



# Μικροβιολογία Τροφίμων Ι

## Ενότητα 10:

Ενδογενείς Παράγοντες – Δυναμικό  
Οξειδοαναγωγής – Θρεπτικά  
Συστατικά, 1ΔΩ

Τμήμα: Επιστήμης Τροφίμων και Διατροφής Του Ανθρώπου

Διδάσκοντες: Γεώργιος - Ιωάννης Νύχας

Ευστάθιος Πανάγου



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

- Οι μαθησιακοί στόχοι της ενότητας περιλαμβάνουν την ανάπτυξη βασικών δεξιοτήτων και κριτικής σκέψης των φοιτητών σχετικά με τους μικροοργανισμούς που παρουσιάζουν ενδιαφέρον στη μικροβιολογία τροφίμων, τις έννοιες της ασφάλειας και αλλοίωσης των τροφίμων, τον προσδιορισμό των βασικών κινητικών παραμέτρων μικροβιακής αύξησης.



# Λέξεις Κλειδιά

- αλλοίωση τροφίμων
- ασφάλεια τροφίμων
- κινητική βακτηρίων



# Τι Αφορούν και ποιοι Είναι οι Ενδογενείς (Intrinsic) Παράγοντες

**ΤΡΟΦΙΜΟ**

**$E_h$**



# Τι είναι το Δυναμικό Οξειδοαναγωγής (Eh)

- Η τάση ενός μέσου να δέχεται ή να δίνει ηλεκτρόνια δείχνει το δυναμικό οξειδοαναγωγής του.
- Όταν το μέσο δίνει  $e^-$  οξειδώνεται, έχει + Eh
- Όταν παίρνει  $e^-$  ανάγεται και έχει – Eh
- Οι αερόβιοι μικροοργανισμοί απαιτούν +Eh (οξειδωτικές) για να αυξηθούν, οι αναερόβιοι απαιτούν –Eh (αναγωγικές).



# Από τι Εξαρτάται το Δυναμικό Οξειδοαναγωγής (Eh) ενός Τροφίμου 1/5

- pH (για κάθε μία μονάδα μείωσης του pH η τιμή του Eh αυξάνεται κατά +58 mV) – *Οι χυμοί των φρούτων που έχουν χαμηλό pH παρουσιάζουν υψηλές τιμές Eh*

	<i>E (mV)</i>	<i>pH</i>
Raw meat (post-rigor)	-200	5.7
Raw minced meat	+225	5.9
Cooked sausages and canned meats	-20 to -150	Ca. 6.5
Wheat (whole grain)	-320 to -360	6.0
Barley (ground grain)	+225	7.0
Potato tuber	Ca. -150	Ca. 6.0
Spinach	+74	6.2
Pear	+436	4.2
Grape	+409	3.9
Lemon	+383	2.2



# Από τι Εξαρτάται το Δυναμικό Οξειδοαναγωγής (Eh) ενός Τροφίμου 2/5

- διαθεσιμότητα σε οξυγόνο (φυσική κατάσταση, συσκευασία) (π.χ. η επιφάνεια ενός τροφίμου που έρχεται σε επαφή με τον αέρα έχει +Eh, αντίθετα το εσωτερικό έχει –Eh λόγω απουσίας αέρα)
- Η αύξηση της επαφής του τροφίμου με το O<sub>2</sub> λόγω π.χ. της επεξεργασίας, π.χ. τεμαχισμός, άλεση, αυξάνει την τιμή του Eh.
- Παράλληλα μείωση της συγκέντρωσης του O<sub>2</sub> με την επεξεργασία, π.χ. συσκευασία υπό κενό, κονσερβοποίηση, μειώνει την τιμή του Eh.



# Από τι Εξαρτάται το Δυναμικό Οξειδοαναγωγής (Eh) ενός Τροφίμου 3/5

	<i>E (mV)</i>	<i>pH</i>
Raw meat (post-rigor)	-200	5.7
Raw minced meat	+225	5.9
Cooked sausages and canned meats	-20 to -150	Ca. 6.5
Wheat (whole grain)	-320 to -360	6.0
Barley (ground grain)	+225	7.0
Potato tuber	Ca. -150	Ca. 6.0
Spinach	+74	6.2
Pear	+436	4.2
Grape	+409	3.9
Lemon	+383	2.2





# Από τι Εξαρτάται το Δυναμικό Οξειδοαναγωγής (Eh) ενός Τροφίμου 4/5

- Μικροβιακή δραστηριότητα – Η μικροβιακή αύξηση μειώνει την τιμή του Eh.
- Η μικροβιακή αύξηση συνοδεύεται από μείωση του διαθέσιμου O<sub>2</sub> και παραγωγή αναγωγικών ουσιών όπως H<sub>2</sub>.



# Από τι Εξαρτάται το Δυναμικό Οξειδοαναγωγής (Eh) ενός Τροφίμου 5/5

- Methylene blue, resazurine και tetrazolium salts
- Methylene blue : μπλέ → άσπρο
- Resazurin : μπλέ → ρόζ ή άσπρο
- Tetrazolium salts: άχρωμο → κόκκινο
- Ο χρόνος που απαιτείται για την αλλαγή του χρώματος είναι αντιστρόφως ανάλογος με τον πληθυσμό του μικροοργανισμού
- Ιστορικά η μέθοδος έχει χρησιμοποιηθεί για την μέτρηση της μικροβιολογικής κατάστασης του νωπού γάλακτος.



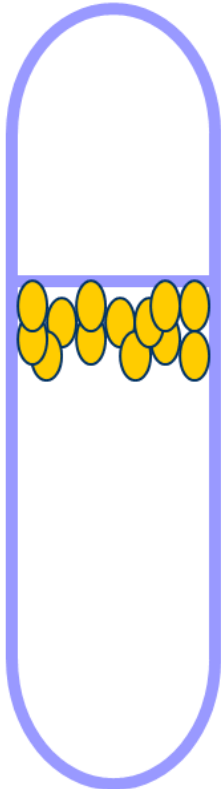
# Η Σχέση των Μικροοργανισμών με το $O_2$ & Eh, Επιτρέπει την Παρακάτω Κατάταξη

- **Αερόβιοι:** οι μικροοργανισμοί (πχ. *Pseudomonas* spp.) αυτοί χρειάζονται  $O_2$  άρα αναπτύσσονται σε τρόφιμα με υψηλό Eh (+300 mV έως +500 mV).
- **Αναερόβιοι:** μικροοργανισμοί (πχ. *Clostridium* spp.), αναπτύσσονται σε τρόφιμα με πολύ χαμηλό Eh (πχ σε κονσέρβες, ή τρόφιμα συσκευασμένα σε κενό) (-250 mV έως +100 mV).
- **Προαιρετικά αναερόβιοι:** οι μικροοργανισμοί που αναπτύσσονται είτε παρουσία είτε απουσία  $O_2$  πχ. *Lactobacillaceae*, *Enterobacteriaceae*, *Corynebacteriaceae* (+100 mV έως +300 mV).

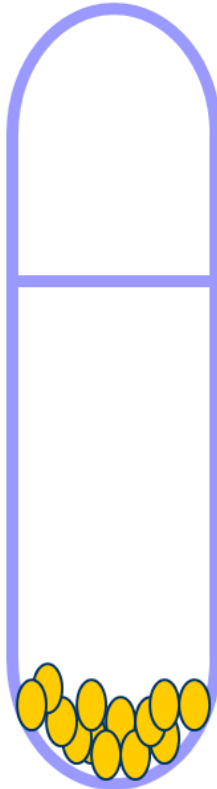


# Απαιτήσεις σε Οξυγόνο

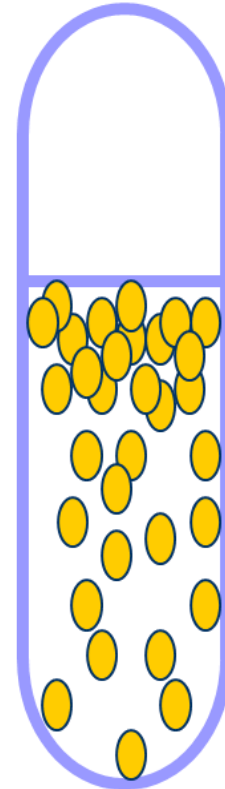
**Αερόβιοι**



**Αναερόβιοι**



**Προαιρετικά  
αναερόβιοι**





# Τι Αφορούν και ποιοι Είναι οι Ενδογενείς (Intrinsic) Παράγοντες

**ΤΡΟΦΙΜΟ**

**Θρεπτικά  
συστατικά**



# Θρεπτικά Συστατικά 1/5

Οι μικροοργανισμοί χρειάζονται:

- **Πηγή ενέργειας:** σάκχαρα, αλκοόλες, αμινοξέα
  - Κύρια πηγή είναι οι απλοί υδατάνθρακες (π.χ. γλυκόζη)
  - Λίγοι μικροοργανισμοί μπορούν να αποδομήσουν σύνθετους υδατάνθρακες (π.χ. άμυλο, κυτταρίνη)
  - Πιο δύσκολα αποδομούν λίπη
- **Πηγή αζώτου:** κυρίως αμινοξέα, πεπτίδια, νουκλεοτίδια, πρωτεΐνες.



# Θρεπτικά Συστατικά 2/5

- **Πηγή βιταμινών:** Βιταμίνες συμπλόκου Β (π.χ. θειαμίνη). Τα Gram + βακτήρια δεν έχουν την ικανότητα σύνθεσης αυτών των βιταμινών σε αντίθεση με τα Gram – και τους μύκητες. Επίσης, τα φρούτα έχουν χαμηλότερη περιεκτικότητα σε βιταμίνη Β σε σχέση με το κρέας. Το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με το χαμηλότερο pH και το θετικό Eh των φρούτων συμβάλλει την αλλοίωσή τους από μύκητες και όχι από βακτήρια.

Μύκητες < Ζύμες < αρνητικά κατά Gram < θετικά κατά Gram



# Θρεπτικά Συστατικά 3/5

**Πίνακας 4:** Σειρά κατανάλωσης συστατικών κρέατος από τα κυριότερα αλλοιωγόνα βακτήρια. A: *Pseudomonas* spp. B: *Shewanella putrefaciens* Γ: *Brochothrix thermosphacta* Δ: *Enterobacter* spp. E: *lactic acid bacteria*.  
<sup>α</sup> Υπό συνθήκες έλλειψης οξυγόνου και/ή παρεμπόδισης από CO<sub>2</sub> <sup>β</sup> Δεν γνωρίζουμε την ακριβή σειρά. Τροποποιημένο από Νυχάς κ.α. (2007)

Υπόστρωμα	Αερόβιες		συνθήκες			Αναερόβιες		συνθήκες <sup>α</sup>		
	A	B	Γ	Δ	E	A	B	Γ	Δ	E
Γλυκόζη/6-φωσφορική-γλυκόζη	1	1	1	1	1	1	1 <sup>β</sup>	1	1	1
Γαλακτικό οξύ	2	2		2						
Πυροσταφυλικό οξύ	3	3				2 <sup>β</sup>				
Γλυκονικό οξύ/6-φωσφορογλουκονικό	4	4				2 <sup>β</sup>				





# Θρεπτικά Συστατικά 4/5

**Πίνακας 4:** Σειρά κατανάλωσης συστατικών κρέατος από τα κυριότερα αλλοιωγόνα βακτήρια. A: *Pseudomonas* spp. B: *Shewanella putrefaciens* Γ: *Brochothrix thermosphacta* Δ: *Enterobacter* spp. E: *Lactic acid bacteria*.

<sup>α</sup> Υπό συνθήκες έλλειψης οξυγόνου και/ή παρεμπόδισης από CO<sub>2</sub> <sup>β</sup> Δεν γνωρίζουμε την ακριβή σειρά. Τροποποιημένο από Νυχάς κ.α. (2007)

Υπόστρωμα	Αερόβιες συνθήκες					Αναερόβιες συνθήκες <sup>α</sup>				
	A	B	Γ	Δ	E	A	B	Γ	Δ	E
Προπιονικό		5								
Μυρμηκικό οξύ							1 <sup>β</sup>			
Αιθανόλη		6								
Οξικό οξύ		7				2 <sup>β</sup>				
Αμινοξέα	5	8	2 (γλουταμινικό)	3		2 <sup>β</sup>	1 <sup>β</sup>		2	2
Ριβόζη			3							



# Θρεπτικά Συστατικά 5/5

Πίνακας 2.8: Χρησιμοποιούμενο υπόστρωμα για την ανάπτυξη και μεταβολικά παραπροϊόντα, των κύριων αλλοιογόνων μικροοργανισμών του κρέατος.

Μικροοργανισμός	Χρησιμοποιούμενο υπόστρωμα*		Κύρια τελικά προϊόντα του μεταβολισμού	
	Αερόβια	Αναερόβια	Αερόβια	Αναερόβια
<i>Pseudomonas</i> spp.	Γλυκόζη <sup>1</sup> Αμινοξέα <sup>2</sup> Γαλακτικό οξύ <sup>3</sup>	-	Γλίτσα Σουλφίδια, εστέρες, οξέα	-
<i>Acinetobacter</i>	Αμινοξέα <sup>1</sup>	-	Εστέρες, νιτρίλια, σουλφίδια	-
<i>Moraxella</i> spp.	Γαλακτικό οξύ <sup>2</sup>			
<i>Alteromonas putrefaciens</i>	Γλυκόζη <sup>1</sup> Αμινοξέα <sup>2</sup>	Γλυκόζη <sup>1</sup> Αμινοξέα <sup>2</sup>	Πτητικά σουλφίδια	H <sub>2</sub> S
<i>Brochothrix thermosphacta</i>	Γλυκόζη <sup>1</sup> Αμινοξέα <sup>2</sup> (μόνο το γλουταμινικό)	Γλυκόζη <sup>1</sup>	Οξικό οξύ Ακετόϊνη Ισοβαλαρικό οξύ Ισοβουτυρικό οξύ	Γαλακτικό οξύ Αιθανόλη
<i>Enterobacter</i> spp.	Γλυκόζη <sup>1</sup> Γλυκόζη-6- φώσφορο <sup>2</sup> Αμινοξέα <sup>3</sup> Γαλακτικό οξύ <sup>4</sup>	Γλυκόζη <sup>1</sup> Γλυκόζη-6- φώσφορο <sup>2</sup> Αμινοξέα <sup>3</sup>	Σουλφίδια Αμίνες	Γαλακτικό οξύ CO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> H <sub>2</sub> S Αμίνες
<i>Lactobacillus</i> spp.	-	Γλυκόζη <sup>1</sup> Αμινοξέα <sup>2</sup>	-	DL-γαλακτικό Πτητικά λιπαρά οξέα

\* Οι αριθμοί 1, 2, 3 και 4 δίνουν τη σειρά κατανάλωσης των πηγών ενέργειας των μικροοργανισμών στο κρέας.<sup>9</sup>



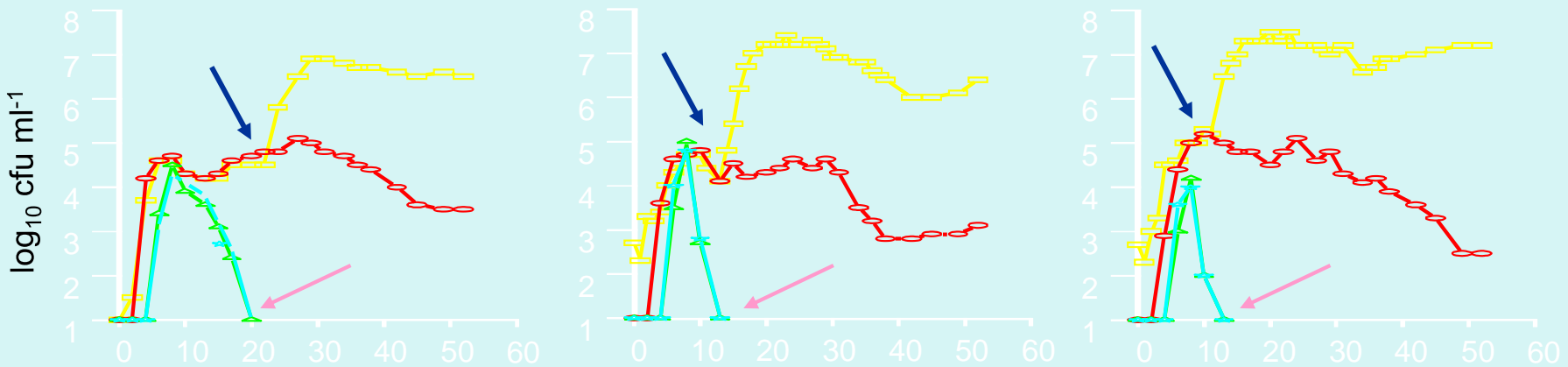
# Μεταβολή Κιτρικού Οξέως κατά τη Ζύμωση Ελαιοκάρπου 1/2



Μάρτυρας

*L. pentosus*

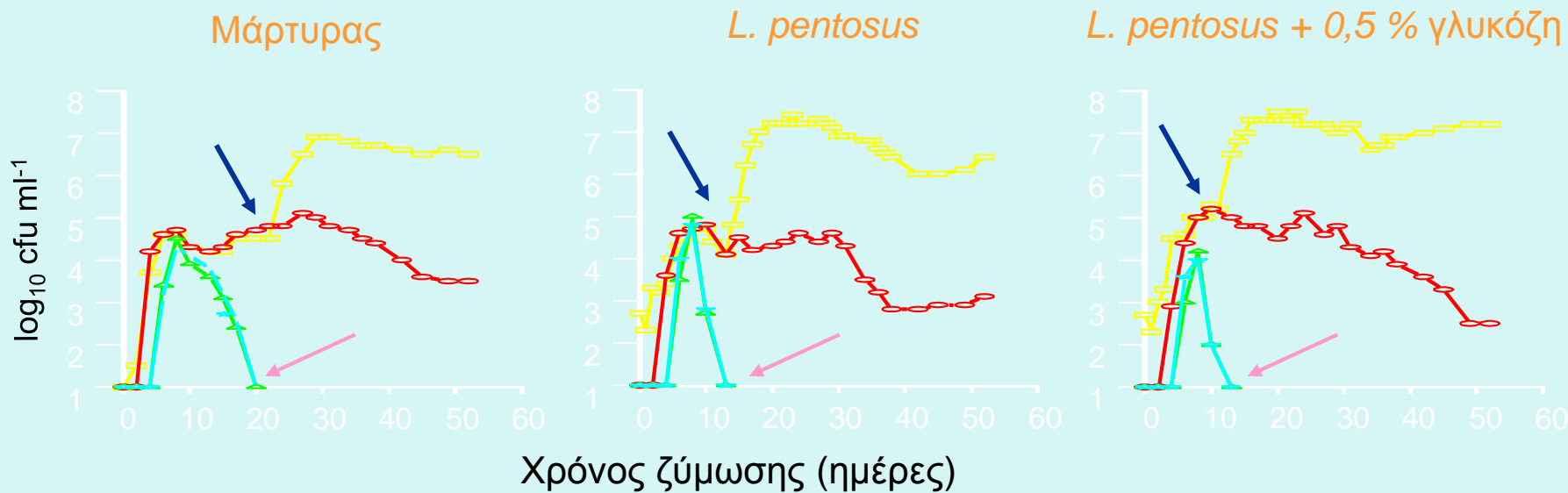
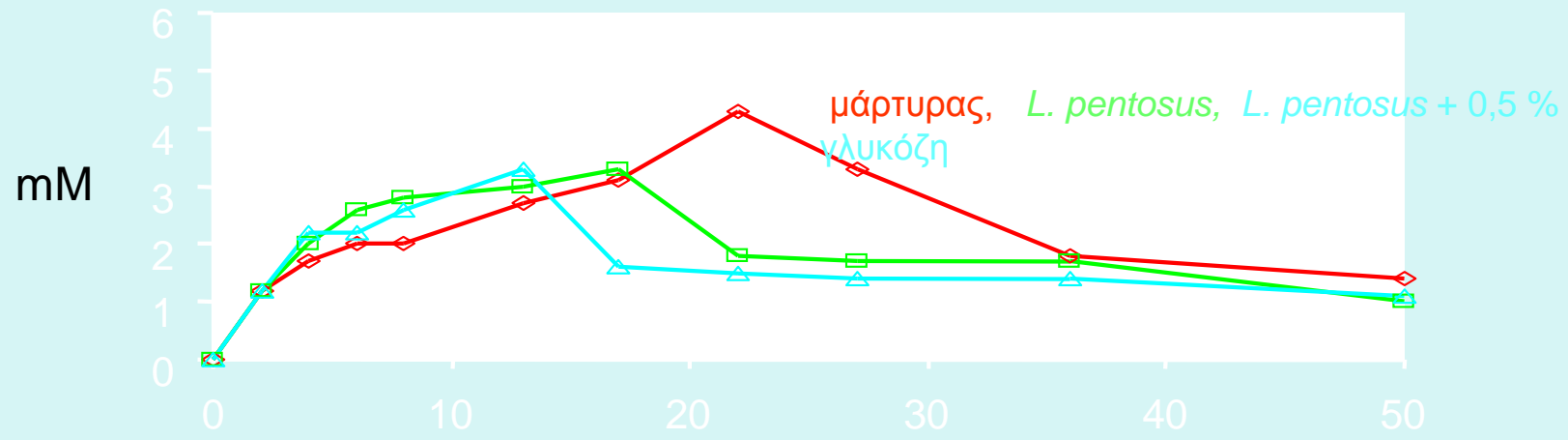
*L. pentosus* + 0,5 % γλυκόζη



Χρόνος ζύμωσης (ημέρες)



# Μεταβολή Κιτρικού Οξέως κατά τη Ζύμωση Ελαιοκάρπου 2/2





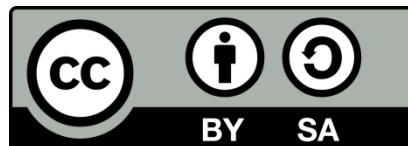
# Βιβλιογραφία

- Νυχάς, Γ.Ι. Σημειώσεις στη Μικροβιολογία Τροφίμων. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
- Martin R. Adams and Maurice O. Moss (2008) Food Microbiology, 3rd Edition, RSC Publishing, London, UK.
- Jay, J.M. (2000) Modern Food Microbiology, 6th Edition, Aspen Publishers, Maryland, USA.



# 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

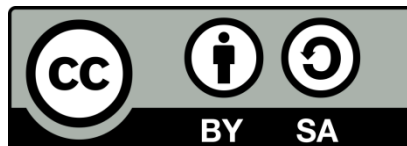
- Copyright Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών 2015. Τμήμα Επιστήμης Τροφίμων και Διατροφής του Ανθρώπου, Γεώργιος-Ιωάννης Νυχας/ Ευστάθιος Πανάγου, «Μικροβιολογία Τροφίμων Ι». Έκδοση: 1.0. Αθήνα 2015. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση:  
<https://mediasrv.aua.gr/eclass/courses/OCDFSHN104/>





# 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.