



Η εφαρμογή MAP σε έτοιμες προς κατανάλωση σαλάτες και sandwiches- Μικροβιολογικές προκλήσεις

Κολοκυθά Κατερίνα
Τεχνολόγος Τροφίμων, MSc
Εργαστηριακός Συνεργάτης ΣΤΕΤΡΟΔ
Τμ. Μικροβιολογίας Τροφίμων



Convenience Foods

- Ready meals market
- Ready to eat (RTE) foods

Τομέας στη βιομηχανία Τροφίμων που γνωρίζει εντυπωσιακή άνοδο τα τελευταία χρόνια παγκοσμίως



Ready to eat (RTE) salads

- Έτοιμες προς κατανάλωση σαλάτες με μίγματα από διάφορα κομμάτια λαχανικών ή φρούτων.
- Σαλάτες(γεύματα):προσθήκη dressing, αυγού, μαγιονέζας, αλλαντικών, τυριών κ.τ.λ



Καταναλωτές

- Εύκολη πρόσβαση
- Θεωρούνται υγιεινά snack
- Συσκευασίες που μπορούν να μεταφερθούν εύκολα και να αποθηκευτούν για μικρό χρονικό διάστημα
- Κυρίαρχη άποψη «καθαρότερα προϊόντα»
→ ανώτερης ποιότητας





RTE salads-sandwiches

- Η κατανάλωση έτοιμων σαλατών στην Ευρώπη (2014) ξεπέρασε 480,000 tons.
- Ελλάδα (2016)*: 60000τμχ. μηνιαίως σε σαλάτες και 80000τμχ. sandwiches

- *Daily Taste



(MAP - Modified Atmosphere Packaging)

- Συσκευασία σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα (MAP - Modified Atmosphere Packaging) είναι η μέθοδος κατά την οποία το τρόφιμο συσκευάζεται σε αέριο περιβάλλον διαφορετικής σύστασης απ' αυτήν του ατμοσφαιρικού αέρα.



Σκοπός

Η τροποποίηση της σύστασης του αέρα μέσα στη συσκευασία των τροφίμων επιβραδύνει:

- την μέσω χημικών αντιδράσεων ποιοτική υποβάθμιση
- την ανάπτυξη αλλοιούντων μικροοργανισμών. Ο σκοπός της MAP είναι να παρεμποδίσει την αλλοίωση, να διατηρήσει την ποιότητα και να παρατείνει τη διάρκεια ζωής του τροφίμου.



- Έχειδειχτεί ότι η τροποποίηση της σύστασης των αερίων στον ελεύθερο χώρο της συσκευασίας και ειδικότερα η μείωση της συγκέντρωσης του O_2 με την ταυτόχρονη αύξηση της συγκέντρωσης του CO_2 και του N_2 , σε συνδυασμό με ψύξη, είναι δυνατόν να αυξήσουν σημαντικά, πρακτικά να διπλασιάσουν έως τριπλασιάσουν, τη διάρκεια ζωής των ευαλλοίωτων τροφίμων



Food	Packed in air	MAP IMPLEMENTATION
Raw red meat	2–4 days	5–8 days
Raw light poultry	4–7 days	16–21 days
Raw dark poultry	3–5 days	7–14 days
Sausages	2–4 days	2–5 weeks
Sliced cooked meat	2–4 days	2–5 weeks
Raw fish	2–3 days	5–9 days
Cooked fish	2–4 days	3–4 weeks
Hard cheese	2–3 weeks	4–10 weeks
Soft cheese	4–14 days	1–3 weeks
Cakes	several weeks	up to one year
Bread	some days	2 weeks
Pre-baked bread	5 days	20 days
Fresh cut salad mix	2–5 days	5–10 days
Fresh pasta	1–2 weeks	3–4 weeks
Pizza	7–10 days	2–4 weeks
Pies	3–5 days	2–3 weeks
Sandwiches	2–3 days	7–10 days
Ready meals	2–5 days	7–20 days
Dried foods	4–8 months	1–2 years

- Κατά τη διεργασία της MAP αφαιρείται από τη συσκευασία ο αέρας και αντικαθίσταται από ένα αέριο ή από μίγμα αερίων το οποίο ποικίλλει ανάλογα με το είδος του τροφίμου. Η σύσταση όμως της τροποποιημένης ατμόσφαιρας μέσα στη συσκευασία μεταβάλλεται συνέχεια σ' όλη τη διάρκεια της αποθήκευσης λόγω:
 - αναπνοής του συσκευασμένου προϊόντος (νωπά φρούτα, λαχανικά και κρέατα),
 - διάλυσης των αερίων στο τρόφιμο,
 - αντιδράσεων που συμβαίνουν στο τρόφιμο,
 - ανάπτυξης μικροοργανισμών και
 - διαπέρασης των αερίων από τα τοιχώματα της συσκευασίας.



ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΜΑΡ

- παράταση της διάρκειας ζωής του τροφίμου κατά 50 έως 400% και όσα προκύπτουν απ' ευθείας απ' αυτό όπως:
- παραγωγή προϊόντων υψηλής ποιότητας,
- περιορισμός της φύρας στη λιανική πώληση,
- μείωση του κόστους διανομής,
- δυνατότητα διανομής σε μεγαλύτερες αποστάσεις και περιορισμός της συχνότητας των διαδρομών.

Improving
Customer
Satisfaction



ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ (MAP)



- βελτίωση της παρουσίασης του προϊόντος
- κατάργηση ή περιορισμός της χρήσης χημικών συντηρητικών ως προσθέτων στο τρόφιμο,
- η συσκευασία και ο έλεγχος ποιότητας και ποσότητας γίνονται σ' ένα κεντρικό σημείο,
- οι συσκευασίες είναι πιο χρηστικές και υγιεινές, χωρίς δυσάρεστες οσμές και διαρρέοντα υγρά.



ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ (ΜΑΡ)

- **Υψηλότερο κόστος** που καταμερίζεται στο: αρχικό κόστος για το νέο εξοπλισμό, κόστος υλικών συσκευασίας και αερίων και κόστος του ποιοτικού ελέγχου των συσκευασιών σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα.
- **Απαιτήσεις** για πολύ καλό έλεγχο και ρύθμιση της θερμοκρασίας στην ψυκτική αλυσίδα. Απαραίτητη η εφαρμογή συστημάτων ποιότητας

Requirements



ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ (MAP)

- Κίνδυνος ανάπτυξης παθογόνων μικροοργανισμών αν λόγω κακών χειρισμών από τους λιανοπωλητές ή καταναλωτές ανέλθει η θερμοκρασία του τροφίμου,
- Τα πλεονεκτήματα της MAP αυτομάτως χάνονται όταν η συσκευασία ανοιχτεί.



ΜΕΘΟΔΟΙ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑΣ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ

- **Συσκευασία υπό κενό** (vacuum packaging) Για αλλαντικά, σκληρά τυριά, ξηρούς καρπούς και αλεσμένο καφέ.
- **Συσκευασία με αέρια** (gas packaging). Η επιθυμητή σύσταση αερίων μέσα σε μια συσκευασία τροποποιημένης ατμόσφαιρας μπορεί να επιτευχθεί με δυο βασικούς τρόπους:
 - i. αντικατάσταση του ατμοσφαιρικού αέρα με μίγμα αερίων με μηχανικό τρόπο ή
 - ii. με δημιουργία της κατάλληλης ατμόσφαιρας είτε παθητικά όπως π.χ. με τα νωπά φρούτα και λαχανικά, είτε ενεργητικά με χρήση κατάλληλων τροποποιητών όπως ουσιών που απορροφούν το οξυγόνο.



ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΑ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΩΝ MAP

- Τα τρόφιμα **δεν είναι αποστειρωμένα**. Συνήθως περιέχουν μικροοργανισμούς, οι οποίοι μπορεί να προκαλέσουν διάφορες μεταβολές. Οι μικροοργανισμοί αυτοί μπορεί να προέρχονται είτε από τη φυσιολογική μικροχλωρίδα του τροφίμου, είτε από την επίκτητη μικροχλωρίδα κατά:
 - τη συγκομιδή
 - την παραγωγική διαδικασία
 - την αποθήκευση
 - τη διανομή



ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΑ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΩΝ

MAP

- Οι παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η ανάπτυξη και ο πολλαπλασιασμός των μικροοργανισμών σ' ένα τρόφιμο είναι:
- οι ιδιότητες του τροφίμου αυτού κάθε αυτού όπως π.χ. το pH, η ενεργότητα ύδατος a_w και του περιβάλλοντος αποθήκευσης του τροφίμου.
- Από τις δεύτερες οι σημαντικότερες είναι: η σύσταση του αερίου που περιβάλλει το τρόφιμο και η θερμοκρασία. Ακριβώς αυτούς τους δυο παράγοντες ελέγχει η MAP ώστε να επιβραδύνει την αλλοίωση του τροφίμου και να παρατείνει τη διάρκεια ζωής του.



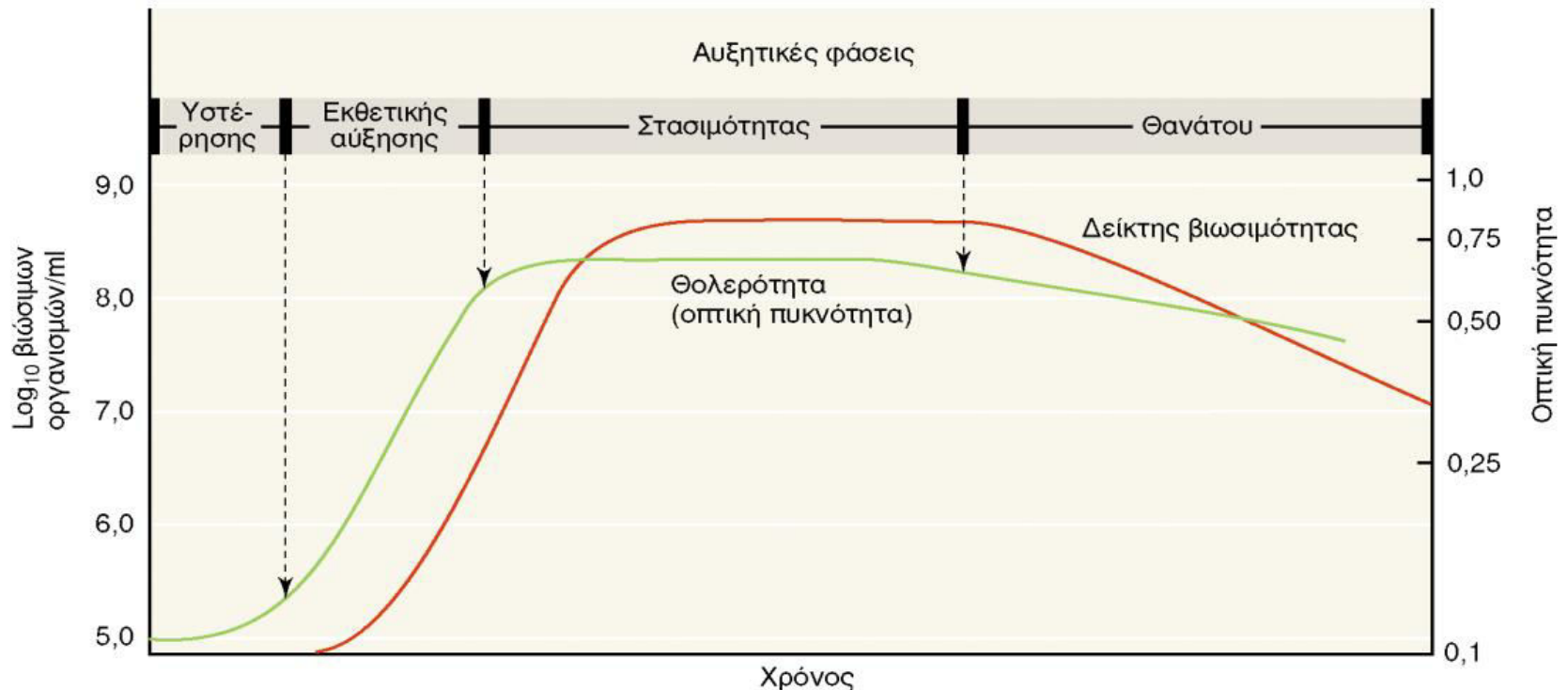


- Η MAP δεν είναι πανάκεια για την «κακομεταχείριση» του τροφίμου από πλευράς υγιεινής κατά την παραγωγή, αποθήκευση, και μεταφορά.
- Σε καμία περίπτωση δε βελτιώνεται η ποιότητα του προϊόντος, απλώς καθυστερεί την υποβάθμισή του. *Ως εκ τούτου προαπαιτείται ένα καλό και καθαρό προϊόν.*



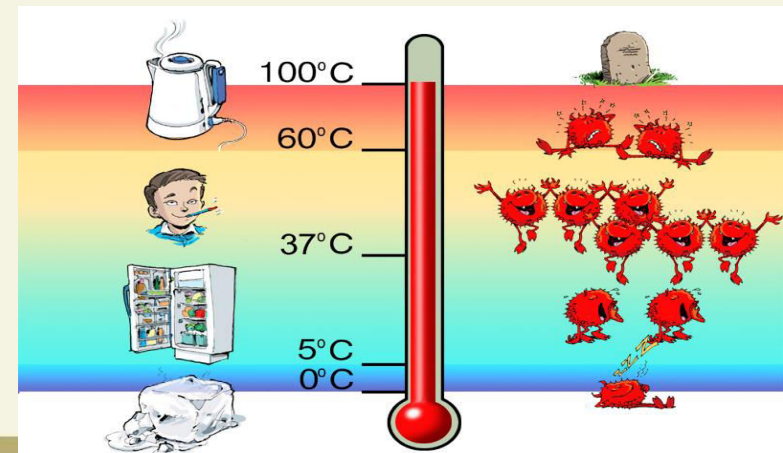
Δράση του CO₂

- Σε συγκεντρώσεις πάνω από 5% (v/v) αναστέλλει την ανάπτυξη των περισσότερων βακτηρίων που αλλοιώνουν τα τρόφιμα και ιδιαίτερα των ψυχρότροφων καθώς και των μυκήτων. Παράταση της λανθάνουσας φάσης και ελάττωση του ρυθμού πολλαπλασιασμού κατά την εκθετική φάση.



Δράση του CO₂

- Η αντιμικροβιακή δράση του CO₂ αυξάνεται ελαττωμένης της θερμοκρασίας συντήρησης.
- Είναι πολύ μεγαλύτερη σε θερμοκρασίες κάτω των 10°C απ' ότι στους 15°C ή υψηλότερα. Τούτο οφείλεται κυρίως στην αύξηση της διαλυτότητας του CO₂ στο τρόφιμο με τη μείωση της θερμοκρασίας.



Δράση του CO₂

- Έχουν προταθεί οι ακόλουθοι μηχανισμοί αντιμικροβιακής δράσης:
Διείσδυση του CO₂ υπό τη μορφή H₂CO₃ στο εσωτερικό των κυττάρων των μικροβίων μέσω της κυτταρικής μεμβράνης.
Ιοντισμός του H₂CO₃ και μείωση του pH.
- Άμεση αναστολή δράσης ενζύμων ή επιβράδυνση του ρυθμού ενζυμικών αντιδράσεων.
- Παρεμπόδιση σύνθεσης μεταβολικών ενζύμων. Πρόκληση δομικών αλλαγών στην κυτταρική μεμβράνη. Κατά πάσα πιθανότητα η αναστολή ανάπτυξης των μικροοργανισμών οφείλεται σε συνδυασμό των παραπάνω μηχανισμών.
- Τα αρνητικά κατά Gram βακτήρια είναι πιο ευαίσθητα στο CO₂ σε σχέση με τα θετικά.



MAP & Παθογόνοι Μικροοργανισμοί

- Σε υψηλές συγκεντρώσεις CO₂ παρεμποδίζεται η ανάπτυξη των *Staphylococcus aureus*, *Salmonella spp.*, *E. Coli* και *Yersinia enterocolitica*.
- Έχουν διεξαχθεί πολλές ερευνητικές μελέτες σχετικά με την ασφάλεια και τους μικροβιολογικούς κινδύνους των τροφίμων που συσκευάζονται σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα. Οι περισσότερες αφορούν τα παθογόνα που δύνανται να αναπτυχθούν σε θερμοκρασίες ψύξης και εκείνα που δύνανται να αναπτυχθούν σε αναερόβιες συνθήκες.



Table 1 Pathogens of concern in modified atmosphere-packaged and vacuum-packaged foods

Psychrotrophs - growth at 3–4°C

Listeria monocytogenes

Yersinia enterocolitica

Bacillus cereus

Non-proteolytic *Clostridium botulinum*

Pseudopsychrotrophs - growth at 7–8°C

Escherichia coli O157:H7

Salmonella sp.

Mesophiles - growth at >10°C

Proteolytic *Clostridium botulinum*

Table 2 Ranges for bacterial growth

<i>Organism</i>	<i>pH range</i>
Gram-negative bacteria	
<i>Escherichia coli</i>	4.4–9.0
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	6.0–8.5
<i>Salmonella typhimurium</i>	5.6–8.0
Gram-positive bacteria	
<i>Bacillus subtilis</i>	4.5–8.5
<i>Clostridium botulinum</i>	4.7–8.5
<i>Lactobacillus</i> sp.	3.8–7.2
<i>Staphylococcus aureus</i>	4.3–9.2

Table 1 Minimum growth conditions of selected spoilage and food poisoning microorganisms. (NB Growth and survival limits assume other factors to be optimal. Interactions between factors are likely to alter these values considerably.)

Type of microorganism	Minimum pH for growth	Minimum a_w for growth	Anaerobic growth	Minimum growth temperature (to nearest °C)
<i>Aeromonas hydrophila</i>	4.0	0.98*	Yes	0
<i>Bacillus cereus</i>	4.4	0.91	Yes	4
<i>Clostridium botulinum</i> (proteolytic strains, types A, B and F)	4.8	0.94	Yes	10
<i>Clostridium botulinum</i> (non-proteolytic type E strain)	4.8	0.97	Yes	3
<i>Clostridium botulinum</i> (non-proteolytic strains, types B and F)	4.6	0.94	Yes	3
<i>Clostridium perfringens</i>	5.5	0.93	Yes	5
<i>Enterobacter aerogenes</i>	4.4	0.94	Yes	2
<i>Escherichia coli</i>	4.4	0.9	Yes	4
<i>Lactobacillus</i> species	3.8	0.94	Yes	4
<i>Listeria monocytogenes</i>	4.4	0.92	Yes	0
<i>Micrococcus</i> species	5.6	0.9	No	4
Moulds	< 2.0	0.6	No	-10
<i>Pseudomonas</i> species	5.5	0.97	No	-4
<i>Salmonella</i>	3.8	0.92	Yes	4
<i>Staphylococcus aureus</i>	4.0	0.83	Yes	8
<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	4.8	0.94	Yes	5
Yeasts	1-5.0	0.8	Yes	-5
<i>Yersinia enterocolitica</i>	4.5	0.96*	Yes	-2

* A_w value calculated from % salt concentration.

were isolated

Product type (gas atmosphere)	Organism isolated	Time of sampling (days)	CFU g ⁻¹	ACC g ⁻¹	pH and <i>a_w</i>
Submarine sandwich (70:30, N ₂ :CO ₂)	<i>S. aureus</i>	0 ^a	3.1 x 10 ³	ND ^c	5.5, 0.86
		30 ^b	<25	ND	5.4, 0.93
Cocktail weiner (100% N ₂)	<i>L. grayi</i>	0	+ ^d	>2.5 x 10 ³	6.2, 0.86
		42	+	4.1 x 10 ⁶	6.2, 0.89
Cheeseburger (80:20, N ₂ :CO ₂)	<i>L. innocua</i>	0	+	>1.5 x 10 ³	5.6, 0.95
		24	+	1.0 x 10 ⁷	5.7, 0.94
Ham and cheese sandwich ^e	<i>L. welshimeri</i>	0	-	>3.0 x 10 ²	5.4, 0.90
		30	+	1.3 x 10 ⁷	5.6, 0.95
Turkey sandwich (95:5, N ₂ :CO ₂)	<i>L. monocytogenes</i>	0	+	2.5 x 10 ⁵	5.7, 0.98
		21	+	1.6 x 10 ⁷	4.7, 0.98
Submarine sandwich (95:5 N ₂ :CO ₂)	<i>L. monocytogenes</i>	0	+	7.8 x 10 ⁵	5.9, 0.97
		30	+	1.6 x 10 ⁷	5.2, 0.96
Turkey sandwich (95:5, N ₂ :CO ₂)	<i>A. hydrophila</i>	0	>1.7 x 10 ²	1.3 x 10 ⁵	5.9, 0.95
		21	>1.7 x 10 ²	1.4 x 10 ⁸	5.1, 0.98
	<i>L. monocytogenes</i>	0	-	"	"
Ham, beef and cheese sandwich (95:5, N ₂ :CO ₂)	<i>L. monocytogenes</i>	21	+	"	"
		0	+	2.1 x 10 ⁴	6.1, 0.97
Ham and cheese sandwich (50:50, N ₂ :CO ₂)	<i>L. monocytogenes</i>	23	+	6.3 x 10 ⁷	5.1, 0.97
		0	+	3.1 x 10 ³	5.9, 0.94
		30	+	2.0 x 10 ⁷	5.3, 0.97

^a Sampling done on day of manufacture (+2 days)

^b Sampling done on best before date (end of product shelf life)

^c ND, not done

^d Qualitative determinations only; + organism present; - organism absent

^e Information of gas mixture not supplied by manufacturer

MAP & Παθογόνοι Μικροοργανισμοί

- Επειδή η *Listeria monocytogenes* είναι προαιρετικά αναερόβιο και μπορεί να αναπτυχθεί σε χαμηλές θερμοκρασίες, η πιθανότητα ανάπτυξής της στις συσκευασίες τροποποιημένης ατμόσφαιρας πρέπει να ληφθεί σοβαρά υπ' όψη ιδιαίτερα σε τρόφιμα όπως τα λαχανικά και τα πουλερικά τα οποία και συνήθως επιμολύνει.



MAP & Παθογόνοι Μικροοργανισμοί

- 32 κρούσματα με *Listeria monocytogenes* σημειώθηκαν στην Ελβετία για το διάστημα 10/2013-4/2014 σε φρέσκες σαλάτες μιας συγκεκριμένης εταιρείας.
- Αιτία: ανεπαρκείς συνθήκες υγιεινής
- Αν και η ανάπτυξή της σε περιβάλλον 100% CO₂ αναστέλλεται, εντούτοις δεν επηρεάζεται από το CO₂ αν σε μίγματα CO₂/O₂ υπάρχει τουλάχιστον 5% O₂.

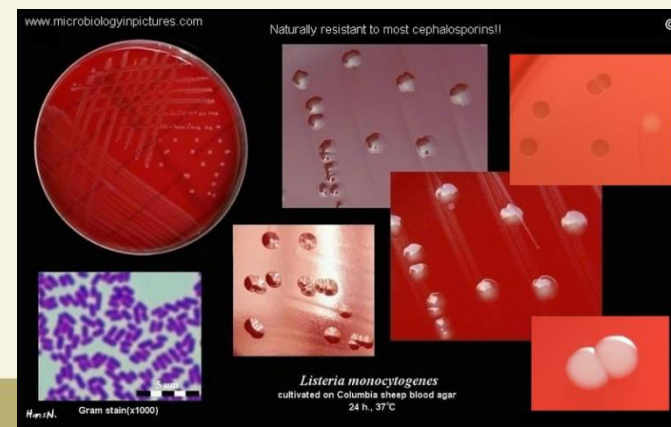


Table 3

Prevalence of *Listeria monocytogenes* and other *Listeria* spp. in retail mixed vegetable salads containing meat or seafood in the UK

	Product identification	No. samples ($n = 2686$) (%)	Analysis results					
			Detection in 25 g		Enumeration (cfu g ⁻¹)			
			Absence	Presence	< 10	10–99	100–999	≥ 1000
<i>Listeria</i> spp.	Mixed salad with meat:	1268 (47.2%)	1082 (85.3%)	186 (14.7%)	180	2	2	2
	-Chicken	835 (65.9%)	702 (84.1%)	133 (15.9%)	130	0	2	1
	-Chicken and bacon	235 (18.5%)	201 (85.5%)	34 (14.5%)	32	2	0	0
	-Beef	60 (4.7%)	51 (85.0%)	9 (15.0%)	8	0	0	1
	-Bacon	28 (2.2%)	26 (92.9%)	2 (7.1%)	2	0	0	0
	-Ham	66 (5.2%)	60 (90.9%)	6 (9.1%)	6	0	0	0
	-Other (e.g. turkey, pork)	44 (3.5%)	42 (95.5%)	2 (4.5%)	2	0	0	0
	Mixed salad with seafood:	1418 (52.8%)	1313 (92.6%)	105 (7.4%)	104	1	0	0
	-Tuna	705 (49.7%)	656 (93.0%)	49 (7.0%)	49	0	0	0
	-Prawns	663 (46.8%)	613 (92.5%)	50 (7.5%)	49	1	0	0
	-Salmon	30 (2.1%)	26 (86.7%)	4 (13.3%)	4	0	0	0
-Other (e.g. crayfish, mackerel)	20 (1.4%)	18 (90.0%)	2 (10.0%)	2	0	0	0	
<i>Listeria monocytogenes</i>	Mixed salad with meat:	1268 (47.2%)	1192 (94.0%)	76 (6.0%)	73	1	2	0
	-Chicken	835 (65.9%)	783 (93.8%)	52 (6.2%)	50	0	2	0
	-Chicken and bacon	235 (18.5%)	216 (91.9%)	19 (8.1%)	18	1	0	0
	-Beef	60 (4.7%)	59 (98.3%)	1 (1.7%)	1	0	0	0
	-Bacon	28 (2.2%)	27 (96.4%)	1 (3.6%)	1	0	0	0
	-Ham	66 (5.2%)	64 (97.0%)	2 (3.0%)	2	0	0	0
	-Other (e.g. turkey, pork)	44 (3.5%)	43 (97.7%)	1 (2.3%)	1	0	0	0
	Mixed salad with seafood:	1418 (52.8%)	1364 (96.2%)	54 (3.8%)	53	1	0	0
	-Tuna	705 (49.7%)	676 (95.9%)	29 (4.1%)	29	0	0	0
	-Prawns	663 (46.8%)	643 (97.0%)	20 (3.0%)	19	1	0	0
	-Salmon	30 (2.1%)	27 (90.0%)	3 (10.0%)	3	0	0	0
-Other (e.g. crayfish, mackerel)	20 (1.4%)	18 (90.0%)	2 (10.0%)	2	0	0	0	

Συμπερασματικά



- Η χρήση MAP συνεπικουρεί στην επιμήκυνση του shelf-life των συγκεκριμένων προϊόντων, αλλά επιβάλλεται η σωστή εφαρμογή και τήρηση των GMP's & GHP's προκειμένου να καταλήγουν ασφαλή στον καταναλωτή



Thank You

