



## Συσκευασία Τροποποιημένης Ατμόσφαιρας, MAP

Γράφει ο κ. Γιώργος Τσίτσης, M.Sc. Βιολογίας, MBA,  
Τμ. Ανάπτυξης έργων της Kapelis packaging

**Σ**ε άρθρο του προηγούμενου τεύχους αναλύθηκαν τα οφέλη της δημιουργίας κενού (vacuum) στη συσκευασία νωπού κρέατος και ιχθύος με έμφαση κυρίως στην ανάλυση της επίδρασης του Οξυγόνου στους ιστούς των τροφίμων αυτών. Το Οξυγόνο, ως χημικά πολύ ενεργό στοιχείο, αντιδρά ευθέως με το προϊόν οξειδώνοντάς το και συμβάλλοντας έτσι στην αποσύνθεσή του, ενώ παράλληλα ευνοεί την ανάπτυξη μικροβίων. Έτσι, ο χρόνος ζωής του προϊόντος παρατείνεται όταν αφαιρείται το  $O_2$  κατά τη συσκευασία κενού. Από την άλλη πλευρά όμως είδαμε ότι είναι επιθυμητή η παρουσία του στο **ερυθρό κρέας**. Το Οξυγόνο ενώνεται με τη Μυοσφαιρίνη, μία πρωτεΐνη του μυός, και είναι αυτή η ένωση που δίνει το λαμπερό κόκκινο χρώμα του κρέατος και το κάνει ελκυστικό στον καταναλωτή. Ένα τεμάχιο ερυθρού κρέατος, όσο φρέσκο και αν είναι, θα αποκτήσει ένα καφετί χρώμα άμα αφαιρεθεί το  $O_2$  δίνοντας την εσφαλμένη εντύπωση του 'μπαγιάτικου'. Έτσι, στη συγκεκριμένη περίπτωση

απαιτείται η παρουσία Οξυγόνου και αυτό μας οδηγεί στην ανάγκη να αναζητήσουμε μια πιο σύνθετη μέθοδο από την απλή άντληση του αέρα. Η παρουσία Οξυγόνου σημαίνει την παρουσία 'κάποιου αέρα', μιας 'ατμόσφαιρας' μέσα στη συσκευασία και μάλιστα κατάλληλα 'τροποποιημένης' για τις ιδιαιτερότητες του προϊόντος. Πρόκειται για τη **Συσκευασία Τροποποιημένης Ατμόσφαιρας** (Modified Atmosphere Packaging, ή τη γνωστή MAP).

Ο ατμοσφαιρικός αέρας αποτελείται κυρίως από Άζωτο  $N_2$  κατά ~78% και Οξυγόνο  $O_2$  κατά ~21% (20,95%). Το υπόλοιπο ~1% αποτελείται κυρίως από το αδρανές αέριο Αργό Ar και ίχνη άλλων αερίων μεταξύ των οποίων και το Διοξείδιο του Άνθρακα  $CO_2$  που τείνει μόλις στο 0,04% (τώρα, επί φαινομένου του θερμοκηπίου). Εάν αλλάξουμε ή τροποποιήσουμε τις αναλογίες των αερίων αυτών σε μία συσκευασία κρέατος ή οποιουδήποτε άλλου τροφίμου, τότε προκύπτει μια Τροποποιημένη Ατμόσφαιρα. Με σωστή επιλογή του μείγματος αερίων και τις κατάλληλες συνθήκες υγιεινής και θερμοκρα-

σίας αποθήκευσης το αποτέλεσμα θα είναι η σημαντική παράταση της διάρκειας ζωής του τροφίμου κατά μέσο όρο 2 – 4 φορές, και μάλιστα με φυσικό τρόπο, χωρίς την ανάγκη πρόσθετων συντηρητικών.

| Τρόφιμο             | Συσκευασμένο υπό αέρα | Συσκευασμένο υπό MAP |
|---------------------|-----------------------|----------------------|
| Βοδινό              | 4 ημέρες              | 12 ημέρες            |
| Χοιρινό             | 4 ημέρες              | 9 ημέρες             |
| Κοτόπουλο           | 6 ημέρες              | 18 ημέρες            |
| Μαγειρευμένα Κρέατα | 7 ημέρες              | 28 ημέρες            |
| Ιχθυηρά             | 2 ημέρες              | 10 ημέρες            |

Ενδεικτικοί χρόνοι ζωής προϊόντων κρέατος συσκευασμένων με και χωρίς MAP.

Το προαναφερθέν παράδειγμα του κόκκινου κρέατος ανήκει στις εξαιρέσεις. Στην πλειοψηφία των περιπτώσεων συσκευασίας τροφίμων φροντίζουμε να απουσιάζει το Οξυγόνο και έτσι χρησιμοποιούνται κυρίως μείγματα Αζώτου και Διοξειδίου του Άνθρακα σε διάφορες αναλογίες, συνήθως 80%-20% ή 70%-30%.

Έτσι, σε ένα τυπικό μείγμα 80%-20% έχουμε αντικαταστήσει το ~20% του ατμοσφαιρικού Οξυγόνου με ένα 20% Διοξειδίου διατηρώντας το ίδιο ποσοστό Αζώτου (80%).

### Ο ρόλος των αερίων στη MAP

Το μόριο του Αζώτου  $N_2$ , ένα άοσμο, άχρωμο, άγευστο και διαφανές αέριο, αποτελείται από δύο άτομα Αζώτου ισχυρά ενωμένα μεταξύ τους (με τριπλό δεσμό). Έτσι, δε διασπάται εύκολα, δε συμμετέχει διπλ. σε χημικές αντιδράσεις και πρακτικά συμπεριφέρεται σαν αδρανές αέριο. Δεν βλάπτει, ούτε και οφελεί τα μικρόβια ή τους ιστούς του προϊόντος. Επομένως προκαλεί παύση της ανάπτυξης των βακτηρίων μη “βοηθώντας” τα αλλά και χωρίς να τα σκοτώνει (Βακτηριόσταση).

Το Διοξείδιο του Άνθρακα  $CO_2$  είναι απαραίτητο για την ανάπτυξη σχεδόν όλων των βακτηρίων, αλλά εντός χαμηλών ορίων, το πολύ έως 10%. Σε συγκεντρώσεις μεγαλύτερες του 20% και 30%, όπως συναντούμε στα μείγματα αερίων, γίνεται τοξικό, ειδικά για τα αερόβια βακτήρια (στον άνθρωπο το  $CO_2$  γίνεται τοξικό σε συγκεντρώσεις μόλις του 8% και άνω προκαλώντας παραισθήσεις και απώλεια συνείδησης, σε μεγαλύτερες το θάνατο). Επομένως, σε αντίθεση με το Άζωτο που ούτε οφελεί, ούτε βλάπτει τους μικροοργανισμούς, το  $CO_2$  είναι ευθέως βακτηριοκτόνο (και το αδικούμε στην περίπτωση που χρησιμοποιούμε την έκφραση “συσκευάζουμε με Αζωτο”).

Από τη στιγμή που το  $CO_2$  είναι αυτό που έχει αντιμικροβιακή δράση, ενώ συμβαίνει να είναι και οικονομικό στην παραγωγή του, τότε γιατί να υπάρχει η ανάγκη ανάμειξής του με Άζωτο;

Ένας λόγος είναι ο εξής: μέρος του  $\text{CO}_2$  διαλύεται στο νερό, αντιδρά με αυτό και παράγεται ανθρακικό οξύ ( $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{CO}_3$ ) κάτι που μειώνει το pH, δηλ. το κάνει όξινο. Η διαλυτότητα του  $\text{CO}_2$  στο νερό μάλιστα, αυξάνει όσο μειώνεται η θερμοκρασία και τα προϊόντα κρέατος αποθηκεύονται σε χαμηλές θερμοκρασίες. Έτσι, το  $\text{CO}_2$  διαλυόμενο στα υγρά του προϊόντος προσφέρει μια επιπλέον αντιμικροβιακή δράση αφού τα περισσότερα βακτήρια αναπτύσσονται σε ουδέτερο pH +/-7 και ένα όξινο pH δεν τα ευνοεί. Ταυτόχρονα όμως το όξινο pH σημαίνει και όξινη (ξινή) γεύση, επομένως δε μπορούμε να χρησιμοποιούμε  $\text{CO}_2$  απεριόριστα γιατί αλλοιώνεται η γεύση του προϊόντος. Πρέπει να “συμπληρώσουμε” το μείγμα αερίων με το πιο ουδέτερο Άζωτο. Άλλοι, πιο σύνθετοι λόγοι που εξηγούν την ανάγκη χρήσης μειγμάτων αερίων αφορούν στο γεγονός ότι υπάρχει πληθώρα οικογενειών μικροβίων, κάθε μία με διαφορετικές και ενίοτε αντικρουόμενες ανάγκες σε ατμοσφαιρικές συνθήκες όπως π.χ. τα αερόβια και τα αναερόβια βακτήρια με εντελώς αντίθετες απαιτήσεις (στα μεν πρώτα το  $\text{O}_2$  είναι απαραίτητο, ενώ στα δεύτερα είναι τοξικό). Άρα χρειάζονται διάφοροι συνδυασμοί αερίων, κάτι που ορίζεται κάθε φορά από την ευρεία επιστήμη της τεχνολογίας τροφίμων κατόπιν μελέτης των ιδιοσυμπεριφορών του προϊόντος. Παρατίθεται ωστόσο στη συνέχεια πίνακας με ενδεικτικά μείγματα αερίων.

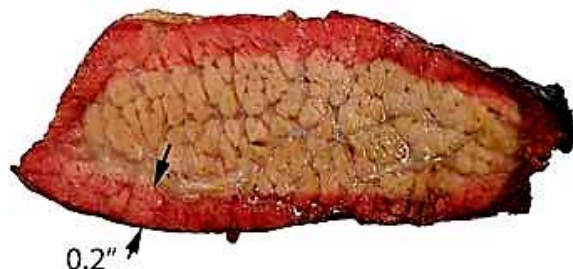
| Παραδείγματα μειγμάτων αερίων συσκευασίας τροποποιημένης ατμόσφαιρας ανά κατηγορία προϊόντων |                 |                |                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|----------------|----------------|
| Κατηγορία προϊόντος                                                                          | % $\text{CO}_2$ | % $\text{O}_2$ | % $\text{N}_2$ |
| Φρέσκο ερυθρό κρέας                                                                          | 30              | 30             | 40             |
|                                                                                              | 15 - 40         | 60 - 85        | 0              |
| Καπνιστό κρέας                                                                               | 20 - 50         | 0              | 50 - 80        |
| Πουλερικά                                                                                    | 25 - 30         | 0              | 70 - 75        |
|                                                                                              | 60 - 75         | 5 - 10         | 15 - 35        |
|                                                                                              | 100             | 0              | 0              |
|                                                                                              | 20-40           | 60-80          | 0              |
| Χοιρινό                                                                                      | 20              | 80             | 0              |
| Επεξεργασμένο κρέας                                                                          | 0               | 0              | 100            |
| Λευκοί ιχθύες                                                                                | 40              | 30             | 30             |
| Λιπαροί ιχθύες                                                                               | 40              | 0              | 60             |
|                                                                                              | 60              | 0              | 40             |
| Ψητό φαγητό                                                                                  | 20 - 70         | 0              | 20 - 80        |
|                                                                                              | 0               | 0              | 100            |
|                                                                                              | 100             | 0              | 0              |

Πηγή: US Food & Drug Administration, [www.fda.gov](http://www.fda.gov)

## Άλλα αέρια

Όπως είδαμε, το γενικά ανεπιθύμητο  $\text{O}_2$  είναι επιθυμητό στην περίπτωση του κόκκινου κρέατος και συμμετέχει σε

μεγάλα ποσοστά στα συγκεκριμένα μείγματα αερίων. Επειδή όμως δεν παύει να είναι επιβλαβές στο προϊόν, έχουν γίνει εναλλακτικά πειράματα με Μονοξειδίο του Άνθρακα CO το οποίο επίσης δεσμεύεται στη Μυογλοβίνη (Καρβοξυ-μυογλοβίνη αντί της Οξυ-μυογλοβίνης) και δημιουργείται και πάλι το ‘ζωντανό’ ερυθρό χρώμα σε μια πιο ροζ απόχρωση. Το CO ωστόσο είναι εξαιρετικά τοξικό για τον άνθρωπο αλλά και εύλεκτο και έτσι δεν επιτρέπεται η χρήση του στην παραγωγή για λόγους ασφαλείας.



Τομή ερυθρού κρέατος συσκευασμένου σε Μονοξειδίο του Άνθρακα.

Γενικά, τα αέρια που περιέχουν  $\text{O}_2$ ,  $\text{O}_3$  (όξον)  $\text{CO}_2$  και CO είναι τοξικά σε πλειάδα μικροοργανισμών. Η δράση τους επηρεάζεται από τη σύνθεση του αερίου καθώς και την υδατινή και λιπώδη φάση του προϊόντος με την οποία αλλη-



λεπιδρούν. Ελεύθερες ρίζες  $\text{O}_2$  που δημιουργούνται από τα  $\text{O}_2$  και  $\text{O}_3$  είναι εξαιρετικά δραστικές χημικά και πολύ τοξικές στα αναερόβια βακτήρια, ακόμα και στα αερόβια σε υψηλές συγκεντρώσεις.

Άλλο αέριο που χρησιμοποιείται στην τεχνολογία MAP (όχι τόσο στη βιομηχανία κρέατος) είναι η Αιθανόλη  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ . Έχει αποδειχθεί ότι αναστέλλει την ανάπτυξη μικροοργανισμών σε αγροτικά προϊόντα όπως τα σταφύλια. Παρόμοιες δράσεις εμφανίζει και το Διοξειδίο του Θείου  $\text{SO}_2$ .

Το Αργό Ar ανήκει στην ομάδα των ευγενών αερίων (όπως το Ήλιο και το Νέον) και ως τέτοιο είναι εντελώς αδρανές. Μπορεί να αντικαταστήσει το Άζωτο σε ειδικές περιπτώσεις. ■