

# Υλικά φραγμού και υψηλού φραγμού στη Συσκευασία Τροφίμων

Μ.Γ.Κοντομηνάς

Εργαστήριο Χημείας Τροφίμων,  
Τμήμα Χημείας, Παν/μιο Ιωαννίνων

## Τα υλικά Συσκευασίας (εύκαμπτα) κατατάσσονται σε:

- Υλικά χαμηλού φραγμού (PE, PP, PVC, PS, EVA, PC )
- Υλικά φραγμού (PA, PET)
- Υλικά υψηλού φραγμού (EVOH, PVA, PVDC, αλουμίνιο)

Δεν θα κάνω λόγο για το λευκοσιδηρό δοχείο και το γυαλί (υλικά υψηλού φραγμού)

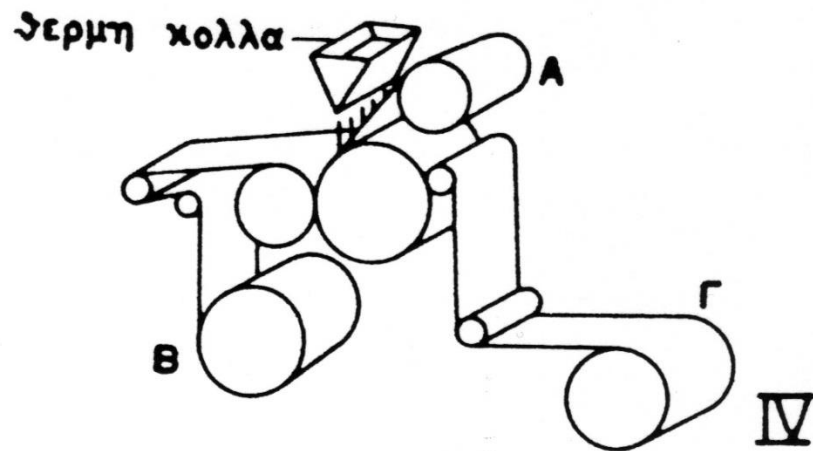
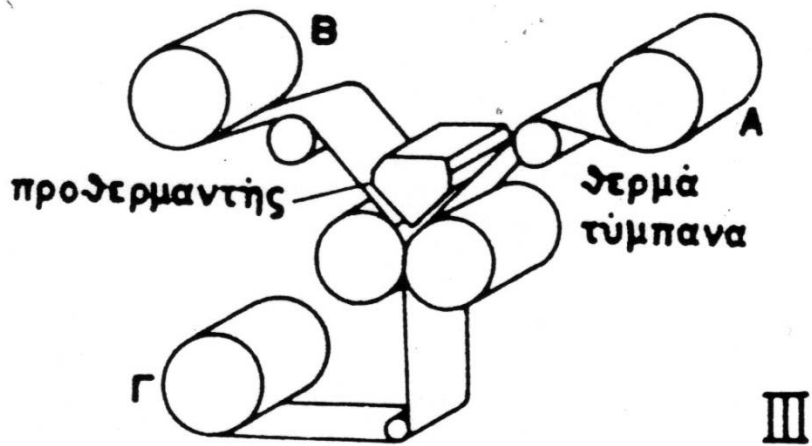
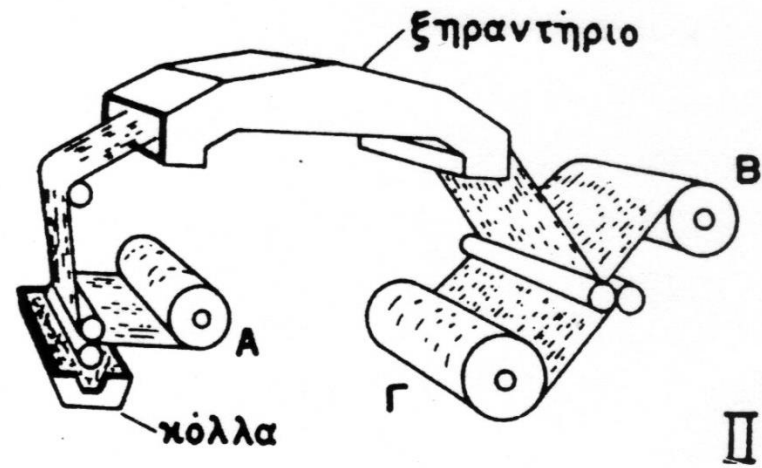
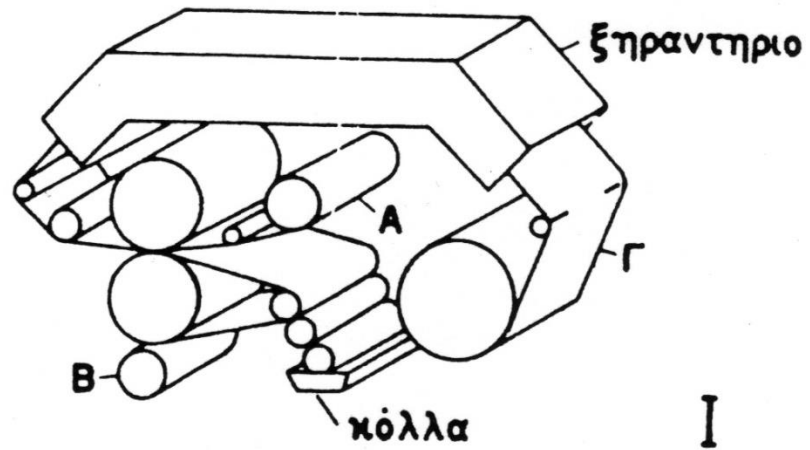
Ο φραγμός στα υλικά Συσκευασίας ορίζεται με βάση την τιμή της διαπερατότητας στα αέρια ( $O_2$ ) και όχι στην υγρασία.

Ετσι διακρίνουμε υλικά :

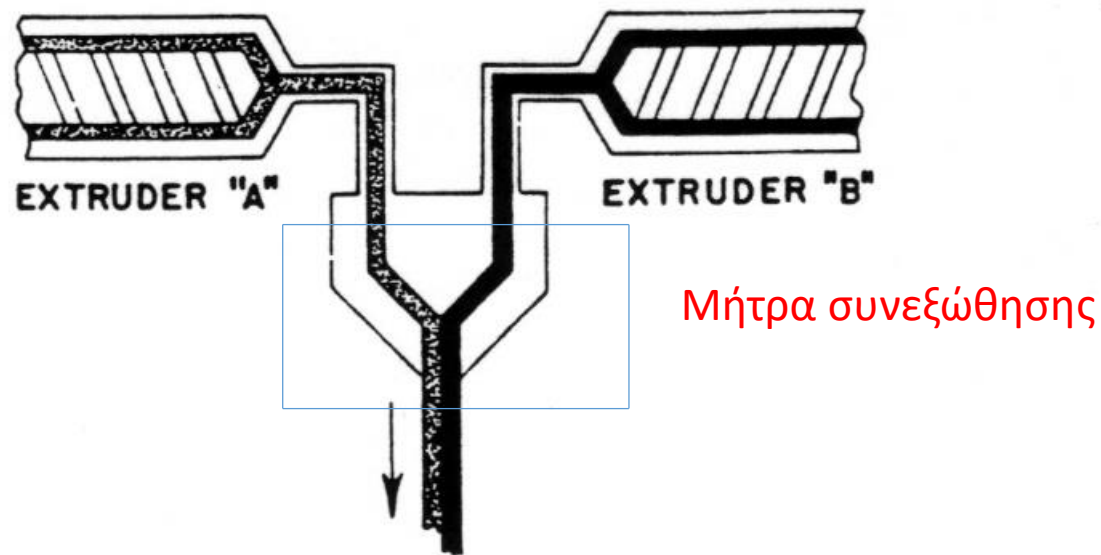
- χαμηλού φραγμού με:  $PO_2 > 200 \text{ cm}_3 O_2/m_2.24 \text{ h.atm}$
- φραγμού με :  $10 \text{ cm}_3 O_2/m_2.24 \text{ h.atm} < PO_2 < 200 \text{ cm}_3 O_2/m_2.24 \text{ h.atm}$
- υλικά υψηλού φραγμού με:  $PO_2 < 10 \text{ cm}_3 O_2/m_2.24 \text{ h.atm}$

## Τα υλικά φραγμού και υψηλού φραγμού παρασκευάζονται με τις τεχνικές:

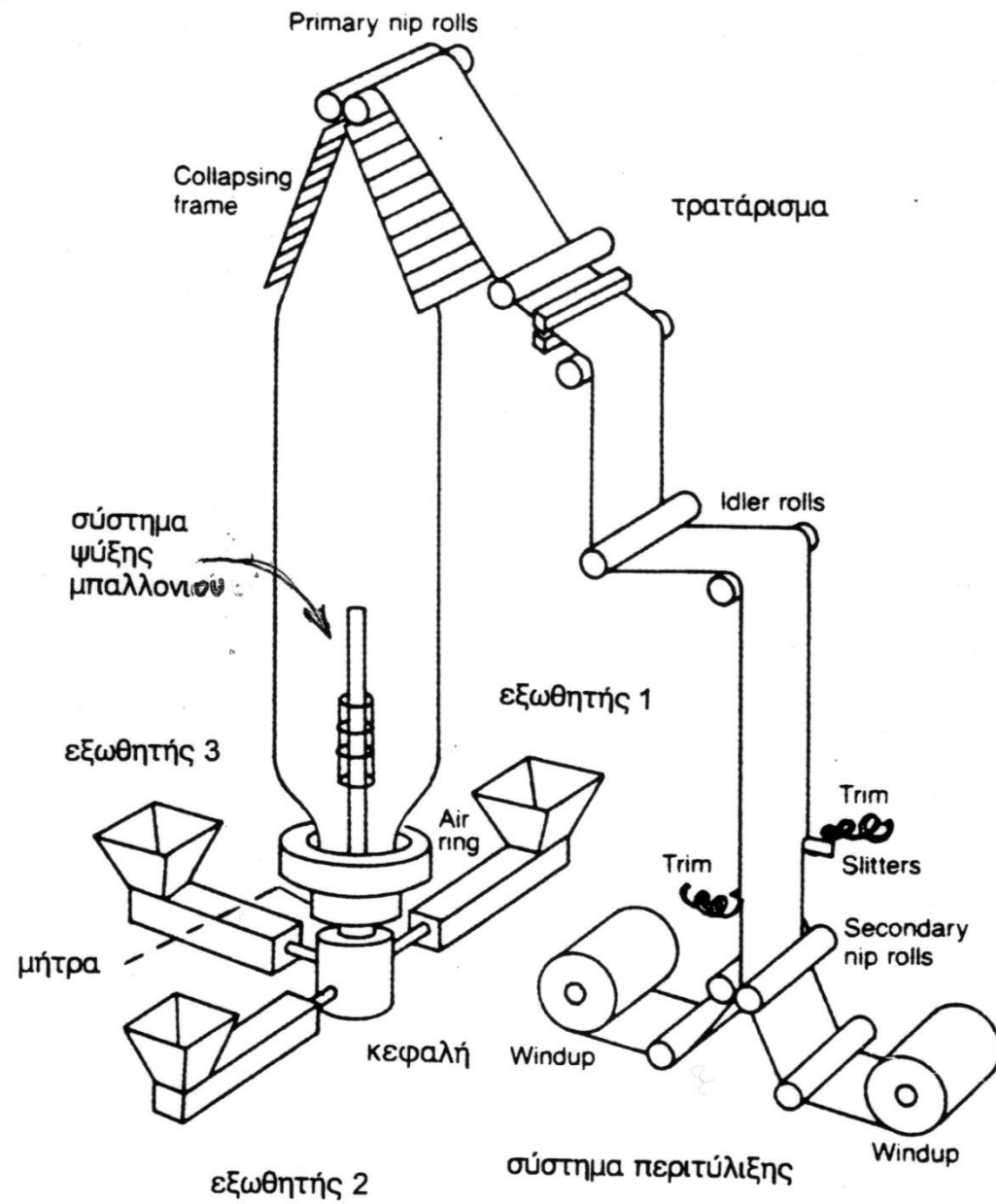
- συμβατικού λαμιναρίσματος
- Συνεξώθησης
- Επίστρωσης
- μεταλλοποίησης υπό κενό
- Συνδυασμού των παραπάνω



**Σχήμα 1-2.** Μέθοδοι συμβατικού λαμιναρίσματος. (I) τεχνική υγρής συγκόλλησης, (II) τεχνική στεγνής συγκόλλησης, (III) τεχνική θερμοσυγκόλλησης, (IV) τεχνική "hot melt".



Σχήμα 1-3. Συνδυασμός δύο πλαστικών υλικών σε κοινή κεφαλή συνεξώθησης για τον σχηματισμό διστρωματικού υλικού.



**Σχήμα 1-5.** Διάταξη παραγωγής "φουσητού" πολυστρωματικού φύλλου με τη βοήθεια τριών εξωθητών.

## Πίνακας 1.16. Εμπορικά συνεξωθημένα υλικά

Δομή	Εφαρμογή
PS συγκολ. υλικό υλικό φραγμού συγκ. υλικό PS	περιέκτες F/F/S περιέκτες τύπου "hot fill"
ΕΝΟΗ ή PVDC	
PS συγκ. υλικό υλικό φραγμού συγκ. υλικό PE ή PP	περιέκτες FFS περιέκτες ασηπτικής συσκ. περιέκτες τύπου "hot fill"
PP συγκ. υλικό υλικό φραγμού συγκ. υλικό PP	περιέκτες ασηπτικής συσκευασίας περιέκτες τύπου "hot fill" περιέκτες τύπου "retort"





EXTRUSION COATER

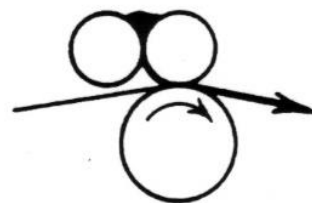
(1)

Π.χ. PE/χαρτόνι/PE  
Χαρτοκυτίο  
συσκευασίας γάλακτος



CAST COATER

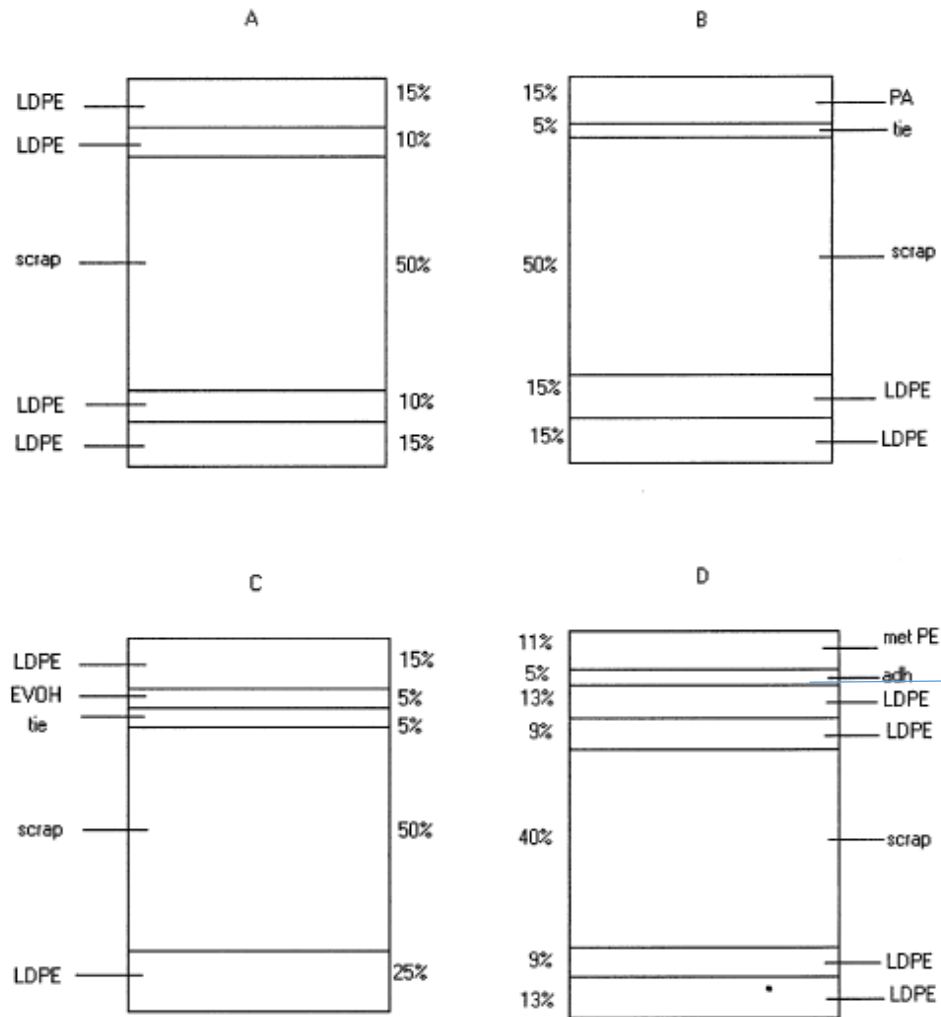
(2)



CALENDER COATER

(3)

**Σχήμα 1-6.** Διατάξεις επίστρωσης: (1) extrusion coater, (2) cast coater, (3) calender coater.



A, B, C = coextruded

D = coextruded and laminated

adh = adhesive resin

tie = special adhesive resin for coextrusion

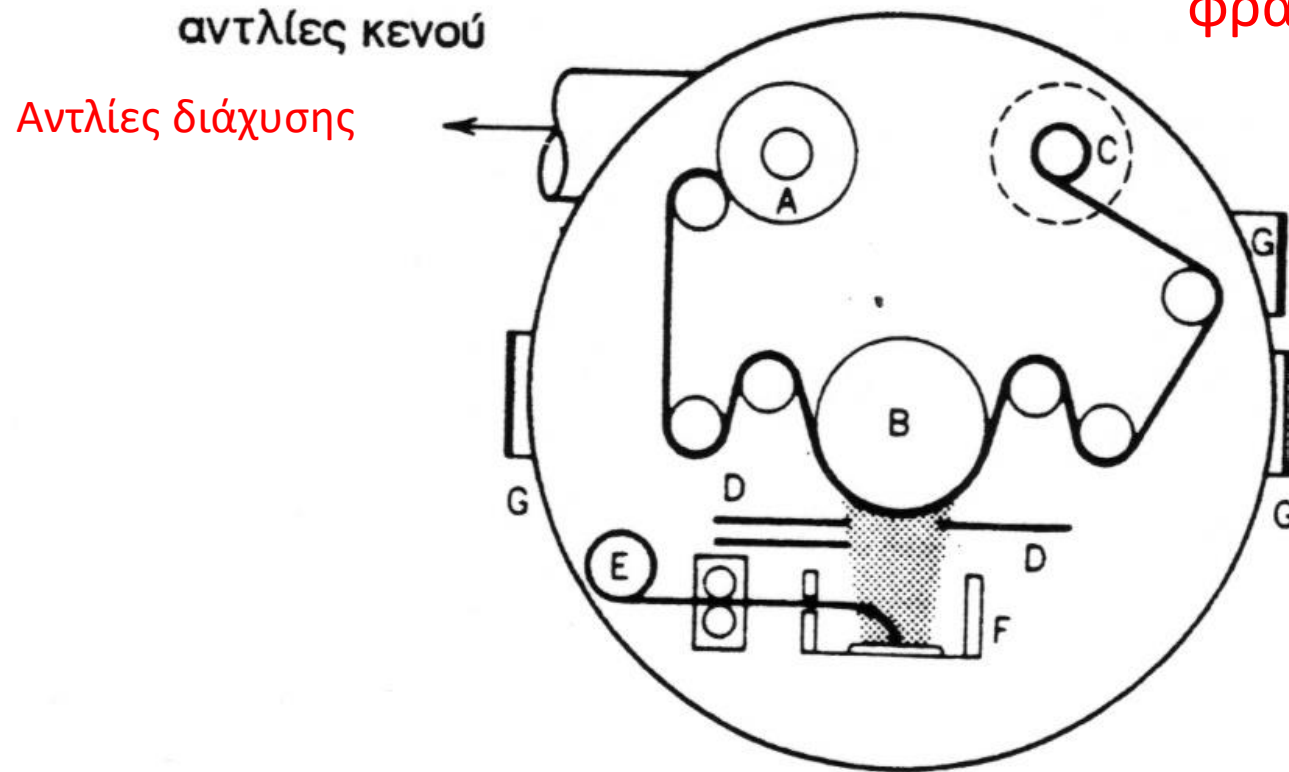
**Υλικά -χαμηλού γραμμίου  
-φραγμού  
-υψηλού γραμμίου**

**Περιέκτες με ανακυκλωμένα υλικά**

**Πιλοτικό σύστημα συνεξώθησης 5 εξωθητών  
(ΕΛΒΙΟΜΕΤ ΑΒΕΕ)**

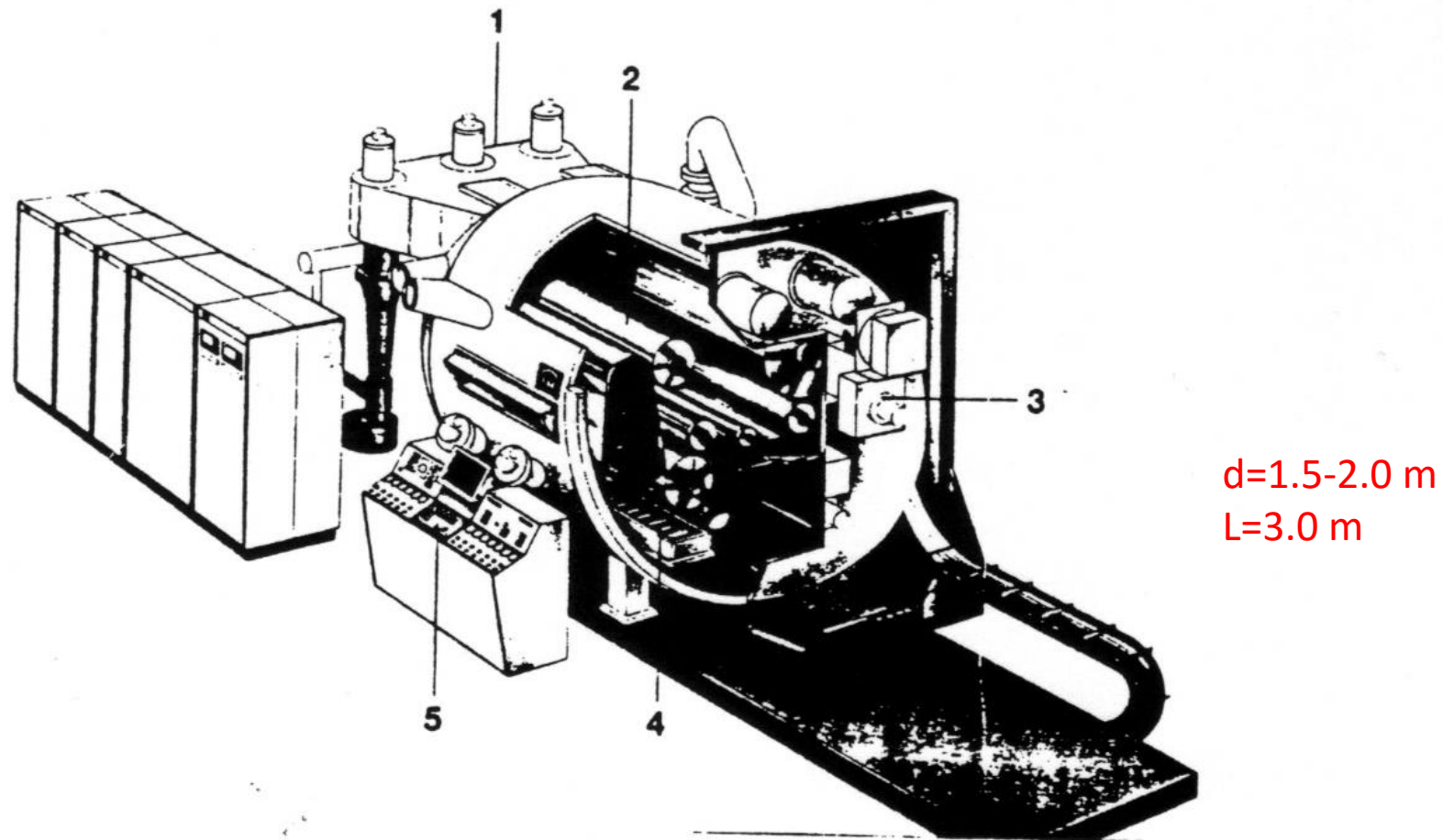
**Figure 1.** Structure of coextruded and coextruded/laminated experimental films (percent values indicate bw contribution of each layer to the multilayer structure).

## Μεταλλοποιημένα υλικά υψηλού φραγμού

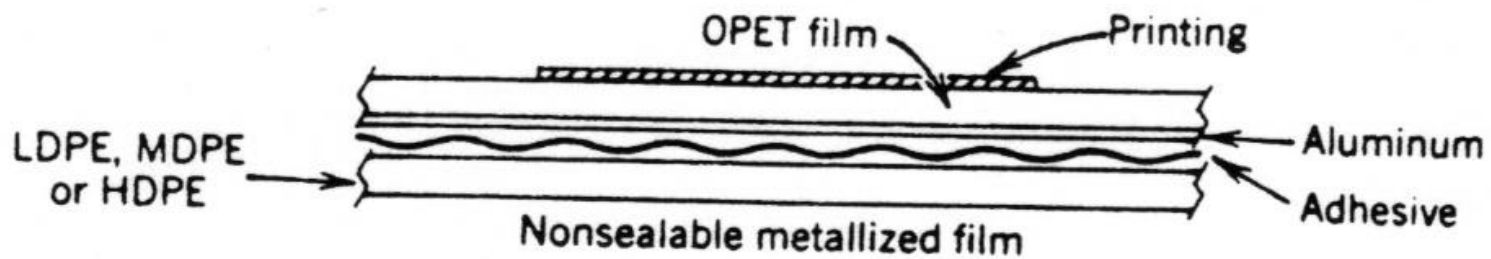
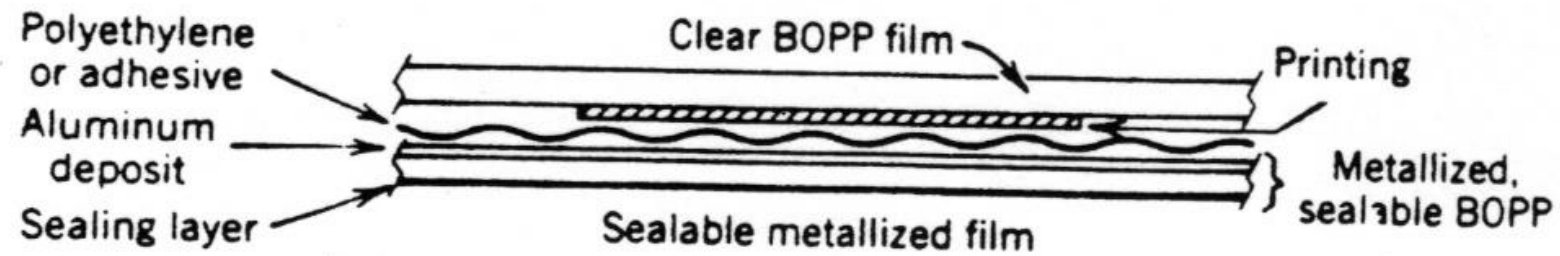


$T=1350\text{ }^{\circ}\text{C}$   
 $P=10^{-5}\text{ mbar}$

**Σχήμα 1-7.** Μεταλλοποιητική μηχανή. Α. ρολλό περιτυλίγματος, Β. ψυχόμενο ρολλό, C. ρολλό ξετυλίγματος, Ε. τροφοδοσία αλουμινίου, F. εξάχνωση.



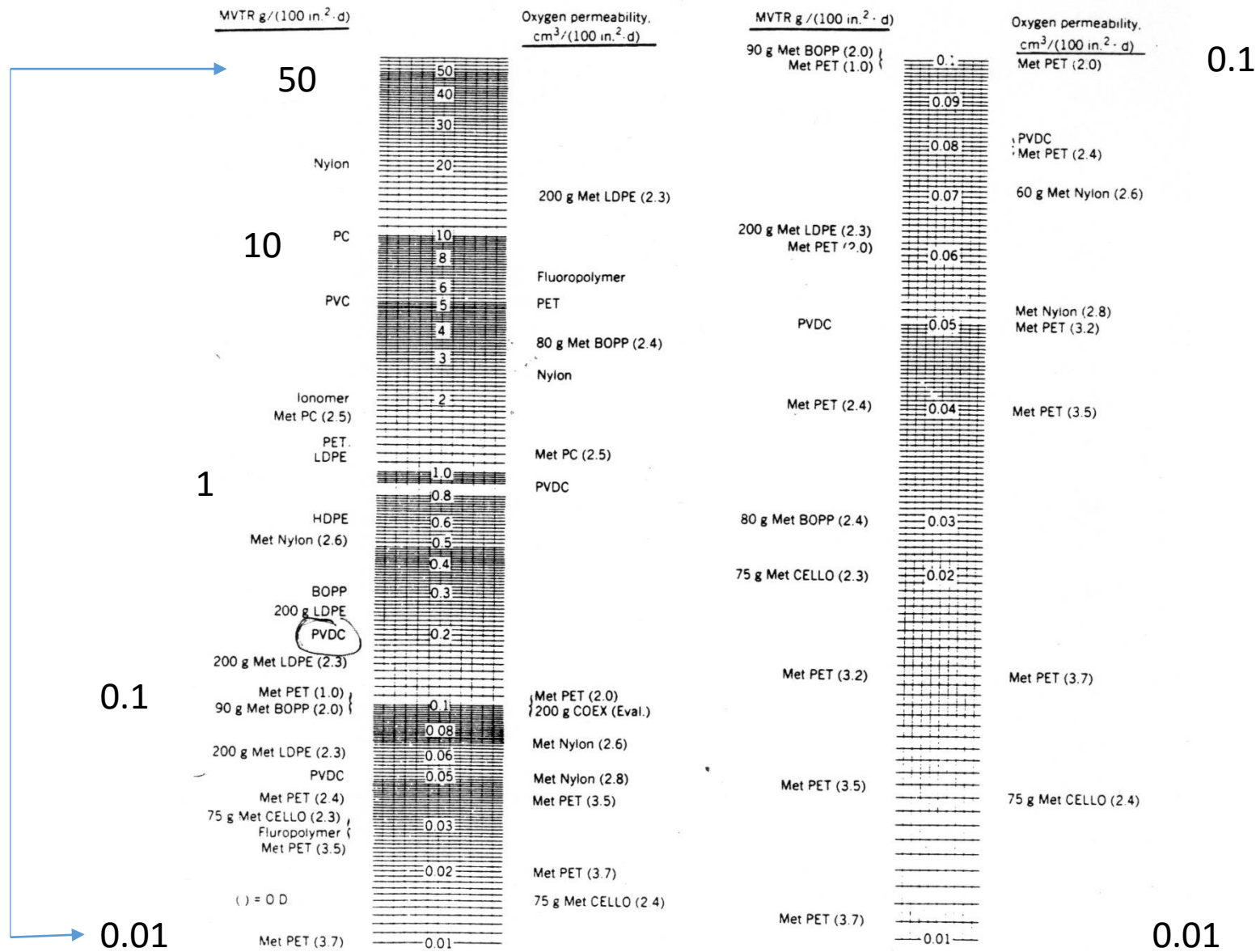
**Σχήμα 1-8.** Σχηματικό διάγραμμα βιομηχανικής μεταλλοποιητικής μηχανής:  
(1) σύστημα δημιουργίας κενού, (2) σύστημα περιτύλιξης μεταλλοποιημένης μεμβράνης, (3) σύστημα ξετυλίγματος μεμβράνης, (4) σύστημα επιμετάλλωσης, (5) σύστημα ελέγχου λειτουργίας.

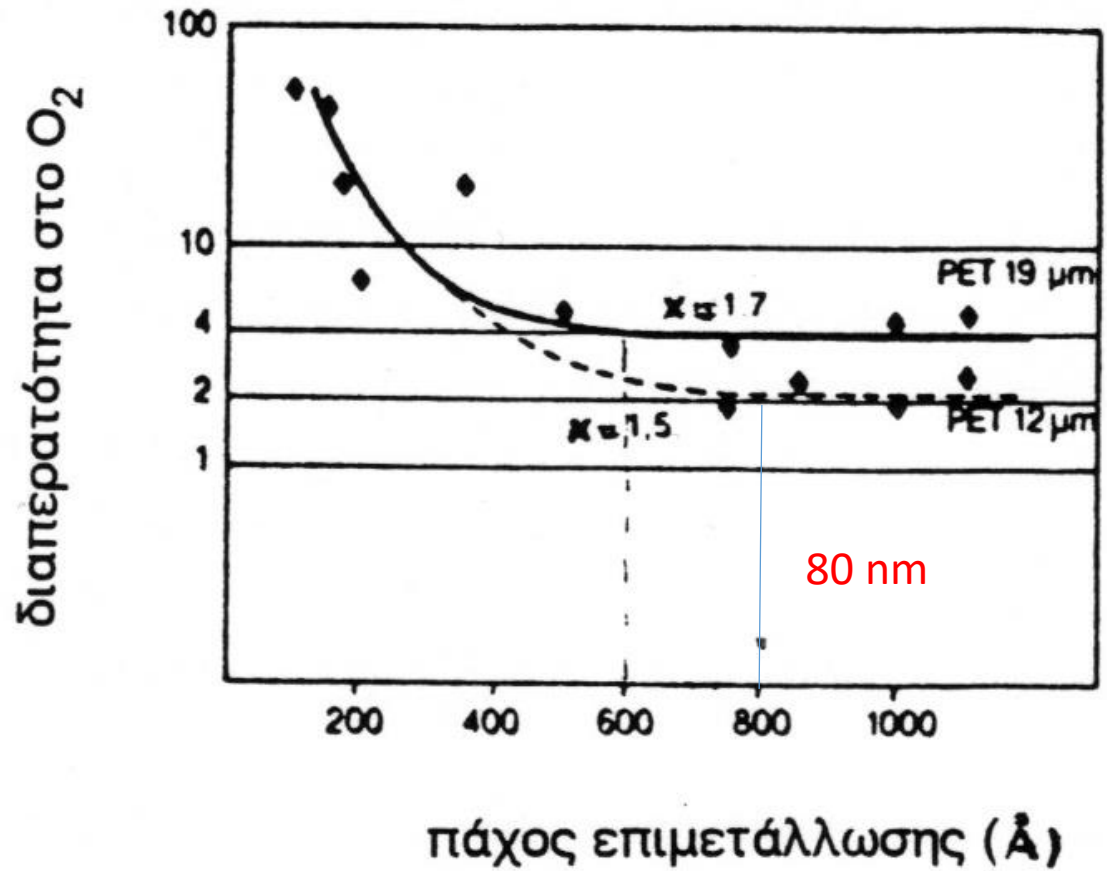


**Σχήμα 1-9.** Τυπικοί συνδυασμοί περιέχοντες μεταλλοποιημένες μεμβράνες.

**Πίνακας 1.17.** Τιμές διαπερατότητας στο H<sub>2</sub>O και το O<sub>2</sub> διαφόρων επιμεταλλωμένων και μη υλικών συσκευασίας.

/5000





**Σχήμα 1-10.** Εξάρτηση της διαπερατότητας του PET από το πάχος επιμετάλλωσης.

**Πίνακας 1.21** Ιδιότητες φραγμού διαφόρων υλικών

Διαπερα- τότητα(P)	PET(12μ)	met PET (12μ)	met PET (12μ) + PE (50μ)	met PET (12μ)+ met PET (12μ)+ PE (50μ)	PET (12μ)/ SiOx	PET (12μ) SiOx/ CPP(60μ)	PET (12μ) SiOx/ CPP(60μ)*
PO <sub>2</sub> (cm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .d)	140	0.8-1.0	< 0.8	< 0.02	1.5	0.5	0.7
PH <sub>2</sub> O (g/m <sup>2</sup> .d)	16	0.1	<0.1	<0.1	1.2	~ 0.5	-

met= μεταλλοποιημένο με Alu

CPP= κρυσταλλοποιημένο πολυπροπυλένιο.

\* μετά retorting. επί 20 min στους 125°C



## Διαπερατότητα στις οσμές PET vs. PET-SiO<sub>x</sub>

Table 1. Permeation rate and lag time of SiO<sub>x</sub>-coated PET films to ethyl acetate as a function of coating speed.

Sample	Coating speed (10 <sup>2</sup> cm s <sup>-1</sup> )	SiO <sub>x</sub> layer thickness (10 <sup>-6</sup> cm)	Permeation rate $\Delta Q/\Delta T = S/A$ (g cm <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> )		Lag time (10 <sup>5</sup> s) [h]	
Uncoated PET	–	–	1.64 × 10 <sup>-10</sup> a	1.47 × 10 <sup>-10</sup> a	2.16 [60]	2.54 [72]
PET-SiO <sub>x</sub>	1	16.5–17.5	4.66 × 10 <sup>-12</sup>	14.5 × 10 <sup>-12</sup>	3.85 [107]	3.60 [100]
PET-SiO <sub>x</sub>	2	8.5–9.5	2.55 × 10 <sup>-12</sup>	4.36 × 10 <sup>-12</sup>	4.50 [125]	4.07 [113]
PET-SiO <sub>x</sub>	3	5.5–6.0	13.1 × 10 <sup>-12</sup>	1.72 × 10 <sup>-12</sup>	4.21 [117]	4.03 [112]
PET-SiO <sub>x</sub>	4	4.5–5.0	19.4 × 10 <sup>-12</sup>	2.64 × 10 <sup>-12</sup>	3.60 [100]	4.32 [120]
PET-SiO <sub>x</sub>	5	2.0–2.5	7.09 × 10 <sup>-12</sup>	10.2 × 10 <sup>-12</sup>	5.18 [144]	4.10 [114]
PET-SiO <sub>x</sub>	6	1.5–2.0	6.00 × 10 <sup>-12</sup>	5.78 × 10 <sup>-12</sup>	4.64 [129]	3.60 [100]

<sup>a</sup> Each value is the mean of two replicate runs. Total number of measurements collected for each sample  $n = 2 \times 2 = 4$ .

## Επίδραση οξυγόνου

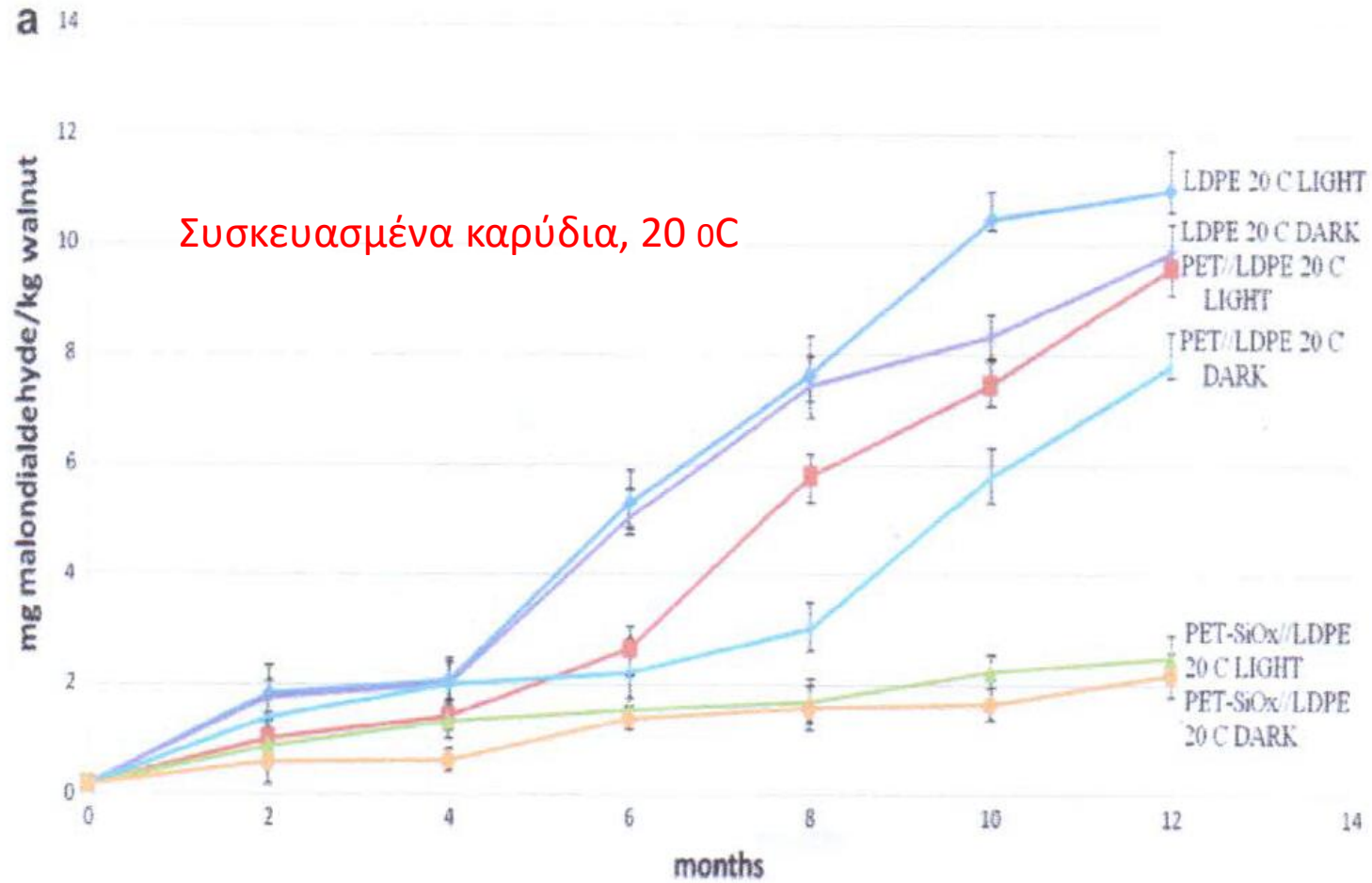


Fig. 3. Changes in malondialdehyde content of walnuts as a function of packaging material oxygen barrier, lighting conditions, and storage time at (a) 20 °C and (b) 4 °C.

# Απορροφητές οξυγόνου

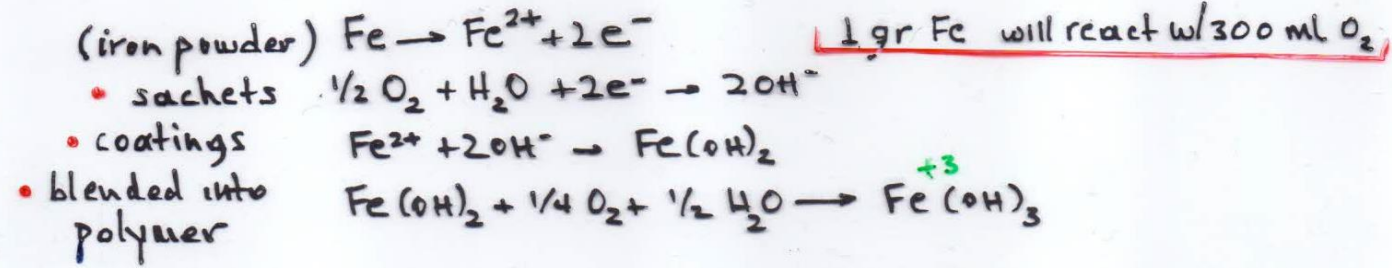


Figure 1. FreshMax oxygen-absorbing label attached to the inside of processed meat package. Courtesy of Multifarm Desiccants, Inc.

# Επίδραση οξυγόνου

S.F. Mexis, M.G. Kontominas / LWT - Food Science and Technology 43 (2010) 1-11

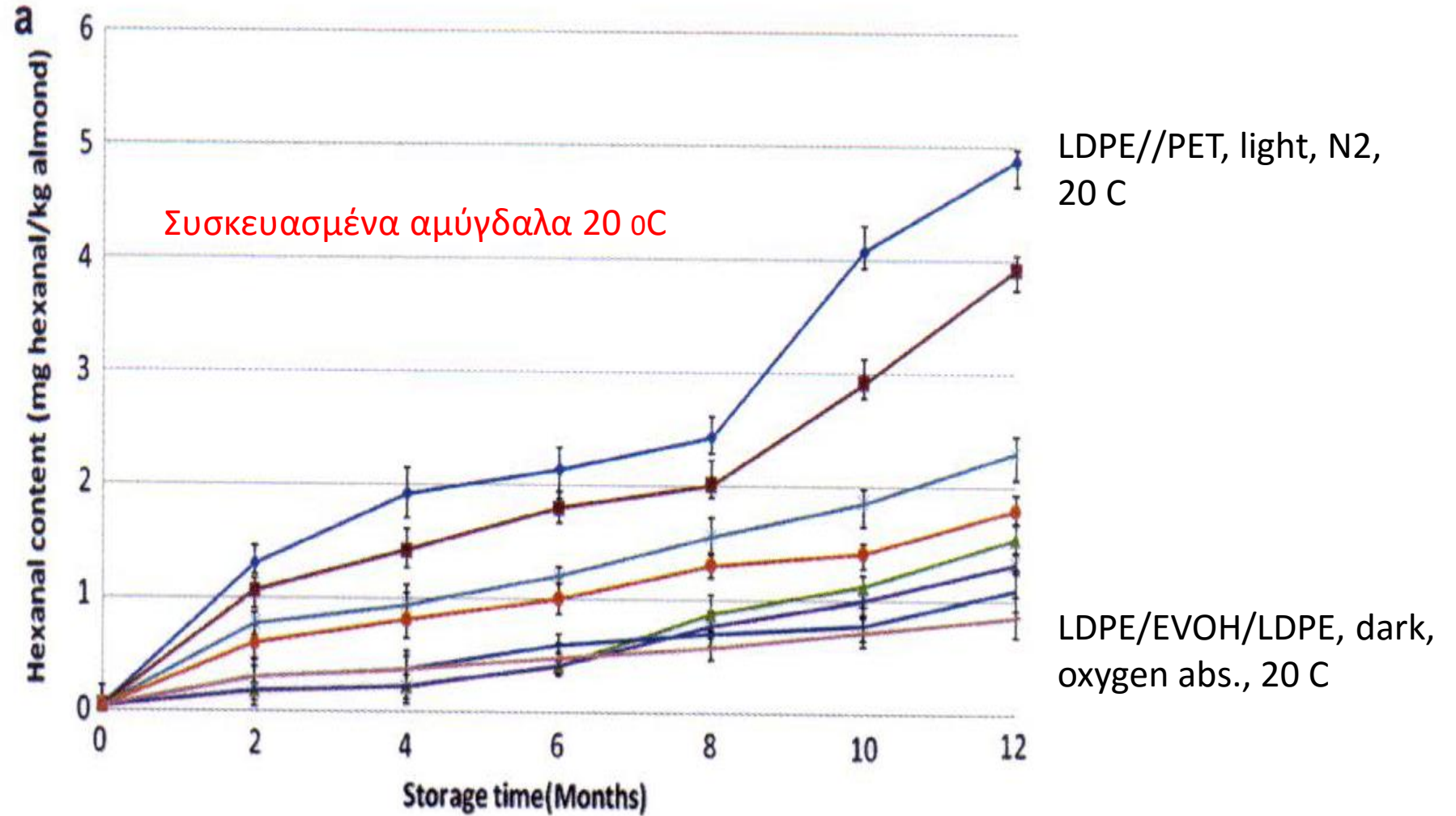
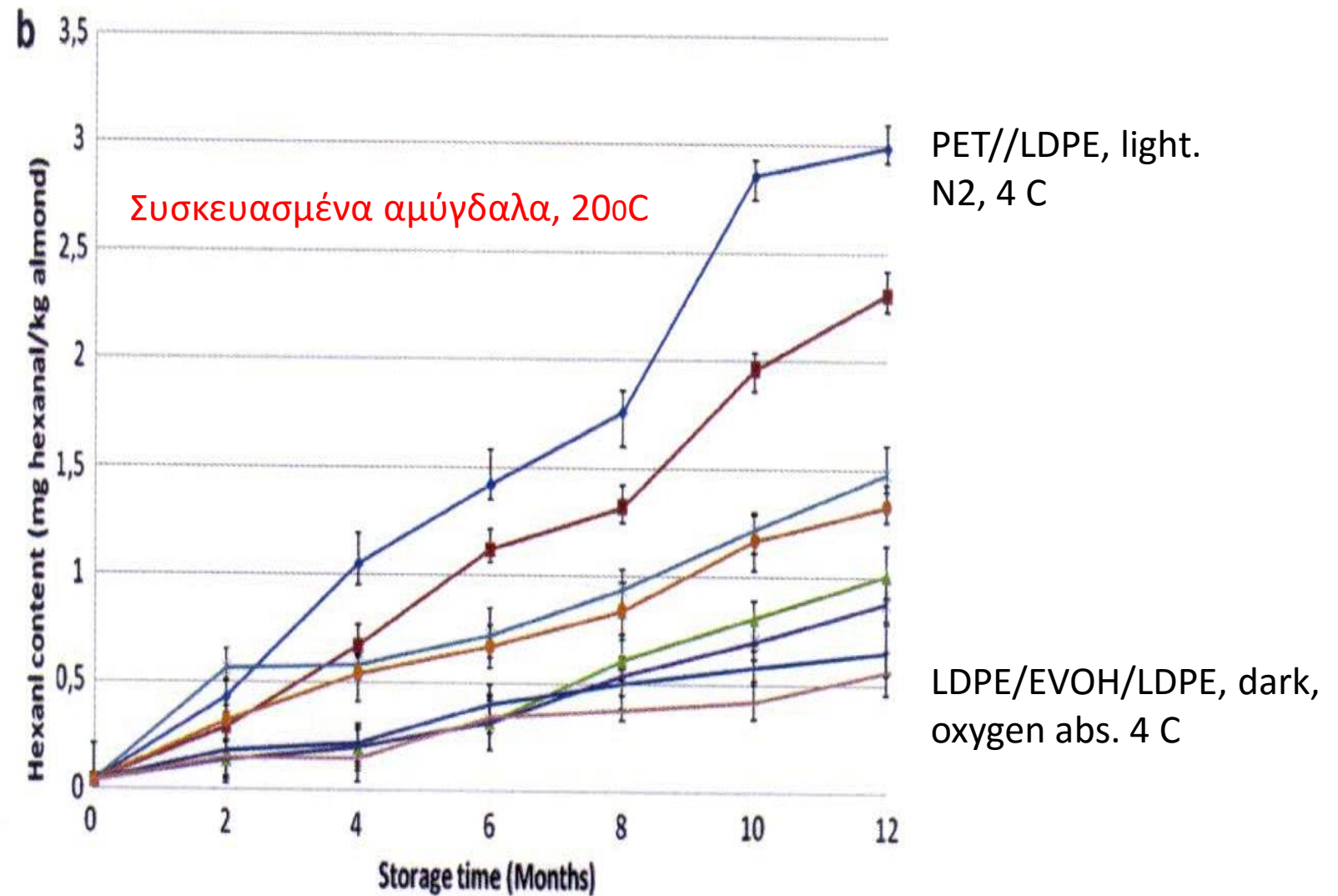
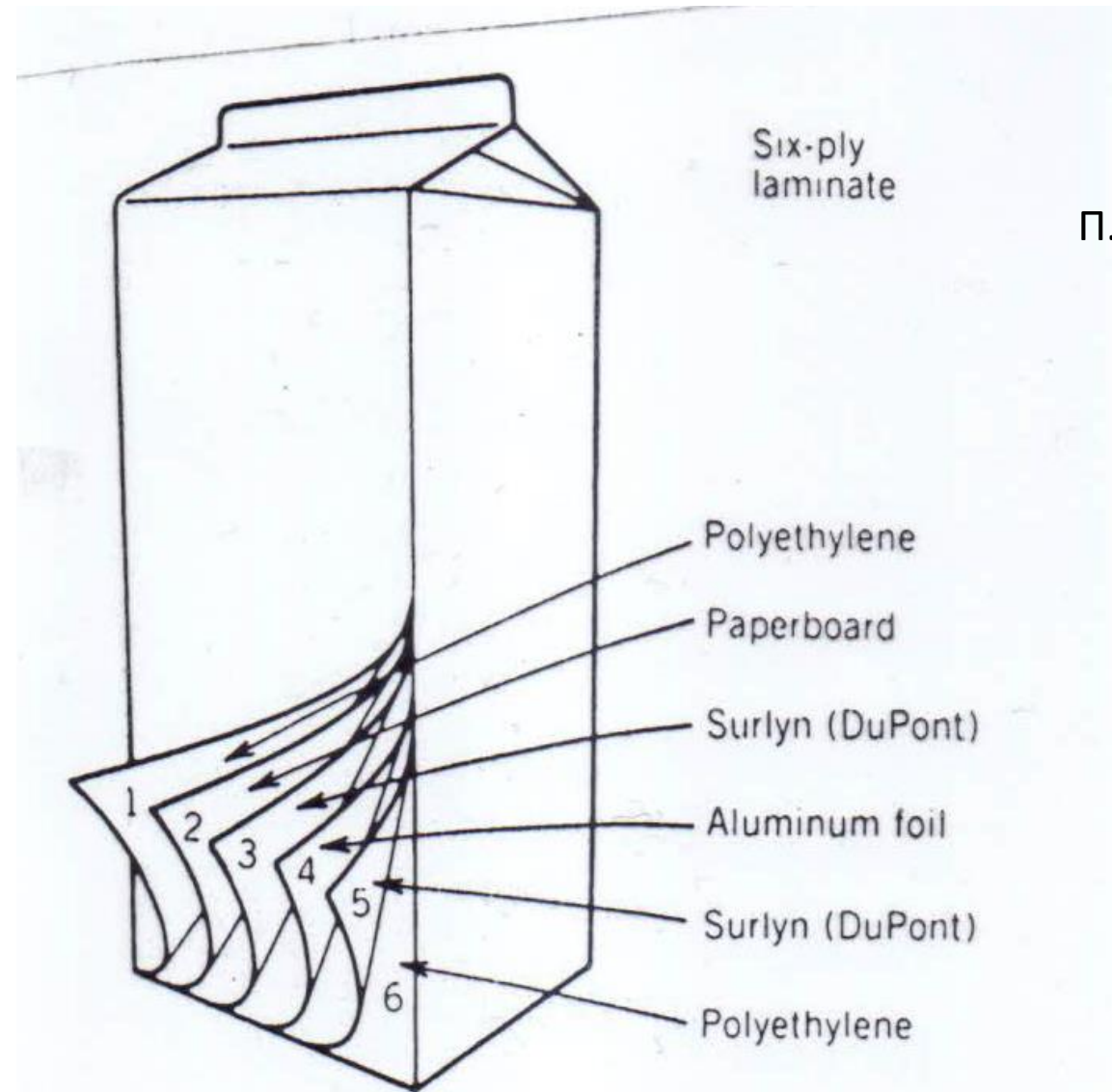


Fig. 2. Changes in hexanal content of raw unpeeled almonds as a function of internal packaging atmosphere, packaging material oxygen barrier, lighting conditions and storage time at a) 20 °C and b) 4 °C. ◆ PET//LDPE LIGHT N<sub>2</sub>; ■ PET//LDPE DARK N<sub>2</sub>; ▲ PET//LDPE LIGHT OX.ABS; × PET//LDPE DARK OX.ABS; \* LDPE/EVOH/LDPE LIGHT N<sub>2</sub>; ◆ LDPE/EVOH/LDPE DARK N<sub>2</sub>; + LDPE/EVOH/LDPE LIGHT OX.ABS; - LDPE/EVOH/LDPE DARK OX.ABS.

# Επίδραση οξυγόνου



**Fig. 2.** Changes in hexanal content of raw unpeeled almonds as a function of internal packaging atmosphere, packaging material oxygen barrier, lighting conditions and storage time at a) 20 °C and b) 4 °C. ◆ PET//LDPE LIGHT N<sub>2</sub>; ■ PET//LDPE DARK N<sub>2</sub>; ▲ PET//LDPE LIGHT OX.ABS; ✕ PET//LDPE DARK OX.ABS; ◆ LDPE/EVOH/LDPE LIGHT N<sub>2</sub>; ● LDPE/EVOH/LDPE DARK N<sub>2</sub>; ▲ LDPE/EVOH/LDPE LIGHT OX.ABS; ◆ LDPE/EVOH/LDPE DARK OX.ABS.



Six-ply laminate

Π.χ. -γάλα UHT  
-φρουτοχυμοί  
- τοματοπολτός

Figure 4. A typical six-ply laminate.

**Ευχαριστώ  
για την προσοχή σας**