

ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΟΙΝΟΠΝΕΥΜΑΤΟΣ ΑΠΟ ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ

&

ΜΑΓΙΑ ΑΡΤΟΠΟΙΙΑΣ

ΑΡΓΥΡΩ ΜΠΕΚΑΤΩΡΟΥ, PhD

ΕΠΙΚ. ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΧΗΜΕΙΑΣ, ΠΑΝ/ΜΙΟΥ ΠΑΤΡΩΝ

ΠΑΤΡΑ 2023

Παραγωγή οينوπνεύματος από σταφίδα

Η σταφίδα στην Ελλάδα:

Βρώσιμες ποικιλίες:

Σουλτανίνα

Μαύρη Κορινθιακή

(τρεχούμενα)

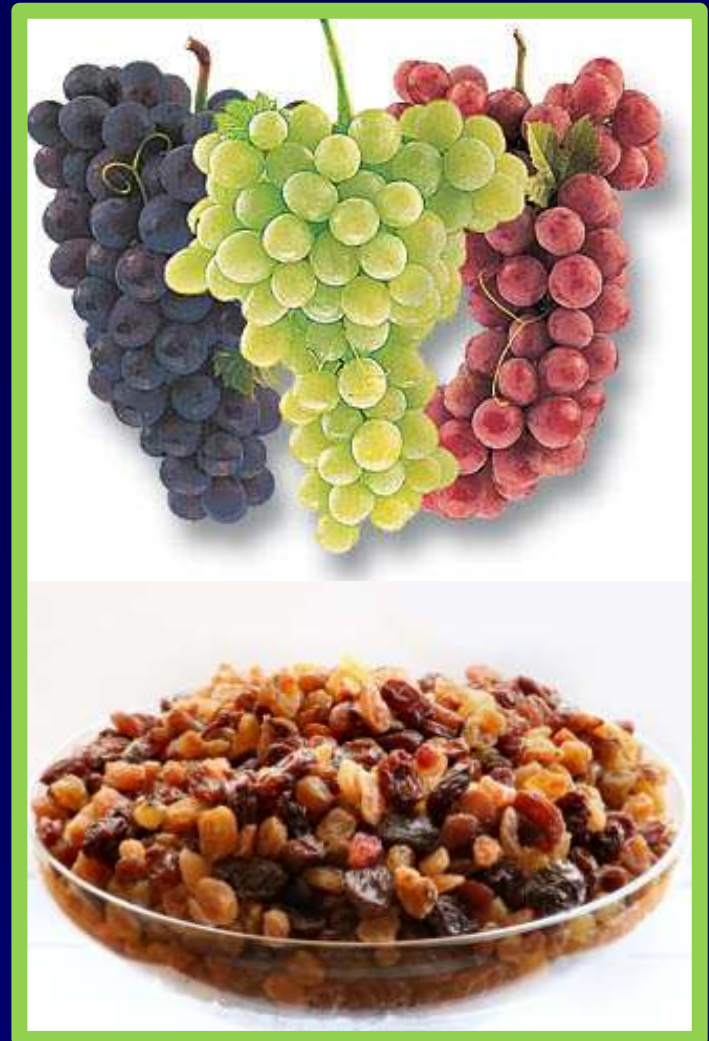
Ποικιλίες

οينوπνευματοποίησης:

Χονδράδα

Ποιοτική διαλογή

Ψιλά



Παραγωγή οينوπνεύματος 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 οينوπνευματικού υγρού
- 7) απόσταξης σε στήλες κλασματικής απόσταξης (95 % αλκοόλη)

Παραγωγή οينوπνεύματος 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 οينوπνεύματος από σταφίδα

2) Εκχύλιση

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

Παραγωγή οينوπνεύματος 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 οينوπνεύματος 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 οينوπνεύματος 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 οينوπνεύματος 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 οينوπνεύματος 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)

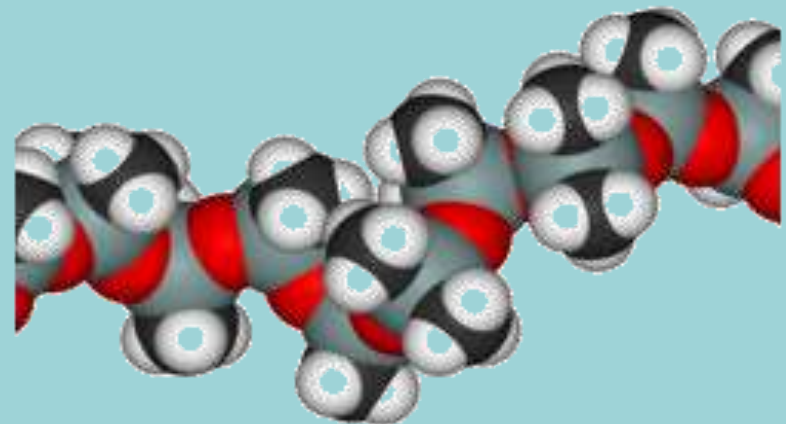
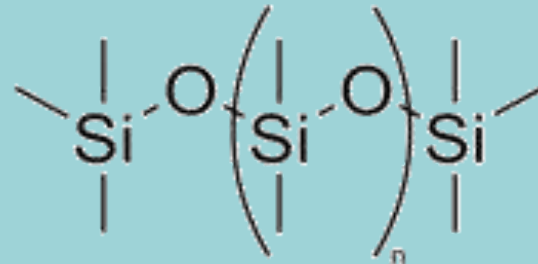
Παραγωγή οينوπνεύματος από σταφίδα

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

Π.χ.

Πολυδιμεθυλοσιλοξάνιο

[Dimethyl polysiloxane
silicone oil]

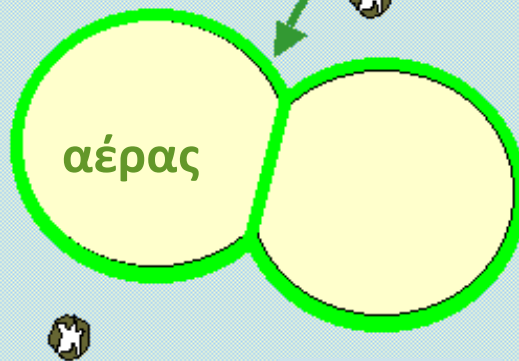


Παραγωγή οينوπνεύματος από σταφίδα

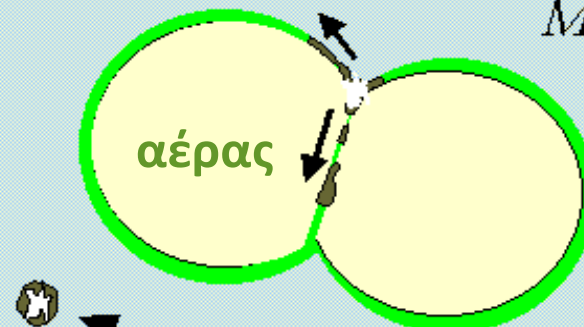
Μηχανισμός αντιαφριστικής δράσης



A.



B.



1. Ταχεία εξάπλωση
του ελαίου
λεπταίνει το
τοίχωμα

2. Τα σωματίδια της
σιλικόνης σπάνε το
τοίχωμα

M. Hubbe

Παραγωγή οينوπνεύματος από σταφίδα

Προετοιμασία της μαγιάς

- 15 Kg πιεστής μαγιάς ανά 70 m³ σιροπιού (γλεύκους)
- 100% υγιή κύτταρα
- διασπείρεται σε νερό (πολτός) pH 2,5 (με H₂SO₄)
- 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 οينوπνεύματος από σταφίδα

Προετοιμασία της μαγιάς

- υπό αυτές τις συνθήκες ευνοείται ελαφρώς ο πολλαπλασιασμός της μαγιάς, δηλαδή:
 - ✓ σχετικά χαμηλή συγκέντρωση σακχάρου
 - ✓ μικρός οينوπνευματικός βαθμός
 - ✓ σχετικά υψηλό pH (3,5-3,6)
 - ✓ προσθήκη αμμωνιακών-φωσφορικών αλάτων
- ακολουθεί ολοκλήρωση ζύμωσης ($^{\circ}\text{Be} \sim 0$)
- ακολουθεί διαχωρισμός της μαγιάς μετά από 2-3 h
- τελική ποιότητα μαγιάς 700-800 Kg

Παραγωγή οينوπνεύματος 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 οينوπνεύματος 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 οινόπνεύματος 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 οινόπνεύματος από σταφίδα

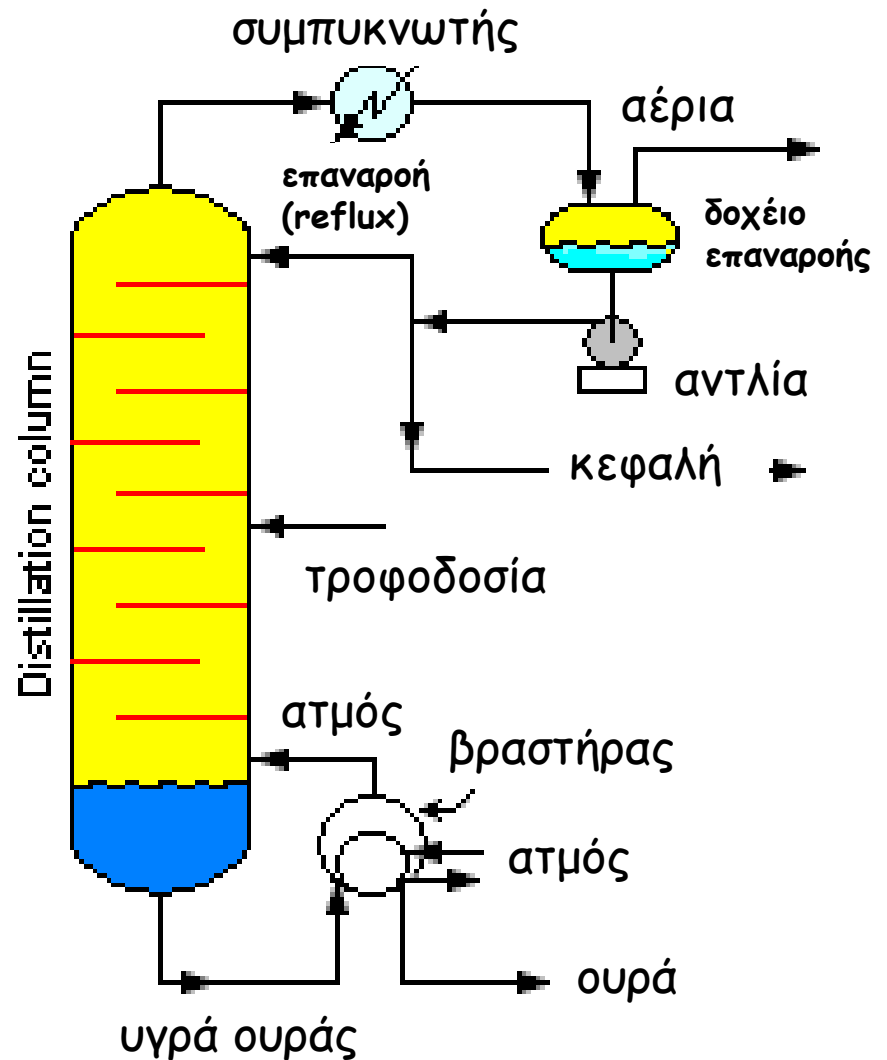
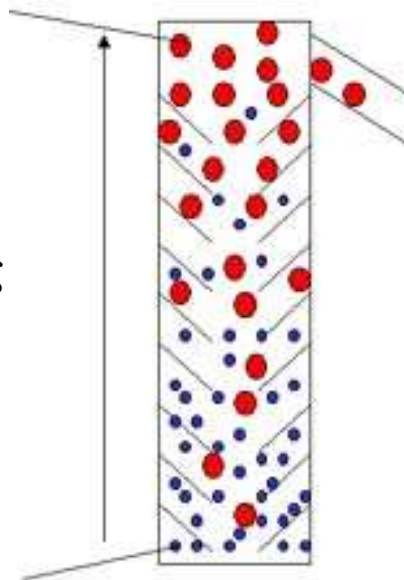
Απόσταξη

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)

μόρια
αιθανόλης

μείωση
θερμοκρασίας

μόρια νερού



Παραγωγή οينوπνεύματος από μελάσα

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

Παραγωγή οينوπνεύματος 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	<u>20,85 (18% άμυλο)</u>	19,5-23

Παραγωγή οινόπνεύματος 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 οينوπνεύματος 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	<u>65</u>	<u>50-55</u>	<u>60-63</u>

Μαγιά αρτοποιίας

- *Saccharomyces cerevisiae*
- 10.000 tn/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

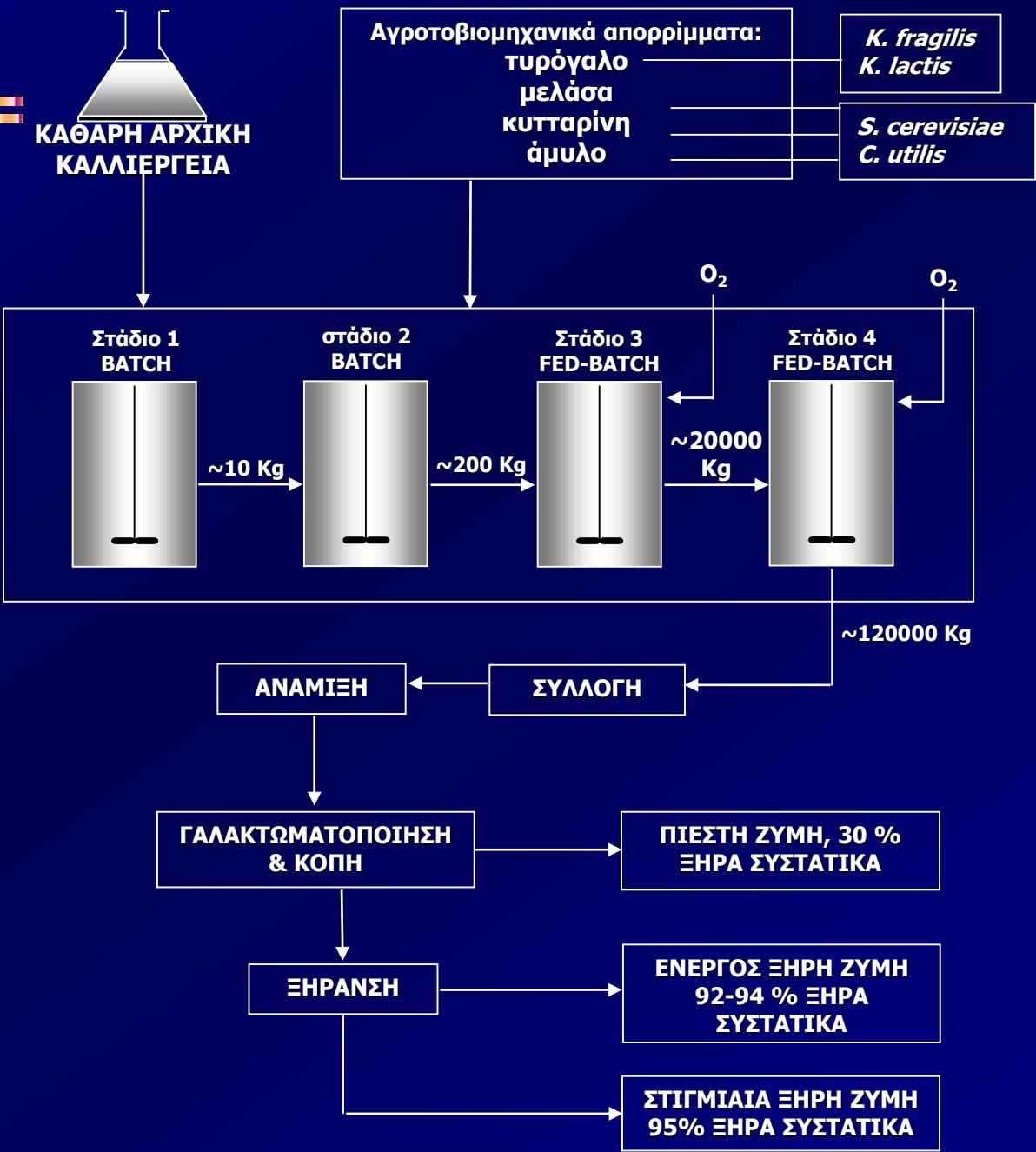
Στάδια παραγωγής

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

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

ζ. Συσκευασία

Μαγιά αρτοποιίας



Στάδια παραγωγής

Ευχαριστώ !