



Συσκευασία Τροφίμων

Ενότητα 8:

Υλικά Συσκευασίας(2/4), 2ΔΩ

Τμήμα: Επιστήμης Τροφίμων και Διατροφής Του Ανθρώπου

Διδάσκων: Αντώνιος Καναβούρης



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ





Μαθησιακοί Στόχοι

- Η εξοικείωση με τα υλικά συσκευασίας, των περιεκτών και λοιπών τελικών προϊόντων καθώς και η σύνδεση τους με τις βασικές ιδιότητες και εφαρμογές των υλικών στα τρόφιμα.



Λέξεις Κλειδιά

- υλικά συσκευασίας,
- περιέκτες,
- φυσικές ιδιότητες,
- εφαρμογές,
- πολυμερή

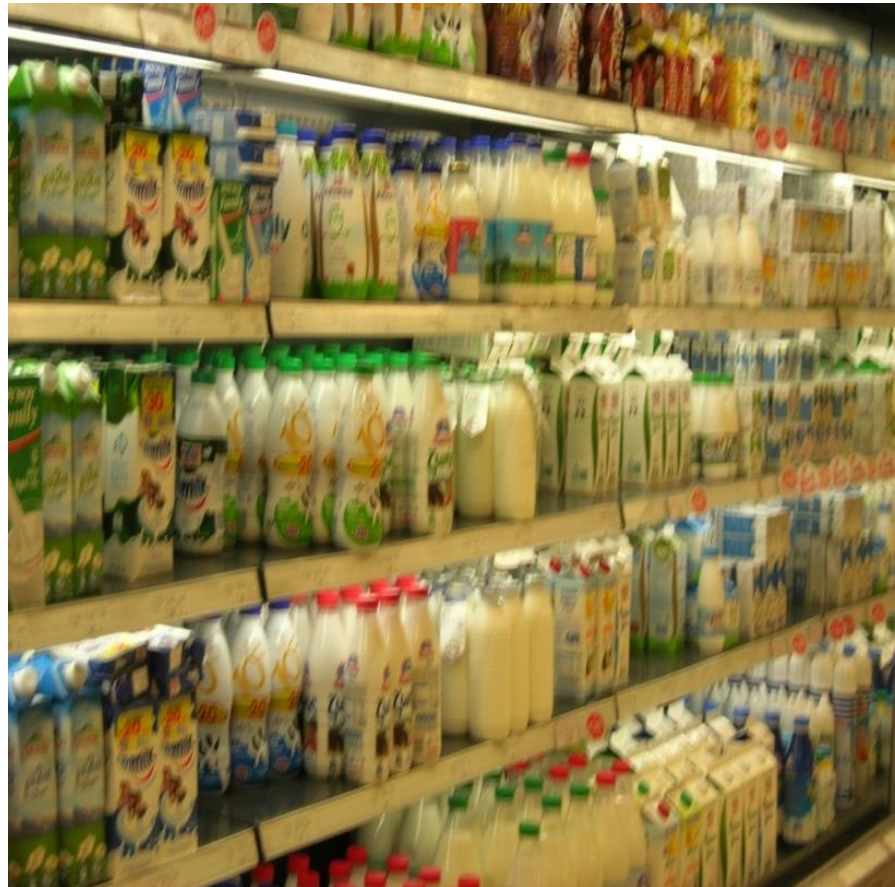


Παραδείγματα – Διαφορές 1/11



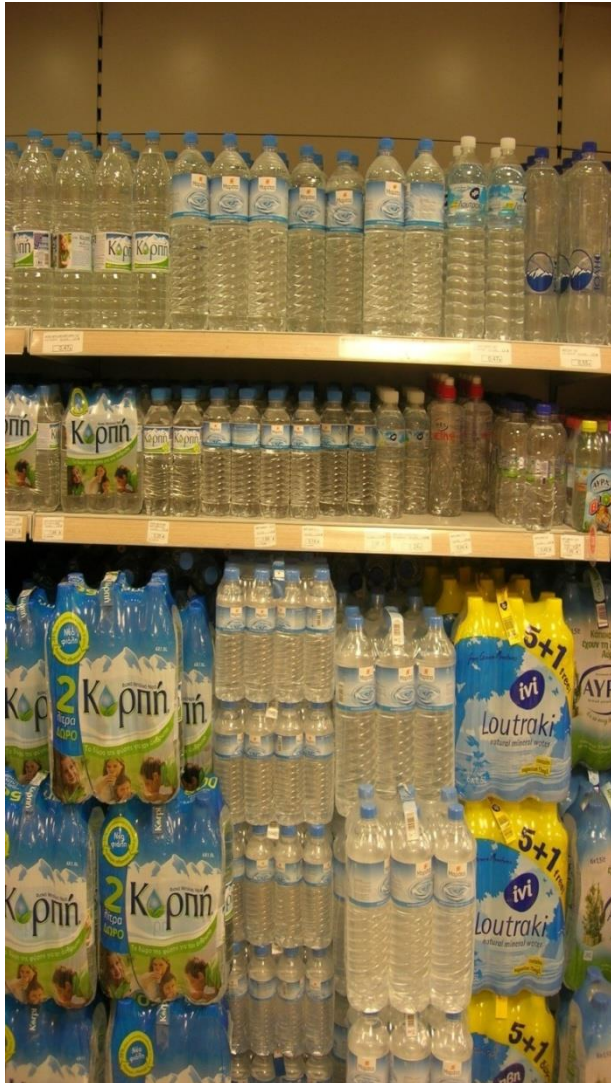


Παραδείγματα – Διαφορές 2/11





Παραδείγματα – Διαφορές 3/11





Παραδείγματα – Διαφορές 4/11





Παραδείγματα – Διαφορές 5/11



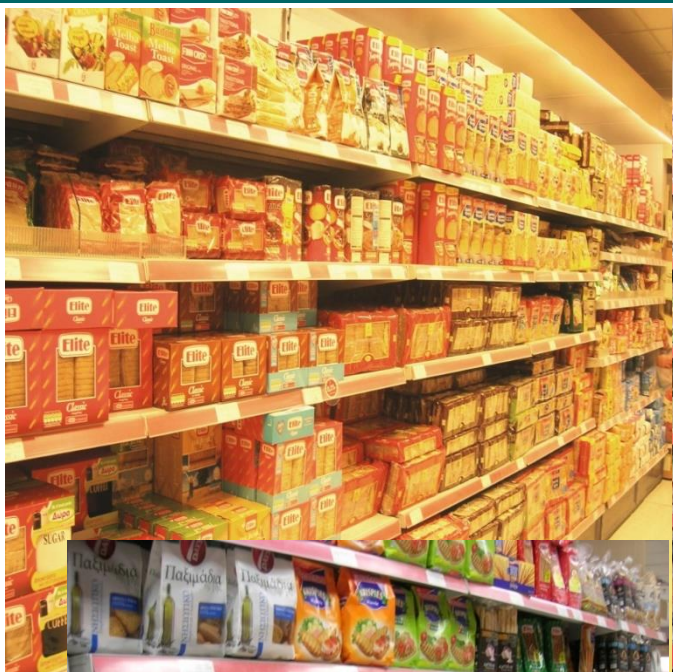


Παραδείγματα – Διαφορές 6/11





Παραδείγματα – Διαφορές 7/11





Παραδείγματα – Διαφορές 8/11





Παραδείγματα – Διαφορές 9/11





Παραδείγματα – Διαφορές 10/11





Παραδείγματα – Διαφορές 11/11





Πλαστικά 1/15

● ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ

- Οργανικά πολυμερή – μακρο-μόρια μονομερών
- Πολυμερή προσθήκης: ένωση πολλών ακόρεστων μονομερών
- Πολυμερή συμπύκνωσης: χημική ένωση απλών σωμάτων με αποβολή νερού ή άλλης ένωσης
- Ομο-πολυμερή: από τον πολυμερισμό ενός μονομερούς – ίδιες ιδιότητες
- Συν-πολυμερή: από τον πολυμερισμό πολλών διαφορετικών μονομερών – διαφορετικές ιδιότητες = f (φύση και τρόπο διάταξης)





Πλαστικά 2/15

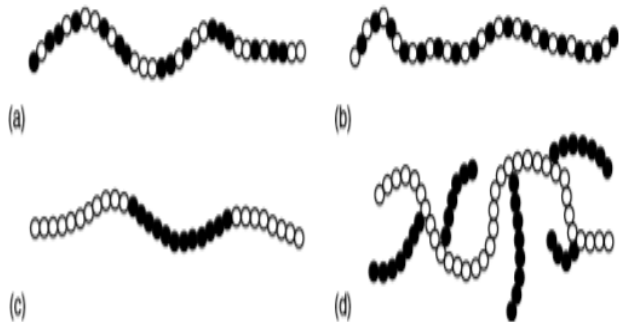


FIGURE Copolymer arrangements. (a) Two different types of mers (denoted by open and filled circles) are randomly placed. (b) The mers are alternately arranged. (c) A block copolymer. (d) A graft copolymer.

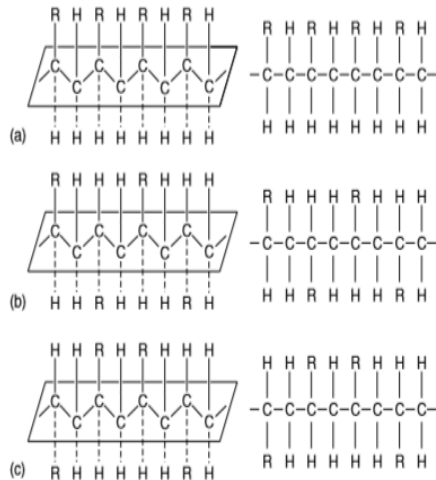
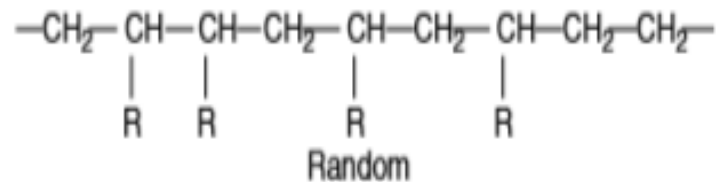
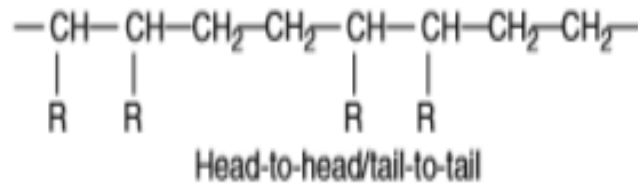
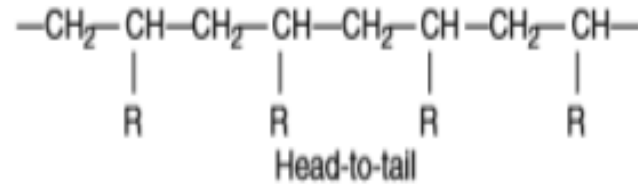


FIGURE Diagrams of (a) isotactic, (b) syndiotactic, and (c) atactic configuration in a vinyl polymer. The corresponding Fischer projections are shown on the right.





Πλαστικά 3/15

● ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ

- Στη στερεά κατάσταση διακρίνονται σε:
 - Άμορφα – τυχαία διάταξη αλυσίδων
 - Κρυσταλλικά – κανονική διάταξη αλυσίδων
 - Ημικρυσταλλικά -μεικτή

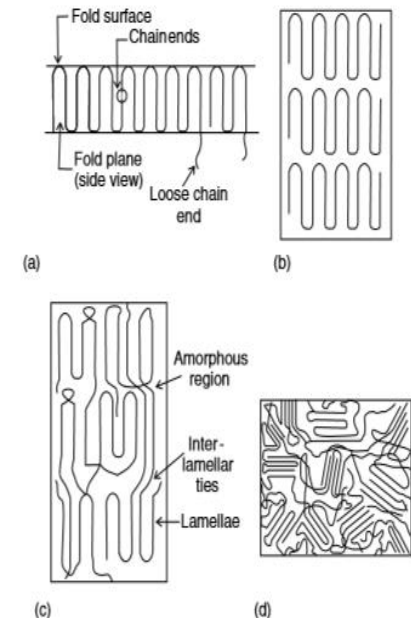
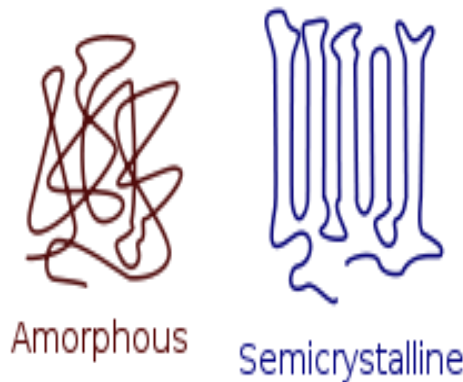
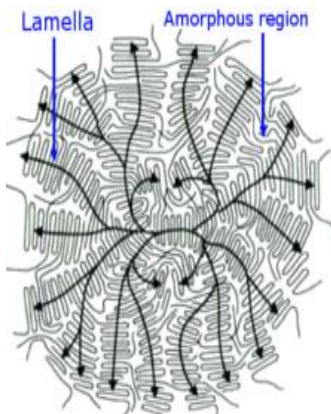
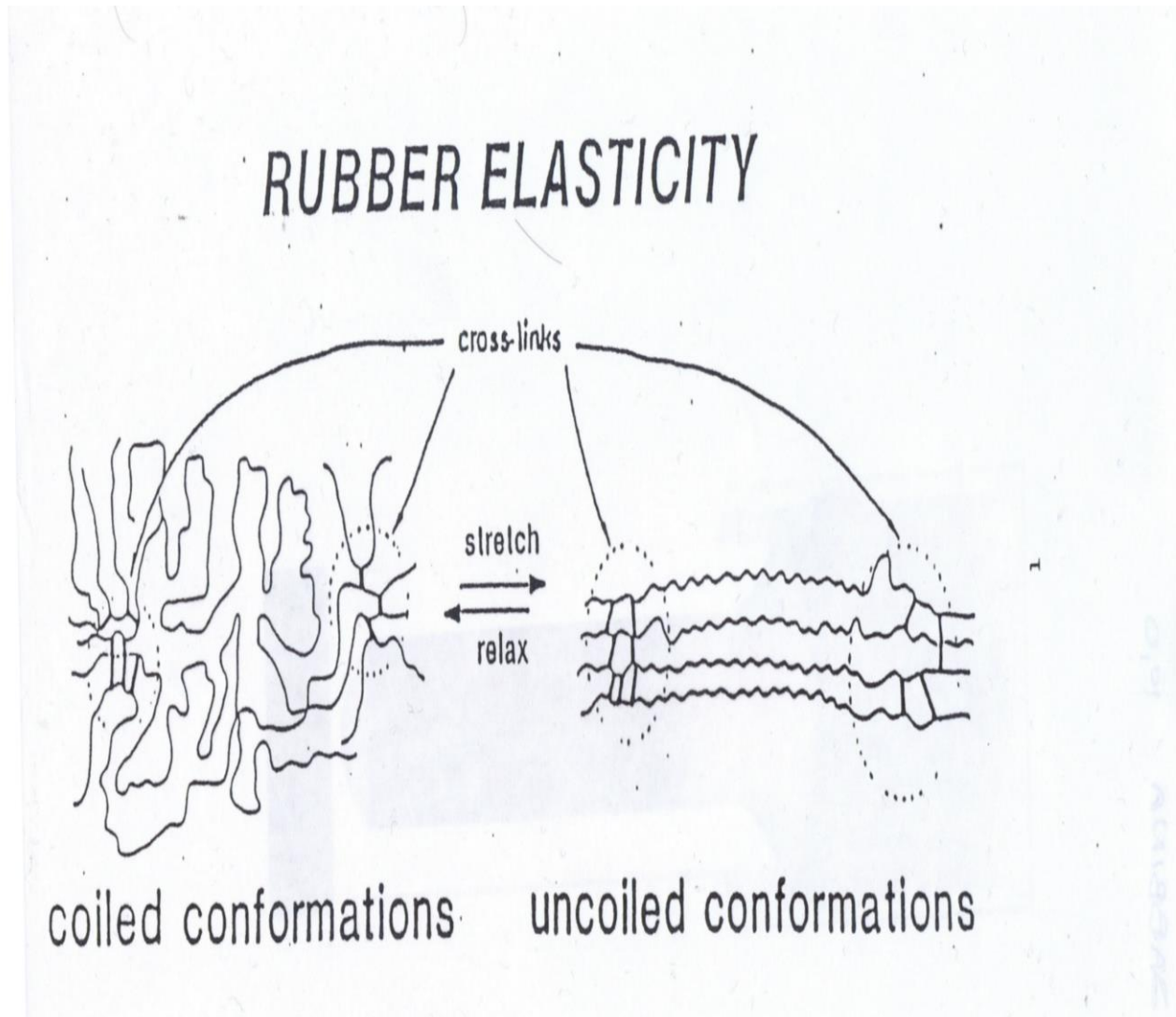


FIGURE Schematic representation of (a) fold plane showing regular chain folding, (b) ideal stacking of lamellar crystals, (c) interlamellar amorphous model, and (d) fringed micelle model of randomly distributed crystallites.



Πλαστικά 4/15





Πλαστικά 5/15

● ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ

- Με βάση τη συμπεριφορά στη θέρμανση έχουμε:
 - Θερμοπλαστικά – μαλακώνουν με τη θέρμανση και σκληραίνουν με τη ψύξη κατ' επανάληψη εάν δεν υπάρχει χημική αλλοίωση
 - Θερμοσκληραινόμενα ή θερμοστατικά – αρχικά μαλακώνουν και στη συνέχεια γίνονται μόνιμως σκληρά



Πλαστικά 6/15

● ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

- Μικρό βάρος
- Εύκαμπτα και δύσκαμπτα υλικά
- Επιδέχονται βαφή, εκτύπωση, διακόσμηση
- Θερμο-διαμορφώνονται σε σχετικά χαμηλές T°C
- Συρρικνώνονται και τεντώνουν
- Μετατρέπονται σε αφρώδες υλικό
- Ανακυκλώνονται

● ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

- Μικρή μηχανική αντοχή
- Κατώτερες στεγανοποιητικές ικανότητες
- Δεν είναι χημικώς αδρανή υλικά
- Δεν είναι επαρκώς διαφανή μερικές φορές



Πλαστικά 7/15

- ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ
 - Πυκνότητα
 - Σημείο T_g
 - Θερμοχωρητικότητα
 - Θερμότητα κρυσταλλοποίησης, T_c
 - Θερμοκρασία λωσίματος, T_m
 - Θερμο-αγωγιμότητα
 - Θερμική εκτόνωση



Πλαστικά 8/15

- ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ
 - Διαστασιακή σταθερότητα
 - Αντοχή στο λύγισμα
 - Αντοχή στην διάτρηση
 - Αντοχή στην κρούση
 - Δείκτης ροής λειωμένου υλικού
 - Δοκιμή αντοχής σε τρύπημα
 - Ιδιότητες τάνυσης
 - Αντοχή στο σκίσιμο
 - Ιξώδες



Πλαστικά 9/15

- ΔΙΑΛΥΤΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΧΗΜΙΚΗ ΑΠΟΣΥΝΘΕΣΗ
 - Χημική αποσύνθεση
 - Περιβαλλοντικό stress
 - Ευφλεκτότητα
 - Φωτο-αποικοδόμηση
 - Παράμετροι διαλυτότητας
 - Διαλυτότητα σε οργανικούς διαλύτες
 - Θερμική αποσύνθεση
 - Ιδιότητες φραγής
 - Συντελεστής διάχυσης αερίων και υδρατμών
 - Συντελεστής διαπερατότητας αερίων και υδρατμών
 - Συντελεστής διάλυσης αερίων και υδρατμών



Πλαστικά 10/15

- ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΚΑΙ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ
 - Δύναμη δεσμών συνοχής
 - Δύναμη δεσμών συνάφειας
 - Blocking (κόλληση μεταξύ του)
 - Τριβή
 - Θερμική συγκόλληση
 - Επιφανειακή τάση
 - Ύγρανση της επιφάνειας



Πλαστικά 11/15

- ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΚΑΙ ΟΠΤΙΚΕΣ
 - Διηλεκτρική σταθερά
 - Συμπεριφορά κατά την τριβή
 - Οπτική εμφάνιση
 - Γυαλάδα
 - Θαμπάδα
 - Διαφάνεια και αποκλεισμός του φωτός (%T)



Πλαστικά 12/15

● ΠΟΛΥΜΕΡΗ

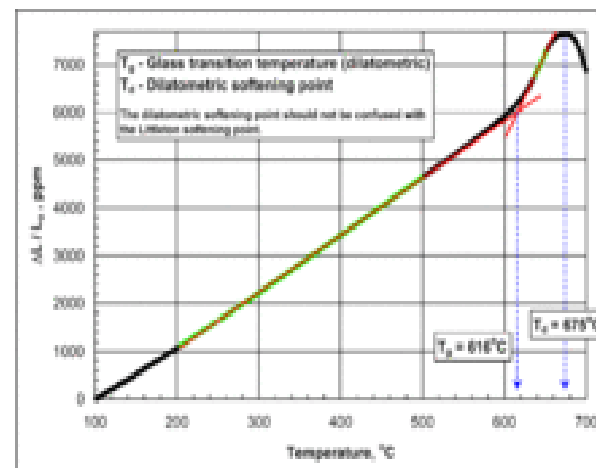
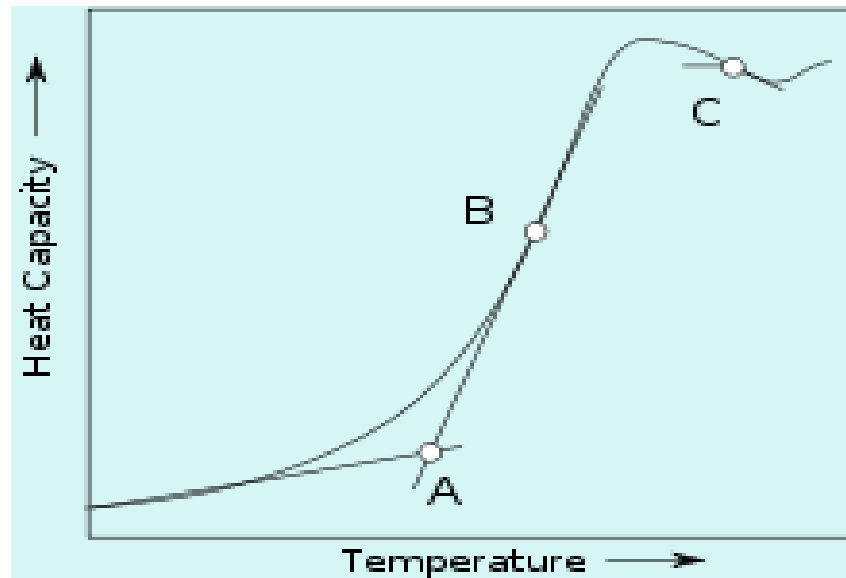
- Πολυολεφίνες
 - Πολύ-αιθυλένιο – LDPE, HDPE, LLDPE
 - Πολύ-προπυλένιο – PP -> BOPP, OPP
 - Metallocene polyolefins (καταλύτες)
- Τερεφθαλικός εστέρας του αιθυλενίου (PET)
- Πολυκαρβονικά (PC)
- Πολυστυρένιο (PS)
- Πολύ-αμίδιο (nylon, PA)
- Πολυβινιλοχλωρίδιο (PVC)
- Πολύ-βινυλο-(δι)-χλωρίδιο (PVdC)
- Ναφθαλενικοί εστέρες του αιθυλενίου (PEN)
- Σελουλόζη
- Αιθυλενο-βυνιλική αλκοόλη (EVOH)



Glass Transition Temperature - Θερμοκρασία Υαλώδους Μετάπτωσης

Chemical structure of the main food polymer packaging with their T_g in increasing order in dry conditions⁽³⁾

Common name	Abbreviation	Chemical structure	T_g (°C)
Polyethylene	PE	$\left[\text{CH}_2 \right]_n$	-110
Poly(vinyl dichloride)	PVDC	$\left[\begin{array}{c} \text{Cl} \\ \\ \text{CH}_2 - \text{C} \\ \\ \text{Cl} \end{array} \right]_n$	-17
Polypropylene	PP	$\left[\begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{CH} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array} \right]_n$	-15 to 5
Poly(vinyl acetate)	PVAc	$\left[\begin{array}{c} \text{O} \quad \text{CH}_3 \\ \diagdown \quad / \\ \text{C} \\ / \quad \diagdown \\ \text{O} \quad \text{O} \\ \quad \\ \text{CH}_2 - \text{CH} \end{array} \right]_n$	30
Cellulose	-	$\left[\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5 \right]_n$	40
Nylon-6	PA-6	$\left[\text{NH} - (\text{CH}_2)_5 - \text{C} \begin{array}{l} \text{O} \\ // \end{array} \right]_n$	50
Poly(ethylene terephthalate)	PET	$\left[\text{C} \begin{array}{c} \text{O} \\ // \end{array} \text{C}_6\text{H}_4 \text{C} \begin{array}{c} \text{O} \\ // \end{array} \text{O} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{O} \right]_n$	70
Poly(vinyl alcohol)	PVOH	$\left[\begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{CH} \\ \\ \text{OH} \end{array} \right]_n$	85
Poly(vinyl chloride)	PVC	$\left[\begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{CH} \\ \\ \text{Cl} \end{array} \right]_n$	90
Polystyrene	PS	$\left[\begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{CH} \\ \\ \text{C}_6\text{H}_5 \end{array} \right]_n$	94
Polyacrylonitrile	PAN	$\left[\begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{CH} \\ \\ \text{CN} \end{array} \right]_n$	104
Polycarbonate	PC	$\left[\text{O} - \text{C}_6\text{H}_4 - \text{C} \begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \end{array} \text{O} - \text{C}_6\text{H}_4 - \text{O} - \text{C} \begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \end{array} \right]_n$	150





Πλαστικά - Σημείο Tg & Tm (Tf)

	PE	Tg = -120°C	Tf = 120°C
	PCL	Tg = -60°C	Tf = 60°C
	PBSA	Tg = -45°C	Tf = 114°C
	PEA	Tg = -30°C	Tf = 112°C
	PBAT	Tg = -30°C	Tf = 110°C
	PP	Tg = -15°C	Tf = 165°C
	PHBV ₁₅	Tg = +5°C	Tf = 145°C
	PHB	Tg = +10°C	Tf = 175°C
	PLA	Tg = +58°C	Tf = 152°C
	PET	Tg = 90°C	Tf = 270°C
	PC	Tg = 148°C	
	Protéines		
	Hémicelluloses		
	Cellulose		

Tg > 200°C
0% HR



Επίδραση της Δομής των Αλυσίδων στις Φυσικές Ιδιότητες των Πολυμερών

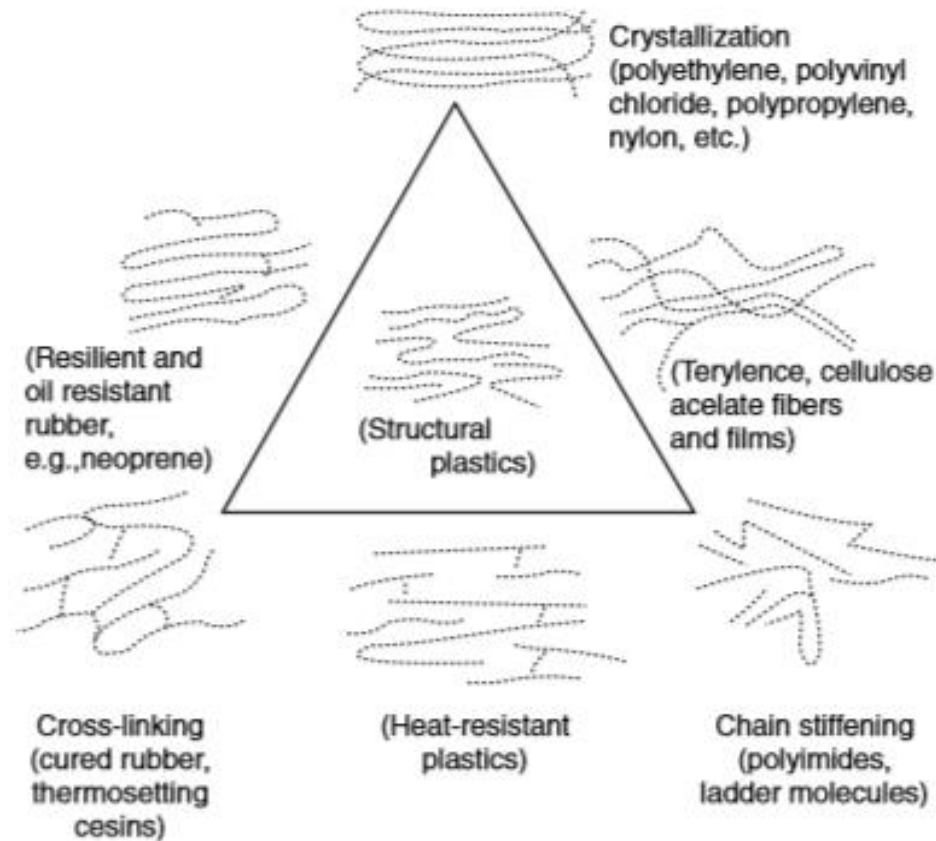


FIGURE Three basic principles—crystallization, cross-linking, and chain stiffening—for making polymers strong and temperature resistant are represented at the three corners of the triangle. The sides and the center of the triangle indicate various combinations of the principles. (After Mark, H. F. 1967. *Sci. Am.*, 217, 3, Sept. 19, 148,



Πλαστικά 15/15

● ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ

- Με βάση τη συμπεριφορά στη θέρμανση έχουμε:
 - Θερμοπλαστικά – μαλακώνουν με τη θέρμανση και σκληραίνουν με τη ψύξη κατ' επανάληψη εάν δεν υπάρχει χημική αλλοίωση
 - Θερμοσκληραινόμενα ή θερμοστατικά – αρχικά μαλακώνουν και στη συνέχεια γίνονται μόνιμως σκληρά



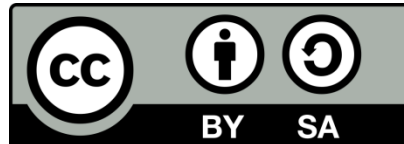
Βιβλιογραφία

- Α. Καναβούρας. Συσκευασία Προϊόντων κατά την Μεταφορά και Αποθήκευση τους. Αθήνα, Εκδ. Παπαζήση, 2009.
- Ν. Γ. Καρακασίδης. Κυτιοποιΐα. Αθήνα, Εκδ. Ίων
- Ν. Γ. Καρακασίδης. Σχεδιασμός συσκευασίας. Αθήνα, Ενδ. Ίων,



Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδεια χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.





Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο την αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.





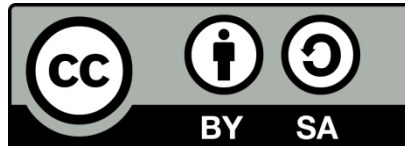
Σημείωμα Αναφοράς

- Copyright Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Επιστήμης Τροφίμων και Διατροφής του Ανθρώπου, Αντώνιος Καναβούρας, «Συσκευασία Τροφίμων». Έκδοση: 1.0. Αθήνα 2015. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση: <http://oceclass.aua.gr/>



Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Παρόμοια Διανομή 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων, π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



Η άδεια αυτή ανήκει στις άδειες που ακολουθούν τις προδιαγραφές του Ορισμού Ανοικτής Γνώσης [2], είναι ανοικτό πολιτιστικό έργο [3] και για το λόγο αυτό αποτελεί ανοικτό περιεχόμενο [4].

[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

[2] <http://opendefinition.org/okd/ellinika/>

[3] <http://freedomdefined.org/Definition/EI>

[4] <http://opendefinition.org/buttons/>



Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει) μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.