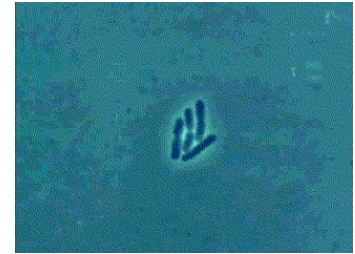
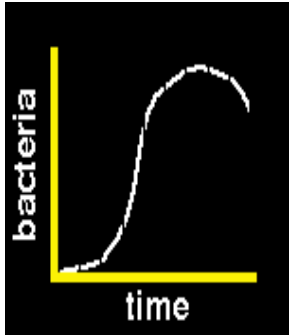


Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών «Καινοτομία, Ποιότητα & Ασφάλεια Τροφίμων» Θέματα Μικροβιολογίας Τροφίμων



Ειδικοί αλλοιογόνοι οργανισμοί μυωδών τροφίμων Κρέας/ Ιχθυηρά



Δρ. Παπαδοπούλου Όλγα

Ινστιτούτο Τεχνολογίας Αγροτικών Προϊόντων
Ελληνικός Γεωργικός Οργανισμός – ΔΗΜΗΤΡΑ

olga_papadopoulou@outlook.com



1. Εισαγωγικές έννοιες

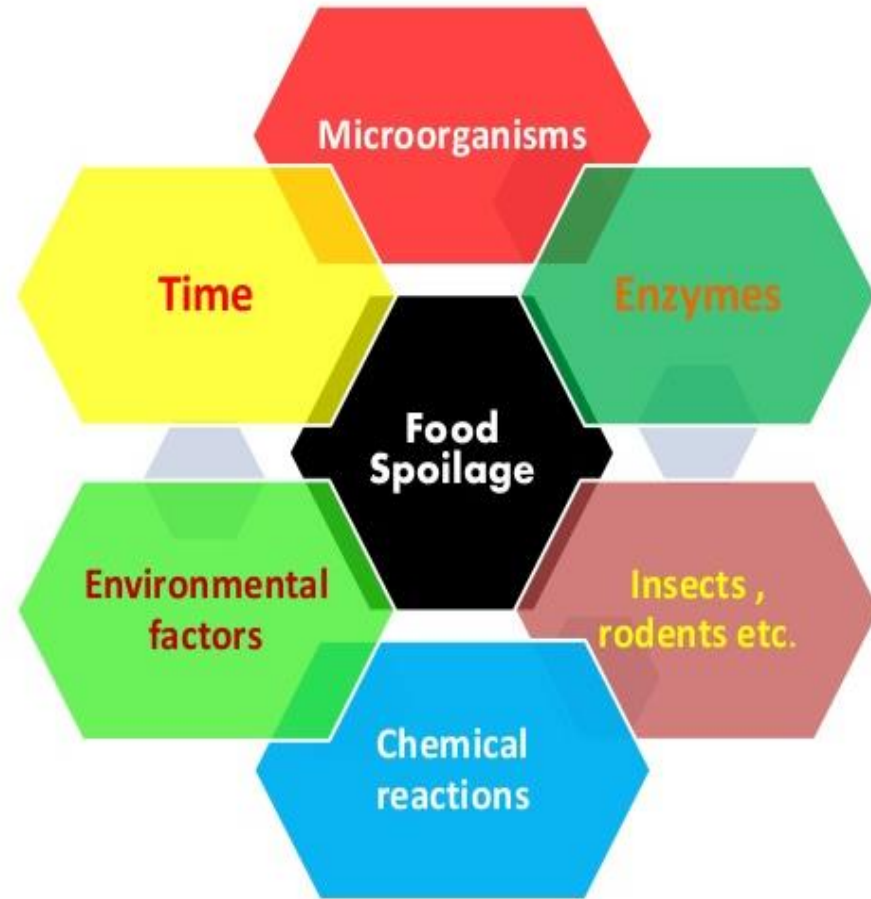
- ✓ Η έννοια της αλλοίωσης
- ✓ Αίτια αλλοίωσης των τροφίμων
- ✓ Μικροχλωρίδα τροφίμου
- ✓ Αλλοιογόνο χλωρίδα



ΑΛΛΟΙΩΣΗ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

Η αλλοίωση των τροφίμων είναι ένα οικολογικό φαινόμενο και μπορεί να ορισθεί σαν οποιαδήποτε μεταβολή η οποία καθιστά ένα τρόφιμο μη αποδεκτό για κατανάλωση.

Η αλλοίωση των τροφίμων μπορεί να προκληθεί από έντομα, από φυσική βλάβη διαφόρων ειδών, όπως χτυπήματα και ψύξη, και από τη δράση ενζύμων ή μικροοργανισμών.



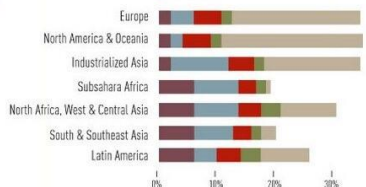


30% CEREALS FOOD LOSSES

In industrialized countries, consumers throw away 286 million tonnes of cereal products.

763 billion boxes of pasta

■ Agriculture
 ■ Distribution
 ■ Postharvest
 ■ Consumption
 ■ Processing

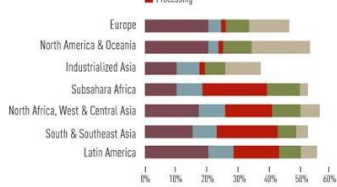


45% FRUIT & VEGETABLES FOOD LOSSES

Along with roots and tubers, fruit and vegetables have the highest wastage rates of any food products; almost half of all the fruit and vegetables produced are wasted.

3.7 trillion apples.

■ Agriculture
 ■ Distribution
 ■ Postharvest
 ■ Consumption
 ■ Processing

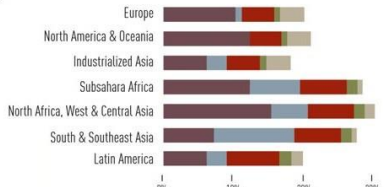


20% OILSEEDS & PULSES FOOD LOSSES

Every year, 22% of the global production of oilseeds and pulses is lost or wasted.

This is the same as the olives needed to produce enough olive oil to fill nearly 11,000 Olympic-sized swimming pools.

■ Agriculture
 ■ Distribution
 ■ Postharvest
 ■ Consumption
 ■ Processing

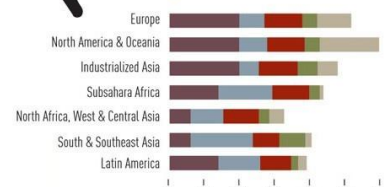


45% ROOTS & TUBERS FOOD LOSSES

In North America & Oceania alone, 5,814,000 tonnes of roots and tubers are wasted at the consumption stage alone.

This equates to just over 1 billion bags of potatoes.

■ Agriculture
 ■ Distribution
 ■ Postharvest
 ■ Consumption
 ■ Processing

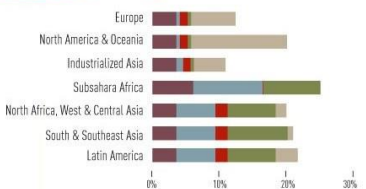


20% DAIRY FOOD LOSSES

In Europe alone, 29 million tonnes of dairy products are lost or wasted every year.

This is the same as 574 billion eggs.

■ Agriculture
 ■ Distribution
 ■ Postharvest
 ■ Consumption
 ■ Processing

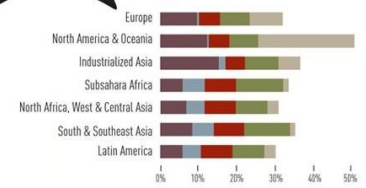


30% FISH & SEAFOOD FOOD LOSSES

8% of fish caught globally is thrown back into the sea. In most cases they are dead, dying or badly damaged.

This is equal to almost 3 billion Atlantic salmon.

■ Fisheries
 ■ Distribution
 ■ Post catch
 ■ Consumption
 ■ Processing

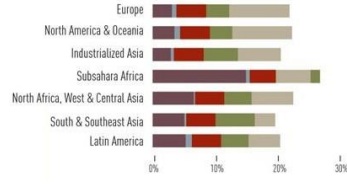


20% MEAT FOOD LOSSES

Of the 263 million tonnes of meat produced globally, over 20% is lost or wasted.

This is equivalent to 75 million cows.

■ Animal production
 ■ Slaughter
 ■ Distribution
 ■ Consumption
 ■ Processing



Αίτια αλλοίωσης των τροφίμων



Η μικροβιακή δραστηριότητα αποτελεί τη συνηθέστερη αιτία αλλοίωσης των τροφίμων, και εκδηλώνεται μέσω

*ορατής ανάπτυξης (επιφανειακή βλέννα, έγχρωμες αποικίες)
μεταβολής της υφής (αποικοδόμηση πολυμερών ενώσεων)
απωθητικής οσμής & γεύσης (μικροβιακοί μεταβολίτες)*

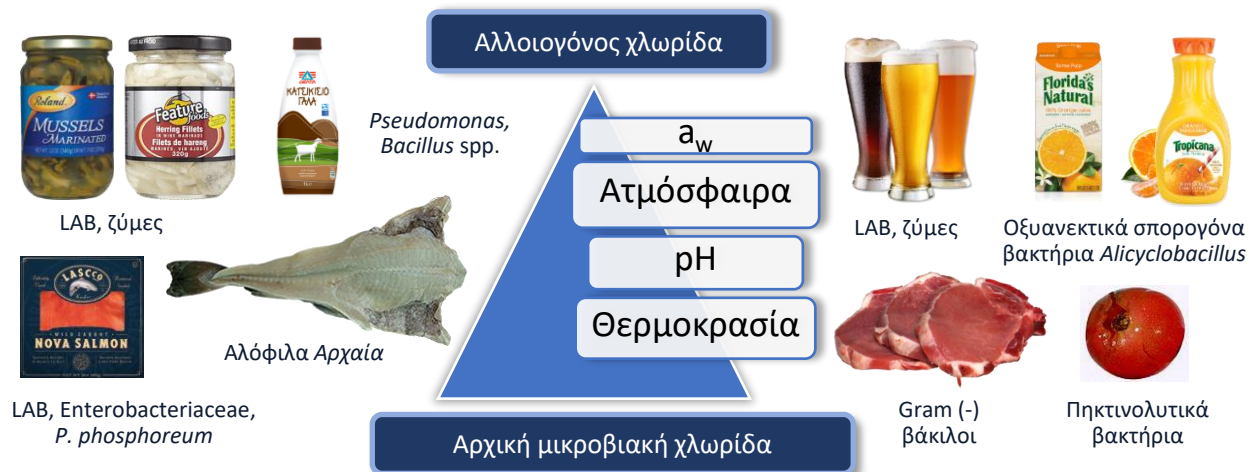
ΜΙΚΡΟΒΙΑΚΗ ΑΛΛΟΙΩΣΗ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

Μικροχλωρίδα τροφίμου

- ❖ Κάθε τρόφιμο φέρει τη δική του, μοναδική μικροχλωρίδα, σε κάθε στάδιο της παραγωγής και συντήρησης
- ❖ Η σύνθεση της χλωρίδας εξαρτάται από τις πρώτες ύλες που χρησιμοποιήθηκαν (είδος & προέλευση), τις παραμέτρους επεξεργασίας και τις συνθήκες συντήρησης του τροφίμου

Αλλοιογόνος χλωρίδα

- ❖ Από το πλήθος των μ/ο της αρχικής χλωρίδας, λίγα μόνο γένη καταφέρνουν να αυξηθούν σε μεγάλους αριθμούς (αλλοιογόνος χλωρίδα)
- ✓ Ο τύπος των κυρίαρχων μ/ο θα εξαρτηθεί από τη σύσταση του υποστρώματος και ορισμένες φυσικοχημικές παραμέτρους ($\theta^{\circ}\text{C}$, pH, ατμόσφαιρα, a_w), καθώς και από την ικανότητα των μ/ο να ανταγωνίζονται



ΜΙΚΡΟΒΙΑΚΗ ΑΛΛΟΙΩΣΗ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

Table 18.1 Some End Products from Microbial Metabolism of Food Nutrients

Food Nutrient	End Products
Carbohydrates	CO ₂ , H ₂ , H ₂ O ₂ , lactate, acetate, formate, succinate, butyrate, isobutyrate, isovalerate, ethanol, propanol, butanol, isobutanol, diacetyl, acetoin, butanediol, dextran, levans
Proteinaceous and NPN compounds	CO ₂ , H ₂ , NH ₃ , H ₂ S, amines, keto-acids, mercaptans, organic disulfides, putrescine, cadaverine, skatole
Lipids	Fatty acids, glycerol, hydroperoxides, carbonyl compounds (aldehydes, ketones), nitrogenous bases

Μικροβιολογική δραστηριότητα	Οργανοληπτική εκδήλωση
Αποικοδόμηση συστατικών του τροφίμου	Παραγωγή δυσάρεστων οσμών
Παραγωγή εξωκυτταρικού πολυσακχαριτικού υλικού	Σχηματισμός γλοιώδους επιφάνειας
Ανάπτυξη βακτηρίων, ζυμών και μυκήτων	Μεγάλες ορατές αποικίες
Παραγωγή διοξειδίου του άνθρακα από υδατάνθρακες ή αμινοξέα	Παραγωγή αερίου
Παραγωγή χρωστικών που διαχέονται	Αποχρωματισμός

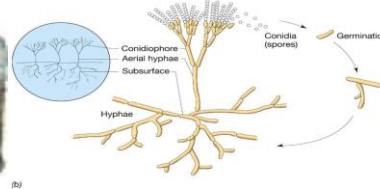
2. Ειδικοί αλλοιογόνοι οργανισμοί

- ✓ Διάκριση αλλοιογόνων οργανισμών
- ✓ Χαρακτηρισμός οργανισμού ως SSO (specific spoilage organism)
- ✓ Χώρος αλλοίωσης (spoilage domain)
- ✓ Αλληλεπιδράσεις αλλοιογόνων οργανισμών

Βακτήρια



Μύκητες



Ζύμες



Διάκριση αλλοιογόνων οργανισμών

Σημείο
οργανοληπτικής απόρριψης
του τροφίμου

ΑΛΛΟΙΟΓΟΝΟΣ ΧΛΩΡΙΔΑ

Μικροοργανισμοί που
συνέβαλλαν στην αλλοίωση, παράγοντας
δύσοσμος μεταβολίτες

**Ειδικοί αλλοιογόνοι
οργανισμοί**
(*Specific Spoilage Organisms*)

Το εύρος των συνθηκών στις οποίες ο SSO
αναπτύσσεται και παράγει δύσοσμος μεταβολίτες,
ορίζεται ως "χώρος αλλοίωσης" (*spoilage domain*)
του οργανισμού

Μικροοργανισμοί που
αναπτύχθηκαν χωρίς να προκαλέσουν
δυσμενείς μεταβολές

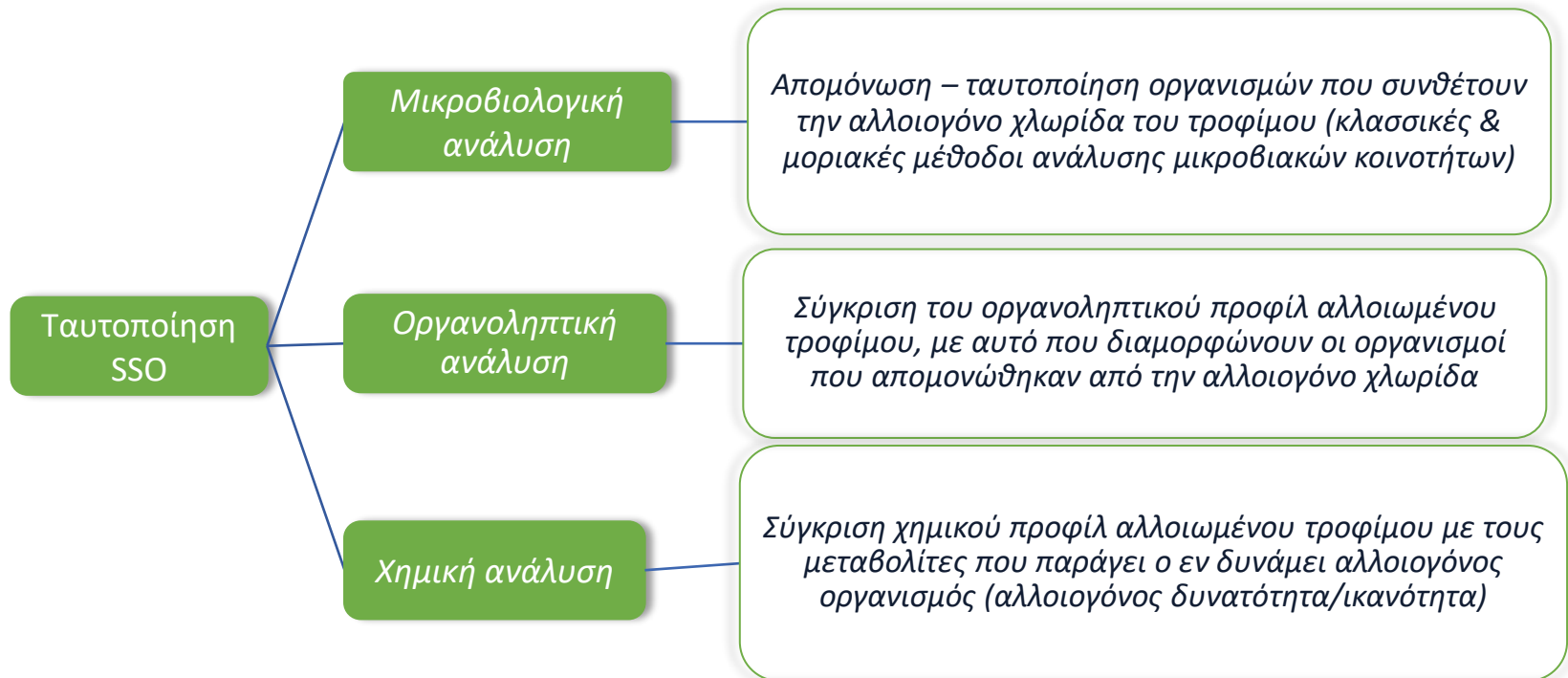
Η έκταση της αλλοίωσης δεν
συμβαδίζει απαραίτητα με τις
μεταβολές της ΟΜΧ

- Συχνά, αποτελούν μικρό μέρος της αρχικής χλωρίδας
- Μπορεί να αφορούν ένα και μοναδικό είδος

Χαρακτηρισμός οργανισμού ως SSO

Αλλοιογόνος “δυνατότητα – ικανότητα”

- Ένα βακτηριακό στέλεχος χαρακτηρίζεται ως SSO όταν μπορεί να παράξει δύσσομες ενώσεις τυπικές του αλλοιωμένου τροφίμου (αλλοιογόνος δυνατότητα), σε συγκεντρώσεις ανάλογες εκείνων που παράγονται στο τρόφιμο υπό παρόμοιες συνθήκες (αλλοιογόνος ικανότητα).
- Η αλλοιογόνος ικανότητα ελέγχεται σε πυκνότητα κυττάρων ανάλογη εκείνης που αποκτά ο μ/ο στο φυσικά αλλοιούμενο τρόφιμο (ποσότητα μεταβολίτη ανά μικροβιακό κύτταρο).
- Η ταυτοποίηση των SSOs απαιτεί στενή συνεργασία της μικροβιολογικής ανάλυσης, με τη χημική και την οργανοληπτική ανάλυση



«Χώρος» αλλοίωσης

- Σε τρόφιμα μικροβιακής επίδρασης (π.χ. ζυμούμενα τρόφιμα) ή σε αποδομούμενα τρόφιμα (αλλοιωμένα-αλλοιώσεις) οι προκαλούμενες μεταβολές σπάνια οφείλονται σε ένα μόνο μικροοργανισμό.
- Το εύρος των συνθηκών (θ° , pH, a_w ατμόσφαιρα, αλληλεπιδράσεις μεταξύ μ/ο) υπό τις οποίες ένας SSO μπορεί να αναπτυχθεί και να παράξει δύσοσμους μεταβολίτες, ορίζεται ως “χώρος αλλοίωσης” του οργανισμού
 - Στις συνθήκες αυτές, ο SSO αυξάνει ταχύτερα από την υπόλοιπη χλωρίδα ($\geq 10^7$ CFU/g όταν η συσσώρευση δύσοσμων μεταβολιτών καθιστά το προϊόν οργανοληπτικά απορριπτέο)
 - Μικρές αλλαγές στον τύπο συσκευασίας ή τις συνθήκες συντήρησης μπορεί να προκαλέσουν δραματικές μεταβολές στη σύνθεση της χλωρίδας και στο προφίλ της αλλοίωσης

Προϊόν	$\theta^\circ\text{C}$	O_2	pH	a_w	SSOs	Οσμή αλλοίωσης
Κρέας νωπό	↓	✓	↓	↑	<i>Pseudomonas</i> sp.	Σουλφίδια (πλην H_2S)
Κρέας νωπό	↓	-	↓	↑	LAB, <i>B. thermosphacta</i> , <i>Enterobacteriaceae</i> , <i>Clostridium</i> spp.	Αμμωνία, σήψη, οσμές κατώτερων λιπαρών οξέων- τυριού, ποδαρίλα

Μικροβιακή σύσταση



Processing & Packaging Factors e.g. air at 3° C
Community Development

in space and time



Dynamic Microbial Association
Selected Microbial Association
Specific Spoilage Organisms



Ephemeral Spoilage Organisms

Pseudomonadaceae
Enterobacteriaceae

Ps. fragi

Μικροβιακή σύσταση



Processing & Packaging Factors e.g. map

Community Development

in space and time



Dynamic Microbial Association
Selected Microbial Association
Specific Spoilage Organisms



Ephemeral Spoilage Organisms

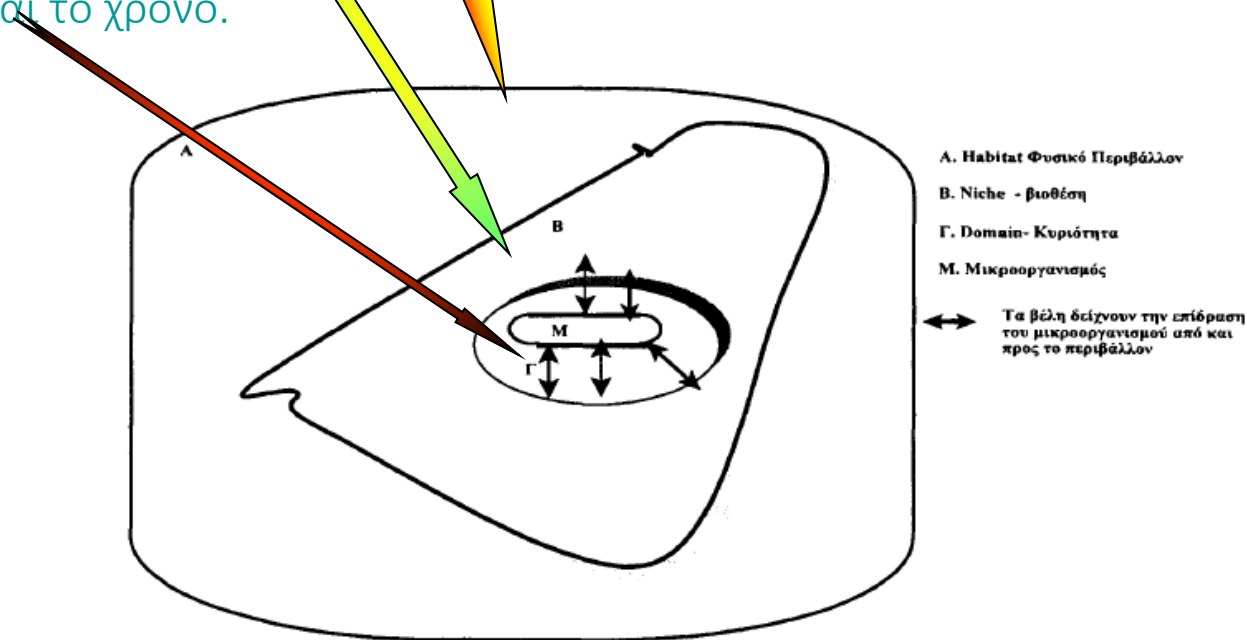


Lactobacillus spp
Br. thermosphacta

L.sake & L. curvatus
Br. thermosphacta

Αλληλεπίδραση μεταξύ των μικροοργανισμών

- **Φυσικό περιβάλλον (*Habitat*):** Ορίζει τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος το οποίο μπορεί να υποστηρίξει τις φυσιολογικές δραστηριότητες για την ανάπτυξη ενός είδους ή μιας ομάδας ειδών.
- **Βιοθέση ή Θώκος (*Niche*):** ορίζεται το σύνολο των άριστων συνθηκών του περιβάλλοντος υπό τις οποίες μπορεί να αναπτυχθεί ένα είδος ή μια ομάδα ειδών.
- **Κυριότητα (*Domain*):** Ορίζεται η περιοχή όπου ο μικροοργανισμός έχει την επίδρασή του στο χώρο και το χρόνο.



Μονοδιάστατη απεικόνιση της βιοθέσης του Φυσικό περιβάλλοντος και κυριότητας ενός μικροοργανισμού

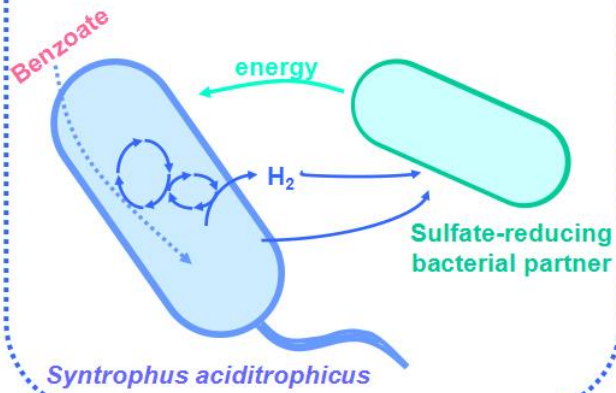
Αλληλεπίδραση μεταξύ των μικροοργανισμών

Effect on X	Effect on Y	Type of interaction
0	0	Neutralism
-	0	Amensalism
+	0	Commensalism
-	-	Competition
+	+	Mutualism
+	-	Predation or Parasitism

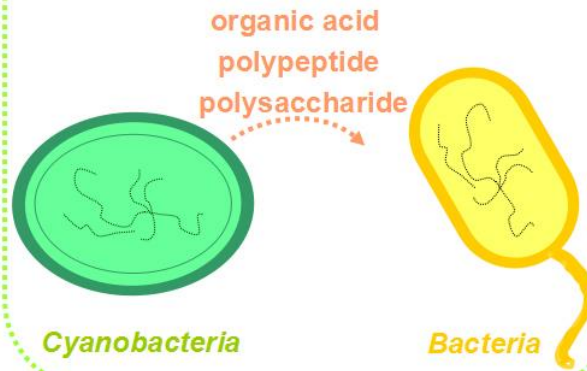
1. Ουδετερότητα
2. Αντιβίωση
3. Ομοσιτισμός
4. Ανταγωνισμός
5. Αμοιβαιότητα
6. Θήρευση ή παρασιτισμός

Αλληλεπίδραση μεταξύ των μικροοργανισμών

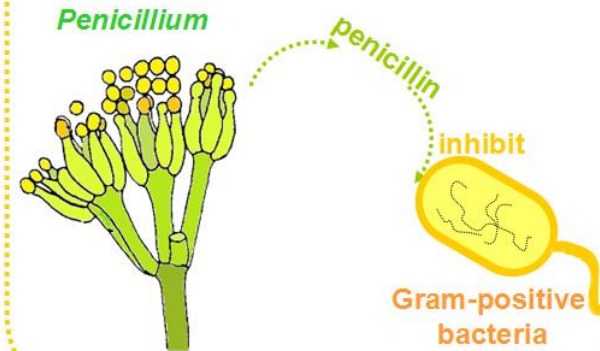
Mutualism



Commensalism



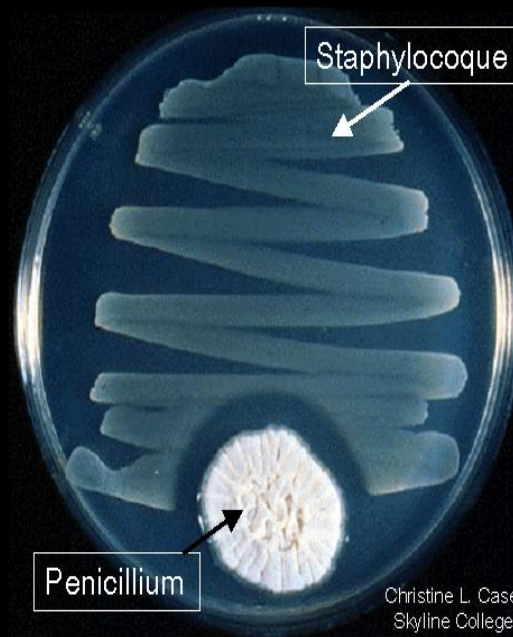
Amensalism



Αλληλεπίδραση μεταξύ των μικροοργανισμών

Αντιβίωση (amensalism)

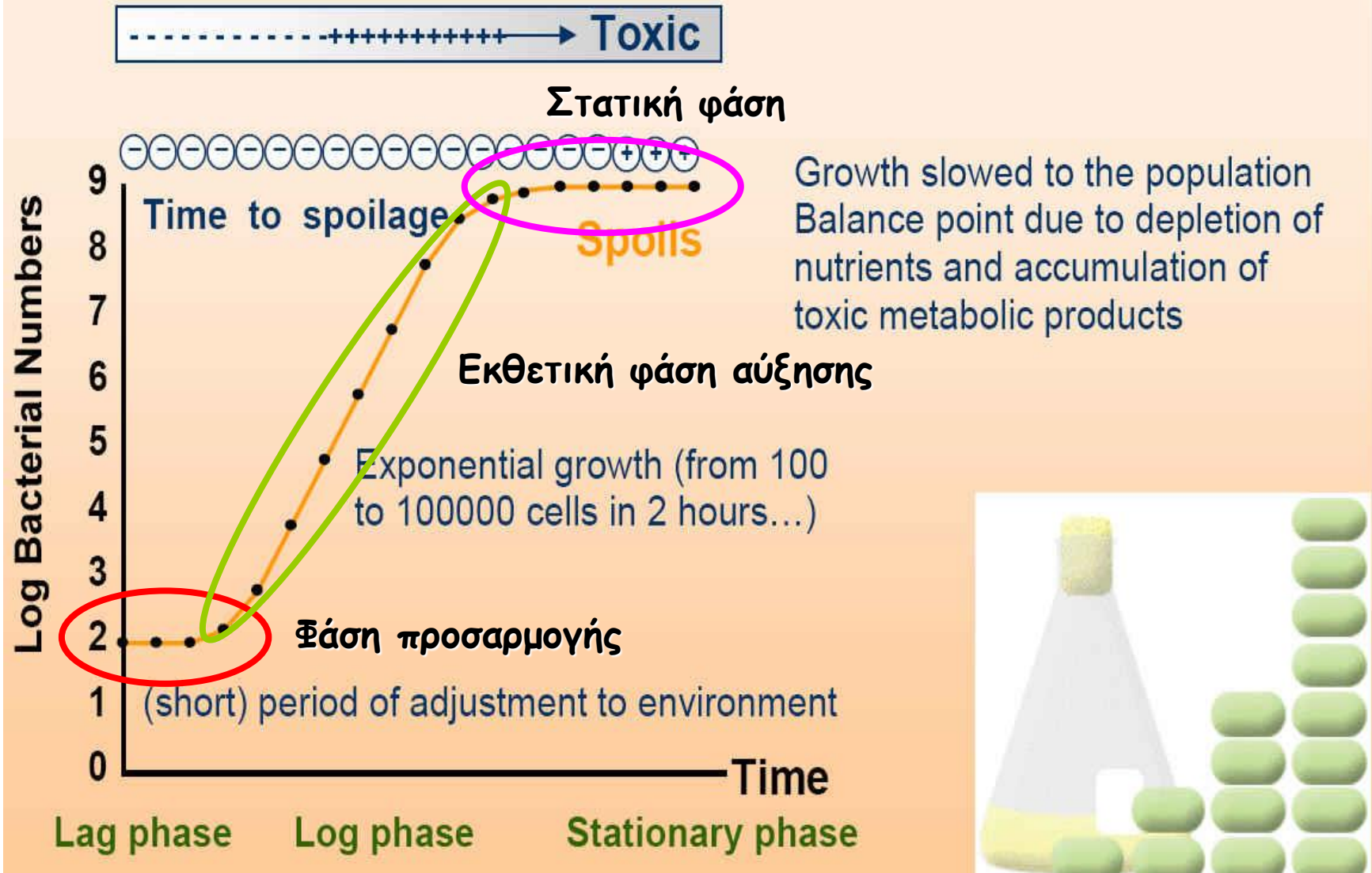
Another famous (and useful) example is the production of **penicillin** by *Penicillium notatum*. This antibiotic compound inhibits the growth of many species of bacteria (in this picture, it's *Staphylococcus aureus*) by interfering with the normal formation of peptidoglycan in the cell wall.



Αλληλεπιδράσεις αλλοιογόνων οργανισμών

- Η αλλοίωση προϋποθέτει αύξηση των μ/ο σε υψηλά επίπεδα (10^7 - 10^9 CFU/g)
 - Σε υψηλές πυκνότητες κυττάρων οι μ/ο αλληλεπιδρούν (*antagonism, symbiosis, metabiosis*)
- Ορισμένοι μ/ο, αν και παράγουν δύσοσμους μεταβολίτες σε καθарές καλλιέργειες αδυνατούν να το πράξουν κάτω από τις συνθήκες που επικρατούν στο τρόφιμο
 - Μείωση του pH (π.χ. από γαλακτικά βακτήρια)
 - Ανταγωνισμός για τα διαθέσιμα θρεπτικά συστατικά (π.χ. *Pseudomonas* → Fe)
 - Παραγωγή αντιβακτηριακών ενώσεων (π.χ. *P. fluorescens* → αντιβιοτικά, κυανουούχα)
- Κάποια στελέχη δεν προκαλούν αλλοίωση, παρά μόνον όταν δημιουργηθούν ευνοϊκές συνθήκες από άλλα μέλη της μικροβιακής κοινότητας
 - Δημιουργία ανοξικών συνθηκών από Gram (-) χλωρίδα → ανάπτυξη *Clostridium botulinum*
 - Παρουσία οξυγαλακτικών βακτηρίων (LAB) → πολλαπλάσια παραγωγή πουτρεσκίνης από μέλη των *Enterobacteriaceae* (μεταβίωση)

Τυπική καμπύλη αύξησης βακτηριακού κυττάρου



Γενική εικόνα αλλαγών στον ολικό μικροβιακό πληθυσμό (ΟΜΧ), ειδικών αλλοιογόνων μικροοργανισμών (SSO) και δείκτες χημικής αλλοίωσης κατά τη διάρκεια αλλοίωσης των τροφίμων.

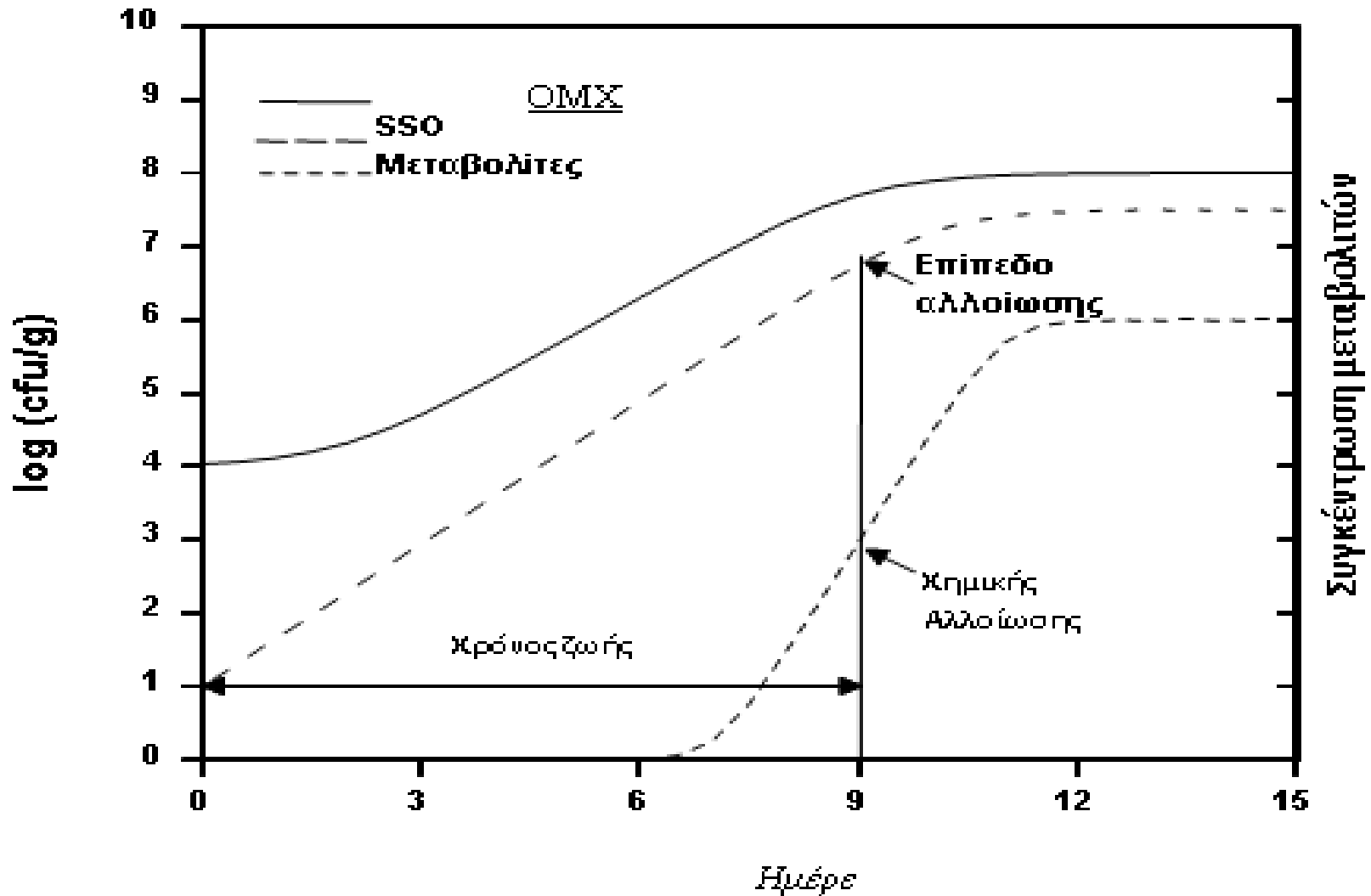


Table 3.1 *Factors affecting the development of microbial associations in food*

Intrinsic Factors

Nutrients

pH and buffering capacity

Redox potential

Water activity

Antimicrobial constituents

Antimicrobial structures

Environmental factors

Relative humidity

Temperature

Gaseous atmosphere

Implicit factors

Specific growth rate

Mutualism

Antagonism

Commensalism

Processing factors

Slicing

Washing

Packing

Irradiation

Pasteurization

Πηγή: Jay et al., Modern Food Microbiology, 7th edition.

Η γνώση των παραγόντων που ευνοούν ή περιορίζουν την αύξηση των μικροοργανισμών είναι σημαντική για την κατανόηση των αρχών που διέπουν την αλλοίωση και συντήρηση των τροφίμων



Shelf life models

- [Pork cuts](#) - Shelf life of fresh pork cuts - Vacuum packed and/or MAP-packed (70% O₂ + 30% CO₂) and/or stored under aerobic conditions (on "Christmas trees" (multiple hooks), in boxes, wrapped, etc.)
- [Beef cuts](#) - Shelf life of fresh beef cuts - Vacuum packed
- [Minced pork](#) - Shelf life of minced pork - MAP-packed (70% O₂ + 30% CO₂)
- [Chicken cuts](#) - Shelf life of chicken cuts - Fresh or marinated ($\leq 0.8\%$ NaCl) - MAP-packed (70% O₂ + 30% CO₂)
- [Shelf life of Bacon \(cured pork, whole cuts\)](#) - Vacuum packed, 2-5.5 % salt in aqueous (% Sodium Chloride in the water phase, w/w), With/without Ascorbate, 60-120 ppm nitrite/nitrate added, No smoke
- [Minced Beef](#) - Minced and MA-packed (70 % O₂ + 30 % CO₂) with or without prior storage of cuts/trimmings in vacuum
- [Processed meat](#) - MA-packed (20/80 CO₂/N₂), 1.5-5.0 % salt in aqueous (% sodium chloride in the water phase, w/w), +/- nitrite, +/- organic acid

Shelf life models for fresh meat


The shelf life model is your tool to predict shelf life of fresh meat. The model is based on storage trials performed in controlled conditions with meat from different commercial plants in e.g. Denmark, Sweden, Norway and Germany. Each individual storage trial includes as much natural variation as possible: different producers, different processes and different cuts. The shelf life models are highly robust as the large amount of meat cover a large range of variation.

[show more »](#)

Shelf life model for processed meat

The model predicts the shelf life of cooked, sliced MA-packed (deli) meat products. The model is based on storage trials performed in controlled conditions with processed meat from different commercial plants in Denmark, Norway, Poland and Germany. Each individual storage trial

3. SSOs μυαδών τροφίμων Κρέας/ Ιχθυηρά

- ✓ Αερόβια συντήρηση
 - ✓ Συνθήκες μειωμένης πίεσης O_2 (VP & MAP)
- 

3Α. SSOs μισωδών τροφίμων

Κρέας



SSOs μωδών τροφίμων

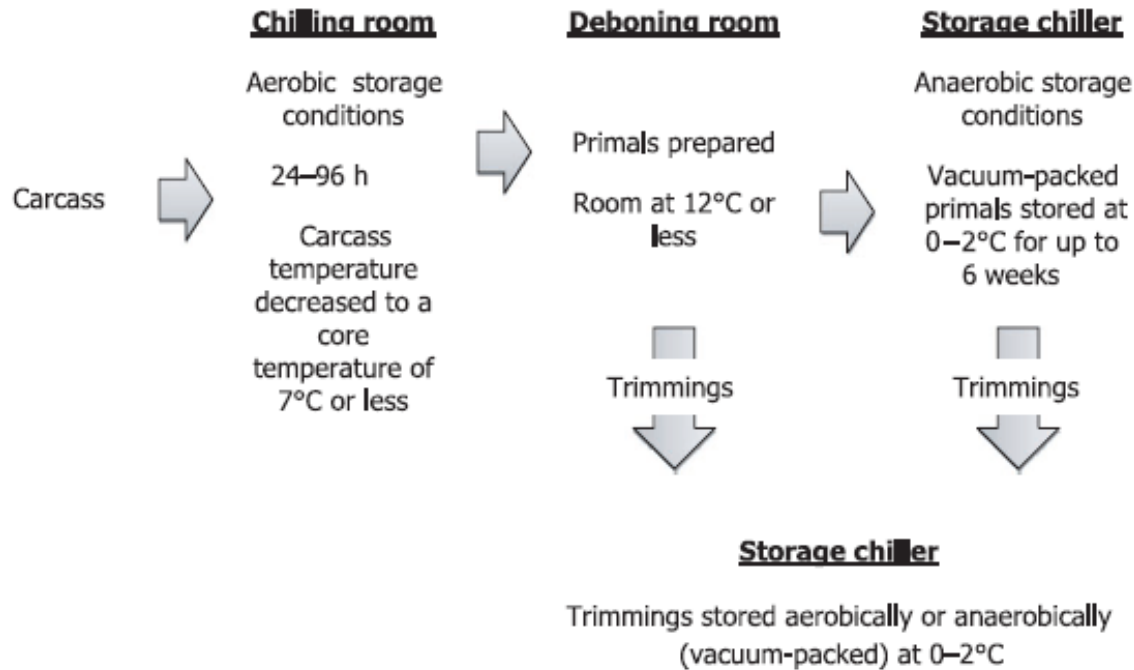


Figure 1: The chilling and chilled storage conditions used for beef, pork and lamb carcasses and associated primals and trimmings

Ενδογενής μικροβιακή χλωρίδα του κρέατος

- Το εσωτερικό του ακέραιου κρέατος που προέρχεται από υγιή ζώα και από υγιεινές συνθήκες σφαγής είναι στείρο ή σχεδόν στείρο.
- Η επιφάνεια του, μολύνεται κατά τη διάρκεια της σφαγής ή στη διάρκεια των μετέπειτα χειρισμών με διάφορους μικροοργανισμούς (βακτήρια, ζύμες και μύκητες) είτε αλλοιογόνους, είτε παθογόνους.
- Το αρχικό μικροβιακό φορτίο του κρέατος εξαρτάται από τη φυσιολογική κατάσταση του ζώου κατά τη σφαγή, η εξάπλωση της μόλυνσης στα σφαγεία και κατά την επεξεργασία, ενώ θερμοκρασία και άλλες συνθήκες αποθήκευσης κατά τη διανομή μπορεί επίσης να επηρεάσει το ρυθμό αλλοίωσης του κρέατος





- Οι εξωτερικές πηγές μόλυνσης αναφέρονται σε όλες τις διαδικασίες κατά τη διάρκεια της σφαγής του ζώου. Οι περιοχές με τη μεγαλύτερη συγκέντρωση μικροοργανισμών είναι το δέρμα και ο εντερικός σωλήνας.
- Η παρουσία παθογόνων μικροοργανισμών (*Salmonella* spp., *Staphylococcus aureus*, *Yersinia enterocolitica*, *Clostridium botulinum*, *Campylobacter* sp., *Aeromonas hydrophila*, *Listeria monocytogenes*) στο νωπό κρέας εξαρτάται από τις συνθήκες υγιεινής που επικρατούν στο σφαγείο.
- ✓ Επίσης μπορεί να προέρχονται από μόλυνση από τον εντερικό σωλήνα του ζώου.

Ένα ευρύ φάσμα ειδών μικροοργανισμών κυρίως αρνητικών κατά Gram βακτηρίων (*Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Serratia*, *Enterobacter*, *Proteus* και *Vibrio*) έχει βρεθεί να αποικεί στο τρίχωμα και το δέρμα των σφαγίων ή έχει απομονωθεί από δείγματα που προέρχονται από επιφάνειες των σφαγείων.

- Σε μία πρόσφατη μελέτη μελέτησαν τη μεταφορά από το δέρμα των ζώων απευθείας στο κρέας και αναφέρουν ότι η οικογένεια *Enterobacteriaceae* καθώς και το βακτήριο *Escherichia coli* ήταν τα πιο συχνά απαντώμενα στο τρίχωμα των ζώων, ενώ δεν βρέθηκε καθόλου *Salmonella* spp.
- Άλλοι ερευνητές αναφέρουν ότι η ύπαρξη παθογόνων μικροοργανισμών, όπως *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli*, και *Campylobacter* spp., βρίσκονται συχνά σε μονάδες επεξεργασίας κρέατος

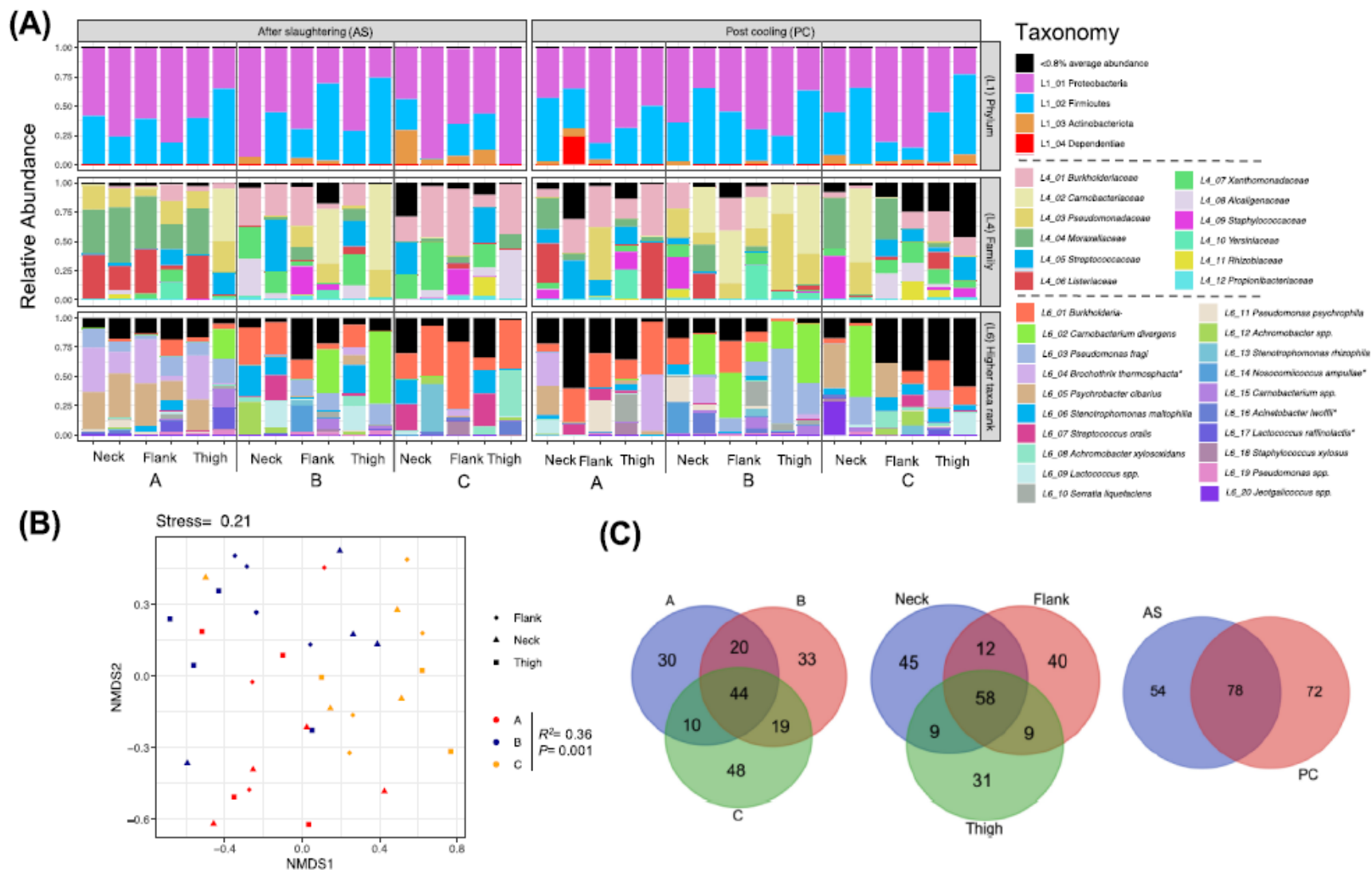
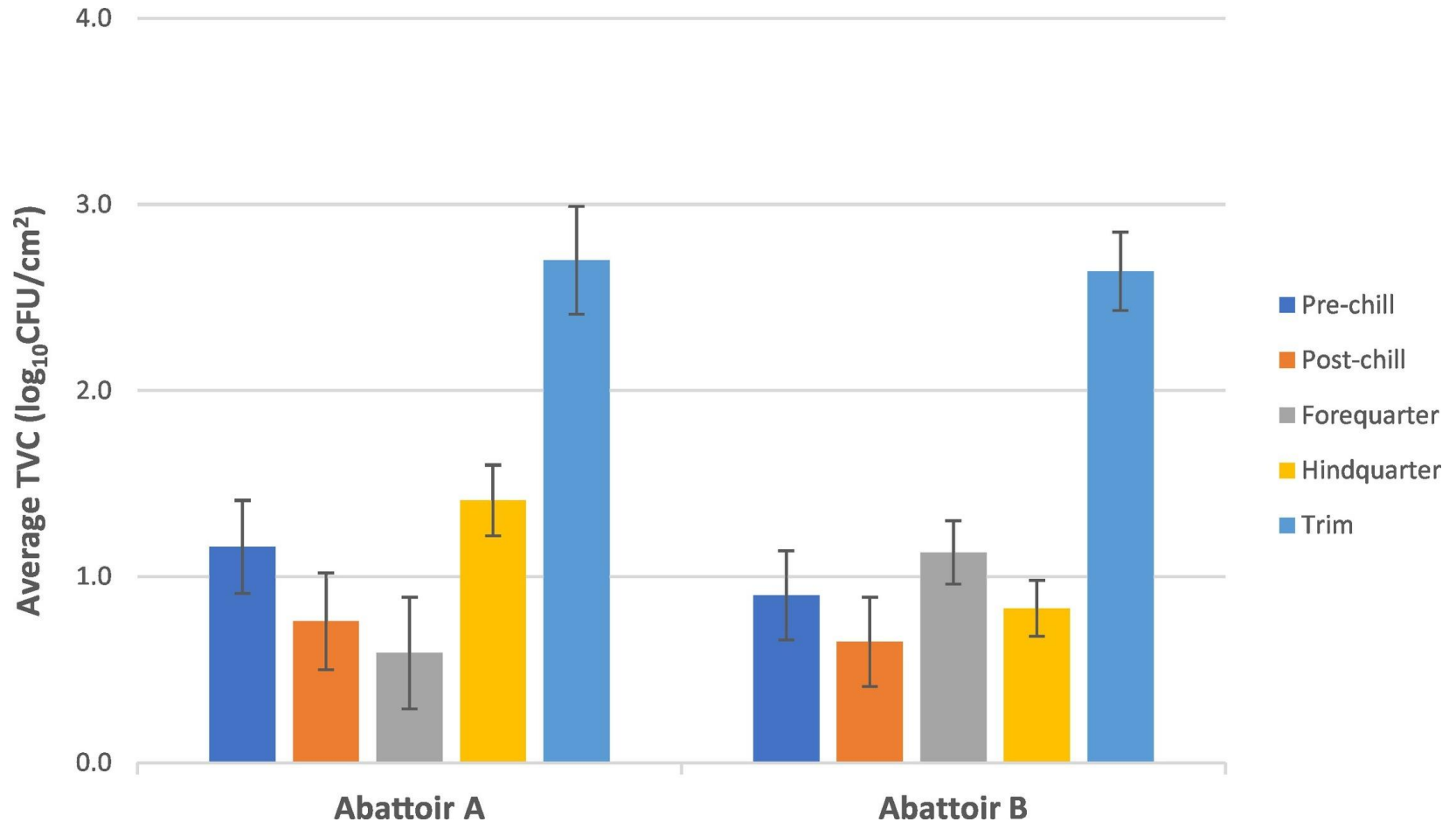
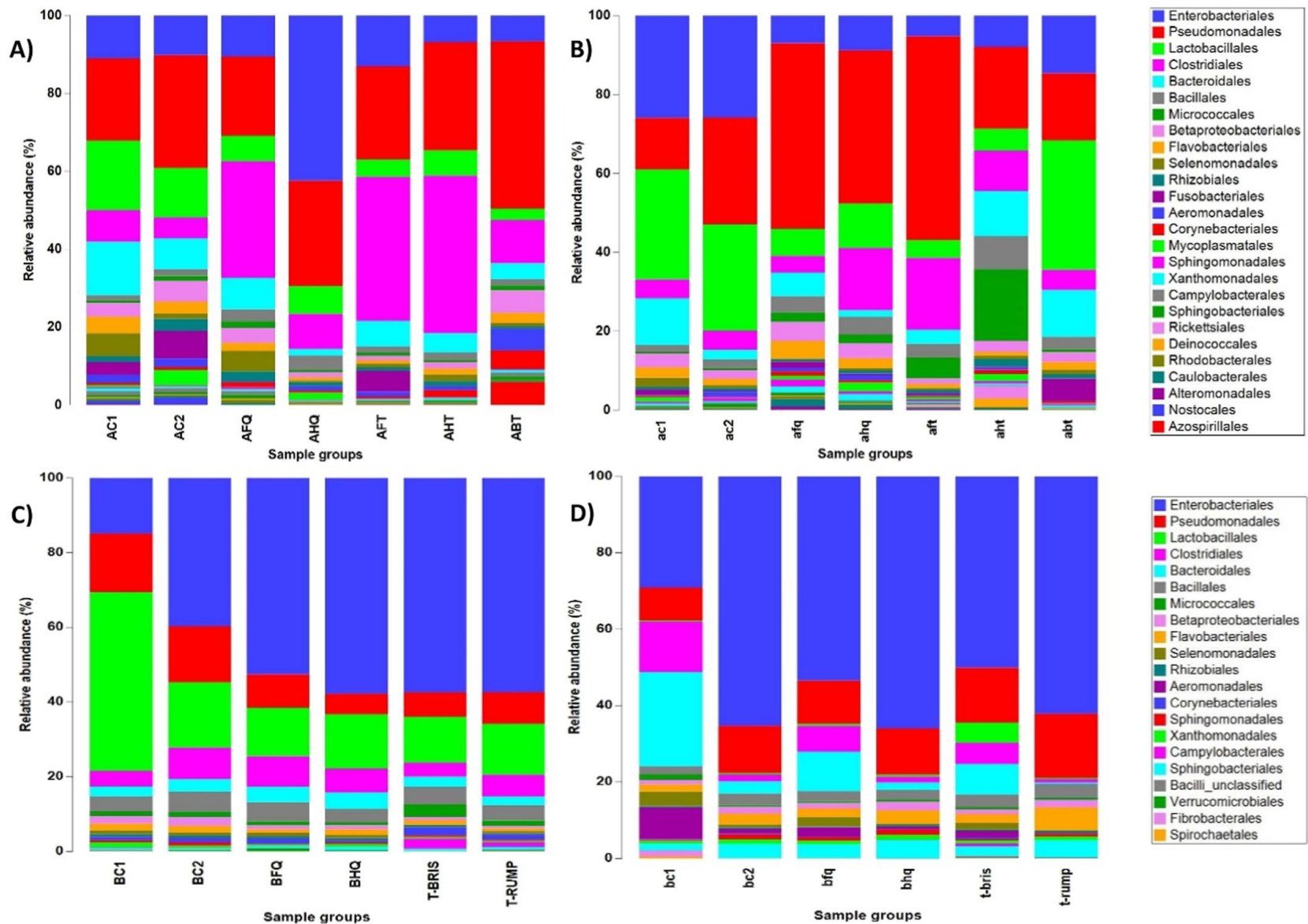


Fig. 2. Microbiota composition after slaughtering and post cooling. Stacked bar plots (A) showing microbiota composition (relative abundance) at different taxonomic rank levels and relative colour coding key. Samples are grouped by sampling time (after slaughtering, post cooling) and sequentially displayed according to animal and sampling area; taxa are sorted in the legend from the most to the least abundant. Biplot (B) of the Non-Multidimensional Scaling (NMDS) analysis coloured by animal origin, which significantly discriminated the samples (PERMANOVA; $P < 0.001$). Venn diagrams (C) displaying the shared taxa between animals (A, B, C), temporal phases (AS, PC) and sampling areas (Neck, Flank, Thigh).

Bacterial community analysis using 16S rRNA amplicon sequencing in the boning room of Australian beef export abattoirs

Sanga Kang^{a, b}, Joshua T. Ravensdale^a, Ranil Coorey^c, Gary A. Dykes^a, Robert S. Barlow^b





Relative abundance of OTUs that presented at a prevalence >0.5% in each sample group in the boning room from the; A) 1st abattoir A visit, B) 2nd abattoir A visit, C) 1st abattoir B visit, and D) 2nd abattoir B visit. Abattoir A visits shared 26 OTUs (top right) and abattoir B visits had 21 OTUs (bottom right). The groups were labelled in capital and lower case to distinguish the first and second visit to the abattoirs, respectively, and A (integrated) or B (fragmented) was used as a prefix for classification of abattoirs. The sample groups are; pre- (C1) and post-chill (C2) carcasses, fore- (FQ) and hind-quarter (HQ) carcasses, and different beef trim groups. Meat from forequarter trim (FT), hindquarter trim (HT) and boxed trim (BT) were collected in abattoir A. Trim from brisket (T-BRIS) and rump (T-RUMP) were collected in abattoir B.

Ενδογενής μικροβιακή χλωρίδα του κρέατος

- Σε υψηλούς πληθυσμούς απαντώνται και Gram + βακτήρια, όπως *Lactobacillus* και *Brochothrix thermosphacta*.
- Οι μικροοργανισμοί *Pseudomonas* spp., *Br. thermosphacta*, γαλακτικά βακτήρια και *Shewanella putrefaciens* αποτελούν την κύρια μικροβιακή χλωρίδα σε νωπό κρέας χαμηλού ή υψηλού pH, το οποίο διατηρείται σε συνθήκες ψύξης κάτω από αερόβιες ή συνθήκες τροποποιημένης ατμόσφαιρας.
- Είδη του γένους *Pseudomonas* και ορισμένα ακόμη ψυχρότροφα, μη-ζυμωτικά Gram - βακτήρια κυριαρχούν σε νωπά προϊόντα υπό ψύξη σε αερόβια συντήρηση
 - Καλή προσαρμογή στις χαμηλές θερμοκρασίες συντήρησης (μικρότερος χρόνος γενεάς/ ταχεία αύξηση βακτηριακού πληθυσμού)
 - Αποτελεσματική χρησιμοποίηση εκχυλισματικών ενώσεων (μη – πρωτεϊνικό άζωτο, NPN).
 - Παραγωγή αντιβακτηριακών και αντιμυκητιακών ενώσεων (*Pseudomonas*).

Αλλοίωση του κρέατος

Τα χαρακτηριστικά της αλλοίωσης γίνονται ορατά σε διαφορετικό μικροβιακό πληθυσμό που σχετίζεται με τον τύπο του κρέατος και το pH.

Σε κρέατα με υψηλό pH (>6) η αλλοίωση γίνεται εμφανής σε χαμηλό πληθυσμό περίπου 6 log CFU/cm²

Σε κρέατα με χαμηλότερο pH ο πληθυσμός κυμαίνεται από 7 έως 8 log CFU/cm² ανάλογα με τη σύνθεση των μυών και το επίπεδο του γλυκογόνου.

Η θερμοκρασία έχει άμεση σχέση με τον ειδικό ρυθμό αύξησης των μικροοργανισμών και με τη διάρκεια της φάσης προσαρμογής τους



Γενικά, η διάρκεια ζωής του κρέατος είναι ο χρόνος αποθήκευσης μέχρι την αλλοίωσή του

Σύνθεση της Μικροχλωρίδας

Pseudomonas spp: *Pseudomonas fluorescens*, *Pseudomonas putida*, *Pseudomonas chlororaphis*, *Pseudomonas cichorii*, *Pseudomonas viridiflava* και *Pseudomonas syringae*

- ✓ Μετά από φαινοτυπικό και μοριακό χαρακτηρισμό των ψυχρότροφων βακτηρίων που απομονώθηκαν από φρέσκο και αλλοιωμένο κρέας κατέληξαν σε τρία κυρίαρχα είδη ψευδομονάδων, *Pseudomonas fragi*, *Pseudomonas fluorescens* και *Pseudomonas ludensis*.

Ο *B. thermosphacta*, αποτελεί ένα σημαντικό ποσοστό της αλλοιογόνου χλωρίδας του κρέατος που συντηρείται αερόβια και περιστασιακά έχει βρεθεί να είναι η κυρίαρχη μικροχλωρίδα.

- ✓ Ο *B. thermosphacta* μπορεί να αναπτύσσεται σε αερόβιες και σε αναερόβιες συνθήκες

Σύνθεση της Μικροχλωρίδας

Γαλακτικά βακτήρια

- ✓ Τα πιο συχνά απαντώμενα γένη σε κρέας το οποίο είναι συσκευασμένο σε συνθήκες τροποποιημένης ατμόσφαιρας ή σε κενό ανήκουν στα ***Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Carnobacterium*** και ***Weissela***.
- ✓ Η αλλοίωση που προκαλείται από τα γαλακτικά βακτήρια δεν είναι τόσο έντονη όσο αυτή που προκαλείται από τα Gram - βακτήρια, τα οποία παράγουν δύσοσμες πτητικές ουσίες σήψης (putrefaction).
- ✓ Η αλλοίωση από τα γαλακτικά βακτήρια προκαλεί όξινο άρωμα (souring) εξαιτίας των παραγόμενων μεταβολικών προϊόντων που είναι κυρίως γαλακτικό, μυρμηκικό, οξικό οξύ, ακετοΐνη, διακετύλιο, αιθανόλη και υπεροξείδιο του υδρογόνου

Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

Table 2: Pseudomonad counts on beef, pork and lamb carcasses reported in the scientific literature

Carcass type	Data provided	Reference
Beef	Mean count of 1.14 (range 0.23–2.35) \log_{10} CFU/cm ² (4 sites sampled as per Commission Decision 2001/471/EC) immediately before chilling increasing to 1.86 \log_{10} CFU/cm ² after 96 h chilling	Reid et al. (2015)
	3.2 \log_{10} CFU/cm ² (briskets) immediately before chilling increasing to 8.9 \log_{10} CFU/cm ² after 14 days storage at 5°C	Lasta et al. (1995)
	1.04–5.48 \log_{10} CFU/cm ²	Dan et al. (2003)
	0.4 \log_{10} CFU/cm ²	Gustavsson and Borch (1993)
Pork	2.74–6.57 \log_{10} CFU/cm ²	Dan et al. (2005)
	4.37 (neck/chest), 4.49 (thigh), 5.45 (lateral abdominal) and 4.55 (coccygeal region) \log_{10} CFU/cm ²	Sala et al. (2010)
Lamb	3.11 (after fleece removal), 3.09 (after evisceration) and 3.08 (after washing) \log_{10} CFU/cm ²	Bhandare et al. (2007)
	3.32–3.51 \log_{10} CFU/cm ² (leg/flank regions)	Sauter et al. (1980)
Poultry	2.45–3.15 \log_{10} CFU/cm ² , post-chill	Vareltzis et al. (1997)
	1.8 (before scalding), 1.7 (after scalding) and 3.1 after de-feathering) \log_{10} CFU/g of neck skin	Geornaras et al. (1997)
	Mean count of 3.96 \log_{10} CFU/cm ² (ranging from 0.44 to 4.45 0.4 \log_{10} CFU/cm ²	Holder et al. (1997)

CFU: colony forming unit.

Επίδραση της θερμοκρασίας και του αρχικού μικροβιακού φορτίου σε κρέας που συντηρείται αερόβια

Table 41: Effect of storage temperature and initial microbial load on the time (days) required by pseudomonads to reach a level of 10^7 CFU/cm² on red meat stored aerobically

Time required by pseudomonads to reach 10^7 CFU/cm ² (days)					
Storage temperature (°C)	Initial pseudomonad level (\log_{10} CFU/cm ²)				
	1	2	3	4	5
1	15.0	12.5	10.0	7.5	5.0
2	13.1	10.9	8.7	6.5	4.4
3	11.4	9.5	7.6	5.7	3.8
4	10.0	8.3	6.7	5.0	3.3
5	8.8	7.3	5.9	4.4	2.9
6	7.8	6.5	5.2	3.9	2.6
7	6.9	5.7	4.6	3.4	2.3

CFU: colony forming unit.

(assuming an initial count of 1 CFU/cm²)

Επίδραση των θρεπτικών συστατικών του κρέατος

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 ¹	-	Γλίτσα	
	Αμινοξέα ²		Σουλφίδια,	-
	Γαλακτικό οξύ ³		εστέρες, οξέα	
<i>Acinetobacter</i>	Αμινοξέα ¹	-	Εστέρες, νιτρίλια,	-
<i>Moraxella</i> spp.	Γαλακτικό οξύ ²		σουλφίδια	
<i>Alteromonas putrefaciens</i>	Γλυκόζη ¹	Γλυκόζη ¹	Πτητικά	H ₂ S
	Αμινοξέα ²	Αμινοξέα ²	σουλφίδια	
<i>Brochothrix thermosphacta</i>	Γλυκόζη ¹	Γλυκόζη ¹	Οξικό οξύ	Γαλακτικό οξύ
	Αμινοξέα ²		Ακετοΐνη	Αιθανόλη
	(μόνο το γλουταμινικό)		Ισοβαλαρικό οξύ	
			Ισοβουτυρικό οξύ	
<i>Enterobacter</i> spp.	Γλυκόζη ¹	Γλυκόζη ¹		Γαλακτικό οξύ
	Γλυκόζη-6-φώσφορος ²	Γλυκόζη-6-φώσφορος ²		CO ₂ , H ₂
	Αμινοξέα ³	Αμινοξέα ³	Σουλφίδια	H ₂ S
	Γαλακτικό οξύ ⁴		Αμίνες	Αμίνες
<i>Lactobacillus</i> spp.	-	Γλυκόζη ¹	-	DL-γαλακτικό
		Αμινοξέα ²		Πτητικά λιπαρά οξέα

* Οι αριθμοί 1, 2, 3 και 4 δίνουν τη σειρά κατανάλωσης των πηγών ενέργειας των μικροοργανισμών στο κρέας.

Profile and activity of the bacterial biota of ground beef held from freshness to spoilage at 5–7 °C

J.M. Jay *, J.P. Vilai, M.E. Hughes

Table 1
Genera (and number) of generic isolates recovered from sample no. 12 from day 0 to day 21

Days tested and genera found						
Day 0	Day 5	Day 9	Day 13	Day 16	Day 21	
<i>Pseudomonas</i> (18)	<i>Pseudomonas</i> (16)	<i>Pseudomonas</i> (17)	<i>Pseudomonas</i> (8)	<i>Pseudomonas</i> (11)	<i>Pseudomonas</i> (5)	
<i>Aeromonas</i> (7)	<i>Alcaligenes</i> (6)	<i>Leuconostoc</i> (2)	<i>Psychrobacter</i> (4)	<i>Psychrobacter</i> (2)	<i>Enterococcus</i>	
<i>Citrobacter</i> (3)	<i>Shewanella</i> (2)	<i>Listeria</i> (2)	<i>Lactobacillus</i> (2)	<i>Aeromonas</i>	Unknown	
<i>Pantoea</i> (8)	<i>Aeromonas</i> (2)	<i>Kurthia</i>	<i>Enterococcus</i>	<i>Escherichia</i>	<i>Morganella</i>	
<i>Alcaligenes</i> (4)	<i>Serratia</i> (2)	<i>Moraxella</i>	<i>Providencia</i>	<i>Enterococcus</i>	<i>Providencia</i>	
<i>Shewanella</i> (4)	<i>Klebsiella</i> (2)			<i>Lactobacillus</i>	<i>Psychrobacter</i>	
<i>Hafnia</i> (2)	<i>Corynebacterium</i> (2)			<i>Micrococcus</i>	<i>Pantoea</i>	
<i>Proteus</i> (2)	<i>Citrobacter</i>					
<i>Kurthia</i> (2)	<i>Lactobacillus</i>					
<i>Enterobacter</i>	<i>Leuconostoc</i>					
<i>Enterococcus</i>	<i>Listeria</i>					
<i>Klebsiella</i>	<i>Morganella</i>					
<i>Kluyvera</i>	<i>Pantoea</i>					
<i>Listeria</i>	<i>Vagococcus</i>					
<i>Micrococcus</i>						
<i>Morganella</i>						
<i>Providencia</i>						
<i>Serratia</i>						
<i>Streptomyces</i>						
<i>Lactic cocci</i> (5)						

Types of MAP

vacuum
packaging
(VP)

- Removes most of the air before packaging

Mixture of
gases

- replaced with another gas mixture before packaging sealing in barrier materials

Συσκευασία σε τροποποιημένες ατμόσφαιρες

Ο πρωταρχικός σκοπός της συσκευασίας, από μικροβιολογικής άποψης, είναι η μερική ή ολοκληρωτική παρεμπόδιση των γρήγορα αναπτυσσόμενων *pseudomonads*.

Οι μ/ο που αναπτύσσονται αργά (γαλακτικά βακτήρια, *Enterobacteriaceae*, *Brochothrix thermosphacta*) μπορεί να αποτελέσουν τους κυρίαρχους μ/ο της αλλοιογόνου χλωρίδας.

Οι αλλαγές των συγκεντρώσεων του O_2 και CO_2 στη συσκευασία σε κενό προκαλούν μια **επιλεκτική επίδραση** στην ανάπτυξη του μικροβιακού πληθυσμού κι επομένως προσδιορίζουν το είδος της αλλοίωσης και το χρόνο ζωής του συσκευασμένου προϊόντος



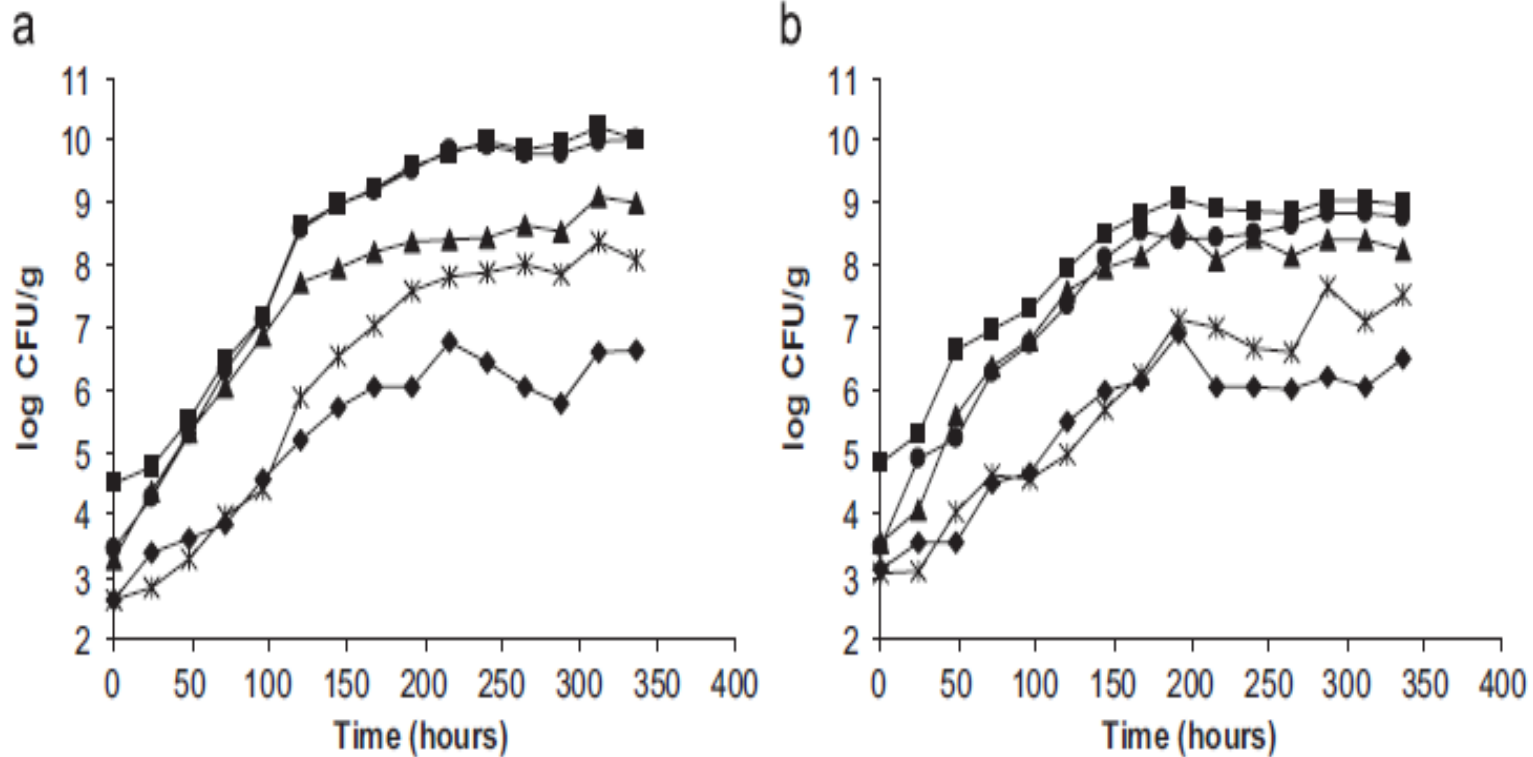


Fig. 1. Representative growth curves of the spoilage microflora of minced meat packed aerobically with a high (a) and a low (b) permeability film and stored at 5°C. Each point is the mean of four values derived from two independent experiments: ■, total aerobic populations; ●, pseudomonads; ▲, *B. thermosphacta*; ◆, lactic acid bacteria; and *, *Enterobacteriaceae*.

Συσκευασία σε μείγματα αερίων

Πίνακας 2.11 Η επίδραση της ατμόσφαιρας 20% CO₂ 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 ₂
<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

Συσκευασία και τροποποίηση της μικροχλωρίδας

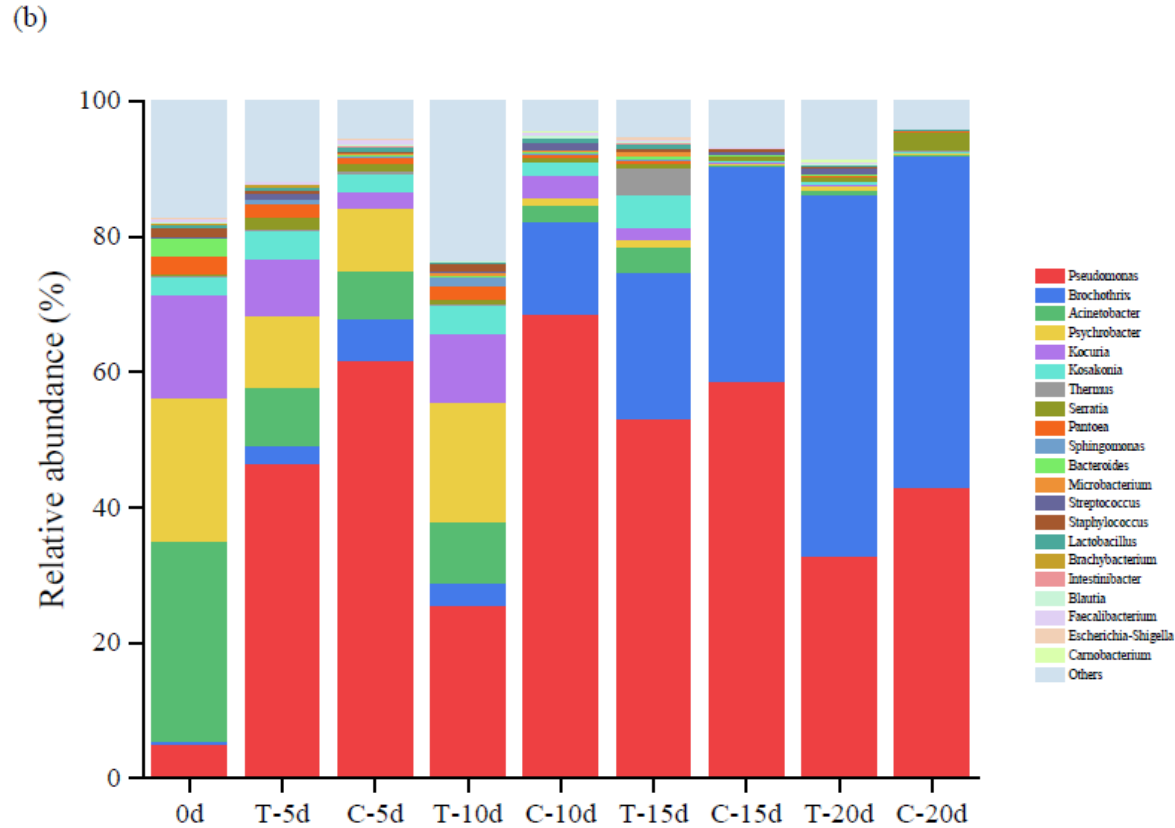


Fig. 2. Relative abundance (%) of the bacterial community during the chilled storage of beef steaks packaged under both MAP types. (a) phylum level; (b) genus level. Sample numbers represent storage days. T and C = TMAP (50% O₂/40% CO₂/10% N₂) and CMAP (50% O₂/50% N₂), respectively.

Table 2

Spoilage association dominating on fresh meat stored at 0–4 °C under different gas atmospheres

Gas composition	Meat and poultry
Air	<i>Pseudomonas</i> spp.
>50% CO ₂ with O ₂	<i>Brochothrix thermosphacta</i>
50% CO ₂	<i>Enterobacteriaceae</i> , lactic acid bacteria
<50% CO ₂ with O ₂	<i>B. thermosphacta</i> , lactic acid bacteria
100% CO ₂	Lactic acid bacteria
Vacuum packaged	<i>Pseudomonas</i> spp., <i>B. thermosphacta</i> , <i>Sh. putrefaciens</i>

Based on Nychas et al. (2007) and on unpublished data (Koutsoumanis et al., 2007).

Επίδραση της θερμοκρασίας και του αρχικού μικροβιακού φορτίου σε κρέας συσκευασμένο υπό κενό

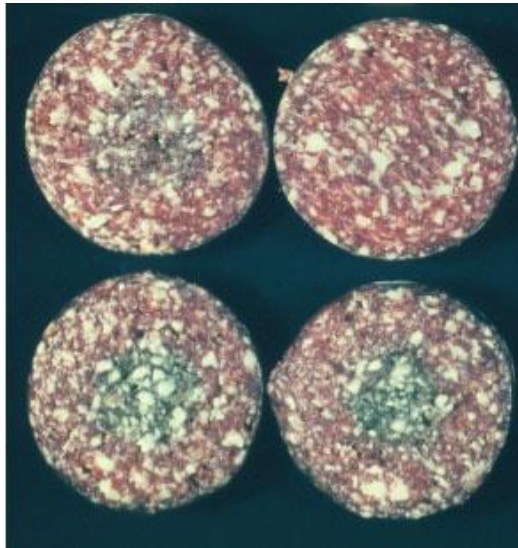
Table 43: The effect of storage temperature and initial microbial load on the time (days) required by LAB to reach a level of 10^7 CFU/cm² on red meat stored anaerobically

Time required by LAB to reach 10^7 CFU/cm ² (days)					
Storage temperature (°C)	Initial LAB level (\log_{10} CFU/cm ²)				
	1	2	3	4	5
1	35.5	29.6	23.7	17.8	11.8
2	26.3	21.9	17.5	13.1	8.8
3	20.3	17.0	13.6	10.2	6.8
4	16.2	13.5	10.8	8.1	5.4
5	13.2	11.0	8.8	6.6	4.4
6	10.9	9.1	7.3	5.5	3.6
7	9.2	7.7	6.2	4.6	3.1

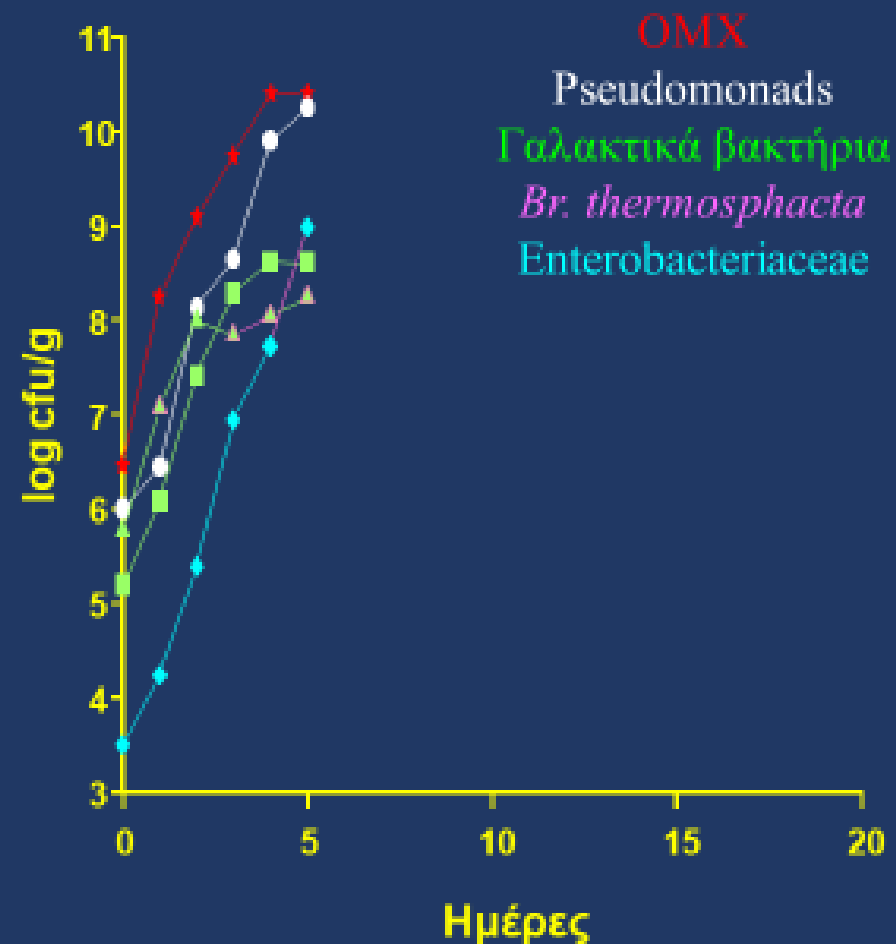
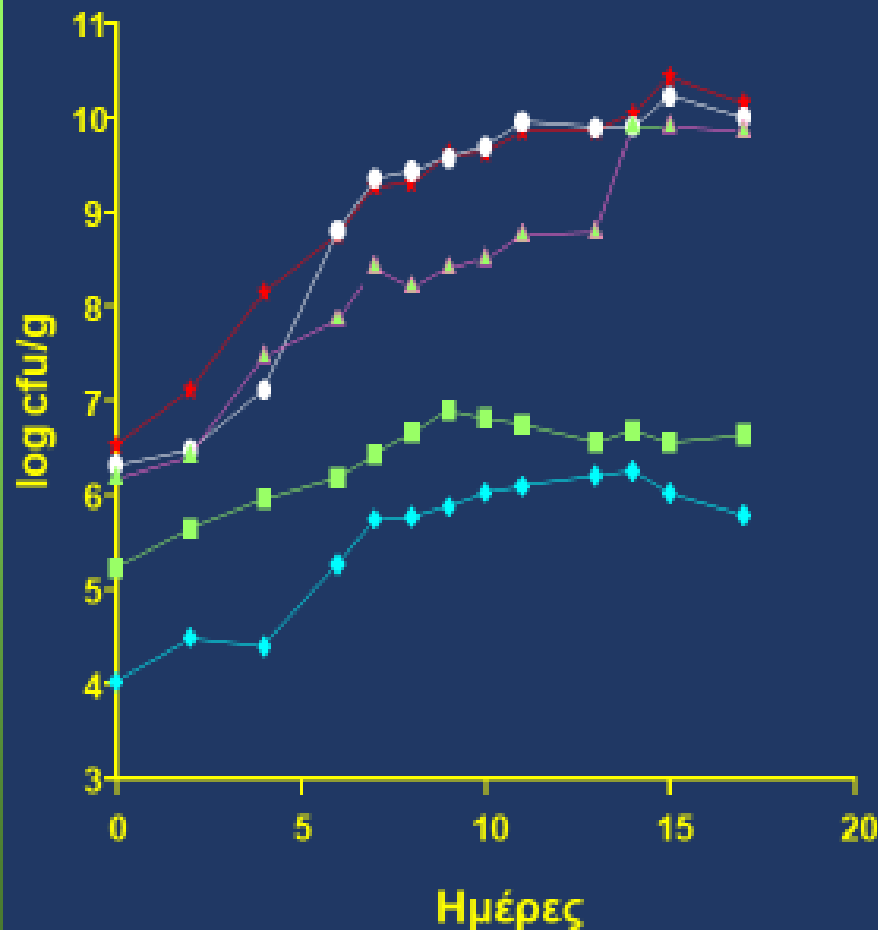
CFU: colony forming unit; LAB: lactic acid bacteria.

Table 1: The main spoilage defects and causal bacteria (adapted from Nychas et al., 2008)

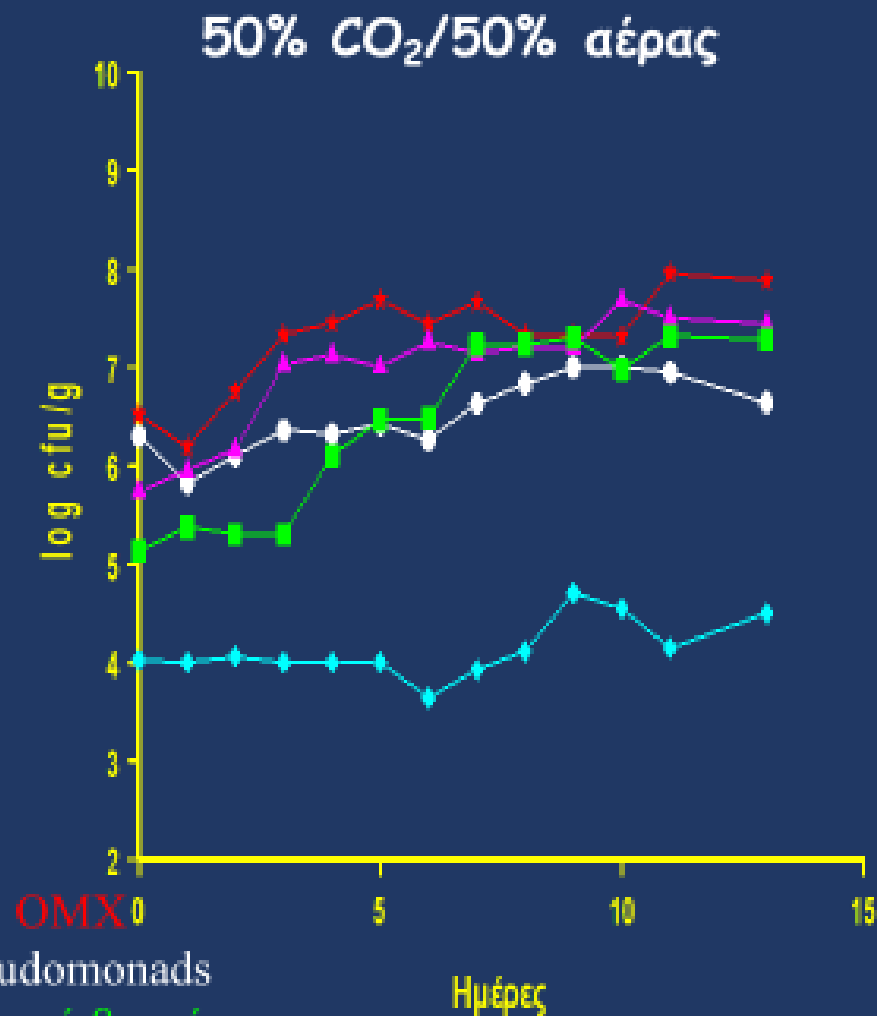
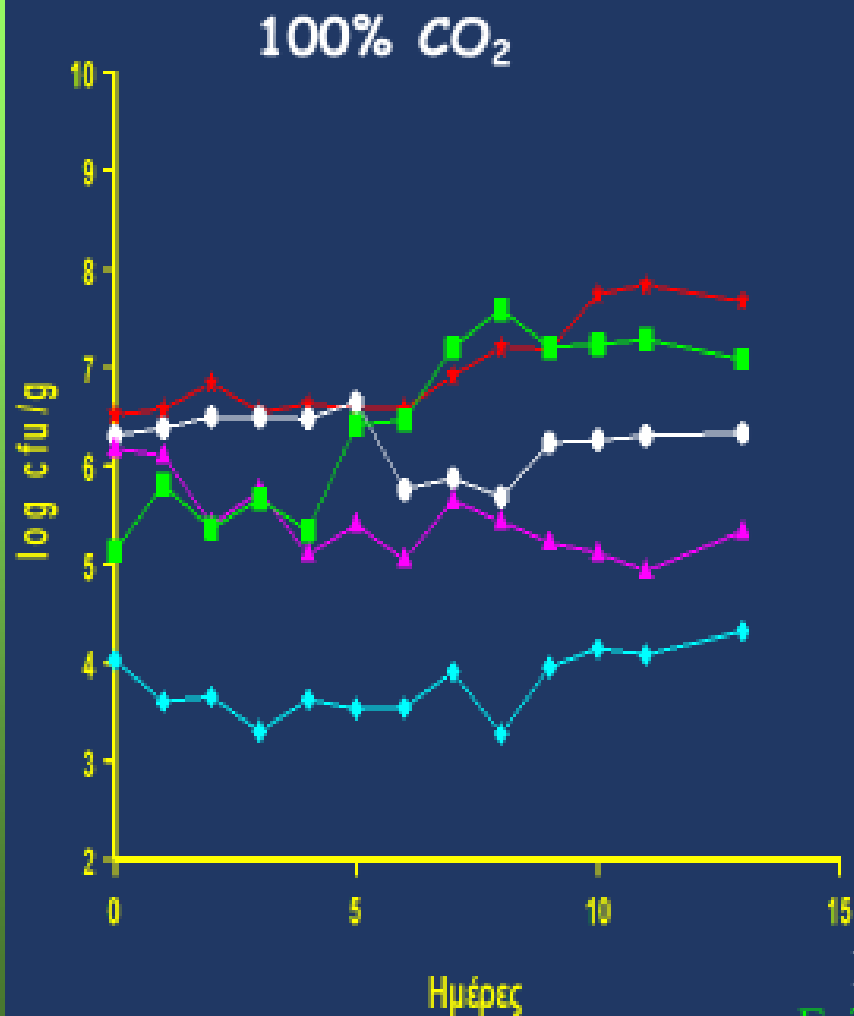
Defect	Meat product	Causal bacteria
Slime	Fresh meat	<i>Pseudomonads, Lactobacillus, Enterococcus, Weissella</i> and <i>Brochothrix</i>
Hydrogen peroxide greening	Fresh meat	<i>Weissella, Leuconostoc, Enterococcus</i> and <i>Lactobacillus</i>
Hydrogen sulfide greening	Vacuum-packed fresh meat	<i>Shewanella</i> and <i>Clostridium</i>
Hydrogen sulfide production	Cured meats	<i>Vibrio</i> and Enterobacteriaceae
Sulfide odour	Vacuum-packed fresh meat	<i>Clostridium</i> and <i>Hafnia</i>
Cabbage odour	Bacon	<i>Providencia</i>
Cheesy or dairy odour	Vacuum-packed fresh meat	<i>Brochothrix thermosphacta</i>
Putrefaction	Ham	Enterobacteriaceae and <i>Proteus</i>
Bone taint	Whole meats	<i>Clostridium</i> and <i>Enterococcus</i>
Souring	Vacuum-packed meats	Lactic acid bacteria, <i>Enterococcus, Micrococcus, Bacillus</i> and <i>Clostridium</i>



Εξέλιξη της μικροβιακής χλωρίδας κιμά σε αερόβιες συνθήκες στους 0 και 10°C



Εξέλιξη της μικροβιακής χλωρίδας κιμά στους 7°C



OMX

Pseudomonads
Γαλακτικά βακτήρια
Br. thermosphacta
Enterobacteriaceae

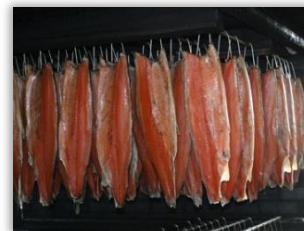
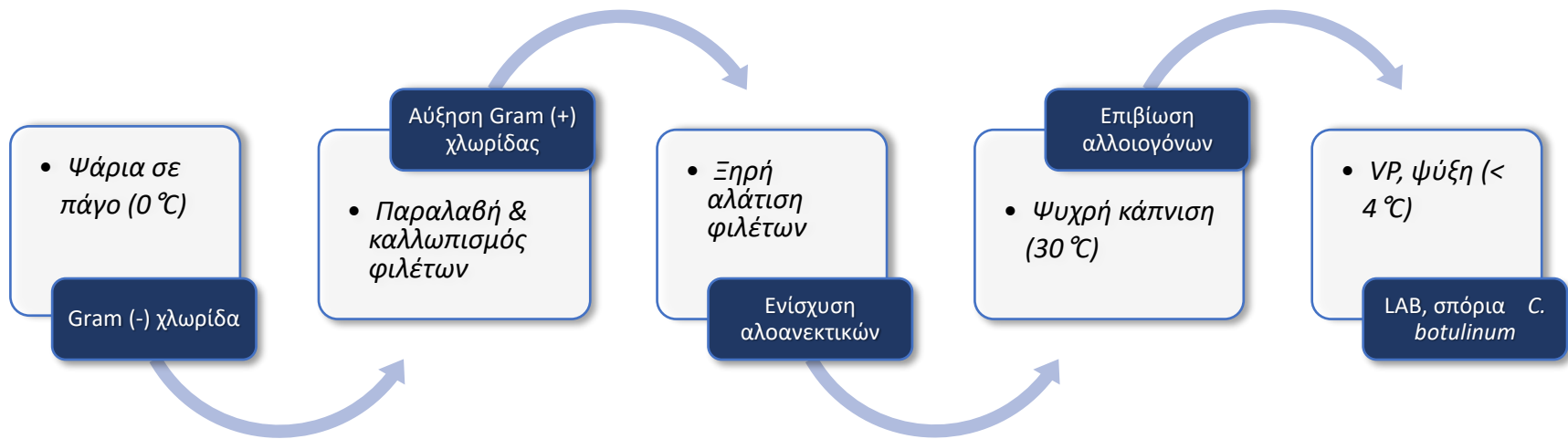
3B. SSOs μισδών τροφίμων ΙΧΘΥΗΡΑ



Η Ενδογενής μικροχλωρίδα των ιχθυηρών-Ειδικό Αλλοιογόνο Οργανισμοί

Η μικροβιακή χλωρίδα των φρέσκων ιχθυηρών αποτελεί ένδειξη της ποιότητας των υδάτων από τα οποία προέρχονται επειδή τα εντόσθια των υγριών ιχθυηρών είναι στείρα.

Η ποιότητα και υγιεινή του υδάτινου περιβάλλοντος και ο τρόπος επεξεργασία των ιχθυηρών σχετίζεται άμεσα με τη μικροβιακή τους ποιότητα



Η Ενδογενής μικροχλωρίδα των ιχθυηρών-Ειδικοί Αλλοιογόνοι Οργανισμοί

Η μικροβιακή χλωρίδα των ιχθυηρών απαντάται σε:

- Εξωτερικό περίβλημα
- Βράγχια
- Έντερα

Η μικροβιακή χλωρίδα των φρέσκων ιχθυηρών εξαρτάται περισσότερο από το περιβάλλον και λιγότερο από το είδος τους. Η ενδογενής χλωρίδα των ιχθυηρών από εύκρατα κλίματα κυριαρχείται από:

Gram -: *Moraxella*, *Pseudomonas*, *Shewanella putrefaciens*, *Flavobacterium*, *Vibrio* και *Aeromonas*.

Gram +: *Bacillus*, *Micrococcus*, *Lactobacillus*, *Coryneforms* και *Clostridium*.

Η αναλογία των Gram - και Gram + βακτηρίων ποικίλει, τα κατά Gram + βακτήρια αντιπροσωπεύουν το 0-30% της συνολικής χλωρίδας.

Ο συνολικός αριθμός των μικροοργανισμών στα ιχθυηρά παρουσιάζει μεγάλες διακυμάνσεις. Π.χ αριθμός των Gram + μπορεί να κυμαίνεται από 10^2 - 10^7 cfu/g.

Η Ενδογενής μικροχλωρίδα των ιχθυηρών-Ειδικοί Αλλοιογόνοι Οργανισμοί Αερόβια συντήρηση

Ο συνολικός μικροβιακός πληθυσμός σε ιχθυηρά που αλιεύονται από τις ψυχρές περιοχές των εύκρατων κλιμάτων και όταν αυτά συντηρούνται σε πάγο, στο τέλος της διάρκειας ζωής τους κυμαίνεται από 10^7 - 10^{10} cfu/g.

Η μεγαλύτερη αύξηση παρατηρείται στα βακτήρια που ανήκουν στα γένη *Pseudomonas* και *Shewanella putrefaciens* τα οποία απαρτίζουν την πλειονότητα (80-100 %) της μικροχλωρίδας των αλλοιωμένων ιχθυηρών (λόγω του μικρού χρόνου διπλασιασμού που παρουσιάζουν τα παραπάνω βακτήρια στις χαμηλές θερμοκρασίες).

Στα ψάρια των ψυχρών θαλασσών που συντηρούνται σε πάγο (0°C), τα υδροθειούχα *S. putrefaciens* και *S. baltica* αποτελούν τους κυρίαρχους αλλοιογόνους οργανισμούς και ακολουθούν οι *Pseudomonads*, ενώ σε ψάρια θερμών θαλασσών κυριαρχούν οι *Pseudomonads* και ακολουθούν οι *Shewanella*

Σε υψηλότερες θερμοκρασίες (θερμοκρασία περιβάλλοντος, 25°C), η μικροχλωρίδα των ιχθυηρών που συντηρούνται υπό αερόβιες συνθήκες κυριαρχείται από μεσόφιλα βακτήρια των οικογενειών *Vibrionaceae* και *Enterobacteriaceae*.

Η Ενδογενής μικροχλωρίδα των ιχθυηρών-Ειδικοί Αλλοιογόνοι Οργανισμοί Αερόβια συντήρηση

Η *Shewanella putrefaciens* θεωρείται ότι είναι ο μικροοργανισμός που προκαλεί την αλλοίωση των νωπών ιχθυηρών όταν αυτά συντηρούνται υπό αερόβιες συνθήκες σε θερμοκρασία ψύξης.

Έχει αναφερθεί ότι ο πληθυσμός της συσχετίζεται άμεσα με τη διάρκεια ζωής πολλών ειδών, όπως π.χ του μπακαλιάρου.

Το βακτήριο αυτό έχει διαπιστωθεί ότι ανάγει το οξειδίο της τριμεθυλαμίνης (ΤΜΑΟ) και παράγει τριμεθυλαμίνη (ΤΜΑ) η οποία λόγω της χαρακτηριστικής της οσμής προκαλεί την οργανοληπτική απόρριψη των ιχθυηρών.

Σε ιχθυηρά από τη Βόρεια Ευρώπη συσκευασμένα υπό κενό έχει παρατηρηθεί αυξημένη συγκέντρωση ΤΜΑ ενώ η διάρκεια ζωής δεν παρουσιάζει μεταβολές σε σχέση με τη συσκευασία υπό αερόβιες συνθήκες.

Βακτήρια που απομονώθηκαν από αλλοιωμένα ιχθυηρά κατά την αερόβια συντήρησή τους σε Θερμοκρασίες ψύξης (-1 - 7°C)

Είδος βακτηρίου	Προϊόν	Είδος βακτηρίου	Προϊόν
<i>Achromobacter</i>	Γλώσσα (sole)	<i>Pseudomonas group II</i>	Βακαλάος (cod)
“	Πετρόψαρο (rockfish)	“	Βακαλάος (cod)
<i>Pseudomonas group I</i>	Βακαλάος (cod)	<i>P. fragi</i>	Βακαλάος (cod)
“	Βακαλάος (cod)	<i>P. fragi</i>	Βακαλάος (cod)
“	Βακαλάος (cod)	“	Βακαλάος (cod)
<i>P. fluorescens</i>	Πετρόψαρο (rockfish)	“	Πετρόψαρο (rockfish)
“	Κολιός (mackerel)	“	Βακαλάος (cod)
“	Καλαμάρι (squid)	“	Μπακαλιάρος (whiting)
“	Γαρίδα (shrimp)	<i>Alteromonas putrefaciens</i>	Βακαλάος (cod)
<i>Fluorescent pseudomonads</i>	Μπακαλιάρος (haddock)	“	Βακαλάος (cod)
<i>P. putida</i>	Βακαλάος (cod)	<i>Shewanella putrefaciens</i>	Βακαλάος (cod)
<i>P. perolens</i>	Βακαλάος (cod)	<i>Flavobacterium</i>	Βακαλάος (cod)
“	Πετρόψαρο (rockfish)	<i>Aeromonas/Vibrio</i>	Γλώσσα (sole)
<i>Pseudomonas group III/IV</i>	Γλώσσα (sole)	<i>P. putrefaciens</i>	Πετρόψαρο (rockfish)
“	Βακαλάος (cod)	“	Βακαλάος (cod)

Η Ενδογενής μικροχλωρίδα των ιχθυηρών-Ειδικόί Αλλοιογόνοι Οργανισμοί Τροποποιημένη Ατμόσφαιρα

Σε ιχθυηρά συσκευασμένα υπό κενό η αύξηση των *Pseudomonas* παρεμποδίζεται, η *Shewanella putrefaciens* είναι ικανή να αναπτυχθεί σε επίπεδα πληθυσμού 10^6 - 10^8 cfu/g και να διασπάσει το ΤΜΑΟ.

Ωστόσο, ότι πληθυσμοί της *Shewanella putrefaciens* μικρότεροι του 10^8 δεν είναι ικανοί να προκαλέσουν αλλοίωση.

Κάποια άλλα μεγάλου μεγέθους κύτταρα σε μπακαλιάρo συσκευασμένο υπό κενό έχουν αναφερθεί ότι μπορεί να συμμετέχουν στην αλλοίωση. Πρόσφατα, αποδείχθηκε ότι τα κύτταρα αυτά ανήκουν στο βακτήριο *Photobacterium phosphoreum* το οποίο παράγει 10-100 φορές περισσότερο ΤΜΑ ανά κύτταρο από την *Shewanella putrefaciens* αλλά δεν προκαλεί οσμές αλλοίωσης όπως αυτή πιθανόν επειδή δεν παράγει πτητικές θειούχες ουσίες

Ψάρια ψυχρών Θαλασσών

Η συσκευασία κενού οδηγεί σε επιλογή βακτηρίων τύπου *S. putrefaciens*, καθώς και του ανεκτικού στο CO_2 *Photobacterium phosphoreum*

Σε συνθήκες CO_2 -τροποποιημένης ατμόσφαιρας (MAP) δεν επικρατούν τα LAB, όπως συμβαίνει με το κρέας, αλλά το *P. phosphoreum* που αυξάνει σε επίπεδα 10^7 - 10^8 CFU/g

Ψάρια γλυκού νερού/ Θερμών υδάτων

Η συσκευασία σε κενό ή τροποποιημένη ατμόσφαιρα οδηγεί σε επιλογή Gram + χλωρίδας που κυριαρχείται από LAB και ενίοτε *B. thermosphacta* ή *P. phosphoreum*

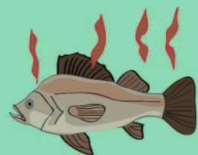
Table 1
Molecular methods in monitoring the most abundant and dominant microbiota of different seafood types, stored and preserved at several conditions, worldwide.

Seafood	Area	Method	Preservation/ Storage	Top Identified Bacteria	Dominant Bacteria	Reference
Atlantic Cod	Atlantic Ocean	16 S rRNA amplicon sequencing (V3–V4)	Air & MAP, Chilled/4 & 8 °C	<i>Photobacterium</i> , <i>Acinetobacter</i> , <i>Psychrobacter</i> , <i>Pseudomonas</i> , <i>Flavobacterium</i>	<i>Photobacterium</i>	Kuuliala et al. (2018)
Cod fillets	French market	16 S & <i>gyrB</i> rRNA amplicon sequencing (V3–V4)	MAP/8 °C	<i>Photobacterium</i> , <i>Aeromonas</i> , <i>Acinetobacter</i> , <i>Psychrobacter</i> , <i>Serratia</i>	<i>Photobacterium</i> , <i>Aeromonas</i>	Poirier et al. (2018)
Salmon fillets		16 S & <i>gyrB</i> rRNA amplicon sequencing		<i>Photobacterium</i> , <i>Aeromonas</i> , <i>Acinetobacter</i> , <i>Psychrobacter</i> , <i>Serratia</i>	<i>Photobacterium</i> , <i>Serratia</i>	
Gilt-head seabream	Ionian Sea	16 S rRNA amplicon sequencing (V3–V4)	0 °C, 4 °C, 8 °C	<i>Pseudomonas</i> , <i>Psychrobacter</i> , <i>Carnobacterium</i> , <i>Acinetobacter</i> , <i>Comamonas</i> , <i>Rhodococcus</i> , <i>Shewanella</i> , <i>Sphingomonas</i> , <i>Aeromonas</i> , <i>Blastococcus</i> , <i>Brevundimonas</i> , <i>Brochothrix</i> , <i>Arthrobacter</i> , <i>Lactobacillus</i>	<i>Pseudomonas</i>	Parlapani, Michailidou, Anagnostopoulos, et al. (2018)
	Aegean Sea	16 S rRNA amplicon sequencing (V3–V4)		<i>Pseudomonas</i> , <i>Psychrobacter</i> , <i>Bacillus</i> , <i>Acinetobacter</i> , <i>Exiguobacterium</i> , <i>Stenotrophomonas</i> , <i>Brevundimonas</i>	<i>Psychrobacter</i>	
Largemouth bass fillets	Guangzhou	16 S rRNA amplicon sequencing (V3–V4)	0.1% LAE solution/4 °C	<i>Aeromonas</i> , <i>Pseudomonas</i>	<i>Aeromonas</i>	Zhuang et al. (2020)
		16 S rRNA amplicon sequencing (V3–V4)	4 °C	<i>Aeromonas</i> , <i>Pseudomonas</i>	<i>Pseudomonas</i>	
Cod fillets	Greenland	16 S rRNA amplicon sequencing (V2–V3)	Iced or superchilled in air	<i>Pseudomonas</i> , <i>Photobacterium</i> , <i>Shewanella</i> , <i>Acinetobacter</i> , <i>Psychrobacter</i> , <i>Janthinobacterium</i>	<i>Pseudomonas</i>	Sørensen, Bøknæs, Mejlholm, and Dalgaard (2020)
		16 S rRNA amplicon sequencing (V1–V3)	Iced or superchilled in MAP	<i>Pseudomonas</i> , <i>Photobacterium</i> , <i>Shewanella</i> , <i>Acinetobacter</i> , <i>Psychrobacter</i>	<i>Photobacterium</i>	
Hake fillets	Bay of Biscay	16 S rRNA amplicon sequencing (V3–V4)	MAP/1 °C, 4 °C, 7 °C	<i>Pseudoalteromonas</i> , <i>Carnobacterium</i> , <i>Shewanella</i> , <i>Psychrobacter</i> , <i>Photobacterium</i> , <i>Phychromonas</i>	<i>Photobacterium</i> , <i>Psychrobacter</i>	Antunes-rohling et al. (2019)



SMELL IT

It should not have a bad smell



OPEN THE GILLS

The gills should be red and clean with almost no slime



SCRATCH THE SCALE

The scales should not be easy to remove from the skin



CHECK THE EYES

The eyes should be firm, clear and sticking out



OBSERVE THE STOMACH

It should not have a sunken, soft and mushy or burst stomach



CHECK THE SKIN

The skin should always be glossy and moist



<http://www.fao.org/fishery/smartfish/en>

**Secure Fisheries
Secure Futures**

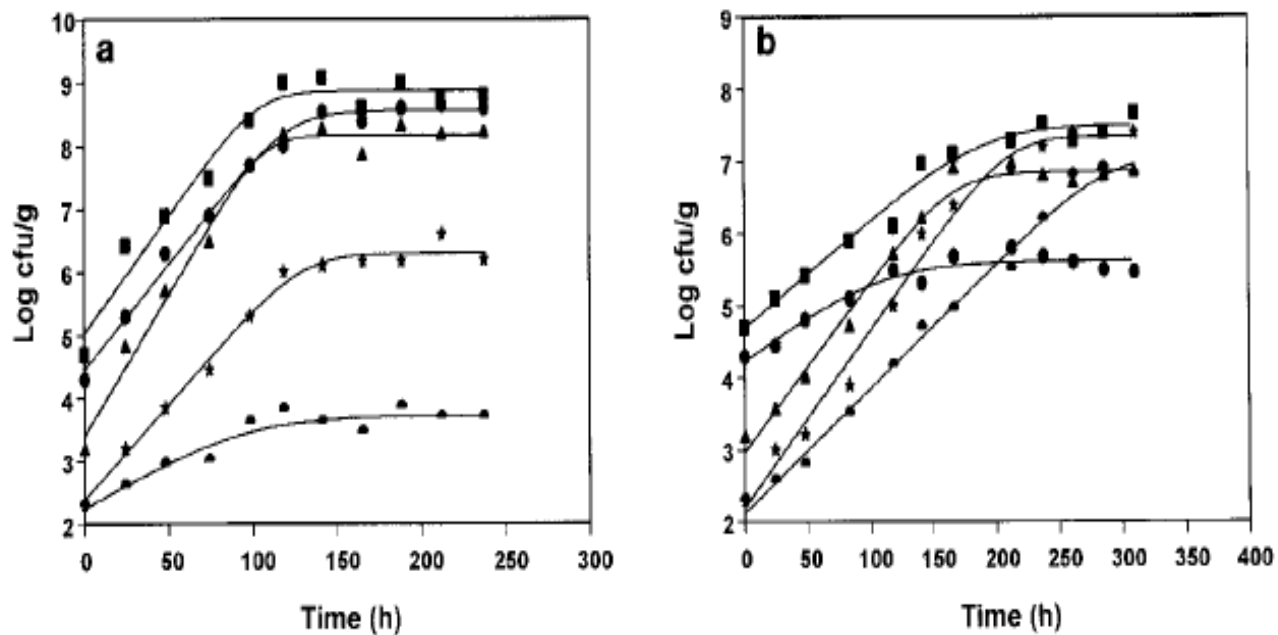
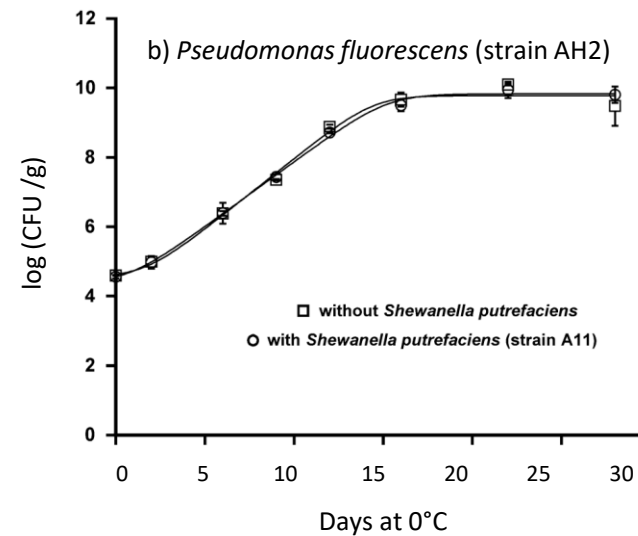
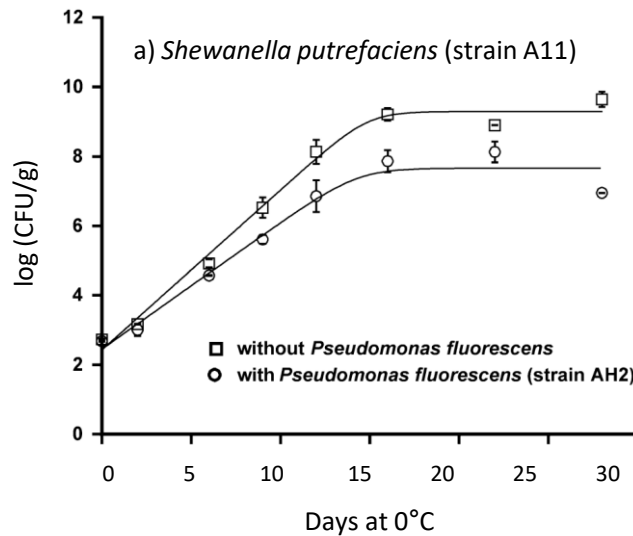


FIG. 1. Development of the natural microflora of Mediterranean red mullet (*M. barbatus*) stored aerobically (a) and under MAP conditions (50% CO₂, 50% air) (b) at 4°C. Symbols: ■, total viable count; ●, pseudomonads; ▲, *S. putrefaciens*; ★, *B. thermosphacta*; ◆, lactic acid bacteria.

Ανταγωνισμός *Pseudomonas*, *Shewanella* sp



- Αριστερά: Η μέγιστη πυκνότητα κυττάρων *Shewanella putrefaciens* περιορίζεται δραστικά, λόγω παραγωγής ισχυρών σιδηροφόρων συμπλόκων από στελέχη *P. fluorescens* (ιστός μπακαλιάρου, 0°C)
- Δεξιά: Στις ίδιες συνθήκες, η παρουσία *Shewanella putrefaciens* δεν επηρεάζει την ανάπτυξη των στελεχών *P. fluorescens*

Επίδραση συσκευασίας στην συντήρηση γόπας (*Boops boops*)



▶ Συσκευασία

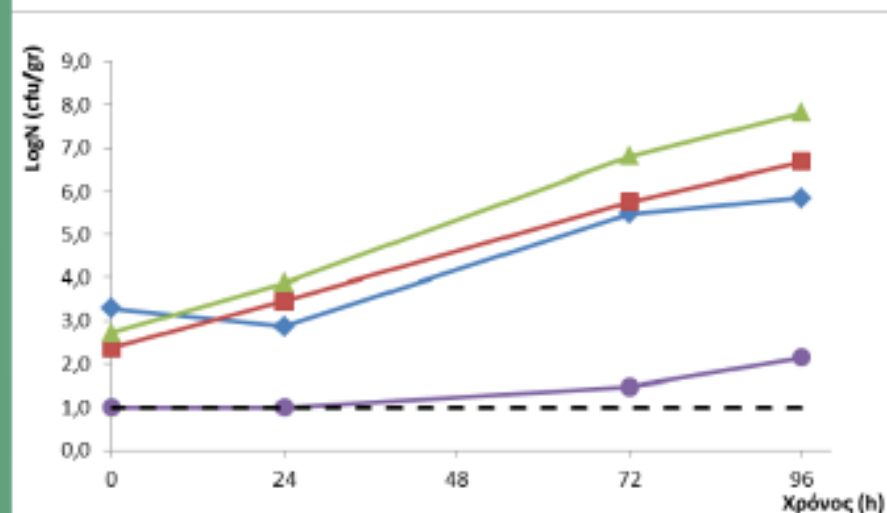
- Αερόβια
- MAP - 100% CO₂
- MAP - 60% CO₂, 30% N και 10% O₂
- Κενό



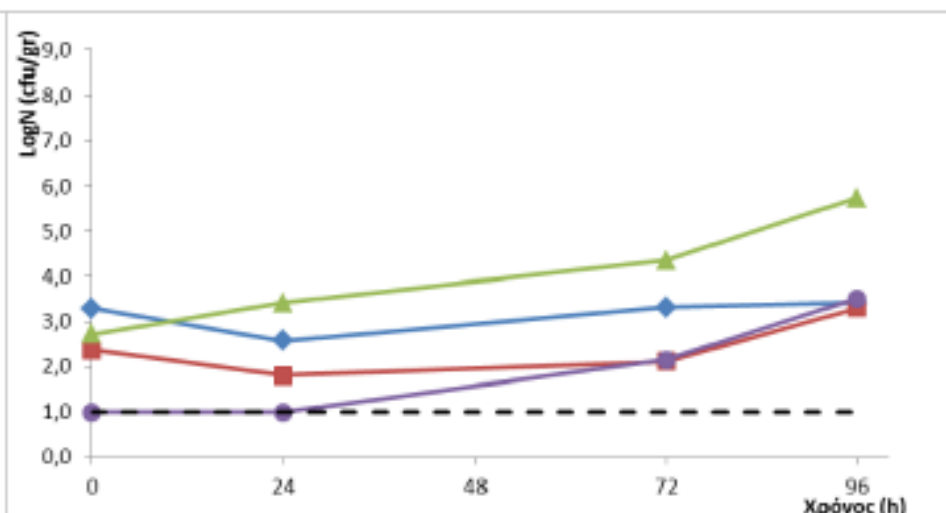
Μικροοργανισμοί που μελετήθηκαν

- ▶ Ολική Μεσόφιλη Χλωρίδα
 - ▶ *Pseudomonas spp.*
 - ▶ *Shewanella putrefaciens*
 - ▶ LAB (Lactic Acid Bacteria)
- Συντήρηση σε θερμοκρασία 8°C

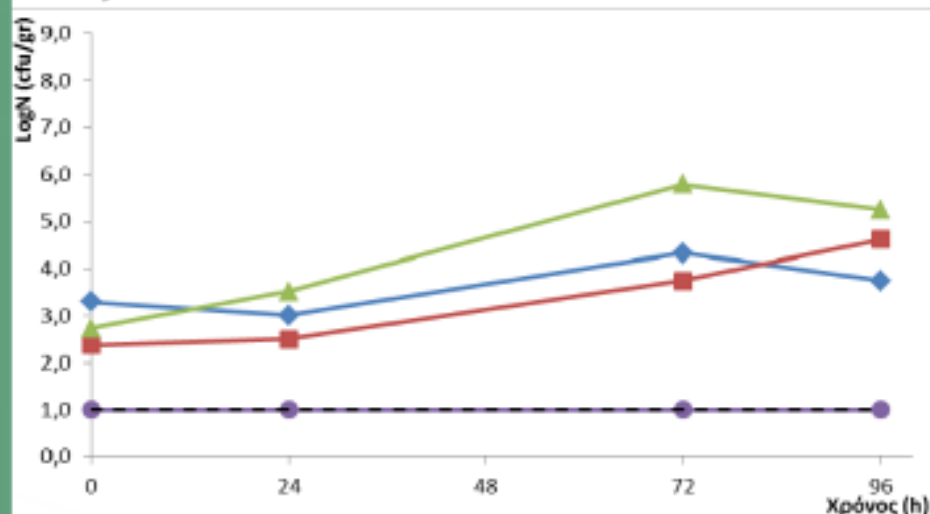




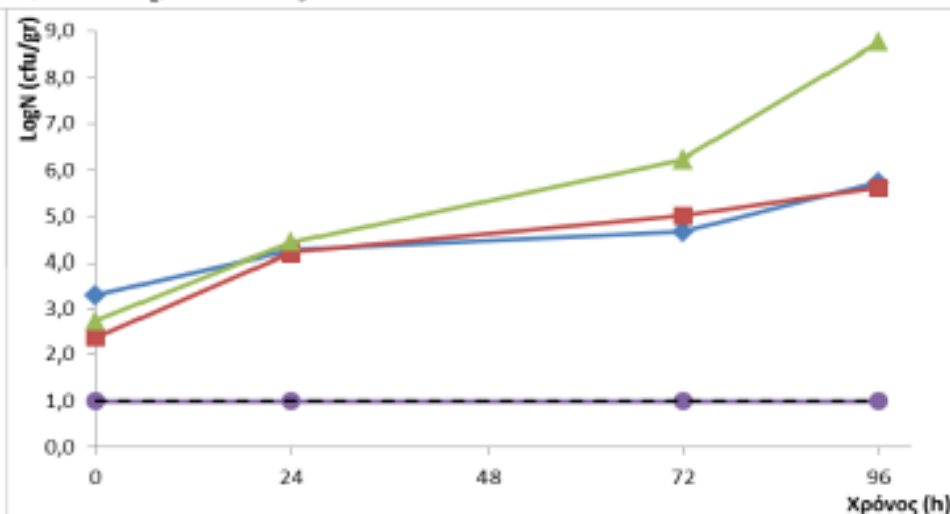
Διάγραμμα 1: Μεταβολή της μικροβιακής χλωρίδας της γόπας (*Bours bours*) που συντηρήθηκε κάτω από αερόβιες συνθήκες και στους 8°C.



Διάγραμμα 2: Μεταβολή της μικροβιακής χλωρίδας της γόπας (*Bours bours*) που συντηρήθηκε σε συσκευασία τροποποιημένης ατμόσφαιρας (100% CO₂) και στους 8°C.



Διάγραμμα 3: Μεταβολή της μικροβιακής χλωρίδας της γόπας (*Bours bours*) που συντηρήθηκε σε συσκευασία τροποποιημένης ατμόσφαιρας (60% CO₂, 30% N₂, 10% O₂) και στους 8°C.



Διάγραμμα 4: Μεταβολή της μικροβιακής χλωρίδας της γόπας (*Bours bours*) που συντηρήθηκε σε συσκευασία κενού και στους 8°C.

—◆— Ολική Μεσόφιλη Χλωρίδα

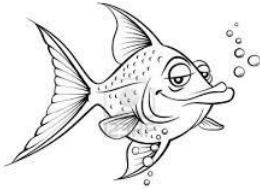
—■— *Pseudomonas* spp.

—▲— *Shewanella putrefaciens*

—●— L.A.B

Ερώτηση ?

Ποιο τρόφιμο αλλοιώνεται γρηγορότερα το κρέας ή το ψάρι;



Το pH του μυϊκού ιστού είναι 5,5-5,6 σε κατάσταση νεκρικής ακαμψίας (post rigor) ενώ στο ψάρι είναι 6,2-6,5. Το γεγονός αυτό συμβάλει στη διατήρηση του κρέατος για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα.

Επίσης, ο κυριότερος αλλοιογόνος μικροοργανισμός των ψαριών, η *Shewanella*, που είναι ευαίσθητη σε χαμηλό pH, δεν έχει αναφερθεί στο κρέας (pH < 6,0).