



# Γαλακτοκομία

## Ενότητα 6:

### Μικροοργανισμοί του Νωπού Γάλακτος (1/3), 1.5ΔΩ

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





# Μαθησιακοί Στόχοι

- Να γνωρίζουν οι φοιτητές τους μικροοργανισμούς που απαντώνται στο νωπό γάλα.
- Να γνωρίζουν τους παράγοντες που επηρεάζουν την ανάπτυξη των μικροοργανισμών στο γάλα.



# Λέξεις Κλειδιά

- Ανάπτυξη μικροοργανισμών
- Αντιμικροβιακές ουσίες
- Αντισώματα (Ab) – Ανοσοσφαιρίνες (Ig)
- Μικροοργανισμοί
- Λογαριθμική φάση
- Ρυθμός ανάπτυξης ( $\mu$ )
- Φάση μείωσης
- Φάση προσαρμογής
- Φάση στασιμότητας
- Χρόνος γενεάς (g)



# Μικροοργανισμοί του Νωπού Γάλακτος(1/4)

Πηγές μόλυνσεως του γάλακτος	Μικροοργανισμοί	ΟΜΧ /ml γάλακτος	
		Με προφυλάξεις	Χωρίς προφυλάξεις
Γαλακτοφόροι αγωγοί και γαλακτοφόρος κόλπος του μαστού Σημ. Απόρριψη πρώτων σταγόνων (20.000/ml)	- Lactococcus -Micrococcus -Υπεύθυνοι μικ/σμοί σε περίπτωση λοιμώξεων (Brucella melitensis, Mycobacterium bovis)	500	5.000



# Μικροοργανισμοί του Νωπού Γάλακτος(2/4)

Πηγές μόλυνσεως του γάλακτος	Μικροοργανισμοί	ΟΜΧ /ml γάλακτος	
		Με προφυλάξεις	Χωρίς προφυλάξεις
Το σώμα του ζώου (τρίχες, κύτταρα) και τα εκκρίματά του	-Enterobacteria -Clostridium	Σημαντική μόλυνση όταν δεν υπάρχει καθαριότητα	
Το περιβάλλον του βουστασίου (σκόνες, ζωοτροφές, έντομα)	-Ζύμες & μύκητες -Gram (-) βακτήρια -Enterobacteria - Micrococcus - Brucella		



# Μικροοργανισμοί του Νωπού Γάλακτος(3/4)

Πηγές μόλυνσεως του γάλακτος	Μικροοργανισμοί	ΟΜΧ /ml γάλακτος	
		Με προφυλάξεις	Χωρίς προφυλάξεις
Αμελκτής & λοιπό προσωπικό	- Mycobacterium tuberculosis		
Το νερό	- Ψυχρόφιλα - κολοβακτηριοειδή (κολοβακτηρίδια)		



# Μικροοργανισμοί του Νωπού Γάλακτος(4/4)

Πηγές μόλυνσεως του γάλακτος	Μικροοργανισμοί	ΟΜΧ /ml γάλακτος	
		Με προφυλάξεις	Χωρίς προφυλάξεις
Σκεύη αμέλξεως			
-Δοχεία & μηχανές αμέλγματος	-Θερμοάντοχα βακτήρια	10.000	55.000
-Διήθηση από φίλτρα	-Οξυγαλακτικά βακτήρια	12.000	250.000
-Δεξαμενές αποθήκευσης & ψύξης	-Ψυχρότροφα	15.000	1.000.000
Μεταφορά μέχρι το εργοστάσιο		20.000	3.500.000

ΟΜΧ: Ολική μεσόφιλη χλωρίδα

Δρ. Καμινारीσης ΣΤΕΛΙΟΣ



# Κανονισμός ΕΚ 1662/2006

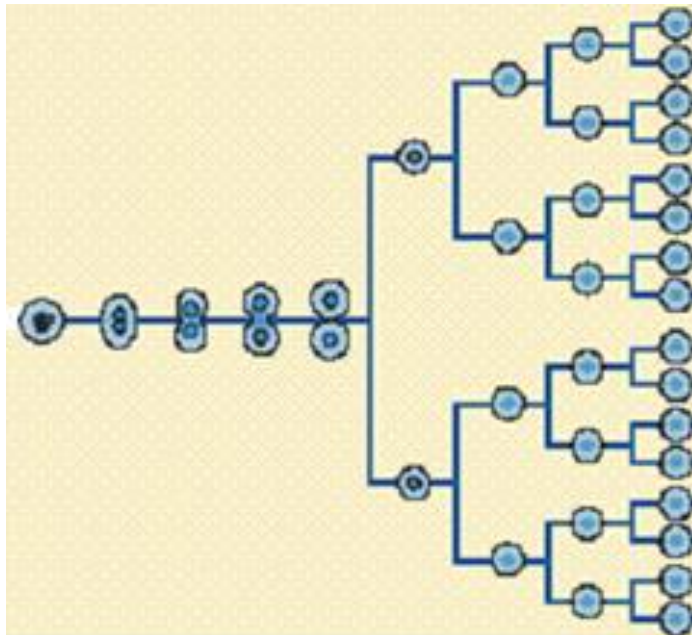
Είδος γάλακτος		Αριθμός μικροοργανισμών (30°C)	Αριθμός σωματικών κυττάρων
Νωπό γάλα αγελάδας		< 100.000/mL	< 400.000/mL
Νωπό γάλα αιγοπροβάτων και βουβάλων	-για παρασκευή θερμικά επεξεργασμένου γάλακτος ή προϊόντων	< 1.500.000/mL	
	- για παρασκευή προϊόντων χωρίς θερμική επεξεργασία	< 500.000/mL	





# Ανάπτυξη των Μικροοργανισμών 1/2

- Ο όρος ανάπτυξη αναφέρεται στον πολλαπλασιασμό των μικροβιακών κυττάρων και στην αύξηση του πληθυσμού τους.
- Τα βακτήρια πολλαπλασιάζονται με διχοτόμηση. Ένα βακτήριο χωρίζεται σε 2, μετά σε 4, 8, 16 κ.ο.κ.





# Ανάπτυξη των Μικροοργανισμών 2/2

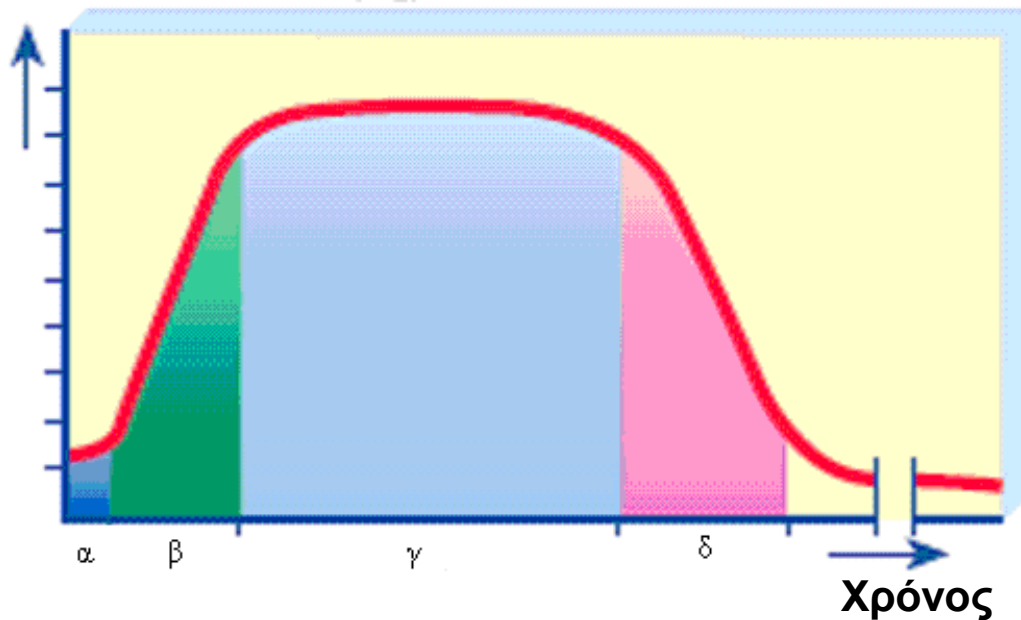
- Με ευνοϊκές συνθήκες στα περισσότερα βακτήρια η διχοτόμηση γίνεται κάθε 30 λεπτά της ώρας.
- Αποτέλεσμα του έντονου πολλαπλασιασμού τους μπορεί σε λίγες ώρες ανάλογα με τις συνθήκες που επικρατούν ο αριθμός τους να φθάσει σε πάρα πολλές χιλιάδες ή και εκατομμύρια βακτήρια, ξεκινώντας από ένα βακτήριο.



# Καμπύλη Ανάπτυξης Μικροοργανισμών στο Γάλα

- Οι μικροβιακοί πληθυσμοί εμφανίζουν μια τυπική καμπύλη αύξησης, αυτή του παρακάτω σχήματος 5.2.

Αριθμός μικροοργανισμών (log)



- Φάση προσαρμογής ή υστέρησης (Lag phase)
- Λογαριθμική ή εκθετική φάση ανάπτυξης (Log phase or exponential phase)
- Στάσιμη ή σταθερή φάση (Stationery phase)
- Φάση μείωσης ή παρακμής (Death phase or reduction phase or dying-off phase)

Σχήμα : Καμπύλη ανάπτυξης μικροοργανισμών στο γάλα με βάση το χρόνο.



# Φάση προσαρμογής (lag phase)

- Δεν υπάρχει πολλαπλασιασμός των κυττάρων και διαρκεί λίγες ώρες ανάλογα με τους διάφορους παράγοντες και ιδιαίτερα με τη Θ/α:
  - στους 37<sup>0</sup>C διαρκεί 3h
  - στους 4<sup>0</sup>C διαρκεί 15 h
- Βιοσύνθεση των απαραίτητων ενζύμων για την χρησιμοποίηση θρεπτικών ουσιών.
- Προετοιμασία μικροβιακού κυττάρου για τον πολλαπλασιασμό.



# Λογαριθμική ή Εκθετική Φάση Ανάπτυξης (log phase or exponential phase) 1/6

- Τα κύτταρα των μικροβίων στην εκθετική φάση ανάπτυξης βρίσκονται στην πλέον καλύτερη τους κατάσταση και ο αριθμός των κυττάρων τους διπλασιάζεται στη μονάδα του χρόνου οπότε στην περίπτωση αυτή η καμπύλη είναι μια ευθεία γραμμή. Η ευθεία γραμμή αποτελεί άμεση ένδειξη ότι τα κύτταρα αυξάνονται εκθετικά.



# Λογαριθμική ή Εκθετική Φάση Ανάπτυξης (log phase or exponential phase) 2/6

- Ο ρυθμός μεταβολής των κυττάρων ( $dX / dt$ ) εξαρτάται από το ρυθμό ανάπτυξης ( $\mu$ ) που ποικίλλει με το είδος των μικροβίων και τον αριθμό των κυττάρων σε ένα υπόστρωμα:

$$dX / dt = \mu X$$



# Λογαριθμική ή Εκθετική Φάση Ανάπτυξης (log phase or exponential phase) 3/6

- Την εξίσωση αυτή μπορούμε να την μετατρέψουμε σε λογαριθμική ή εκθετική κάνοντας τις παρακάτω μαθηματικές πράξεις:

$$dX / dt \cdot dt / X = \mu X \cdot dt / X$$

$$dX / X = \mu \cdot dt \rightarrow \int dX / X = \int \mu \cdot dt \rightarrow \log X = \mu \int dt + c \rightarrow \log X = \mu t + c \quad (1)$$

$$\text{Για } t = 0 \text{ το } X = X_0 \rightarrow \text{Η εξίσωση (1) γίνεται } \log X_0 = c \quad (2)$$

$$(1, 2) \log X = \mu t + \log X_0$$

$$dX / dt = \mu X \quad \text{ή} \quad \log X - \log X_0 = \mu t \quad \text{ή} \quad \log X = \log X_0 + \mu t \quad \text{ή} \quad X = X_0 e^{\mu t}$$

όπου,

$dX / dt$  = Ρυθμός μεταβολής των κυττάρων.

$X$  = Αριθμός κυττάρων μετά χρόνο  $t$ .

$X_0$  = Αρχικός αριθμός κυττάρων.

$\mu$  = ρυθμός ανάπτυξης (rate of growth) που δείχνει την κλίση της καμπύλης.



# Λογαριθμική ή Εκθετική Φάση Ανάπτυξης (log phase or exponential phase) 4/6

- Σημαντικοί παράμετροι της εκθετικής αύξησης είναι ο χρόνος γενεάς, ο ρυθμός ανάπτυξης και ο αριθμός των γενεών. Τα χαρακτηριστικά αυτά ορίζονται και υπολογίζονται όπως παρακάτω:

**g = Χρόνος γενεάς (Generation time):** Είναι ο χρόνος που απαιτείται για να παραχθούν δύο θυγατρικά βακτήρια από ένα προϋπάρχον κύτταρο ή να διπλασιαστεί ένας κυτταρικός πληθυσμός και υπολογίζεται:

$$g = t / v$$

g = Ο χρόνος γενεάς

v = Ο αριθμός των γενεών

t = Ο χρόνος που απαιτείται για να σχηματιστούν v γενεές





# Λογαριθμική ή Εκθετική Φάση Ανάπτυξης (log phase or exponential phase) 5/6

- Στη λογαριθμική φάση ο χρόνος μιας γενιάς αποκτά την πιο μικρή τιμή και κυμαίνεται από 15-30 λεπτά και ποικίλλει ανάλογα με το είδος των βακτηρίων και τις συνθήκες ανάπτυξης (σύνθεση υποστρώματος, θ/α, pH κ.α.)
  - μικρότερες τιμές  $g$  στα θερμόφιλα και μεσόφιλα βακτήρια
  - μεγαλύτερες τιμές  $g$  στα ψυχρόφιλα βακτήρια)

**$\mu$  = Ρυθμός ανάπτυξης ή αύξησης (Rate of growth):**

Είναι ο αριθμός των γενεών ( $v$ ) στη μονάδα του χρόνου και υπολογίζεται:

$$\mu = v / t$$

$v$  = Ο αριθμός των γενεών



# Λογαριθμική ή Εκθετική Φάση Ανάπτυξης (log phase or exponential phase) 6/6

**Ο αριθμός των γενεών υπολογίζεται ως εξής:**

Μετά από 1 γενεά (διχοτόμηση)  $X = X_0 \cdot 2^1$

Μετά από  $n$  γενεές (διχοτομήσεων)  $X = X_0 \cdot 2^n$

Για να εκφράσουμε την εξίσωση  $X / X_0 = 2^n$  ως προς  $n$ , θα πρέπει να κάνουμε τις ακόλουθες μετατροπές:

$$X / X_0 = 2^n$$

$$\log X = \log X_0 + n \log 2$$

$$\log X - \log X_0 = n \log 2$$

$$n = (\log X - \log X_0) / \log 2$$

$$\mathbf{n = (\log X - \log X_0) / 0.301}$$

$$n = (\log X - \log X_0) / 0.3 \quad \text{ή} \quad n = 3,3 (\log X - \log X_0)$$

**Η διάρκεια της λογαριθμικής φάσης είναι 5 - 8 ώρες σε άριστες συνθήκες ανάπτυξης.**



# Υπολογισμός του Χρόνου Γενεάς (g) και του Ρυθμού Ανάπτυξης ( $\mu$ )<sup>1/3</sup>

- Αν γνωρίζουμε τον αρχικό και τον τελικό αριθμό κυττάρων, μπορούμε να υπολογίσουμε το  $n$ , ενώ από το  $n$ , και εφόσον γνωρίζουμε το  $t$ , μπορούμε να υπολογίσουμε το χρόνο γενεάς (g) και το ρυθμό ανάπτυξης ( $\mu$ ).
- Πρδ. υπολογισμού του χρόνου γενεάς (g) και του ρυθμού ανάπτυξης ( $\mu$ ):



# Υπολογισμός του Χρόνου Γενεάς (g) και του Ρυθμού Ανάπτυξης ( $\mu$ )<sup>2/3</sup>

- Έστω,  $X_0=10^2$  ο αρχικός πληθυσμός των βακτηρίων. Μετά χρόνο 10 ωρών ο πληθυσμός των βακτηρίων γίνεται  $10^8$ . Να υπολογιστεί ο χρόνος γενεάς (g) και ο ρυθμός ανάπτυξης ( $\mu$ ).
- Για τον υπολογισμό του αριθμού των γενεών χρησιμοποιούμε τον τύπο:  
$$v = \log X - \log X_0 / 0.3 = (\log 10^8 - \log 10^2) / 0.3 = 8 - 2 / 0,3 = 6 / 0.3 = 20$$
 γενεές στις 10 h.

Επομένως,  $g = t / v = 10 / 20 = 0,5$  ώρα = 30 λεπτά και  
 $\mu = v / t = 20 / 10 = 2$  γενεές ανά ώρα



# Υπολογισμός του Χρόνου Γενεάς (g) και του Ρυθμού Ανάπτυξης (μ)<sup>3/3</sup>

- Ο χρόνος γενεάς g μπορεί ακόμη να υπολογιστεί από τον παρακάτω τύπο με βάση την κλίση της ευθείας που προκύπτει από το ημιλογαριθμικό διάγραμμα της εκθετικής αύξησης:

$$g = 0,301 / \text{Κλίση}$$

Δεδομένου ότι η κλίση στο παράδειγμά μας είναι 0,602 τότε  $g = 0,301 / \text{Κλίση} = 0,301 / 0,602 = 0,5 \text{ h}$ .



# Φάση Στάσιμη ή Στασιμότητας (stationery phase)

- Ο πληθυσμός αποκτά τη μέγιστη τιμή του και δημιουργούνται τόσα νέα κύτταρα όσα είναι που καταστρέφονται.
- Δημιουργούνται τόσα νέα κύτταρα όσα είναι τα καταστρεφόμενα.
- Περιορίζεται η αύξηση στη φάση αυτή γιατί είτε συμβαίνει εξάντληση θρεπτικών συστατικών από το υπόστρωμα ανάπτυξης, είτε συσσωρεύονται κάποιοι άχρηστοι και τοξικοί μεταβολίτες από τη λειτουργία των μικροβίων σε τέτοιο επίπεδο ώστε να δρουν ανασταλτικά και να τερματίζει την εκθετική αύξηση, είτε συμβαίνουν και τα δύο.



# Φάση Μείωσης ή Παρακμής ή Θανάτου

**(reduction phase or dying-off phase)**

- Ο μικροβιακός πληθυσμός μειώνεται γιατί:
  - υπάρχει σημαντική ελάττωση θρεπτικών ουσιών, οξυγόνου και
  - η σύνθεση σε μεγάλες ποσότητες δευτερογενών μεταβολιτών δρουν τοξικά και νεκρώνουν τα ζωντανά κύτταρα.



# Βιβλιογραφία 1/2

- Cousins, C.M. and Bramley, A.J. 1981. The microbiology of raw milk. In Dairy Microbiology (Robinson, R.K. ed.) Vol. I, Elsevier, London 119-163.
- Καμιναρίδης, Στ. και Μοάτσου, Γ., Γαλακτοκομία, Εκδόσεις Έμβρυο, Αθήνα, 2009.
- Καλατζόπουλος, Γ. (1986) *Μαθήματα εφαρμοσμένης μικροβιολογίας γάλακτος και γαλακτοκομικών προϊόντων*. Αθήνα: Εκδόσεις Καραμπερόπουλος Α.Ε.
- James M. Jay, (2000). *Modern Food Microbiology*, 6th edition,





# Βιβλιογραφία 2/2

- Robinson, R. K. (1990) *Dairy Microbiology*. The microbiology of milk. Vol. 1. Elsevier Applied Science Publishers, London.



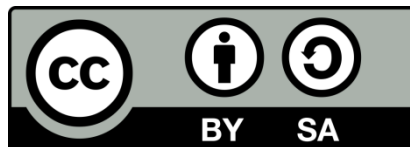
# Βιβλιογραφία

- Cousins, C.M. and Bramley, A.J. 1981. The microbiology of raw milk. In Dairy Microbiology (Robinson, R.K. ed.) Vol. I, Elsevier, London 119-163.
- Καμιναρίδης, Στ. και Μοάτσου, Γ., Γαλακτοκομία, Εκδόσεις Έμβρυο, Αθήνα, 2009.
- Καλατζόπουλος, Γ. (1986) *Μαθήματα εφαρμοσμένης μικροβιολογίας γάλακτος και γαλακτοκομικών προϊόντων*. Αθήνα: Εκδόσεις Καραμπερόπουλος Α.Ε.
- James M. Jay, (2000). *Modern Food Microbiology*, 6th edition,



# 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

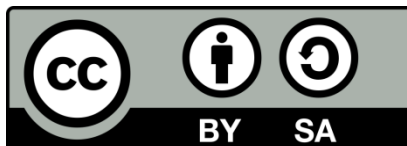
Copyright Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών 2015. Τμήμα Επιστήμης Τροφίμων και Διατροφής του Ανθρώπου, Καμιναρίδης Στέλιος/ Μοάτσου Γκόλφω, «Γαλακτοκομία». Έκδοση: 1.0. Αθήνα 2015. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση:

<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.