



# Μικροβιολογία Τροφίμων Ι

## Ενότητα 6:

### Ενδογενείς Παράγοντες – Ενεργότητα Ύδατος (2/2), 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



# Επίδραση του $a_w$ στους Μικροοργανισμούς 1/2

- Το νερό μεταφέρεται από και προς το μικροβιακό κύτταρο διαμέσου της ημιπερατής κυτταρικής μεμβράνης, μέσω του φαινομένου της όσμωσης.
- Το νερό μεταφέρεται από αραιότερο προς το πυκνότερο μέσο.

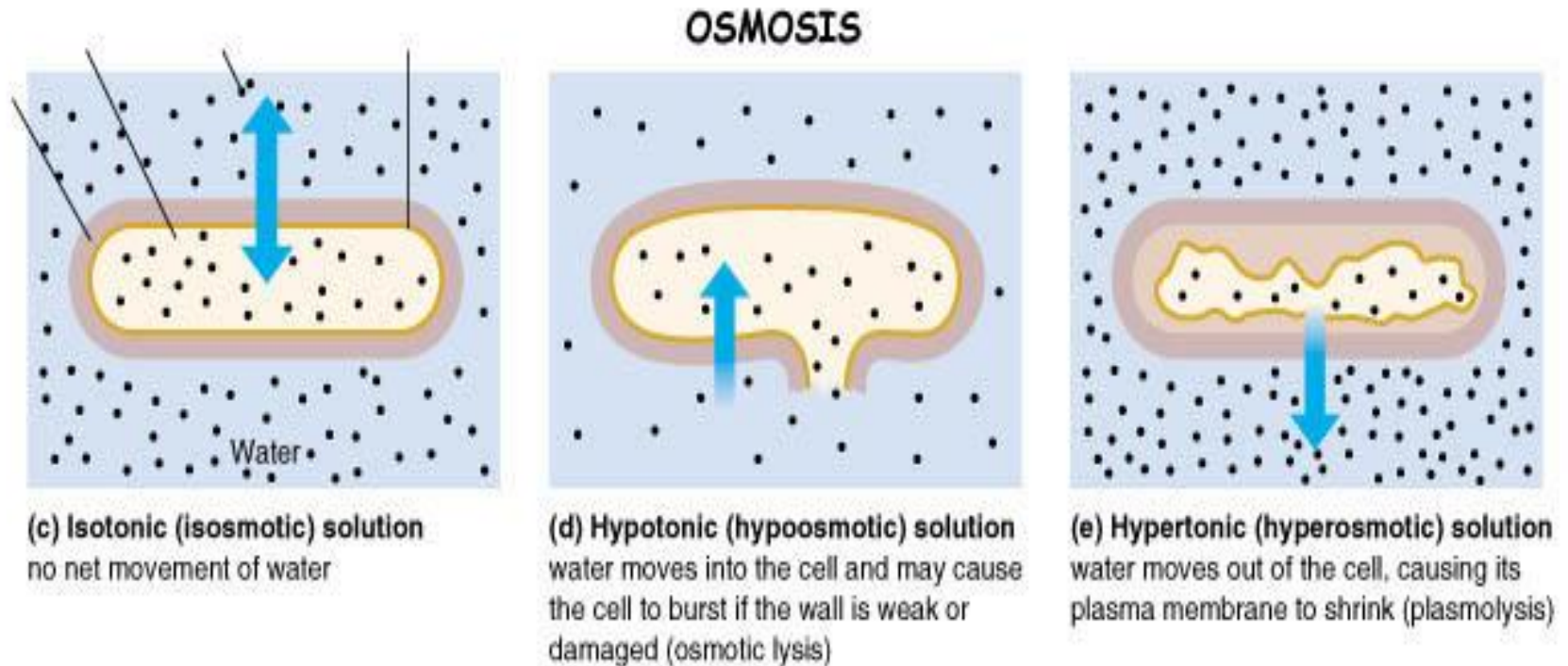


# Επίδραση του $a_w$ στους Μικροοργανισμούς 2/2

- Εάν η συγκέντρωση των διαλυμένων ουσιών στο περιβάλλον αυξηθεί τότε το νερό μετακινείται από το εσωτερικό του κυττάρου στο μέσον εναιώρησης (ή τρόφιμο).
- Σαν αποτέλεσμα το μικροβιακό κύτταρο συρρικνώνεται εάν η οσμωτική πίεση υπερβεί την οσμω-ρυθμιστική του ικανότητα, με αποτέλεσμα τη μείωση της μεταβολικής δραστηριότητας.



# Όσμωση



Copyright © 2001 Benjamin Cummings, an imprint of Addison Wesley Longman, Inc.

(0.85% salt)



# Ελάχιστες Τιμές $a_w$

για την αύξηση ομάδων μικροοργανισμών.

Ομάδα μικροοργανισμών	$a_w$
Gram αρνητικά βακτήρια	0.97
Gram θετικά βακτήρια	0.90
Ζύμες	0.88
Μύκητες	0.80
Αλόφιλα βακτήρια	0.75
Ξηρόφιλοι μύκητες	0.61



# Ταξινόμηση Μικροοργανισμών με Βάση την Τιμή του $a_w$ 1/6

- **Ξηρόφιλοι (Xerophiles)**: Στην κατηγορία αυτή περιλαμβάνονται μύκητες και ιδιαίτερα μία κατηγορία μυκήτων που μπορεί να αλλοιώσει αποξηραμένα και παστά τρόφιμα, κύριος εκπρόσωπος των οποίων είναι ο *Xeromyces bisporus*.

**Δεν αναπτύσσονται σε τιμές  $a_w > 0.96$  και το άριστο εύρος είναι από 0.90-0.85**





# Ταξινόμηση Μικροοργανισμών με Βάση την Τιμή του $a_w$ 2/6

- **Αλόφιλοι (Halophiles)**: Στην κατηγορία αυτή ανήκουν μικροοργανισμοί που χρειάζονται ιόντα νατρίου στο περιβάλλον για την ανάπτυξή τους. Διακρίνονται σε δύο κατηγορίες:
  - Μέτρια αλόφιλους (moderate halophiles): αναπτύσσονται σε συγκεντρώσεις άλατος μέχρι 10%, π.χ. *Vibrio parahaemolyticus* αναπτύσσεται σε εύρος 1-8%, με άριστη τιμή 2-4%.



# Ταξινόμηση Μικροοργανισμών με Βάση την Τιμή του $a_w$ 3/6

- Εξαιρετικά αλόφιλους (extreme halophiles):  
Τυπικό παράδειγμα είναι το *Halobacterium salinarum* που προκαλεί αλλοίωση στα παστά ψάρια. Αναπτύσσεται σε συγκεντρώσεις άλατος 12-36% ( $a_w$  0.928-0.76), με άριστη τιμή 25% NaCl ( $a_w$  0.80).



# Ταξινόμηση Μικροοργανισμών με Βάση την Τιμή του $a_w$ 4/6

- Αλοανθεκτικοί (Halotolerant or haloduric):
  - Στην κατηγορία αυτή περιλαμβάνονται μικροοργανισμοί που αναπτύσσονται σε μεγάλες συγκεντρώσεις άλατος χωρίς όμως να χαρακτηρίζονται από ειδικές απαιτήσεις άλατος. Τυπικό παράδειγμα είναι ο *Staphylococcus aureus* που μπορεί να αναπτυχθεί μέχρι 20% NaCl ( $a_w$  0.83) με άριστο εύρος 0.5-4%, μπορεί όμως και να αναπτυχθεί απουσία άλατος.



# Ταξινόμηση Μικροοργανισμών με Βάση την Τιμή του $a_w$ 5/6

- Οσμώφιλες ζύμες (Osmophilic yeasts):
  - Ο όρος αναφέρεται σε ζύμες που αναπτύσσονται σε υψηλές συγκεντρώσεις ζάχαρης. Κύριος εκπρόσωπος είναι η ζύμη *Saccharomyces rouxii* (*Zygosaccharomyces rouxii*) που αναπτύσσεται σε συγκεντρώσεις ζάχαρης 70% και άνω ( $a_w$  0.62), και όχι μικρότερες από 20% ( $a_w$  0.986).



# Ταξινόμηση Μικροοργανισμών με Βάση την Τιμή του $a_w$ 6/6

- Οσμωανθεκτικές ζύμες (Osmotolerant):
  - Στην κατηγορία αυτή υπάγονται ζύμες που αναπτύσσονται σε συγκεντρώσεις ζάχαρης μέχρι 60% με κύριο εκπρόσωπο τον *Saccharomyces cerevisiae*.



# Η Χαμηλή $a_w$ στη Συντήρηση των Τροφίμων

- Η συμπύκνωση - ξήρανση ή η προσθήκη μεγάλων ποσοτήτων οσμωτικά ενεργών ουσιών όπως αλατιού και ζάχαρης ελαττώνουν την  $a_w$  και χρησιμοποιούνται από παλιά ως τρόποι συντήρησης στα τρόφιμα.



# Τιμές $a_w$ Μερικών Τροφίμων

$a_w$	1,0	} νωπά λαχανικά, κρέας, ψάρια, - γάλα
	0,95 – (6% NaCl)	} Αλίπαστα κρέατα χοιρομέρι
	0,9	} Σαλάμι τυριά
	0,8	} Οσπρια, Αλεύρι, γλυκα, δημητριακά τουρσια, μαρμελάδες
0,7	} Μπισκότα	
0,6	} Ξηρά φρούτα, καραμέλες Αφυδατωμένες τροφές	



# Αλλοίωση Τροφίμων και $a_w$ 1/6

- **Τρόφιμα υψηλής υγρασίας ( $a_w$  0.99-0.95):**

Στην κατηγορία αυτή περιλαμβάνονται τα φρούτα, τα λαχανικά, τα πουλερικά, το κρέας, το γάλα, τα αυγά, οι χυμοί φρούτων, το ανάλατο βούτυρο, τα φρέσκα τυριά, τα ελαφρά αλατισμένα τρόφιμα. Η αλλοίωση προκαλείται από τα αρνητικά κατά gram βακτήρια, τους μύκητες και τις οσμώφιλες ζύμες.





# Αλλοίωση Τροφίμων και $a_w$ 2/6

- **Τρόφιμα υψηλής υγρασίας ( $a_w$  0.95-0.90):**  
Στην κατηγορία αυτή περιλαμβάνονται τρόφιμα που συντηρούνται με μερική αποξήρανση, ή με την προσθήκη άλατος ή ζάχαρης, όπως το ψωμί, τα ζυμούμενα αλλαντικά, το ζαμπόν, το μπέικον, το αλατισμένο βούτυρο. Η αλλοίωση προκαλείται από θετικά κατά gram βακτήρια, ζύμες και μύκητες.



# Αλλοίωση Τροφίμων και $a_w$ 3/6

- **Μέσης υγρασίας τρόφιμα ( $a_w$  0.90-0.61):**

Στην κατηγορία αυτή περιλαμβάνονται τρόφιμα που συντηρούνται με ξήρανση, με την προσθήκη μεγάλων ποσοτήτων άλατος ή ζάχαρης, όπως τα τυριά με ωρίμανση, συμπυκνωμένοι χυμοί φρούτων, αποξηραμένα φρούτα, παστά, μαρμελάδες. Η αλλοίωση προκαλείται από ζύμες, μύκητες, ξηρόφιλους μύκητες, αλόφιλα βακτήρια, οσμώφιλες ζύμες.



# Αλλοίωση Τροφίμων και $a_w$ 4/6

- **Τρόφιμα χαμηλής υγρασίας ( $a_w < 0.61$ ):**  
Στην κατηγορία αυτή περιλαμβάνονται τρόφιμα που υπόκεινται σε παρατεταμένη ξήρανση, όπως σοκολάτα, αποξηραμένες σούπες, μέλι, αλεύρι, μακαρόνια, μπισκότα, αφυδατωμένο γάλα, αφυδατωμένα λαχανικά, ζάχαρη, κλπ. Τα τρόφιμα αυτά είναι μικροβιολογικά σταθερά και αλλοιώνονται μόνο όταν ενυδατωθούν κατά την παραμονή τους σε αυξημένο περιβάλλον υγρασίας.



# Αλλοίωση Τροφίμων και $a_w$ 5/6

- Οι μικροοργανισμοί δεν διαθέτουν ειδικά όργανα για να ρυθμίζουν την οσμωτική πίεση του κυτταροπλάσματος, μπορούν όμως να προσαρμοστούν έως ένα βαθμό στις μεταβολές της οσμωτικής πίεσης του περιβάλλοντος.



# Αλλοίωση Τροφίμων και $a_w$ 6/6

- Η ρύθμιση αυτή γίνεται με τη συσσώρευση μη τοξικών για το κύτταρο ουσιών, οι οποίες είτε συντίθενται από το κύτταρο είτε προσλαμβάνονται από το περιβάλλον. Στα βακτήρια συσσωρεύονται ιόντα  $K^+$  και αμινοξέα (π.χ. προλίνη), τεταρτοταγής αμίνες (π.χ. καρνιτίνη). Στις ζύμες/μύκητες συσσωρεύονται ιόντα καλίου καθώς επίσης και γλυκερόλη, αραβιτόλη, τρεχαλόζη, μανιτόλη.



# Ελάχιστες Τιμές $a_w$ και Επίδραση του NaCl 1/2

στην αύξηση παθογόνων μικροοργανισμών.

Οργανισμός	Ελάχιστο $a_w$ για αύξηση	Επίδραση άλατος
<i>Salmonella</i> sp.	0.93	Δεν αναπτύσσεται > 9%
<i>Listeria monocytogenes</i>	0.94	Δεν αναπτύσσεται > 10% Επιβιώνει σε 15% για ένα χρόνο
<i>Yersinia enterocolitica</i>	0.98	Δεν αναπτύσσεται > 5%
<i>Bacillus cereus</i>	0.91	Δεν αναπτύσσεται > 10%
<i>Campylobacter jejuni</i>	0.98	Δεν αναπτύσσεται > 2% Βέλτιστη ανάπτυξη 0.5%



# Ελάχιστες Τιμές $a_w$ και Επίδραση του NaCl 2/2

στην αύξηση παθογόνων μικροοργανισμών.

Οργανισμός	Ελάχιστο $a_w$ για αύξηση	Επίδραση άλατος
<i>Clostridium perfringens</i>	0.93	Τα περισσότερα στελέχη παρεμποδίζονται σε 0.5-6.5%
<i>Escherichia coli</i>	0.93	Δεν αναπτύσσεται > 9%
<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	0.94	Βέλτιστη συγκέντρωση 2-4%
<i>Staphylococcus aureus</i>	0.86	15% είναι η μέγιστη συγκέντρωση, όμως μπορεί και σε 20% να αναπτυχθεί
<i>Clostridium botulinum</i> (type A and B)	0.94	10% παρεμποδίζει την ανάπτυξη και παραγωγή τοξίνης



# Βιβλιογραφία

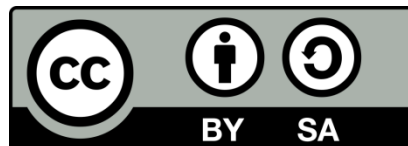
- Νυχάς, Γ.Ι. Σημειώσεις στη Μικροβιολογία Τροφίμων. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
- Martin R. Adams and Maurice O. Moss (2008) Food Microbiology, 3rd Edition, RSC Publishing, London, UK.
- Jay, J.M. (2000) Modern Food Microbiology, 6th Edition, Aspen Publishers, Maryland, USA.





# 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.





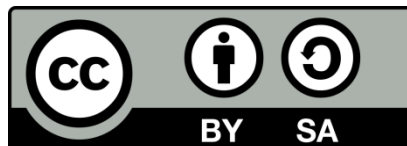
# Σημείωμα Αναφοράς

- 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.