



ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

AGRICULTURAL UNIVERSITY OF ATHENS

Βιοχημεία Τροφίμων I

Ενότητα 3^η

Κρέας και ψάρι III (μέρος β)

Όνομα καθηγητή: Έφη Τσακαλίδου

Τμήμα: Επιστήμης Τροφίμων & Διατροφής του Ανθρώπου



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



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

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ
2007-2013
πρόγραμμα για την ανάπτυξη
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ





Στόχοι ενότητας

- Κατανόηση των μεταθανάτιων μεταβολών του μυός σε σχέση με την ποιότητα του κρέατος.
- Κατανόηση της τρυφεροποίησης του κρέατος.



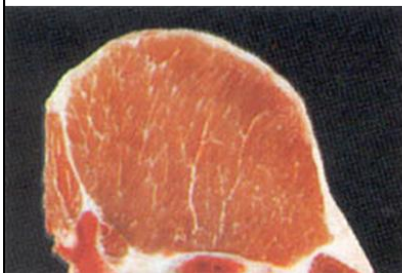
Λέξεις - κλειδιά

- Λέξεις κλειδιά: Νεκρική Ακαμψία, Γλυκόλυση, Πρωτεϊνάσες, Τρυφεροποίηση Κρέατος, Ποιότητα Κρέατος.
- Key words: Rigor Mortis, Glycolysis, Proteinases, Meat Tenderization, Meat Quality.



Ποιότητα κρέατος (α)

RFN κρέας



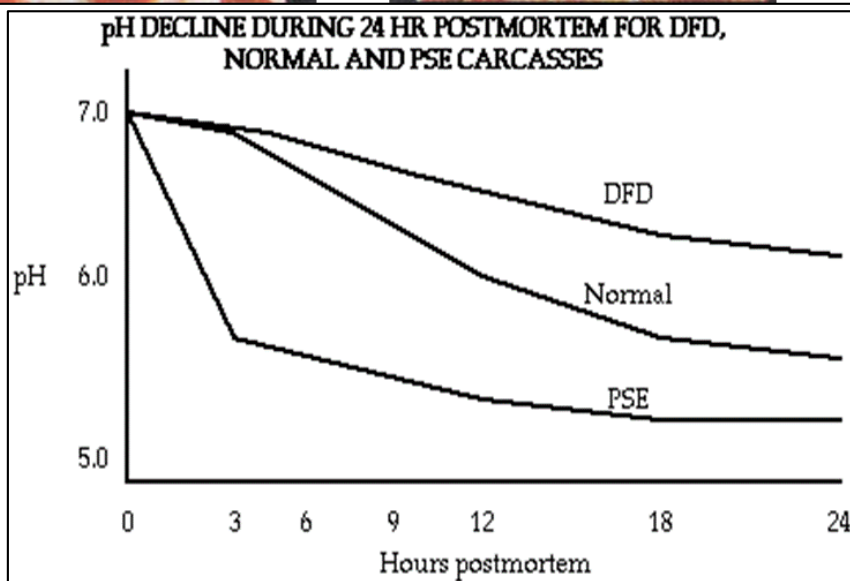
PSE κρέας



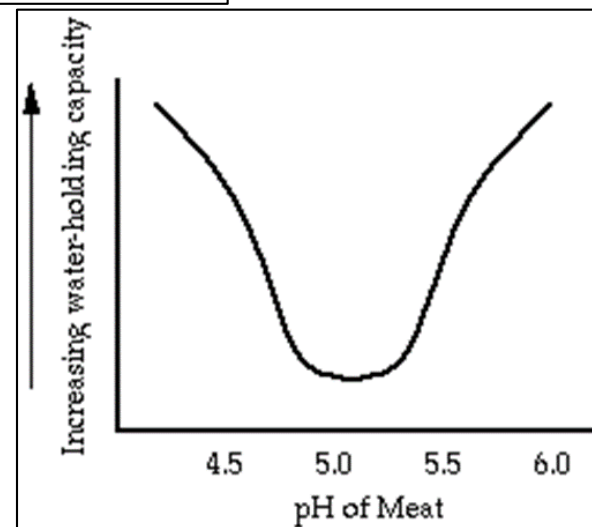
DFD κρέας



Φωτογραφίες
δειγμάτων
κρέατος των
τύπων RFN,
PSE και DFD.



Διάγραμμα μεταθανάτιας μείωσης του pH σε δείγματα κρέατος RFN, PSE και DFD.



Διάγραμμα συσχέτισης του pH του κρέατος και της ικανότητας πρόσδεσης νερού.



Ποιότητα κρέατος (β)

Ποιότητα κρέατος: (συνέχεια)

- το κρέας αμέσως μετά τη σφαγή και πριν την έναρξη της φάσης της νεκρικής ακαμψίας πρέπει να διατηρείται στους **15-16°C** για **24-48 ώρες**.
- εφαρμογή ηλεκτρικού ρεύματος (**electrical stimulation**) στο σφάγιο:
 - ελεγχόμενη επιτάχυνση της μεταθανάτιας αναερόβιας γλυκόλυσης και,
 - άρα μείωση του χρόνου συντήρησης του κρέατος σ' αυτή τη θερμοκρασία.



Ποιότητα κρέατος (γ)

Ποιότητα κρέατος: (συνέχεια)

- Εν συνεχεία, απομακρύνονται τα οστά και το κρέας αφήνεται να **ωριμάσει** μέχρι και **14 ημέρες**.
- Εναλλακτικά, ο διαχωρισμός των πιο σημαντικών τμημάτων του κρέατος από τα οστά μπορεί να γίνει 1-2 h μετά τη σφαγή (**hot boning**).
- Το κρέας συσκευάζεται κατάλληλα σε πλαστικά υλικά για να ελαχιστοποιηθεί η νεκρική ακαμψία.



Ποιότητα κρέατος (δ)

Thaw rigor:

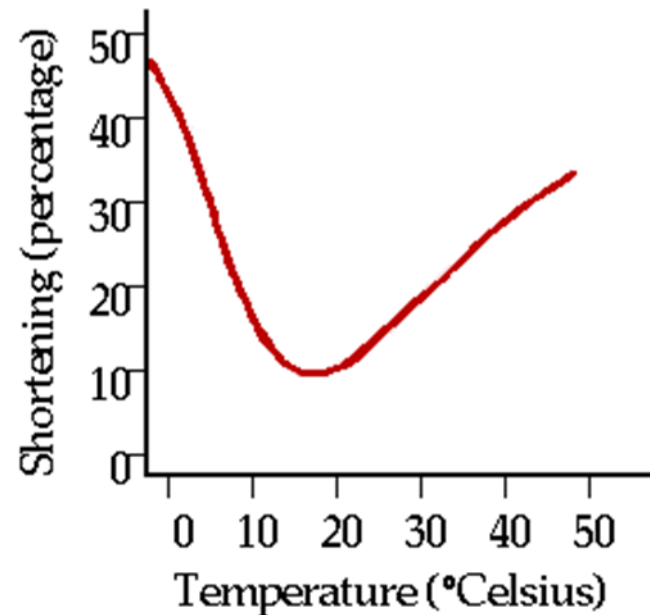
- πάγωμα του κρέατος ($< 0^{\circ}\text{C}$) πριν την έναρξη της νεκρικής ακαμψίας.
- πιο έντονη ακαμψία μετά την απόψυξη.
- έντονες μυϊκές συστολές.
- σμίκρυνση του κρέατος κατά 60-80%.
- κρέας σκληρό, χωρίς χυμούς.



Ποιότητα κρέατος (ε)

Cold shortening:

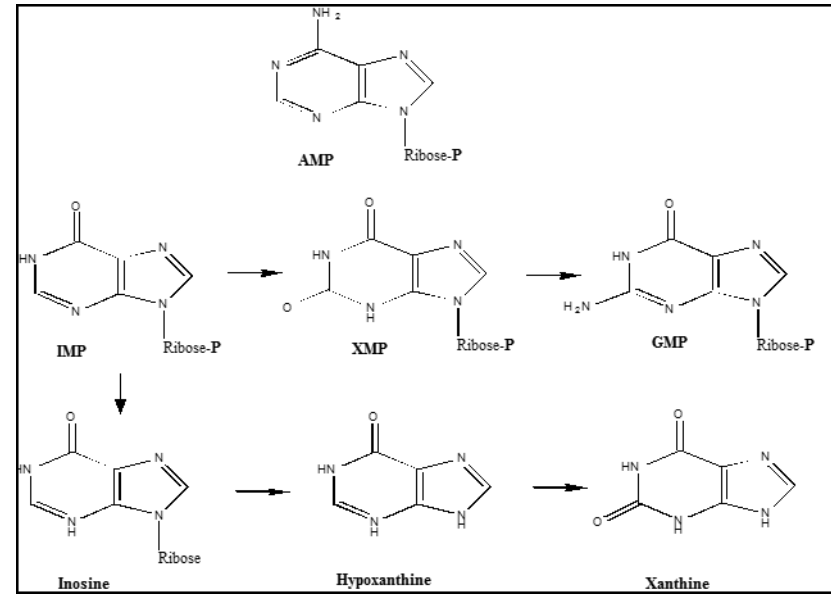
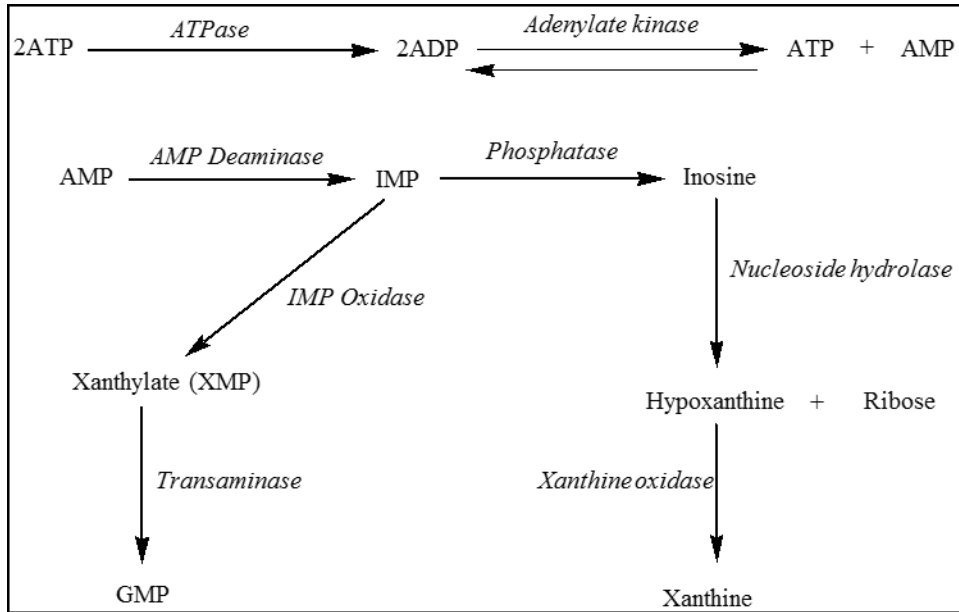
- ψύξη του κρέατος (0-15°C) πριν την έναρξη της νεκρικής ακαμψίας.
- φαινόμενα όπως και στην εφαρμογή thaw rigor, αλλά λιγότερο έντονα.
- επιτάχυνση της νεκρικής ακαμψίας με διαβίβαση ηλεκτρικού ρεύματος (electrical stimulation).



Adapted from Locker and Hagyard (1963)



Αποικοδόμηση ATP στο μεταθανάτιο μύα



$$K = \frac{(\text{ινοσινη} + \text{υποξανθινη} + \text{ξανθινη}) \times 100}{\text{ATP} + \text{ADP} + \text{AMP} + \text{IMP} + \text{ανεδοσινη} + \text{ινοσινη} + \text{υποξανθινη} + \text{ξανθινη}}$$



Τρυφεροποίηση κρέατος (α)

Πρωτεΐνάσες:

- υδρολύουν τις πρωτεΐνες των μυϊκών κυττάρων.
- εξασθενούν τη δομή των μυϊκών νημάτων.

Πρωτεΐνάσες κρέατος:

- ενδογενή ένζυμα των μυϊκών κυττάρων.
- ένζυμα ινωδοβλαστών.
- ένζυμα ερυθρών αιμοσφαιρίων.
- βακτηριακά ένζυμα.

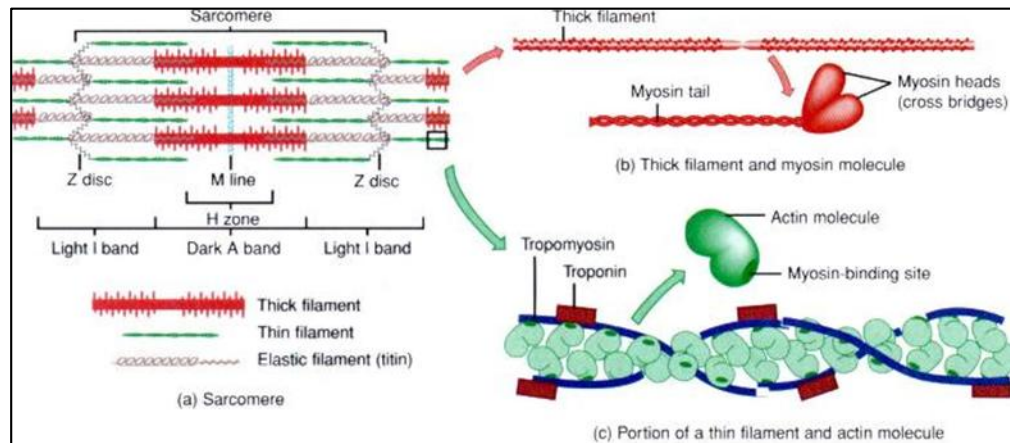


Τρυφεροποίηση κρέατος (β)

Η ενεργότητα τους εξαρτάται από:

- την ποσότητα του ενζύμου.
- την παρουσία παρεμποδιστών και ενεργοποιητών.
- την παρουσία των απαραίτητων συνενζύμων.
- το pH.

Σχηματική απεικόνιση της δομής του σαρκομερούς και των πρωτεϊνών που εμπλέκονται.





Ενδογενείς πρωτεΐνες (α)

Ενδογενείς πρωτεΐνες των μυϊκών κυττάρων:

1. Καθεψίνες.

- Δρουν σε όξινο pH.
- Ένζυμα των λυσοσωμάτων των μυϊκών κυττάρων.
- Υδρολύουν:
 - την μυοσίνη.
 - την ακτίνη.



Ενδογενείς πρωτεΐνες (β)

1. Καθεψίνες. (συνέχεια)

● Μελετημένες:

- καθεψίνη B1 (pH 3,5-6,0).
- καθεψίνη H (pH 6,0).
- καθεψίνη L (pH 5,0).
- καθεψίνη D (pH 3,0-5,0).

● Μικρού ΜΒ (20-40 kDa).

- εισχωρούν εύκολα μέσα στα μυϊκά νήματα.

● **Κυστατίνες**: ενδογενείς παρεμποδιστές (κυστατίνη C στα κοτόπουλα).



Ενδογενείς πρωτεΐνες (γ)

Ενδογενείς πρωτεΐνες των μυϊκών κυττάρων:
(συνέχεια)

2. Καλπαΐνες.

- Ουδέτερες κυτταροπλασματικές πρωτεΐνες (βέλτιστο pH 7,5-7,6).
- Υπεύθυνες για την αποικοδόμηση:
 - του Z-δίσκου,
 - της τιπίνης,
 - της νεβουλίνης,
 - της τροπομοσίνης και,
 - της τροπονίνης T και I.



Ενδογενείς πρωτεΐνες (δ)

2. Καλπαΐνες. (συνέχεια)

- Παίζουν σημαντικότερο ρόλο από τις καθεψίνες.
- Ενεργοποιούνται παρουσία Ca^{++} .
- Μελετημένες:
 - μ-καλπαΐνη (I, 110 kDa): ενεργοποιείται παρουσία 50-70 μM Ca^{++} .
 - m-καλπαΐνη (II, 108 kDa): ενεργοποιείται παρουσία 1-5 mM Ca^{++} .



Ενδογενείς πρωτεΐνες (ε)

2. Καλπαΐνες. (συνέχεια)

- διμερή MB 110 kDa:
 - καταλυτική υπομονάδα 80 kDa.
 - υπομονάδα 30 kDa άγνωστης λειτουργίας.
- Η σταθερότητα της **καλπαΐνης I** στο μεταθανάτιο μύα είναι μικρή.
 - αυτολύεται, ιδιαίτερα σε υψηλές θερμοκρασίες και παρουσία του ασβεστίου (που απελευθερώνεται από το σαρκοπλασματικό δίκτυο).
- Η **καλπαΐνη II** αντίθετα είναι πιο σταθερή,
 - διατηρώντας την ενεργότητα της για 2-3 εβδομάδες μετά τη σφαγή του ζώου.



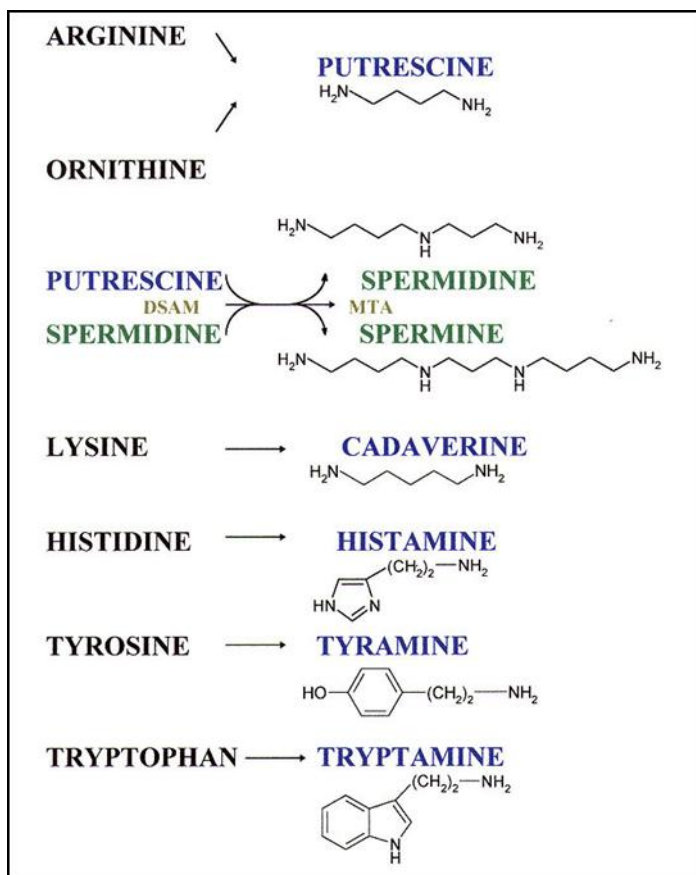
Ενδογενείς πρωτεΐνες (στ)

2. Καλπαΐνες. (συνέχεια)

- Η **καλπαστατίνη** (50-172 kDa):
 - δρα ως αντιστρεπτός συναγωνιστικός παρεμποδιστής των καλπαΐνων.
 - ρυθμίζει τη δράση τους μέσω μιας αλληλοεπίδρασης που εξαρτάται από τη παρουσία ασβεστίου,
 - αυτό λαμβάνει χώρα για μερικές μόνο ημέρες καθώς η καλπαστατίνη σταδιακά αυτολύεται.



Βιογενείς αμίνες



δυσάρεστα οργανοληπτικά
 χαρακτηριστικά

πρωτεΐνες κρέατος

Τρυφεροποίηση

πεπτίδια και ελεύθερα αμινοξέα

Βακτηριακά ένζυμα

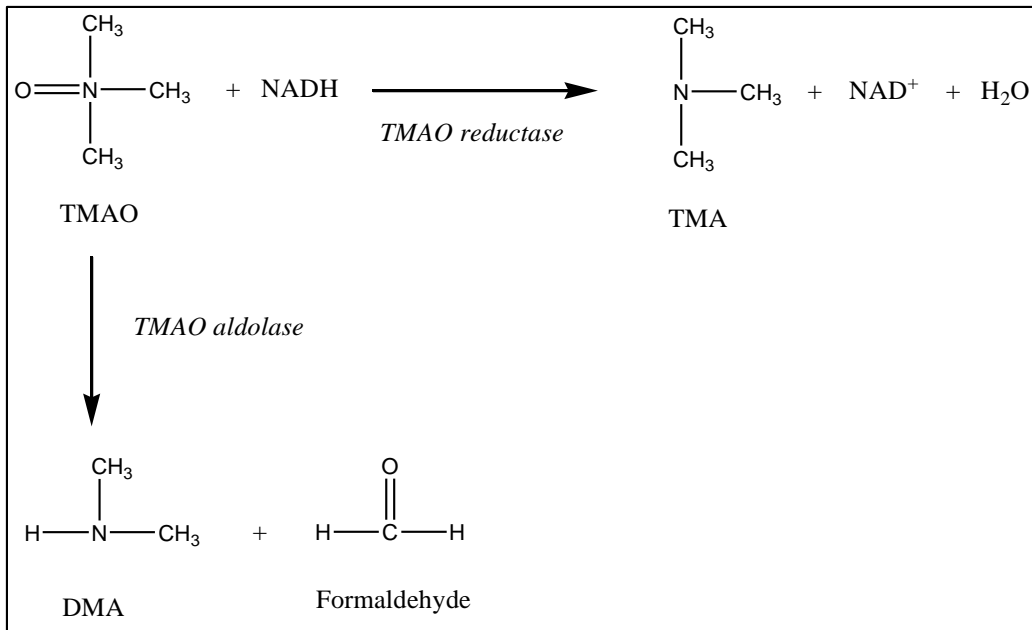
υδατάνθρακες, αλδεΐδες, κετόνες,
 σουλφίδια, μερκαπτάνες και αμίνες

αλλεργικού τύπου τροφογενείς
 δηλητηριάσεις με κύρια συμπτώματα
 τη ναυτία και τους πονοκεφάλους



Μεταβολές του ΤΜΑΟ στα ψάρια

οξείδιο τριμεθυλοαμίνης (ΤΜΑΟ)
(0.1 M στα ψάρια)



Μικροοργανισμοί

Αναγωγή

Τριμεθυλοαμίνη
(μυρωδιά «ψαρίλας»)

ψύξη
ψαριού

διασταύρωση μυϊκών πρωτεϊνών,
σκλήρυνση μυών

Διμεθυλοαμίνη
+
φορμαλδεΐδη



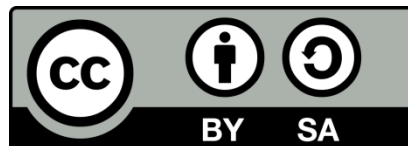
Βιβλιογραφία

- B.K. Simpson (2012) Food Biochemistry and Food Processing, Wiley-Blackwell (ISBN 081380874X).
- M.J. Berg, L.J. Tymoczko, L. Stryer (2011) Βιοχημεία, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης (ISBN 978-960-524-190-2).



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.





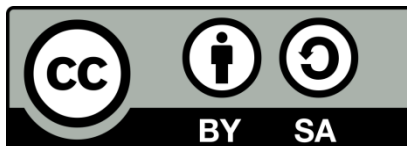
Σημείωμα Αναφοράς

- Copyright Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Επιστήμης Τροφίμων και Διατροφής του Ανθρώπου, Τσακαλίδου Έφη, «Βιοχημεία Τροφίμων Ι». Έκδοση: 1.0. Αθήνα 2015. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση:
<https://mediasrv.aua.gr/eclass/courses/OCDFSHN109/>



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.