



1η ΕΚΔΟΣΗ  
1936

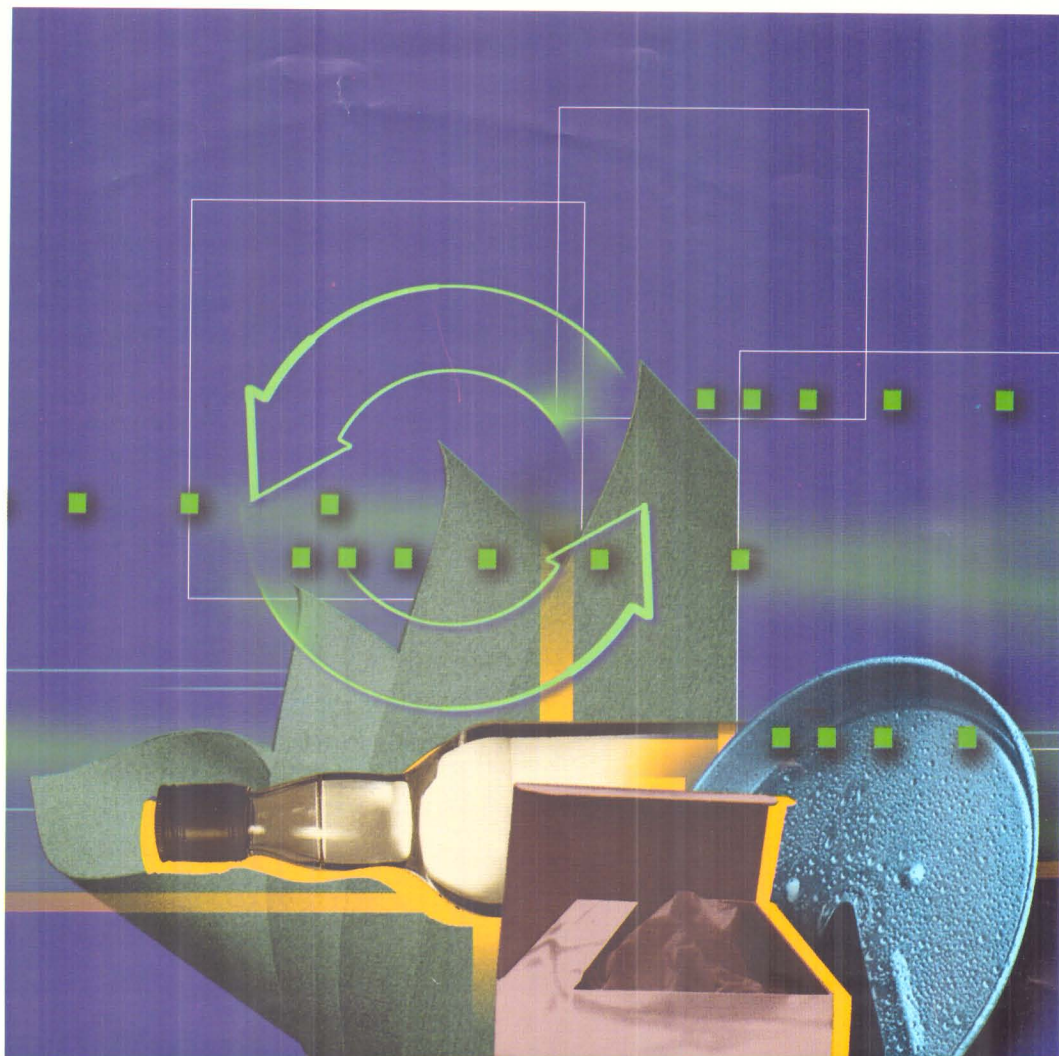
ΕΝΤΥΠΟ ΚΛΕΙΣΤΟ. ΑΡ. ΑΔ. 899/95  
ΕΝΩΣΗ ΕΛΛΗΝΩΝ ΧΗΜΙΚΩΝ  
ΚΑΝΙΤΟΣ 27 - 106 82 ΑΘΗΝΑ

ISSN 0356-5526 • ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2002 • ΤΕΥΧΟΣ 10 • ΤΟΜΟΣ 64  
CCG EAC 64 (9) • 225-272 • OCTOBER 2002 • ISSUE 10 • VOL. 64



# ΧΗΜΙΚΑ ΧΡΟΝΙΚΑ

ΓΕΝΙΚΗ ΕΚΔΟΣΗ



ΑΦΙΕΡΩΜΑ

Συσκευασία

CHEMICA CHRONICA • General Edition

10/02

Association of Greek Chemists

# Προετοιμασία δείγματος στο μικροβιολογικό εργαστήριο τροφίμων

*Εξασφαλίστε το αποτέλεσμα*

## DILUMAT<sup>®</sup> 4

**Ο σταθμικός αραιωτής**

**Τρεις διαδικασίες με ένα όργανο**

- Ζύγιση, Προσθήκη Διαλύτη, Δημιουργία και Εκτύπωση Στοιχείων Δείγματος
- Απόλυτη Ανιχνευσιμότητα Δείγματος
- Εξοικονόμηση Χρόνου



## MIX 1<sup>®</sup>

**Ο κορυφαίος Ομογενοποιητής**

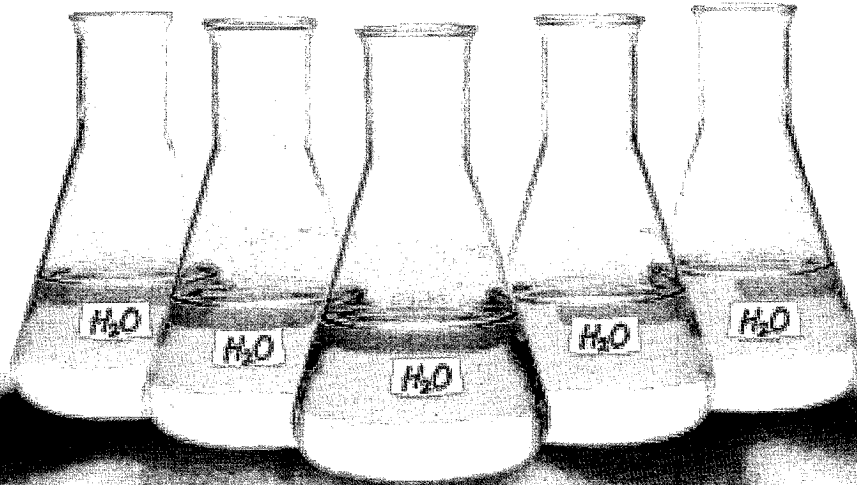
Το Mix 1 είναι Εξαιρετικά Αποτελεσματικό, ακόμα και με τα πιο δύσκολα δείγματα



Βιβλιοθήκη  
Στέφανου (1934-2012) &  
Αλεξάνδρα Κώνστα (1936-2021)

8/1/03

MILLIPORE



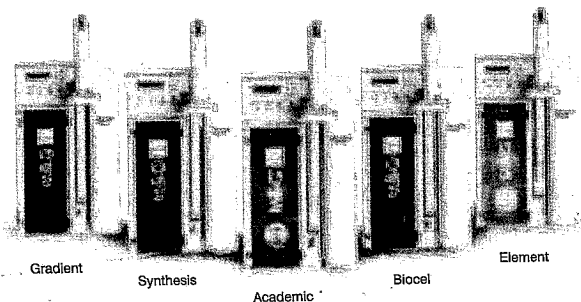
when the solution  
becomes visible

Οποίες και αν είναι οι απαιτήσεις σας σε υπερκάθαρο νερό σε βιολογικές/βιοχημικές ή Αναλυτικές εφαρμογές, όπως π.χ. έλεγχος υπολειμματικών ουσιών στα τρόφιμα/ποτά ή το περιβάλλον, υπάρχει ένα **Milli-Q** που τις υπερκαλύπτει.

Για κάθε επιπλέον πληροφορία και εξυπηρέτηση ελάτε σε επαφή μαζί μας

### **ΜΑΛΒΑ ΕΠΕ**

Ηλυσίων 13, 145 64 Ν. Κηφισιά, Αθήνα  
Τηλ.: 010 8000 904, Fax: 010 8001 424  
e-mail: sales@malva.gr  
Web: www.malva.gr



## Προληπτική Συντήρηση Η/Μ Εγκαταστάσεων

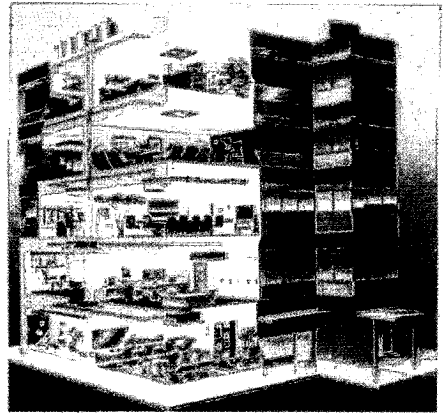
✓ Μείωση κόστους λειτουργίας με αντίστοιχη αύξηση παραγωγής

## Ανακατασκευή Κτιρίων

✓ Εγγυημένο κόστος και χρονική διάρκεια

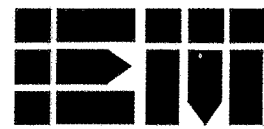
### Εφαρμογές σε:

• Ξενοδοχεία • Βιομηχανίες • Κτίρια Γραφείων • Τράπεζες



### ΠΕΛΑΤΕΣ ΜΑΣ:

- |                             |                        |
|-----------------------------|------------------------|
| ☐ SOCIETE GENERALE SA       | ☐ ΑΣΤΕΡΑΣ ΒΟΥΛΙΑΓΜΕΝΗΣ |
| ☐ ΒΑΡΑΓΚΗΣ                  | ☐ ALLIANZ A.E.         |
| ☐ ΓΕΡΜΑΝΟΣ Α.Ε.             | ☐ ΣΑΡΑΝΤΗΣ ΑΒΕΕ        |
| ☐ BANK OF AMERICA           | ☐ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΠΙΣΤΗ      |
| ☐ NATIONAL WESTMINSTER BANK | ☐ ΑΛΦΑ ΑΣΦΑΛΙΣΤΙΚΗ     |



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΗ Α.Ε.

Βουλγαροκτόνου 1, 11 471 Αθήνα, Τηλ.: 3616460 - 1, Fax: 3616462, e-mail: hel-eng@panafonet.gr

\* σε πωλήσεις

## MOTOR OIL

Η μεγαλύτερη\* ελληνική  
ιδιωτική βιομηχανία  
δημιουργεί ενέργεια  
και ανοίγει ορίζοντες  
σε όλο τον κόσμο.

ΔΙΥΛΙΣΤΗΡΙΟ:  
Τ.Θ. 23, 291 00 ΚΟΡΙΝΘΟΣ  
ΤΗΛ.: 27410.48.602, 48.702,  
FAX: 27410.49.001, 49.101, 48.255.

ΚΕΝΤΡΙΚΑ ΓΡΑΦΕΙΑ:  
ΗΡΩΔΟΥ ΤΟΥ ΑΓΓΙΚΟΥ 12Α,  
151 24 ΜΑΡΟΥΣΙ,  
ΤΗΛ.: 210.80.94.000, FAX: 210.80.94.444.

 **MOTOR OIL** (HELLAS)

Αξία χωρίς σύνορα



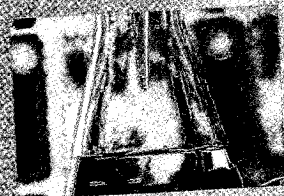
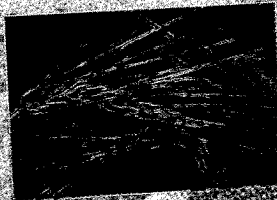
# ΜΟΣΧΟΛΙΟΣ

## ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΧΗΜΙΚΗΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ Α.Ε.

Η μακρόχρονη εμπειρία της εταιρείας και η γνώση της Ελληνικής αγοράς εγγυάται την άρτια τεχνική και εμπορική εξυπηρέτηση των πελατών.

Με μία εξειδικευμένη υποστήριξη από άρτια εκπαιδευμένες ομάδες χημικών, τεχνολόγων, γεωπόνων στον κάθε τομέα και με στενή συνεργασία με τους μεγαλύτερους παραγωγούς χημικών σε όλο τον κόσμο, η εταιρεία ΜΟΣΧΟΛΙΟΣ προμηθεύει πρώτες και βοηθητικές ύλες τους παρακάτω τομείς πάνω από 50 χρόνια:

- ΤΡΟΦΙΜΩΝ - ΠΟΤΩΝ
- ΧΡΩΜΑΤΩΝ - ΒΕΡΝΙΚΙΩΝ
- ΦΑΡΜΑΚΩΝ - ΚΑΛΛΥΝΤΙΚΩΝ
- ΒΥΡΣΟΔΕΨΙΑΣ
- ΚΛΩΣΤΟΥΨΑΝΤΟΥΡΓΙΑΣ
- ΑΠΟΡΡΥΠΑΝΤΙΚΩΝ - ΑΠΟΛΥΜΑΝΤΙΚΩΝ
- ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΝΕΡΟΥ - ΛΥΜΑΤΩΝ
- ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΜΕΤΑΛΛΩΝ
- ΒΑΦΕΙΩΝ ΦΙΝΙΡΙΣΤΗΡΙΩΝ
- ΧΗΜΙΚΩΝ ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΙΩΝ
- ΜΙΚΡΟΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ (ΟΡΓΑΝΑ - ΓΥΑΛΙΚΑ)
- ΧΗΜΙΚΩΝ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΩΝ
- ΓΕΩΡΓΙΑΣ & ΚΤΗΝΟΤΡΟΦΙΑΣ



ΑΘΗΝΑ: ΚΕΝΤΡΙΚΑ ΓΡΑΦΕΙΑ: ΚΟΥΜΟΥΝΔΟΥΡΟΥ 37, 104 37 ΑΘΗΝΑ, ΤΗΛ: 52.45.811-18, FAX: 52.48.622, TELEX: 210406 IMOK GR  
 ΑΠΟΘΗΚΕΣ ΜΑΓΟΥΛΑΣ: ΘΕΣΣ. ΧΑΒΘΣ, ΤΗΛ: 55.50.452, FAX: 55.51.790  
 ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ ΓΡΑΦΕΙΑ: ΑΠΟΘΗΚΕΣ: 126 ΧΛΜ Πιλαίας, Εθνικής Οδού Θεσ/νίκης - Κιλκίς, 54500 ΝΕΟΧΩΡΟΥΔΑ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ  
 ΤΗΛ: 031-7881002-3, FAX: 031-787570, TELEX: (041) 2132 IMOK GR

# ΧΗΜΙΚΑ ΧΡΟΝΙΚΑ

ΕΠΙΣΗΜΟ ΟΡΓΑΝΟ ΤΗΣ ΕΝΩΣΗΣ ΕΛΛΗΝΩΝ ΧΗΜΙΚΩΝ

Ν.Π.Δ.Δ., Κάνιγγος 27, 106 82 Αθήνα, Τηλ.: 210 3821 524 - 210 3832 151 - Fax: 210 3833 597  
http://www.eex.gr, e-mail E.E.X.: info@eex.gr, e-mail X.X.: chemchro@eex.gr

## Η Διοικούσα επιτροπή της ΕΕΧ:

Καζάνης Μ. (Πρόεδρος)  
Κατσαρός Ν. (Α' Αντιπρόεδρος), Ταραντίλης Δ. (Β' Αντιπρόεδρος)  
Χάλαρης Μ. (Γεν. Γραμματέας), Αρβανίτης Γ. (Ταμίας)  
Σειραγάκης Γ. (Ειδ. Γραμματέας), Βαρδουλάκης Εμ., Γαγλιás Ι.,  
Δασκαλόπουλος Γ., Κοΐνης Σ., Πλαστήρας Β. (Σύμβουλοι)

## Περιφερειακά τμήματα της ΕΕΧ:

- **Αττικής και Κυκλάδων** (Πρόεδρος: Α. Κομπός)  
Κάνιγγος 27, 10682 Αθήνα, τηλ.: 210 3821524, 210 3829266  
Fax: 210 3833597, e-mail: info@eex.gr
- **Κεντρικής και Δυτικής Μακεδονίας** (Πρόεδρος: Β. Πλαστήρας)  
Αριστοτέλους 6, 54623 Θεσσαλονίκη, τηλ. και fax: 2310 278077,  
e-mail: eexmaced@the.forthnet.gr
- **Πελοποννήσου και Δυτικής Ελλάδας** (Πρόεδρος: Κ. Κολλιόπουλος)  
Αράτου 21, 26221 Πάτρα, τηλ. και fax: 2610 224991
- **Κρήτης** (Πρόεδρος: Α. Τριανταφυλλάκης)  
Τ.Θ. 1335, 71110 Ηράκλειο, τηλ. και fax: 2810 220292,  
e-mail: eex\_kritis@hotmail.com
- **Θεσσαλίας** (Πρόεδρος: Α. Κανλής)  
Σκενδεράνη 2, 38221 Βόλος, τηλ. και fax: 24210 37421,  
e-mail: eexthes@internet.gr
- **Ηπείρου-Κερκύρας-Λευκάδας** (Πρόεδρος: Τ. Αλμπάνης)  
Χαρ. Τρικούπη 6, 45332 Ιωάννινα,  
τηλ. και fax 26510 75695, e-mail: talbanis@cc.uoi.gr
- **Αν. Στερεάς Ελλάδας-Εύβοιας-Ευρυτανίας** (Πρόεδρος: Γ. Γούλα)  
Λεβαδίτου 2, 35100 Λαμία, τηλ. 22310 25388
- **Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης** (Πρόεδρος: Σ. Μίχα)  
Τ.Θ. 1418, 65110 Καβάλα, τηλ. και fax: 2510 831048,  
e-mail: himkavpt@otenet.gr
- **Βορείου Αιγαίου** (Πρόεδρος: Ηλ. Πολυκινιάτης)  
Ηλία Βενέζη 1, 81100 Μυτιλήνη, τηλ. και fax: 22510 28183  
e-mail: naegean\_eex@aegean.gr
- **Νοτίου Αιγαίου** (Πρόεδρος: Δ. Οικονομίδης)  
Κλ. Πέππερ 1, 85100 Ρόδος, τηλ.: 22410 28638, 22410 37522,  
fax: 22410 35623, 22410 37522, e-mail: eex@rho.forthnet.gr

- **Ιδιοκτήτης:** Ένωση Ελλήνων Χημικών
- **Εκδότης:** Ο Πρόεδρος της Ε.Ε.Χ. Μιχάλης Καζάνης
- **Αρχισυντάκτης:** Περικλής Παπαδόπουλος
- **Αναπληρωτής Αρχισυντάκτης:** Π. Σίσκος
- **Μέλη Συντακτικής Επιτροπής:** Α. Ζαμπετιάκης, Σ. Κάκαρη, Π. Κυπριανίδου, Χ. Μακεδόνας, Π. Μπότσας
- **Εκπρόσωπος της Δ.Ε της Ε.Ε.Χ στην Συντακτική Επιτροπή:** Μιχάλης Χάλαρης
- **Τιμή Τεύχους:** 3 €
- **Συνδρομές:** Βιομηχανίες-Οργανισμοί: 74 € - Ιδιώτες: 40 €, Φοιτητές: 15 €  
Συνδρομή Εξωτερικού: \$120
- **Βοηθός Έκδοσης (Επιμέλεια Ύλης):** Χαρούλα Ρούντα
- **Σχεδίαση - Παραγωγή έκδοσης:** ΕΚΔΟΤΙΚΗ 3D - Ρ. Δημακοπούλου & ΣΙΑΕΕ,  
Βουλιαγμένης 49, Αθήνα 11636, τηλ.: 210 9212158, fax 210 9222743
- **Υπεύθυνος διαφημίσεων:** Νίκος Τσούνης
- **Διαφημίσεις:** Αλέξανδρος Παπαδόπουλος, Βάνα Διαμαντοπούλου,  
Αρετή Κατή, Θεόδωρος Δρακόπουλος
- **DTP Service:** SHARPEN, Φίλωνος 64, Δάφνη, τηλ.: 210 9709586
- **Εκτύπωση-Βιβλιοδεσία:** Περναντιός-Κανάκης ΟΕ
- **Αποστολή:** Ευάγγελος Μοσχόφης

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>Επικαιρότητα</b> .....	<b>277</b>
Αντί προλόγου .....	
Δρ. Μιχαήλ Χάλαρης .....	<b>280</b>
<b>Συνεντεύξεις</b> .....	
Συνέντευξη της Υπουργού Π.Ε.Χ.Δ.Ε. κ. Βάσως Παπανδρέου .....	<b>279</b>
Συνέντευξη του Γεν. Διευθυντή Σ.Ε.Χ.Β κ. Παναγιώτη Σκαρλάτου .....	<b>281</b>
<b>Άρθρα</b> .....	
Βιοδιασπώμενα ή βιοαποικοδομήσιμα πολυμερή και εφαρμογές τους στη συσκευασία τροφίμων .....	
Ιωάννης Σ. Αρβαντιογιάννης .....	<b>284</b>
Ενεργές και έξιπνες συσκευασίες τροφίμων .....	
Σπυρίδων Ε. Παπαδάκης .....	<b>290</b>
Συσκευασία τροφίμων σε τροποποιημένες ατμόσφαιρες .....	
Γεώργιος Μπόσκος .....	<b>296</b>
Χρονοθερμοκρασιακοί Δείκτες (ΤΠ): Εφαρμογή στη διαχείριση της ψυκτικής αλυσίδας τροφίμων .....	
Πέτρος Σ. Ταούκης .....	<b>302</b>
Φυσικοχημικές και μηχανικές ιδιότητες πειραματικών συνεξωθημένων μεμβρανών συσκευασίας περιεχοσών εσωτερικό στρώμα ανακυκλωμένου πολυαιθυλενίου .....	
Α. Μπαδέκα, Α. Ε. Γούλας, Α. Αδαμαντιάδη και Μ. Γ. Κοντομηνάς .....	<b>304</b>
Ο Βιομηχανικός Σχεδιασμός της Συσκευασίας, συνδετικός κρίκος μεταξύ Τεχνολογίας και Περιβάλλοντος .....	
Ξενοφών Ρητσόπουλος .....	<b>312</b>
Το PET στη Συσκευασία Μπύρας .....	
Αριστοτέλης Ζαμπετιάκης, Κωνσταντίνος Σωτηρίου, Δρ. Κώστας Φραντζικινάκης .....	<b>315</b>
Polyethylene Terephthalate (PET): Ενα ραγδαία αναπτυσσόμενο πολυμερές σαν υλικό συσκευασίας .....	
Κ. Παπαμαργαρίτης .....	<b>318</b>

Θέμα εξωφύλλου: Συσκευασία - Ανακύκλωση



## ΡΥΘΜΙΣΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΥΠΟΧΡΕΩΣΕΩΝ ΜΕΛΩΝ Ε.Ε.Χ.

1) Το παράβολο για την εγγραφή μέλους στην Ε.Ε.Χ., καθώς και για την έκδοση ταυτότητας μέλους, κάθε μορφής πιστοποιητικού, κ.λπ. καθορίζεται στα **3 ευρώ**.

2) Η ετήσια συνδρομή των μελών προς την Ε.Ε.Χ. για τα έτη 2002 και 2003 καθορίζεται στα **40 ευρώ**.

3) Τα νέα μέλη (νέοι πτυχιούχοι Χημικοί) απαλλάσσονται από την υποχρέωση καταβολής συνδρομής για το χρονικό διάστημα από τη λήψη του πτυχίου τους ή την αναγνώριση του τίτλου σπουδών τους από το ΔΙΚΑΤΣΑ μέχρι τη συμπλήρωση του αντίστοιχου ημερολογιακού έτους, ενώ για τα επόμενα 5 ημερολογιακά έτη θα καταβάλλουν το 25% της εκάστοτε ισχύουσας ετήσιας συνδρομής. Τα παραπάνω ισχύουν με την προϋπόθεση ότι θα εγγραφούν και θα τακτοποιήσουν τις οικονομικές τους υποχρεώσεις προς την Ε.Ε.Χ. μέχρι το τέλος της παραπάνω πενταετίας.

4) Τα Ομότιμα Μέλη (συνταξιούχοι Χημικοί) απαλλάσσονται της υποχρέωσης καταβολής ετήσιας συνδρομής μετά από τη λήξη του ημερολογιακού έτους εντός του οποίου συνταξιοδοτήθηκαν. Οφείλουν όμως να τακτοποιήσουν προηγούμενες οικονομικές τους υποχρεώσεις προς την Ε.Ε.Χ..

Εφόσον το θελήσουν δύνανται να διατηρήσουν το δικαίωμα να ψηφίζουν και να ψηφίζονται, υπό την προϋπόθεση ότι θα καταβάλλουν το 50% της εκάστοτε ισχύουσας ετήσιας συνδρομής συνεχώς μετά τη συνταξιοδότησή τους. Για το σκοπό αυτό υποβάλλουν σχετική δήλωση κατά την παραλαβή της βεβαίωσης μέλους από την Ε.Ε.Χ. κατά το χρόνο της συνταξιοδότησής τους.

Σε περίπτωση που θελήσουν να αποκτήσουν το παραπάνω δικαίωμα σε χρόνο μεταγενέστερο της συνταξιοδότησής τους, τότε υποχρεούνται σε αναδρομική καταβολή του 50% των ετησίων συνδρομών.

### 5) ΕΞΟΦΛΗΣΗ ΛΗΞΙΠΡΟΘΕΣΜΩΝ ΣΥΝΔΡΟΜΩΝ ΕΝΔΙΑΜΕΣΩΝ ΕΤΩΝ

Τα εγγεγραμμένα **μέχρι την 31/12/2001** μέλη της ΕΕΧ που οφείλουν συνδρομές ενδιάμεσων ετών πριν από το 1990 (συμπεριλαμβανομένου) δύνανται να τις καταβάλλουν με το ποσό της συνδρομής που ίσχυε το 1990 (δηλαδή 3.072 δρχ.). Οι ενδιάμεσες οφειλές ετών από το 1990 και μετά θα καταβληθούν με τα ποσά συνδρομών που ίσχυαν τα αντίστοιχα έτη (\*).

Το δικαίωμα αυτό μπορούν να το ασκήσουν μέχρι την 31/12/2002. Στην αντίθετη περίπτωση οι ετήσιες συνδρομές που θα εισπράττονται στο μέλλον (μετά την 31/12/2002) θα πιστώνουν αντίστοιχες οφειλές προηγούμενων ετών και μέχρι την εξόφλησή τους, ξεκινώντας από το παλαιότερο οφειλόμενο έτος.

### 6) ΕΞΟΦΛΗΣΗ ΛΗΞΙΠΡΟΘΕΣΜΩΝ ΣΥΝΔΡΟΜΩΝ ΣΥΝΕΧΟΜΕΝΩΝ ΕΤΩΝ

(i) Οι οφειλόμενες συνεχόμενες συνδρομές των ετών 1995 (συμπεριλαμβανομένου) μέχρι και 2001 θα εξοφλούνται με την αντίστοιχη συνδρομή που ίσχυε για τα έτη αυτά (\*).

(ii) Οι οφειλόμενες συνεχόμενες συνδρομές των ετών 1991 (συμπεριλαμβανομένου) μέχρι και 1994 δύνανται να εξοφληθούν με την καταβολή 11.370 δρχ. (συνδρομή έτους 1995).

(iii) Οι οφειλόμενες συνεχόμενες συνδρομές ετών παλαιότερων του

1990 (συμπεριλαμβανομένου) δύνανται να εξοφληθούν με την καταβολή 6.750 δρχ. (50% συνδρομής έτους 2001).

(iv) Οι παραπάνω περιπτώσεις (ii) και (iii) θα ισχύσουν υπό την προϋπόθεση ότι θα καταβληθούν όλες οι οφειλόμενες συνδρομές των ετών μέχρι το 2001.

(v) Η εξόφληση των οφειλόμενων συνεχών συνδρομών πρέπει να γίνει **μέχρι 31/12/2002**.

(vi) Στην αντίθετη περίπτωση οι ετήσιες συνδρομές που θα εισπράττονται στο μέλλον (μετά την 31/12/2002) θα πιστώνουν αντίστοιχες οφειλές προηγούμενων ετών και μέχρι την εξόφλησή τους, ξεκινώντας από το παλαιότερο οφειλόμενο έτος.

7) Τις ρυθμίσεις που προβλέπονται στις παραγράφους 5) και 6) μπορούν να αξιοποιήσουν μέλη της Ε.Ε.Χ. τα οποία δεν έχουν αξιοποιήσει προηγούμενες ρυθμίσεις (1<sup>ος</sup> Διακανονισμός - 1993 και 2<sup>ος</sup> Διακανονισμός - 1995), ενώ δίνεται η δυνατότητα εξόφλησης και με πιστωτικές κάρτες.

### 8) ΕΞΟΦΛΗΣΗ ΛΗΞΙΠΡΟΘΕΣΜΩΝ ΣΥΝΔΡΟΜΩΝ ΜΗ ΕΓΓΕΓΡΑΜΜΕΝΩΝ ΜΕΛΩΝ

Για τους συναδέλφους, από τους οποίους έχει γίνει παρακράτηση συνδρομής από τον εργοδότη τους, που θα εγγραφούν στην Ε.Ε.Χ. **μέχρι την 31/12/2002** ισχύουν οι ευνοϊκές ρυθμίσεις της παραπάνω παραγράφου 5).

9) Μετά την **31η Δεκεμβρίου 2002**, οπότε παύουν να ισχύουν οι ρυθμίσεις για τις ληξιπρόθεσμες συνδρομές, η εξόφληση των συνδρομών παρελθόντων ετών θα γίνεται με το χρηματικό ποσό που ισχύει για το τρέχον έτος.

(\*) 1991 έως και 1993 = 5.120 δρχ., 1994 = 9.914 δρχ., 1995 = 11.370 δρχ., 1996 = 12.410 δρχ., 1997 έως και 2001 = 13.500 δρχ.

**ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ ΤΜΗΜΑ**  
**ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ**  
**ΑΝΑΛΥΤΙΚΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ**

Είναι γνωστός ο ρόλος της Αναλυτικής Χημείας στον έλεγχο της ποιότητας των προϊόντων και διαφόρων αγαθών. Ο έλεγχος των χημικών παραμέτρων των προϊόντων απαιτεί σήμερα την εφαρμογή διάφορων διεθνών προτύπων ποιότητας (ISO 17025 κ.τ.λ.), την ανάδειξη και τη διαπίστευση των χημικών εργαστηρίων, τη χρησιμοποίηση υλικών αναφορών, τη συμμετοχή σε διεργαστηριακές συγκρίσεις, κ.τ.λ.

Σε ευρωπαϊκό επίπεδο λειτουργεί η EURACHEM "A FOCUS FOR ANALYTICAL CHEMISTRY", καθώς και η METROLOGY IN CHEMISTRY. Συνεπώς κρίνεται αναγκαία η ενεργοποίηση των Επιτροπών αυτών και στη χώρα μας.

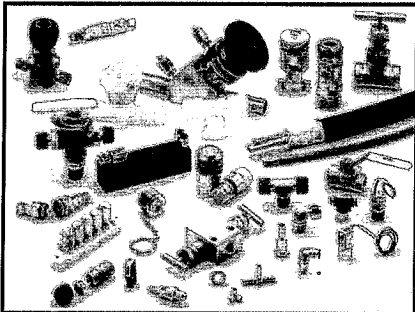
Η ΕΕΧ είχε ιδρύσει το Επιστημονικό Τμήμα «ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΧΗΜΕΙΑ» και σήμερα καθίσταται αναγκαία η επαναδραστικοποίησή του.

Παρακαλούνται οι συνάδελφοι Χημικοί να εκδηλώσουν το ενδιαφέρον τους μέχρι την 20η Ιανουαρίου 2003, στις ηλεκτρονικές διευθύνσεις (tsikos@chem.uoa.gr ή info@eex.gr), σημειώνοντας το κατάλληλο σημείο.

# 2M

**Parker**  
Instrumentation

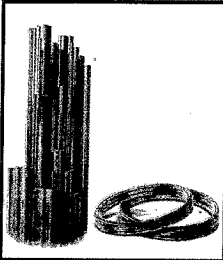
Υλικά συνδεσμολογίας οργάνων  
Instrumentation Products



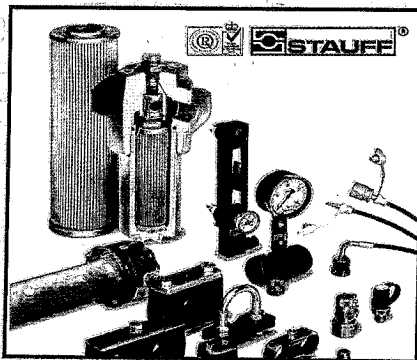
**LUCIFER®**



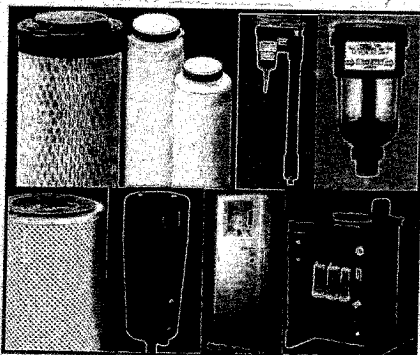
Lucifer ηλεκτροβαλβίδες  
Lucifer Solenoid Valves



Ανοξείδωτοι σωλήνες  
SS Tubing and Piping



Υδραυλικά Φίλτρα, Test Ports & Βοηθητικά υλικά  
Hydraulic Filters, Test Ports and Accessories



**BALSTON®**

Φίλτρα και γεννήτριες αερίων  
Filters and Generators

**Π. ΜΗΤΣΑΣ - Δ. ΜΠΑΡΑΚΟΣ Ο.Ε.**

Μαιάνδρου 81, 143 41 Ν. Φιλαδέλφεια ΑΘΗΝΑ  
Τηλ.: (010) 2581.607, 2581.609, Fax: (010) 2581.618

www.2-m.gr, e-mail: 2m@2-m.gr

## ΑΝΤΙ ΠΡΟΛΟΓΟΥ...

Δρ. Μιχαήλ Χάλαρης, Γεν. Γραμματέας Ε.Ε.Χ.



Ένας κλάδος που έχει ιστορία ίση σχεδόν με την ιστορία του εμπορίου και που η σημασία του αποκτά ιδιαίτερη βαρύτητα με την πάροδο των ετών και την εξέλιξη των αγορών, είναι ο κλάδος της συσκευασίας.

Στο παρελθόν, οι διαφημιστές περπαφανεύονταν ότι είναι ικανοί, να πουλήσουν ένα προϊόν μόνο και μόνο από το περιτύλιγμα του, τη συσκευασία του.

Τότε ο καταναλωτής έπεφτε συχνά θύμα παραπλάνησης αν έδινε περισσότερη σημασία στην εξωτερική εμφάνιση παρά στο περιεχόμενο.

Σήμερα, ο συνειδητός καταναλωτής ελέγχει πρώτα από όλα τη σωστή συσκευασία του προϊόντος, για να πεισθεί για την ποιότητα του περιεχομένου.

Το προϊόν από μόνο του δεν αρκεί για να πραγματοποιηθούν πωλήσεις. Στις σημερινές συνθήκες τα πράγματα είναι τελείως διαφορετικά, αφού οι βασικές αρχές του Marketing έχουν εμπλουτιστεί από σειρά νέων παραμέτρων, οι οποίες συνθέτουν την τελική πράξη της πώλησης. Ειδικές έρευνες, μάλιστα, έχουν καταδείξει ότι στις ανεπτυγμένες κοινωνίες, η συσκευασία επηρεάζει σε ποσοστό 40% την απόφαση του καταναλωτή για την αγορά κάποιου αγαθού, ενώ η τιμή μόλις κατά 25%. Από αυτό και μόνο αντιλαμβανόμαστε πόσο σημαντικός είναι ο ρόλος της: Όπως και από το γεγονός ότι σήμερα σε παγκόσμια κλίμακα, στον χώρο της συσκευασίας δραστηριοποιούνται περίπου 100.000 επιχειρήσεις με τζίρο, ο οποίος το 2001 ξεπέρασε τα 500 δις ευρώ.

Η Διοικούσα Επιτροπή της Ε.Ε.Χ. στα πλαίσια των σκοπών της, αναγνωρίζοντας την σπουδαιότητα της συσκευασίας των προϊόντων συμμετείχε ενεργά στηρίζοντας την 8η Διεθνή Έκθεση Συσκευασιών, Μηχανημάτων, Εκτυπώσεων και Αποθηκεύσεων «Syskevasia 2002». Η συμμετοχή της ΕΕΧ πραγματοποιήθηκε με περίπτερο και διο-

γάνωση ημερίδας στις 18/02 με τίτλο: «Νέα και Έξυπνα Υλικά στη Συσκευασία». Οι ανωτέρω δράσεις δεν θεωρήθηκαν οριστικές για το έτος 2002, ως εκ τούτου η Δ.Ε. αποφάσισε την ενημέρωση ολόκληρης της Κοινότητας των Χημικών για τη συσκευασία με την έκδοση ειδικού αφιερώματος στα Χημικά Χρονικά.

Η υλοποίηση του αφιερώματος ανατέθηκε σε ομάδα εργασίας που αποτελείται από τα μέλη της Δ.Ε. Γ. Σειραγάκη, Μ. Χάλαρη και της συντακτικής επιτροπής Α. Ζαμπετάκη, Π. Παπαδόπουλο. Στόχος του αφιερώματος είναι αφενός να αναδειχθεί ο καθοριστικός ρόλος των επιστημόνων και των τεχνικών στην ανάπτυξη νέων υλικών και τεχνολογιών συσκευασίας, στις τεχνικές προδιαγραφές, στις μεθόδους ελέγχου, στα συστήματα διασφάλισης ποιότητας και αφετέρου ο ρόλος της πολιτείας και οι απαιτούμενες ρυθμίσεις τόσο σε εθνικό όσο και σε ευρωπαϊκό επίπεδο που άμεσα επηρεάζουν τη βιομηχανία συσκευασίας.

Επίσης ευελπιστούμε να συνεισφέρουμε και στην ενημέρωση του καταναλωτικού κοινού δεδομένου ότι οι εξελίξεις στην τεχνολογία οδηγούν τη συσκευασία σε νέους δρόμους.

Οι βασικοί στόχοι του αφιερώματος επιτυγχάνονται μέσα από τις ενημερωτικές συνεντεύξεις της Υπουργού Π.Ε.Χ.Δ.Ε. Καρ Β. Παπανδρέου και του Γεν. Διευθυντή του Σ.Ε.Χ.Β. Κου Π. Σκαρλάτου, σε ερωτήματα που συντάχθηκαν από την ομάδα εργασίας του αφιερώματος έτσι ώστε να δοθούν εξειδικευμένες και όχι γενικόλογες απαντήσεις. Επίσης φιλοξενούνται έξι (6) άρθρα διακεκριμένων επιστημόνων και επιτυχημένων επαγγελματιών με πολύχρονη πείρα στη συσκευασία που αναφέρονται στις τελευταίες εξελίξεις, τη νέα τεχνολογία και σε καινοτόμες μεθόδους συσκευασίας.

Συμπερασματικά μπορεί να λεχθεί ότι ο αναγνώστης του αφιερώματος της συσκευασίας έχει την ευκαιρία να γνωρίσει το μέλλον του κλάδου της συσκευασίας, ενός κλάδου που βρίσκεται σε ανοδική πορεία στη χώρα μας και εγγράφει υποθήκες για μια ανάλογη συνέχεια.





## ΣΥΝΕΝΤΕΥΞΗ ΤΗΣ ΥΠΟΥΡΓΟΥ Π.Ε.ΧΩ.Δ.Ε. Κ. ΒΑΣΩΣ ΠΑΠΑΝΔΡΕΟΥ



**1. Ποιές είναι οι δράσεις του υπουργείου σας σχετικά με τα υλικά συσκευασίας;**

Όπως γνωρίζετε η Κοινοτική οδηγία 94/62 προβλέπει την εφαρμογή της εναλλακτικής διαχείρισης των υλικών συσκευασίας στα

στερεών απορριμάτων είναι ευρέως αναγνωρισμένα. Με έμφαση στα απορρίματα συσκευασίας ποιές είναι οι πρωτοβουλίες που λαμβάνει το ΥΠΕΧΩΔΕ για να υπάρξουν οργανωμένα προγράμματα ανακύκλωσης;

Η ύπαρξη και η λειτουργία οργανωμένων συστημάτων ανακύκλωσης των υλικών συσκευασίας τα οποία θα καλύψουν το σύνολο της χώρας και θα έχουν το επιθυμητό αποτέλεσμα απαιτούν σημαντική προεργασία και λεπτούς χειρισμούς αφού ως γνωστό το κόστος θα το επωμισθούν οι παραγωγοί και κατ' επέκταση οι καταναλωτές.

Πίστη μας είναι ότι η βέλτιστη λύση θα βρεθεί με τη στενή συνεργασία των υπόχρεων για την ανακύκλωση παραγωγών και εισαγωγέων προϊόντων που χρησιμοποιούν υλικά συσκευασίας και της Τοπικής Αυτοδιοίκησης, που γνωρίζει το αντικείμενο της διαχείρισης των απορριμμάτων και ταυτόχρονα συνδέεται άμεσα με τους πολίτες οι οποίοι θα πρέπει να συμβάλουν για την αύξηση του αποτελέσματος και την μείωση του κόστους, αφού η ανακύκλωση θα πραγματοποιείται στην πηγή και ο διαχωρισμός των απορριμμάτων θα γίνεται με ευθύνη των πολιτών.

Προς αυτή την κατεύθυνση, της λειτουργίας ενός κοινού συστήματος των βιομηχανιών και της Αυτοδιοίκησης, το Υ.Π.Ε.ΧΩ.Δ.Ε. και η Επιτροπή Παρακολούθησης καταβάλουν τους τελευταίους μήνες προσπάθειες ώστε να βρεθεί η βέλτιστη λύση.

Παράλληλα με την προώθηση της έναρξης λειτουργίας των συστημάτων που θα αρχίσει εντός του έτους, το Υ.Π.Ε.ΧΩ.Δ.Ε. τους τελευταίους μήνες προχώρησε στην πραγματοποίηση σειράς ενημερωτικών συναντήσεων με πληθώρα διαχειριστών συσκευασιών, αλλά και γενικότερά με εμπλεκόμενους φορείς, καθώς επίσης έχει συμμετάσχει και σε σειρά σεμιναρίων, συνεδρίων και δημοσίων συζητήσεων.

Επίσης σε συνεργασία με τις οργανώσεις καταναλωτών και τις οικολογικές οργανώσεις το Υ.Π.Ε.ΧΩ.Δ.Ε. προωθεί προγράμματα ενημέρωσης του κοινού για την εναλλακτική διαχείριση των συσκευασιών.

**3. Σε πολλές ευρωπαϊκές χώρες, όπως η Γερμανία και η Αυστρία, 8 στους 10 συμμετέχουν όχι μόνο στη διαλογή και στην ανακύκλω-**

ση υλικών όπως χαρτί και γυαλί, αλλά και οργανικών υλικών όπως το πλαστικό. Η οδηγία 94/62/ΕΚ για τις συσκευασίες και τα απορρίματα και μιά σειρά παρεμφερών οδηγιών αποτελούν το πλαίσιο δράσης για το θέμα σε πολλές χώρες της Ένωσης, που έχουν σημειώσει πολύ μεγάλη πρόοδο μέχρι αυτή τη στιγμή. Στη χώρα μας τι συμβαίνει;

Όπως και στα υπόλοιπα κράτη μέλη της Ε.Ε. έτσι και στην Ελλάδα τα υπό δημιουργία συστήματα εναλλακτικής διαχείρισης περιλαμβάνουν όλες τις κατηγορίες υλικών δηλαδή τα μέταλλα, το γυαλί, το χαρτί, τα πλαστικά, το ξύλο και τις σύμμεικτες συσκευασίες. Ειδικά ως προς τα πλαστικά, το ποσοστό ανακύκλωσης στη χώρα μας αυτή τη στιγμή είναι πολύ χαμηλό. Για το λόγο αυτό στα προγράμματα ενημέρωσης θα δοθεί ιδιαίτερη έμφαση στα πλαστικά. Θα πρέπει να σημειωθεί πάντως ότι η ανακύκλωση των πλαστικών παρουσιάζει δυσκολίες σε Ευρωπαϊκό επίπεδο καθώς υπάρχουν σημαντικά τεχνικοοικονομικά προβλήματα στον διαχωρισμό των διαφορετικών τύπων πλαστικού και στην παραγωγή νέων υλικών από ανακυκλωμένο πλαστικό.

**4. Ποιοι οι σκοποί και το έργο του Εθνικού Οργανισμού Εναλλακτικής Διαχείρισης Συσκευασιών και άλλων Προϊόντων (ΕΟΕΔΣΑΠ);**

Η σύσταση του Εθνικού Οργανισμού για την Εναλλακτική Διαχείριση σύμφωνα με τον Νόμο 2939/2001 προβλέπεται να γίνει στο τέλος του 2003. Μέχρι τότε τις ευθύνες στήριξης της εφαρμογής του Νόμου έχει αναλάβει το Γραφείο Εναλλακτικής Διαχείρισης του Υ.Π.Ε.ΧΩ.Δ.Ε. και η Επιτροπή Παρακολούθησης.

Βασικός σκοπός της ύπαρξης του Οργανισμού είναι ο σχεδιασμός και η εφαρμογή των πολιτικών για την εναλλακτική διαχείριση των υλικών συσκευασίας και των άλλων προϊόντων, η λήψη μέτρων και η εποπτεία των συστημάτων εναλλακτικής διαχείρισης, η ενημέρωση και η ευαισθητοποίηση του κοινού και η παρακολούθηση των ποιοτικών και ποσοτικών στόχων που θέτουν οι Οδηγίες και η ελληνική νομοθεσία.

**5. Υπάρχει αντίστοιχος οργανισμός στην Ευρωπαϊκή Ένωση και το Business plan του οργανισμού αυτού τι προβλέπει;**

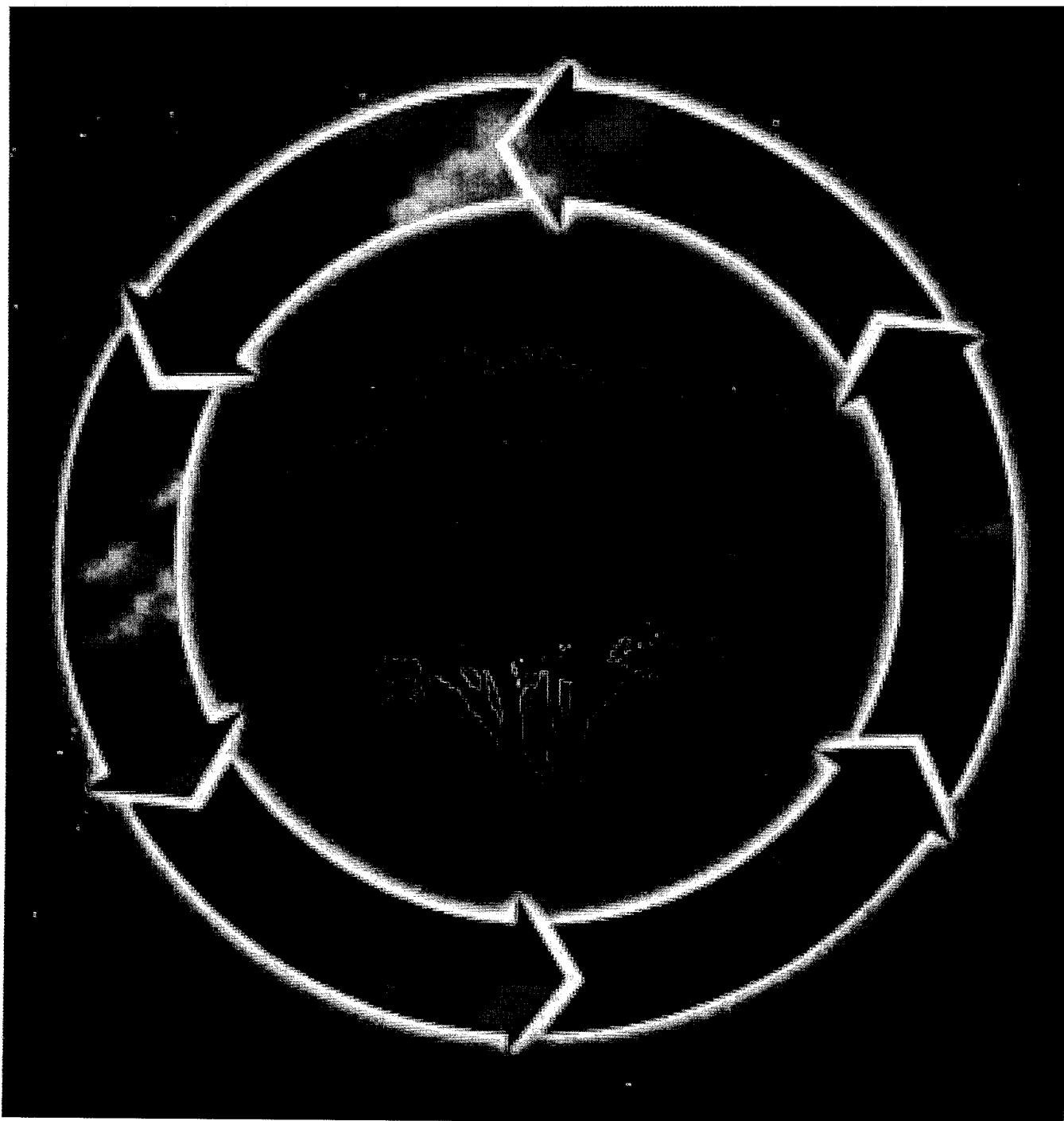
Κάθε κράτος μέλος της Ε.Ε. αντιμετωπίζει το

Κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Για την εναρμόνιση της οδηγίας με το Ελληνικό Δίκαιο η Κυβέρνηση προχώρησε στην ψήφιση του Νόμου 2939/2001 ο οποίος ρυθμίζει την εναλλακτική Διαχείριση των συσκευασιών και άλλων προϊόντων. Για την εφαρμογή του Νόμου, το Υ.Π.Ε.ΧΩ.Δ.Ε. από τον Ιανουάριο του 2002 προχώρησε στην σύσταση της Επιτροπής Παρακολούθησης της Εναλλακτικής Διαχείρισης, στην οποία συμμετέχουν εκπρόσωποι Υπουργείων, εκπρόσωποι Συνδέσμων Βιομηχανιών και αντίστοιχων με το αντικείμενο κλαδικών οργανώσεων, και εκπρόσωποι της Αυτοδιοίκησης, περιβαλλοντικών οργανώσεων και οργανώσεων καταναλωτών. Παράλληλα συστάθηκε και λειτουργεί στο Υ.Π.Ε.ΧΩ.Δ.Ε. το Γραφείο Εναλλακτικής Διαχείρισης στελεχωμένο με εξειδικευμένο επιστημονικό προσωπικό.

Η Επιτροπή και το Γραφείο Εναλλακτικής Διαχείρισης, από το χρόνο σύστασής τους μέχρι σήμερα προσδιόρισαν με σαφήνεια τους κανόνες λειτουργίας των συστημάτων εναλλακτικής διαχείρισης των υλικών συσκευασίας και τις προϋποθέσεις για την αδειοδότηση τους.

Ταυτόχρονα, το Υ.Π.Ε.ΧΩ.Δ.Ε. σε συνεργασία με τους εμπλεκόμενους φορείς βρίσκεται στο στάδιο της έκδοσης 7 Προεδρικών Διαταγμάτων που αφορούν την ανακύκλωση των αυτοκινήτων στο τέλος του κύκλου ζωής τους, τους καταλύτες, της μπαταρίες, τα ελαστικά των αυτοκινήτων, τα λιπαντέλαια, τα ηλεκτρικά και ηλεκτρονικά είδη και τα υλικά κατεδάφισης και εκσκαφών. Η υποχρέωση εφαρμογής της ανακύκλωσης αυτών των προϊόντων αρχίζει στην χώρα μας από το Μάρτιο του 2003.

**2. Τα οφέλη της ανακύκλωσης των αστικών**



θέμα με διαφορετικό τρόπο. Γνωρίζουμε από την εμπειρία και την εφαρμογή των αντίστοιχων ευρωπαϊκών συστημάτων ότι υπάρχουν διαβαθμίσεις και δυνατότητες επιλογών διαφορετικές σε κάθε Κράτος-μέλος, που αναφέρονται κυρίως στις μεθόδους και στους τρόπους λειτουργίας και προσαρμόζονται στις συνθήκες των πολιτών και στις χωροταξικές δυσκολίες.

Ο τρόπος οργάνωσης και λειτουργίας του ΕΟ-ΕΔΣΑΠ μελετάται αυτή την περίοδο από το Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. με στόχο, η έκδοση του Προεδρικού

Διατάγματος που προβλέπει ο Νόμος για την δημιουργία του, να περιέχει όλες εκείνες τις διατάξεις που θα καθιστούν τον Οργανισμό σύγχρονο και ικανό να αντιμετωπίσει τις ιδιαιτερότητες της χώρας και τα πολυσύνθετα προβλήματα της εναλλακτικής διαχείρισης των απορριμμάτων.

Πρόθεση μας είναι να ζητήσουμε την συμβολή των ειδικών και των άμεσα εμπλεκομένων με τα αντικείμενα.

#### **6. Τι περιμένει η κυβέρνηση κι ο Έλληνας πολίτης από τον ΕΟΕΔΣΑΠ;**

Άμεσος στόχος μας είναι η έγκριση του συστήματος ή των συστημάτων εναλλακτικής διαχείρισης, ώστε να ξεκινήσει στην πράξη αυτό το πρωτόγνωρο για την χώρα μας εγχείρημα. Ο μεσοπρόθεσμος στόχος μας συνδέεται με τις υποχρεώσεις της χώρας για την ανακύκλωση συγκεκριμένου όγκου υλικών μέχρι το 2006, πράγμα που σημαίνει ότι προγραμματίζουμε την ανάπτυξη του συστήματος σε επιλεγμένες περιοχές ανάλογης παραγωγής αποβλήτων υλι-

κών συσκευασίας. Στους προγραμματισμούς μας όπως είναι φυσικό κατά προτεραιότητα εντάσσονται οι περιοχές στις οποίες θα οργανωθούν οι Ολυμπιακοί αγώνες.

Ο μακροπρόθεσμος στόχος μας είναι η ανάπτυξη της εναλλακτικής διαχείρισης σε όλες τις πόλεις με σκοπό την πλήρη ευαισθητοποίηση της ελληνικής κοινωνίας, η οποία είναι και η μόνη που με την σωστή της λειτουργία θα μειώσει το κόστος της διαχείρισης των απορριμμάτων.

Τα οφέλη από την εναλλακτική διαχείριση και την πλήρη εφαρμογή της αντιλαμβανόμαστε όλοι ότι θα είναι τεράστια όχι μόνο στην εθνική οικονομία ή στην προστασία του περιβάλλοντος αλλά και στην ίδια την ζωή των πολιτών αφού θα κληθούν συστηματικά πλέον να συμβάλουν στην οργάνωση μιας καθημερινής και τόσο ευαίσθητης λειτουργίας τους.

Γι αυτό και θα επιμένουμε στην ενημέρωση και στην ευαισθητοποίηση των πολιτών ώστε η συμμετοχή τους να είναι ενεργός και συνεχής.

**7. Πως θα μπορούσε η Πανεπιστημιακή Κοινότητα να βοηθήσει πιο αποτελεσματικά στη δημιουργία καινοτόμων επεξεργασιών και προϊόντων;**

Η Πανεπιστημιακή κοινότητα μέχρι σήμερα έχει συμβάλει τα μέγιστα για την απόκτηση τεχνολογίας και την προώθηση προγραμμάτων και έργων επιστημονικά τεκμηριωμένων στον τομέα της διαχείρισης των απορριμμάτων.

Πιστεύω ότι στο μεγάλο κεφάλαιο της ανακύκλωσης οι Πανεπιστημιακοί μας θα πρέπει να συνεργασθούν ακόμα πιο στενά με τη βιομηχανία και τους ανακυκλωτές προκειμένου να επιτευχθεί η εφαρμογή καινοτόμων τεχνολογικά λύσεων στην παραγωγική διαδικασία. Θα πρέπει επίσης να δοθεί έμφαση στο επίπεδο του σχεδιασμού νέων προϊόντων και συσκευασιών έτσι ώστε να ελαχιστοποιείται η περιβαλλοντική επιβάρυνση.

**8. Τα κλαδικά Ινστιτούτα βιομηχανικής Έρευνας, που διαθέτουν και εργαστήρια ελέγχου ποιότητας, πόσο πιο χρήσιμα μπορούν να γίνουν για τα ΑΕΙ και τη βιομηχανία;**

Θα πρέπει να υπάρξει στενή συνεργασία με τα ΑΕΙ και τη βιομηχανία κυρίως σε επίπεδο σχεδιασμού νέων προϊόντων και ολοκληρωμένης ανάλυσης του κύκλου ζωής τους προκειμένου να δημιουργούνται φιλικότερα προς το περιβάλλον προϊόντα. Έμφαση θα πρέπει να δοθεί σε κάποια υλικά που επιβαρύνουν ιδιαίτερα το περιβάλλον.

**9. Τι θα προτείνατε στον Καταναλωτή ώστε να γίνει αποτελεσματική η πίεση του για καλύτε-**

**ρα και πιο λειτουργικά προϊόντα;**

Ο στόχος της μείωσης του όγκου των απορριμμάτων και η επαναχρησιμοποίηση υλικών που μέχρι σήμερα θεωρούσαμε άχρηστα είναι πλέον υποχρεωτικές δράσεις για την βιώσιμη ανάπτυξη. Οι δράσεις αυτές απαιτούν ποιότητα και αποτελεσματικότητα ώστε το κόστος αυτών να μην επιβαρύνει υπέρμετρα τους πολίτες καταναλωτές.

Ο καταναλωτής θα πρέπει να επιλέγει προϊόντα που είναι πιο φιλικά προς το περιβάλλον, που

συμμετέχουν σε συστήματα εναλλακτικής διαχείρισης και να επιλέγει να πραγματοποιεί τις αγορές του από εταιρίες που θεωρεί ότι διακρίνονται από αυξημένη περιβαλλοντική ευαισθησία.

Επίσης για μια ακόμα φορά θα ήθελα να επαναλάβω ότι η ευαισθησία του και η ενεργός συμμετοχή του στις διαδικασίες της εναλλακτικής διαχείρισης θα πολλαπλασιάσει το αποτέλεσμα και είναι βέβαιο ότι θα μειώσει δραστικά το κόστος.

# ΔΕΚΑ Α.Ε.Β.Ε.

από το 1940

## ΓΙΑΝΝΗΣ ΔΕΣΥΛΛΑΣ ΚΑΙ ΑΝΔΡΕΑΣ ΚΑΠΑΡΟΥΔΑΚΗΣ

### ΜΑΝΟΜΕΤΡΑ - ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΑ - ΟΡΓΑΝΑ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ



Μεταδότης Σήματος Πίεσης με Έξοδο 4-20 mA



Σιφόνι Μανόμετρου



**WIKΑ**  
GERMANY  
ISO 9001



Μανόμετρο Απλό-Γλυκερίνης-Ανοξειδωτό



Βιομηχανικό Θερμόμετρο Τύπου V



Μεταδότης Σήματος Θερμοκρασίας PT 100 - K - J κ.λπ. με έξοδο 4-20 mA



Φορητό Ψηφιακό Μανόμετρο για Φυσικό Αέριο



Ορολογιακό Θερμόμετρο



Φορητό Ψηφιακό Μανόμετρο, Υγρόμετρο, Ανεμόμετρο



Ψηφιακό Μανόμετρο/Θερμόμετρο



Κρουνός Μανόμετρου



Φορητή Συσκευή Ελέγχου Θερμομέτρων



Φορητό Ψηφιακό Σύστημα Ελέγχου Μανόμετρων



Φορητό Ψηφιακό Στροφομέτρο Οπτικό/Επαφής

**ΚΕΝΤΡΙΚΟ: Β. ΟΥΓΚΩ 18-20, 104 38 ΑΘΗΝΑ, ΤΗΛ: 5238979-5227587, FAX: 5227587**  
**ΥΠΟΚ/ΜΑ: ΑΡΙΣΤΕΙΔΟΥ 21α, 185 31 ΠΕΙΡΑΙΑΣ, ΤΗΛ: 4222325-6, FAX: 4118107**

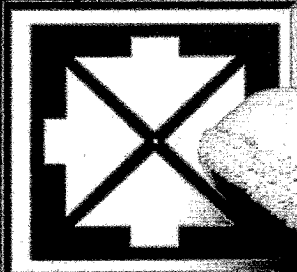
**GLOBALMARK**  
INDUSTRIAL LABEL MAKER

MONOCOLOR

1100

DIE & CUT

**BRADY**



**Νέο!**



**SAFETECH**

ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑΣ 43, ΠΑΛ. ΦΑΛΗΡΟ 175 63  
ΤΗΛ.: 210 9824408 - FAX: 210 9853506  
safetech@otenet.gr

## ΣΥΝΕΝΤΕΥΞΗ ΤΟΥ ΓΕΝ. ΔΙΕΥΘΥΝΤΗ Σ.Ε.Χ.Β Κ. ΠΑΝΑΓΙΩΤΗ ΣΚΑΡΛΑΤΟΥ

**Ποιά είναι η σημερινή κατάσταση της αγοράς των υλικών συσκευασίας στην Ελλάδα;**

Η συσκευασία έχει διαδραματίσει ένα σπουδαίο ρόλο στην επίτευξη του σημερινού βιοτικού επιπέδου σε όλες τις ανεπτυγμένες χώρες. Η συσκευασία σήμερα αποτελεί κυρίαρχο στοιχείο που διαμορφώνει την ταυτότητα ενός προϊόντος, με χαρακτηριστικά που αφορούν την διαφύλαξη και προστασία του, την τυποποιημένη διακίνηση και προώθησή του στις παγκοσμιοποιημένες αγορές.

Στην Ελλάδα σήμερα καταναλίσκονται, με στοιχεία του 1998, άνω των 800000 τόνων συσκευασιών, που αντιστοιχεί σε μία κατανάλωση 80 κιλών κατά κεφαλή ετησίως και υστερεί σημαντικά έναντι των άλλων χωρών της ΕΕ.

Όσον αφορά την σύνθεση των καταναλισκόμενων συσκευασιών, την πρώτη θέση κατέχει το χαρτί (42%), ακολουθούν τα πλαστικά (26%), το γυαλί (18%), το μέταλλο (8%) και τέλος το ξύλο (6%). Στην παραγωγή των υλικών συσκευασίας αλλά και στην ανακύκλωσή των δραστηριοποιούνται περί της 150 Επιχειρήσεις με σημαντική συμμετοχή στην κατανάλωση.

**Ενημερώστε μας για τη περιβαλλοντική κατάσταση της σύγχρονης συσκευασίας.**

Αν και τα απόβλητα που παράγονται από την απόρριψη των υλικών συσκευασίας με το τέλος του κύκλου ζωής των προϊόντων αντιπροσωπεύουν σχετικά χαμηλό ποσοστό (17 % για την ΕΕ) του συνόλου των αστικών στερεών αποβλήτων, η σύγχρονη τάση είναι να μειωθεί ο συνολικός όγκος των απορριπτόμενων συσκευασιών είτε με μείωση στην χρήση των συσκευασιών, είτε με αξιοποίηση μέρους των χρησιμοποιηθέντων υλικών προς επαναχρησιμοποίηση ή ανάκτηση ενέργειας. Τα συνολικά ποσοστά ανακύκλωσης των συσκευασιών για την Ελλάδα ανέρχονται στο 33 % της ανάλωσης με ιδιαίτερο χαρακτηριστικό το υψηλό ποσοστό στο χαρτί (64 %) και το αλουμίνιο (30%). Ακολουθούν το ξύλο και το γυαλί (22 και 21 % αντίστοιχα) και τα πλαστικά με μόλις 3,4 %.

Στην Ελλάδα η διαχείριση των συσκευασιών διέπεται από τον Νόμο 2939/2001 ο οποίος ευρίσκεται στο στάδιο της εφαρμογής. Ο εθνικός στόχος όσον αφορά την αξιοποίηση ανέρχεται στο 50 % των απορριπτόμενων συσκευασιών.

**Τι προβλήματα παρουσιάζονται κατά την διαχείριση των συσκευασιών;**

Η Ελλάδα με σημαντική καθυστέρηση ευθυγράμμισε την εθνική νομοθεσία προς την κοι-

νοτική οδηγία 94/62 και υστερεί στην ανάπτυξη ατομικών ή συλλογικών συστημάτων που θα επιτρέψουν την επίτευξη του στόχου.

Η εφαρμογή αντίστοιχων νόμων στις άλλες χώρες παρουσίασε σημαντικές δυσκολίες και επεβάρυνε τις βιομηχανικές Επιχειρήσεις με σημαντικό κόστος.

Στην Ελλάδα προβλήματα αναμένονται λόγω:

- Της περιορισμένης ενημέρωσης και ευαισθητοποίησης των Επιχειρήσεων.
- Ασάφειας των διατάξεων του Νόμου που επιδέχονται διάφορες ερμηνείες.
- Ανεπάρκειας των εγκαταστάσεων επεξεργασίας των ανακυκλώσιμων υλικών και περιορισμένης ανάπτυξης των αγορών για δευτερογενή υλικά.
- Απουσίας αδειοδοτημένων συλλογικών συστημάτων εναλλακτικής διαχείρισης.
- Αδυναμιών σε επίπεδο διοίκησης σε θέματα περιβαλλοντικής πολιτικής.

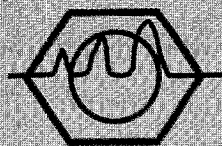
**Ποιές είναι οι δυνατότητες εξέλιξης, ο ρόλος των ΑΕΙ και άλλων ερευνητικών φορέων στην κάλυψη των αναγκών της βιομηχανίας;**

Η βιομηχανία σήμερα και ιδιαίτερα οι Μικρομεσαίες Επιχειρήσεις που αποτελούν την συντριπτική πλειοψηφία, έχουν ανάγκη από την υιοθέτηση εργαλείων περιβαλλοντικής διαχείρισης, την μείωση του κόστους όσον αφορά την διαχείριση των συσκευασιών με την ανάπτυξη εναλλακτικών υλικών και μεθόδων που θα επιτρέψουν υψηλό ποσοστό ανάκτησης.

Τα ΑΕΙ και άλλοι ερευνητικοί φορείς μπορούν μέσω της συνεργασιών με τις Επιχειρήσεις παραγωγής των υλικών συσκευασίας, τις Επιχειρήσεις που συσκευάζουν και διακινούν τα προϊόντα, τις Επιχειρήσεις που διαχειρίζονται τις συσκευασίες να συμβάλλουν στην ανάπτυξη τεχνολογιών διαχείρισης εναλλακτικών υλικών, εναλλακτικών μεθόδων αξιοποίησης.

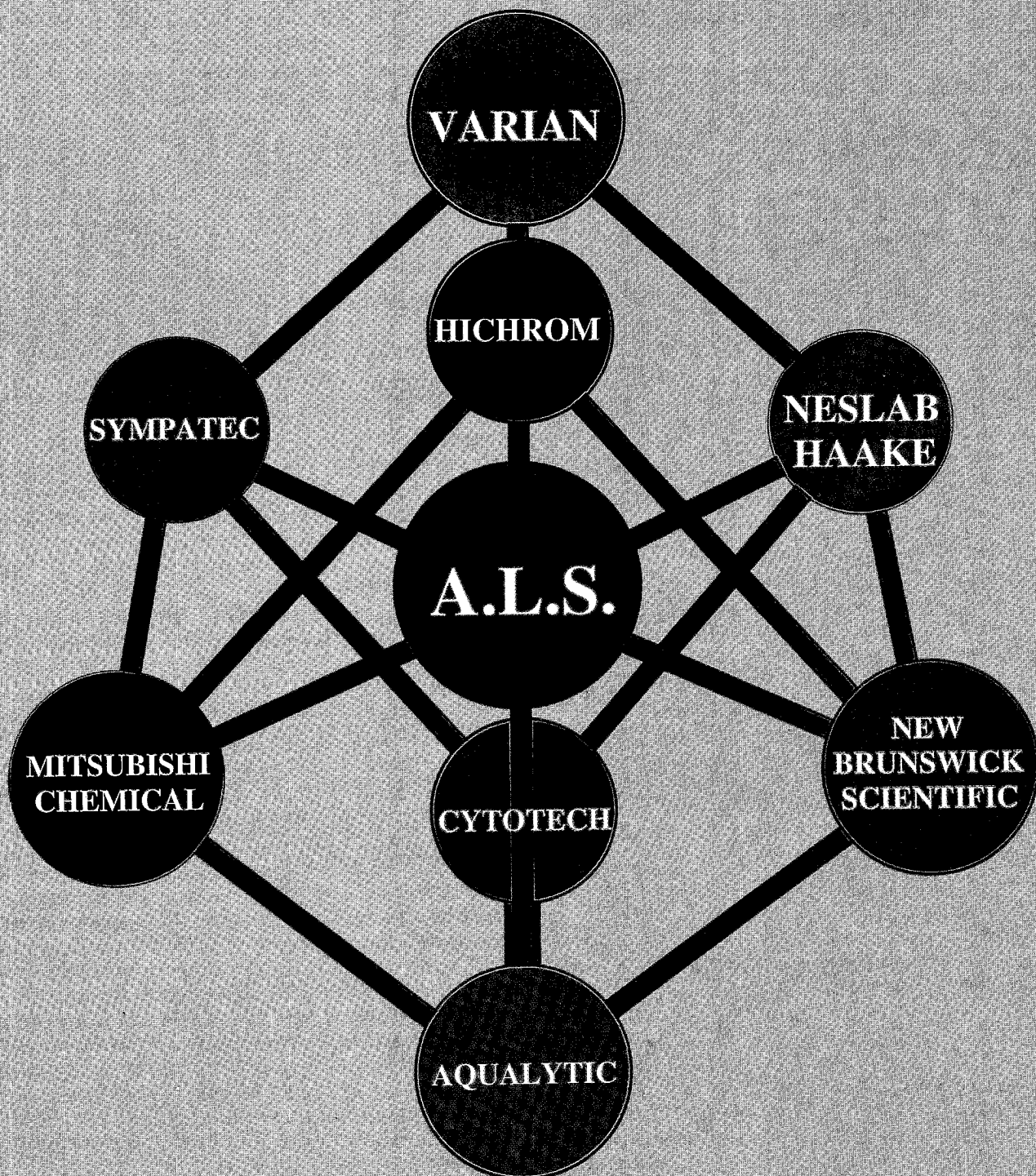
Μέσω των χρηματοδοτικών προγραμμάτων, όπως του Γ' ΚΠΣ, μπορούν να υλοποιηθούν τέτοιες δράσεις που θα έχουν σαν όφελος την προστασία του περιβάλλοντος, την εξοικονόμηση εθνικών πόρων και την βελτίωση της ανταγωνιστικότητας των Επιχειρήσεων.

*Ο κ. Παναγιώτης Σκαρλάτος είναι Χημικός Μηχανικός-Μελετητής. Επί 27 χρόνια εργάσθηκε ως στέλεχος της Χημικής Βιομηχανίας. Σήμερα είναι Γενικός Διευθυντής του Συνδέσμου Ελληνικών Χημικών Βιομηχανιών ([www.haci.gr](http://www.haci.gr)) του οποίου διετέλεσε Πρόεδρος την περίοδο 2000/2001.*



ΑΝΑΛΥΤΙΚΑ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ Α.Ε.  
ANALYTICAL LABORATORY SYSTEMS S.A.

---



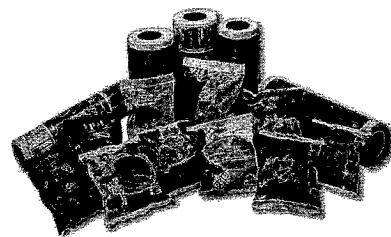
---

Μεσσηνίας 2 & Κηφισίας, 115 26 - ΑΘΗΝΑ

☎ 210-6983974 • 📠 210-6980822 • e-mail: [alssa@tee.gr](mailto:alssa@tee.gr)

# ΒΙΟΔΙΑΣΠΩΜΕΝΑ Η ΒΙΟΑΠΟΙΚΟΔΟΜΗΣΙΜΑ ΠΟΛΥΜΕΡΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΟΥΣ ΣΤΗ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

Ιωάννης Σ. Αρβανιτογιάννης, Επίκουρος Καθηγητής Πανεπιστημίου Θεσσαλίας



## Περίληψη

Ως εδώδιμη μεμβράνη ορίζεται ένα λεπτό στρώμα εδώδιμου υλικού διαμορφωμένου πάνω σε ένα τρόφιμο ως επικάλυψη ή τοποθετημένου μεταξύ των συστατικών του τροφίμου. Η εφαρμογή της εδώδιμης επικάλυψης πάνω στα τρόφιμα μπορεί να γίνει με εμφύσηση ή ψεκασμό και αποσκοπεί στο:

1. να παρεμποδίσει τη μετανάστευση υγρασίας, οξυγόνου, διοξειδίου του άνθρακα, αρωματικών ενώσεων, λιπιδίων κ.τ.λ.,
2. να λειτουργήσει ως φορέας πρόσθετων χημικών ενώσεων (π.χ. αντιοξειδωτικών, αντιμικροβιακών, αρωματικών),
3. να βελτιώσει τις μηχανικές ιδιότητες του τροφίμου και
4. να διευκολύνει τη χρήση του.

Εδώδιμες μεμβράνες με ικανοποιητικές μηχανικές ιδιότητες μπορούν να αντικαταστήσουν σε ορισμένες περιπτώσεις συνθετικές μεμβράνες συσκευασίας. Τα κυριότερα πλεονεκτήματα των εδώδιμων μεμβρανών σε σχέση με τα μη εδώδιμα πολυμερή υλικά συσκευασίας είναι ότι οι εδώδιμες μεμβράνες μπορούν να καταναλωθούν μαζί με το προϊόν καθώς και ότι παρασκευάζονται από ανανεώσιμα υλικά που βιοαποικοδομούνται ευκολότερα και ταχύτερα από τα συνθετικά πολυμερή.

## Abstract

*The increased consumer demand for high quality, long shelf-life ready to eat foods has initiated the development of mildly preserved products that keep their natural and fresh appearance as long as possible. Edible and biodegradable polymer films offer alternative packaging options, advantageous to the synthetic "recalcitrant" packaging polymers because the former do not contribute to the environmental pollution.*

*Although edible films are not meant to entirely replace synthetic packaging films, they do have the potential to reduce substantially the environmental burden, due to food packaging and to limit moisture, aroma and lipid migration among food components. Furthermore, application of an edible film aims at improving the food properties and at functioning as a carrier of additives (antioxidants, antimicrobials etc).*

*Most importantly the edible films originate from renewable resources (polysaccharides, proteins, lipids etc), are totally biodegradable and can be consumed with the enrobed food.*

## 1. Εισαγωγή

Η μελέτη των βιοδιασπώμενων ή βιοαποικοδομήσιμων πολυμερών έχει γνωρίσει σημαντική έξαρση τις τελευταίες δυο δεκαετίες κυρίως λόγω της οξύτητας που περιβαλλοντολογικού προβλήματος. Μια γενική κατάταξη των βιοδιασπώμενων πολυμερών με βάση την προέλευση και τον τρόπο παραγωγής τους και συνοπτική περιγραφή της κάθε κατηγορίας δίνεται στη συνέχεια.

## 2. Βιοπολυμερή

Τα βιοπολυμερή είναι πολυμερή που απαντούν στη φύση, σχηματίζονται κατά τη διάρκεια των κύκλων ανάπτυξης των οργανισμών και είναι γνωστά και ως φυσικά πολυμερή. Τα φυσικά πολυμερή παρουσιάζουν ενδιαφέρον διότι στην πλειοψηφία τους χρησιμοποιούνται ως δομικά ή αποθηκευτικά υλικά του κυττάρου. Οι συνθέσεις τους συνήθως καταλύονται από ένζυμα ή πρόκειται για αλυσωτές αντιδράσεις ενεργοποιημένων μονομερών. Αν και οι πολυσακχαρίτες αποτελούν την τάξη με το μεγαλύτερο αριθμό βιοπολυμερών, άλλες επίσης σημαντικές κατηγορίες είναι οι πολυεστέρες και οι πρωτεΐνες (παράγονται από βακτήρια).

## 3. Συνθετικά πολυμερή

Οι πολυεστέρες ήταν η πρώτη κατηγορία πολυμερών που μελετήθηκε διεξοδικά για τη βιοδιάσπασή της. Πειραματικές μελέτες έδειξαν ότι οι άμορφες περιοχές του πολυμερούς προσβάλλονται ταχύτερα από ότι οι κρυσταλλικές. Συγκεκριμένα οι κρυσταλλίτες αρχίζουν να προσβάλλονται μόνον μετά την απομάκρυνση των άμορφων περιοχών. Εκτός από τους πολυεστέρες έχουν επίσης μελετηθεί διάφοροι υδρογονάνθρακες όπως πολυαιθυλένιο, πολυπροπυλένιο, πολυαιθέρες (πολυαιθυλενογλυκόλη PEG), πολυακρυλικό οξύ (PA) και πολυβινυλική αλκοόλη (PVA) ως υποσχόμενα βιοδιασπώμενα πολυμερή. Το υψηλής πυκνότητας πολυαιθυλένιο (HDPE) δεν διασπάται ενώ υπάρχουν κάποιες, μη εμπειριστατωμένες ωστόσο ενδείξεις για περιορισμένη διάσπαση του χαμηλής πυκνότητας πολυαιθυλενίου (LDPE).

## 4. Μίγματα συνθετικών- φυσικών πολυμερών

Ως μια διέξοδος στο πρόβλημα διάθεσης των δυσδιάσπαστων πολυμερών έχει προταθεί από τις αρχές της δεκαετίας του '70 η χρήση μιγμάτων (blends) συνθετικών και φυσικών πολυμερών. Η λεγόμενη πρώτη γενιά μιγμάτων ήταν LDPE με άμυλο παρουσία κατάλληλων ενώσεων που αυξάνουν τη συμβατότητα και την καλύτερη ανάμιξη των φάσεων των δύο πολυμερών.

## 5. Τροποποίηση φυσικών πολυμερών

Η τροποποίηση φυσικών πολυμερών επιχειρείται συνήθως προκειμένου να βελτιωθούν οι ιδιότητες του φυσικού πολυμερούς. Ως αντιπροσωπευτικά παραδείγματα μπορούν να αναφερθούν οι περιπτώσεις αλκυλίωσης του αμύλου και της κυτταρίνης.

## 6. Εδώδιμες Μεμβράνες

Η ιδέα της χρησιμοποίησης μιας εδώδιμης επικάλυψης για επιμήκυνση της εμπορικής διάρκειας ζωής των φρέσκων τροφίμων και προστασία τους από τις βλαβερές περιβαλλοντολογικές επιδράσεις δεν είναι καινούργια. Στην πραγματικότητα, η ιδέα προέρχεται από τις φυσικές επικαλύψεις που διαθέτουν μερικά τρόφιμα, όπως είναι η επιδερμίδα των φρούτων και των λαχανικών. Η επιδερμίδα των φρούτων και το κέλυφος των ξηρών καρπών ρυθμίζουν την μεταφορά οξυγόνου, διοξειδίου του άνθρακα και υδρατμών από και προς το προϊόν και επί πλέον μειώνουν την απώλεια των αρωματικών τους ενώσεων. Ωστόσο κανένα από τα επεξεργασμένα τρόφιμα της εποχής μας δεν διαθέτει μια τέτοια φυσική προστασία έναντι των περιβαλλοντολογικών παραγόντων.

Οι πρώτες προσπάθειες για την χρησιμοποίηση εδώδιμων μεμβρανών με σκοπό την επικάλυψη τροφίμων πραγματοποιήθηκε τον 19ο αιώνα. Ευρεσιτεχνίες που αναφέρονται στη χρήση εδώδιμων μεμβρανών κατασκευασμένων από αλγινικά άλατα, λίπη, κόμμεα και άμυλο για την συσκευασία κατεψυγμένου κρέατος, κοτόπουλου και θαλασσιών χρονολογούνται από το 1950. Οι κηροί χρησιμοποιήθηκαν για επικάλυψη φρούτων και λαχανικών με σκοπό τον περιορισμό της φυσιολογικής υποβάθμισης και μικροβιολογικής αλλοίωσης των τροφίμων, καθώς και τον έλεγχο της ανταλλαγής αερίων μεταξύ περιβάλλοντος και συσκευασίας.

Ως εδώδιμη μεμβράνη ορίζεται ένα λεπτό στρώμα εδώδιμου υλικού διαμορφωμένου πάνω σε ένα τρόφιμο ως επικάλυψη ή τοποθετημένου μεταξύ των συστατικών του τροφίμου. Η εφαρμογή της εδώδιμης επικάλυψης πάνω στα τρόφιμα μπορεί να γίνει με εμβάπτιση ή ψεκασμό και αποσκοπεί στο:

1. να παρεμποδίσει τη μετανάστευση υγρασίας, οξυγόνου, διοξειδίου του άνθρακα, αρωματικών ενώσεων, λιπιδίων κ.τ.λ.,
2. να λειτουργήσει ως φορέας πρόσθετων χημικών ενώσεων (π.χ. αντιοξειδωτικών, αντιμικροβιακών, αρωματικών) και
3. να βελτιώσει τις μηχανικές ιδιότητες του τροφίμου
4. να διευκολύνει τη χρήση του.

Εδώδιμες μεμβράνες με ικανοποιητικές μηχανικές ιδιότητες μπορούν να αντικαταστήσουν σε ορισμένες περιπτώσεις συνθετικές μεμβράνες συσκευασίας. Τα κυριότερα πλεονεκτήματα των εδώδιμων μεμβρανών σε σχέση με τα μη εδώδιμα πολυμερή υλικά συσκευασίας είναι τα παρακάτω:

1. Οι εδώδιμες μεμβράνες μπορούν να καταναλωθούν μαζί με το προϊόν
2. Παρασκευάζονται από ανανεώσιμα υλικά που βιοαποικοδομούνται ευκολότερα από τα συνθετικά πολυμερή
3. Δυνατότητα βελτίωσης των οργανοληπτικών ιδιοτήτων των συσκευασμένων προϊόντων με ενσωμάτωση (στις μεμβράνες) πρόσθετων, όπως χρωστικές, γλυκαντικές και αρωματικές ενώσεις κ.τ.λ.
4. Βελτίωση της θρεπτικής αξίας των τροφίμων, ειδικά με μεμβράνες που παρασκευάζονται από πρωτεΐνες, χάρη στα απαραίτητα –για τον άνθρωπο– αμινοξέα που περιέχουν.
5. Χρήση των μεμβρανών για συσκευασία μικροποσοτήτων τροφίμων (στο επίπεδο του ενός καρπού), όπως για αρακά, φασόλια, ξηρούς καρπούς και φράουλες.
6. Τοποθέτηση τους στη διεπιφάνεια διαφορετικών στρωμάτων υλικών μέσα σε ένα ετερογενές προϊόν με σκοπό την παρεμπόδιση της μεταφοράς υγρασίας ή μετανάστευσης ενώσεων μεταξύ διαφορετικών συστατικών σε προϊόντα, όπως πίτσες, πίτες και γλυκά.
7. Μπορούν να είναι φορείς αντιμικροβιακών και αντιοξειδωτικών ενώσεων.


8. Χρήση τους για μικροενθυλάκωση ενώσεων που δρουν ως ενισχυτικά της γεύσης, καθώς και καλλιέργειών εκκίνησης και συμβολή στον έλεγχο του ρυθμού απελευθέρωσης τους στο εσωτερικό των τροφίμων.

9. Χρήση τους μαζί με μη εδώδιμες μεμβράνες για την παρασκευή πολύφυλλων υλικών συσκευασίας, που έρχονται σε επαφή με το τρόφιμο.

## 7. Ασφαλής κατανάλωση εδώδιμων μεμβρανών

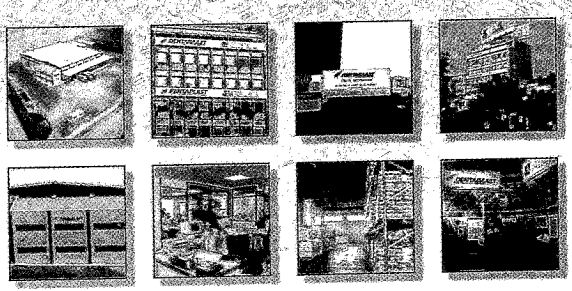
Στις Η.Π.Α υπάρχει ένα συγκεκριμένο θεσμοθετημένο πλαίσιο που διέπει τη διαδικασία έγκρισης ή μη της καταλληλότητας μιας εδώδιμης μεμβράνης για προϊόντα τροφίμων. Έτσι πρέπει: α) η εδώδιμη μεμβράνη να θεωρείται ασφαλής για κατανάλωση (δηλαδή να χαρακτηρίζεται ως GRAS κατά την αμερικανική νομοθεσία - Generally Recognized As Safe) αν το υλικό από το οποίο παρασκευάζεται έχει κριθεί προηγουμένως ασφαλές προς κατανάλωση, β) αν δεν είναι GRAS, αλλά ο παρασκευαστής μπορεί να αποδείξει την ασφάλεια του, τότε αυτός μπορεί να υποβάλει στο FDA (Food and Drug Administration - Οργανισμός τροφίμων και φαρμάκων των Η.Π.Α) αίτηση για έγκριση του προϊόντος ή να το προωθήσει ο ίδιος ο παρασκευαστής με προσωπική του ευθύνη και γ) αν δεν μπορεί να αποδειχθεί το ασφαλές του προϊόντος πρέπει να υποβληθεί η σχετική αίτηση για τη δυνατότητα διάθεσης της εδώδιμης μεμβράνης.

Τα υλικά που έχουν συγκεντρώσει τη μεγαλύτερη προσοχή ως πρώτες ύλες για την παρασκευή εδώδιμων μεμβρανών είναι τα παράγωγα κυτταρίνης, το άμυλο και παράγωγά του, η ζείνη του αραβόσιτου, η γλουτένη του σίτου, η πρωτεΐνη της σόγιας, η ζελατίνη και οι πρωτεΐνες του γάλακτος. Όσον αφορά τις μεμβράνες που παρασκευάζονται από πρωτεΐνες



# ΠΕΝΤΑΠΛΑΣΤ

Πρώτες ύλες πλαστικών



**ΠΕΝΤΑΠΛΑΣΤ Α.Ε.**  
**PENTAPLAST S.A.**  
ΕΜΠΟΡΙΑ • DISTRIBUTION

**ΑΝΤΩΝΑΤΟΣ Α.Ε.**  
**ANTONATOS S.A.**  
ΑΝΤΙΠΡΟΣΩΠΕΙΣ • REPRESENTATIONS

**ΓΡΑΦΕΙΑ:** Ελ. Βενιζέλου 344, 176 75 Καλλιθέα  
Τηλ.: 210 9426060, 9426023 • Fax: 210 9431548  
Web: www.pentaplast.gr • E-mail: info@pentaplast.gr

**ΑΠΟΘΗΚΗ:** Θέση Κύριλλο, Ασπρόπυργος Αττικής  
**ΑΝΤΙΠΡΟΣΩΠΟΣ Β. ΕΛΛΑΔΟΣ:** ΜΑΥΡΟΥΔΗΣ ΕΠΕ • Θεσσαλονίκη



πρέπει να τονιστεί ότι ορισμένοι καταναλωτές έχουν δυσανεξία στη γλουτένη του σίτου (ασθένεια του Cellac), αλλεργία στις πρωτεΐνες του γάλακτος ή δυσανεξία στη λακτόζη. Η χρήση τέτοιων μεμβρανών για επικαλύψεις πρέπει να επισημαίνεται επί της συσκευασίας του τροφίμου ανεξαρτήτως της χρησιμοποιούμενης ποσότητας από το εν λόγω συστατικό στο τρόφιμο. Εκτός αυτών των περιπτώσεων δεν έχει παρουσιαστεί κανένα πρόβλημα υγείας σε καταναλωτές εδώδιμων μεμβρανών.

## 8. Υλικά και μέθοδοι παρασκευής εδώδιμων μεμβρανών

Ο Guilbert (1986) και οι Kester και Fenema (1986) διέκριναν τις μεμβράνες σε πρωτεϊνικές, λιπιδικές, πολυσακχαρδικές και σε σύνθετες (προερχόμενες από την ανάμιξη των προαναφερόμενων ενώσεων).

Γενικά, οι εδώδιμες μεμβράνες σχηματίζονται με τους παρακάτω μηχανισμούς:

1. Απλή καθίζηση: ένα διαλυμένο σε νερό υδροκολλοειδές καταβυθίζεται ή μεταβάλλεται η φυσική του κατάσταση, όπως π.χ. με εξάτμιση του διαλύτη (ξήρανση) ή με την προσθήκη μιας υδατοδιαλυτής, μη ηλεκτρολυτικής ένωσης (π.χ. αιθανόλη) ή με κατάλληλη ρύθμιση του pH ή με προσθήκη ενός ηλεκτρολύτη είτε με σχηματισμό σταυροειδών δεσμών.
2. Δύο διαλύματα υδροκολλοειδών με αντίθετα ηλεκτρικά φορτία αναμιγνύονται, οπότε η αλληλεπίδραση τους οδηγεί στην καθίζηση ενός σύμπλοκου πολυμερούς.

3. Ζελατινοποίηση ή θερμική πήξη: είτε με θέρμανση του μακρομορίου που οδηγεί στη μετουσίωση του, ακολουθούμενη από το σχηματισμό πηκτής ή καθίζηση του, είτε με ψύξη του συστήματος διασποράς του υδροκολλοειδούς με συνέπεια τον σχηματισμό πηκτής.

## 9. Πρωτεϊνικές μεμβράνες

A) Ζείνη αραβοσίτου: οι μεμβράνες της ζείνης παραλαμβάνονται με ξήρανση αλκοολικών - υδατικών διαλυμάτων της και είναι μη υδατοδιαλυτές, αλλά στιλπνές και ανθεκτικές στο λίπος. Χρησιμοποιούνται για την προστασία αποξηραμένων φρούτων και καταψυγμένων ή μέσης υγρασίας τροφίμων.

B) Γλουτένη σίτου: Οι μεμβράνες της παρασκευάζονται κατ' παράδοση με έκχυση και ξήρανση υδατικών-αλκοολικών διαλυμάτων των πρωτεϊνών (σε όξινης ή αλκαλικές συνθήκες). Επίσης, έχουν παρασκευαστεί μεμβράνες γλουτένης σίτου και με συλλογή της κρούστας που σχηματίζεται κατά το βρασμό των πρωτεϊνικών διαλυμάτων ή με θερμική εξώθηση γλουτένης σίτου. Οι μεμβράνες της γλουτένης έχουν χρησιμοποιηθεί για τη μικροενθυλάκωση προσθέτων, τη βελτίωση της ποιότητας των προϊόντων με βάση τα δημητριακά και τη διατήρηση αντιμικροβιακών ή αντιοξειδωτικών προσθέτων στην επιφάνεια τροφίμων.

Γ) Πρωτεΐνες σόγιας: Εδώδιμες μεμβράνες από σόγια παράγονται κυρίως στην Ασία με συλλογή της λιποπρωτεϊνικής κρούστας που σχηματίζεται στην επιφάνεια ζέοντος γάλακτος σόγιας. Εκτός από τις πρωτεΐνες (γλοβουλίνες) που είναι τα κύρια συστατικά αυτών των μεμβρανών, παρούσες είναι και σημαντικές ποσότητες σακκάρων (σακχαρόζης, ραφινόζης και σταχυόζης) και λιπιδίων (υπό μορφή σφαιριδίων που εμπλέκονται στο πρωτεϊνικό πλέγμα).

Δ) πρωτεΐνες γάλακτος: Μεμβράνες πρωτεϊνών γάλακτος σχηματίζονται στην διεπιφάνεια αέρα-υγρού κατά τη θέρμανση αποβουτυρωμένου γάλακτος. Συστήματα διασποράς καζεϊνών σε υδατικά διαλύματα μπορούν να σχηματίσουν διαφανείς, εύκαμπτες και άγευστες μεμβράνες. Οι σταυροειδείς δεσμοί των οποίων ο σχηματισμός καταλύεται από τρανσγλουταμινάσες ή υπεροξειδάσες μπορούν να βελτιώσουν την αντοχή των μεμβρανών στο νερό ή να συμβάλουν στην ακινητοποίηση ενεργών ενζύμων (π.χ. β-γαλακτοσιδάση, α-μαννοσιδάση).

E) Κολλαγόνο: Πρόκειται για μια ινώδη πρωτεΐνη του ζωικού ιστού, που μπορεί να μετατραπεί σε εδώδιμες και βιοσποικοδομήσιμες μεμβράνες. Οι μεμβράνες κολλαγόνου δεν είναι τόσο ανθεκτικές και σκληρές όσο το σελοφάν, αλλά διαθέτουν καλές μηχανικές ιδιότητες. Επίσης, διαθέτουν υψηλή διαπερατότητα έναντι των υδρατμών, ενώ έχουν χαμηλή διαπερατότητα έναντι του οξυγόνου σε 0% σχετική υγρασία (RH). Η μεμβράνη του κολλαγόνου είναι η πιο επιτυχής από εμπορική άποψη εδώδιμη πρωτεϊνική μεμβράνη. Οι θήκες κολλαγόνου έχουν αντικαταστήσει σε μεγάλο βαθμό τις φυσικές θήκες εντέρου για τα αλλατιδία.

## 10. Μεμβράνες υδατανθράκων

α) Κυτταρίνη: Για την παρασκευή εδώδιμων μεμβρανών με βάση την κυτταρίνη χρησιμοποιούνται τροποποιημένα παράγωγα της τελευταίας, όπως η μέθυλοκυτταρίνη (MC), η υδροξυπρόπυλομεθυλοκυτταρίνη (HPMC), η υδροξυπροπυλοκυτταρίνη (HPC) και η καρβοξυμεθυλοκυτταρίνη (CMC).

Οι μεμβράνες που παρασκευάζονται από υδατικά ή υδατικά-αιθανολικά διαλύματα των παραπάνω πολυμερών τείνουν να εμφανίζουν μέτρια χημική αντοχή και ανθεκτικότητα στα λίπη και έλαια. Χαρακτηρίζονται ως εύκαμπτα, διαφανή, άοσμα, άγευστα, υδατοδιαλυτά και μέτριας διαπερατότητας στους υδρατμούς και το οξυγόνο υλικά. Η MC



είναι η λιγότερο υδρόφιλη από τα παράγωγα της κυτταρίνης, ωστόσο η μεμβράνη της MC εμφανίζει υψηλή διαπερατότητα έναντι των λιπών και ελαίων. Η HPC είναι το μόνο εδωδιμο παράγωγο κυτταρίνης από το οποίο, επειδή είναι θερμοπλαστικό, είναι δυνατή η παραγωγή μεμβρανών με τις ίδιες τεχνικές που χρησιμοποιούνται και για τα συνθετικά πολυμερή. Σύνθετες μεμβράνες από MC ή HPMC και διάφορα είδη στερεών λιπιδίων, όπως το κερί και λιπαρά οξέα, βρέθηκε ότι είχαν τόσο χαμηλή διαπερατότητα στους υδρατμούς όσο και το πολυαιθυλένιο χαμηλής πυκνότητας (LDPE). Αυτές οι σύνθετες μεμβράνες παρασκευάστηκαν είτε σε ένα στάδιο από υδατικά - αιθανολικά διαλύματα μιγμάτων τροποποιημένης κυτταρίνης με λιπαρά οξέα είτε σε δύο στάδια με επιστροφή προπαρασκευασμένων μεμβρανών με κερί.

β) Άμυλο: Για την παρασκευή εδωδιμων μεμβρανών αυτής της κατηγορίας έχουν χρησιμοποιηθεί αμυλόζη και υδροξυπροπυλωμένο ή μη άμυλο πλούσιο σε αμυλόζη. Οι μεμβράνες τους παρουσιάζουν μέτρια διαπερατότητα στο οξυγόνο και υψηλή στους υδρατμούς, ενώ οι μηχανικές τους ιδιότητες είναι γενικά κατώτερες των συνθετικών πολυμερών μεμβρανών. Το άμυλο εμφανίζει θερμοπλαστική συμπεριφορά όταν προστίθεται σε αυτό πλαστικοποιητές.

γ) Αλγινικά άλατα: Οι μεμβράνες τους παρασκευάζονται με εξάτμιση υδατικού διαλύματος αλγινικού άλατος, ενώ προστίθεται και άλας του ασβεστίου, το οποίο συμβάλλει στη δημιουργία σταυροειδών, ιονικών δεσμών. Είναι αδιαπέραστες από λίπη και έλαια, αλλά διαπερατές από υδρατμούς.

## 11. Μηχανικές ιδιότητες και διαπερατότητα στα αέρια

### 11.1 Διαπερατότητα ως προς τους υδρατμούς

Η ανάπτυξη μεμβρανών που προστατεύουν τα προϊόντα από μεταφορά υγρασίας από και προς αυτά εστίαστηκε κυρίως σε μεμβράνες λιπιδίων, πρωτεΐνης και κυτταρίνης. Γενικά, οι μεμβράνες λιπιδίων έχουν χαμηλότερη διαπερατότητα στους υδρατμούς σε σχέση με τις πρωτεϊνικές. Ωστόσο υπάρχουν πρωτεϊνικές μεμβράνες που χρησιμοποιούνται σε τρόφιμα με υψηλό ρυθμό απώλειας υγρασίας, όπως τα φρέσκα φρούτα και λαχανικά.

### 11.2 Λιπιδικές μεμβράνες

Η διαπερατότητα σε υδρατμούς εξαρτάται από τον τύπο, τον ελεύθερο όγκο και την κρυσταλλικότητα του πλέγματος της μεμβράνης. Υπάρ-

χει η ένδειξη ότι για την ίδια συγκέντρωση και πλαστικοποιητή, οι μεμβράνες μορφής γαλακτωμάτων έχουν χαμηλότερη διαπερατότητα σε σχέση με τις επάλληλες μεμβράνες που εμπεριέχουν λιπιδικές φύσεις στρώση. Αυτό οφείλεται εν μέρει στη δημιουργία ενός πυκνού πλέγματος πολυμερών αλυσίδων που αυξάνει το μήκος της διαδρομής, το οποίο πρέπει να διανύσει το μόριο του νερού, για να διαπεράσει τη μεμβράνη.

### 11.3 Πρωτεϊνικές μεμβράνες

Αντίθετα από κάποιες λιπιδικές μεμβράνες που μπορούν να περιέχουν και άλλες δευτερογενείς ενώσεις, για να αυξηθεί η σταθερότητα του συστήματος, οι πρωτεΐνες μπορούν να δράσουν και ως φορείς άλλων πρωτεϊνών με χαμηλή διαπερατότητα στους υδρατμούς.

Η διαπερατότητα του κολλαγόνου είναι ισχυρώς εξαρτημένη από την τιμή της RH. Οι τιμές της διαπερατότητας της ως προς τους υδρατμούς είναι της τάξης του  $6 \times 10^{-11}$ - $17 \times 10^{-11}$  g/msPa, που είναι περίπου 5-20 φορές μεγαλύτερη από αυτήν των λιπιδικών μεμβρανών. Η διαπερατότητα της ζεΐνης εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το ποσοστό πλαστικοποιητή που προστίθεται σε αυτήν, π.χ. προσθήκη 3% γλυκερόλης αυξάνει τη διαπερατότητα της ζεΐνης κατά 10%, ενώ προσθήκη 20% προκαλεί αύξηση κατά 30%.

### 11.4 Διαπερατότητα ως προς το οξυγόνο και τις πτητικές αρωματικές ενώσεις

Η ποιότητα ενός τροφίμου μπορεί να διασφαλιστεί μεταξύ άλλων και με τον έλεγχο της μεταφοράς οξυγόνου και των αρωματικών ενώσεων προς και από το προϊόν. Η χαρακτηριστική γεύση και άρωμα ενός τροφίμου είναι το αποτέλεσμα της ισορροπημένης αναλογίας μεταξύ εκατοντάδων ενώσεων που αλληλεπιδρούν μεταξύ τους. Επιπλέον, το οξυγόνο μπορεί να προκαλέσει την οξείδωση διαφόρων συστατικών του τροφίμου οδηγώντας στην απώλεια των χαρακτηριστικών οργανοληπτικών του ιδιοτήτων.

### 11.5 Διαπερατότητα ως προς το οξυγόνο

Η μεθυλοκυτταρίνη (MC) και η υδροξυπροπυλομεθυλοκυτταρίνη (HPMC) δίνουν μέσης διαπερατότητας ως προς το οξυγόνο μεμβράνες που είναι κατά μια τάξη μεγέθους μικρότερες από εκείνες του πολυαιθυλενίου χαμηλής πυκνότητας (LDPE), αλλά δύο έως τρεις τάξεις μεγέθους μεγαλύτερες από του πολυβινυλιδενοχλωριδίου (PVDC) και του συμπολυμερούς της αιθυλενο-βινυλικής αλκοόλης (EVOH) στους  $-24^\circ\text{C}$  και 50% RH. Αν και τα παράγωγα κυτταρίνης έχουν παρόμοια χημική δομή με την EVOH,



**Σιγουριά και ασφάλεια  
για Ελλάδα ισχυρή  
σε έναν κόσμο  
που αηλιάζει**

www.petrola.gr

**petrola**  
Ενέργεια

οι επαναλαμβανόμενοι δακτύλιοι και οι πλευρικές ομάδες στη δομή των πρώτων πιθανόν προσδίδουν μικρότερη πολικότητα, δημιουργούν μεγαλύτερο «ελεύθερο» όγκο (μέτρο των διαμοριακών κενών) και ελαττώνουν την κρυσταλλικότητα σε σχέση με τις ευθείες αλυσίδες της ΕVΟΗ. Η ΗΡΜC έχει μεγαλύτερη διαπερατότητα συγκριτικά με την ΜC λόγω της μεγαλύτερης διαπερατότητας συγκριτικά με την ΜC λόγω της μεγαλύτερης πλευρικής ομάδας στο μόριο της πρώτης.

Στους πίνακες 1 και 2 παραθέτονται αντιπροσωπευτικές τιμές μηχανικών ιδιοτήτων και της διαπερατότητας σε υδρατμούς, οξυγόνο και διοξείδιο του άνθρακα για εδωδιμες μεμβράνες. Επίσης, γίνεται σύγκριση με τις αντίστοιχες τιμές των συνθετικών πολυμερών. Αν και τα συνθετικά πολυμερή εμφανίζονται να πλεονεκτούν σε σχέση με τις εδωδιμες μεμβράνες, οι τελευταίες παρουσιάζουν ικανοποιητικές ιδιότητες που βελτιώνονται αισθητά με την προσθήκη πλαστικοποιητών, όπως γλυκερόλης, σορβιτόλης, κ.ά., καθώς και με την ανάμιξη διαφόρων εδωδιμων υλικών.

**Πίνακας 1.** Σύγκριση διαπερατότητας μεμβρανών από εδωδιμα υλικά, αλουμίνιο, συνθετικά πολυμερή σε υδρατμούς (H<sub>2</sub>O) και διοξείδιο του άνθρακα.

Τύπος μεμβράνης	Συνθήκες μέτρησης διαπερατότητας			Διαπερατότητα ως προς αέριο		
	RH%	°C	$\mu\text{m}$	H <sub>2</sub> O	O <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>
Άμυλο	100,3	36	-	142	-	-
Καζεΐνης-ζελατίνης	60,22	30	-	34,3	-	-
Γλουτένης σίτου + γλυκερόλη	100	30	-	5,08	-	-
Γλουτένης σίτου	-	25	0,95	-	1290	36700
Πηκτίνης	-	25	0,96	-	1340	21300
Χιτοζάνης	-	25	0,93	-	472	8010
LDPE	95	38	-	0,0482	-	-
Φύλλο αλουμινίου	95	38	-	0,000289	-	-
HDPE	-	23	0	-	285	972
Πολυαιθίλιο	-	23	0	-	12	19
Σελοφάν	-	23	0,5	-	8	-
Γλουτένη σίτου + κερναισομίμη κερί μέλισσας	100	30	-	3,91	-	-
Γλουτένη σίτου + κερί μέλισσας	87	25	-	0,0122	-	-
Γλουτένη σίτου + κερί μέλισσας	100	30	-	0,023	-	-

**Πίνακας 2.** Σύγκριση μηχανικών ιδιοτήτων μεταξύ μεμβρανών από εδωδιμα και συνθετικά πολυμερή.

Τύπος μεμβράνης	Αντοχή στην τάνυση (MPa)	% επιμήκυνση κατά την τάνυση
Άμυλο αραβόσιτου	38,3±2,1	8,2±0,4
Άμυλο αραβόσιτου + καζεΐνικό Na (1:1)	17,8±0,3	38,0±3,2
Άμυλο αραβόσιτου + MCC	90,0±1,6	2,3±0,4
Διαλυτό άμυλο+ καζεΐνικό Na (6:1)	-	-
5% γλυκερόλη (πλαστικοποιητής)	38,2±3,6	8,2±1,1
5% γλυκερόλη + 15% γλυκερόλη	32,0±2,2	18,5±1,8
Γουταπέρκα + ζελατινοποιημένο άμυλο	14,5±1,3	6,8±0,6
α-καζεΐνη + 1% γλυκερόλη	41	38
Συμπύκνωμα πρωτεϊνών ορού γάλακτος + σορβιτόλη (1:1)	14,7	8,7
β-λακτογλοβουλίνη + γλυκερόλη (6:1)	20,6	-
Ζεΐνη αραβόσιτου (εμπορικό επικάλυμμα)	0,4	-
LDPE	13	500
HDPE	26	300
Σελοφάν	114	-

## 12. Εφαρμογές εδωδιμων επικαλύψεων σε εμπορική κλίμακα

Αν και κατά καιρούς έχουν αναφερθεί εφαρμογές των εδωδιμων πολυμερών, η πλειοψηφία τους βρίσκεται κυρίως σε πειραματικό στάδιο ή πρόκειται για παραδοσιακές χρήσεις. Ωστόσο οι εδωδιμες μεμβράνες χρησιμοποιούνται και σε εμπορική κλίμακα ή τείνουν να χρησιμοποιηθούν, όπως φαίνεται και στον πίνακα 3, με κύριες εφαρμογές στα φυτικά προϊόντα (φρούτα, λαχανικά, ξηροί καρποί) για μείωση της μεταφοράς υγρασίας οξυγόνου, διοξειδίου του άνθρακα και ελαίων.

Γενικά, οι χρήσεις των εδωδιμων μεμβρανών και επικαλύψεων μπορούν να συνοψιστούν ως εξής:

1. επιβράδυνση μετανάστευσης υγρασίας, αερίων (διοξείδιο του άνθρακα, οξυγόνο), ελαίων και λιπών, διαλυτών στερεών,
2. βελτίωση μηχανικών ιδιοτήτων και ευκολότερη χρήση τροφίμων,
3. βελτίωση δομής τροφίμων,
4. διατήρηση πηπτικών αρωματικών ενώσεων και
5. φορείς προσθέτων στα τρόφιμα.

Επομένως, με τη χρήση των εδωδιμων επικαλύψεων επιτυγχάνονται τα ακόλουθα:

1. επιβράδυνση της οξειδωσης των λιπών, της μη ενζυμικής μελάνωσης και της μικροβιακής ανάπτυξης,
2. απελευθέρωση πηπτικών αρωματικών ενώσεων μόνο κατά τη θέρμανση του τροφίμου με ενθυλάκωση τους σε θερμομεισθητές μεμβράνες,
3. διατήρηση διαφορετικής ενεργότητας νερού σε συστατικά του ίδιου ετερογενούς τροφίμου, όπως σε κρακεράκια, κατεψυγμένη πίτσα και στην κρούστα κατεψυγμένων πιτών,
4. επιμήκυνση της εμπορικής διάρκειας ζωής φρούτων και λαχανικών με διαφορετικό ρυθμό αναπνοής επικαλυμμένων με διαφορετικής σύνθεσης εδωδιμες μεμβράνες και συντηρούμενα υπό ελεγχόμενη (CAP) ή τροποποιημένη (MAP) ατμόσφαιρα.

Στην συνέχεια παραθέτονται διάφορες υποσχόμενες χρήσεις εδωδιμων επικαλύψεων που πιθανών να εφαρμοστούν και σε βιομηχανική κλίμακα στο μέλλον (Πίνακας 3).

Τύπος επικαλύψματος	Είδος τροφίμου	Χρήση επικάλυψης
<b>A. Κοιταρίνη</b>		
1. Μεδυλοκοιταρίνη (MC)	Τεμάχια χοιρινού και κοτόπουλου	Αύξηση δύναμης σφάιρας
2. MC και ΗΡΜC	Προϊόντα πατάτας, τεμάχια κρεμμυδιού	μείωση διαπερατότητας σε έλαια
3. ΗΡC	Ξηροί καρποί	μείωση διαπερατότητας σε υγρασία και οξυγόνο
4.		μείωση διαπερατότητας σε οξυγόνο και CO <sub>2</sub>
5. CMC	Μπανάνες, αγγούρια, μήλα, τομάτες	μείωση διαπερατότητας σε υγρασία και οξυγόνο
<b>B. Άμυλο</b>		
1. Άμυλόζη	Τουίς, ηλιαντίες πατάτες	μείωση διαπερατότητας σε έλαια
2. Υδροξυπροπυλοποιημένο άμυλο	Αμύγδαλα	μείωση διαπερατότητας στο οξυγόνο
<b>Γ. Χιτίνη/ Χιτοζάνη</b>	Μήλα, αγγούρια, ροδάκινα	μείωση διαπερατότητας σε οξυγόνο και CO <sub>2</sub>
<b>Δ. Πουλλουλαίνη</b>	Αποξηραμένα λαχανικά	μείωση διαπερατότητας σε οξυγόνο και CO <sub>2</sub>
<b>Ε. Ζελατίνη</b>	Προϊόντα κρέατος, Καπνιστά προϊόντα κοτόπουλου	Μηχανική προστασία, μείωση διαπερατότητας σε O <sub>2</sub>
<b>Ζ. Ζεΐνη αραβόσιτου</b>	Αυγά	Μηχανιστική δράση, μείωση διαπερατότητας σε O <sub>2</sub> , ελάττωση διαπερατότητας στην υγρασία
<b>Η. Γλουτένη σίτου</b>	Ξηροί καρποί	
<b>Θ. Καζεΐνη</b>	Μήλα, προϊόντα διηθητικών, κατεψυγμένο ψάρι	
	Ψημένα και τηγανητά τρόφιμα, σοκολάτα	
<b>Ι. Αλβουμίνη, καζεΐνη, ζελατίνη, πρωτεΐνη σόγιας, φυσικά έλαια</b>	Φρούτα και λαχανικά	
<b>Κ. Συνθετική παραφίνη και παράγωγα του διηλεκτρικού οξέος</b>	Εσπεριδοειδή	
<b>Λ. Ελαϊκό οξύ (ως συστατικό επικάλυψης)</b>	Ζαχαρώδη, φρούτα, λαχανικά	
<b>Μ. Κηρός παύρου ορούξης</b>		

**Πίνακας 3.** Ενδεικτικές εφαρμογές εδωδιμων επικαλύψεων πολυσακχαρτιτικής πρωτεϊνικής και λιπιδικής φύσης.

## 13. Βιβλιογραφία

1. Gennadios, A., Weller, C.L. (1990) Edible films and coatings from wheat and corn proteins. Food Technology, 44(10), 63-69.
2. Miller, K.S., Krochta, M. (1997) Oxygen and aroma barrier properties of edible films: a review. Trends in food science and technology, 8, 228-237.



3. Krochta, J.M., De Mulder-Johnston, C. (1997) Edible and biodegradable films: challenges and opportunities. *Food technology* 51(2), 61-74.
4. Cuq, B., Gontard, N., Guilbert, S. (1998) Proteins as agricultural polymers for food packaging production. *Cereal Chemistry*, 75(1), 1-9.
5. Arvanitoyannis, I., Psomiadou, E., Billaderis, C., Ogawa, H., Kawasaki, N., Nakayama, N. (1997). Biodegradable films made from LDPE, Ethylene Acrylic Acid (EAA). *Polycaprolactone*, Part 3. *Stärke/Starch*, 49(7/8), 306-322.

6. Krochta, J.M., Baldwin, E.A., Misraros Cornedo, M.O. (1994) *Edible coatings and films to improve food quality*. Technnonic Publications, Co., Langaster.
7. Koelsch, C. (1994) Edible water vapor barriers: properties and promise. *Trends in Food Science and Technology*, 5(3), 76-81.
8. Guilbert, S., Gontard, N. (1994) Edible and biodegradable food packaging in proceedings of International Symposium on Interactions: Foods-Food Packaging Materials. Eds Ackermann, P., Jaegerstadt, M. & Ohlsson, T. The Royal Society of Chemistry, 159-168.
9. Arvanitoyannis, I., Psomiadou, E., Nakayama, A. (1996) Edible films made from sodium caseinate starches, sugars of glycerol. Part 1. *Carbohydrate polymers* (4), 179-192.
10. Psomiadou, E., Arvanitoyannis, I., Yamamoto, N. (1996) Edible films made from natural resources microcrystalline cellulose (MCC), methylcellulose (MC) and corn starch and polyols-Part 2. *Carbohydrates Polymers*, 31(4), 193-204.
11. Arvanitoyannis, I., Billaderis, C.G. (1998) Physical properties of polyol-plastized edible films made from sodium caseinate and soluble starch blends. *Food Chemistry*, 62(3), 333-342.

### Σύντομο βιογραφικό σημείωμα

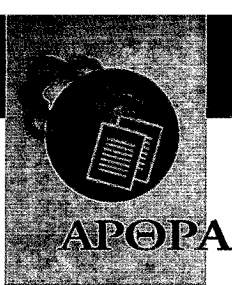
#### Ιωάννης Αρβανιτογιάννης

Απεφοίτησε από το Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Χημείας (1984) και είναι κάτοχος δύο διδακτορικών διατριβών, στα συνθετικά πολυμερή και στην φυσικοχημεία τροφίμων, από το εργαστήριο Οργανικής Χημικής Τεχνολογίας, ΑΠΘ (1990) και το τμήμα επιστήμης τροφίμων και εφαρμοσμένης Μικροβιολογίας του Nottingham (Αγγλία) (1993), αντίστοιχα. Εργάστηκε ερευνητικά στο Πανεπιστήμιο Loughborough (Αγγλία), Ciba-Geigy (Ελβετία) και στο Εθνικό Ερευνητικό Ινστιτούτο της Οσάκα στην Ιαπωνία. Από το 1995 έως το 2000 ήταν επίκουρος καθηγητής με αντικείμενο τον έλεγχο ποιότητας τροφίμων του τμήματος Γεωπονίας του ΑΠΘ. Από τον Μάρτιο 2000 ανέλαβε τα καθήκοντά του ως επίκουρος καθηγητής με αντικείμενο τον έλεγχο ποιότητας, μεταποίηση και τεχνολογία τροφίμων στο τμήμα Γεωπονίας του Παν/μίου Θεσσαλίας. Είναι συγγραφέας σε περισσότερες από 100 ερευνητικές εργασίες και άρθρα ανασκόπησης και έχει περίπου 400 αναφορές από άλλους ερευνητές. Ο Ι. Αρβανιτογιάννης είναι επίσης συγγραφέας τεσσάρων βιβλίων στην Ελληνική με θέμα α) ISO 9000 & ISO 14000 β) Ασφάλεια Τροφίμων: Εφαρμογή του HACCP στις Βιομηχανίες Τροφίμων και Ποτών (2001) γ) Στοιχεία Τεχνολογίας, Μεταποίησης και Συσκευασίας Τροφίμων (2001) από τις εκδόσεις University Studio Press (Θεσ/νίκη), δ) ISO 9000:2000 - Διοίκηση Ολικής Ποιότητας-Ερευνα Αγοράς (Εκδ. Σταμούλη, Αθήνα) και ενός βιβλίου στην Αγγλική με τίτλο "A Quality Assurance and Safety Guide for the Food and Drinks Industry" από τις εκδόσεις MAIX (Κρήτη). ■

**Ανάπτυξη με προσήλωση  
στην ασφάλεια,  
σεβασμό  
στο περιβάλλον**

[www.petrola.gr](http://www.petrola.gr)

**petrola**  
Ενέργεια



# ΕΝΕΡΓΕΣ ΚΑΙ ΕΞΥΠΝΕΣ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΕΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

Σπυρίδων Ε. Παπαδάκης, Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Αθήνας, Τμήμα Τεχνολογίας Τροφίμων

## Περίληψη

Ενεργή είναι η συσκευασία εκείνη η οποία μεταβάλλει τις συνθήκες στο άμεσο περιβάλλον του τροφίμου με σκοπό είτε την αύξηση της διάρκειας ζωής ή τη βελτίωση της ασφάλειας ή των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών του τροφίμου. Για παράδειγμα ενεργές θεωρούνται οι συσκευασίες που απομακρύνουν από το εσωτερικό τους το  $O_2$ , το αιθυλένιο, την υγρασία, απομακρύνουν ή παράγουν  $CO_2$ , απελευθερώνουν αντιοξειδωτικά ή αντιμικροβιακές ουσίες κλπ. Αναπτύχθηκε το θέμα της απομάκρυνσης του  $O_2$ . Παρουσιάστηκαν λεπτομερώς η σχετική τεχνολογία, δηλαδή οι ουσίες και οι μορφές (σακίδια, ενσωμάτωση στο υλικό συσκευασίας ή στο πάμα) με τις οποίες χρησιμοποιούνται αυτές οι ουσίες, τα πλεονεκτήματα που προσφέρει η χρήση τους καθώς και τα μειονεκτήματα και οι πιθανοί κίνδυνοι για την ασφάλεια των τροφίμων στα οποία χρησιμοποιούνται.

## Abstract

*Active packaging involves the manipulation of the environment in the package to increase the shelf life of the food or to enhance its safety or quality. Examples of active packaging include oxygen scavengers, ethylene absorbers, desiccants,  $CO_2$  scavengers or emitters, antimicrobial films etc. The presentation dealt mainly with  $O_2$  scavengers. The relevant technology was presented in detail. More specifically the various substances employed for  $O_2$  scavenging and the forms used (sachets, incorporation into the packaging material or the closure) were discussed. Finally the benefits  $O_2$  scavenging provides to the food industry and the safety factors and risks involved were analyzed.*

## 1. Εισαγωγή

Ως ενεργή θα μπορούσε να οριστεί η συσκευασία εκείνη που μεταβάλλει τις συνθήκες στο άμεσο περιβάλλον του τροφίμου με σκοπό είτε την αύξηση της διάρκειας ζωής ή τη βελτίωση της ασφάλειας ή των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών του τροφίμου.

Παραδείγματα ενεργών συσκευασιών:

- Απομάκρυνση  $O_2$  (oxygen scavenging)
- Απομάκρυνση αιθυλενίου
- Απομάκρυνση ή παραγωγή  $CO_2$
- Ρύθμιση της υγρασίας
- Αντιμικροβιακές συσκευασίες
- Απελευθέρωση αντιοξειδωτικών
- Απελευθέρωση ή ρόφηση οσμών και γεύσεων
- Συσκευασία σε MAP φρέσκων φρούτων & λαχανικών

• Ενεργές συσκευασίες τροφίμων για φούρνους μικροκυμάτων  
Μια έξυπνη συσκευασία συγκεντρώνει πληροφορίες σχετικά με το τρόφιμο που περιέχει για να προσφέρει διάφορα οφέλη στον καταναλωτή, όπως π.χ. μεγαλύτερη ασφάλεια, υψηλότερη ποιότητα, ευκολότερη χρήση.

Παραδείγματα έξυπνων συσκευασιών:

- Μια συσκευασία με ένα δείκτη θερμοκρασίας-χρόνου (TTI) μπορεί να πληροφορήσει τον καταναλωτή σχετικά με την ποιότητα του τροφίμου.
- Μια συσκευασία με ένα βιοισθητήρα μπορεί να πληροφορήσει τον καταναλωτή σχετικά με την ανάπτυξη μικροοργανισμών στο τρόφιμο.
- Μια συσκευασία με γραμμωτό κώδικα (bar code) μπορεί να βοηθήσει τον καταναλωτή για ευκολότερο και καλύτερο μαγείρεμα του τροφίμου.

Σε αντίθεση με την Ιαπωνία και με τις ΗΠΑ οι ενεργές συσκευασίες των τροφίμων έχουν εφαρμοστεί στην Ευρώπη πολύ ελάχιστα. Και τούτο κυρίως λόγω νομοθετικών περιορισμών, φόβων για ενδεχόμενες αντιρρήσεις από τους καταναλωτές, έλλειψης επαρκών γνώσεων σχετικά με την αποτελεσματικότητα, το κόστος και τις επιπτώσεις στο περιβάλλον των ενεργών συσκευασιών των τροφίμων. Για να αντιμετωπιστούν αυτά τα προβλήματα, ώστε τελικά να προωθηθεί η εφαρμογή των ενεργών συσκευασιών στην Ευρώπη, τον Ιανουάριο του 1999 ξεκίνησε το European FAIR-project "Actipak" (CT98-4170). Σ' αυτό συμμετέχουν 9 ερευνητικά κέντρα και 3 βιομηχανίες, συντονιστής δε είναι το TNO Nutrition and Food Research Institute στην Ολλανδία.

## 2. Τεχνολογία απομάκρυνσης $O_2$

Σε πολλές περιπτώσεις η ποιοτική υποβάθμιση των τροφίμων οφείλεται είτε σε οξείδωση συστατικών τους ή στην ανάπτυξη μυκήτων για την οποία είναι απαραίτητη η παρουσία  $O_2$ . Αν και τα ευαίσθητα στο  $O_2$  τρόφιμα συνήθως συσκευάζονται σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα (MAP) ή υπό κενό, με τις τεχνολογίες αυτές δεν απομακρύνεται τελείως το οξυγόνο. Σ' αυτό το ποσό πρέπει να προστεθεί και το ποσό οξυγόνου που διαπερνά το υλικό συσκευασίας κατά την αποθήκευση του τροφίμου. Η χρησιμοποίηση οξυγόνου που απομακρύνουν το  $O_2$  ( $O_2$  scavengers), απορροφώντας το εναπομένον  $O_2$  μετά το κλείσιμο της συσκευασίας, μπορεί να ελαχιστοποιήσει την ποιοτική υποβάθμιση των ευαίσθητων στο  $O_2$  τροφίμων.

Για την απομάκρυνση του  $O_2$  ( $O_2$  scavenging) χρησιμοποιούνται οι παρακάτω μέθοδοι:

- Οξείδωση σκόνης σιδήρου,
- Οξείδωση ασκορβικού οξέος,
- Οξείδωση φωτοευαίσθητων χρωστικών,
- Ενζυματική οξείδωση (π.χ. οξείδωση της γλυκόζης και αλκοολική οξείδωση),

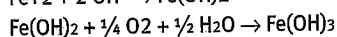
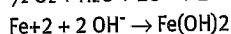
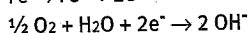
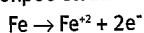
- Ακόρεστα λιπαρά οξέα (ελαϊκό και λινολεϊκό οξύ),
- Ζύμες, ακινητοποιημένες σε στερεές ύλες.

Όσον αφορά την μορφή με την οποία χρησιμοποιούνται στη συσκευασία οι ουσίες που απορροφούν το O<sub>2</sub>, αυτές μπορεί να είναι τοποθετημένες σε σακουλάκια (sachets), ή να είναι ενσωματωμένες στο υλικό συσκευασίας ή να έχουν προστεθεί στην εσωτερική επιφάνεια της συσκευασίας.

### 3. Σακουλάκια που απορροφούν το O<sub>2</sub> (Oxygen scavenging sachets)

Πρόκειται για σακουλάκια διαφόρων μεγεθών από υλικό σημαντικής διαπερατότητας στο οξυγόνο που περιέχουν ουσίες που οξειδώνονται εύκολα και που τοποθετούνται μέσα στην συσκευασία μαζί με το τρόφιμο. Με τα σακουλάκια αυτά η συγκέντρωση του O<sub>2</sub> στο headspace της συσκευασίας μπορεί να μειωθεί σε λιγότερο από 0,01% μέσα σε 1-4 μέρες σε θερμοκρασία περιβάλλοντος (Smith et al 1995). Χρησιμοποιούνται ευρέως στην Ιαπωνία και σιγά-σιγά κερδίζουν έδαφος και στις ΗΠΑ. Κατά τους Smith et al (1995) πάνω από το 70% της αγοράς των σακιδίων αυτών κατέχει η Mitsubishi Gas Chemical Co.

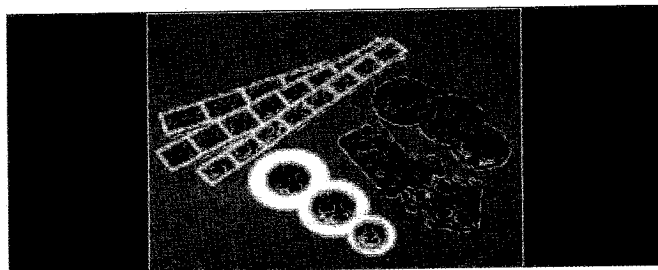
Θεωρητικά στα σακουλάκια αυτά θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί οποιαδήποτε ουσία που αντιδρά με το οξυγόνο. Εν τούτοις, εφ' όσον αναφερόμαστε σε τρόφιμα οι ουσίες που απομακρύνουν το O<sub>2</sub> θα πρέπει να είναι ασφαλείς, να μην παράγουν τοξικές ή ενοχλητικές στην οσμή και γεύση ουσίες, να απορροφούν μεγάλη ποσότητα O<sub>2</sub> ανά μονάδα μάζας, να έχουν ικανοποιητική ταχύτητα απορρόφησης και να είναι σχετικά οικονομικά (Harima 1990). Οι περισσότερο χρησιμοποιούμενες ουσίες στα σακουλάκια είναι σκόνη σιδήρου και ασκορβικό οξύ. Η αντίδραση οξειδωσις του σιδήρου είναι:



Για να οξειδωθούν ο σίδηρος και το ασκορβικό οξύ είναι απαραίτητο το νερό. Στους τύπους σακιδίων που αντιδρούν από μόνοι τους (self-reaction type) το απαραίτητο για την χημική αντίδραση νερό προστίθεται στο σακίδιο ελάχιστα πριν αυτό τοποθετηθεί μέσα στη συσκευασία μαζί με το τρόφιμο, γιατί η αντίδραση οξειδωσις αρχίζει αμέσως μόλις το σα-

κουλάκι εκτεθεί στον αέρα. Στους τύπους που εξαρτώνται από την υγρασία η αντίδραση αρχίζει αφού απορροφηθεί αρκετή υγρασία, η οποία προέρχεται από το τρόφιμο.

Το δε πλέον διαδεδομένο σύστημα με σακουλάκια που απομακρύνουν το O<sub>2</sub> είναι το Agelessβ (Σχήματα 1, 2) της Mitsubishi Gas Chemical Co., Japan. Σύμφωνα μ' ένα εμπειρικό κανόνα 1 g σιδήρου αντιδρά με περίπου 300 ml (STP) O<sub>2</sub>. Στα σακουλάκια υπάρχει η επιγραφή "Do not eat", λόγω του κινδύνου δηλητηρίασης που υπάρχει αν το σακουλάκι φαγωθεί κατά λάθος από τον καταναλωτή.



Σχήμα 1. Σακουλάκια Agelessβ διαφόρων μεγεθών.  
(πηγή: [www.mgc-a.com/ageless.html](http://www.mgc-a.com/ageless.html))



Σχήμα 2. Διάφορες μορφές του Ageless είτε σαν σακουλάκι ή σαν αυτοκόλλητο που μπορεί να κολληθεί στο εσωτερικό της συσκευασίας ή σαν κάρτα πάνω στην οποία στηρίζεται το προϊόν.  
(πηγή: [www.mgc-a.com/ageless.html](http://www.mgc-a.com/ageless.html))

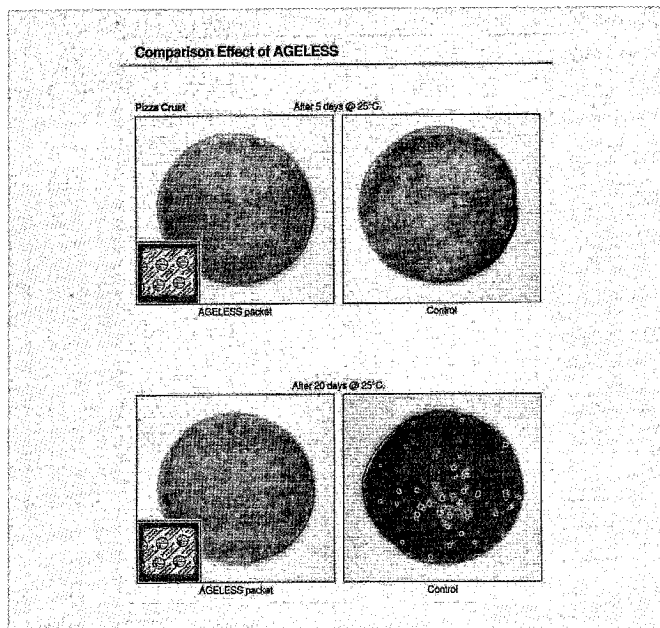


Ενέργεια για  
καλύτερα προϊόντα,  
καλύτερη  
ποιότητα ζωής  
για όλους

www.petrola.gr

petrola  
Ενέργεια

Όπως φαίνεται στο Σχήμα 3 η χρησιμοποίηση σακιδίων που απομακρύνουν το O<sub>2</sub> απαγορεύει την ανάπτυξη μυκήτων και αερόβιων βακτηρίων καθώς δεν μπορούν να αναπτυχθούν χωρίς οξυγόνο.

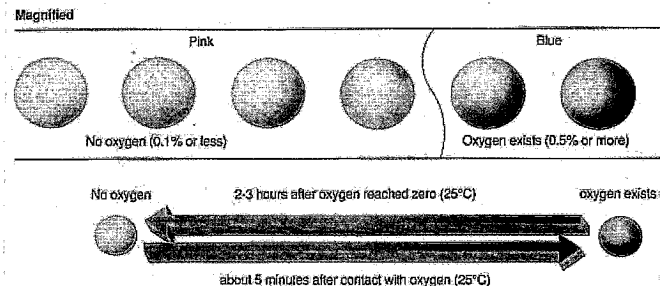


Σχήμα 3.

Όταν εισήχθησαν για πρώτη φορά στην αγορά της Ιαπωνίας τα σακουλάκια που απορροφούν το οξυγόνο, οι κατασκευαστές τους με σκοπό την προώθηση της χρήσης τους αλλά και την διευκόλυνση των καταναλωτών, ανέπτυξαν τους λεγόμενους δείκτες O<sub>2</sub>. Οι δείκτες αυτοί αλλάζουν χρώμα ανάλογα με την συγκέντρωση του οξυγόνου μέσα στην συσκευασία. Η Mitsubishi Gas Chemical Co., ονόμασε το δείκτη O<sub>2</sub> που παράγεται Ageless-eye. Πρόκειται για έγχρωμο, ευαίσθητο στο οξυγόνο χάρτι σε συσκευασία μπλίστερ από διαφανές φιλμ υψηλού φραγμού στο O<sub>2</sub>. Πριν να τοποθετηθεί ο δείκτης στη συσκευασία μαζί με το τρόφιμο και το σακουλάκι που απορροφά το O<sub>2</sub>, γίνεται μια μικρή τρύπα με καρφίτσα στο μπλίστερ. Στο Σχήμα 4 φαίνεται πως δουλεύει το Ageless-eye.

#### AGELESS-EYE® Oxygen Indicator

The AGELESS-EYE is an in-package monitor which indicates the presence of oxygen at a glance.



Σχήμα 4.

Άλλα συστήματα σακιδίων που απομακρύνουν το O<sub>2</sub> είναι τα:

- ATCOB (Standa Industrie, France),
- Freshlizerβ (Toppan Printing Co., Japan),

- Vitalonβ (Toagosei Chem. Industry Co., Japan),
- Sanso-cut (Finetec Co., Japan),
- Freshpaxβ (Multisorb Technologies Inc., USA).

Διαφορετικά συστήματα χρησιμοποιούνται ανάλογα με το τρόφιμο, την ενεργότητα ύδατος *a<sub>w</sub>* του τροφίμου, την θερμοκρασία συντήρησης του κλπ. Στον Πίνακα 1 παρουσιάζεται μια λίστα με τα διαθέσιμα στο εμπόριο σακουλάκια που απορροφούν το O<sub>2</sub> (oxygen scavenging sachets) και με τις εφαρμογές του καθενός.

Ο χρόνος που απαιτείται για να μειωθεί η συγκέντρωση του O<sub>2</sub> μέσα στη συσκευασία σε αποδεκτά επίπεδα εξαρτάται από το είδος της ουσίας που περιέχει το σακουλάκι, από την *a<sub>w</sub>* του τροφίμου, τη θερμοκρασία αποθήκευσης, το αρχικό ποσό του O<sub>2</sub> στο headspace καθώς και από το διαλυμένο στο τρόφιμο ποσό O<sub>2</sub> και από τη διαπερατότητα στο O<sub>2</sub> του υλικού από το οποίο είναι φτιαγμένο το σακουλάκι. Ανάλογα με την ταχύτητα αντίδρασης με το O<sub>2</sub> τα σακουλάκια διακρίνονται σε άμεσου τύπου (0,5-1 μέρα για μείωση του O<sub>2</sub> σε αποδεκτά επίπεδα), γενικού τύπου (1-4 μέρες) και αργού τύπου (4-6 μέρες) (Harima 1990). Η επιλογή του πλέον κατάλληλου κατά περίπτωση σακιδίου εξαρτάται από το είδος του τροφίμου. Για παράδειγμα ένα τρόφιμο με υψηλή *a<sub>w</sub>* είναι πιο ευάλωτο στην ανάπτυξη μυκήτων και ως εκ τούτου απαιτεί την χρήση ενός σακιδίου που απορροφά το O<sub>2</sub> πολύ γρήγορα (π.χ. Ageless FX), ενώ μ' ένα ξηρό τρόφιμο μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένα φτηνότερο και μικρότερης ταχύτητας απορρόφησης σακίδιο (π.χ. Ageless Z-PK)

Πίνακας 1: (πηγή: Smith et al 1995)

Λειτουργία	Αντιδραστήριο	Τύπος σακιδίου	Εφαρμογές	Ταχύτητα Αντίδρ.	Ονομασία Προϊόντος
O <sub>2</sub> ↓	Σίδηρος	Αντιδρά από μόνο του	Ξηρά προϊόντα, <i>a<sub>w</sub></i> < 0,3 Ταψί, Ξηροί καρποί	4-7 μέρες	Ageless Z-PK Vitalon T
-/-	-/-	-/-	Ενδεδειγμένη <i>a<sub>w</sub></i> , <i>a<sub>w</sub></i> < 0,65 Λευκασμένο κρέας	1-3 μέρες	Ageless Z Kerlon TS
-/-	-/-	-/-	Υψηλής <i>a<sub>w</sub></i> , <i>a<sub>w</sub></i> > 0,85 Κέικ, Αρτοποιήματα	0,5 μέρες	Ageless S Sequl CA
-/-	-/-	-/-	Θερμοκρασίες κατάψυξης +3 έως -25°C, Ψάρια	3 μέρες, -25°C	Ageless SS
-/-	-/-	Εξαρτάται από υγρασία	Υψηλής <i>a<sub>w</sub></i> , <i>a<sub>w</sub></i> > 0,85 Φρέσκα μακαρόνια	0,5 μέρες	Ageless FX Vitalon LTM
-/-	Κατεχόλη	Αντιδρά από μόνο του	Ενδεδειγμένη <i>a<sub>w</sub></i> , <i>a<sub>w</sub></i> < 0,65 Ξηροί καρποί	-/-	Tamolsu A
-/-	-/-	-/-	Υψηλής <i>a<sub>w</sub></i> , <i>a<sub>w</sub></i> > 0,65 Κέικ	-/-	Tamolsu P
O <sub>2</sub> ↓ & CO <sub>2</sub> ↓	Σίδηρος + Ce(OH) <sub>2</sub>	Αντιδρά από μόνο του	Καθυρνωμένοι & αλεσμένοι καφέ	3-8 μέρες	Ageless E
O <sub>2</sub> ↓ & CO <sub>2</sub> ↑	Ασκορβικό Οξύ	-/-	Ενδεδειγμένη <i>a<sub>w</sub></i> , <i>a<sub>w</sub></i> < 0,3	1-4 μέρες	Vitalon GMA
O <sub>2</sub> ↓ & CO <sub>2</sub> ↑	Ασκορβικό Οξύ + Σίδηρος	Εξαρτάται από υγρασία	Υψηλής <i>a<sub>w</sub></i> , <i>a<sub>w</sub></i> > 0,85 Κέικ	-/-	Vitalon GMA
O <sub>2</sub> ↓ & Αιθανόλη ↑	Σίδηρος + Αιθανόλη/ Zeolite	-/-	Υψηλής <i>a<sub>w</sub></i> , <i>a<sub>w</sub></i> > 0,85 Κέικ	-/-	Negamold

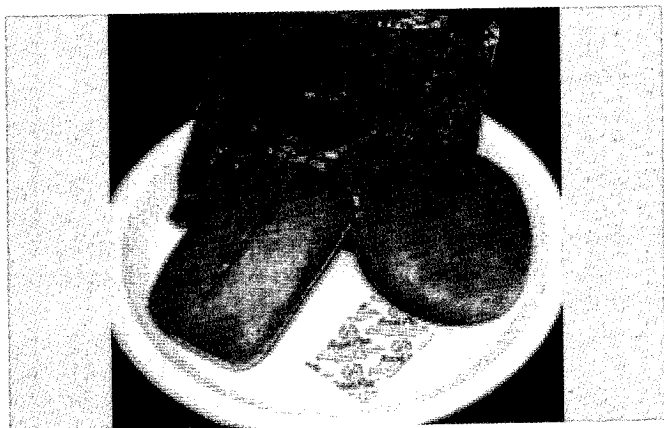
Στα προϊόντα στα οποία έχουν χρησιμοποιηθεί σακουλάκια με σκόνη σιδήρου περιλαμβάνονται τα: φρέσκα και προ-μαγειρεμένα μακαρόνια, διάφορα αλλαντικά (π.χ. Ζαμπόν), προϊόντα αρτοποιίας (π.χ. ψωμί, κρούστα για πίτσα, γλυκά, μπισκότα, κέϊς), τυριά, καφές, ξηροί καρποί και πατατάκια τσιπς.

Στο Σχήμα 5 παρουσιάζονται σακουλάκια FreshPax™ της Multisorb Technologies Inc., USA, που είναι σχεδιασμένα να απορροφούν το οξυγόνο ώστε η τελική συγκέντρωσή του μέσα στη συσκευασία να είναι μικρότερη από 0,01%.

Σχήμα 5. Πηγή: www.multisorb.com



Ένα παράδειγμα χρήσης των σακιδίων FreshPax™ παρουσιάζεται στο Σχήμα 6 όπου φαίνεται ένα ψωμάκι με τη συσκευασία του για το Αμερικανικό Στρατό. Το ψωμί αυτό είναι ειδικά φτιαγμένο ώστε να συντηρείται για μεγάλο χρονικό διάστημα. Χρησιμοποιείται επίσης το σακουλάκι που απορροφά το οξυγόνο, το δε υλικό από το οποίο είναι φτιαγμένη η συσκευασία του ψωμιού είναι αδιαπέραστο από αέρια και υδρατμούς αποτελούμενο από χοντρό φύλλο Al και PP. Ο συνδυασμός αυτών των παραγόντων δίδει στο ψωμί αυτό μια διάρκεια ζωής τριών ετών.

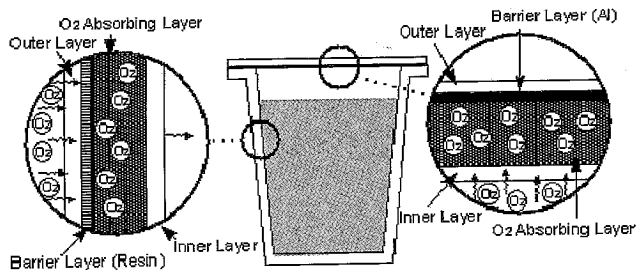


Σχήμα 6. Ψωμί που περιέχεται στα Meals Ready-to-Eat (MRE) του Αμερικανικού Στρατού (πηγή φωτογραφίας: Natick Soldier Center)

#### 4. Ουσίες που απορροφούν το O<sub>2</sub> και είναι ενσωματωμένες στο υλικό συσκευασίας (Oxygen scavengers in packaging materials)

Εκτός από τα σακουλάκια οι ουσίες που απομακρύνουν το οξυγόνο μπορούν να ενσωματωθούν απ' ευθείας στο υλικό συσκευασίας του τροφίμου, είτε αυτό είναι πλαστική μεμβράνη ή δύσκαμπτο πλαστικό.

Για παράδειγμα στο σύστημα Oxyguard™ του Toyo Seikan Group η ουσία που απορροφά το οξυγόνο είναι ένα πρόσθετο που βασίζεται σ' ένα άλας του σιδήρου και το πρόσθετο αυτό υφίσταται σαν στρώμα σ' ένα πολυστρωματικό υλικό από το οποίο κατασκευάζονται δίσκοι, ταψάκια, κύπελλα, φιάλες, σακίδια καθώς και τα καλύμματα για τα κύπελλα κ.λπ. Στο Σχήμα 7 παρουσιάζεται μια φωτογραφία μ' ένα ταψάκι Oxyguard™ καθώς και σχηματικά πως δουλεύει το σύστημα σ' ένα κύπελλο Oxyguard™.



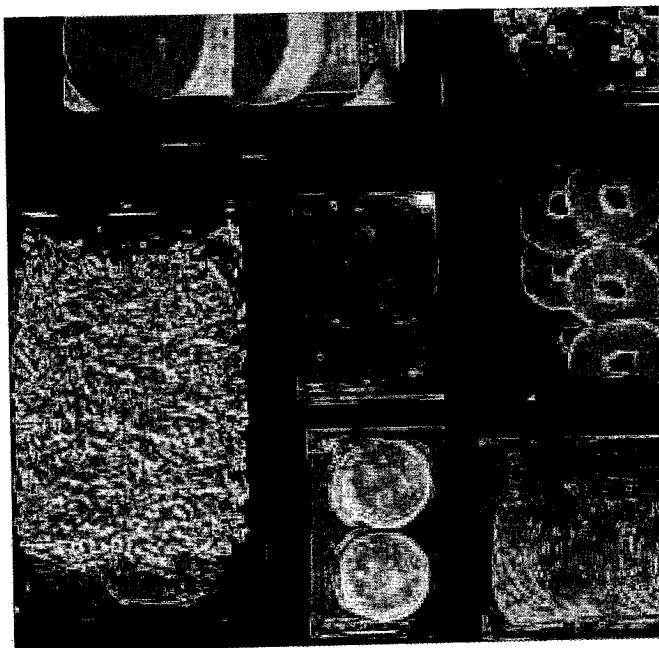
Σχήμα 7. Το σύστημα Oxyguard™

(πηγή: <http://208.55.215.103/e/oxyguard.html>)

Για την αντίδραση του Oxyguard™ με το οξυγόνο απαιτείται νερό, επομένως η ενεργοποίηση του Oxyguard™ εξαρτάται από την υγρασία μέσα στον περιέκτη του τροφίμου.

Για τα αφυδατωμένα όμως τρόφιμα απαιτείται μια διαφορετική προσέγγιση λόγω ακριβώς της χαμηλής aw. Για να ξεκινήσει η αντίδραση μπορεί να χρησιμοποιηθούν φωτοευαίσθητες χρωστικές οι οποίες ενσωματώνονται στο πλαστικό υλικό συσκευασίας. Το πλαστικό φωτίζεται με υπεριώδες φως το οποίο διεγείρει τα μόρια της χρωστικής που με τη σειρά τους διεγείρουν το οξυγόνο που διαχέεται μέσα στο φιλμ. Το διεγερμένο οξυγόνο αντιδρά με ενώσεις δέκτες που έχουν και αυτές ενσωματωθεί στο φιλμ και έτσι καταναλώνεται το O<sub>2</sub>. Αυτές οι ενώσεις δέκτες μπορεί να είναι και ειδικά πολυμερή που αντιδρούν με το οξυγόνο.

Αυτή είναι η περίπτωση του φιλμ OS1000 της Cryovac. Το φιλμ αυτό είναι τελείως διαφανές και χρησιμοποιείται για την κατασκευή του καλύμματος του πλαστικού περιέκτη του τροφίμου (Σχήμα 8).



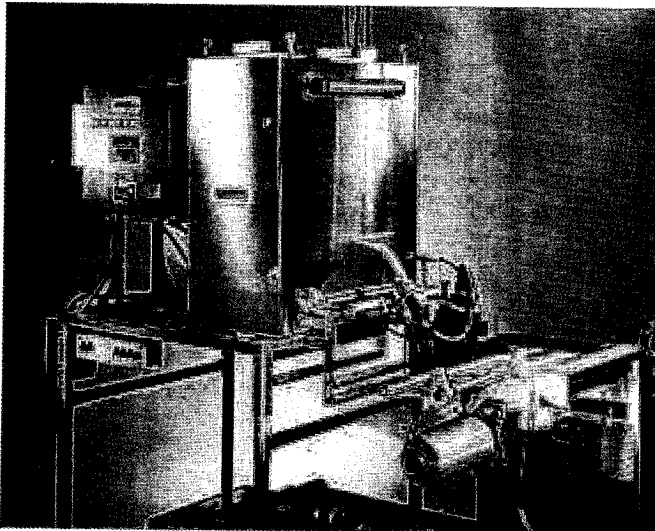
Σχήμα 8. Κάλυμμα συσκευασίων τροφίμων από διαφανές φιλμ OS1000 της Cryovac. (πηγή: [http://www.sealedair.com/products/food/os1000/os1000\\_cryoprod.html](http://www.sealedair.com/products/food/os1000/os1000_cryoprod.html))

Το φιλμ OS1000 της Cryovac περιέχει ένα στρώμα που απορροφά το οξυγόνο και που είναι ιδιοσκεύασμα της Cryovac και ενώνεται με τα υπόλοιπα στρώματα του φιλμ με συνεξώθηση (coextrusion). Το στρώμα αυτό αποτελείται από ένα πολυμερές που μπορεί να οξειδωθεί, ένα φωτοευαίσθητο εκκινητή της οξειδωσης και έναν καταλύτη. Το πολυμερές αντι-

δρά και δεσμεύει το οξυγόνο ενώ ο φωτοευαίσθητος εκκινητής απορροφά υπεριώδες φως και παρέχει την απαραίτητη ενέργεια ώστε να ξεκινήσει η οξειδωσιμ.

Για την ενεργοποίησή του το φιλμ OS1000 περνάει από το Cryovac Model 4100 Oxygen Scavenging Initiation System (Σχήμα 9) όπου φωτίζεται με υπεριώδες φως πριν ακριβώς να κολληθεί πάνω στον πλαστικό περιέκτη του τροφίμου.

Η πρώτη γνωστή εμπορική χρήση του φιλμ OS1000 στις ΗΠΑ ήταν από την Nestle το 2001. Χρησιμοποιήθηκε σαν κάλυμμα στους πλαστικούς περιέκτες φρέσκων ζυμαρικών υπό ψύξη της σειράς Buitoni (Σχήμα 8). Επιτεύχθηκε αύξηση της διάρκειας ζωής του προϊόντος κατά 50%.



Σχήμα 9. Cryovac Model 4100 Oxygen Scavenging Initiation System

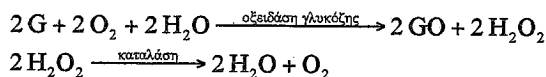
Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται μια λίστα από προϊόντα στα οποία οι ουσίες που απομακρύνουν το οξυγόνο είναι ενσωματωμένες στο υλικό συσκευασίας. Δίδεται το όνομα κάθε προϊόντος, η εταιρεία που το παράγει, η σύνθεση του προϊόντος και οι εφαρμογές του στην συσκευασία τροφίμων.

Πίνακας 2. Προϊόντα στα οποία οι ουσίες που απομακρύνουν το οξυγόνο είναι ενσωματωμένες στο υλικό συσκευασίας (πηγή: Kaufman et al, 2000)

Εταιρεία	Όνομα προϊόντος	Σύσταση	Εφαρμογές
Oxygene	OS1000	Πολυμερές που μπορεί να οξειδωθεί, φωτοευαίσθητος εκκινητής της οξειδωσιμ και καταλύτης. Στρώμα που συνενεργείται ανάμεσα σε πολλαπλά καλυμμένο με PVdC και σε PE	Αλλαντικά, Φρέσκα ζυμαρικά, Ψωμί
Crown Cork & Seal	Oxibar	Βασίζεται σε άλας του σιδήρου. Εσωτερικό στρώμα φιλμ από PET τριών στρωμάτων	Χυμοί φρούτων, Μπίρα, Σάλτσες τομάτας
Souhcop	Zero2	Φιλμ που απορροφά το O <sub>2</sub> και ενεργοποιείται με UV	
Amoco	Amosorb 3000	Πολυμερές που αναστά με το O <sub>2</sub> και μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μεμβράνες και δίσκα πλαστικά δοχεία	Μπίρα, Σάλτσες τομάτας, χυμοί
Mitsubishi Chemical & Gas	Μια μορφή του Ageless	Ageless που ενσωματώνεται σε θερμολαμβασίμενα κύματα, δίσκα σαν στρώμα σε laminates χαρτί/PE	Αρτοποιήματα, Φρέσκα ζυμαρικά, καρπούζια
Continental PET Technologies	CPTX312	Πολυστρωματική φιλμ PET	Μπίρα Miller
Ti-Seal International	Ti-SO2RB	Εσωτερική επένδυση πιμπών, απορροφά το O <sub>2</sub> του headspace της φιάλης	Ποτά

## 5. Χρήση ενζύμων

Μια άλλη αντιμετώπιση στην απομάκρυνση του οξυγόνου είναι η προσθήκη ενζύμων και καταλλήλου υποστρώματος που μπορεί να οξειδωθεί στην επιφάνεια μεμβρανών ή φιαλών. Για παράδειγμα μπορούν να προστεθούν γλυκόζη, οξειδάση της γλυκόζης και καταλάση. Εφ' όσον υπάρχει νερό με την οξειδάση της γλυκόζης θα οξειδωθεί η γλυκόζη προς γλυκονικό οξύ και υπεροξειδίο του υδρογόνου. Μετά δε με την καταλάση το υπεροξειδίο του υδρογόνου θα διασπαστεί σε νερό και οξυγόνο. Από τις δυο επιμέρους αντιδράσεις το τελικό αποτέλεσμα είναι η αντίδραση της γλυκόζης με το οξυγόνο και η παραγωγή γλυκονικού οξέος. Οι σχετικές αντιδράσεις είναι:



όπου G είναι το υπόστρωμα.

## 6. Πλεονεκτήματα από την χρήση ουσιών που απομακρύνουν το O<sub>2</sub> από τις συσκευασίες των τροφίμων

Η τεχνολογία απομάκρυνσης του O<sub>2</sub>, που χρησιμοποιείται στην μπίρα, άλλα ποτά, φρέσκα ζυμαρικά, αλλαντικά, καφέ, προϊόντα αρτοποιίας, προσφέρει πολλά οφέλη στα οποία περιλαμβάνονται τα:

- Αυξάνεται σημαντικά η διάρκεια ζωής του προϊόντος,
- Αποφεύγεται η ανάπτυξη αερόβιων παθογόνων & αλλοιούντων μικροοργανισμών,
- Μειώνεται ο κίνδυνος οξειδωσιμ των βιταμινών (βιταμίνες A, C και E),
- Αποφεύγεται η ανάπτυξη εντόμων και η εκκόλαψη των αυγών τους,
- Διατηρείται το χρώμα, η γεύση και η ολική φρεσκάδα των προϊόντων,
- Αποφεύγεται η χρήση διαφόρων προσθέτων στο τρόφιμο,
- Επεκτείνονται οι αγορές για τα διάφορα τρόφιμα λόγω της αυξημένης διάρκειας ζωής,
- Επιτυγχάνεται μείωση κόστους μέσω της μείωσης του όγκου των προϊόντων που έχουν φτάσει στο τέλος της διάρκειας ζωής τους και πρέπει αφ' ενός να απορριφθούν και αφ' ετέρου να αντικατασταθούν από νέα.

Τα σακουλάκια που απορροφούν το O<sub>2</sub>, ήταν η τεχνολογία που έγινε πρώτα διαθέσιμη. Δεδομένου ότι τα σακουλάκια αυτά απλά τοποθετούνται μέσα στη συσκευασία του τροφίμου η όλη αναστάτωση που γίνεται στη γραμμή παραγωγής είναι σχετικά μικρή. Επίσης τα σακουλάκια είναι σχετικά οικονομικά σε σχέση με τα πλεονεκτήματά που προσφέρουν στο προϊόν. Κατασκευάζονται δε σε μία πληθώρα τύπων, μεγεθών και ιδιοτήτων ώστε να μπορεί εύκολα να βρεθεί αυτό που ταιριάζει απόλυτα στις ανάγκες κάθε τροφίμου.

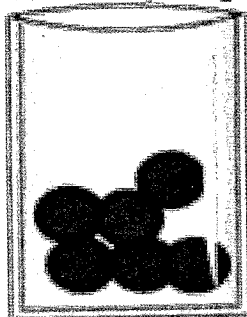
Οι καταναλωτές στην Ευρώπη και τις ΗΠΑ γενικά δεν είναι υπέρ του να υπάρχουν ξένα αντικείμενα, όπως τα σακουλάκια που απορροφούν το O<sub>2</sub>, στο εσωτερικό των συσκευασιών των τροφίμων τους. Από την άλλη μεριά με τα φιλμ που έχουν ενσωματωμένες τις ουσίες που απορροφούν το οξυγόνο ο καταναλωτής δεν αντιλαμβάνεται τίποτα. Το σημαντικότερο μειονέκτημα αυτών των φιλμ είναι ότι δεν μπορούν να ανακυκλωθούν εύκολα.

## 7. Πιθανοί Κίνδυνοι και Μειονεκτήματα

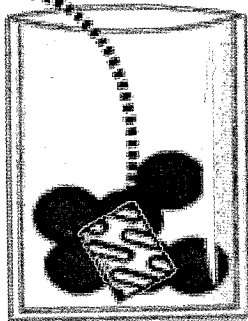
Αν και είναι πολλά τα οφέλη που προσφέρει η χρήση των oxygen scavengers στην ασφάλεια και την ποιότητα των τροφίμων υπάρχουν και πιθανοί κίνδυνοι που πρέπει να ληφθούν σοβαρά υπ' όψη. Μια προφύλαξη



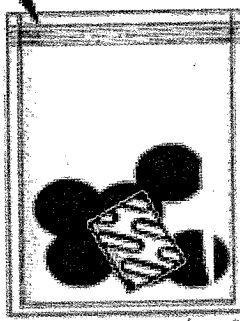
Put food in high gas barrier film package



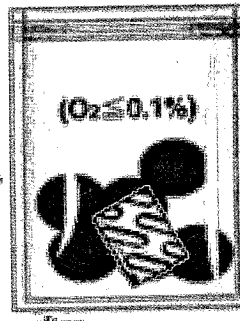
Put AGELESS™ in



Seal



Oxygen-free package



about 1 day after



που πρέπει οπωσδήποτε να ληφθεί είναι η αποφυγή πολλαπλασιασμού αναερόβιων παθογόνων μικροοργανισμών. Οι υπεύθυνοι με την ανάπτυξη ενός τροφίμου πρέπει να το μελετήσουν από κάθε άποψη αν προτίθενται να χρησιμοποιήσουν oxygen scavengers με το συγκεκριμένο τρόφιμο.

Έχουν γίνει μελέτες που έδειξαν ότι παθογόνα αναερόβια όπως το *Clostridium botulinum* Type E μπορούν να επιζήσουν σ' ένα περιβάλλον απ' όπου έχει απομακρυνθεί το O<sub>2</sub> με oxygen scavengers. Ο κίνδυνος δε είναι μεγάλος διότι ο καταναλωτής είναι πιθανόν να φάει ένα προϊόν με παθογόνο μικρόβιο χωρίς να το αντιληφθεί. Οι κανονικοί αερόβιοι αλλοιούντες μικροοργανισμοί που δρουν σαν δείκτες αλλοίωσης για τον καταναλωτή δεν είναι παρόντες λόγω της έλλειψης οξυγόνου στη συσκευασία. Για τους λόγους αυτούς πρέπει εκτός των oxygen scavengers να εφαρμόζεται και άλλη μέθοδος συντήρησης (τεχνολογία εμποδίων - hurdle technology) στο τρόφιμο.

Ένας άλλος κίνδυνος είναι ότι για μερικούς τύπους σακιδίων είναι απαραίτητο ένα ορισμένο ποσό υγρασίας για να αρχίσει η αντίδραση οξειδωσης. Αν δεν υπάρχει αρκετή υγρασία μπορεί το σακίδιο να μην ενεργοποιηθεί και να εμφανιστούν προβλήματα ποιότητας με το προϊόν. Είναι επίσης δυνατόν μερικά σακίδια, που είναι πολύ ευαίσθητα, να ενεργοποιηθούν πριν την ώρα τους. Είναι σημαντικό η πρόσβαση του οξυγόνου προς το σακούλακι να είναι ελεύθερη και να μην μπλοκάρεται.

Τέλος υπάρχει ο κίνδυνος να φαγωθεί το σακίδιο από τον καταναλωτή! ή να υπάρχει διαρροή από το σακίδιο και να μολυνθεί το τρόφιμο. Βέβαια τα αντιδραστήρια που υπάρχουν στο σακίδιο δεν είναι τοξικά, η δόση είναι κατά πολύ μικρότερη του LD50.

## 8. Βιβλιογραφία

- Harima Y., (1990). "Free Oxygen Scavenging Packaging", ch. 13, pp. 229-252, in "Food Packaging", T. Kadoya, (ed.), Academic Press, Inc, San Diego.
- Kaufman, J., LaCoste, A., Schulok, J., Shehady, E. and Yam K.L. (2000). An overview of oxygen scavenging packaging and applications. Packaging Network, October 27, 2000
- Smith, J.P., Hoshino, J. and Abe, Y., (1995). "Interactive packaging involving sachet technology", ch. 6, pp. 143-173, in "Active Food Packaging", M.I. Rooney, (ed.), Blackie Academic & Professional, London.
- Vermeiren, L., Devlieghere, F, van Beest, M., de Kruljf, N. and Debevere, J., (1999). "Developments in Active Packaging of Foods", Trends in Food Science and Technology 10, pp. 77-86.

### Σύντομο βιογραφικό σημείωμα

#### Σπυρίδων Εμμανουήλ Παπαδάκης

Τακτικός Καθηγητής Συσσκευασίας Τροφίμων στο Τμήμα Τεχνολογίας Τροφίμων της Σχολής Τεχνολογίας Τροφίμων & Διατροφής του Τ.Ε.Ι. Αθήνας (από Οκτώβριο 1993)  
Περιοχές Ερευνητικού Ενδιαφέροντος:  
Συσσκευασία Τροφίμων, Ξήρανση Τροφίμων, Ξήρανση με ψεκασμό, Powder stickiness, Θερμικές Επεξεργασίες Τροφίμων

#### ΣΠΟΥΔΕΣ

- 1979: Πτυχίο Χημικού Μηχανικού, ΕΜΠ
- 1981: M.S. in Food Engineering, University of California, Davis, U.S.A.
- 1981: M.S. in Food Science, University of California, Davis, U.S.A.
- 1987: Ph.D. in Chemical Engineering, University of California, Berkeley, U.S.A.

#### ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ και ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΕΜΠΕΙΡΙΑ

- 1988-1990: Διευθυντής Παραγωγής, ΒΙΑΜΥΛ Βιομηχανία Αμύλου και Αμυλοσάκχαρου Α.Ε., Θεσσαλονίκη
- 1990-1992: Senior Research Scientist, A.E.A. (Atomic Energy Authority) Technology, Harwell Laboratory, Oxfordshire, UK
- 2000: Άμισθος Επισκέπτης Καθηγητής για 7 μήνες στο Department of Food Science, Rutgers University, New Jersey, USA, ευρισκόμενος σε εκπαιδευτική άδεια από το Τ.Ε.Ι. Αθήνας.

#### ΔΗΜΟΣΙΕΥΣΕΙΣ

- Σε διεθνή περιοδικά με σύστημα κριτών: 11
- Σε πρακτικά συνεδρίων με σύστημα κριτών: 5
- Reports - Commercial in Confidence: 8
- Διδακτικές Σημειώσεις: 3

# ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΣΕ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΕΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΕΣ

Γεώργιος Μπόσκος, Λέκτορας στο Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο

## Περίληψη

Η συσκευασία σε τροποποιημένες ατμόσφαιρες (modified atmosphere packaging) μπορεί να παρατείνει σημαντικά το όριο συντήρησης ευαλλοιώτων τροφίμων, παρεμποδίζοντας την αλλοίωση και διατηρώντας την ποιότητα. Στο παρακάτω κείμενο παρουσιάζονται οι ορισμοί και οι τρόποι συσκευασίας σε τροποποιημένες ατμόσφαιρες, τα αέρια που χρησιμοποιούνται και οι συνθήκες συσκευασίας και συντήρησης των τελικών προϊόντων. Τέλος παρατίθενται τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα αυτής της μεθόδου συντήρησης των τροφίμων. Η ανάπτυξη της τεχνολογίας συσκευασίας σε τροποποιημένες ατμόσφαιρες είναι παράλληλη με τον εκσυγχρονισμό της λιανικής αγοράς και τις απαιτήσεις των καταναλωτών στα μεγάλα αστικά κέντρα.

## Abstract

Modified atmosphere packaging can extend considerably the shelf-life of perishable foods, by preventing spoilage and preserving the quality. This text presents the definitions and the ways of modified atmosphere packaging, the gases that are used and the conditions for packaging and storage. The advantages and disadvantages in this method of food preservation are mentioned. The technological growth of modified atmosphere packaging is parallel with the modernisation of the retail market and the consumer demands in the urban centres.

## 1. Εισαγωγή

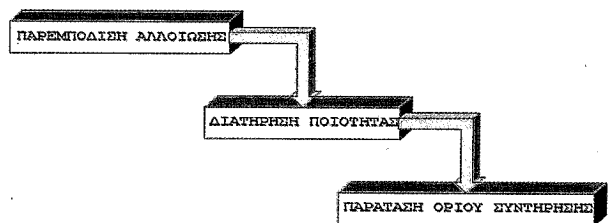
Η τεχνολογία της συσκευασίας σε τροποποιημένες ατμόσφαιρες (ΣΤΑ) αποτέλεσε ένα από τα σημαντικότερα πεδία ανάπτυξης στο χώρο της συσκευασίας τα τελευταία 20 χρόνια. Η χρήση όμως της τροποποιημένης ατμόσφαιρας είναι γνωστή από τις αρχές του 20ού αιώνα. Το ενδιαφέρον για τις εφαρμογές της ΣΤΑ αυξήθηκε με τη σταδιακή αντικατάσταση του παραδοσιακού μπακάλικου από το super-market.

Σήμερα παράγονται πάνω από 10 δισεκατομμύρια πακέτα ανά τον κόσμο, τα οποία συσκευάζουν σε τροποποιημένες ατμόσφαιρες πάνω από 5 εκατομμύρια τόνους τροφίμων. Οι εφαρμογές της ΣΤΑ περιλαμβάνουν όλα τα είδη τροφίμων και κυρίως φρέσκα κρέατα, ψάρια, λαχανικά, φρούτα, έτοιμες σαλάτες, γαλακτοκομικά, ποτά κ.ά. Η εμπορική επιτυχία της ΣΤΑ οφείλεται στη δυνατότητα να ικανοποιήσει τις απαιτήσεις των αστών καταναλωτών σε ασφάλεια, ποιότητα και ευκολία με μικρό κόστος προστιθέμενης αξίας. Έτσι η ΣΤΑ αποτέλεσε μια εφαρμογή συσκευασίας και συντήρησης που είναι προσφιλής τόσο στον παραγωγό όσο και στον καταναλωτή.

## 2. Τι είναι η συσκευασία σε τροποποιημένες ατμόσφαιρες

Ο ατμοσφαιρικός αέρας έχει περίπου 78% N<sub>2</sub>, 21% O<sub>2</sub>, 0,9% Ar και 0,1% CO<sub>2</sub> σε πίεση 1atm. Κάθε τροποποίηση των συνθηκών αυτών σε κλειστό περιβάλλον μπορεί να θεωρηθεί γενικά ως μια τροποποιημένη ατμόσφαιρα.

Η Συσκευασία σε Τροποποιημένες Ατμόσφαιρες (ΣΤΑ) μπορεί να οριστεί ως: η μέθοδος κατά την οποία το τρόφιμο συσκευάζεται με υλικά χαμηλής διαπερατότητας σε αέρια, μέσα σε ένα αέριο περιβάλλον διαφορετικό από το εξωτερικό. Η τροποποιημένη ατμόσφαιρα μεταβάλλεται συνέχεια κατά την αποθήκευση, κυρίως εξαιτίας της διαλυτότητας των αερίων και της μικροβιακής δραστηριότητας στο τρόφιμο. Σκοπός της ΣΤΑ είναι να παρεμποδίσει την αλλοίωση, να διατηρήσει την ποιότητα και να παρατείνει το χρόνο συντήρησης (Σχ. 1).



Σχίμα 1. Η σημασία της συσκευασίας τροφίμων σε τροποποιημένες ατμόσφαιρες.

Οι όροι ελεγχόμενη ατμόσφαιρα ή προστατευτική ατμόσφαιρα χρησιμοποιούνται συχνά αντί για το όρο τροποποιημένη ατμόσφαιρα. Οι όροι αυτοί όμως είναι παραπλανητικοί για τους καταναλωτές, γιατί από τη στιγμή που σφραγίστηκε ένα πακέτο, η ατμόσφαιρα δε μπορεί να είναι ελεγχόμενη και δεν προσφέρει απόλυτη προστασία του τροφίμου (άρα και του καταναλωτή). Η ελεγχόμενη ατμόσφαιρα μπορεί να εφαρμοστεί μόνο σε ορισμένους χώρους αποθήκευσης μεγάλων ποσοτήτων αλλά όχι σε πακέτα συσκευασίες μερίδας.

Υπάρχουν δύο τύποι συσκευασίας σε τροποποιημένες ατμόσφαιρες, η συσκευασία σε κενό και η συσκευασία με αέρια (Σχ. 2).

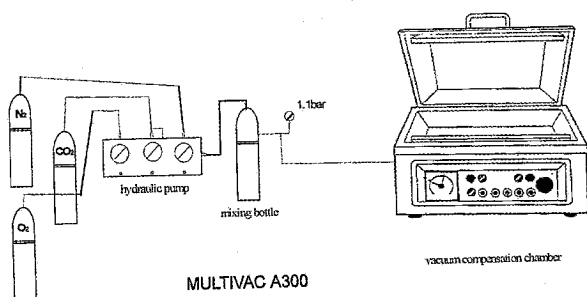
Συσκευασία υπό κενό (vacuum packaging, sous-vide). Ο αέρας αφαιρείται σχεδόν εξολοκλήρου από το πακέτο πριν αυτό κλείσει ερμητικά. Είναι η πιο παλιά και πιο απλή μέθοδος για να τροποποιηθεί η ατμόσφαιρα συσκευασίας. Επειδή η εξωτερική πίεση είναι πολύ υψηλότερη της εσωτερικής ο υπερκείμενος του τροφίμου χώρος καταρρέει και το υλικό συσκευασίας «αγκαλιάζει» το προϊόν. Η συσκευασία σε κενό δεν είναι κατάλληλη για τρόφιμα με ευαίσθητη υφή και δομή, όπως επίσης και για τρόφιμα όπου το οξυγόνο είναι απαραίτητο για τη συντήρησή τους (π.χ.



Σχήμα 2. Μορφές συσκευασίας σε τροποποιημένες ατμόσφαιρες

νωπά κρέατα). Η μερική αφαίρεση του αέρα λέγεται και υποβαρής συσκευασία. Το υλικό συσκευασίας πρέπει να έχει πολύ χαμηλή διαπερατότητα σε αέρια και η συγκόλληση να είναι ερμητική για να διατηρηθούν οι συνθήκες κενού.

Συσκευασία με αέρια (gas packaging). Ο ατμοσφαιρικός αέρας αντικαθίσταται από ένα μίγμα αερίων για να δημιουργηθεί μια τροποποιημένη ατμόσφαιρα. Είναι η πιο σύγχρονη και πιο ενδιαφέρουσα μέθοδος συσκευασίας σε τροποποιημένες ατμόσφαιρες. Η τροποποίηση της ατμόσφαιρας γίνεται κυρίως μηχανικά, είτε σε ρεύμα αερίων (gas flushing) είτε με αποκατάσταση κενού (vacuum compensation). Η πρώτη τεχνική εφαρμόζεται κυρίως στα συσκευαστήρια τύπου form-fill-seal (μορφοποίηση-γέμισμα-συγκόλληση). Ένας συνεχές ρεύμα αερίων εισέρχεται στο πακέτο αντικαθιστώντας τον ατμοσφαιρικό αέρα για να αποκαταστήσει μια νέα ατμόσφαιρα όταν το πακέτο σφραγίζεται. Η απόδοση αυτής της τεχνικής είναι περιορισμένη αφήνοντας 2-5% ατμοσφαιρικό οξυγόνο. Η τεχνική της αποκατάστασης κενού έχει μεγαλύτερη απόδοση αφού πρώτα εφαρμόζεται το κενό το οποίο κατόπι αποκαθίσταται στην επιθυμητή πίεση με κάποιο μίγμα αερίων. Αυτό γίνεται συνήθως σε συσκευαστήρια με θαλάμους τύπου «καμπάνας», μέσα στον οποίο γίνεται η εφαρμογή του κενού, η προθήκη των αερίων και η συγκόλληση του υλικού συσκευασίας (Σχ. 3).



Σχήμα 3. Modified atmosphere packaging with MULTIVAC A300. (Boskou, 1998)

Κατά τη μηχανική τροποποίηση ιδιαίτερα σημαντική είναι η αναλογία γεμίσματος (filling ratio) του αερίου ως προς το τρόφιμο. Συνήθως εκφράζεται σε μονάδες όγκου του αερίου ανά μονάδα βάρους του τροφίμου. Οι συνηθέστερες αναλογίες είναι 1/1, 2/1, 3/1 cc/g αέριο/τρόφιμο. Η μερική πίεση του υπερκείμενου χώρου αποτελεί και αυτή ένα μέτρο της αναλογίας γεμίσματος. Πρέπει να σημειώσουμε εδώ ότι η σύσταση και ο όγκος του αερίου που εισέρχεται στη συσκευασία είναι ελεγχόμενα μόνο κατά τη στιγμή του σφραγίσματος.

Εκτός από τη μηχανική τροποποίηση της ατμόσφαιρας υπάρχει η παθητική τροποποίηση και η ενεργός τροποποίηση. Την παθητική τροποποίηση της ατμόσφαιρας τη συναντάμε κυρίως στη συσκευασία φρούτων και λαχανικών, όπου οι μηχανισμοί αναπνοής συνεχίζονται και εντός της συσκευασίας. Από την αναπνοή των λαχανικών καταναλώνεται  $O_2$  και παράγεται  $CO_2$ , ενώ σε κλιμακτριικά φρούτα παράγεται και αιθυλένιο. Όταν επέλθει ισορροπία στο υπερκείμενο χώρο έχουμε τη λεγόμενη τροποποιημένη ατμόσφαιρα ισορροπίας (equilibrium modified atmosphere). Στη συσκευασία λαχανικών συνήθως χρησιμοποιούνται υλικά συσκευασίας υψηλής διαπερατότητας σε οξυγόνο. Στην ενεργό τροποποίηση η ατμόσφαιρα δημιουργείται εντός της συσκευασίας αφού το πακέτο έχει σφραγιστεί. Αυτό γίνεται

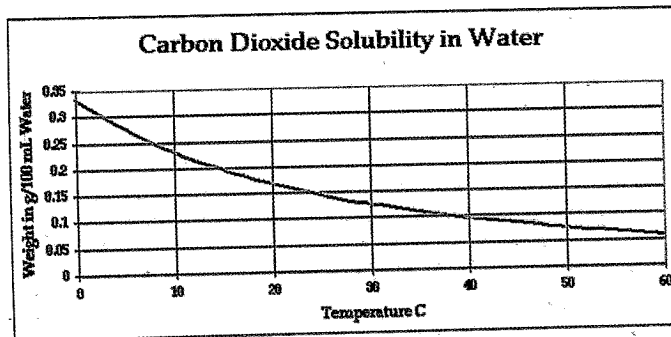
- A) είτε με τη δέσμευση αερίων, όπως οξυγόνο,  $CO_2$  ή αιθυλένιο
- B) είτε με την εκπομπή αερίων όπως οξυγόνο,  $CO_2$ , ατμούς αιθανόλης.

Για να επιτευχθεί αυτό πρέπει να ενσωματωθούν στα υλικά συσκευασίας τα κατάλληλα αντιδραστήρια. Αυτό είναι ένα σχετικά νέο πεδίο έρευνας το οποίο υπάγεται στη ανάπτυξη υλικών έξυπνης συσκευασίας (smart packaging).

### 3. Τα αέρια που χρησιμοποιούνται

Διοξείδιο του άνθρακα ( $CO_2$ )

Είναι το πιο σημαντικό αέριο που χρησιμοποιείται στη ΣΤΑ λόγω των αντιμικροβιακών ιδιοτήτων του και τη διαλυτότητα του στο νερό ως ανθρακικό οξύ. Χρησιμοποιείται κυρίως σε μίγμα με άλλα αέρια όπως το  $O_2$  και το  $N_2$  γιατί μπορεί να ελαττώσει σημαντικά το pH του τροφίμου και να προκαλέσει κατάρρευση της υπερκείμενης ατμόσφαιρας (γεγονός που δίνει την εντύπωση ότι το προϊόν συσκευάστηκε υπό κενό). Η διαλυτότητα του είναι περίπου 1,8 λίτρα ανά λίτρο νερού στους  $0^\circ C$  και ελαττώνεται σημαντικά με την άνοδο της θερμοκρασίας (Σχ. 4). Οι υδατοδιαλυτές ουσίες στο τρόφιμο περιορίζουν τη διαλυτότητα του  $CO_2$  ως ανθρακικό οξύ, ενώ η περιεκτικότητα σε λιπαρά αυξάνει την διαλυτότητα του μοριακού  $CO_2$ .



Σχήμα 4. Η διαλυτότητα του  $CO_2$  στο νερό.  
[http://jcbmac.chem.brown.edu/myl/hen/CO2 Water.gif](http://jcbmac.chem.brown.edu/myl/hen/CO2%20Water.gif)

Σύμφωνα με το Νόμο του Henry η διαλυτότητα του  $CO_2$  στην υδατική φάση εξαρτάται από τη μερική πίεση του αερίου στον υπερκείμενο χώρο:

$C_{aq}$ = συγκέντρωση  $CO_2$  στην υδατική φάση (moles/L),  $K_H$ = σταθερά του Νόμου Henry,  $P_g$ = μερική πίεση  $CO_2$  στον υπερκείμενο χώρο (atm),  $DH$ = ενθαλπία του διαλύματος,  $R$ = παγκόσμια σταθερά αερίων,  $T$ = θερμοκρασία (K),  $T^*= 298,15K (25^\circ C)$ ,  $K_H^*$ = σταθερά του Νόμου Henry σε  $T^*$

$$K_H = C_{aq} / P_g$$

$$K_H = K_H^* \times \exp \left[ \frac{-\Delta H}{R} \left( \frac{1}{T} - \frac{1}{T^*} \right) \right]$$

**Πίνακας 1.** Τιμές σταθεράς Henry και ενθαλπίας διάλυσης τριών αερίων σε κανονικές συνθήκες (298,15K, 25°C).

	Σταθερά Henry (mole · L <sup>-1</sup> · atm <sup>-1</sup> )	-ΔH/R (K)
CO <sub>2</sub>	3,4 × 10 <sup>-2</sup>	2400
O <sub>2</sub>	1,3 × 10 <sup>-3</sup>	1500
N <sub>2</sub>	6,5 × 10 <sup>-4</sup>	1300

Ορισμένες φορές χρησιμοποιείται και η αντίστροφη σταθερά (KHinv) του Νόμου του Henry:

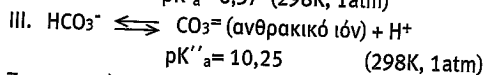
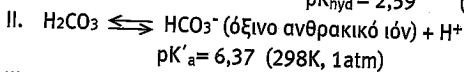
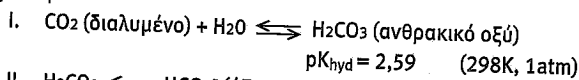
$$K_H^{inv} = P_g / X_{aq} = d_w / (M_w \times K_H)$$

(X<sub>aq</sub> = μοριακή αναλογία του CO<sub>2</sub> στο νερό, d<sub>w</sub> = πυκνότητα του νερού, M<sub>w</sub> = μοριακό βάρος νερού)

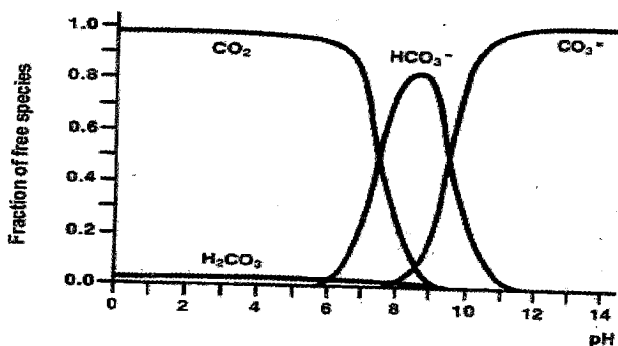
Η αντίστροφη σταθερά Henry του CO<sub>2</sub> είναι:

0,797atm στους 10°C, 1,039atm στους 18°C και 1,255atm στους 25°C.

Ένα μικρό μέρος του διαλυμένου CO<sub>2</sub> ενυδατώνεται σε ανθρακικό οξύ το οποίο κατόπιν διίσταται σε όξινα ανθρακικά και ανθρακικά ιόντα. Η πρώτη διάσπαση σε όξινα ανθρακικά ιόντα γίνεται αμέσως γιατί το ανθρακικό οξύ είναι ασταθής ένωση. Η δεύτερη διάσπαση γίνεται μόνο σε υψηλό pH.



Τα περισσότερα τρόφιμα έχουν pH 6-7,5 όπου διαλυμένο CO<sub>2</sub> και όξινο ανθρακικό ιόν είναι πιο πιθανό να βρεθούν. Το ανθρακικό οξύ, ως ενδιάμεσο προϊόν κατά την ενυδάτωση του CO<sub>2</sub>, αποτελεί μόνο ένα μικρό μέρος στη κατανομή των μορφών του CO<sub>2</sub>. (Σχ. 5)



**Σχήμα 5.** Κατανομή των διάφορων μορφών του CO<sub>2</sub> σε υδατικό διάλυμα μεταβλητού pH. (Daniels et al., 1985)

Η ενυδάτωση και διάσπαση του CO<sub>2</sub> μπορεί να μειώσει σημαντικά το pH του τροφίμου. Η μείωση του pH εξαρτάται από την ποσότητα ανθρακικού οξέος που σχηματίζεται, τη θερμοκρασία και τη ρυθμιστική ικανότητα (όσον αφορά το pH) του τροφίμου. Με την άνοδο της θερμοκρασίας το pH αυξάνει γιατί το CO<sub>2</sub> ελευθερώνεται στον υπερκείμενο χώρο. Αν το pH μειωθεί κοντά σε ισοηλεκτρικό σημείο πρωτεϊνών καταρρέουν οι πρωτεϊνικές δομές του τροφίμου, καταστρέφεται η υφή του και χάνονται υγρά. Το φαινόμενο αυτό είναι μη αναστρέψιμο με την άνοδο της θερμοκρασίας.

Το CO<sub>2</sub> παρουσιάζει σημαντική αντιμικροβιακή δράση σε βακτήρια

και μύκητες αλλοίωσης των τροφίμων. Πολλοί μηχανισμοί αντιμικροβιακής δράσης έχουν προταθεί. Πέρα από την προφανή μείωση του pH (ένας εγγενής παράγοντας ανάπτυξης μικροβίων), το CO<sub>2</sub> μπορεί να παρεμποδίζει ενζυμικές αντιδράσεις αναπνοής (π.χ. καρβοξυλίωση-αποκαρβοξυλίωση), να παρεμποδίζει τη σύνθεση μεταβολικών ενζύμων και να προκαλέσει δομικές μεταβολές στη κυτταρική μεμβράνη. Η διείσδυση του CO<sub>2</sub> στα κύτταρα των μικροβίων γίνεται συνήθως με τη μορφή του ανθρακικού οξέος. Αποτέλεσμα της δράσης του CO<sub>2</sub> είναι να παραταθεί η φάση lag της ανάπτυξης των μικροοργανισμών και να ελαττωθεί ο ρυθμός ανάπτυξης κατά τη φάση log. Όσο πιο γρήγορα συσκευαστεί ένα φρέσκο τρόφιμο με CO<sub>2</sub> τόσο πιο πολύ παρατείνεται η φάση lag. Με την ελάττωση της θερμοκρασίας συντήρησης αυξάνεται η αντιμικροβιακή δράση γιατί αυξάνεται και η διαλυτότητα του CO<sub>2</sub> στο τρόφιμο.

Οι μικροοργανισμοί των οποίων η ανάπτυξη παρεμποδίζεται από το CO<sub>2</sub> είναι οι μύκητες, τα αρνητικά κατά Gram βακτήρια και οι ζύμες (σε φθίνουσα σειρά ευαισθησίας). Από τα αρνητικά κατά Gram βακτήρια πιο ευαίσθητα είναι αυτά που παράγουν H<sub>2</sub>S, όπως η *Shewanella putrefaciens*. Τα θετικά κατά Gram βακτήρια δεν είναι ευαίσθητα στο CO<sub>2</sub> ενώ στα βακτήρια γαλακτικού οξέος η ανάπτυξη αυξάνεται παρουσία CO<sub>2</sub> και ελαχίστου O<sub>2</sub>. Τελευταία έχουν εντοπιστεί και βακτήρια αρνητικά κατά Gram που παρουσιάζουν μεγάλη ανθεκτικότητα σε ατμόσφαιρα CO<sub>2</sub>, όπως η *Shewanella baltica* και το *Photobacterium phosphoreum*, υπεύθυνα για την έντονη οσμή τριμεθυλαμίνης σε φρέσκα ψάρια συσκευασμένα σε τροποποιημένες ατμόσφαιρες.

Οξυγόνο (O<sub>2</sub>)

Η παρουσία του O<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα είναι απαραίτητη για δύο κύριους λόγους:

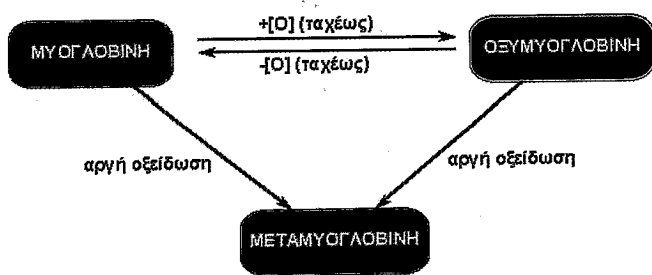
- Για να παρεμποδιστεί η ανάπτυξη αερόβιων μικροοργανισμών (Πιν. 2)
- Για να διατηρηθεί το χρώμα του κόκκινου κρέατος

**Πίνακας 2.** Οι ανάγκες σε οξυγόνο για μερικούς μικροοργανισμούς

Τύποι μικροοργανισμών	Προκαλούν αλλοιώσεις	Είναι παθογόνοι
<b>Αερόβιοι</b> (έχουν ανάγκη από O <sub>2</sub> )	<i>Pseudomonaceae</i> <i>Acinetobacter/Moraxella</i> <i>Micrococci</i> Μύκητες	<i>Yersinia enterocolitica</i> <i>Vibrio parahaemolyticus</i>
<b>Μικροαερόφιλοι</b> (έχουν ανάγκη από λίγο O <sub>2</sub> )	<i>Lactobacillae</i>	<i>Campylobacter jejuni</i> <i>Listeria monocytogenes</i>
<b>Προαιρετικά αναερόβιοι</b> (αναπτύσσονται και χωρίς την παρουσία O <sub>2</sub> )	<i>Brochothrix thermosphacta</i> <i>Shewanella putrefaciens</i> <i>Bacillus spp.</i> <i>Enterobacteriaceae</i> Ζύμες	<i>Salmonella spp.</i> <i>Staphylococci</i>
<b>Αναερόβιοι</b> (επιβιώνουν μόνο με την απουσία O <sub>2</sub> )		<i>Clostridium perfringens</i> <i>Clostridium botulinum</i>

Υψηλές συγκεντρώσεις O<sub>2</sub> (>50%) στην τροποποιημένη ατμόσφαιρα μπορεί να είναι τοξικές και για τους αερόβιους μικροοργανισμούς.

Όταν η συγκέντρωση του O<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα είναι πάνω από 5% η μυογλοβίνη που έχει σκούρο πορφυρό χρώμα μετατρέπεται σε οξυμυογλοβίνη με έντονο ερυθρό χρώμα. Έτσι παρεμποδίζεται και η μη αντιστρεπτή μετατροπή της μυογλοβίνης σε μεταμυογλοβίνη που έχει το ανεπιθύμητο καστανό χρώμα (Σχ. 6). Συγκεντρώσεις σε O<sub>2</sub> πάνω από 20% στην τροποποιημένη ατμόσφαιρα μπορεί να παρεμποδίσουν την ανάπτυξη ψυχρότροφων βακτηρίων αλλοίωσης (π.χ. *Moraxella* και *Acinetobacter*). Επίσης, συγκεντρώσεις σε O<sub>2</sub> πάνω από 50% στην τροποποιημένη ατμόσφαιρα μπορεί να ενισχύσουν την οσμή φρεσκάδας ορισμένων τροφίμων.



Σχήμα 6. Επίδραση O<sub>2</sub> στο χρώμα του κόκκινου κρέατος.

Η διαλυτότητα του οξυγόνου στο νερό είναι μικρότερη του CO<sub>2</sub> αλλά αρκετά σημαντική σε χαμηλές θερμοκρασίες συντήρησης (Πίνακας 1).

Η χρήση του υψηλών συγκεντρώσεων O<sub>2</sub> στη τροποποιημένη ατμόσφαιρα δεν ενδείκνυται για τρόφιμα πλούσια σε πολυακόρεστα οξέα, ιδίως όταν αυτά πρόκειται να συντηρηθούν για μακρύ χρονικό διάστημα σε όχι πολύ χαμηλές θερμοκρασίες.

#### Άζωτο (N<sub>2</sub>)

Το άζωτο στη συσκευασία με τροποποιημένες ατμόσφαιρες χρησιμοποιείται σαν διαλύτης των άλλων αερίων αλλά και σαν αέριο συμπλήρωσης. Είναι ελάχιστα διαλυτό στο τρόφιμο οπότε παραμένει στον υπερκείμενο του τροφίμου χώρο εμποδίζοντας την κατάρρευση του. Το άζωτο είναι αδρανές αέριο οπότε δεν έχει ούτε αντιμικροβιακή δράση ούτε επιδρά σε χημικές ή ενζυμικές αντιδράσεις στο τρόφιμο. Ατμόσφαιρες N<sub>2</sub> συνήθως χρησιμοποιούνται για την απομάκρυνση του αέρα και την παρεμπόδιση οξειδώσεων ή αλλοιώσεων από αερόβιους μικροοργανισμούς, όπως περίπου και στη συσκευασία sous-vide. Επειδή το άζωτο είναι διαλύτης των πτητικών ενώσεων κατά το άνοιγμα της συσκευασίας ελευθερώνονται αμέσως οι οσμές του τροφίμου, ευχάριστες ή δυσάρεστες.

#### Άλλα αέρια

Το μονοξειδίο του άνθρακα (CO) σε ποσοστό 1-5% στην τροποποιημένη ατμόσφαιρα συμβάλλει στο σχηματισμό της καρβοξυμυογλοβίνης διατηρώντας το κόκκινο χρώμα του κρέατος. Κατά τη χρήση του σε αλλαντικά η μετατροπή αυτή παρεμποδίζει την οξειδωτική τάχηση των λιπαρών, η οποία καταλύεται από τη μυογλοβίνη. Το CO χρησιμοποιείται και κατά τη συσκευασία μαρουλιού και άλλων λαχανικών για να παρεμποδίσει την μαυρίωση. Η αντιμικροβιακή δράση του CO είναι ελάχιστη. Επειδή το CO είναι τοξικό αέριο η χρήση περιορίζεται στα πλαίσια που ο εξοπλισμός συσκευασίας παρέχει προστασία στους χειριστές του.

Το διοξείδιο του θείου (SO<sub>2</sub>) διαλύεται στο τρόφιμο σαν όξινο θειώδες (HSO<sub>3</sub><sup>-</sup>) ιόν και θειώδες ιόν (SO<sub>3</sub><sup>-</sup>). Παρεμποδίζει περισσότερο τις ζύμες και τις μούχλες παρά τα βακτήρια. Η αντιμικροβιακή δράση του οφείλεται κυρίως στην ελάττωση του pH αλλά και σε αντιδράσεις με ένζυμα, συνένζυμα, νουκλεϊκά οξέα και λιπίδια των κυττάρων. Χρησιμοποιείται επίσης και σαν αντιοξειδωτικό και για την παρεμπόδιση της ενζυμικής και μη-ενζυμικής μαυρίωσης. Η χρήση του SO<sub>2</sub> στην συσκευασία σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα εφαρμόζεται για χυμούς, φρέσκα φρούτα και λαχανικά, ξερά φρούτα (σταφίδες, δαμάσκηνα, σύκα), τουρσιά, αλλαντικά και γαρίδες.

Άλλα αέρια που χρησιμοποιούνται είτε λιγότερο είτε σε ειδικές εφαρμογές είναι το αργό (Ar), το ήλιο (He), το όζον (O<sub>3</sub>), το χλώριο (Cl<sub>2</sub>), το μονοξειδίο του αζώτου (NO), το αιθυλένο-οξειδίο, το προπύλενο-οξειδίο κ.ά.

## 4. Μίγματα αερίων

Τα αέρια που χρησιμοποιούνται στην τροποποιημένη ατμόσφαιρα έχουν σκοπό να δημιουργήσουν:

- αδρανή ατμόσφαιρα (N<sub>2</sub>, Ar)
- μερικά αδρανή ατμόσφαιρα (CO<sub>2</sub>/N<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>/O<sub>2</sub>/N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>/N<sub>2</sub>)
- ή δραστική ατμόσφαιρα (CO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>/O<sub>2</sub>)

Για την επιλογή του μίγματος των αερίων λαμβάνονται υπόψη πολλοί παράγοντες όπως το είδος του τροφίμου, το υλικό συσκευασίας, η θερμοκρασία συντήρησης, η υγρασία και η λιποπεριεκτικότητα του τροφίμου, η μικροκλωρίδα του τροφίμου, η αναπνοή στα φρούτα και λαχανικά, το κόκκινο χρώμα στα κρέατα κ.τ.λ.

Στον Πίνακα 2 φαίνονται κάποιες ενδεικτικές τιμές αναλογιών για μίγματα CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> και N<sub>2</sub> που μπορεί να χρησιμοποιηθούν σε ορισμένα τρόφιμα. Επίσης παρουσιάζονται και οι εφαρμογές του κενού. Ας σημειωθεί ότι η συσκευασία κόκκινων κρεάτων υπό κενό μπορεί να επηρεάσει θετικά την ανάπτυξη αναερόβιων παθογόνων μικροοργανισμών και να αλλοιώσει το χρώμα. Στη συσκευασία φρούτων και λαχανικών προτείνεται γενικά η χρήση υλικών συσκευασίας με υψηλή διαπερατότητα σε O<sub>2</sub>.

Πίνακας 2. Αναλογίες μιγμάτων CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> και N<sub>2</sub> που χρησιμοποιούνται στη ΣΤΑ και εφαρμογές κενού.

(μη χρησιμοποιείται αυτές τις συνθήκες χωρίς δοκιμές συντήρησης του τροφίμου!)

ΗΡΟΙΟΝ	ΜΙΓΜΑΤΑ ΑΕΡΙΩΝ			ΚΕΝΟ	
	% CO <sub>2</sub>	% O <sub>2</sub>	% N <sub>2</sub>		
ΚΟΚΚΙΝΟ ΚΡΕΑΣ	15-40	60-85		☒	✓
ΠΟΥΛΕΤΙΚΑ	20-25	0-5	70-75		
ΜΑΤΕΡΝΗΝΟ ΚΡΕΑΣ	20-35	0-5	65-80		
ΠΑΣΤΟ/ΚΑΠΝΙΣΤΟ ΚΡΕΑΣ	20-35		65-80		✓
ΥΑΡΙ(ΠΑΛΟΣ)	60-70	30-40	0-10		
ΥΑΡΙ(ΑΠΑΡΟΣ)	60-70	0-10	30-40		
ΠΟΛΛΟΣ	60	20	20		
ΠΑΣΤΟ/ΚΑΠΝΙΣΤΟ ΥΑΡΙ	0-30		70-100		✓
ΣΚΑΦΟ ΤΥΡΙ	100				
ΜΑΛΑΚΟ ΤΥΡΙ	30		70		
ΥΡΩΜΙ	60-70		30-40		
ΑΡΤΟΚΕΥΑΣΜΑΤΑ	60-70		30-40		
ΑΡΤΟΚΕΥΑΣΜΑΤΑ ΜΕ ΓΑΛΑΚΤΟΚΟΜΙΚΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ	0-30		70-100		
ΣΥΜΑΡΤΙΑ			100		✓
ΦΡΟΥΤΑ-ΛΑΧΑΝΙΚΑ	3-5	3-5	85-95		
ΣΗΡΩΚΑΡΤΟΙ	0-20		80-100		✓
ΚΑΡΕΪ-ΤΣΑΙ			100		✓
ΜΠΑΧΑΡΙΚΑ			100		✓

## 5. Συνθήκες συσκευασίας και συντήρησης του τροφίμου

Για να συντηρηθεί το τρόφιμο με επιτυχία με τη συσκευασία σε τροποποιημένες ατμόσφαιρες οι παρακάτω κύριοι παράμετροι πρέπει να ληφθούν υπόψη:

### A. Ατμόσφαιρα

- 1) Η αναλογία των αερίων στην τροποποιημένη ατμόσφαιρα (% v/v)
  - 2) Η αναλογία γεμίματος του αερίου ως προς το τρόφιμο κατά τη στιγμή της συγκόλλησης (cc/g)
  - 3) Η σχετική υγρασία
- ### B. Υλικό συσκευασίας



1) Η διαπερατότητα του υλικού συσκευασίας σε αέρια και υγρασία ( $\text{cc}/\text{m}^2/24\text{h}$ ).

2) Η επιτυχία της συγκόλλησης. Η διαρροή αερίων εκφράζεται σε  $\text{cc}/\text{cm}/\text{h}$

3) Αντοχή του υλικού και της συγκόλλησης (N/cm)

4) Ειδικά χαρακτηριστικά του υλικού συσκευασίας (τραχύτητα, αντιβαμβωτικές επιστρώσεις, χρώμα κ.ά.).

#### Γ. Αποθήκευση

1) Θερμοκρασία ( $^{\circ}\text{C}$ )

2) Χρόνος (ημέρες)

3) Φωτισμός (Lux)

4) Ατμοσφαιρική πίεση και σχετική υγρασία

5) Μέθοδος στοιβάγματος και μεταφοράς

#### Δ. Τρόφιμο

Όλα τα χαρακτηριστικά ποιότητας του τροφίμου: αρχική μικροχλωρίδα, pH, ενεργότητα νερού, δυναμικό οξειδοαναγωγής, λιπαρά, πρόσθετα

συντήρησης, σχήμα και μέγεθος, υφή και είδος επιφάνειας κ.τ.λ.

Η αποτελεσματική συσκευασία σε τροποποιημένες είναι συνάρτηση όλων των παραμέτρων που προαναφέρθηκαν. Με σωστή επιλογή των συνθηκών συσκευασίας σε τροποποιημένες ατμόσφαιρες μπορεί να αποφευχθεί η αλλοίωση του τροφίμου αλλά και η ανάπτυξη παθογόνων μικροοργανισμών όπως *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes*, *Yersinia enterocolitica*, *E. coli*, *Clostridium botulinum*, *Vibrio parahaemolyticus*, *Staphylococcus aureus*, *Aeromonas hydrophila*, *Campylobacter jejuni*, *Proteus*, *Klebsiella* κ.ά. Δε συνιστώνται οι γενικευμένες πρακτικές συσκευασίας και συντήρησης. Ανάλογα με το τρόφιμο και τη μικροχλωρίδα του, πρέπει να γίνεται ειδική μελέτη των συνθηκών συσκευασίας και συντήρησης ώστε να αποφευχθούν οι κίνδυνοι και να διατηρηθεί περισσότερο η ποιότητα.

Το τρόφιμο που πρόκειται να συσκευαστεί πρέπει να είναι απαλλαγμένο από μικροβιολογικούς, χημικούς και φυσικούς κινδύνους και να πληροί όλες τις προϋποθέσεις ποιότητας. Σκοπός της ΣΤΑ είναι να μεγιστο-

ποιήσει την ασφάλεια και να διατηρήσει την ποιότητα και όχι να καλύψει κινδύνους και ελαττώματα. Οι ορθές πρακτικές παραγωγής (good manufacturing practices) πρέπει να εφαρμόζονται και κατά τη συσκευασία σε τροποποιημένες ατμόσφαιρες, η οποία συνήθως είναι το τελευταίο στάδιο παραγωγής πριν την αποθήκευση και διανομή.

Κάποιες σημαντικές ορθές πρακτικές παραγωγής για τη ΣΤΑ είναι:

- Μόνο φρέσκα τρόφιμα πρέπει να συσκευάζονται
- Τα τρόφιμα πρέπει να διατηρούνται σε χαμηλή θερμοκρασία πριν τη συσκευασία
- Κατά τη διάρκεια της συσκευασίας η θερμοκρασία πρέπει να διατηρείται χαμηλή
- Η επιλογή της κατάλληλης ατμόσφαιρας πρέπει να γίνεται μετά από δοκιμές συντήρησης με κριτήρια ασφάλειας για μικροβιολογικούς, χημικούς και φυσικούς κινδύνους.
- Τα συσκευασμένα προϊόντα πρέπει να αποθηκεύονται στις κατάλληλες συνθήκες μετά τη συσκευασία
- Η ατμόσφαιρα της συσκευασίας πρέπει να ελέγχεται συχνά
- Η θερμοκρασία συντήρησης πρέπει να ελέγχεται στους χώρους αποθήκευσης, στα μέσα μεταφοράς και στα σημεία πώλησης.
- Να διατηρείται η διαδικασία ανακύκλωσης τους αποθέματος (First In First Out)
- Ως τελικό προϊόν δεν πρέπει να θεωρείται το συσκευασμένο τρόφιμο αλλά η συσκευασία με το τρόφιμο.
- Η ημερομηνία λήξης πρέπει να αναγράφεται στη συσκευασία και να είναι ορθολογικά μελετημένη ανάλογα με τον τρόπο αποθήκευσης, μεταφοράς και διακίνησης του προϊόντος.

## 6. Τα πλεονεκτήματα της συσκευασίας σε τροποποιημένες ατμόσφαιρες

1. Παράγονται προϊόντα ποιότητας
2. Βελτιώνεται η παρουσίαση του προϊόντος
3. Παρέχει χρησιμότητα στο τελικό προϊόν
4. Αυξάνεται το όριο συντήρησης
5. Διακινείται σε μερίδες αντί σε χύμα ποσότητες
6. Περιορίζεται η φύρα στη λιανική πώληση
7. Γίνεται πιο εύκολα η ανακύκλωση του αποθέματος στα ράφια
8. Η αποθήκευση του προϊόντος είναι πιο ασφαλής, χωρίς δυσάρεστες οσμές και απόβρα.
9. Ο χειρισμός του στα σημεία πώλησης ή κατανάλωσης είναι πιο υγιεινός
10. Επιτρέπει τον κεντρικό έλεγχο ποιότητας και ποσότητας
11. Επιτρέπει τη διανομή σε μεγαλύτερες αποστάσεις ενώ περιορίζει τη συχνότητα των διαδρομών
12. Περιορίζει το λειτουργικό κόστος αποθήκευσης, διανομής και πώλησης
13. Καταργεί ή περιορίζει τη χρήση συντηρητικών ως πρόσθετα τροφίμων
14. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σε συνδυασμό με άλλες τεχνικές ήσσονος επεξεργασίας τροφίμων (minimal food processing)

## 7. Τα μειονεκτήματα της συσκευασίας σε τροποποιημένες ατμόσφαιρες

1. Τα προϊόντα είναι προστιθέμενης αξίας
2. Τα πλεονεκτήματα της ΣΤΑ χάνονται αν η συσκευασία έχει διαρροή ή έχει σκιστεί
3. Το αρχικό κόστος για την εγκατάσταση ή τροποποίηση συσκευαστηρίου
4. Το κόστος των υλικών συσκευασίας και αερίων

5. Το κόστος εξοπλισμού ελέγχου της ατμόσφαιρας
6. Το κόστος ελέγχου ποιότητας για την αποφυγή διαρροών, ανεπαρκών ατμοσφαιρών και φυσικών βλαβών στα πακέτα
7. Το κόστος ελέγχου ποσότητας και η φύρα κατά τη μεριδοποίηση
8. Οι διαφορετικές συνθήκες συσκευασίας και συντήρησης για κάθε τρόφιμο
9. Απαιτείται περισσότερος χώρος αποθήκευσης και προβολής του τελικού προϊόντος
10. Απαιτεί προσεκτική αλυσίδα ψύξης (cold chain)
11. Αυξάνονται τα πλαστικά υλικά στα αστικά απορρίμματα

Με τη χρήση εξοπλισμού συσκευασίας που μπορεί να παράγει προϊόντα με περισσότερη ακρίβεια σχεδιασμού, το ενδιαφέρον της έρευνας στράφηκε περισσότερο προς τη συσκευασία νωπών τροφίμων σε τροποποιημένες ατμόσφαιρες. Οι κανόνες και οι πρακτικές της ΣΤΑ εξελίσσονται συνεχώς με την ανάπτυξη νέων τεχνολογιών, τον εκσυγχρονισμό της λιανικής αγοράς και τις απαιτήσεις των καταναλωτών στα μεγάλα αστικά κέντρα.

## 8. Βιβλιογραφία

- DEVLIEGHERE, F., JACXSENS, L., & J. DEBEVERE, 2000, Modified atmosphere packaging: state of the art, <http://allserv.rug.ac.be/~pprovijn>
- BOSKOU G., 1998, reduction of bacterial spoilage associate with the trimethylamineoxide-dependent respiration in fish fillets packed under modified atmosphere, PhD Thesis, University Of Ghent
- GOULD G.W., 1996. Methods for preservation and extension of shelf life. International Journal of Food Microbiology, 33, 51-64.
- SANDER, R. 1996. Compilation of Henry's law constants for inorganic and organic species of potential importance in environmental chemistry. York University, North York Ontario, Canada. <http://www.science.yorku.ca/cac/people/sander/res/henry.html>
- GOULD G.W., 1995. New methods in food preservation. Blackie Academic & Professional, imprint of Chapman & Hall, GB.
- CHURCH I.J. & PARSONS A.L., 1995. Modified atmosphere packaging technology: a review. Journal of Science of Food and Agriculture, 67, 143-152.
- PARRY R.T., 1993. Principles and applications of modified atmosphere packaging of food. Blackie Academic & Professional, imprint of Chapman & Hall, GB.
- FARBER J.M., 1991. Microbiological aspects of modified atmosphere packaging technology - a review. Journal of Food Protection, 54(1), 58-70.
- DIXON N.M. & KELL D.B., 1989. A review: The inhibition by CO<sub>2</sub> of the growth and metabolism of micro-organisms. Journal of Applied Bacteriology, 67, 109-136.
- DANIELS J.A., KRISHNAMURTHI R. & RIZVI S.S.H., 1985. A review of effects of carbon dioxide on microbial growth and food quality. Journal of Food Protection, 48(6), 532-537.
- BUTLER, J.N., 1982, CO<sub>2</sub> equilibria and their applications. Addison Wesley, London, UK.

## Σύντομο βιογραφικό σημείωμα



Ο Γεώργιος Μπόσκος γεννήθηκε στη Θεσσαλονίκη. Το 1992 απέκτησε το Πτυχίο Χημείας από το Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο. Το 1994 απέκτησε μεταπτυχιακό δίπλωμα στην Επιστήμη των Τροφίμων και Διατροφή από το Πανεπιστήμιο Γάνδης, Βέλγιο. Από το 1994 έως τον Ιούνιο το 1998 εργάσθηκε στο Εργαστήριο Μικροβιολογίας και Συντήρησης Τροφίμων της Σχολής Γεωργικών και Εφαρμοσμένων Βιολογικών Επιστημών, του Πανεπιστημίου Γάνδης. Το 1998 απέκτησε το τίτλο του Διδάκτορα Εφαρμοσμένων Βιολογικών Επιστημών, τομέας Χημείας, από το Πανεπιστήμιο Γάνδης. Το Μάρτιο του 2002 εκλέχθηκε Λέκτορας στο Τμήμα Επιστήμης της Διαιτολογίας και Διατροφής του Χαροκοπείου Πανεπιστημίου. ■



# ΧΡΟΝΟΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ (ΤΤΙ): ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΗΣ ΨΥΚΤΙΚΗΣ ΑΛΥΣΙΔΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

Πέτρος Σ. Ταούκας,

Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Τμήμα Χημικών Μηχανικών, Εργαστήριο Χημείας και Τεχνολογίας Τροφίμων

## Περίληψη

Η σύγχρονη προσέγγιση της διασφάλισης ποιότητας των τροφίμων απομακρύνεται από τη λογική του ελέγχου και αποδοχής του τελικού προϊόντος, με βάση χρονοβόρες και υψηλού κόστους δοκιμές και μικροβιολογικά κριτήρια που συχνά αμφισβητούνται. Παραγωγοί και ελεγκτικές αρχές εστιάζουν τις προσπάθειές τους στην ανάπτυξη και εφαρμογή συστημάτων διασφάλισης βασισμένων στην πρόληψη, με τον καθορισμό, καταγραφή και έλεγχο των κρίσιμων παραμέτρων των τροφίμων σε όλο το κύκλο ζωής τους από την παραγωγή ως τη τελική χρήση τους. Η βέλτιστη συσκευασία είναι σημαντική προϋπόθεση για την επίτευξη μιας αυξημένης διατηρησιμότητας απαραίτητης για την εμπορική βιωσιμότητα των τροφίμων. Νέα υλικά και τεχνικές όπως η συσκευασία υπό τροποποιημένη ατμόσφαιρα (MAP) προσφέρουν νέες δυνατότητες βελτίωσης και επιμήκυνσης της διάρκειας ζωής. Παρά ταύτα η ψυκτική αλυσίδα των τροφίμων εξακολουθεί να χαρακτηρίζεται από μεγάλες απώλειες ποιότητας λόγω σημαντικών αποκλίσεων από τις προδιαγραφές θερμοκρασίας. Η θερμοκρασία καθορίζει σε μεγάλο βαθμό το ρυθμό υποβάθμισης και την τελική ποιότητα των προϊόντων και αποτελεί έτσι την σημαντικότερη κρίσιμη παράμετρο. Η καταγραφή και ο έλεγχος της σε όλη την αλυσίδα καθίσταται κεντρικός στόχος ενός αποτελεσματικού συστήματος διασφάλισης ποιότητας και ασφάλειας. Ο εντοπισμός και η βελτίωση των αδύνατων σημείων της συχνά προβληματικής ψυκτικής αλυσίδας, ο ποσοτικός προσδιορισμός της επίδρασής τους στη συνολική ποιότητα των τροφίμων και ο δυναμικός έλεγχος της ποιότητας αυτής είναι εφικτός με τη χρήση Χρονοθερμοκρασιακών Δεικτών ή Ολοκληρωτών (ΤΤΙ: Time Temperature Indicators or Integrators).

Ανάπτυξη και κινητική μελέτη συστημάτων παρακολούθησης της θερμοκρασίας όπως οι Χρονοθερμοκρασιακοί Δείκτες επιτρέπει το συσχετισμό της απόκρισής τους με την ποιοτική κατάσταση και την απομένουσα διάρκεια ζωής του τροφίμου που συνοδεύουν και τη λειτουργία τους ως δείκτες ελέγχου της ψυκτικής αλυσίδας ή και "δυναμικής" ημερομηνίας λήξης. Οι ΤΤΙ είναι απλά, φθηνά συστήματα τα οποία με μια εύκολα μετρήσιμη αλλαγή που εξαρτάται από το χρόνο και τη θερμοκρασία, δείχνουν το θερμοκρασιακό ιστορικό και την ποιοτική κατάσταση του τροφίμου που συνοδεύουν. Οι ΤΤΙ είναι δηλαδή μια σημαντική συνιστώσα μιας

δράσης, έξυπνης συσκευασίας. Η λειτουργία των ΤΤΙ βασίζεται σε μηχανικά, χημικά, ή ενζυμικά συστήματα, τα οποία μεταβάλλονται αναντίστροφα από τη στιγμή ενεργοποίησής τους, μεταβολή που εκδηλώνεται σαν μια εύκολα μετρήσιμη οπτική απόκριση των ΤΤΙ. Τέτοια απόκριση μπορεί να είναι μια μεταβολή ή εμφάνιση χρώματος ή η παραμόρφωση ή μετακίνηση κάποιας οπτικής ένδειξης. Η αποτελεσματικότητα και η αξιοπιστία ενός ΤΤΙ ως δείκτη ποιότητας του τροφίμου εξαρτάται από τα κινητικά χαρακτηριστικά της απόκρισής του. Βασική απαίτηση είναι η εξάρτηση του ρυθμού απόκρισης από τη θερμοκρασία, εκφραζόμενη ποσοτικά από την ενέργεια ενεργοποίησης  $E_a$ , να προσεγγίζει κατά το δυνατόν την ενέργεια ενεργοποίησης των δράσεων ποιοτικής υποβάθμισης του τροφίμου. Προϋπόθεση επομένως εφαρμογής ενός συστήματος ελέγχου της ψυκτικής αλυσίδας με βάση τους Χρονοθερμοκρασιακούς Δείκτες είναι η συστηματική μελέτη της απόκρισής τους και η παράλληλη ενδελεχής γνώση της κινητικής των δεικτών αλλοίωσης του τροφίμου και της εξάρτησής τους από τη θερμοκρασία.

## Σύντομο βιογραφικό σημείωμα

Πέτρος Σ. Ταούκας

Χημικός Μηχανικός ΕΜΠ (1982), Master of Science (1985) και Διδακτορικό Δίπλωμα, (Ph. D.), (1988), Επιστήμη Τροφίμων, Πανεπιστήμιο της Μιννεσότα, ΗΠΑ

Επίκουρος Καθηγητής στο ΕΜΠ, Σχολή Χημικών Μηχανικών, Τομέας Σύνθεσης και Ανάπτυξης Βιομηχανικών Διεργασιών, Εργαστήριο Χημείας και Τεχνολογίας Τροφίμων στο γνωστικό αντικείμενο "Τεχνολογία Τροφίμων: Διεργασίες Συντήρησης και Μικροβιολογία"

Το ερευνητικό του έργο αφορά ένα ευρύ φάσμα θεμάτων της επιστήμης Τροφίμων που περιλαμβάνουν τις διεργασίες συντήρησης, τη φυσικοχημεία, τη μικροβιολογία, τη συσκευασία, την ασφάλεια και την ποιότητα των τροφίμων. Αποτελέσματα της έρευνας στις παραπάνω περιοχές έχουν παρουσιαστεί σε πάνω από 100 δημοσιεύσεις, κεφάλαια βιβλίων και ανακοινώσεις σε επιστημονικά συνέδρια. ■

\* Λόγω πληθώρας της ύλης το πλήρες κείμενο θα δημοσιευθεί σε προσεχές τεύχος των Χημικών Χρονικών, Ζητούμε την συγνώμη και κατανόηση του συγγραφέα και των αναγνωστών μας. (Συντακτική Επιτροπή)





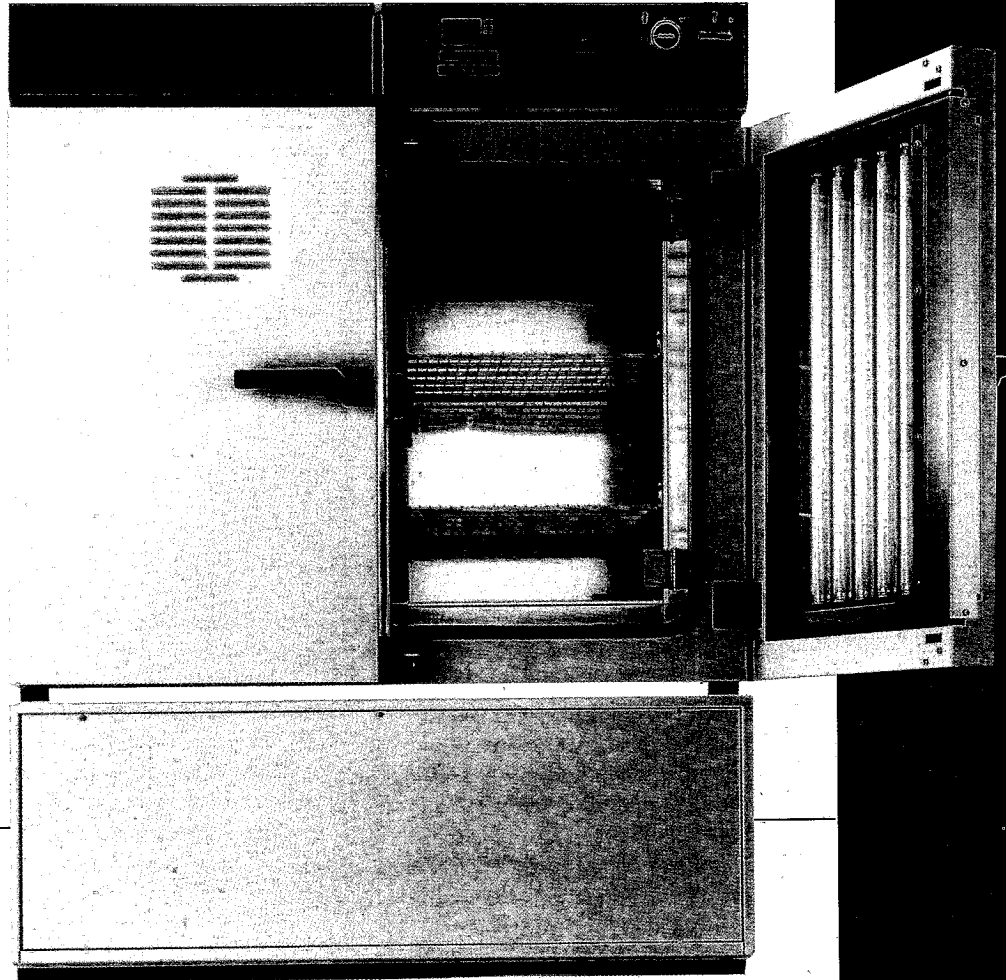
# BINDER

THE TEMPERATURE COMPANY

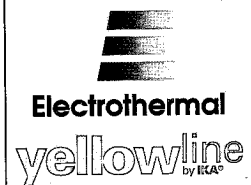
**Οι καλύτερες συνθήκες για επιτυχή αποτελέσματα**

**Εργαστηριακοί θάλαμοι  
πολλαπλών εφαρμογών**

- Ξήρανσης γενικής χρήσης
- Ξήρανσης σε κενό
- Ελέγχου σταθερότητας υλικών
- Κλιματολογικών συνθηκών
- Επωαστικοί
- Ψυχόμενοι επωαστικοί
- Υβριδισμού
- Διοξειδίου του Άνθρακα (CO<sub>2</sub>)
- Ανάπτυξης Φυτών



**Barnstead  
Thermolyne  
Lenz**



**πνΟή<sup>®</sup>**

**ΑΘΗΝΑ:**

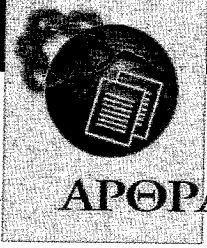
Βασ. Γεωργίου 40, 152 33 Χαλάνδρι

Τηλ.: 010.680.16.88, 010.680.1663-64, Fax: 010.680.1664

**ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ:**

28ης Οκτωβρίου 117, 561 23 Αμπελόκηποι

Τηλ.: 0310.727.373, Fax: 0310.720.795



# ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΕΣ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΩΝ ΣΥΝΕΞΩΘΗΜΕΝΩΝ ΜΕΜΒΡΑΝΩΝ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΥΣΩΝ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟ ΣΤΡΩΜΑ ΑΝΑΚΥΚΛΩΜΕΝΟΥ ΠΟΛΥΑΙΘΥΛΕΝΙΟΥ

Α. Μπαδέκα, Α. Ε. Γούλας, Α. Αδαμαντιάδη και Μ. Γ. Κοντομηνάς

Εργαστήριο Χημείας και Τεχνολογίας Τροφίμων, Τμήμα Χημείας, Παν/μιο Ιωαννίνων

## Περίληψη

Στην παρούσα εργασία προσδιορίστηκαν οι ιδιότητες μετανάστευσης, διαπερατότητας και εφελκυσμού σε πειραματικές 5- και 8-στρωματικές συνεξωθημένες και λαμιναρισμένες μεμβράνες συσκευασίας που περιείχαν εσωτερικό στρώμα ανακυκλωμένου πολυαιθυλενίου χαμηλής πυκνότητας (LDPE). Το LDPE αποτέλεσε μέχρι και το 50% κ.β. της πολυστρωματικής δομής. Μεμβράνες περιέχουσες αντίστοιχο εσωτερικό στρώμα παρθένου LDPE ελήφθησαν σαν δείγματα μάρτυρες. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το % ποσοστό του ανακυκλωμένου LDPE στο εσωτερικό στρώμα της πολυστρωματικής δομής δεν επηρέασε το ποσό της ολικής μετανάστευσης των πειραματικών μεμβρανών στο απεσταγμένο νερό, το 3% οξικό οξύ και το ισοοκτάνιο. Οι τιμές ολικής μετανάστευσης ήταν σ' όλες τις περιπτώσεις χαμηλότερες από τα 10mg/dm<sup>2</sup>, ανώτατο όριο που έχει θέσει η Ε.Ε. για τη συνολική μεταφορά. Η διαπερατότητα των μεμβρανών στο O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> και H<sub>2</sub>O δεν επηρεάστηκε από το % ποσοστό του ανακυκλωμένου LDPE. Με βάση τις τιμές διαπερατότητας στο O<sub>2</sub> παρήχθησαν υλικά χαμηλού φραγμού, φραγμού και υψηλού φραγμού. Οι ιδιότητες εφελκυσμού (αντοχή στην εφελκυσμό, % επιμήκυνση στο όριο θραύσης και η σταθερά Young) επίσης δεν επηρεάστηκαν από το % ποσοστό του ανακυκλωμένου LDPE. Ακόμη όλες οι πειραματικές μεμβράνες δεν εμφάνισαν αλλοίωση στις οργανοληπτικές ιδιότητες (οσμή, γεύση) σε διάλυμα NaHCO<sub>3</sub> που χρησιμοποιήθηκε ως προσομοιωτής.

Τα παραπάνω αποτελέσματα αξιολογήθηκαν σε σχέση με το υψηλής ποιότητας ανακυκλωμένο LDPE (πρωτογενές scrap) σε συνδυασμό με την «υπόθεση του αποτελεσματικού φραγμού» (functional barrier hypothesis). Με βάση τα δεδομένα της παρούσης εργασίας προτείνεται η χρήση πρωτογενούς scrap LDPE ως εσωτερικού στρώματος πολυστρωματικών μεμβρανών μέχρι και 50% κ.β. χωρίς υποβάθμιση στις ιδιότητες ολικής μετανάστευσης, φραγμού και εφελκυσμού μεμβρανών συσκευασίας.

## 1. Εισαγωγή

Η ευαισθητοποίηση της βιομηχανίας, της πολιτείας αλλά και των ερευνητικών φορέων σε θέματα (1) προστασίας του περιβάλλοντος και (2) ελάττωσης του όγκου και του βάρους των απορριμμάτων οδήγησε στη θέσπιση σχετικής νομοθεσίας την τελευταία δεκαετία τόσο στην Ευρώπη όσο και στις ΗΠΑ (FDA 1992, EEC 1993). Ως αποτέλεσμα της νομοθεσίας αυτής αναπτύσσονται συνεχώς νέες τεχνολογίες μηχανικής ανάμειξης ή συνεξώθησης ανακυκλωμένων ρητινών με παρθένας ρητίνες για τα πλέον χρησιμοποιούμενα υλικά όπως πολυαιθυλένιο (PE), πολυπροπυλένιο (PP), πολυαιθυλενοτερεφθαλικός εστέρας (PET), πολυστυρόλιο (PS) κ.ά. (Lox et al. 1992, Begley and Hollifield 1993, Franz et al. 1994, Franz et al. 1997, Piringer et al. 1998).

Το κύριο ερώτημα που τίθεται με τα πλαστικά συσκευασίας που περιέχουν ανακυκλωμένα υλικά είναι η συμπεριφορά τους όσον αφορά τις ιδιότητες μετανάστευσης, φραγμού και μηχανικής αντοχής όταν χρησιμοποιούνται σε συγκεκριμένες εφαρμογές συσκευασίας τροφίμων, περιπτώσεις στις οποίες οι ιδιότητες αυτές χαρακτηρίζονται ως κρίσιμες για την ποιότητα και την ασφάλεια των περιεχομένων τροφίμων (Begley and Hollifield 1993, Castle 1994, Piringer 1994, Miltz et al. 1997, La Mantia and Scaffaro 1997, Incarnato et al. 1998). Προς το παρόν τόσο στις ΗΠΑ όσο και στην Ευρώπη δεν υπάρχει νομοθεσία που να αφορά τη χρήση ανακυκλωμένων πλαστικών υλικών στη συσκευασία τροφίμων. Ο οργανισμός FDA έχει δημοσιεύσει γενικές μόνο οδηγίες για την χρήση των ανακυκλωμένων πλαστικών (FDA 1992). Στην Ευρωπαϊκή Ένωση ισχύει η οδηγία 89/109, άρθρο 2 σύμφωνα με το οποίο τα υλικά συσκευασίας σε επαφή με τρόφιμα δεν πρέπει να μεταφέρουν στα τρόφιμα ουσίες σε ποσότητες που είτε θέτουν σε κίνδυνο την υγεία των καταναλωτών είτε οδηγούν σε ανεπιθύμητες μεταβολές στη σύσταση ή τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των τροφίμων.

Τα συνεξωθημένα υλικά με βάση το LDPE, το πολυαμίδιο (PA) και/ή την αιθυλενο-βινυλική αλκοόλη (EVOH) χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο στη συσκευασία τροφίμων λόγω των μοναδικών ιδιοτήτων που παρέχουν (μηχανική αντοχή του PA, υψηλός φραγμός στα αέρια και τις συμπρές ενώσεις της EVOH και άριστη θερμωσυγκολλητικότητα και προστασία έναντι της υγρασίας του PE (Encyclopedia of Packaging Technology

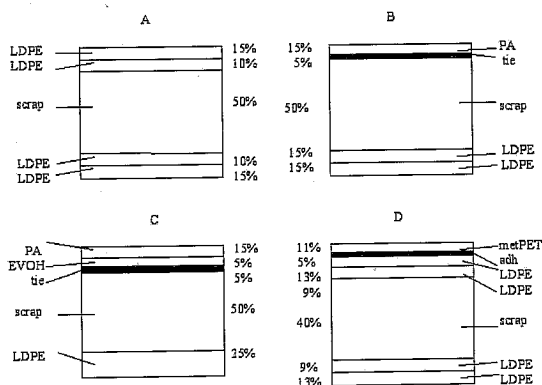
1997). Από τα υλικά αυτά το PE υπό τη μορφή του LDPE, LLDPE και HDPE είναι το πλέον χρησιμοποιούμενο υλικό συσκευασίας τροφίμων και συνεπώς αποτελεί το καλύτερο υποψήφιο υλικό για ανακύκλωση. Μεταξύ των διαφόρων κατηγοριών ανακυκλωμένων υλικών που έχει θεσπίσει η Υπηρεσία Προστασίας του Περιβάλλοντος (EPA) στις ΗΠΑ δηλ. υλικών πρωτογενούς, δευτερογενούς και τριτογενούς ανακύκλωσης, τα πρώτα περιλαμβάνουν το υλικό περίσσειμα (scrap) που παράγεται κατά τη διαδικασία παρασκευής περιεκτών συσκευασίας τροφίμων στη βιομηχανική μονάδα (FDA 1992). Σύμφωνα με την υπηρεσία EPA το πρωτογενές αυτό scrap δεν αναμένεται να δημιουργήσει κίνδυνο για την υγεία των καταναλωτών εάν χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή νέου περιεκτικού συσκευασίας τροφίμων υπό την προϋπόθεση ότι θα εφαρμοστούν οι αρχές της ορθής παραγωγής (GMP) (FDA 1992).

Αν η ασφάλεια του προϊόντος σε εφαρμογές συσκευασίας τροφίμων είναι πρωταρχικής σημασίας, η οργανοληπτική ποιότητα του προϊόντος είναι εξ ίσου σημαντική. Μελέτες έχουν δείξει ότι μεταβολές κυρίως στην οσμή και γεύση συμβαίνουν σε τρόφιμα συσκευασμένα σε περιέκτες από ανακυκλωμένα υλικά ακόμη και κάτω από τα όρια της επιτρεπόμενης μετανάστευσης (Lox et al. 1992). Αν και το PE είναι διαπερατό σε πτηνικά μόρια χαμηλού μοριακού βάρους και συνεπώς δεν μπορεί να θεωρηθεί καλός φραγμός σε σχέση με τη μετανάστευση των μορίων αυτών (FDA 1992), η παρούσα εργασία είχε σαν στόχο τη μελέτη της επίδρασης πρωτογενούς ανακυκλωμένου εσωτερικού στρώματος LDPE σε 5- και 8-στρωματικές συνεξωθημένες μεμβράνες συσκευασίας στην (α) συνολική μετανάστευση (β) διαπερατότητα στο O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> και H<sub>2</sub>O και (γ) στις ιδιότητες εφελκυσμού των μεμβρανών αυτών. Σε όλες τις πειραματικές πολυστρωματικές μεμβράνες το στρώμα σε επαφή με τον τροφικό προσομοιωτή ήταν παρθένο LDPE.

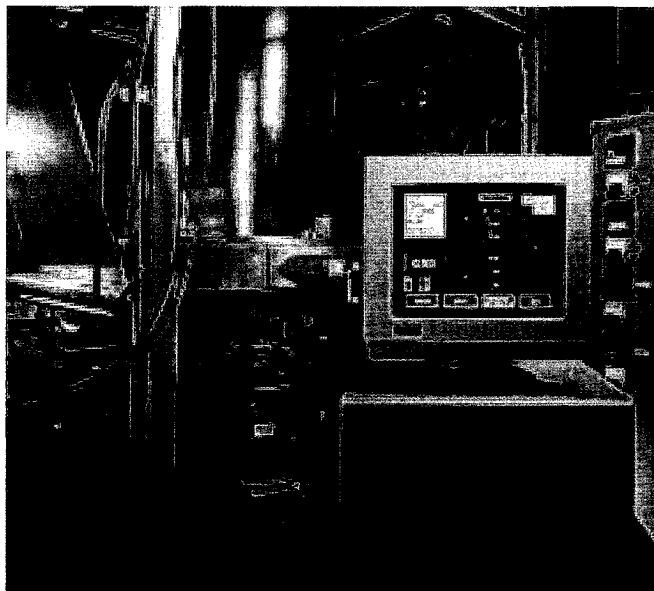
## 2. Υλικά και Μέθοδοι

### Υλικά

Πέντα- και οκταστρωματικές συνεξωθημένες και λαμινρισμένες μεμβράνες περιέχουσες εσωτερικό στρώμα πρωτογενούς ανακυκλωμένου LDPE παρήχθησαν σε σύστημα συνεξώθησης πέντε εξωθητών (Afla Marathon Mnfgr Co, Mississauga, Canada) και λαμινριστική μηχανή (Bieloni, Italy). Οι δομές χαμηλού φραγμού, φραγμού και υψηλού φραγμού που προέκυψαν δίνονται στο Σχ. 1. Το στρώμα του ανακυκλωμένου υλικού περιείχε είτε 100% ανακυκλωμένο LDPE ή 50% ανακυκλωμένο LDPE και 50% παρθένο LDPE. Τα αντίστοιχα δείγματα μάρτυρες περιείχαν 100% παρθένο LDPE. Οι τύποι Α, Β και C των μεμβρανών που παρήχθησαν είχαν πάχος 80μ και ο τύπος D είχε πάχος 95μ.



Σχίμα 1. Δομή των συνεξωθημένων (A, B, C) και συνεξωθημένων/λαμινρισμένων (D) πειραματικών μεμβρανών (οι % τιμές δλώνουν την κ.β. συνεισφορά κάθε στρώματος στην πολυστρωματική δομή).



### Πείραμα προσδιορισμού ολικής μεταφοράς

Το πείραμα προσδιορισμού της συνολικής μεταφοράς έγινε στους προσομοιωτές απεσταγμένο νερό, 3% οξικό οξύ και ισοοκτάνιο, εναλλακτικό προσομοιωτή του ελαιολάδου (EE 1993, EE 1997). Το ισοοκτάνιο σε αντίθεση με τα φυτικά έλαια (ελαιόλαδο, ηλιανθέλαιο) εξατμίζεται εύκολα και δίνει τη δυνατότητα υπολογισμού της συνολικής μεταφοράς άμεσα μέσω σταθμικού προσδιορισμού του υπολείμματος μετά την εξάτμιση του χρησιμοποιούμενου διαλύτη.

Αρκετοί ερευνητές (De Kruijf and Rijk, 1996; Hamdani and Feigenbaum, 1996) αναφέρουν ότι το ισοοκτάνιο είναι κατάλληλος εναλλακτικός προσομοιωτής για τον προσδιορισμό της συνολικής μεταφοράς σε διάφορες πειραματικές συνθήκες χρόνου/θερμοκρασίας).

Παράλληλογραμμες λουρίδες μεμβρανών (επιφάνεια 1dm<sup>2</sup>) τοποθετήθηκαν σε επαφή δύο όψεων (συνολική επαφή 2dm<sup>2</sup>) με 100ml προσομοιωτή (απεσταγμένο νερό, 3% οξικό οξύ ή ισοοκτάνιο) σε ποτήρια ζέσης. Τα ποτήρια καλύφθηκαν με μεμβράνη parafilm για την αποφυγή της εξάτμισης του προσομοιωτή και αποθηκεύτηκαν σε θάλαμο σταθερής θερμοκρασίας 40±0.5°C (Binder, μοντέλο KBF) για διάστημα 10 ημερών. Για το ισοοκτάνιο οι συνθήκες επαφής χρόνου/θερμοκρασίας ήταν 20±0.5°C/2 ημέρες (EE 1997). Οι μεμβράνες μετά το απαραίτητο διάστημα απομακρύνθηκαν και ο προσομοιωτής μεταφέρθηκε σε προζυγισμένη σφαιρική φιάλη (250ml) όπου και εξατμίστηκε σε συσκευή εξάτμισης υπό κενό. Στη συνέχεια η σφαιρική φιάλη διατηρήθηκε σε ξηραντήρα επί 1 ώρα και ζυγίστηκε σε αναλυτικό ζυγό (Sartorius, μοντέλο BP 2215). Η συνολική μεταφορά υπολογίστηκε σε mg/dm<sup>2</sup> επιφάνειας μεμβράνης αλλά και σε mg/l προσομοιωτή. Παράλληλα με τα παραπάνω δείγματα εξετάστηκαν και τυφλά ώστε να προκύψουν «διορθωμένες» τιμές συνολικής μεταφοράς για κάθε προσομοιωτή. Έγιναν τρεις προσδιορισμοί για κάθε προσομοιωτή και υπολογίστηκε ο μέσος όρος αυτών.

### Μετρήσεις διαπερατότητας

Η διαπερατότητα των μεμβρανών στο O<sub>2</sub> προσδιορίστηκε με τη βοήθεια οργάνου Oxtran 2/20 (Moccon Controls, USA) σε σχετική υγρασία 60% και θερμοκρασία 23°C και εκφράστηκε σε ml/m<sup>2</sup>·day·atm. Η διαπερατότητα στην υγρασία προσδιορίστηκε με τη βοήθεια του οργάνου Permatran W 3/31 σε RH=60% και T=23°C και εκφράστηκε σε g/m<sup>2</sup>·day. Η διαπερατότητα στο CO<sub>2</sub> προσδιορίστηκε με τη βοήθεια του οργάνου Permatran C-200 σε RH=0°C, και T=23°C και εκφράστηκε σε ml/m<sup>2</sup>·day·atm.

### Μέτρηση μηχανικών ιδιοτήτων

Η αντοχή στον εφελκυσμό, η % επιμήκυνση στο όριο θραύσης και η σταθερά του Young μετρήθηκαν σε δυναμόμετρο Instron, μοντέλο 4411 σύμφωνα με το πρότυπο D-882 της ASTM κάτω από τις εξής πειραματικές συνθήκες:

Διαστάσεις δοκιμίου: 200mm×15mm, ταχύτητα κεφαλής αρπάγης=500mm/mín, αρχική απόσταση αρπαγών=50mm.

### Οργανοληπτική εξέταση

Παρασκευάστηκαν εκκυλίσματα των μεμβρανών τα οποία δόθηκαν σε ομάδα δοκιμαστών/κριτών για την αξιολόγηση της γεύσης και οσμής τους σε σχέση με διάλυμα μάρτυρα. Τα εκκυλίσματα παρασκευάστηκαν σύμφωνα με το πρότυπο NBN S29-001. Δοκίμια μεμβρανών (1dm<sup>2</sup>) εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα NaHCO<sub>3</sub> (0.042%) επί 24 ώρες και αποθηκεύτηκαν στο σκοτάδι σε θερμοκρασία περιβάλλοντος. Τα δοκίμια τοποθετήθηκαν στη συνέχεια σε φρέσκο διάλυμα και αποθηκεύτηκαν εκ νέου κάτω από τις ίδιες συνθήκες. Το ίδιο επαναλήφθη ακόμη μία φορά. Το τρίτο διάλυμα αποτέλεσε το προς αξιολόγηση διάλυμα. Παρασκευάστηκαν αραιώσεις 1:1, 1:2 και 1:3 του διαλύματος αυτού. Αν και σύμφωνα με τη μέθοδο αξιολογείται μόνο το τρίτο διάλυμα, στην περίπτωση αυτή αξιολογήθηκαν οργανοληπτικά και τα τρία διαλύματα. Η ομάδα των κριτών δοκίμαζε ταυτόχρονα 2 δείγματα (το διάλυμα μάρτυρα και το πειραματικό διάλυμα). Όλα τα διαλύματα βαθμολογήθηκαν ως εξής: 1 για διαφοροποίηση μεταξύ των δύο διαλυμάτων, και 0 για καμιά διαφοροποίηση.

### 3. Αποτελέσματα και Συζήτηση

#### Συνολική μεταφορά

Οι τιμές συνολικής μεταφοράς για τις 12 πειραματικές μεμβράνες δίνονται στον Πίνακα 1. Με βάση τις τιμές αυτές φαίνεται ότι (α) το % ποσοστό ανακυκλωμένου LDPE στην πολυστρωματική δομή δεν επηρεάζει (p>0.05) τη συνολική μεταφορά και στους τρεις προσομοιωτές, (β) οι τιμές συνολικής μεταφοράς για δεδομένη μεμβράνη συσκευασίας αυξάνουν κατά τη σειρά: απεσταγμένο νερό < 3% οξικό οξύ < ισοοκτάνιο, (γ) οι τιμές συνολικής μεταφοράς αυξάνουν δραστικά για τις συνεξωθημένες/λαμιναρισμένες μεμβράνες (τρία τελευταία δείγματα) παρουσία 3% οξικού οξέος και (δ) οι τιμές συνολικής μεταφοράς σε όλες τις περιπτώσεις είναι χαμηλότερες από το όριο των 10mg/dm<sup>2</sup> που έχει θέσει η ΕΕ (ΕΥ 1990).

Η παρατήρηση (α) μπορεί να εξηγηθεί με βάση τη σύσταση του ανακυκλωμένου στρώματος LDPE σε συνδυασμό με την «υπόθεση του αποτελεσματικού φραγμού» (functional barrier hypothesis). Το πρωτογενές «scrap» παράγεται στη βιομηχανική μονάδα κατά τη διάρκεια της διαδι-

κασίας παραγωγής της «φυσικής» μεμβράνης και συνεπώς ο παρασκευαστής έχει πλήρη έλεγχο στη σύστασή του. Έχοντας συνεπώς πρακτικά αποκλείσει την πιθανότητα επιμόλυνσης του scrap αυτού και παρεμβάλλοντας επιπροσθέτως ένα στρώμα παρθένου LDPE μεταξύ του στρώματος scrap και του προσομοιωτή είναι λογικό οι τιμές συνολικής μεταφοράς των δομών με εσωτερικό ανακυκλωμένο στρώμα LDPE να μη διαφέρουν των αντίστοιχων με 100% παρθένο LDPE

Πίνακας 1. Τιμές συνολικής μεταφοράς από συνεξωθημένες/λαμιναρισμένες πειραματικές μεμβράνες συσκευασίας σε προσομοιωτές τροφίμων

#	Υλικό	Συνολική μεταφορά					
		απεσταγμένο νερό		3% οξικό οξύ		ισοοκτάνιο	
		mg/l	mg/dm <sup>2</sup>	mg/l	mg/dm <sup>2</sup>	mg/l	mg/dm <sup>2</sup>
1	LDPE // LDPE // LDPE // LDPE // LDPE // LDPE // LDPE // LDPE // LDPE // LDPE // LDPE // LDPE	4.1±	0.21±	6.2±	0.31±	74.7±	3.74±
		0.6**	0.03	0.9	0.04	5.25	0.26
2	LDPE // LDPE // LDPE // LDPE // LDPE // LDPE // LDPE // LDPE // LDPE // LDPE // LDPE // LDPE	3.75±	0.19±	7.0±	0.35±	82.5±	4.32±
		0.9	0.04	1.0	0.05	11.5	0.58
3	LDPE // LDPE // LDPE // LDPE // LDPE // LDPE // LDPE // LDPE // LDPE // LDPE // LDPE // LDPE	3.6±	0.17±	5.5±	0.28±	79.0±	3.95±
		0.5	0.02	0.7	0.03	4.5	0.22
4	PA // PE // LDPE // LDPE // LDPE // LDPE // LDPE // LDPE // LDPE // LDPE // LDPE // LDPE	10.5±	0.52±	15.1±	0.76±	81.0±	4.05±
		1.7	0.08	2.4	0.12	6.0	0.30
5	PA // PE // LDPE // LDPE // LDPE // LDPE // LDPE // LDPE // LDPE // LDPE // LDPE // LDPE	10.2±	0.52±	11.6±	0.58±	72.6±	3.64±
		0.8	0.04	2.2	0.11	2.5	0.12
6	PA // PE // LDPE // LDPE // LDPE // LDPE // LDPE // LDPE // LDPE // LDPE // LDPE // LDPE	9.6±	0.48±	13.0±	0.65±	70.2±	3.51±
		1.2	0.05	0.8	0.04	4.0	0.20
7	PA // EVOH // PE // LDPE // LDPE // LDPE // LDPE // LDPE // LDPE // LDPE // LDPE // LDPE	6.6±	0.33±	13.5±	0.68±	99.0±	4.95±
		0.3	0.02	1.9	0.10	9.2	0.46
8	PA // EVOH // PE // LDPE // LDPE // LDPE // LDPE // LDPE // LDPE // LDPE // LDPE // LDPE	7.1±	0.38±	14.5±	0.72±	102.5±	5.27±
		0.5	0.02	2.9	0.14	5.7	0.29
9	PA // EVOH // PE // LDPE // LDPE // LDPE // LDPE // LDPE // LDPE // LDPE // LDPE // LDPE	7.8±	0.40±	11.5±	0.58±	94.1±	4.81±
		1.5	0.08	1.6	0.08	3.0	0.15
10	mPE/PET // LDPE // LDPE // LDPE // LDPE // LDPE // LDPE // LDPE // LDPE // LDPE // LDPE // LDPE	8.1±	0.41±	124.0±	5.30±	102.2±	4.11±
		1.9	0.10	9.0	0.45	11.7	0.59
11	mPE/PET // LDPE // LDPE // LDPE // LDPE // LDPE // LDPE // LDPE // LDPE // LDPE // LDPE // LDPE	6.9±	0.34±	101.2±	5.05±	73.1±	3.65±
		0.8	0.04	12.0	0.60	7.5	0.37
12	mPE/PET // LDPE // LDPE // LDPE // LDPE // LDPE // LDPE // LDPE // LDPE // LDPE // LDPE // LDPE	4.9±	0.38±	81.5±	4.68±	81.0±	3.85±
		1.5	0.02	10.0	0.50	5.75	0.29

// = συνεξωθημένο

// = λαμιναρισμένο

\* LDPE-LLDPE = μίγμα 70% LDPE και 30% LLDPE

\*\* τυπική απόκλιση

Η παρατήρηση (β) μπορεί να ερμηνευτεί με βάση τη χημική συγγένεια του μη πολικού ισοοκτανίου προς το επίσης μη πολικό πολυαιθυλένιο που αποτελεί περισσότερο από το 50% του υλικού κάθε δομής.

Η παρατήρηση (γ) σχετίζεται πιθανότατα με το ατελές λαμινάρισμα του μεταλλοποιημένου PET στη συνεξωθημένη δομή κάτι που επέτρεψε στο υδατικό οξικό οξύ να διαβρέξει το εσωτερικό μεταλλοποιημένο στρώμα της μεμβράνης PET προκαλώντας αποκόλληση (delamination) και μερική καταστροφή/αποκόλληση του στρώματος του αλουμινίου. Αυτή ήταν προφανώς η περίπτωση στην παρούσα μελέτη κατόπιν επαφής 3% οξικού οξέος/μεμβράνης επί 10 ημέρες στους 40°C με αποτέλεσμα τη δραστική αύξηση στις τιμές συνολικής μεταφοράς. Εν τούτοις ακόμη και σε αυτή την περίπτωση η τιμή συνολικής μεταφοράς ήταν μικρότερη της τιμής/ορίου (10mg/dm<sup>2</sup>).

Οι Franz και συν. (1994) μελέτησαν τη συνολική μεταφορά από 3-στρωματικά συνεξωθημένα κύπελλα PP που περιείχαν εσωτερικό στρώμα ανακυκλωμένου PP στους προσομοιωτές 3% οξικό οξύ, 35 και 80% αιθανόλη και παρατήρησαν στατιστικά μη σημαντικές διαφορές μεταξύ μαρτύρων και πειραματικών δοκιμίων μετά από 10 ημέρες στους 40°C.



Περαιτέρω επαναδιάλυση των υπολειμμάτων συνολικής μεταφοράς σε 90% αιθανόλη και ακόλουθη ανάλυση GC έδειξε πρακτικά το ίδιο προφίλ κορυφών για το κύπελλο με ανακυκλωμένο PP και το κύπελλο από 100% παρθένο PP.

Οι Incarneto και συν. (1998) μελέτησαν τη συνολική μεταφορά από περιέκτες ανακυκλωμένου PP στους προσομοιωτές 3% οξικό οξύ και 15% αιθανόλη και βρήκαν παρόμοιες τιμές συνολικής μεταφοράς (2-3 mg/dm<sup>2</sup>) μεταξύ περιεκτών από παρθένο PP και ανακυκλωμένο ΗΜW ή ΛΜW PP. Οι ίδιοι εν τούτοις ερευνητές βρήκαν σημαντικά υψηλότερες τιμές συνολικής μεταφοράς σε περιέκτες από ανακυκλωμένο ΛΜW PP στο ισοοκτάνιο σε σύγκριση με περιέκτες από παρθένο ΛΜW PP.

Οι Lox και συν. (1992) μελέτησαν τη συνολική μεταφορά από πειραματικές μεμβράνες PP που περιείχαν 20-60% ανακυκλωμένο PP στο νερό, 3% οξικό οξύ, 15% αιθανόλη και ελαιόλαδο και βρήκαν ότι το % ποσοστό του ανακυκλωμένου υλικού δεν επηρέασε τη συνολική μεταφορά από τις μεμβράνες PP.

Οι Devlieghere και συν. (1998) μελέτησαν τη συνολική μεταφορά ανακυκλωμένου για πρώτη φορά HDPE σε απεσταγμένο νερό, 15% αιθανόλη, 3% οξικό οξύ, 95% αιθανόλη και ισοοκτάνιο και βρήκαν τιμές (μεταξύ 0.01-9.3 mg/dm<sup>2</sup>) παρόμοιες μεταξύ ανακυκλωμένου και παρθένου υλικού. Ακόμη και σε λιπαρούς προσομοιωτές όπως η αιθανόλη 95% η συνολική μεταφορά από ανακυκλωμένο HDPE ήταν παρόμοια εκείνης από παρθένο HDPE.

Τέλος οι Begley και Hollifield (1993) ανέφεραν ότι συσκευασία από LDPE διστρωματική με εξωτερικό στρώμα ανακυκλωμένου υλικού και εσωτερικό στρώμα παρθένου υλικού παρουσιάζει σημαντικό πλεονέκτημα από πλευράς συνολικής μεταφοράς σε εφαρμογές συσκευασίας τροφίμων απ' ό,τι αντίστοιχη μονοστρωματική συσκευασία από παρθένο LDPE στην περίπτωση της επιμόλυνσης του υλικού αυτού. Σύμφωνα με τα δεδομένα που παρουσίασαν οι ερευνητές αυτοί η ανώτερη αρχική συγκέντρωση του επιμολυντή σε μονοστρωματική συσκευασία από LDPE ώστε να μην μολυνθεί το περιεχόμενο τρόφιμο (πάνω από 3ppb) είναι 2.5 μg/cm<sup>3</sup> ενώ η αντίστοιχη τιμή για διστρωματική συσκευασία από LDPE (ανακυκλωμένο/παρθένο) είναι 300 μg/cm<sup>3</sup>. Δηλαδή το στρώμα του παρθένου LDPE στη διστρωματική συσκευασία προσθέτει έναν επιπλέον παράγοντα ασφαλείας όσον αφορά την επιτρεπόμενη συνολική μεταφορά κατά 100-200 φορές.

### Μετρήσεις διαπερατότητας

Οι τιμές διαπερατότητας των πειραματικών μεμβρανών στα O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> και H<sub>2</sub>O δίνονται στον Πίνακα 2. Οι δομές επελέγησαν έτσι ώστε να παραχθούν μεμβράνες χαμηλού φραγμού, φραγμού και υψηλού φραγμού. Με βάση τις τιμές του Πίνακα 2 φαίνεται ότι (α) το % ποσοστό ανακυκλωμένου LDPE στην πολυστρωματική δομή δεν επηρεάζει (p>0.05) τη διαπερατότητα των πειραματικών μεμβρανών στο O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> και H<sub>2</sub>O, (β) όπως αναμενόταν η χρήση του PA (δομή Β) αυξάνει σημαντικά τις ιδιότητες φραγμού της πολυστρωματικής δομής ενώ η χρήση ΕVΟΗ και μεταλλοποιημένων PET (δομές C και D) περαιτέρω αυξάνουν το φραγμό της δομής, (γ) οι τιμές διαπερατότητας των λαμιναρισμένων μεμβρανών στο O<sub>2</sub> και το H<sub>2</sub>O εμφανίζουν μεγάλες διακυμάνσεις. Το γεγονός αυτό σχετίζεται άμεσα με το ατελές λαμινάρισμα της μεταλλοποιημένης μεμβράνης PET στη συνεξωθημένη δομή, (δ) οι διαπερατότητες των υλικών που περιέχουν μεταλλοποιημένο PET και ΕVΟΗ στο O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> και H<sub>2</sub>O ήταν παρεμφερείς.

Οι Miltz και συν. (1997) μελέτησαν το φραγμό τριστρωματικών μεμβρανών PET που περιείχαν εσωτερικό στρώμα ανακυκλωμένου PET και βρήκαν διατήρηση του φραγμού στα αέρια των πολυστρωματικών μεμβρανών με καλώς ελεγχόμενες συνθήκες παραγωγής.

Πίνακας 2. Τιμές διαπερατότητας πειραματικών μεμβρανών στο O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> και H<sub>2</sub>O.

#	Υλικό	Διαπερατότητα		
		PO <sub>2</sub> <sup>a</sup> (cm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ·datm)	PCO <sub>2</sub> <sup>b</sup> (cm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ·datm)	PH <sub>2</sub> O <sup>c</sup> (g/m <sup>2</sup> ·d)
1	LDPE / LDPE / LDPE / LDPE / LDPE * / 100% virgin / *	2822±181 <sup>d</sup>	11288±424	0.541±0.02
2	LDPE / LDPE / LDPE / LDPE / LDPE * / 50-50% virgin-recycled / *	2555±128	9891±482	0.515±0.02
3	LDPE / LDPE / LDPE / LDPE / LDPE * / 100% recycled / *	2677±103	11779±515	0.562±0.03
4	PA / PE / 100% virgin / LDPE / LDPE	26.95±1.42	10844.2	1.480±0.06
5	PA / PE / LDPE / LDPE / LDPE 50-50% virgin-recycled	28.94±1.83	11757.4	1.359±0.07
6	PA / PE / LDPE / LDPE / LDPE 100% recycled	25.35±1.99	10746.1	1.268±0.08
7	PA / EVOH / PE / LDPE / LDPE 100% virgin	1.33±0.07	5.65±0.31	1.102±0.05
8	PA / EVOH / PE / LDPE / LDPE 50-50% virgin-recycled	1.26±0.08	5.29±0.35	1.089±0.04
9	PA / EVOH / PE / LDPE / LDPE 100% recycled	1.19±0.04	5.12±0.24	1.097±0.04
10	mPET // LDPE / LDPE / LDPE / LDPE / LDPE * / 100% virgin / *	1.12±0.04	4.48±0.25	0.243±0.02
11	mPET // LDPE / LDPE / LDPE / LDPE / LDPE * / 100% virgin-recycled / *	1.18±0.06	4.87±0.31	0.118±0.01
12	mPET // LDPE / LDPE / LDPE / LDPE / LDPE * / 100% recycled / *	0.97±0.04	4.27±0.26	0.151±0.02

/ = συνεξωθημένο

// = λαμιναρισμένο

\* LDPE-LLDPE = μίγμα 70% LDPE και 30% LLDPE

<sup>a</sup> RH=60%, T=23°C

<sup>b</sup> RH=0%, T=23°C

<sup>c</sup> RH=100%, T=23°C

<sup>d</sup> μέσος όρος ±SD

### Μηχανικές ιδιότητες

Οι τιμές για την αντοχή στον εφελκυσμό, την % επιμήκυνση στο όριο θραύσης και τη σταθερά του Young των πειραματικών μεμβρανών δίνονται στον Πίνακα 3. Με βάση τα δεδομένα αυτά φαίνεται ότι: (α) το % ποσοστό του ανακυκλωμένου LDPE δεν επηρεάζει τις παραπάνω μηχανικές ιδιότητες των πολυστρωματικών υλικών, (β) όπως αναμενόταν, η χρήση του PA προκάλεσε αύξηση στις τιμές και των 3 παραπάνω παραμέτρων. Η αύξηση στην τιμή της αντοχής στον εφελκυσμό και τη σταθερά Young ήταν ιδιαίτερα έντονη στις δομές λαμιναρισμένες στο PET αφού είναι γνωστό ότι το PET παρέχει άριστες μηχανικές ιδιότητες. Ταυτόχρονα η % επιμήκυνση στο όριο θραύσης ελαττώνεται δραστικά παρουσία PET (3 τελευταία δείγματα).

Οι Devlieghere και συν. (1998) μελέτησαν τις μηχανικές ιδιότητες φιαλών γάλακτος από ανακυκλωμένο HDPE και βρήκαν μη σημαντικές διαφορές στην αντοχή στον εφελκυσμό και την % επιμήκυνση στο όριο θραύσης μεταξύ φιαλών από ανακυκλωμένο και παρθένο υλικό. Παρατηρήθηκε ακόμη ελαφρά μείωση στην τιμή της σταθεράς Young στη φιάλη από παρθένο υλικό σε σχέση με τη φιάλη από ανακυκλωμένο υλικό.

Οι Dintcheva και συν. (1997) μελέτησαν τις μηχανικές και ρεολογικές ιδιότητες μιγμάτων ανακυκλωμένου LDPE-LLDPE τα οποία επαναμορφοποιήθηκαν σε πλαστικούς σωλήνες και βρήκαν παρόμοιες τιμές σταθεράς Young και % επιμήκυνσης στο όριο θραύσης μεταξύ σωλήνων από ανακυκλωμένο και παρθένο υλικό. Αυτό επετεύχθη με την προσθήκη κατάλληλων αντοξειδωτικών και άλλων προσθέτων. Εν τούτοις, οι τιμές της αντο-

χής στον εφελκυσμό για τους σωλήνες από ανακυκλωμένο υλικό ήταν χαμηλότερες από τις αντίστοιχες για τους σωλήνες από παρθένο υλικό.

Οι LaMantio και Scaffaro (1997) μελέτησαν τις μηχανικές και ρεολογικές ιδιότητες, μονοστρωματικών μεμβρανών αποτελούμενων από μίγμα παρθένου και ανακυκλωμένου PET και βρήκαν ότι οι παραπάνω ιδιότητες στην περίπτωση των ανακυκλωμένων υλικών παραμένουν πολύ κοντά εκείνων του παρθένου υλικού υπό την προϋπόθεση της προσεκτικής ξήρανσης των ρητινών πριν από το στάδιο της τήξης.

Πίνακας 3. Μηχανικές ιδιότητες πειραματικών μεμβρανών

#	Υλικό	Αντοχή στον εφελκυσμό (MPa)		% Επιμήκυνση στο όριο		Συντελεστής Young (MPa)	
		m.d.	c.d.	m.d.	c.d.	m.d.	c.d.
1	LDPE / LDPE - 100% virgin * / LDPE - 100% virgin *	20.23±1.02	17.40±1.07	268.3±30.8	708.2±50.7	184.5±22.8	192±5.2
2	LDPE / LDPE - 50-50% virgin - recycled * / LDPE - 100% virgin *	20.31±1.38	15.83±0.83	302.3±37.4	631.9±36.0	187±20.0	227±25.4
3	LDPE / LDPE - 100% recycled * / LDPE - 100% recycled *	21.04±1.51	14.98±1.11	329.0±40.6	618.3±43.8	195±20.4	220.4±24.0
4	PA / PA - 100% virgin * / LDPE - 100% recycled *	23.62±0.86	20.72±2.26	302.7±12.2	352.1±46.3	256±35.6	313.2±33.1
5	PA / PA - 50-50% virgin - recycled * / LDPE - 100% recycled *	25.62±0.95	19.89±1.18	357.8±19.9	332.7±26.5	270.8±27.0	306±19.2
6	PA / PA - 100% recycled * / LDPE - 100% recycled *	23.74±2.61	19.48±0.89	332.3±14.2	331.5±9.70	283.4±14.7	286.8±12.8
7	PA / EVOH / PA - 100% virgin * / LDPE - 100% recycled *	25.68±1.79	22.37±1.09	387.7±30.6	379.6±15.0	254.1±14.4	240.9±11.8
8	PA / EVOH / PA - 50-50% virgin - recycled * / LDPE - 100% recycled *	27.50±1.53	20.23±0.58	378.7±24.5	340.8±12.6	280.6±11.0	284.8±29.4
9	PA / EVOH / PA - 100% recycled * / LDPE - 100% recycled *	26.95±1.39	19.04±0.85	377.9±23.2	327.8±16.0	303.4±34.1	280.5±28.4
10	mPEET // LDPE / LDPE - 100% virgin * / LDPE - 100% recycled *	30.18±2.95	31.87±3.87	61.75±4.17	52.33±5.61	888±30.4	924.4±61.7
11	mPEET // LDPE / LDPE - 100% virgin * / LDPE - 100% recycled *	30.61±2.74	32.53±5.33	60.30±3.63	62.14±9.18	903.1±31.2	937.3±128.5
12	mPEET // LDPE / LDPE - 100% recycled * / LDPE - 100% recycled *	31.56±3.10	30.02±3.24	63.61±5.40	45.33±4.39	860.9±23.4	943.6±41.9

\* LDPE-LLDPE = μίγμα 70% LDPE και 30% LLDPE

° m.d.: κατεύθυνση μηχανής

° c.d.: κατεύθυνση κάθετη προς τη μηχανή

° Όλες οι τιμές της αντοχής στον εφελκυσμό και % επιμήκυνσης στο όριο θραύσης είναι μέσος όρος 10 μετρήσεων ±SD

Ταχύτητα κεφαλής αρπάξης = 500 mm/min

Απόσταση αρπαγών = 50 mm

/ = συνεξωθημένο

// = λαμινωμένο

Οι Incarnato και συν. (1998) μελέτησαν τις μηχανικές ιδιότητες περιεκτών από ανακυκλωμένο PP με βάση το LMW PP και το HMW PP με και χωρίς την προσθήκη σταθεροποιητή. Οι ερευνητές αυτοί βρήκαν μη στατιστικά σημαντικές διαφορές στην αντοχή στον εφελκυσμό και τη σταθερά του Young σε περιέκτες PP μετά το πρώτο και το δεύτερο κύκλο ανακαταργασίας του PP αλλά μείωση στις τιμές της % επιμήκυνσης στο όριο θραύσης στους ανακυκλωμένους περιέκτες και απέδωσαν τη μείωση αυτή στην ελάττωση του MB της ρητίνης που συμβαίνει κατά την ανακύκλωση. Ακόμη βρήκαν υψηλότερες τιμές αντοχής στον εφελκυσμό, % επιμήκυνσης στο όριο θραύσης και σταθεράς Young σε περιέκτες από ανακυκλωμένο HMW PP σε σχέση με περιέκτες από ανακυκλωμένο LMW PP.

Οι Pattanakul και συν. (1991) ανέφεραν ότι η % επιμήκυνση στο όριο θραύσης είναι η μηχανική ιδιότητα εκείνη που επηρεάζεται περισσό-

τερο από την αποικοδόμηση που συμβαίνει στη ρητίνη HDPE κατά τη διάρκεια της ανακύκλωσης.

Στην παρούσα μελέτη δεν καταγράφηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές (p>0.05) στη % επιμήκυνση στο όριο θραύσης στις μεμβράνες από παρθένο και ανακυκλωμένο LDPE κάτι που μπορεί να αποδοθεί στην ποιότητα του πρωτογενούς scrap LDPE που χρησιμοποιήθηκε.

### Οργανοληπτική εξέταση

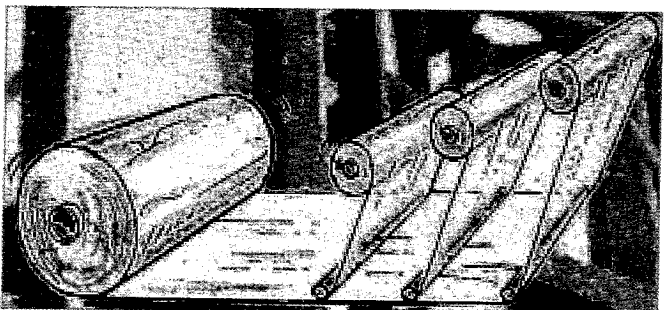
Η οργανοληπτική εξέταση αποφασίστηκε με βάση τη λογική ότι τυχόν πτητικές ενώσεις μεταφερόμενες από το πλαστικό στον προσομοιωτή θα ήταν αδύνατο να προσδιοριστούν στο πείραμα της συνολικής μεταφοράς. Επιπροσθέτως το κατώφλι γεύσης/οσμής τέτοιων ενώσεων είναι τόσο χαμηλό ώστε σε ίχνη και μόνο θα έδιναν θετική απόκριση κατά την οργανοληπτική εξέταση. Τα αποτελέσματα (δεν παρουσιάζονται) της οργανοληπτικής αξιολόγησης της γεύσης και της οσμής έδειξαν μη στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ δειγμάτων μαρτύρων και δειγμάτων περιεκτών 50% και 100% ανακυκλωμένου LDPE ως το εσωτερικό στρώμα. Το εύρημα αυτό στηρίζει την υπόθεση του «αποτελεσματικού φραγμού» και αποδίδεται στην υψηλή ποιότητα του ανακυκλωμένου LDPE που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα μελέτη.

Οι Devlieghere και συν. (1998) διερεύνησαν τη δυνατότητα ανακύκλωσης επιμολυσμένων φιαλών γάλακτος από HDPE. Παρασκευάστηκαν νέες φιάλες από ανακυκλωμένο υλικό χωρίς περαιτέρω επεξεργασία, ανακυκλωμένο υλικό ξεπλυμένο με υδατικό άλαλι και ανακυκλωμένο υλικό ξεπλυμένο με υδατικό άλαλι/απαερωμένο με υδρατμό/ξηραμένο με αέρα. Τα αποτελέσματα της οργανοληπτικής εξέτασης έδειξαν ότι το μη επεξεργασμένο καθώς και το ξεπλυμένο με υδατικό άλαλι ανακυκλωμένο υλικό δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως υλικά συσκευασίας τροφίμων αφού μεταφέρεται σημαντικός αριθμός ενώσεων σε προσομοιωτές τροφίμων προσδίδοντας χαρακτηριστική ανεπιθύμητη γεύση/οσμή. Μόνο το ξεπλυμένο με άλαλι/απαερωμένο με υδρατμό/ξηραμένο με αέρα ανακυκλωμένο υλικό έδωσε άριστες οργανοληπτικές ιδιότητες παρόμοιες εκείνου του παρθένου υλικού.

Οι Lox και συν. (1992) πειραματίστηκαν με μίγματα παρθένου και πρώτης ανακύκλωσης PP και βρήκαν ότι ανακυκλωμένο PP σε ποσοστό 5 έως 20-30% κ.β. δεν επηρέαζε τις οργανοληπτικές ιδιότητες της τροφικής φάσης που βρισκόταν σε επαφή με το πλαστικό. Η διαφορά μεταξύ του ευρήματος αυτού της μελέτης των Lox και συν. (1992) και εκείνου της παρούσας μελέτης μπορεί να ερμηνευτεί με βάση τις διαφορές στη δομή των πειραματικών μεμβρανών π.χ. μονοστρωματικής έναντι πολυστρωματικής δομής και βεβαίως την εφαρμογή της υπόθεσης του «αποτελεσματικού φραγμού».

### 4. Συμπέρασμα

Με βάση τα πειραματικά δεδομένα της παρούσας μελέτης, προκύπτει το συμπέρασμα ότι πρωτογενές ανακυκλωμένο LDPE μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εσωτερικό στρώμα σε πολυστρωματικές δομές μέχρι και



50% κ.β. της συνολικής δομής χωρίς την υποβάθμιση των μηχανικών και οργανοληπτικών ιδιοτήτων, καθώς και των ιδιοτήτων συνολικής μεταφοράς και φραγμού μεμβρανών σε εφαρμογές Συσκευασίας Τροφίμων.

### 5. Συντομογραφίες

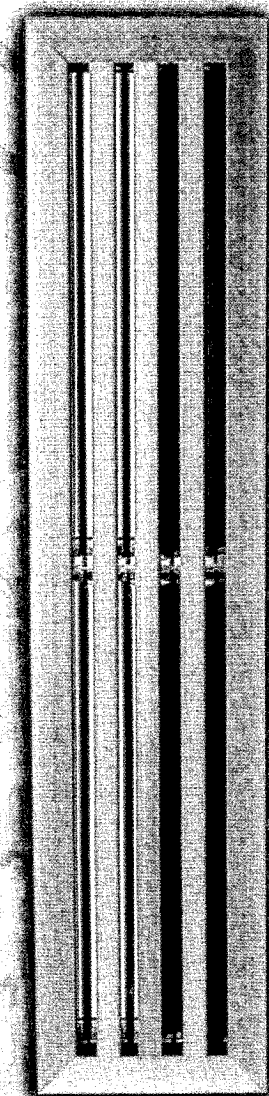
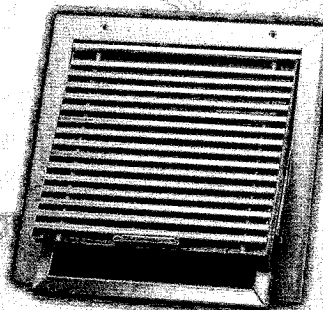
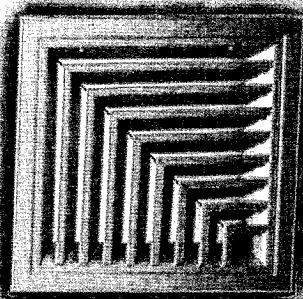
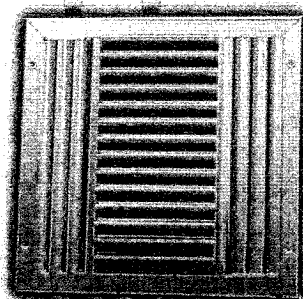
LDPE = χαμηλής πυκνότητας πολυαιθυλένιο  
HDPE = υψηλής πυκνότητας πολυαιθυλένιο  
LLDPE = γραμμικό χαμηλής πυκνότητας πολυαιθυλένιο  
PA = πολυαμίδιο  
EVOH = αιθυλενο-βινυλική αλκοόλη  
PP = πολυπροπυλένιο  
PET = πολυαιθυλενοτερεφθαλικός εστέρας  
PS = πολυστυρόλιο  
HMW = υψηλό μοριακό βάρος  
LMW = χαμηλό μοριακό βάρος  
GC = αέρια χρωματογραφία

### 6. Βιβλιογραφία

- ASTM stds. D-882. American Society for Testing and Materials, 3rd edit., Phila, PA, USA, 1991.
- Begley T.H.; Hollifield H.C. Recycled polymers in food packaging: Migration considerations, Food Technol. Nov. 1993, 109-112.
- Brody A.; Marsch K. The Wiley Encyclopedia of Packaging Technology, 2nd edit. J. Wiley and Sons, New York, 1997, 71-77.
- Castle L. Recycled and reused plastics for food packaging, Pack. Tech. and Sci. 1994, 7, 291-297.
- Devlieghere F., DeMeulenaer B., Demyttenaere J.; Huygherbaert A. Evaluation of recycled HDPE milk bottles for food applications. Food Addit. and Contamin. 1998, 15(3), 336-345.
- De Kruijf N.; Rijk M.H. The suitability of alternative fatty food stimulants for overall migration testing under both low and high temperature test conditions. In ILSI (ed) Food Packaging ensuring the quality and safety of foods. Proc. of the Int. Symp. on Food Packaging. 11-13 Sept. 1996, Budapest, Hungary, ILSI, Brussels, 27.
- EEC. Commission Directive 90/128/EEC relating to plastic materials and articles intended to come into contact with foodstuffs. Official J. Eur. Com. 23 Febr. 1990, L75, 19-39.
- EEC. Amended proposal for a council directive on packaging and packaging waste. Official J. Eur. Com. 1993, C285, 1-29.
- EEC. Commission directive 97/48/EEC amending Council directive 82/711/EEC laying down the basic rules necessary for testing migration of constituents of plastic materials and article intended to come into contact with foodstuffs. Official J. Eur. Com. July 1997, L222, 10-15.
- FDA. Points to consider for the use of recycled plastics in food packaging. Chemistry considerations US-FDA. Division of Food Chemistry and Technology HFF-410, May 1992.
- Franz Z.R., Huber M.; Piringer O.G. Testing and evaluation of recycled plastics for food packaging use-possible migration through a functional barrier. Food Addit. and Contam. 1994, 11 (4), 479-496.
- Franz R., Huber M.; Piringer O. Presentation and experimental verification of a physico mathematical model describing the migration across functional barrier layers into foodstuffs. Food Addit. and Contam. 1997, 14 (6-7), 627-640.
- Hamdani M.; Feigenbaum A. Migration from plasticized poly(vinyl chloride) into fatty media: importance of simulant selectivity for the choice of volatile fatty simulants. Food Addit. and Contam. 1996, 13, 717-729.
- Incarnato L., Di Maio L., Acerno D., Denaro M.; Arrivahene L. Relationship between processing-structure-migration properties for recycled polypropylene in food packaging. Food Addit. and Contam. 1998, 15(2), 185-202.
- La Mantia F.P.; Scaffaro R. Reprocessing of PET and characterization of monopolymer blends of virgin and recycled polymers. Polymer Recycling 1997, 3(3), 209-215.
- Lof F., Van Dael S.; Machiels V. Organoleptic and Migrational properties of PP films

# AIR-STAR

Ζητείστε τώρα  
το νέο κατάλόγό μας  
με όλους τους τύπους  
στομίων κλιματισμού



Κατασκευές  
Στομίων Κλιματισμού  
Κυριάκος Παν. Στεφάνου

Δεκελείας 100 & Γαρδένιας - 136 71 Αχαρνές  
Τηλ./Fax: 010 24.04.747

produced with various amounts of scrap. Packg. Technol. and Sci. 1992, 5, 307-312.  
Miltz J., Ram A.; Nir M.H. Prospects for application of post consumer used plastics in food packaging. Food Addit. and Contam. 1997, 14(6-7), 649-659.

Pattonakul C., Selke J., Lai C.; Miltz J. Properties of recycled high density polyethylene from milk bottle. J. Appl. Polym. Sci. 1991, 43, 2147-2150.

Piringer O.G. Evaluation of plastics for food packaging. Food Addit. and Contam. 1994, 11(2), 221-230.

Piringer T.H., Franz R., Huber M., Begley T.H.; McNeal T.P. Migration from food packaging containing a functional barrier: Mathematical and experimental evaluation, J. Agric. Food Chem. 1998, 46, 1532-1538.

Standard NBN S29-001. Chemical, organoleptic and bacteriological testing methods and requirements of plastic materials intended to come into contact with drinkable water.

Tzankova Dintcheva N., Jilor N.; LaMantia F.P. Recycling of plastics from packaging. Polymer Degradation and Stability. 1997, 57, 191-203.

Physicochemical and mechanical properties of experimental coextruded food packaging films containing a buried layer of recycled low density polyethylene.

A. Badeka, A. Goulas, A. Adamantiadi and M.G. Kontominas

Laboratory of Food Chemistry and Technology, Department of Chemistry, University of Ioannina, Ioannina, 45110 - Greece, e-mail: mkontomi@cc.uoi.gr

Migrational, permeation and tensile properties of experimental 5- and 8-layer coextruded and laminated films containing a middle buried layer of recycled LDPE comprising up to 50% b.w. of the multilayer structure were determined. Respective films containing 100% virgin LDPE as the buried layer were taken as controls. Results showed that % of recycled LDPE in the multilayer structure did not affect overall migration values from experimental films to distilled water, 3% acetic acid and isooctane. Overall migration values were in all cases lower than the upper acceptable limit (10 mg/dm<sup>2</sup>) set by the E.U. Transmission rate values to O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> and water vapor were also not affected by % of recycled LDPE in the multilayer structure. Based on O<sub>2</sub> transmission rates, low barrier, barrier and high barrier multilayer structures were

produced. Likewise tensile properties (tensile strength, % elongation at break and Young's modulus) were not affected by % of recycled material in the multilayer structure. Lastly all experimental films produced no adverse effects in taste or odor of the food contacting phase tested. Above findings are discussed in relation to the high quality of the primary LDPE scrap used throughout this work in combination with the functional barrier hypothesis. Based on present results it is proposed that primary LDPE scrap may be used as a middle layer comprising up to 50% b.w. of multilayer food packaging films with out any compromise in migrational, barrier, mechanical and organoleptic properties.

### Σύντομο βιογραφικό σημείωμα



Ο Μ. Γ. Κοντομνός κατάγεται από τον Πειραιά. Έλαβε Πτυχίο Χημείας το 1975 από το Πανεπιστήμιο Αθηνών, δίπλωμα Master of Science στη Χημεία και Συσκευασία Τροφίμων το 1977 και διδακτορικό δίπλωμα στη Χημεία και Τεχνολογία Τροφίμων το 1979 από το Πανεπιστήμιο Rutgers, ΗΠΑ. Υπηρέτησε ως Λέκτορας στο Εργαστήριο Χημείας και Τεχνολογίας Τροφίμων, Τμήματος Χημείας, Παν/μίου Ιωαννίνων, 1980-1985, ως Επίκουρος Καθηγητής του ίδιου Τμήματος, 1985-1990 και ως Αναπληρωτής Καθηγητής, 1990-1996. Υπήρξε επισκέπτης Καθηγητής στο Department of Food Science, Rutgers University στο διάστημα: Ιανουάριος-Δεκέμβριος 1988 και στο School of Packaging, Michigan State University, ΗΠΑ, στο διάστημα: Ιανουάριος-Δεκέμβριος 1992 καθώς και Επισκέπτης Ερευνητής (Υπότροφος της Γερμανικής Κυβερνήσεως DAAD) στο Fraunhofer Inst. fur Lebensm. Tech. und Verpackung, Μόναχο στο διάστημα: Ιούλιος-Αύγουστος 1994. Από το 1997 υπηρετεί ως Καθηγητής στο Τμήμα Χημείας Παν/μίου Ιωαννίνων. Διετέλεσε Δ/ντής του Τομέα Βιομηχανικής Χημείας και Χημείας Τροφίμων 1993-2000. Από το 1984 μέχρι σήμερα διευθύνει το Εργαστήριο Χημείας και Τεχνολογίας Τροφίμων του Τμήματος Χημείας Παν/μίου Ιωαννίνων. Η ερευνητική του δραστηριότητα περιλαμβάνει θέματα Χημείας, Συντήρησης και Συσκευασίας Τροφίμων. ■



## ΧΡΩΜΑΤΟΥΡΓΕΙΑ ΤΡΙΠΟΛΕΩΣ ΑΒΕΕ

Σχηματάρι Βοιωτίας 320 09

Τηλ. (22620) 59971-4 Fax (22620) 58575

E-mail: chromtri@hol.gr, Ιστοσελίδα: www.leathernet.com/chromtrip

Δεν πουλάμε απλώς χρώματα...

**Προσφέρουμε στην Ελληνική Βιομηχανία  
πάνω από έναν αιώνα Προστιθέμενη Αξία με:**

- Υποστήριξη πριν και μετά τη πώληση
- Παραδόσεις Just In Time
- Υψηλή ποιότητα προϊόντων

### Οργανικά χρώματα για

- Υφαντουργία
- Βυρσοδεψία
- Χαρτοποιία
- Καύσιμα
- Απορρυπαντικά

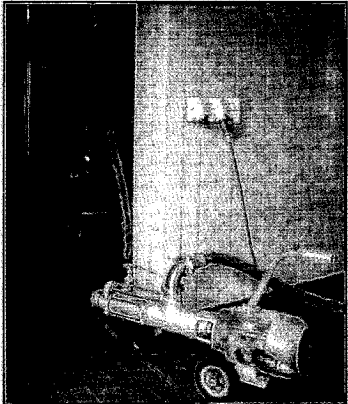


# ΕΙΣΑΓΩΓΕΣ - ΑΝΤΙΠΡΟΣΩΠΕΙΕΣ Α.Γ. ΣΤΑΜΠΟΛΙΔΗΣ & ΣΙΑ Ε.Ε.

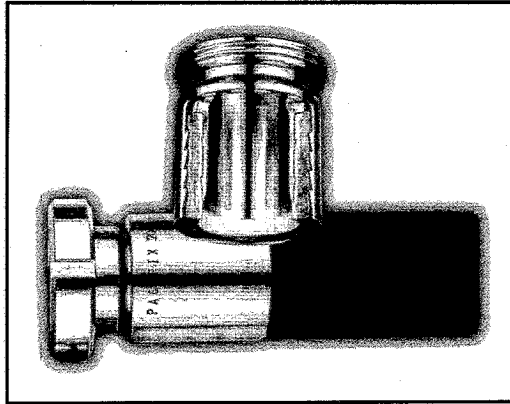
**ΠΛΑΣΤΙΚΑ & ΕΛΑΣΤΙΚΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΧΡΗΣΗΣ:** PVC Μαλακό & Σκληρό, PE, PA, POM, PTFE (Τεφλόν), PP, PVDF, Viton, Σιλκόνη, Πολιουρεθάνη κλπ.

**ΕΙΔΙΚΕΣ ΑΝΤΛΙΕΣ:** Παχύρευστων, Κενού, Δοσομετρικές, Ανοξειδωτες Φυγόκεντρες, Πλαστικές Εργαστηριακές, Λιποάνσεως κ.τ.λ.  
**ΓΥΑΛΙΣΜΕΝΟΙ ΑΝΟΞΕΙΔΩΤΟΙ ΣΩΛΗΝΕΣ & ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΡΟΦΙΜΑ ΠΟΤΑ & ΦΑΡΜΑΚΑ**  
**ΣΑΛΑΜΑΣΤΡΕΣ & ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ ΣΤΥΠΠΕΙΘΛΙΠΤΕΣ**

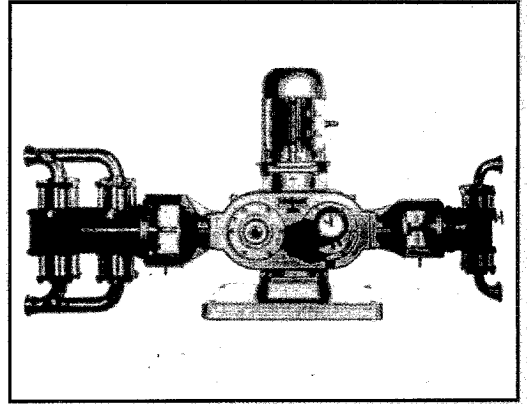
**ΕΙΔΙΚΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ:** Φυγόκεντρα ελαιοπαραγωγής, Τριβεία χρωμάτων, Γεμιστικά μηχανήματα, Ζυγιστικά παλετοφόρα



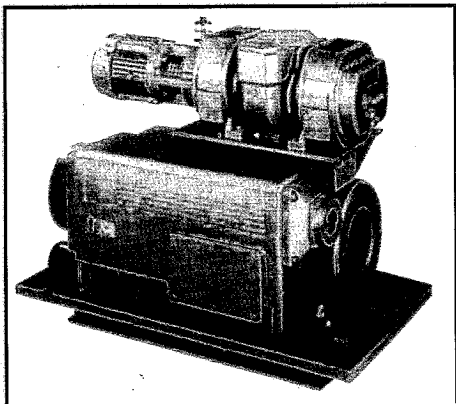
Αντλίες MOHNO κρασιού (NETZSCH)



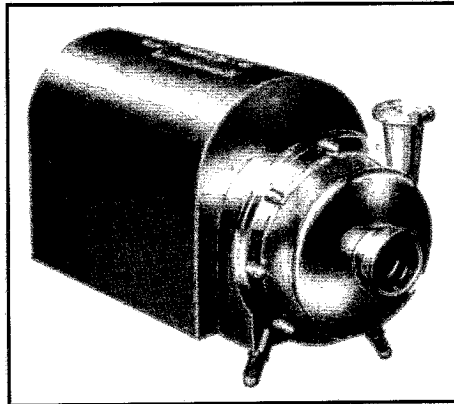
Εύκαμπτοι ελαστικοί σωλήνες



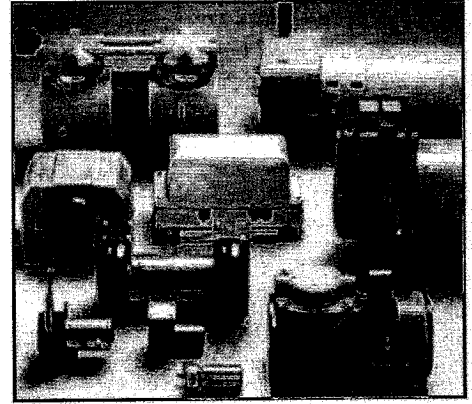
Δοσομετρικές αντλίες BRAN + LUEBBE



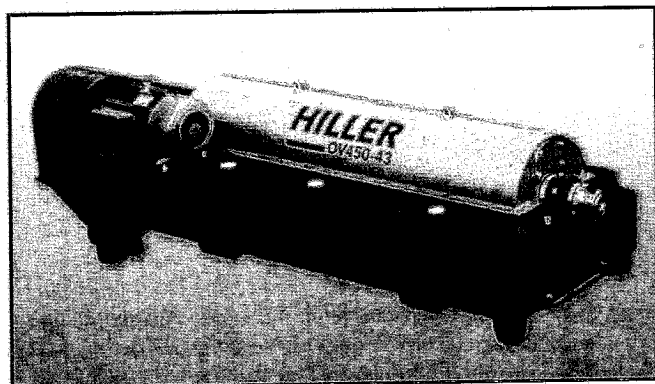
Αντλίες κενού, λαδιού και ξηρού τύπου (BUSCH)



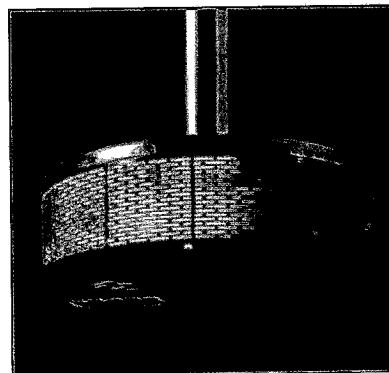
Φυγόκεντρες και λοβωτές αντλίες (HILGE)



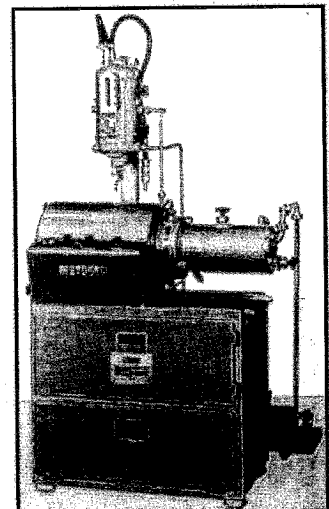
Εργαστηριακές αντλίες (ASF THOMAS)



Φυγόκεντρο ελαιοπαραγωγής DEKANTER (HILLER)

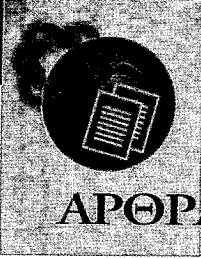


Turbo mill - τριβείο χρωμάτων (NETZSCH FEINMAHLTECHNIK GMBH)



Οριζόντιο τριβείο χρωμάτων (NETZSCH FEINMAHLTECHNIK GMBH)

Γραφείο Κατάστημα: Μητροδώρα 22, 104 41 Αθήνα, Τηλ.: (210)5150665, (210)5150961, (210)5148133, Fax: (210)5150810  
Υποκατάστημα Θεσσαλονίκης: Τηλ.: (2310)734839, Fax: (2310)749644, stambolidis@stambolidis.gr, www.stambolidis.gr



# Ο ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΗΣ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑΣ, ΣΥΝΔΕΤΙΚΟΣ ΚΡΙΚΟΣ ΜΕΤΑΞΥ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

*Ξενοφών Ρητσόπουλος, Βιομηχανικός Σχεδιαστής*

## Επικοινωνιακός Ρόλος – Ταυτότητα της Συσκευασίας

Η σημερινή πραγματικότητα χαρακτηρίζεται, μεταξύ άλλων, από την εξέλιξη των μεταφορών και των δικτύων διανομής, σε συνδυασμό με την εξειδίκευση των σημείων λιανικής πώλησης των αγαθών.

Καθημερινά εξαρτώμαστε όλο και περισσότερο από την συσκευασία για να φτάσουν τα προϊόντα από τα σημεία παραγωγής, εκεί όπου χρησιμοποιούνται. Είναι συχνά κάτι που το θεωρούμε δεδομένο, εν τούτοις η συσκευασία λειτουργεί σαν ένα φορητό διαφημιστικό πλακάτ, ένα προστατευτικό δέρμα, ένα τέχνασμα για την διάδοση πληροφοριών ή ακόμη γίνεται μέρος του ίδιου του προϊόντος.

Ο πρωταρχικός ρόλος της συσκευασίας, είναι η διατήρηση και η προστασία του περιεχομένου. Διευκολύνει την κατανάλωση και εγγυάται ότι το προϊόν όχι μόνο θα φτάσει στον προορισμό του με ασφάλεια, αλλά ότι κατά την διάρκεια της παραμονής του στα σημεία πώλησης θα συνεχίσει να έχει την ίδια ελκυστική σταθερή εμφάνιση όπως όταν συσκευάστηκε.

Η πρωτεύουσα συσκευασία, αυτή δηλαδή που εμφανίζεται στα ράφια των καταστημάτων, έχει σαν σκοπό να προσελκύσει και να ενημερώσει τον καταναλωτή.

Για το λόγο αυτό αρέσει και ξεχωρίζει όπως ακριβώς ξεχωρίζει κάθε αυθεντικό από την απομίμηση. Κάνει με την πρώτη ματιά το προϊόν μοναδικό, επώνυμο και ανταγωνιστικό.

## Ο Βιομηχανικός Σχεδιασμός της Συσκευασίας και η ευθύνη της επικοινωνίας του προϊόντος με το καταναλωτικό κοινό

Ποιοί είναι όμως οι ειδικοί που έχουν την ευθύνη της επικοινωνίας του προϊόντος με το κοινό; Μέχρι τώρα γνωρίζαμε το γραφίστα ο οποίος δίνει λύσεις σε ένα τμήμα της συσκευασίας. Σήμερα η πολυπλοκότητα του κύκλου ζωής του προϊόντος καθιστά απαραίτητη την εμπειρία του Βιομηχανικού Σχεδιαστή.

Αυτός είναι ο υπεύθυνος για το τρισδιάστατο μέρος της συσκευασίας, τη βέλτιστη δηλαδή μορφή που θα έχει ο όγκος της έτσι ώστε για παράδειγμα να ελαχιστοποιεί το χώρο αποθήκευσης και μεταφοράς. Ο σχεδιασμός της δομής της, η φόρμα που προκύπτει τελικά, συμμετέχει στον προσδιορισμό της ταυτότητας του προϊόντος. Σε πολλές περιπτώσεις η μορφή της συσκευασίας «είναι» το ίδιο το προϊόν. Τέτοια παραδείγματα είναι η σοκολάτα Toblerone με το άμεσα αναγνωρίσιμο τριγωνικό σωλήνα ή η κλασική γυάλινη φιάλη της Coca-Cola.

Ο Βιομηχανικός Σχεδιαστής καλείται να απλοποιήσει την συσκευασία, να συμπυκνώσει το προϊόν και να ελαχιστοποιήσει το χώρο που το περιβάλλει. Μια εξίσου αποτελεσματική, παρ' όλα αυτά μικρότερου όγκου συσκευασία μπορεί να μεταφερθεί σε μεγαλύτερες ποσότητες με το ίδιο κόστος.

Επίσης δίνει λύσεις που διευκολύνουν τη κατανάλωση του περιεχομένου, όπως ειδικά στόμια, δοσομέτρηση, ψεκασμός, καπάκια ασφαλείας, άνοιγμα χωρίς ανοικτήρι κτλ. Προτείνει βελτιώσεις στην εργονομία της συσκευασίας σχεδιάζοντας για παράδειγμα κατάλληλες χειρολαβές και την προσαρμόζει ανάλογα με την χρήση, το περιεχόμενο την διάρκεια και τους χώρους στους οποίους καταναλώνεται.

Είναι, εν ολίγοις, ο πολύτιμος τεχνικός σύμβουλος για τον παραγωγό, τον τυποποιτή, τον βιοτέχνη, τον βιομήχανο. Προσφέρει λύσεις αφού συνδυάσει τεχνικές, οικονομικές, και αισθητικές απαιτήσεις του προϊόντος.

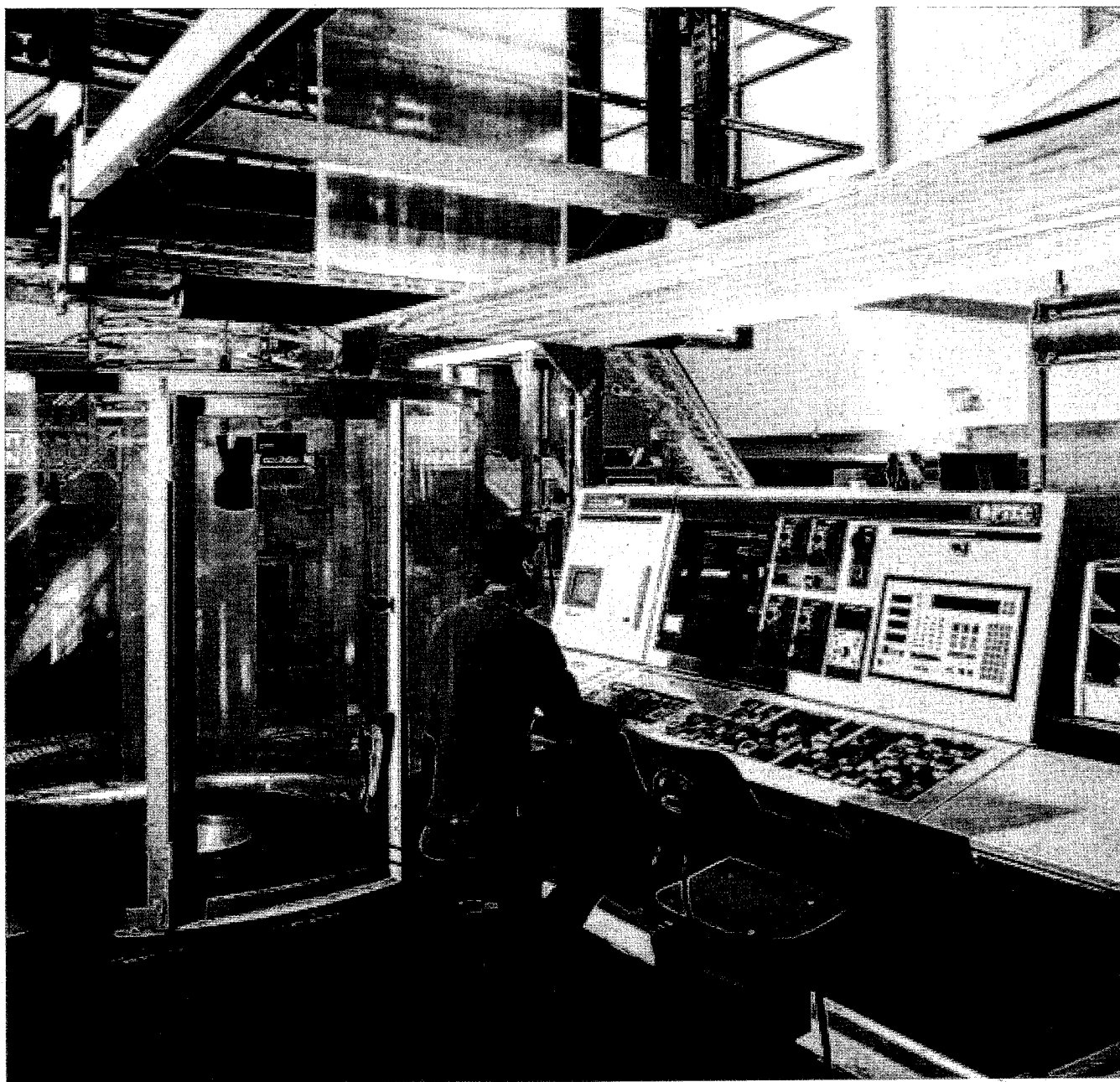
Δημιουργεί μια εξαιρετική ταυτότητα που αποτυπώνεται στην μνήμη του καταναλωτή, προτρέποντας τον να αναγνωρίζει κάθε φορά μια ολόκληρη σειρά προϊόντων.

Προσθέτουμε με λίγα λόγια περισσότερη αξία σε μια συσκευασία όταν αναγράφεται ο Βιομηχανικός Σχεδιαστής που την σχεδίασε διότι έτσι ενισχύουμε, υπογραμμίζουμε διακριτικά την επιμελημένη, και ολοκληρωμένη προέλευση της, καθώς δίδεται έμφαση στο γεγονός ότι οι καταναλωτές αξίζουν όχι μόνο επώνυμα προϊόντα αλλά και επώνυμη συσκευασία.

## Επιτυχημένος και τυχαίος Σχεδιασμός Συσκευασίας

Το χαρακτηριστικό γνώρισμα μιας επιτυχημένης συσκευασίας είναι ότι κατά κανόνα, πουλάει το προϊόν. Αντιθέτως, μια τυχαία συσκευασία βοηθά τα ανταγωνιστικά προϊόντα να πουλήσουν. Είναι επιβλαβές, για παράδειγμα να προτείνουμε ελληνικά τρόφιμα ή ποτά σε μια διεθνή αγορά «αντιγράφοντας» ιταλικού τύπου συσκευασία. Διότι σαν αντιγραφή μειονεκτεί του γνήσιου. Επιπλέον η σύγχυση που δημιουργείται στον αγοραστή, μάλλον τον στρέφει να αγοράσει το ιταλικό προϊόν. Η μέτρια, ερασιτεχνική παρουσία δουλεύει συχνά σε όφελος του ανταγωνιστή.

Είναι λοιπόν απαραίτητο συστατικό της επιτυχίας στην αγορά, το προϊόν να έχει την προσωπική του ταυτότητα και χαρακτήρα σε σχέση με αυτά που κυκλοφορούν. Ο Βιομηχανικός Σχεδιαστής σε συνεργασία με το σύνολο των επαγγελματιών που συμμετέχουν στην έρευνα, ανάπτυξη και υλοποίηση ενός προϊόντος, φροντίζει να «προικίσει» την συσκευασία με



τα κατάλληλα στοιχεία που θα την κάνουν να διακριθεί καθόλη την διάρκεια του κύκλου ζωής της.

Έχει τη δύναμη να προσδιορίσει με μοναδικό τρόπο την ταυτότητα του προϊόντος, γεγονός το οποίο κάνει τη συσκευασία σημαντικότερο παράγοντα στην επιτυχία του στην αγορά.

Ανάλογα με τις προδιαγραφές της κάθε συσκευασίας και το είδος του περιεχόμενου της, διαφοροποιείται σημαντικά και ο προορισμός της. Αυτό γίνεται άμεσα αντιληπτό όταν συγκρίνουμε για παράδειγμα, μια περίτεχνη συσκευασία αρώματος με αυτή ενός σαπουνιού. Αμφότερες έχουν το σκοπό να εμπεριέχουν και να προστατεύουν το περιεχόμενο, αλλά διαφέρουν κατά πολύ σε εμφάνιση, δομή, χρώμα, υφή υλικών, γραφιστικά, μορφολογικά, και κοστολογικά.

Ο συνδυασμός των παραπάνω καθορίζεται από τη διάρκεια της ζωής και τις συνθήκες χρήσης της συσκευασίας, καθώς και από το χαρακτήρα του κοινού για το οποίο προορίζεται. Ο καταναλωτής που αγοράζει ένα

προϊόν δημιουργεί ταυτόχρονα μια σχέση πρακτική και αισθητική με την συσκευασία του η οποία ανανεώνεται και βελτιώνεται κάθε φορά που αυτή σχεδιάζεται. Επιβραβεύεται με τον τρόπο αυτό η εμπιστοσύνη του αγοραστή προς το προϊόν με αποτέλεσμα να προτιμάται των ανταγωνιστικών.

### **Βιομηχανικός Σχεδιασμός Συσκευασίας και Περιβάλλον**

Ένα ευρύ φάσμα υλικών χρησιμοποιείται σήμερα από την βιομηχανία της συσκευασίας για να φτάσουν τα διάφορα προϊόντα με ασφάλεια στα σπίτια μας. Χωρίς αυτά τα υλικά πολλά από τα αγαθά που αποκτούμε καθημερινά θα έφταναν στον προορισμό τους σπασμένα ή αλιωμένα χωρίς, καμμία φορά να έχουμε καν την ευκαιρία να τα δούμε, ποσο μάλλον να τα χρησιμοποιήσουμε.

Σε τι βαθμό όμως χρειάζεται ένα υλικό συσκευασίας και με ποιό τρόπο



μπορούμε να συνεχίσουμε τη μείωση της ποσότητας του ανακυκλώνοντας αυτό που χρησιμοποιούμε; Όλα τα παραπάνω πρέπει να αξιολογηθούν εξασφαλίζοντας την αποτελεσματική προστασία που προσφέρει η συσκευασία, καθώς επίσης να ληφθούν υπ' όψη και τα προβλήματα ανάκτησης των υλικών συσκευασίας που παρουσιάζουν τα σύγχρονα συστήματα διανομής των προϊόντων.

Οι τεχνολογίες παραγωγής υλικών συσκευασίας βρίσκονται σε διαρκή εξέλιξη. Η τάση που παρατηρείται γενικότερα, είναι να κατασκευάζονται υλικά τα οποία συνδυάζουν πολλές ιδιότητες μαζί. Αυτό που επιτυχάνουμε χθες συνδυάζοντας υλικά με διαφορετικές ιδιότητες, σήμερα μπορούμε να το βρούμε σε ένα. Ένα παράδειγμα είναι το πολυπροπυλαίνιο το οποίο ανάλογα με την χρήση μπορεί να είναι μαλακό όπως ένα ελαστομερές ή ανθεκτικό όπως ένα τεchnοπολύμερο.

Ο Βιομηχανικός Σχεδιαστής «εκμεταλεύεται» αυτές τις δυνατότητες για να δώσει κατάλληλες μορφές που έχουν ελάχιστο πάχος υλικού αλλά μέγιστη ανθεκτικότητα, εξασφαλίζοντας την προστασία του περιεχομένου. Βοηθά στην μείωση των δαπανών της παραγωγής και της διανομής, διότι λειτουργεί με κριτήριο την εξοικονόμηση ενέργειας και πρώτης ύλης που καταναλώνονται, με την χρήση ελαφρύτερων και λιγότερων υλικών.

Επίσης ελαχιστοποιεί την επιβάρυνση του περιβάλλοντος εκεί όπου κλείνει ο κύκλος ζωής του προϊόντος. Προωθεί ανακυκλώσιμα υλικά και χρησιμοποιεί κατασκευαστικές τεχνολογίες που διευκολύνουν τη διαδικασία διαχωρισμού για ανακύκλωση. Όπου υπάρχει περιθώριο, προσφέρει λύσεις για την επαναχρησιμοποίηση της συσκευασίας πολλαπλασιάζοντας έτσι, τον κύκλο ζωής της, χωρίς επιπλέον δαπάνη ενέργειας.

Ένα παράδειγμα για να κατανοήσουμε καλύτερα τη σημασία των παραπάνω είναι αυτό των Ολυμπιακών Αγώνων του Σίδνεϋ 2000. Όσον αφορά την συσκευασία και παρόλες τις προσπάθειες να μειωθεί ο όγκος

των απορριμάτων που προκάλεσε η σύσταση εκατομμυρίων ανθρώπων για 26 συνολικά μέρες, δημιουργήθηκαν 10.000 τόνοι επιπλέον απορριμάτων.

Σχεδιάστηκαν ειδικοί κάδοι για τον διαχωρισμό των απορριμάτων σε οργανικά (τρόφιμα και χαρτί), ανακυκλώσιμα (PET, γυαλί και αλουμίνιο) καθώς επίσης για τη συλλογή και την επαναεπεξεργασία τους από τις παραγωγικές μονάδες που τα δημιούργησαν.

Με την αμέριστη συμμετοχή και βράβευση του κοινού, έγινε συνείδηση στον κόσμο η διαχείριση των απορριμάτων και μετά το τέλος των Αγώνων. Χρειάστηκαν προηγμένα συστήματα πληροφόρησης, ξεκάθαρη σήμανση, χρωματολογικές μελέτες και κατάλληλος Βιομηχανικός Σχεδιασμός των κάδων, για την αποτελεσματική συλλογή του τεράστιου αυτού όγκου απόβλητων και την αποφυγή επιπλέον ρύπανσης στα τελικά σημεία συγκέντρωσής τους.

Εκτός από τον διαχωρισμό απορριμάτων σε κατηγορίες, κάθε τεμάχιο συσκευασίας που προμηθεύτηκε στους Ολυμπιακούς Αγώνες, είχε σχεδιαστεί προσεκτικά σε σχέση με τις υπάρχουσες δυνατότητες ανακύκλωσης. Προτιμήθηκαν βιοδιασπώμενα υλικά συσκευασίας με σύντομο κύκλο αφομίωσης στο περιβάλλον.

Το αποτέλεσμα ήταν να παραχθούν 4,5 εκατομμύρια μαχαιροπήρουνα μιας χρήσεως από καλαμποκάμυλο, 7 εκατομμύρια πιάτα και μπώλ από ζαχαρότευτλα, και 6 εκατομμύρια θερμομονωτικά χάρτινα κύπελλα για καφέ. Τα βιοδιασπώμενα αυτά υλικά κατόπιν υγειονομικής ταφής, αποτέλεσαν την πρώτη ύλη για την ανάπλαση του περιβάλλοντα χώρου που χρυσίμωσε στους Αγώνες.

Σήμερα λοιπόν, καλούμαστε κι εμείς με τη σειρά μας, να δημιουργήσουμε επιτυχημένες συσκευασίες δίνοντας λύσεις στα προβλήματα που παρουσιάζονται σε όλα τα στάδια της ζωής της συσκευασίας.

Απαραίτητη συνθήκη για το στόχο αυτό είναι η σύγκλιση μεταξύ marketing, Βιομηχανικού Σχεδιασμού, Τεχνολογίας Υλικών και Βιομηχανικής Παραγωγής με κοινό στόχο την εξοικονόμηση ενέργειας, χρήματος και πολύτιμου χρόνου.

### Σύντομο βιογραφικό σημείωμα



Ο Ξενοφών Ρητσόπουλος γεννήθηκε στο Ηράκλειο της Κρήτης το 1968.

Οι σπουδές του στην εξειδικευμένη Κρατική Σχολή για το Βιομηχανικό Σχέδιο της Φλωρεντίας, υπήρξαν η αφετηρία για μια πορεία βασισμένη σε ευρωπαϊκά πρότυπα. Από το 1996 διατηρεί γραφείο Βιομηχανικού Σχεδιασμού στον Πειραιά, Μιυών 10, τηλ.-fax: 010/4132116 e-mail: sistro@otenet.gr.

Η εμπειρία που απέκτησε από την συνεργασία που είχε με Ελληνικές Βιοτεχνίες και Βιομηχανίες του έδωσε την δυνατότητα να χειρίζεται με άνεση μια πληθώρα υλικών και τεχνολογιών απαραίτητων στις απαιτήσεις του σύγχρονου Βιομηχανικού Σχεδιασμού.

Από την θέση του τεχνικού επιστημονικού συνεργάτη, απευθύνεται στις επιχειρήσεις εκείνες που προσδοκούν εξελιγμένα προϊόντα, συμβουλεύει, προτείνει και υλοποιεί με γνώμονα την αισθητική και τη λειτουργικότητα, λαμβάνοντας υπ' όψη τις αρχές του διεθνούς ανταγωνισμού και τη συνεχή τεχνολογική εξέλιξη.

Μεταξύ των προϊόντων που έχει σχεδιάσει, είναι Επίπλα και Φωτιστικά, Ηλεκτρονικές Συσκευές, Βρεφικά είδη και Παιγνίδια, Προθήκες (Stand) Προϊόντων και Συσκευασίες για Ελληνικές και ξένες εταιρείες παραγωγής όπως YUGOLINO-HELLAS, WIGWAM London, UNISTAR, MOPNOS A.E. κ.ά.

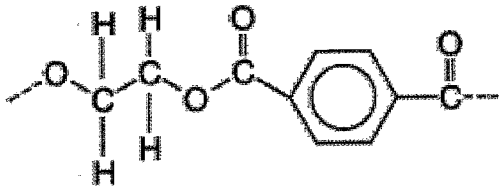
Έχει δημοσιεύσει άρθρα με θέμα τον Βιομηχανικό Σχεδιασμό στην Ελλάδα για περιοδικά όπως «Αρχιτεκτονική», «Οικία & Διακόσμηση», καθώς και άρθρα πάνω στο Βιομηχανικό Σχεδιασμό της Συσκευασίας για περιοδικά όπως «Βήματα στην Ανάπτυξη», «Συσκευασία».

# ΤΟ PET ΣΤΗ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ ΜΠΥΡΑΣ

**Αριστοτέλης Ζαμπετάκης**, Οικονομολόγος/ Χημικός – ΕΛΚΕΔΕ/Τομέας Κλωστοϋφαντουργίας  
**Κονδυλία Σωτηρίου**, Ms Χημικός – ΕΛΚΕΔΕ/Δνση Ποιότητας  
**Δρ. Κώστας Φραντζικινάκης**, Χημικός Μηχανικός – ΕΛΚΕΔΕ/Τομέας Πλαστικών

## 1. Εισαγωγή – Τι είναι το PET

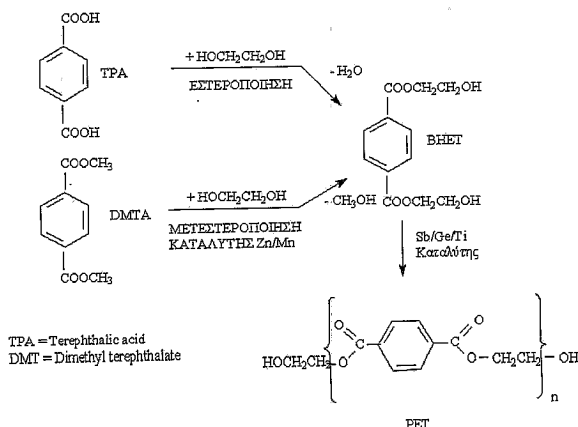
Το PET είναι εστέρας του τереφθαλικού πολυαιθυλενίου. Από το υλικό αυτό κατασκευάζονται φιάλες για αναψυκτικά, χυμούς, αλκοολούχα ποτά, νερό, καθώς και πολλά ακόμη προϊόντα συσκευασίας σε επαφή με τρόφιμα ή όχι.



Το PET πρωτοχρησιμοποιήθηκε ως συνθετική ίνα από την Βρετανική Calico Printers το 1941. Τα δικαιώματα της ευρεσιτεχνίας αργότερα παραχωρήθηκαν στη DuPont, και στην ICI (Imperial Chemical Industries), οι οποίες με τη σειρά τους τα πούλησαν σε πολλές χώρες<sup>1</sup>. Από τότε οι εφαρμογές των πολυεστερικών ινών γνώρισαν εντυπωσιακή εξέλιξη σε σημείο που στα τέλη της δεκαετίας του 90 το PET να αντιπροσωπεύει πάνω από το 50% της παγκόσμιας παραγωγής συνθετικών ινών

Στις αρχές της δεκαετίας του 70 με την τεχνική της μορφοποίησης με εμφύσηση (Blow Molding) έγινε εφικτή η παραγωγή των πρώτων φιαλών από PET και μέχρι σήμερα έχει επεκταθεί σε κάθε σχεδόν είδος γνωστής συσκευασίας ποτών.

Το πολυμερές παρασκευάζεται με μια διεργασία δύο σταδίων. Αρχικά αντιδρούν αιθυλενογλυκόλη και τереφθαλικό οξύ (ή ο διμεθυλεστέρας του) προς BHET (bis-(2-hydroxyethyl)-terephthalate. Αυτό στη συνέχεια αντιδρά με έναν καταλύτη και δίνει ένα πολυμερές υψηλού μοριακού βάρους.



Τα μεγάλα πλεονεκτήματα του PET, είναι η καθαρότητα του υλικού, και η προστασία των περιεχόμενων τροφίμων ή ποτών, δηλαδή η μηδενική ύπαρξη “διαπίδυσης” (μετανάστευσης) ουσιών από το περιεχόμενο στον περιέκτη (υλικό συσκευασίας) και αντίστροφα. Επίσης η κατασκευή φιαλών από PET δίνει προϊόντα εξαιρετικής διαύγειας, πολύ καλαίσθητη φόρμα και μεγάλη αντοχή. Οι φιάλες από PET έχουν μεγαλύτερο ανά μονάδα κόστος από τις αντίστοιχες γυάλινες. Όμως, λόγω του πολύ μικρότερου βάρους τους, της αυξημένης ανθεκτικότητας κατά τη μετακίνηση και το γέμισμα, και της μικρότερης “φύρας” λόγω απωλειών γενικότερα, η διαφορά του κόστους εξισώνεται.

## 2. PET και περιβάλλον



Τα απόβλητα συσκευασίας αποτελούν ουσιαστικά το πρώτο πεδίο εφαρμογής της πολιτικής της Ευρωπαϊκής Ένωσης στον τομέα των αστικών αποβλήτων. Με την οδηγία 94/62 για τις συσκευασίες και τα απόβλητα συσκευασίας, επιχειρείται να τεθεί ένα νέο πλαίσιο με στόχο τη μείωση των επιπτώσεων στο περιβάλλον από τη διαχείριση των στερεών αποβλήτων που προκύπτουν από τα προϊόντα συσκευασίας μετά τη χρήση τους

Η ανακύκλωση του PET αποτελεί ένα από τα πιο επιτυχημένα και διαδεδομένα παραδείγματα ανακύκλωσης πολυμερών. Το 1999 το 17% περίπου της παγκόσμιας κατανάλωσης φιαλών PET, συλλέχθηκε για ανακύκλωση (περίπου 900.000 τόνοι)<sup>2</sup>. Τα τελευταία 5 χρόνια η ποσότητα φιαλών που συλλέχθηκαν προς ανακύκλωση, σχεδόν επαπαστάσθηκε στην Ευρώπη (270.000 tn το 2000 συγκριτικά με τους 45.000 tn το 1995). Η κινητήρια δύναμη για την παρατηρούμενη αυξητική τάση της ανακύκλωσης των τελικών προϊόντων από PET φαίνεται πως είναι η ευρεία του χρήση, κυρίως στην βιομηχανία αναψυκτικών. Ένας πολύ σημαντικός παράγοντας, αποφασιστικός για την εκτεταμένη χρήση του στον τομέα της συσκευασίας τροφίμων και ποτών, είναι το γεγονός ότι δεν έχει παρενέργειες στον ανθρώπινο οργανισμό.

Θα πρέπει να τονιστεί ότι το PET δεν εγκυμονεί άμεσους κινδύνους στο περιβάλλον αλλά, εξαιτίας της σημαντικής του μεγάλου όγκου των υλικών συσκευασίας από PET στα απορρίμματα, και της ανθεκτικότητάς του σε ατμοσφαιρικές και βιολογικές συνθήκες, φέρεται σαν επιβλαβής ουσία.

Η ανακύκλωση των απορριμμάτων που περιέχουν PET μπορεί να γίνει με διάφορους τρόπους, όπως:

- Ανακύκλωση Προϊόντος - καθαρισμός και επαναχρησιμοποίηση
- Μηχανική Ανακύκλωση - επανάτξη, επαναμορφοποίηση
- Χημική Ανακύκλωση - αποπολυμερισμός (γλυκόλυση, μεθανόλυση, υδρόλυση, αμινόλυση)
- Ενεργειακή Ανάκτηση

Το καθαρό ανακτημένο R-PET (Recycled PET) μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί για την παραγωγή φιαλών (όχι για συσκευασία τροφίμων), ή πολυεστερικών ινών για παρασκευή ενδυμάτων είτε άμεσα είτε σαν πλωτικές ίνες π.χ. σε αδιάβροχα. Αυτές οι ίνες χρησιμοποιούνται ευρέως και στην παραγωγή κάθε είδους χαλιών ή ειδών ατομικής προστασίας. Η βιομηχανία του PET αναζητά διαρκώς νέες εφαρμογές για το ανακτημένο υλικό. Υπάρχουν αρκετές αναπτυσσόμενες αγορές για το ανακυκλωμένο PET, όπως: Αφροί πολυουρεθάνης, μηχανολογικές ρητίνες για την αυτοκινητοβιομηχανία, κ.α.

### 3. Διεύρυνση της αγοράς του PET στην συσκευασία της μπίρας

Στις αρχές της δεκαετίας του 1970 μπουκάλια από πολυτερεφθαλικό αιθυλεστέρα άρχισαν να εμφανίζονται και χρησιμοποιήθηκαν κυρίως για την συσκευασία αεριούχων αναψυκτικών και του μεταλλικού νερού. Η χρησιμοποίηση του PET στην συσκευασία της μπίρας είναι ένα κρίσιμο ζήτημα για την ζυθοποιία. Τα πλαστικά μπουκάλια έδωσαν λύσεις για την συσκευασία μπίρας σε φιάλες 2 lt. Την δεκαετία του 1980, που δοκιμάστηκε η λύση αυτή δημιουργήθηκε μάλιστα η εντύπωση ότι οι πλαστικές φιάλες των 2 lt σύντομα θα αντικαθιστούσαν στην παγκόσμια αγορά το γυάλινο μπουκάλι των 330 ml. Τελικά χρειάστηκαν περισσότερα από 10 χρόνια ώστε μόλις το 1999 να κυκλοφορήσει στην αγορά των ΗΠΑ από την γνωστή ζυθοποιία Miller η πλαστική φιάλη των 450 ml από πολυεστέρα



Πίνακας 1.  
Διαπερατότητα οξυγόνου και διοξειδίου του άνθρακα από διαφορετικά πολυμερή

Πολυμερές	Διαπερατότητα	
	O <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>
HDPE	2900	9100
PVC	120	500
PET	95	240
PVDC	10	75
EVOH (dry)	2	-
EVOH (humid)	100	-

Σε φιλμ 25 μm πάχους, η διαπερατότητα σε cm<sup>3</sup> / m<sup>2</sup> για 24

Σχίμα 1. Η Αμερικανική ζυθοποιία Miller από το 1999 κυκλοφορεί προϊόντα της σε πλαστική συσκευασία

Για την συσκευασία υγρών που περιέχουν αέρια, όπως η μπίρα, η διαπερατότητα του συγκεκριμένου αερίου (του CO<sub>2</sub> στην περίπτωση της μπίρας) στο PET είναι πολύ σημαντική. Η διαπερατότητα εξαρτάται από την διαλυτότητα του αερίου σ' αυτό και την ευκολία να μετακινείται μέσα στο υλικό. Οι παράγοντες αυτοί εξαρτώνται από την πολικότητα του αερίου και του πολυμερούς, την πυκνότητα και την κρυσταλλικότητα του πολυμερούς, την θερμοκρασία και την υγρασία.

Είναι γνωστό εμπειρικά, ότι πολυμερή με πολικές ομάδες όπως -OH, -CN, -Cl, παρουσιάζουν μικρή διαπερατότητα σε οξυγόνο και διοξείδιο του άνθρακα.

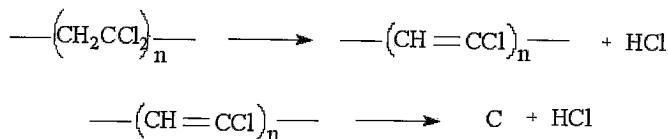
Η πολυβινυλική αλκοόλη (παράγεται από την υδρόλυση της πολυβινυλικής ακετόνης) και η αναγεννημένη κυτταρίνη εμφανίζουν πολύ καλές ιδιότητες ως μη διαπερατά πολυμερή, όταν όμως η υγρασία αυξάνεται (η πολυβινυλική αλκοόλη υδρολύεται) η διαπερατότητα και στα δυο παραπάνω πολυμερή αυξάνεται.

Όμως αν αντί να υδρολυθεί ένα ομοπολυμερές πολυβινυλικής ακετόνης, συντεθεί συμπολυμερές βινυλικής ακετόνης και αιθυλενίου τότε σχηματίζεται το πολυμερές EVOH. Η προσθήκη της υδρόφοβης συστάδας του PE, μειώνει την ικανότητα μη διαπέρασης αλλά απορροφάται υγρασία σε μικρότερο βαθμό. Συνήθως δημιουργούνται τριστρωματικά υλικά

(sandwich) με το μεσαίο στρώμα από το υλικό αυτό και τις δυο εξωτερικές από το φθινό και υδρόφοβο PET.

Οι ρητίνες που βασίζονται στο ακρυνιτρίλιο (CH<sub>2</sub>=CHCN) βρίσκουν εφαρμογή σαν υλικά μη διαπέρασης αερίων σε συσκευασίες τροφίμων, αλλά το πιο διαδεδομένο είναι το PVDC (πολυβινυλιδίνο κλωρίδιο) (CH<sub>2</sub>-CCl<sub>2</sub>)<sub>n</sub>.

Το μεγαλύτερο μειονέκτημα του PVDC σε σχέση με το EVOH είναι ότι είναι δύσκολο να ανακυκλωθεί. Παρατεταμένη θέρμανση του PVDC, ειδικά παρουσία βάσης, έχει ως αποτέλεσμα την αποικοδόμηση του πολυμερούς και την δημιουργία υδροχλωρίου.

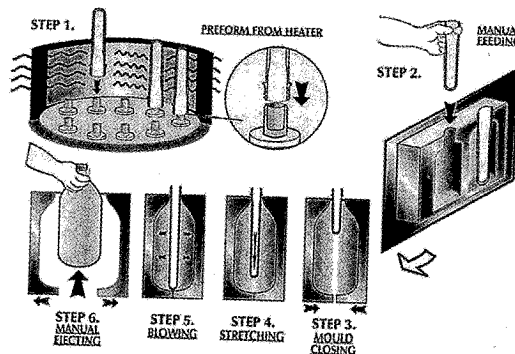


Η διαπερατότητα ενός αερίου σε συγκεκριμένα πολυμερή είναι η ιδιότητα που καθορίζει την καταλληλότητα του για την συσκευασία ενός ποτού. Συγκεκριμένα για την συσκευασία της μπίρας, η ρητίνη από την οποία θα μπορούσαν να παρασκευάζονται μπουκάλια πρέπει επιπλέον να είναι χρωματισμένη αφού η μπίρα αλλοιώνεται με το ηλιακό φως<sup>2</sup>.

Ένα φιλμ PET πάχους 25 μm, διαπερνάται από 240 cm<sup>3</sup> διοξειδίου του άνθρακα/m<sup>2</sup> την ημέρα (υπό πίεση 101.325 Pa). Η διαπερατότητα του PET είναι μικρότερη από αυτή των PVC και HDPE όπως φαίνεται και στον πίνακα 1, παρ' όλα αυτά όμως ένα μπουκάλι PET 2 lt με πίεση CO<sub>2</sub> της τάξεως των 4,6 10<sup>5</sup> Pa θα χάνει το ένα τρίτο του αερίου σε έξη μήνες. Για τα αερίοχα αναψυκτικά το ποσοστό του διοξειδίου του άνθρακα δεν έχει τόσο μεγάλη σημασία για το προϊόν, αφού μπορεί να προστεθεί περισσότερο CO<sub>2</sub> στο αναψυκτικό. Επίσης η διαπερατότητα του πλαστικού σε οξυγόνο έχει μεγάλη σημασία στην μπίρα όπου μπορεί να καταστρέψει το προϊόν. Όσο μικραίνει το μέγεθος των μπουκαλιών το κλάσμα επιφάνεια/όγκος S/V αυξάνεται και η διαπερατότητα των αερίων αυξάνεται. Με αποτέλεσμα η οξείδωση της μπίρας να πραγματοποιείται πιο γρήγορα.

Για την μείωση και γενικά για την αποτελεσματική αντιμετώπιση της οξείδωσης των τροφίμων και των ποτών απαιτείται η προσθήκη προστατευτικού φιλμ από άλλο πιο κατάλληλο πολυμερές. Η πιο άμεση εφαρμοζόμενη λύση είναι η επιμετάλλωση των πλαστικών (aluminized polypropylene). Η παραπάνω συσκευασία χρησιμοποιείται σε μαγειρεμένα τρόφιμα και στο εσωτερικό χάρτινων συσκευασιών για το κρασί.

Το ενδιαφέρον βέβαια στρέφεται σε διαφανή πλαστικά μη διαπερατά από αέρια, που έχουν το μικρότερο κόστος. Από αυτά τα πολυμερή πολλά είναι γνωστά και δύο έχουν βρει εφαρμογή στην συσκευασία της μπίρας: PVDC και EVOH.



Σχίμα 2. Η τεχνική της εξώθησης-εμφύσησης για την παραγωγή πλαστικών φιαλών.

Το προδιαμόρφωμα (μια αρχική μορφοποίηση του πολυμερούς σε μορφή σωλήνα, από το οποίο στην συνέχεια με εμφύσηση παράγεται το τελικό μπουκάλι) μπορεί να παράγεται είτε με συνεκβολή PET και PVDC είτε με εμφύσηση προδιαμορφώματος από PET σε ένα υδατικό γαλάκτωμα ρητίνης PVDC. Η παραπάνω διαδικασία χρησιμοποιήθηκε στην παραγωγή των πρώτων μπουκαλιών 2 lt μύρας την δεκαετία του 80. Η εναλλακτική ρητίνη EVOH παρουσιάζει περισσότερα πλεονεκτήματα λόγω της ικανότητας ανακύκλωσης, και για τον λόγω αυτό έχει κερδίσει μεγαλύτερο μέρος της αγοράς. Το προδιαμόρφωμα παράγεται με συνεκβολή EVOH και PET, επειδή όμως απορροφά υγρασία δημιουργείται μια μορφή σάντουιτς με το μεσαίο στρώμα από EVOH και τα δυο ακραία από PET.

Το πλαστικό μπουκάλι μύρας 2 lt κατέκτησε ένα μεγάλο μέρος της βρετανικής αγοράς, παρόλα αυτά στην παγκόσμια αγορά της μύρας άργησε πολύ να κυκλοφορήσει μικρότερο πλαστικό μπουκάλι. Υπάρχουν πολλοί λόγοι για αυτό, ένας από τους σημαντικότερους ήταν ότι η ζυθοποιία δεν θεωρούσε τους καταναλωτές έτοιμους για να δεχθούν την πλαστική συσκευασία, ένας ακόμη λόγος ήταν η ισορροπία μεταξύ οικονομίας και αισθητικής για το γυαλί, το αλουμίνιο και το πλαστικό. Ωστόσο ο κυριότερος λόγος ήταν η χημεία, δηλαδή η δημιουργία καινούργιων υλικών που να μειώνουν την διαπερατότητα της πλαστικής συσκευασίας σε αέρια όπως το O<sub>2</sub> και το CO<sub>2</sub> - κανένας δεν μπορούσε να πιστεύει αυτά που μπορούσαν να γίνουν.

Ανακεφαλιώνοντας για την συσκευασία της μύρας, αυτά που πρέπει να επιτευχθούν είναι: υψηλή περιεκτικότητα σε CO<sub>2</sub>, ικανοποιητική τιμή στον λόγο S/V, μεγάλη διάρκεια ζωής σε συνθήκες υψηλής θερμοκρασίας περιβάλλοντος μείωση του εισερχόμενου O<sub>2</sub>. Οι τροποποιήσεις στην παραγωγή του PET έχουν ακριβώς αυτό το στόχο, την μείωση της διαπερατότητας του πλαστικού υλικού συσκευασίας στα αέρια CO<sub>2</sub> και O<sub>2</sub>. Σημαντικός είναι και ο ρόλος της καλής ποιότητας, που θα πρέπει να χαρακτηρίζει τα πώματα (σημεία από τα οποία υπάρχει διαρροή αερίων). Συνήθως για την παραγωγή τους χρησιμοποιούνται διάφοροι τύποι Nylon όπως Nylon 6 - (NH-(CH<sub>2</sub>)<sub>5</sub>-CO)<sub>n</sub>, το οποίο έχει παρόμοια συμπεριφορά σε διαπέραση αερίων με αυτή του γυμνού PET, τελευταία χρησιμοποιείται το Nylon MXD6, το οποίο λόγω της υψηλής κρυσταλλικότητας του παρουσιάζει παρόμοιες ιδιότητες με το PVDC. Σημαντική έρευνα έχει γίνει για την βελτίωση των ιδιοτήτων των πωμάτων, αφού είναι πολύ σημαντικό το άνοιγμα και το κλείσιμο της πλαστικής φιάλης να γίνεται εύκολα και γρήγορα. Με την χρήση προσθέτων που αυξάνουν την ικανότητα των πωμάτων να γλιστρούν (slip additives) πράγματι εξασφαλίζεται και αποτελεσματικότερη προστασία και ευκολία στην χρήση.

#### 4. Χημεία των slip additives

Τα πιο αποτελεσματικά και ευρέως χρησιμοποιούμενα πρόσθετα (slip additives) είναι αμιδία παράγωγα λιπαρών οξέων (σχήμα 3), από τα οποία το erucamide (Crodamide ER) και το oleamide (Crodamide OR) είναι τα πιο γνωστά. Αυτά τα πρόσθετα, χρησιμοποιούνται σε μικρές συγκεντρώσεις, μεταναστεύουν μέσα στο πολυμερές διαμορφώνοντας μικροσκοπικά (μη ορατά) στρώματα γλιστρήματος (slippy layers) στην επιφάνεια των πολυμερών που αυξάνουν την ικανότητα να γλιστρούν μεταξύ τους δύο επιφάνειες.

Είναι πολύ ενδιαφέρον το γεγονός ότι οι ιδιότητες αυτών των προσθέτων συνδέονται άμεσα με τον συντακτικό τους τύπο. Για παράδειγμα, ο *cis* διπλός δεσμός που βρίσκεται στους μεσαίους άνθρακες του Erucamide και του Oleamide είναι καθοριστικός για τις ιδιότητες τους. Αν ο διπλός δεσμός μετατραπεί σε *trans*, μετατοπιστεί σε κάποια άλλη θέση ή αφαιρεθεί εντελώς από το μόριο τότε μειώνεται δραματικά η ιδιότητα τους να γλιστρούν.

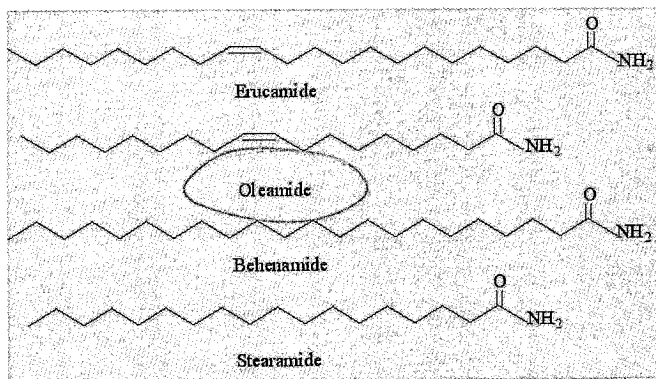
Πιστεύεται ότι η σχέση μεταξύ των ιδιοτήτων των προσθέτων και της

δομής τους οφείλεται στον τρόπο που πακετάρονται τα αμιδικά μόρια στην επιφάνεια των πολυμερών. Μελέτες μοντέλων των μορίων έχουν δείξει ότι τα γραμμικά μόρια αρέσκονται στο να φτιάχνουν πυκνές άκαμπτες κρυσταλλικές, δομές. Αντιθέτως μόρια με διπλούς δεσμούς *cis* διαμορφώνουν χαμηλής πυκνότητας δομές στις οποίες τα μεμονωμένα μόρια είναι πιο εύκολο να μετακινούνται.

Στα πώματα των πλαστικών μπουκαλιών τα πρόσθετα αυτά πρέπει να εκπληρώνουν δύο ρόλους. Πρώτον με τη μετανάστευση στην επιφάνεια των πολυμερών, διευκολύνουν την διεργασία της έκχυσης (injection moulding) κατά την παραγωγή αλλά κυρίως αυξάνουν την ικανότητα να γλιστρούν τα πώματα των μπουκαλιών και να κάνουν το άνοιγμα και το κλείσιμο των μπουκαλιών πιο γρήγορο και πιο εύκολο.

Ειδικό παράγοντες πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά την επιλογή του κατάλληλου προσθέτου σε κάθε περίπτωση όπως οι οργανοληπτικοί παράμετροι (γεύση, οσμή) αλλά και η ευκολία στο άνοιγμα και κλείσιμο του μπουκαλιού. Ειδικότερα στην εμφύσηση του μεταλλικού νερού, επειδή η Erucamide προέρχεται από φυσικές πρώτες ύλες πιθανώς περιέχει μικρές ποσότητες ενώσεων που οξειδώνονται εύκολα, τα προϊόντα αυτής της οξείδωσης επηρεάζουν αρνητικά την γεύση και την οσμή. Αντιθέτως η Behenamide έχει καλή σταθερότητα, όπως όλες οι κορεσμένες ενώσεις αλλά υστερεί στην ικανότητα του γλιστρήματος.

Από πολλές εταιρείες γίνεται προσπάθεια για την βελτίωση των προσθέτων αυτών, μια από αυτές η Croda έχει αναπτύξει ένα ειδικό τύπο Erucamide ειδικά για τα πώματα των μπουκαλιών τα οποία αποκαλούνται Incroslip C. Στο πρόσθετο αυτό δεν περιέχονται τα ανεπιθύμητα πρόσθετα και παρουσιάζει σταθερότητα στην οξείδωση.



Σχήμα 3. Διάφοροι τύποι slip additives

#### 5. Παραμπομιπές

1. Neumann, E.H. Thermoplastic polyesters in Encyclopedia of Packaging Technology, ed Bakker M. John Wiley, New York 1986
2. PETCORE Report 2001, available at <http://www.petcore.org>
3. Chem. Br., January 2002 p.16

#### 6. Βιβλιογραφία

1. "A PET subject", Chem. Br., July 2002
2. Αριστοτέλης Ζαμπετάκης, "Η χημεία της μύρας", Χημικά Χρονικά, Γενική Έκδοση, Οκτώβριος 1995, Τεύχος 10, σελ.250-255

# POLYETHYLENE TEREPHTHALATE (PET): ΕΝΑ ΡΑΓΔΑΙΑ ΑΝΑΠΤΥΣΣΟΜΕΝΟ ΠΟΛΥΜΕΡΕΣ ΣΑΝ ΥΛΙΚΟ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑΣ

**Κ. Παπαμαργαρίτης, Χημικός Μηχανικός, Δ/ντης Ανάπτυξης και Ποιότητας-VPI S.A.**

## 1. Η Παγκόσμια Αγορά του PET

Η ρητίνη πολυεστέρα PET ( Πολυτερεφθαλικός Αιθυλενεστέρας) αποτελεί για την δεκαετία που πέρασε την πιο ταχέως αναπτυσσόμενη ρητίνη τόσο σε εφαρμογές συσκευασίας όσο και σε εφαρμογές συνθετικών ινών.

Πιο συγκεκριμένα, η παγκόσμια ζήτηση και αντίστοιχα η παραγωγή ρητίνης PET για εφαρμογές συσκευασίας αυξήθηκε από 1,000,000 ΜΤ το 1990, σε περίπου 8,000,000 ΜΤ το 2001.

Για την δεκαετία που διανύουμε η πρόβλεψη είναι ότι μέχρι το 2011 η παγκόσμια κατανάλωση ρητίνης PET θα ξεπεράσει τους 20,000,000 ΜΤ επιτυγχάνοντας μέσω ετήσιο ρυθμό αύξησης της τάξεως του 10%, έναντι 18 % της περασμένης δεκαετίας.

## 2. Η επικράτηση του PET

Η ταχεία και εντυπωσιακή διάδοση της χρήσης της ρητίνης PET προέκυψε κυρίως από:

- α. Την σχεδόν ολική αντικατάσταση των γυάλινων φιαλών για την εμφιάλωση ανθρακούχων αναψυκτικών και νερού.
- β. Την μερική και συνεχώς αυξανόμενη αντικατάσταση των περιεκτών αλουμινίου για την συσκευασία αναψυκτικών.
- γ. Τον σχεδόν ολικό εκτοπισμό παραδοσιακών ρητινών που χρησιμοποιούντο στην κατασκευή φιαλών, όπως του PVC κατά κύριο λόγο και δευτερευόντως του πολυαιθυλενίου.

## 3. Οι ανταγωνιστικές ιδιότητες του PET

Η ρητίνη PET παρουσιάζει σαν πολυμερές ένα εύρος χαρακτηριστικών που την καθιστούν ιδιαίτερα ανταγωνιστική από τεχνική αλλά και οικονομική άποψη, σαν υλικό κατασκευής ειδών συσκευασίας.

Τα κυριότερα χαρακτηριστικά του είναι :

- α. Υψηλές μηχανικές ιδιότητες (αντοχή σε εφελκυσμό, αντοχή σε κρούση, ελαστικότητα), οι οποίες δίνουν μία συσκευασία πρακτικά άθραυστη.
- β. Εξαιρετικά χαμηλός λόγος βάρους συσκευασίας προς το βάρος του

περιεχομένου, (από 0.02% έως 0.05 %) με επίσης χαμηλό όγκο αποβλήτων συσκευασίας αφού είναι εύκολα συμπιέσιμο.

γ. Πλήρης διαύγεια και διαφάνεια.

δ. Θερμική σταθερότητα μέχρι τους 80°C.

ε. Μερική απορρόφηση της υπεριώδους ακτινοβολίας

ζ. Χαμηλούς ρυθμούς διαπερατότητας που προστατεύει την ποιότητα του περιεχομένου τόσο από την διείσδυση οξυγόνου (για την περίπτωση ευπαθών τροφίμων) όσο και από την διαφυγή CO<sub>2</sub> (για την περίπτωση αναψυκτικών).

η. Χαμηλή ολική μετανάστευση από τον περιέκτη στο περιεχόμενο, που υπερκαλύπτει τις απαιτήσεις του Κώδικα Τροφίμων ( Κεφ. ΙΙ, αρθρ. 21&26), της Ευρωπαϊκής Οδηγίας 90/128/EEC, και του USA FDA-Code of Federal Regulations

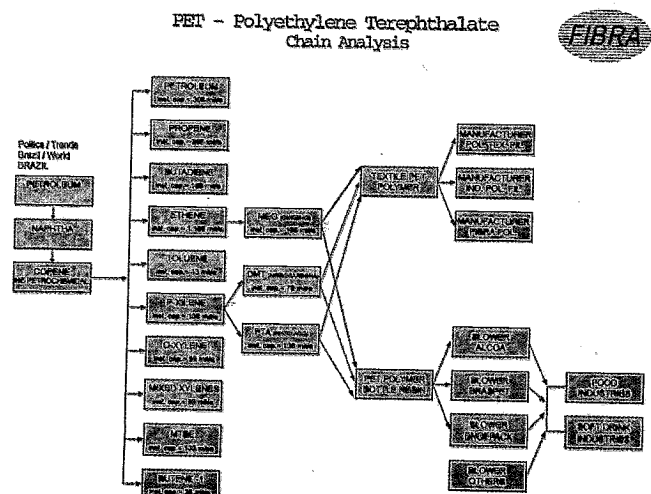
θ. Υψηλή ανθεκτικότητα σε χημικούς παράγοντες (διαλύτες, οξέα).

ι. Πλήρως ανακυκλώσιμο.

## 4. Εξελίξεις στην Τεχνολογία του PET

Έχουν ήδη αναπτυχθεί και εφαρμοστεί νέες τεχνολογίες που αποσκοπούν στην περαιτέρω αναβάθμιση ορισμένων ιδιοτήτων του PET που το καθιστούν ικανό να ανταποκριθεί σε καινούργιες και αυξημένες απαιτήσεις που δημιουργούνται στην συσκευασία ορισμένων προϊόντων όπως η μπίρα, το γάλα, οι φυσικοί χυμοί.

Μερικά παραδείγματα είναι :





- α. Αύξηση της απορροφητικότητας του PET σε όλο το φάσμα της υπεριώδους ακτινοβολίας με χρησιμοποίηση προσθέτων κατά των πολυμερισμό ή κατά την διεργασία injection molding, για την καλύτερη προστασία φωτοευαίσθητων τροφίμων. (πχ γάλα)
- β. Μείωση της διαπερότητας σε O<sub>2</sub> και CO<sub>2</sub> σε επίπεδα καλύτερα και του γυαλιού, με την χρήση oxygen scavengers, και την εφαρμογή επιστρώσεων SiO<sub>x</sub> στις φιάλες για την καλύτερη αντιοξειδωτική προστασία και την αύξηση του χρόνου ζωής διάφορων προϊόντων (πχ μπίρα, φυσικοί χυμοί)
- γ. Αύξηση του ορίου θερμικής σταθερότητας πάνω από τους 100 οC, με την εφαρμογή τεχνολογίας heat-set κατά την παραγωγή φιαλών οι οποίες θα είναι ανθεκτικές στην διαδικασία παστερίωσης ή στην διαδικασία εμφιάλωσης εν θερμώ. (hot-filling)

## 5. Ανακύκλωση των υλικών συσκευασίας από PET

Έχουν ήδη αναπτυχθεί και εφαρμοστεί τεχνολογίες που επιτυγχάνουν την παραγωγή ανακυκλωμένης ρητίνης PET που είναι ισοδύναμη με την παρθένα, χρησιμοποιώντας ανακυκλωμένα υλικά συσκευασίας (φιάλες, film κ.λπ).



Με άλλες τεχνολογίες είναι δυνατή η παραγωγή ανακυκλωμένης ρητίνης χαμηλότερης ποιότητας, που μπορεί να οδηγηθεί σε εφαρμογές χαμηλότερων απαιτήσεων όπως συνθετικές ίνες, τσέρκια περίδεσης, σχοινιά κλπ.

Σε εξέλιξη βρίσκονται τεχνολογίες που επιτυγχάνουν τον απο-πολυμερισμό του PET και την ολική αποσύνθεσή του στις βασικές πρώτες ύλες σύνθεσής του.

## 6. Volos PET Industry - VPI S.A

Η εταιρεία VPI SA, μέλος του Ομίλου Frigoglass, ξεκίνησε την παραγωγική της δραστηριότητα στα μέσα του 1998, παράγοντας την ρητίνη PET με την διεργασία πολυσυμπύκνωσης Τερεφθαλικού Οξέος με Αιθυλενογλυκόλη.

Η αρχική παραγωγική της δυναμικότητα που ήταν της τάξεως των 60,000 MT ετησίως, προβλέπεται να ανέλθει στους 80,000 MT εντός του 2002, μετά από την υλοποίηση σχετικής επένδυσης.

Οι αγορές στις οποίες δραστηριοποιείται είναι εκτός της Ελληνικής, αυτή των Βαλκανίων αλλά και χωρών της ΕΕ όπως Ιταλία και Ιρλανδία, αποδεικνύοντας με τον καλύτερο τρόπο την ποιότητα και την ανταγωνιστικότητα του παραγόμενου πολυμερούς.

Η λειτουργία της διέπεται από ένα αποτελεσματικό και ολοκληρωμένο Σύστημα Διαδικασιών το οποίο έχει πιστοποιηθεί από τον ΕΛΟΤ, σύμφωνα με το πρότυπο ISO 9002 όσον αφορά την Διασφάλιση Ποιότητας και σύμφωνα με το πρότυπο ISO 14001 όσον αφορά την Περιβαλλοντική Διαχείριση. Εντός του 2002 αναμένεται η πιστοποίηση σύμφωνα με το νέο πρότυπο ISO9001:2000 όσον αφορά την Διαχείριση της Ποιότητας και τέλος η πιστοποίηση σύμφωνα με το πρότυπο OHSAS-18001 όσον αφορά το Σύστημα Υγιεινής και Ασφάλειας. ■

## ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΗ

Στα πλαίσια των προγραμματισμένων εκδηλώσεων του Τμήματος Τροφίμων για το 2003, διοργανώνεται σεμινάριο με θέμα "ΔΙΑΠΙΣΤΕΥΣΗ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΟ ΠΡΟΤΥΠΟ ISO/DIS 17025", από 16-18 Ιανουαρίου 2003, στην αίθουσα εκδηλώσεων της Ενώσεως Ελλήνων Χημικών, Κάνιγγος 27, 6ος όροφος, Αθήνα.

### Πρόγραμμα Σεμιναρίου

#### ΠΕΜΠΤΗ 16 ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΥ 2003

- 16:00-16:20 • Εισαγωγικές έννοιες – φιλοσοφία του προτύπου ISO/DIS 17025
- 16:20-18:45 • Απαιτήσεις του προτύπου στη διαχείριση  
• Τεχνικές απαιτήσεις του προτύπου  
• Εσωτερικές επιθεωρήσεις/εκπαίδευση επιθεωρητών
- 18:45-19:00 ΔΙΑΛΕΙΜΜΑ
- 19:00-20:45 • Απαιτήσεις για το χημικό – μικροβιολογικό οργανοληπτικό εργαστήριο
- 20:45-21:30 • Απαιτήσεις για τις διακριβώσεις

#### ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ 17 ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΥ 2003

- 9:00-10:30 • Έλεγχος ορθής λειτουργίας συστήματος υγρής χρωματογραφίας
- 10:30-11:15 • Χημική μετρολογία
- 11:15-11:30 ΔΙΑΛΕΙΜΜΑ
- 11:30-13:30 • Αβεβαιότητα μετρήσεων – μέθοδοι υπολογισμού
- 13:30-14:00 ΔΙΑΛΕΙΜΜΑ
- 14:00-16:00 • Επικύρωση μεθόδων
- 16:00-16:15 ΔΙΑΛΕΙΜΜΑ
- 16:15-18:15 • Εσωτερικός έλεγχος ποιότητας
- 18:15-18:30 ΔΙΑΛΕΙΜΜΑ
- 18:30-19:30 • Προετοιμασία εργαστηρίου για τις επιθεωρήσεις του ΕΣΥΔ
- 19:30-1:00 • Διεργαστηριακός έλεγχος ικανότητας (proficiency testing)

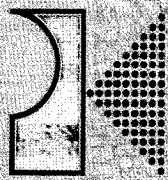
#### ΣΑΒΒΑΤΟ 18 ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΥ 2003

- 9:00-10:00 • Συμβάσεις με τους πελάτες
- 10:00-11:00 • Συμβάσεις με τους προμηθευτές/αξιολόγηση προμηθευτών
- 11:00-11:15 ΔΙΑΛΕΙΜΜΑ
- 11:15-12:15 • Απαιτήσεις προτύπου για τις γνωματεύσεις
- 12:15-13:00 • Απαιτήσεις του προτύπου για τον έλεγχο λογισμικού οργάνων
- 13:00-14:00 • Δειγματοληψία

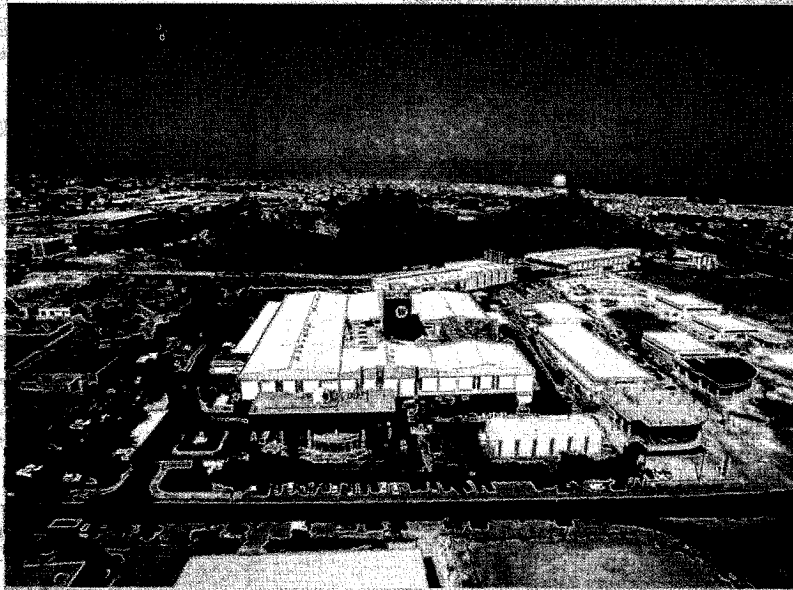
Κόστος παρακολούθησης σεμιναρίου ανά άτομο: 250,00 €  
Πληροφορίες:

Καθ. Ν. Τζιά (τηλ.: 210 7723165)  
e-mail: tzia@orfeas.chemeng.ntua.gr  
Δρ. Σ. Αγγουράκη (τηλ.: 210 7799139)  
e-mail: saggouraki@mon.gr  
Στ. Ανδρέου (τηλ.: 210 3311347-8)  
e-mail: andreou\_@otenet.gr

Για το τμήμα ο πρόεδρος Δρ. Β. Τσουκαλάς



**ΠΛΑΣΤΙΚΑ  
ΚΡΗΤΗΣ Α.Ε.**

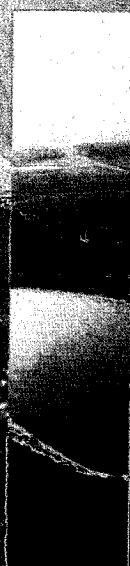
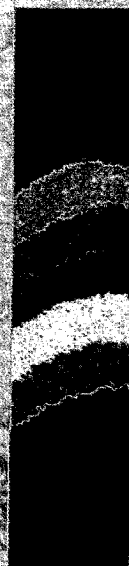
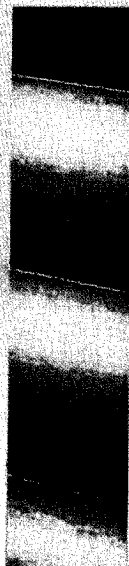



## Σταθερή δημιουργική πορεία

Πρώτη στην Ελλάδα στους τομείς που εξειδικεύεται και με σημαντική παρουσία-αναγνώριση στη διεθνή αγορά, χάρη στην πρωτοποριακή τεχνολογία και την ποιότητα των προϊόντων της.

Με παραγωγικές μονάδες στην Κίνα, τη Ρουμανία, την Τουρκία και την Πολωνία, υλοποιεί το όραμα της διεθνοποίησης.

Με αιολικό πάρκο 6 MW στην Κρήτη και σύγχρονη μονάδα ανακύκλωσης πλαστικών επενδύει στην προστασία του περιβάλλοντος.





**EUR 12 ANALYSIS**

8 to 13 September 2002  
Dortmund, Germany

organized by  
Gesellschaft Deutscher Chemiker  
Fachgruppe Analytische Chemie

in cooperation with  
Deutsche Vereinigung  
für Physikalische Chemie

Institute of Spectrochemistry  
and Applied Spectroscopy - ISAS

University of Dortmund

Chairman: Ernst Herber, KTH, S42 Department Berlin  
Programme Chairman: Rainer Sjöden, TU Dresden  
President of European Chemical Societies  
Division of Analytical Chemistry  
1923 Event no 247  
1923 Event no 247

## EUROANALYSIS

12

8-13 September 2002

Dortmund, Germany

Website: [www.euroanalysis.de](http://www.euroanalysis.de)

## 3<sup>ο</sup> ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ ΕΛΕΥΘΕΡΩΝ ΡΙΖΩΝ ΚΑΙ ΟΞΕΙΔΩΤΙΚΟΥ ΣΤΡΕΣ

Με Διεθνή Συμμετοχή

Αθήνα, 3 έως 5 Οκτωβρίου 2002

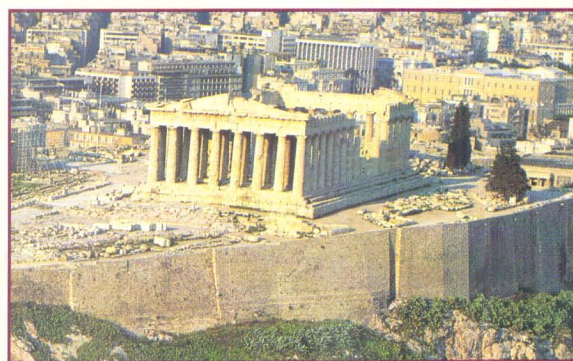
Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο

Η Ελληνική Εταιρεία Ελευθέρων Ριζών και Οξειδωτικού Στρες (ΕΕΕΡΟΣ)

### ΔΙΟΡΓΑΝΩΝΕΙ

Το 3ο Διετές Συνέδριο της από 3-5 Οκτωβρίου 2002 στην Αθήνα, στο ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ στην Καλλιθέα. Σκοπός του Συνεδρίου, σύμφωνα με το καταστατικό της εταιρείας, είναι η ανταλλαγή απόψεων μεταξύ επιστημόνων από συγγενείς κλάδους: Φυσική, Χημεία, Βιολογία, Φαρμακευτική, Γεωπονική και όλες τις ειδικότητες της Ιατρικής.

Το πρόγραμμα θα συμπεριλάβει Διαλέξεις, Συμπόσια, Στρογγυλές Τράπεζες, με συμμετοχή διακεκριμένων Ελλήνων και ξένων ομιλητών, με θέματα: Χημεία- Βιοχημεία των Ελευθέρων Ριζών (E.P.), E.P. σε βιολογικά συστήματα, Οξειδωτικό Στρες, Αντιοξειδωτικά και Διατροφή, Άσκηση και Οξειδωτικό Στρες.



Προθεσμία Υποβολής Περιλήψεων: 20 Ιουλίου 2002

Δικαίωμα Συμμετοχής- Κόστος Εγγραφής:

Μέχρι 20/07/02 (30Ευρώ), μετά τις 20/07/02 (45Ευρώ)

Για Φοιτητές- Νοσηλευτές η παρακολούθηση του Συνεδρίου είναι ΔΩΡΕΑΝ

### ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ:

Καθ. Κ. Α. Δημόπουλος, Εργαστήριο Χημείας τροφίμων,  
Τμήμα Χημείας, Παν/μιο Αθηνών,  
τηλ./fax: 010- 7274265,  
e-mail: [demopoulos@uoa.gr](mailto:demopoulos@uoa.gr)

## 3RD AEGEAN ANALYTICAL CHEMISTRY DAYS

29 Σεπτεμβρίου - 3 Οκτωβρίου, Πολυχνίτος, Λέσβος

Στόχος της ανά διετία αυτής συνάντησης είναι η παρουσίαση:

- των σύγχρονων εξελίξεων σε όλα τα πεδία της αναλυτικής χημείας
- θεμάτων σχετικών με τον ποιοτικό έλεγχο βιομηχανικών και φυσικών προϊόντων
- προβλημάτων μόλυνσης που ενδιαφέρουν τις χώρες που βρίσκονται γύρω από ή κοντά στο αιγαίο πέλαγος
- δυνατοτήτων συνεργασίας μεταξύ των επιστημόνων και υποβολής κοινών ερευνητικών προγραμμάτων

### Πληροφορίες:

Στο website του συνεδρίου: [www.aua.gr/3aacd](http://www.aua.gr/3aacd) όπου μπορείτε να κάνετε και ηλεκτρονική υποβολή περιλήψεων και εργασιών

A. Καλοκαιρινός, Αν. Καθηγητής ΕΚΠΑ: [calokerinos@chem.uoa.gr](mailto:calokerinos@chem.uoa.gr), Τηλ.: 010-7274316

K. Γεωργίου, Αν. Καθηγητή ΓΠΑ: [cag@aua.gr](mailto:cag@aua.gr), Τηλ.: 010-5294248  
Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Χημείας, Εργαστήριο Αναλυτικής Χημείας, Γραμματεία 3AACD, Πανεπιστημιούπολη, 157 71 Αθήνα, [3aacd@chem.uoa.gr](mailto:3aacd@chem.uoa.gr), Τηλ.: 010-727445, Fax: 010-7274750.

# ΑΓΩΓΙΜΟΜΕΤΡΑ

καλώς ήρθατε στον κόσμο της HANNA

## EC 215

- Εργαστηριακό
- Ακριβείας
- Ψηφιακό
- Αξιοπίστο
- Με μικροϋπολογιστή
- Εύχρηστο

Εύρος μέτρησης: 0.0  $\mu\text{S/cm}$  έως 200  $\text{mS/cm}$

Μεγάλη και ευδιάκριτη οθόνη

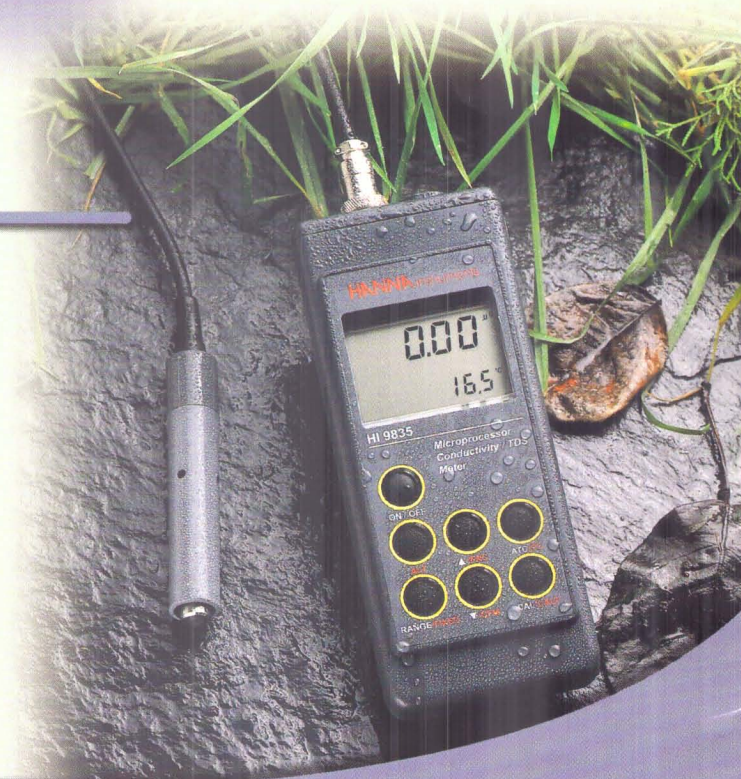
Αυτόματη αντιστάθμιση θερμοκρασίας

Διατίθεται με τον αισθητήρα αγωγιμότητας και ενσωματωμένο αισθητήρα θερμοκρασίας και μετασχηματιστή 12 V DC



## HI 9835

- Φορητό, ψηφιακό, εύχρηστο, αξιόπιστο
- Δυνατότητα μέτρησης EC/TDS/NaCl/°C
- Με μικροϋπολογιστή
- Αυτόματη ρύθμιση 1 ή 2 σημείων
- Εύρος μέτρησης  
Αγωγιμότητας από 0.0  $\mu\text{S/cm}$  έως 500  $\text{mS/cm}$   
TDS από 0.00 ppm έως 400.0 g/l  
NaCl από 0.0 έως 400.0 %  
Θερμοκρασίας από 0.0 έως 60.0 °C
- Μεγάλη και ευδιάκριτη οθόνη
- Λειτουργία με μπαταρίες - δυνατότητα λειτουργίας και με μετασχηματιστή 12 V DC
- Διατίθεται με βαλιτσάκι μεταφοράς, αισθητήρα αγωγιμότητας με ενσωματωμένο αισθητήρα θερμοκρασίας και μπαταρίες.



**HANNA**  
instruments

HANNA INSTRUMENTS HELLAS ΕΠΕ  
Μάρνη 10 • 104 33 Αθήνα • Τηλ. 010/8235192  
Fax: 010/8840210 • e-mail: hannagr@otenet.gr

Quality Products  
Quality Company