



# Γαλακτοκομία

## Ενότητα 4:

### Δευτερεύοντα Συστατικά του Γάλακτος (2/2), 1ΔΩ

Τμήμα: Επιστήμης Τροφίμων και Διατροφής Του Ανθρώπου

Διδάσκοντες: Καμινारीδης Στέλιος, Καθηγητής

Μοάτσου Γκόλφω, Επ. Καθηγήτρια



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

- Δευτερεύοντα συστατικά με ιδιαίτερη τεχνολογική και διατροφική σημασία.
- Βιταμίνες του νωπού γάλακτος.
- Επίδραση διαφόρων τεχνολογικών παραγόντων στις βιταμίνες του γάλακτος.



# Λέξεις Κλειδιά

- Βιταμίνες του γάλακτος
- Λιποδιαλυτές βιταμίνες
- Υδατοδιαλυτές βιταμίνες
- Φωτοοξειδωση



# Βιταμίνες του Γάλακτος

Βιταμίνες	Περιεχόμενο (mg/L)		Ενδεικτική συνιστώμενη ημερήσια πρόσληψη ενηλίκων (RDI, mg/ημέρα)
	Αγελαδινό	Ανθρώπινο	
Βιταμίνη Α <sup>1</sup>	1,1	0,6	1,00
Βιταμίνη D	0,0006	0,0006	0,005
Βιταμίνη E	0,98	6,64	10,0
Βιταμίνη K	0,01	0,02	0,08
Θειαμίνη (B1)	0,44	0,16	1,40
Ριβοφλαβίνη (B2)	1,75	0,36	1,60
Νιασίνη	0,94	1,47	18,0
Παντοθενικό οξύ	3,46	1,84	5
Βιταμίνη B6	0,64	0,10	2,20
Βιοτίνη	0,031	0,008	0,15
Φυλλικό οξύ	0,050	0,050	0,40
Βιταμίνη B12	0,0043	0,0003	0,003
Βιταμίνη C	21	43	60

<sup>1</sup> ρετινόλη + β-καροτένιο/6



# Λιποδιαλυτές Βιταμίνες 1/7

- Η βιταμίνη Α στο γάλα υπάρχει ως ρετινόλη, ως εστέρες της ρετινόλης και ως καροτένια.
- Το β-καροτένιο που είναι πολυμερές 8 ισοπρενίων είναι προβιταμίνη Α και μπορεί να διαχωρισθεί στη μέση αποδίδοντας 2 μόρια ρετινόλης.
- Η ενεργότητα της βιταμίνης Α στο γάλα εκφράζεται λαμβάνοντας υπόψη και τα καροτένια.
- Η συνήθης αναλογία καροτενίων προς ρετινόλη στο αγελαδινό γάλα είναι 1:2.
- Στην πράξη 6 μg β-καροτενίου αποδίδει 1 μg ρετινόλης και 12 μg άλλων καροτενοειδών αποδίδουν επίσης 1 μg ρετινόλης.



# Λιποδιαλυτές Βιταμίνες 2/7

**Ρετινόλη (Βιταμίνη A): 1,1 mg/L**

**1 ισοδύναμο ρετινόλης (RE) ορίζεται ως 1 μg ρετινόλης, 6 μg β-καροτενίου ή 12 μg άλλων καροτενοειδών**

διατροφή  
(εποχή)  
φυλή



συγκέντρωση της βιτ. Α στο γάλα



# Λιποδιαλυτές Βιταμίνες 3/7

- Η βιταμίνη Α είναι σταθερή στις θερμικές επεξεργασίες του γάλακτος.
- Δεν καταστρέφεται από τη UHT επεξεργασία.
- Απώλειες όμως συμβαίνουν κατά την αποθήκευση του UHT γάλακτος σε T δωματίου.
- Είναι ευαίσθητη στην παρουσία οξυγόνου και στο φως.
- Κατά την τυροκόμηση, το μεγαλύτερο μέρος της περνάει στο τυρί.



# Λιποδιαλυτές Βιταμίνες 4/7

**Καλσιφερόλη (Βιταμίνη D): 0,0006 mg/L**  
**χαμηλή συγκέντρωσή αλλά κρίσιμη για την**  
**απορρόφηση του ασβεστίου**

- Η D2 είναι συστατικό των φυτών, το οποίο σχηματίζεται με την επίδραση της υπεριώδους ακτινοβολίας στην εργοστερόλη.
- Η D3 σχηματίζεται με την επίδραση της υπεριώδους ακτινοβολίας στην 7-δεϋδροχοληστερόλη.
- Στα ζώα σχηματίζεται όταν το δέρμα εκτεθεί για αρκετές ημέρες στην ηλιακή ακτινοβολία και η συγκέντρωσή της παρουσιάζει μεγάλη διακύμανση (~100-800 ng/L).





# Λιποδιαλυτές Βιταμίνες 5/7

- Η βιταμίνη D δεν καταστρέφεται κατά τις θερμικές επεξεργασίες του γάλακτος.
- Καταστρέφεται μόνο μετά από παρατεταμένη έκθεση στο φως και στο οξυγόνο.

**1. Διατροφή**

**2. Ηλιακή  
ακτινοβολία**

} περιεκτικότητα του γάλακτος σε βιτ. D



# Λιποδιαλυτές Βιταμίνες 6/7

## Τοκοφερόλες (Βιταμίνη Ε): 0,98 mg/L

- Ο όρος βιταμίνη Ε αντιστοιχεί σε μια ομάδα τοκοφερολών, η κυριότερη από τις οποίες είναι η α-τοκοφερόλη.
- Είναι αντιοξειδωτικό συστατικό.
- Ένα μέρος της βρίσκεται στη μεμβράνη των λιποσφαιρίων και προστατεύει τα φωσφολιπίδια από την οξείδωση.
- Επηρεάζεται λίγο από τη διατροφή και είναι χαμηλότερη στο γάλα που παράγεται το χειμώνα.



# Λιποδιαλυτές Βιταμίνες 7/7

- Είναι σταθερή κατά τη θέρμανση σε θερμοκρασίες <math><100\text{ }^\circ\text{C}</math>.
- Μπορεί όμως να καταστραφεί μερικά με εκτεταμένη έκθεση στο φως παρουσία οξυγόνου.
- Προοξειδωτικοί παράγοντες όπως ο σίδηρος και ο χαλκός επιταχύνουν την οξείδωσή της.
- Το μεγαλύτερο μέρος της μεταφέρεται στο τυρί κατά την τυροκόμηση.

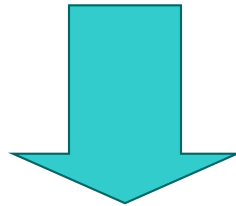
## **Φυλλοκινόνη-Μενακινόνη (Βιταμίνη K): 0.01 mg/L**

- Η βιταμίνη αυτή υπάρχει σε μικρές ποσότητες στο γάλα.
- Οι επεξεργασίες που εφαρμόζονται στο γάλα δεν την επηρεάζουν.



# Υδατοδιαλυτές Βιταμίνες

## Ασκορβικό οξύ και βιταμίνες ομάδας Β

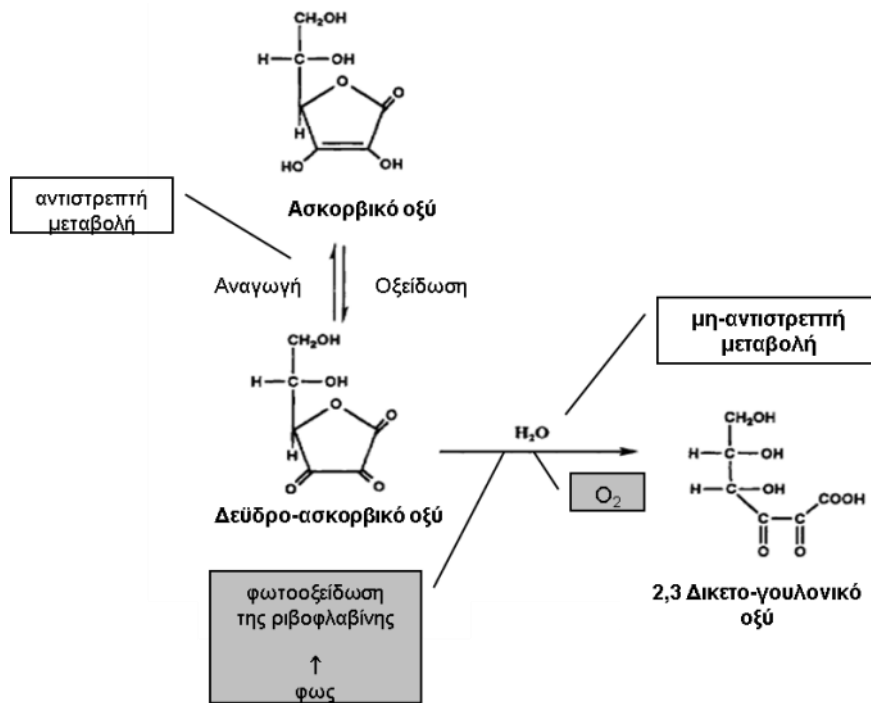


Υπάρχουν στο γάλα σε σταθερές κατά κανόνα συγκεντρώσεις, καθώς οι περισσότερες συντίθενται στο πεπτικό σύστημα των μηρυκαστικών.



# Ασκορβικό Οξύ (Βιταμίνη C): 10-25 mg/L 1/2

- Είναι **θερμοευαίσθητο** συστατικό. Περισσότερο από 75% επιζεί της παστερίωσης.
- Η αποστείρωση μπορεί να επιφέρει πλήρη καταστροφή της.
- Το ασκορβικό οξύ του γάλακτος ασκεί **προστατευτικό ρόλο** έναντι των οξειδώσεων για άλλα συστατικά του γάλακτος.





# Ασκορβικό Οξύ (Βιταμίνη C): 10-25 mg/L 2/2

Αμέσως μετά την άμελξη υφίσταται μεταβολές.

1. Η πρώτη μεταβολή είναι η αντιστρεπτή οξείδωση προς δεϋδροασκορβικό παρουσία  $O_2$  και μεταλλικών ιόντων (κυρίως  $Cu^{2+}$  και  $Fe^{3+}$ ) και ουσιαστικά δεν επιφέρει απώλεια της βιταμίνης C. Η ισορροπία αυτής της αντίδρασης σταθεροποιεί το **οξειδοαναγωγικό δυναμικό (Eh)** του γάλακτος.
2. Περαιτέρω όμως οξείδωση προς δικετο-γουλονικό οξύ είναι μη-αντιστρεπτή, καταστρέφει τη βιταμίνη και στην πράξη καταστρέφει τη «ρυθμιστική» επίδραση της προηγούμενης αντιστρεπτής αντίδρασης. Η μη-αντιστρεπτή οξείδωση που πρακτικά «καταστρέφει» το ασκορβικό οξύ του γάλακτος, συμβαίνει παρουσία  $O_2$  και όταν η ριβοφλαβίνη του γάλακτος έχει οξειδωθεί εξαιτίας της επίδρασης του φωτός (φωτο-οξείδωση).



# Βιταμίνες Ομάδας Β 1/2

## Θειαμίνη (Βιταμίνη Β1): 0,3-0,5 mg/L

- Στο γάλα βρίσκεται σε αυτό κατά τα 2/3 με την ελεύθερη μορφή της και κατά το 1/3 φωσφορυλιωμένη ή συνδεδεμένη σε πρωτεΐνες.
- Στο μεγαλύτερο ποσοστό της παράγεται από τους μικροοργανισμούς της μεγάλης κοιλίας, με αποτέλεσμα η διατροφή, η εποχή του έτους και η φυλή του ζώου να έχουν μικρή επίδραση στη συγκέντρωσή της.



# Βιταμίνες Ομάδας Β 2/2

## Θειαμίνη (Βιταμίνη Β1): 0.3-0.5 mg/L

- Είναι σταθερή κατά την παστερίωση και την UHT επεξεργασία του γάλακτος, αλλά η κλασική αποστείρωση προκαλεί μείωσή της κατά 20-45%.
- Είναι ευαίσθητη στην παρουσία οξυγόνου και στην έκθεση στο φως, λιγότερο όμως σε σχέση με τις άλλες φωτοευαίσθητες βιταμίνες.





# Ριβοφλαβίνη (Βιταμίνη B2): 1,7 mg/L 1/2

- Στο γάλα η ριβοφλαβίνη υπάρχει κατά 65-95% με την ελεύθερη μορφή της, ενώ το υπόλοιπο υπάρχει με τη μορφή FMN και FAD.
- Είναι κιτρινοπράσινη χρωστική του ορού του γάλακτος που του προσδίδει χαρακτηριστικό κιτρινωπό χρώμα.
- Επηρεάζεται **λίγο από την εποχή και τη φυλή του ζώου.**
- Είναι σταθερή στη θέρμανση και στην παρουσία οξυγόνου, είναι όμως το πιο φωτοευαίσθητο συστατικό του γάλακτος.

Απορροφά ακτινοβολία (μέγιστο στα 450 nm) και η διεγερμένη ριβοφλαβίνη (φωτο-οξειδωση) μπορεί να οξειδώσει το δεϋδρο- ασκορβικό οξύ.

Εκτός από την απώλεια της θρεπτικής αξίας δημιουργούνται ανεπιθύμητες οσμές που εμφανίζονται σε μεταγενέστερο χρόνο στο γάλα.

Σημαντικό ρόλο στο φαινόμενο αυτό παίζει το είδος της συσκευασίας του γάλακτος.



# Ριβοφλαβίνη (Βιταμίνη B2): 1,7 mg/L 2/2

## Φωτοευαισθητοποιητής (photosensitizer)

Απορροφά στο ορατό 400-500 nm, max 450 nm



Μεταφέρει ενέργεια από το φως στο οξυγόνο



Δημιουργία μονήρους (singlet) οξυγόνου στο γάλα ( $^1\text{O}_2$ ): επάγει και συμμετέχει σε αντιδράσεις με:

Ακόρεστα λιπαρά οξέα, Ασκορβικό οξύ, Βιταμίνη D, Θειαμίνη (B1), Πυριδοξάλη (B6), Φυλλικό οξύ, Πρωτεΐνες και αμινοξέα που περιέχουν S



Πτητικές ενώσεις  
Ανεπιθύμητες γεύσεις-οσμές (off-flavours)

“card board”  
flavour

Methional from the  
photo-oxidation of  
methionine

“sunlight” or “burnt  
feather” flavour



# Νιασίνη [Νικοτινικό οξύ+ Νικοτιναμίδιο] (Βιταμίνη B3): 1-2 mg/L

- Στο γάλα υπάρχει κυρίως με τη μορφή της νικοτιναμίδιου σε συγκεντρώσεις χαμηλές σε σχέση με τις ημερήσιες ανάγκες του ανθρώπινου οργανισμού.
- Η συγκέντρωση δεν επηρεάζεται από τη φυλή, τη διατροφή, την εποχή και το στάδιο της γαλακτικής περιόδου.
- Είναι σταθερή κατά την έκθεση στο φως και στις θερμικές επεξεργασίες του γάλακτος, ακόμη και στην κλασική αποστείρωση.



# Παντοθενικό οξύ (Βιταμίνη B5): 3,5 mg/L

- Η βιταμίνη αυτή αποτελεί μέρος του συνενζύμου A κι επομένως συμμετέχει στον μεταβολισμό των λιπιδίων και των υδατανθράκων.
- Το γάλα μπορεί να καλύψει μεγάλο μέρος των ανθρώπινων αναγκών.
- Η συγκέντρωσή του στο γάλα εξαρτάται από τη διατροφή, τη φυλή, την εποχή και το στάδιο της γαλακτικής περιόδου.
- Είναι σταθερό στο φως και στις θερμικές επεξεργασίες που εφαρμόζονται στο γάλα.



# Πυριδοξίνη, Πυριδοξάλη, Πυριδοξαμίνη (Βιταμίνη B6): 0,5 mg/L

- Στο γάλα υπάρχει κυρίως με τη μορφή της πυριδοξάλης (80%) και το υπόλοιπο με τη μορφή της πυριδοξαμίνης.
- Η συγκέντρωσή τους στο γάλα, είναι χαμηλή, ενώ στο πρωτόγαλα είναι σημαντικά υψηλότερες.
- **Δεν επηρεάζεται σημαντικά από τη φυλή και τη διατροφή.**
- Η παστερίωση και η UHT επεξεργασία προκαλούν μικρές απώλειες.
- Όμως **πολύ εκτεταμένη καταστροφή** της μπορεί να συμβεί κατά την αποθήκευση του UHT γάλακτος.
- Είναι όμως **πολύ ευαίσθητη** στην υπεριώδη ακτινοβολία.

**Βιοτίνη: 20-40 μg/L**

Δεν επηρεάζεται από τη διατροφή, τη φυλή, την εποχή, το στάδιο της γαλακτικής περιόδου, τις θερμικές επεξεργασίες ή την έκθεση στο φως.



# Φυλλικό (φολικό) οξύ: 50-60 μg/L

- Στο γάλα βρίσκεται συνδεδεμένο με ειδική πρωτεΐνη.
- Η συγκέντρωσή του φαίνεται ότι **δεν επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες**.
- Η παρουσία του ασκορβικού οξέος στο γάλα περιορίζει τις απώλειες σε φυλλικό, γιατί οξειδώνεται εύκολα και περιορίζει το διαθέσιμο οξυγόνο.
- Το φυλλικό οξύ είναι **ευαίσθητο συστατικό**.

Παστερίωση:	ανθεκτικό
UHT:	ευαίσθητο
Κλασική αποστείρωση:	50% καταστροφή
Φως:	πολύ ευαίσθητο
Οξυγόνο:	πολύ ευαίσθητο



# Κοβαλαμίνη (Βιταμίνη B12): 4 μg/L

- Η βιταμίνη B12 λαμβάνεται από ζωικά τρόφιμα, στα οποία είναι συνδεδεμένη με πρωτεΐνες από τις οποίες αποσυνδέεται κατά την πέψη.
- Το γάλα είναι σημαντική πηγή κοβαλαμίνης και η συγκέντρωσή της εξαρτάται από **τα επίπεδα Co στην τροφή των αγελάδων.**
- Βιοσυντίθεται στη μεγάλη κοιλία κι επομένως η **συγκέντρωσή της δεν επηρεάζεται σημαντικά από τη φυλή, τη διατροφή ή την εποχή του έτους.** Στο πρωτόγαλα υπάρχει σε υψηλότερες συγκεντρώσεις.
- Είναι σχετικά σταθερή στην παστερίωση.
- Όμως η UHT επεξεργασία και κυρίως η αποθήκευση του UHT γάλακτος προκαλούν σοβαρές απώλειες.
- Είναι όμως σταθερή στην επίδραση του φωτός.

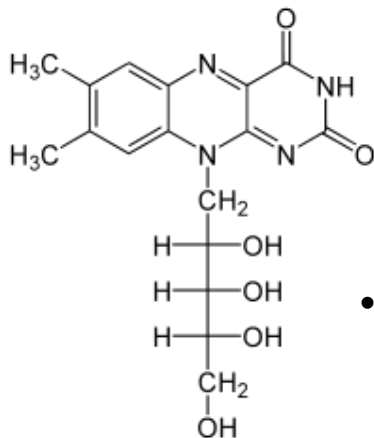


# Περιεκτικότητα σε Βιταμίνες του Θερμικά Επεξεργασμένου Γάλακτος

Αφορά κυρίως στο γάλα που έχει επεξεργασθεί σε συνθήκες εντονότερες της κλασικής (χαμηλής), παστερίωσης,  $>72^{\circ}\text{C}/16-20 \text{ s}$ .

## ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΙΔΡΟΥΝ:

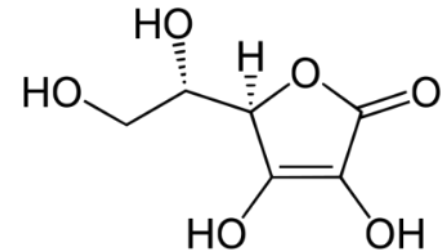
1. Συνθήκες επεξεργασίας, π.χ. έμμεση/άμεση επεξεργασία, συνδυασμός θερμοκρασίας-χρόνου.
2. Τύπος συσκευασίας, π.χ. έκθεση στο φως, περατότητα στο οξυγόνο
3. Συνθήκες συντήρησης, π.χ. θερμοκρασία και διάρκεια



**Αλλαγές της ριβοφλαβίνης (B2) και του ασκορβικού οξέος (C):**



- Μείωση της συγκέντρωσης άλλων βιταμινών
- Εμφάνιση ανεπιθύμητης γεύσης/οσμής







# Μέτρα «Προστασίας» για το Θερμικά Επεξεργασμένο Γάλα

- Συσκευασία με μηδενική διαπερατότητα στο οξυγόνο και έως ελάχιστη διαπερατότητα στα 400-500 nm.
- Ελάχιστη έκθεση στο φυσικό φώς.
- Προσεκτική επιλογή του φωτισμού στους χώρους συντήρησης της αγοράς (π.χ. “warm white” λάμπες φθορισμού).



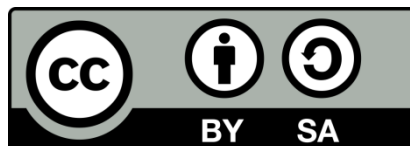
# Βιβλιογραφία

- Σ. ΚΑΜΙΝΑΡΙΔΗΣ & Γ. ΜΟΑΤΣΟΥ (2009). *Γαλακτοκομία*. Εκδόσεις Έμβρυο, Αθήνα.
- BIESALSKI H. K. & BACK E. I. (2003). Riboflavin, Nutritional significance. In: *Encyclopedia of Dairy Science* (eds H. Roginski, J. W. Fuquay and P.F. Fox) pp. 2694-2699. Academic Press, an imprint of Elsevier Science Ltd, London UK.
- WALSTRA P., WOUTERS J.T.M., GEURTS T.J., (2006). *Dairy Science and Technology*. CRC-Taylor & Francis
- MOATSOU G. (2013). Sanitary procedures, heat treatments, packaging, In: *Milk and Dairy Products in Human Nutrition*. Y. W. Park & G. F. W. Haenlein (Editors), Wiley-Blackwell (Eds.), UK, pp. 288-309.



# 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

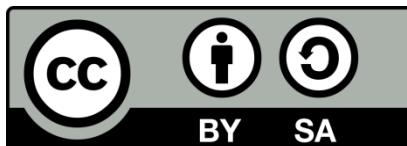
Copyright Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών 2015. Τμήμα Επιστήμης Τροφίμων και Διατροφής του Ανθρώπου, Καμιναρίδης Στέλιος/ Μοάτσου Γκόλφω, «Γαλακτοκομία». Έκδοση: 1.0. Αθήνα 2015. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση:

<https://mediasrv.aua.gr/eclass/courses/OCDFSHN102/>



# 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.