



# Μικροβιολογία Τροφίμων Ι

## Ενότητα 11:

### Εξωγενείς Παράγοντες – Θερμοκρασία, 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

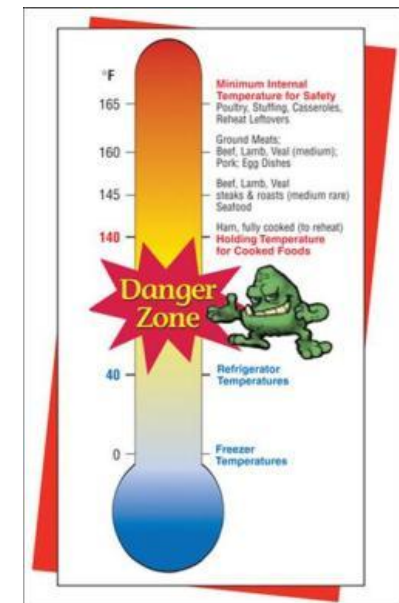
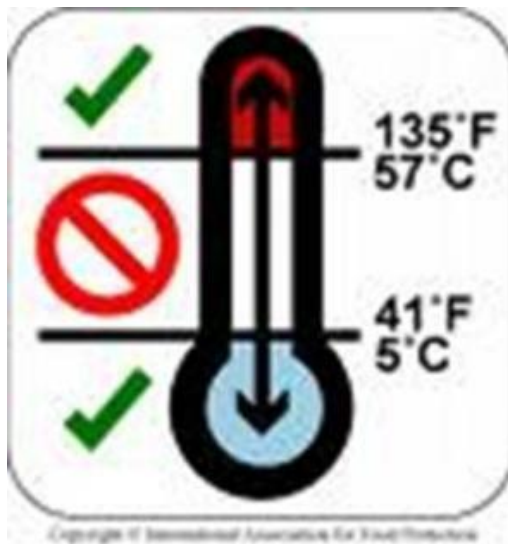


**Θερμοκρασία** (Temperature)



# Θερμοκρασία 1/7

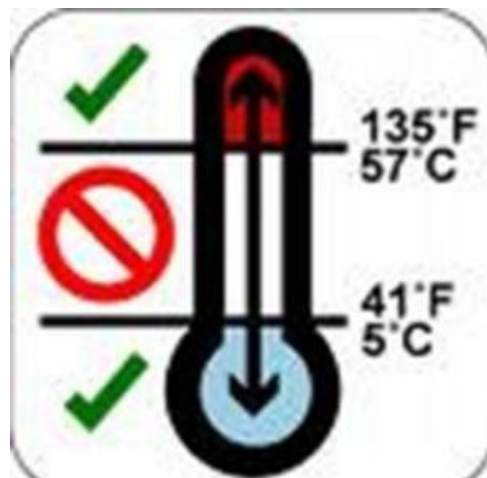
- Καθορίζει την αύξηση, επιβίωση και το θάνατο των μικροοργανισμών.
- Οι μικροοργανισμοί αναπτύσσονται σε θερμοκρασίες που το νερό βρίσκεται σε υγρή μορφή.



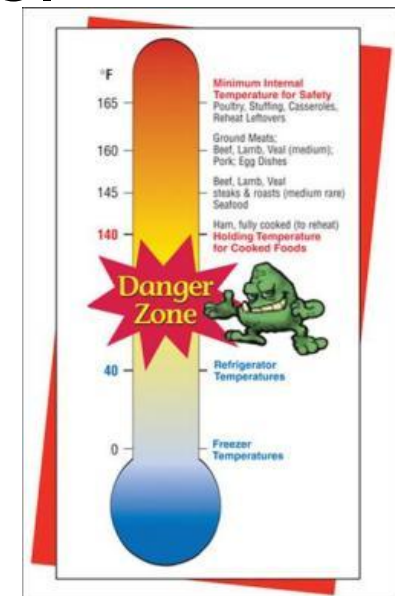


# Θερμοκρασία 2/7

- Η κατώτερη θερμοκρασία αύξησης που έχει παρατηρηθεί είναι  $-34^{\circ}\text{C}$  και η ανώτερη  $90^{\circ}\text{C}$ .
- Για τους παθογόνους μικροοργανισμούς η κατώτερη είναι  $-10$  με  $-15^{\circ}\text{C}$ . Οι περισσότεροι όμως αναπτύσσονται από  $25-40^{\circ}\text{C}$ .



Copyright © International Association for Food Protection





# Θερμοκρασία 3/7

- Σε συνθήκες αύξησης των βακτηρίων, η αύξηση της θερμοκρασίας συνεπάγεται μείωση της φάσης προσαρμογής και αύξηση του ρυθμού αύξησης.

Add a row

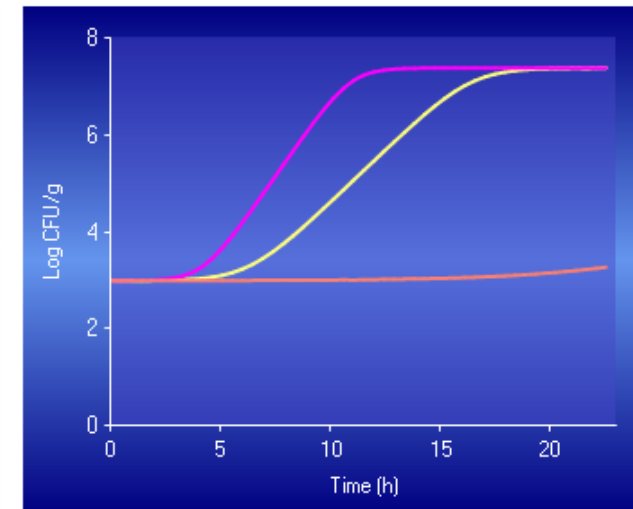
<i>Aeromonas hydrophila</i>					
Initial level	Phys.state	T (°C)	pH	NaCl (%)	
<=7	[0-1] <a href="#">Help</a>	[2-37]	[4.6-7.5]	[0.0-4.5]	
<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="0.001836"/>	<input type="text" value="20"/>	<input type="text" value="7"/>	<input type="text" value="0.5"/>	<b>Max.rate (log.conc/h)</b> <input type="text" value="0.44"/> <b>Dbl.time (hours)</b> <input type="text" value="0.69"/>

<i>Aeromonas hydrophila</i>					
Initial level	Phys.state	T (°C)	pH	NaCl (%)	
<=7	[0-1] <a href="#">Help</a>	[2-37]	[4.6-7.5]	[0.0-4.5]	
<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="0.001836"/>	<input type="text" value="30"/>	<input type="text" value="7"/>	<input type="text" value="0.5"/>	<b>Max.rate (log.conc/h)</b> <input type="text" value="0.66"/> <b>Dbl.time (hours)</b> <input type="text" value="0.46"/>

<i>Aeromonas hydrophila</i>					
Initial level	Phys.state	T (°C)	pH	NaCl (%)	
<=7	[0-1] <a href="#">Help</a>	[2-37]	[4.6-7.5]	[0.0-4.5]	
<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="0.001836"/>	<input type="text" value="10"/>	<input type="text" value="7"/>	<input type="text" value="0.5"/>	<b>Max.rate (log.conc/h)</b> <input type="text" value="0.12"/> <b>Dbl.time (hours)</b> <input type="text" value="2.52"/>



Predictions

time(h)	conc.(Log10 cells/g)
0.00	3.00 3.00 3.00
0.00	3.00 3.00 3.00
0.46	3.00 3.00 3.00
0.92	3.00 3.00 3.00



# Θερμοκρασία 4/7

- Σε συνθήκες θανάτου, η αύξηση της θερμοκρασίας συνεπάγεται αύξηση του ρυθμού θανάτου.

Add a row

Relative decrease	Phys.state	T (°C)	pH	NaCl (%)	Max.rate (log.conc/h)	D value (minutes)
<=7	[0-1] <a href="#">Help</a>	[40-55]	[5-7]	[0.0-2.0]	-0.68	88.14
	0.190139	40	7	0		

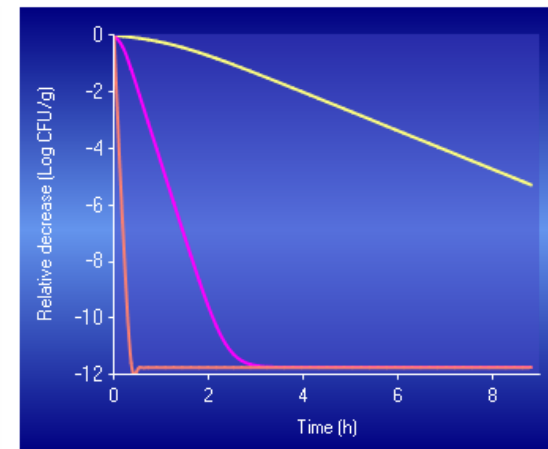
  

Relative decrease	Phys.state	T (°C)	pH	NaCl (%)	Max.rate (log.conc/h)	D value (minutes)
<=7	[0-1] <a href="#">Help</a>	[40-55]	[5-7]	[0.0-2.0]	-5.27	11.39
	0.190139	45	7	0.0		

Relative decrease	Phys.state	T (°C)	pH	NaCl (%)	Max.rate (log.conc/h)	D value (minutes)
<=7	[0-1] <a href="#">Help</a>	[40-55]	[5-7]	[0.0-2.0]	-40.80	1.47
	0.190139	50	7	0.0		

remove last row



Predictions

time(h)	conc.(Log10 cells/g)		
0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00
0.18	-0.03	-0.40	-6.61
0.36	-0.06	-1.20	-11.57
0.54	-0.10	-2.13	-11.74
0.72	-0.15	-3.07	-11.74
0.90	-0.20	-4.02	-11.74
1.08	-0.27	-4.97	-11.74
1.26	-0.34	-5.91	-11.74





# Θερμοκρασία 5/7

## Θερμοκρασία °C

Η ελάχιστη, άριστη και μέγιστη θερμοκρασία ανάπτυξης χαρακτηρίζονται ως θεμελιώδεις (cardinal) θερμοκρασίες.

Π.χ. Ο μικροοργανισμός *E. coli* έχει ελάχιστη θερμοκρασία ανάπτυξης 8°C, άριστη θερμοκρασία ανάπτυξης 37°C και μέγιστη θερμοκρασία ανάπτυξης 45°C.



# Θερμοκρασία 6/7

**Πίνακας 2.9:** Επίδραση της θερμοκρασίας στο χρόνο γενεάς ορισμένων ψο/ρότροφων αλλοιογόνων βακτηρίων για ανάπτυξη σε κούαρές καλλιέργειες στο κρέας.

Μικροοργανισμός	Χρόνος γενεάς(h)						
	Αερόβια T°C				Αναερόβια T°C		
	2	5	10	15	2	5	10
<b><i>Pseudomonas</i></b>							
μη φθορίζοντες	7.6	5.1	2.8	2	-	-	-
φθορίζοντες	8.2	5.4	3	2		-	-
<b><i>Acinetobacter</i> spp.</b>	15.6	8.9	5.2	3.1	-	-	-
<b><i>Enierobacter</i> spp.</b>	11.1	7.8	3.5	2.4	55.7	23.2	8.5
<b><i>Brochothrix thermosphacta</i></b>	12	7.3	3.4	2.8	32.8	20.1	9.7
<b><i>Lactobacillus</i> spp.</b>	-	-	-	-	8.4	6.5	4.6



# Θεμελιώδεις Θερμοκρασίες για Μικροβιακή Αύξηση 1/2

Πίνακας 2.10: Θεμελιώδεις θερμοκρασίες για, μικροβιακή αύξηση.

Κατηγορία	Θερμοκρασία (°C)		
	Ελάχιστη	Άριστη	Μεγίστη
Θερμόφιλοι	40-45	55-75	60-90
Μεσόφιλοι	5-15	30-40	40-47
Ψυχρόφιλοι	-5 έως +5	12-15	15-20
Ψυχρότροφοι	-5 έως +6	25-30	30-35



# Θεμελιώδεις Θερμοκρασίες για Μικροβιακή Αύξηση 2/2

- Ψυχρότροφα είδη: Algaligenes, Shewanella, Brochothrix, Corynebacterium, Flavobacterium, Lactobacillus, Micrococcus, Pseudomonas, Psychrobacter, Enterococcus.
- Μεσόφιλα: Δεν αναπτύσσονται σε θερμοκρασίες ψύξης, αλλά μπορεί να αναπτυχθούν σε μεσόφιλες θερμοκρασίες αν οι συνθήκες συντήρησης αλλάξουν.
- Θερμόφιλα: Bacillus, Clostridium.



# Θερμοκρασία 7/7

Μικροοργανισμός	Ελάχιστη θερ/σία	Άριστη θερ/σία	Μέγιστη θερ/σία
<i>Escherichia coli</i>	8°C	37°C	45°C
<i>Pseudomonas</i> sp.	-4°C	26°C	40°C
<i>Salmonella</i> sp.	5.3°C	37°C	45-47°C
<i>Staph. aureus</i>	6.7°C	37°C	45°C
<i>Clostridium perfringens</i>	20°C	37-45°C	50°C
<i>Campylobacter jejuni</i>	30°C	42-45°C	47°C
<i>Bacillus cereus</i>	10°C	28-35°C	48°C
<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	10°C	30-37°C	42°C
<i>Clostridium botulinum</i> A/B	12.5°C	37-40°C	50°C



# Ταξινόμηση των Μικροοργανισμών με Βάση τη Θερμοκρασία 1/7

- **Μεσόφιλοι μικροοργανισμοί (mesophiles):**  
Είναι προσαρμοσμένοι να αναπτύσσονται στον άνθρωπο και τα άλλα θερμόαιμα ζώα. Η άριστη θερμοκρασία ανάπτυξης είναι 37°C (θερμοκρασία του ανθρώπινου σώματος), αλλά δεν αναπτύσσονται σε θερμοκρασίες ψύξης (-1 έως 5°C). Στην κατηγορία αυτή ανήκουν οι περισσότεροι παθογόνοι και αλλοιογόνοι μικροοργανισμοί.
  - Θα πρέπει να σημειωθεί ότι σε ορισμένα παθογόνα, η άριστη θερμοκρασία για αύξηση και για παραγωγή τοξίνης μπορεί να είναι διαφορετικές.



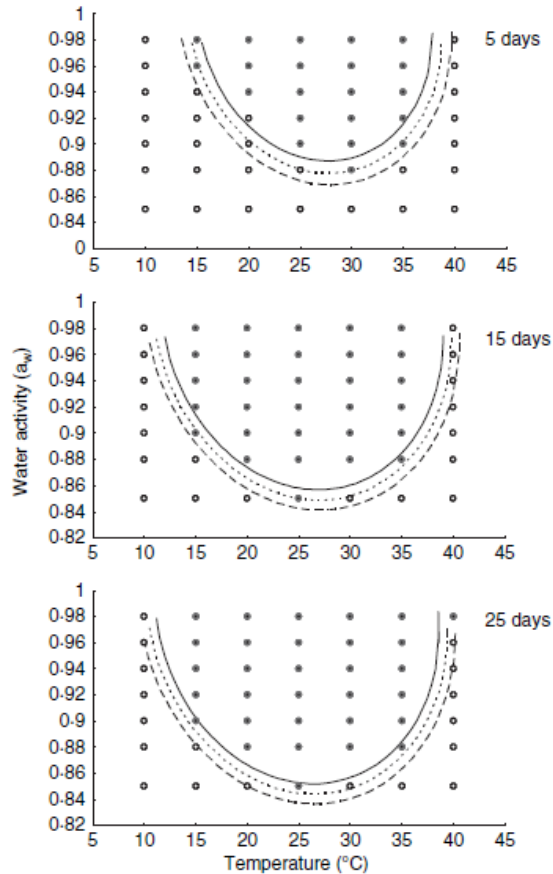
# Ταξινόμηση των Μικροοργανισμών με Βάση τη Θερμοκρασία 2/7

<i>S. aureus</i>	Θερμοκρασία για αύξηση(°C)	Θερμοκρασία για παραγωγή τοξίνης(°C)
Ελάχιστη	6.7	10
Άριστη	37	40-45
Μέγιστη	45.6	45.6

- **Υποχρεωτικοί ψυχρόφιλοι (obligate psychrophiles):** Είναι προσαρμοσμένοι σε περιβάλλοντα όπου η θερμοκρασία είναι μόνιμα  $< 0^{\circ}\text{C}$ . Στην κατηγορία αυτή ανήκουν μικροοργανισμοί με ελάχιστη θερμοκρασία  $-10^{\circ}\text{C}$ .



# Άριστη Θερμοκρασία / $A_w$ για Αύξηση και Παραγωγή Στα 1/2



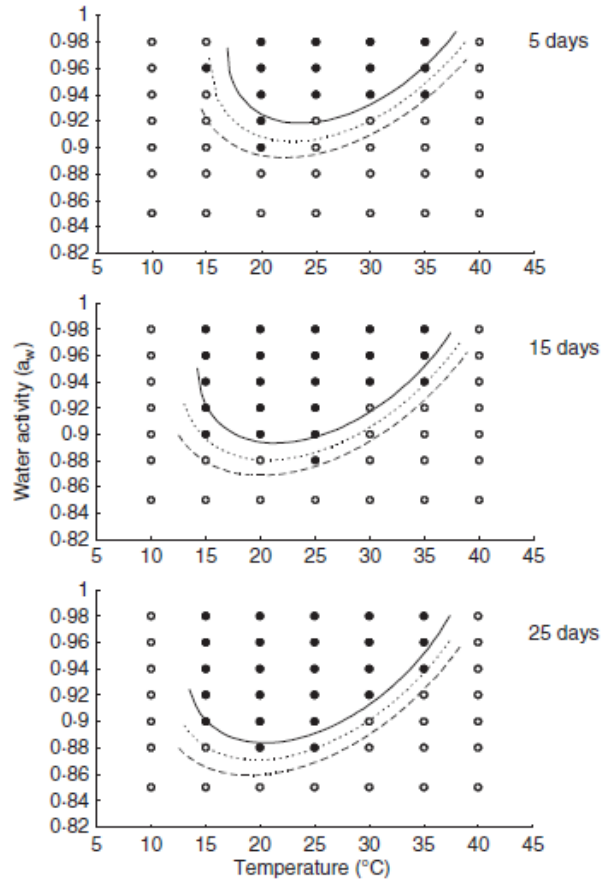
**Figure 3** Growth/no growth boundaries of *Aspergillus carbonarius* ATHUM 5659 after 5, 15 and 25 days incubation on a synthetic grape juice medium. Solid symbol indicates growth; open symbol indicates no growth; solid line indicates  $P = 0.9$ ; dotted line indicates  $P = 0.5$ ; dashed line indicates  $P = 0.1$ .

Tassou, C.C., Natskoulis, P., Magan, N. and Panagou, E.Z. (2009) Effect of temperature and water activity on growth and ochratoxin A production of two *Aspergillus carbonarius* isolates on a simulated grape juice medium. *Journal of Applied Microbiology*, 107:257-268.





# Άριστη Θερμοκρασία / $A_w$ για Αύξηση και Παραγωγή Στα 2/2



**Figure 7** Ochratoxin A (OTA) production boundaries of *Aspergillus carbonarius* ATHUM 5659 after 5, 15 and 25 days incubation on a synthetic grape juice medium. Solid symbol indicates OTA presence (>1.d.); open symbol indicates OTA absence (<1.d.); solid line indicates  $P = 0.9$ ; dotted line indicates  $P = 0.5$ ; dashed line indicates  $P = 0.1$ .

Tassou, C.C., Natskoulis, P., Magan, N. and Panagou, E.Z. (2009) Effect of temperature and water activity on growth and ochratoxin A production of two *Aspergillus carbonarius* isolates on a simulated grape juice medium. *Journal of Applied Microbiology*, 107:257-268.



# Ταξινόμηση των Μικροοργανισμών με Βάση τη Θερμοκρασία 3/7

- **Ψυχρότροφοι μικροοργανισμοί (psychrotrophs):**
  - Αποτελούν τη σημαντικότερη κατηγορία μικροοργανισμών γιατί προκαλούν αλλοίωση σε τρόφιμα που συντηρούνται σε θερμοκρασία ψύξης (-5 έως 6°C).
  - Η άριστη θερμοκρασία ανάπτυξης είναι 25-30°C, ενώ η μέγιστη από 30-35°C.



# Ταξινόμηση των Μικροοργανισμών με Βάση τη Θερμοκρασία 4/7

- Η ελάχιστη θερμοκρασία που παρατηρείται ανάπτυξη είναι η  $-12^{\circ}\text{C}$ .
- Στην κατηγορία αυτή ανήκουν η *Listeria monocytogenes*, *Yersinia enterocolitica*, *Clostridium botulinum* E, οι οποίοι αν και έχουν άριστες και μέγιστες θερμοκρασίες χαρακτηριστικές των μεσόφιλων μικροοργανισμών, εντούτοις η ελάχιστη θερμοκρασία ανάπτυξης είναι  $< 5^{\circ}\text{C}$  , για τον λόγο αυτό ανήκουν στην κατηγορία των ψυχρότροφων μικροοργανισμών.



# Ταξινόμηση των Μικροοργανισμών με Βάση τη Θερμοκρασία 5/7

- Στην κατηγορία αυτή ανήκουν η *Listeria monocytogenes*, *Yersinia enterocolitica*, *Clostridium botulinum* E, οι οποίοι αν και έχουν άριστες και μέγιστες θερμοκρασίες χαρακτηριστικές των μεσόφιλων μικροοργανισμών, εντούτοις η ελάχιστη θερμοκρασία ανάπτυξης είναι  $< 5^{\circ}\text{C}$  , για τον λόγο αυτό ανήκουν στην κατηγορία των ψυχρότροφων μικροοργανισμών.



# Ταξινόμηση των Μικροοργανισμών με Βάση τη Θερμοκρασία 6/7

Βακτήρια	Ζύμες	Μύκητες
<i>Pseudomonas</i>	<i>Candida</i>	<i>Penicillium</i>
<i>Shewanella</i>	<i>Torulopsis</i>	<i>Aspergillus</i>
<i>Bacillus</i>	<i>Debariomyces</i>	<i>Cladosporium</i>
<i>Clostridium</i>	<i>Rhododurula</i>	<i>Botrytis</i>
<i>Lactobacillus</i>	<i>Saccharomyces</i>	<i>Alternaria</i>
<i>Brochothrix</i>		

Μικροοργανισμοί που σχετίζονται με την αλλοίωση τροφίμων που συντηρούνται υπό ψύξη.



# Ταξινόμηση των Μικροοργανισμών με Βάση τη Θερμοκρασία 7/7

**Θερμόφιλοι μικροοργανισμοί (thermophiles):** Είναι οι μικροοργανισμοί που έχουν άριστο σημείο θερμοκρασίας 55-75°C. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν το *Bacillus stearothermophilus*, *Clostridium thermosaccharolyticum*.





# Άσκηση 1 (1/2)

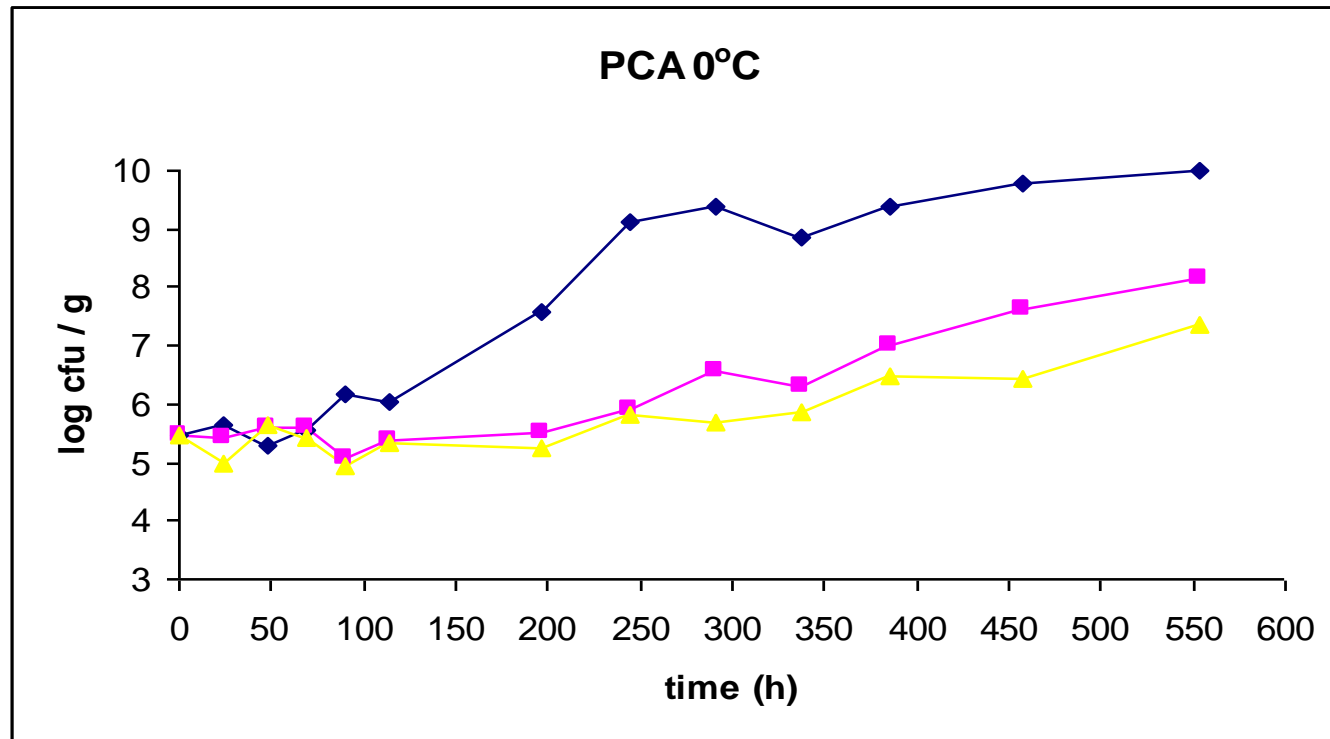
- Στον παρακάτω πίνακα δίνονται οι μετρήσεις της ΟΜΧ ενός τροφίμου που έχει συντηρηθεί σε θερμοκρασία 0°C σε συσκευασία (1) αέρα, (2) ΤΑ, (3) ΤΑ με προσθήκη αιθερίου ελαίου. Να συσχετίσετε τις μετρήσεις με τις διάφορες συσκευασίες.

Χρόνος			
0	5,4	5,4	5,4
24	5,6	5,4	5,4
48	5,3	5,6	5,6
90	6,1	4,9	4,9
114	6,0	5,3	5,3
196	7,5	5,4	5,4
244	9,1	5,8	5,8
291	9,3	6,5	5,6
338	8,8	6,2	5,8
386	9,4	6,9	6,4
458	9,7	7,6	6,4
554	10,0	8,1	7,3



# Άσκηση 1 (2/2)

- Στον παρακάτω πίνακα δίνονται οι μετρήσεις της ΟΜΧ ενός τροφίμου που έχει συντηρηθεί σε θερμοκρασία 0°C σε συσκευασία (1) αέρα, (2) ΤΑ, (3) ΤΑ με προσθήκη αιθερίου ελαίου. Να συσχετίσετε τις μετρήσεις με τις διάφορες συσκευασίες.

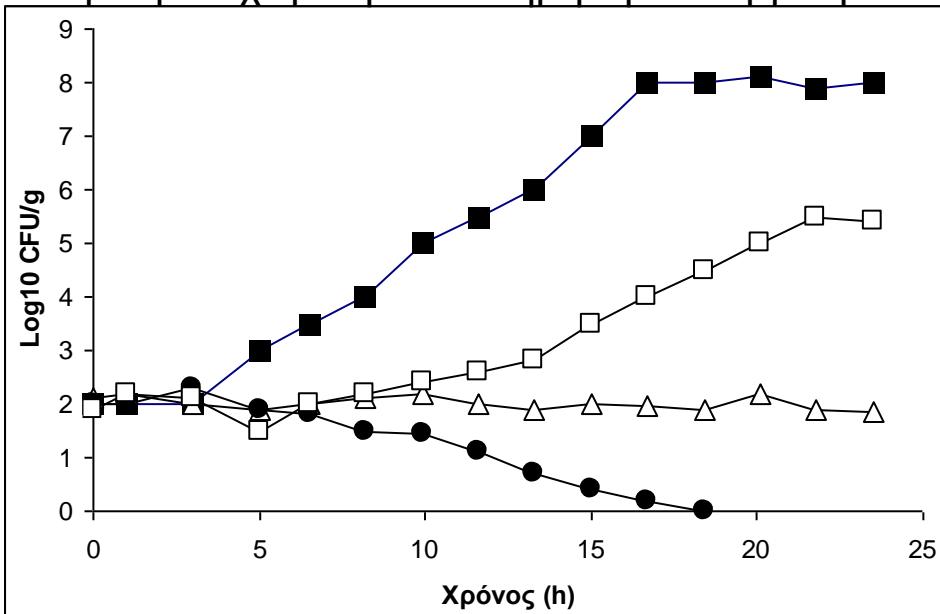






# Άσκηση 2

- Το παρακάτω διάγραμμα περιγράφει καμπύλες επιβίωσης/αύξησης του παθογόνου μικροοργανισμού *Listeria monocytogenes* στην επιφάνεια λουκάνικου Φρανκφούρτης (hot-dog) που έχει υποστεί μία από τις παρακάτω μεταχειρίσεις:
1. Εμβάπτιση σε διάλυμα γαλακτικού νατρίου 5% (άλας του γαλακτικού οξέος: pH 6.1,  $a_w$  0.954) – Συντήρηση σε θερμοκρασία 5°C.
  2. Καμία μεταχείριση – Συντήρηση σε θερμοκρασία 5°C.
  3. Εμβάπτιση σε διάλυμα γαλακτικού οξέος 1% (pH 5.4,  $a_w$  0.975) – Συντήρηση στους 5°C.
  4. Καμία μεταχείριση - Συντήρηση σε θερμοκρασία 10°C.





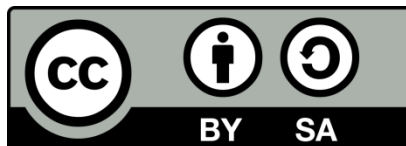
# Βιβλιογραφία

- 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.





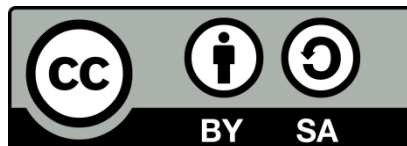
# Σημείωμα Αναφοράς

- 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.