

Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα (Τ.Ε.Ι.) Καλαμάτας

Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας

Τμήμα Τεχνολογίας Γεωργικών Προϊόντων

Πτυχιακή Εργασία

**Θέμα: «Πλαστικές συσκευασίες τροφίμων, χρήσεις,
πλεονεκτήματα-μειονεκτήματα»**



Σπουδάστρια: Ηλέκτρα Σκιτζάκου

Εισηγητής: Ιωακείμ Σπηλιόπουλος

Καλαμάτα, Φεβρουάριος 2009

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ



Σελ

1.Σκοπός.....	1
2.Εισαγωγή.....	2-17
2.1 Συντήρηση τροφίμων.....	2
2.2 Συμβολή της συσκευασίας στη συντήρηση τροφίμων.....	3-7
2.3 Η συσκευασία τροφίμων-Ορισμός.....	7
2.4 Ιστορική αναδρομή.....	8-10
2.5 Η σημασία της συσκευασίας.....	11-13
2.6 Πληροφορίες που αναγράφονται στη συσκευασία.....	13-15
2.7 Τα είδη της συσκευασίας.....	16
2.8 Χαρακτηριστικά διαπερατότητας υλικού συσκευασίας.....	17
3.Πλαστική συσκευασία.....	18-45
3.1 Τα πλαστικά.....	18-20
3.2 Χαρακτηριστικά των πλαστικών.....	20-23
3.3 Ταξινόμηση των πλαστικών.....	23-27
3.4 Παρασκευή πλαστικών.....	28-30
3.5 Πρόσθετα πλαστικών.....	30-32
3.6 Οι κυριότερες πρώτες ύλες παραγωγής πλαστικών.....	33-34
3.7 Οι κυριότερες συσκευασίες από πλαστικό.....	35-36
3.8 Πλεονεκτήματα & Μειονεκτήματα πλαστικών.....	37-40
3.9 Το πρόβλημα των πλαστικών απορριμάτων.....	41-42
3.10 Πλαστική συσκευασία και περιβάλλον.....	43-44
3.11 Ανακύκλωση πλαστικών.....	44-46
3.12 Επαναχρησιμοποίηση πλαστικής συσκευασίας.....	47-48

4. Αλληλεπίδραση συσκευασίας-τροφίμου.....	49-66
4.1 Βασικές έννοιες.....	49-50
4.2 Τύποι μετανάστευσης.....	50-51
4.3 Παράγοντες που επηρεάζουν τη μετανάστευση.....	51-52
4.4 Μετανάστευση και πλαστικές συσκευασίες.....	53-55
4.5 Αλληλεπίδραση οσμών.....	56-57
4.6 Νομοθεσία και μετανάστευση υλικών συσκευασίας στα τρόφιμα...	57-60
4.7 Μέθοδοι ανίχνευσης	60-62
4.8 Πλαστική Ενεργός συσκευασία.....	62-66
Συζήτηση-συμπεράσματα.....	67-68
Παραρτήματα.....	69-77
Περίληψη.....	78
ABSTRACT.....	79
Βιβλιογραφία.....	80-82

1.ΣΚΟΠΟΣ

Η παρούσα βιβλιογραφική εργασία έχει ως σκοπό να καταγράψει τις όποιες πληροφορίες για τις πλαστικές συσκευασίες τροφίμων, καθώς και τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα από τη χρήση των πλαστικών ως υλικά συσκευασίας. Δίνονται οι διάφοροι τρόποι αλληλεπίδρασης μεταξύ πολυμερών υλικών και τροφίμων στα συστήματα συσκευασίας και αναπτύσσονται οι μέθοδοι που εφαρμόζονται για τη μελέτη αυτών των αλληλεπιδράσεων και γίνεται μία εκτίμηση της έκτασης αυτών των αλληλεπιδράσεων. Το τελικό αποτέλεσμα αναμένεται να είναι ένας πρακτικός οδηγός που θα προσεγγίζει την έκταση των αλληλεπιδράσεων μεταξύ των πολυμερών σωμάτων και των τροφίμων.

2. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

2.1 Συντήρηση τροφίμων

Η πρόληψη του κινδύνου με τα ανάλογα μέτρα που έχουν σκοπό τη σταθεροποίηση των τροφίμων αναλογικά με τους παράγοντες που προκαλούν αλλοίωση ή ποιοτική υποβάθμιση αυτών ονομάζεται συντήρηση. Σκοπός είναι η επιβράδυνση των αντιδράσεων καταβολισμού, η αποφυγή ανάπτυξης μικροοργανισμών και αλλοιώσεων καθώς και ο περιορισμός αφυδάτωσης του προϊόντος. Επειδή οι μικροοργανισμοί και τα ένζυμα αλλοιώνουν τα τρόφιμα, λαμβάνονται μέτρα για την αντιμετώπισή τους. Η συντήρηση των τροφίμων στηρίζεται κυρίως σε δύο βασικές άρχες δηλαδή

- I) στην καταστροφή, αδρανοποίηση ή απομάκρυνση ενός ή όλων των παραγόντων που συμβάλλουν στην υποβάθμιση και αλλοίωση των τροφίμων και
- II) στη δημιουργία κατάλληλων συνθηκών στο τρόφιμο ή στο περιβάλλον του τροφίμου για να περιοριστεί η δράση των παραγόντων αυτών.

Οι μέθοδοι συντήρησης διακρίνονται σε φυσικές, χημικές, και βιολογικές. Σε αυτές ανήκουν η παστερίωση, η αποστείρωση, η συντήρηση σε θερμοκρασία ψύξης, η συντήρηση σε θερμοκρασία κατάψυξης, η επικάλυψη των φυτικών προϊόντων, η αποθήκευση υπό ελεγχόμενη ατμόσφαιρα, η συμπύκνωση, η ασηπτική επεξεργασία και συσκευασία, η ακτινοβόλιση, η χρήση πρόσθετων, οι ζυμώσεις, η αφυδάτωση, η χρήση υψηλών πιέσεων και η επεξεργασία με ωμική θέρμανση και μικροκύματα. [1].

2.2 Συμβολή της συσκευασίας στη συντήρηση των τροφίμων

Κύρια αποστολή της συσκευασίας τροφίμων είναι να διατηρήσει το συσκευασμένο προϊόν ποσοτικά και ποιοτικά αμετάβλητο μέχρι τη χρησιμοποίησή του από τον καταναλωτή. Η ποιότητα του συσκευασμένου προϊόντος υποβαθμίζεται, όταν επέλθουν μεταβολές στην υγιεινή του κατάσταση, τη θρεπτική του αξία και τα οργανοληπτικά του χαρακτηριστικά, κυρίως στην υφή, το άρωμα, το χρώμα και την εμφάνιση. Η συσκευασία τροφίμων είναι δυνατόν να επηρεάσει το ρυθμό και την έκταση στην οποία γίνονται οι παραπάνω μεταβολές που υποβαθμίζουν την ποιότητα του τροφίμου. Η συσκευασία προσφέρει στο συσκευασμένο προϊόν *παθητική προστασία*, αφού ενεργεί ως φράγμα (barrier) που απομονώνει το προϊόν από το περιβάλλον του. Η αποτελεσματικότητα της συσκευασίας να προστατεύσει το συσκευασμένο προϊόν εξαρτάται από το βαθμό στον οποίο αυτή παρεμποδίζει τη δυσμενή δράση παραγόντων του περιβάλλοντος να επιδράσουν στο τρόφιμο ή και στον περιέκτη και να υποβαθμίσουν την ποιότητά του στη διάρκεια της συσκευασίας, μεταφοράς, αποθήκευσης και διακίνησής του, μέχρις ότου χρησιμοποιηθεί από τον καταναλωτή.

Για να γίνει η επιλογή της κατάλληλης συσκευασίας για ένα συγκεκριμένο προϊόν, η οποία θα προσφέρει επαρκή προστασία σε αυτό, πρέπει να γνωρίζουμε τόσο τη φύση του προϊόντος το οποίο θα συσκευαστεί όσο και τα αίτια που είναι δυνατόν να προκαλέσουν την υποβάθμιση της ποιότητάς του ή και την καταστροφή του περιέκτη. Οι παράγοντες του περιβάλλοντος, οι οποίοι είναι δυνατόν να επιδράσουν αρνητικά στο τρόφιμο ή και στον περιέκτη διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες ως εξής :

- 1) **Μηχανικά αίτια**, όπως ο εφελκυσμός, η συμπίεση, η σύνθλιψη, το σπάσιμο, το σχίσιμο, η πρόσκρουση, το τρύπημα, η ταλάντωση, η πτώση κ.ά. Τα αίτια αυτά μπορούν να προκαλέσουν μηχανική βλάβη στο συσκευασμένο προϊόν και/ή στον περιέκτη.
- 2) **Φυσικοί παράγοντες**, όπως η υγρασία, το οξυγόνο, το φως, η θερμοκρασία και οι πτητικές ουσίες. Τα αίτια αυτά προκαλούν μεταβολές στη σύνθεση, τη θρεπτική αξία, τα φυσικά και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του συσκευασμένου προϊόντος και/ή μεταβολές στον περιέκτη. Στους φυσικούς παράγοντες περιλαμβάνονται επίσης η σκόνη και τα καυσαέρια τα οποία μπορούν να προκαλέσουν μόλυνση του προϊόντος και φθορές στον περιέκτη.
- 3) **Βιολογικοί παράγοντες**, όπως τα βακτήρια, οι μύκητες και οι ζύμες, οι ιοί, τα έντομα και τα τρωκτικά. Τα αίτια αυτά μπορούν να θέσουν σε κίνδυνο την υγεία του καταναλωτή ή να καταστρέψουν το προϊόν και πιθανόν και τον περιέκτη.

Σε ορισμένες περιπτώσεις η συσκευασία τροφίμων προσφέρει στο συσκευασμένο προϊόν και *ενεργητική προστασία* ταυτόχρονα με την παθητική προστασία. Αυτό ισχύει, όταν η συσκευασία α) σχετίζεται άμεσα με την τεχνολογία που εφαρμόζεται για την παραγωγή και συντήρηση του προϊόντος, όπως στην περίπτωση των κονσερβοποιημένων προϊόντων και β) διαδραματίζει ενεργό ρόλο στη συντήρηση του προϊόντος με τη λήψη πρόσθετων μέτρων, όπως στην περίπτωση συσκευασίας ενός εύθρυπτου προϊόντος παρουσία αδρανούς αερίου.[2]

Θα αναπτύξουμε στη συνέχεια κάποιους από τους φυσικούς παράγοντες που χρίζουν ιδιαίτερης σημασίας.

Υγρασία : Η περιεκτικότητα σε υγρασία ενός προϊόντος, το οποίο είναι εκτεθημένο στο περιβάλλον χωρίς συσκευασία, εξαρτάται από τη σχετική υγρασία του περιβάλλοντος με το οποίο το προϊόν βρίσκεται σε άμεση επαφή. Γενικά, αν ένα προϊόν διατηρηθεί σε επαφή με αέρα που έχει ορισμένη θερμοκρασία και σχετική υγρασία, θα προσλάβει ή θα αποβάλει ορισμένη ποσότητα υγρασίας, μέχρις ότου επέλθει εξισορρόπηση μεταξύ της

περιεκτικότητας του προϊόντος σε υγρασία και της σχετικής υγρασίας του περιβάλλοντος. Η περιεκτικότητα του προϊόντος σε υγρασία μετά την εξισορρόπηση καλείται *ισοδύναμη υγρασία ή υγρασία εξισορρόπησης* και ισχύει για τις συγκεκριμένες συνθήκες θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας του χώρου που περιβάλλει το προϊόν. Αν ένα προϊόν κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας έχει περιεκτικότητα σε υγρασία μικρότερη από την ισοδύναμη υγρασία τότε θα πρόσλαβει υγρασία από το περιβάλλον, ενώ σε αντίθετη περίπτωση θα αποβάλει υγρασία προς το περιβάλλον. Στο συσκευασμένο προϊόν η πρόσληψη ή αποβολή υγρασίας εξαρτάται εκτός από τη σχετική υγρασία του περιβάλλοντος στο οποίο βρίσκεται και από τη διαπερατότητα της συσκευασίας σε υδατμούς. Η πρόσληψη υγρασίας από το περιβάλλον μπορεί να προκαλέσει :

- αύξηση της περιεκτικότητας των αφυδατωμένων προϊόντων σε υγρασία σε τιμές που επιτρέπουν την ανάπτυξη μικροοργανισμών. Στην περίπτωση αυτή τίθεται σε κίνδυνο τόσο η υγεία του καταναλωτή όσο και η ποιότητα του προϊόντος,
- υποβάθμιση των οργανοληπτικών και λειτουργικών ιδιοτήτων του συσκευασμένου προϊόντος. Προϊόντα σε μορφή σκόνης μπορεί να σχηματίσουν σβόλους και να χάσουν τη ρευστότητά τους. Τα μπισκότα και τα πατατάκια χάνουν την τραγανότητά τους και τα ζαχαρώδη προϊόντα γίνονται κολλώδη.

Η αποβολή υγρασίας προς το περιβάλλον μπορεί να προκαλέσει :

- απώλεια βάρους συνοδευόμενη από μεταβολή στην εμφάνιση. Σε μια τέτοια περίπτωση τα φρούτα και τα λαχανικά μαραίνονται και χάνουν την εμπορική τους αξία, όταν οι απώλειες βάρους ανέλθουν στο 5% περίπου, το τυρί γίνεται σκληρό και αποκτά καθόλου ελκυστικό για τον καταναλωτή και το βοδινό κρέας σε τεμάχια χάνει βάρος και αποκτά σκούρο καστανό ως μαύρο χρώμα, όταν οι απώλειες ανέλθουν στο 0.05%.

-εγκαύματα κατάψυξης στα κατεψυγμένα τρόφιμα από την εξάχνωση των παγοκρυστάλλων, τα οποία υποβαθμίζουν σημαντικά την εμφάνιση, τη θρεπτική αξία, την οσμή και τη γεύση του προϊόντος.[2^α]

Οξυγόνο : Το οξυγόνο είναι αιτία ανεπιθύμητων μεταβολών στα τρόφιμα λόγω των αντιδράσεων οξειδωσης που προκαλεί σε αυτά και οι οποίες επηρεάζουν την οσμή, τη γεύση, το χρώμα, τη θρεπτική αξία και σε καποιές περιπτώσεις τα φυσικά χαρακτηριστικά των τροφίμων. Παράδειγμα αποτελεί η οξειδωση των λιπών και ελαίων που οδηγεί στην τάγγιση (ανάπτυξη δυσάρεστης οσμής και γεύσης). Η οξειδωση των χρωστικών προκαλεί τον αποχρωματισμό των προϊόντων. Η οξειδωση των βιταμινών και ορισμένων αμινοξέων μειώνει τη θρεπτική αξία των τροφίμων. Ιδιαίτερα ευαίσθητα στην οξειδωση είναι τρόφιμα πλούσια σε λίπος με υψηλή περιεκτικότητα σε ακόρεστα λιπαρά οξέα. Οι αρνητικές επιδράσεις του οξυγόνου στην ποιότητα των τροφίμων, λόγω των αντιδράσεων οξειδωσης, μπορούν να περιοριστούν ή και να αποφευχθούν α) με τη χρησιμοποίηση κατάλληλων αντιοξειδωτικών ουσιών και β) με την επιλογή κατάλληλης συσκευασίας. Με την κατάλληλη συσκευασία τροφίμων είναι δυνατόν να απομακρυνθεί το οξυγόνο από το τρόφιμο ή να περιοριστεί η επαφή του με το τρόφιμο ή τέλος να διατηρηθεί η συγκέντρωση του οξυγόνου στα επίπεδα που ενδείκνυνται για το συγκεκριμένο προϊόν, ώστε να διατηρηθεί αμετάβλητη η ποιότητα του. [2β]

Πτητικές ουσίες : Πολλά τρόφιμα, όπως ο καφές, οι χυμοί φρούτων, τα μπαχαρικά κ.ά. έχουν ένα χαρακτηριστικό ευχάριστο άρωμα, το οποίο ο καταναλωτής επιθυμεί να διατηρηθεί μέχρι την πλήρη κατανάλωση του προϊόντος. Η απώλεια του αρώματος του συσκευασμένου προϊόντος οδηγεί αυτόματα στην ποιοτική του υποβάθμιση. Υποβάθμιση έχουμε και στην περίπτωση όπου ένα τρόφιμο προσλαμβάνει ανεπιθύμητες οσμές από το περιβάλλον, όπως γίνεται στην περίπτωση του βουτύρου, της μαργαρίνης, του κρέατος κ.ά. Τόσο για την αποφυγή πρόσληψης ανεπιθύμητων οσμών από το περιβάλλον όσο και για τη διατήρηση του αρώματος, είναι απαραίτητη η συσκευασία των τροφίμων σε περιέκτες οι οποίοι θα είναι στεγανοί στις

πητικές ουσίες. Η διείσδυση των πητικών ουσιών μέσα από τα διάφορα υλικά συσκευασίας εξαρτάται από τη διαλυτότητα της πητικής ουσίας στο υλικό συσκευασίας και ρη θερμοκρασία, ενώ ο χρόνος που απαιτείται για τη διείσδυση είναι ανάλογος προς το τετράγωνο του πάχους του υλικού συσκευασίας.[2γ]

2.3 Η Συσκευασία τροφίμων-Ορισμός

Σε αυτό το σημείο θα εισάγουμε τον ορισμό της συσκευασίας τροφίμων (food packaging). Οι δύο συνηθέστεροι ορισμοί είναι οι εξής :

1. Η συσκευασία, ως διαδικασία, είναι ένα συντονισμένο σύστημα κατά το οποίο τα αγαθά προετοιμάζονται ώστε να διευκολύνεται η μεταφορά, η διανομή, η αποθήκευση, η λιανική πώληση και η τελική χρήση τους. [3]
2. Η συσκευασία, ως μέσο, είναι κάθε προϊόν κατασκευασμένο από οποιοδήποτε υλικό, από πρώτες ύλες μέχρι επεξεργασμένα υλικά και προοριζόμενο να χρησιμοποιείται για να περιέχει αγαθά. Σκοπός της είναι η προστασία των αγαθών, η διευκόλυνση της διακίνησης και της διάθεσής τους, καθώς και η ελκυστική παρουσίασή τους από τον παταγωγό μέχρι το χρήστη ή τον καταναλωτή. [3^ο]

2.4 *Ιστορική αναδρομή*

Η διατροφή αποτελεί μία από τις βιολογικές ανάγκες του ανθρώπου και ουσιαστική προϋπόθεση για την επιβίωσή του, για το λόγο αυτό και η εξασφάλισής προέχει από την πρώτη κιόλας στιγμή που ο άνθρωπος εμφανίστηκε στη Γη. Οι πρωτόγονοι άνθρωποι για να καλύψουν τις διατροφικές τους ανάγκες άρχισαν να συλλέγουν ρίζες, βολβούς, καρπούς και γενικά φυτικά και ζωικά προϊόντα από το άμεσο περιβάλλον τους. Ο τρόπος αυτός με τον οποίο κέρδιζε την τροφή του και οι τότε συνθήκες διαβίωσής του δεν του καθιστούσαν απαραίτητη την αποθήκευση και τη συντήρηση της τροφής. Οι συνθήκες διαβίωσης άλλαζαν γρήγορα καθώς άρχισε πλέον να σχηματίζει μικρές κοινωνίες. Η αλλαγή αυτή έφερε και την ανάγκη του ανθρώπου να αναζητήσει τρόπους αποθήκευσης των τροφίμων με σκοπό την συντήρησή τους.

Σε αυτή τη χρονική στιγμή, ο άνθρωπος χρησιμοποιεί φυσικά υλικά για να φτιάξει τους πρώτους περιέκτες του όπως ξύλο, φύλλα δέντρων, πέτρες, δέρμα κ.ά. Την ίδια εποχή ανακαλύπτει και τις πρώτες φυσικές μεθόδους συντήρησης των ειδών διατροφής του όπως η αφυδάτωση από τον ήλιο, το αλάτισμα, η ζύμωση και ο καπνισμός [2δ]. Με το πέρασμα του χρόνου οι απαιτήσεις για αποθήκευση και για μεγαλύτερη διάρκεια συντήρησης μεγάλωναν και ο άνθρωπος έπρεπε να βρει λύσεις σε αυτό το πρόβλημα. Έτσι ξεκίνησε η αναζήτηση νέων υλικών από τα οποία θα φτιάχνονταν νέοι περιέκτες με καλύτερες ιδιότητες και δυνατότητα ασφαλέστερης συντήρησης. Οι πρώτοι περιέκτες που κατασκευάστηκαν από τον άνθρωπο ήταν αγγεία και μας πηγαίνουν 8000 χρόνια πίσω. Με αυτά γίνονται όλες οι τότε μεταφορές και κάθε μορφή εμπορίου τροφίμων. Μετά τα αγγεία ακολούθησαν οι μεταλλικοί περιέκτες, κατασκευές από χρυσό, άργυρο και μολύβι, μέταλλα τα οποία βρίσκονταν σε αφθονία στη φύση. Το γυαλί κάνει την εμφάνισή του πολύ αργότερα, περίπου το 4000 π.Χ. [2^ε] και φέρνει την επανάσταση στον τομέα της συσκευασίας μαζί με το χάρτι. Η μεγαλύτερη επανάσταση όμως έγινε τα

τελευταία 200 χρόνια με την ανακάλυψη του λευκοσιδήρου και την κατασκευή αεροστεγών κουτιών.

Συνοπτικά τα σπουδαιότερα γεγονότα στην εξέλιξη της συσκευασίας τροφίμων (food packing) έχουν ως εξής : Το 1795 ο Μέγας Ναπολέων προκήρυξε διαγωνισμό για την εξεύρεση μεθόδου συντήρησης των τροφίμων. Το 1809 ο Nicolas Appert στη Γαλλία κέρδισε το έπαθλο προτείνοντας ως μέθοδο τη συντήρηση των τροφίμων με θέρμανση μέσα σε ερμητικά κλειστούς περιέκτες, γι' αυτό και θεωρείται ο εφευρέτης της κονσερβοποίησης. Ένα χρόνο αργότερα ο Peter Durand σχεδίασε το πρώτο κουτί λευκοσιδήρου και το 1812 ο Brian Donkin με τους συνεργάτες του ίδρυσε στην Αγγλία το πρώτο εργοστάσιο κατασκευής κονσερβών λευκοσιδήρου. Το 1850 ο Francis Wolle στην Πενσυλβάνια των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής ανέπτυξε την πρώτη μηχανή για την κατασκευή χαρτοσακούλας και 20 χρόνια αργότερα άρχισε να χρησιμοποιείται στη συσκευασία το κυματοειδές χαρτόνι. Το 1903 ο Michael J. Owens στο Οχάιο των Η.Π.Α. εγκατέστησε το πρώτο αυτοματοποιημένο εργοστάσιο παραγωγής γυάλινων φιαλών. Το 1912 ανακαλύφθηκε η μεμβράνη αναγεννημένης κυταρρίνης (σελοφάν) από το σουηδό Brandenburger, ενώ 10 χρόνια αργότερα ο Clarence Birdseye στη Νέα Υόρκη ανακάλυψε τη συντήρηση τροφίμων σε χαρτοκιβώτια με κατάψυξη [25].

Στο Β΄ Παγκόσμιο Πόλεμο ανακαλύφθηκαν τα πλαστικά και σημειώθηκε αλματώδη αύξηση στη χρησιμοποίησή τους ως υλικά συσκευασίας. Ειδικότερα, το 1939 έγινε η πρώτη εμπορική παραγωγή του πολυαιθυλενίου (PE) και ακολούθησε το 1946 η παραγωγή του πολυβινυλιδενοχλωριδίου (PVDC). Λίγα χρόνια αργότερα αναπτύχθηκαν τα πρώτα πλαστικά σακίδια (retort pouches) για την συσκευασία προϊόντων θερμικής επεξεργασίας. Το 1956 εισήλθαν στην αγορά οι πρώτοι δίσκοι αλουμινίου για κατεψυγμένα τρόφιμα και οι κονσέρβες αλουμινίου δύο τεμαχίων, ενώ στη δεκαετία του 1960 κατασκευάστηκαν στις Η.Π.Α. οι πρώτες κονσέρβες δύο τεμαχίων για μπίρα και ανθρακούχα αναψυκτικά, όπου και χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά σε αυτές, μηχανισμός με δακτύλιο έλξης για εύκολο άνοιγμα. Το 1956 η

Tetra Pak παρουσίασε την πρώτη χάρτινη συσκευασία γάλακτος αποτελούμενη από χαρτόνι καλυμμένο με πολυαιθυλένιο χαμηλής πυκνότητας. Δέκα χρόνια αργότερα η ίδια εταιρεία παρουσίασε τη χάρτινη ασηπτική συσκευασία (Tetra Brik) για τη συσκευασία γάλακτος μεγάλης διάρκειας. Το 1973 η Du Pont κατασκεύασε την πρώτη πλαστική φιάλη από πολυτερεφθαλικό αιθυλεστέρα (PET) για ανθρακούχα αναψυκτικά, η οποία από το 2000 χρησιμοποιείται επίσης στη συσκευασία μπίρας, μεταλλικών νερών, γάλακτος και άλλων προϊόντων. Τελευταία εξέλιξη στη συσκευασία τροφίμων αποτελούν οι πολύφυλλες μεμβράνες (laminates) και οι μεμβράνες συνεξώθησης (co extruded films) [2^η]. Ίσως η κατασκευή τους αποτελεί τη σημαντικότερη εξέλιξη των τελευταίων χρόνων.

Από όλα τα παραπάνω προκύπτει ότι ο άνθρωπος από τα προϊστορικά ακόμα χρόνια, έκανε συνεχή προσπάθεια για την εύρεση και επεξεργασία υλικών τα οποία επιδίωκε να διατηρήσει τα προϊόντα διατροφής του από τις αλλοιώσεις που φέρει ο χρόνος και οι αντίξοες συνθήκες του περιβάλλοντος. Τα τελευταία 50 με 60 χρόνια έχουν σημειωθεί σημαντικές καινοτομίες που οδήγησαν στη βελτίωση και στην τελειοποίηση της συσκευασίας τροφίμων. Το επίπεδο ζωής του ανθρώπου έχει σημαντικά βελτιωθεί, ενώ παράλληλα έχουν αλλάξει οι διατροφικές του συνήθειες και γενικότερα ο τρόπος που τρέφεται. Τα υλικά εκείνα που χρησιμοποιούνται σήμερα για την κατασκευή περιεκτών τροφίμων είναι το χαρτί, το γυαλί, το μέταλλο, το πλαστικό και τα κεραμικά, όπου και για να χρησιμοποιηθούν σαν υλικά συσκευασίας θα πρέπει να χαρακτηριστούν ως “ Κατάλληλα για Τρόφιμα ”.

2.5 Η σημασία της συσκευασίας

Η συσκευασία είναι το κέλυφος της συντήρησης των τροφίμων και των κατεργασιών αυτών, γιατί η συμβατότητά της συνάδει με τη θετικότητα των περισσότερων μεθόδων διατήρησης. Με τη χρήση κατάλληλης συσκευασίας α) επιβραδύνουμε τη σήψη των νωπών τροφίμων όπως φρούτων, λαχανικών, αυγών, κρεάτων και ψαριών, β) επιτυγχάνεται άριστη ποιότητα και μακρά διάρκεια ζωής των επεξεργασμένων προϊόντων όπως αρτοποιίας, ποτών, γαλακτοκομικών, κ.ά, γ) αποφεύγεται η επιμόλυνση των θερμικά επεξεργασμένων τροφίμων και δ) αποτρέπεται η ύγρανση των αφυδατωμένων προϊόντων. Οι λειτουργίες της συσκευασίας είναι πολλαπλές [1^α]:

➤ **Η προστασία του προϊόντος.** Η συσκευασία τροφίμων μπορεί να θεωρηθεί ως μία φυσική μέθοδος συντήρησης, αφού η κύρια λειτουργία της είναι να προστατεύει το προϊόν από εξωτερικούς παράγοντες και να το διατηρεί αναλοίωτο. Συγκεκριμένα παρέχει στο προϊόν προστασία από μηχανικές βλάβες (μηχανικές κακώσεις, μωλωπισμούς), φυσικές βλάβες (απορρόφηση ή απώλεια υγρασίας, διαρροή ή διείσδυση αερίων, προστασία από ακτινοβολίες, φως, μετακίνηση πτητικών ουσιών), από βιοχημικές-χημικές επιδράσεις (μεταναστεύσεις υλικών) καθώς και από την ανάπτυξη μικροοργανισμών (προστασία από εξωτερικό περιβάλλον, δυσμενείς συνθήκες για μικροβιακή ανάπτυξη στο εσωτερικό). Επίσης ασφαλίζει το προϊόν από νοθείες και υποκλοπές με τη βοήθεια ειδικών μηχανισμών που φέρει όπως ταινίες ασφαλείας, ειδικά πώματα κ.ά. Τέλος σε καμία περίπτωση δεν πρέπει να θεωρηθεί ότι η συσκευασία βελτιώνει την ποιότητα του προϊόντος.

➤ **Η λειτουργία της ως περιέκτης.** Με τη χρήση των συσκευασιών έχουμε τη δυνατότητα επιμερισμού του προϊόντος σε μικρότερα τεμάχια, διευκολύνοντας με τον τρόπο αυτό τη μεταφορά και εμπορία του, χωρίς ποιοτικές και ποσοτικές μεταβολές. Ο περιέκτης θα πρέπει να είναι κατάλληλα κατασκευασμένος ώστε να αντέχει στις καταπονήσεις κατά την παραγωγή και διακίνηση του προϊόντος, καθώς και στις επιδράσεις του περιβάλλοντος κατά τη συντήρησή του, με μόνο σκόπο τη διατήρηση της ακεραιότητας του προϊόντος. Τέλος η συσκευασία περιέκτης δε θα πρέπει να αντιδρά με τα συστατικά του προϊόντος, γιατί κάτι τέτοιο εγκυμονεί κινδύνους για την υγεία του καταναλωτή.

➤ **Η πληροφόρηση του καταναλωτή.** Κάθε συσκευασία τροφίμων φέρει πάνω της μία σειρά από στοιχεία τα οποία πληροφορούν τον καταναλωτή για τη φύση του προϊόντος και τον παρασκευαστή του. Ορισμένες από αυτές τις πληροφορίες τις απαιτεί η νομοθεσία ,ενώ καποιές άλλες αποτελούν απλά μέσο διαφήμισης και εμπορίας του προϊόντος και ορίζονται από την αρμόδια εταιρία παραγωγή του. Τέλος δεν επιτρέπεται να αναγράφονται στη συσκευασία στοιχεία που προσδίδουν στο συσκευασμένο προϊόν ικανότητες ή πρόληψης ασθενειών.

➤ **Η διευκόλυνση εμπορίας του προϊόντος.** Είναι βέβαιο ότι χάρη στη συσκευασία τα προϊόντα μπορούν να διακινούνται με μεγαλύτερη ευκολία ακόμα και στις πιο μακρινές χώρες, διευρύνοντας τη φήμη τους και τις πωλήσεις τους. Τρόφιμα που δεν παράγονται σε καποιές χώρες λόγω έλλειψης συνθηκών, έχουν τη δυνατότητα να φτάσουν ως εκεί χάρη στη συσκευασία.

➤ **Η διευκόλυνση του καταναλωτή.** Η συσκευασία τροφίμων πρέπει παράλληλα με όλα τα παραπάνω, να διευκολύνει τον καταναλωτή σε όλη τη διαδικασία από την αγορά, τη μεταφορά, την αποθήκευση, την προετοιμασία και τη χρήση του προϊόντος για κατανάλωση. Πολλές συσκευασίες προϊόντων διαθέτουν μηχανισμούς με μοναδικό σκοπό τη διευκόλυνση του καταναλωτή. Οι εύκολες λαβές για τη μεταφορά του προϊόντος, ο μηχανισμός εύκολου ανοίγματος, η δυνατότητα σταδιακής χρησιμοποίησης του προϊόντος χωρίς τον κίνδυνο αλλοίωσής του, η δυνατότητα επαναθέρμανσης του προϊόντος στον ίδιο τον περιέκτη, η χρήση της συσκευασίας ως μέσου σερβιρίσματος του προϊόντος, η ύπαρξη "παραθύρου" σε μία αδιαφανή συσκευασία για να δίνει τη δυνατότητα στον καταναλωτή να βλέπει και να αξιολογεί την ποιότητά του είναι μερικά από τα μέσα εκείνα που χρησιμοποιούνται για τη διευκόλυνση του καταναλωτή. Τέλος, η συσκευασία πρέπει να ανταποκρίνεται στις οικονομικές δυνατότητες του καταναλωτή προς τον οποίο απευθύνεται, χωρίς να αυξάνει δυσανάλογα το κόστος του προϊόντος [2θ].

2.6 Πληροφορίες που αναγράφονται στη συσκευασία τροφίμων.

Τα τρόφιμα που θα φτάσουν στον καταναλωτή πρέπει να ακολουθούν κάποιους κανόνες σήμανσης. Πρέπει δηλαδή πάνω στη συσκευασία να αναγράφονται κάποιες πληροφορίες, που είναι απαραίτητες για την ασφάλεια, την υγεία και τη σωστή χρήση του τροφίμου από τον καταναλωτή. Οι ενδείξεις και οι πληροφορίες που υποχρεωτικά πρέπει να περιλαμβάνονται στη σήμανση των τροφίμων είναι οι εξής :

- Η ονομασία πώλησης του προϊόντος και η φυσική του κατάσταση, π.χ. συμπυκνωμένο ζαχαρούχο γάλα. Στόχος των πληροφοριών αυτών είναι να αποφευχθεί τυχόν σύγχυση του καταναλωτή.
- Η σύσταση του προϊόντος συμπεριλαμβανομένων όλων εκείνων των ουσιών που προστέθηκαν κατά την επεξεργασία του τροφίμου και παραμένουν ακόμα στο προϊόν.
- Η χρονολογία ελάχιστης διατηρησιμότητας, η οποία προσδιορίζει το χρόνο στον οποίο το προϊόν διατηρεί αμετάβλητη την ποιότητά του. Αυτή εκφράζεται με την ένδειξη « ανάλωση κατά προτίμηση πριν από...» και απαγορεύει την κατανάλωση του προϊόντος μετά το πέρας της συγκεκριμένης ημερομηνίας, όπου και ορίζει.
- Η ακριβής ποσότητα (καθαρό βάρος, μικτό βάρος) εκφρασμένο σε L, ml, kg, g, όπου και ακολουθείται από το γράμμα. e , αν το προϊόν πληρεί τις προϋποθέσεις της Ε.Ε για τα μέτρα και τα σταθμά.
- Οι ιδιαίτερες συνθήκες συντήρησης και χρήσης (π.χ. διατηρείται στο ψυγείο).
- Το όνομα ή η εμπορική επωνυμία και η διεύθυνση του παρασκευαστή, συσκευαστή ή πωλητή του προϊόντος.
- Ο τόπος παραγωγής ή προέλευσης κυρίως σε περίπτωση που η παράλειψη μπορεί να παραπλανήσει τον καταναλωτή.
- Οδηγίες χρήσης στην περίπτωση που η παράλειψή τους δεν επιτρέπει τη σωστή χρήση του τροφίμου.
- Ο κωδικός αριθμός ο οποίος αναγράφεται μόνο στις κονσέρβες και στα τρόφιμα σε κουτία και περιλαμβάνει την ημερομηνία παραγωγής τους και την παρτίδα παραγωγής του συγκεκριμένου προϊόντος.
- Η τιμή του κατ' όγκο αλκοολικού τίτλου στην περίπτωση ποτών με περιεκτικότητα σε αιθυλική αλκοόλη μεγαλύτερη από 12% κατ' όγκο.
- Ο πίνακας διατροφικής αξίας ο οποίος δίνει στον καταναλωτή τις απαραίτητες πληροφορίες για την απόδοση του προϊόντος σε θερμίδες και την περιεκτικότητά του σε ορισμένα θρεπτικά στοιχεία και βρώσικες ίνες.

▪ Ο γραμμωτός κώδικας (bar code) είναι ένα σύστημα επισήμανσης και κωδικοποίησης των προϊόντων το οποίο είναι κατανοητό από τους ηλεκτρονικούς υπολογιστές με το σύστημα scanning και συμβάλλει αποτελεσματικά στην καλύτερη διακίνηση και εμπορία τους. Είναι ένας συνδυασμός γραμμών διαφορετικού πάχους και σε διαφορετικά διαστήματα μαζί με μία σειρά αριθμών και αποτελεί το δακτυλικό αποτύπωμα του προϊόντος. Ο κωδικός αυτός τυπώνεται πάνω στην ετικέτα του προϊόντος και μπορεί να διαβαστεί από ένα ειδικό μηχάνημα στο σημείο αποθήκευσης ή πώλησης, με δυνατότητα αναγνώσης $3000 \text{ σημείων/ min}^{-1}$ [4]. Η πληροφορία μεταφέρεται με το σύστημα μηχανογράφησης για να ενημερωθεί αυτόματα η αποθήκη, το λογιστήριο, η κοστολόγηση κ.λ.π.

Καθιερωμένα συστήματα γραμμωτών κωδικών είναι ο δεκατριψήφιος EAN-13, ο οποίος έχει καθιερωθεί στην Ευρώπη και στις περισσότερες χώρες του κόσμου και ο δωδεκαψήφιος UPC-A, ο οποίος έχει καθιερωθεί στις Η.Π.Α. [5]. Στη χώρα μας έχει καθιερωθεί ο EAN (European Article Numbering) ο οποίος χορηγείται από το Ελληνικό Κέντρο Σήμανσης Προϊόντων (ΕΛΚΕΣΗΠ). Στον EAN-13 οι τρεις πρώτοι αριθμοί δηλώνουν τη χώρα στην οποία παράγεται το προϊόν. Για την Ελλάδα έχει οριστεί ο αριθμός 520 [3β]. Οι επόμενοι τέσσερις αριθμοί δηλώνουν τον κωδικό αριθμό της βιομηχανίας που παράγει το προϊόν. Οι αμέσως επόμενοι πέντε αριθμοί δηλώνουν τον κωδικό αριθμό του προϊόντος της συγκεκριμένης βιομηχανίας και τέλος ο δέκατος τρίτος αριθμός αποτελεί αριθμό ελέγχου και προκύπτει από μία μαθηματική σχέση από τα δώδεκα ψηφία. Υπάρχουν διάφορες παραλλαγές του EAN (π.χ. EAN-128) που χρησιμοποιούνται σε ειδικές εφαρμογές όπου απαιτούνται περισσότερες πληροφορίες που μπορούν να δώσουν τα 13 ψηφία του EAN-13.

2.7 Τα είδη της συσκευασίας.

Με τον όρο πρωτογενή συσκευασία ή συσκευασία πώλησης χαρακτηρίζουμε τη συσκευασία εκείνη η οποία έρχεται σε άμεση επαφή με το προϊόν και η οποία είναι κατασκευασμένη κατά τρόπο ώστε στο σημείο αγοράς να αποτελεί ξεχωριστή μονάδα πώλησης στον τελικό χρήστη ή καταναλωτή του προϊόντος. Η συσκευασία πώλησης μπορεί να είναι ένα απλό περιτύλιγμα ή να έχει τη μορφή περιέκτη. Το υλικό κατασκευής της πρωτογενούς συσκευασίας παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον για το προϊόν και τον καταναλωτή, καθώς μπορεί να επηρεάσει τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του προϊόντος και την υγεία του καταναλωτή σε περίπτωση μετανάστευσης ουσιών από τη συσκευασία στο τρόφιμο.

Ως δευτερογενή συσκευασία ή περισυσκευασία χαρακτηρίζεται η συσκευασία η οποία χρησιμοποιείται ως πρόσθετη συσκευασία που περιβάλλει την πρωτογενή συσκευασία ή ορισμένο αριθμό μονάδων της πρωτογενούς συσκευασίας. Σκοπός της είναι να διευκολύνει τη προβολή και διάθεση των προϊόντων με τη μέθοδο της αυτοεξυπηρέτησης, ενώ σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να αντικαθιστά ή να συμπληρώνει ορισμένες ιδιότητες της πρωτογενούς συσκευασίας. Η δευτερογενής συσκευασία δεν έρχεται σε επαφή με το προϊόν.

Ως τριτογενής συσκευασία ή συσκευασία μεταφοράς χαρακτηρίζεται η συσκευασία εκείνη η οποία σχεδιάστηκε για να διευκολύνει τη διακίνηση και μεταφορά ενός αριθμού πρωτογενών ή δευτερογενών συσκευασιών με όσο το δυνατόν μεγαλύτερη ασφάλεια.

Τέλος ως τεταρτογενή συσκευασία εννοούμε τα μεταλλικά κοντέινερ, μήκους μέχρι και 12 μέτρων, που περιέχουν μονάδες πρωτογενούς ή δευτερογενούς συσκευασίας. Η μεταφορά τους γίνεται με αυτοκίνητα, τρένα και πλοία. Ορισμένα από αυτά είναι εξοπλισμένα με ψυκτικό σύστημα που διατηρεί σταθερή τη θερμοκρασία, τη σχετική υγρασία και ρυθμίζει την κυκλοφορία του αέρα στο εσωτερικό τους [21].

2.8 Χαρακτηριστικά διαπερατότητας του υλικού συσκευασίας.

Η διαπερατότητα της συσκευασίας σε υδρατμούς, αέρια και πτητικές αρωματικές ενώσεις είναι πολύ σημαντικός παράγοντας που πρέπει να λαμβάνεται υπόψη κατά την επιλογή της συσκευασίας. Τρόφιμα με υψηλή σχετικά υγρασία όπως κρέας και τυρί τείνουν να απωλέσουν την επιπλέον υγρασία και αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την απώλεια βάρους και ανεπιθύμητες μεταβολές στην εμφάνιση και δομή του προϊόντος. Αντίθετα τρόφιμα με χαμηλή σχετικά υγρασία τείνουν να απορροφούν υγρασία από την ατμόσφαιρα, γεγονός που μπορεί να οδηγήσει σε υποβάθμιση της ποιότητάς τους.

Η διάρκεια ζωής των περισσότερων τροφίμων μπορεί να παραταθεί με τη δημιουργία ατμόσφαιρας μέσα στη συσκευασία που εξασφαλίζει χαμηλή περιεκτικότητα σε οξυγόνο. Ωστόσο αν το επίπεδο οξυγόνου φτάσει σε ποσοστό μικρότερο του 2% τότε μπορεί να αναπτυχθούν δυσάρεστες οσμές και γεύσεις καθώς είναι δυνατόν να προκληθεί και αποχρωματισμός σε ορισμένα φρούτα και λαχανικά. Για να αποφευχθούν τέτοιες ανεπιθύμητες αλλαγές είναι απαραίτητο να χρησιμοποιηθεί υλικό συσκευασίας που επιτρέπει τη διόδο οξυγόνου προς το εσωτερικό της συσκευασίας και διοξειδίου του άνθρακα προς την ατμόσφαιρα. Σε περίπτωση που παρατηρείται αυξημένη κινητικότητα υδρατμών και αερίων περιβάλλοντος και συσκευασίας μπορούν να χρησιμοποιηθούν περιέκτες, κατάλληλα στεγανοποιημένοι, από μέταλλο και γυαλί. Τέλος όταν είναι απαραίτητη η μερική ανταλλαγή αερίων και υδρατμών μεταξύ συσκευασίας και περιβάλλοντος επιβάλλεται η χρήση ημιδιαπερατών μεμβρανών.

Ως υλικά συσκευασίας μπορούν να χρησιμοποιηθούν το χαρτί, το γυαλί, διάφορα μέταλλα όπως αλουμίνιο, λευκοσίδηρος και επιχρωμιωμένος χάλυβας και το πλαστικό [1β].

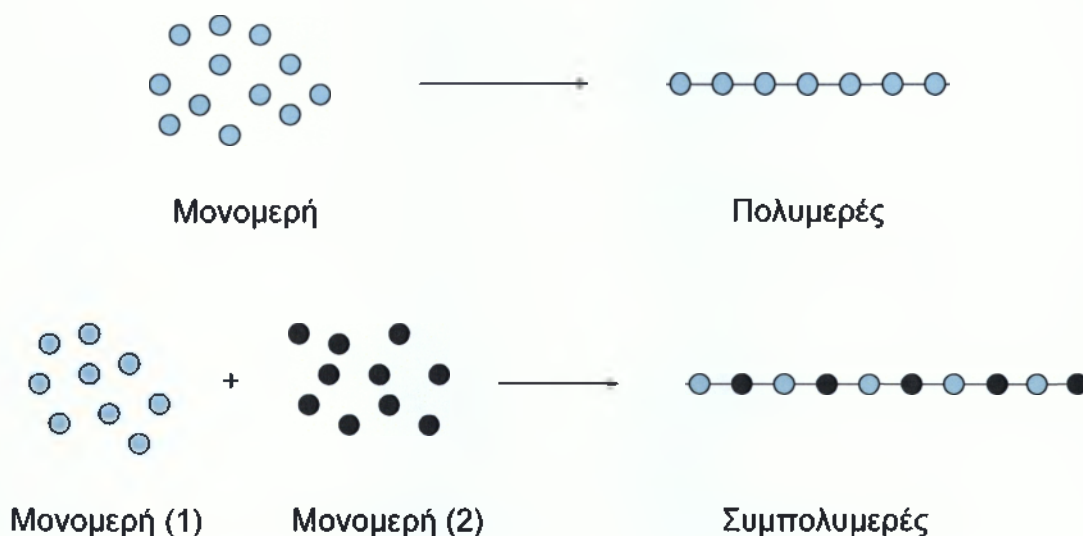
3. ΠΛΑΣΤΙΚΗ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ

3.1 Τα πλαστικά.

Τα πλαστικά ορίζονται ως τα επεξεργάσιμα υλικά βασισμένα στα πολυμερή σώματα. Αυτά τα υλικά μπορούν να μετασχηματιστούν σε ολοκληρωμένα προϊόντα όπως μπουκάλια, εμπορευματοκιβώτια, ταινίες, μάνικες, επιστρώματα, λάκκες, κ.τ.λ.[6]. Η λέξη πολυμερές είναι σύνθετη : πολύ+μέρος.

Σε αυτό το σημείο θα ήταν σκόπιμο να δώσουμε στον αναγνώστη αυτής της βιβλιογραφικής εργασίας κάποιες διευκρινήσεις σχετικά με τους όρους “μακρομόριο”, “πολυμερές”, “συμπολυμερές”. Ένα πολυμερές (*polymer*) ή μακρομόριο (*macromolecule*) είναι ένα μεγάλο μόριο που προκύπτει από την επανάληψη μικρών δομικών μονάδων, οι οποίες συνδέονται μεταξύ τους με ομοιοπολικούς δεσμούς. Συνήθως ο όρος “μακρομόριο” ή “πολυμερές” δίνεται σε μόρια με περισσότερες από δέκα δομικές μονάδες. Τα μόρια με λιγότερες από δέκα δομικές μονάδες ονομάζονται *ολιγομερή*. Οι ενώσεις από τις οποίες προέρχονται τα πολυμερή λέγονται *μονομερή (monomers)*. Τα μονομερή και οι δομικές μονάδες (*repeating units*) ή μονομερικά στοιχεία (*monomeric units*) διαφέρουν είτε στον τρόπο συνδέσης των ατόμων τους είτε στον αριθμό των ατόμων τους. Ο αριθμός των μονομερών στοιχείων του μακρομορίου ονομάζεται *βαθμός πολυμερισμού, X, (degree of polymerization)* και δίνεται από τη σχέση [7]:

$$X = \frac{\text{Μοριακό βάρος πολυμερούς}}{\text{Μοριακό βάρος μονομερικού στοιχείου}} = \frac{M}{M_0}$$



Σχήμα 1. Σχηματική απεικόνιση μονομερών , πολυμερών και συμπολυμερών.

Τα πολυμερή είναι οργανικές ενώσεις, το μόριο των οποίων σχηματίζεται από την επανάληψη μιας ή περισσοτέρων δομικών μονάδων που ενώνονται μεταξύ τους σε μία μακρομοριακή αλυσίδα με πολύ μεγάλο μοριακό βάρος. Οι επαναλαμβανόμενες δομικές μονάδες που απαρτίζουν το μόριο του πολυμερούς χαρακτηρίζονται ως μονομερή (monomers) και ο αριθμός τους ποικίλει από 100 ως 100.000 ανά αλυσίδα. Ανάλογα με τη φύση του μονομερούς, του τρόπου διάταξης των μακρομοριακών αλυσίδων και της πιθανής αλληλεπίδρασης αυτών, τα πολυμερή διαφέρουν μεταξύ τους ως προς τη χημική τους σύνθεση, τη δομή και τις φυσικές τους ιδιότητες [2κ].

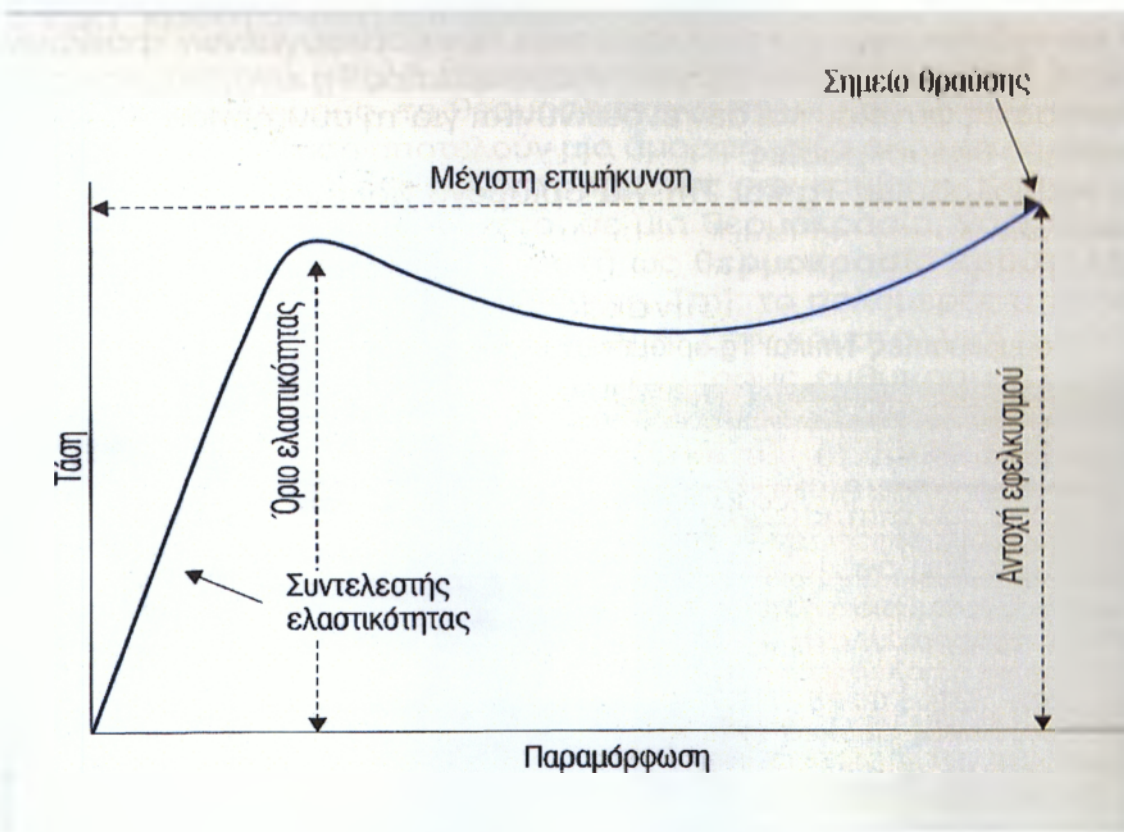
Ως αποτέλεσμα του σημερινού πλήθους πλαστικών εφαρμογών υπάρχει μία αντίστοιχη τεράστια ποικιλία πλαστικών υλικών. Η πολυμερής μήτρα καθώς επίσης και οι ενσωματωμένες πλαστικές πρόσθετες ουσίες μπορούν να επεξεργαστούν με μία τεράστια ποικιλία τρόπων χωρίς καταστροφή της χημικής σύνθεσης και της δομής τους, ώστε να προκύψει το κατάλληλο προϊόν για κάθε εφαρμογή.

Η συσκευασία είναι ένας σημαντικός τομέας της εφαρμογής για τα πλαστικά υλικά. Η ανάπτυξη από την αυτοεξυπηρέτηση στα καταστήματα με τη μεγάλη ποικιλία προϊόντων τους είναι αφάνταστα χωρίς τα πλαστικά. Η σημαντικότερη λειτουργία ενός υλικού συσκευασίας είναι η ποιοτική συντήρηση των συσκευασμένων αγαθών. Μεταξύ αυτών των αγαθών, τα τρόφιμα κρατούν μία θέση ιδιαίτερης σπουδαιότητας λόγω της κύριας χημικής τους αστάθειας. Αυτή η αστάθεια είναι επίσης χαρακτηριστική για άλλα προϊόντα που περιέχουν ενεργές ουσίες, ειδικότερα τα φαρμακευτικά είδη. Ιδιαίτερη σημασία δίνεται στη μαζική μεταφορά μεταξύ πλαστικών και τροφίμων και στις συνέπειες τέτοιας αλληλεπίδρασης για την εξασφάλιση ποιότητας και νομοθεσίας [6].

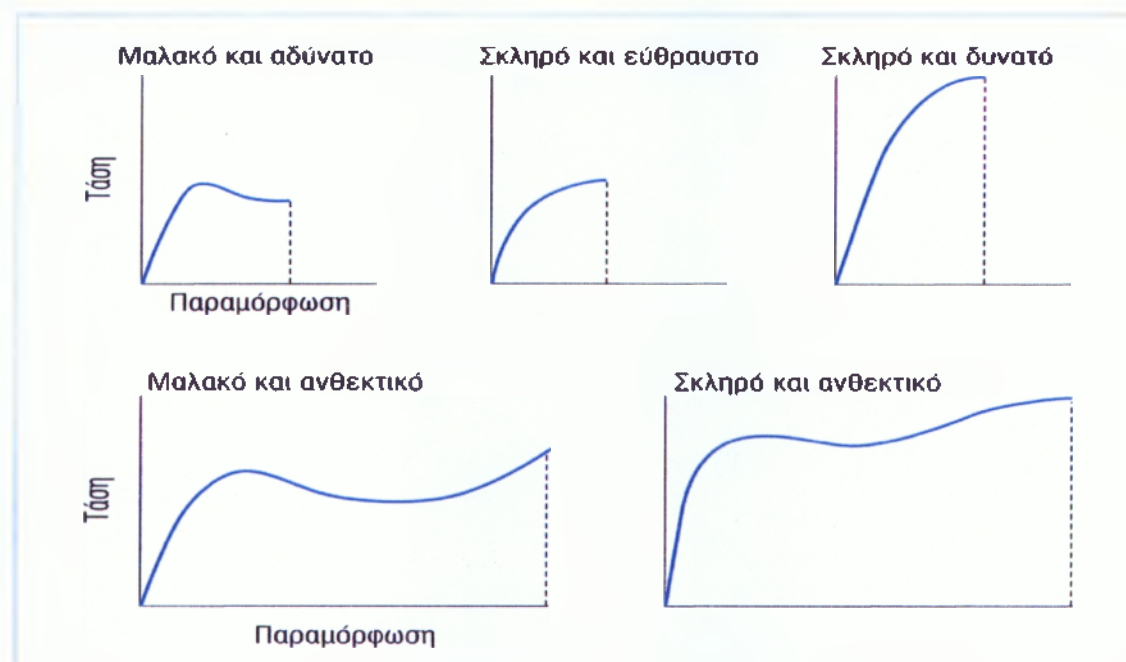
3.2 Χαρακτηριστικά των πλαστικών.

Τα πλαστικά είναι μία ανακάλυψη του 20^{ου} αιώνα. Τα πρώτα πλαστικά προέρχονται από φυσικές πρώτες ύλες με μεγάλο μοριακό βάρος, π.χ. αναπαραγμένη κυτταρίνη (σελοφάν) από την κυτταρίνη περίπου το 1910. Τα πλαστικά θεωρήθηκαν αρχικά ως αντικαταστάτες για τις φυσικές πρώτες ύλες κατά τη διάρκεια των χρόνων που άρχισαν οι ελλείψεις, π.χ. συνθετικό λάστιχο κατά τη διάρκεια του Α Παγκοσμίου Πολέμου. Εντούτοις, από το Β Παγκόσμιο Πόλεμο μία νέα κατηγορία χρήσιμων υλικών αναπτύχθηκε οι ιδιότητες των οποίων μπορούν να προσαρμοστούν μέσω του ελέγχου των

συνθέσεών τους ώστε να είναι δυνατή κάθε επθυμητή εφαρμογή. Με μία ετήσια παραγωγή σχεδόν 100 εκατομμυρίων τόνων, τα πλαστικά διαμορφώνουν ένα στυλοβάτη της οικονομίας, απουσία του οποίου δε θα ήταν εφικτό το σημερινό βιοτικό επίπεδο. Η σημασία των πλαστικών επιβεβαιώνεται από την αφθονία της επιστημονικής και τεχνικής βιβλιογραφίας επάνω στο θέμα [6^α].



Σχήμα 2. Τοπική καμπύλη τάσης/ παραμόρφωσης [2μ]



Σχήμα 3. Τυπικές καμπύλες τάσης/παραμόρφωσης που εκφράζουν τη σκληρότητα και την αντοχή των πλαστικών υλικών συσκευασίας (οι άξονες στις γραφικές παραστάσεις περιλαμβάνουν τάση και παραμόρφωση όπως φαίνεται και στις αρχικές).

Πίνακας 1. Μηχανικές ιδιότητες ορισμένων πλαστικών μεμβρανών (Fellows, 2000)

Είδος Μεμβράνης	Πάχος (μm)	Αντοχή Εφελκυσμού (MN*m ⁻²)	Όριο Ελαστικότητας (m ² *kg ⁻¹)
Πολυαιθυλένιο:			
Χαμηλής πυκνότητας (LDPE)	25-200	16-7	43-5
Υψηλής πυκνότητας (HDPE)	350-1000	16-24	

Πολυπροπυλένιο:			
Προσανατολισμένο(OPP)	20-30	145-200	24
Διαξονικά προσανατολισμένο	20-40	118-260	55-67
Επικαλυμμένο με PVDC	18-34		53-30
Μεταλλιζέ	20-30	215	56-36
Πολυβινυλοχλωρίδιο (PVDC)	10-50	120-130	35-17
Πολυεστέρας (PET)	12-23		59-31
Αναγεννημένη κυταρρίνη:			
Απλή	21-40	33	30-18
Επ/μένη με νιτροκυταρρίνη	22-24	35	31-29
Επ/μένη με PVDC	19-42	32-60	36-17
Επ/μένη με PVDC+μεταλλιζέ	21-42	28-60	31-17

3.3 Ταξινόμηση των πλαστικών.

Τα πλαστικά μπορούν να ταξινομηθούν ανάλογα με τα αν κατασκευάζονται από φυσικά προϊόντα (αναπαραγμένη κυταρρίνη) ή από απολύτως συνθετικά προϊόντα. Έτσι ταξινομούνται σε δύο μεγάλες κατηγορίες:

- A) Στα φυσικά πολυμερή και τα παράγωγά τους, π.χ. πρωτεΐνες, κυταρρίνες, οξική και νιτρική κυταρρίνη κ.λ.π. και
- B) Στα συνθετικά πολυμερή, π.χ. πολυαιθυλένιο, πολυστυρόλιο, πολυαμίδια, πολυεστέρες, κ.λ.π.

Τα συνθετικά πολυμερή μπορούν να διαιρεθούν με τη σειρά τους 1) ανάλογα με τη χημική τους δομή, 2) ανάλογα με τη συμπεριφορά τους στη θέρμανση

και τέλος 3) ανάλογα με την ιδιότητα που επικρατεί στη χρησιμοποίησή τους[7^α].

Κατόπιν μπορούν να ταξινομηθούν περαιτέρω σύμφωνα με τις διάφορες αλλαγές της μηχανικής τους συμπεριφοράς ύστερα από αλλαγή της θερμοκρασίας και η οποία συμπεριφορά οφείλεται στις βασικές διαφορές της δομής των μορίων [8]. Σύμφωνα με τις διαφορές αυτές διαχωρίζει κανείς τα πλαστικά σε τρεις κυρίως ομάδες : τα θερμοπλαστικά ή πλαστομερή, τα θερμοσκληρυνόμενα ή σκληρομερή και τα ελαστομερή.

Ας δούμε τώρα τι συμβαίνει ακριβώς στην κάθε κατηγορία.

▪ **Τα θερμοπλαστικά**, αποτελούνται από σχινοειδή μεγαλομόρια, τα οποία με κάθε ύψωση της θερμοκρασίας διακινούνται μέχρις ότου γίνουν πλαστικώς ρευστά και μετά από κάθε ψύξη στερεοποιούνται σε άμορφη κατάσταση εν μέρει ενωμένη (κρυσταλλική) μορφή. Τα θερμοπλαστικά μπορούν να μορφοποιούνται συνεχώς με θέρμανση, εφόσον βέβαια δε συμβαίνει μία χημική αποικοδόμηση, πράγμα που συμβαίνει όταν κανείς υπερβεί ένα ορισμένο όριο θερμοκρασίας. Τα προϊόντα στερεοποιούνται κατά την ψύξη. Τα άμορφα θερμοπλαστικά διατηρούνται σε πλαστική κατάσταση εφόσον διαρκεί η θέρμανση. Οι όποιες μορφοποιήσεις πρέπει να γίνονται υπό ψύξη και πίεση. Όταν δε επαναληφθεί η θέρμανση επανέρχεται η ημίρευστη κατάσταση ελαστικότητας, άρα επανερχόμαστε στη χαμηλότερη θερμοκρασία του θερμοπλαστικού μετασχηματισμού της πρώτης ύλης. Τα θερμοπλαστικά συνθετικά υλικά μπορούν να συγκολληθούν. Η αναγκαία προς αυτό θερμότητα παράγεται με θερμό ρεύμα αέρος 300°C με τη βοήθεια θερμοστοιχείων και σε μερικά πλαστικά με υψίσυχνους ηλεκτρικούς παλμούς.

Στο μεγάλο προτέρημα της πολύπλευρης δυνατότητας επεξεργασίας των θερμοπλαστικών, αντιτίθεται το μειονέκτημα της σχετικής εξάρτησης της μηχανικής συμπεριφοράς τους από τη θερμοκρασία. Είναι πολύ ευρεία τα όρια θερμοκρασιών πέραν των οποίων δημιουργείται μία ακαμψία ή μαλάκυνση σε πολλά πλαστικά της ομάδας αυτής και διαρκώς αυτά διευρύνονται. Μερικά λόγω της ιδιαίτερας μεγάλης μοριακής δομής τους είναι ήδη μαλακά σαν ελαστικό, ακόμα και στη θερμοκρασία που χρησιμοποιούνται ή μπορούν, όπως

το χλωριούχο πολυβινύλιο, με τη βοήθεια μη πτητικών διαλυτικών μέσων που χρησιμεύουν σαν “πλαστικοποιητικές ουσίες” , να καταστούν πλαστικά σαν ελαστικό κόμμι. Σε υψηλότερες θερμοκρασίες τα πλαστικά αυτά μορφοποιούνται σε κατάσταση αυξανόμενης πλαστικότητας, διαφορετικά από τα ελαστομερή πλαστικά που αναφέρονται στη συνέχεια.

▪ **Τα θερμοσκληρυνόμενα πλαστικά**, διατίθενται σαν υγρά ή σαν στερεά που είναι δυνατόν να τακούν ή είναι μαλακά με αυξημένη ελαστικότητα όταν θερμανθούν, ενώ αποτελούν πρόδρομα προϊόντα, τα οποία κατά την μορφοποίησή τους σκληραίνουν λόγω χημικής αντίδρασης των στενά συνδεδεμένων μακρομορίων τους. Τα θερμοσκληρυνόμενα πλαστικά που έχουν ήδη σκληρύνει είναι τόσο σκληρά όσο το γυαλί. Οι μηχανικές ιδιότητές τους δεν εξαρτώνται πια καθόλου από οποιαδήποτε θερμοκρασία, γιατί οι δεσμοί τους δεν μπορούν να καταστραφούν παρά μόνο με μία χημική αποικοδόμηση. Στο προτέρημα αυτό αντιτίθενται τα μειονεκτήματα των περιορισμένων δυνατοτήτων μορφοποίησης (τα θερμοσκληρυνόμενα πλαστικά δεν είναι δυνατόν να αναμορφοποιηθούν ή να συγκολληθούν).

Η διαφορετική συμπεριφορά των θερμοπλαστικών από τα θερμοσκληρυνόμενα μπορεί να συγκριθεί με τη διαφορά του γυαλιού προς τα κεραμικά. Οι θερμοκρασίες όμως της επεξεργασίας των ανόργανων υλών είναι ουσιωδώς υψηλότερες. Το τηγμένο ορυκτό γυαλί σκληρύνεται όταν αναθερμανθεί. Τα κεραμικά όμως προϊόντα σκληρύνονται μεν κατά την πύρωση αλλά δεν μπορούν να μετασχηματιστούν, δηλαδή μετά την πύρωση δεν μπορούν να τροποποιηθούν. Η σκλήρυνση των θερμοσκληρυνόμενων πλαστικών αντιστοιχεί με την στερεοποίηση του μπετόν.

▪ **Ελαστομερή**, ονομάζονται πολυμερή υλικά των οποίων οι μακρομοριακές σχοινοειδείς ενώσεις είναι χημικώς δικτυωμένες μεταξύ τους σε μεγαλύτερες αποστάσεις. Οι χημικοί δεσμοί των δικτύων εμποδίζουν τα σχοινοειδή μόρια να απομακρυνθούν το ένα από το άλλο με ολίσθηση όταν βρίσκονται σε υψηλές θερμοκρασίες, δηλαδή με αυτόν τον τρόπο το υλικό γίνεται πλαστικώς ρευστό. Λόγω αυτής της ιδιότητας, τα ελαστομερή υλικά διαφέρουν από τα μαλακά ελαστικά σαν φυσικώς δικτυωμένα θερμοπλαστικά.

Πέραν από τις προαναφερθείσες κατηγορίες πλαστικών, υπάρχουν δυνατότητες και για επιπλέον ταξινόμησή τους, η οποία στηρίζεται στην προέλευση των πολυμερών υλικών (από αργό πετρέλαιο, η χημεία του άνθρακα, οργανικές φυσικές ουσίες) από τις μεθόδους συνθέσεως δηλαδή πολυμερισμού, πολυσυμπυκνώσεως ή συμπολυαθροίσεως (πολύσυμπολυμερισμού), κατά τις οποίες παράγονται από υγρά και αέρια (μονομερή) μακρομόρια που διατηρούν το βασικό τους χημικό χαρακτήρα. Ο χημικός αυτός χαρακτήρας προσδιορίζει εκτός των άλλων και την έκταση της ικανότητας έναντι διαβρώσεων και την ανθεκτικότητα ενός πλαστικού δε διαλυτικά μέσα. Αυτά δε τα χαρακτηριστικά ενός πλαστικού αποτελούν και τη βάση της κατάταξης στους περιληπτικούς κατατοπιστικούς πίνακες που ακολουθούν. Εξάλλου υπάρχει περίπτωση να τροποποιηθεί ουσιαστικά ο χημικός χαρακτήρας ενός πλαστικού με τη μέθοδο του συμπολυμερισμού, δηλαδή της σύνθεσης ενός πολυμερούς από διάφορα μονομερή υλικά (polyblends) ή μια ανάμειξη.

Μεγάλη σημασία για τη μηχανική συμπεριφορά, κυρίως των θερμοπλαστικών συνθετικών ουσιών, έχει η κανονική διάταξη των βασικών μονάδων στο μακρομόριο. Σε περίπτωση πλαστικών που έχουν ορισμένες διατάξεις μονάδων μπορούν να παρουσιαστούν κρυσταλλώσεις σε μερικά σημεία. Πλαστικά με εν μέρει κρυσταλλική μορφή είναι ανθεκτικά. Θερμοπλαστικά με μικρότερο μοριακό βάρος είναι σκληρά σε χαμηλές θερμοκρασίες, υαλώδη, άμορφα πλαστικά σε υψηλές θερμοκρασίες και μερικά ελαστικά σε θερμοκρασίες μετασχηματισμού ή ακόμα και σε θερμοκρασία δωματίου.

Μέχρι στιγμής έχουμε αναφέρει μόνο τους τρόπους με τους οποίους κατατάσσουμε τα πλαστικά στις διάφορες κατηγορίες. Στη συνέχεια θα αναπτύξουμε τις μεθόδους κατασκευής των πλαστικών.

Πίνακας 2. Κατάταξη εμπορικών ρητίνων και πλαστικών κατά προέλευση.

Παράγωγα φυσικών προϊόντων (θερμοπλαστικά, εκτός αν σημειώ-νεται διαφορετικά)	Συνθετικές ρητίνες με πολυμερισμό συμπύκνω-σης(θερμοσκληρυνόμενες εκτός αν σημειώνεται διαφορετικά)	Συνθετικές ρητίνες με πολυμερισμό προσθή-κης (θερμοπλαστικές)
<p>A. Φυσικές ρητίνες Φυτικές ρητίνες Ρετσίνι Γομαλάκα Λιγνίνη(θερμοσκληρυνόμενη)</p> <p>B. Παράγωγα κυτταρίνης Αναγεννημένη κυτταρίνη Εστέρας κυτταρίνης Αιθέρες κυτταρίνης</p> <p>Γ. Παράγωγα πρωτεΐνης Καζείνη-Φορμαλδεύδη Πρωτείνες αραβοσίτου-Φορμαλ-δεύδης Πρωτείνες σόγιας-Φορμαλδεύδης</p>	<p>A. Φαινολικές ρητίνες Φαινόλης-Φορμαλδεύδης Φαινόλης-βουρφουράλης Ρεσορκινόλης-Φορμαλ-δεύδης</p> <p>B. Αμινορητίνες Ουρίας-Φορμαλδεύδης Μελαμίνης-Φορμαλ-δεύδης</p> <p>Γ. Πολυεστέρες Ακόρεστοι ή τροποποιη-μένοι με έλαια Πολυανθρακικά(θερμοπλα-στικά) Πολυεστέρες κορεσμένοι(θερμοπλαστικοί)</p> <p>Δ. Πολυαιθέρες(θερμοπλαστικοί) Πολυφορμαλδεύδες Πολυγλυκόλες</p> <p>E. Πολυουρεθάνες(θερμοπλαστικές υπό ορισμένες συνθήκες)</p> <p>ΣΤ. Πολυαμίδια(θερμοπλαστικά)</p> <p>Z. Ρητίνες σιλικόνης(θερμοπλαστικά υπό ορισμένες συνθήκες)</p> <p>H. Ιονομερή</p> <p>Θ. Πολυσουλφόνες</p> <p>I. Πολυιμίδια</p>	<p>A. Πολυαιθυλένιο B. Πολυπροπυλένιο Γ. Πολυισοβουτυλένιο Δ. Φθοριοπολυμερή E. Οξεικό πολυβινύλιο και παραγωγή του Πολυβινυλαιθέρες Διβινυλοπολυμερή Χλωριούχο πολυβινύλιο Z. Πολυδιβινυλενοχλωρίδιο H. Πολυστυρένιο Θ. Ακρυλικά πολυμερή</p>

3.4 Παρασκευή πλαστικών

Τα διάφορα πλαστικά που κυκλοφορούν στο εμπόριο είναι πολύπλοκα μίγματα πολυμερών με άλλα υλικά που σκοπό τους έχουν να βελτιώσουν τις βασικές ιδιότητες και να μειώσουν το κόστος των πολυμερών. Η τυπική σύνθεση ενός πλαστικού με βάση ένα τυχαίο συμπολυμερές είναι η εξής :

1. Συμπολυμερές (βασικό υλικό) : 100 μέρη βάρος.
Φθαλικός διοκτυλεστέρας(πλαστικοποιητής) : 30 μέρη βάρος
Χλω/μένος υδρογονάνθρακας(δευτερ.πλαστικοπ.) : 30 μέρη βάρος
Ανθρακικό ασβέστιο(πληρωτικό υλικό) : 150 μέρη βάρος
Οργανικά άλατα Cd/Ba (σταθεροποιητής) : 3 μέρη βάρος
Στεατικό ασβέστιο (λιπαντικό, σταθεροπ.) : 1 μέρος βάρος
Χρώμα : ανάλογα με τις απαιτήσεις.
2. Οι σταθεροποιητές αυξάνουν την ευκαμψία και την αντοχή του πολυμερούς σε περίπτωση κρούσης. Επίσης προστατεύουν το μακρομόριο από την αποικοδόμηση.
3. Τα υλικά πληρώσεως ελαττώνουν το κόστος του συμπολυμερούς.
4. Το λιπαντικό βοηθάει στην ελάττωση της τριβής μεταξύ συμπολυμερούς και μηχανικών κατεργασίας.
5. Τέλος, το χρώμα χρησιμοποιείται για να δώσει τον κατάλληλο χρωματισμό στο άχρωμο πολυμερές.

Επομένως, το πολυμερές ή και αλλιώς η ρητίνη(όπως ονομάζεται στη βιομηχανία) είναι μία καθαρή χημική ένωση (μακρομόριο), ενώ το πλαστικό είναι συνήθως μίγμα πολυμερούς (ή συμπολυμερούς) και άλλων υλικών.

Οι μέθοδοι πολυμερισμού που ακολουθούνται για την παραγωγή των πλαστικών είναι οι εξής :

➤ Πολυμερισμός μάζας. είναι η παλαιότερη και πιο διαδεδομένη βιομηχανική μέθοδος. Κατά τη μέθοδο αυτή τα μονομερή (διοξέα και διαμίνες, διοξέα και διόλες, διμεθυλεστέρες και διόλες, ω-αμινοξέα, ω-υδρουξέα, κ.λ.π.) αναμιγνύονται με τον καταλύτη, το μίγμα θερμαίνεται λίγο πιο πάνω από τη θερμοκρασία τήξεως (300-350°C) και ελαττώνεται η πίεση. Η ελάττωση της πίεσης είναι αναγκαία για να απομακρύνονται εύκολα τα μικρά μόρια (H_2O , NH_3 , κ.λ.π.) που σχηματίζονται κατά τον πολυμερισμό και έτσι λαμβάνεται το πολυμερές με το επιθυμητό μοριακό βάρος. Η μέθοδος αυτή περιορίζεται σε μονομερή και πολυμερή που είναι σταθερά σε μεγάλες θερμοκρασίες. Με αυτή παρασκευάζονται τα περισσότερα από τα Nylon και ο πολυ(τερεφθαλικός αιθυλεστέρας)[7β].

➤ Πολυμερισμός διαλύματος. Το μονομερές που θα χρησιμοποιηθεί διαλύεται σε διαλύτη που δεν αντιδρά μαζί του και που εξυπηρετεί για να επιβραδύνει την αντίδραση. Έτσι μετράει τη θερμότητα που εκλύεται και η οποία μπορεί να ρυθμίζεται με επαναρροή του διαλύτη. Η μέθοδος αυτή παράγει πολυμερή χαμηλού μοριακού βάρους.

➤ Πολυμερισμός αιωρήματος. Σύμφωνα με αυτή τη μέθοδο το μονομερές αιωρείται σε νερό με ανάδευση που προλαμβάνει τη συσσωμάτωση του πολυμερούς με την προσθήκη σταθεροποιητών. Κανονικά, ο καταλύτης είναι διαλυτός στο μονομερές. Τα μονομερές καθώς πολυμερίζεται δίνει σφαιρίδια πολυμερούς υψηλού μοριακού βάρους. Οι σταθεροποιητές πρέπει να διαχωρίζονται από το πολυμερές, και καμιά φορά, λόγω της μερικής διαλυτότητας του μονομερούς στο νερό, συμβαίνει δευτερεύων πολυμερισμό στην υδατική φάση, που δίνει ένα χαμηλού μοριακού βάρους πολυμερές.

➤ Πολυμερισμός γαλακτώματος. Αυτού του είδους πολυμερισμού είναι όμοιος με τον πολυμερισμό σε αιώρημα, αλλά το μονομερές μετατρέπεται σε σταγονίδια που σχηματίζουν συσσωματώματα και ονομάζονται μηκύλλα. Το μονομερές βρίσκεται στο εσωτερικό των μηκύλλων και ο καταλύτης είναι στην

υδατική φάση. Υπάρχει γαλακτωματοποιητής που χρησιμοποιείται για να σταθεροποιεί τα μηκύλλα. Ο καταλύτης διαχέεται μέσα στα μηκύλλια προκειμένου να βοηθήσει στην έναρξη της ανάπτυξης του πολυμερούς. Ο πολυμερισμός αυτός είναι ταχύς και μπορεί να εκτελείται σε σχετικά χαμηλές θερμοκρασίες. Με αυτή τη μέθοδο παράγονται πλαστικά πολύ υψηλού μοριακού βάρους [9].

Γενικά η διαδικασία κατακόρυφης παραγωγής πλαστικών προϊόντων έχει συνοπτικά ως εξής :

1. Παραγωγή πρώτης ύλης απ' όπου παραλαμβάνονται τα ενδιάμεσα πρώτης και δεύτερης γενιάς
2. Πολυμερισμός μονομερών για παραγωγή πολυμερούς
3. Μορφοποίηση ή γενικά εφαρμογή του πολυμερούς.

3.5 Πρόσθετα πλαστικών

Όταν σκεπτόμαστε τα φαινόμενα μαζικής μεταφοράς στα πλαστικά είτε αυτά χρησιμοποιούνται ως υλικά συσκευασίας και έρχονται σε επαφή με φρέσκα ή επεξεργασμένα τρόφιμα, είτε ως μπουκάλια για ποτά, καλλυντικά και φαρμακευτικά προϊόντα, θα πρέπει να δίνουμε ιδιαίτερη προσοχή στην πιθανή μεταφορά κατάλοιπων μονομερών, oligομερών, βοηθημάτων επεξεργασίας και πρόσθετων, κυρίως χαμηλού μοριακού βάρους συνθέτων. Το όποιο πολυμερές χρησιμοποιείται για τις προαναφερόμενες περιβαλλοντικά ελεγχόμενες εφαρμογές, δεν είναι επεξεργάσιμο και ανθεκτικό χωρίς πρόσθετα. Οι πολυολεφίνες (PO) καλύπτουν το μεγαλύτερο τμήμα της παγκόσμιας κατανάλωσης πλαστικών για συσκευασίες και ακολουθούν τα PVC (Oxley, 1998) και το PET.

Η επιστημονική ανάπτυξη διαφόρων κατηγοριών προσθέτων που καθιστούν τα πλαστικά αυτά κατάλληλα για ορισμένες εφαρμογές ,εκμεταλλεύτηκε εμπορικά κάτω από αυστηρή νομοθεσία και περιβαλλοντικούς κανόνες. Μερικά πρόσθετα , ιζήματα ή βοηθήματα επεξεργασίας που παραμένουν σε πολύ μικρές ποσότητες στα πλαστικά, γενικώς δεν αναφέρονται στα εμπορικά είδη. Ωστόσο η παρουσία προσθετων που χρησιμοποιούνται ως σταθεροποιητές και πλαστικοποιητές θα πρέπει να δηλώνεται και οι προμηθευτές τους θα πρέπει να παρέχουν τις κατάλληλες λεπτομέριες για το ρυθμιστικό καθεστώς του κάθε τέτοιου πρόσθετου.

Οι τύποι των πρόσθετων για πλαστικά που έρχονται σε επαφή με τα τρόφιμα αναφέρονται στον Πίνακα 3. Παρόμοια πρόσθετα όπως για τα πολυστυρένια χρησιμοποιούνται για ελαστομερή-τροποποιημένα πλαστικά που σχηματίζουν πολυστρωματικά συστήματα (blends) και χρησιμοποιούνται κατ'εξάιρεση σε επαφή με τρόφιμα. Όπως το πολυστυρένιο υψηλής αντοχής(HIPS) ή το πολυμερές απο ακρυλονιτρίλιο-βουταδιένιο-στυρόλιο (ABS). Μερικά από τα πρόσθετα , ιδιαίτερα οι σταθεροποιητές, είναι πολύ αντιδραστικά και παρουσιάζονται στη μήτρα του πλαστικού με χημικά τροποποιημένη μορφή.

Πίνακας 3. Τύποι πρόσθετων για πλαστικά που έρχονται σε επαφή με τρόφιμα[6β].

Πρόσθετη ουσία	Πολυμερές							
	HDPE	LDPE	L-LDPE	PP	PS	PA	PET	PVC
Λιπαντικό	+	+	+	+	+			+
Αντιστατικός παράγοντας	+	+	+	+	+	+	+	+
Εμπύρηνος παράγοντας				+		+	+	
Φυσητός παράγοντας					+			+
Πλαστικοποιητής						+		+
Φαινολικά Αντιοξειδ.	+	+	+	+	+	+	+	+
Διαλκυλοδροξαμίνη				+				
Φουρανοβενζόλιο	+	+	+	+	+			
Θειοεθέρας				+	+			
Οργαν.φωσφορώδες άλας	+	+	+	+			+	+
Επιβραδ.αμινοσταθεροπ.	+	+	+	+	+	+	+	
Απορροφητής UV	+	+	+	+	+	+	+	
Σταθεροποιητής								+
θερμοκρ.	+	+	+	+			+	
Αντιοξυντικά							+	
Αφυδατικός παράγοντας	+	+	+	+	+	+	+	+
Χρωστικά	+	+	+	+	+	+	+	+

3.6 Οι κυριότερες πρώτες ύλες παραγωγής πλαστικών.

Με βάση την πρώτη ύλη που χρησιμοποιείται, παράγονται διαφοροποιημένα τελικά προϊόντα.

Τα πολυμερή του αιθυλενίου (PE) χωρίζονται σε : πολυαιθυλένιο χαμηλής πυκνότητας που χρησιμοποιείται για την παραγωγή σάκων, φιαλών και άλλων περιεκτών διαφόρων προϊόντων και σε πούαιθυλενιο υψηλής πυκνότητας που χρησιμοποιείται για την παραγωγή φιαλών (π.χ. λαδιού, τυριού, νερού), μεμβρανών (films) για περιτύλιξη παλετών (τριτεγενής συσκευασία) και πολλών άλλων προϊόντων.

Τα πολυμερή του προπυλενίου (PP) χρησιμοποιούνται ευρέως στη βιομηχανία συσκευασίας για την παραγωγή σχετικά σκληρών (βιδωτών κυρίως) καπακίων στη συσκευασία αναψυκτικών, καφέ, κ.ά. Επίσης χρησιμοποιούνται για την παραγωγή δοχείων για συσκευασία γαλακτοκομικών προϊόντων, φιαλών και άλλων προϊόντων.

Τα πολυμερή του χλωριούχου βινυλίου (PVC) είναι το δεύτερο πλέον διαδεδομένο υλικό στην παραγωγή πλαστικών συσκευασιών μετά το πολυαιθυλένιο (αν και τα τελευταία χρόνια αντικαθιστάται σταδιακά από το PET) . Χρησιμοποιείται για τη συσκευασία φιαλών νερού , βρώσιμων λαδιών, καθώς και υπό μορφή βάζων για τη συσκευασία διαφόρων άλλων προϊόντων. Ακόμη χρησιμοποιείται ευρέως για την παραγωγή film για τη συσκευασία νωπού κρέατος και οπωροκηπευτικών και σε διάφορες άλλες χρήσεις[12].

Πολυμερή του στυρολίου (PS). Το πολυστυρόλιο χρησιμοποιείται κυρίως σε περιέκτες γιαουρτιού, μαργαρίνης, παγωτών, μελιού, σιροπιών καθώς και για θήκες τοποθέτησης ποικιλίας καταναλωτικών προϊόντων[13].

Το τereφθαλικό πολυαιθυλένιο (PET) χρησιμοποιείται κυρίως στις φιάλες νερού, αναψυκτικών, κ.ά. Λόγω των βελτιωμένων χαρακτηριστικών του τείνει να αντικαταστήσει τα τελευταία χρόνια τις συσκευασίες από PVC [10].

Πίνακας 4. Μερικές από τις διεθνείς συντμήσεις.

Σύντμηση	Όνομασία πλαστικού
CA	Οξεινική κυτταρίνη
MF	Ρητίνη μελαμίνης-φορμαλδεύδης
PAN	Πολυακρυλονιτρίλιο
PE	Πολυαιθυλένιο
PET	Τereφθαλικό πολυαιθυλένιο
PF	Ρητίνη φαινόλης-φορμαλδεύδης
PIB	Πολυισοβουτυλένιο
PMMA	Πολυμεθακρυλικό μεθύλιο
PP	Πολυπροπυλένιο
PS	Πολυστυρένιο
PTFE	Πολυτετραφθοροαιθυλένιο
PVAc	Οξεικό πολυβινύλιο
PVA _I	Πολυβινυλική ακλοόλη
PVC	Πολυβινυλοχλωρίδιο
PVDC	Πολυβινυλιδενοχλωρίδιο
PVP	Πολυβινυλοπυρρολιδόνη
UF	Ρητίνη ουρίας-φορμαλδεύδης

3.7 Οι κυριότερες συσκευασίες από πλαστικό.

Οι κυριότερες συσκευασίες από πλαστικό μπορούν να διαχωριστούν στις εξής :

Φιάλες : Οι πλαστικές φιάλες κατασκευάζονται, ανάλογα με τη χρήση τους, από πολυαιθυλένιο, πολυβινύλιο και τεραφθορικό πολυαιθυλένιο. Χρησιμοποιούνται για την εμφιάλωση νερού, αμαψυκτικών, χυμών, καπώς και για τη συσκευασία ειδών προσωπικής υγιεινής (σαμπουάν, καλλυντικά, κ.λ.π.) και χημικών απορρυπαντικών, λιπαντικών και ποικιλίας άλλων προϊόντων.

Σάκοι : Οι πλαστικοί σάκοι είναι συνήθως μεγάλων διαστάσεων και χωρητικότητας (20-50 kgr) και χρησιμοποιούνται για τη συσκευασία λιπασμάτων, οικοδομικών υλικών (π.χ. ασβέστη) και άλλων βιομηχανικών προϊόντων.

Σακούλες : Η συνηθέστερη χρήση των σακουλών από πλαστικό είναι για τη συλλογή απορριμάτων. Είναι διαφόρων τύπων (π.χ. με κορδόνι) και διαστάσεων και παράγονται σε μεγάλο ποσοστό από την ανακύκλωση του scrap διαφόρων πλαστικών προϊόντων.

Τσάντες : Πλαστικές τσάντες χρησιμοποιούνται από τα διάφορα καταστήματα λιανικής πώλησης και τις υπεραγορές.

Μπιτόνια : Τα πλαστικά μπιτόνια χρησιμοποιούνται κυρίως για τη συσκευασία τροφίμων και ποτών αλλά και για τη συσκευασία ορυκτελαίων. Για την παραγωγή τους χρησιμοποιείται κυρίως πολυαιθυλένιο ενώ τα τελευταία χρόνια παράγονται και μπιτόνια από PET που η χωρητικότητά τους κυμαίνεται από 1 ως 35 λίτρα.

Κιβώτια : Πλαστικά κιβώτια συνήθως χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά ή συσκευασία τροφίμων και κυρίως αγροτικών προϊόντων και γυάλινων φιαλών. Ως πρώτη ύλη χρησιμοποιείται το πολυαιθυλένιο υψηλής πυκνότητας (HOPE).

Βαρέλια : Τα πλαστικά βαρέλια χρησιμοποιούνται για τη συσκευασία και μεταφορά τροφίμων. Η χωρητικότητα των βαρελιών μπορεί να κυμαίνεται από 3 ως 220 λίτρα. Ως πρώτη ύλη χρησιμοποιείται το πολυαιθυλένιο (PE).

Δοχεία : Συνήθως κατασκευάζονται από πολυπροπυλένιο (PP) και χρησιμοποιούνται για τη συσκευασία κυρίως γαλακτομικών προϊόντων και άλλων τροφίμων.

Μεμβράνες (Films) συσκευασίας : Η κατηγορία αυτή έχει αναπτυχθεί τα τελευταία χρόνια και αποτελεί μία από τις καινοτόμες λύσεις στη συσκευασία. Πρόκειται για λεπτές μεμβράνες από πλαστικές ύλες (PE) με τις οποίες συσκευάζονται τρόφιμα και χρησιμοποιούνται ως συρρικνωμένες συσκευασίες. Στην περίπτωση αυτή το προϊόν τοποθετείται στη σακούλα πολυαιθυλενίου, η οποία με ελαφρά θέρμανση συρρικνώνεται παίρνοντας τη μορφή και το σχήμα του προϊόντος. Επίσης τέτοιου είδους μεμβράνες μεγαλύτερου πάχους και σκληρότητας χρησιμοποιούνται και ως τριτογενές συσκευασία για την περιτύλιξη των προϊόντων των παλετών και χαρτοκιβωτίων προκειμένου να επιτυγχάνεται η ευκολότερη μεταφορά τους σε διαδρομές μεγάλων αποστάσεων.

Διχτυωτή συσκευασία : Η διχτυωτή συσκευασία έχει τη μορφή διαφόρων διαστάσεων χρησιμοποιείται για τη συσκευασία αγροτικών προϊόντων.

Τσέρκια : Πλαστικά τσέρκια χρησιμοποιούνται στην τριτογενή συσκευασία για το δέσιμο χαρτοκιβωτίων ή άλλων μεγάλων φορτίων. Παράγονται κυρίως από PP ή PET.

3.8 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα πλαστικών.

Οι σημαντικότερες ιδιότητες-πλεονεκτήματα των πλαστικών είναι οι εξής :

- Ποκνότητα πλαστικών.** Η χαμηλή πυκνότητα των πλαστικών υλικών και κατ' επέκταση το χαμηλό μοριακό τους βάρος επηρεάζουν τον καταναλωτή στην επιλογή των προϊόντων, αφού διευκολύνουν τη μεταφορά τους. Επίσης το χαμηλό βάρος των πλαστικών μειώνει το κόστος μεταφοράς των προϊόντων και διευκολύνει την εμπορία τους. Σημειώνεται ότι η χρήση των πλαστικών συμβάλλει στη μείωση του κόστους μεταφοράς και διανομής κατά 40% σε σχέση με το γυαλί και τα μέταλλα.
- Ευκολία μορφοποίησης.** Τα πλαστικά είναι εξαιρετικά εύπλαστα. Μορφοποιούνται πολύ εύκολα, δίνοντας τη δυνατότητα κατασκευής εύκαμπτων και δύσκαμπτων μέσων συσκευασίας σε ποικιλία σχημάτων, με πολύ μικρότερη κατανάλωση ενέργειας σε σχέση με το γυαλί και τα μέταλλα. Τα πολυμερή από τα οποία αποτελούνται τα πλαστικά αλληλοδιαπλέκονται. Αν το υλικό παραμορφωθεί, τα πολυμερή ρέουν και στοιβάζονται το ένα πάνω στο άλλο ώστε να προσαρμοστούν στη νέα κατάσταση. Το υλικό παραμένει παραμορφωμένο ακόμα και όταν η δύναμη που το έφερε σε αυτή την κατάσταση, πάψει να ασκείται. Όλα τα πλαστικά μπορούν εύκολα να μετατραπούν σε λεπτές, ισχυρές και διαυγείς μεμβράνες (film). Η ιδιότητα αυτή των πλαστικών, αποτελεί έναν από τους κυριότερους λόγους αύξησης της χρήσης αυτών ως υλικά συσκευασίας τροφίμων.
- Ισχυρή θερμοσυγκόλληση.** Κατά τη θερμοσυγκόλληση τα δύο άκρα του περιέκτη θερμαίνονται σε κλειστικό μηχάνημα μέχρι να επέλθει τήξη του εύκαμπτου υλικού συσκευασίας και στη συνέχεια συμπιέζονται μέχρις ότου συνενωθούν μεταξύ τους σε ένα ενιαίο σώμα το οποίο

στερεοποιείται μετά την ψύξη του. Τα εύκαμπτα πλαστικά υλικά συσκευασίας εξασφαλίζουν εξαιρετική θερμοσυγκόλληση χωρίς την ανάγκη επικάλυψης με συγκολλητική ουσία, ακόμα και σε χαμηλές θερμοκρασίες.

- Απουσία θραυσμάτων και αιχμηρών άκρων.** Το γεγονός ότι μία γυάλινη συσκευασία μετά από μία ισχυρή πίεση σπάζει σε μικρά και αιχμηρά κομμάτια, καθιστά ασφαλέστερη λύση τα πλαστικά υλικά. Τα αιχμηρά θραύσματα του γυαλιού είναι άκρως επικίνδυνα για την υγεία του καταναλωτή. Εξίσου επικίνδυνες είναι και οι μεταλλικές συσκευασίες μετά από θραύση τους ή άνοιγμά τους για την ακεραιότητα του καταναλωτή. Αντίθετα οι πλαστικοί περιέκτες και οι δύσκαμπτες πλαστικές συσκευασίες ακόμα και μετά την θραύση τους δεν προκαλούν τραυματισμό στον καταναλωτή.
- Επικάλυψη με μέταλλα.** Οι πλαστικές μεμβράνες μπορούν εύκολα να επικαλυφθούν με λεπτό στρώμα αλουμινίου. Οι μεμβράνες αυτές γνωστές ως μεταλλιζέ μεμβράνες (metallized film) είναι άκρως ελκυστικές ως προς την εμφάνιση και τις στεγανοποιητικές τους ιδιότητες.
- Αδρανής συμπεριφορά έναντι αρωματικών ουσιών.** Τα πλαστικά δεν προσδίδουν ανεπιθύμητες οσμές στα τρόφιμα ούτε μεταβάλλουν τη γεύση των τροφίμων προσροφώντας διάφορες αρωματικές ουσίες από αυτά.
- Θερμική αγωγιμότητα.** Η θερμική αγωγιμότητα των πολυμερών είναι πολύ μικρή λόγω απουσίας διεγερμένων ηλεκτρονίων στη δομή τους. Για το λόγο αυτό, τα πολυμερή βρίσκουν εφαρμογές και ως θερμομονωτικά υλικά όταν η θερμοκρασία αποτελεί παράγοντα υποβάθμισης της ποιότητας του προϊόντος.
- Εύρος θερμοκρασιών επεξεργασίας.** Η μεγάλη ποικιλία πλαστικών υλικών μας δίνει τη δυνατότητα χρησιμοποίησής τους για μεγάλο εύρος θερμοκρασιών. Έτσι πλαστικές συσκευασίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τη συντήρηση στην κατάψυξη (-20°C) ή βαθιά

κατάψυξη (-40°C) μέχρι τη θέρμανση σε φούρνο μικροκυμάτων (100°C) , την αποστείρωση (121°C) και τη θέρμανση σε ακόμα υψηλότερες θερμοκρασίες (200°C).

- Δυνατότητα επεξεργασίας.** Εννοώντας επιμήκυνση , συρρίκνωμα και διόγκωση. Ορισμένες πλαστικές μεμβράνες έχουν την ικανότητα να επιμηκύνονται , αυξάνοντας αρκετά το μεγεθός τους και να χρησιμοποιούνται στην περιτύλιξη τροφίμων. Τέλος κάποια πλαστικά έχουν την ικανότητα να διογκώνονται και να μετατρέπονται σε αφρώδες υλικό, το οποίο χρησιμοποιείται ως μονωτικό υλικό ή ως υλικό προστασίας του συσκευασμένου προϊόντος από μηχανικά αίτια.
- Αντοχή πλαστικών στις περιβαλλοντικές συνθήκες.** Ένα ακόμα σημαντικό πλεονέκτημα των πλαστικών συσκευασιών τροφίμων είναι η ανθεκτικότητά τους στις μεταβολές των συνθηκών του περιβάλλοντος. Τρόφιμα συσκευασμένα σε πλαστικό περιέκτη δε μουχλιάζουν αν παραμείνουν για μεγάλο χρονικό διάστημα σε περιβάλλον με υγρασία , δε διαβρέχονται και δεν καταστρέφονται από την επαφή τους με το νερό.
- Δυνατότητα χρωματισμού και εκτύπωσης.** Τα πλαστικά μπορούν να είναι τελείως διαυγή ως και έντονα χρωματισμένα. Το γεγονός αυτό δίνει στον καταναλωτή τη δυνατότητα να δει το συσκευασμένο προϊόν και να γνωρίζει για την εμφάνιση και ποιότητά του πριν το αγοράσει. Ο χρωματισμός των πλαστικών προστατεύει το προϊόν από το φως και την υπεριώδη ακτινοβολία. Τέλος ύστερα από κατάλληλη επεξεργασία τα πλαστικά εκτυπώνονται με την ίδια ευκολία όπως το χαρτί [11].

Ωστόσο αποτελεί βασικό **μειονέκτημα** των πλαστικών το γεγονός ότι χρησιμοποιούνται εκτεταμένα σε προϊόντα μιας χρήσης και αποικοδομούνται αργά από το περιβάλλον, συμβάλλοντας έτσι στη ρύπανση του περιβάλλοντος. Όπως έχει αναφερθεί τα πλαστικά δεν αλλοιώνονται και είναι απρόσβλητα στις επιδράσεις όλων των παραγόντων του περιβάλλοντος με εξαίρεση το

υπεριώδες φως. Η ιδιότητά τους αυτή όσο αποτελεί πλεονέκτημα άλλο τόσο αποτελεί και μειονέκτητα.

Η συνηθέστερη μέθοδος αντιμετώπισης του προβλήματος που δημιουργείται από το μεγάλο όγκο των πλαστικών είναι η εναπόθεσή τους στις χωματερές. Η μέθοδος αυτή όμως προκαλεί τις αντιδράσεις των κατοίκων των γύρω περιοχών από τις χωματερές. Εναλλακτικές λύσεις του προβλήματος των στερεών πλαστικών αποβλήτων είναι :

- A) Η καύση σε συνδυασμό με την ανάκτηση ενέργειας και την παραγωγή ατμού,
- B) Η ανακύκλωση και
- Γ) Η παραγωγή πλαστικών τα οποία θα διασπώνται στο περιβάλλον.

Ανάλογα με την πρώτη ύλη που χρησιμοποιήθηκε για την παραγωγή της πλαστικής συσκευασίας, ποικίλλει και η επιβάρυνση που προκαλεί στο περιβάλλον. Έτσι το PVC είναι αναμφίβολα το πιο επικίνδυνο πλαστικό, καθώς πολλές από τις ενώσεις που χρησιμοποιούνται στην παραγωγή του είναι τοξικές. Τα μπουκάλια από PVC που καίγονται ανεξέλεγκτα στις χωματερές αποτελούν τη σημαντικότερη αιτία για την έκλυση διοξινών στο περιβάλλον που είναι πολύ επικίνδυνα αέρια για την ανθρώπινη υγεία. Από όλα τα πλαστικά το φιλικότερο προς το περιβάλλον είναι ο θερμοπλαστικός πολυεστέρας (PET) λόγω της καθαρότητας του υλικού του, της μηδενικής διαπήδησης ουσιών από το περιεχόμενο στον περιέκτη και αντίστροφα, του ενεργειακού κέρδους και της μεγαλύτερης ευκολίας ανακύκλωσης.

3.9 Το πρόβλημα των πλαστικών απορριμάτων.

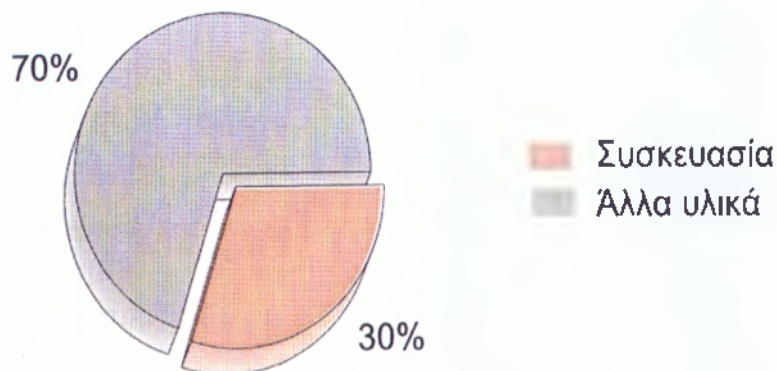
Τα πλαστικά αποτελούν έναν από τους κυριότερους παράγοντες που ευθύνονται για την αύξηση του όγκου των στερεών δημοτικών απορριμάτων (ΣΔΑ) και την όξυνση της ρύπανσης του περιβάλλοντος, μιας και ο ρυθμός βιοαποικοδόμησής τους στις χωματερές είναι ανύπαρκτος. Τα πλαστικά απορρίματα αναλόγα με τις πηγές από τις οποίες προέρχονται διακρίνονται σε εμπορικά, βιομηχανικά, οικιακά, πλαστικά από κατασκευές και κατεδαφίσεις.

Τα οικιακά πλαστικά απορρίματα αποτελούν το 4% κβ των ΣΔΑ και περιέχουν πλαστικά που κυρίως προέρχονται από υλικά συσκευασίας, αλλά και μικρά ποσοστά υπό τη μορφή οικιακών σκευών και μηχανικών τμημάτων συσκευών. Οι συνήθεις συσκευασίες που απορρίπτονται είναι κατασκευασμένες από PE, PP, PS, PVC, ενώ είναι συχνή η παρουσία φύλλων PE. Τα εμπορικά πλαστικά απορρίματα είναι συνήθως αναμειγμένα με άλλα απορρίματα από τις ίδιες πηγές καθώς και με οικιακά απορρίματα. Πρόκειται για πλαστικά από εμπορικά καταστήματα και γραφεία που χρησιμοποιούνται για την προστασία κατά τη μεταφορά εύθραστων προϊόντων και μηχανημάτων. Τα βιομηχανικά πλαστικά απορρίματα προέρχονται από την παραγωγή πολυμερών και πολυμερικών ινών και γενικά είναι απόβλητα παραγωγής. Τα κατασκευαστικά πλαστικά απορρίματα περιλαμβάνουν πλαστικά ηλεκτρικών εφαρμογών (καλώδια, σωλήνες, μονώσεις), πλαστικά προερχόμενα από πατώματα και ταπετσαρίες που δύσκολα διαχωρίζονται και ανακυκλώνονται[14].

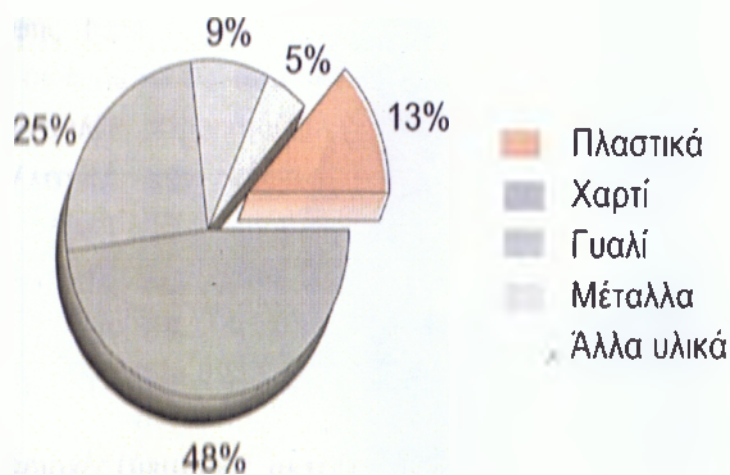
Τα πλαστικά λόγω της χαμηλής τους πυκνότητας, εντοπίζονται στα ανώτερα στρώματα των χωματερών. Οι έντονοι χρωματισμοί και τα μεγέθη τους τα καθιστούν αντιληπτά από το ανθρώπινο μάτι, γεγονός που συντελεί αυτόματα στο να κατηγορηθούν για το πρόβλημα της ρύπανσης του περιβάλλοντος περισσότερο από τα άλλα απορρίματα που δε διακρίνονται εύκολα στο σύνολο του όγκου των ΣΔΑ.

Στα σχήματα που ακολουθούν φαίνεται ότι τα υλικά συσκευασίας διαφόρων τύπων αποτελούν το 30% των αστικών απορριμάτων, ενώ η

πλαστικά συσκευασία αποτελεί το 3,9% του συνόλου των απορριμάτων και το 13% των υλικών συσκευασίας[15].



Σχήμα 4. Ποσοστό συσκευασίας στα στερεά δημοτικά απορρίματα.



Σχήμα 5. Ποσοστό πλαστικών στη συσκευασία.

3.10 Πλαστική συσκευασία και περιβάλλον.

Το ενδιαφέρον του σύγχρονου ανθρώπου για το περιβάλλον και την προστασία του συντέλεσε ώστε η βιομηχανία πλαστικής συσκευασίας να κατηγορηθεί ως μία από τις σημαντικότερες πηγές ρύπανσης. Σήμερα, πολλές οικολογικές κυρίως ομάδες έχουν εναντιωθεί στην ανάπτυξη βιομηχανιών που παράγουν πλαστικές συσκευασίες. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα οι καταναλωτές να αποπροσανατολιστούν από τα πολλά και πραγματικά οφέλη που προσφέρει η σύγχρονη συσκευασία, χωρίς να αξιολογούν τις συνέπειες που θα είχε μία πιθανή επιστροφή στην εποχή όπου τα προϊόντα δε συσκευάζονταν ικανοποιητικά. Σύμφωνα με στατιστικές μελέτες, η σύγχρονη συσκευασία, ειδικά όταν χρησιμοποιούνται πλαστικά για την παρασκευή της, έχει συντελέσει σχεδόν στην εξάλειψη του ποσοστού των αλλοιωμένων τροφίμων στις βιομηχανικές χώρες (κοντά στο 2%) , σε αντίθεση με τις αναπτυσσόμενες χώρες, όπου το ποσοστό αυτό βρίσκεται στο 30-50% λόγω ακατάλληλης συσκευασίας.

Όσον αφορά τη σχέση της συσκευασίας με το περιβάλλον, πρέπει να επικεντρώσουμε το ενδιαφέρον μας στη ενέργεια που καταναλώνεται και εξοικονομείται με τη χρήση της. Μία ενδεχόμενη αντικατάσταση της πλαστικής συσκευασίας από τη συσκευασία άλλου υλικού, θα είχε ως συνέπεια 100% γενική αύξηση στην κατανάλωση ενέργειας. Κατά την κατασκευή και μορφοποίηση των πλαστικών, το ποσό της ενέργειας που καταναλώνεται σε σύγκριση με τα άλλα υλικά συσκευασίας είναι μικρότερο. Ενέργεια όμως καταναλώνεται και για την παρασκευή του συσκευαζόμενου προϊόντος. Είναι σημαντικό αυτή η αποθηκευμένη ενέργεια να μη χάνεται με την καταστροφή του προϊόντος λόγω ακατάλληλης συσκευασίας. Επόμενο στάδιο αποτελεί η διανομή του προϊόντος στους χώρους κατανάλωσης. Έχει υπολογιστεί ότι χωρίς τα πλαστικά η συσκευασία θα ζύγιζε περίπου 300% περισσότερο και συνεπώς θα χρειαζόταν περισσότερη ενέργεια για τη διανομή του προϊόντος.

Εκεί όμως που εστιάζεται το ενδιαφέρον είναι στη μετακαταναλωτική ζωή της συσκευασίας. Τα δομικά στοιχεία της πλαστικής συσκευασίας αποθηκεύοθν μεν ενέργεια, αλλά δεν έχουν καμμία καταναλωτική αξία. Η ενέργεια που περικλείουν μπορεί να αξιοποιηθεί εάν με κάποιο τρόπο ανακυκλωθούν ή επαναχρησιμοποιηθούν[15^α].

3.11 Ανακύκλωση πλαστικών.

Η ταχεία μείωση του διαθέσιμου χώρου για χωματερές στις περισσότερες χώρες σε συνάρτηση με την αύξηση του όγκου των απορριμάτων, έφεραν στην επιφάνεια την ανάγκη για αποτελεσματικότερη διαχείρησής τους. Η ανάγκη αυτή μπορεί να καλυφθεί με την ανακύκλωσή τους.

Ως ανακύκλωση ορίζεται η διεργασία μέσω της οποίας τα "άχρηστα" υλικά από το ρεύμα των στερεών αποβλήτων συλλέγονται, διαχωρίζονται και επεξεργάζονται με στόχο τη δημιουργία νέων λειτουργικών προϊόντων προς τη χρήση[15β]. Η ανακύκλωση των πλαστικών στοχεύει να διασώσει,όσον αυτό γίνεται, τα φυσικά αποθέματα ενέργειας, να ελαττώσει τον όγκο και τα απόβλητα διάθεσης των ΣΔΑ των πόλεων και τέλος να βοηθήσει στην καλύτερη αντιμετώπιση του προβλήματος της ρύπανσης του περιβάλλοντος από τα πλαστικά.

Η λειτουργία της τεχνολογίας ανακύκλωσης πλαστικών απορριμάτων προϋποθέτει την αντιμετώπιση ουσιαστικών θεμάτων όπως την ανάπτυξη μεθόδων συλλογής και διαχωρισμού απορριμάτων, την εύρεση οικονομικών μεθόδων ανακύκλωσης, την ανάπτυξη αγορών ικανών να απορροφήσουν τα τελικά προϊόντα και τέλος τη δημιουργία προτύπων για τον έλεγχο της ποιότητας των ανακυκλωμένων υλικών. Η τεχνολογία ανακύκλωσης πλαστικών απορριμάτων διακρίνεται ανάλογα με το είδος της εφαρμοζόμενης διεργασίας σε τέσσερις κατηγορίες (ASTM D-5033-90)[16] :

- i. *Πρωτογενής ή εσωτερική ανακύκλωση (Primary Home Recycling)*: ορίζεται ως η μετατροπή του σκάρτου παραγωγής πλαστικών με συμβατικές μεθόδους παραγωγής σε προϊόντα που είναι εφάμιλλα σε προϊόντα με αυτά από παρθένο υλικό.
- ii. *Δευτερογενής ανακύκλωση ή ανακύκλωση μετά από τη χρήση (Secondary ή Physical Mechanical Material Recycling)* : ορίζεται ως η μετατροπή, με μία ή με συνδιασμό διεργασιών, των μετακαταναλωτικών πλαστικών, που έχουν (ή όχι) υποβληθεί σε προκαταρκτικό διαχωρισμό, προς προϊόντα των οποίων οι εφαρμογές έχουν λιγότερες απαιτήσεις ποιότητας από αυτές των μητρικών προϊόντων.
- iii. *Τριτογενής ανακύκλωση ή χημική/θερμική ανακύκλωση με ανάκτηση πρώτων υλών (Tertiary Recycling)* : ορίζεται ως το σύνολο των διεργασιών που παράγουν χημικά και καύσιμα υλικά από τα μετακαταναλωτικά πλαστικά.
- iv. *Τεταρτογενής ανακύκλωση ή θερμική ανακύκλωση με ανάκτηση ενέργειας (Quaternary Recycling)* : ορίζεται ως το σύνολο των διεργασιών που παράγουν θερμική ενέργεια από τα μετακαταναλωτικά πλαστικά (κλιβανισμός).

Οι ακόλουθοι κώδικες γραμμάτων και αριθμών χρησιμοποιούνται από την SPI (Society of the Plastic Industry) για να δηλώσουν τα ανακυκλώσιμα πλαστικά :



**PETE / πολυ(αιθυλενο
τερεφθαλικός εστέρας)**



**HDPE / υψηλής πυκνότητας
πολυ(αιθυλένιο)**



**V / πολυμερή του
βινυλοχλωριδίου**



**LDPE / χαμηλής πυκνότητας
πολυ(αιθυλένιο)**



PP / πολυ(προπυλένιο)



PS / πολυ(στυρένιο)



**όλα τα άλλα πλαστικά, συμπεριλαμβανομένων
και των πολυμεμβρανοδών υλικών**

3.12 Επαναχρησιμοποίηση πλαστικής συσκευασίας.

Η περίπτωση της επαναχρησιμοποίησης (reuse) αποτελεί μία στρατηγική μείωσης της πηγής και περιλαμβάνει τον καθαρισμό των πλαστικών μπουκαλιών με πλύσιμο και αποστείρωση εν συνεχεία, έτσι ώστε τα υπολείμματα πιθανών επιμολυντών, συμπεριλαμβανομένου και τα υπολείμματα από τις τροφές, να ελαχιστοποιηθούν και να μην επηρεάσουν την ποιότητα του συσκευασμένου προϊόντος.

Η επαναχρησιμοποίηση των πλαστικών μπουκαλιών παρουσιάζει αρκετά αδύνατα σημεία, καθώς τα πλαστικά μπουκάλια είναι πιο πιθανό να απορροφήσουν επιμολυντές, τους οποίους στη συνέχεια θα μεταφέρουν στο τρόφιμο, όταν επαναπληρωθούν. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στο θέμα της μικροβιακής επιμόλυνσης, ως αποτέλεσμα της ατελούς πλύσης των περιεκτών. Το πλύσιμο με διάλυμα καυστικής σόδας ελαχιστοποιεί τον κίνδυνο, αλλά η διαδικασία καθαρισμού των μπουκαλιών διαρκεί για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα σε περιέκτες με μεγαλύτερη πιθανότητα ανάπτυξης μικροβίων στο εσωτερικό τους. Παράλληλα οι συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας αυτής της διαδικασίας συντελούν στην καταστροφή των μικροοργανισμών αλλά σε καμία περίπτωση δεν πρέπει να είναι τόσο σφοδρές ώστε να επηρεαστεί η δομική ακεραιότητα των περιεκτών, οι οποίοι δεν πρέπει να καταστρέφονται από την αποστείρωση[17].

Μια συστηματοποιημένη προσπάθεια επαναχρησιμοποίησης πλαστικών μπουκαλιών θα μπορούσε να περιλαμβάνει ένα όριο, σχετικό με το πόσες φορές θα πρέπει ένας περιέκτης να μπορεί να επαναπληρωθεί. Πρόκειται ουσιαστικά για μία ημερομηνία λήξεως των μπουκαλιών πέραν της οποίας δε θα πρέπει να χρησιμοποιούνται. Ο έλεγχος των περιεκτών, με σκοπό τον εντοπισμό και την απομάκρυνση των κατεστραμένων ή μολυσμένων, θα μπορούσε να γίνει μέσω ενός αυτοματοποιημένου συστήματος, το οποίο θα ήταν σε θέση να διαβάσει τον αριθμό των κύκλων επαναχρησιμοποίησης του εκάστοτε περιέκτη.

Πίνακας 5. Εφαρμογές ανακυκλωμένου PET

ΠΟΛΙΤΙΚΗ ΜΗΧΑΝΙΚΗ	ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ
Γεωφάσματα Αφρώδη ουρεθάνη	Χαλιά Ταχυδρομικά κιβώτια Νήματα
ΨΥΧΑΓΩΓΙΑ	Καύσιμες πελλέτες
Σκι	Βιομηχανικά χρώματα
Σανίδες για σερφ	Ιμάντες
Εξοπλισμός πλοίων	Ακόρεστοι πολυεστέρες
	Βούρτσες για βάψιμο

Πηγή: Bennet, R.A., Recycled Plastics; Product Applications and Potential, in: Emerging Technologies in Plastics Recycling, (Andrews, G.D., Subramanian, P.M.), American Chemical Society, Washington, DC (1992),p.35.

4. ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΣΥΣΚΕΥΑΣΜΕΝΟΥ ΠΡΟΙΟΝΤΟΣ.

4.1 Βασικές έννοιες.

Με τον όρο “αλληλεπίδραση”, σε ότι αφορά τα υλικά συσκευασίας και το συσκευασμένο προϊόν, εννοούμε οποιαδήποτε μεταφορά ουσίας, κυρίως αερίων ατμών, νερού και ενώσεων με χαμηλό μοριακό βάρος[2λ] :

1. Από το τρόφιμο, μέσω της συσκευασίας, στο περιβάλλον (egress permeation)
2. Από το περιβάλλον, μέσω της συσκευασίας, στο τρόφιμο (ingress permeation)
3. Από το τρόφιμο στη συσκευασία (scalping)
4. Από τη συσκευασία στο τρόφιμο (migration)

Οι δύο πρώτες περιπτώσεις αφορούν στη στεγανότητα της συσκευασίας. Η τρίτη περίπτωση αλληλεπίδρασης και μετακίνησης ουσιών από το τρόφιμο προς την συσκευασία, οδηγεί στην απώλεια επιθυμητών συστατικών από το τρόφιμο και στην ποιοτική του υποβάθμιση. Η τέταρτη και τελευταία περίπτωση είναι και η πιο σημαντική. Αφορά στη μεταφορά ουσιών από τη συσκευασία στο τρόφιμο, ή αλλιώς στη “μετανάστευση”.

Με τον όρο “μετανάστευση” (migration) , εννοούμε τη μεταφορά συστατικών, χαμηλού μοριακού βάρους, από το υλικό κατασκευής του περιέκτη στο περιεχόμενο τρόφιμο[5^ο]. Το σύνολο των ουσιών που μεταναστεύουν από τον περιέκτη στο συσκευασμένο τρόφιμο, ανεξάρτητα από το κατά πόσο παρουσιάζουν τοξικολογικό ενδιαφέρον ή έχουν πραγματική επίδραση στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του τροφίμου, ορίζεται ως ολική μετανάστευση (overall, total or global migration). Αντίθετα, η μετανάστευση κάθε ουσίας χωριστά ορίζεται ως ειδική μετανάστευση (specific migration) [1γ].

Τα συστατικά το οποία μεταναστεύουν μπορεί να είναι ακίνδυνα ή επικίνδυνα, αλλοιώνοντας στη δεύτερη περίπτωση την ποιότητα του περιεχομένου ή ακόμα καθιστώντας το επικίνδυνο για την υγεία του καταναλωτή.

4.2 Τύποι μετανάστευσης.

Ο τύπος της μετανάστευσης, που ακολουθεί μία ουσία μέχρι να φτάσει στο προϊόν, εξαρτάται από τη φύση του συσκευασμένου προϊόντος και έχει βρεθεί ότι μπορεί να συμβεί με τέσσερις διαφορετικούς τρόπους :

- Το τρόφιμο βρίσκεται σε στερεά μορφή και η μεταναστεύουσα ουσία αρχικά εκροφάται από την εσωτερική επιφάνεια του περιέκτη, εξατμίζεται και στη συνέχεια προσροφάται από το τρόφιμο. Πρόσφατη μελέτη έδειξε ότι το μοριακό βάρος της τάξης των 250 αποτελεί το όριο μεταξύ ενώσεων που είναι σε θέση και ενώσεων που δεν είναι σε θέση να επιμολύνουν τα τρόφιμα με αυτόν τον μηχανισμό.
- Το τρόφιμο βρίσκεται σε υγρή μορφή και η ουσία διαχέεται σε αυτό λόγω της διαλυτότητας που παρουσιάζει και της ανατάραξης που υφίσταται από τις δονήσεις κατά τη μεταφορά του.
- Ο μηχανισμός του τρίτου τύπου μετανάστευσης είναι περίπου ίδιος με τον προηγούμενο, με μόνη διαφορά ότι σε αυτή την περίπτωση προηγείται η διείσδυση του προϊόντος στο υλικό συσκευασίας. Μερικές φορές παρατηρείται και ελαφρά διόγκωση του περιέκτη, η οποία είναι ανάλογη της μετανάστευσης.

- Τέλος, το τρόφιμο βρίσκεται σε υγρή μορφή και η μεταναστεύουσα ουσία που είναι σχεδόν αδιάλυτη σε αυτό, συσσωρεύεται στη διεπιφάνεια τροφίμου-περιέκτη. Η μετανάστευση σε αυτή την περίπτωση γίνεται με πολύ αργό ρυθμό με αντιπροσωπευτικό παράδειγμα τις λιπόφιλες ενώσεις που μεταναστεύουν σε υδαρή τρόφιμα ή και τις υδρόφιλες ενώσεις που μεταναστεύουν σε λιπαρά τρόφιμα.

4.3 Παράγοντες που επηρεάζουν τη μετανάστευση.

Οι κυριότεροι παράγοντες που επηρεάζουν τη μεταφορά ουσιών από τα υλικά συσκευασίας στο τρόφιμο είναι :

Μοριακό βάρος της μεταναστεύουσας ουσίας : οι ενώσεις με μοριακό βάρος μικρότερο από 250-300 στις οποίες περιλαμβάνεται η πλειοψηφία των σύνηθων μονομερών καθώς και κάποια πρόσθετα, αποτελούν ενώσεις πολύ πτητικές και με πολύ υψηλές σταθερές διάχυσης στο πολυμερές. Οι ενώσεις με μοριακό βάρος 300 ως 1200 περιλαμβάνουν ορισμένα μονομερή, συνήθως πρόσθετα, καθώς και κάποια προϊόντα αποικοδόμησης. Ο βαθμός μετανάστευσης των ενώσεων αυτών εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τη φύση του τροφίμου (υγρό, στερεό, παχύρευστο) με το οποίο έρχονται σε επαφή. Τέλος οι ενώσεις με μοριακό βάρος μεγαλύτερο από 1200 όπως ορισμένα ολιγομερή και πρόσθετα, για τις οποίες η μετανάστευση θεωρείται πολύ περιορισμένη.

Χρόνος επαφής : στα πλαίσια πειραματικών μελετών έχει βρεθεί ότι η μετανάστευση μιας ουσίας είναι ανάλογη προς την τετραγωνική ρίζα του χρόνου επαφής του υλικού συσκευασίας με το τρόφιμο.

Επιφάνεια επαφής : η μεταφορά ουσιών είναι ανάλογη προς την επιφάνεια επαφής του υλικού συσκευασίας με το προϊόν. Για το λόγο αυτό, ο περιέκτης με τη μικρότερη επιφάνεια επαφής παρουσιάζει και τα μικρότερα ποσοστά μετανάστευσης ουσιών στο τρόφιμο.

Φύση του τροφίμου : η μετανάστευση αυξάνεται κατά πολύ στην περίπτωση που το τρόφιμο έχει την ικανότητα να διαλυτοποιεί τις υποψήφιες για μετανάστευση ουσίες.

Δομή του μορίου της μεταναστεύουσας ουσίας : η μοριακή δομή της μεταναστεύουσας ουσίας επηρεάζει την σταθερά διάχυσης. Τα γραμμικά μόρια διαχέονται ταχύτερα στα πολυμερή από ότι τα κυκλικά και τα διακλαδισμένα και καταλαμβάνουν και τον αντίστοιχο όγκο στο χώρο.

Θερμοκρασία : η αύξηση της θερμοκρασίας προκαλεί αύξηση στο ρυθμό της μετανάστευσης. Συγκεκριμένα ο λογάριθμος της μετανάστευσης είναι ανάλογος με το αντίστροφο της απόλυτης θερμοκρασίας.

Συγκέντρωση της ουσίας : η μεταφορά μιας ουσίας στο συσκευασμένο προϊόν είναι ανάλογη προς την αρχική συγκέντρωσή της στο πολυμερές.

4.4 Μετανάστευση και πλαστικές συσκευασίες.

Οι δυσάρεστες γεύσεις στις συσκευασίες τροφίμων δεν αποτελούν νομικό αλλά, συχνά, και οικονομικό πρόβλημα όταν θα πρέπει να γίνουν ανακλήσεις προϊόντων. Οι δυσάρεστες αυτές γεύσεις οφείλονται στη μετανάστευση ουσιών από τα πλαστικά στα τρόφιμα. Στον πίνακα που ακολουθεί φαίνονται τα ποσά μετανάστευσης για διάφορα τρόφιμα.

Πίνακας 6. Ποσά μετανάστευσης για διάφορα τρόφιμα[6γ].

Πολυμερές	Μετανάστης	T°C	Τρόφιμο	.mg/kg	. μg/dm ³
PP	Irganox1076	77	Αποβουτ.γάλα εβαπορέ	0.012	8.9
PP	Irganox1076	77	Σάλτσα για θαλασσινά	0.12	87
PP	Irganox1076	77	Αραβοσιτέλαιο	0.6	443
PP	Irganox1076	135	Βρεφική τροφή,μπανάνα	0.16	122
PP	Irganox1076	135	Μοσχάρι.στην κατσαρόλα με λαχανικά	4.4	3271
LDPE	Irganox1076	95	Αραβοσιτέλαιο	0.88	696
LDPE	Irganox1076	95	Αποβουτ.γάλα εβαπορέ	0.05	37
LDPE	Irganox1076	95	Σάλτσα για θαλασσινά	2.1	1587
HDPE	BHT	10	Τυρί	6	
HDPE	BHT	20	Μαγιονέζα	6	
LDPE	Irganox1076	23	Τυρί	0.06	10
LDPE	Irganox1076	23	Μαγιονέζα	1.3	198
LDPE	Irganox1076	23	Σοκολάτα	1.8	279
PS	Στυρόλιο	66	Τσάι	0.006	0.8

PS	Στυρόλιο	66	Καφές	0.006	0.8
PS	Στυρόλιο	4	Γάλα	0.018	4.6
PS	Στυρόλιο	4	Μαργαρίνη	0.031	4.7
PS	Στυρόλιο	4	Μοσχάρι	0.032	3.2
PVC	DOA	4	Καρότα	0.06	40
PVC	DOA	4	Φιλέτο ψαριού	2.9	2400
PVC	DOA	4	Στήθος κοτόπουλου	20	19000
LDPE	Irganox1076	5	Επάλειμμα χοιρινού λουκάνικου	1.4	212
LDPE	Irganox1076	10	Γιαούρτι	0.025	3.9
IPS	Irganox1076	10	Γιαούρτι		0.19
IPS	Irganox1076	15	Μαργαρίνη		9.4
IPS	BHT	4	Cottage cheese	0.003	0.4
PET	Τερεφθαλικό οξύ	40	Βότκα	0.03	
PET	Ολιγομερή PET	175	Ελαιόλαδο		400
PVC/PVDC	ATBC	micro	Χοιρινή μπριζόλα	1.4	
PVC/PVDC	ATBC	micro	Πίτσα	35	
PVC/PVDC	ATBC	micro	Κέικ	22	
PVC	DEHA	11.3	Σάντουιτς	41	
PVC	DEHA	micro	Μπισκότα	362	
PVC	ESBO	micro	Μπισκότα	200	

Πίνακας 7. Περιέχονται τα ποσά των πρότυπων μολυσματικών ουσιών που απορροφήθηκαν από το υλικό PET των μπουκαλιών, τα οποία αποθηκεύτηκαν σε δυσμενή συνθήκες. Τα αποτελέσματα είναι ο μέσος όρος μιας εκταπλής δοκιμής [90]

Συνθήκες Περιβάλλοντος	Προσομοίωση Τροφίμου					
	Τολουόλιο	Φαινόλη	Λεμονένιο	Μενθόλη	Φαινυλ-κυκλοξάνιο	Βενζοφαινόλη
Αρχικά	6,96±0,27	4,36±0,21	3,51±0,48	1,88±0,20	3,18±0,15	5,13±0,23
1 εβδ. στους 60 °C	6,93±0,23	4,23±0,15	3,46±0,44	1,70±0,19	3,01±0,18	4,92±0,24
2 εβδ. στους 60 °C	6,81±0,25	4,15±0,25	3,28±0,37	1,65±0,21	2,97±0,18	4,89±0,26
3 εβδ. στους 60 °C	6,78±0,26	4,11±0,22	3,10±0,35	1,50±0,21	2,80±0,20	4,77±0,28
4 εβδ. στους 60 °C	6,73±0,28	4,10±0,24	3,09±0,28	1,51±0,19	2,79±0,18	4,75±0,26
5 εβδ. στους 60 °C	6,75±0,23	4,09±0,25	3,40±0,30	1,48±0,18	2,78±0,16	4,73±0,26
6 εβδ. στους 60 °C	6,72±0,27	4,10±0,29	3,08±0,31	1,49±0,17	2,75±0,21	4,74±0,27
6 εβδ. στους 60 °C και 4 εβδ. σε 9 °C δωματίου	6,70±0,21	4,08±0,27	3,05±0,32	1,47±0,13	2,76±0,22	4,72±0,25
6 εβδομάδα στους 60 °C και 8 εβδομάδες σε 9 °C δωματίου	6,69±0,25	4,09±0,26	3,06±0,32	1,45±0,16	2,75±0,19	4,70±0,24
6 εβδ. στους 60 °C, 8 εβδ. σε 9 °C δωματίου και 4εβδ. στους 60 °C	6,71±0,23	4,06±0,25	3,07±0,32	1,45±0,20	2,76±0,23	4,71±0,29
6 εβδ. στους 60 °C, 8 εβδ. σε 9 °C δωματίου και 8εβδ. στους 60 °C	6,73±0,20	4,07±0,20	3,05±0,30	1,44±0,091	2,77±0,21	4,69±0,22

Τα αποτελέσματα είναι εκφρασμένα σε ng/dm³

4.5 Αλληλεπίδραση οσμών.

Οι δυσάρεστες οσμές προκαλούνται από την παρουσία μιας ή παραπάνω ουσιών που είναι οι δυνατές τους οσμές επηρεάζουν τη χαρακτηριστική μυρωδιά του φαγητού. Οι μεμονωμένες ουσίες που οδηγούν στη δημιουργία ανεπιθύμητων οσμών μπορούν να ταξινομηθούν με διαφορετικούς τρόπους σύμφωνα με : την πηγή, τα κατώφλια οσμής και τη χημική δομή. Τα κύρια συστατικά διαφοροποιούνται από τις πρώτες ύλες, τους ρυπογόνους παράγοντες καθώς και τα αρωματικά συστατικά λόγω προέλευσής τους από τις ουσίες που μπορεί να προσλάβει η συσκευασία από την περιβάλλουσα ατμόσφαιρα.

Οι υπολειπόμενες πρώτες ύλες που δημιουργούν δυσάρεστες οσμές μπορούν να χωριστούν περαιτέρω σε κατάλοιπα μονομερών π.χ. στυρένιο, οξικό βινυλεστέρα, ακρυλικοί εστέρες, και σε κατάλοιπα διαλυτικών όπως π.χ. οξικός αιθυλεστέρας. Η παρουσία τέτοιων υπολειμμάτων πρώτων υλών μπορεί να συναχθεί από τη γνώση της χημικής σύνθεσης της συσκευασίας , η οποία επιτρέπει να τα ερευνήσουμε ειδικότερα και να τα αναλύσουμε ποσοτικά.

Η πρόβλεψη της εμφάνισης των ανεπιθύμητων αρωματικών συνθετών είναι πολύ δύσκολη επειδή μπορεί να είναι προϊόντα μιας μεγάλης ποικιλίας αντιδράσεων μεταξύ συστατικών της συσκευασίας μέσω οξείδωσης, συμπύκνωσης, αφυδάτωσης, κ.λ.π. Στην πράξη συχνά συμβαίνει η ανεπιθύμητη οσμή να εμφανίζεται στο συσκευασμένο προϊόν αφού έχει διανεμηθεί στην αγορά, οδηγώντας σε παράπονα τους καταναλωτές. Αυτό συμβαίνει επειδή η δημιουργία αυτής της οσμής γίνεται πολύ αργά ή επειδή χρειάζεται περισσότερος χρόνος για να διαχυθεί μέσα από τη συσκευασία.

Παρά τις όποιες δυσκολίες στην αναγνώριση των πηγών των ανεπιθύμητων οσμών, τα περισσότερα προβλήματα που σχετίζονται με αυτές τις οσμές έχουν μερικά κοινά χαρακτηριστικά :Γενικά οι δυσάρεστες οσμές εμφανίζονται σποραδικά αλλά από διαφορετικές κατευθύνσεις. Συχνά οι αιτίες

ανιχνεύονται στις νέες μεθόδους παραγωγής, ειδικά των υλικών συσκευασίας ή των συσκευασιών. Η μόλυνση των πρώτων υλών, όπως για παράδειγμα των κόκκων πλαστικών μεταδίδει ευρέως τις ανεπιθύμητες οσμές σε πολλούς μετατροπείς. Η έλλειψη γνώσης γύρω από τον κύκλο ζωής μιας συσκευασίας, του συσκευασμένου προϊόντος και των μεμονωμένων συστατικών τους καθιστά τη λύση του προβλήματος των δυσάρεστων οσμών εξαιρετικά δύσκολη. Πολλές ουσίες έχουν την ίδια οσμή. Οι πιο διαδεδομένες δυσάρεστες οσμές περιγράφονται ως "μούχλας", "μπογιάς" και "πλαστικού", οι οποίες χρησιμοποιούνται για διαφορετικές ουσίες. Είναι ως εκ τούτου, προφανές ότι όταν μια δυσάρεστη οσμή περιγράφεται ως οσμή "μούχλας", αυτό δε μας δίνει σαφή αναφορά για το είδος της ουσίας που εμπλέκεται και προκαλεί την οσμή[6δ].

4.6 Νομοθεσία και μετανάστευση υλικών συσκευασίας στα τρόφιμα.

Για την Ευρώπη, πρώτες οι γερμανικές και οι ιταλικές αρχές ακολούθησαν τους κανονισμούς που θέσπισε ο οργανισμός τροφίμων των Η.Π.Α. (Food and Drug Administration-FDA) σχετικά με τα πλαστικά που πρόκειται να έρθουν σε επαφή με τα τρόφιμα. Οι κανονισμοί σχεδιάστηκαν με σκοπό τη μείωση των ποσοστών των ουσιών που πεταναστεύθην από τα υλικά συσκευασίας στα τρόφιμα και να ανιμετωπίσουν τους τυχόν κινδύνους για την υγεία των καταναλωτών. Η νομοθεσία που καθορίζει τις προϋποθέσεις για τα υλικά αυτά ήταν διαφορετική στην κάθε ευρωπαϊκή χώρα.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση προκειμένου να ενοποιήσει όλους τους κανονισμούς που ακολουθούσε κάθε κράτος, προέβη στη θέσπιση διατάξεων, με στόχο την εναρμόνηση των εθνικών νομοθεσιών. Έτσι η Ε.Ε. εξέδωσε οδηγίες, οι οποίες

εκτός των άλλων περιέχουν κατάλογο επιτρεπόμενων ουσιών, πρότυπο καθαρότητάς τους, αναφορά στις συνθήκες χρησιμοποίησή τους, επιτρεπόμενα όρια μετανάστευσης των επιμέρους συστατικών του πολυμερούς στο τρόφιμο και πρόνοια για την προφύλαξη της υγείας από πιθανούς κινδύνους λόγω άμεσης επαφής με τα υλικά αυτά και διατάξεις για τον έλεγχό τους.

Έτσι κάθε συσκευασία η οποία είναι κατάλληλη για τρόφιμα πρέπει να φέρει το ειδικό σήμα που ακολουθεί. Η ύπαρξή του είναι αρκετή και δε χρειάζεται να συνοδεύεται από κάποιο ερμηνευτικό σχόλιο, π.χ. για τρόφιμα.



Εικόνα 1. Σήμα καταλληλότητας τροφίμων

Πεδίο εφαρμογής: Η οδηγία της ΕΕ εφαρμόζεται στα πλαστικά υλικά που προορίζονται να έρθουν σε επαφή με τα τρόφιμα. Τα υλικά αυτά καθώς και τα μέρη τους μπορούν να αποτελούνται είτε αποκλειστικά από πλαστική ύλη είτε από περισσότερα στρώματα πλαστικής ύλης ή από υλικά διαφορετικής σύστασης. Από το πεδίο εφαρμογής της αποκλείονται:

- οι μεμβράνες από αναγεννημένη κυτταρίνη, βερνικωμένες ή μη
- βερνικωμένες: τα ελαστομερή και το φυσικό και συνθετικό καουτσούκ·
- τα χαρτιά και τα χαρτόνια, τροποποιημένα ή μη με την προσθήκη πλαστικών υλών·
- οι επικαλύψεις επιφανειών με βάση τους κηρούς·

- οι ιονανταλλακτικές ρητίνες·
- οι σιλκόνες·
- τα υλικά και αντικείμενα που αποτελούνται από δύο ή περισσότερα στρώματα των οποίων τουλάχιστον το ένα δεν συνίσταται σε πλαστική ύλη.

Εγκεκριμένες ουσίες: Οι εγκεκριμένες ουσίες είναι:

- μονομερή και άλλες αρχικές ουσίες που επιτρέπεται να χρησιμοποιούνται στην κατασκευή πλαστικών υλικών και αντικειμένων .
- πρόσθετα που μπορούν να χρησιμοποιούνται στην κατασκευή πλαστικών υλικών και αντικειμένων .

Ο κατάλογος αυτός βρίσκεται υπό μετατροπή σε θετικό κοινοτικό κατάλογο των εγκεκριμένων πρόσθετων, από τον οποίο θα εξαιρούνται όλα τα άλλα πρόσθετα. Προς το παρόν, μπορεί να συμπεριληφθεί στον κατάλογο ένα νέο πρόσθετο, κατόπιν έγκρισης και αξιολόγησής του από την Ευρωπαϊκή Αρχή για την Ασφάλεια των Τροφίμων (ΕΑΑΤ) .Οι κατάλογοι αυτοί προσδιορίζουν τις ακριβείς προϋποθέσεις χρησιμοποίησης των εν λόγω ουσιών και τα μέγιστα όρια ειδικής μετανάστευσης προς τα τρόφιμα (που εκφράζονται σε mg/kg). Τα όρια αυτά εκφράζονται σε mg/dm² της επιφάνειας της συσκευασίας στις ακόλουθες περιπτώσεις:

- εάν πρόκειται για δοχεία τα οποία έχουν χωρητικότητα κάτω των 500 χιλιολίων ή άνω των 10 λίτρων·
- εάν πρόκειται για φύλλα, μεμβράνες ή παρόμοιες ύλες.

Η συνολική ποσότητα των ουσιών που εκλύονται από τα πλαστικά αντικείμενα δεν είναι δυνατόν να υπερβαίνει τα 60 mg/kg στα τρόφιμα. Το όριο αυτό αντιστοιχεί σε 10 mg/dm² της επιφάνειας του υλικού ή του αντικειμένου για:

- τα δοχεία ή παρόμοια αντικείμενα χωρητικότητας μικρότερης των 500 χιλιολίων ή μεγαλύτερης των 10 λίτρων·

- τα δοχεία για τα οποία δεν είναι δυνατόν να εκτιμηθεί η επιφάνεια που έρχεται σε επαφή με τα τρόφιμα.

Πλαίσιο: Η οδηγία 2002/72/EK εντάσσεται στο νομοθετικό πλαίσιο που καθορίζει ο κανονισμός αριθ.1935/2004 σχετικά με τα υλικά και αντικείμενα που προορίζονται να έρθουν σε επαφή με τρόφιμα. Σε συνέχεια της έκδοσης της παρούσας οδηγίας η οδηγία 90/128/ΕΟΚ και οι τροποποιήσεις της καταργήθηκαν[23].

4.7 Μέθοδοι ανίχνευσης

Αν και δεν έχει αποδειχθεί μέχρι σήμερα ότι προκαλείται οριστική βλάβη στην υγεία του ανθρώπου από την μετανάστευση ουσιών, είναι γνωστό ότι όλες οι χημικές ουσίες είναι τοξικές όταν εισαχθούν στον οργανισμό σε ποσότητες πάνω από ορισμένες επιτρεπτές τιμές. Οποιαδήποτε διαδικασία ελέγχου μετανάστευσης πρέπει να συνδεθεί είτε άμεσα είτε έμμεσα με τη μέτρηση ή αξιολόγηση της συγκέντρωσης μιας ανεπιθύμητης ένωσης στα τρόφιμα. Αυτή η συγκέντρωση αντιπροσωπεύει την τοξικολογική σχετική παράμετρο στόχων για οποιαδήποτε μεθοδολογία ελέγχου μετανάστευσης. Αυτή η τοξικολογική παράμετρος αφού αξιολογηθεί ή μετρηθεί με διάφορους τρόπους, πρέπει έπειτα να συγκριθεί με τα ενδεδειγμένα όρια μετανάστευσης, όπως αυτά ορίζονται από την Ε.Ε. [2γ].

Οι ουσίες που μπορούν να μεταφερθούν από τη συσκευασία στο τρόφιμο είναι κυρίως α) βαρέα μέταλλα και β) μονομερή και πρόσθετα, όπως πλαστικοποιητές, χρωστικές, αλλά και υλικά που χρησιμοποιούνται στη συγκόλληση, επίχρωση, εκτύπωση. Εμείς θα αναπτύξουμε εν συντομία τις

μεθόδους ανίχνευσης των μονομερών. Αυτή πραγματοποιείται με φασματογραφία ορατού-υπεριώδους και αέρια και υγρή χρωματογραφία:

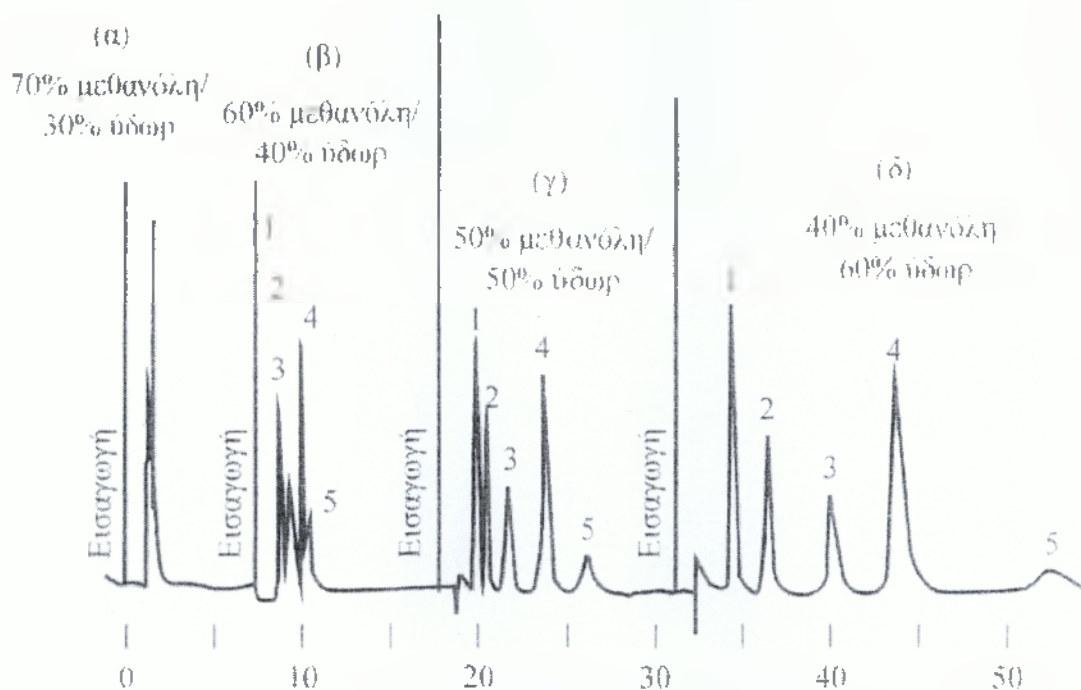
Φασματοσκοπία ορατού-υπεριώδους:

Η τεχνική της φασματοσκοπίας ορατού-υπεριώδους (UV-VIS) αποτελεί μία από τις σημαντικότερες τεχνικές ποσοτικού προσδιορισμού των μονομερών στοιχείων. Πιο συγκεκριμένα, η τεχνική αυτή ανιχνεύει τις ηλεκτρονιακές μεταπτώσεις των μορίων καθώς απορροφούν το υπεριώδες ή το ορατό φως. Με γνωστή την τιμή της απορρόφησης και τον απαιτούμενο εξοπλισμό, η τεχνική αυτή δίνει αποτελέσματα ποσοτικής ανάλυσης και πληροφορίες που αφορούν στη δομή των μορίων συστατικών του δείγματος.

Μετρήσεις απορρόφησης μπορούν να γίνουν σε επιλεγμένους κυματαριθμούς ή σε επιλεγμένη φασματική περιοχή. Η συγκεκριμένη μέθοδος χρησιμοποιείται σε ένα ευρύ φάσμα μελέτης μορίων ή ανόργανων συμπλόκων σε διαλύματα και είναι πολύ ευαίσθητη με δυνατότητα προσδιορισμού συγκέντρωσης ουσίας 10^{-7} - 10^{-6} M. Το γεγονός αυτό επιτρέπει τον προσδιορισμό ιχνοστοιχείων ή κύριων συστατικών του δείγματος σε εξαιρετικά μικρή ποσότητα δείγματος.

Χρωματογραφία:

Χρωματογραφία είναι μία ομάδα παρόμοιων διαχωριστικών τεχνικών. Καθεμία τεχνική εξαρτάται από το πόσο γρήγορα κινείται μία ουσία σε ρεύμα αερίου ή υγρού κατά το πέρασμά της μέσω μιας στατικής φάσης, από την οποία η ουσία μπορεί να συγκρατείται ελαφρά [18]. Η χρωματογραφία (χρώμα+γράφω) οφείλει το όνομά της στον πρώτο διαχωρισμό έγχρωμων ουσιών. Εντούτοις, η τεχνική της χρωματογραφίας δεν περιορίζεται μόνο σε έγχρωμες ουσίες.



Σχήμα 7. Μορφή χρωματογραφήματος

4.8 Πλαστική ενεργός συσκευασία.

Κάθε συσκευασία η οποία συμβάλει στην καλύτερη ποιότητα του προϊόντος, στην ασφάλεια και στη μεγαλύτερη διάρκεια ζωής αυτού, μπορεί να χαρακτηριστεί ως *ενεργός συσκευασία*. Η ενεργός συσκευασία (active packaging) αποτελεί ένα σύνολο από διάφορα συστήματα ή τεχνικές που δρουν συμπληρωματικά προς την κύρια συσκευασία του προϊόντος και τα οποία έχουν την ιδιότητα να αλληλεπιδρούν με το υλικό συσκευασίας, την ατμόσφαιρα στο εσωτερικό της συσκευασίας και με το ίδιο το τρόφιμο με αποτέλεσμα να συμβάλλουν στην καλύτερη διατήρηση της ποιότητας και στην επιμήκυνση του χρόνου συντήρησης του συσκευασμένου προϊόντος[2ν]. Μια πλαστική συσκευασία μπορεί να είναι ενεργός συσκευασία.

Υπάρχουν διάφορα συστήματα ενεργούς συσκευασίας, τα σπουδαιότερα των οποίων αναφέρονται στη συνέχεια.

Σύστημα δέσμευσης οξυγόνου :

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, η δράση του οξυγόνου στα τρόφιμα, συσκευασμένα και μη, έχει αρνητική επιρροή στην ποιότητα τους. Η εξάλειψη του από την ατμόσφαιρα της πλαστικής συσκευασίας είναι εφικτή και μπορεί να πραγματοποιηθεί με αρκετούς τρόπους. Στην ενεργό συσκευασία των τροφίμων το οξυγόνο που βρίσκεται στον περιέκτη, δεσμεύεται με διάφορα συστήματα και γνωστά ως προσροφητές οξυγόνου, με αποτέλεσμα η υπολειμματική συγκέντρωση του αερίου να μειώνεται σε ποσοστό μικρότερο από 0,01%. Οι προσροφητές οξυγόνου είναι χημικές ουσίες ή και ένζυμα που έχουν την ικανότητα να απορροφούν και να δεσμεύουν το οξυγόνο από τον ελεύθερο χώρο (headspace) της συσκευασίας μέσω χημικών διαδικασιών αντιδράσεων.

Τα σημαντικότερα χημικά μέσα που χρησιμοποιούνται ως προσροφητές οξυγόνου είναι το ασκορβικό οξύ, η σκόνη σιδήρου[19], το διθειονικό νάτριο, τα ασκορβικά άλατα και η κατεχόλη. Το ασκορβικό οξύ, τα ασκορβικά άλατα και η κατεχόλη είναι οργανικές ενώσεις με ισχυρές αναγωγικές ιδιότητες που δεσμεύουν εύκολα το οξυγόνο και οξειδώνονται. Οι προσροφητές αυτοί χρησιμοποιούνται κυρίως σε υγρά προϊόντα στα οποία είναι αδύνατη η χρήση σκόνης, λόγω του ότι χάνει την ικανότητά της να δεσμεύσει οξυγόνο όταν διαβρεχθεί. Από τα ένζυμα που χρησιμοποιούνται τα σπουδαιότερα είναι η οξειδάση της γλυκόζης και η καταλάση.

Η επιλογή της κατάλληλης ουσίας προσροφήσης του οξυγόνου γίνεται με βάση τα εξής κριτήρια :

- i Τη φύση του προϊόντος, το μέγεθος, το σχήμα και το βάρος αυτού
- ii Τη δραστηριότητα νερού στο τρόφιμο
- iii Την ποσότητα οξυγόνου στο ελεύθερο διάστημα της συσκευασίας
- iv Τη διαπερατότητα του υλικού συσκευασίας σε οξυγόνο και
- v Την επιδιωκόμενη διάρκεια συντήρησης του προϊόντος.

Σύστημα δέσμευσης/εκπομπής CO₂:

Αρκετά προϊόντα κατά την επεξεργασία τους και τη συσκευασία τους παράγουν σημαντικές ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα, CO₂, το οποίο λόγω της μεγάλης διαλυτικής του ικανότητας προκαλεί μείωση του εσωτερικού όγκου της συσκευασίας και για το λόγο αυτό επιβάλλεται η απομάκρυνση του από το εσωτερικό του περιέκτη.

Η ενεργός πλαστική συσκευασία δίνει τη λύση στο πρόβλημα αυτό με δύο τρόπους. Ο πρώτος τρόπος βασίζεται στην καθ'αυτού απορρόφηση του CO₂ με μίγμα οξειδίου του ασβεστίου (CaO) και ενεργού άνθρακα σε σακουλάκι από πολυαιθυλένιο. Ο δεύτερος τρόπος βασίζεται στην ταυτόχρονη δέσμευση οξυγόνου και διοξειδίου του άνθρακα με χρήση μίγματος σκόνης σιδήρου , η οποία δεσμεύει το οξυγόνο και το υδροξείδιο του ασβεστίου ,Ca(OH)₂ , το οποίο δεσμεύει το διοξείδιο του άνθρακα και μετατρέπεται σε αμθρακικό ασβέστιο (CaCO₃).

Σύστημα απορρόφησης υγρασίας :

Η συσγκέντρωση υγρασίας στο εσωτερικό του περιέκτη είναι ένα σύνθηδες φαινόμενο το οποίο επηρεάζει αρνητικά την ποιότητα και την όψη του συσκευασμένου προϊόντος, ευνοώντας ταυτόχρονα την ανάπτυξη μικροοργανισμών. Για την απορρόφηση της υγρασίας από τα διάφορα προϊόντα και τις πλαστικές συσκευασίες τους χρησιμοποιούνται αποστειρωμένες πάνες που τοποθετούνται στη βάση της συσκευασίας. Αυτές οι πάνες περιέχουν οργανικές ενώσεις, όπως πολυακρυλικά άλατα, καρβοξυ-μέθυλο-κυτταρίνη κ.ά., που έχουν την ικανότητα να απορροφούν ποσότητα νερού 500 φορές μεγαλύτερη από το βάρος τους. Οι ουσίες αυτές τοποθετούνται μέσα σε πλαστικό σακουλάκι από πολυαιθυλένιο ή πολυπροπυλένιο το οποίο είναι διαπερατό στη υγρασία.

Σύστημα δέσμευσης αιθυλενίου ($CH_2=CH_2$) :

Το αιθυλένιο παράγεται κατά την αναπνευστική δραστηριότητα των φρούτων και των λαχανικών. Έχει τη δυνατότητα να διεγείρει την ωρίμανση και να επισπεύδει τον κύκλο ζωής των προϊόντων, ιδιαίτερα των κλημακτηριακών καρπών, ακόμα και σε πολύ μικρές συγκεντρώσεις. Χρησιμοποιείται για τον αποπρασινισμό των εσπεριδοειδών, της μπανάνας και την ωρίμανση της τομάτας σε ελεγχόμενες ποσότητες. Ωστόσο, η κύρια ιδιότητά του, το να επιταχύνει δηλαδή την ωρίμανση καθιστά την παρουσία του απαγορευτική για τα περισσότερα φρούτα και λαχανικά, ακόμα και σε πολύ μικρές ποσότητες.

Με κύριο λοιπόν στόχο την απομάκρυνσή του από τους χώρους αποθήκευσης και συσκευασίας, χρησιμοποιείται το υπερμαγγανικό κάλιο ($KMnO_4$) σε ποσοστό 4-6% ενσωματωμένο σε αδρανές υλικό, όπως η πηκτική πυριτικού οξέος και τοποθετημένο σε σακουλάκι λόγω της τοξικότητάς του. Ο ζεόλιθος, η ελαφρόπετρα και άλλοι μεταλλικοί καταλύτες με ενεργό άνθρακα έχουν την ικανότητα να δεσμεύουν το αιθυλένιο. Οι ουσίες αυτές ενσωματώνονται στο υλικό κατασκευής πλαστικών σακουλών στις οποίες επρόκειτο να συσκευαστούν νωπά φρούτα και λαχανικά.

Σύστημα απορρόφησης ουσιών με ανεπιθύμητη οσμή και γεύση :

Σε αρκετά τρόφιμα παρατηρείται κάποια ανεπιθύμητη γεύση ή και οσμή, οι οποίες δεν προέρχονται απαραίτητα από κάποια αλλοίωση του προϊόντος. Το πρόβλημα αυτό βρίσκει τη λύση του μέσω της πλαστικής ενεργούς συσκευασίας. Πιο συγκεκριμένα, με διάφορα συστήματα ημιπερατών μεμβρανών και χημικών ουσιών οι οποίες προσθέτονται στη πλαστική συσκευασία μπορούν να δεσμεύσουν τις ανεπιθύμητες οσμές και γεύσης.

Σύστημα ρυθμιζόμενης θερμοκρασίας :

Είναι βέβαιο ότι η πλαστική συσκευασία δεν μπορεί να ανταπεξέλθει στις θερμοκρασιακές απαιτήσεις των προϊόντων, ειδικά όταν αυτά προορίζονται για συντήρηση. Εντούτοις, έχουν βρεθεί και χρησιμοποιηθεί με επιτυχία διάφορα μονωτικά υλικά και ειδικοί μονωμένοι πλαστικοί περιέκτες, οι οποίοι συμβάλλουν στην παρεμπόδιση των διακυμάνσεων της θερμοκρασίας της συσκευασίας και στη διατήρηση αυτής στο ευνοϊκότερο δυνατό επίπεδο. Τα υλικά αυτά αποτελούνται κυρίως από πλαστικά με υψηλό πορώδες.

ΣΥΖΗΤΗΣΗ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η συσκευασία για πολλά χρόνια αποτελούσε ένα απλό μέσο για την προστασία των τροφίμων. Με το πέρασμα των χρόνων όμως, η συσκευασία απέκτησε μεγαλύτερη και ουσιαστικότερη σημασία, καθώς μετατράπηκε σε πολύτιμο μέσο για την αύξηση της διάρκειας ζωής του συσκευασμένου προϊόντος, τη διατήρηση της ποιότητάς του και την πληροφόρηση του καταναλωτή.

Το χαρτί και το γυαλί, ως υλικά συσκευασίας, αντικαταστάθηκαν από τα μέταλλα και τα πλαστικά για αρκετά είδη και προϊόντα. Κυρίαρχη όμως θέση στο χώρο της συσκευασίας, κατέχουν τα πλαστικά με πληθώρα πλεονεκτημάτων, ορισμένα από τα οποία είναι πολύ σημαντικά για τη διατήρηση της ποιότητας του προϊόντος.

Παρόλες τις θετικές επιδράσεις της πλαστικής συσκευασίας στα προϊόντα, κρύβονται κίνδυνοι για το ίδιο το προϊόν και κατ'επέκταση και της υγείας του καταναλωτή, εξαιτίας ορισμένων υλικών κατασκευής των πλαστικών, τα οποία είναι πολύ τοξικά. Η αλληλεπίδραση των υλικών συσκευασίας με το τρόφιμο και ειδικότερα η μετανάστευση, είναι ένα φαινόμενο που έχει απασχολήσει ερευνητές και καταναλωτές. Οι πλαστικές συσκευασίες, αποδεδειγμένα πλέον, μετά από ανίχνευση μονομερών σε τρόφιμα, κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες και επιτόλαιους χειρισμούς μπορούν να λειτουργήσουν ως μολυντές για το συσκευασμένο προϊόν.

Το πιο διαδεδομένο υλικό πλαστικής συσκευασίας αποτελεί ο θερμοπλαστικός πολυαιθέρας PET. Αν και αρχικά υπήρχε η εντύπωση ότι το υλικό αυτό δεν επιβαρύνει το προϊόν με ανεπιθύμητα ιόντα και ενώσεις, έρευνες απέδειξαν ότι υπό συγκεκριμένες συνθήκες είναι δυνατό κάτι τέτοιο να πραγματοποιηθεί. Πιο συγκεκριμένα, τα αποτελέσματα της έρευνας των Karamani A.G. [21] δείχνουν ότι το PET μπορεί να αποτελέσει άμεσο κίνδυνο και πηγή επικίνδυνων ουσιών κατά τη χρήση του σε επαναγεμιζόμενες και

ανακυκλώσιμες φιάλες, όταν δεν τηρούνται οι κατάλληλες προϋποθέσεις ασφαλείας κυρίως στο στάδιο χαλάρωσης του υλικού.

Η αλληλεπίδραση της συσκευασίας και του περιεχόμενου τροφίμου, στην περίπτωση της πλαστικής ενεργούς συσκευασίας είναι απολύτως επιθυμητή. Το προϊόν αποκτά τη δυνατότητα διατήρησης για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα και βελτίωσης των οργανοληπτικών του χαρακτηριστικών.

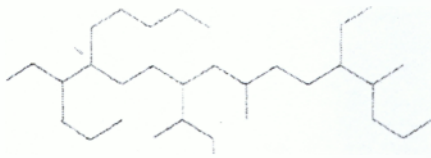
Παράρτημα 1. Πολυμερή και ονομασίες [22]


Polymers Of	ASTM
Acrylester + acrylonitrile + butadiene	ABA
Acrylester + ethylene	EEA#
Acrylic acid	PAA
Acrylonitrile	PAN
Acrylonitrile + butadiene	PBAN
Acrylonitrile + butadiene + styrene	ABS
Acrylonitrile + methyl methacrylate	AMMA
Acrylonitrile + styrene	SAN ^{α)}
Adipic acid + hexamethylenediamine	PA 6.6
Allyl diglycol carbonate	ADC
Bisphenol A + phosgene	PC [#]
Butadiene + styrene (thermoplastic)	PBS
Butene-1	PB
Butylene glycol + terephthalic acid	PBT
ε-Caprolactam	PA 6
Chlorotrifluoroethylene	PCTFE
Cresol + formaldehyde	CF
Diallyl fumarate	PDAF
Diallyl chloroendate	PDAC

Polymers Of	ASTM
Diallyl isophthalate	PDAIP
Diallyl maleate	PDAM
Diallyl phthalate	PDAP
1,4-Dichlorobenzene + disodium sulfide	PPS
2,6-Dimethylphenol + oxygen	POP
ω -Dodecanolactam (laurolactam)	PA 12
Ethyl acrylate + ethylene	EEA
Ethylene	PE
- chlorinated polymer	CPE
- high density polymer	HDPE
- linear low density polymer	LLDPE
- low density polymer	LDPE
- medium density polymer	MDPE
- ultrahigh molar mass polymer	UHMW-PE
Ethylene + methacrylic acid	EMA
Ethylene + tetrafluoroethylene	ETFE
Ethylene + vinyl acetate	EVA
Ethylene glycol + maleic anhydride	UP
Ethylene glycol + terephthalic acid(ester)	PET

Polymer Of	ASTM
Dioctyladipate	DOA
Octadecyl 3,5-bis(1,1-dimethylehyl)-4-hydroxybenzene propanoate	Irganox1076
Butylated hydroxyl toluene	BHT
Acetyl tributyl citrate	ATBC
Epoxidized soy dean oil	ESBO
Polypropylene	PP
Polystyrene	PS
Polyvinyl chloride	PVC
Polyamides	PA

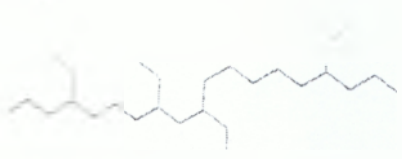
Παράρτημα 2. Οι κυριότεροι τύποι πολυμερών που χρησιμοποιούνται στον τομέα συσκευασίας, ιδιότητες και χρήσεις τους.

ΠΟΛΥΜΕΡΗ	ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ / ΧΡΗΣΕΙΣ
<p>ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ ΠΟΛΥΑΙΘΥΛΕΝΙΟΥ</p> <p>Σ' αυτήν την οικογένεια ανήκουν τα πολυμερή που προέρχονται από τον πολυμερισμό του αιθυλενίου μόνο (ομοπολυμερή) ή με μικρή ποσότητα άλλων μονομερών (συμπολυμερή).</p> $\left[\text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 \right]$	<p>Χωρίς καμία αμφιβολία το πιο επιτυχημένο πολυμερές από αυτά που αναπτύχθηκαν τη δεκαετία του 1930 ήταν το πολυαιθυλένιο. Η ανακάλυψή του ήταν τυχαία και έγινε στα πλαίσια ενός προγράμματος βασικής έρευνας στα εργαστήρια της βιομηχανίας στην ICI Αγγλία.</p> <p>Οι ιδιότητες των πολυαιθυλενίων εξαρτώνται από τη φυσικοχημική δομή των μακρομορίων που με τη σειρά της εξαρτάται από τη μέθοδο πολυμερισμού, το είδος και το ποσοστό πολυμερισμένων μονομερών. Γενικά χαρακτηριστικά των πολυαιθυλενίων είναι η χημική αδράνεια και η ποικιλία των μεθόδων επεξεργασίας τους και των προϊόντων που παράγονται από αυτά.</p>
<p>ΠΟΛΥΑΙΘΥΛΕΝΙΑ ΧΑΜΗΛΗΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ (LDPE)</p> <p>Το LDPE παράγεται από πολυμερισμό του αιθυλενίου σε υψηλή θερμοκρασία και πίεση. Το χαρακτηριστικό της δομής τους είναι οι πολλές διακλαδώσεις των μακρομορίων και ο μικρός βαθμός κρυσταλλικότητας.</p> 	<p>Το LDPE είναι ανθεκτικό και εύκαμπτο υλικό, ελαφρώς ημιδιαφανές, το οποίο με την αφή δίνει την αίσθηση του κηρού. Έχει καλές ελαστικές ιδιότητες, είναι στεγανό στους υδρατμούς, αλλά σχετικά διαπερατό στα αέρια. Επίσης φημίζεται για τη χημική του αδράνεια και θεωρείται τελείως ακίνδυνο υπό κανονικές συνθήκες για τα τρόφιμα.</p> <p>Χρησιμοποιείται κυρίως για την παραγωγή φιλμ (απλών και σύνθετων) και προϊόντων που παράγονται από φιλμ. Σε μικρότερες ποσότητες χρησιμοποιούνται για την παραγωγή σωληνίσκων (αεροζόλ), μαλακών φιαλών, σωληναρίων και ειδικών ποιμάτων.</p>

ΠΟΛΥΜΕΡΗ	ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ / ΧΡΗΣΕΙΣ
<p>ΠΟΛΥΑΙΘΥΛΕΝΙΑ ΥΨΗΛΗΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ (HDPE)</p> <p>Το HDPE παράγεται από πολυμερισμό του αιθυλενίου σε χαμηλές πιέσεις. Έχουν γραμμική δομή και μεγάλο βαθμό κρυσταλλικότητας.</p> 	<p>Το HDPE είναι αρκετά σκληρό και δύσκαμπτο υλικό, ελαφρώς διαφανές, δε δίνει την αίσθηση κηρού και μαλακώνει σε πολύ υψηλές θερμοκρασίες. Χρησιμοποιείται για την παραγωγή βαρελιών, μικρών και μεγάλων φιαλών, τσαντών και πλαστικών κιβωτίων. Δίνει επίσης τη δυνατότητα αποστείρωσης των προϊόντων με ατμό λόγω της αντοχής στην θερμοκρασία.</p>

ΓΡΑΜΜΙΚΑ ΠΟΛΥΑΙΘΥΛΕΝΙΑ ΧΑΜΗΛΗΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ (LLDPE)

Το LLDPE παράγεται από συμπολυμερισμό αιθυλενίου με μικρή ποσότητα αλκενίου όπως το βουτενίου, το εξένιο και το οκτένιο, σε χαμηλές πιέσεις με τη βοήθεια καταλυτών. Η ενσωμάτωση των αλκενίων εμποδίζει την έντονη διακλάδωση μεγάλων σε μέγεθος μακρομοριακών αλυσίδων ενώ επιτρέπει την διακλάδωση μικρών πλευρικών, με αποτέλεσμα το LLDPE να έχει την ίδια πυκνότητα με το LDPE σε συνδυασμό με τις μηχανικές ιδιότητες του και HDPE.

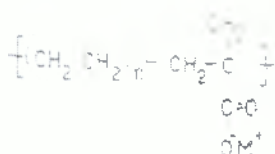


Το LLDPE είναι μαλακό, ελαστικό και με εξαιρετικές μηχανικές ιδιότητες. Χρησιμοποιείται για την παραγωγή φιλμ πολύ λεπτότερα από τα φιλμ LDPE και με τις ίδιες ή και καλύτερες ιδιότητες. Επίσης χρησιμοποιείται για την παραγωγή χυτών αντικειμένων και φιαλών με μαλακά και ταυτόχρονα σταθερά τοιχώματα.

ΠΟΛΥΜΕΡΗ	ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ / ΧΡΗΣΕΙΣ
----------	---------------------

ΙΟΝΟΜΕΡΗ

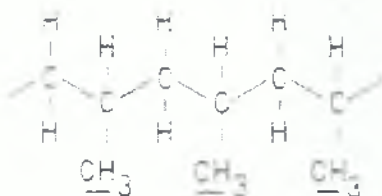
Τα ιονομερή είναι συμπολυμερή του αιθυλενίου με μεθακρυλικό οξύ οξυδωτερωμένο με μεταλλικά ιόντα.



Τα ιονομερή έχουν πολύ καλή θερμοσυγκολλητικότητα, διαφάνεια, αντοχή στους διαλύτες και πολύ καλή μηχανική αντοχή ακόμα και σε πολύ χαμηλές θερμοκρασίες. Χρησιμοποιούνται σε σύνθετα φύλμ.

ΠΟΛΥΠΡΟΠΥΛΕΝΙΟ (PP)

Από πολυμερισμό του προπυλενίου σε ειδικές συνθήκες έτσι ώστε να παράγεται σε μεγάλο ποσοστό το χρήσιμο στερεοϊσομερές, ισοτακτικό πολυπροπυλένιο.



Το PP είναι το ελαφρότερο πολυμερές. Η μεμβράνη που παράγεται από το PP είναι διαυγής και στιλπνή, έχει χαμηλό συντελεστή τριβής και μεγάλη αντοχή στον εφέλικισμό και το τρύπημα. Χρησιμοποιείται για την παραγωγή φιαλών, φύλμ, πλεκτών σάκων, ταινιών συσκευασίας για καπάκια και πόματα, καλαμάκια και πλαστικά μαχαιροπήρουνα. Τέλος, το υψηλό σημείο τήξεως το κάνει κατάλληλο για την παραγωγή υλικών που μπορούν να αποστειρωθούν.

ΣΥΜΠΟΛΥΜΕΡΕΣ ΠΟΛΥΠΡΟΠΥΛΕΝΙΟ

Από πολυμερισμό προπυλενίου με μικρό ποσοστό αιθυλενίου.

Έχει τις ιδιότητες του ομοπολυμερούς πολυπροπυλενίου αλλά βελτιωμένη αντοχή στη γήρανση και στο στίσιμο. Ενδείκνυται για την παραγωγή πωμάτων.

ΠΟΛΥΜΕΡΗ	ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ / ΧΡΗΣΕΙΣ
<p data-bbox="331 405 678 439">ΠΟΛΥΣΤΥΡΕΝΙΟ ΑΠΛΟ (PS)</p> <p data-bbox="331 477 735 546">Το PS παράγεται από τον πολυμερισμό του στυρενίου.</p> $\left[\text{CH}_2 - \underset{\text{C}_6\text{H}_5}{\text{C}} - \text{CH}_2 - \underset{\text{C}_6\text{H}_5}{\text{C}} \right]_n$	<p data-bbox="783 443 1206 768">Το PS είναι σκληρό αλλά εύθρυπτο είναι διαγνές και μαλακώνει σε χαμηλή θερμοκρασία. Χρησιμοποιείται κυρίως για την παραγωγή κυπέλλων γαλακτοκομικών προϊόντων κουτιών και σαλιναρίων. Προσβάλλεται από πολλούς διαλύτες και η χρήση του περιορίζεται συνεχώς κυρίως λόγω της μεγάλης αύξησης στην τιμή του.</p>
<p data-bbox="331 891 694 1028">ΣΥΜΠΟΛΥΜΕΡΕΣ ΑΚΡΥΛΟΝΙΤΡΙΑΙΟΥ-ΒΟΥΤΑΔΙΕΝΙΟΥ-ΣΤΥΡΕΝΙΟΥ (ABS)</p>	<p data-bbox="783 891 1206 1066">Έχει εξαιρετικές μηχανικές ιδιότητες και είναι αδιαφανές. Είναι πολύ καλό υπόστρωμα για ηλεκτρολυτική επιμετάλλωση. (π.χ. χρυσά πώματα καλλυντικών).</p>
<p data-bbox="331 1189 727 1258">ΣΥΜΠΟΛΥΜΕΡΕΣ ΣΤΥΡΕΝΙΟΥ-ΑΚΡΥΛΟΝΙΤΡΙΑΙΟΥ (SAN)</p>	<p data-bbox="783 1189 1145 1258">Είναι ανθεκτικότερο από το PS και εξίσου διαφανές.</p>
<p data-bbox="331 1375 699 1444">ΠΟΛΥΒΙΝΥΛΙΔΕΝΟΧΛΩΡΙΔΙΟ (PVDC)</p> <p data-bbox="331 1482 735 1552">Το PVDC παράγεται από τον πολυμερισμό του βινυλιδενοχλωριδίου.</p> $\left[\text{CH}_2 - \underset{\text{Cl}}{\overset{\text{Cl}}{\text{C}}} \right]_n$	<p data-bbox="783 1413 1206 1738">Το PVDC είναι πολύ λίγο διαπερατό από υγρασία όπως και από το O₂ και το CO₂. Η υψηλή πυκνότητά του όμως καθιστά σχεδόν απαγορευτικό το κόστος του για την κατασκευή μεμβρανών. Το PVDC χρησιμοποιείται ως συμπολυμερές με το PVC σε αναλογία 1/10, καθώς και για τον περιορισμό της διαπερατότητας φιαλών PET.</p>

ΠΟΛΥΜΕΡΗ	ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ / ΧΡΗΣΕΙΣ
<p>ΠΟΛΥΒΙΝΥΛΟΧΛΩΡΙΔΙΟ (PVC)</p> <p>Το PVC παράγεται από τον πολυμερισμό του βινυλοχλωριδίου (VCM) σε συνθήκες χαμηλής πίεσης και θερμοκρασίες που κυμαίνονται από 40-70 °C.</p> $\left[\text{CH}_2 - \underset{\text{Cl}}{\text{CH}} \right]$ <p>Ανάλογα με τον τρόπο πολυμερισμού του VCM διακρίνουμε το PVC από μάζα, αιώρημα ή γαλάκτωμα. Για προϊόντα συσκευασίας κυρίως χρησιμοποιείται το PVC από αιώρημα.</p>	<p>Το μη πλαστικοποιημένο πολυβινυλοχλωρίδιο (UPVC) είναι σκληρό και δύσκαμπτο. Είναι διαυγές και στιλπνό υλικό με εξαιρετική στεγανότητα στην υγρασία, χαμηλή διαπερατότητα στο οξυγόνο και εξαιρετική αντίσταση στην επίδραση λιπών και ελαίων. Με τα παραπάνω χαρακτηριστικά το UPVC υλικό μπορεί να θεωρηθεί κατάλληλο για την κατασκευή φιαλών που προορίζονται για λιπαρά τρόφιμα και αεριούχα αναψυκτικά. Με την κατάλληλη προσθήκη πλαστικοποιητών το πολυμερές, μαλακώνει και μπορεί να διαμορφωθεί σε εύκαμπτη μεμβράνη. Η μεμβράνη αυτή φημίζεται για τις πολύ καλές στεγανοποιητικές της ιδιότητες. Εκτός από τα παραπάνω θετικά στοιχεία το PVC, α) κατά τη θερμοσυγκόλληση με θερμό σύρμα παράγει αέριο HCL, β) το μονομερές του είναι καρκινογόνο και σε αυτό οφείλονται πολλοί θάνατοι και γ) με την καύση του, λόγω του χλωριού που περιέχει, σχηματίζονται διοξίνες που είναι ιδιαίτερα τοξικές. Πολλές χώρες έχουν πάρει απαγορευτικά μέτρα.</p>
<p>ΘΕΡΜΟΠΛΑΣΤΙΚΟΣ ΠΟΛΥΕΣΤΕΡΑΣ (PET)</p> <p>Το PET παράγεται από πολύσυμπύκνωση γλυκόλης και τереφθαλικού οξέος.</p> $\left[\text{O} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{O} - \underset{\text{O}}{\text{C}} - \text{C}_6\text{H}_4 - \underset{\text{O}}{\text{C}} \right]$	<p>Το PET είναι χημικά αδρανές και δεν παρατηρούνται μεταναστεύσεις ουσιών στα τρόφιμα. Έχει εξαιρετικές μηχανικές ιδιότητες και είναι εύκαμπτο σε ένα μεγάλο ευρος θερμοκρασιών. Το PET χρησιμοποιείται ευρέως για την παραγωγή μεμβρανών και φιαλών για ανθρακούχα ποτά και άλλα υγρά τρόφιμα.</p>

ΠΟΛΥΜΕΡΗ	ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ / ΧΡΗΣΕΙΣ
<p>ΠΟΛΥΑΝΘΡΑΚΙΚΗ ΡΗΤΙΝΗ (PC)</p> <p>Το PC παράγεται από πολυσυμπύκνωση δισφαινόλης-Α και φωσγενίου.</p> $\left[\text{C}_6\text{H}_4 - \underset{\text{CH}_3}{\overset{\text{CH}_3}{\text{C}}} - \text{C}_6\text{H}_4 - \text{O} - \underset{\text{O}}{\text{C}} - \text{O} \right]$	<p>Το PC είναι ένα άκαμπτο πλαστικό με υψηλό σημείο τήξης (αποστειρώνεται), διαφάνεια και εξαιρετικές μηχανικές ιδιότητες. Είναι σταθερό στα οξέα και τα λίπη αλλά δεν συμβαίνει το ίδιο με τις βάσεις και τους διαλύτες. Δεν ενδείκνυται για συνεχή βρασμό στο νερό. Το υλικό χρησιμοποιείται για την παραγωγή μπουκαλιών για μωρά και σαν εξωτερικό στρώμα σε δίσκους για φούρνους μικροκυμάτων.</p>
<p>ΟΞΙΚΗ ΚΥΤΤΑΡΙΝΗ</p> <p>Η οξική κυτταρίνη παράγεται από το χνούδι του βαμβακόσπορου με την επίδραση αρχικά του οξικού οξέος και του οξικού ανυδρίτη στη συνέχεια.</p>	<p>Η οξική κυτταρίνη είναι περατή στην υγρασία και τους υδρατμούς όπως και τις πτητικές ουσίες. Μπορούν να πραγματοποιηθούν και βελτιώσεις, σε ό,τι αφορά τις ιδιότητες της, με την προσθήκη άλλων ουσιών. Χρησιμοποιείται ευρέως στην κατασκευή δύσκαμπτων περιεκτών.</p>
<p>ΑΝΑΓΕΝΝΗΜΕΝΗ ΚΥΤΤΑΡΙΝΗ-ΣΕΛΟΦΑΝ</p> <p>Το σελοφάν παράγεται από πολύ καθαρή κυτταρίνη που προέρχεται από πολτό ξύλου ή βαμβακού.</p>	<p>Η αναγεννημένη κυτταρίνη είναι το γνωστό σε όλους «σελοφάν». Προκύπτει από την επεξεργασία της κυτταρίνης η οποία αποκτά διάφορες επιθυμητές ιδιότητες όπως αδιαπερατότητα στην υγρασία, θερμοσυγκολλητικότητα και διαφάνεια.</p>
<p>ΠΟΛΥΑΜΙΔΙΑ (ΡΑ)</p> <p>Τα ΡΑ παράγονται με πολυμερισμό συμπύκνωσης ενός οργανικού οξέος και μιας αμίνης. Στο εμπόριο είναι γνωστά ως Nylon.</p>	<p>Τα Πολυαμίδια είναι εύκαμπτα υλικά συσκευασίας προερχόμενα κατά κύριο λόγο από αμινοξέα. Εμποδίζουν τη διέλευση του οξυγόνου και του νερού και παρουσιάζουν χαμηλό σημείο τήξης. Τα πολυαμίδια εγκρίνονται για τη χρήση ως επιστρώματα επαφής με τα τρόφιμα.</p>

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η ταχεία ανάπτυξη των βιομηχανιών και οι διαρκώς αυξανόμενες απαιτήσεις των καταναλωτών όσον αφορά στην ποσότητα και ποιότητα των προϊόντων, οδήγησαν στην ανακάλυψη και εισαγωγή νέων προηγμένων τεχνολογιών συσκευασίας. Πλέον η συσκευασία ενημερώνει, διευκολύνει και προειδοποιεί τον καταναλωτή. Το χαρτί και το γυαλί ως υλικά συσκευασίας πέρασαν σε δεύτερη προτίμηση, ενώ την πρώτη θέση κατέχουν τα μέταλλα και κυρίως τα πλαστικά.

Ένα πολυμερές για να επεξεργαστεί και να καταστεί ανθεκτικό είναι απαραίτητη η χρησιμοποίηση πρόσθετων, όπως λιπαντικά, σταθεροποιητές, απορροφητές UV, χρωστικές, κ.ά. Το μεγαλύτερο τμήμα της παγκόσμιας κατανάλωσης πλαστικών για συσκευασίες καλύπτουν οι πολυολεφίνες (PO) και ακολουθούν τα PVC και το PET.

Ωστόσο η συσκευασία και ειδικότερα τα υλικά της συσκευασίας, εγκυμονούν κινδύνους για το συσκευασμένο προϊόν και την υγεία του καταναλωτή, σε περίπτωση μετανάστευσης ουσιών από τη πλαστική συσκευασία στο τρόφιμο. Το φαινόμενο της αλληλεπίδρασης των ανεπιθύμητων ουσιών είναι επίσης ιδιαίτερα σημαντικό. Οσμές οι οποίες περιγράφονται ως “μούχλας”, “μπογιάς” και “πλαστικού”, χρησιμοποιούνται για διαφορετικές ουσίες, χωρίς ωστόσο να είναι σαφές το είδος της ένωσης που εμπλέκεται και προκαλεί τη δυσάρεστη αυτή οσμή.

Με τη βοήθεια της φασματοσκοπίας ορατού-υπεριώδους και της χρωματογραφίας (τεχνικές που χρησιμοποιούνται για την ανίχνευση μονομερών στα τρόφιμα), βρέθηκε ότι το πιο επικίνδυνο υλικό κατασκευής πλαστικού είναι ο θερμοπλαστικός πολυεστέρας PET. Σε περίπτωση μετανάστευσης, οι συνέπειες είναι καταστροφικές για το ίδιο το προϊόν αλλά και την υγεία του καταναλωτή ως αποτέλεσμα.

ABSTRACT

Rise of industry along with the continuously increasing demands of consumers in terms of quality and quantity of products, have led to the development and introduction of modern, technologically advanced packaging. Nowadays, packaging not only has become easier to use (consumer friendly) but it also provides information and warnings about the product. Materials such as paper and glass used for packaging in the past are not preferable any more whereas metals and plastics are becoming more and more popular.

Polymers are processed with additives in order to become stable and tough. Such additives are lubricants, stabilizers, UV absorbers, dyes. The greatest portion of international plastic consumption designated for packaging is polyolephins (PO); PVC and PET follow.

Nevertheless, packaging and specifically packaging materials might prove dangerous for the product and thus for the consumers health in case of transport of hazardous substances from the plastic packaging to the product. Undesired odors release is significantly serious as well. Characterizations such as “mold”, “dye”, “paint”, “plastic” used to describe odors, refer to several substances, yet being unclear which chemical compounds are involved in the production of the unsavory odors.

Using UV spectroscopy and chromatography (analytical techniques used for the identification and separation of monomers in food), was found that the most hazardous packaging material is polyethylene terephthalate, PET. In case of molecules transpassing from packaging to food product, consequences are extremely severe for the product and as a result, consumers health is challenged.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

[1] ΑΡΒΑΝΙΤΟΓΙΑΝΝΗΣ Ι.Σ. , ΜΠΟΣΝΕΑ Λ., ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ, ΜΕΤΑΠΟΙΗΣΗΣ & ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ, UNIVERSITY STUDIO PRESS, ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2001, ΣΕΛ 13 , [1^α] ΣΕΛ 173, [1β] ΣΕΛ 173-174, [1γ] ΣΕΛ 227,

[2] ΜΠΛΟΥΚΑΣ Ι.Γ., ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ, ΕΚΔ. ΣΤΑΜΟΥΛΗ, ΑΘΗΝΑ 2004, ΣΕΛ 28-30 , [2 α] ΣΕΛ 32-34, [2β] ΣΕΛ 34-37, [2γ] ΣΕΛ 42-43 , [2δ] ΣΕΛ 17, [2^ε] ΣΕΛ 18. [2ζ] ΣΕΛ 18-19, [2^η] ΣΕΛ 19 , [2θ] ΣΕΛ 23-26, [2ι] ΣΕΛ 51-53, [2κ] ΣΕΛ 67, [2λ] ΣΕΛ 55, [2μ] ΣΕΛ 84-85, [2ν] ΣΕΛ 293,

[3] ΚΑΡΑΚΑΣΙΔΗΣ Ν., ΒΡΑΧΑΤΗ Ι., ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ, ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ, ΣΕΛ 13 , [3^α] ΣΕΛ 13, [3β] ΣΕΛ 76,

[4] FELLOWS J.P. , FOOD PROCESSING TECHNOLOGY, W.P.L., ENGLAND 1996, pp 444

[5] ΣΤΑΣΙΝΟΠΟΥΛΟΣ Α. , ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ : ΕΡΜΗΝΕΥΤΙΚΟ ΛΕΞΙΚΟ ΥΛΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΩΝ, ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΠΡΟΩΘΗΣΗΣ ΕΞΑΓΩΓΩΝ, ΑΘΗΝΑ 1991, ΣΕΛ 34 . [5^α] ΣΕΛ 8.

[6] PIRINGER O.-G. BANER A.L., PLASTIC PACKAGING MATERIALS FOR FOOD, FERENDAL REPUBLIC OF GERMANY, JANUARY 2000, pp 1, [6^α] ΣΕΛ 9, [6β] ΣΕΛ 47-48, [6γ] ΣΕΛ 383-387, [6δ] ΣΕΛ 407

[7] ΧΑΤΖΗΧΡΗΣΤΙΔΗΣ ΧΡ. Μ., ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ ΧΗΜΕΙΑΣ ΠΟΛΥΜΕΡΩΝ, ΣΕΛ 9-12, [7^α] ΣΕΛ 16, [7β] ΣΕΛ 93,

[8] WENDEHORST REINHARD, ΔΟΜΙΚΑ ΥΛΙΚΑ. ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΓΚΙΟΥΡΑΣ Μ., 1981, ΣΕΛ 660,

[9] ΚΑΡΒΟΥΝΗΣ Κ.Σ., ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ-ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΕΣ-ΤΕΧΝΙΚΗ,ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ, ΑΘΗΝΑ 1998, ΣΕΛ 244-246,

[10] ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΤΑΙΡΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ , ΜΗ ΧΡΟΝΟΛΟΓΗΜΕΝΟ
www.eedsa.gr

[11] ΘΩΜΟΠΟΥΛΟΣ ΧΡ.Δ., ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΗ ΤΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ, ΑΘΗΝΑ 1986, ΣΕΛ 172

[12] GILES A. GEOFF, BAIN E. PAVID, TECHNOLOGY OF PLASTIES PACKAGING FOR THE CONSUMER, CHARTER 17, pp 154-155

[13] BROWN E. WILLIAM, PLASTICS IN FOOD PACKAGING, PROPERTIES DESIGN AND FABRICATION, 1992, pp 116-119

[14] ‘‘Κέρδος’’, 17 ΝΟΕΜΒΡΙΟΥ 1991, ΣΕΛ 17

[15] ΜΠΟΥΤΙΝΑΣ Κ., ΛΕΖΚΙΔΟΥ Μ., ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΠΛΑΣΤΙΚΩΝ, ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΤΖΙΟΛΑ, ΘΕΣ/ΚΗ, 2001, ΣΕΛ 21, [15^α] ΣΕΛ 24-27, [15^β] ΣΕΛ 31,

[16] U.S.FOOD & DRUG ADMINISTRATION, ‘‘POINTS TO CONSIDER FOR THE USE OF RECYCLED PLASTICS IN FOOD PACKAGING: CHEMISTRY CONSIDERATIONS ‘’, DECEMBER 1992, pp1-9

[17] RICHARD R.E., BOON W.H. , MARTIN-SHULTZ M.L., SISSON E.A., INCORPORATING POSTCONSUMER RECYCLED PET IN: EMERGING TECHNOLOGIES IN PLASTICS RECYCLING, AMERICAN CHEMICAL SOCIETY, WASHINGTON, DC , 1992, pp 196-204.

[18] GAMMON E., ΓΕΝΙΚΗ ΧΗΜΕΙΑ, 6^η ΕΚΔΟΣΗ, ΕΚΔΟΤΙΚΟΣ ΟΙΚΟΣ ΤΡΑΥΛΟΣ Π., 2002. ΣΕΛ 15

[19] ΠΑΠΑΔΑΚΗΣ Σ., ΧΗΜΙΚΑ ΧΡΟΝΙΚΑ, 10(64), ΣΕΛ 290

[20] JOSHI S.P., TOMA R.B., MEDORA N. & O'CONNOR K., FOOD CHEMISTRY, 2003, 83, pp 383-386,

[21] KARAMANI A. G., TRIANTAFYLLOY I.V. , DEMERTZI K. A.& DEMERTZIS P.G., EUROPEAN FOOD RESEARCH AND TECHNOLOGY, 219. pp 438-443, 2004

[22] HANS-GEORG E., AN INTRODUCTION TO PLASTICS, VCH, GERMANY 1993, pp 321-324

[23] <http://europa.eu/scadplus/leg/el/lvd/l21301.htm>.