

Μικροβιολογία Τροφίμων

**Συσκευασία σε Τροποποιημένη Ατμόσφαιρα
(MAP - Modified Atmosphere Packaging)**

Συσκευασία σε Τροποποιημένη Ατμόσφαιρα- Τι είναι;

✓ Η διαδικασία με την οποία το τρόφιμο συσκευάζεται σε αέριο περιβάλλον διαφορετικής σύστασης απ' αυτήν του ατμοσφαιρικού αέρα.

✓ Ο ατμοσφαιρικός αέρας περιέχει:

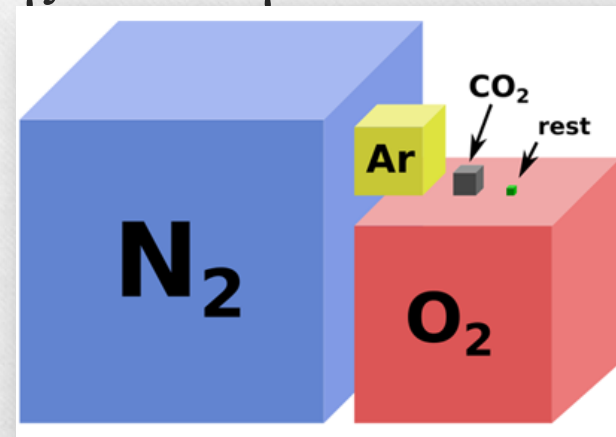
78,08% (v/v) άζωτο- N_2 ,

20,95% (v/v) οξυγόνο- O_2 ,

0,93% (v/v) αργό- Ar,

0,03% (v/v) διοξείδιο του άνθρακα CO_2 &

άλλα αέρια (Ne-Neon, He-Helium, Methane- CH_4 , Krypton-Kr) σε πολύ μικρές περιεκτικότητες .



Πηγή: <https://earthbon.com/earth-atmosphere-composition/>

Συσκευασία σε Τροποποιημένη Ατμόσφαιρα- Πού εφαρμόζεται;

✓ Σε ευρεία ποικιλία προϊόντων, όπως:

- Νωπό κρέας
- Φρέσκα πουλερικά,
- Επεξεργασμένο-Μεταποιημένο-Τυποποιημένο κρέας (π.χ. αλλαντικά, λουιάνια, λοιπά κρεατοσκευάσματα κλπ.)
- Τυρί
- Φρούτα & Λαχανικά
- Γάλα σε σκόνη
- Ψάρια & θαλασσινά
- Ξηροί καρποί



Συσκευασία σε Τροποποιημένη Ατμόσφαιρα- Πού εφαρμόζεται;

✓ Σε ευρεία ποικιλία προϊόντων, όπως:

- Έτοιμα γεύματα
- Φρέσκα ζυμαρικά
- Φρέσκα πίτσα,
- Τσιπς κλπ.



Πηγή: <https://info.masterpackgroup.com/modified-atmosphere-packaging-solutions>



Πηγή: <https://www.modifiedatmospherepackaging.com/>

Συσκευασία σε Τροποποιημένη Ατμόσφαιρα- Πώς εφαρμόζεται;

- ✓ Κατά τη διεργασία της MAP αφαιρείται ο περιεχόμενος αέρας της συσκευασίας ενός τροφίμου και γίνεται η αντικατάστασή του από ένα αέριο ή από ένα μείγμα αερίων ανάλογα το είδος του τροφίμου.
- ✓ Ενδεικτικά, τα αέρια που χρησιμοποιούνται συνηθέστερα στη MAP είναι (είτε μόνα τους είτε σε συνδυασμούς μεταξύ τους):
 - το οξυγόνο- O_2 ,
 - το διοξείδιο του άνθρακα- CO_2
 - το άζωτο- N_2
 - Λοιπά ευγενή αέρια όπως το αργό- Ar και σε ειδικές περιπτώσεις μονοξείδιο του άνθρακα- CO και διοξείδιο του θείου- SO_2

Συσκευασία σε Τροποποιημένη Ατμόσφαιρα: Πώς εφαρμόζεται; Τεχνικές...

1. Συσκευασία σε Τροποποιημένη Ατμόσφαιρα (Modified Atmosphere Packaging-MAP):

Υποκατάσταση του αέρα, με ένα αέριο ή μείγμα αερίων. Μόλις το αέριο γεμίσει τη συσκευασία δεν εφαρμόζεται άλλη τροποποίηση στη σύνθεση του αερίου. Αλλαγές σε σύνθεση του αερίου εξαρτώνται από ρυθμό αναπνοής τροφίμου και διαπερατότητα της μεμβράνης.

2. Διατήρηση σε Ελεγχόμενη Ατμόσφαιρα (Controlled Atmosphere Storage):

Το είδος του αερίου και η σύνθεση του μείγματος αερίων που χρησιμοποιούνται ελέγχονται συνεχώς κατά την αποθήκευση.

Συσκευασία σε Τροποποιημένη Ατμόσφαιρα: Πώς εφαρμόζεται; Τεχνικές...

3. Συσκευασία σε Ελεγχόμενη Ατμόσφαιρα (Controlled Atmosphere Packaging):

Το είδος του αερίου και η σύνθεση του μείγματος αερίων που χρησιμοποιούνται ελέγχονται συνεχώς κατά τη συσκευασία

4. Συσκευασία εξισορρόπησης Τροποποιημένης Ατμόσφαιρας (Equilibrium Modified Atmosphere Packaging):

Γέμισμα της συσκευασίας με αέριο χωρίς περαιτέρω τροποποίηση. Η διαπερατότητα του υλικού συσκευασίας και ο ρυθμός αναπνοής του τροφίμου εντός της συσκευασίας → τροποποιημένη ατμόσφαιρα ισορροπίας.

Συσκευασία σε Τροποποιημένη Ατμόσφαιρα: Πώς εφαρμόζεται; Τεχνικές...

5. Συσκευασία σε Κενό (Vacuum Packaging):

Η συσκευασία εικενώνεται από αέρα και το προϊόν κλείνεται σε συσκευασία χαμηλής διαπερατότητας

6. Συσκευασία Υψηλού Κενού (Vacuum skin Packaging):

Το κενό εφαρμόζεται μετά την τοποθέτηση ενός μαλακωμένου φιλμ πάνω από το προϊόν

Συσκευασία σε Τροποποιημένη Ατμόσφαιρα: Πώς εφαρμόζεται; Τεχνικές...

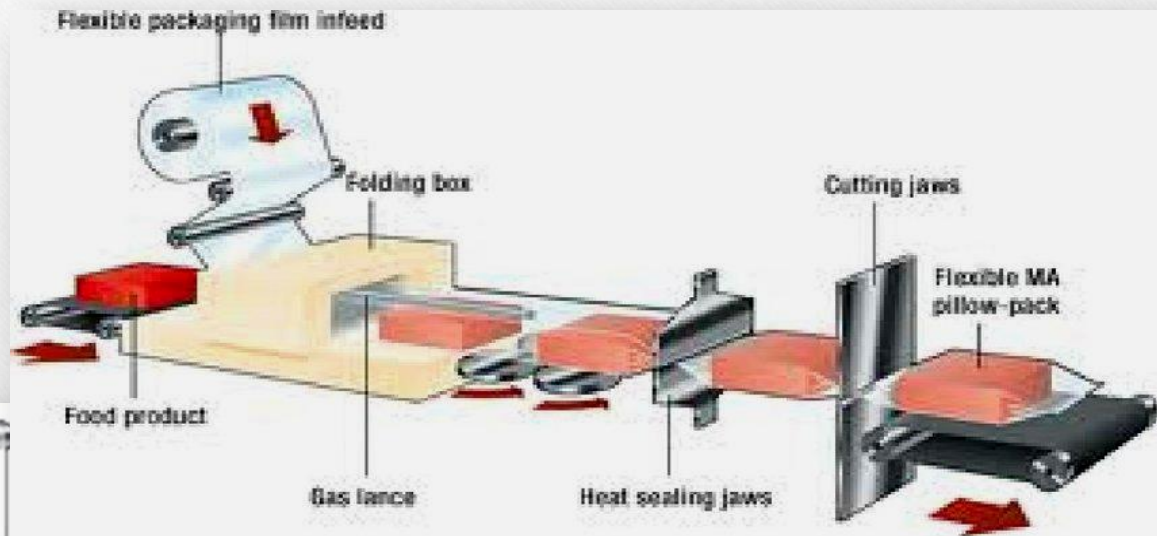
7. Ενεργή Συσκευασία (Active Packaging):

Συγκεκριμένες ενώσεις ενσωματώνονται στη συσκευασία →
Διατήρηση ποιότητας ή επέκταση χρόνου ζωής των προϊόντων

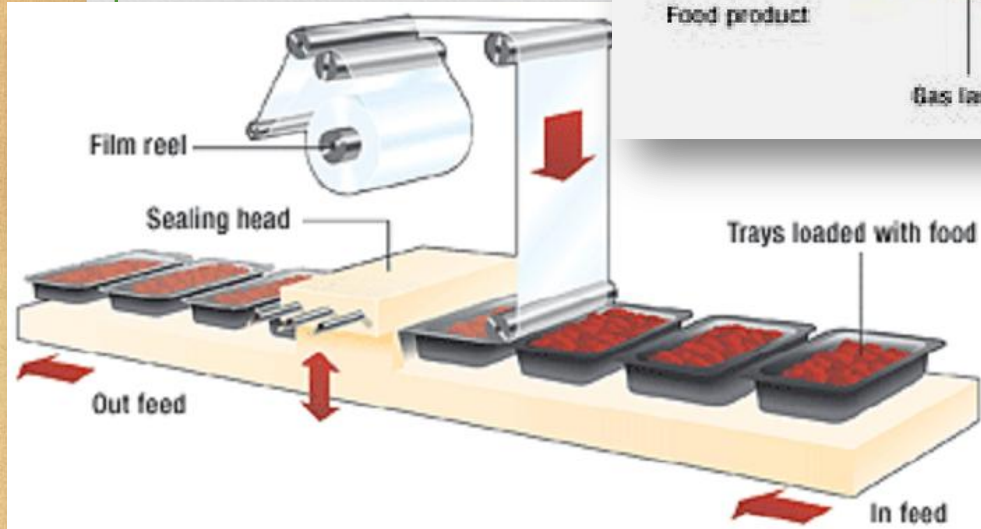
8. Έξυπνη Συσκευασία (Intelligent or Smart Packaging):

Παρακολουθεί τις ιδιότητες των τροφίμων ή το περιβάλλον συσκευασίας και μεταδίδει την πληροφορία στον μεταποιητή, τον έμπορο ή/και τον καταναλωτή

Συσκευασία σε Τροποποιημένη Ατμόσφαιρα: Πώς εφαρμόζεται; Παραδείγματα...



Πηγή: <http://www.supersealer.com.au/map2.html>



Πηγή: https://www.researchgate.net/figure/Thermoform-Form-Fill-Seal-TFFS-Anon-2012c_fig3_309820066

Συσκευασία σε Τροποποιημένη Ατμόσφαιρα: Πώς εφαρμόζεται; Παραδείγματα...

1. Συσκευασία σε Τροποποιημένη Ατμόσφαιρα (Modified Atmosphere Packaging-MAP):

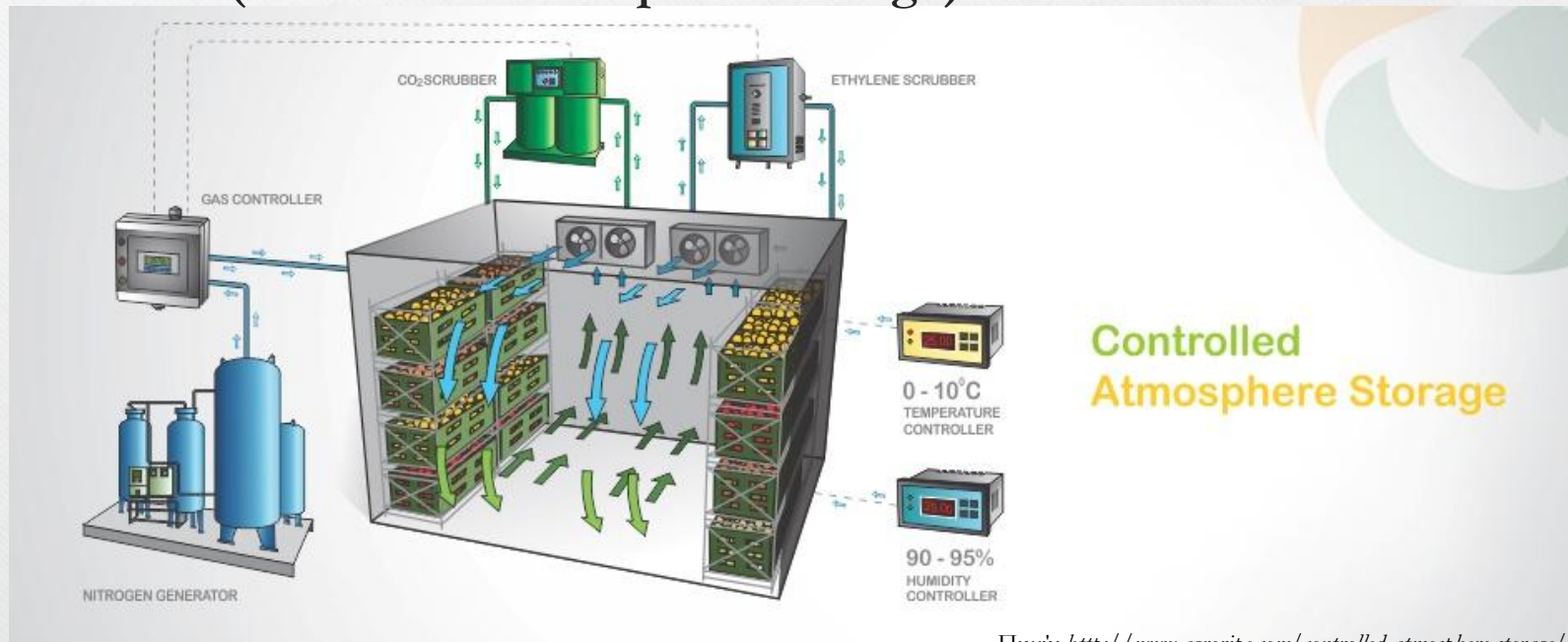


Πηγή:
<https://www.ametekmocon.com/knowledge/learnaboutmodifiedatmospherepackagingmap/whatismodifiedatmospherepackagingmap>

Πηγή: <https://discoverfoodtech.com/difference-between-cap-and-map/>

Συσκευασία σε Τροποποιημένη Ατμόσφαιρα: Πώς εφαρμόζεται; Παραδείγματα...

2. Διατήρηση σε Ελεγχόμενη Ατμόσφαιρα (Controlled Atmosphere Storage):



Συσκευασία σε Τροποποιημένη Ατμόσφαιρα: Πώς εφαρμόζεται; Παραδείγματα...

3. Συσκευασία σε Ελεγχόμενη Ατμόσφαιρα
(Controlled Atmosphere Packaging- CAP):



Συσκευασία σε Τροποποιημένη Ατμόσφαιρα: Πώς εφαρμόζεται; Παραδείγματα...

4. Συσκευασία εξισορρόπησης Τροποποιημένης Ατμόσφαιρας (Equilibrium Modified Atmosphere Packaging):



Πηγή: <https://www.profoodworld.com/home/article/13275514/uflex-equilibrium-modified-atmospheric-packaging>

Συσκευασία σε Τροποποιημένη Ατμόσφαιρα: Πώς εφαρμόζεται; Παραδείγματα...

5. Συσκευασία σε Κενό (Vacuum Packaging):



Πηγή: <https://marketresearch.biz/report/vacuum-packaging-market/>

Συσκευασία σε Τροποποιημένη Ατμόσφαιρα: Πώς εφαρμόζεται; Παραδείγματα...

6. Συσκευασία Υψηλού Κενού (Vacuum skin Packaging):



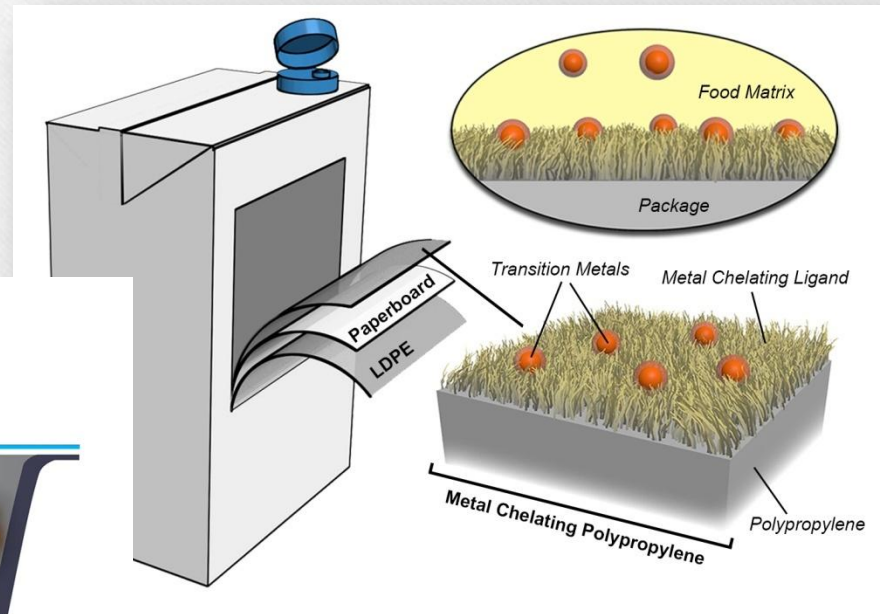
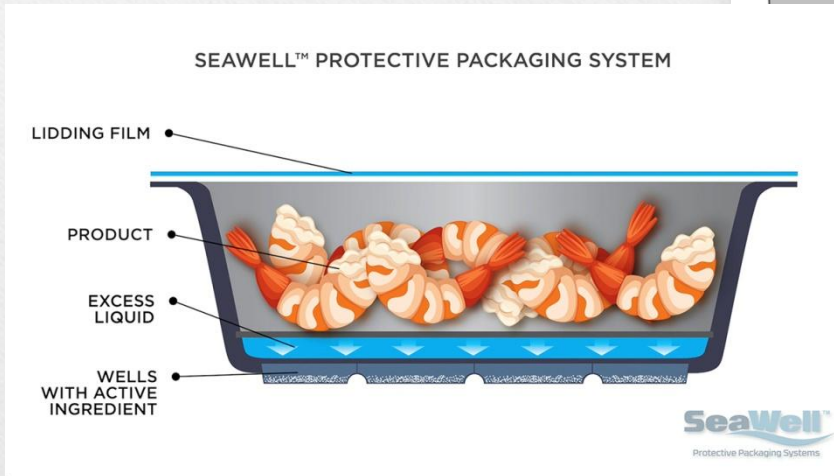
Πηγή: <https://www.bakeryandsnacks.com/Article/2013/08/09/Rigid-vacuum-skin-packs-from-Linpac-drive-meat-sales-for-Booths>



Πηγή: <http://pakbec.blogspot.com/2013/08/vacuum-skin-packaging-seals-meat.html>

Συσκευασία σε Τροποποιημένη Ατμόσφαιρα: Πώς εφαρμόζεται; Παραδείγματα...

7. Ενεργή Συσκευασία (Active Packaging):



Πηγή: https://www.wikiwand.com/en/Active_packaging

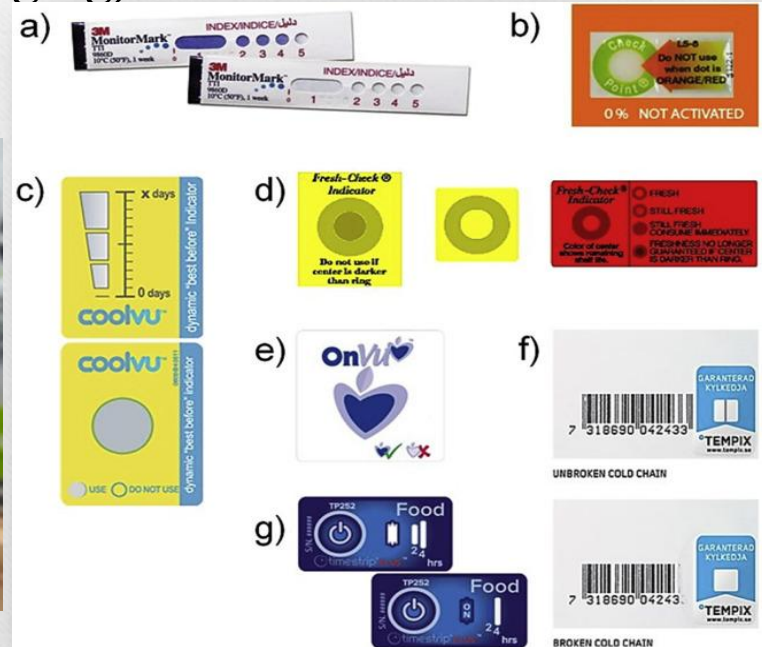
Πηγή: <https://www.aptar.com/news-events/aptar-food-beverage-announces-market-launch-of-seawell-an-active-packaging-system-designed-to-maintain-seafood-quality-and-freshness/>

Συσκευασία σε Τροποποιημένη Ατμόσφαιρα: Πώς εφαρμόζεται; Παραδείγματα...

8. Έξυπνη Συσκευασία (Intelligent or Smart Packaging):



Πηγή: <https://moxiefoxtrot.com/introduction-to-smart-packaging/>



Πηγή: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0924224415301382>

Συσκευασία σε Τροποποιημένη Ατμόσφαιρα- Πώς εφαρμόζεται;

✓ «Χρυσός Κανόνας»

- ❑ Συνεχής ποιοτικός έλεγχος των τροφίμων που είναι συσκευασμένα σε μείγμα αερίων, κατά την παραγωγική διαδικασία
- ❑ Εγγύηση για την αποτελεσματικότητα και την συμβατότητα :
 - Του τύπου συσκευαστικής μηχανής,
 - Του τύπου του κατάλληλου μέσου συσκευασίας
 - Της αναλογίας του μείγματος αερίων
- ❑ Εξασφάλιση καταλληλότητας του προϊόντος προς προώθηση στην αγορά για κατανάλωση

Συσκευασία σε Τροποποιημένη Ατμόσφαιρα: Διοξείδιο του Άνθρακα- CO₂

✓ Το σημαντικότερο αέριο της MAP

✓ Ισχυρή αντιμικροβιακή δράση:

Μπορεί να αναστείλει τη δράση πολλών βακτηρίων και ειδικά των Gram-αρνητικών βακτηρίων που προκαλούν αλλοιώσεις στα τρόφιμα (π.χ. βακτήρια του γένους *Pseudomonas* → δυσσομία σε πουλερικά και ψάρια)

✓ Μεγάλη διαλυτότητα στο νερό

✓ Επιφέρει μεγάλη μείωση στο ΡΗ του τροφίμου μέσω της διαδικασίας της διάστασης του ανθρακικού οξέος

Συσκευασία σε Τροποποιημένη Ατμόσφαιρα: Διοξείδιο του Άνθρακα- CO₂

- ✓ Τρόφιμα με υψηλή περιεκτικότητα σε υγρασία και λίπος, (π.χ. νωπά κρέατα, πουλερικά και ψάρια) απορροφούν τόσο πολύ CO₂ → «κατάρρευση» προς τα μέσα της εύκαμπτης συσκευασίας MAP λόγω μείωσης της εσωτερικής πίεσης και στη συνέχεια μείωσης του όγκου του ελεύθερου χώρου μέσα στην εύκαμπτη συσκευασία ώστε να εξισωθεί η πίεση με την εξωτερική.
- ✓ Το προϊόν δίνει την εντύπωση ότι συσκευάστηκε υπό κενό.
- ✓ Το φαινόμενο ονομάζεται «κατάρρευση προς τα μέσα» (snugging down) ή «χαλαρό κενό» (soft vacuum) και χρησιμοποιείται επωφελώς στη συσκευασία MAP σαλαμιού και άλλων αλλαντικών και σιληρών τυριών.

Συσκευασία σε Τροποποιημένη Ατμόσφαιρα: Διοξείδιο του Άνθρακα- CO₂



Πηγή: <https://curd-nerd.com/preserving-methods-vacuum-sealing/>



Πηγή: <https://www.unikum.com/products/household-food-vacuum-sealer-packaging-machine-15pcs-bags>

Συσκευασία σε Τροποποιημένη Ατμόσφαιρα: Οξυγόνο- O₂

- ✓ Χρήσιμο για την ανάπτυξη αερόβιων μικροοργανισμών ΑΛΛΑ αν βρεθεί σε πολύ μεγάλες ποσότητες στην MAP ενδέχεται να γίνει τοξικό στους αερόβιους μικροοργανισμούς
- ✓ Συνήθως αποφεύγεται στις MAP είτε παντελώς ή χρησιμοποιείται σε όσο το δυνατόν μικρότερη συγκέντρωση
- ✓ ΕΞΑΙΡΕΣΕΙΣ:
 - ❖ νωπά φρούτα & λαχανικά → απαραίτητο για την αναπνοή,
 - ❖ κόνινα κρέατα → απαραίτητο για τη διατήρηση του χρώματος,
 - ❖ λευκά ψάρια → δημιουργία αναερόβιων → ανάπτυξη παθογόνων μικροοργανισμών (π.χ. Clostridium botulinum)

Συσκευασία σε Τροποποιημένη Ατμόσφαιρα: Οξυγόνο- O₂

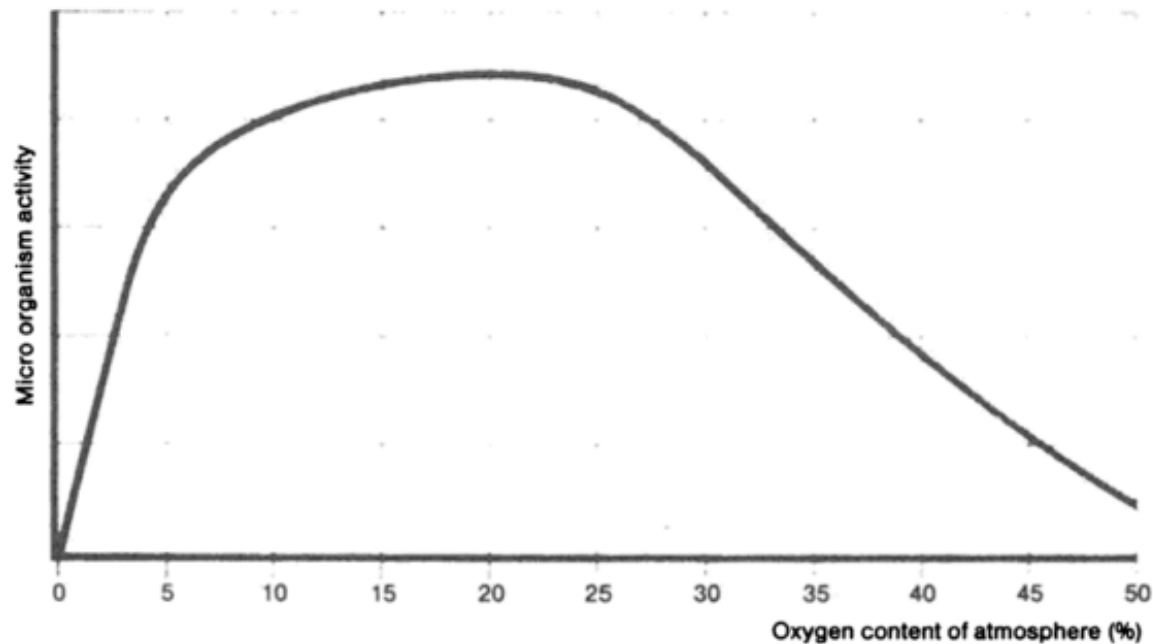


Figure 1.1 The activity of aerobic microorganisms on food as influenced by the oxygen content of the atmosphere.

Συσκευασία σε Τροποποιημένη Ατμόσφαιρα: Μονοξείδιο του Άνθρακα- CO

- ✓ Αέριο πολύ τοξικό και εκρηκτικό (σε συγκεντρώσεις 12,5-74,2% στον αέρα)
- ✓ ΔΕΝ επιτρέπεται η χρήση του κυρίως λόγω πιθανών κινδύνων για τους χειριστές των μηχανημάτων συσκευασίας MAP
- ✓ ΕΞΑΙΡΕΣΕΙΣ:
 - ❖ κόκκινα κρέατα → επιβράδυνση του σχηματισμού της μεταμυοσφαιρίνης (καστανού χρώματος) και της οξειδωτικής τάγγισης των λιπαρών → Συγκέντρωση CO στον αέρα της τάξης του 0,4% είναι αρκετή για να προσδώσει στο συσκευασμένο κρέας κόκκινο χρώμα

Συσκευασία σε Τροποποιημένη Ατμόσφαιρα: Μονοξείδιο του Άνθρακα- CO

- ✓ ΔΕΝ επιτρέπεται η χρήση του στην ΕΕ
(με εξαίρεση την Νορβηγία → λιανικές συσκευασίες κόκκινων κρεάτων)
- ✓ Μερική χρήση του στις ΗΠΑ → αποφυγή της αμάρωσης συσκευασμένου μαρουλιού & προεπεξεργασία του κρέατος
- ✓ Συγκεντρώσεις 5-10% CO, συνδυαζόμενο με <5% O₂ → αποτελεσματικό έναντι των μυκήτων στη συσκευασία νωπών φρούτων & λαχανικών που δεν αντέχουν υψηλές συγκεντρώσεις CO₂

Συσκευασία σε Τροποποιημένη Ατμόσφαιρα: Διοξείδιο του Θείου- SO_2

- ✓ Αντιμικροβιακές ιδιότητες – κυρίως εναντίον των ζυμών & των μυκήτων. Λιγότερο εναντίον των βακτηρίων.
- ✓ Αντιοξειδωτικό τροφίμων
- ✓ Αναστολέας της ενζυμικής (μεταβολές όταν κόβουμε ή πληγώνουμε ή ξεφλουδίζουμε επιφάνειες φυτικών ιστών και εκτίθενται στον αέρα) και μη-ενζυμικής αμαύρωσης τροφίμων (μεταβολές από αντίδραση σακχάρων με αμινοξέα-πρωτεΐνες)
- ✓ Δεν έχει ακόμα εφαρμοστεί σε βιομηχανική κλίμακα σε MAP
- ✓ Υπό μελέτη χρήση του σε συσκευασίες MAP για σταφύλια, αφυδατωμένα φρούτα, χυμούς φρούτων, γαρίδες, τουρσιά και μερικά είδη λουκάνικων.

Συσκευασία σε Τροποποιημένη Ατμόσφαιρα: Ευγενή Αέρια (αργό-Ar)

- ✓ Σε αρκετές εφαρμογές MAP το άζωτο-N₂ έχει αντικατασταθεί από αργό-Ar.
- ✓ Σύνηθες σε φιάλες κρασιού πριν τον πωματισμό, αντί αζώτου-N₂ διαβιβάζεται αργό-Ar για την απομάκρυνση του οξυγόνου-O₂. Αργό-Ar βαρύτερο από άζωτο-N₂ → αποτελεσματικότερη εκτόπιση του Οξυγόνου- O₂.
- ✓ Υποστηρίζεται ότι τα ευγενή αέρια είναι βιολογικά δραστικά αν και χημικά είναι αδρανή, όμως δεν έχει αποδειχθεί.

Συσκευασία σε Τροποποιημένη Ατμόσφαιρα: Προτεινόμενα μείγματα αερίων ανά τύπο τροφίμου

Table 1.3 Recommended gas mixtures of MAP

Product	% Oxygen	% Carbon dioxide	% Nitrogen
Red meat	60-85	15-40	-
Cooked/cured meats	-	20-35	65-80
Poultry	-	25	75
Fish (white)	30	40	30
Fish (oily)	-	60	40
Salmon	20	60	20
Hard cheese	-	100	-
Soft cheese	-	30	70
Bread	-	60-70	30-40
Non-dairy cakes	-	60	40
Dairy cakes	-	-	100
Pasta (fresh)	-	-	100
Fruit and vegetables	3-5	3-5	85-95
Dried/roasted foods	-	-	100

Συσκευασία σε Τροποποιημένη Ατμόσφαιρα: Υλικά συσκευασίας

- ✓ Σχεδόν αποκλειστικά συνδυασμοί πλαστικών μεμβρανών.
- ✓ Μόνο για νωπά φρούτα & λαχανικά μεμβράνες από ένα πολυμερές → διάτρητα φιλμ από πολυπροπυλένιο (PP)



- ✓ Συχνά ο πυθμένας στις συσκευασίες MAP έχει αυλακώσεις, ώστε τα αέρια που χρησιμοποιούνται να έρχονται σ' επαφή με όσο το δυνατόν μεγαλύτερη επιφάνεια προϊόντος.

Συσκευασία σε Τροποποιημένη Ατμόσφαιρα: Υλικά συσκευασίας

-
- ✓ Προς επιλογή του είδους της μεμβράνης, λαμβάνονται υπόψη:
- Διαπερατότητα στα αέρια της τροποποιημένης ατμόσφαιρας (CO_2 , O_2 , N_2) και στους υδρατμούς,
 - Ικανότητα θερμοσυγκόλλησης,
 - Ικανότητα θερμομορφοποίησης,
 - Μηχανικές ιδιότητες,
 - Αντίσταση στη διάτρηση,
 - Διαύγεια,
 - Αντιθαμπωτικές (antifog) ιδιότητες,
 - Δυνατότητα εκτύπωσης καλής ποιότητας.

Συσκευασία σε Τροποποιημένη Ατμόσφαιρα: Πλεονεκτήματα

- ✓ Αποφυγή βιοχημικής και ενζυμικής αλλοίωσης των τροφίμων
- ✓ Εξασφάλιση μεγαλύτερης διάρκειας ζωής των τροφίμων
- ✓ Ταυτόχρονη μείωση της συγκέντρωσης του οξυγόνου με ταυτόχρονη αύξηση του διοξειδίου άνθρακα και αζώτου σε συνδυασμό με την ψύξη, μπορούν να διπλασιάσουν ή και να τριπλασιάσουν την διάρκεια ζωής των τροφίμων
- ✓ Περιορισμός εξόδων της αλυσίδας μεταφοράς και διανομής
- ✓ Παραγωγή προϊόντων υψηλής ποιότητας (με αποφυγή ποιοτικής υποβάθμισης)
- ✓ Δυνατότητα βελτίωσης παρουσίασης του προϊόντος

Συσκευασία σε Τροποποιημένη Ατμόσφαιρα: Πλεονεκτήματα

- ✓ Δυνατότητα διανομής των τροφίμων σε ακόμα πιο μακρινές αποστάσεις μιας και συντηρούνται άψογα
- ✓ Σημαντικό βήμα προς κατάργηση ή περιορισμό χρήσης χημικών συντηρητικών ως πρόσθετων στα τρόφιμα
- ✓ Η συσκευασία και έλεγχος ποιότητας των τροφίμων γίνονται σε ένα και μόνο κεντρικό σημείο
- ✓ Πιο υγιεινές και χρηστικές συσκευασίες χωρίς την διαρροή δυσάρεστων οσμών και γεύσεων
- ✓ CO_2 → μείωση ρυθμού αναπνοής φρέσκων φρούτων-λαχανικών. Σε περιεκτικότητες $>1\%$ (v/v) → ελαχιστοποίηση επίδρασης αιθυλενίου («ορμόνη» ωρίμανσης) στους φυτικούς ιστούς

Συσκευασία σε Τροποποιημένη Ατμόσφαιρα: Πλεονεκτήματα

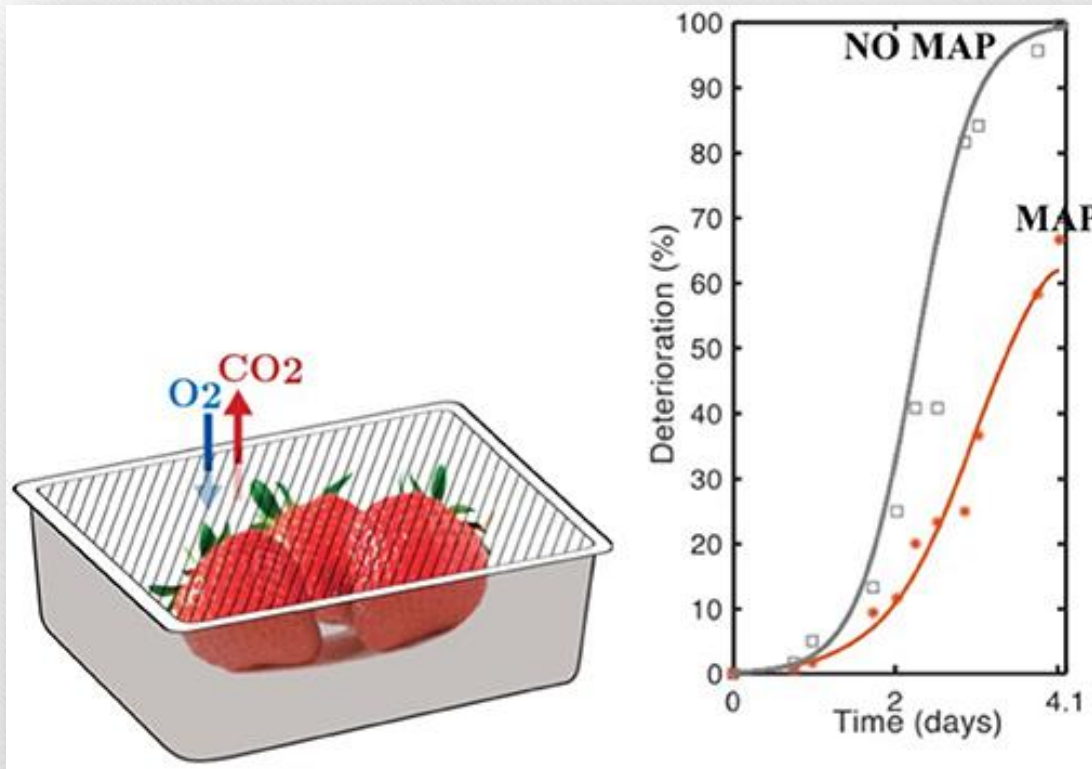
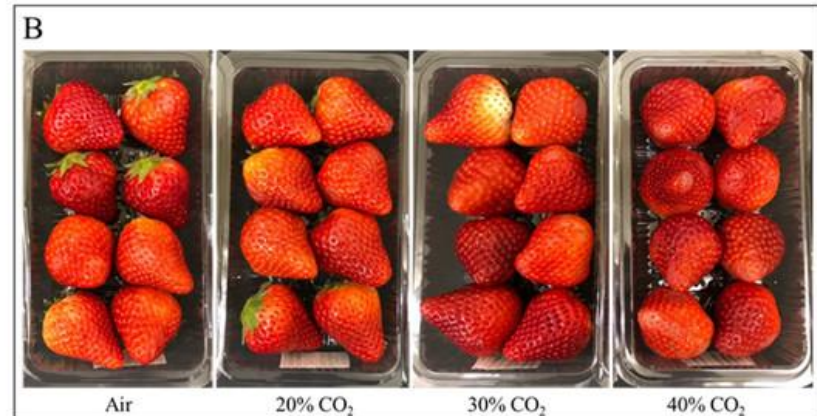
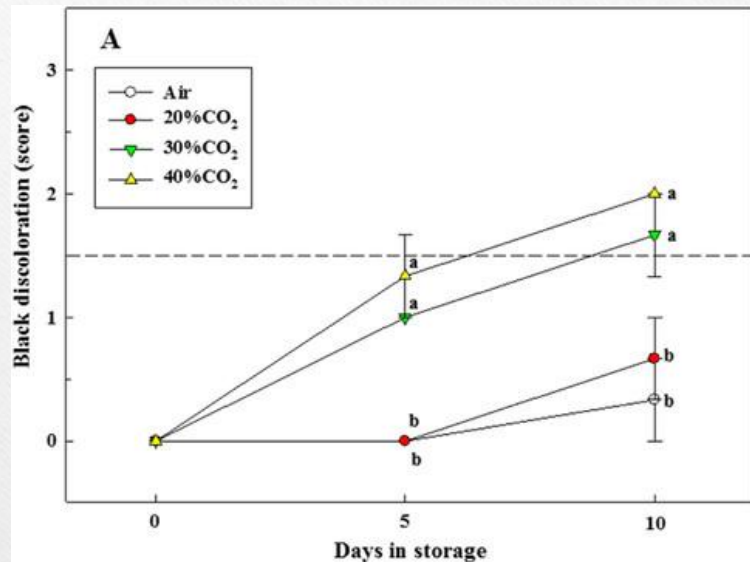


Figure 1. Benefit of MAP (Modified Atmosphere Packaging) compare to a control with NO MAP to limit the degradation rate of strawberries “Charlotte” variety (graph on the right)-adapted from Matar et al.

Συσκευασία σε Τροποποιημένη Ατμόσφαιρα: **Μειονεκτήματα**

-
- Ακριβός εξοπλισμός για την συσκευασία MAP
 - Κίνδυνος ανάπτυξης μικροοργανισμών σε περίπτωση κακού χειρισμού μηχανήματος
 - Απαίτηση μεγάλου χώρου αποθήκευσης
 - Σε περίπτωση διαρροής, εκμηδενισμός των πλεονεκτημάτων
 - Υψηλές συγκεντρώσεις CO₂ μπορούν να καταστρέψουν τους φυτικούς ιστούς των φρέσκων φρούτων και λαχανικών προκαλώντας αποχρωματισμό.
 - Πιθανότητα δημιουργίας δυσάρεστη οσμής και γεύσης σε λίπη και έλαια.

Συσκευασία σε Τροποποιημένη Ατμόσφαιρα: Μειονεκτήματα



Black discoloration of strawberry fruit stored in either air or high CO₂ CAs (20%, 30%, and 40%) for 10 d at 5 °C (A), and photographs of the strawberry fruit after 10 d of storage at 5 °C (B). Black discoloration score: 0 = none, 1 = slight, 2 = moderate, and 3 = severe. Broken line (score = 1.5) indicates the limitation of marketability. Symbols with different letters within in the same day in each graph are significantly different ($P \leq 0.05$). Vertical lines represent \pm SE.

Ευχαριστώ!



Πηγή:
[http://fibosa.com/en/
productes/categoria/4/
Packaging](http://fibosa.com/en/productes/categoria/4/Packaging)

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- R. T. Parry , Principles and Applications of Modified Atmosphere Packaging of Foods, Δεκ. 2012, Springer Science & Business Media
- Παπαδάκης Σ. , Σημειώσεις Μαθήματος Συσκευασίας Τροφίμων, Τμήμα Τεχνολογίας Τροφίμων, ΤΕΙ Αθήνας.
- http://dspace.aua.gr/xmlui/bitstream/handle/10329/6218/Pateraki_G.pdf?sequence=3
- https://www.control-technology.gr/bcm/uploads/upload_007.pdf
- <https://www.modifiedatmospherepackaging.com/>