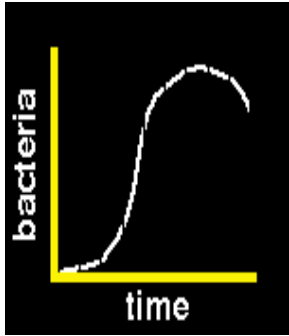


Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών «Καινοτομία, Ποιότητα & Ασφάλεια Τροφίμων» Θέματα Μικροβιολογίας Τροφίμων



Ειδικοί αλλοιογόνοι οργανισμοί μυωδών τροφίμων Κρέας/ Ιχθυηρά



Δρ. Παπαδοπούλου Όλγα

Ινστιτούτο Τεχνολογίας Αγροτικών Προϊόντων
Ελληνικός Γεωργικός Οργανισμός – ΔΗΜΗΤΡΑ

olgaparadopoulos@elgo.gr

1. Εισαγωγικές έννοιες

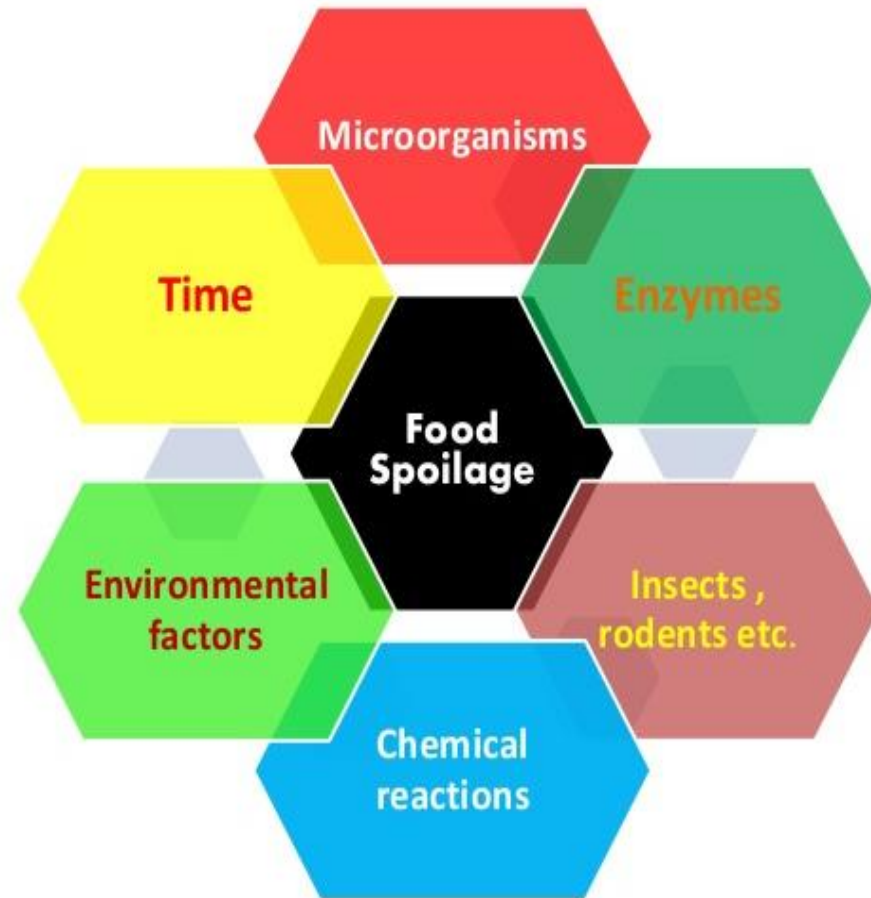
- ✓ Η έννοια της αλλοίωσης
- ✓ Αίτια αλλοίωσης των τροφίμων
- ✓ Μικροχλωρίδα τροφίμου
- ✓ Αλλοιογόνος χλωρίδα



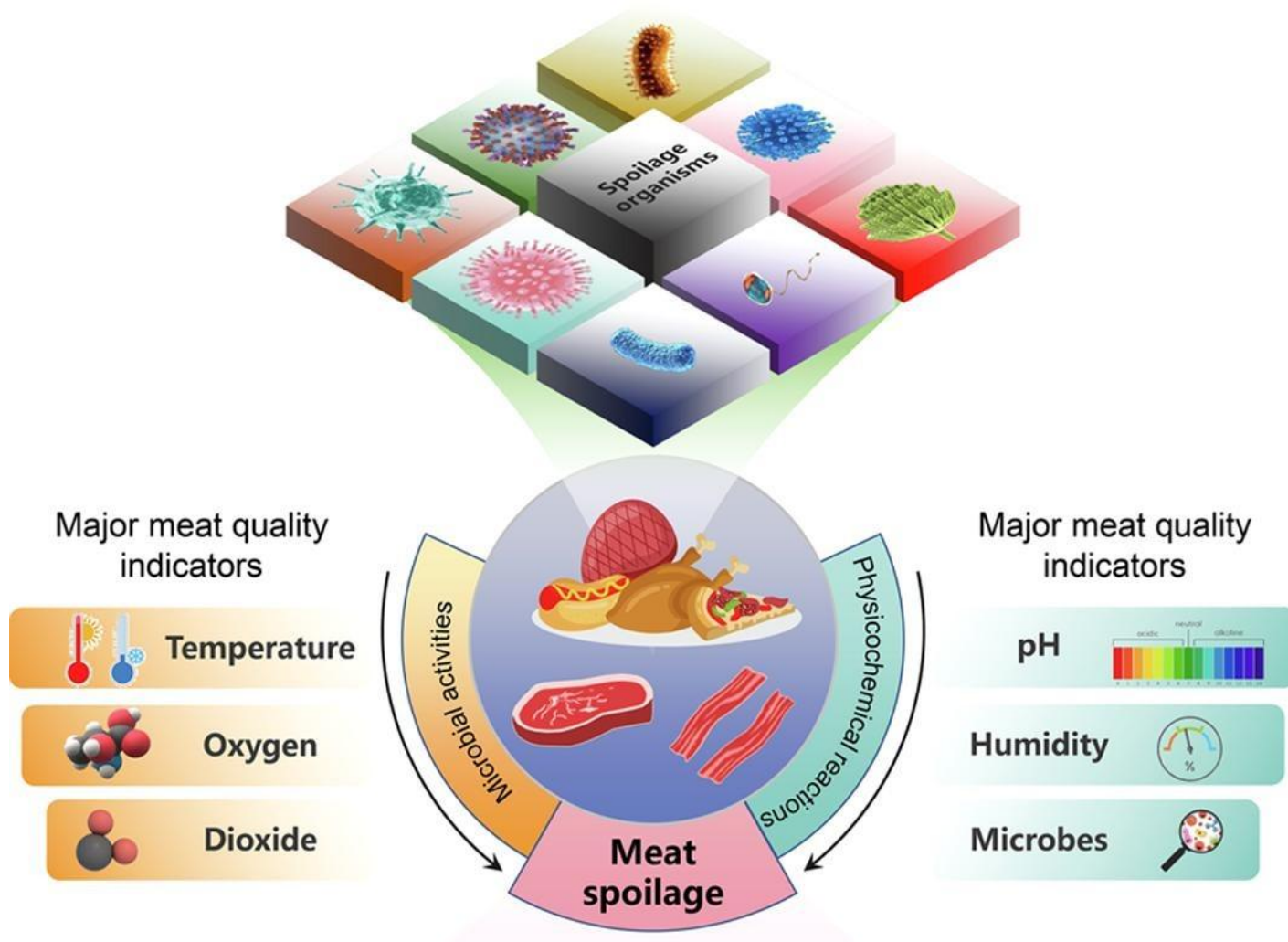
ΑΛΛΟΙΩΣΗ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

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.



ΑΛΛΟΙΩΣΗ ΤΡΟΦΙΜΩΝ



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

Διάκριση αλλοιογόνων οργανισμών

Σημείο
οργανοληπτικής απόρριψης
του τροφίμου

ΑΛΛΟΙΟΓΟΝΟΣ ΧΛΩΡΙΔΑ

ΜΙΚΡΟΧΛΩΡΙΔΑ ΤΡΟΦΙΜΟΥ

Μικροοργανισμοί που
συνέβαλλαν στην αλλοίωση, παράγοντας
δύσοσμους μεταβολίτες

Μικροοργανισμοί που
αναπτύχθηκαν χωρίς να προκαλέσουν
δυσμενείς μεταβολές

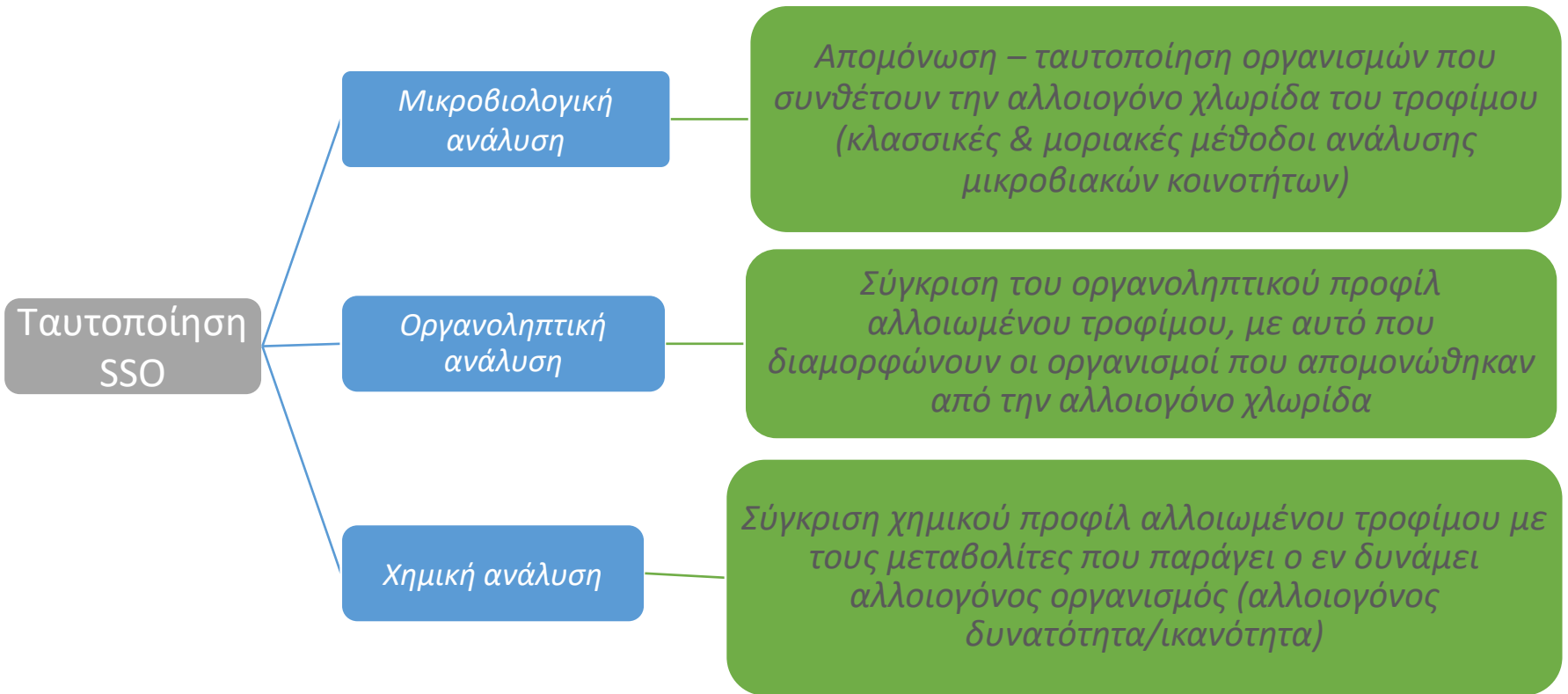
**Ειδικοί αλλοιογόνοι
οργανισμοί**
(*Specific Spoilage Organisms*
- SSO)

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

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

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

Χαρακτηρισμός οργανισμού ως SSO



«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	θ°	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

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

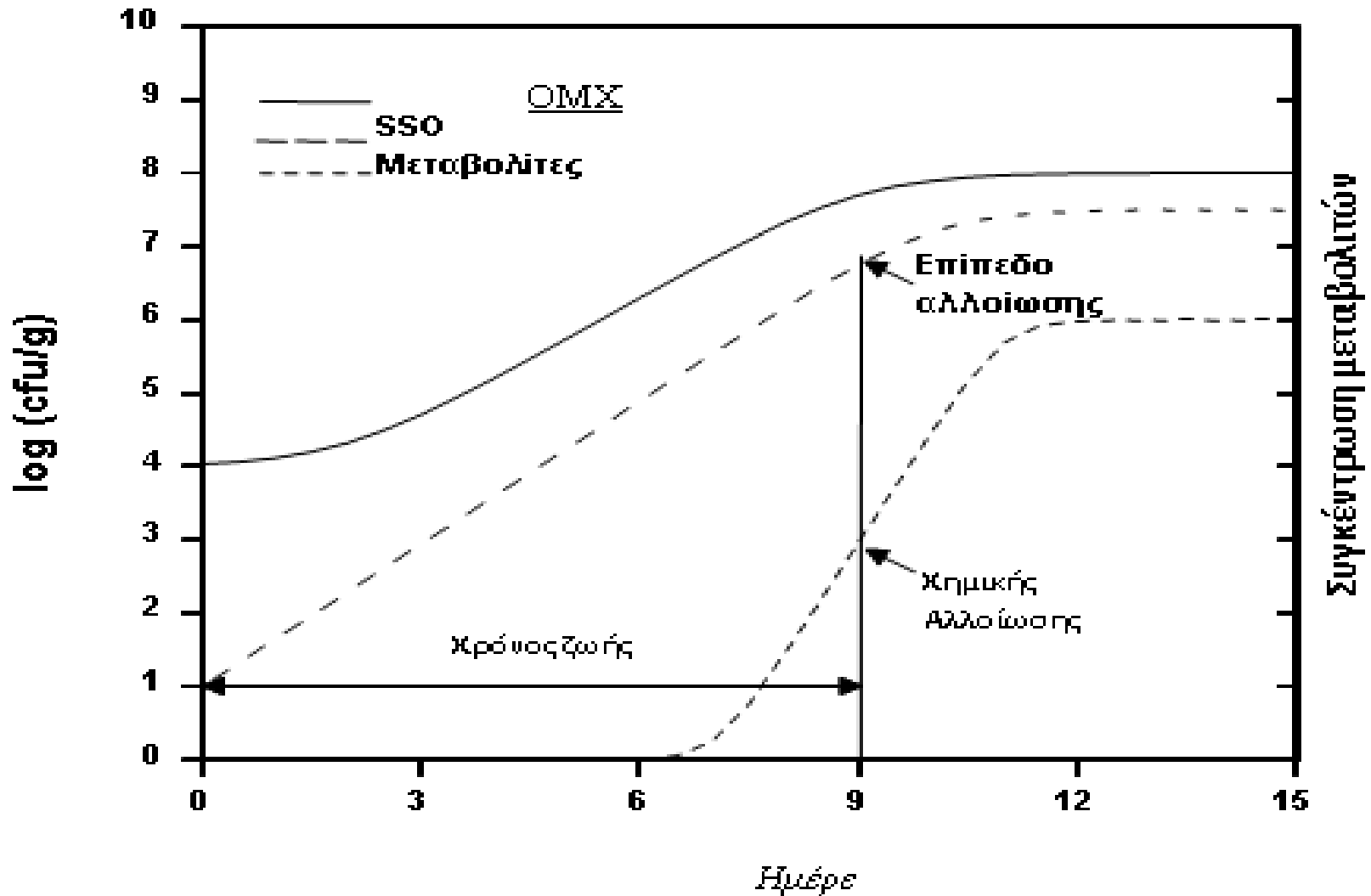


Table 3.1 *Factors affecting the development of microbial associations in food*

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

SSOs μυωδών τροφίμων Κρέας

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



SSOs μωδών τροφίμων

Regulation (EC) No 853/2004

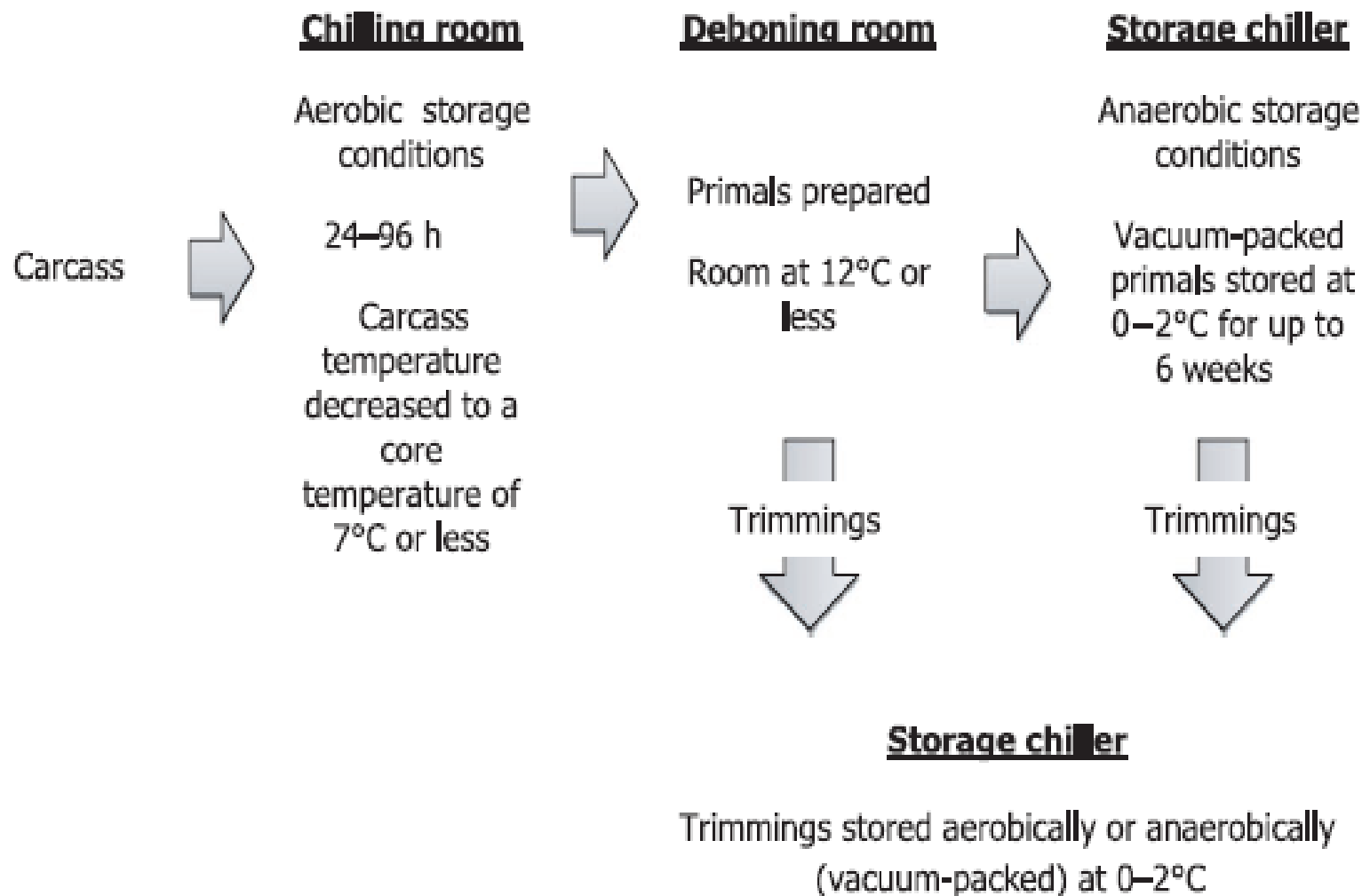


Figure 1: The chilling and chilled storage conditions used for beef, pork and lamb carcasses and associated primals and trimmings

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.
- Οι εξωτερικές πηγές μόλυνσης αναφέρονται σε όλες σχεδόν τις διαδικασίες κατά τη διάρκεια της σφαγής του ζώου (αφαίμαξη, εκδορά, εκσπλαχνισμός, τεμαχισμός).
- 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.

Ενδογενής μικροβιακή χλωρίδα του κρέατος

- Gram – : όπως *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.
- Gram + : όπως *Lactobacillus* και *Brochothrix thermosphacta*
- Οι μ/ο *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 MAP
- 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*).

Σύνθεση της Μικροχλωρίδας

- *Pseudomonas* spp: Μετά από μοριακό χαρακτηρισμό των ψυχρότροφων βακτηρίων που απομονώθηκαν από φρέσκο και αλλοιωμένο κρέας, βρέθηκαν τρία κυρίαρχα είδη ψευδομονάδων, ***Ps. fragi*, *Ps. fluorescens* & *Ps. 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.
- *Enterobacteriaceae* (κυρίως ψυχρότροφα είδη) όπως *Hafnia alvei*, *Serratia liquefaciens* & *Pantoea agglomerans*, προκαλούν αλλοίωση μόνο μετά από θερμοκρασιακή καταπόνηση.
- *Clostridium* spp (ψυχροάντοχα & ψυχρόφιλα): *Cl. algidicarnis*, *Cl. frigoris*, *Cl. bowmanii*, *Cl. frigidicarmis* & *Cl. ruminantium* προκαλούν αλλοίωση σε κρέας που συντηρείται (4-6 εβδομάδες) υπό ψύξη αναερόβια χωρίς ή με (*Cl. estertheticum* & *Cl. gasigenes*) τη παραγωγή αερίου

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 *Weissella*.
- ✓ 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 υπεροξειδίο του υδρογόνου

Table 2
Substrates used by meat spoilage bacteria during growth in aerobic storage (A), vacuum packaging (VP) and modified atmosphere packaging (MAP).

Substrates ^a	<i>Pseudomonas</i> spp		<i>Enterobacteriaceae</i>		<i>Br. thermosphacta</i>		Lactic acid bacteria		<i>Clostridium</i> spp.	
	A	VP and MAP	A	VP and MAP	A	VP and MAP	A	VP and MAP	A	VP and MAP
Glucose	1	1	1	1	1	1	1	1		1
Glucose-6-P	2	2	2	2	2	2	2	2		2
Lactic acid	3		3							
Pyruvic acid	4	3								
Gluconic acid	5	3								
Gluconate-6-P	6									
Acetic acid		3		3						
Aminoacids	7	3	4		3			3		
Ribose					4					
Glycerol					5					

^a The numbers reported indicate the order of substrate utilization.

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 $6 \log \text{CFU/cm}^2$

Σε κρέατα με χαμηλότερο pH ο πληθυσμός κυμαίνεται από 7 έως $8 \log \text{CFU/cm}^2$ 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

Table 38: The predicted growth (\log_{10} CFU/cm²) of pseudomonads in red meat stored aerobically at different temperatures and times (days), assuming the initial concentration was 1 CFU/cm²

Growth potential (\log_{10} CFU/cm ²)							
Time (days)	Storage temperature (°C)						
	1	2	3	4	5	6	7
1	0.4	0.5	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
2	0.8	0.9	1.1	1.2	1.4	1.5	1.7
3	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.3	2.6
4	1.6	1.8	2.1	2.4	2.7	3.1	3.5
5	2.0	2.3	2.6	3.0	3.4	3.9	4.4
6	2.4	2.8	3.2	3.6	4.1	4.6	5.2
7	2.8	3.2	3.7	4.2	4.8	5.4	6.1
8	3.2	3.7	4.2	4.8	5.5	6.2	7.0
9	3.6	4.1	4.7	5.4	6.1	7.0	7.9
10	4.0	4.6	5.3	6.0	6.8	7.7	8.7
11	4.4	5.1	5.8	6.6	7.5	8.5	9.5
12	4.8	5.5	6.3	7.2	8.2	9.3	9.5

CFU: colony forming unit.

Table 40: The predicted growth (\log_{10} CFU/cm²) of LAB in red meat stored anaerobically at different temperatures and times (days), assuming the initial concentration was 1 CFU/cm²

Growth potential (\log_{10} CFU/cm²)							
Time (days)	Storage temperature (°C)						
	1	2	3	4	5	6	7
1	0.2	0.2	0.3	0.4	0.5	0.5	0.7
2	0.3	0.5	0.6	0.7	0.9	1.1	1.3
3	0.5	0.7	0.9	1.1	1.4	1.6	2.0
4	0.7	0.9	1.2	1.5	1.8	2.2	2.6
5	0.8	1.1	1.5	1.9	2.3	2.7	3.3
6	1.0	1.4	1.8	2.2	2.7	3.3	3.9
7	1.2	1.6	2.1	2.6	3.2	3.8	4.6
8	1.4	1.8	2.4	3.0	3.6	4.4	5.2
9	1.5	2.1	2.7	3.3	4.1	4.9	5.9
10	1.7	2.3	2.9	3.7	4.6	5.5	6.5
11	1.9	2.5	3.2	4.1	5.0	6.0	7.2
12	2.0	2.7	3.5	4.5	5.5	6.6	7.8

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

Table 1

Genera of bacteria commonly found in raw meat stored in different conditions.

Gram-positive	Storage conditions			Gram-negative	Storage conditions		
	Air	MAP	VP		Air	MAP	VP
<i>Bacillus</i>	+		+	<i>Achromobacter</i>	+		
<i>Brochothrix</i>	+	+	+	<i>Acinetobacter</i>	+	+	+
<i>Carnobacterium</i>	+	+	+	<i>Aeromonas</i>	+		+
<i>Corynebacterium</i>	+			<i>Alcaligenes</i>	+	+	+
<i>Clostridium</i>			+	<i>Alteromonas</i>	+	+	+
<i>Enterococcus</i>	+	+		<i>Campylobacter</i>	+		
<i>Kocuria</i>	+			<i>Chromobacterium</i>	+		
<i>Kurthia</i>	+			<i>Citrobacter</i>	+	+	
<i>Lactobacillus</i>	+	+	+	<i>Enterobacter</i>	+	+	
<i>Lactococcus</i>	+			<i>Escherichia</i>	+		
<i>Leuconostoc</i>	+	+	+	<i>Flavobacterium</i>	+		
<i>Listeria</i>	+	+		<i>Hafnia</i>	+	+	+
<i>Microbacterium</i>	+	+	+	<i>Klebsiella</i>	+		
<i>Micrococcus</i>	+	+		<i>Kluyvera</i>	+		
<i>Paenibacillus</i>	+			<i>Moraxella</i>	+		
<i>Staphylococcus</i>	+	+	+	<i>Pantoea</i>	+		+
<i>Streptococcus</i>	+	+		<i>Proteus</i>	+	+	
<i>Weissella</i>	+	+	+	<i>Providencia</i>	+	+	+
				<i>Pseudomonas</i>	+	+	+
				<i>Serratia</i>	+	+	+
				<i>Shewanella</i>	+		
				<i>Vibrio</i>	+		
				<i>Yersinia</i>	+		+
				<i>Moraxella</i>	+		

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>

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



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 (≤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

<http://dmripredict.dk/Models/ShelfLife/>

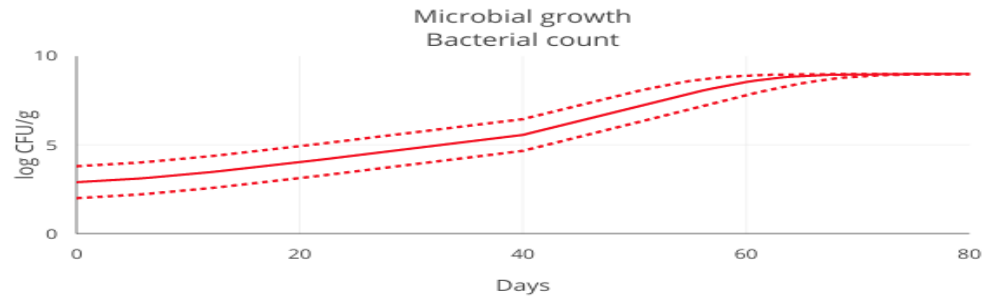
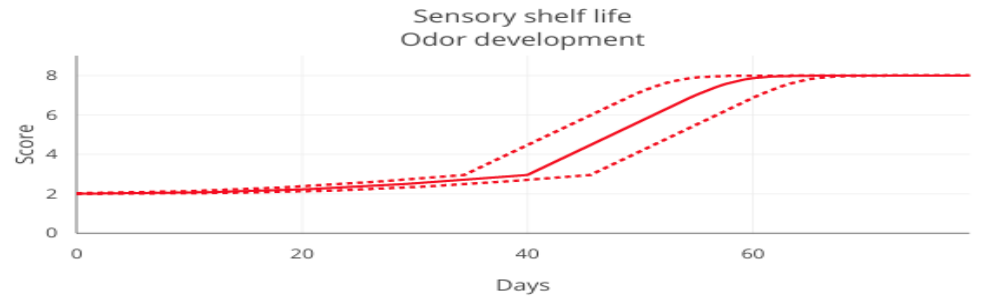


Beef mince

Shelf life of fresh beef mince

Input

Raw material quality	
Estimated initial count (log CFU/g)	2.9
Standard deviation (log CFU/g)	0.9
Packaging and storage conditions	
Storage in vacuum before mincing MAP: 70% O ₂ and 30% CO ₂	
Temperature (°C)	Time (days)
0	40
Storage in MA-pack after mince (Max 3 rows) Vacuum: no O ₂	
Temperature (°C)	Time (days)
0	40



About sensory scores

2: Fresh. 4: Acceptable. 6: Unacceptable. 8:

Putrefied

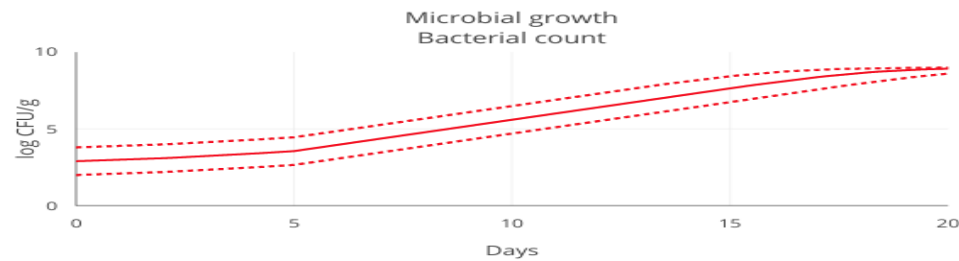
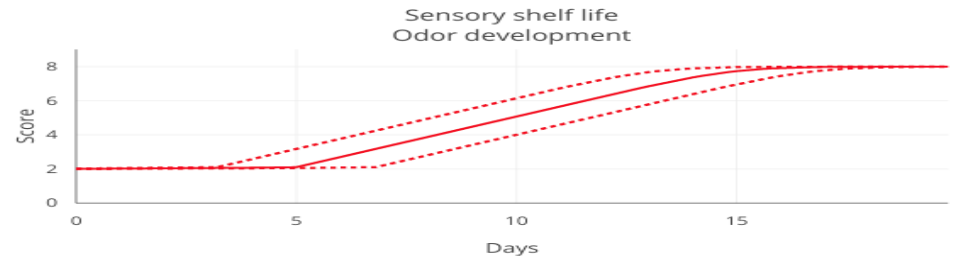
All scores are based on odor evaluations conducted by a professional panel

Beef mince

Shelf life of fresh beef mince

Input

Raw material quality	
Estimated initial count (log CFU/g)	2.9
Standard deviation (log CFU/g)	0.9
Packaging and storage conditions	
Storage in vacuum before mincing MAP: 70% O ₂ and 30% CO ₂	
Temperature (°C)	Time (days)
5	5
Storage in MA-pack after mince (Max 3 rows) Vacuum: no O ₂	
Temperature (°C)	Time (days)
5	15

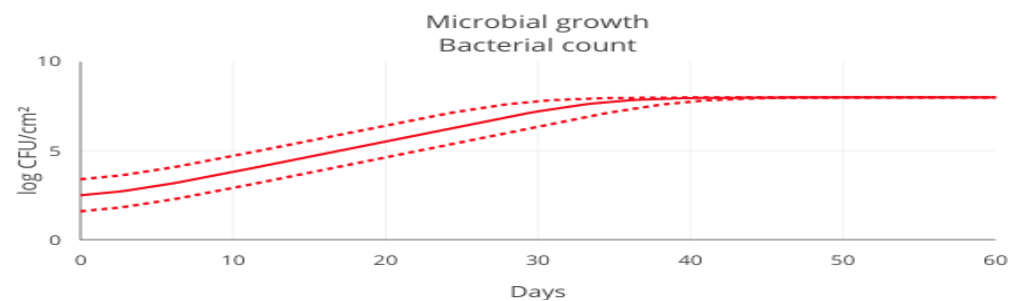
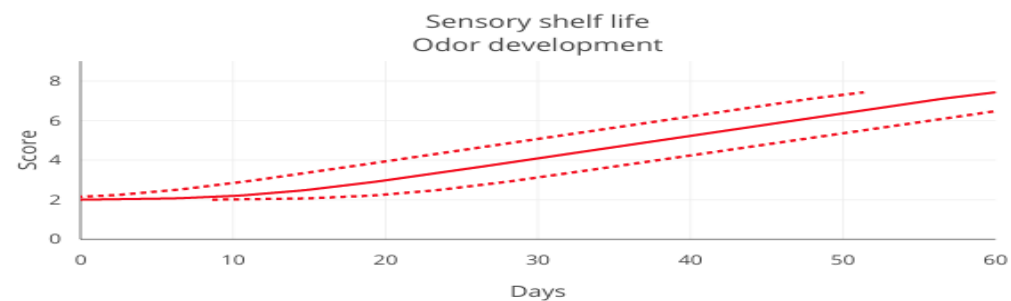


Beef cuts

Shelf life of fresh beef cuts

Input

Raw material quality		
Estimated initial count (log CFU/cm ²)	2.5	
Standard deviation (log CFU/cm ²)	0.9	
Packaging and storage conditions		
Vacuum: no O ₂		
Temperature (°C)	Time (days)	Packaging
4.1	60	Vacuum

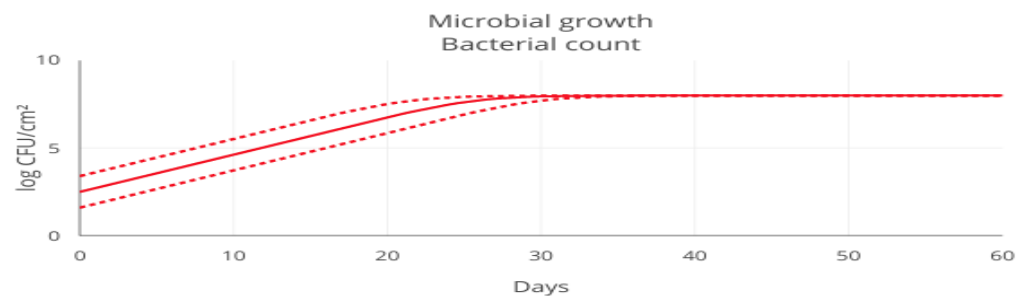
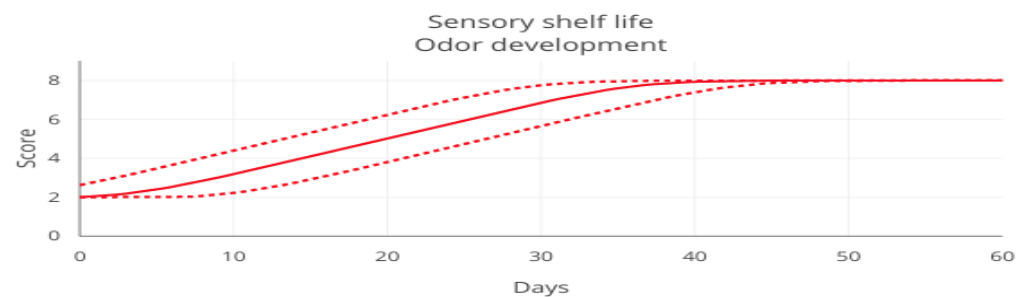


Pork cuts

Shelf life of fresh pork cuts

Input

Raw material quality		
Estimated initial count (log CFU/cm ²)	2.5	
Standard deviation (log CFU/cm ²)	0.9	
Packaging and storage conditions		
Vacuum: no O ₂		
Air: aerobic conditions		
MAP: 70% O ₂ and 30% CO ₂		
Temperature (°C)	Time (days)	Packaging
4.1	60	Vacuum



Beef carcass microbiota after slaughtering and primary cooling: A metataxonomic assessment to infer contamination drivers

C. Botta^a, I. Franciosa^a, J.D. Colisson^b, I. Ferrocino^a, A. Colasanto^b, M. Arlorio^b, L. Coccolin^a, K. Rontsiou^a

(A)

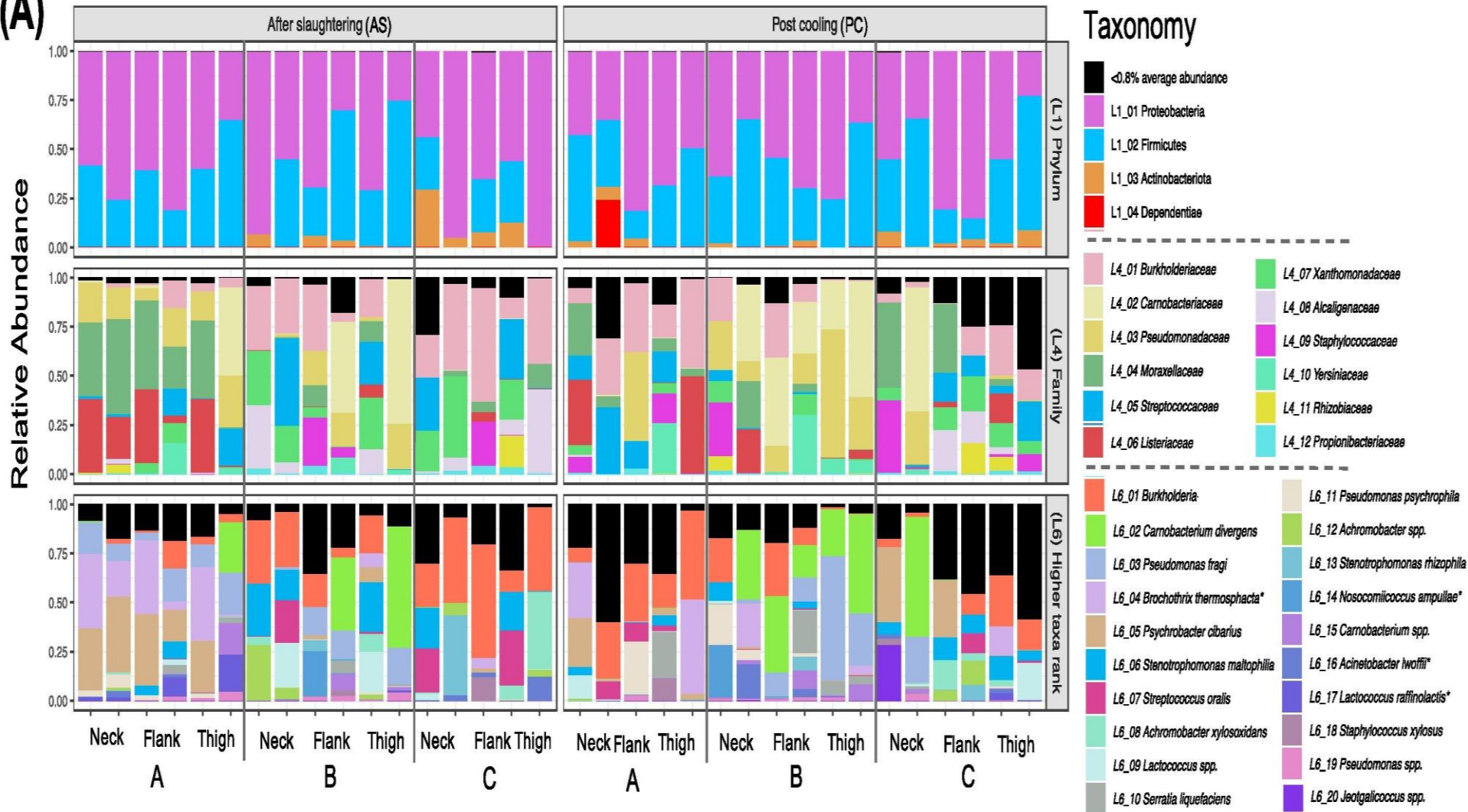


Fig. 2. Microbiota composition after slaughtering and post cooling. Stacked bar plots (A) showing microbiota composition (relative abundance) at different taxonomic rank levels and relative colour coding key. Samples are grouped by sampling time (after slaughtering, post cooling) and sequentially displayed 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

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

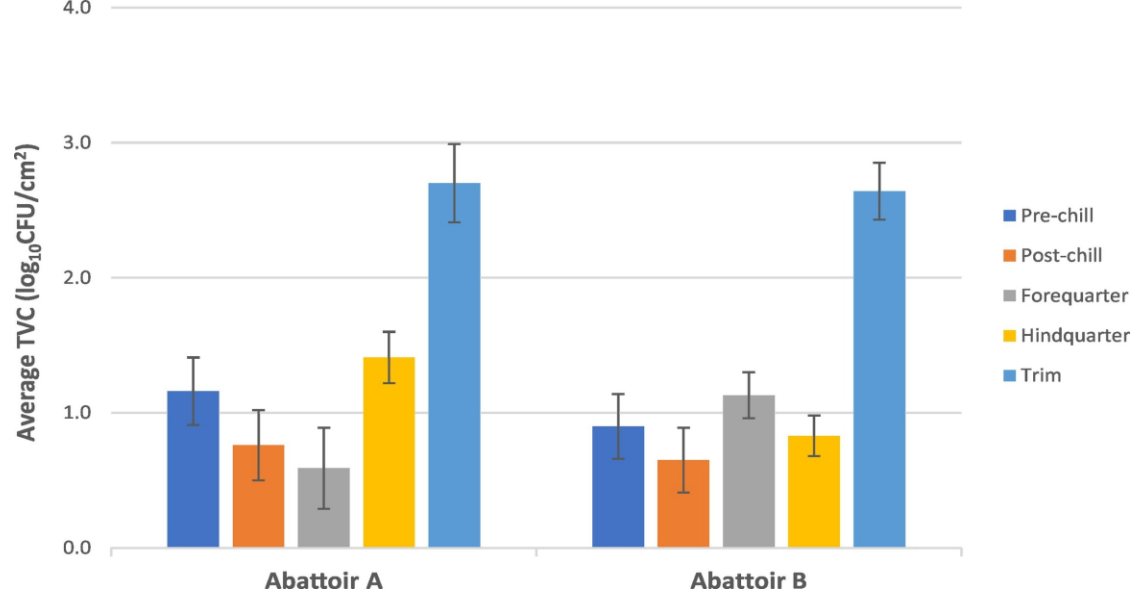
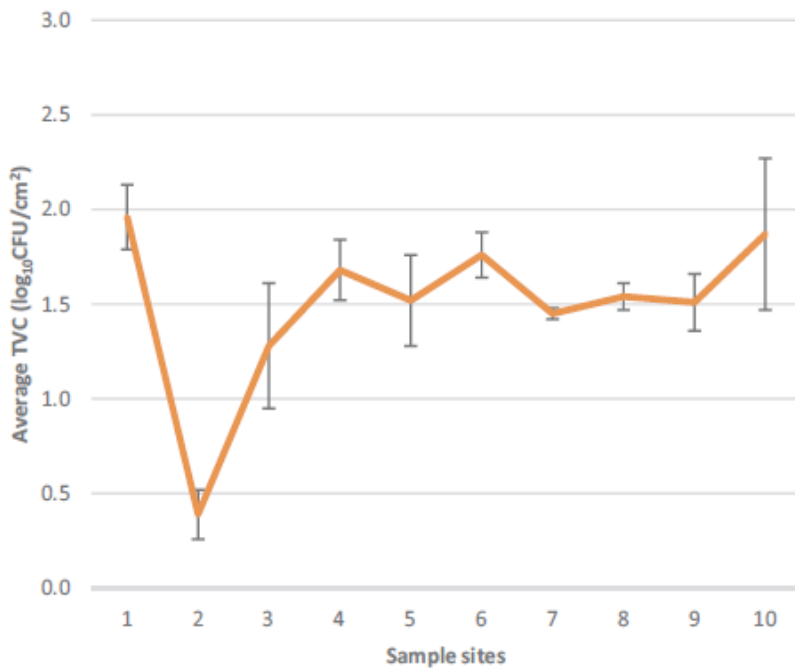
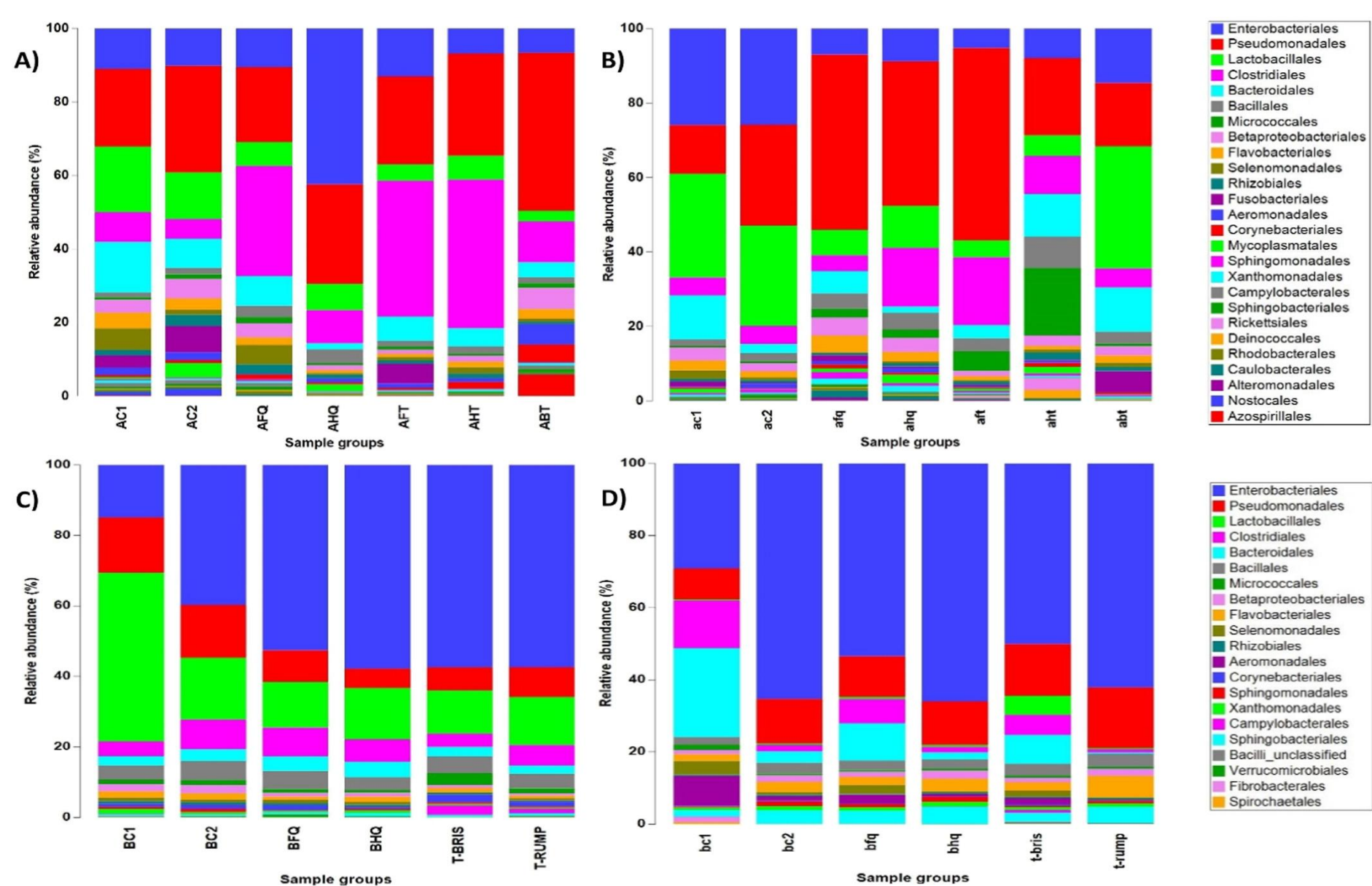


Fig. 1. Total viable count of pre-chill, post-chill, fore-quarter, hind-quarter carcasses and beef trim in abattoir A (integrated supply chain) and abattoir B (fragmented supply chain). Average count in each sample group is presented in log₁₀CFU/cm².



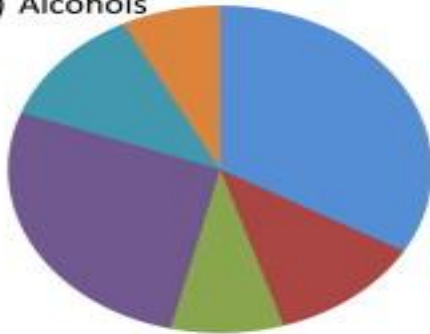
Sequential order	Sample site
1	Grading stand
2	Pre-quartering wall
3	Conveyor belt - South
4	Conveyor belt - North
5	Primal belt - South
6	Primal belt - North
7	Ribs conveyor belt
8	Manufacturing beef conveyor belt
9	Manufacturing beef packaging bench
10	Primal pre-packaging belt

Fig. 2. Total viable count on environmental surfaces in the boning room of integrated abattoir (A) and the list of environmental sites in sequential order with standard deviation. The conveyor belt carrying the carcasses into the boning room split into two separate lanes; South and North. The lanes emerged back into a single lane before pre-packaging section (10).



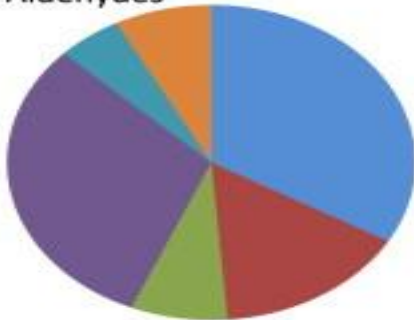
Relative abundance of OTUs that presented at a prevalence >0.5% in each sample group in the boning room from the; A) 1st abattoir A visit, B) 2nd abattoir A visit, C) 1st abattoir B visit, and D) 2nd abattoir B visit. Abattoir A visits shared 26 OTUs (top right) and abattoir B visits had 21 OTUs (bottom 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.

a) Alcohols



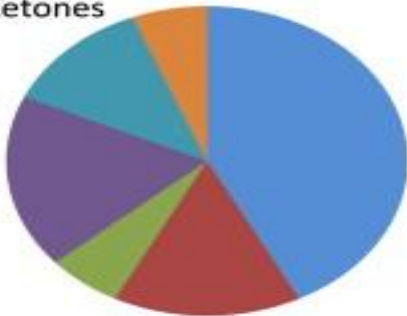
- *Pseudomonas spp.*
- *Enterobacteriaceae*
- *Br. thermosphacta*
- *Carnobacterium spp.*
- Other Lactic acid bacteria
- *Clostridium spp.*

b) Aldehydes



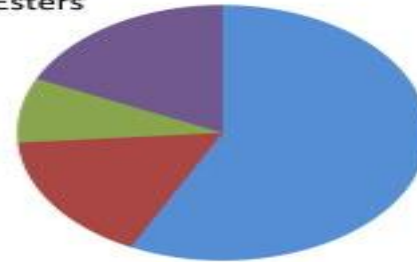
- *Pseudomonas spp.*
- *Enterobacteriaceae*
- *Br. thermosphacta*
- *Carnobacterium spp.*
- Other Lactic acid bacteria
- *Clostridium spp.*

c) Ketones



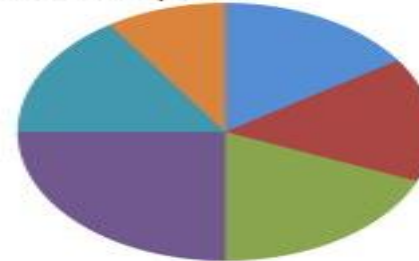
- *Pseudomonas spp.*
- *Enterobacteriaceae*
- *Br. thermosphacta*
- *Carnobacterium spp.*
- Other Lactic acid bacteria
- *Clostridium spp.*

d) Esters



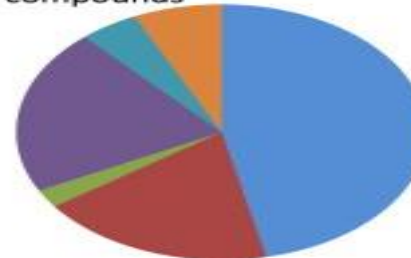
- *Pseudomonas spp.*
- *Enterobacteriaceae*
- *Br. thermosphacta*
- *Carnobacterium spp.*
- Other Lactic acid bacteria
- *Clostridium spp.*

e) Volatile fatty acids



- *Pseudomonas spp.*
- *Enterobacteriaceae*
- *Br. thermosphacta*
- *Carnobacterium spp.*
- Other Lactic acid bacteria
- *Clostridium spp.*

f) S-compounds



- *Pseudomonas spp.*
- *Enterobacteriaceae*
- *Br. thermosphacta*
- *Carnobacterium spp.*
- Other Lactic acid bacteria
- *Clostridium spp.*

Occurrence of different types of VOCs detected in meat and their association to different kinds of spoilage bacteria

<https://doi.org/10.1016/j.fm.2014.02.002>

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

EFSA Journal 2016;14(6):4523

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.

pH of 5.7 and an a_w of 0.975–0.98 for red meat.

The effect of storage temperature and initial concentration on the time (days) required to reach 10^7 CFU/cm₂ pseudomonads on red meat stored aerobically for a range of initial concentrations (1–5 \log_{10} CFU/cm₂)

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)					

Συσκευασία σε τροποποιημένες ατμόσφαιρες (MAP)

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.



vacuum
packaging
(VP)

- Removes most of the air before packaging

Mixture of
gases

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

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

Vacuum Packed



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

EFSA Journal 2016;14(6):4523

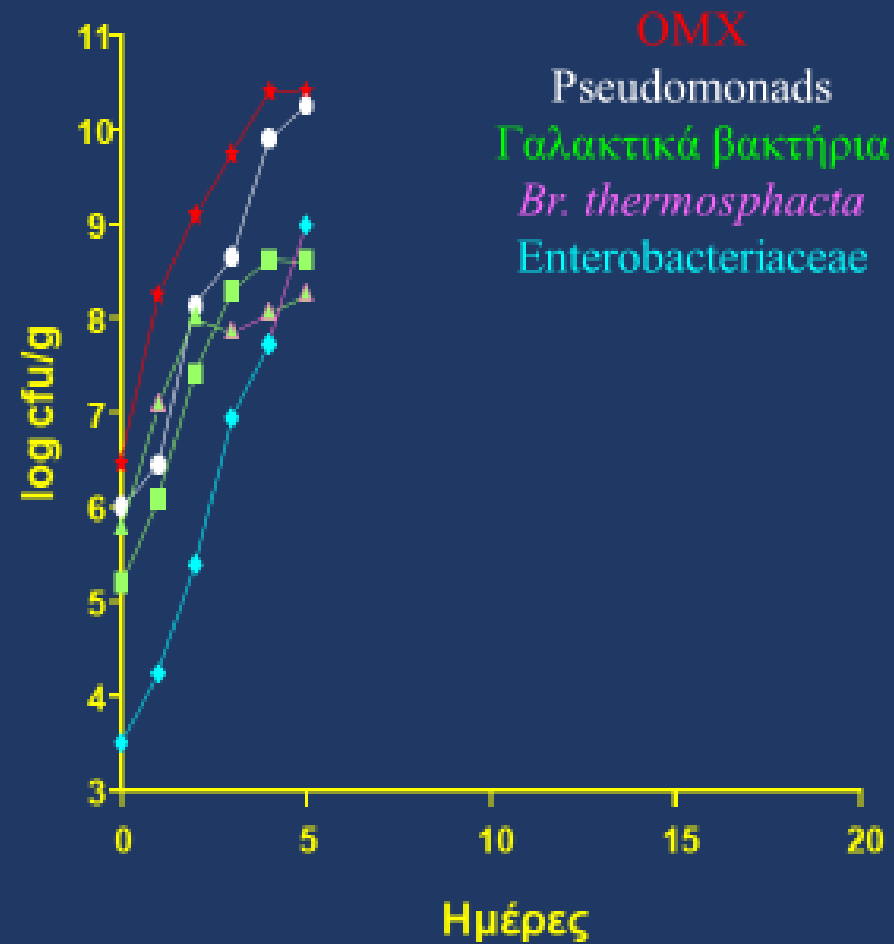
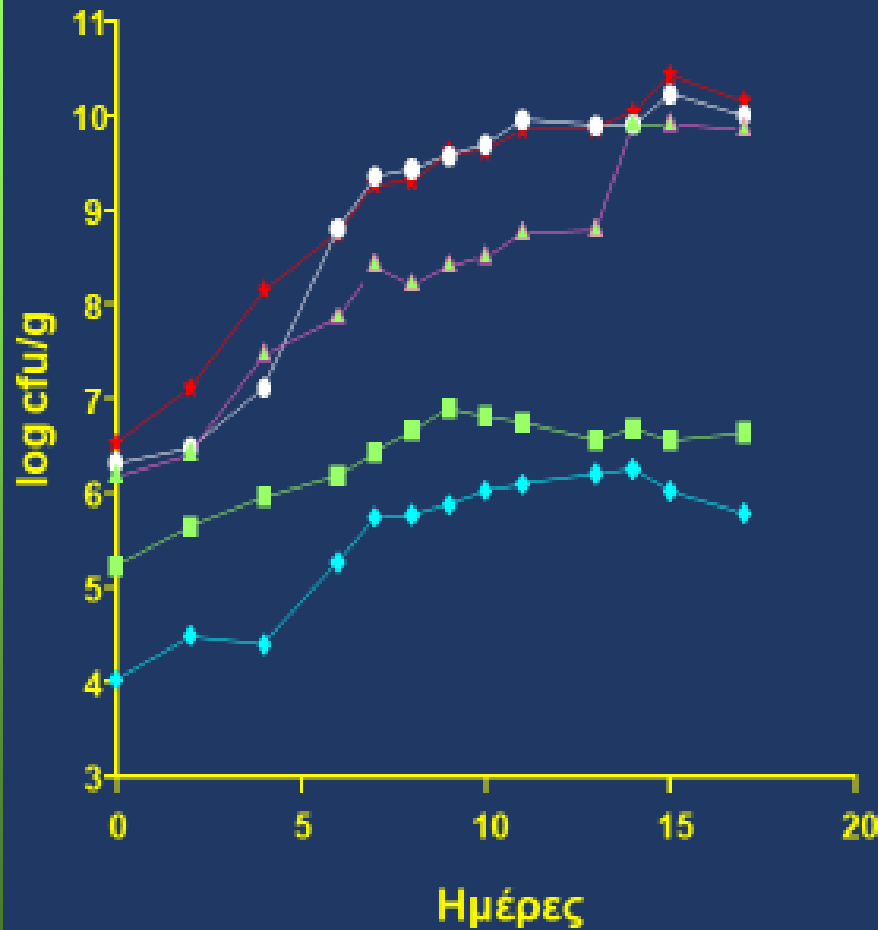
Table 43: The effect of storage temperature and initial microbial load on the time (days) required by LAB to reach a level of 10^7 CFU/cm² on red meat stored anaerobically

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

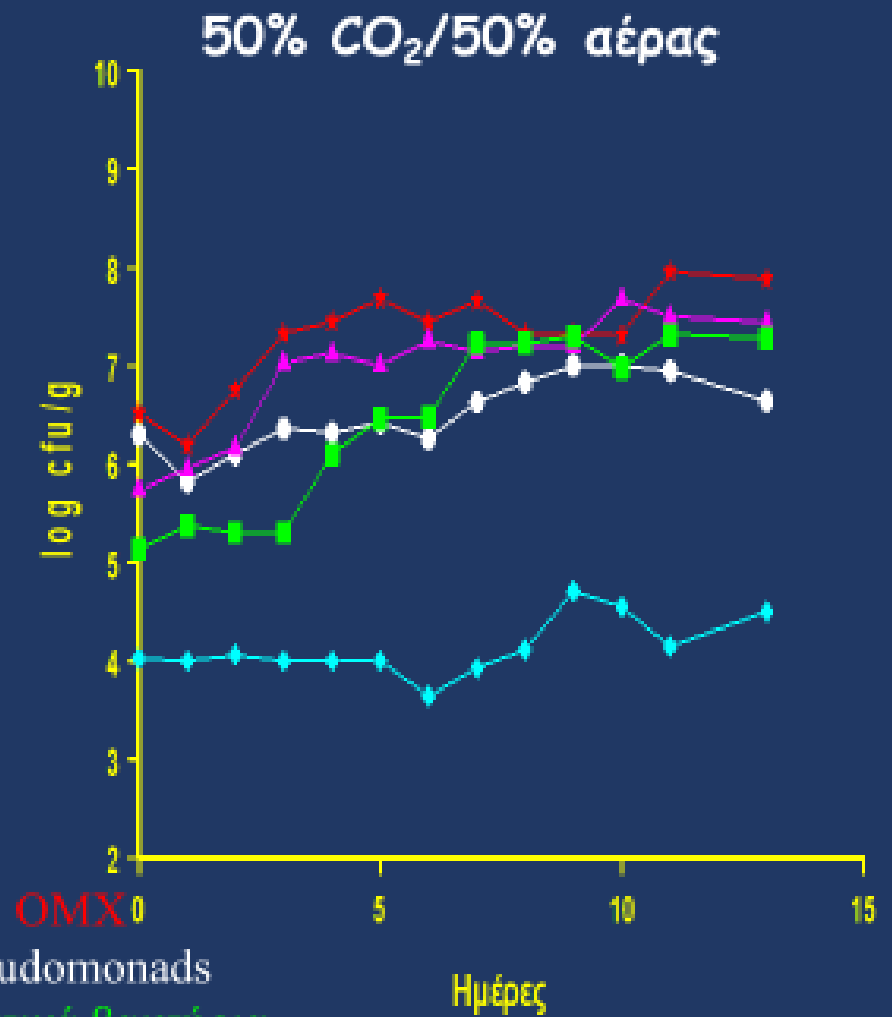
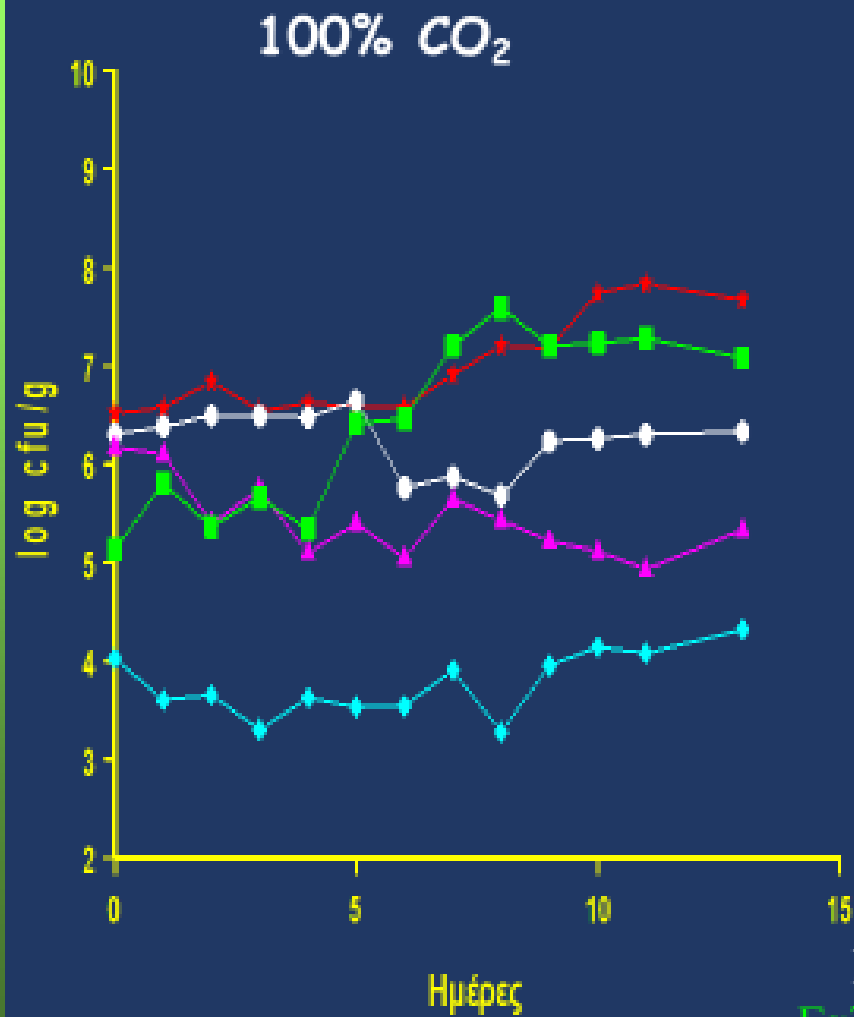
CFU: colony forming unit; LAB: lactic acid bacteria.

The effect of storage temperature and initial concentration on the time (days) required to reach 10^7 CFU/cm² LAB on red meat stored anaerobically, for a range of initial concentrations (1–5 \log_{10} CFU/cm²)

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

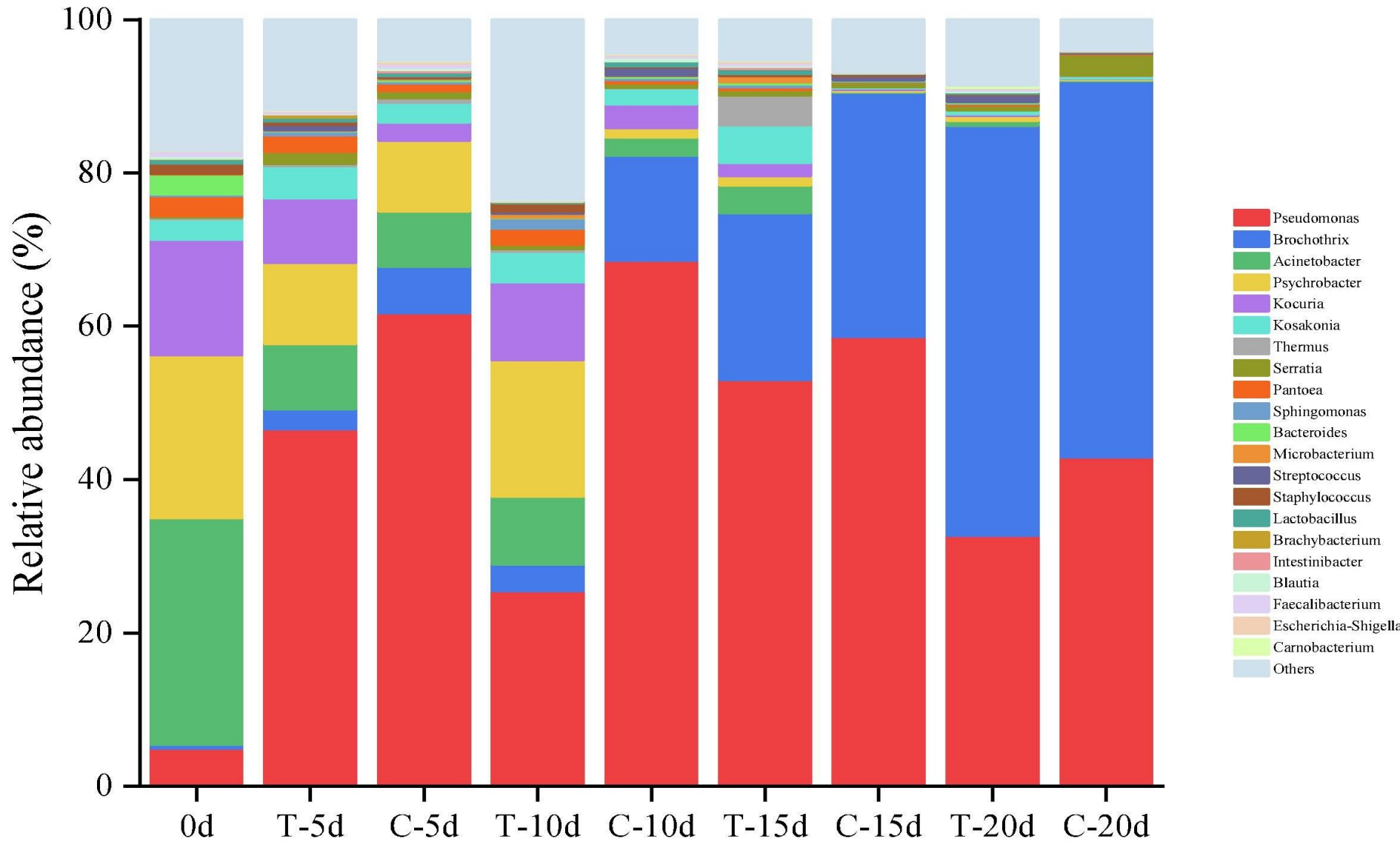


Εξέλιξη της μικροβιακής χλωρίδας κιμά στους 7°C



Pseudomonads
 Γαλακτικά βακτήρια
Br. thermosphacta
 Enterobacteriaceae

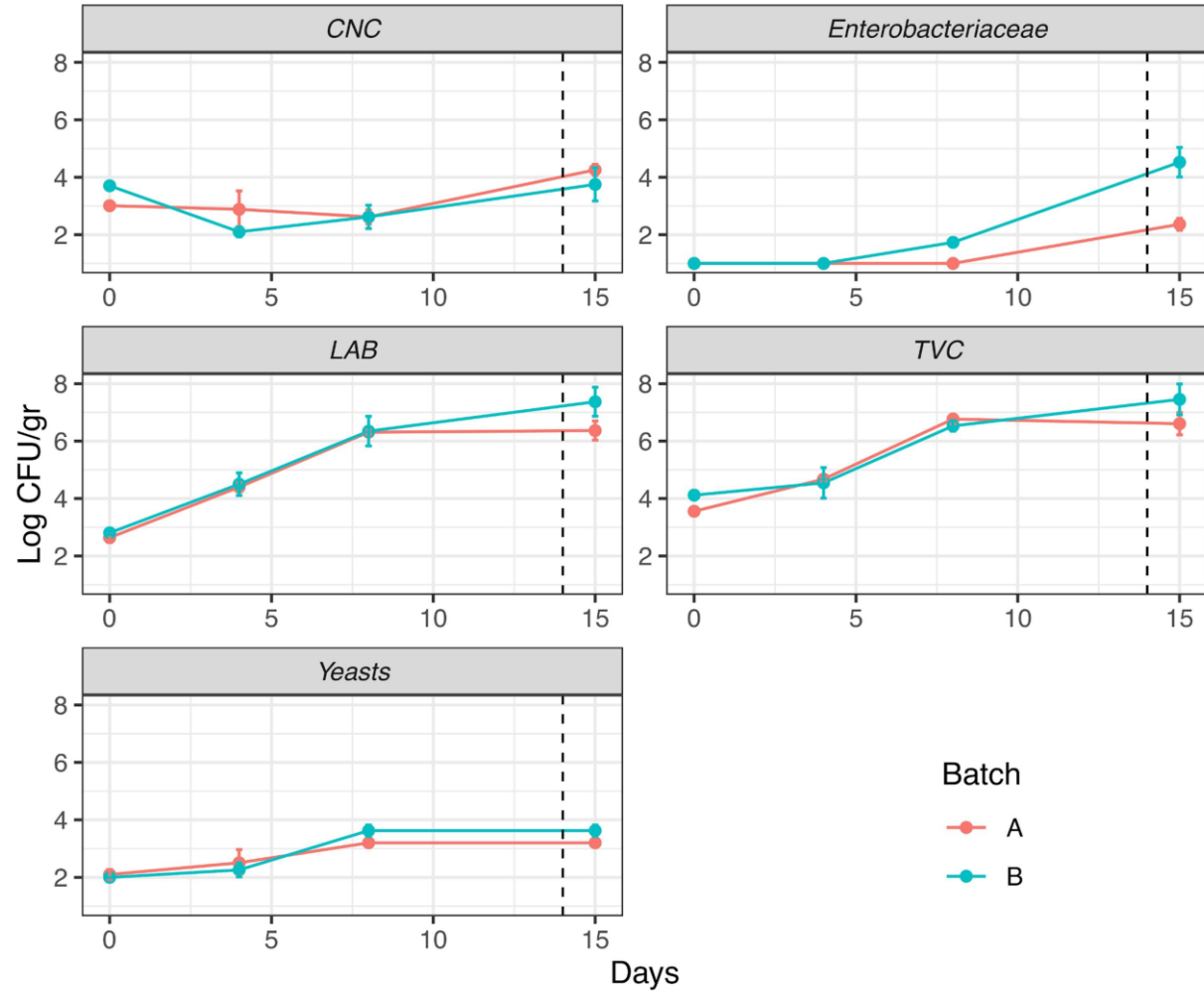
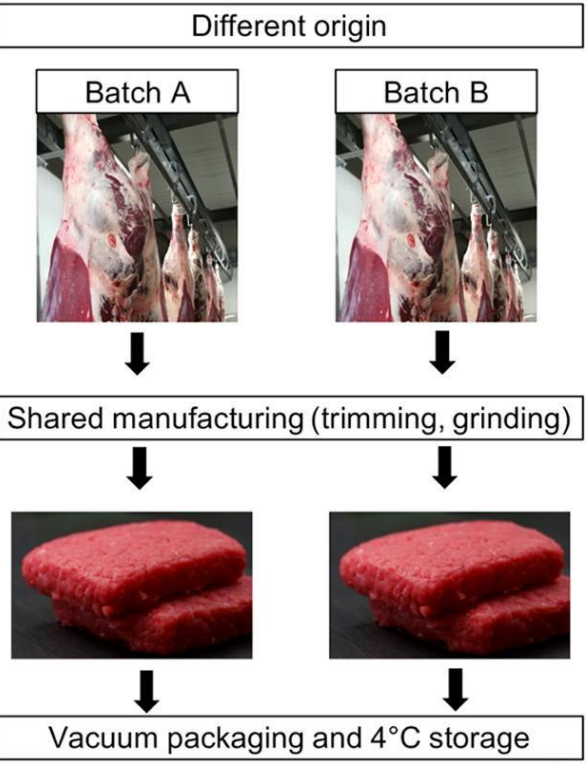
Συσκευασία και τροποποίηση της μικροχλωρίδας



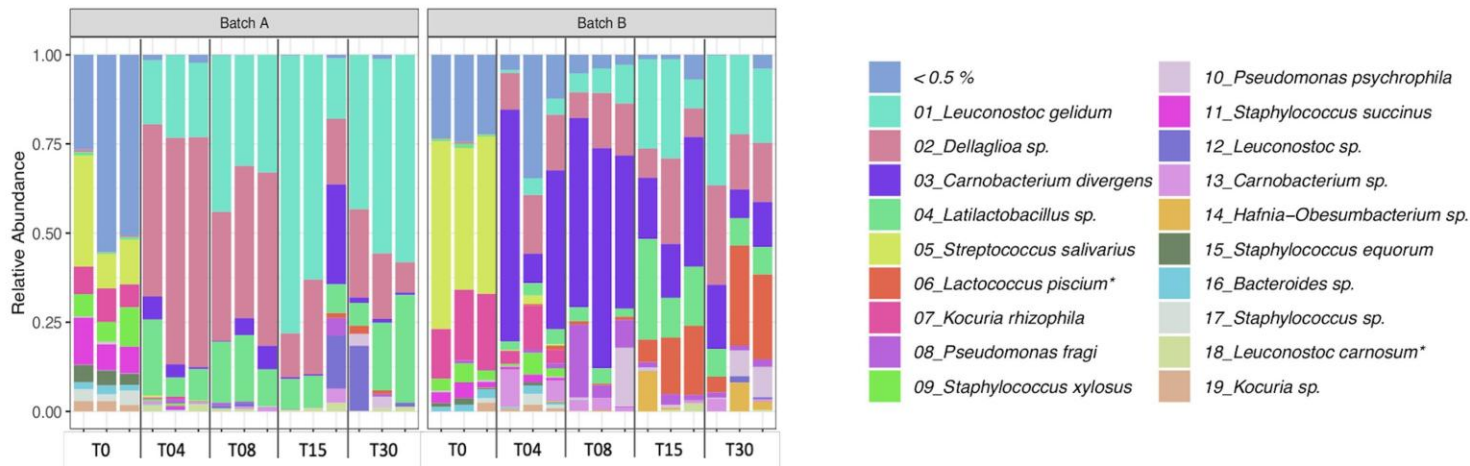
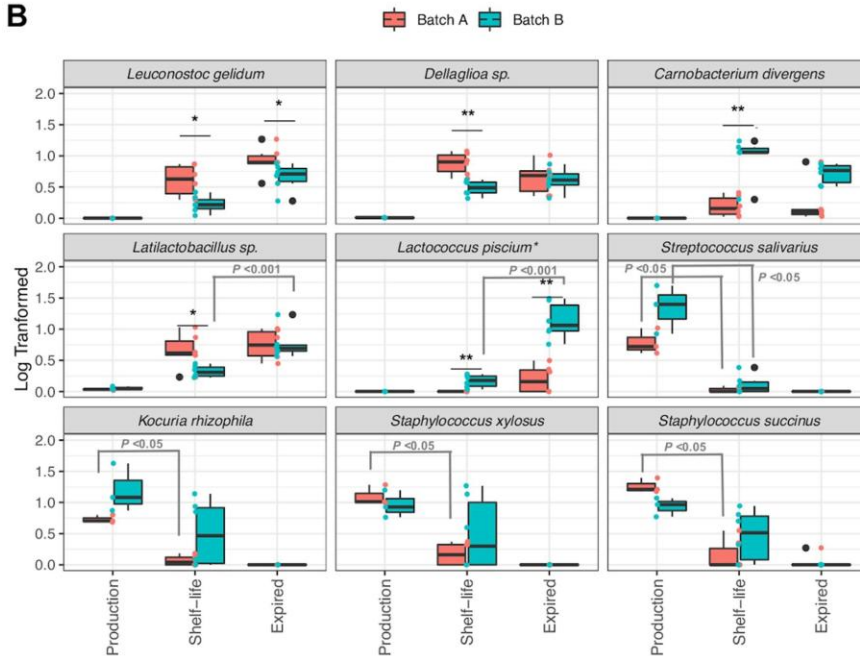
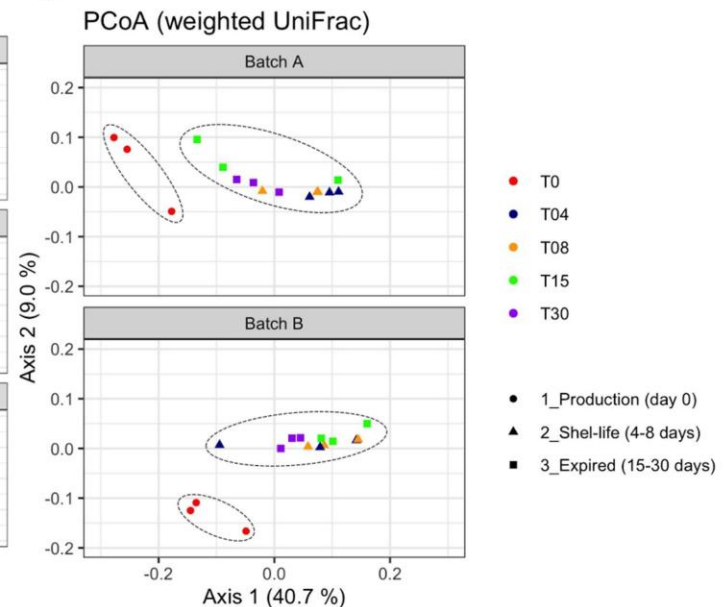
Relative abundance (%) of the bacterial community during the chilled storage of beef steaks packaged under both MAP types (TMAP and CMAP) at various time points (0d, T-5d, C-5d, T-10d, C-10d, T-15d, C-15d, T-20d, C-20d). Sample numbers represent storage days. T and C = TMAP (50% O₂/40% CO₂/10% N₂) and CMAP (50% O₂/50% N₂), respectively.

Metataxonomic signature of beef burger perishability depends on the meat origin prior grinding

Cristian Botta, Irene Franciosa, Valentina Alessandria, Vladimiro Cardenia, Luca Cocolin, Ilario Ferrocino



Microbiological dynamics during hamburgers vacuum storage at 4 °C. Charts showing the viable counts (mean ± SD) of: Coagulase Negative Cocci (CNC); Enterobacteriaceae; Lactic Acid Bacteria (LAB); Total Mesophilic Bacterial counts (TVC) and yeasts. Dashed line indicates the shelf-life end (14th day).

A**B****C**

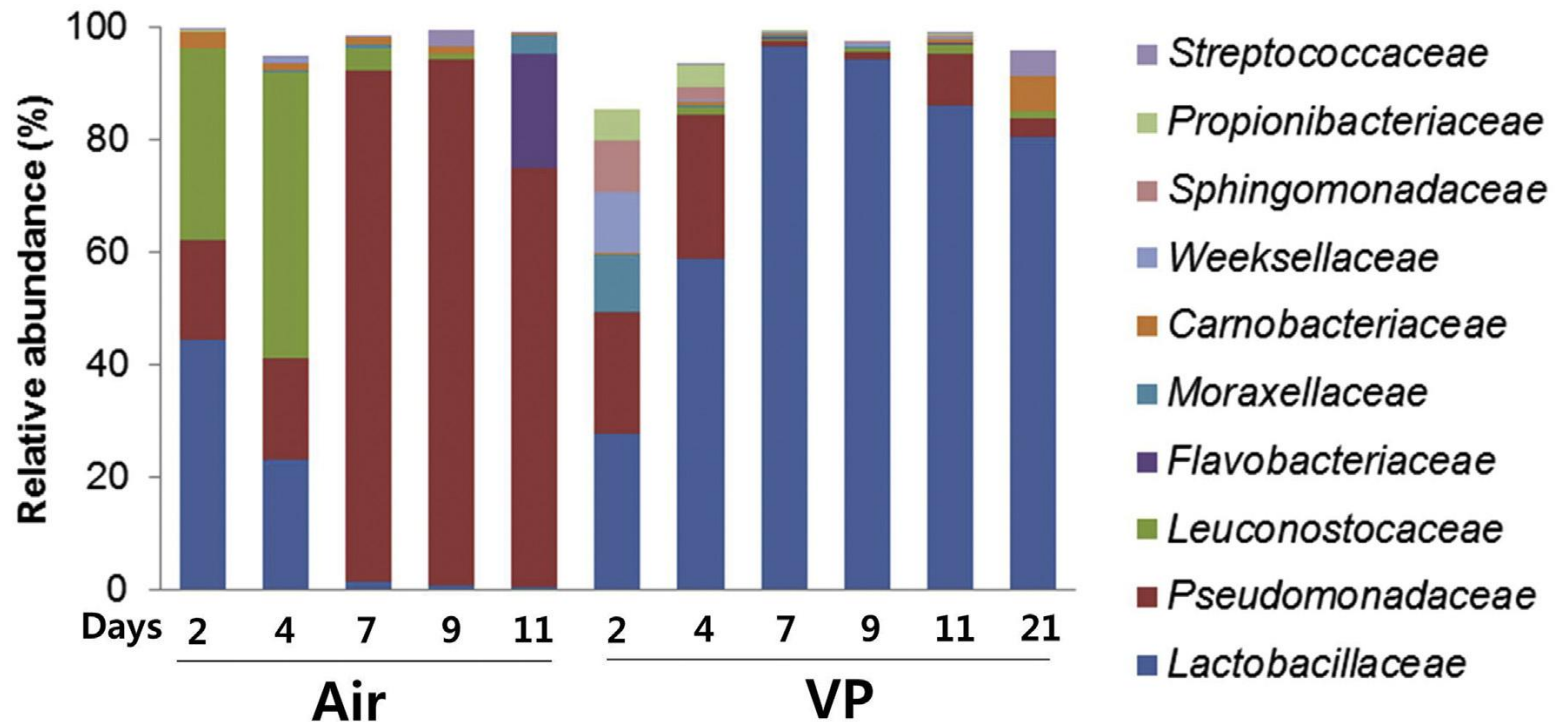
Composition of bacterial community during hamburgers vacuum storage. Stacked bar plots (A) showing microbiota composition (relative abundance) at the highest taxonomic level assigned (asterisks highlight 100% of ASVs similarity to reference taxa) and relative colour coding key. Samples are grouped by batch and sequentially displayed according to the time; taxa are sorted in the legend from the most to the least abundant ($> 0.5\%$ average).

Beef stored at 4 °C under air and vacuum packaging (VP)

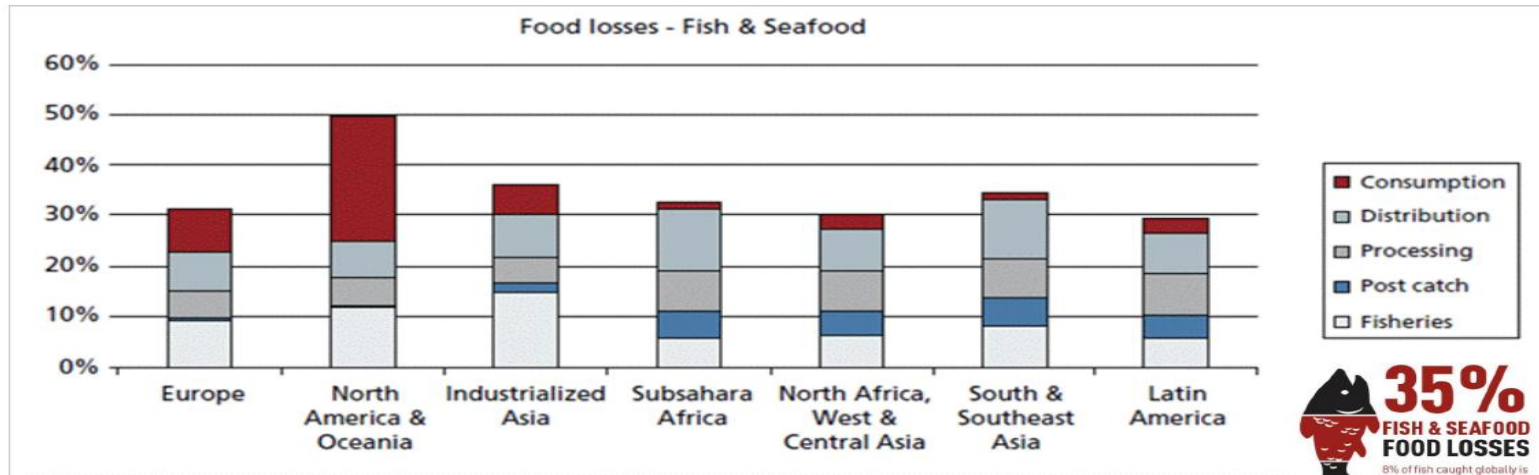
Comparative evaluation of spoilage-related bacterial diversity and metabolite profiles in chilled beef stored under air and vacuum packaging

Ahmad Rois Mansur ^{a d 1}, Eun-Ji Song ^{b d 1}, Yong-Sun Cho ^a, Young-Do Nam ^{b d}, Yun-Sang Choi ^c, Dae-Ok Kim ^e, Dong-Ho Seo ^{b g}, Tae Gyu Nam ^{a g}

Storage time (days)	TVC (log CFU/g)		pH	
	Air	VP	Air	VP
0	3.74 ± 0.17	3.74 ± 0.17	5.45 ± 0.04	5.45 ± 0.04
2	5.20 ± 0.25	3.13 ± 0.25	5.60 ± 0.02	5.56 ± 0.01
4	5.96 ± 0.17	3.16 ± 0.13	5.40 ± 0.01	5.51 ± 0.03
7	8.81 ± 0.09	4.13 ± 0.21	5.50 ± 0.02	5.45 ± 0.01
9	8.84 ± 0.04	4.97 ± 0.07	5.62 ± 0.01	5.42 ± 0.01
11	9.33 ± 0.26	5.24 ± 0.11	5.73 ± 0.02	5.22 ± 0.01
21	–	5.47 ± 0.19	–	4.94 ± 0.02



SSOs μισθών τροφίμων ΙΧΘΥΗΡΑ

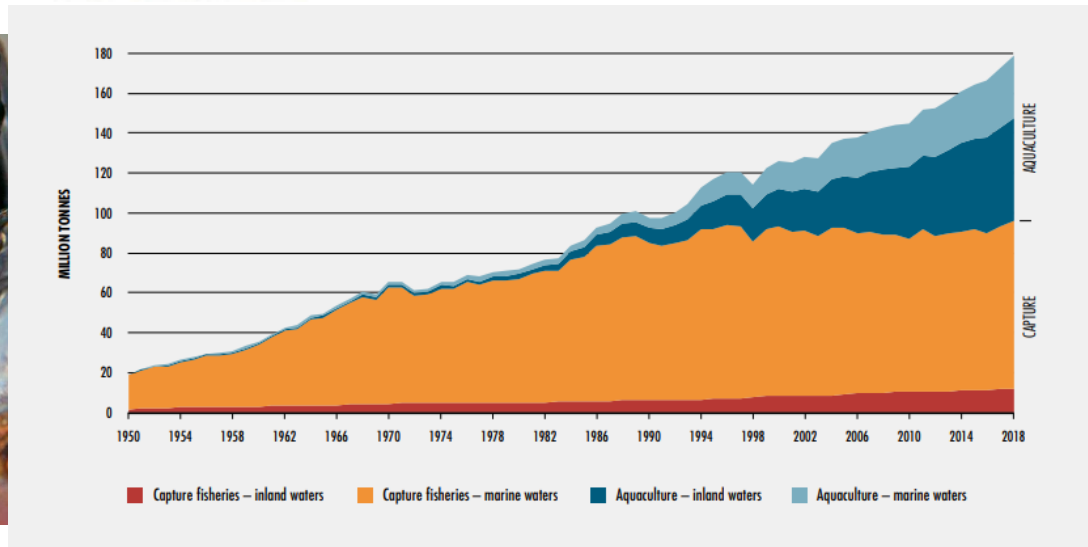


35%
FISH & SEAFOOD
FOOD LOSSES

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



Food and Agriculture
Organization of the
United Nations

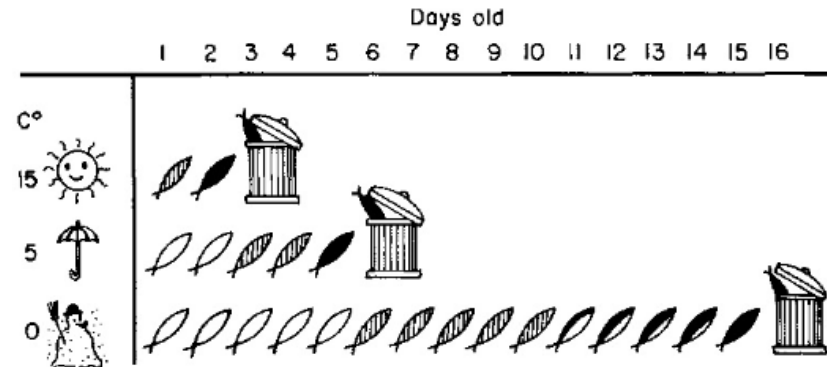
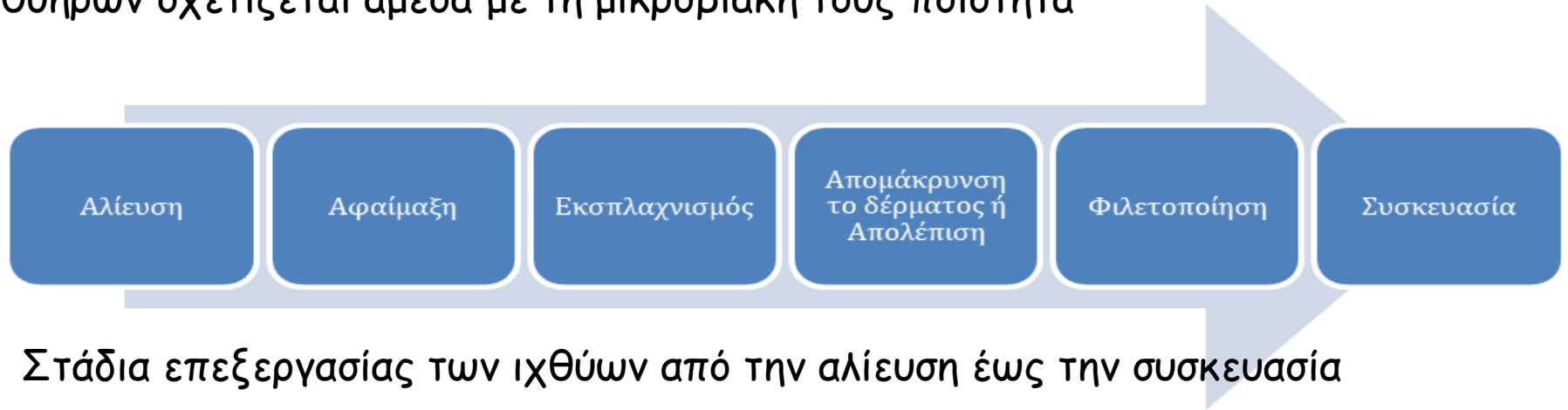


Παγκόσμια παραγωγή ιχθύων την περίοδο 1950 – 2018 (FAO, 2020)

Η Ενδογενής μικροχλωρίδα των ιχθυηρών-Ειδικοί Αλλοιογόνοι Οργανισμοί

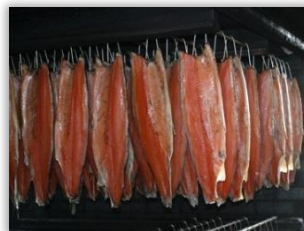
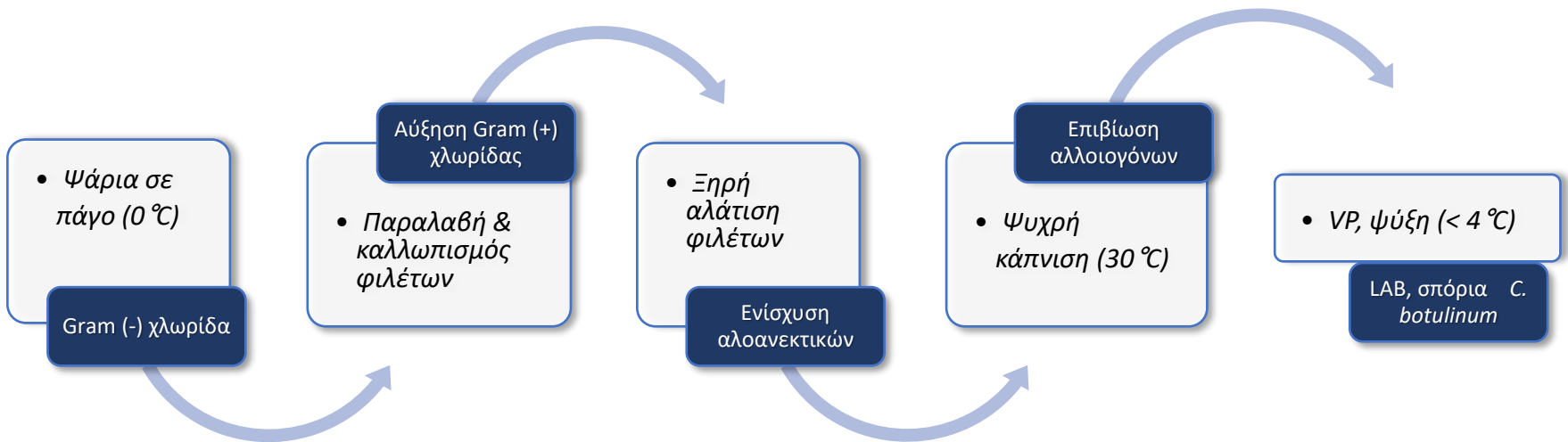
Η μικροβιακή χλωρίδα των φρέσκων ιχθυηρών αποτελεί ένδειξη της ποιότητας των υδάτων από τα οποία προέρχονται επειδή τα εντόσθια των υγριών ιχθυηρών είναι στείρα.

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



Χημική σύσταση ιχθυερών

%mg	Ελάχιστο	Σύνηθες	Μέγιστο
Πρωτεΐνες	6	16-21	28
Λίπη	0,1	0,2-0,25	67
Υδατάνθρακες		<0,5	
Τέφρα	0,4	1,2-1,5	1,5
Νερό	28	66-81	96



Η Ενδογενής μικροχλωρίδα των ιχθυηρών-Ειδικοί Αλλοιογόνοι Οργανισμοί

Η μικροβιακή χλωρίδα των ιχθυηρών απαντάται σε:

- Εξωτερικό περίβλημα
- Βράγχια
- Έντερα

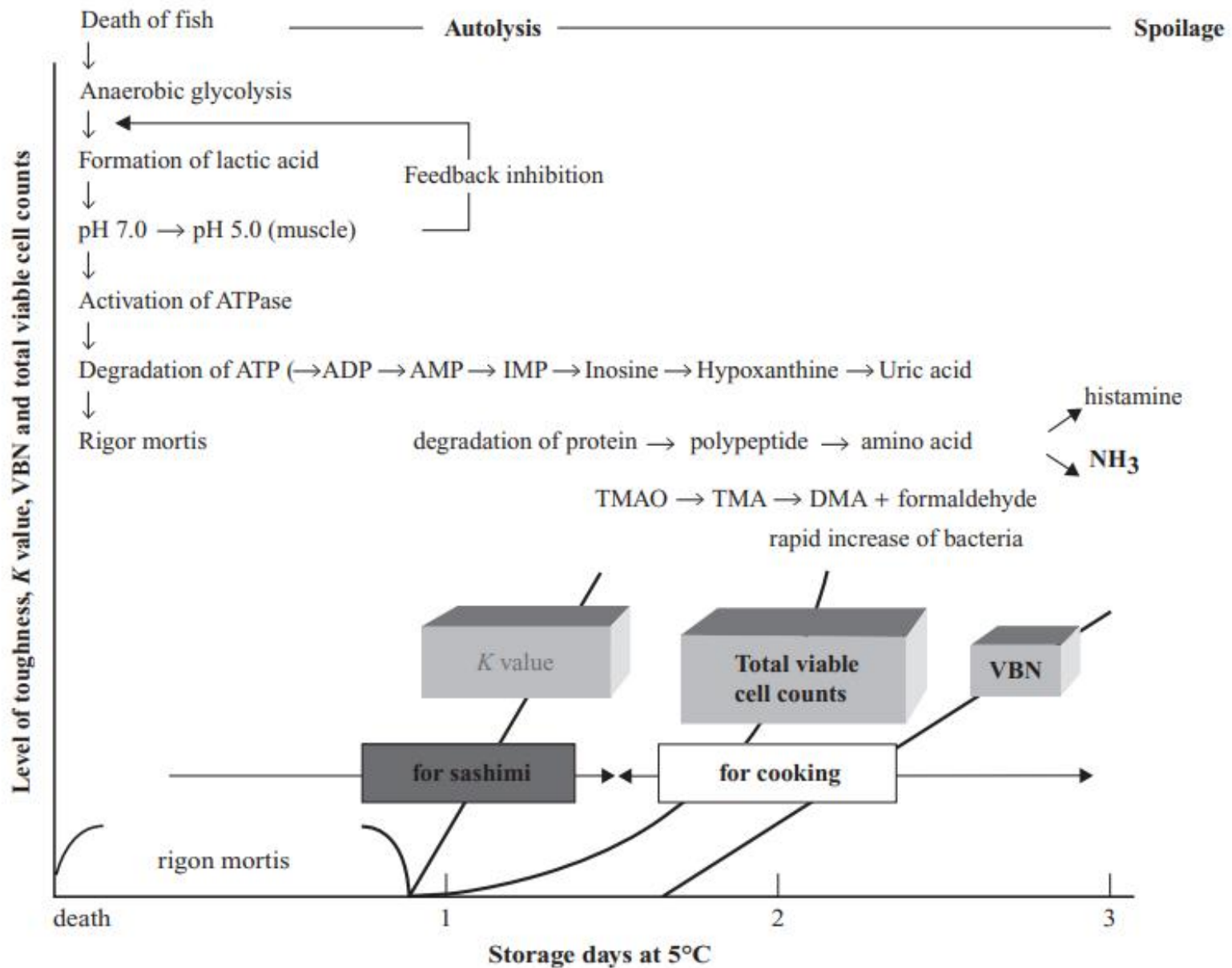
Η μικροβιακή χλωρίδα των φρέσκων ιχθυηρών (2-3 log CFU/g) εξαρτάται περισσότερο από το περιβάλλον και λιγότερο από το είδος τους. Η ενδογενής χλωρίδα των ιχθυηρών από εύκρατα κλίματα κυριαρχείται από:

Gram -: *Pseudomonas*, *Shewanella*, *Psychrobacter*, *Pseudoalteromonas*, *Moraxella*, *Acinetobacter*, *Flavobacterium* και *Vibrio*, *Photobacterium*, και *Aeromonas* .

Gram +: γαλακτικά βακτήρια (LAB), *Micrococcus*, *Corynebacterium*, *Vagococcus*, *Bacillus* και *Clostridium*.

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

Enterobacteriaceae, *Staphylococcus*, *Listeria* κ.α. μπορεί να βρεθούν στο αρχικό μικροβιακό πληθυσμό κυρίως από κάποια επιμόλυνση

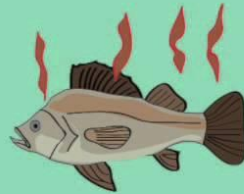


Μεταθανάτιες αλλαγές στα ψάρια (Pacquit et al., 2008).



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**

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-Ειδικό Αλλοιογόνο 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)

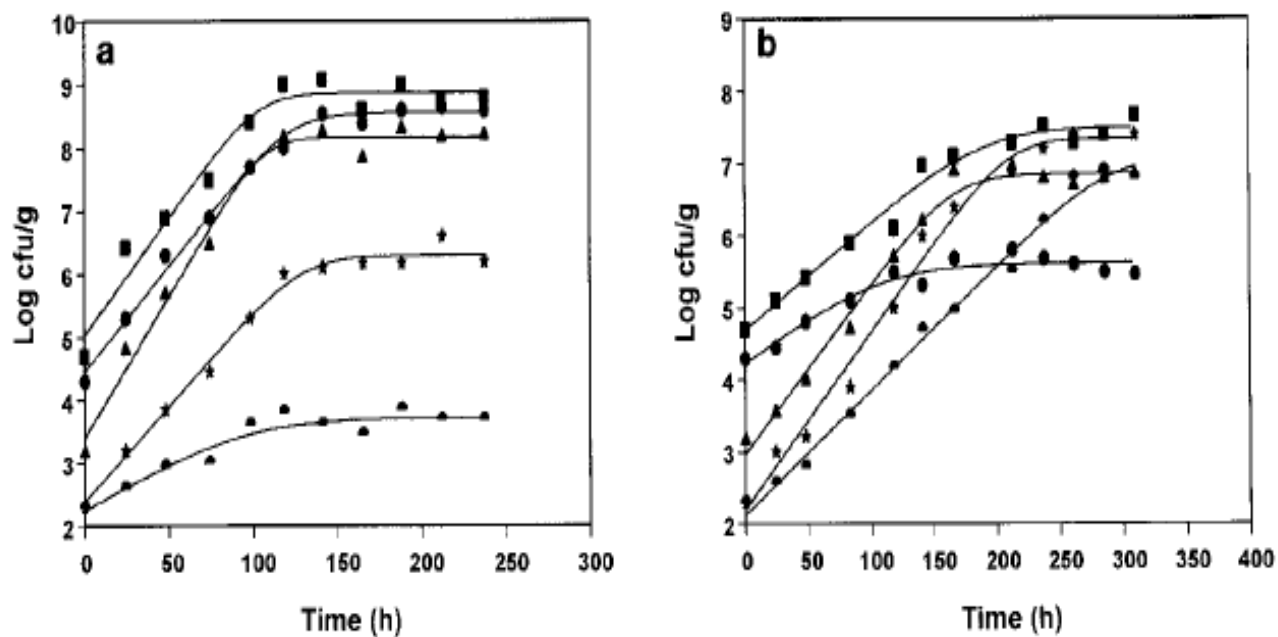
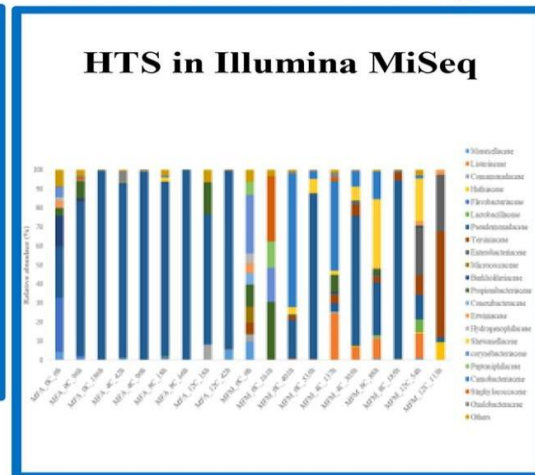
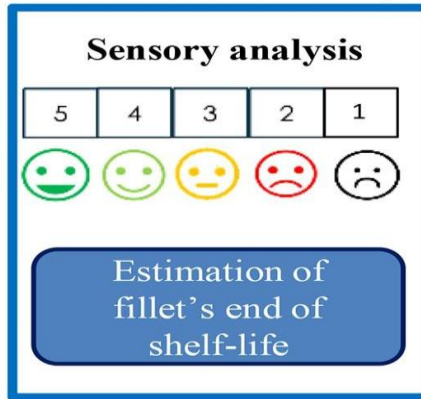
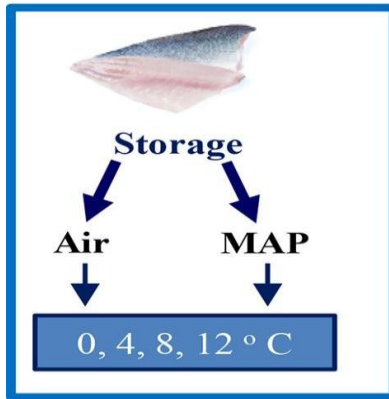


FIG. 1. Development of the natural microflora of Mediterranean red mullet (*M. barbatus*) stored aerobically (a) and under MAP conditions (50% CO₂, 50% air) (b) at 4°C. Symbols: ■, total viable count; ●, pseudomonads; ▲, *S. putrefaciens*; ★, *B. thermosphacta*; ◆, lactic acid bacteria.

Microbiota profile of filleted gilthead seabream (*Sparus aurata*) during storage at several conditions by 16S rRNA metabarcoding analysis



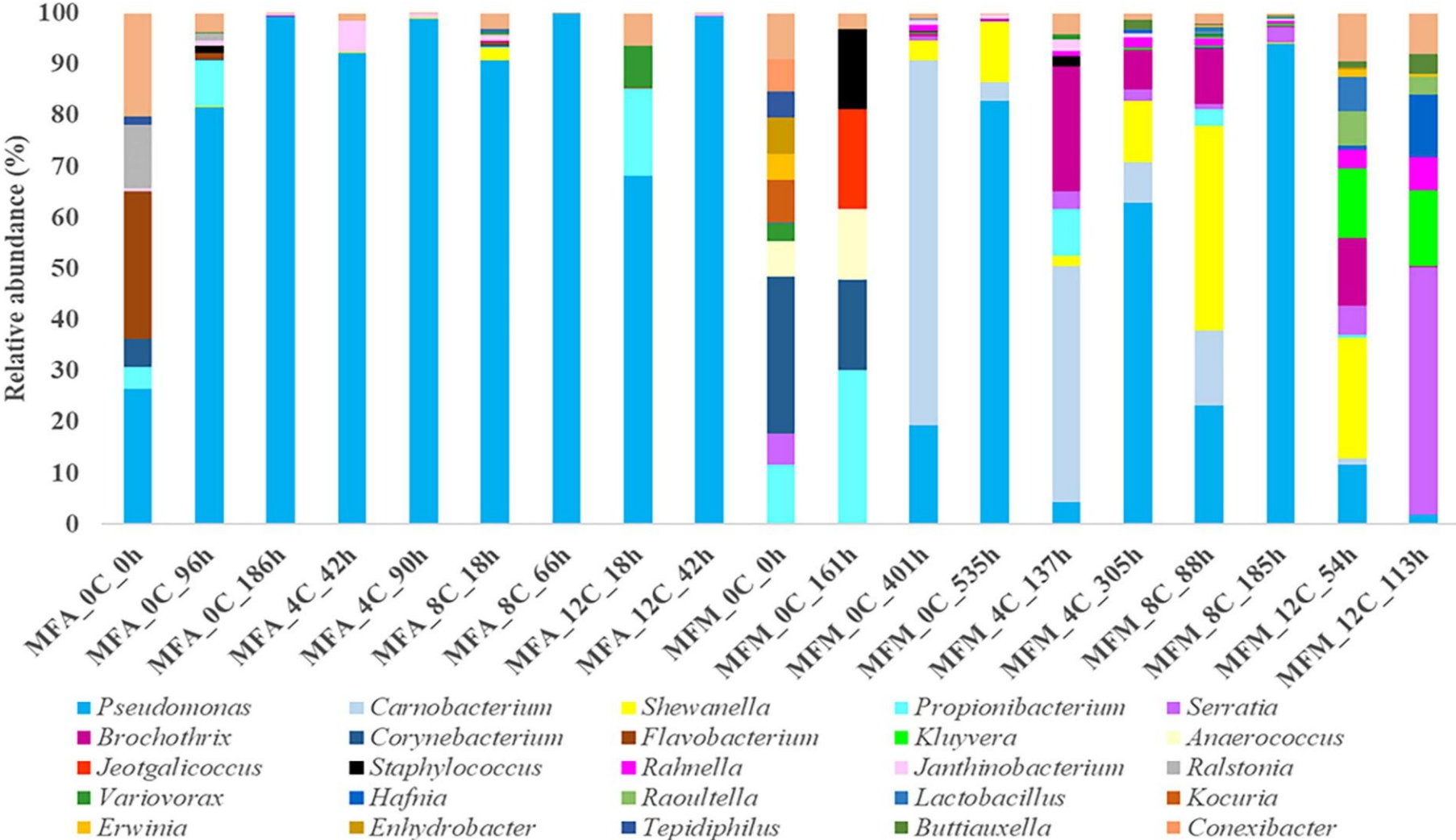
- ✓ **End of shelf-life** : dominant genus, *Pseudomonas*, Exception: MAP-stored fillets at 12°C: dominant genus *Serratia*, more diverse bacterial profile
- ✓ **Middle stages of storage of MAP-stored fillets**: *Shewanella*, *Carnobacterium*, *Brochothrix* prevail against *Pseudomonas*
- ✓ Useful information on the spoilage status of seabream fillets → innovative strategies development → spoilage course delay

Dimitrios A. Anagnostopoulos, Faidra Syropoulou, Foteini F. Parlapani, Athanasios Tsiartsafis, Athanasios Exadactylos, George-John. E. Nychas and Ioannis S. Boziaris, *Food Research International*, 2022

Determination of seabream fillets' end of shelf-life¹, as assessed by sensory evaluation of five trained panelists.

Sample	Atmosphere	Temperature (°C)	End of Shelf-life (h)
Filleted Seabream	Air	0	186
Filleted Seabream	Air	4	90
Filleted Seabream	Air	8	66
Filleted Seabream	Air	12	42
Filleted Seabream	MAP	0	535
Filleted Seabream	MAP	4	305
Filleted Seabream	MAP	8	185
Filleted Seabream	MAP	12	113

¹The end of each product shelf-life was determined when the average score of the studied parameters was below 3 (score 3 indicates the minimum acceptable level).



Relative abundance (%) of bacterial genera of air-stored (MFA) and MAP-stored (MFM) seabream fillets during storage (h) at various temperatures (C), as revealed by 16S rRNA metabarcoding analysis.

Επίδραση συσκευασίας στην συντήρηση γόπας (*Boops boops*)



▶ Συσκευασία

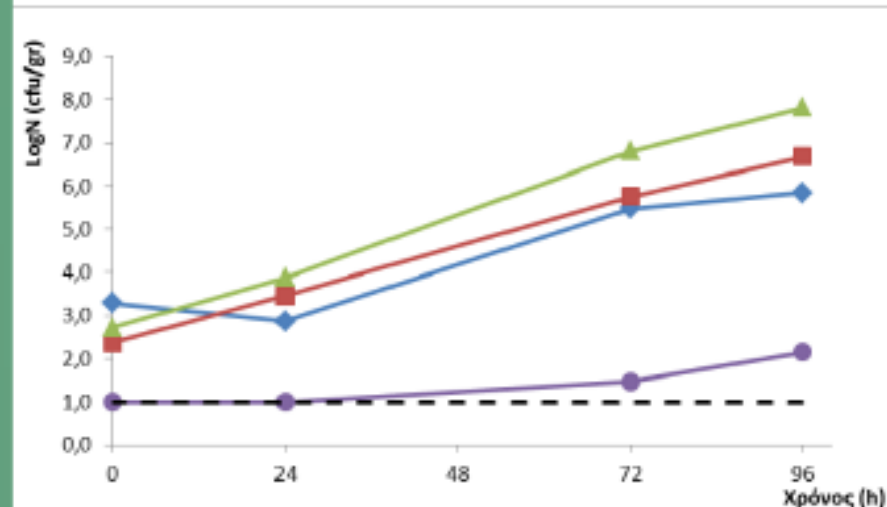
- Αερόβια
- MAP - 100% CO₂
- MAP - 60% CO₂, 30% N και 10% O₂
- Κενό



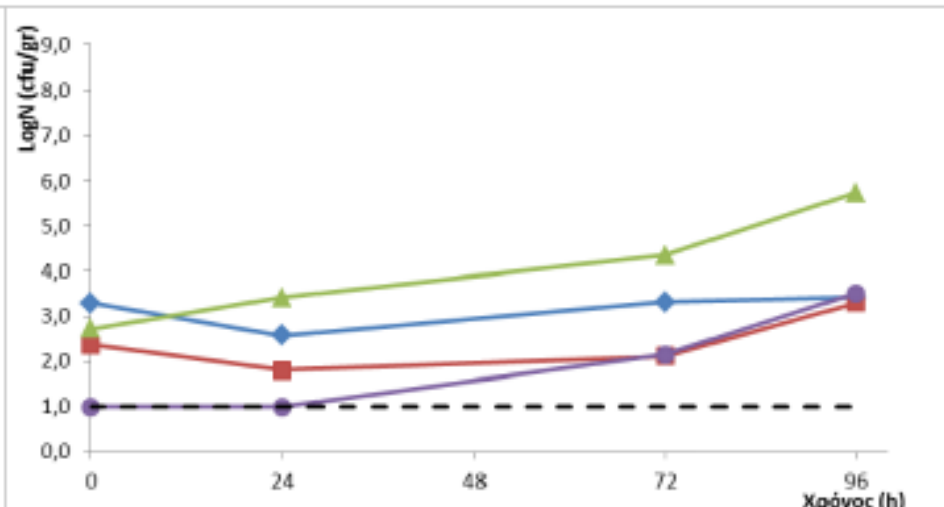
Μικροοργανισμοί που μελετήθηκαν

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

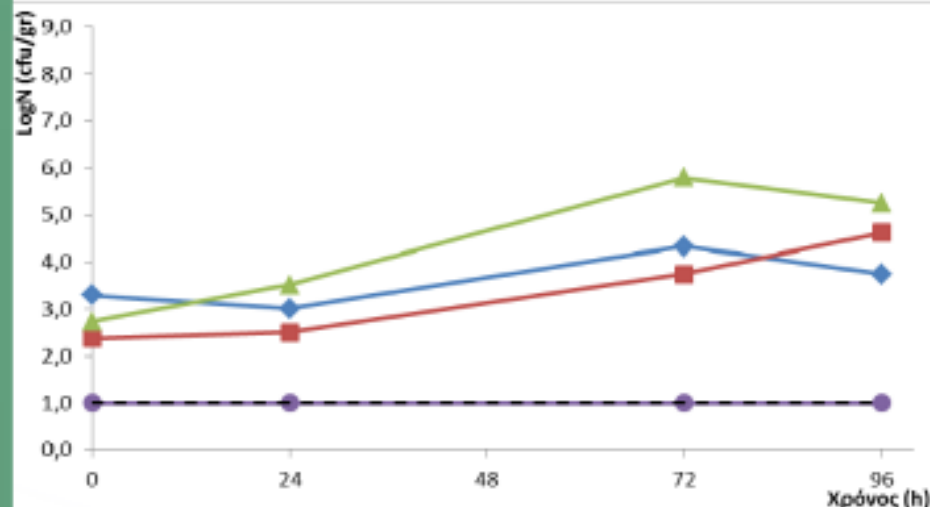




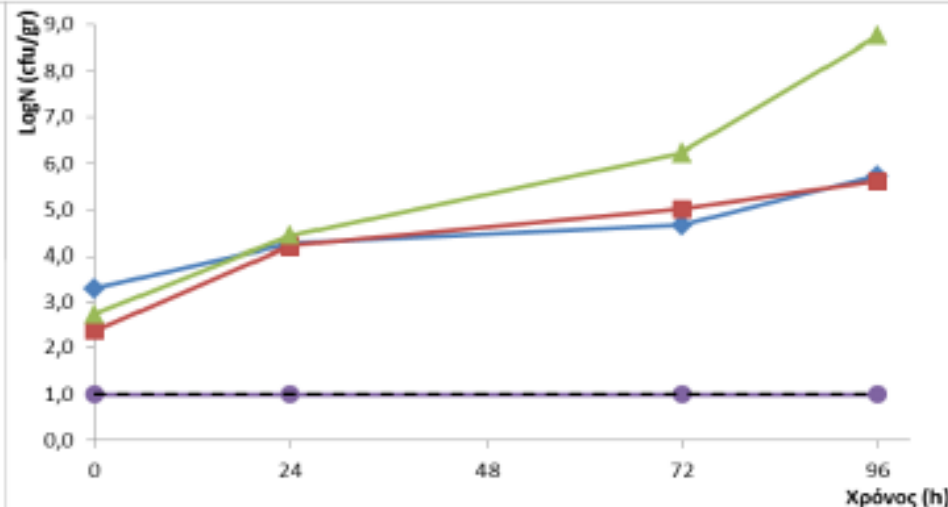
Διάγραμμα 1: Μεταβολή της μικροβιακής χλωρίδας της γόπας (*Boors boors*) που συντηρήθηκε κάτω από αερόβιες συνθήκες και στους 8°C.



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



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



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

—◆— Ολική Μεσόφιλη χλωρίδα

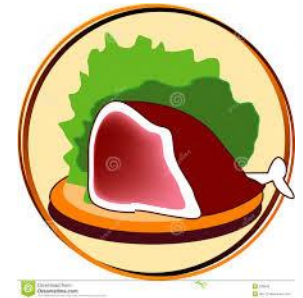
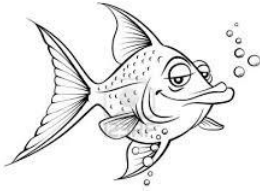
—■— *Pseudomonas* spp.

—▲— *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).

