



# Μικροβιολογία Τροφίμων Ι

## Ενότητα 12:

### Εξωγενείς Παράγοντες - Παρουσία Αερίων, 2ΔΩ

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 τη θεωρία των εμποδίων (hurdle concept) και τις εφαρμογές της προκειμένου να εξασφαλιστεί μεγαλύτερη διάρκεια ζωής και να βελτιωθεί η ασφάλεια των τροφίμων. Ειδικότερα αναφέρεται στους ενδογενείς και εξωγενείς παράγοντες που επηρεάζουν τον ρυθμό αύξησης/επιβίωσης των μικροοργανισμών στα τρόφιμα με ιδιαίτερη έμφαση στις παραμέτρους της ενεργότητας ύδατος, pH, δομής του τροφίμου, δυναμικού οξειδοαναγωγής, θρεπτικών συστατικών, θερμοκρασίας, υγρασίας, αέριας ατμόσφαιρας.



# Λέξεις Κλειδιά

- θεωρία εμποδίων
- αλλοίωση τροφίμων
- ασφάλεια τροφίμων



# Τι Αφορούν και ποιοι είναι οι Εξωγενείς (Extrinsic) Παράγοντες



**Παρουσία αερίων**



# Συσκευασία σε Τροποποιημένη Ατμόσφαιρα

Η συσκευασία σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα ορίζεται ο εγκλεισμός του τροφίμου σε πλαστικά συσκευασίας (μεμβράνες) στο εσωτερικό των οποίων η αέρια σύσταση έχει τροποποιηθεί με σκοπό (1) τη μείωση της αναπνευστικής δραστηριότητας, (2) την μείωση της μικροβιακής αύξησης και (3) την επιβράδυνση της ενζυμικής αλλοίωσης, με αποτέλεσμα την αύξηση της διάρκειας ζωής του τροφίμου.

- Συσκευασία σε κενό (**vacuum packing**)
- Συσκευασία με έγχυση αερίου μίγματος (**gas-flush packing**)





# Σύνθεση Τροποποιημένων Ατμοσφαιρών 1/2

## ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΟΥΝΤΑΙ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΟ ΤΡΟΦΙΜΟ

Table 4.13: MAP gas mixtures used with foods

<i>Product</i>	<i>% CO<sub>2</sub></i>	<i>% O<sub>2</sub></i>	<i>% N<sub>2</sub></i>
Fresh meat	30	30	40
	15–40	60–85	–
Cured meat	20–50	0	50–80
Sliced cooked roast beef	75	10	15
Eggs	20	0	80
	0	0	100
Poultry	25–30	0	70–75
	60–75	5–10	>20
	100	0	0
Pork	20–40	60–80	0
	20	80	0



# Σύνθεση Τροποποιημένων Ατμοσφαιρών 2/2

## ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΟΥΝΤΑΙ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΟ ΤΡΟΦΙΜΟ

Table 4.13: MAP gas mixtures used with foods

<i>Product</i>	<i>% CO<sub>2</sub></i>	<i>% O<sub>2</sub></i>	<i>% N<sub>2</sub></i>
Processed meats	0	0	100
Fish (white)	40	30	30
Fish (oily)	40	0	60
	60	0	40
Cheese (hard)	0–70		30–100
Cheese	0	0	100
Cheese; grated/sliced	30	0	70
Sanwiches	20–100	0–10	0–100
Pasta	0	0	100
	70–80	0	20–30
Bakery	0	0	100
	100	0	0

From *J. Food Protection*, 1991, 54, 58–70, with permission



# Μεταβολή της Ατμόσφαιρας

## ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ

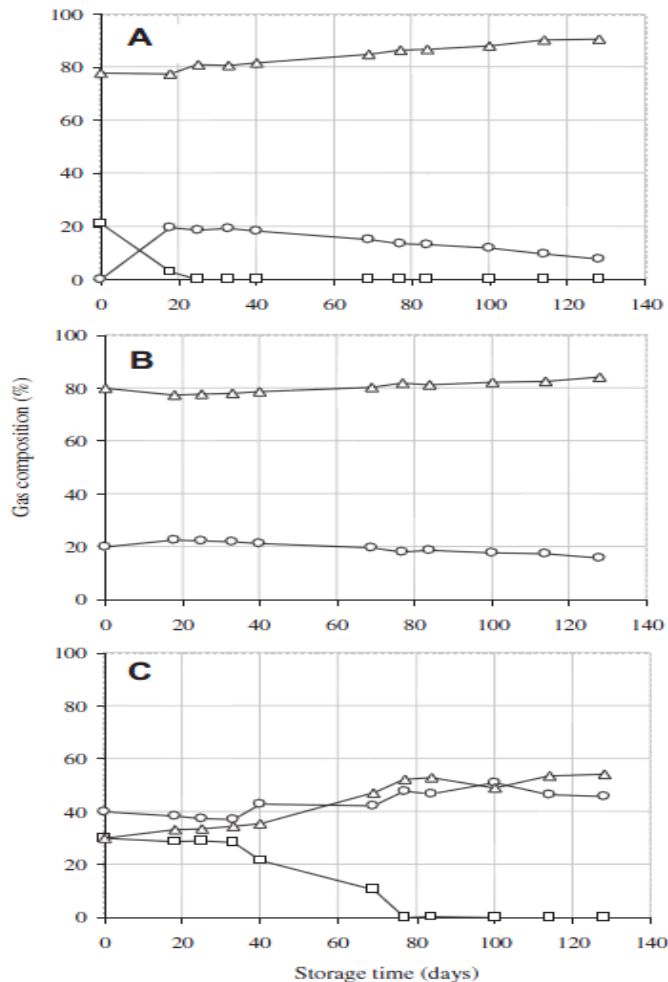


Fig. 3: Changes in gas composition ( $\square$ :  $O_2$ ,  $O$ :  $CO_2$ ,  $\Delta$ :  $N_2$ ) in the packages of Conservolea natural black olives during storage at 4 C for 128 days. (A): aerobic storage, (B): 20%  $CO_2$  - 80%  $N_2$ . (C): 40%  $CO_2$  - 30%  $O_2$  - 30%  $N_2$ . Each point is the mean of two values derived from two independent pouches. Pooled standard deviation (Sp) for aerobic storage: 0.563, 0.604, 1.063; 20%  $CO_2$  - 80%  $N_2$ : 0.834, 0.865; 40%  $CO_2$  - 30%  $O_2$  - 30%  $N_2$ : 0.602, 0.752, 0.876, for  $CO_2$ ,  $O_2$ , and  $N_2$ , respectively.





# Συσκευασία σε Κενό 1/2

- 1) Χρησιμοποιούνται μεμβράνες χαμηλής περατότητας σε  $O_2$  ( $< 5 \text{ cm}^3 \text{ m}^{-2} \text{ day}^{-1} \text{ atm}^{-1}$ ).
- 2) Απομακρύνεται ο αέρας με συσκευή κενού και στη συνέχεια σφραγίζεται.
- 3) Σε συνθήκες ισορροπίας το ποσοστό του ελεύθερου χώρου αποτελείται από  $< 1\% O_2$  και  $10\text{-}20\% CO_2$ .
- 4) Η σύνθεση των αερίων μπορεί να μεταβληθεί ανάλογα με την αναπνευστική δραστηριότητα των μικροοργανισμών και του τροφίμου.





# Συσκευασία σε Κενό 2/2

- 5) Η συσκευασία υπό κενό αποτελεί περίπτωση συσκευασίας σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα.
- 6) Σε συνδυασμό με ψύξη έχει πολλά πλεονεκτήματα, όπως (i) μείωση της αφυδάτωσης, (ii) αποφυγή εξωτερικής επιμόλυνσης, (iii) σε περίπτωση συσκευασμένου κρέατος έχουμε μείωση της οξειδωσης των λιπαρών οξέων.





# Συσκευασία σε Μείγματα Αερίων 1/4

## Οξυγόνο ( $O_2$ )

- Ευνοεί την αύξηση των αερόβιων βακτηρίων και παρεμποδίζει την αύξηση των αναερόβιων βακτηρίων.
- Η παρουσία οξυγόνου προκαλεί οξείδωση των λιπαρών ουσιών.



# Συσκευασία σε Μείγματα Αερίων 2/4

## Διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>)

- Αποτελεί βακτηριοστατικό παράγοντα.
- Επιφέρει χημικές αλλαγές στο μικροβιακό κύτταρο και στο περιβάλλον του.
- Παρουσιάζει μεγάλη διαλυτότητα στο νερό και στα λιπίδια.



# Συσκευασία σε Μείγματα Αερίων 3/4

- 25% CO<sub>2</sub> προτείνεται για τον έλεγχο της αύξησης βακτηρίων και μυκήτων.
- Αποτελεσματικό στον έλεγχο της αύξησης των αερόβιων και των αρνητικών κατά Gram ψυχρότροφων βακτηρίων.
- Υψηλές συγκεντρώσεις CO<sub>2</sub> δημιουργούν μεταλλική και όξινη γεύση και ανεπιθύμητες οσμές.



# Συσκευασία σε Μείγματα Αερίων 4/4

**Πίνακας 2.11:** Η επίδραση της ατμόσφαιρας 20% CO<sub>2</sub> στο χρόνο γενεάς των αλλοιογόνων βακτηρίων σε κρέας D.F.D. (Dark-Firm-Dry= Σκουρόχρωμο-Συμπαγές-Στεγνό) στους 3°C.

Μικροοργανισμός	Χρόνος γενεάς (h)*	
	Αέρας	20% CO <sub>2</sub>
<i>Pseudomonas</i>		
μη φθορίζοντες	7.1	8.5
φθορίζοντες	7.8	10
<i>Alteromonas putrefaciens</i>	9.1	13.6
<i>Acinetobacter</i>	9.6	12.4
<i>Enterobacter</i>	10.8	10.8
<i>Yersinia enterocolitica</i>	11.5	14.7
<i>Brochothrix thermosphacta</i>	12.1	12.1

\* Χρόνος διπλασιασμού του αριθμού των κυττάρων



# Παράγοντες που Επηρεάζουν την Αντιμικροβιακή Δράση του $\text{CO}_2$ 1/4

## 1. Είδος μικροοργανισμού

- Gram – περισσότερο ευαίσθητα από Gram +
- Δεν επηρεάζει την αύξηση των γαλακτικών βακτηρίων και *Brochothrix thermospacta*
- 20% παρεμποδίζει την αύξηση *Pseudomonas* spp. και *Acinetobacter/Moraxella* στο κρέας



# Παράγοντες που Επηρεάζουν την Αντιμικροβιακή Δράση του $\text{Co}_2$ 2/4

## 2. Χρόνος εφαρμογής

2. Αυξάνει τη διάρκεια της φάσης προσαρμογής και μειώνει το ρυθμό αύξησης
3. Η ανασταλτική δράση μειώνεται καθώς τα βακτήρια εισέρχονται στη εκθετική φάση αύξησης
4. Η εφαρμογή του θα πρέπει να γίνεται όσο το δυνατό γρηγορότερα





# Παράγοντες που Επηρεάζουν την Αντιμικροβιακή Δράση του $\text{Co}_2$ 3/4

## 3. Συγκέντρωση αερίων

3. Η ανασταλτική δράση αυξάνει γραμμικά μέχρι την αύξηση της συγκέντρωσης σε 20%
4. Υψηλές συγκεντρώσεις προκαλούν μείωση του pH και αποχρωματισμό στο κρέας



# Παράγοντες που Επηρεάζουν την Αντιμικροβιακή Δράση του $\text{Co}_2$ 4/4

## 4. Θερμοκρασία συντήρησης

4. Η ανασταλτική δράση αυξάνει με τη μείωση της θερμοκρασίας λόγω αυξημένης διαλυτότητας του αερίου στο τρόφιμο



# Συσκευασία σε Μείγματα Αερίων 5/7

## Άζωτο ( $N_2$ )

- Αδρανές και άοσμο αέριο με χαμηλή διαλυτότητα στο νερό και στα λιπίδια.
- Καθυστερεί την οξείδωση των λιπαρών ουσιών και την αύξηση των αερόβιων μικροοργανισμών.
- Αποτρέπει την κατάρρευση της συσκευασίας όταν χρησιμοποιείται μεγάλη συγκέντρωση διοξειδίου του άνθρακα.



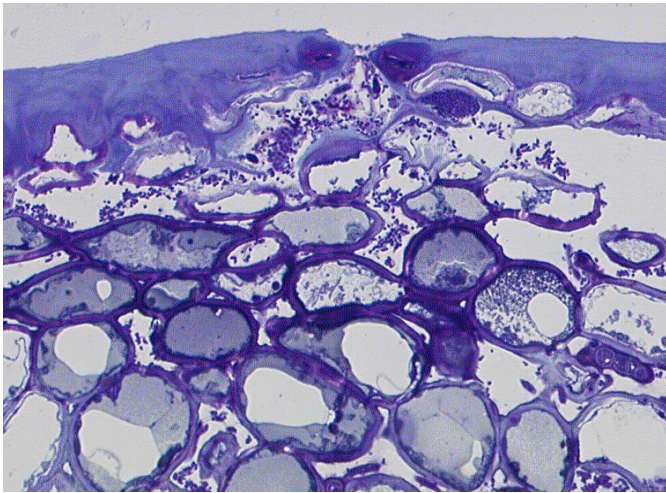
# Συσκευασία σε Μείγματα Αερίων 6/7

## Μονοξείδιο του άνθρακα (CO)

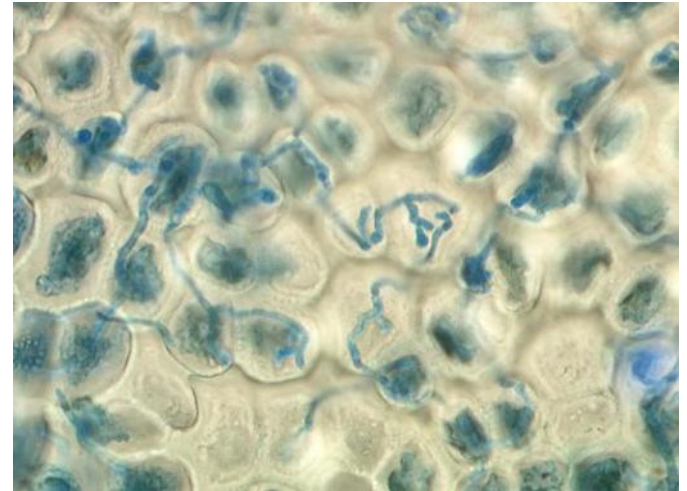
- Τοξικό αέριο η χρήση του οποίου δεν επιτρέπεται σε πολλές χώρες.
- Μειώνει το φαινόμενο της τάγγισης των λιπιδίων.
- Συνδέεται με τη μυοσφαιρίνη και σχηματίζει καρβοξυμυοσφαιρίνη που είναι σταθερή στην οξείδωση (περισσότερο από την οξυμυοσφαιρίνη) και προσδίδει λαμπερό ερυθρό χρώμα στο κρέας.



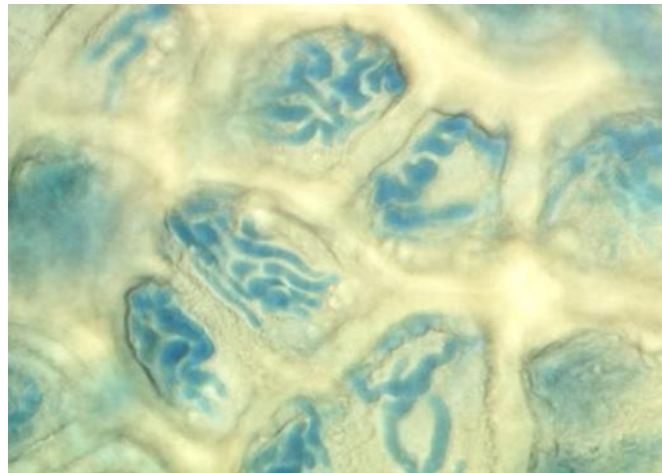
# Συσκευασία σε Μείγματα Αερίων 7/7



Τομή καρπού σε  
TEM



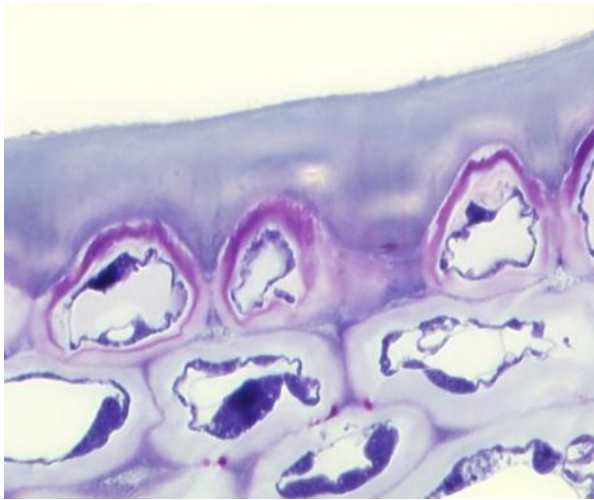
Συγκομιδή από το έδαφος



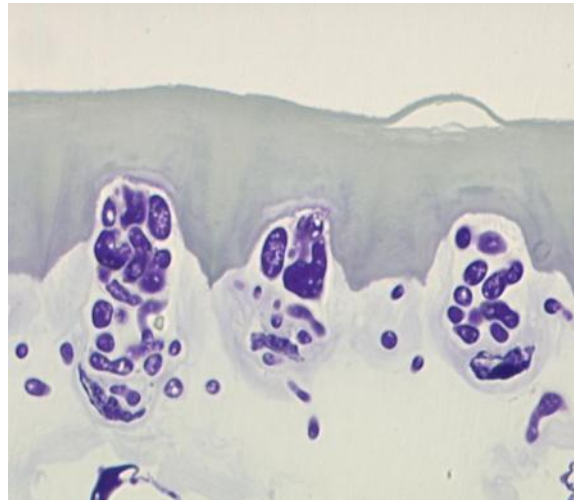
Συγκομιδή από το δένδρο



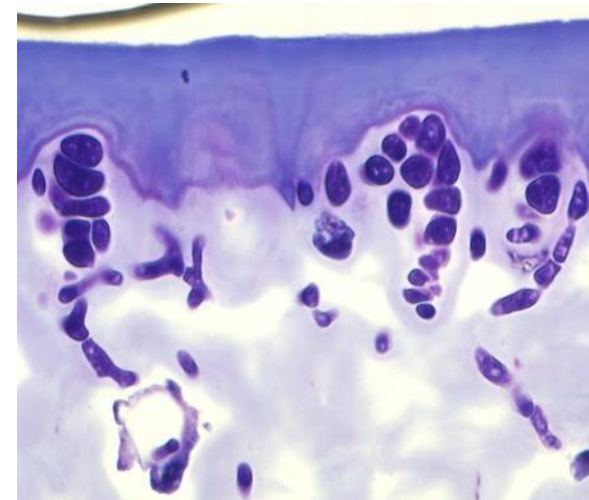
# Συσκευασία σε Μείγματα Αερίων – Ξηραλάτη Ελιά Θάσου



**100% CO<sub>2</sub>**



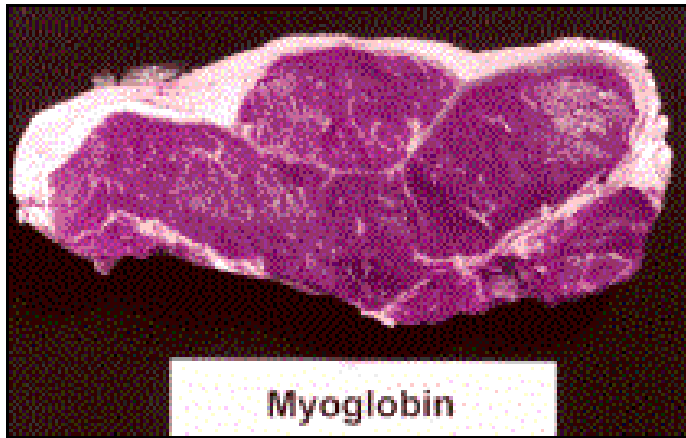
**100% N<sub>2</sub>**



**Dip in 1% (w/v)  
potassium sorbate for 10  
min**



# Μυοσφαιρίνη + O<sub>2</sub> δίνει Οξυμυοσφαιρίνη



(ΙΩΔΕΣ)

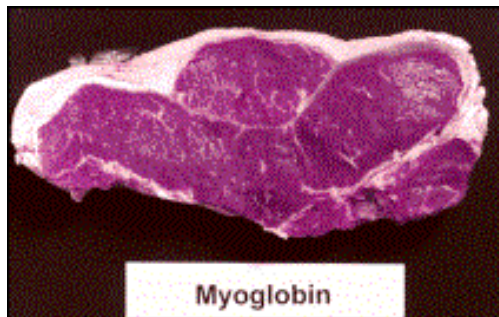


(ΚΟΚΚΙΝΟ)



# Η Οξείδωση Οδηγεί στη Μεταμυοσφαιρίνη

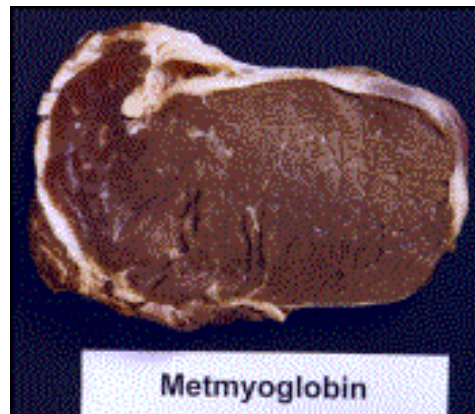
Η μυοσφαιρίνη και οξυμυοσφαιρίνη οξειδώνονται (απώλεια ηλεκτρονίων) για να σχηματίσουν μεταμυοσφαιρίνη



(purple)



(red)



(oxidized brown)





# Εξέλιξη της Μικροβιακής Χλωρίδας Κιμά

σε αερόβιες συνθήκες στους 0 και 10°C

ΟΜΧ

Pseudomonads

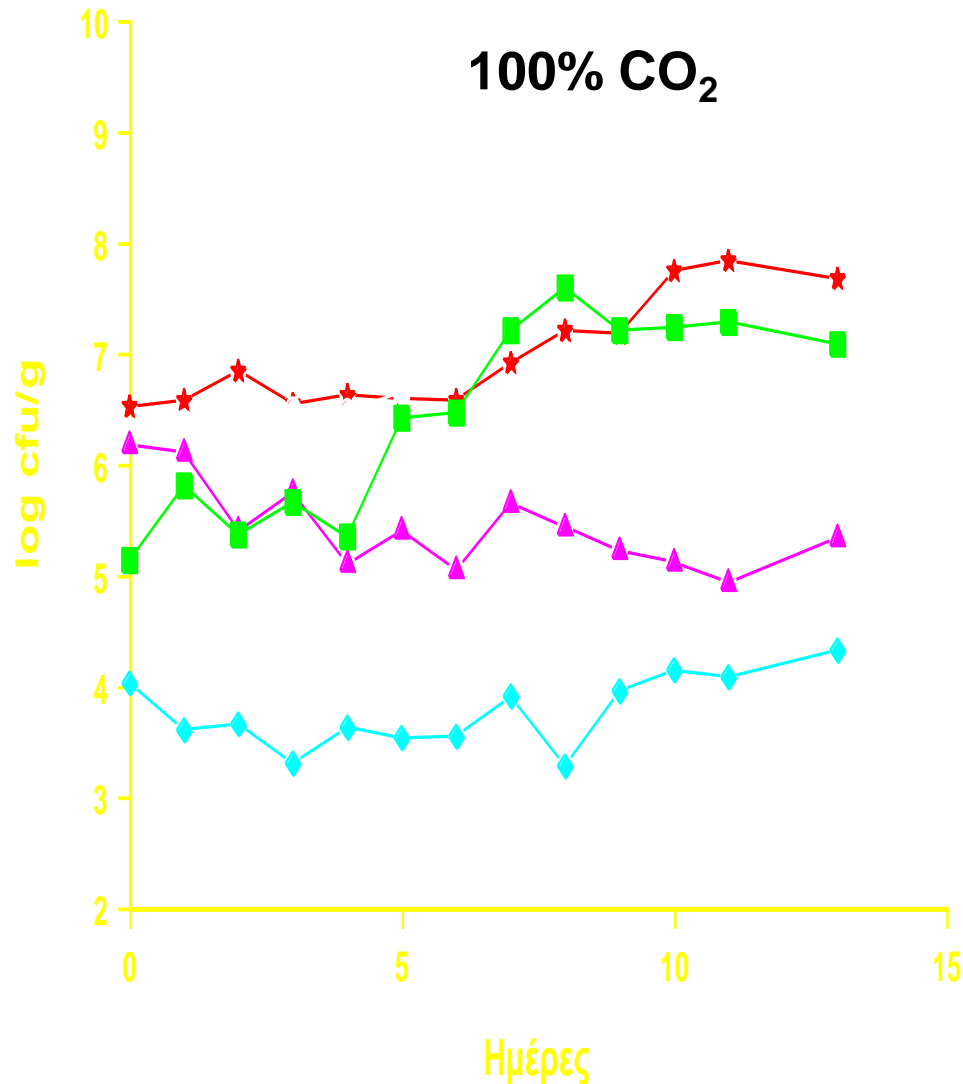
Γαλακτικά βακτήρια

*Br. thermosphacta*

Enterobacteriaceae



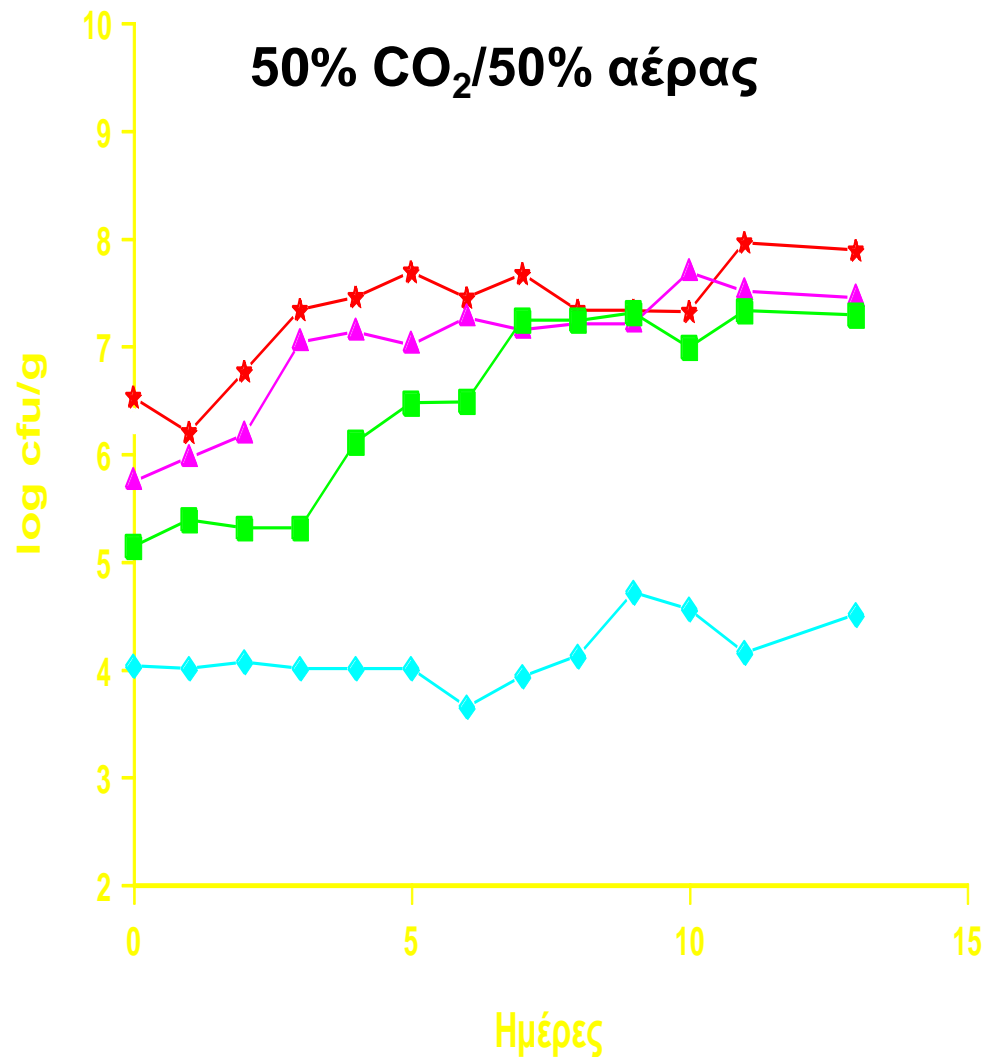
# Εξέλιξη της Μικροβιακής Χλωρίδας Κιμά στους 7°C 1/2



OMX  
Pseudomonads  
Γαλακτικά βακτήρια  
*Br. thermosphacta*  
Enterobacteriaceae



# Εξέλιξη της Μικροβιακής Χλωρίδας Κιμά στους 7°C 2/2

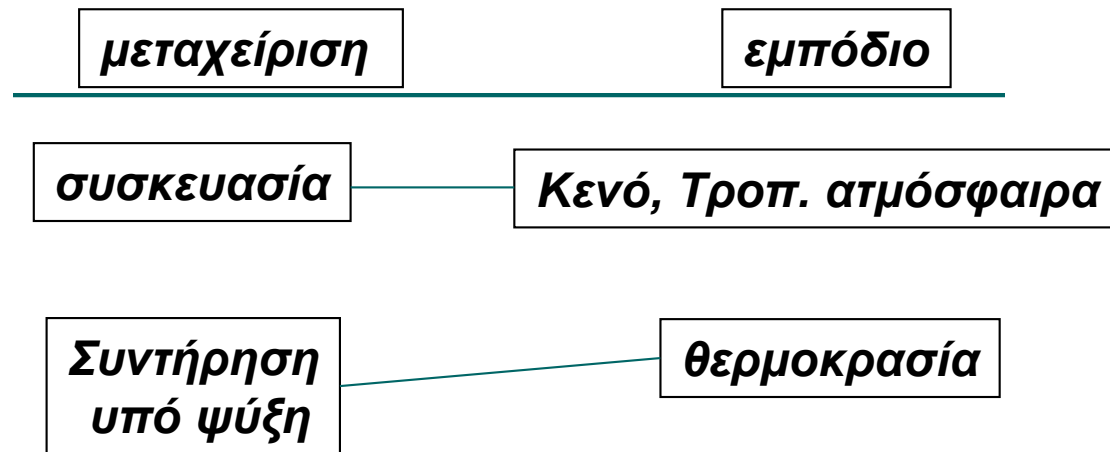


OMX  
Pseudomonads  
Γαλακτικά βακτήρια  
*Br. thermosphacta*  
Enterobacteriaceae



# Εφαρμογές της Θεωρίας των Εμποδίων 1/3

## Νωπά προϊόντα





# Εφαρμογές της Θεωρίας των Εμποδίων 2/3

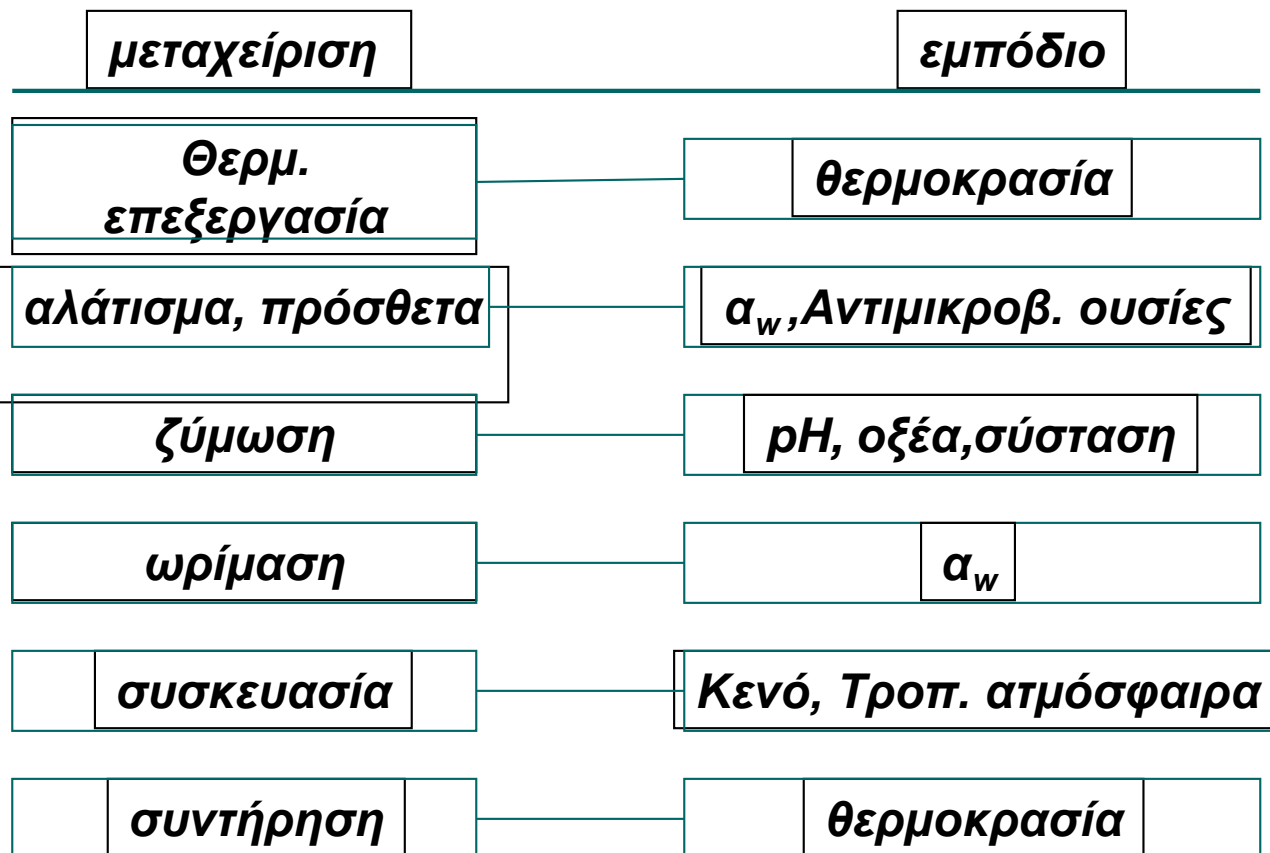
## Επεξεργασμένα προϊόντα





# Εφαρμογές της Θεωρίας των Εμποδίων 3/3

## Ζυμούμενα προϊόντα





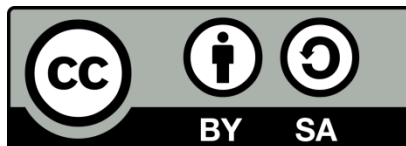
# Βιβλιογραφία

- 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.





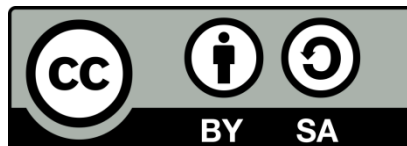
# Σημείωμα Αναφοράς

- 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.