνοι μικροοργανισμοί που περιέχονται σε αυτό.

Στη συνέχεια **προστίθεται καλλιέργεια μικροοργανισμών, όπως του γένους Lactobacillus και Streptococcus**, που μετατρέπουν τη **λακτόζη (δισακχαρίτης) του γάλακτος σε γαλακτικό οξύ, μειώνοντας το pH του γάλακτος σε 5,5** και προσδίδουν στο γιαούρτι τη χαρακτηριστική **κρεμώδη υφή**. Οι μικροοργανισμοί αυτοί παράγουν επίσης **αιθανάλη (ακεταλδεΐδη)**, που προσδίδει χαρακτηριστικό άρωμα στο γιαούρτι. Για την πραγματοποίηση των παραπάνω αντιδράσεων το γάλα **επωάζεται για 12 ώρες στους 32°C**.

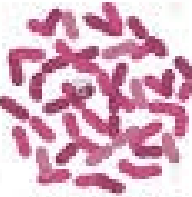
Εκτός από τη θρεπτική αξία του, το γιαούρτι προσφέρει τη δυνατότητα αξιοποίησης των πλεονασμάτων γάλακτος, αφού είναι ένα προϊόν με υψηλή θρεπτική αξία, που μπορεί να διατηρηθεί για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα από ότι το γάλα.



Streptococcus Thermophilus



Lactobacillus



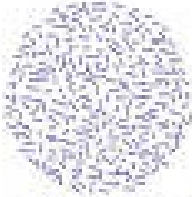
Lactococcus



Bifidobacterium



Bulgaricus



Propionibacterium



Άλλα προϊόντα μικροβιακών ζυμώσεων

Εκτός από την παραγωγή βιομάζας, τροφίμων και αιθανόλης, οι μικροοργανισμοί χρησιμοποιούνται για την παραγωγή και άλλων προϊόντων, όπως **ενζύμων, αντιβιοτικών, προσθέτων τροφίμων** κτλ., τα οποία έχουν εφαρμογές στη βιομηχανία των τροφίμων, στην Ιατρική, στην Αναλυτική Χημεία, στην έρευνα ...

Τα προϊόντα αυτά τα οποία παράγονται κατά τη ζύμωση εξαρτώνται από:

- **Το συγκεκριμένο οργανισμό.**
- **Τις συνθήκες της ζύμωσης (θρεπτικό υλικό, θερμοκρασία, pH, O₂).**
- **Τη φάση ανάπτυξης της καλλιέργειας.**

Το σύνολο των προϊόντων που παράγονται από τους οργανισμούς **φυσικού τύπου** είναι **σε μικρές συνήθως ποσότητες** που όμως επαρκούν για να καλύψουν τις μεταβολικές ανάγκες τους. Είναι όμως προφανές ότι για να είναι πρακτικά χρήσιμος ένας μικροοργανισμός, πρέπει να παράγει προϊόντα, όπως ένζυμα ή αντιβιοτικά, σε **μεγάλες ποσότητες**. Αυτό επιτυγχάνεται με δύο κυρίως τρόπους:

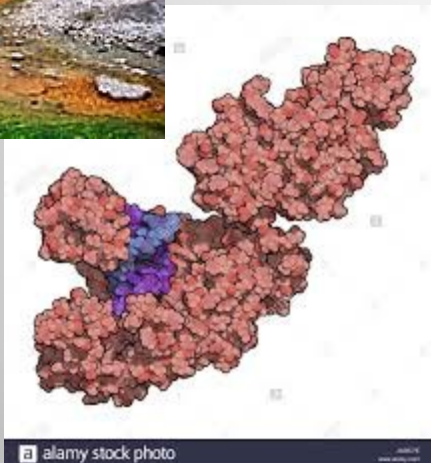
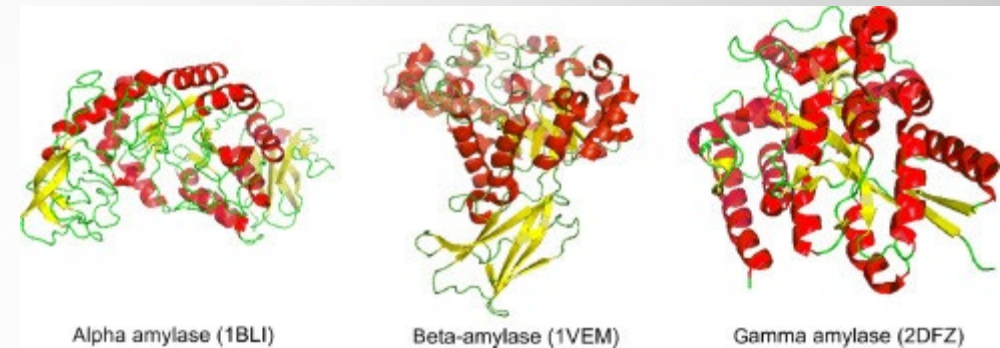
- ✓ **με τη ρύθμιση των συνθηκών της καλλιέργειας και**
- ✓ **με τη γενετική τροποποίηση των οργανισμών.**

Microbiology in Medicine



Παραγωγή ενζύμων

Εκτός από μικρό αριθμό ενζύμων που παράγονται από ζωικά και φυτικά κύτταρα **τα περισσότερα ένζυμα παράγονται από μικροοργανισμούς**. Οι μικροοργανισμοί έχουν τη δυνατότητα παραγωγής μεγάλων ποσοτήτων ενζύμων.



Τα περισσότερα από τα ένζυμα που παράγουν οι μικροοργανισμοί είναι **εξωκυτταρικά**, δηλαδή **εκκρίνονται** έξω από το κύτταρο.

Το γεγονός αυτό είναι σημαντικό, γιατί απλοποιεί τη διαδικασία και μειώνει κατά συνέπεια το κόστος **απομόνωσης και καθαρισμού** των ενζύμων.

Επιπρόσθετα, επειδή οι μικροοργανισμοί αναπτύσσονται σε **ποικιλία περιβαλλοντικών συνθηκών**, είναι δυνατή η παραγωγή ενζύμων που παραμένουν λειτουργικά σε **ακραίες συνθήκες**, όπως σε υψηλή θερμοκρασία.



Waste management



Pharmaceuticals



Baking



Organic synthesis



Detergents



Cosmetics



Dairy



Beverages



Feed



Textile



Leather



Paper and pulp



Biopolymer



