



Βασικές Διεργασίες Μηχανικής Τροφίμων

Ενότητα 3:

Ξήρανση (2/2), 1ΔΩ

Τμήμα: Επιστήμης Τροφίμων και Διατροφής Του Ανθρώπου

Σταύρος Π. Γιαννιώτης, Καθηγητής Μηχανικής Τροφίμων



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης





Μαθησιακοί Στόχοι

- Κύριοι τύποι ξηραντηρίων που χρησιμοποιούνται στην ξήρανση τροφίμων
- Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα τους
- Παραδείγματα προϊόντων



Λέξεις Κλειδιά

- Ομορροής
- Αντιρροής
- Εγκάρσια ροής
- Λυοφιλίωση
- Ρευστοποιημένη κλίνη



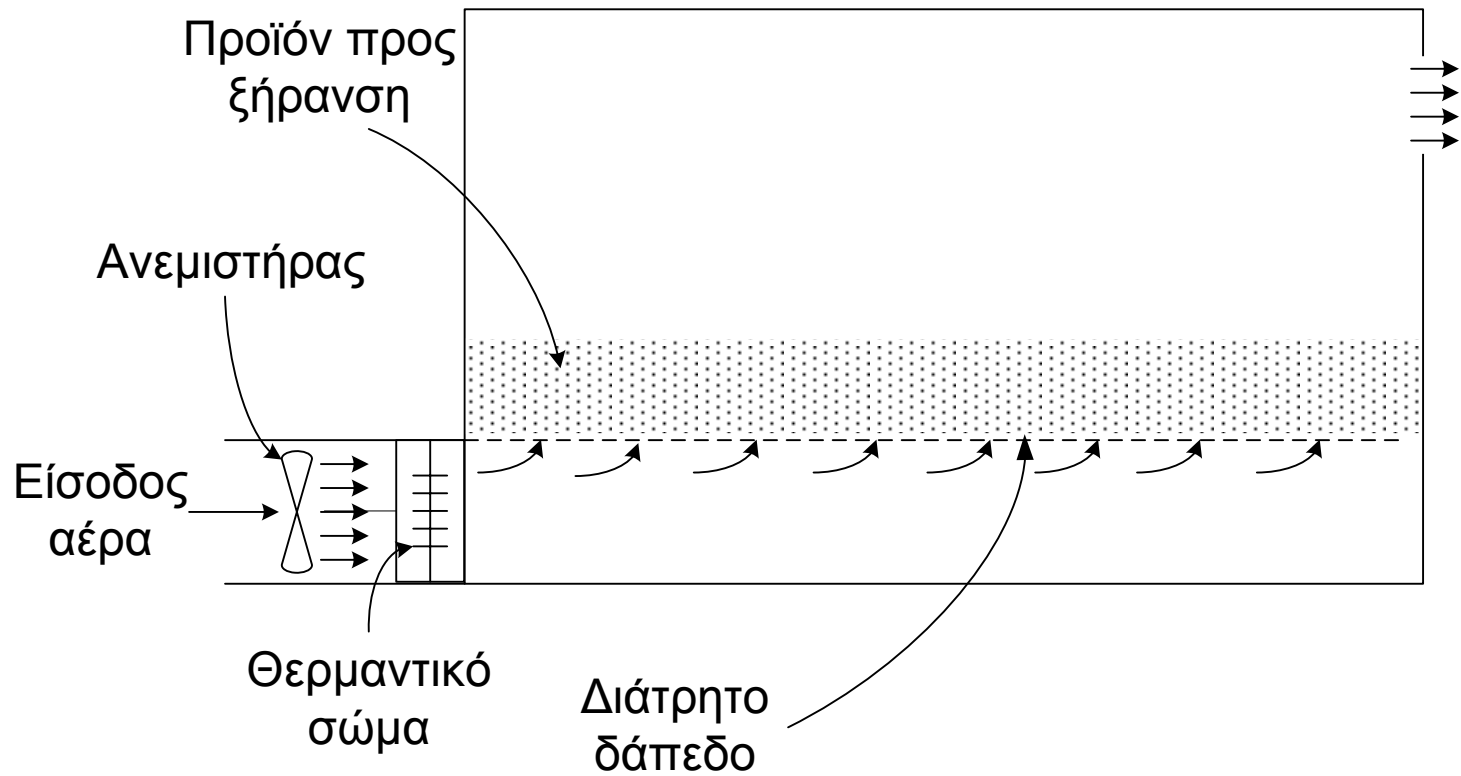
Ηλιακό Ξηραντήριο



Χρησιμοποιείται για ξήρανση σύκων, σταφίδας, βερίκοκων κλπ



Ξηραντήριο Θαλάμου 1/2





Ξηραντήριο Θαλάμου 2/2

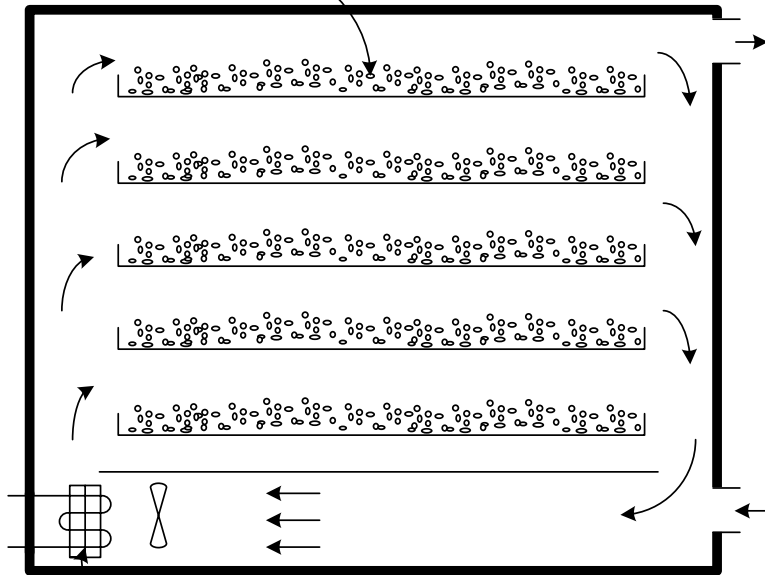
Χαρακτηριστικά

- Ασυνεχούς λειτουργίας
- Χαμηλού κόστους
- Εγκάρσιας ροής αέρα
- Κατάλληλο για ξήρανση στερεών προϊόντων π.χ. σπόρων, φρούτων, λαχανικών
- Κατάλληλο για το τελικό στάδιο της ξήρανσης προϊόντων που έχουν αφυδατωθεί μερικώς σε άλλα πιο ακριβά ξηραντήρια



Ξηραντήριο με Ράφια 1/2

Προϊόν



Θερμαντικό
σώμα αέρα





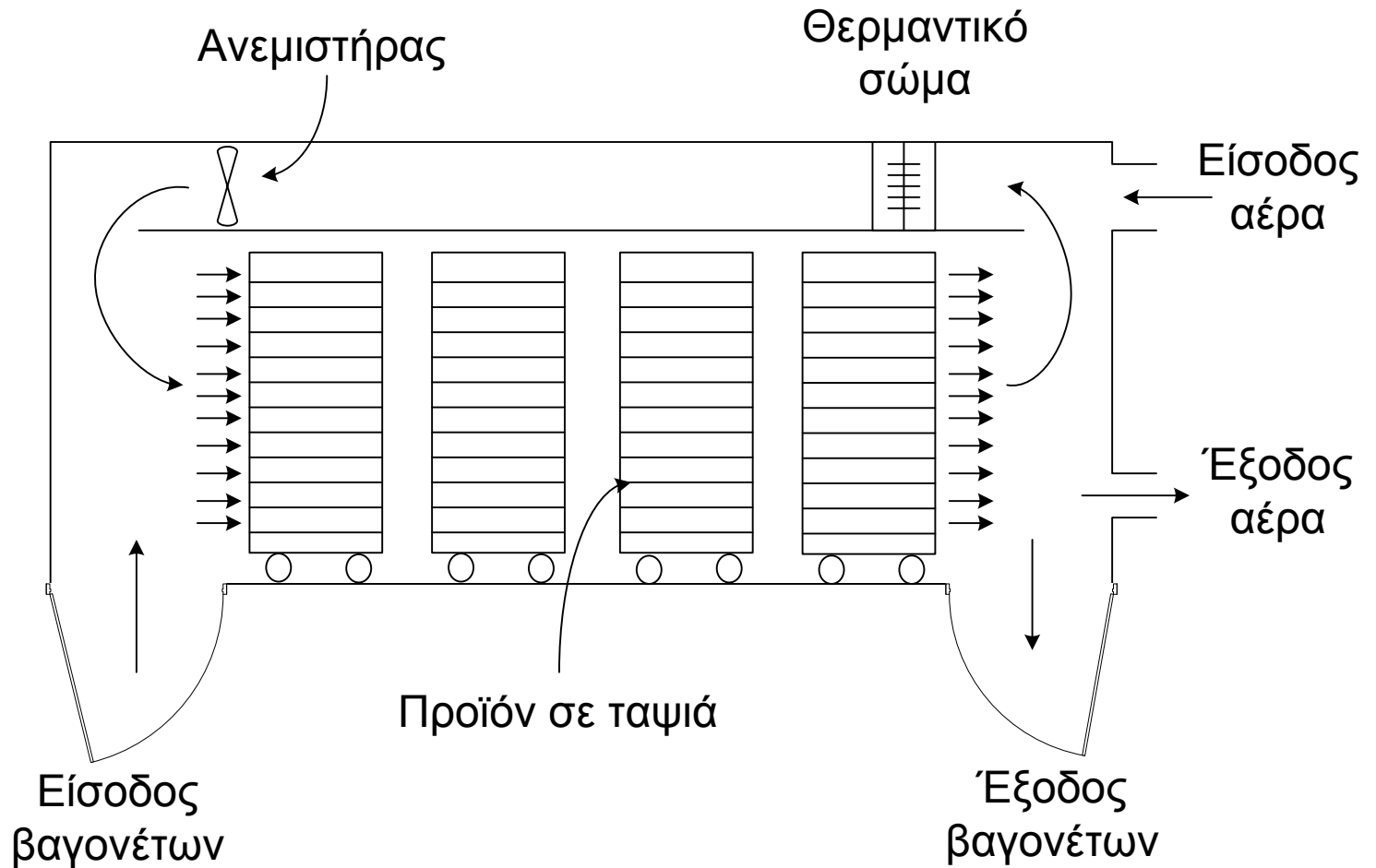
Ξηραντήριο με Ράφια ^{2/2}

Χαρακτηριστικά

- Ασυνεχούς λειτουργίας
- Ροή αέρα παράλληλα προς την επιφάνεια του προϊόντος ή εγκάρσιας ροής
- Ταχύτητα αέρα 2-5 m/s
- Κατάλληλο για ξήρανση στερεών προϊόντων π.χ. φρούτων και λαχανικών
- Απαιτούμενος χρόνος ξήρανσης 10-20 ώρες



Ξηραντήριο Τύπου Σήραγγας 1/2





Ξηραντήριο Τύπου Σήραγγας ^{2/2}

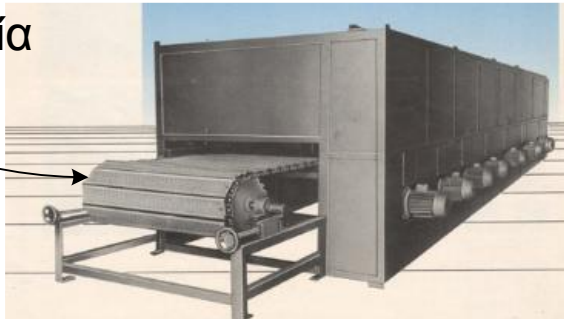
Χαρακτηριστικά

- Μήκος έως και 20 m
- Ομοροής ή αντιροής
- Σε τακτά διαστήματα εισέρχεται ένα βαγονέτο στην αρχή και ταυτόχρονα απομακρύνεται ένα βαγονέτο από το τέλος
- Κατάλληλο για ξήρανση στερεών προϊόντων π.χ. φρούτων και λαχανικών



Ξηραντήριο με Μεταφορική Ταινία 1/2

Ατέρμων ταινία



ΞΗΡΑΝΤΗΡΙΟ
ΔΥΟ ΟΡΟΦΩΝ



Ατέρμων ταινία



Ξηραντήριο με Μεταφορική Ταινία ^{2/2}

Χαρακτηριστικά

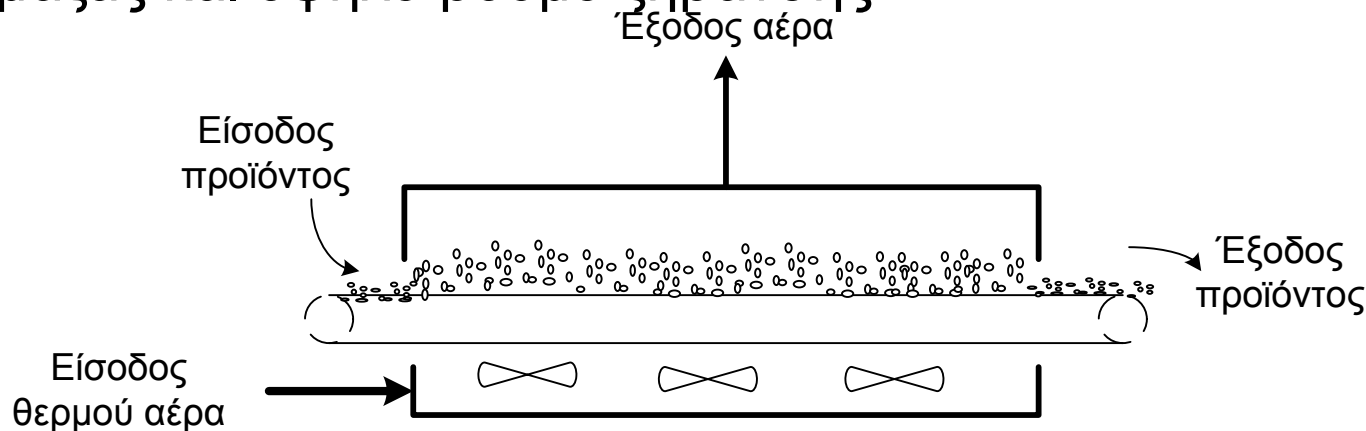
- Συνεχούς λειτουργίας
- Μήκος έως και 20 m
- Ομορροής ή αντιρροής ή εγκάρσιας ροής
- Κατάλληλο για ξήρανση στερεών προϊόντων π.χ. φρούτων και λαχανικών



Ξηραντήριο Ρευστοποιημένης Κλίνης

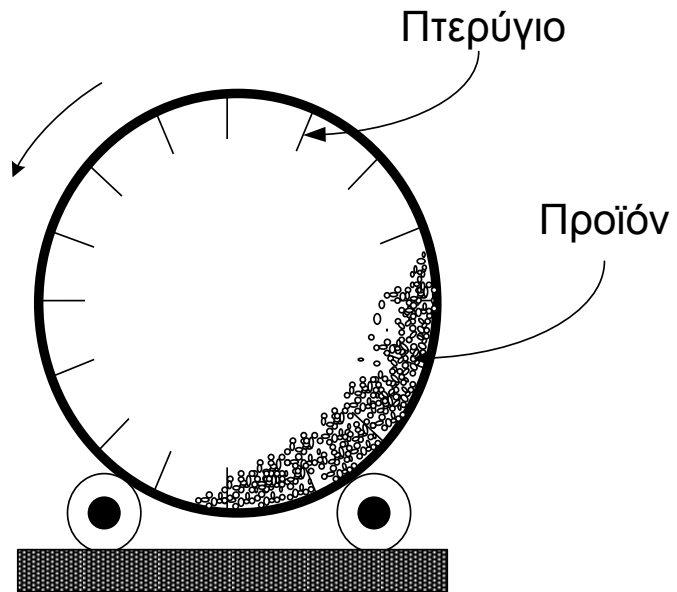
Χαρακτηριστικά

- Συνεχούς ή και ασυνεχούς λειτουργίας
- Κατάλληλο για ξήρανση κοκκοδών προϊόντων π.χ. κομμάτια φρούτων και λαχανικών, αρακά, καλαμπόκι
- Απαιτεί υψηλή ταχύτητα αέρα που εξαρτάται από το μέγεθος, την πυκνότητα και το σχήμα των τεμαχίων
- Επιτυγχάνει υψηλούς συντελεστές μεταφοράς θερμότητας και μάζας και υψηλό ρυθμό ξήρανσης





Ξηραντήριο Περιστρεφόμενου Κυλίνδρου 1/2



Περιστρεφόμενο
τύμπανο

Πτερύγιο



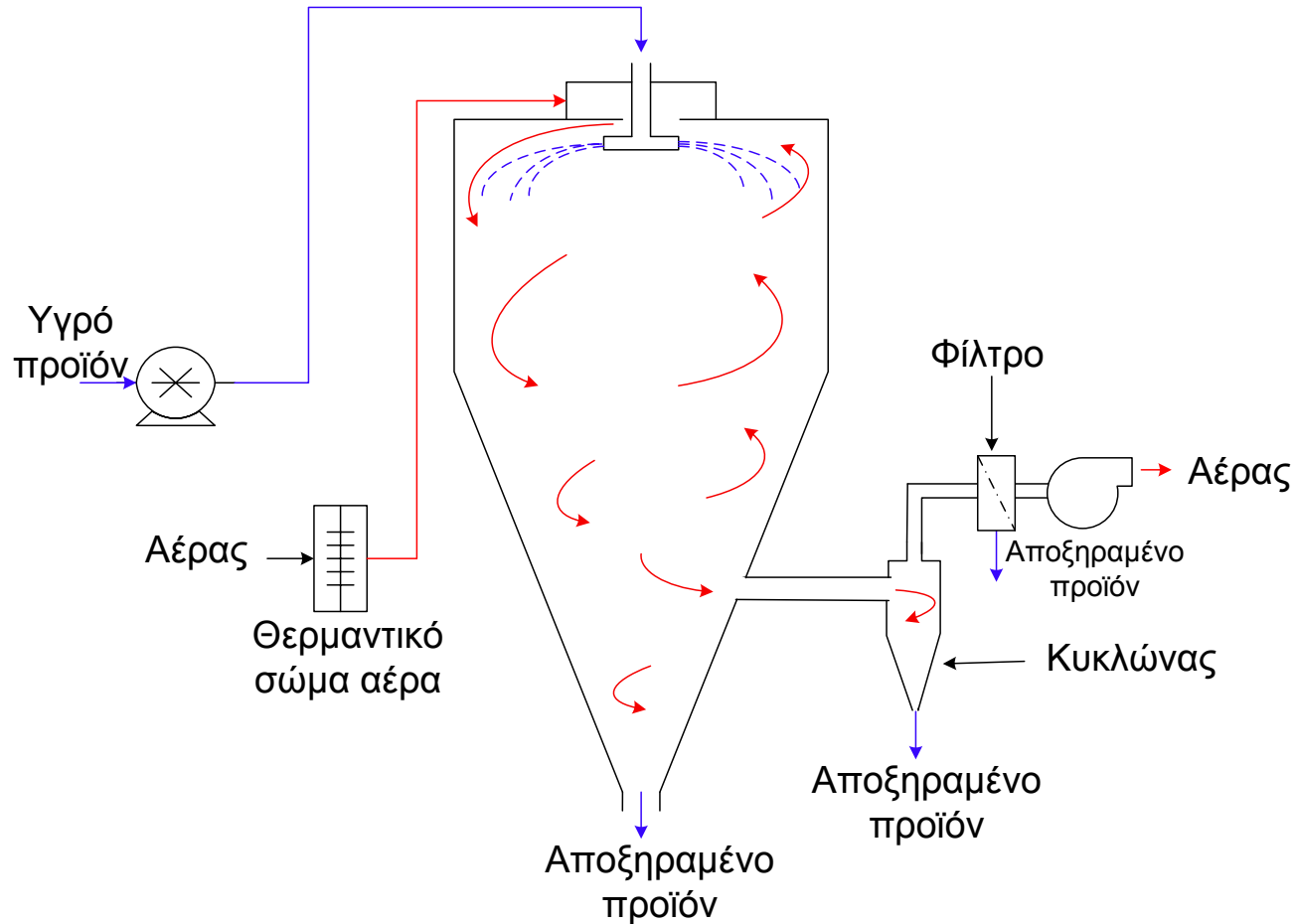
Ξηραντήριο Περιστρεφόμενου Κυλίνδρου 2/2

Χαρακτηριστικά

- Συνεχούς λειτουργίας
- Μήκος έως και 15 m και διαμέτρου περίπου 1,5 m με κατά μήκος κλίση του κυλίνδρου
- Ταχύτητα περιστροφής του κυλίνδρου 3-6 RPM
- Θερμαινόμενου αέρα ή θερμαινόμενου κυλινδρικού τοιχώματος
- Κατάλληλο για ξήρανση στερεών προϊόντων π.χ. φλοιούς εσπεριδοειδών της βιομηχανίας χυμών φρούτων, φλοιούς και σπόρους τομάτας κ ά.



Ξηραντήριο Ψεκασμού 1/3





Ξηραντήριο Ψεκασμού 2/3





Ξηραντήριο Ψεκασμού 3/3

Συστήματα ψεκασμού του υγρού τροφίμου

Με ακροφύσιο πίεσης



Με περιστρεφόμενο δίσκο
(3000-15000 RPM)





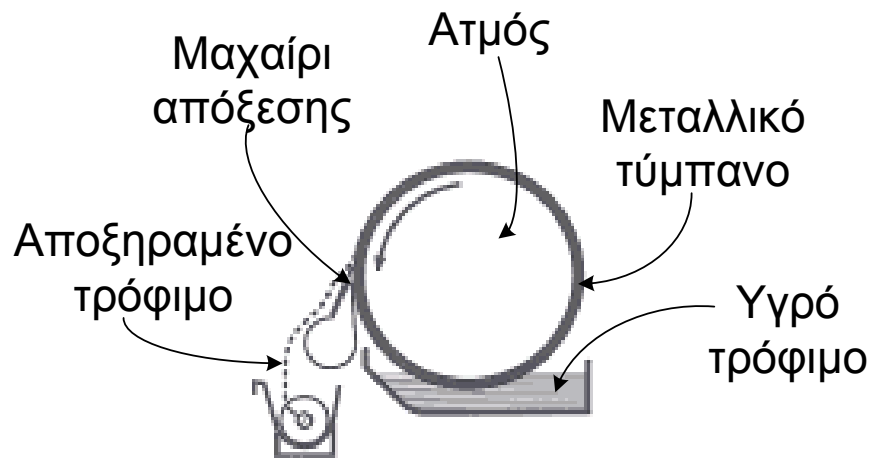
Ξηραντήριο Ψεκασμού

Χαρακτηριστικά

- Συνεχούς λειτουργίας
- Ομορροής ή αντιρροής
- Διάμετρος σταγονιδίων $< 0,5$ mm
- Θερμοκρασία αέρα στην είσοδο περίπου 200°C
- Θερμοκρασία αποξηραμένου προϊόντος στην έξοδο $< 80^{\circ}\text{C}$
- Χρόνος ξήρανσης 3-10 s
- Κατάλληλο για ξήρανση υγρών προϊόντων π.χ. γάλα, αυγό, στιγμιαίος καφές



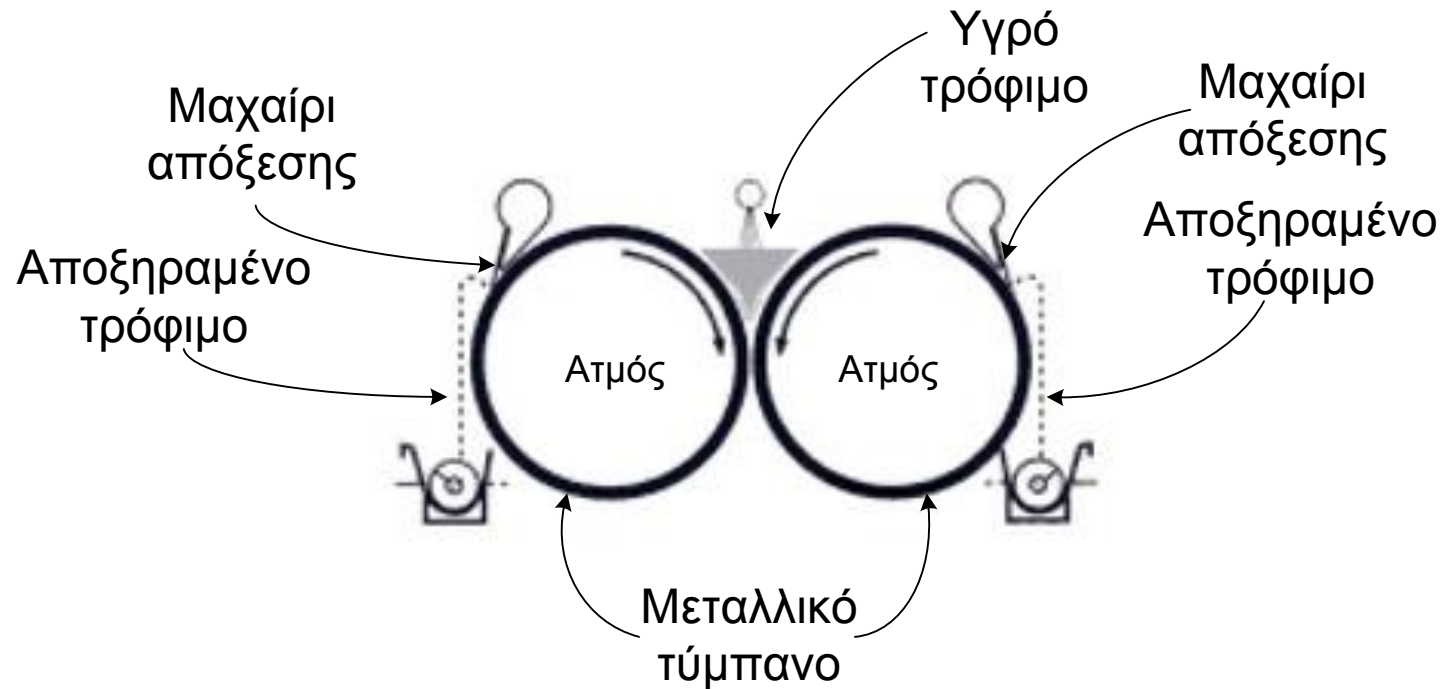
Ξηραντήριο Τυμπάνου 1/3





Ξηραντήριο Τυμπάνου 2/3

Ξηραντήριο με διπλό τύμπανο





Ξηραντήριο Τυμπάνου ^{3/3}

Χαρακτηριστικά

- Συνεχούς λειτουργίας
- Μήκος 1-3 m, διάμετρος 0,5-1,5 m, ταχύτητα περιστροφής 5-20 RPM
- Θερμοκρασία τυμπάνου 100-150°C
- Πάχος του υγρού τροφίμου επί της επιφάνειας του τυμπάνου <1,5 mm
- Κατάλληλο για ξήρανση υγρών προϊόντων και πολτών π.χ. γάλα, πουρέ πατάτας, πάστα τομάτας κ ά.
- Επηρεάζεται η γεύση και το χρώμα του προϊόντος λόγω της υψηλής θερμοκρασίας
- Από τις πιο φθηνές μεθόδους ξήρανσης



Ξηραντήριο κενού 1/2





Ξηραντήριο κενού ^{2/2}

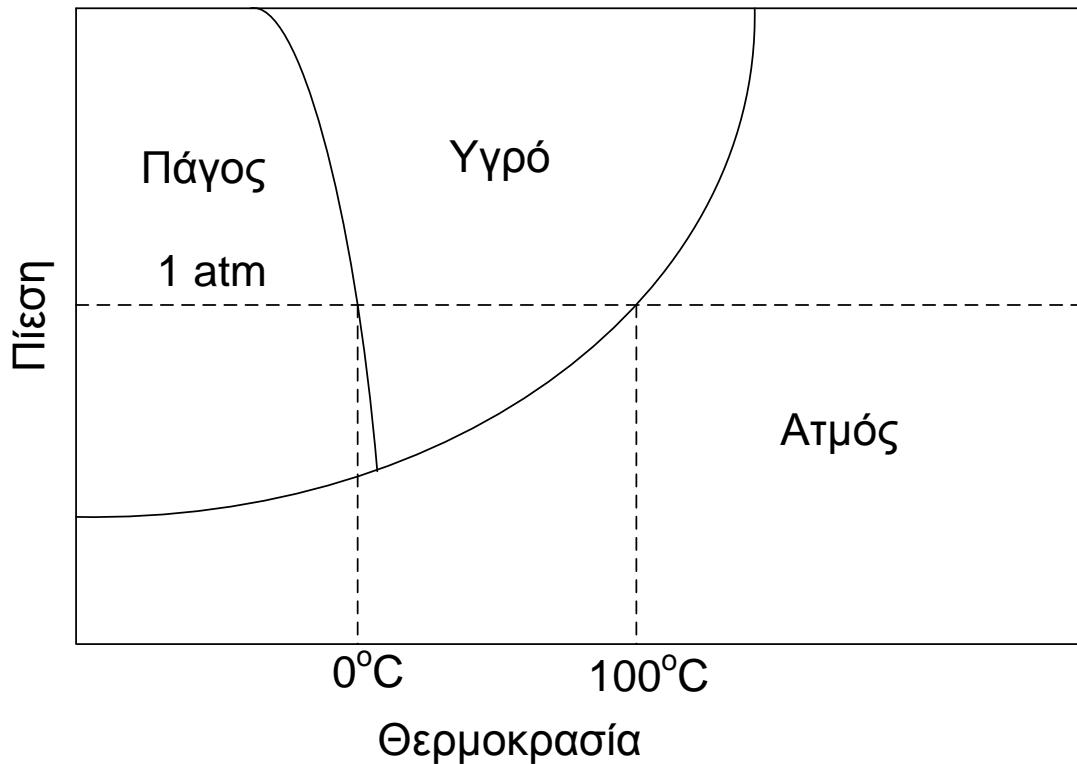
Χαρακτηριστικά

- Μπορεί να είναι με ράφια, τυμπάνου ή και ταινίας
- Κατάλληλο για ξήρανση προϊόντων ευαίσθητων στις υψηλές θερμοκρασίες
- Απαιτεί στιβαρή κατασκευή
- Μέθοδος ξήρανσης υψηλού κόστους



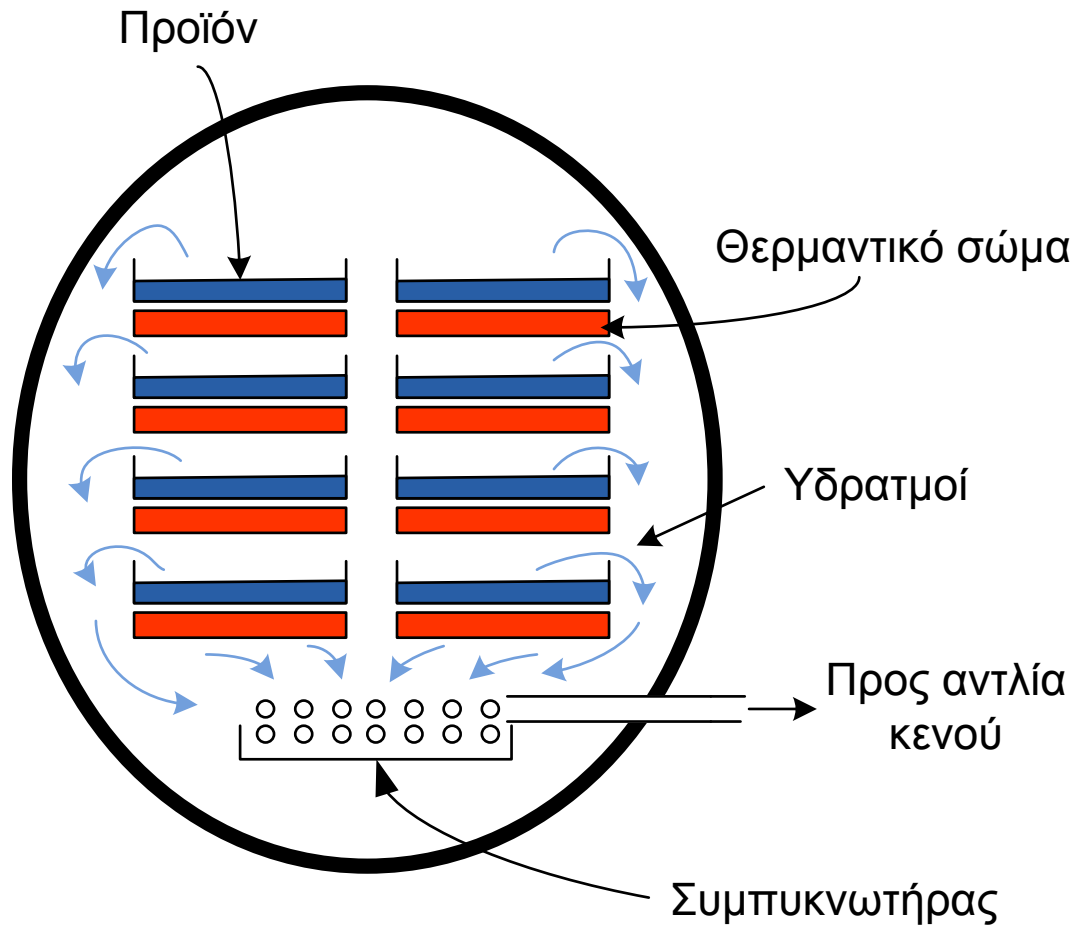
Ξήρανση υπό Κατάψυξη ή Λυοφιλίωση ^{1/5}

Διάγραμμα πίεσης-θερμοκρασίας του νερού





Ξήρανση υπό Κατάψυξη ή Λυοφιλίωση 2/5





Ξήρανση υπό Κατάψυξη ή Λυοφιλίωση ^{3/5}

Τεχνικά Χαρακτηριστικά

- Το προϊόν είναι κατεψυγμένο κατά τη διάρκεια της ξήρανσης (-5 έως -30°C)
- Η πίεση που επικρατεί στο εσωτερικό του ξηραντηρίου είναι της τάξεως των 100 μHg. Απαιτείται στιβαρή κατασκευή
- Το νερό απομακρύνεται από το προϊόν με εξάχνωση του πάγου
- Οι υδρατμοί συμπυκνώνονται στο συμπυκνωτήρα. Η θερμοκρασία στο συμπυκνωτήρα είναι <-30°C
- Απαιτούμενος χρόνος ξήρανσης περίπου 10 ώρες
- Μέθοδος ξήρανσης υψηλού κόστους



Ξήρανση υπό Κατάψυξη ή Λυοφιλίωση ^{4/5}

Χαρακτηριστικά Προϊόντων

- Μέθοδος κατάλληλη για ξήρανση προϊόντων υγρών ή και στερεών ευαίσθητων στις υψηλές θερμοκρασίες
- Το προϊόν διατηρεί το χρώμα του, το άρωμά του και το σχήμα του (προκειμένου για στερεά προϊόντα) και ενυδατώνεται εύκολα
- Χρησιμοποιείται για ξήρανση προϊόντων υψηλής αξίας π.χ. φράουλες, μανιτάρια, στιγμιαίος καφές, κ.ά.



Ξήρανση υπό Κατάψυξη ή Λυοφιλίωση ^{5/5}

Παράδειγμα προϊόντων που έχουν αφυδατωθεί υπό κατάψυξη





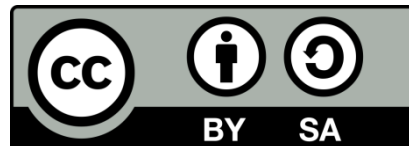
Βιβλιογραφία

- Σ. Γιαννιώτη, Παραδόσεις Μηχανικής Τροφίμων
- S. Yanniotis, Solving Problems in Food Engineering, Springer
- Χ. Λαζαρίδης, Μηχανική Τροφίμων, Εκδόσεις Γιαχούδη-Γιαπουλή
- P.R.Singh & D.R. Heldman, Introduction to Food Engineering, Academic Press, 2nd edition
- Mac Cabe & Smith, Βασικές Διεργασίες Χημικής Μηχανικής
- C. Geankoplis, Transport Processes and Unit Operations



Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδεια χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.





Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο την αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.





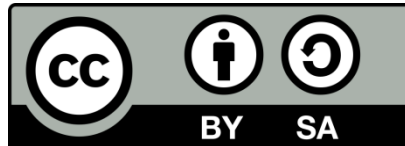
Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Επιστήμης Τροφίμων και Διατροφής του Ανθρώπου, Στάυρος Π. Γιαννιώτης. «Βασικές Διεργασίες Μηχανικής Τροφίμων». Έκδοση: 1.0. Αθήνα 2015. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση:
<https://mediasrv.aua.gr/eclass/courses/OCDFSHN108/>



Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Παρόμοια Διανομή 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων, π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



Η άδεια αυτή ανήκει στις άδειες που ακολουθούν τις προδιαγραφές του Ορισμού Ανοικτής Γνώσης [2], είναι ανοικτό πολιτιστικό έργο [3] και για το λόγο αυτό αποτελεί ανοικτό περιεχόμενο [4].

[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

[2] <http://opendefinition.org/okd/ellinika/>

[3] <http://freedomdefined.org/Definition/EI>

[4] <http://opendefinition.org/buttons/>



Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
 - το Σημείωμα Αδειοδότησης
 - τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
 - το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)
- μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.