ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΟΙΝΟΠΝΕΥΜΑΤΟΣ ΑΠΟ ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ

&

ΜΑΓΙΑ ΑΡΤΟΠΟΙΙΑΣ

ΑΡΓΥΡΩ ΜΠΕΚΑΤΩΡΟΥ, PhD

ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΧΗΜΕΙΑΣ, ΠΑΝ/ΜΙΟΥ ΠΑΤΡΩΝ

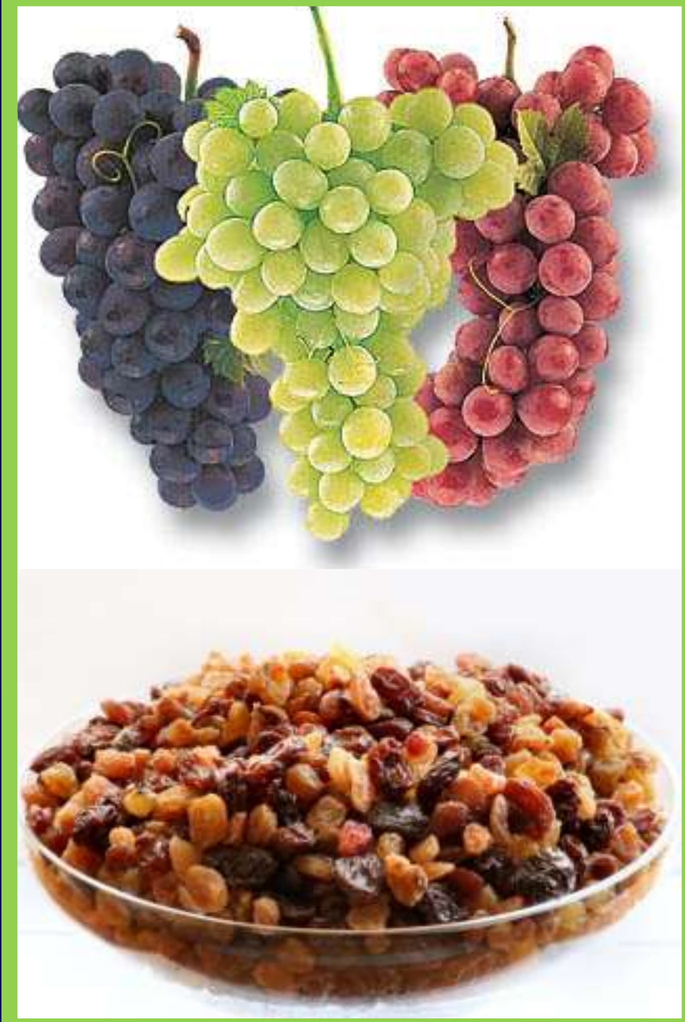
ΠΑΤΡΑ 2025

Παραγωγή οινοπνεύματος από σταφίδα

Η σταφίδα στην Ελλάδα:

Βρώσιμες ποικιλίες:
Σουλτανίνα
Μαύρη Κορινθιακή (τρεχούμενα)

Ποικιλίες οινοπνευματοποίησης:
Χονδράδα
Ποιοτική διαλογή
Ψιλά



Παραγωγή οινοπνεύματος από σταφίδα

Διεργασίες:

1) θραύση της πρώτης ύλης

2) εκχύλιση με νερό (εκχύλισμα 6-8 °Be)

3) ρύθμιση του pH με θειικό οξύ

4) ψύξη στους 20-25°C εναλλάκτες θερμότητας

5) αλκοολική ζύμωση με κατάλληλη μαγιά (έως 6-8 % αλκοόλη)

6) διαχωρισμός ζύμης και οινοπνευματικού υγρού

7) απόσταξης σε στήλες κλασματικής απόσταξης (95 % αλκοόλη)

Παραγωγή οινοπνεύματος από σταφίδα

1) Θραύση της πρώτης ύλης

- ✓ δεν γίνεται σε όλα τα είδη σταφίδας
- ✓ γίνεται στη σουλτανίνα (εκχυλίζεται δύσκολα)
- ✓ γίνεται με αντίστροφα περιστρεφόμενα μεταλλικά τύμπανα
- ✓ απαιτείται απλή διάρρηξη του φλοιού & όχι πολτοποίηση

Παραγωγή οινοπνεύματος από σταφίδα

2) Εκχύλιση

- ✓ συστοιχία 6 εκχυλιστήρων
- ✓ με θερμό νερό
- ✓ ταυτόχρονη αποστείρωση
- ✓ καλύτερη απόδοση

Παραγωγή οινοπνεύματος από σταφίδα

3) Ρύθμιση του pH

- ✓ προσθήκη π. H_2SO_4
- ✓ ανάδευση
- ✓ pH 3,2 για τη σταφίδα (που περιέχει απλά ζυμώσιμα σάκχαρα - σε pH 3.2 δε συμβαίνει καταβύθιση τρυγικών)
- ✓ pH 4,7 για τη μελάσα (βέλτιστο για υδρόλυση σακχαρόζης από το ένζυμο ιμβερτάση)

Παραγωγή οινοπνεύματος από σταφίδα

4) Ψύξη των σιροπιών

- ✓ εναλλάκτες θερμότητας με κίνηση νερού ψύξης κάθετα στη ροή του σιροπιού
- ✓ αυλοί διαμέτρου 2 in (~ 5 cm) για αποφυγή απόθεσης όξινου τρυγικού καλίου εσωτερικά (σε pH 3.2 δε συμβαίνει)
- ✓ **20-25 °C** (ανεβαίνει στους 30-32 °C κατά τη ζύμωση)

Παραγωγή οινοπνεύματος από σταφίδα

5) Αλκοολική ζύμωση

- ✓ γίνεται ανοικτές τσιμεντένιες δεξαμενές
- ✓ έχει προηγηθεί πλύσιμο με νερό & ασβέστωμα για αποστείρωση
- ✓ 2 μέθοδοι ζύμωσης:
  - επαναχρησιμοποίηση ζύμης μετά από φυγοκεντρικό διαχωρισμό (μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας)
  - παραγωγή νέας ζύμης σε κάθε παρτίδα (μεγαλύτερη κατανάλωση σακχάρου)

Παραγωγή οινοπνεύματος από σταφίδα

5) Αλκοολική ζύμωση

- μέθοδος επαναχρησιμοποίησης της ζύμης

- συνολική ποσότητα ζύμης: 2% του προς ζύμωση γλεύκους
- συνθήκες που δεν ευνοούν την ανάπτυξη ζύμης:
  - ✓ μη προσθήκη αζωτούχων ενώσεων
  - ✓ pH 3,2
  - ✓ ρύθμιση τροφοδοσίας ώστε να μην μένει περίσσεια σακχάρων κατά τη ζύμωση

Παραγωγή οινοπνεύματος από σταφίδα

5) Αλκοολική ζύμωση

- αναπόφευκτος πολλαπλασιασμός ζύμης: 10-20%
- αποφυγή μολύνσεων: προσθήκη φορμόλης έως 0,2‰
- χρήση αντιαφριστικών μέσων
    - ✓ ελαϊκό οξύ
    - ✓ γαλάκτωμα αντιαφριστικής**** σιλικόνης (πολύ αποτελεσματικό & χωρίς πτητικά κατάλοιπα στην απόσταξη)

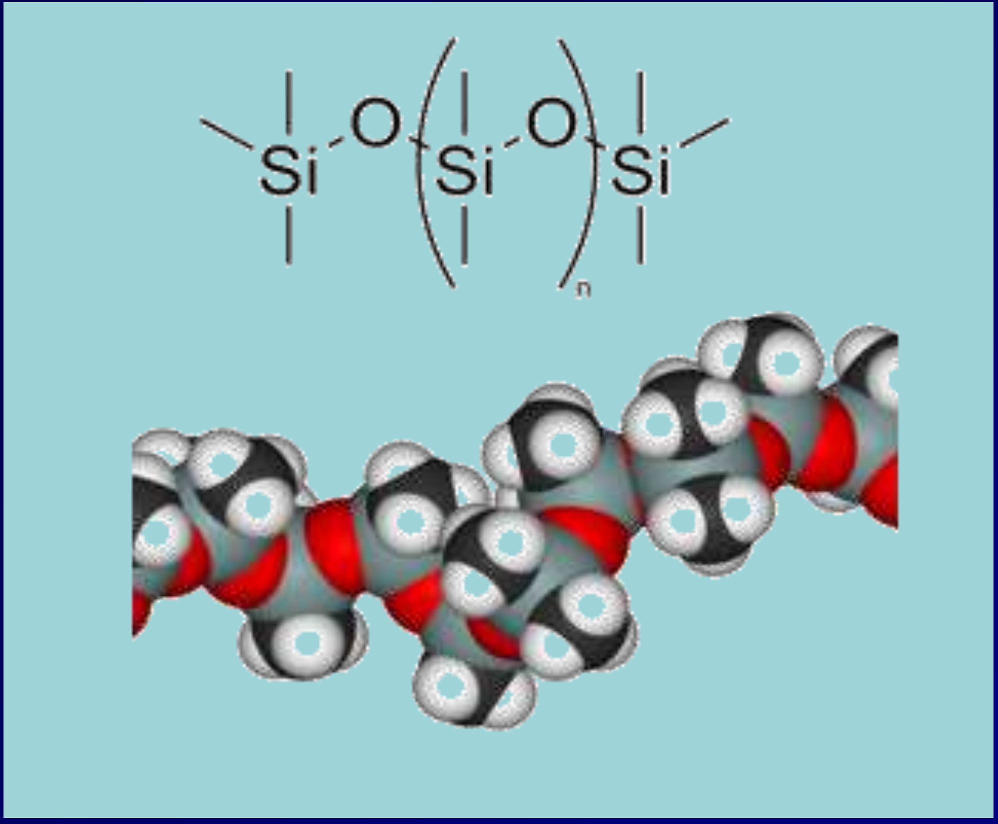
Παραγωγή οινοπνεύματος από σταφίδα

*****Αντιαφριστικοί παράγοντες:** *Ουσίες που προλαμβάνουν ή περιορίζουν το σχηματισμό αφρού*

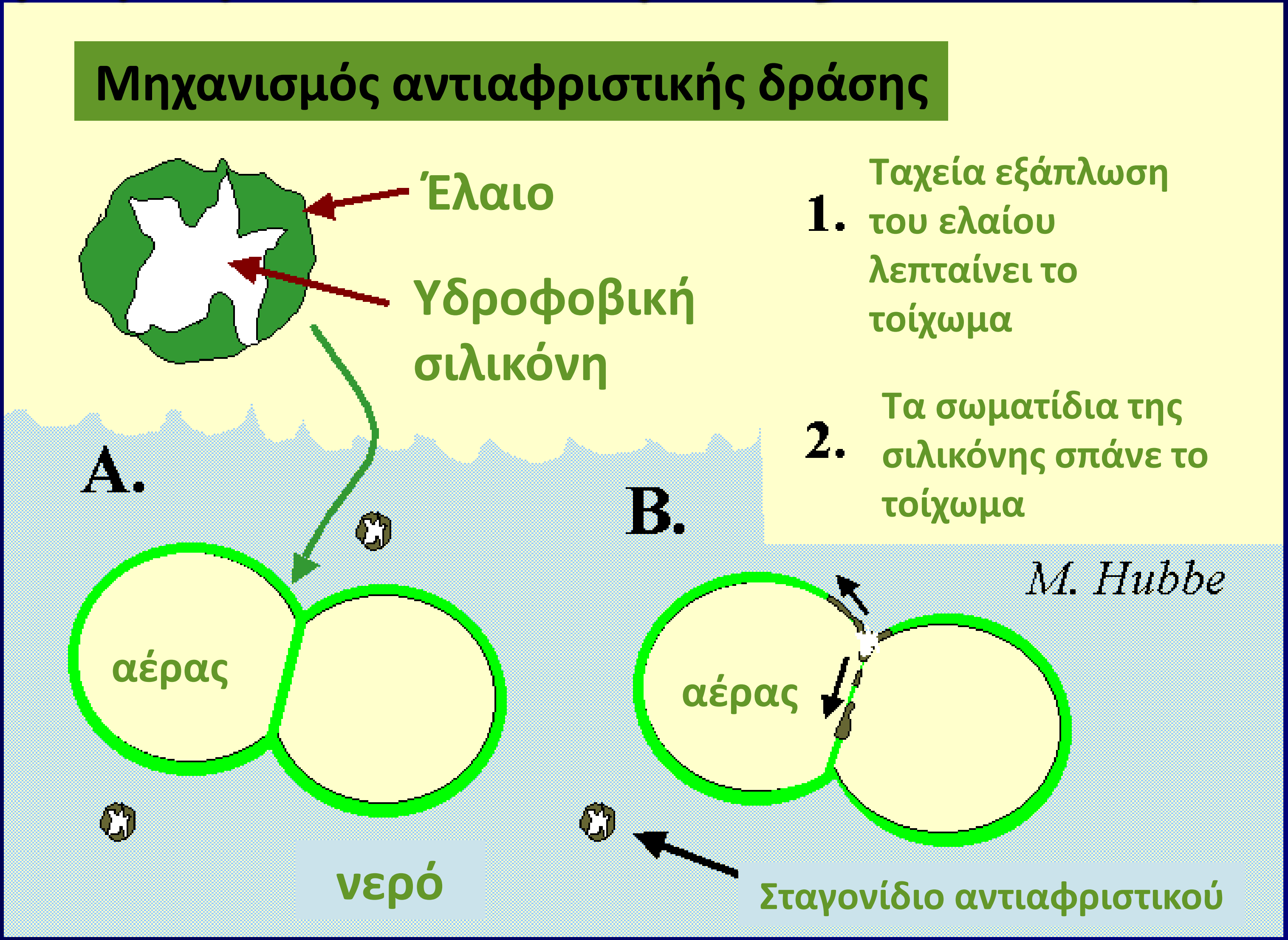
Π.χ.

Πολυδιμεθυλοσιλοξάνιο

[Dimethyl polysiloxane silicone oil]



Παραγωγή οινοπνεύματος από σταφίδα



Παραγωγή οινοπνεύματος από σταφίδα

Προετοιμασία της μαγιάς

- 15 Kg πιεστής μαγιάς ανά 70 m^3 σιροπιού (γλεύκους)
- 100% υγιή κύτταρα
- διασπείρεται σε νερό (πολτός) pH 2,5 (με H_2SO_4)
- αραιώνεται με γλεύκος 4-5 °Be (~200 L)
- προστίθεται στον κύριο αντιδραστήρα
- αρχίζει τροφοδοσία γλεύκους 5.5-6 °Be με ρυθμό ώστε °Be≥4,5

Παραγωγή οινοπνεύματος από σταφίδα

Προετοιμασία της μαγιάς

- υπό αυτές τις συνθήκες ευνοείται ελαφρώς ο πολλαπλασιασμός της μαγιάς, δηλαδή:
  - ✓ σχετικά χαμηλή συγκέντρωση σακχάρου
  - ✓ μικρός οινοπνευματικός βαθμός
  - ✓ σχετικά υψηλό pH (3,5-3,6)
  - ✓ προσθήκη αμμωνιακών-φωσφορικών αλάτων
- ακολουθεί ολοκλήρωση ζύμωσης (°Be~0)
- ακολουθεί διαχωρισμός της μαγιάς μετά από 2-3 h
- τελική ποιότητα μαγιάς 700-800 Kg

Παραγωγή οινοπνεύματος από σταφίδα

Αλκοολική ζύμωση

- Μεταφορά μαγιάς σε άλλο αντιδραστήρα
- Τροφοδοσία εκχυλίσματος σταφίδας
- Εφαρμογή διαφορετικών συνθηκών (για αποφυγή πολλαπλασιασμού μαγιάς & μεγαλύτερη απόδοση σε αιθανόλη):
    α. Όχι προσθήκη θρεπτικών αλάτων (N-P)
    β. Χαμηλότερο pH (3,2)
    γ. Αργή τροφοδοσία
    δ. Προσθήκη φορμόλης
- Διαχωρισμός και επαναχρησιμοποίηση της μαγιάς

Παραγωγή οινοπνεύματος από σταφίδα

Νέες τάσεις (Ομάδα Βιοτεχνολογίας Τροφίμων)

- **αντιδραστήρες συνεχούς λειτουργίας σε συνδυασμό με τεχνολογία ακινητοποιημένων κυττάρων:**

✓ Μεγάλες ταχύτητες αντίδρασης

✓ Μεγάλη πυκνότητα κυττάρων στους αντιδραστήρες

✓ Μεγάλη παραγωγικότητα (απόδοση/χρόνος)

✓ Ευκολότερος διαχωρισμός προϊόντων

Παραγωγή οινοπνεύματος από σταφίδα

Απόσταξη

- στήλες κλασματικής απόσταξης πολλών ορόφων
- συστοιχία στηλών (π.χ. τρεις)

    πρώτη: 80° οινόπνευμα
    δεύτερη: 90° οινόπνευμα
    τρίτη: τελική τιμή ~ 95° από αρχικό υγρό 7 °Be

- δυνατότητα παραλαβής και μίξης ουρών και κεφαλών: ημικαθαρό οινόπνευμα (φωτιστικό)

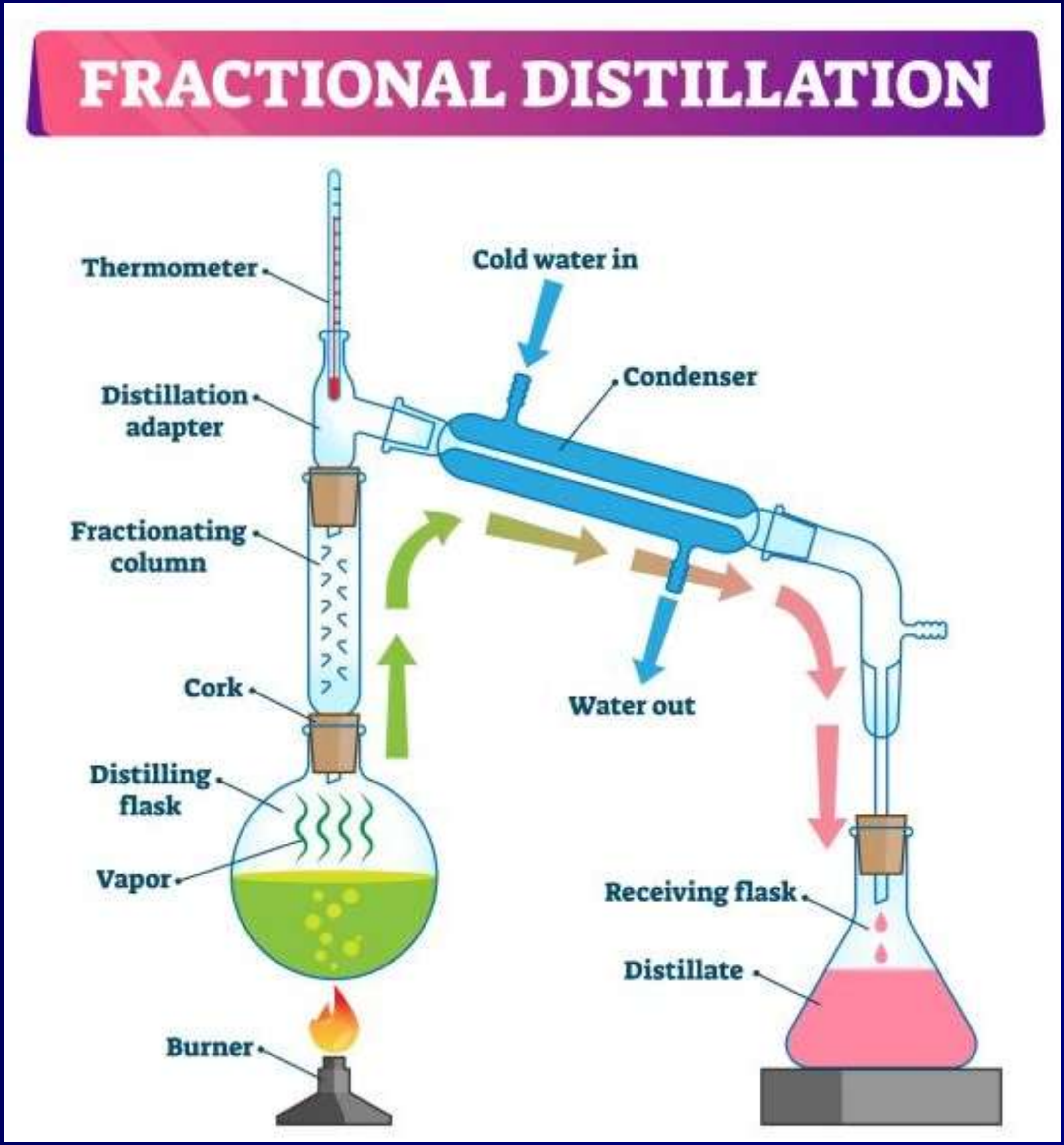
Παραγωγή οινοπνεύματος από σταφίδα

Απόσταξη

Απόσταξη υδατικών διαλυμάτων αιθανόλης δε μπορεί να δώσει πάνω από **95%** οινόπνευμα γιατί δημιουργείται «αζεοτροπικό μίγμα» (95% αιθανόλη - 5% νερό) που βράζει σε χαμηλότερη θερμοκρασία (78.15 °C) σε σχέση με τα επιμέρους συστατικά του (78,5 η αλκοόλη και 100 °C νερό)

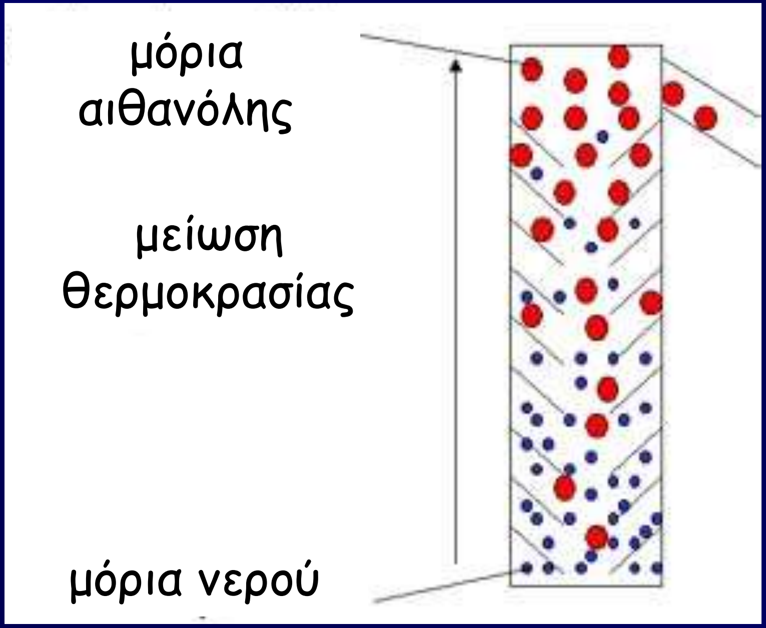
Παραγωγή οινοπνεύματος

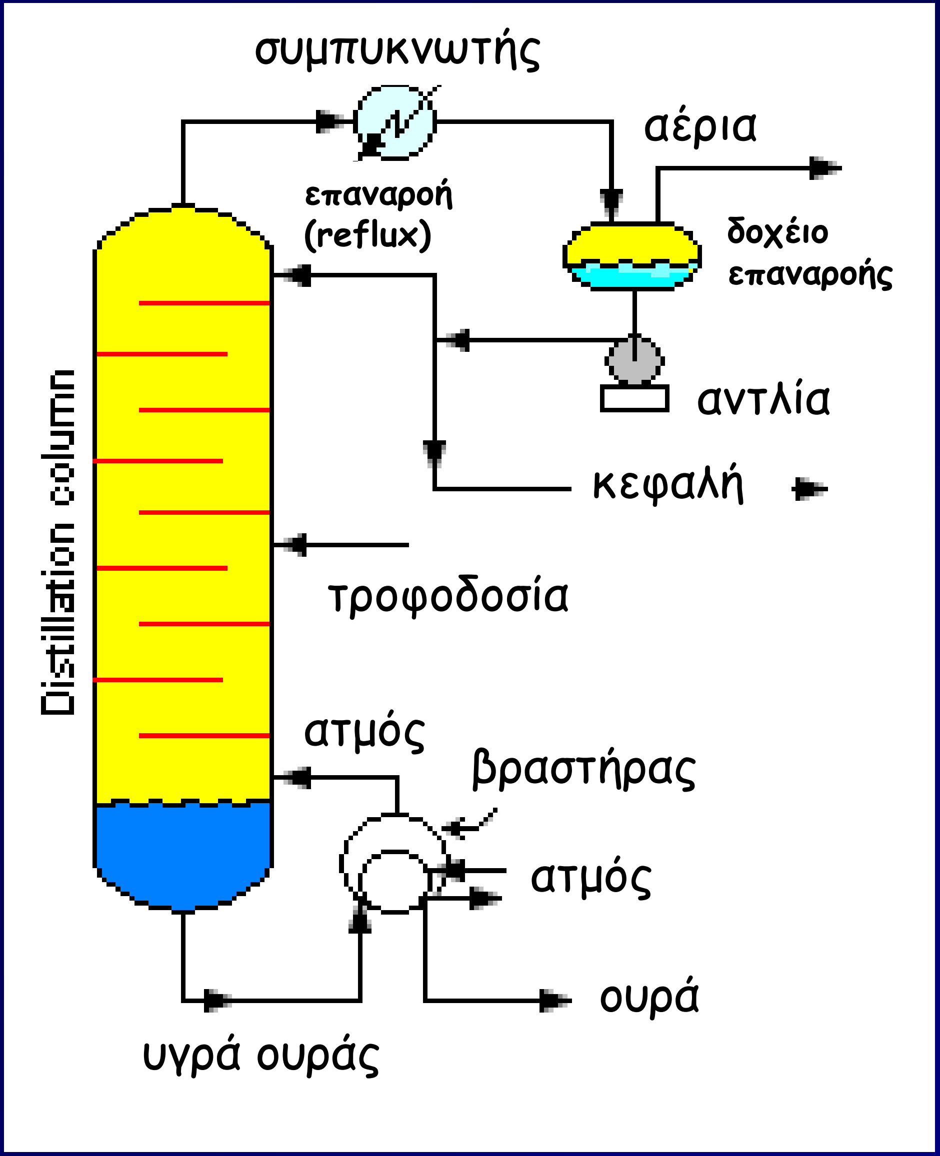
Κλασματική απόσταξη



Παραγωγή οινοπνεύματος

Κλασματική απόσταξη





Αποστακτήρια

Μονάδα παραγωγής αλκοόλης (στήλες κλασματικής απόσταξης)

https://www.sitsonindia.com/Sections/Products/Distillery/distillery.html

Αποστακτήριο ουίσκι

https://www.micetcraft.com/whiskey-distillery-guide/

ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΑΠΟΣΤΑΚΤΗΡΑΣ ΑΛΚΟΟΛΗΣ 1000 L ΑΣΥΝΕΧΟΥΣ ΑΠΟΣΤΑΞΗΣ ΜΕ ΣΤΗΛΗ ΕΠΑΝΑΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ ΑΝΟΡΘΩΜΕΝΗ ΠΑΡΑΠΛΕΥΡΩΣ ΤΟΥ ΛΕΒΗΤΑ

ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΑΠΟΣΤΑΚΤΗΡΑΣ ΤΣΙΠΟΥΡΟΥ 1000 L ΑΣΥΝΕΧΟΥΣ ΑΠΟΣΤΑΞΕΩΣ ΜΕ ΕΝΣΩΜΑΤΩΜΕΝΗ ΣΤΗΛΗ ΕΠΑΝΑΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ

https://kazania-tsipourou.gr/kazania-gia-tipouro/viomichanikoi-apostaktires-potopoiias-apostagmatopoiias/

Παραγωγή οινοπνεύματος από μελάσα

- δεν χρειάζεται εγκατάσταση εκχύλισης
- pH διαλυμάτων μελάσας 4,7
- προσθήκη αμμωνιακών & φωσφορικών αλάτων
- πυκνότητα διαλυμάτων 10^{o}Be
- παραμονή αζύμωτου σακχάρου (ραφινόζη)
- ζύμωση χωρίς αποστείρωση

Παραγωγή οινοπνεύματος από πατάτες

Σύσταση πατάτας

	Μέσος όρος	Περιοχή
α. νερό	75	68-85
β. αζωτούχα συστατικά (πρωτεΐνες)	2	0,7-3,7
γ. λίπος	0,15	0,04-1,0
δ. ίνες	1	0,5-1,9
ε. τέφρα	1	0,5-1,9
ζ. ουσίες που δεν περιέχουν άζωτο	20,85 (18% άμυλο)	19,5-23

Παραγωγή οινοπνεύματος από πατάτες

Υδρόλυση (σακχαροποίηση) αμύλου

Με αμυλολυτικά ένζυμα βύνης!

- 100 Kg πατάτες χρειάζονται 1,75-2 Kg κριθάρι

  - ✓ για 640 L οινόπνευμα χρειάζονται:
    - 5400 Kg πατάτες (17,5% άμυλο)
    - 90 Kg βύνη

Παραγωγή οινοπνεύματος από δημητριακά

- Κριθάρι, σιτάρι, καλαμπόκι (σακχαροποίηση με 4-10% βύνη). Σύσταση:

	σιτάρι	κριθάρι	καλαμπόκι
νερό	13,65	13,00	13,32
πρωτεΐνες	12,35	10,00	9,68
λίπος	1,75	2,10	5,09
χνούδι	2,53	4,60	2,65
τέφρα	1,81	2,20	1,47
Μη αζωτούχα συστατικά	67,91	68,10	67,89
άμυλο	65	50-55	60-63

Μαγιά αρτοποιίας

- *Saccharomyces cerevisiae*
- 10.000 τn/έτος στην Ελλάδα
- Συνθήκες πολλαπλασιασμού:
  - θρεπτικό μέσο: αραιά διαλύματα μελάσας
  - υψηλό pH
  - έντονη παροχή αέρα
  - προσθήκη μεγάλων ποσοτήτων αμμωνιακών-φωσφορικών αλάτων

Μαγιά αρτοποιίας

Στάδια παραγωγής

α. Απομόνωση υγιών κυττάρων

β. Παρασκευή αρχικής καλλιέργειας 0,5-1 Kg

γ. Παρασκευή "ποδαριού" σε προζυμωτήρα:

- ✓ 500 Kg ποδάρι για 10.000 Kg πιεστής ζύμης

δ. Τελική ζύμωση σε αντιδραστήρα με διαβίβαση αέρα

Μαγιά αρτοποιίας

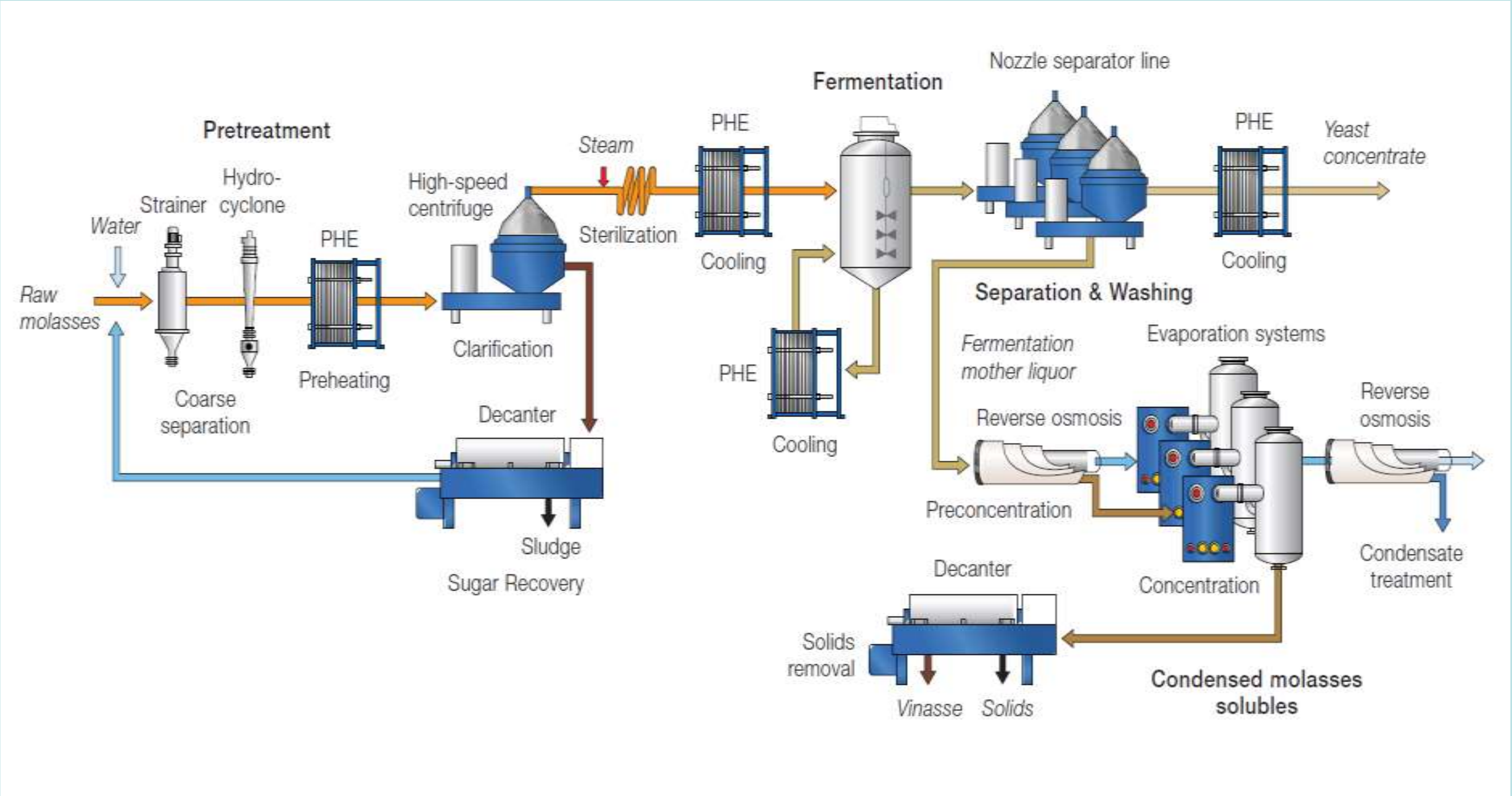
Στάδια παραγωγής

ε. Συνεχής ψύξη του πολτού στους 32°C με εναλλάκτες

στ. Διαχωρισμός της ζύμης & διήθηση προς πιεστή με ηθμοπιεστήρια (φιλτρόπρεσσες) ή περιστρεφόμενα φίλτρα κενού

ζ. Συσκευασία

Βασικά στάδια της διαδικασίας παραγωγής μαγιάς

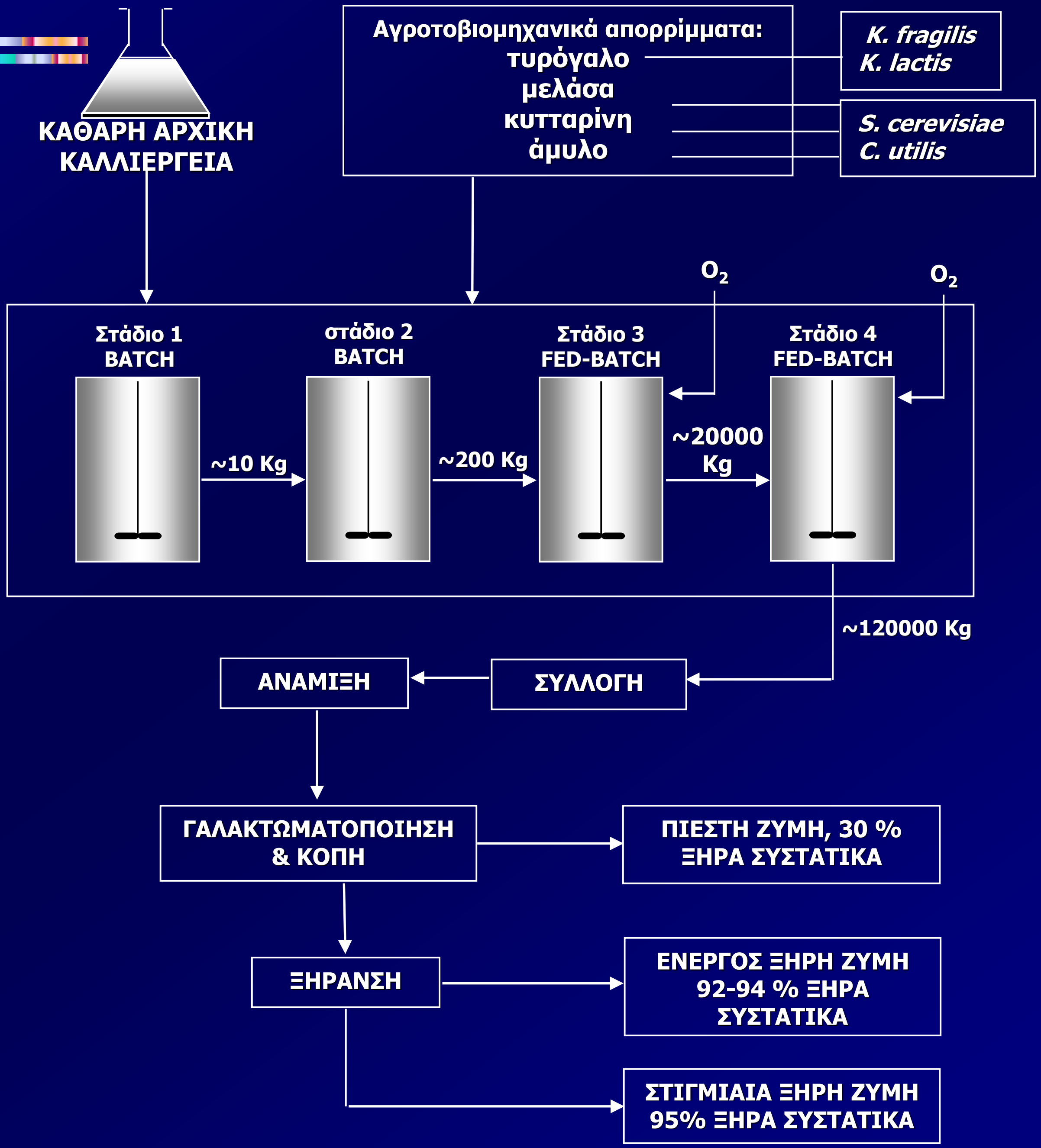


Video: https://bailunbio.en.made-in-china.com/product/UZJfVQiTTYaM/China-Baker-s-Yeast-Production-Line-with-100-Gallon-Primary-Large-Scale-Industrial-Conical-Stainless-Steel.html

https://www.alfalaval.com/industries/food-dairy-beverage/food-processing/yeast-production/

Μαγιά αρτοποιίας

Στάδια παραγωγής



Ευχαριστώ !