



Βασικές Διεργασίες Μηχανικής Τροφίμων

Ενότητα 9: Εκβολή, 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



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ
πρόγραμμα για την ανάπτυξη





Μαθησιακοί Στόχοι

- Αρχή λειτουργίας εκβολέα
- Κύρια μέρη
- Παραγόμενα προϊόντα
- Επίδραση ορισμένων παραμέτρων στη λειτουργία του εκβολέα



Λέξεις Κλειδιά

- Μονού κοχλία
- Διπλού κοχλία
- Λόγος συμπίεσης
- Μήτρα εκβολέα
- Σημείο λειτουργίας



Παραδείγματα Προϊόντων Εκβολής

Δημητριακά πρωινού, snacks, ινώδεις φυτικές πρωτεΐνες, ζυμαρικά κ.ά.



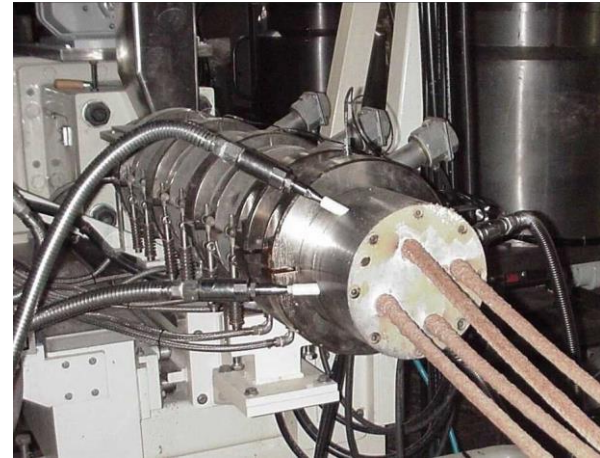


Εκβολέας ^{1/3}

- Διακρίνεται σε:
- Εκβολέα υψηλής θερμοκρασίας και πίεσης (cooking extruder)
- Εκβολέα χαμηλής θερμοκρασίας και πίεσης (forming extruder)



Εκβολέας 2/3

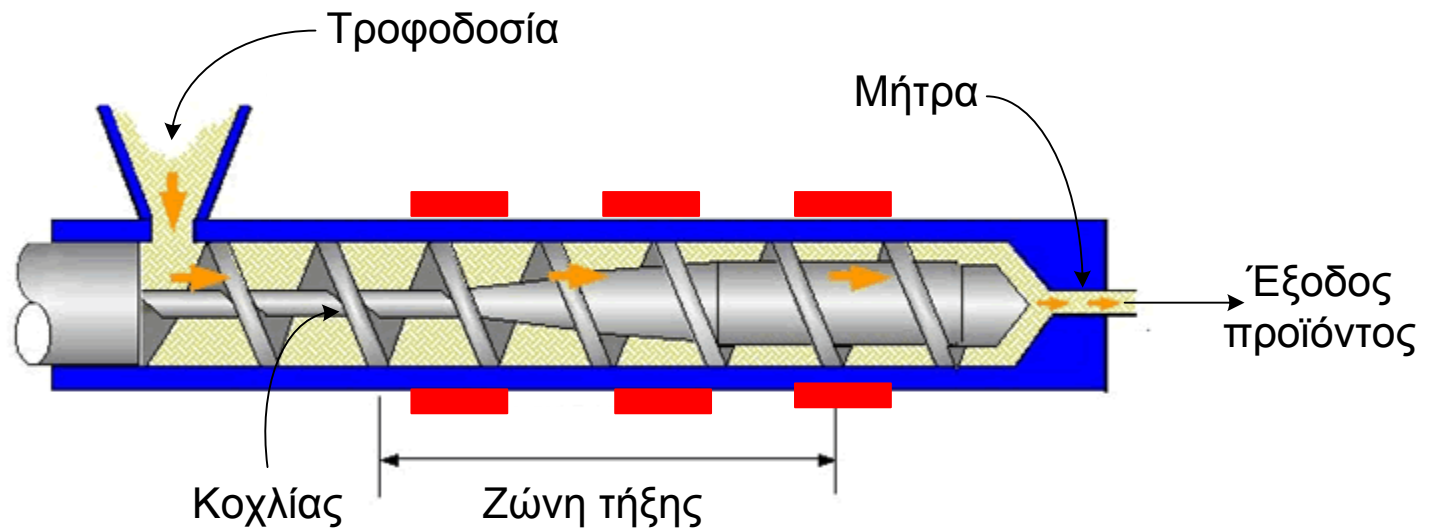




Εκβολέα 3/3

Κύρια μέρη

- Κύλινδρος
- Κοχλίας
- Μήτρα





Λειτουργία ^{1/2}

- Ο κοχλίας περιστρέφεται και προωθεί, συμπιέζει και αναμιγνύει τα υλικά.
- Η μίξη γίνεται κυρίως στο τελευταίο τμήμα του κοχλία όπου τα υλικά έχουν πλαστικοποιηθεί και οι διατμητικές δυνάμεις είναι μεγαλύτερες.
- Τα υλικά περιστρέφονται μαζί με τον κοχλία. Για μείωση της ολίσθησης στην εσωτερική επιφάνεια του κυλίνδρου, η επιφάνεια έχει αυλακώσεις.



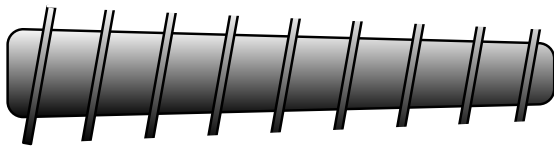
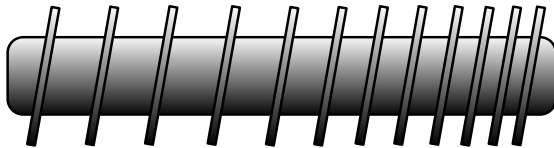
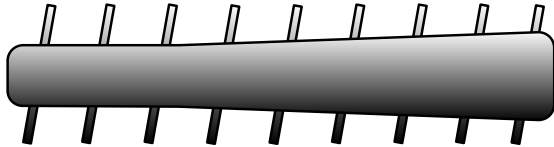
Λειτουργία 2/2

- Υπό τις συνθήκες υγρασίας, θερμοκρασίας και διατμητικών τάσεων που επικρατούν στον εκβολέα, οι κόκκοι αμύλου ανοίγουν και το άμυλο ζελατινοποιείται.
- Οι δεσμοί που συγκρατούν την τριτοταγή δομή στις πρωτεΐνες σπάνε, τα μόρια ξεδιπλώνουν, προσανατολίζονται κατά μήκος της ροής, δημιουργούνται νέοι δεσμοί και η πρωτεΐνη αποκτά ινώδη μορφή που ομοιάζει με αυτήν του κρέατος.



Κοχλίας

Απλός κοχλίας



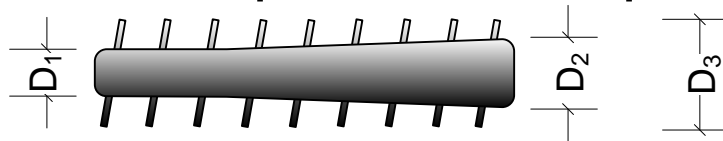
Διπλός κοχλίας



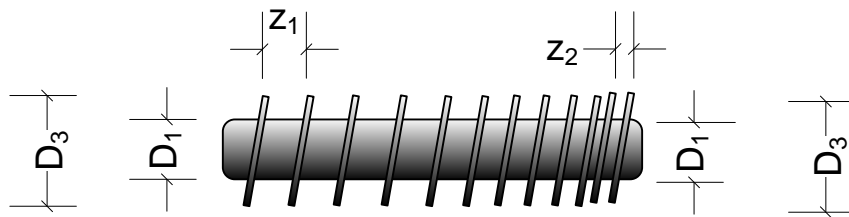


Λόγος Συμπίεσης

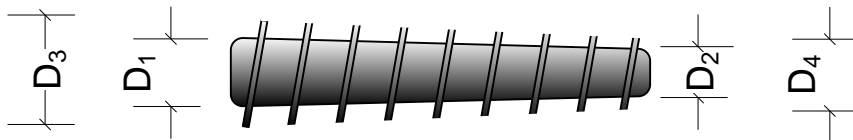
Ο λόγος συμπίεσης σε ένα εκβολέα απλού κοχλία είναι ίσος με το λόγο του όγκου μεταξύ του άξονα, του περιβλήματος και δύο διαδοχικών πτερυγίων στην είσοδο και την έξοδο του εκβολέα. Κυμαίνεται Συνήθως μεταξύ 2 και 4.



$$\Lambda\Sigma = \frac{D_3 - D_1}{D_3 - D_2}$$



$$\Lambda\Sigma = \frac{Z_1}{Z_2}$$



$$\Lambda\Sigma = \frac{D_3 - D_1}{D_4 - D_2}$$



Τροφοδότης

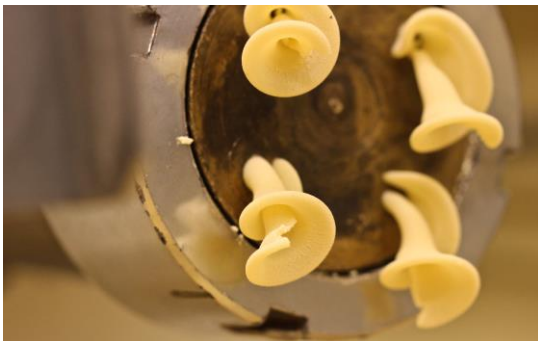
Προκειμένου να εξασφαλίζεται σταθερή παροχή υλικού στον κοχλία, ο εκβολέας είναι εφοδιασμένος με κατάλληλο σύστημα τροφοδοσίας





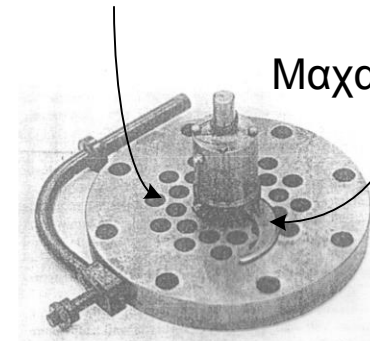
Μήτρα και Μαχαίρι

Ανοίγματα μήτρας για διάφορα προϊόντα



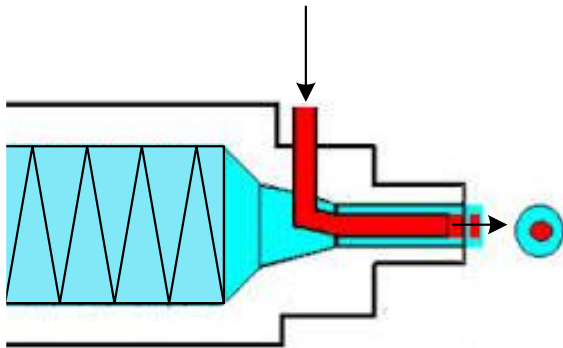
Οπές μήτρας

Μαχαίρι κοπής





Μήτρα για Εκβολή Δύο Συστατικών





Υφή του Προϊόντος

- Στον εκβολέα υψηλής θερμοκρασίας και πίεσης, κατά την έξοδο του τήγματος από τη μήτρα, η περιεχόμενη υγρασία είναι σε υπέρθερμη κατάσταση. εκτονώνεται και δημιουργείται αφρώδης δομή.

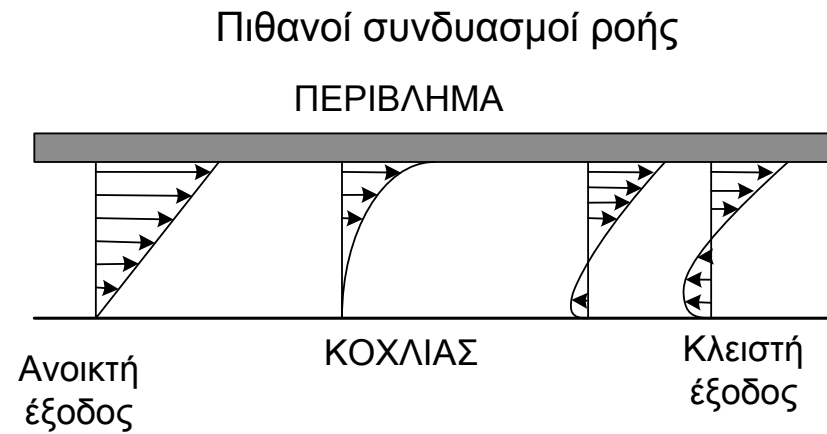


- Στον εκβολέα χαμηλής θερμοκρασίας και πίεσης γίνεται μόνο ζελατινοποίηση του αμύλου και σφηνιατοποίηση του προϊόντος.





Κατανομή της Ταχύτητας





Παράγοντες που Επηρεάζουν την Απαιτούμενη Ισχύ ^{1/2}

- Τριβή
- Φυσικές ιδιότητες της πρώτης ύλης
- Λόγος συμπίεσης
- Διάμετρος του κοχλίου
- Ταχύτητα του κοχλίου
- Θερμοκρασία
- Σχήμα της μήτρας

Η απορροφούμενη ισχύς επηρεάζει τις ιδιότητες του προϊόντος δοθέντος ότι μετατρέπεται κατά κύριο λόγο σε θερμότητα.



Παράγοντες που Επηρεάζουν την Απαιτούμενη Ισχύ ^{2/2}

- Σε γεωμετρικώς όμοιους κοχλίες που λειτουργούν στην ίδια πίεση εξόδου, η ισχύς (καθώς και η παροχή) αυξάνουν ως:

$$D_{\text{κοχλία}}^3$$

- Η παραγωγή θερμότητας στον εκβολέα εξαρτάται από τις στροφές του κοχλία ως:

$$RPM_{\text{κοχλία}}^{1+n}$$

- Η παροχή ως:

$$RPM_{\text{κοχλία}}^n$$

όπου:

D διάμετρος

RPM στροφές ανά λεπτό

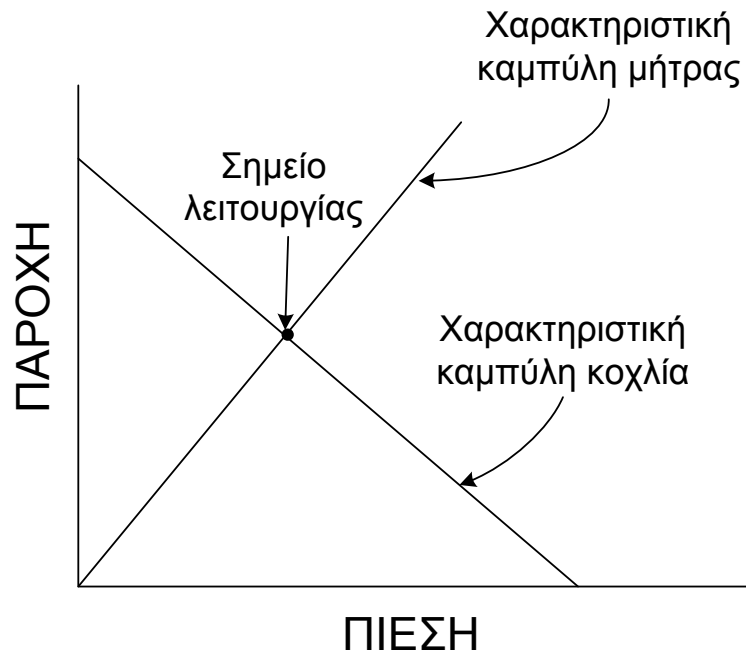
n δείκτης συμπεριφοράς ροής



Σημείο Λειτουργίας

Προσδιορισμός του Σημείου Λειτουργίας

1) Ροή στη μήτρα εκβολής



όπου:

Q παροχή

K σταθερά

n δείκτης συμπεριφοράς ροής

$$Q = K \Delta P^{1/n}$$

2) Ροή λόγω κοχλία

$$Q = K_1 N + K_2 \Delta P$$

όπου:

Q παροχή

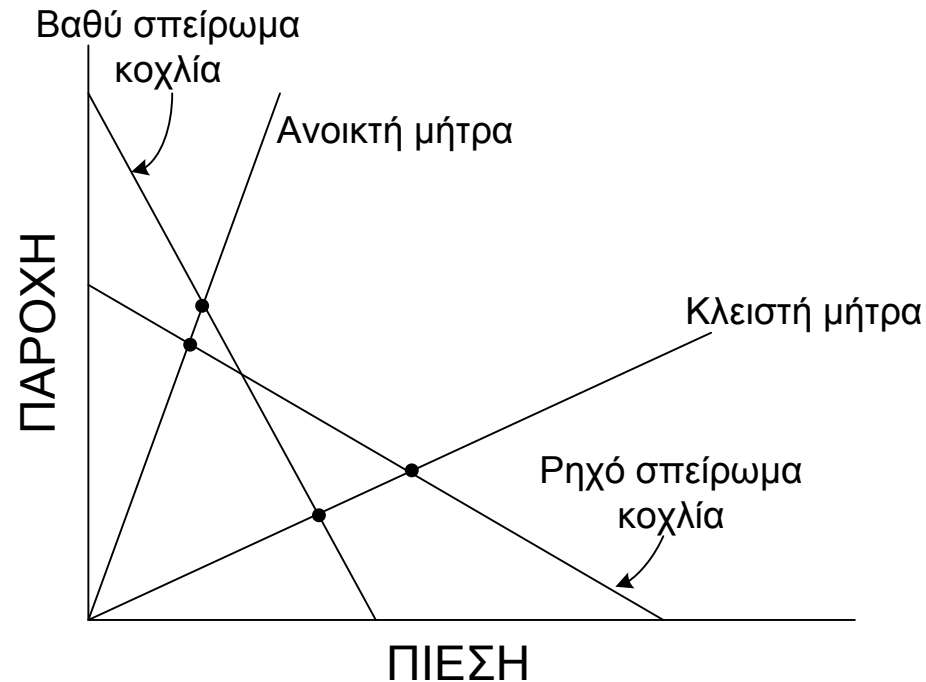
K_1, K_2 σταθερές

N αριθμός στροφών



Επίδραση Χαρακτηριστικών του Κοχλίου επί του Σημείου Λειτουργίας 1/3

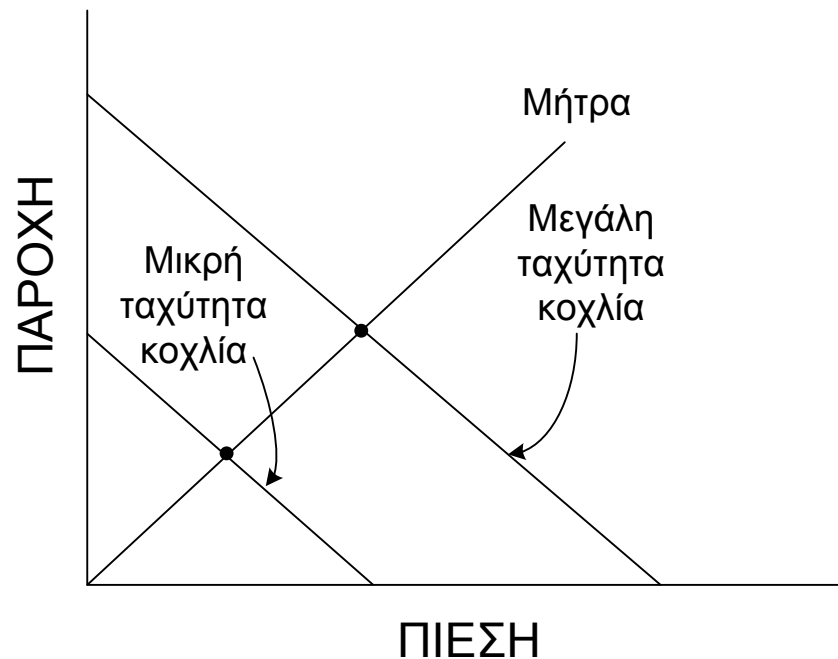
Επίδραση του ανοίγματος της μήτρας και του σπείρωματος του κοχλίου





Επίδραση Χαρακτηριστικών του Κοχλίου επί του Σημείου Λειτουργίας ^{2/3}

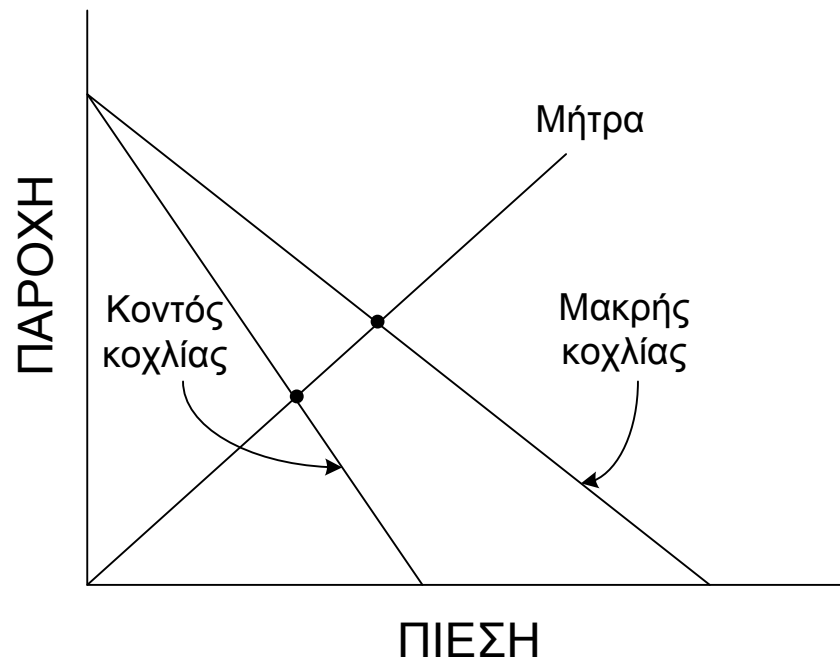
Επίδραση της ταχύτητας του κοχλίου





Επίδραση Χαρακτηριστικών του Κοχλίας επί του Σημείου Λειτουργίας 3/3

Επίδραση του μήκους του κοχλίας





Σύγκριση Εκβολέα με Μονό και με Διπλό Κοχλία

	Μονός κοχλίας	Διπλός κοχλίας
Λόγος Κόστος/Δυναμικότητα	1.0	1.5-2.0
Σχετικό κόστος συντήρησης	1.0	1.0-2.0
Λόγος Μήκος/Διάμετρο κοχλία	4-25	10-25
Υγρασία	12-35%	6% έως πολύ μεγάλη
Συστατικά	Ρεόντα κοκκώδη υλικά	Μεγάλο εύρος
Λειτουργική ευελιξία	Μικρή	Μεγάλη



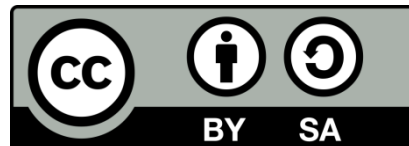
Βιβλιογραφία

- Σ. Γιαννιώτη, Παραδόσεις Μηχανικής Τροφίμων
- P.R.Singh & D.R. Heldman, Introduction to Food Engineering, Academic Press
- D.R. Heldman and D.B. Lund, Handbook of Food Engineering, Marcel Dekker, Inc



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.





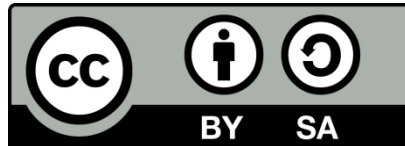
Σημείωμα Αναφοράς

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.