



Αρχές Βιοτεχνολογίας Τροφίμων

Ενότητα 4:

Στοιχεία Βιοχημικής
Μηχανικής(2/3), 1.5ΔΩ

Τμήμα: Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων

Διδάσκων: Δρ. Σεραφείμ Παπανικολαου



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





Μαθησιακοί Στόχοι

- Αρχές και έννοιες βιοαντιδραστήρων
- Κλειστή, ημισυνεχής και συνεχής καλλιέργεια
- Ισοζύγια μάζας στους βιοαντιδραστήρες
- Υπολογισμοί στους βιοαντιδραστήρες
- Στοιχεία Ενζυμικής Βιοτεχνολογίας
- Προτυποποίηση (Μοντελοποίηση) Βιοδιεργασιών



Λέξεις Κλειδιά

- Βιοαντιδραστήρες
- Κινητική
- Ισοζύγια
- Κλειστή καλλιέργεια
- Ημισυνεχής καλλιέργεια
- Συνεχής καλλιέργεια
- Ενζυμική κινητική
- Προτυποποίηση (Μοντελοποίηση) Βιοδιεργασιών



Ισοζύγιο Μάζας στους Βιοαντιδραστήρες

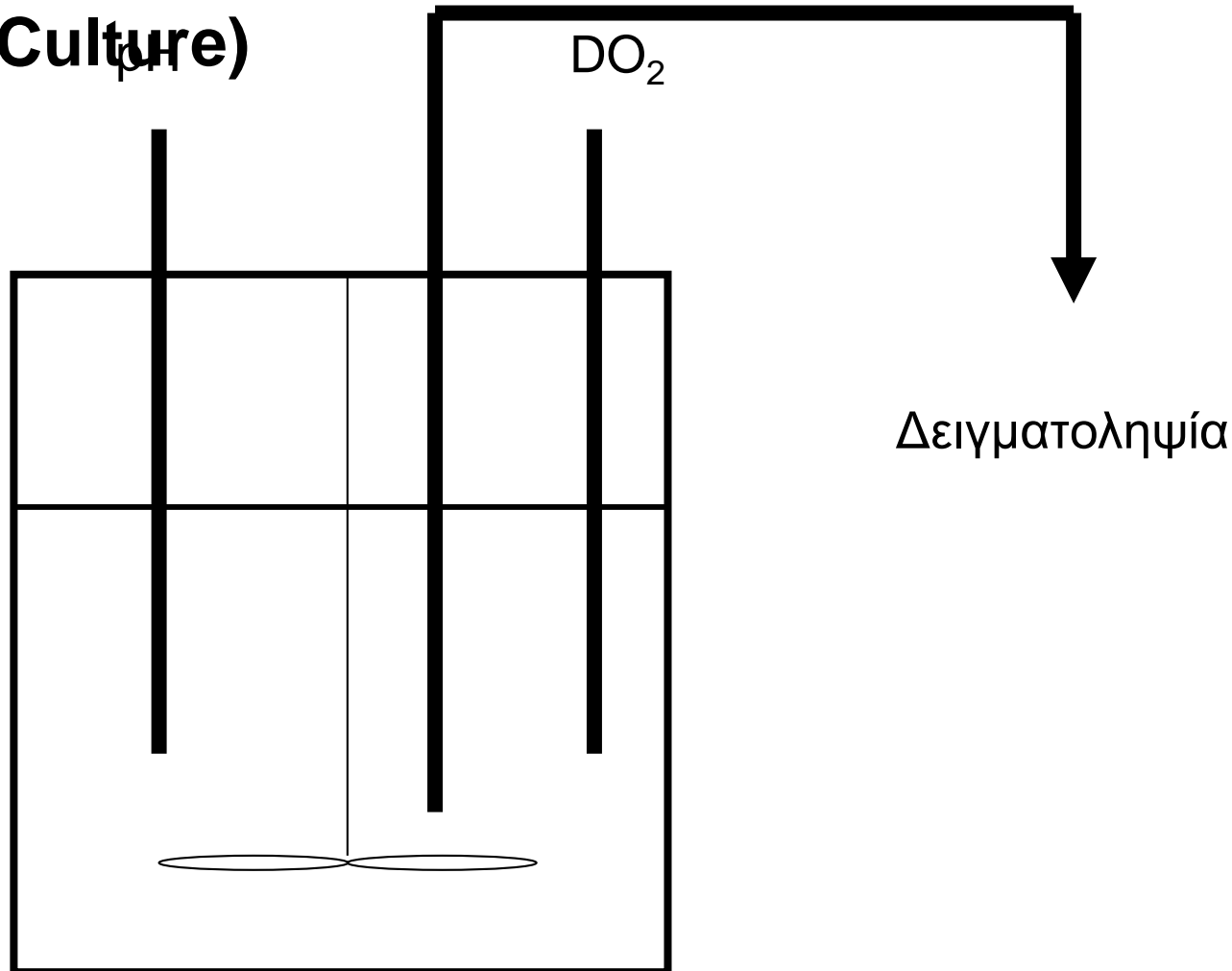
$$E + Cr = S + \frac{d [\quad]}{dt} \quad (1)$$

Είσοδος + Δημιουργία = Έξοδος + Συσσώρευση / Αποικοδόμηση



Τύποι μικροβιακής καλλιέργειας

Κλειστή (Ασυνεχής) Καλλιέργεια (Batch Culture)





Ορισμός Κλειστής (Ασυνεχούς) Καλλιέργειας (Batch Culture)

- Τεχνική στην οποία τα αντιδρώντα (θρεπτικά υλικά, κύτταρα, αέρια) επωάζονται για να παράξουν μια αυθόρμητη αντίδραση σε ένα σύστημα όπου δεν υπάρχει είσοδος ή έξοδος.



Ισοζύγιο Βιομάζας κλειστής καλλιέργειας 1/3

$$E + Cr = S + \frac{d [L]}{dt} \quad (1)$$

$$r_x \cdot V = \frac{d [X \cdot V]}{dt} \quad (2)$$



Ισοζύγιο Βιομάζας Κλειστής Καλλιέργειας 2/3

Όπου:

r_x''' σε g/l·h η ταχύτητα σύνθεσης βιομάζας ανά μονάδα όγκου (V) σε l

(V=όγκος βιοαντιδραστήρα)

$$r_x''' = \frac{dX}{dt} \quad (3)$$



Ισοζύγιο Βιομάζας κλειστής καλλιέργειας 3/3

Με το δεδομένο ότι:

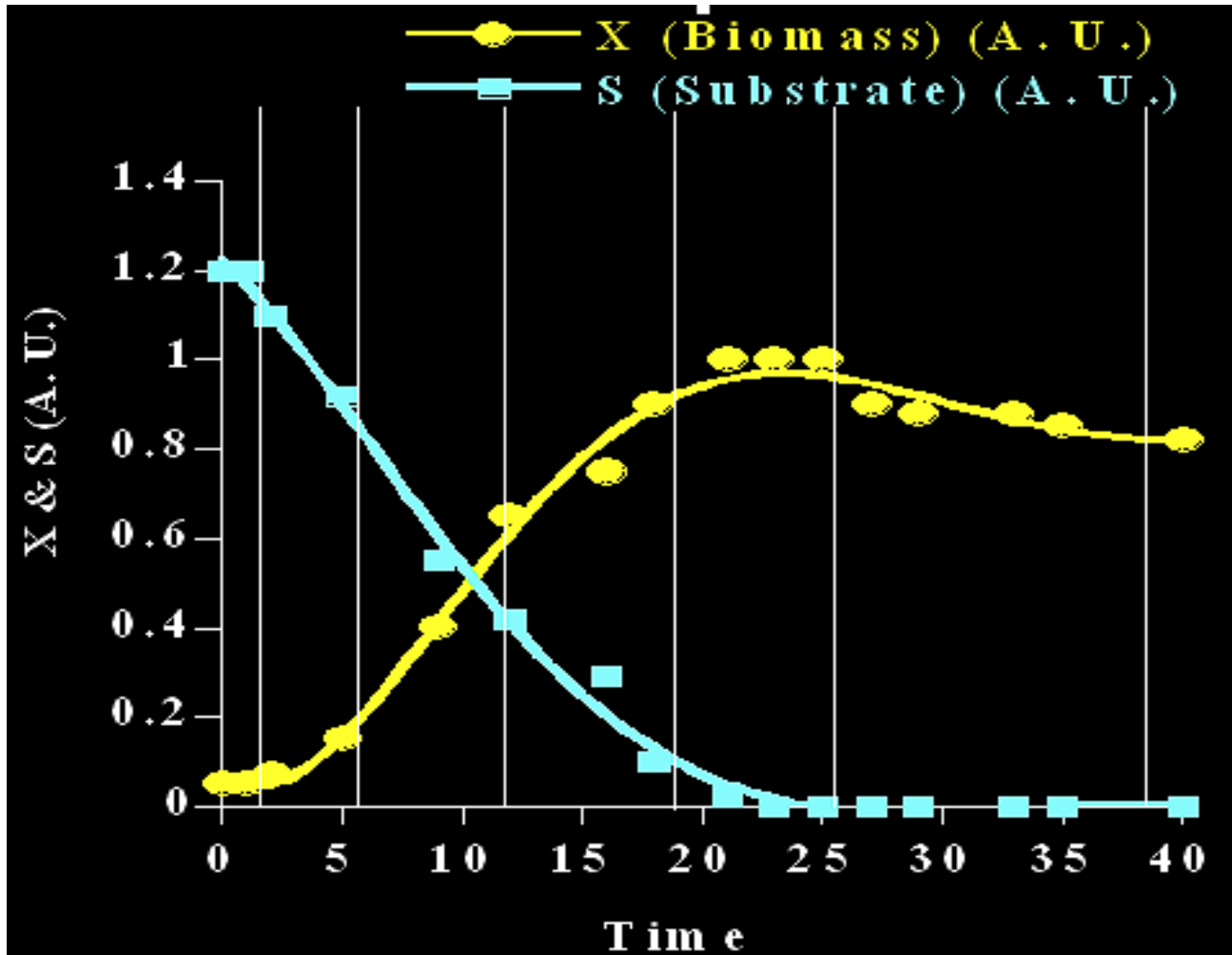
$$r_x''' = \mu \cdot X \quad (4)$$

Εκ των (3) & (4) προκύπτει ότι:

$$\mu \cdot X = \frac{dX}{dt} \quad (5)$$



Τυπική Κινητική Κλειστής Καλλιέργειας





Φάσεις Αυξητικού Κύκλου κλειστής καλλιέργειας 1/14

- I. Φάση υστέρησης (lag phase)
- II. Φάση επιταχυνόμενης αύξησης
- III. Φάση εκθετικής αύξησης
- IV. Φάση επιβραδυνόμενης αύξησης
- V. Στάσιμη φάση αυξητικού κύκλου
- VI. Φάση αυτόλυσης



Φάσεις Αυξητικού Κύκλου κλειστής καλλιέργειας 2/14

Φάση Υστέρησης (Lag Phase)

- Δεν υπάρχει αύξηση βιομάζας στην καλλιέργεια.

$$\frac{dX}{dt} = 0 \quad (6)$$

Σημαντική βιοσύνθεση RNA και πρωτεϊνών

Μακροχρόνια παραμονή στη φάση αυτή:

- Παρουσία τοξικών υλικών στο υπόστρωμα
- Δύστροπο υπόστρωμα
- Πτωχός εμβολιασμός
- Ατυχής προκαλλιέργεια



Φάσεις Αυξητικού Κύκλου κλειστής καλλιέργειας 3/14

Φάση Επιταχυνόμενης Αύξησης

- Φάση σύντομης διάρκειας μεταξύ lag phase και εκθετικής φάσης.
- Δεν περιγράφεται ικανοποιητικά σε βιολογικό και μαθηματικό επίπεδο.



Φάσεις Αυξητικού Κύκλου κλειστής καλλιέργειας 4/14

Φάση Εκθετικής Αύξησης

$$\mu \cdot X = \frac{dX}{dt} \quad (5)$$

$$\mu = \mu_{\max} = ct \quad (7)$$

Εκ των (5) & (7) προκύπτει ότι:

$$\frac{dX}{dt} = \mu_{\max} \cdot X \quad (8)$$



Φάσεις Αυξητικού Κύκλου κλειστής καλλιέργειας 5/14

Ολοκληρώνοντας τη Σχέση (8), λαμβάνουμε:

$$\int \frac{dX}{X} = \int \mu_{\max} \cdot dt \Rightarrow \ln \frac{X}{X_0} = \mu_{\max} \cdot t \quad (9)$$

ή τελικώς έχουμε την έκφραση κατά τη φάση της εκθετικής αύξησης.

$$X = X_0 \cdot e^{\mu_{\max} t} \quad (10)$$

X_0 είναι η αρχική συγκέντρωση βιομάζας



Φάσεις Αυξητικού Κύκλου κλειστής καλλιέργειας 6/14

$$X = X_0 \cdot e^{\mu_{\max} t} \quad (10)$$

Αντικατάσταση στην (9) του X με $2X_0$ αποδίδει το χρόνο διπλασιασμού ή χρόνο γενεάς

$$\ln \frac{x}{x_0} = \mu_{\max} \cdot t$$
$$x = 2x_0 \quad \Rightarrow \quad t_d = \frac{\ln 2}{\mu_{\max}} = \frac{0,693}{\mu_{\max}}$$



Φάσεις Αυξητικού Κύκλου κλειστής καλλιέργειας 7/14

$$t_g = \frac{\ln 2}{\mu_{\max}} \quad (11)$$

Χρόνος διπλασιασμού: Χρονική περίοδος απαιτούμενη για το διπλασιασμό του αριθμού των κυττάρων (t_g) μιας καλλιέργειας



Φάσεις Αυξητικού Κύκλου κλειστής καλλιέργειας 8/14

- Ο εκθετικός νόμος ($\mu = \mu_{\max}$) έχει ισχύ για ένα πολύ περιορισμένο χρονικό διάστημα .
- Οι συγκεντρώσεις κάποιων θρεπτικών στοιχείων, γρήγορα δεν θα δύνανται να κορέσουν τις μεταβολικές ανάγκες του εκθετικά αυξανόμενου πληθυσμού.



Φάσεις Αυξητικού Κύκλου κλειστής καλλιέργειας 9/14

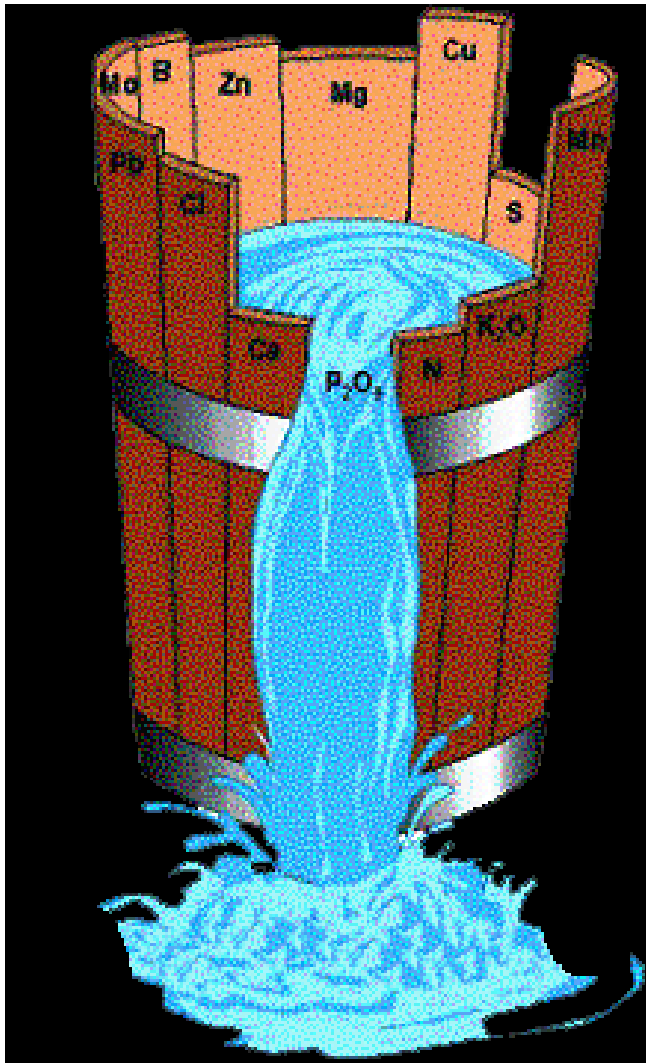
Περιοριστικοί (Limiting) της Αύξησης Παράγοντες

- Όταν η μια φυσιολογική διεργασία ρυθμίζεται από αριθμό μη αλληλεπιδρόντων παραγόντων, η ταχύτητα της προσδιορίζεται από το ρυθμό του «βραδύτερου παράγοντα».

(Νόμος ελαχίστου του Liebig επαναδιατυπωθείς από το Blackman)



Φάσεις Αυξητικού Κύκλου κλειστής καλλιέργειας 10/14

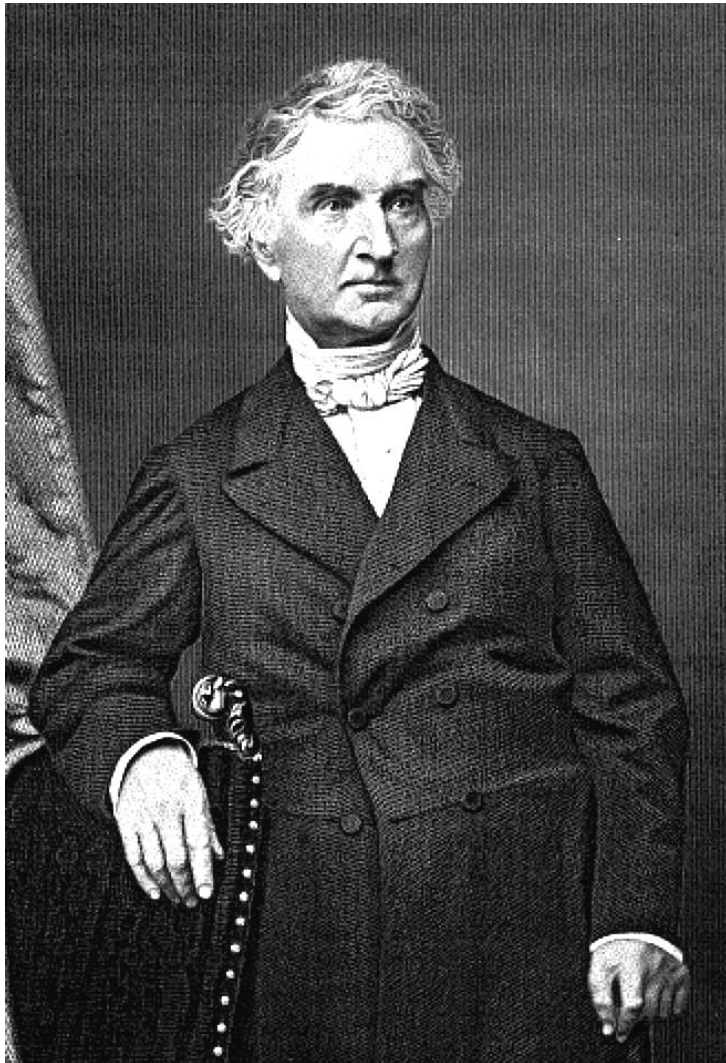


Νόμος Ελαχίστου του Liebig

- Liebig likens the potential of a crop to a barrel with staves of unequal length. The capacity of this barrel is limited by the length of the shortest stave (in this case, phosphorus) and can only be increased by lengthening that stave. When that stave is lengthened, another one becomes the limiting factor.



Φάσεις Αυξητικού Κύκλου κλειστής καλλιέργειας 11/14



- Γερμανός υιός εμπόρου, «πατέρας» της βιομηχανίας λιπασμάτων.

Justus von Liebig 1803-1873



Φάσεις Αυξητικού Κύκλου κλειστής καλλιέργειας 12/14

Φάση Επιβραδυνόμενης Αύξησης

- Ο ειδικός ρυθμός αύξησης βαίνει μειούμενος, ενώ ο ρυθμός αύξησης είναι μεγαλύτερος του ρυθμού θανάτου.

$$\frac{dX}{dt} > 0 \quad (12)$$



Φάσεις Αυξητικού Κύκλου κλειστής καλλιέργειας 13/14

Στάσιμη Φάση Αυξητικού Κύκλου

- Η συνεχής μείωση του περιοριστικού της αύξησης παράγοντα οδηγεί σε μηδενισμό αυτής.

Ρυθμός αύξησης = Ρυθμός θανάτου

$$\frac{dX}{dt} = 0 \quad (13)$$



Φάσεις Αυξητικού Κύκλου κλειστής καλλιέργειας 14/14

Φάση Αυτόλυσης

- Ρυθμός αύξησης < Ρυθμού θανάτου
- Έκκριση αντι-μεταβολιτών
- Έκκριση βακτηριοσινών ή τοξινών

$$\frac{dX}{dt} < 0 \quad (14)$$



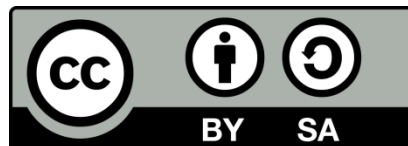
Βιβλιογραφία

- Αγγελής (2007) Μικροβιολογία και Μικροβιακή Τεχνολογία, 1η έκδοση, Α. Σταμούλης.
- Shuler, Kargi (2002) Bioprocess Engineering, Basic Concepts Second Edition, Prentice Hall (Editions)



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.



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ
επένδυση στην κοινωνία της γνώσης
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ
2007-2013
πρόγραμμα για την ανάπτυξη
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ



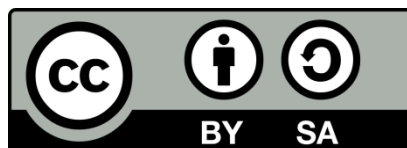
Σημείωμα Αναφοράς

- Copyright Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων, Σεραφείμ Παπανικολάου, «Αρχές Βιοτεχνολογίας Τροφίμων». Έκδοση: 1.0. Αθήνα 2014.
Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση:
<http://mediasrv.aua.gr/eclass/>



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.