



ΟΙ ΝΕΕΣ ΤΑΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

του/της

ΜΠΙΡΜΠΙΑ ΑΝΔΡΕΑ

Τμήμα Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων

Σχολή Περιβάλλοντος

ΙΟΝΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

Αργοστόλι Κεφαλληνίας,

ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2021

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ	2
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	5
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΑΣΗΠΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΚΑΙ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ.....	6
1.1 ΑΣΗΠΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΚΑΙ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ.....	6
1.2 ΟΡΙΣΜΟΙ.....	7
1.3 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ	7
1.4 ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΑΠΟΣΤΕΙΡΩΣΗΣ ΤΟΥ ΤΡΟΦΙΜΟΥ	8
1.4.1 ΣΤΑΔΙΑ ΑΣΗΠΤΙΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ	8
1.4.2 ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΠΟΣΤΕΙΡΩΣΗΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΑΣΗΠΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ.....	8
1.5 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΑΣΗΠΤΙΚΗΣ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑΣ	9
1.6 ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΑΣΗΠΤΙΚΗΣ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑΣ.....	9
1.7 ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΖΩΗΣ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ	11
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ ΣΕ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ(MAP)	13
2.1 ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ	13
2.2 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ MAP	16
2.3 ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ MAP	17
2.4 ΑΕΡΙΑ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝΤΑΙ	17
Διοξείδιο του άνθρακα CO ₂	18
Οξυγόνο O ₂	18
Άζωτο N ₂	19
2.5 ΥΛΙΚΑ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑΣ	19
2.6 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ MAP ΣΕ ΤΡΟΦΙΜΑ	24
Πουλερικά	25
Μαγειρεμένα και επεξεργασμένα προϊόντα κρέατος	25
Ιχθυρά	26
Γαλακτοκομικά.....	26
Λαχανικά	26
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΧΑΡΤΙΝΗ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ.....	27
3.1 ΚΥΡΙΑ ΣΤΑΔΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΧΑΡΤΟΝΙΟΥ	27

3.2	ΘΕΤΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΧΑΡΤΙΝΗΣ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑΣ.....	28
3.3	ΑΡΝΗΤΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΧΑΡΤΙΝΗΣ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑΣ	28
3.4	ΕΙΔΗ ΧΑΡΤΙΟΥ ΓΙΑ ΤΗ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ	29
3.5	ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΠΟΥ ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΠΛΗΡΟΥΝ ΟΙ ΧΑΡΤΙΝΕΣ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΕΣ	32
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΓΥΑΛΙΝΗ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ.....		35
4.1	ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΚΑΙ ΠΟΙΟΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΓΥΑΛΙΝΩΝ ΔΟΧΕΙΩΝ	35
4.2	ΤΥΠΟΙ ΓΥΑΛΙΟΥ	37
4.3	ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΓΥΑΛΙΝΗΣ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑΣ.....	38
4.4	ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΓΥΑΛΙΝΗΣ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑΣ.....	39
4.5	ΤΑΣΕΙΣ ΣΤΗ ΓΥΑΛΙΝΗ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ.....	39
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΜΕΤΑΛΛΙΚΗ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ		40
5.1	ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΩΝ	40
5.2	ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΩΝ	40
5.3	ΑΛΟΥΜΙΝΙΟ.....	41
5.4	ΛΕΥΚΟΣΙΔΗΡΟΣ – ΚΑΣΣΙΤΕΡΟΣ.....	42
5.5	ΕΠΙΧΡΩΜΙΩΜΕΝΟΣ ΧΑΛΥΒΑΣ	44
5.6	ΤΑΣΕΙΣ ΣΤΗ ΜΕΤΑΛΛΙΚΗ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ	45
5.7	ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΩΝ	46
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6. ΠΛΑΣΤΙΚΗ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ.....		47
6.1	ΤΑΞΙΝΟΜΙΣΗ ΠΛΑΣΤΙΚΩΝ.....	47
6.2	ΠΛΑΣΤΙΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΕΣ	49
6.3	ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΠΛΑΣΤΙΚΗΣ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑΣ.....	50
6.4	ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΠΛΑΣΤΙΚΗΣ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑΣ.....	51
6.5	ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ – ΤΑΣΕΙΣ – ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΠΛΑΣΤΙΚΗΣ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑΣ	51
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7. ΕΞΥΠΝΗ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ.....		53
7.1	ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΕΞΥΠΝΗΣ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑΣ	53
7.2	ΧΡΟΝΟΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	54
1.	Δείκτες διάχυσης	55
3.	Ενζυμικοί δείκτες	56

5.	Μικροβιολογικοί χρονοθερμοκρασιακοί δείκτες	56
6.	Χημικός – Χρωμομετρικός χρονοθερμοκρασιακός δείκτης.....	56
8.	Δείκτες τεχνολογίας Coolnu.....	58
7.3	ΔΕΙΚΤΕΣ ΦΡΕΣΚΟΤΗΤΑΣ	58
7.4	ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΜΕ ΡΑΔΙΟΣΥΧΝΟΤΗΤΕΣ.....	59
	ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8. ΒΙΟΔΙΑΣΠΩΜΕΝΗ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ	61
8.1	ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ.....	61
8.2	ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΒΙΟΔΙΑΣΠΩΜΕΝΗΣ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑΣ.....	61
8.3	ΒΙΟΔΙΑΣΠΩΜΕΝΕΣ ΟΥΣΙΕΣ.....	62
8.4	ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΗ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ	62
	Το άμυλο στη συσκευασία τροφίμων	63
	Εφαρμογές του πολύ(γαλακτικού οξέος) (PLA)	63
8.5	ΒΙΟΔΙΑΣΠΩΜΕΝΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ.....	65
	ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9. ΕΝΕΡΓΗ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ.....	66
9.1	ΟΡΙΣΜΟΣ, ΣΤΟΧΟΙ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ.....	66
9.2	ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΕΝΕΡΓΗΣ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑΣ	67
9.3	ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ, ΑΠΟΔΟΧΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΗ ΚΑΙ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ	70
	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	72
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	74

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Κύρια αποστολή της συσκευασίας τροφίμων είναι να διατηρήσει το συσκευασμένο προϊόν ποσοτικά και ποιοτικά αμετάβλητο μέχρι τη χρησιμοποίησή του από τον καταναλωτή. Παρέχει στο συσκευασμένο προϊόν παθητική προστασία, αφού ενεργεί ως φράγμα (barrier) που απομονώνει το προϊόν από το περιβάλλον του. Σε ορισμένες περιπτώσεις εκτός από την παθητική προστασία η συσκευασία προσφέρει στο συσκευασμένο προϊόν και ενεργητική προστασία όπως για παράδειγμα η συσκευασία υπό κενό και σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα καθώς και η ενεργός συσκευασία. Τα κριτήρια που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη για την επιλογή του υλικού συσκευασίας σε μια συγκεκριμένη εφαρμογή είναι τα ακόλουθα:

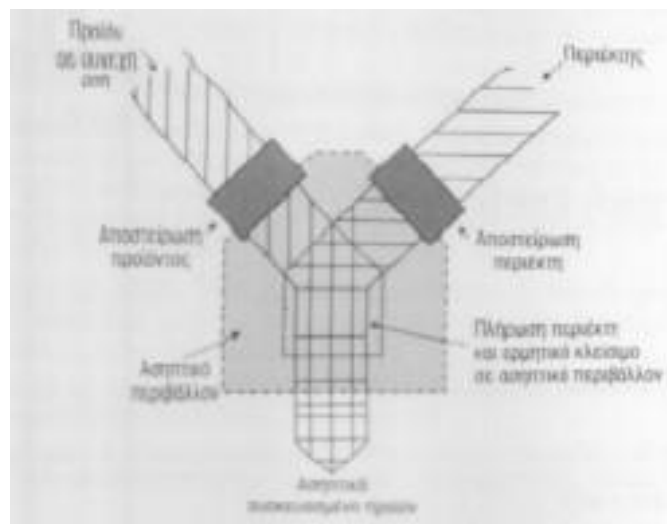
1. Οι περιβαλλοντικές συνθήκες στις οποίες εκτίθεται το συσκευασμένο τρόφιμο κατά τη διανομή και αποθήκευσή του. Η υγρασία, η θερμοκρασία και το φως, είναι σημαντικοί παράγοντες οι οποίοι καθορίζουν το χρόνο ζωής του τροφίμου.
2. Η συμβατότητα της συσκευασίας με την επιλεγθείσα μέθοδο επεξεργασίας και συντήρησης.
3. Η φύση και η σύσταση του υλικού συσκευασίας σε συνδυασμό με την πιθανή αλληλεπίδραση αυτού με το τρόφιμο, δηλαδή τη μεταφορά συστατικών από το υλικό συσκευασίας στο περιεχόμενο τρόφιμο ή αντίστροφα την προσρόφηση συστατικών του τροφίμου από το υλικό συσκευασίας

Τα σύγχρονα υλικά συσκευασίας περιλαμβάνουν τα διάφορα μέταλλα, το γυαλί, το χαρτί/χαρτόνι, το ξύλο καθώς και διάφορα πλαστικά. Στις παραπάνω κατηγορίες ανήκουν και πολλοί τύποι συσκευασίας που είναι συνδυασμοί των παραπάνω υλικών όπως λαμιναρισμένα ή συνεξωθημένα υλικά στα οποία χαρτί, πλαστικό και λεπτό φύλλο μετάλλου συνδυάζονται έτσι ώστε το τελικό υλικό να αποκτά ιδιότητες που δεν είναι δυνατόν να επιτευχθούν από ένα μόνο υλικό συσκευασίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΑΣΗΠΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΚΑΙ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

1.1 ΑΣΗΠΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΚΑΙ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ

Ασηπτική επεξεργασία & συσκευασία = Τεχνική συντήρησης των τροφίμων στην οποία χρησιμοποιούνται σχετικά ήπιες διεργασίες αποστείρωσης σε σχέση με την κλασσική κονσερβοποίηση και παράγονται τρόφιμα υψηλής ποιότητας. Αποτελείται από δυο ξεχωριστά συστήματα, που λειτουργούν όμως ενιαία: το σύστημα ασηπτικής επεξεργασίας και το σύστημα ασηπτικής συσκευασίας. Πρόκειται για μία εξελιγμένη τεχνολογία κατά την οποία ένα εμπορικά αποστειρωμένο προϊόν συσκευάζεται υπό ασηπτικές συνθήκες, δηλαδή σ' ένα βακτηριολογικά υγιές περιβάλλον χωρίς καθόλου μικροοργανισμούς. Στην ασηπτική τεχνολογία το τρόφιμο και η συσκευασία αποστειρώνονται ξεχωριστά. Μετά τη θερμική του επεξεργασία, πάντα βάσει των συγκεκριμένων απαιτήσεων που επιβάλλει η σύνθεσή του και τα φυσικοχημικά του χαρακτηριστικά (pH, υφή κ.λ.π.), το τρόφιμο ψύχεται σε θερμοκρασίες χαμηλότερες των 35°C και τέλος συσκευάζεται στο αποστειρωμένο υλικό σε αποστειρωμένο περιβάλλον. Η αποστείρωση του υλικού γίνεται με τη χρήση υπεροξειδίου του υδρογόνου. Κατά παρόμοιο τρόπο δημιουργείται και η αποστείρωση του χώρου συσκευασίας, συνήθως μάλιστα με το συνδυασμό θερμού αέρα κι υπεροξειδίου του υδρογόνου.



Εικόνα 1. Αρχή ασηπτικής επεξεργασίας

1.2 ΟΡΙΣΜΟΙ

Ασηπτικό: σημαίνει απουσία μικροοργανισμών, συμπεριλαμβανομένων των βακτηριακών σπόρων που δύνανται να βλαστήσουν.

Ερμητικός: Ένας περιέκτης είναι «ερμητικά» σφραγισμένος εάν είναι σχεδιασμένος και κατασκευασμένος κατά τέτοιο τρόπο ώστε να μην επιτρέπει την είσοδο μικροοργανισμών και επομένως να διατηρεί το περιεχόμενό του εμπορικά στείρο είτε αυτό ήταν προ-αποστειρωμένο ή αποστειρώθηκε μαζί με τη συσκευασία του.

Σύστημα ασηπτικής επεξεργασίας: Αποστείρωση του τροφίμου σε μεγάλες ποσότητες σε συνεχή λειτουργία.

Σύστημα ασηπτικής συσκευασίας: επιτελείται η αποστείρωση της άδειας συσκευασίας, το γέμισμα της συσκευασίας με το προ-αποστειρωμένο τρόφιμο και το ερμητικό κλείσιμό της. Οι δυο τελευταίες διεργασίες εκτελούνται μέσα σε ασηπτική περιοχή προς αποφυγή μικροβιακής επιμόλυνσης.

1.3 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

1. Παστεριωμένα ή αποστειρωμένα προϊόντα όπως γάλα και γαλακτοκομικά, κρέμες, γλυκίσματα, χυμοί φρούτων & λαχανικών, σούπες, σάλτσες, και τρόφιμα με μικρά στερεά κομμάτια (π.χ. κομμάτια πατάτας ή άλλων λαχανικών).

2. Μη-αποστειρωμένα τρόφιμα, όπως το γιαούρτι, συνδυαζόμενη συνήθως με συντήρηση υπό ψύξη, με σκοπό την παράταση της διάρκειας ζωής τους μέσω αποφυγής μικροβιακής επιμόλυνσής τους.

Αρχικά ο όρος «ασηπτική επεξεργασία & συσκευασία» αναφερόταν αποκλειστικά σε εμπορικά στείρα τρόφιμα, τα οποία κατά συνέπεια αποθηκεύονταν σε θερμοκρασία περιβάλλοντος. Σήμερα όμως η κατάσταση έχει εξελιχθεί. Τα τελευταία χρόνια εισάγονται συνέχεια στην αγορά όλο και περισσότερα αυξημένης διάρκειας ζωής τρόφιμα. Τρόφιμα, τα οποία χωρίς να είναι εμπορικά στείρα έχουν διάρκεια ζωής υπό ψύξη πολύ μεγαλύτερη από τα κλασσικά παστεριωμένα τρόφιμα. Για πολλά ESL προϊόντα (κυρίως ρευστά προϊόντα γάλακτος και χυμούς φρούτων) επιτυγχάνεται διάρκεια ζωής υπό ψύξη από 60 έως 90 μέρες. Στο τρόφιμο γίνεται επεξεργασία μείωσης του αρχικού μικροβιακού φορτίου, εντονότερη της παστερίωσης για αυτό και μερικές φορές τα ESL τρόφιμα αναφέρονται ως υπέρ-παστεριωμένα (ultrapasteurized). Ακολουθώς εφαρμόζεται ασηπτική συσκευασία και αποθήκευση και διανομή υπό ψύξη. Η διαφορά από την ασηπτική συσκευασία είναι ότι οι συσκευασίες δεν είναι αναγκαστικά στείρες και ούτε διατηρούνται οπωσδήποτε στείρες κατά τους χειρισμούς τους.

1.4 ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΑΠΟΣΤΕΙΡΩΣΗΣ ΤΟΥ ΤΡΟΦΙΜΟΥ

1. HTST (High Temperature Short Time, Υψηλής Θερμοκρασίας Βραχέος Χρόνου): Όταν η αποστείρωση γίνεται σε θερμοκρασία $\sim 100^{\circ}\text{C}$ για χρόνους από μερικά sec μέχρι 6 min. Στις HTST επεξεργασίες οι χρόνοι θέρμανσης είναι πολύ μικρότεροι εκείνων που χρησιμοποιούνται στην αποστείρωση του προ-συσκευασμένου τροφίμου μαζί με τη συσκευασία του
2. UHT (Ultra-High-Temperature, Υπέρ-υψηλής Θερμοκρασίας): Διαδικασία συνεχούς ροής αποστείρωσης στην οποία χρησιμοποιούνται θερμοκρασίες $130\text{-}150^{\circ}\text{C}$ και χρόνοι παραμονής 2 με 8 sec. Οι υψηλότερες θερμοκρασίες χρησιμοποιούνται για μικρού ιξώδους προϊόντα, όπως το γάλα, ενώ οι χαμηλότερες για τα μεγαλύτερου ιξώδους τρόφιμα.

1.4.1 ΣΤΑΔΙΑ ΑΣΗΠΤΙΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

- Θερμική επεξεργασία του προϊόντος
- Αποστείρωση υλικού συσκευασίας πριν την διαμόρφωση ή την πλήρωση
- Αποστείρωση χώρου εργασίας και διατήρηση ασηπτικών συνθηκών
- Ερμητικό κλείσιμο περιέκτη υπό ασηπτικές συνθήκες

1.4.2 ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΠΟΣΤΕΙΡΩΣΗΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΑΣΗΠΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

1. Έγχυση υπέρθερμου ατμού
2. Διάχυση προϊόντος σε ατμό
3. Μικροκύματα
4. Ωμική θέρμανση
5. Χρήση εναλλάκτη θερμότητας

- Πλακοειδής εναλλάκτης
- Σωληνοειδής εναλλάκτης
- Εναλλάκτης αποξέομενης επιφάνειας
- Εναλλάκτης θερμότητας διπλού κώνου

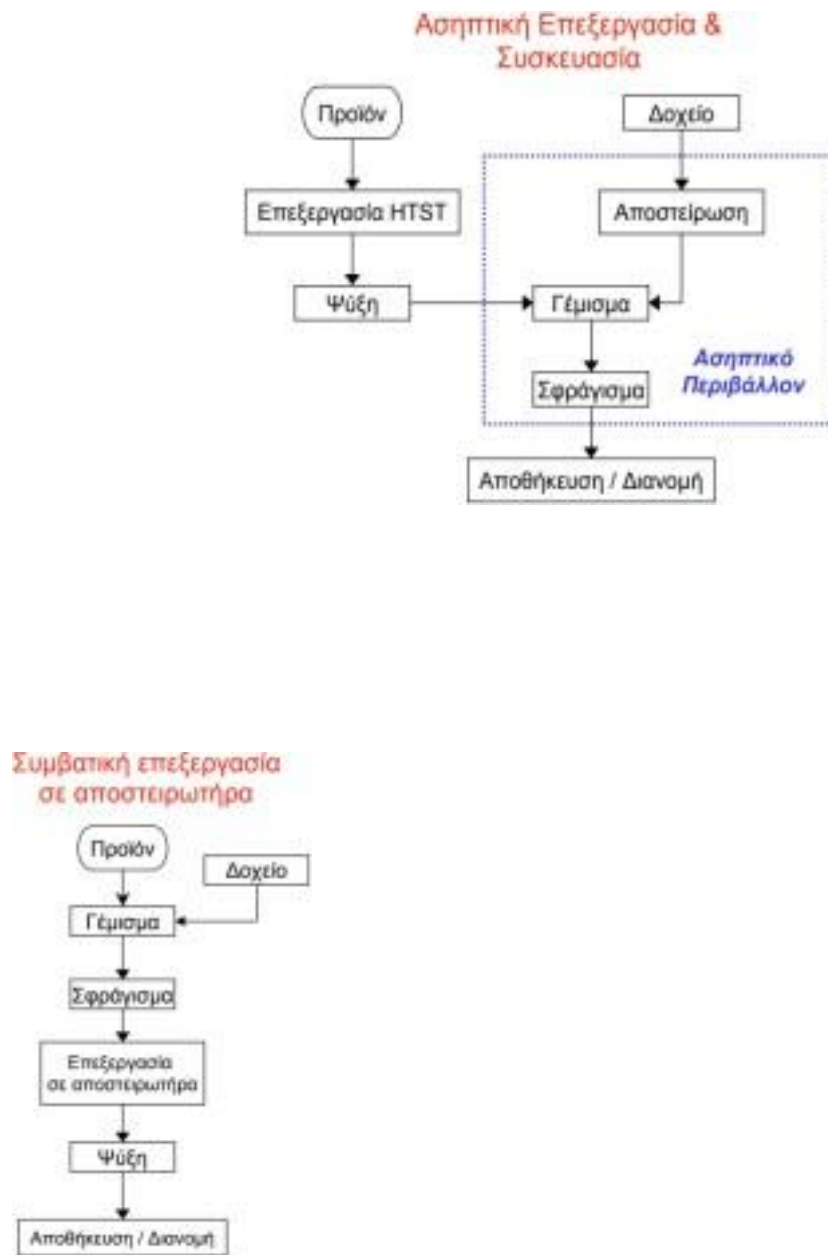
1.5 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΑΣΗΠΤΙΚΗΣ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑΣ

1. Επιτρέπει τη χρήση δοχείων από υλικά (π.χ. χαρτί, πλαστικά) που δεν μπορούν να αποστειρωθούν μαζί με το τρόφιμο στις συνθήκες που είναι απαραίτητες για την αποστείρωση του τροφίμου.
2. Επιτρέπει τη χρήση HTST (High-Temperature-Short-Time) θερμικών επεξεργασιών, οι οποίες έχουν μεγαλύτερη θερμική απόδοση και παράγουν προϊόντα ανώτερης ποιότητας από εκείνα που παράγονται από τις συμβατικές επεξεργασίες αποστείρωσης που χρησιμοποιούν χαμηλότερες θερμοκρασίες και μεγαλύτερους χρόνους.
3. Παρατείνει τη διάρκεια ζωής των προϊόντων απλώς και μόνον λόγω της συσκευασίας τους υπό άσηπτες συνθήκες

1.6 ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΑΣΗΠΤΙΚΗΣ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑΣ

1. Πολύ κρίσιμη η διασφάλιση της ακεραιότητας των συσκευασιών και των ραφών τους (αποφυγή διαρροών).
2. Οι πλαστικές και χάρτινες συσκευασίες έχουν μικρότερη μηχανική αντοχή από τα μεταλλικά κουτιά και τα γυάλινα βάζα και επομένως είναι πιο ευάλωτες στις μηχανικές καταπονήσεις και επιμολύνσεις.
3. Ανεπαρκής αδρανοποίηση μερικών ενζύμων. Πολύ πιο πολύπλοκη διαδικασία και με υψηλότερο κόστος εγκατάστασης από την συμβατική κονσερβοποίηση. Λόγω της πολυπλοκότητάς τους οι μηχανές ασηπτικής συσκευασίας είναι πιθανότερο να παρουσιάσουν προβλήματα κατά τη λειτουργία τους με κίνδυνο μικροβιακής επιμόλυνσης σε σύγκριση με τα συμβατικά μηχανήματα γεμίσματος και κλεισίματος μεταλλικών κονσερβών και γυάλινων βάζων.
4. Ένα πολύ σημαντικό πρόβλημα της ασηπτικής επεξεργασίας για πάρα πολλά χρόνια ήταν ότι το FDA στις ΗΠΑ δεν ενέκρινε ασηπτική επεξεργασία υγρών τροφίμων χαμηλής οξύτητας τα οποία περιείχαν στερεά κομμάτια με διάμετρο

μεγαλύτερη των 6 mm.



Πίνακας 1. Σύγκριση ασηπτικής και συμβατικής συσκευασίας

1.7 ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΖΩΗΣ ΠΡΟΙΟΝΤΩΝ

Η διάρκεια ζωής αποτελεί βασικό χαρακτηριστικό ποιότητας για όλα τα τρόφιμα. Συχνά οι καταναλωτές μπερδεύουν τις έννοιες και αδυνατούν να κατανοήσουν την διαφορά μεταξύ των φράσεων «Ανάλωση κατά προτίμηση πριν από» ή «Ανάλωση έως». Αναφέρεται στο χρόνο μεταξύ της παραγωγής και της συσκευασίας αποδεχτό κατά τον οποίο προϊόντος και του σημείου εκείνου όπου χαρακτηρίζεται ως μη ό ορισμένες περιβαλλοντικές συνθήκες. Είναι δηλαδή ο χρόνος τρόφιμο παραμένει ασφαλές, διατηρεί τα επιθυμητά αισθητήρια, χημικά, φυσικά και μικροβιολογικά χαρακτηριστικά ενώ ταυτόχρονα συμμορφώνεται με τις ετικέτες των θρεπτικών στοιχείων.

Τρόφιμο	Συνήθης Διάρκεια Ζωής	Κύριοι περιοριστικοί παράγοντες
Ψωμί	> 1 εβδομάδα συνθήκες περιβάλλοντος	Μπαγιάτικη γεύση, αλλαγή υφής
Σώς & Σάλτσες	1-2 χρόνια συνθήκες περιβάλλοντος	Μπαγιάτικη/Ταγκή γεύση, αλλαγή χρώματος
Τουρσί	2-3 χρόνια συνθήκες περιβάλλοντος	Μπαγιάτικη γεύση, αλλαγή υφής
Προϊόντα διατηρημένα με απλή ψύξη	> 4 μήνες για 0-8°C	Μικροβιακή αλλοίωση, αλλαγή γεύσης
Κατεψυγμένα Προϊόντα	1-1 ½ χρόνια σε ψύξη	Αλλαγή χρώματος/υφής
Κονσερβοποιημένα Προϊόντα	1- 1 ½ χρόνια σε συνθήκες περιβάλλοντος	Αύξηση κασσίτερου
Κονσερβοποιημένα Προϊόντα	2-4 χρόνια σε συνθήκες περιβάλλοντος	Αλλαγή υφής/γεύσης

Πίνακας 2. Διάρκεια ζωής τροφίμων

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ ΣΕ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ(MAP)

2.1 ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ

Η τεχνολογία συσκευασίας σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα περιλαμβάνει την πρόσθεση και την αφαίρεση αερίων με σκοπό τη δημιουργία ατμοσφαιρικής σύστασης στο εσωτερικό της συσκευασίας διαφορετικής από αυτή του αέρα. Η κανονική σύσταση του ατμοσφαιρικού αέρα είναι:

- Αζωτο 78.08%
- Οξυγόνο 20.96%
- Διοξείδιο του άνθρακα 0.03%
- Ίχνη άλλων αερίων

Πολλά τρόφιμα αλλοιώνονται γρήγορα, όταν έρχονται σε επαφή με τον ατμοσφαιρικό αέρα. Οι τρόποι αλλοίωσης συνίστανται στην πρόληψη ή αποβολή υγρασίας και στην αλληλεπίδραση των συστατικών του τροφίμου με το οξυγόνο, ώστε τα τρόφιμα είτε οξειδώνονται, είτε αναπτύσσονται σε αυτά αερόβιοι μικροοργανισμοί. Η μικροβιακή ανάπτυξη έχει σαν αποτέλεσμα μεταβολές στη δομή, την οσμή, τη γεύση και τη θρεπτική αξία του τροφίμου. Οι μεταβολές αυτές μπορούν να καταστήσουν το τρόφιμο μη αποδεκτό ή και ακατάλληλο προς κατανάλωση. Η συντήρηση των τροφίμων σε συσκευασία τροποποιημένης ατμόσφαιρας μπορεί να διατηρήσει την ποιότητα και να επιμηκύνει τη διάρκεια ζωής ενός προϊόντος, μειώνοντας το ρυθμό των χημικών και βιοχημικών αντιδράσεων αλλοίωσης και μειώνοντας την ανάπτυξη των αλλοιογόνων μικροοργανισμών.

Η συσκευασία των τροφίμων σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα μπορεί να προσφέρει μεγαλύτερη διάρκεια ζωής, διατηρώντας σταθερή την ποιότητα των τροφίμων για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα, καθώς επιβραδύνει το ρυθμό των χημικών και βιοχημικών αντιδράσεων και παράλληλα εμποδίζει ή επιβραδύνει την ανάπτυξη αλλοιογόνων και παθογόνων μικροοργανισμών. Η σύνθεση της ατμόσφαιρας στο περιβάλλον του τροφίμου δεν παραμένει σταθερή, όπως στην περίπτωση της συντήρησης των φρούτων και λαχανικών με ψύξη σε ελεγχόμενη

ατμόσφαιρα, αλλά μεταβάλλεται στη διάρκεια της συντήρησης του προϊόντος. Η μεταβολή αυτή είναι αποτέλεσμα της δραστηριότητας των μικροοργανισμών, σε ορισμένες περιπτώσεις της αναπνευστικής δραστηριότητας των προϊόντων και ενδεχομένως της συνεχιζόμενης ανταλλαγής αερίων στο περιβάλλον λόγω της διαπερατότητας του περιέκτη σε αέρια.

Π ΡΟΪΟΝ	Χρόνος ζωής σε ημέρες	
	Στ ον αέρα	Σ ε MAP
<u>Συντήρηση με ψύξη</u>		
Χοιρινό κρέας	4	9
Βοδινό κρέας	4	12
Κοτόπουλο	6	18
Ψάρια	2	10
Προϊόντα κρέατος παστεριωμένα	7	28
Προϊόντα κρέατος νωπά	3- 4	11
Νωπά ζυμαρικά	2	28
Νωπή πίτσα	6	21

Σάντουιτς	2	21
<u>Συντήρηση χωρίς ψύξη</u>		
Ψωμί	7	21
Κέικ	1	180
	4	
Καφές	3	548

Πίνακας 3. Χρόνος ζωής τροφίμων αποθηκευμένα σε συνθήκες περιβάλλοντος και συνθήκες τροποποιημένης ατμόσφαιρας.

2.2 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ MAP

Στα πλεονεκτήματα της συσκευασίας σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα περιλαμβάνονται:

- Αύξηση του χρόνου ζωής και της διάρκειας συντήρησης των τροφίμων με την άσκηση αντιμικροβιακής δράσης και με τη δυνατότητα μείωσης του pH των τροφίμων όταν είναι απαραίτητο, η οποία μειώνει την ανάγκη της συχνής αντικατάστασης τους στις βιτρίνες-ψυγεία των καταστημάτων πώλησης.
- Καλύτερη παρουσίαση των προϊόντων στον καταναλωτή, καθώς μπορεί να προσφέρει μια βελτιωμένη εμφάνιση του προϊόντος σε ένα βολικό περιέκτη, καθιστώντας έτσι ένα προϊόν πιο ελκυστικό.
- Εύκολος διαχωρισμός των προϊόντων, τα οποία είναι συσκευασμένα σε φέτες •
- Η απουσία χημικών συντηρητικών
- Αύξηση της εμβέλειας διακίνησης και εμπορίας των ευαλλοίωτων τροφίμων σε ευρύτερες περιοχές με μειωμένο κόστος μεταφοράς, λόγω μη συχνής διανομής αυτών
- Βελτίωση στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά ορισμένων τροφίμων, όπως η βελτίωση του κόκκινου χρώματος στα κρεατοσκευάσματα

2.3 ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ MAP

Στα μειονεκτήματα της συσκευασίας σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα περιλαμβάνονται:

- Το κόστος αγοράς και εγκατάστασης του αναγκαίου εξοπλισμού, των αερίων και των αναλυτικών οργάνων για τον έλεγχο της σύνθεσης των αερίων.
- Ο αυξημένος όγκος του συσκευασμένου προϊόντος που αυξάνει το κόστος μεταφοράς και τις απαιτήσεις του χώρου αποθήκευσής του.
- Ο κίνδυνος ανάπτυξης παθογόνων μικροοργανισμών στην περίπτωση έκθεσης του προϊόντος σε υψηλές θερμοκρασίες από λανθασμένο χειρισμό των λιανοπωλητών ή των καταναλωτών.
- Η απώλεια κάθε θετικής επίδρασης στην περίπτωση που ο περιέκτης παρουσιάζει διαρροές ή ανοιχθεί.

Θα πρέπει να σημειώνεται ότι η συσκευασία σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα δεν βελτιώνει την ποιότητα των τροφίμων τα οποία έχουν χαμηλή ποιότητα πριν την συσκευασία. Κατά συνέπεια το συσκευασμένο προϊόν θα πρέπει να είναι υψηλής ποιότητας πριν τη συσκευασία του προκειμένου να αξιοποιηθούν τα οφέλη από την εφαρμογή της συσκευασίας. Επιπλέον είναι απαραίτητη η τήρηση των συνθηκών ορθής βιομηχανικής πρακτικής και χειρισμού καθώς και ο έλεγχος της θερμοκρασίας σε κάθε στάδιο της επεξεργασίας των προϊόντων. Επίσης η θερμοκρασία διατήρησης του προϊόντος υπό ψύξη πρέπει να διατηρείται σχολαστικά ούτως ώστε να εξασφαλίζονται τα πλεονεκτήματα της εφαρμογής αυτής.

2.4 ΑΕΡΙΑ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝΤΑΙ

Τα τρία βασικά αέρια που χρησιμοποιούνται στη συσκευασία σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα είναι το διοξείδιο του άνθρακα CO_2 , το οξυγόνο O_2 , και το άζωτο N_2 . Η επιλογή αερίου εξαρτάται κυρίως από το τρόφιμο που συσκευάζεται. Αυτά τα αέρια χρησιμοποιούνται μεμονωμένα ή σε συνδυασμό με στόχο την ασφαλή επέκταση της διάρκειας διατήρησης του τροφίμου και την εξασφάλιση των βέλτιστων οργανοληπτικών χαρακτηριστικών αυτού. Τα ευγενή ή αδρανή αέρια επίσης χρησιμοποιούνται εμπορικά για προϊόντα όπως ο καφές ή διάφορα σνακ.

Διοξείδιο του άνθρακα CO₂

Το διοξείδιο του άνθρακα είναι ένα άχρωμο αέριο το οποίο εμφανίζει μία ελαφριά πικάντικη οσμή σε μεγάλες συγκεντρώσεις. Είναι ελαφρώς διαβρωτικό παρουσία υγρασίας. Διαλύεται εύκολα στο νερό παράγοντας ανθρακικό οξύ, το οποίο αυξάνει την οξύτητα του διαλύματος και μειώνει το pH του. Το αέριο αυτό είναι επίσης διαλυτό στα λίπη και σε άλλες οργανικές ενώσεις. Η διαλυτότητα του διοξειδίου του άνθρακα αυξάνεται όσο μειώνεται η θερμοκρασία. Για το λόγο αυτό η αντί-μικροβιακή του δράση είναι πολύ πιο έντονη σε θερμοκρασίες κάτω των 10°C, από ότι είναι στους 15°C ή υψηλότερα. Η ιδιότητα αυτή έχει σημαντικές επιπτώσεις στη λειτουργικότητα της συσκευασίας τροποποιημένης ατμόσφαιρας των διαφόρων τροφίμων. Η μεγάλη διαλυτότητα του CO₂ έχει επίσης σαν αποτέλεσμα την κατάρρευση της συσκευασίας, λόγω της μείωσης του όγκου του αερίου στο εσωτερικό του περιέκτη.

Οξυγόνο O₂

Το οξυγόνο είναι ένα άοσμο αέριο το οποίο είναι πολύ ενεργό και υποστηρίζει την καύση. Έχει μικρή διαλυτότητα στο νερό. Το οξυγόνο αποτελεί το βασικό αέριο που επηρεάζει και προάγει διάφορους τύπους αντιδράσεων υποβάθμισης των τροφίμων, που περιλαμβάνουν την ανάπτυξη των αναερόβιων βακτηρίων και μυκήτων, το ρυθμό των βιοχημικών αντιδράσεων στους φυτικούς ιστούς μετά τη συγκομιδή τους, τη δράση ορισμένων ενζύμων, τις αντιδράσεις αμαύρωσης, την οξείδωση των λιπών και άλλων ευαίσθητων συστατικών των τροφίμων, όπως βιταμινών, χρωστικών και αρωματικών ουσιών. Για το λόγο αυτό στη συσκευασία τροποποιημένης ατμόσφαιρας το οξυγόνο, ανάλογα με τη φύση του τροφίμου, είτε αποκλείεται από τη σύνθεση των αερίων είτε περιλαμβάνεται σε αυτή σε ορισμένη συγκέντρωση. Γενικά, προκειμένου να αυξηθεί η διάρκεια ζωής των τροφίμων, η ατμόσφαιρά της συσκευασίας θα πρέπει να περιέχει χαμηλή συγκέντρωση υπολειμματικού οξυγόνου. Σε ορισμένα είδη τροφίμων όμως, μία χαμηλή συγκέντρωση οξυγόνου μπορεί να προκαλέσει προβλήματα ασφαλείας και ποιότητας. Για παράδειγμα, στο νωπό κρέας το οξυγόνο διατηρεί την κυρία χρωστική, τη μυοσφαιρίνη, στην οξυγονωμένη της μορφή (όξυ-μυοσφαιρίνη), η οποία προσδίδει σε αυτό το λαμπερό κόκκινο χρώμα. Στα αλιεύματα, η παρουσία οξυγόνου εμποδίζει την ανάπτυξη των αναερόβιων παθογόνων βακτηρίων, στα οποία ανήκει το *Clostridium botulinum*, το οποίο είναι το πλέον επικίνδυνο. Σε μεγάλες συγκεντρώσεις, σε τρόφιμα υψηλής λιποπεριεκτικότητας, όπως ορισμένα είδη ψαριών, μπέικον, κ.α., συμβάλλει στο τάγγισμα του λίπους. Τέλος στα φρούτα και τα λαχανικά η συγκέντρωση οξυγόνου πρέπει να διατηρείται πάνω από μία οριακή

συγκέντρωση, ώστε να αποτρέπεται η αναερόβια αναπνοή, η οποία οδηγεί στη γρήγορη αλλοίωση τους. Αυτές οι μεταβολές θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά την επιλογή της κατάλληλης συγκέντρωσης αερίων για ένα συσκευασμένο τρόφιμο.

Άζωτο N₂

Το άζωτο είναι σχετικά αδρανές αέριο χωρίς οσμή, γεύση και χρώμα. Έχει μικρότερη πυκνότητα από τον αέρα, δεν είναι εύφλεκτο και έχει μικρή διαλυτότητα στο νερό και σε άλλα συστατικά των τροφίμων. Η χαμηλή διαλυτότητα του αζώτου στα τρόφιμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αποφυγή της κατάρρευσης της συσκευασίας σε τρόφιμα που περιέχουν μεγάλο ποσοστό υγρασίας και λίπους, όπως για παράδειγμα το κρέας. Ο κίνδυνος κατάρρευσης υπάρχει, όταν το διοξείδιο του άνθρακα διαλυτοποιείται στο τρόφιμο, ή το οξυγόνο καταναλώνεται από το τρόφιμο ή από τους μικροοργανισμούς. Η παρουσία του αζώτου εξισορροπεί την πίεση στο εσωτερικό της συσκευασίας και Αποτρέπει τη συρρίκνωση της συσκευασίας, διατηρώντας σταθερό τον όγκο του.

2.5 ΥΛΙΚΑ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑΣ

Η επιλογή των καταλληλότερων υλικών συσκευασίας είναι πολύ σημαντική, ώστε να διατηρείται η ποιότητα και η ασφάλεια των τροφίμων που συντηρούνται με συσκευασία τροποποιημένης ατμόσφαιρας.

Κριτήρια επιλογής υλικών συσκευασίας για MAP:

- Τιμή διαπερατότητας του υλικού στο O₂, CO₂, N₂, H₂O
- Συμβατότητα υλικού με το τρόφιμο
- Ευκολία/αποτελεσματικότητα θερμοσυγκόλλησης
- Χαρακτηριστικά antifogging
- Μηχανική αντοχή
- Ευκολία ανοίγματος συσκευασίας
- Ανακυκλωσιμότητα
- Χαμηλό κόστος

Εύκαμπτοι και ημι-δύσκαμπτοι πλαστικοί ή πολυστρωματικοί περιέκτες είναι τα υλικά που συχνότερα χρησιμοποιούνται στη συσκευασία τροποποιημένης ατμόσφαιρας. Τα πλαστικά υλικά χρησιμοποιούνται στη συσκευασία περίπου του ενός τρίτου των τροφίμων που κυκλοφορούν στην αγορά και η χρήση τους αναμένεται να αυξηθεί περεταίρω. Η σχετική ευκολία της διαμόρφωσης, το μικρό βάρος, η καλή διαύγεια, η θερμοσυγκολλητική ικανότητα και η αντοχή είναι μερικά από τα βασικά χαρακτηριστικά των πλαστικών, τα οποία τα καθιστούν κατάλληλα για την συσκευασία των τροφίμων. Οι εξελίξεις δε στην τεχνολογία παρασκευής των πλαστικών, επιτρέπουν το σχεδιασμό και την ανάπτυξη πλαστικών που ταιριάζουν καλύτερα σε συγκεκριμένες εφαρμογές. Ωστόσο, κανένα πλαστικό δεν διαθέτει όλες τις απαραίτητες ιδιότητες που θα το καθιστούν κατάλληλο για όλες τις εφαρμογές της συσκευασίας των τροφίμων. Τα πλαστικά υλικά συσκευασίας μπορεί να αποτελούν από ένα στρώμα σχηματισμένο από ένα πλαστικό, αλλά τα περισσότερα, αν όχι όλα, τα πλαστικά υλικά που χρησιμοποιούνται στη συσκευασία τροποποιημένης ατμόσφαιρας είναι πολυστρωματικές δομές που σχηματίζονται από αρκετά στρώματα διαφορετικών πλαστικών. Με τη χρήση τις τεχνολογίες της συνεξώθησης, του λαμινάρισματος και της επικάλυψης, είναι δυνατόν να συνδυάζονται διαφορετικοί τύποι πλαστικό προς τη δημιουργία φίλων, μεμβρανών ή δύσκαμπτων περιεκτών. Με προσεκτική επιλογή κάθε συστατικού πλαστικού, είναι δυνατόν να σχεδιαστεί ένα υλικό, το οποίο θα διαθέτει όλες τις απαραίτητες ιδιότητες, που θα ταιριάζουν καλύτερα στις απαιτήσεις ενός συστήματος προϊόντος/συσκευασίας. Τα πλαστικά υλικά συσκευασίας για εφαρμογές συσκευασίες τροποποιημένης ατμόσφαιρας συχνότερα συναντώνται σε μορφή εύκαμπτων φίλμ για τσάντες, σακούλες συσκευασίες τύπου “μαξιλάρι” και άνω φίλμ ή σαν δύσκαμπτες και ημι-δύσκαμπτες δομές για σκαφάκια βάσης, δίσκους, κούπες και σωλήνες. Οι πιο κοινές πλαστικές εύκαμπτες λαμιναρισμένες δομές παράγονται από πολυαιθυλένιο (PE), πολυπροπυλένιο (PP), πολυαμίδιο (NYLON), πολύτερεφθαλικό αιθυλεστερα (PET), πολυβινυλοχλωρίδιο (PVC), και η φιλική βινυλική αλκοόλη (EVOH). Οι δύσκαμπτοι και ημι-δύσκαμπτοι περιέκτες συνήθως κατασκευάζονται από PP PET πλαστικό PVC και διογκωμένο πολυστυρένιο.

Η διαπερατότητα της συσκευασίας σε O_2 και CO_2 γενικά ποικίλει ανάλογα με το υλικό, αλλά συνήθως η διαπερατότητα σε CO_2 είναι 4-6 φορές μεγαλύτερη από τη διαπερατότητα σε O_2 . Πολλά από τα υλικά που χρησιμοποιούνται στη MAP μεμονωμένα δεν διαθέτουν όλες τις ιδιότητες που απαιτούνται για τη συσκευασία σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα. Έτσι, για την εξασφάλιση συσκευασίας με ένα ευρύ φάσμα φυσικών ιδιοτήτων, πολλά από αυτά τα υλικά συνδυάζονται με διεργασίες όπως η σφυρηλάτηση και η συν-εξώθηση. Το πολυαιθυλένιο είναι το πιο συχνά χρησιμοποιούμενο υλικό γιατί παρέχει ερμητικό σφράγισμα και λειτουργεί ως μέσο ελέγχου διαφόρων χαρακτηριστικών.

Τα χαρακτηριστικά μερικών υλικών συσκευασίας παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα:

ΥΛΙΚΟ	ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ
Χαρτί	Στερεότητα, ακαμψία, αδιαφάνεια, δυνατότηταεκτύπωσης
Αλουμινόχαρτο	Αμελητέα διαπερατότητα σε υδρατμούς, αέρια και οσμές, αδιαπέρατο από λίπη, αδιαφάνεια, στιλπνή εμφάνιση, διαστατική σταθερότητα, δυνατότητα αναδίπλωσης.
Κυτταρίνη	Στερεότητα, ελκυστική εμφάνιση, χαμηλή διαπερατότητα σε υδρατμούς, αέρια, οσμές και λίπη,

	δυνατότητα εκτύπωσης.
Πολυαιθυλένιο	Αντοχή, θερμική σφραγισιμότητα, χαμηλή διαπερατότητα σε υδρατμούς, καλή χημική αντίσταση, καλή απόδοση σε χαμηλές θερμοκρασίες.
Οξική κυτταρίνη	Στερεότητα, ακαμψία, λεία επιφάνεια, δυνατότητα εκτύπωσης, διαστατική σταθερότητα.
Πολυβινυλιδενοχλωρίδιο	Χαμηλή διαπερατότητα σε υδρατμούς, αέρια, συμπολυμερείς οσμές και λίπη, χημική αντίσταση, θερμική σφραγισιμότητα.
Πολυβινυλολωρίδιο	Αντίσταση σε χημικά, λίπη και έλαια, θερμική σφραγισιμότητα.
Τερεφθαλικό πολυαιθυλένιο	Στερεότητα, αντοχή, διαστατική σταθερότητα, χαμηλή διαπερατότητα σε αέρια, οσμές και λίπη.

Πίνακας 4. Ιδιότητες υλικών συσκευασίας MAP

Ο βαθμός στον οποίο λαμβάνει χώρα η τροποποίηση της ατμόσφαιρας στη συσκευασία εξαρτάται από διάφορες παραμέτρους, όπως η διαπερατότητα του υλικού σε O_2 και CO_2 , η αναπνοή του προϊόντος και η επίδραση της θερμοκρασίας σε αυτές τις δύο διεργασίες. Η έκθεση των προϊόντων σε ακραίες θερμοκρασίες κατά τη μεταφορά και την αποθήκευσή τους, απασχολεί τη βιομηχανία φρέσκων τροφίμων, καθώς μπορεί να οδηγήσει σε αλλοίωση των συσκευασμένων προϊόντων εξαιτίας της αύξησης του μεταβολισμού τους και της ανάπτυξης αλλοιογόνων μικροοργανισμών.

Πιο συγκεκριμένα, όταν η θερμοκρασία αυξάνεται, η επακόλουθη αύξηση της διαπερατότητας του υλικού συσκευασίας δεν μπορεί να συμβαδίσει με την αύξηση των απαιτήσεων του προϊόντος σε οξυγόνο. Έτσι, τα επίπεδα οξυγόνου ελαττώνονται και τα επίπεδα διοξειδίου του άνθρακα αυξάνονται καθώς αυξάνεται η θερμοκρασία. Οι μεταβολές των συγκεντρώσεων O_2 και CO_2 μέσα στη συσκευασία μπορούν να μοντελοποιηθούν και μάλιστα έχουν αναπτυχθεί πολύπλοκα και χρήσιμα μαθηματικά μοντέλα που επιτρέπουν στους παραγωγούς φρέσκων προϊόντων να επιλέγουν τα πλέον κατάλληλα υλικά συσκευασίας για κάθε προϊόν.

2.6 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΜΑΡ ΣΕ ΤΡΟΦΙΜΑ

Φρέσκο κόκκινο κρέας

Η μικροβιακή ανάπτυξη και η οξειδωση της κόκκινης χρωστικής όξυ-μυογλοβίνη είναι οι κύριοι παράγοντες που περιορίζουν τον χρόνο ζωής του κόκκινου κρέατος. Θα πρέπει να διατηρηθεί το κόκκινο χρώμα της χρωστικής με την κατάλληλη συγκέντρωση οξυγόνου στην ατμόσφαιρα της συσκευασίας και ταυτόχρονα να ελαχιστοποιηθεί η ανάπτυξη των αερόβιων μικροοργανισμών. Κρέατα με υψηλότερα επίπεδα κόκκινης χρωστικής, όπως το ελάφι και το αγριογούρουνο, απαιτούν υψηλότερες συγκεντρώσεις οξυγόνου.

Το κυριότερο αερόβιο βακτήριο που υπάρχει στη χλωρίδα του κόκκινου κρέατος είναι η *Pseudomonas* spp. Τα συγκεκριμένα βακτήρια παρεμποδίζονται από το CO_2 και έτσι με την συνύπαρξη των δύο αερίων είναι πιθανή η επίτευξη της σταθερότητας του κόκκινου χρώματος και η παρεμπόδιση ανάπτυξης μικροοργανισμών.

Πουλερικά

Η μικροβιακή ανάπτυξη gram-αρνητικών βακτηρίων, όπως *Pseudomonas* και *Acetobacter* ευνοείται στα πουλερικά. Τα συγκεκριμένα βακτήρια παρεμποδίζονται από το CO₂. Επομένως η χρήση CO₂ στη MAP σε συγκέντρωση 20% μπορεί ν επιμηκύνει το χρόνο ζωής των πουλερικών. Υψηλότερα επίπεδα CO₂ από 35% στο αέριο μίγμα δεν συνιστώνται λόγω κινδύνου κατάρρευσης της συσκευασίας και της υπερβολικής συσσώρευσης υγρών. Το N₂ χρησιμοποιείται ως αδρανές γεμιστικό αέριο.

Εφόσον τα πουλερικά προσφέρουν ένα υπόστρωμα για την ανάπτυξη παθογόνων μικροοργανισμών και λόγω το ότι κάποιοι δεν παρεμποδίζονται από το CO₂, είναι σημαντικό να διατηρούνται οι θερμοκρασίες ψύξης και η καλή υγιεινή στο χειρισμό του προϊόντος σε όλη την αλυσίδα διανομής και επιπλέον το κατάλληλο τρόπο μαγειρέματος πριν την κατανάλωση.

Μαγειρεμένα και επεξεργασμένα προϊόντα κρέατος

Οι κυριότεροι μηχανισμοί φθοράς, επομένως του περιορισμού του χρόνου ζωής, των μαγειρεμένων και επεξεργασμένων κρεάτων είναι η μικροβιακή ανάπτυξη, αλλαγή χρώματος και το οξειδωτικό τάγγισμα. Για το μαγειρεμένο κρέας, η πορεία θέρμανσης έχει ουσιαστικά καταστρέψει τα κύτταρα των βακτηρίων, έχει αδρανοποιήσει τα ένζυμα αποικοδόμησης και έχει ρυθμίσει το χρώμα. Επομένως, η μόλυνση των μαγειρεμένων κρεάτων από μικροοργανισμούς γίνεται μετά τομαγείρεμα από την κακή υγιεινή και χειρισμό. Το χρώμα των μαγειρεμένων κρεάτων είναι επιρρεπές στην οξείδωση και είναι σημαντικό να συσκευάζονται σε χαμηλά επίπεδα οξυγόνου. Η συσκευασία σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα χρησιμοποιείται ευρέως για την επιμήκυνση του χρόνου ζωής, παρεμπόδιση της ανάπτυξης δυσοσμίων λόγω οξείδωσης και ταγίσματος. Τα επεξεργασμένα κρέατα όπως το λουκάνικο περιέχουν νιτρώδη άλατα και μετασουλφιδικό νάτριο που είναι αποτελεσματικά συντηρητικά έναντι μιας ευρείας ποικιλίας μικροοργανισμών.

Ιχθυρά

Η φθορά των ψαριών και μαλάκιων προέρχεται από αλλαγές που προκαλούνται από την αποικοδόμηση του ιστού από ένζυμα του ψαριού (αυτόλυση των κυττάρων), την ανάπτυξη μικροοργανισμών και οξειδωτικές αντιδράσεις. Η τροποποιημένη ατμόσφαιρα μπορεί να περιορίσει μόνο την ανάπτυξη μικροοργανισμών και τις οξειδωτικές αντιδράσεις. Επειδή η αυτόλυση είναι η κυριότερη αιτία φθοράς των ψαριών και μαλάκιων εξηγούνται τα όχι τόσο ικανοποιητικά αποτελέσματα της τροποποιημένη ατμόσφαιρας.

Γαλακτοκομικά

Στο τυρί δεν χρησιμοποιείται 100% CO₂ γιατί παρουσιάζεται πρόβλημα στην υφή του τυριού (σπογγώδης υφή). Το CO₂ στο γάλα επηρεάζει τη γεύση του και έτσι αποφεύγεται η χρήση του. Είναι πιο σύνηθες να εκπλénεται η επιφάνειά του με N₂ για την απομάκρυνση του οξυγόνου ούτως ώστε να παρεμποδίζονται οι οξειδωτικές αντιδράσεις.

Λαχανικά

Ένας σημαντικός παράγοντας σχετικά με τα λαχανικά είναι ότι είναι ακόμα ζωντανές δομές και συνεχίζουν να αναπνέουν, εφόσον υπάρχουν διαθέσιμα θρεπτικά αέρια. Η αναπνοή και η διαπνοή συνεχίζονται και μετά την συγκομιδή και εφόσον η παραγωγή αποκόπτεται από την πηγή νερού της, των φωτοσυνθετικών και μεταλλικών ουσιών, οι διαδικασίες αυτές εξαρτώνται αποκλειστικά από τα θρεπτικά αποθέματα και το περιεχόμενο σε υγρασία του προϊόντος. Η απώλεια νερού είναι απώλεια εμπορεύσιμου νερού και έτσι μια άμεση απώλεια για τον έμπορο. Μια απώλεια βάρους περίπου 5% θα είχε σαν αποτέλεσμα την εμφάνιση πολλών λαχανικών γερασμένων και υπό θερμές, ξηρές συνθήκες. Χωρίς την κατάλληλη συσκευασία, αυτό μπορεί να συμβεί μέσα σε ελάχιστες ώρες. Η σχετική υγρασία μιας συσκευασίας επηρεάζεται από τον ρυθμό στον οποίο χάνει υδρατμούς και από τον ρυθμό μετάδοσης υδρατμών της μεμβράνης συσκευασίας. Οι μεμβράνες συσκευασίας, μπορούν να προσφέρουν σημαντική αύξηση της διατηρησιμότητας, μειώνοντας την απώλεια της αποθηκευμένης στο λαχανικό ενέργειας, μέσω της μείωσης του ρυθμού αναπνοής.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΧΑΡΤΙΝΗ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ

Το χαρτί θεωρείται ως το πρώτο εύκαμπτο υλικό το οποίο χρησιμοποιήθηκε για συσκευασία τροφίμων με ποσοστό χρήσης σήμερα περίπου 33% επί του συνόλου των χρησιμοποιούμενων υλικών συσκευασίας. Το χαρτί/χαρτόνι είναι πορώδες υλικό το οποίο παράγεται σε μορφή φύλλου από ίνες ή τμήματα ινών κυτταρίνης οι οποίες διαπλέκονται και συνδέονται μεταξύ τους κατά τρόπο ώστε να αποτελούν ένα συνεκτικό και ενιαίο σύνολο. Ως πρώτες ύλες για την παραγωγή χαρτιού/χαρτονιού μπορούν να χρησιμοποιηθούν το ξύλο, το λινάρι, το άχυρο, το βαμβάκι, καθώς επίσης και το χαρτί-χαρτόνι των απορριμμάτων.

3.1 ΚΥΡΙΑ ΣΤΑΔΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΧΑΡΤΟΝΙΟΥ

A) Παράγονται πρώτα οι ίνες με την μορφή πολτού με μηχανική ή χημική διαδικασία. Κατά το πρώτο στάδιο της πολτοποίησης οι ημικυτταρίνες οι οποίες είναι πλήρως διαλυτές στο νερό απομακρύνονται σχεδόν πλήρως και ακολουθεί στη συνέχεια συνήθως διαχωρισμός μεταξύ των κυτταρινούχων ινών και της λιγνίτης.

B) Η παραγωγή χαρτιού ακολουθεί στη συνέχεια ένα δεύτερο στάδιο κατά το οποίο το χαρτί παράγεται με διοχέτευση μέσα από κατάλληλες μηχανές του μίγματος των κυτταρινούχων ινών (πρωτογενών ή ανακυκλωμένων) μαζί με άλλα χημικά και πρόσθετα. Οι ιδιότητες του χαρτιού εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από την σύσταση, το περιεχόμενό του σε ίνες, την παρουσία ενδοϊνικών δεσμών και από την παρουσία ή μη προσθέτων.

3.2 ΘΕΤΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΧΑΡΤΙΝΗΣ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑΣ

Είναι εύκολα εκτυπώσιμη. Διαφορετικές τεχνικές εκτύπωσης χρησιμοποιούνται στην εκτύπωση χαρτιού. Επιτυγχάνεται με αυτό τον τρόπο παραγωγή ελκυστικότερων και περισσότερο εμφανίσιμων προϊόντων σε μεγάλη ποικιλία που τραβούν την προσοχή του καταναλωτή. Το χρώμα εξαρτάται από την επιλογή των ινών οι οποίες θα χρησιμοποιηθούν στην εξωτερική επιφάνεια. Οι επιλογές συνήθως είναι χρώματος καφέ, λευκού ή γκρι. Άλλοι χρωματισμοί επίσης επιτυγχάνονται με την χρήση βαμμένων ινών ή με την επίστρωση του υλικού με το κατάλληλο χρώμα.

1. Παράγεται εύκολα από ανανεώσιμες πρώτες ύλες, και μπορεί να συνδυαστεί με άλλα υλικά ώστε να αποκτήσει επιθυμητές ιδιότητες φραγμού έναντι των αερίων και της υγρασίας. Η έλλειψη καλού φραγμού οφείλεται στα κενά του πλέγματος των πόρων οι οποίοι έχουν συνήθως κυλινδρική δομή και παίζουν καθοριστικό ρόλο στην κίνηση τόσο των αερίων όσο και των υγρών.
2. Έχει κατάλληλη ακαμψία-σκληρότητα (χαρτοκιβώτια) έτσι ώστε κατά την μαζική μεταφορά τα προϊόντα που περιέχονται σε αυτήν να προστατεύονται από μηχανικές βλάβες.
3. Είναι ελαφρύ και φθηνό υλικό με αποτέλεσμα το κόστος μεταφοράς των προϊόντων να είναι χαμηλό.
4. Είναι εύκολα μορφοποιήσιμη.
5. Είναι ανακυκλώσιμη. Συστήματα συλλογής και ανάκτησης χάρτινων υλικών συσκευασίας έχουν αναπτυχθεί σε πολλές χώρες. Επίσης τα χάρτινα υλικά δημιουργούν τα λιγότερα προβλήματα στη μόλυνση του περιβάλλοντος επειδή αποσυντίθενται εύκολα με την δράση των μικροοργανισμών.

3.3 ΑΡΝΗΤΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΧΑΡΤΙΝΗΣ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑΣ

- Έχουν μεγάλη διαπερατότητα στους υδρατμούς, τα αέρια και τις πτητικές ύλες.
- Χάνουν την αντοχή τους όταν διαβραχούν
- Έχουν ανάγκη προστασίας από τις μεταβολές της σχετικής υγρασίας κατά την αποθήκευσή τους

3.4 ΕΙΔΗ ΧΑΡΤΙΟΥ ΓΙΑ ΤΗ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

Οι ανάγκες της αγοράς και του καταναλωτικού κοινού οδήγησαν την βιομηχανία συσκευασίας στην παραγωγή μεγάλου αριθμού υλικών συσκευασίας συμπεριλαμβανομένων και πολλών τύπων χάρτινης συσκευασίας. Σήμερα, χάρτινα υλικά συσκευασίας διαφόρων τύπων (από παρθένες ή/και ανακυκλωμένες ίνες, επικαλυμμένα ή όχι), διαφορετικού πάχους και βάρους είναι διαθέσιμα για συσκευασία αγαθών. Τα κυριότερα από αυτά είναι τα εξής: χαρτί τύπου Kraft, χαρτί επεξεργασμένο με θειώδη, λαδόχαρτο, χαρτί γλασσέ, περγαμινόχαρτο, κηρωμένο χαρτί, χαρτί ανθεκτικό στη διαβροχή, λεπτόφυλλο χαρτί, συμπαγές χαρτόνι, κυματοειδές χαρτόνι.

1. Χαρτί τύπου kraft (kraft paper). Το χαρτί τύπου kraft αναφέρεται σε χαρτί παρθένου, χημικά επεξεργασμένου πολτού, βάρους 70-300 g/m² το οποίο έχει υποστεί επεξεργασία με θειικά άλατα και χαρακτηρίζεται για την μεγάλη του αντοχή. Χρησιμοποιείται στην κατασκευή σάκων με πολλαπλά φύλλα, χωρητικότητας 25-50 kg για την χονδρική συσκευασία ζάχαρης, αλεύρων κλπ. Διακρίνεται σε λευκό χαρτί που δέχθηκε λεύκανση (bleached) και σε χαρτί χρώματος καστανού-γκρίζου, χωρίς λεύκανση (unbleached paper), το οποίο χρησιμοποιείται συνήθως ως υλικό περιτύλιξης.

2. Χαρτί επεξεργασμένο με θειώδη άλατα (sulfite paper), παράγεται από πολτούς σχετικά λευκούς, είναι ελαφρότερο και πιο αδύνατο από το χαρτί τύπου kraft και έχει εξαιρετική ικανότητα εκτύπωσης. Χρησιμοποιείται για την κατασκευή μικρών σε μέγεθος περιεκτών, όπως τσάντες και σακούλες, στην κατασκευή κηρωμένου χαρτιού και πολύφυλλων μεμβρανών καθώς και για ετικέτες.

3. Χαρτί ανθεκτικό στη διαβροχή (Wet strength paper). Το χαρτί αυτό διατηρεί σημαντικά την αντοχή του ακόμη και όταν κορεσθεί με νερό χάριν της ειδικής επεξεργασίας που υφίσταται με χημικές ουσίες, όπως ουρία, μελαμίνη, φαινόλες κλπ. Οι ουσίες αυτές αυξάνουν τους δεσμούς υδρογόνου μεταξύ των ινών κυτταρίνης και προσδίδουν αντοχή στο χαρτί. Χρησιμοποιείται στη συσκευασία υγρών τροφίμων σε συνδυασμό με άλλα υλικά συσκευασίας με τη μορφή πολύφυλλων μεμβρανών.

Χρησιμοποιείται επίσης για την παραγωγή χάρτινων σακουλών που πρέπει να διατηρούν την δομή τους και την συνοχή τους όταν έρχονται σε επαφή με την υγρασία. **4. Λαδόχαρτο (greaseproof paper)** χαρακτηρίζεται για την αντίστασή του στη διείσδυση λιπαρών ουσιών, γεγονός που οφείλεται στην ειδική μηχανική επεξεργασία που δέχεται κατά την οποία επέρχεται το σπάσιμο των ινών κυτταρίνης με αποτέλεσμα να απορροφούν μεγάλη ποσότητα νερού. Ο πολτός γίνεται επιφανειακά ζελατινώδης και κολλώδης με αποτέλεσμα στα επόμενα στάδια παραγωγής του χαρτιού να κλείνει ένας πολύ μεγάλος αριθμός πόρων μεταξύ των ινών κυτταρίνης. Το χαρτί είναι κατάλληλο για την περιτύλιξη λιπαρών προϊόντων όπως το κρέας, τα ψάρια, τα γαλακτοκομικά προϊόντα κλπ. Η διαδικασία του επιφανειακού κολλαρίσματος εφαρμόζεται μερικές φορές ώστε να καθίσταται το χαρτί περισσότερο ανθεκτικό στο λίπος.

5. Χαρτί γλασσέ (Glassine paper) στην περίπτωση αυτή πέραν της μηχανικής επεξεργασίας που δέχεται το λαδόχαρτο, θερμαίνεται όταν είναι ακόμα υγρό και στη συνέχεια συμπίεζεται (διαδικασία supercalendering) με αποτέλεσμα να αυξάνει η πυκνότητά του και να γίνεται στιλπνό, διαφανές και με πολύ λεία επιφάνεια. Κατά την παραπάνω επεξεργασία οι ίνες κυτταρίνης ενυδατώνονται και διογκώνονται με αποτέλεσμα κατά την συμπίεση να κλείνουν οι περισσότεροι πόροι. Παρουσιάζει σημαντικά μεγαλύτερη αντίσταση στη διείσδυση λιπαρών ουσιών. Μπορεί να επιστρωθεί με σιλικόνη και διατίθεται σε διάφορα χρώματα αλλά συνήθως είναι ημιδιαφανές.

6. Περγαμινόχαρτο (vegetable parchment). Το χαρτί αυτό παράγεται από καθαρή κυτταρίνη. Ο πολτός που λαμβάνεται μετά από επεξεργασία με θειώδη άλατα διέρχεται μέσα από πυκνό διάλυμα θειϊκού οξέος, το οποίο διογκώνει και μερικώς διαλύει τις ίνες κυτταρίνης, καταστρέφει τη δομή τους και τις κάνει εύπλαστες. Η επεξεργασία αυτή κλείνει αποτελεσματικότερα τους πόρους μεταξύ των ινών κυτταρίνης και συμβάλλει στην ανάπτυξη δεσμών υδρογόνου μεταξύ αυτών. Μετά την επεξεργασία αυτή το χαρτί πλένεται και ξηραίνεται. Το χαρτί αυτό χαρακτηρίζεται για την εξαιρετική αντοχή του, είναι άοσμο και άγευστο και προβάλλει αντίσταση στη διείσδυση λιπαρών ουσιών όπως το λαδόχαρτο. Χρησιμοποιείται κυρίως για την περιτύλιξη βουτύρου, μαργαρίνης, μαλακού τυριού και γενικά λιπαρών τροφίμων.

7. Κηρωμένο χαρτί (waxed paper). Το χαρτί αυτό είναι λαδόχαρτο ή χαρτί γλασέ το οποίο επιπλέον επικαλύπτεται με κηρούς προκειμένου να μειωθεί η διαπερατότητά του στην υγρασία. Οι κηροί που χρησιμοποιούνται είναι άγευστοι και άοσμοι και έχουν σημείο τήξης από 25 0 C έως 60 0 C. Το χαρτί επικαλύπτεται από τη μια ή και από τις δύο πλευρές του ή ακόμα μπορεί να εμποτιστεί πλήρως ή μερικώς με τους κηρούς. Χρησιμοποιείται για συσκευασία προϊόντων τα οποία πρέπει να προστατευθούν από την υγρασία και το θρυμματισμό, όπως π.χ. τα cornflakes και άλλα προϊόντα αρτοποιίας.

8. Λεπτόφυλλο χαρτί (tissue paper). Το χαρτί αυτό είναι πολύ μαλακό, ελαφρύ και λεπτό με βάρος ανά μονάδα επιφάνειας 17-30 g/m² . Χρησιμοποιείται κυρίως για την συσκευασία καφέ ή τσαγιού. Επίσης χρησιμοποιείται ως υλικό περιτύλιξης στις περιπτώσεις που είναι επιθυμητή η προστασία της επιφάνειας ευαίσθητων προϊόντων, όπως πχ, φρούτα, καθώς επίσης και για την περιτύλιξη προϊόντων όπως το ψωμί με σκοπό την προστασία τους από την σκόνη.

9. Συμπαγές χαρτόνι με λεύκανση (solid bleached board, SBB) παράγεται αποκλειστικά από πολτό ο οποίος έχει υποστεί χημική λεύκανση. Η επάνω επιφάνειά του είναι καλυμμένη με ορυκτό λευκού-μεταλλικού χρώματος, όπως ο πηλός της Κίνας, που προσδίδει στο χαρτόνι επιφανειακά λευκό χρώμα. Το χαρτόνι αυτό έχει εξαιρετική ικανότητα εκτύπωσης και βρίσκει πολλές εφαρμογές κυρίως στη συσκευασία προϊόντων σοκολάτας, κατεψυγμένων τροφίμων, τυριών, τσαγιού, καφέ κ.α. καθώς και στην κατασκευή περιεκτών για υγρά τρόφιμα. Πολλές φορές χρησιμοποιείται ο όρος SBS (solid bleached sulphate) για να περιγράψει το παραπάνω χαρτόνι.

3.5 ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΠΟΥ ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΠΛΗΡΟΥΝ ΟΙ ΧΑΡΤΙΝΕΣ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΕΣ

Για να χρησιμοποιηθούν τα χάρτινα υλικά ως υλικά συσκευασίας πρέπει να έχουν ορισμένες φυσικές και χημικές ιδιότητες. Για τη χρήση τους στη συσκευασία τροφίμων απαιτούνται επιπλέον διεργασίες ή χημικά πρόσθετα στην παραγωγική διαδικασία. Τα πρόσθετα μπορεί να χρησιμοποιηθούν και μετά την παραγωγή του χαρτιού.

Οι φυσικές ιδιότητες αναφέρονται στην εμφάνιση και στην ικανότητα του χαρτιού/χαρτονιού να ανταποκριθούν στις απαιτήσεις της συσκευασίας ενός συγκεκριμένου προϊόντος. Ειδικότερα οι φυσικές ιδιότητες του χαρτιού αφορούν: α) Τα χαρακτηριστικά του χαρτιού/χαρτονιού, όπως ο τύπος, το πάχος και το βάρος ανά m^2

- β) Τις οπτικές ιδιότητες, όπως το χρώμα, την αδιαφάνεια, τη στιλπνότητα γ) Τις μηχανικές ιδιότητες, όπως την αντοχή σε εφελκυσμό, στο σχίσιμο, το τρύπημα κλπ.
- δ) Τις στεγανοποιητικές ιδιότητες που αναφέρονται στη διαπερατότητα στους υδρατμούς, τα αέρια, τις πτητικές και λιπαρές ουσίες.

Οι χημικές ιδιότητες αναφέρονται στην παρουσία στο χαρτί ουσιών οι οποίες θα μπορούσαν να επηρεάσουν τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά και την υγιεινή κατάσταση των τροφίμων με τα οποία θα έλθει σε επαφή το χαρτί. Γενικά το χαρτί δεν πρέπει να περιέχει βαρέα μέταλλα και άλλες τοξικές ουσίες. Επίσης, το χαρτί που έρχεται σε επαφή με λιπαρές ουσίες πρέπει να είναι ελεύθερο από μέταλλα και ιδίως από χαλκό και σίδηρο, επειδή αυτά καταλύουν την οξείδωση των λιπών και οδηγούν σε τάγγιση του προϊόντος.

Κολλάρισμα (sizing). Με το κολλάρισμα επιβραδύνεται η απορρόφηση του νερού και των μελανιών από την επιφάνεια του χαρτιού/χαρτονιού. Το κολλάρισμα γίνεται με την προσθήκη χημικών ουσιών στο στάδιο της μηχανικής επεξεργασίας και πριν τη μορφοποίησή του σε φύλλο. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούνται κυρίως κηροί, καθώς επίσης φυσικές και συνθετικές ρητίνες. Έντονο κολλάρισμα υφίσταται το χαρτόνι που χρησιμοποιείται στη συσκευασία υγρών προϊόντων, καθώς και προϊόντων που θα συντηρηθούν με ψύξη και κατάψυξη. Το κολλάρισμα από τη μια πλευρά του με αιώρημα ακρυλικών ρητινών εξασφαλίζει την ικανότηταθερμοσυγκόλλησης, καθώς και μέτρια στεγανότητα στην υγρασία και το οξυγόνο.

Λαμινάρισμα (lamination)-επίστρωση με συγκολλητική ουσία και κάλυψη με εύκαμπτο υλικό σε μορφή μεμβράνης ή φύλλου. Η διαδικασία είναι όμοια με την κατασκευή πολύφυλλων μεμβρανών. Ως υλικά κάλυψης χρησιμοποιούνται το φύλλο αλουμινίου, το λαδόχαρτο και το χαρτί γλασσε. Το φύλλο αλουμινίου εξασφαλίζει πλήρη στεγανότητα στην υγρασία, στο οξυγόνο και στο υπεριώδες φως και κάνει ελκυστικότερη την εμφάνιση του χαρτιού. Το λαδόχαρτο εξασφαλίζει στεγανότητα στις λιπαρές ουσίες και καθιστά το χαρτί/χαρτόνι κατάλληλο για συσκευασία λιπαρών

τροφίμων και προϊόντων τα οποία είναι κολλώδη και ικανό να αντέξει στη θέρμανση μέχρι τους 180 °C. Το χαρτί γλασσε εξασφαλίζει στεγανότητα στις λιπαρές ουσίες για τρόφιμα με μέτρια λιποπεριεκτικότητα π.χ. Κέικ.

Κάλυψη με πλαστικές μεμβράνες. Η κάλυψη μπορεί να γίνει με εξώθηση της πλαστικής μεμβράνης πάνω στο φύλλο χαρτιού/χαρτονιού ή με συγκόλλησή της με κολλώδεις ουσίες. Οι πλαστικές μεμβράνες που κυρίως χρησιμοποιούνται είναι το πολυαιθυλένιο (PE), το πολυπροπυλένιο (PP), και ο πολυτερεφθαλικός αιθυλενεστέρας (PET). Συνήθως εφαρμόζεται λιωμένο (molten) υψηλού μοριακού βάρους πολυμερές επάνω σε κινούμενο χαρτί/χαρτόνι. Η επίστρωση χαρτιού με πολυαιθυλένιο είναι η συνηθέστερη εφαρμογή επίστρωσης με εξώθηση για παραγωγή χάρτινης συσκευασίας για υγρά τρόφιμα

Πληρωτικά υλικά: Τα περισσότερα είδη χαρτιών περιέχουν σημαντικές ποσότητες πληρωτικών υλικών. Οι χάρτινες συσκευασίες που προορίζονται για χρήση στη συσκευασία τροφίμων περιέχουν χαμηλά ποσοστά πληρωτικών υλικών κάτω του 10%. Συνήθως αποτελούνται από πηλό (clay), ανθρακικό ασβέστιο ή ακόμα και διοξείδιο του τιτανίου (TiO₂). Είναι υλικά με χαμηλότερο κόστος από ότι ο πολτός και προστίθενται με σκοπό να βελτιώσουν τις οπτικές ιδιότητες (opacity) του χαρτιού καθώς και την ικανότητα εκτύπωσης.

Επίστρωση με υλικά θερμής τήξης (hot melts): Εφαρμόζεται κηρός (wax), ρητίνη, πολυμερές υψηλού μοριακού βάρους ή μίγμα όλων αυτών στο χαρτί. Το λιωμένο μίγμα (melt) διαπερνά τους πόρους στην επιφάνεια του χαρτιού. Το περισσότερο χρησιμοποιούμενο υλικό επίστρωσης είναι κηρός παραφίνης που αποτελείται από μίγμα ευθύγραμμων κορεσμένων υδρογονανθράκων (C₂₃- C₃₅). Η παραπάνω διεργασία θερμής τήξης (hot melt) καθιστά το χαρτί περισσότερο εύκαμπτο, λείο, και ανθεκτικότερο στο νερό και στο λίπος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΓΥΑΛΙΝΗ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ

Το γυαλί είναι ένα στερεό κι άμορφο υλικό καθώς και χημικά και βιολογικά αδρανές. Επειδή είναι πλήρως ανακυκλώσιμο είναι το καταλληλότερο για την κατασκευή συσκευασιών τροφίμων και ποτών. Τα γυάλινα δοχεία είναι από τα σημαντικότερα μέσα συσκευασίας τροφίμων και ποτών μιας και δισεκατομμύρια από αυτά χρησιμοποιούνται ετησίως. Εκτός από τη συσκευασία τροφίμων και ποτών χρησιμοποιούνται και για τη συσκευασία καλλυντικών, αρωμάτων και φαρμακευτικών ειδών. Η παρασκευή γυάλινων δοχείων αποτελεί το μεγαλύτερο μέρος της γυαλοουργίας.

4.1 ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΚΑΙ ΠΟΙΟΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΓΥΑΛΙΝΩΝ ΔΟΧΕΙΩΝ

Το κύριο συστατικό του γυαλιού είναι το διοξείδιο του πυριτίου (SiO_2) δηλαδή η χαλαζιακή άμμος. Πρακτικά το γυαλί παρασκευάζεται με σύντηξη της χαλαζιακής άμμου και σταθεροποιητών όπως: ανθρακικό νάτριο, οξείδιο του καλίου, ανθρακικό ασβέστιο, ανθρακικό μαγνήσιο και οξείδιο του αργιλίου. Οι σταθεροποιητές χρησιμοποιούνται ώστε το γυαλί να μην είναι εύθρυπτο και να μην διαλύεται από το νερό.

Συστατικά	Σύσταση % w/w
SiO_2	73,0
Na_2O	13
CaO	11,7
Al_2O_3	1,4
Άλλα οξείδια	0,9

Πίνακας 5. Τυπική σύσταση διάφανου γυαλιού

Η παρασκευή των γυάλινων δοχείων ανεξάρτητα από την τελική χρήση πραγματοποιείται σε τέσσερα στάδια.

1. Προετοιμασία μείγματος. Σε αυτό το στάδιο αναμιγνύονται οι πρώτες ύλες σε αναλογίες ανάλογα με το τελικό προϊόν. Τα κύρια συστατικά είναι υψηλής ποιότητας.

2. Τήξη και φινίρισμα. Αφού αναμιχθούν οι πρώτες ύλες, το μείγμα εισέρχεται σε κλίβανο τήξης. Ο τύπος και το μέγεθος του κλίβανου εξαρτάται από την ποσότητα και τον τύπο γυαλιού που απαιτείται κάθε φορά. Το στάδιο της τήξης ολοκληρώνεται με το φινίρισμα. Το φινίρισμα είναι ο συνδυασμός μια φυσικής και χημικής διεργασίας όπου το τηγμένο γυαλί απαλλάσσεται από φυσαλίδες, ομογενοποιείται, σταθεροποιείται και ρυθμίζεται η θερμοκρασία του.

3. Διαμόρφωση. Στο στάδιο της διαμόρφωσης το τηγμένο γυαλί παίρνει σχήμα. Το σχήμα διαμορφώνεται ανάλογα με τη μετέπειτα χρήση της συσκευασίας.

4. Τελικές διεργασίες. Αφού διαμορφωθεί η γυάλινη συσκευασία μπορεί να επεξεργαστεί περαιτέρω ανάλογα με την τελική της χρήση. Διεργασίες που μπορούν να πραγματοποιηθούν στο στάδιο αυτό είναι η εφαρμογή επιστρώσεων, η βαφή, κ.ά.

Αφού ολοκληρωθούν τα στάδια παρασκευής των γυάλινων δοχείων ακολουθεί ο ποιοτικός έλεγχος. Ο έλεγχος αυτός γίνεται ώστε το προϊόν να μην έχει ατέλειες αλλά το κυριότερο να ανταποκρίνεται στα διεθνή πρότυπα. Οι σημαντικότεροι έλεγχοι που γίνονται είναι:

1. Δοκιμές θλίψης
2. Δοκιμές αντοχής σε υψηλή εσωτερική πίεση
3. Μέτρηση των διαστάσεων
4. Μέτρηση του πάχους των τοιχωμάτων
5. Ανίχνευση ελαττωμάτων
6. Απομάκρυνση υπολειμμάτων γυαλιού στο εσωτερικό της συσκευασίας

4.2 ΤΥΠΟΙ ΓΥΑΛΙΟΥ

Ανάλογα με τις πρώτες ύλες που χρησιμοποιούνται καθώς και με τη χρήση του, το γυαλί, διακρίνεται σε:

Κοινό γυαλί. Το κοινό γυαλί παρασκευάζεται από διοξείδιο του πυριτίου, οξείδιο του νατρίου και οξείδιο του ασβεστίου. Είναι φθηνό στην κατασκευή του και χρησιμοποιείται για την παρασκευή ποτηριών, φιαλών, δοχείων τροφίμων. Θεωρείται κατάλληλο για οικιακή χρήση και για τη συσκευασία τροφίμων και ποτών επειδή δεν αντιδρά με υδατικά διαλύματα, με λίπη και με έλαια, δεν αλλοιώνει την σύσταση, τη γεύση και την οσμή των τροφίμων και των ποτών και είναι βιολογικά αδρανές.

Γυαλί μόλυβδου. Το γυαλί μόλυβδου παρασκευάζεται από διοξείδιο του πυριτίου, οξείδιο του καλίου, κι οξείδιο του μόλυβδου. Έχει υψηλή ανθεκτικότητα και χρησιμοποιείται για την παρασκευή διακοσμητικών και σκευών οικιακής χρήσης. Αν και ο μόλυβδος θεωρείται δηλητηριώδες υλικό, επειδή τα άτομα του είναι εγκλωβισμένα στη μοριακή δομή του γυαλιού, μπορεί να έρχεται σε επαφή με τρόφιμα και ποτά χωρίς καμία επίπτωση στην ανθρώπινη υγεία. Μειονέκτημά του αποτελεί το γεγονός πως είναι ευαίσθητο στις μεταβολές θερμοκρασίας.

Γυαλί βορίου. Το γυαλί βορίου παρασκευάζεται από διοξείδιο του πυριτίου, οξείδιο του βορίου, οξείδιο του νατρίου, οξείδιο του καλίου, και οξείδιο του αργιλίου και είναι γνωστό με την εμπορική ονομασία Pyrex. Επειδή περιέχει βόριο, νάτριο και κάλιο είναι ανθεκτικό στις απότομες μεταβολές της θερμοκρασίας. Χρησιμοποιείται στην κατασκευή εργαστηριακών οργάνων και συσκευών, σε λαμπτήρες, στην παρασκευή μαγειρικών σκευών και στις συσκευασίες φαρμακευτικών προϊόντων.

Υαλόνημα. Το υαλόνημα παρασκευάζεται από διάφορους τύπους γυαλιού. Η πιο πρόσφατη εφαρμογή του είναι η κατασκευή οπτικών ινών.

Ειδικοί τύποι γυαλιού. Στους ειδικούς τύπους γυαλιών συγκαταλέγονται: το γυαλί αργιλίου (είναι ιδιαίτερα θερμοανθεκτικό), το γυαλί αλκαλίων-βαρίου (χρησιμοποιείται στις οθόνες υπολογιστών και τηλεόρασης επειδή απορροφά επικίνδυνες ακτινοβολίες), το κεραμικό γυαλί (θερμοανθεκτικό) και το οπτικό γυαλί (χρησιμοποιείται σε γυαλιά οράσεως, φωτογραφικές μηχανές, μικροσκόπια κ.ά.)

4.3 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΓΥΑΛΙΝΗΣ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑΣ

Στη σημερινή εποχή το γυαλί θεωρείται ένα από τα βασικά υλικά για τη συσκευασία τροφίμων και ποτών. Αυτό συμβαίνει λόγω των πλεονεκτημάτων που εμφανίζουν οι γυάλινες συσκευασίες. Πιο συγκεκριμένα η γυάλινη συσκευασία είναι:

1. Χημικά αδρανής. Δεν επηρεάζεται η ποιότητα, η σύσταση, η γεύση και η οσμή των περιεχόμενων τροφίμων και ποτών.
2. Αδιαπέραστη. Η γυάλινη συσκευασία δεν διαπερνάται από μικροοργανισμούς αλλά και από οξυγόνο. Έτσι δεν αλλοιώνονται τα τρόφιμα και τα ποτά. Αυτή η ιδιότητα είναι σημαντική ιδιαίτερα σε ευαίσθητα προϊόντα. Με τις γυάλινες συσκευασίες συστατικά όπως οι βιταμίνες και το άρωμα διατηρούνται περισσότερο.
3. Στεγανή, άοσμη και άγευστη. Γι' αυτό τα αρώματα και οι κολόνιες μπαίνουν κυρίως σε γυάλινες συσκευασίες. Επίσης, επειδή η γυάλινη συσκευασία είναι άγευστη χρησιμοποιείται στην συσκευασία/εμφιάλωση κρασιών.
4. Διάφανη. Επειδή η γυάλινη συσκευασία είναι διάφανη επιτρέπει την οπτική επαφή του καταναλωτή με το περιεχόμενο.
5. Κατασκευασμένη μόνο από φυσικές πρώτες ύλες. Οι πρώτες ύλες που χρησιμοποιούνται υπάρχουν σε αφθονία στον πλανήτη.
6. 100% ανακυκλώσιμη. Οι γυάλινες συσκευασίες ανακυκλώνονται κι έτσι προστατεύεται το περιβάλλον κι εξοικονομείται ενέργεια. Πέραν της ανακύκλωσης οι συσκευασίες αυτές μπορούν να καθαριστούν και να επαναχρησιμοποιηθούν ως έχουν.
7. Ικανή να αποστειρωθεί και να παστεριωθεί. Η αποστείρωση και η παστερίωση τις περισσότερες φορές απαιτούνται ώστε τα προϊόντα να διατηρούνται περισσότερο.
8. Οικονομική.
9. Κατάλληλη για ψυγεία και φούρνο μικροκυμάτων. Κάποιες γυάλινες συσκευασίες μπορούν να τοποθετηθούν και στην κατάψυξη.
10. Κατάλληλη για να χρωματιστεί αν αυτό απαιτείται. Ο χρωματισμός της γυάλινης συσκευασίας περιορίζει τη διαπερατότητα της υπεριώδους ακτινοβολίας κι έτσι δεν υποβαθμίζεται η ποιότητα των τροφίμων ή των ποτών που εμπεριέχονται σε αυτήν.

11. Εύκολα διαμορφώσιμη. Η γυάλινη συσκευασία μπορεί εύκολα να λάβει οποιοδήποτε σχήμα κι έτσι να γίνει πιο ελκυστική για τον καταναλωτή.

4.4 ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΓΥΑΛΙΝΗΣ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑΣ

Εκτός από τα προαναφερθέντα πλεονεκτήματα, οι γυάλινες συσκευασίες, διαθέτουν και μειονεκτήματα. Αυτά είναι:

1. Ευθραυστότητα. Η ευθραυστότητα είναι και το βασικότερο μειονέκτημα της γυάλινης συσκευασίας. Μπορεί να οφείλεται σε αύξηση της εσωτερικής πίεσης, σε μηχανικά χτυπήματα, σε απότομες μεταβολές θερμοκρασίας (θερμικό σοκ).
2. Μεγάλο βάρος. Το βάρος της γυάλινης συσκευασίας αυξάνει σημαντικά το κόστος μεταφοράς των προϊόντων.
3. Πιθανή παρουσία θραυσμάτων στο συσκευασμένο τρόφιμο.

4.5 ΤΑΣΕΙΣ ΣΤΗ ΓΥΑΛΙΝΗ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ

Σήμερα γίνονται πολλές προσπάθειες να αυξηθεί η μηχανική αντοχή των γυάλινων συσκευασιών, να μειωθεί το βάρος τους και να μειωθεί η κατανάλωση ενέργειας που απαιτείται για την κατασκευή τους ώστε να μειωθεί και το κόστος. Πρακτικά, ο στόχος είναι να περιοριστούν τα μειονεκτήματα που εμφανίζουν.

Πιο συγκεκριμένα, έχουν αρχίσει να παρασκευάζονται γυάλινα δοχεία τα οποία διαθέτουν λεπτά τοιχώματα τα οποία επικαλύπτονται με διάφορα πλαστικά υλικά ή ειδικούς κηρούς. Τα νέα αυτά δοχεία έχουν μεγαλύτερη μηχανική αντοχή και το βάρος τους μπορεί να είναι μειωμένο μέχρι και 20%. Με τον τρόπο αυτό μειώνεται το κόστος μεταφοράς.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΜΕΤΑΛΛΙΚΗ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ

Η ανακάλυψη των μετάλλων είναι ένα σημαντικό κομμάτι στην ιστορία του ανθρώπου. Από τότε που ανακαλύφθηκαν έως σήμερα χρησιμοποιούνται στην καθημερινότητα με πολλούς τρόπους (από απλά πράγματα μέχρι πολύπλοκες κατασκευές) χάρις στα πολλά πλεονεκτήματά τους. Έτσι χρησιμοποιούνται και σαν υλικά για την παρασκευή συσκευασιών τροφίμων. Τα κύρια μέταλλα που χρησιμοποιούνται είναι το αλουμίνιο, ο λευκοσίδηρος και ο επιχρωμιωμένος χάλυβας.

5.1 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΩΝ

1. Μπορούν να αποστειρωθούν.
2. Μπορούν να ψυχθούν.
3. Είναι ανθεκτικές ακόμα και κάτω από δύσκολες κλιματολογικές και μεταφορικές συνθήκες.
4. Με κατάλληλη επεξεργασία δεν επηρεάζουν το περιεχόμενο
5. Προστατεύουν το περιεχόμενο τρόφιμο από τον ήλιο, το οξυγόνο και τους μικροοργανισμούς.

5.2 ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΩΝ

1. Έχουν μεγάλο βάρος.
2. Είναι δύσκολο να κλείσουν μετά το άνοιγμα.

5.3 ΑΛΟΥΜΙΝΙΟ

Το αλουμίνιο είναι ένα αργυρόλευκο μέταλλο το οποίο είναι από τα πιο ελαφρά σε πυκνότητα. Επίσης, είναι το πιο άφθονο μέταλλο στο φλοιό της Γης και η κύρια πηγή για τη βιομηχανική παραγωγή του είναι ο βωξίτης. Η βιομηχανική του χρήση ξεκίνησε στις αρχές του 20^{ου} αιώνα και είναι το νεότερο μέταλλο που χρησιμοποιείται στη συσκευασία τροφίμων.

Στις συσκευασίες, το αλουμίνιο, χρησιμοποιείται είτε στη φυσική του μορφή ή τροποποιημένο. Στη φυσική του μορφή χρησιμοποιείται στην παραγωγή αλουμινόχαρτου, δοχείων αλουμινίου και περιτυλιγμάτων. Στην τροποποιημένη του μορφή τα τρόφιμα δεν έρχονται σε επαφή με το αλουμίνιο αλλά υπάρχει μία στρώση από βερνίκι, πλαστικό, χαρτί ή χαρτόνι.

Το αλουμίνιο σαν υλικό για συσκευασίες παρουσιάζει τόσο πλεονεκτήματα όσο και μειονεκτήματα. Τα **πλεονεκτήματα** είναι:

1. Έχει χαμηλό ειδικό βάρος.
2. Είναι ανθεκτικό στη διάβρωση. (Αντέχει καλύτερα στα ελαφρά όξινα προϊόντα από ότι στα ελαφρά αλκαλικά.
3. Διαμορφώνεται και συγκολλείται εύκολα.
4. Δεν είναι τοξικό.
5. Είναι ένα αδιαπέραστο υλικό για διάφορα περιβάλλοντα (όπως η υγρασία, αέρια, ανεπιθύμητες οσμές).
6. Δεν αντιδρά με το προϊόν που εμπεριέχεται.
7. Ανακυκλώνεται. Η ανακύκλωση είναι ένα σημαντικό πλεονέκτημα χάρις το οποίο μειώνεται η ενέργεια στην παραγωγική διαδικασία και περιορίζονται οι εκπεμπόμενοι ρύποι.

Τα **μειονεκτήματα** που παρουσιάζει είναι:

1. Έχει αυξημένο κόστος.
2. Συγκολλείται μόνο με ειδικές μεθόδους.
3. Δεν ενδείκνυται για συσκευασίες που θερμαίνονται στα μικροκύματα.
4. Δεν έχει μεγάλη διάρκεια ζωής.
5. Μπορεί να προκαλέσει αποχρωματισμό σε ορισμένα προϊόντα,

5.4 ΛΕΥΚΟΣΙΔΗΡΟΣ – ΚΑΣΣΙΤΕΡΟΣ

Ο λευκοσίδηρος (σε θερμοκρασία 25 °C και πίεση 1 atm) είναι ένα αργυρόλευκο, ελατό, μεταλλικό στερεό που δεν οξειδώνεται από τον αέρα ή/και το νερό. Κύρια πηγή του είναι το ορυκτό κασσιτερίτης. Έχει πολλές χρήσεις μία εκ των οποίων είναι η χρήση ως πρώτη ύλη για την παραγωγή συσκευασιών τροφίμων και ποτών. Πιο συγκεκριμένα χρησιμοποιείται για την παρασκευή:

1. δοχείων για θερμικά επεξεργασμένα τρόφιμα
2. δοχείων γενικής χρήσης (όπως δοχεία ελαιόλαδου, ελιών, τυροκομικών προϊόντων)
3. δοχείων για την συσκευασία χημικών προϊόντων, χρωμάτων και διαλυτών δοχείων αναψυκτικών
5. δοχείων aerosol

6. πωμάτων για φιάλες.

Ο λευκοσίδηρος σαν υλικό για συσκευασίες παρουσιάζει τόσο **πλεονεκτήματα** όσο και **μειονεκτήματα**. Τα **πλεονεκτήματα** είναι:

1. Έχει καλή μηχανική αντοχή.
2. Λακκάρεται και λιθογραφείται εύκολα.
3. Είναι πιο φθηνό σε σχέση με άλλα υλικά συσκευασίας.
4. Μπορεί να γίνει κουτί με όλες τις κατασκευαστικές μεθόδους που παρασκευάζονται κουτιά.
5. Έχει μεγάλη στεγανότητα και είναι αδιαπέραστο (ως προς την υγρασία, την ηλιακή ακτινοβολία, κ.ά.)
6. Μορφοποιείται και συγκολλάται με κασσιτεροκόλληση ή με ηλεκτροσυγκόλληση.

Τα **μειονεκτήματα** που παρουσιάζει είναι:

1. Έχει μεγάλο ειδικό βάρος.
2. Έχει ευαισθησία στην θειούχο κηλίδωση (από τρόφιμα που περιέχουν θείο)
3. Δημιουργούνται γαλβανικά στοιχεία διάβρωσης.

5.5 ΕΠΙΧΡΩΜΙΩΜΕΝΟΣ ΧΑΛΥΒΑΣ

Ο χάλυβας είναι ένα κράμα σιδήρου και άνθρακα. Αυτή η ανάμιξη, του σιδήρου με τον άνθρακα, βελτιώνει την αντοχή σε θραύση και κρούση σε σχέση με τον καθαρό σίδηρο. Τις περισσότερες φορές, για να αποκτήσει ο χάλυβας υψηλή αντοχή στη διάβρωση και την αποχρωμάτιση, επιχρωμιώνεται, προστίθεται δηλαδή σε αυτόν μεταλλικό χρώμιο. Με την προσθήκη αυτή σχηματίζεται ανοξείδωτος χάλυβας.

Ο επιχρωμιωμένος χάλυβας άρχισε να χρησιμοποιείται ως υλικό για την συσκευασία τροφίμων, λόγω της αυξανόμενης τιμής του λευκοσιδήρου, στην κατασκευή δοχείων (μονοκόμματα χωρίς ραφές) και πωμάτων. Για να χρησιμοποιηθεί ως πρώτη ύλη στην κονσερβοποιία πρέπει πρωτίστως να λακκαριστεί.

Σαν υλικό για συσκευασίες παρουσιάζει τόσο πλεονεκτήματα όσο και μειονεκτήματα. Τα **πλεονεκτήματα** είναι:

1. Έχει μεγάλη αντοχή στη διάβρωση και την οξείδωση.
2. Αντέχει σε υψηλές θερμοκρασίες.
3. Δεν αλληλοεπιδρά με τα τρόφιμα.
4. Έχει μεγάλη διάρκεια ζωής.
5. Λακκάρεται και λιθογραφείται εύκολα όπως ο λευκοσίδηρος.
6. Είναι πιο φθηνό υλικό από το λευκοσίδηρο.

Το **μειονέκτημα** που παρουσιάζει είναι ότι δεν μπορεί να συγκολληθεί στη ραφή του κουτιού με τις τεχνικές που χρησιμοποιούνται σήμερα. Έτσι χρησιμοποιείται είτε για κουτί δύο τεμαχίων είτε για καπάκια που προσαρμόζονται σε κορμούς από λευκοσίδηρο. Επίσης ο επιχρωμιωμένος χάλυβας είναι πιο θαμπός εμφανισιακά από τον λευκοσίδηρο.

5.6 ΤΑΣΕΙΣ ΣΤΗ ΜΕΤΑΛΛΙΚΗ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ

Γενικά οι μεταλλικές συσκευασίες αποτελούν σημαντική τάση στη βιομηχανία τροφίμων και ποτών. Οι καταναλωτές κατευθύνονται σε λύσεις που συμβαδίζουν με τον σύγχρονο και πολυάσχολο τρόπο ζωής τους και που τους προσφέρουν άνεση και ευκολία στη χρήση. Επίσης, αξιοσημείωτη είναι και η στροφή που παρατηρείται, τα τελευταία χρόνια, σε συσκευασίες που είναι φιλικές για το περιβάλλον. Έτσι η βιομηχανία τροφίμων και ποτών έχει στραφεί σε συσκευασίες που είναι οικονομικές, οικολογικές και πρόσφατα σε συσκευασίες λειτουργικές.

Οι μεταλλικές συσκευασίες, λοιπόν, καλύπτουν τις παραπάνω προϋποθέσεις των καταναλωτών. Πιο συγκεκριμένα:

- Είναι πολύ ανθεκτικές, δεν διαβρώνονται και αντέχουν στις υψηλές θερμοκρασίες.
- Μεταφέρονται εύκολα οπουδήποτε (έχουν μικρό βάρος).
- Προστατεύουν και διατηρούν το περιεχόμενο περισσότερο σε σχέση με άλλες συσκευασίες όπως οι γυάλινες.
- Είναι λειτουργικές, αφού πολλές από αυτές μπορούν να ζεσταθούν σε φούρνο μικροκυμάτων.
- Είναι φιλικές προς το περιβάλλον, αφού ανακυκλώνονται και επαναχρησιμοποιούνται. Επίσης, μερικές μεταλλικές συσκευασίες, μετά την κατανάλωση του περιεχομένου τους, μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για διακοσμητικούς σκοπούς.

Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα που δείχνει την τάση που επικρατεί στον τομέα των μεταλλικών συσκευασιών είναι ο κλάδος των αναψυκτικών. Στον κλάδο αυτό τα αναψυκτικά συσκευάζονται σε ατομικές, μεταλλικές συσκευασίες, οι οποίες είναι μικρές, ελαφριές κι εύκολες στη χρήση. Έτσι ο καταναλωτής μπορεί να τις μεταφέρει παντού και μετά τη χρήση να τις ανακυκλώσει προστατεύοντας με αυτόν τον τρόπο και το περιβάλλον.

5.7 ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΩΝ

Παρ' όλο που τα υλικά που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή μεταλλικών συσκευασιών (όπως το αλουμίνιο), βρίσκονται σε αφθονία στη Γη, η ανακύκλωση της μεταλλικής συσκευασίας είναι πολύ σημαντική. Όπως έχει ήδη αναφερθεί, οι καταναλωτές έχουν αρχίσει να στρέφονται όλο και περισσότερο προς οικολογικές επιλογές. Έτσι, επιλέγουν προϊόντα σε μεταλλικές συσκευασίες αφού μετά μπορούν να τις ανακυκλώσουν. Το πιο σημαντικό κομμάτι από την ανακύκλωσή τους είναι πως μπορούν να ανακυκλωθούν άπειρες φορές.

Η ανακύκλωση των μεταλλικών συσκευασιών ουσιαστικά προστατεύει τους φυσικούς πόρους και τα αποθέματα των μετάλλων και μειώνει τον όγκο των σκουπιδιών στις χωματερές και στους ΧΥΤΑ. Επίσης, μειώνονται και οι επιπτώσεις των βιομηχανιών συσκευασίας στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, μιας και μειώνονται οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα από την παραγωγή νέων προϊόντων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6. ΠΛΑΣΤΙΚΗ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ

Τα πλαστικά είναι μία μεγάλη ποικιλία συνθετικών και ημισυνθετικών οργανικών στερεών υλικών. Είναι σχεδόν αποκλειστικά πολυμερή. Τα πολυμερή είναι οργανικές ενώσεις που σχηματίζονται από την επανάληψη μιας ή περισσότερων δομικών μονάδων που ενώνονται μεταξύ τους σχηματίζοντας μια μακρομοριακή αλυσίδα με μεγάλο μοριακό βάρος. Ένας σημαντικός τομέας εφαρμογής των πλαστικών είναι η συσκευασία τροφίμων και ποτών.

6.1 ΤΑΞΙΝΟΜΙΣΗ ΠΛΑΣΤΙΚΩΝ

Τα πλαστικά ταξινομούνται ανάλογα με το αν κατασκευάζονται από φυσικά ή από συνθετικά προϊόντα. Πιο συγκεκριμένα τα πλαστικά διακρίνονται στα:

1. **Φυσικά πολυμερή** και τα παράγωγά τους όπως οι πρωτεΐνες, οι κυταρρίνες, η οξική και νιτρική κυτταρίνη, κ.ά.
2. **Συνθετικά πολυμερή** όπως το πολυαιθυλένιο, το πολυστυρόλιο, τα πολυαμίδια, οι πολυεστέρες, κ.ά.

Επίσης, τα συνθετικά πολυμερή ταξινομούνται ανάλογα με:

1. Τη χημική τους δομή
2. Τη συμπεριφορά τους στη θέρμανση
3. Την ιδιότητα που επικρατεί στη χρήση τους

Επιπροσθέτως, ανάλογα με τη μηχανική τους συμπεριφορά έπειτα από αλλαγή της θερμοκρασίας, τα πλαστικά μπορούν να διακριθούν και σε:

1. θερμοπλαστικά

2. σκληρομερή

3. ελαστομερή

Για την συσκευασία τροφίμων και ποτών χρησιμοποιούνται πολλών ειδών πλαστικά. Τα σπουδαιότερα πλαστικά που χρησιμοποιούνται παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

Πλαστικά	Αγγλική Συνοτομογραφία
I. Συνθετικά Πολυμερή 1. Πολυαιθυλένιο* ❖ Πολυαιθυλένιο χαμηλής πυκνότητας ❖ Πολυαιθυλένιο υψηλής πυκνότητας ❖ Γραμμικό πολυαιθυλένιο χαμηλής πυκνότητας ❖ Συμπολυμερή αιθυλενίου ➤ Αιθυλενοξικός βινυλεστέρας ➤ Αιθυλενο-βινυλική αλκοόλη ➤ Αιθυλενο-ακρυλικό οξύ ➤ Αιθυλενο-μεθακρυλικό οξύ ➤ Ιονομερή	PE LDPE HDPE LLDPE EVA EVOH EAA EMMA Ionomer
2. Πολυπροπυλένιο* ❖ Προσανατολισμένο πολυπροπυλένιο	PP OPP
3. Πολυβινυλοχλωρίδιο	PVC
4. Πολυβινυλιδενοχλωρίδιο	PVDC
5. Πολυτετραφθοροαιθυλένιο	PTFE
6. Πολυστυρόλιο ή πολυστερίνη ❖ Πολυστυρόλιο ανθεκτικό στη πρόσκρουση ❖ Βουταδιενοστυρόλιο	PS HIPS BS
7. Πολυακρυλονιτρίλιο	PAN
8. Πολυεστέρες ❖ Πολυτερεφθαλμικός αιθυλεστέρας ❖ Πολυναφθαλικός δικαρβοξυ-αιθυλεστέρας	PET ή PETE PEN
9. Πολυαμίδα ❖ Nylon 6, Nylon 6.6	PA Nylon
II. Φυσικά πολυμερή 1. Αναγεννημένη κυταραρίνη ή σελοφάν 2. Οξική κυτταρίνη 3. Υδροχλωριωμένο ελαστικό	Cellophane CA Pliofilm

Πίνακας 6. Τα σημαντικότερα πλαστικά που χρησιμοποιούνται στη συσκευασία τροφίμων και ποτών

6.2 ΠΛΑΣΤΙΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΕΣ

Οι πιο βασικές πλαστικές συσκευασίες τροφίμων και ποτών που παρατηρούνται σήμερα στην αγορά είναι:

1. **Φιάλες.** Οι φιάλες χρησιμοποιούνται για την εμφιάλωση νερού, τα αναψυκτικά, τους χυμούς, σε είδη υγιεινής όπως τα σαμπουάν, σε απορρυπαντικά, κ.ά. Παρασκευάζονται από πολυαιθυλένιο, πολυβινύλιο και τετραφθορικό πολυαιθυλένιο.
2. **Σακούλες.** Οι σακούλες χρησιμοποιούνται για τη συλλογή απορριμμάτων ή τη μεταφορά προϊόντων.
3. **Μπιτόνια.** Τα μπιτόνια χρησιμοποιούνται για τη συσκευασία ποτών όπως οι χυμοί αλλά και για απορρυπαντικά και ορυκτέλαια. Παρασκευάζονται κυρίως από πολυαιθυλένιο ενώ τα τελευταία χρόνια και από πολυεστέρα.
4. **Κιβώτια.** Τα κιβώτια χρησιμοποιούνται για τη συσκευασία και μεταφορά κυρίως αγροτικών προϊόντων. Παρασκευάζονται από πολυαιθυλένιο υψηλής πυκνότητας.
5. **Δοχεία.** Τα δοχεία χρησιμοποιούνται κυρίως για τη συσκευασία γαλακτοκομικών προϊόντων. Παρασκευάζονται από πολυπροπυλένιο.
6. **Μεμβράνες.** Οι μεμβράνες χρησιμοποιούνται για την συσκευασία τροφίμων και αποτελεί καινοτομία. Τα τρόφιμα συσκευάζονται σε λεπτές μεμβράνες και με ελαφρά θέρμανση αυτές συρρικνώνονται παίρνοντας τη μορφή και το σχήμα του προϊόντος.
7. **Διχτυωτή συσκευασία.** Η διχτυωτή συσκευασία χρησιμοποιείται για τη συσκευασία αγροτικών προϊόντων.
8. **Δίσκοι.** Οι δίσκοι χρησιμοποιούνται κυρίως για τη συσκευασία φρέσκου κρέατος. Παρασκευάζονται κυρίως από πολυβινυλοχλωρίδιο.
9. **Σάκοι.** Οι σάκοι χρησιμοποιούνται για τη συσκευασία στερεών τροφίμων ή τροφίμων σε μορφή σκόνης.

6.3 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΠΛΑΣΤΙΚΗΣ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑΣ

Όπως όλες οι συσκευασίες έτσι και οι πλαστικές εμφανίζουν πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Τα **πλεονεκτήματα** της πλαστικής συσκευασίας είναι:

1. Έχει μικρό βάρος κι έτσι είναι εύκολη στη μεταφορά. Επίσης, το κόστος μεταφοράς είναι μειωμένο έως και 40% σε σχέση με τις γυάλινες και τις μεταλλικές συσκευασίες.
2. Τα πλαστικά μορφοποιούνται εύκολα κι έτσι προκύπτουν πολλές και διαφορετικές συσκευασίες.
3. Έχει εξαιρετική θερμοσυγκόλληση κι έτσι δεν είναι απαραίτητη η χρήση κάποιας συγκολλητικής ουσίας.
4. Δεν έχει θραύσματα ή αιχμηρά άκρα όπως πιθανόν να εμφανίσουν οι γυάλινες ή οι μεταλλικές συσκευασίες.
5. Μπορεί να επικαλυφθεί με μέταλλα. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι μεταλλιζέ μεμβράνες οι οποίες είναι πλαστικές μεμβράνες επικαλυμμένες με λεπτό στρώμα αλουμινίου. Οι μεμβράνες αυτές είναι πολύ ελκυστικές ως προς την εμφάνισή τους.
6. Δεν προσδίδει οσμές και δεν αλλοιώνει τη γεύση των περιεχόμενων προϊόντων.
7. Έχει μεγάλο θερμοκρασιακό εύρος επεξεργασίας. Οι πλαστικές συσκευασίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν στο ψυγείο, στην κατάψυξη ή/και τη βαθιά κατάψυξη όπως επίσης σε φούρνο μικροκυμάτων, στην αποστείρωση καθώς και σε θερμοκρασίες έως 200 °C.
8. Είναι ανθεκτική στις μεταβολές των συνθηκών του περιβάλλοντος. Τα τρόφιμα σε πλαστική συσκευασία δεν μουχλιάζουν αν είναι σε περιβάλλον με υγρασία και δεν καταστρέφονται αν έρθουν σε επαφή με το νερό.
9. Έχει τη δυνατότητα χρωματισμού. Οι συσκευασίες μπορεί να είναι από διαυγής έως έντονα χρωματισμένες. Μια διαυγής συσκευασία δίνει τη δυνατότητα στον καταναλωτή να δει το περιεχόμενο ενώ μία χρωματισμένη προστατεύει το περιεχόμενο από την ηλιακή ακτινοβολία.

6.4 ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΠΛΑΣΤΙΚΗΣ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑΣ

Τα **μειονεκτήματα** που εμφανίζουν οι πλαστικές συσκευασίες δεν είναι πολλά αλλά είναι πάρα πολύ σημαντικά και δύσκολο να αντιμετωπιστούν. Συγκεκριμένα:

1. Χρησιμοποιούνται εκτεταμένα σε προϊόντα μιας χρήσης με αποτέλεσμα να απορρίπτονται και να αυξάνεται ο όγκος των σκουπιδιών.
2. Αποικοδομούνται πολύ αργά από το περιβάλλον συμβάλλοντας έτσι στη ρύπανσή του. Ανάλογα με την πρώτη ύλη που χρησιμοποιήθηκε για την παρασκευή της συσκευασίας ποικίλλει και η επιβάρυνση που προκαλεί στο περιβάλλον.

6.5 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ – ΤΑΣΕΙΣ – ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΠΛΑΣΤΙΚΗΣ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑΣ

Όπως αναφέρθηκε και στα μειονεκτήματα των πλαστικών συσκευασιών, η εκτεταμένη χρήση πλαστικών προϊόντων μιας χρήσης καθώς και η πολύ αργή αποικοδόμησή τους, προκαλεί επιβάρυνση στο περιβάλλον. Λόγω της πολύ αργής αποικοδόμησης οι πλαστικές συσκευασίες που απορρίπτονται αυξάνουν τον όγκο των απορριμμάτων που στοιβάζονται στις χωματερές και τους ΧΥΤΑ. Το γεγονός αυτό έχει προκαλέσει έντονες διαμαρτυρίες από κατοίκους και περιβαλλοντικές οργανώσεις για μόλυνση υδάτων.

Ο σύγχρονος άνθρωπος έχει αρχίσει πλέον να ενδιαφέρεται για το περιβαλλοντικό αποτύπωμα που αφήνουν οι πράξεις και οι συνήθειες του. Έτσι, έχει αρχίσει να στρέφεται σε προϊόντα με πιο φιλικές προς το περιβάλλον συσκευασίες και κυρίως σε συσκευασίες που μπορούν να ανακυκλωθούν. Για την καλύτερη αντιμετώπιση του προβλήματος που προκύπτει από τα πλαστικά απορρίμματα, η τάση που επικρατεί, πέρα από την ανακύκλωση, είναι η δημιουργία συσκευασιών από βιοδιασπώμενα πλαστικά.

Η ανακύκλωση των πλαστικών είναι μία δύσκολη διαδικασία και πολλές φορές οικονομικά ασύμφορη. Όμως από περιβαλλοντική άποψη είναι πολύ σημαντική, διότι τα πλαστικά περιέχουν χλώριο, αρωματικές και πολυκυκλικές οργανικές ενώσεις και όταν καούν παράγουν πολύ τοξικές ενώσεις, οι οποίες είναι επικίνδυνες για την ατμόσφαιρα αλλά και την υγεία. Για τη διευκόλυνση της διαδικασίας της ανακύκλωσης έχει θεσπιστεί ένα σύστημα κωδικοποίησης του κάθε υλικού της συσκευασίας.



Εικόνα 2. Σύμβολα ανακύκλωσης πλαστικών συσκευασιών

Κλείνοντας αυτό το κεφάλαιο, αξίζει να σημειωθεί πως τον Ιούνιο του 2019 το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο εξέδωσε Οδηγία σχετικά με τη μείωση των επιπτώσεων ορισμένων πλαστικών προϊόντων στο περιβάλλον. Στόχος είναι η ευαισθητοποίηση των πολιτών και των βιομηχανιών αλλά και η πρακτική μείωση των πλαστικών ώστε να προστατευθεί το περιβάλλον.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7. ΕΞΥΠΝΗ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ

Η έξυπνη συσκευασία είναι μία συσκευασία σχεδιασμένη έτσι ώστε να ενημερώνει τον καταναλωτή για την κατάσταση του τρόφιμου που εμπεριέχεται και την συσκευασίας. Οι σημαντικότεροι περιβαλλοντικοί παράγοντες που επιδρούν στην ποιότητα των τροφίμων είναι:

- Η θερμοκρασία
- Η ενεργότητα του νερού
- Η ολική και οι μερικές πιέσεις των διάφορων αερίων
- Το pH
- Η σχετική υγρασία
- Οι ακτινοβολίες
- Οι μηχανικές πιέσεις

Ο σημαντικότερος περιβαλλοντικός παράγοντας είναι η θερμοκρασία.

Παραδείγματα έξυπνων συσκευασιών είναι οι χρονοθερμοκρασιακοί δείκτες, οι δείκτες φρεσκότητας και η αναγνώριση με ραδιοσυχνότητες.

7.1 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΕΞΥΠΝΗΣ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑΣ

Η έξυπνη συσκευασία μεταφέρει πληροφορίες στον καταναλωτή αλλά και στον κατασκευαστή σε σχέση με την ποιότητα του περιεχομένου. Τα **πλεονεκτήματα** αυτής της συσκευασίας είναι:

1. Ενημερώνει τον καταναλωτή για το προϊόν.
2. Μπορεί να δώσει πληροφορίες σε άτομα με περιορισμένες δυνατότητες.
3. Αυξάνει τον ανταγωνισμό.
4. Προστατεύει τον καταναλωτή σχετικά με τη γνησιότητα του προϊόντος

Εκτός από πλεονεκτήματα υπάρχουν και **μειονεκτήματα** όπως:

1. Δεν μπορούν να τη χρησιμοποιήσουν όλοι οι καταναλωτές.
2. Αυξάνεται η τιμή του προϊόντος.
3. Δεν υπάρχει η δυνατότητα ελέγχου των στοιχείων του προϊόντος από απόσταση.

7.2 ΧΡΟΝΟΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ

Οι συνθήκες της θερμοκρασίας κατά τη διανομή και αποθήκευση ενός τρόφιμου επηρεάζει την ποιότητα και την ασφάλειά του. Πιο συγκεκριμένα το θερμοκρασιακό προφίλ στο οποίο εκτίθεται το τρόφιμο επηρεάζει:

- τα θρεπτικά συστατικά του
- τη γεύση, την υφή και την οσμή του
- τη μικροβιακή σταθερότητά του.

Σύμφωνα με τα παραπάνω, η γνώση του χρόνο-θερμοκρασιακού ιστορικού του τροφίμου μπορεί να διασφαλίσει και να βελτιώσει την ποιότητά του και να δώσει πληροφορίες σχετικά με τον απομένοντα χρόνο ζωής του. Οι χρόνο-θερμοκρασιακοί δείκτες αποτελούν μία πρακτική, που με βάση μαθηματικά μοντέλα, είναι δυνατή η παρακολούθηση, η καταγραφή, και η μετάφραση της επίδρασης της θερμοκρασίας ενός τροφίμου από την παραγωγή του μέχρι αυτό να καταναλωθεί.

Πρακτικά ο χρόνο/θερμοκρασιακός δείκτης είναι μια απλή, χαμηλού κόστους συσκευή, όπου στηρίζεται σε μία μη αντιστρεπτή μεταβολή που εμφανίζεται ως ορατή απόκριση. Τέτοια ορατή απόκριση είναι η μηχανική παραμόρφωση ή η αλλαγή χρώματος. Ο ρυθμός της μεταβολής εξαρτάται από τη θερμοκρασία.



Εικόνα 3. Αλλαγή χρώματος σε συνάρτηση με το χρόνο αποθήκευσης και της θερμοκρασίας.

Τα σύγχρονα συστήματα χρόνο-θερμοκρασιακών δεικτών που έχουν δημιουργηθεί (με τις αντίστοιχες εικόνες) είναι:

1. Δείκτες διάχυσης



2. Φωτοχημικοί χρονοθερμοκρασιακοί δείκτες



3. Ενζυμικοί δείκτες



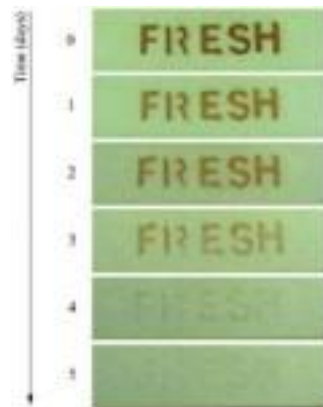
4. Πολυμερικοί δείκτες



5. Μικροβιολογικοί χρονοθερμοκρασιακοί δείκτες



6. Χημικός – Χρωμομετρικός χρονοθερμοκρασιακός δείκτης



7. Δείκτες ανίχνευσης οξυγόνου



8. Δείκτες τεχνολογίας Coolvu



Οι χρόνο-θερμοκρασιακοί δείκτες μπορούν να εφαρμοστούν σε φρέσκο κρέας, φρέσκα φρούτα, φρέσκα λαχανικά, κατεψυγμένα τρόφιμα, μπύρα, γαλακτοκομικά προϊόντα, σοκολάτες, καραμέλες, καλλυντικά, φάρμακα, κ.ά.

7.3 ΔΕΙΚΤΕΣ ΦΡΕΣΚΟΤΗΤΑΣ

Οι δείκτες φρεσκότητας δίνουν πληροφορίες στον καταναλωτή, όσον αφορά τη φρεσκότητα, χωρίς τη συσχέτιση θερμοκρασίας και χρόνου. Η λειτουργία τους στηρίζεται στην ανίχνευση ουσιών και προϊόντων μεταβολισμού μικροοργανισμών όπως το διοξείδιο του άνθρακα, το διοξείδιο του θείου, η αμμωνία, το υδρόθειο, κ.ά..

Πρακτικά οι ουσίες αυτές προκαλούν αλλαγή χρώματος στο δείκτη ακόμα κι αν βρίσκονται σε πολύ μικρές ποσότητες.

7.4 ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΜΕ ΡΑΔΙΟΣΥΧΝΟΤΗΤΕΣ

Η αναγνώριση με ραδιοσυχνότητες (RFID) είναι η πιο πρόσφατη και λιγότερο διαδεδομένη τεχνολογία στη συσκευασία τροφίμων και παρέχει έγκαιρες κι ακριβείς πληροφορίες για τα προϊόντα. Το σύστημα της αναγνώρισης με ραδιοσυχνότητες αποτελείται από τρία στοιχεία: μία κεραία, ένα πομποδέκτη με αποκωδικοποιητή κι έναν αναμεταδότη. Οι ετικέτες RFID έχουν διάφορα μεγέθη και μπορούν να ενσωματωθούν στις ετικέτες των προϊόντων του σούπερ μάρκετ.

Όσον αφορά τον τομέα τροφίμων, χρησιμοποιούνται αισθητήρες για να καταγράφεται η ποιότητα των προϊόντων από την παραγωγή μέχρι την κατανάλωση. Χαρακτηριστικά χρησιμοποιούνται αισθητήρες οξυγόνου και αερίων για την ανίχνευση ακατάλληλων ουσιών στα τρόφιμα κι ένας από τους τρόπους που χρησιμοποιείται είναι ο χρωματισμός ειδικών ετικετών.

Η χρήση αυτής της τεχνολογίας έχει πολλά **πλεονεκτήματα** όπως:

1. Ενισχύει τις υπηρεσίες του πελάτη.
2. Λειτουργεί ως βάση για τον έλεγχο στα καταστήματα λιανικής πώλησης.
3. Μειώνεται το κόστος εργασίας. Το σύστημα RFID εξαλείφει τη χειρωνακτική σάρωση για παράδειγμα των παλετών με προϊόντα.

Επίσης, σε σχέση με τα υπάρχοντα barcode, στα συστήματα RFID: **1.** Δεν είναι απαραίτητη η οπτική επαφή. Η σάρωση μπορεί να γίνεται από απόσταση. **2.** Η ικανότητα της πληροφόρησης είναι μεγαλύτερη.

3. Υπάρχει δυνατότητα εγγραφής κι ενημέρωσης πληροφοριών.

Όπως σε όλα τα συστήματα έτσι και στο σύστημα αναγνώρισης με ραδιοσυχνότητες υπάρχουν **μειονεκτήματα**. Αυτά είναι:

1. Τα ραδιοκύματα απορροφώνται από το νερό και διαστρεβλώνονται από το μέταλλο. Έτσι προϊόντα με υψηλή περιεκτικότητα σε νερό ή μεταλλική συσκευασία μπορεί να προκαλέσουν χάος δεδομένων.
2. Οι ετικέτες με υψηλή πυκνότητα είναι πιο δύσκολο να διαβαστούν από αυτές με χαμηλή πυκνότητα.
3. Επειδή το σύστημα RFID είναι νέα τεχνολογία, δεν υπάρχει ενιαίο πλαίσιο για όλους τους φορείς. Μέχρι να δημιουργηθεί, οι εταιρίες θα πρέπει να αναπτύξουν μοναδικούς τρόπους διαβίβασης των πληροφοριών κι έτσι το κόστος θα είναι υψηλό.
4. Το κόστος των ετικετών RFID εξαρτάται από τον όγκο. Όσες περισσότερες ετικέτες παράγονται τόσο χαμηλώνει και η τιμή.
5. Τίθεται θέμα προστασίας της ιδιωτικής ζωής μιας και οι καταναλωτές θα μπορούν να παρακολουθούνται οπουδήποτε πηγαίνουν μετά την αγορά ενός προϊόντος με ετικέτα αφού οι πληροφορίες μπορούν να διαβιβαστούν από απόσταση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8. ΒΙΟΔΙΑΣΠΩΜΕΝΗ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ

8.1 ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ

Στις μέρες μας οι καταναλωτές είναι περισσότερο ευαισθητοποιημένοι σε σχέση με το περιβάλλον. Έτσι, οι βιομηχανίες συσκευασιών θα πρέπει, πέρα των καταναλωτών, να λαμβάνουν υπόψιν και τις επιπτώσεις της συσκευασίας στο περιβάλλον. Η ανακύκλωση των συσκευασιών είναι ένας τρόπος ελέγχου των απορριμμάτων και της προστασίας του περιβάλλοντος αλλά δεν είναι η μοναδική λύση. Όλο μεγαλύτερη θέση στην καθημερινότητα των καταναλωτών λαμβάνουν οι βιοδιασπώμενες συσκευασίες των οποίων τα υλικά είναι πιο φιλικά για το περιβάλλον. Η βιοδιασπασιμότητα είναι πολύ σημαντική διότι συμβάλει στη διαχείριση των στερεών αποβλήτων.

Οι πρώτες ύλες για τις συσκευασίες αυτές είναι γεωργικά προϊόντα ή απόβλητα βιομηχανιών επεξεργασίας θαλασσινών τροφίμων. Τα συνθετικά πολυμερή αντικαθίστανται από βιοδιασπώμενα υλικά κυρίως φυσικής προέλευσης. Η βιοδιασπασιμότητα εκτός από την προέλευση των υλικών καθορίζεται και από τη χημική δομή τους. Η σύνθεση των συσκευασιών μπορεί να διαφέρει από προϊόν σε προϊόν και η λειτουργικότητά τους μπορεί να ενισχυθεί με πρόσθετα. Οι πιθανές χρήσεις αυτών των πολυμερών είναι κυρίως σε προϊόντα μιας χρήσης.

Επίσης, μπορούν να δημιουργηθούν βιοδιασπώμενες μεμβράνες συσκευασίας αλλά και πιο σύνθετες συσκευασίες με τη χρήση δύο τύπων βιομορίων, υδροκολλοειδών και λιπιδίων.

8.2 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΒΙΟΔΙΑΣΠΩΜΕΝΗΣ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑΣ

Τα **πλεονεκτήματα** της βιοδιασπώμενης συσκευασίας είναι:

1. Είναι φιλική προς το περιβάλλον.
2. Συμβάλλει στη μείωση των στερεών αποβλήτων.

3. Για την παρασκευή τους γίνεται εκμετάλλευση των παραπροϊόντων των βιομηχανικών αποβλήτων.

4. Κατά τη βιοδιάσπαση τα προϊόντα που διασπώνται μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως λιπάσματα.

Ένα **μειονέκτημα** των βιοδιασπώμενων συσκευασιών είναι πως ακόμα λίγο πιο ακριβές σε σχέση με άλλα είδη συσκευασίας.

8.3 ΒΙΟΔΙΑΣΠΩΜΕΝΕΣ ΟΥΣΙΕΣ

Οι βιοδιασπώμενες ουσίες που χρησιμοποιούνται στη συσκευασία τροφίμων είναι οι πολυσακχαρίτες και το άμυλο. Οι πολυσακχαρίτες χαρακτηρίζονται για τη δομική πολυπλοκότητά τους και χρησιμοποιούνται κυρίως για την κατασκευή μεμβρανών. Κάνουν τις μεμβράνες ανθεκτικές (σε λίπη και έλαια), εύκαμπτες και διάφανες.

Το άμυλο έχει θερμοπλαστικές ιδιότητες και χρησιμοποιείται για την παραγωγή μεμβρανών σε ποσοστό πάνω από 50%.

8.4 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΗ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

Μεμβράνες πολυσακχαριτών

Οι πολυσακχαρίτες είναι σύνθετοι υδατάνθρακες οι οποίοι αποτελούνται από γλυκοσιδικούς δεσμούς κι έχουν χρησιμοποιηθεί στη βιομηχανία τροφίμων για συσκευασίες και βρώσιμες επιστρώσεις. Οι μεμβράνες των πολυσακχαριτών εμποδίζουν την είσοδο του οξυγόνου και του διοξειδίου του άνθρακα, διαθέτουν καλές μηχανικές ιδιότητες αλλά είναι υδρόφιλες.

Η προσθήκη γλυκερόλης σε μεμβράνες από πολυσακχαρίτες ζωικής προέλευσης (χιτοζάνες) και η εφαρμογή θερμομηχανικής ζύμωσης δημιουργεί ένα είδος θερμοπλαστικού υλικού με καλές μηχανικές ιδιότητες.

Αν η χιτοζάνη συνδυαστεί με άλλους πολυσακχαρίτες όπως το άμυλο, η πηκτίνη και με πρωτεΐνες όπως η ζελατίνη και οι πρωτεΐνες ορού γάλακτος, δημιουργούνται καλύτερες μεμβράνες ως προς τις μηχανικές ιδιότητες, τη διαπερατότητα σε υδρατμούς ή ως προς τη διαλυτότητα στο νερό.

Επίσης, μπορούν να προστεθούν λιπίδια, όπως τα φυσικά κεριά, ρητίνες, λιπαρά οξέα και φυτικά έλαια, ώστε οι μεμβράνες να αποκτήσουν υδροφοβικότητα.

Το άμυλο στη συσκευασία τροφίμων

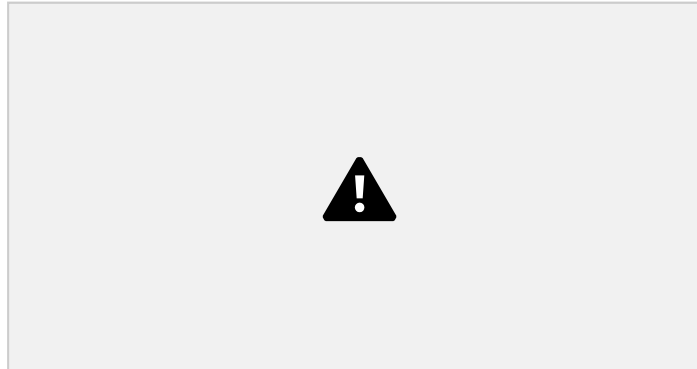
Το άμυλο είναι μία φθηνή ανανεώσιμη κι άφθονη πρώτη ύλη. Σε συνδυασμό με λιπαρά οξέα αποκτά τις επιθυμητές ιδιότητες που απαιτούνται για τη συσκευασία στερεών τροφίμων. Το άμυλο χρησιμοποιείται είτε φυσικό είτε τροποποιημένο. Είδη τροποποιημένου άμυλου είναι το προζελατινοποιημένο άμυλο (προκύπτει από θερμική κατεργασία και ψύξη) και το τροποποιημένο με οξύ άμυλο (προκύπτει με τη διατήρηση του φυσικού άμυλου σε όξινο περιβάλλον).

Εφαρμογές του πολύ(γαλακτικού οξέος) (PLA)

Το PLA είναι βιοαποικοδομήσιμο πολυμερές. Παρ' όλο που δεν παράγεται άμεσα από το άμυλο συγκαταλέγεται στα παράγωγά του. Η παραγωγή του ξεκινά από άμυλο φυτικής προέλευσης και κυρίως από το καλαμπόκι. Αποτελεί έναν βιοδιασπώμενο θερμοπλαστικό αλειφατικό πολυεστέρα με μεγάλο μοριακό βάρος. Χρησιμοποιείται για την παρασκευή:

- χυτών, διάφανων, άκαμπτων δοχείων (όπως κύπελλα, μπουκάλια)
- τσαντών
- συσκευασιών αποθήκευσης
- μεμβρανών για τη συσκευασία φρέσκων τροφίμων

- συσκευασιών που απαιτούν μικρό χρόνο αποθήκευσης (όπως φρούτων και λαχανικών)



Εικόνα 4: PLA

Τα βιοαποικοδομήσιμα πολυμερικά προϊόντα από PLA διασπώνται σε χρονικό διάστημα μερικών μηνών μετά από υδρόλυση και κομποστοποίηση. Ο βαθμός αποικοδόμησης εξαρτάται από το πάχος του προϊόντος.

Τέλος, σημαντικές **ιδιότητες** του είναι:

- η θερμομόνωση
- η διαύγεια
- η στιλπνότητα
- η στεγανότητα όσον αφορά την υγρασία και τις λιπαρές ουσίες από τα τρόφιμα - η διαφάνεια
- η εύκολη μορφοποίησή του
- ανακυκλώνεται
- επαναχρησιμοποιείται

- κομποστοποιείται

- είναι υδρόφοβο

8.5 ΒΙΟΔΙΑΣΠΩΜΕΝΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ

Στην βιομηχανία συσκευασίας για τρόφιμα και ποτά υπάρχουν πολλά βιοδιασπώμενα προϊόντα. Μερικά από αυτά είναι:

- φιάλες νερού

- φιάλες γάλακτος

- συσκευασίες για ζεστό φαγητό

- συσκευασίες για κρύο φαγητό

- δοχεία μιας χρήσης

- μπουκάλι εμφιαλωμένου νερού από PLA (BIOTA Spring water)

- μεμβράνες (Eco Film Cryogenic)

- πιάτα (Biopac): το Biopac είναι πιάτο φτιαγμένο από άμυλο πατάτας

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9. ΕΝΕΡΓΗ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ

9.1 ΟΡΙΣΜΟΣ, ΣΤΟΧΟΙ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

Ως ενεργή συσκευασία τροφίμων ορίζεται η συσκευασία στην οποία δευτερεύοντα συστατικά έχουν συμπεριληφθεί σκόπιμα, είτε στο υλικό συσκευασίας, είτε στο πάνω μέρος της, είτε στον κεντρικό χώρο της για να βελτιωθεί η απόδοση του συστήματος συσκευασίας (Dobrucka and Cierpiszewski, 2014). Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με την ενσωμάτωση ορισμένων προσθέτων στη μεμβράνη συσκευασίας ή μέσα σε ένα δοχείο συσκευασίας για να τροποποιηθεί η ατμόσφαιρα του χώρου και να παραταθεί η διάρκεια ζωής του προϊόντος, όπου παράλληλα το έξυπνο σύστημα συσκευασίας παρακολουθεί την κατάσταση των συσκευασμένων τροφίμων για να παρέχει πληροφορίες σχετικά με την ποιότητα των συσκευασμένων τροφίμων κατά τη μεταφορά και την αποθήκευση (Raheem 2012). Επομένως, η συσκευασία μπορεί να χαρακτηριστεί ως ενεργή όταν εκτελεί κάποιον επιθυμητό ρόλο ως προς την συντήρηση των τροφίμων, επιπλέον από την παροχή αδρανούς φραγμού στις εξωτερικές συνθήκες (Mane 2016).

Τα ενεργά υλικά συσκευασίας έχουν σχεδιαστεί για να διατηρούν ή να βελτιώνουν ενεργά την κατάσταση των τροφίμων, είτε με την εξάλειψη των ανεπιθύμητων συστατικών από τον χώρο της συσκευασίας ή/και από το ίδιο το φαγητό, είτε με την απελευθέρωση ενεργών συστατικών στο φαγητό ή στο περιβάλλον του. Τέτοιες ενέργειες έχουν ως αποτέλεσμα την παράταση της διάρκειας ζωής, τη βελτίωση της ασφάλειας και των αισθητηριακών χαρακτηριστικών και τη διατήρηση της ποιότητας του προϊόντος. Σε αντίθεση με τις παραδοσιακές συσκευασίες, η ενεργή συσκευασία παίζει δυναμικό ρόλο στη συντήρηση των τροφίμων. Οι βασικές εφαρμογές επικεντρώθηκαν κυρίως στην καθυστέρηση της οξείδωσης και στον έλεγχο της μετανάστευσης της υγρασίας, τον επιβράδυνση της μικροβιολογικής ανάπτυξης, τον έλεγχο του ρυθμού αναπνοής και την προστασία των πτητικών ουσιών. Η τεχνολογία ενεργής συσκευασίας μπορεί να χειριστεί τη διαπερατότητα, η οποία είναι η επιλεκτική διείσδυση των υλικών συσκευασίας σε διάφορα αέρια, καθώς μέσω επικάλυψης, μικροδιάτρησης, ελασματοποίησης, συνεξώθησης ή ανάμειξης πολυμερών, η διαπερατότητα μπορεί να υποστεί αλλαγές για να τροποποιηθεί η ατμοσφαιρική συγκέντρωση αερίων μέσα σε μια συσκευασία, σε σχέση με την κινητική οξείδωσης ή αναπνοής των τροφίμων. Ορισμένα νάνο-υλικά μπορούν επίσης να χρησιμεύσουν ως ενεργή συσκευασία εμποδίζοντας ενεργά το οξυγόνο, το διοξείδιο του άνθρακα και την υγρασία να φτάσουν στα τρόφιμα (Kour et al., 2013).

Για παράδειγμα, μία χρήση ενεργής συσκευασίας που περιλαμβάνει τον συνδυασμό υλικών συσκευασίας τροφίμων με αντιμικροβιακές ουσίες, αποτελεί η ενσωμάτωση αντιβακτηριακών νανοσωματιδίων σε πολυμερή φιλμ για τον έλεγχο της μικροβιακής επιφανειακής μόλυνσης των τροφίμων. Σε αυτή την περίπτωση, παρατηρήθηκε τόσο για

μεταναστευτικά όσο και για μη μεταναστευτικά αντιμικροβιακά υλικά, ότι απαιτείται εντατική επαφή μεταξύ του τροφίμου και του υλικού συσκευασίας και επομένως οι πιθανές εφαρμογές τροφίμων περιλαμβάνουν προϊόντα σε κενό όπως συσκευασμένο σε κενό κρέας, ψάρι, πουλερικά ή τυρί (Raheem, 2012)

9.2 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΕΝΕΡΓΗΣ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑΣ

Οι τεχνολογίες της ενεργής συσκευασίας περιλαμβάνουν κάποια φυσική, χημική ή βιολογική δράση που αλλάζει τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ μιας συσκευασίας, ενός προϊόντος ή/και της κεφαλής της προκειμένου να επιτευχθεί το επιθυμητό αποτέλεσμα. Για τη βελτίωση της διάρκειας ζωής και τη βελτίωση της ασφάλειας, χρησιμοποιούνται διάφορες στρατηγικές όπως έλεγχος θερμοκρασίας, αφαίρεση οξυγόνου, έλεγχος υγρασίας, προσθήκη χημικών όπως αλάτι, ζάχαρη, φυσικά οξέα ή διοξείδιο του άνθρακα ή συνδυασμός αυτών. Παράγοντες δέσμευσης οξυγόνου, αντιμικροβιακά μέσα, απορροφητές υγρασίας, απορροφητές αιθυλενίου, εκπομπές αιθανόλης και διοξειδίου του άνθρακα, μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως ενεργά χαρακτηριστικά προκειμένου να αντιμετωπιστούν τα αδύναμα σημεία στη διάρκεια ζωής των συσκευασμένων προϊόντων.

Μία χαρακτηριστική τεχνολογία ενεργής συσκευασίας αποτελούν οι παράγοντες δέσμευσης οξυγόνου που κυκλοφόρησαν για πρώτη φορά στην Ιαπωνία το 1976 από την Mitsubishi Gas Chemical Co. Ltd με την εμπορική ονομασία Ageless™. Οι εν λόγω παράγοντες είναι οι πιο σημαντικοί εμπορικά μεταξύ των ενεργών συσκευασιών. Οι πιο κοινοί παράγοντες δέσμευσης οξυγόνου εφαρμόζονται με τη μορφή μικρού φακελίσκου που περιέχει διάφορες σκόνες με βάση το σίδηρο, σε συνδυασμό με έναν κατάλληλο καταλύτη, που έχουν την ικανότητα να μειώνουν τα επίπεδα οξυγόνου σε λιγότερο από 0,01% στη συσκευασία. Οι μη μεταλλικοί παράγοντες χρησιμοποιούν οργανικούς αναγωγικούς παράγοντες όπως ασκορβικό οξύ, ασκορβικά άλατα ή κατεχόλη. Τα συστήματα σάρωσης ενζυμικού οξυγόνου χρησιμοποιούνται επίσης είτε με οξειδάση γλυκόζης είτε με οξειδάση αιθανόλης που θα μπορούσαν να ενσωματωθούν σε φακελάκια, αυτοκόλλητες ετικέτες ή να ακινητοποιηθούν σε επιφάνειες μεμβράνης της συσκευασίας. Μερικά παραδείγματα σαρωτών οξυγόνου που χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία τροφίμων είναι

1. Πολυστρωματικό υλικό που περιέχει σιδηρούχο οξυγόνο, που μπορεί να διαμορφωθεί θερμικά σε δίσκο που έχει χρησιμοποιηθεί εμπορικά για μαγειρεμένο ρύζι.
2. Πλαστικές φιάλες μπίρας (PET) δέσμευσης οξυγόνου.
3. Ελαφριά πλαστικά υλικά συσκευασίας δέσμευσης οξυγόνου για τη βιομηχανία ποτών (Sujithamol 2013)

Μία, επίσης, συνηθισμένη τεχνολογία ενεργών συσκευασιών είναι η απελευθέρωση συντηρητικών. Υπάρχει μια πιθανή χρήση για αντιμικροβιακές και αντιοξειδωτικές μεμβράνες συσκευασίας που έχουν συντηρητικές ιδιότητες για την παράταση της διάρκειας ζωής ενός ευρέος φάσματος προϊόντων διατροφής. Ορισμένα εμπορικά αντιμικροβιακά φιλμ και υλικά έχουν εισαχθεί, κυρίως στην Ιαπωνία. Ένα ευρέως αναφερόμενο προϊόν είναι ένας συνθετικός ζεόλιθος αργύρου που έρχεται σε επαφή με μεμβράνη συσκευασίας που απελευθερώνει αργά αντιμικροβιακά ιόντα αργύρου στην επιφάνεια των προϊόντων. Οι αντιμικροβιακοί παράγοντες που χρησιμοποιούνται γενικά στα υλικά συσκευασίας περιλαμβάνουν

-οργανικά οξέα, όπως προπιονικό, βενζοϊκό και σορβικό
 -βακτηριοσίνες, όπως εκχυλίσματα νισίνης
 -μπαχαρικά και βότανα, όπως δεντρολίβανο, γαρύφαλλο, ραπανάκι, μουστάρδα, κανέλα και θυμάρι
 -ένζυμα, όπως υπεροξειδάση, λυσοζύμη και οξειδάση γλυκόζης
 -χημικοί παράγοντες, π.χ. EDTA, ανόργανα οξέα, π.χ. διοξείδιο του θείου και διοξείδιο του χλωρίου
 -αντιμυκητιακούς παράγοντες, π.χ. imazalil και benomyl.

Οι κύριες πιθανές εφαρμογές σε προϊόντα τροφίμων με αντιμικροβιακές μεμβράνες περιλαμβάνουν ψωμί, τυρί, φρούτα και λαχανικά (Sujithamol 2013). Παρακάτω ακολουθεί συνοπτικός πίνακας με επιλεγμένα παραδείγματα από τεχνολογίες ενεργών συσκευασιών που εφαρμόζονται στη βιομηχανία τροφίμων.

Συστήματα ενεργών συσκευασιών	Μηχανισμός	Εφαρμογές σε τρόφιμα
Παράγοντες δέσμευσης οξυγόνου	-Με βάση το σίδηρο -Μέταλλα/οξέα -Μεταλλικούς καταλύτες -Ασκορβικά/μεταλλικά άλατα -Με βάση τα ένζυμα	Ψωμί, κέικ, μαγειρεμένο ρύζι, μπισκότα, πίτσα, ζυμαρικά, τυρί, αλλαντικά και ψάρια, καφέ, σνακ, αποξηραμένα προϊόντα
Παράγοντες δέσμευσης/απελευθέρωσης διοξειδίου του άνθρακα	-Οξείδιο του σιδήρου/υδροξείδιο του ασβεστίου -Ανθρακικός σίδηρος/αλογονίδιο μετάλλου -Οξείδιο του ασβεστίου/ενεργός άνθρακας -Ασκορβικό/διττανθρακικό νάτριο	Καφές, φρέσκα κρέατα και ψάρια, ξηροί καρποί, άλλα προϊόντα σνακ και παντεσπάνια
Παράγοντες δέσμευσης αιθυλενίου	-Υπερμαγγανικό κάλιο -Ενεργός άνθρακας -Ενεργοί άργιλοι/ζεόλιθοι	Φρούτα, λαχανικά και άλλα κηπευτικά προϊόντα
Παράγοντες απελευθέρωσης αιθανόλης	-Σπρέι αλκοόλης -Ενθυλακωμένη αιθανόλη	Κρούστες πίτσας, κέικ, ψωμί, μπισκότα, ψάρια και προϊόντα αρτοποιίας
Παράγοντες απορρόφησης υγρασίας	- επίστρωση πολυβινυλικής αλκοόλης - Ενεργοί άργιλοι και μέταλλα -gel σιλικόνης	Ψάρια, κρέατα, πουλερικά, σνακ, δημητριακά, αποξηραμένα τρόφιμα, σάντουιτς, φρούτα και λαχανικά
Αντιμικροβιακοί παράγοντες	-οργανικά οξέα -εκχυλίσματα μπαχαρικών και βοτάνων -ζεόλιθος (silver zeolite) -Αντιοξειδωτικά BHA/BHT -αντιοξειδωτική βιταμίνη E -πηκτικό διοξείδιο του χλωρίου/διοξείδιο του θείου	Δημητριακά, κρέατα, ψάρια, ψωμί, τυρί, σνακ, φρούτα και λαχανικά
Παράγοντες απορρόφησης γεύσεων και οσμών	-τριoxική κυτταρίνη -ακετυλιωμένο χαρτί -κιτρικό οξύ -άλατα σιδήρου/ασκορβικού -ενεργό άνθρακα/άργιλο/ζεόλιθο	Χυμοί φρούτων, τηγανητά σνακ, ψάρια, δημητριακά, πουλερικά, γαλακτοκομικά προϊόντα και φρούτα
Συσκευασία ελεγχόμενης θερμοκρασίας	-πλαστικά non-woven -περιέκτες διπλού τοιχώματος -αέριο υδροφθορανθράκων -Ασβεστόνερο -νιτρικό αμμώνιο/νερό	Έτοιμα γεύματα, κρέατα, ψάρια, πουλερικά και ποτά

Πίνακας 1. Παραδείγματα τεχνολογιών ενεργών συσκευασιών που εφαρμόζονται στην βιομηχανία τροφίμων

Adapted by Mane 2016

9.3 ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ, ΑΠΟΔΟΧΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΗ ΚΑΙ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ

Αναφορικά με την ενεργή συσκευασία τροφίμων, πρέπει να αντιμετωπιστούν τουλάχιστον τέσσερις τύποι ασφάλειας των τροφίμων και κανονιστικά ζητήματα. Πρώτον, πρέπει να διαπιστωθεί οποιαδήποτε ανάγκη για έγκριση επαφής με τρόφιμα πριν χρησιμοποιηθεί οποιαδήποτε μορφή ενεργής συσκευασίας. Δεύτερον, είναι σημαντικό να ληφθούν υπόψη οι περιβαλλοντικοί κανονισμοί που καλύπτουν τα ενεργά υλικά συσκευασίας. Τρίτον, μπορεί να υπάρχει ανάγκη επισημάνσης, σε περιπτώσεις όπου η ενεργή συσκευασία μπορεί να προκαλέσει σύγχυση στους καταναλωτές. Τέταρτον, είναι σκόπιμο να εξεταστούν οι επιπτώσεις της ενεργής συσκευασίας στη μικροβιακή οικολογία και την ασφάλεια των τροφίμων. Συχνά απαιτείται η έγκριση επαφής με τρόφιμα, επειδή η ενεργή συσκευασία μπορεί να επηρεάσει τα τρόφιμα με δύο τρόπους. Οι δραστικές ουσίες συσκευασίας μπορεί να μεταναστεύσουν στο τρόφιμο ή να αφαιρεθούν από αυτό. Οι μεταναστευτικές ουσίες μπορεί να είναι σκόπιμοι ή ακούσιοι.

-Οι σκόπιμα μεταναστευτικές ουσίες περιλαμβάνουν αντιοξειδωτικά, αιθανόλη και αντιμικροβιακά συντηρητικά, που θα απαιτούσαν ρυθμιστική έγκριση όσον αφορά την ταυτότητα, τη συγκέντρωση και τις πιθανές τοξικολογικές τους επιπτώσεις.

-Οι ακούσια μεταναστευτικές ουσίες, περιλαμβάνουν διάφορες μεταλλικές ενώσεις που επιτυγχάνουν τον ενεργό σκοπό τους μέσα στα υλικά συσκευασίας, αλλά δεν χρειάζεται ή δεν πρέπει να εισέρχονται στα τρόφιμα.

Οι κανονισμοί για τα πρόσθετα τροφίμων απαιτούν αναγνώριση και ποσοτικοποίηση οποιασδήποτε τέτοιας ακούσιας μετανάστευσης. Οι περιβαλλοντικοί κανονισμοί που καλύπτουν την επαναχρησιμοποίηση, την ανακύκλωση και την ταυτοποίηση για να βοηθήσουν στην ανακύκλωση ή την ανάκτηση ενέργειας από ενεργά υλικά συσκευασίας πρέπει να αντιμετωπίζονται κατά περίπτωση. Η επισημάνση των τροφίμων απαιτείται επί του παρόντος για να μειωθεί ο κίνδυνος από τους καταναλωτές να καταπιούν τα περιεχόμενα των φακελλίσκων από παράγοντες δέσμευσης οξυγόνου ή άλλων συσκευών ενεργής συσκευασίας στη συσκευασία. Ορισμένες ενεργές συσκευασίες μπορεί να φαίνονται διαφορετικά από τις αντίστοιχες παραδοσιακές. Ως εκ τούτου, μπορεί να είναι σκόπιμο να χρησιμοποιηθεί η κατάλληλη επισημάνση, για να εξηγηθεί αυτή η διαφορά στον καταναλωτή, ακόμη και αν δεν υπάρχουν κανονισμοί. Τέλος, είναι πολύ σημαντικό για τους κατασκευαστές τροφίμων που χρησιμοποιούν συγκεκριμένο τύπο ενεργής συσκευασίας και να εξετάσουν τις επιπτώσεις που θα έχει αυτό στη μικροβιακή οικολογία και την ασφάλεια των τροφίμων. Για παράδειγμα, η αφαίρεση όλου του οξυγόνου από τις συσκευασίες των ευπαθών προϊόντων διατροφής με υψηλή ψύξη μπορεί να διεγείρει την ανάπτυξη αναερόβιων παθογόνων βακτηρίων όπως το *Clostridium botulinum*. Επομένως, η ανάπτυξη και η εφαρμογή αυτού του τύπου συσκευασίας θα εξαρτηθεί

από την αποδοχή και την οικονομική αποδοτικότητα για τη βιομηχανία και τους καταναλωτές
(Mane 2016).

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η **συσκευασία** τροφίμων διατηρεί το συσκευασμένο προϊόν ποσοτικά και ποιοτικά αμετάβλητο μέχρι την χρησιμοποίησή του από τον καταναλωτή. Ουσιαστικά ενεργεί ως φράγμα (barrier) που απομονώνει το προϊόν από το περιβάλλον. Επομένως η συσκευασία των τροφίμων είναι τόσο σημαντική όσο και το περιεχόμενο.

- Τα κύρια υλικά που χρησιμοποιούνται για την συσκευασία των τροφίμων είναι το **χαρτί**, το **γυαλί**, **μέταλλα** όπως το αλουμίνιο, ο λευκοσίδηρος και ο επιχρωμιωμένος χάλυβας, και το **πλαστικό**.
- Λόγο των περιβαλλοντικών προβλημάτων που προκύπτουν από τις παραπάνω συσκευασίες και κυρίως από τις πλαστικές συσκευασίες, άρχισαν να ενσωματώνονται στην αγορά συσκευασίες τροφίμων από **βιοδιασπώμενα υλικά**.
- Τα τελευταία χρόνια, η συσκευασία των τροφίμων γίνεται έπειτα από **ασηπτική επεξεργασία** ώστε να μην υπάρχει παρουσία μικροοργανισμών και να διατηρούνται τα προϊόντα περισσότερο. Επίσης, όλο και πιο συχνά τα τρόφιμα συσκευάζονται σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα (**MAP**).
- Η συσκευασία σε **τροποποιημένη ατμόσφαιρα** εφαρμόζεται κυρίως σε φρέσκο κόκκινο, στα πουλερικά, στα μαγειρεμένα κι επεξεργασμένα προϊόντα κρέατος, σε ιχθυρά, γαλακτοκομικά και λαχανικά όπου οξειδωτικές αντιδράσεις μπορούν να αλλοιώσουν τα προϊόντα αυτά.
- Εκτός από τις προαναφερθέντες συσκευασίες και τις διάφορες τεχνικές που χρησιμοποιούνται οι σύγχρονες μελέτες επικεντρώνονται στην δημιουργία νέων «έξυπνων» συσκευασιών. Η **έξυπνη συσκευασία** είναι μία συσκευασία σχεδιασμένη έτσι ώστε να ενημερώνει τον καταναλωτή για την κατάσταση του τροφίμου που εμπεριέχεται και την συσκευασίας. Παραδείγματα έξυπνων συσκευασιών είναι οι χρόνο-θερμοκρασιακοί δείκτες, οι δείκτες φρεσκότητας και η αναγνώριση με ραδιοσυχνότητες. Πιο συγκεκριμένα:

- Οι **χρόνο-θερμοκρασιακοί δείκτες** αποτελούν μία πρακτική, που με βάση μαθηματικά μοντέλα, είναι δυνατή η παρακολούθηση, η καταγραφή, και η μετάφραση της επίδρασης της θερμοκρασίας ενός τροφίμου από την παραγωγή του μέχρι αυτό να καταναλωθεί.
 - Οι **δείκτες φρεσκότητας** δίνουν πληροφορίες στον καταναλωτή, όσον αφορά τη φρεσκότητα, χωρίς τη συσχέτιση θερμοκρασίας και χρόνου. Η λειτουργία τους στηρίζεται στην ανίχνευση ουσιών και προϊόντων μεταβολισμού μικροοργανισμών.⁴
 - Η **αναγνώριση με ραδιοσυχνότητες (RFID)** είναι η πιο πρόσφατη και λιγότερο διαδεδομένη τεχνολογία στη συσκευασία τροφίμων και παρέχει έγκαιρες κι ακριβείς πληροφορίες για τα προϊόντα. Πρακτικά, χρησιμοποιούνται αισθητήρες για να καταγράφεται η ποιότητα των προϊόντων από την παραγωγή μέχρι την κατανάλωση.
- Κλείνοντας, το κύριο συμπέρασμα της παρούσας εργασίας είναι, πως πέρα από τα υλικά και τους διάφορους τρόπους συσκευασίας μεμονωμένα, η κύρια τάση που επικρατεί στον τομέα της συσκευασίας είναι ο **πράσινος καταναλωτισμός** και η **ανακύκλωση**. Οι καταναλωτές είναι πλέον ενημερωμένοι και ευαισθητοποιημένοι σε θέματα που αφορούν το περιβάλλον. Έτσι οι βιομηχανίες, για να είναι ανταγωνιστικές αλλά και να ακολουθούν την νέα αυτή τάση, έχουν αρχίσει να συσκευάζουν τα τρόφιμα και τα ποτά με συσκευασίες φιλικές προς το περιβάλλον όπως είναι οι βιοδιασπώμενες αλλά και με συσκευασίες που ανακυκλώνονται. Επίσης, πολλές από αυτές χρησιμοποιούν συσκευασίες από πλήρως ανακυκλωμένα υλικά. Τέλος, ιδιαίτερη σημασία δίνεται όσον αφορά την πλαστική συσκευασία μιας και είναι η πιο επιβλαβής για το περιβάλλον. Αξίζει να σημειωθεί πως τον Ιούνιο του 2019 το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο εξέδωσε οδηγία ώστε να αρχίσει η **μείωση χρήσης του πλαστικού**, ιδιαίτερα των συσκευασιών μιας χρήσης.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Αθανασούλας Α. Α. (2012). *Συσκευασία Τροποποιημένης Ατμόσφαιρας σε κεφαλοτόρι, σκληροτόρι και γραβιέρα*. (Αδημοσίευτη μεταπτυχιακή εργασία). Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Λάρισα
 2. Ανακύκλωση μετάλλων. Ανακτήθηκε από: <https://www.free-recycle.gr/anakyklosh/metalla.html>
 3. Ανακύκλωση πλαστικού. Ανακτήθηκε από: <https://www.free-recycle.gr/anakyklosh/plastiko.html>
 4. Ανοικτομάτη Ε. (2012). *Διερεύνηση των παραγόντων που επηρεάζουν τη φθορά των γυάλινων επιφανειών*. (Αδημοσίευτη μεταπτυχιακή εργασία). Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα
 5. Αργίλιο. (2021, 11 Μαΐου). Ανακτήθηκε από: <https://el.wikipedia.org/wiki/Αργίλιο>
 6. Γυαλί. (2020, 6 Φεβρουαρίου). Ανακτήθηκε από: <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%93%CF%85%CE%B1%CE%BB%CE%AF>
 7. Επεξεργασία Τροφίμων, Ασηπτική επεξεργασία, Θερμική εξώθηση, Μαγείρεμα. (2018). Ανακτήθηκε από: <https://docplayer.gr/48582864-Epexergasia-trofimon-asiptiki-epexergasia-thermiki-exothisi-mageirema-arhi-asiptikis-epexergasias.html>
 8. Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης. (2019, 12 Ιουνίου). *Οδηγία (ΕΕ) 2019/904 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 5^{ης} Ιουνίου 2019 σχετικά με τη μείωση των επιπτώσεων ορισμένων πλαστικών προϊόντων στο περιβάλλον*. Ανακτήθηκε από: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019L0904&from=EL>
 9. Η Αξία του γυαλιού. (2017). Ανακτήθηκε από: <https://www.sanglass.gr/index.php/el/2017-07-06-07-40-48>
 10. Καναβούρας Α. (2015). *Συσκευασία Τροφίμων (Μέρος Α, Εγχειρίδιο Θεωρίας)*. (Εισαγωγικές Σημειώσεις σε θέματα υλικών συσκευασίας). Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθήνας, Αθήνα
 11. Κασσίτερος. (2019, 11 Οκτωβρίου). Ανακτήθηκε από: <https://el.wikipedia.org/wiki/Κασσίτερος>
-

12. Κατσουγιάννη Σ. (2008). *Βιοδιασπώμενα Πολυμερή στη Σχεδίαση για το Περιβάλλον*. (Αδημοσίευτη διπλωματική εργασία). Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Σύρος
13. Κίτσος Σ. (2011). *Κατασκευή μεταλλικών δοχείων από Λευκοσίδηρο με μικρότερο πάχος με τελικό στόχο τη μείωση του κόστους της Α' ύλης*. (Αδημοσίευτη πτυχιακή εργασία). Τ.Ε.Ι. Κρήτης
14. Κόκας Χ. (2014). *Παράγοντες που επηρεάζουν τη Συσκευασία Τροφίμων Factors affecting Food Packaging*. (Αδημοσίευτη διπλωματική εργασία). Πολυτεχνείο Κρήτης, Χανιά
15. Κουρτάλη Σ. *Η έξυπνη συσκευασία και ο ρόλος της στην εφοδιαστική αλυσίδα (logistics)*. (Αδημοσίευτη μεταπτυχιακή εργασία). Πανεπιστήμιο Πειραιά
16. Κωνσταντοπούλου Δ. (2018). *Βιοαποικοδομήσιμα Πολυμερή και οι Εφαρμογές τους στη συσκευασία τροφίμων – Διδακτική Προσέγγιση*. (Αδημοσίευτη διπλωματική εργασία). Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Πάτρα
17. Μόνιας Α. (2005). *Υλικά Συσκευασίας και Τρόφιμα. Αλληλεπιδράσεις – Μέθοδοι Ανίχνευσης*. (Αδημοσίευτη Πτυχιακή εργασία). Τ.Ε.Ι. Καλαμάτας, Καλαμάτα
18. Μπλούκας Ι. Γ. (2004). *Συσκευασία Τροφίμων*. Αθήνα: Εκδόσεις Σταμούλη
19. Ο κλάδος τροφίμων και ποτών στρέφεται στις λειτουργικές μεταλλικές συσκευασίες!.(2015, 18 Δεκεμβρίου). Ανακτήθηκε από:
<https://dkmarketing.gr/food-beverage-industry-focuses-functional-metal-packaging/>
20. Οδηγός Ορθής Παραγωγικής Πρακτικής («Ο.Π.Π.») για τα Υλικά και Αντικείμενα που προορίζονται να έρθουν σε Επαφή με Τρόφιμα («Υ.Α.Ε.Τ.»). (2015, Μάιος).
Ανακτήθηκε από: https://tuvaustriahellas.gr/wp-content/uploads/2020/03/GMP_GUIDE_GREEK_1st_Edition_May_2015_final.pdf
21. Παναγοπούλου Α. (2013). *Ο ρόλος της συσκευασίας και οι πληροφορίες τους για τους καταναλωτές και για τις επιχειρήσεις*. (Αδημοσίευτη πτυχιακή εργασία). Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Αθήνα
22. Παπαδάκης Σ. (2018). *Συσκευασία Τροφίμων*. Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις ΤΖΙΟΛΑ
23. Παστερίωση, Υπερπαστερίωση & Αποστείρωση Τροφίμων. Ανακτήθηκε από:
<http://foodinspector.eu/παστερίωση-υπερπαστερίωση-αποστείρωση/>
24. Παυλίδου Α. (2015). *Συγκριτική ανάλυση κύκλου ζωής βιομηχανικής παραγωγής γυαλιού*. (Αδημοσίευτη διπλωματική εργασία). Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα

25. Πλαστικό. (2021, 3 Μαρτίου). Ανακτήθηκε από:

<https://el.wikipedia.org/wiki/Πλαστικό>

26. Πνευματικού Γ. (2008). *Εξυπνη συσκευασία: Επισκόπηση αναγκών, εφαρμογών, τεχνολογιών και παράδειγμα σχεδίασης στην οικιακή ιατροφαρμακευτική περίθαλψη*. (Αδημοσίευτη μεταπτυχιακή εργασία). Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Σύρος

27. Σκιτζάκου Η. (2009). *Πλαστικές συσκευασίες τροφίμων, χρήσεις, πλεονεκτήματα – μειονεκτήματα*. (Αδημοσίευτη πτυχιακή εργασία). Τ.Ε.Ι. Καλαμάτας, Καλαμάτα 28.

Σπινάσα Χ. (2006). *Εξυπνες Συσκευασίες στη Βιομηχανία Τροφίμων και Ποτών*.

(Αδημοσίευτη διπλωματική εργασία). Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Σύρος 29.

Συσκευασία Τροφίμων. (2009).

Ανακτήθηκε από:

<https://courses.chemeng.ntua.gr/download/240>

30. Τα πλεονεκτήματα της γυάλινης συσκευασίας!. Ανακτήθηκε από:

<https://blog.vaza.gr/γυαλί-συσκευασία-πλεονεκτήματα/>

31. Τι είναι η ασηπτική συσκευασία; (2019, 22 Οκτωβρίου). Ανακτήθηκε από:

<http://m.gr.henryalu.com/info/what-is-aseptic-packaging-40028227.html> 32. Τούλη Α.

(2013). *Εξυπνη συσκευασία: Μελέτη και εφαρμογή χρονο θερμοκρασιακών δεικτών (TTI) στην ψυκτική αλυσίδα κατεψυγμένων θαλασσινών*. (Αδημοσίευτη διπλωματική εργασία). Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα 33. Tetra Pak – Ό,τι Είναι Καλό

(2012, 19 Απριλίου). Ανακτήθηκε από:

<https://www.facebook.com/TetraPakHellas/posts/438006729546435/> 34. Χάλυβας.

(2021, 3 Μαρτίου). Ανακτήθηκε από: <https://el.wikipedia.org/wiki/Χάλυβας>

35. Χρώμιο. (2021, 25 Απριλίου). Ανακτήθηκε από:

<https://el.wikipedia.org/wiki/Χρώμιο>

36. Dobrucka R., Cierpiszewski R. “Active and Intelligent Packaging Food – Research and Development – a Review.” 2014. Department of Industrial Products Quality and Ecology, Faculty of Commodity Science, Poznan University of Economics, al. Niepodległości 10, 61–875 Poznan, Poland.

37. Kour H., Ahmad N., Malik A., Kaul R., Chauhan H., Gupta P., Bhat A., Singh J. "*Advances in Food Packaging – a Review.*" 2013. Stewart Postharvest Review. An international journal for reviews in postharvest biology and technology.
38. Mane K. "*A Review on Active Packaging: An Innovation in Food Packaging.*" 2016. International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology (IJEAB) Vol-1, Issue-3, Sept-Oct- 2016.
39. Raheem Dele. "*Application of Plastics and Paper as Food Packaging Materials – an Overview.*" 2012. Department of Food and Environmental Sciences, P.O. Box 56, University of Helsinki, Finland.
40. Sujithamol P.,. "*Active Packaging.*" 2013.