



# Γαλακτοκομία

## Ενότητα 1:

### Πρωτεΐνες 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

- Να γνωρίζουν οι φοιτητές την ετερογένεια των πρωτεϊνών, τη σύσταση, τη δομή και τις φυσικοχημικές ιδιότητές τους.
- Να γνωρίζουν που και πώς γίνεται η βιοσύνθεση των πρωτεϊνών.
- Να γνωρίζουν την αποσταθεροποίηση των μικκυλίων και τους μηχανισμούς πήξης του γάλακτος.



# Λέξεις Κλειδιά

- ασ1-καζεΐνη
- ασ2-καζεΐνη
- β-καζεΐνη
- γ-καζεΐνες
- Γαλακτικό κύτταρο
- Καζεΐνη
- κ-καζεΐνες
- Μικκύλιο
- Πρωτεΐνες



# Μηχανισμός της Πήξεως του Γάλακτος με Πυτιά 1/2

- Πρώτη φάση **ενζυμική** με μεγάλη αρχική ταχύτητα:

Ρεννίνη

κ-καζεΐνη (1-169)

→

Παρα-κ-καζεΐνη(1-105) + Γλυκομακροπεπτίδιο(106-169)

Phe105-/-Met106

(αδιάλυτη)

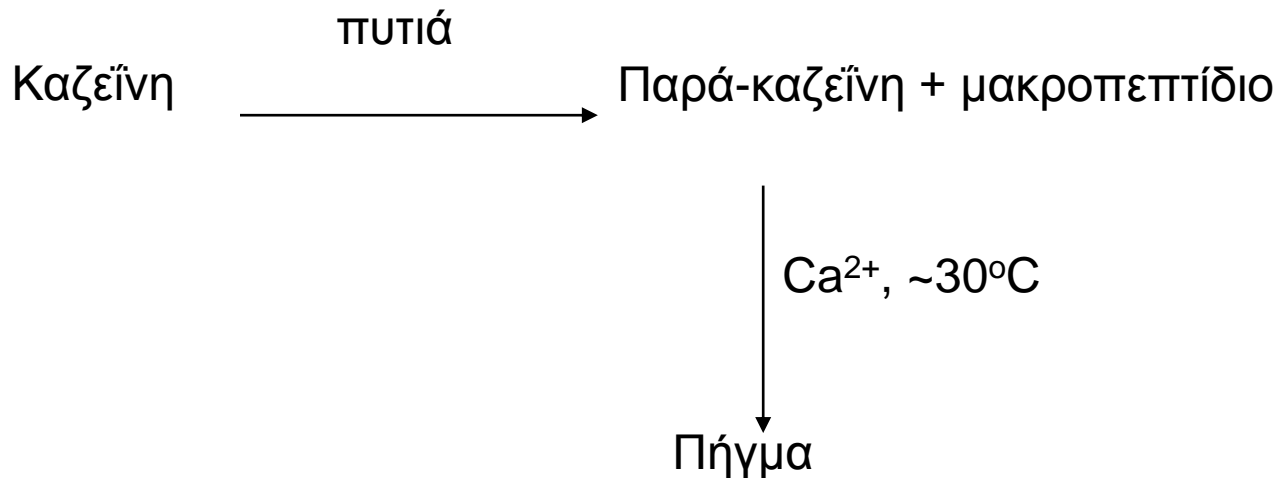
(διαλυτό)



# Μηχανισμός της Πήξεως του Γάλακτος με Πυτιά 2/2

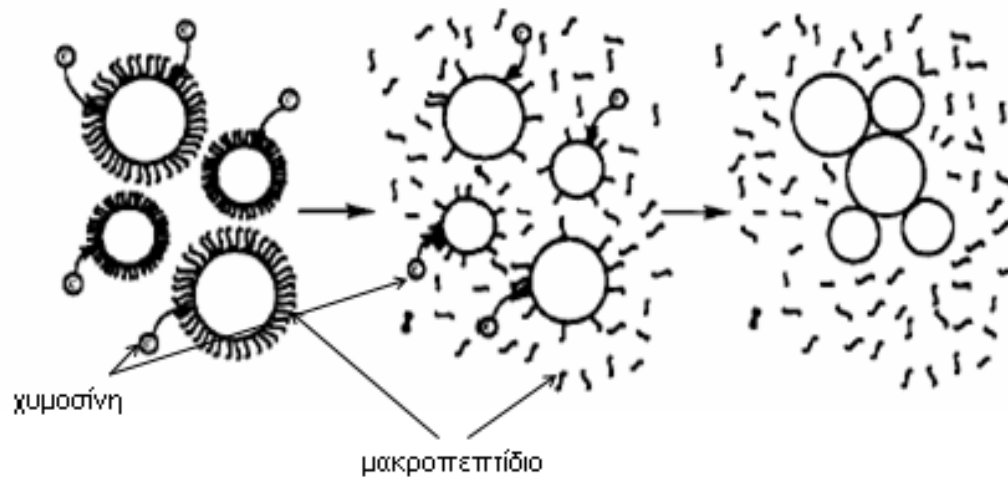
- Δεύτερη φάση μη ενζυμική που γίνεται με βραδύ ρυθμό:

$\alpha_s^-$ ,  $\beta^-$ , Παρα-κ-καζεΐνη  $\xrightarrow{\text{Ca}^{++}}$  Παρα-κ-καζεΐνικό ασβέστιο (καζεΐνικό πήγμα)





# Πήξη του Γάλακτος με Πυτιά (Από τους Fox & Mcsweeney, 1998).



- I. Η χυμοσίνη έρχεται σε επαφή με την άθικτη εξωτερική στρώση κ-καζεΐνης των μικκυλίων
- II. Τα μικκύλια αρχίζουν να αποσταθεροποιούνται καθώς απομακρύνεται το γλυκομακροπεπτίδιο,
- III. Κροκίδωση αποσταθεροποιημένων μικκυλίων μέσω των ιόντων ασβεστίου.



# Μηχανισμός Πήξης του Γάλακτος με Οξινίση 1/4

- Η προσθήκη οξέος στο γάλα προκαλεί απομάκρυνση ασβεστίου και φωσφόρου από τα καζεϊνικά μικκύλια και σε pH 4,6 αυτά κατακρημνίζονται :

Κολλοειδές φωσφορο-καζεϊνικό ασβέστιο + γαλακτικό οξύ  
pH 4,6

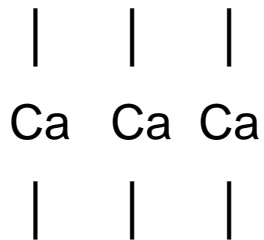
→ Ισοηλεκτρική CN χωρίς άλατα + διαλυτό γαλακτικό ασβέστιο



# Μηχανισμός Πήξης του Γάλακτος με Οξίνιση 2/4

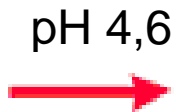
**Σχήμα:** Απεικόνιση της απομάκρυνσης ασβεστίου από τα καζεϊνικά μικκύλια με οξίνιση του γάλακτος.

Μόριο καζεΐνης

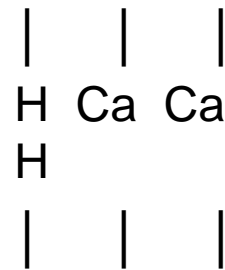


Μόριο καζεΐνης

+ 2H<sup>+</sup>



Μόριο καζεΐνης



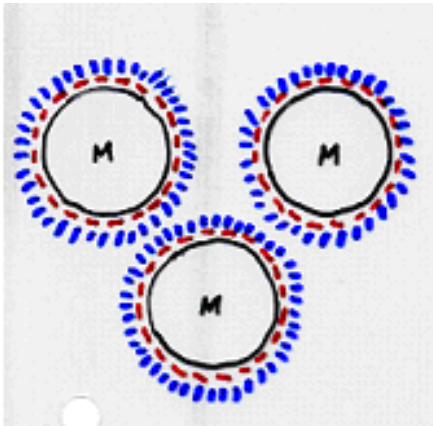
Μόριο καζεΐνης

+ Ca<sup>2+</sup>

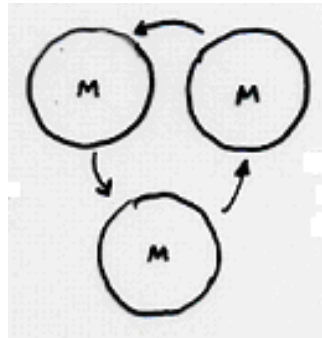




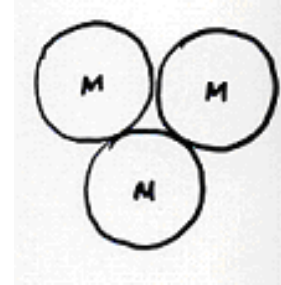
# Μηχανισμός Πήξης του Γάλακτος με Οξίνιση 3/4



Εξουδετέρωση φορτίου και αφυδάτωση των μικκυλίων



Συνένωση μικκυλίων



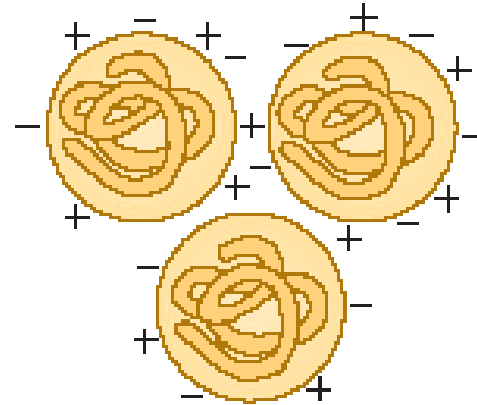
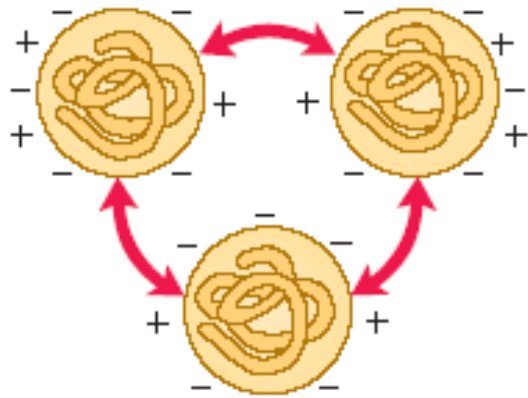
Καζεϊνικά μικκύλια με αρνητικό φορτίο και υψηλό βαθμό ενυδάτωσης που παρεμποδίζει τη συνένωση των μικκυλίων

Ασταθή καζεϊνικά μικκύλια χωρίς φορτίο και νερό

Κροκίδωση καζεϊνικών μικκυλίων



# Μηχανισμός Πήξης του Γάλακτος με Οξίνιση 4/4



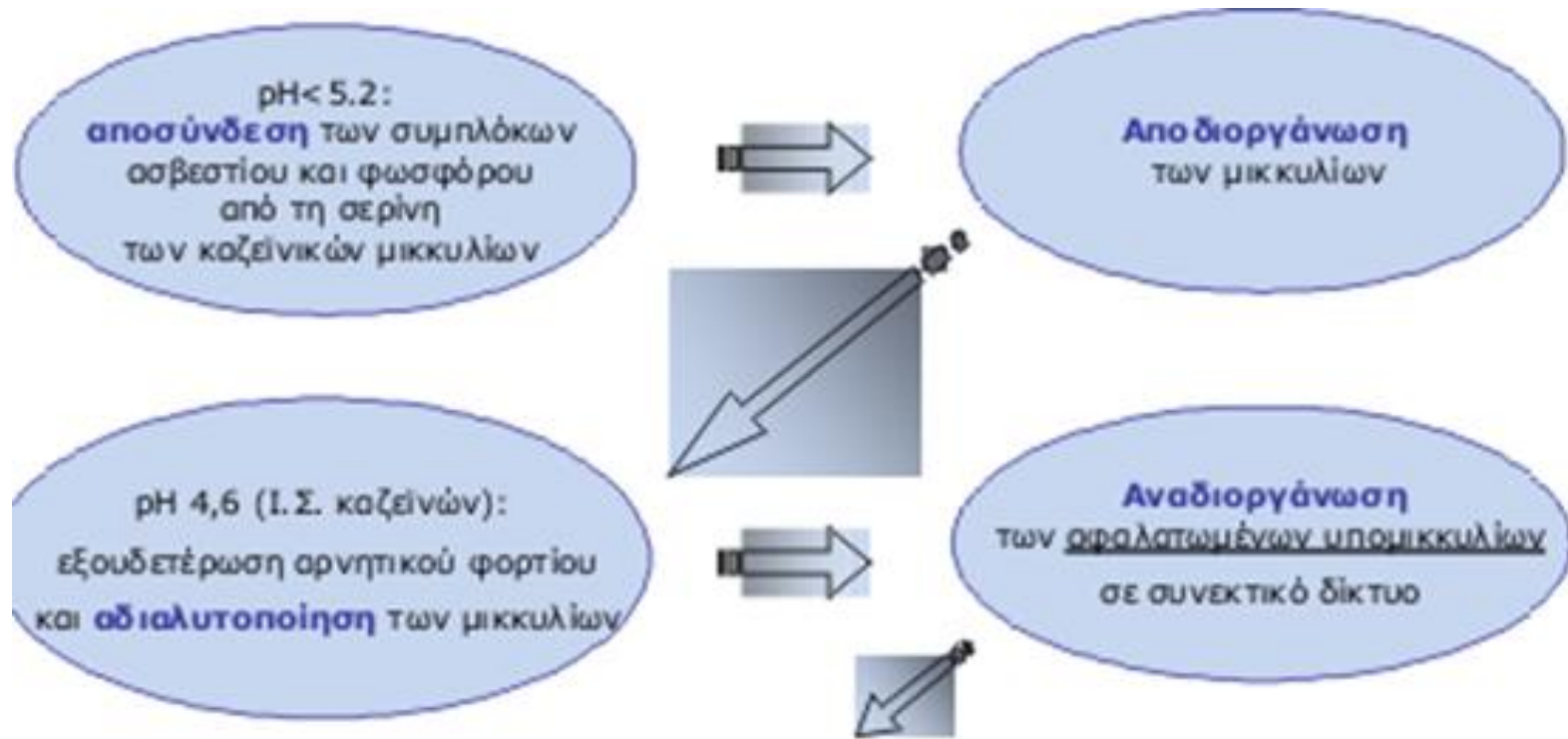
Τα καζεϊνικά μικκύλια σε pH 6,6 έχουν καθαρό αρνητικό φορτίο και απωθητική δύναμη μεταξύ τους

Οξίνιση

Σε pH 4,6, που είναι το ισοηλεκτρικό σημείο των καζεϊνών, θεωρείται ότι αρνητικό τους φορτίο έχει εξουδετερωθεί και κατακρημνίζονται με συνένωση των μικκυλίων τους.



# Σχηματική Παρουσίαση της Όξινης Πήξης



## ΟΞΙΝΟ ΠΗΓΜΑ

καζεϊνικό πλέγμα που περικλείει το σύνολο  
του νερού και των συστατικών του  
γάλακτος.



# Καζεϊνικά Μικκύλια

**ΠΙΝΑΚΑΣ:** Κύρια καζεϊνικά κλάσματα του αγελαδινού, πρόβειου και γίδινου γάλακτος εκφρασμένα σε % ποσοστό της συνολικής καζεΐνης.

Χαρακτηριστικά μικκυλίων	Γάλα		
	Αγελαδινό	Πρόβειο	Γίδινο
Καζεΐνες (% του συνόλου)	<b>48</b>	36	27
- $\alpha_s$ ( $\alpha_{s1} + \alpha_{s2}$ )	40	<b>50</b>	<b>55</b>
- $\beta + \gamma$	12	14	18
- $\kappa$			
Ασβέστιο (mg/g)	29	33	<b>36</b>



# Χαρακτηριστικά Καζεϊνών Αγελαδινού Γάλακτος 1/2

Χαρακτηριστικά	Καζεΐνες αγελαδινού γάλακτος						
	$\alpha_{s1}$	$\alpha_{s2}$	$\beta$	$\kappa$	$\gamma_1$	$\gamma_2$	$\gamma_3$
Γενετικές παραλλαγές	A, B, C, D, E	A, B, C, D	A <sub>1</sub> , A <sub>2</sub> , A <sub>3</sub> B, C, D, E	A, B			
% ποσοστό επί της συνολικής καζεΐνης	<b>40</b>	10	30	15	5		
Μοριακό βάρος	23600	<b>25400</b>	24000	19000	20500	11800	11500
Υπολείμματα αμινοξέων/ mole	199	207	<b>209</b>	169	181	104	102
Υπολείμματα κυστεΐνης / mole	0	0	0	<b>2</b>	0	0	0
Υπολείμματα προλίνης / mole	17	10	<b>35</b>	20	34	21	21

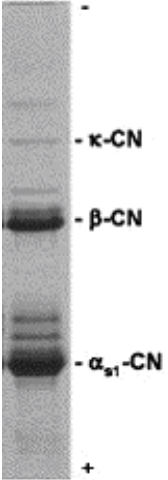
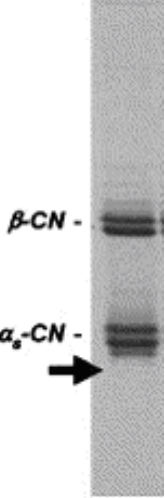



# Χαρακτηριστικά Καζεϊνών Αγελαδινού Γάλακτος 2/2

Χαρακτηριστικά	Καζεΐνες αγελαδινού γάλακτος						
	αs1	αs2	β	κ	γ1	γ2	γ3
Φωσφοσερίνες / mole	8-10	<b>10-13</b>	5	1-2	1	0	0
Υδατάνθρακες	0	0	0	<b>+</b>	0	0	0
Φορτίο σε pH 6,6	<b>-20,5</b>	-14	-12	-3			
Διαλυτότητα - 0 -4°C - 20 - 25 °C	αδιάλυτη αδιάλυτη	αδιάλυτη αδιάλυτη	<b>διαλυτή</b> αδιάλυτη	<b>διαλυτή</b> <b>διαλυτή</b>			
Ευαισθησία - στο ασβέστιο - στην πυτιά - στην πλασμίνη	++ ++ +	<b>+++</b> - ++	+(≥20°C) + <b>+++</b>	- <b>+++</b>			



# Καζεΐνικά Κλασμάτα Διαφορετικών Ειδών Γάλακτος

Αγελαδινή καζεΐνη	Πρόβεια καζεΐνη	Γίδινη καζεΐνη	
			β- καζεΐνη (β1+β2) α <sub>s</sub> - καζεΐνη

**Εικόνα:** Η ετερογένεια της καζεΐνης απεικονίζεται με την εφαρμογή ηλεκτροφορητικών τεχνικών. Οι επί μέρους καζεΐνες διαχωρίζονται εξαιτίας των διαφορών των αμινοξικών τους ακολουθιών, του καθαρού ηλεκτρικού φορτίου και του M.W. που έχουν και κινούνται με διαφορετική ταχύτητα σε πηκτές πολυακρυλαμιδίου, κάτω από την επίδραση ηλεκτρικού πεδίου.



# Βιβλιογραφία

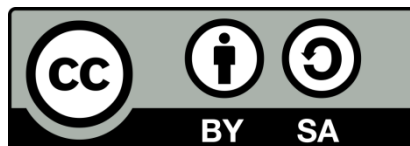
- Ανυφαντάκης, Εμ. Χημεία και Ανάλυση του Γάλακτος Εκδόσεις Καραμπερόπουλος, Αθήνα, 1986.
- Καμιναρίδης, Στ. και Μοάτσου, Γ., Γαλακτοκομία, Εκδόσεις Έμβρυο, Αθήνα, 2009.
- Park Y.W.& Haenlein G.F.W., Milk and Dairy Products in Human Nutrition. Wiley-Blackwell, UK, 2013.
- Tetra Pak. Dairy processing handbook, pp. 191-205. Applied Science Publishers Ltd, London, 1995.
- Walstra, P. & Jenness, R. Dairy Chemistry and Physics. John Wiley & Sons, New York, 1983
- Walstra, p., Wouters, J.T.M. & Geurts, T. J., Dairy Science and Technology. Second Edition. CRC-Taylor & Francis, New York, 2006.





# 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

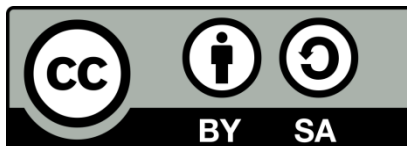
Copyright Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών 2015. Τμήμα Επιστήμης Τροφίμων και Διατροφής του Ανθρώπου, Καμιναρίδης Στέλιος/ Μοάτσου Γκόλφω, «Γαλακτοκομία». Έκδοση: 1.0. Αθήνα 2015. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση:

<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.