



**ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ & ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΟΥ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
*ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ & ΓΕΩΡΓΙΑΣ***

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΤΩΝ ΕΜΠΟΡΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ ΤΗΣ ΕΞΥΠΝΗΣ
ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΟΥ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ ΤΗΣ
ΔΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥΣ ΑΠΟ ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΕΣ ΚΑΙ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΕΣ
ΤΡΟΦΙΜΩΝ**

Παρασκευή Φ. Ντούρλαρη

Παναγιώτης Σκανδάμης, Αναπλ. Καθηγητής ΓΠΑ (επιβλέπων)

Αθήνα, Δεκέμβριος 2018



**ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ & ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΟΥ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
*ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ & ΓΕΩΡΓΙΑΣ***

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΤΩΝ ΕΜΠΟΡΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ ΤΗΣ ΕΞΥΠΝΗΣ
ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΟΥ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ ΤΗΣ
ΔΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥΣ ΑΠΟ ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΕΣ ΚΑΙ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΕΣ
ΤΡΟΦΙΜΩΝ**

Παρασκευή Φ. Ντούρλαρη

Παναγιώτης Σκανδάμης, Αναπλ. Καθηγητής ΓΠΑ (επιβλέπων)

Αθήνα, Δεκέμβριος 2018

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΤΩΝ ΕΜΠΟΡΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ ΤΗΣ ΕΞΥΠΝΗΣ
ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΟΥ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ ΤΗΣ
ΔΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥΣ ΑΠΟ ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΕΣ ΚΑΙ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΕΣ
ΤΡΟΦΙΜΩΝ**

Παρασκευή Φ. Ντούρλαρη

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ:

Παναγιώτης Σκανδάμης, Αναπλ. Καθηγητής ΓΠΑ (επιβλέπων)
Ελευθέριος Δροσινός, Καθηγητής ΓΠΑ
Ευστάθιος Κλωνάρης, Αναπλ. Καθηγητής ΓΠΑ

Αθήνα, Δεκέμβριος 2018

Ευχαριστίες

Με την περάτωση της παρούσας μεταπτυχιακής μελέτης θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στους ανθρώπους που με στήριξαν και συνέβαλαν ουσιαστικά στην εκπόνησή της όλο αυτό το χρονικό διάστημα.

Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα Αναπληρωτή Καθηγητή Υγιεινής και Ποιοτικού Ελέγχου Τροφίμων του ΓΠΑ κ. Παναγιώτη Σκανδάμη, τόσο για την εμπιστοσύνη που έδειξε στο πρόσωπό μου με την ανάθεση της συγκεκριμένης μεταπτυχιακής μελέτης, όσο και για την πολύτιμη καθοδήγηση και κατανόησή του καθ' όλη τη διάρκεια της εκπόνησης της διατριβής μου.

Θα ήθελα να τονίσω τα ειλικρινή αισθήματα ευγνωμοσύνης μου στον Καθηγητή του ΓΠΑ κ. Ελευθέριο Δροσινό για τη συνεχή υποστήριξη και καθοδήγηση, τις ουσιαστικές γνώσεις και τις πολύτιμες συμβουλές που μου προσέφερε αυτά τα χρόνια.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες οφείλω να απευθύνω στον κ. Ευστάθιο Κλωνάρη, Αναπληρωτή Καθηγητή του ΓΠΑ, για την ουσιαστική βοήθεια, τη συνεργασία του και τις παρατηρήσεις του κατά τη διάρκεια συγγραφής της παρούσας μελέτης.

Θα ήταν παράλειψή μου αν δεν ευχαριστούσα όλους όσους συνέβαλαν ουσιαστικά στη διεξαγωγή της συγκεκριμένης έρευνας και αφιέρωσαν χρόνο για τη συμπλήρωση των ερωτηματολογίων που τους στάλθηκαν.

Τέλος, επιθυμώ να ευχαριστήσω ιδιαίτερα την οικογένειά μου για τη συμπαράσταση και τη συνεχή υποστήριξη που μου προσέφερε καθώς και τα πρόσωπα του περιβάλλοντός μου που με ενθάρρυναν κατά τη διάρκεια αυτής της μακράς διαδρομής.

Περίληψη

Οι πρόσφατες τεχνολογικές εξελίξεις στον τομέα της συσκευασίας τροφίμων είναι στενά συνδεδεμένες με την αλληλεπίδραση της συσκευασίας με το τρόφιμο και τον καταναλωτή, αντικατοπτρίζοντας την τάση για ασφαλέστερα, λιγότερο επεξεργασμένα και φυσικότερα διατροφικά προϊόντα. Σε αυτή την τάση οφείλεται η ανάπτυξη της διαδραστικής συσκευασίας, στην οποία διακρίνονται δύο λειτουργικές συνιστώσες, η ενεργός και η έξυπνη συσκευασία. Οι καινοτόμες συσκευασίες τροφίμων για να είναι εμπορικά βιώσιμες θα πρέπει να καλύπτουν τις συνεχώς αυξανόμενες απαιτήσεις των καταναλωτών και να έχουν ευεργετικά αποτελέσματα που θα υπερέχουν σε σχέση με το οικονομικό αντίκτυπο που θα συνεπάγεται η εφαρμογή τους.

Στόχος της μελέτης είναι να διερευνηθεί η απήχηση των συγκεκριμένων ειδών συσκευασιών και η προθυμία πληρωμής από πλευράς των καταναλωτών. Επίσης, από την πλευρά των βιομηχανιών, θα μελετηθεί αν υπάρχει ανταπόκριση και σκέψη για μελλοντική εφαρμογή τους στις γραμμές παραγωγής τους. Για το λόγο αυτό, δημιουργήθηκαν δύο ερωτηματολόγια, ένα για τους καταναλωτές και ένα για άτομα που εργάζονται σε βιομηχανίες τροφίμων. Από τα στοιχεία που θα προκύψουν και κατόπιν επεξεργασίας τους, θα γίνουν προτάσεις εφαρμογής των συγκεκριμένων συσκευασιών στην ελληνική αγορά. Πριν την παρουσίαση και ανάλυση των αποτελεσμάτων που προέκυψαν από τα ερωτηματολόγια, θα πραγματοποιηθεί ανασκόπηση της βιβλιογραφίας για να αναλυθούν οι ορισμοί και οι εφαρμογές της ενεργού και έξυπνης συσκευασίας.

Ύστερα από την ανάλυση των αποτελεσμάτων και τη συσχέτιση μεταξύ των ερωτήσεων, γίνεται φανερό πως τόσο οι καταναλωτές όσο και οι βιομηχανίες τροφίμων είναι θετικά σκεπτόμενοι σχετικά με την ενεργό και έξυπνη συσκευασία και φαίνεται να στηρίζουν τις συγκεκριμένες καινοτόμες συσκευασίες. Οι ενδιαρμοί των βιομηχανιών σχετικά με το κόστος και την ανταπόκριση των καταναλωτών στην εφαρμογή τους οφείλουν να εξαλειφθούν, καθώς οι καταναλωτές που γνωρίζουν τις συσκευασίες αυτές είναι διατεθειμένοι να προβούν στην αγορά τους άσχετα με το κόστος.

Λέξεις κλειδιά: ενεργός συσκευασία, έξυπνη συσκευασία, καταναλωτικές τάσεις, καινοτόμες τεχνολογίες

Abstract

The recent technological achievements are closely related to the interaction of packaging with the food and consumer in the food packaging industry, reflecting the trend for safer, less processed and more natural products. This happens due to the development of the interactive packaging, in which two functional components are distinguished, the active and smart packaging. The innovative food packaging ought to meet the ever-increasing demands of consumers and have beneficial effects in terms of the economic impact of their implementation in order to be commercially viable.

The purpose of this study is to investigate the reflection of these types of packaging and the willingness of consumers to pay for them. Furthermore, from the industry side, it will be studied whether there is response and consideration for their future application to their production lines. For this reason, two questionnaires were created, one for consumers and one for people working in food industries. The data will be collected and evaluated to recommend some specific proposals for the application of these types of packaging in the Greek market. Before analyzing the survey data, a review will be made of the existing literature to analyze definitions and applications of active and smart packaging.

After the analysis of the results and the correlation between the questions, it is obvious that both consumers and food industries are positively motivated about active and smart packaging and appear to support these innovative technologies. The industry's concerns about the cost and the response of consumers to their implementation should be eliminated, as consumers who are aware of these types of packaging are willing to pay for them no matter the cost.

Keywords: active packaging, smart packaging, consumer trends, innovative technologies

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες.....	4
Περίληψη	5
Abstract.....	6
1. Εισαγωγή	9
2. Ανασκόπηση της βιβλιογραφίας.....	10
2.1. Εισαγωγή	10
2.2. Σημασία της συσκευασίας	11
2.3. Τεχνολογίες αιχμής στον τομέα της συσκευασίας τροφίμων	13
2.4. Νομοθεσία.....	15
2.5. Ορισμός και εφαρμογές της έξυπνης συσκευασίας.....	18
2.5.1 Χρονοθερμοκρασιακοί δείκτες (Time Temperature Indicators, TTI's)	20
2.5.2 Δείκτες φρεσκάδας	24
2.5.3 Δείκτες αερίων	27
2.5.4 Τεχνολογία RFID.....	28
2.5.5 Τεχνολογία NFC	31
2.5.6 Βιοαισθητήρες	35
2.6. Ορισμός και εφαρμογές της ενεργού συσκευασίας.....	37
2.6.1 Δεσμευτές οξυγόνου	40
2.6.2 Απορρόφηση ή απελευθέρωση CO ₂	42
2.6.3 Δέσμευση υγρασίας	43
2.6.4 Δεσμευτής αιθυλενίου	44
2.6.5 Έλεγχος γεύσεων και οσμών	45
2.6.6 Απελευθέρωση αντιοξειδωτικών	47
2.7. Αντιμικροβιακοί παράγοντες-ενεργές συσκευασίες.....	48
2.7.1 Τεχνολογία εδώδιμων μεμβρανών και επικαλύψεων	51
2.7.2 Πρόσθετες ουσίες των εδώδιμων μεμβρανών	53
2.7.3 Αντιμικροβιακές ουσίες.....	54
2.8. Χρήση έξυπνης και ενεργού συσκευασίας στην εγχώρια και διεθνή αγορά	56
3. Ερευνητικοί στόχοι και μεθοδολογία	58
3.1. Ερευνητικοί στόχοι	58
3.2. Μεθοδολογία.....	58
3.2.1 Δευτερογενή δεδομένα	59
3.2.2 Πρωτογενή δεδομένα.....	59
4. Αποτελέσματα της έρευνας	60
4.1. Αποτελέσματα δευτερογενούς έρευνας	60
4.2. Αποτελέσματα και συμπεράσματα πρωτογενούς έρευνας	62

4.2.1 Αποτελέσματα ερωτηματολογίων των καταναλωτών	62
4.2.2 Αποτελέσματα ερωτηματολογίων των βιομηχανιών τροφίμων	87
5. Προτάσεις	102
Βιβλιογραφία	105
Παράρτημα.....	112

1. Εισαγωγή

Ο τομέας των τροφίμων αποτελεί μία εκτεταμένη αλυσίδα αξίας κεντρικός κρίκος της οποίας είναι η βιομηχανία τροφίμων με ισχυρές σχέσεις εξάρτησης από τους υπόλοιπους κρίκους: αγροτική παραγωγή, επιστήμη, συσκευασία, εφοδιαστική αλυσίδα, marketing. Όλοι οι κρίκοι μπορούν να αποτελέσουν σημαντικούς κινητήριους μοχλούς καινοτομίας για το σύνολο της αλυσίδας.

Σημαντικός παράγοντας που προσδιορίζει τις εξελίξεις στη βιομηχανία τροφίμων είναι ο καταναλωτής και συγκεκριμένα οι καταναλωτικές συμπεριφορές. Όπως είναι ευρέως γνωστό, εκείνες επηρεάζονται από πολλούς παράγοντες όπως το επίπεδο της οικονομικής ευημερίας, η οικολογική ευαισθητοποίηση, η περιβαλλοντική συνείδηση, η ανησυχία για την ασφάλεια των τροφίμων, η σημασία που αποδίδεται στην ευζωία και την υγεία, αλλά και η κοινωνική δεκτικότητα στις νέες τεχνολογίες.

Σε αυτό το πλαίσιο, η ελληνική βιομηχανία τροφίμων καλείται να συνδυάσει την παραγωγή νέων καινοτόμων διατροφικών προϊόντων, με τη διατήρηση της παράδοσης και την προστασία των παραδοσιακών τεχνικών και προϊόντων. Μια συντονισμένη προσπάθεια εντοπισμού των κυριότερων εξειδικευμένων αγορών του τομέα συντελείται στην αμεσότερη αξιοποίηση επιχειρηματικών ευκαιριών στην ελληνική αγορά. Η προσπάθεια αυτή εκτός των άλλων αναδεικνύει τη διαδραστική συσκευασία που αρχίζει να αναπτύσσεται με ταχείς ρυθμούς.

Η παρούσα εργασία θα επικεντρωθεί στην ενεργό και έξυπνη συσκευασία (τις δύο συνιστώσες της διαδραστικής συσκευασίας), έννοιες οι οποίες πολλές φορές συγχέονται από το καταναλωτικό κοινό. Στόχος είναι να διερευνηθεί η απήχηση των συγκεκριμένων ειδών συσκευασιών και η προθυμία πληρωμής από πλευράς των καταναλωτών. Επίσης, από την πλευρά των βιομηχανιών θα μελετηθεί αν υπάρχει ανταπόκριση και σκέψη για μελλοντική εφαρμογή τους στις γραμμές παραγωγής τους.

Για τα λόγο αυτό, δημιουργήθηκαν δύο ερωτηματολόγια, ένα που θα απευθύνεται σε καταναλωτές και ένα για άτομα που εργάζονται σε βιομηχανίες τροφίμων. Η εργασία θα μπορούσε να χωρισθεί σε δύο μέρη. Το πρώτο μέρος περιλαμβάνει την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας, όπου αναλύονται οι έννοιες της ενεργού και έξυπνης συσκευασίας καθώς και οι εφαρμογές της καθεμίας κατηγορίας συσκευασίας. Στη συνέχεια, αναφέρονται οι ερευνητικοί στόχοι της εργασίας και η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε. Στο δεύτερο μέρος, θα πραγματοποιηθεί η παρουσίαση και ο

σχολιασμός των αποτελεσμάτων της πρωτογενούς έρευνας. Βάσει των αποτελεσμάτων θα γίνουν προτάσεις που θα αφορούν τα συγκεκριμένα είδη συσκευασίας στην εγχώρια αγορά. Τέλος, παρατίθεται η βιβλιογραφία σύμφωνα με την οποία συντάχθηκε η εργασία και το παράρτημα που θα περιλαμβάνει τα δύο είδη ερωτηματολογίων που συμπληρώθηκαν από το δείγμα μας.

2. Ανασκόπηση της βιβλιογραφίας

2.1. Εισαγωγή

Η ελληνική βιομηχανία τροφίμων λειτουργεί και αναπτύσσεται σε ένα παγκόσμιο περιβάλλον στο οποίο κυριαρχούν ορισμένες ισχυρές τάσεις, όπως η τάση για πιο υγιεινή διατροφή, η τάση για εύκολο και οικονομικό φαγητό καθώς και η τάση για ανάπτυξη εξειδικευμένων τροφίμων (λειτουργικά τρόφιμα).

Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στην τάση για πιο υγιεινή διατροφή, η οποία δεν ευνοεί ιδιαίτερα το “βιομηχανικό τρόφιμο”, αλλά δίνεται έμφαση στα λιγότερο επεξεργασμένα τρόφιμα, στη χρήση καλύτερης ποιότητας πρώτων υλών και στην ασφάλεια των τροφίμων. Η τάση αυτή είναι άρτια συνδεδεμένη και βασίζεται στην αυξανόμενη σημασία της ευζωίας, της καλής υγείας καθώς και της προστασίας του περιβάλλοντος. Η περαιτέρω ανάπτυξή της προϋποθέτει, ωστόσο, υψηλό βιοτικό επίπεδο.

Η τάση για εύκολο και οικονομικό φαγητό διαθέτει ως βασική παράμετρο ανάπτυξης το κόστος των τροφίμων. Ευνοεί το γρήγορο, έτοιμο, συσκευασμένο, προ-μαγειρεμένο φαγητό καθώς οι ρυθμοί της καθημερινότητας γίνονται ολοένα και γρηγορότεροι. Επίσης, η στροφή των καταναλωτών τείνει προς τα εξειδικευμένα τρόφιμα, που αποτελούν τρόφιμα ενισχυμένα, εμπλουτισμένα απευθυνόμενα σε ειδικές ομάδες πληθυσμού όπως αθλητές, ασθενείς.

Επομένως, το μέλλον της βιομηχανίας τροφίμων θα αναδιαμορφωθεί σε μεγάλο βαθμό από αυτές τις τάσεις, ενώ η έρευνα και η υιοθέτηση νέων τεχνολογιών κυρίως θα αποτελέσουν τις λύσεις αντιμετώπισης των νέων προκλήσεων.

2.2. Σημασία της συσκευασίας

Είναι ευρέως γνωστό πως η συσκευασία προσφέρει στα τρόφιμα μεγαλύτερη ασφάλεια ενάντια σε μικροοργανισμούς, βιολογικές και χημικές μεταβολές με απώτερο σκοπό τα συσκευασμένα προϊόντα να αποκτήσουν μεγαλύτερη διάρκεια ζωής. Σαν αποτέλεσμα αυτού, η συσκευασία αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι της επεξεργασίας στη διαδικασία παραγωγής τροφίμων. Με σκοπό να υπάρξει ανταπόκριση στις μεγάλες απαιτήσεις των βιομηχανιών τροφίμων, έχει γίνει μεγάλη πρόοδος στον τομέα της συσκευασίας τροφίμων τις τελευταίες δεκαετίες (Skandamis and Nychas, 2002).

Η συσκευασία αποτελεί μία από τις κύριες διεργασίες που συντελούν στη διατήρηση της ποιότητας των τροφίμων κατά τη μεταφορά, την αποθήκευση και τέλος, την κατανάλωσή τους. Γενικότερα, η συσκευασία χαρακτηρίζεται από τέσσερις βασικές λειτουργίες οι οποίες είναι η προστασία, η επικοινωνία, η ευκολία και η μεταφορά (Han, 2005). Για αυτό το λόγο, οι καινοτομίες στη συσκευασία τροφίμων έχουν ως σκοπό να βελτιώσουν, συνδυάσουν ή ακόμα και να επεκτείνουν τις συγκεκριμένες αυτές λειτουργίες (Yam, Takhistov, and Miltz, 2005):

- *Προστασία (protection)*. Η συσκευασία είναι εκείνη που θα διατηρήσει το τρόφιμο σε περιορισμένο χώρο, θα το προφυλάξει από τυχόν διαρροές ή χτυπήματα και θα το προστατέψει ενάντια σε πιθανές επιμολύνσεις.
- *Επικοινωνία (communication)*. Η συσκευασία “επικοινωνεί” με τον καταναλωτή μεταφέροντάς του σημαντικές πληροφορίες που αφορούν το προϊόν, όπως για το περιέχον τρόφιμο, τη διατροφική του δήλωση μαζί με προτάσεις παρασκευής και σερβιρίσματος.
- *Ευκολία (convenience)*. Η συσκευασία επιτρέπει στον καταναλωτή να μεταφέρει το τρόφιμο με τον τρόπο που εκείνος θέλει, ώστε να του είναι εύκολο. Οι συσκευασίες μπορούν να είναι σχεδιασμένες σύμφωνα με την καθημερινότητα του σημερινού καταναλωτή, για παράδειγμα να είναι εύκολα και ανθεκτικά στη μεταφορά και να αποτελούνται από ατομικές συσκευασίες.
- *Περιορισμός (containment)*. Η πιο βασική λειτουργία της συσκευασίας είναι ότι συγκρατεί σε περιορισμένο χώρο το προϊόν και αυτό είναι σημαντικό για εύκολη μεταφορά ή χειρισμό του τροφίμου. Ακόμα και τα φρέσκα προϊόντα, τα οποία βρίσκονται χωρίς συσκευασία, όπως παραδείγματος χάρη τα φρούτα και λαχανικά, πρέπει να μεταφέρονται μέσα σε κάποιου είδους συσκευασία.

Οι διαφόρων ειδών συσκευασίες είναι εκείνες που προστατεύουν τα τρόφιμα από το εξωτερικό περιβάλλον και επικοινωνούν με τους καταναλωτές μέσω γραπτών μηνυμάτων, σήμα της μάρκας και μέσω γραφικών. Ανάλογα με τη συσκευασία εναρμονίζεται ο τρόπος ζωής των καταναλωτών με τους γρήγορους ρυθμούς που επιτάσσει η καθημερινότητα, για παράδειγμα μέσω των έτοιμων προς κατανάλωση γευμάτων (ready-to-eat) ή γεύματα τα οποία απαιτούν μόνο θέρμανση για να καταναλωθούν (heat-and-eat meals), όπου και εξοικονομείται πολύτιμος χρόνος. Υπάρχει επίσης πληθώρα παραδειγμάτων και καινοτομιών που σχετίζονται με τους τρόπους συσκευασίας των τροφίμων για ευκολότερο χειρισμό όπως εύκολο άνοιγμα συσκευασίας (easy open), συσκευασία που μπορεί να κλείσει ξανά καθώς και συσκευασία ανθεκτική σε θέρμανση σε φούρνο μικροκυμάτων.

Ανάλογα με το σχήμα και τον όγκο που καταλαμβάνει ένα τρόφιμο, η συσκευασία του προσαρμόζεται αντίστοιχα με αποτέλεσμα την ευκολία στη μεταφορά (Yam & Lee, 2012). Κύριος σκοπός της εφοδιαστικής αλυσίδας είναι ο καταναλωτής να παραλάβει στα χέρια του τρόφιμα που έχουν μεταφερθεί με ασφαλή τρόπο και έχουν συντηρηθεί σωστά. Δυστυχώς, η υποβάθμιση της ποιότητας των τροφίμων κατά τη μεταφορά και αποθήκευσή τους οφείλεται σε βιολογικές, χημικές και φυσικές μεταβολές (Han, 2013).

Η διασφάλιση της υψηλής ποιότητας των τροφίμων αποτελεί στόχο υψίστης σημασίας, διότι είναι στενά συνδεδεμένη με το κοινά αποδεκτό παγκοσμίως στόχο για βελτίωση της ποιότητας ζωής των ανθρώπων (Sandulescu, Cristea, Harceaga and Bodoki, 2011). Ο ποιοτικός έλεγχος είναι απαραίτητος αφενός μεν για την προστασία των καταναλωτών ενάντια σε ασθένειες που προκαλούνται από παθογόνους μικροοργανισμούς, αφετέρου δε για την αύξηση της αποτελεσματικότητας από μεριά της βιομηχανίας, για παράδειγμα μειώνοντας τις επιστροφές ή τις απώλειες εξαιτίας αλλοιωμένων τροφίμων. Σε επίπεδο βιομηχανίας, ο ποιοτικός έλεγχος αξιολογείται μέσω μιας σειράς μικροβιολογικών και χημικών αναλύσεων ανά τακτά χρονικά διαστήματα (Viswanathan and Radecki, 2008).

Όσο η κοινωνία αναπτύσσεται και γίνεται περισσότερο περίπλοκη, οι χρήστες (παραγωγοί τροφίμων, μεταποιητές τροφίμων, άνθρωποι που απασχολούνται με τους τρόπους διακίνησης των τροφίμων, καταναλωτές) απαιτούν καινοτόμες και δημιουργικές συσκευασίες για τα τρόφιμα που να μπορούν να διασφαλίσουν την ασφάλεια, την ποιότητα καθώς και την ιχνηλασιμότητα των τροφίμων. Αυτό απαιτεί

κατάλληλες και εξειδικευμένες τεχνολογίες που να είναι σε θέση να ενσωματωθούν στη συσκευασία των τροφίμων.

Οι καινοτόμες συσκευασίες τροφίμων για να είναι εμπορικά βιώσιμες και να υιοθετηθούν πλήρως από το καταναλωτικό κοινό, θα πρέπει να καλύπτουν τις συνεχώς αυξανόμενες απαιτήσεις των καταναλωτών και να έχουν ευεργετικά αποτελέσματα που θα υπερέχουν σε σχέση με το οικονομικό αντίκτυπο που θα συνεπάγεται η εφαρμογή τους. Επιπρόσθετα, οι καινοτομίες στη συσκευασία τροφίμων οφείλουν να στοχεύουν σε μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος λαμβάνοντας υπόψη τη μεγάλη ποικιλία θεμάτων βιωσιμότητας (όπως είναι η διαχείριση αποβλήτων, επαρκή χρήση των πόρων, βελτιστοποίηση της διαδικασίας, ανακύκλωση και άλλα). Με άλλα λόγια, οι καινοτομίες στον τομέα της συσκευασίας δεν πρέπει να αναφέρονται μόνο γύρω από επιστημονική ή τεχνολογική βάση εξαιτίας της συνεισφοράς τους.

2.3. Τεχνολογίες αιχμής στον τομέα της συσκευασίας τροφίμων

Οι πρόσφατες τεχνολογικές εξελίξεις και η σχετική νομοθεσία στον τομέα της συσκευασίας τροφίμων σχετίζονται άμεσα με τη λειτουργικότητα και ειδικότερα με την αλληλεπίδραση της συσκευασίας με το τρόφιμο και τον καταναλωτή, αντικατοπτρίζοντας την τάση για ασφαλέστερα, λιγότερο επεξεργασμένα και φυσικότερα διατροφικά προϊόντα. Στη δυναμική της τάσης αυτής οφείλεται η ανάπτυξη της διαδραστικής συσκευασίας, στην οποία διακρίνονται δύο λειτουργικές συνιστώσες, η ενεργός και η έξυπνη συσκευασία. Τις τελευταίες δεκαετίες οι όροι “ενεργός” και “έξυπνη” συσκευασία εισήλθαν στη βιομηχανία τροφίμων προκειμένου να αναλύσουν καινοτόμες τεχνολογίες που πραγματεύονται την παράταση ζωής, τη βελτίωση της ποιότητας και ασφάλειας των τροφίμων καθώς και την προστασία του περιβάλλοντος. Οι παραπάνω στόχοι δύνανται να επιτευχθούν βασιζόμενοι στην αλληλεπίδραση της συσκευασίας με τα τρόφιμα ή το περιβάλλον των τροφίμων και ιδιαίτερα στην παρακολούθηση και τροποποίηση του εσωτερικού και εξωτερικού περιβάλλοντός τους θέτοντας πολλαπλά εμπόδια για την προστασία των τροφίμων (Patterson, 2008).

Η διαδραστική συσκευασία, λοιπόν, οριοθετεί μια αναπτυσσόμενη αγορά παγκοσμίως με τη χρήση της ολοένα να αυξάνεται με γοργούς ρυθμούς. Αποτελεί παγκόσμια καταναλωτική τάση η έκφραση υψηλών προσδοκιών σχετικά με την

ποιότητα, τη διατροφική αξία και την ευκολία στην προετοιμασία των γευμάτων (μαγείρεμα ακόμα και εντός της συσκευασίας). Επίσης, οι καταναλωτές πια είναι τόσο ενημερωμένοι που αυξάνεται συνεχώς η ευαισθησία τους όσο αφορά τα πρόσθετα, τη μικροβιακή αλλοίωση και τη θρεπτική υποβάθμιση των τροφίμων που είναι στενά συνδεδεμένες με τις μεταχειρίσεις κατά την επεξεργασία, αποθήκευση και μεταφορά τους.

Η ανάπτυξη της διαδραστικής συσκευασίας υπαγορεύεται από την αυξανόμενη ζήτηση των ήπια επεξεργασμένων τροφίμων (“mildly processed foods”), με περιορισμένη έως μηδενική χρήση συντηρητικών και ειδικότερα χημικών, ή και των ελάχιστα επεξεργασμένων-μεταποιημένων φρέσκων τροφίμων. Τα τρόφιμα ήπιας επεξεργασίας ακριβώς επειδή στερούνται της εφαρμογής μιας ισχυρής επεξεργασίας που να διασφαλίζει ένα επιθυμητό επίπεδο ασφάλειας και διατηρησιμότητας, θεωρούνται ευπαθή και ευαλλοίωτα. Ως εκ τούτου, αυξάνεται η ζήτηση για εναλλακτικές μορφές συσκευασίας με λειτουργικό χαρακτήρα που προσδίδει στα τρόφιμα αντοχή σε δυσμενείς συνθήκες και ασφάλεια (Vermeiren et al., 1999; Suppakul et al., 2003; Restuccia et al., 2010).

Σημαντικές κινητήριες δυνάμεις καινοτομίας και εξέλιξης στην αγορά της ενεργού και έξυπνης συσκευασίας αποτελούν επίσης οι μεταβολές των μεθόδων ή πρακτικών πώλησης και διανομής. Επίσης, οι νέες τάσεις στις εφοδιαστικές αλυσίδες των καταναλωτικών αγαθών, που έχουν ως αποτέλεσμα την αύξηση των αποστάσεων διανομής και του χρόνου αποθήκευσης προϊόντων με διαφορετικές θερμοκρασιακές απαιτήσεις, θέτουν έτσι ένα ιδιαίτερα σημαντικό πρόβλημα συντήρησης στη βιομηχανία συσκευασίας των τροφίμων. Τέλος, η αυτοματοποίηση των διαδικασιών ελέγχου και διαχείρισης των προϊόντων στα κέντρα διανομής, καθώς και οι νέες τάσεις διανομής, όπως λόγου χάρη οι αγορές μέσω διαδικτύου, καθιστούν αναγκαίες τις εφαρμογές της ενεργού και έξυπνης συσκευασίας (Vermeiren et al., 1999).

Η έξυπνη, η ενεργός και η διαδραστική συσκευασία αποτελούν όρους που έχουν χρησιμοποιηθεί για να περιγράψουν τις καινοτομίες στον τομέα της συσκευασίας τροφίμων. Θα μπορούσαν να χαρακτηρισθούν ως τύποι συσκευασίας που μεταβάλλουν τις υπάρχουσες συνθήκες της συσκευασίας με σκοπό να αυξήσουν τη διάρκεια ζωής του τροφίμου ή να βελτιώσουν την ασφάλεια ή τις ιδιότητες διατηρώντας ταυτόχρονα και την ποιότητά του. Από τη στιγμή που τα περισσότερα συστήματα συσκευασίας απαρτίζονται από το υλικό συσκευασίας, το τρόφιμο καθώς και την ατμόσφαιρα του περιέκτη, αντιμικροβιακές ουσίες μπορούν να

ενσωματωθούν αρχικά στα υλικά συσκευασίας και έπειτα να μεταφερθούν στο τρόφιμο μέσω της διάχυσης ή διαφορετικά να απελευθερωθούν μέσω της εξάτμισης στην ατμόσφαιρα εντός της συσκευασίας. Αυτό το τελευταίο μπορεί να επιτευχθεί με αιθέρια έλαια τα οποία είναι πτητικά και χαρακτηρίζονται ως “φυσικά” υποκατάστατα των χημικών συντηρητικών.

Επιπρόσθετα, η χρήση τους ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις των καταναλωτών για τα ήπια επεξεργασμένα τρόφιμα ή τα φυσικά προϊόντα (Nychas, 1995; Skandamis and Nychas, 2002). Από τη στιγμή, όμως, που η εφαρμογή τους στην πράξη προκαλεί κάποιες αμφιβολίες, επειδή η αποτελεσματικότητά τους ενδεχομένως να μειώνεται ύστερα από αλληλεπίδραση με τα συστατικά του τροφίμου, η συμβολή και η χρήση τους σε ενεργό συσκευασία μπορεί να αποκτήσει μεγάλη σημασία (Skandamis and Nychas, 2000; Skandamis et al. 2000, 2002).

2.4. Νομοθεσία

Στον τομέα της ασφάλειας των τροφίμων, η λήψη μέτρων για την άρση των φραγμών στο εμπόριο μεταξύ των κρατών μελών της Ευρωπαϊκής Ένωσης κρίνεται αναγκαία συνθήκη προκειμένου να εξασφαλιστεί το υψηλότερο δυνατό επίπεδο προστασίας της υγείας του καταναλωτή. Ως εκ τούτου, η θέσπιση σχετικής νομοθεσίας είναι απαραίτητη για να διασφαλισθεί πως τα υλικά που χρησιμοποιούνται για το χειρισμό ή την προστασία των τροφίμων δεν αποτελούν πηγή μόλυνσης.

Για να μπορέσει να κυκλοφορήσει και να διακινηθεί ένα τρόφιμο στην ευρωπαϊκή αγορά πρέπει να συμμορφώνεται με τους ευρωπαϊκούς κανονισμούς που έχουν θεσπισθεί. Ο Κανονισμός 1935/2004 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 27^{ης} Οκτωβρίου 2004 θεσπίζει κοινούς κανόνες για υλικά συσκευασίας και αντικείμενα τα οποία έρχονται ή ενδέχεται να έρθουν σε επαφή με τρόφιμα, είτε άμεσα είτε έμμεσα. Επιδιώκει την προστασία της ανθρώπινης υγείας και των συμφερόντων των καταναλωτών καθώς και τη διασφάλιση ότι τα προϊόντα που χρησιμοποιούνται μπορούν να πωληθούν με ασφάλεια για τους καταναλωτές οπουδήποτε στον Ευρωπαϊκό Οικονομικό Χώρο, έναν χώρο που περιλαμβάνει τις 28 χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, την Ισλανδία, το Λιχτενστάιν και την Νορβηγία. Παρακάτω ακολουθούν μερικά από τα βασικά σημεία του Κανονισμού που οφείλουν να τονισθούν.

- Η αρχή που διέπει τον παρόντα κανονισμό είναι ότι κάθε υλικό ή αντικείμενο που προορίζεται να έρθει σε επαφή άμεσα ή έμμεσα με τρόφιμα πρέπει να είναι επαρκώς αδρανές ώστε να αποκλείεται η μεταφορά ουσιών στα τρόφιμα σε ποσότητες τέτοιες που θέτουν σε κίνδυνο την ανθρώπινη υγεία ή επιφέρουν απαράδεκτες τροποποιήσεις στη σύσταση των τροφίμων ή αλλοίωση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών τους.
- Τα ενεργά υλικά και αντικείμενα που έρχονται σε επαφή με τρόφιμα έχουν σχεδιασθεί έτσι ώστε σκοπίμως να περιέχουν «ενεργά» συστατικά, τα οποία ελευθερώνουν ουσίες μέσα στα τρόφιμα ή απορροφούν ουσίες από τα τρόφιμα. Θα πρέπει να ξεχωρίζουν από υλικά και αντικείμενα τα οποία κατά παράδοση χρησιμοποιούνται για να απελευθερώσουν τα φυσικά τους συστατικά σε συγκεκριμένα είδη τροφίμων κατά τη διάρκεια της παρασκευής τους.
- Τα ενεργά υλικά και αντικείμενα που έρχονται σε επαφή με τρόφιμα δεν θα πρέπει να τροποποιούν τη σύνθεση ή τις οργανοληπτικές ιδιότητες των τροφίμων ούτε να παρέχουν πληροφορίες σχετικά με την κατάσταση των τροφίμων οι οποίες είναι δυνατό να παραπλανήσουν τους καταναλωτές. Παραδείγματος χάριν, τα ενεργά υλικά και αντικείμενα που έρχονται σε επαφή με τρόφιμα δεν θα πρέπει να ελευθερώνουν ή να απορροφούν ουσίες, όπως οι αλδεϋδες ή οι αμίνες, προκειμένου να αποκρύψουν την αρχόμενη αλλοίωση του τροφίμου. Οι τροποποιήσεις αυτές, οι οποίες είναι δυνατό να χειρίζονται εσκεμμένα τις ενδείξεις αλλοίωσης θα μπορούσαν να παραπλανήσουν τους καταναλωτές και, ως εκ τούτου, δεν θα πρέπει να επιτρέπονται. Ομοίως, τα ενεργά υλικά και αντικείμενα που έρχονται σε επαφή με τα τρόφιμα, που είναι δυνατό να προκαλέσουν μεταβολές του χρώματος στα τρόφιμα και τα οποία δίνουν τις εσφαλμένες πληροφορίες σχετικά με την κατάσταση των τροφίμων είναι δυνατόν να παραπλανήσουν τους καταναλωτές και, συνεπώς, θα πρέπει και αυτά να μην επιτρέπονται.

Οι γενικές απαιτήσεις του παρόντος Κανονισμού (1935/2004) για ασφαλή χρήση της ενεργού και έξυπνης συσκευασίας έχουν πλέον ενσωματωθεί στον Κανονισμό 450/2009 της Επιτροπής της 29^{ης} Μαΐου 2009. Σύμφωνα με τον νέο κανονισμό ισχύουν οι ακόλουθοι ορισμοί:

- ο Ως «ενεργά υλικά και αντικείμενα» νοούνται τα υλικά και τα αντικείμενα που προορίζονται να παρατείνουν τη διάρκεια ζωής ή να διατηρήσουν ή να βελτιώσουν την κατάσταση του συσκευασμένου τροφίμου. Είναι σχεδιασμένα έτσι, ώστε σκοπίμως να περιέχουν συστατικά τα οποία αποδεσμεύουν ή απορροφούν ουσίες από τα συσκευασμένα τρόφιμα ή το περιβάλλον τους.
- ο Ως «νοήμονα υλικά και αντικείμενα» νοούνται τα υλικά και τα αντικείμενα που ελέγχουν την κατάσταση του συσκευασμένου τροφίμου ή του περιβάλλοντος του.

Ο νέος κανονισμός θεσπίζει νέες απαιτήσεις για τα υλικά που προορίζονται να έρθουν σε επαφή με τα τρόφιμα. Οι ουσίες που είναι υπεύθυνες για την ενεργό και/ή νοήμονα λειτουργία είναι δυνατόν να περιέχονται σε χωριστό περιέκτη, π.χ. σε μικρό χάρτινο φάκελο, ή να έχουν ενσωματωθεί στο υλικό συσκευασίας, π.χ. ενσωμάτωση στο πλαστικό μιας πλαστικής φιάλης. Οι ουσίες αυτές που είναι υπεύθυνες για την ενεργό ή/και νοήμονα λειτουργία του συγκεκριμένου υλικού και αντικειμένου (τα συστατικά) πρέπει να αξιολογούνται σύμφωνα με τον παρόντα κανονισμό. Τα παθητικά μέρη, όπως ο περιέκτης, η συσκευασία μέσα στην οποία βρίσκεται αυτός ο περιέκτης και το υλικό συσκευασίας, στα οποία έχει ενσωματωθεί η ουσία, καλύπτονται από τις ειδικές κοινοτικές ή εθνικές διατάξεις που ισχύουν για τα συγκεκριμένα υλικά και αντικείμενα.

Τα ενεργά και νοήμονα υλικά και αντικείμενα είναι δυνατόν να αποτελούνται από ένα ή περισσότερα στρώματα ή μέρη από διαφορετικά είδη υλικών, όπως πλαστικό, χαρτί και χαρτόνι ή επιστρώσεις και βερνίκια.

Ο συγκεκριμένος Κανονισμός περιλαμβάνει τον «Κοινοτικό κατάλογο» των εγκεκριμένων ουσιών που δύναται να χρησιμοποιηθούν στην ενεργό και έξυπνη συσκευασία όπως αυτός καταρτίστηκε από την Ευρωπαϊκή Αρχή Ασφάλειας Τροφίμων (EFSA) με βάση τη γνωμοδότηση που η ίδια εκδίδει ύστερα από την αξιολόγηση κινδύνου της κάθε ουσίας (Restuccia et al., 2010). Η EFSA επικεντρώνεται κυρίως σε τρεις κινδύνους, που συνδέονται με τη μετανάστευση ουσιών από τη συσκευασία στα τρόφιμα, τις τοξικολογικές ιδιότητες των ουσιών και τη μετανάστευση ουσιών που προκύπτουν έπειτα από αποικοδόμηση των ουσιών της έξυπνης και ενεργού συσκευασίας. Αξίζει να αναφερθεί πως για τη χρήση κάποιας ουσίας θα πρέπει να υπάρχουν συγκεκριμένα δικαιολογητικά έγγραφα, τα οποία θα αποδεικνύουν ότι τα στοιχεία της έξυπνης συσκευασίας είναι ορθά και πως η ενεργός συσκευασία φέρει το επιθυμητό αποτέλεσμα στα τρόφιμα που έχει χρησιμοποιηθεί.

Τέλος, τον Νοέμβριο του 2011, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή προχώρησε στην έκδοση Οδηγίας που διευκρινίζει ποια υλικά και καινοτομίες εμπίπτουν ή δεν εμπίπτουν στον Κανονισμό 450/2009, παραθέτοντας νομικούς ορισμούς και την ερμηνεία που σχετίζονται αυτά μέσω συγκεκριμένων παραδειγματικών εφαρμογών, ενώ εξηγεί αναλυτικά τις νομικές πτυχές της διαδικασίας έγκρισης των ουσιών ή των συστατικών που απαιτούνται (Commission, 2011).

2.5. Ορισμός και εφαρμογές της έξυπνης συσκευασίας

Οι συσκευασίες των ποτών και των τροφίμων συνεχώς εξελίσσονται για να ανταποκριθούν στις μεταβαλλόμενες και πολυδιάστατες απαιτήσεις και καθημερινές ανάγκες των καταναλωτών για ευκολία, πρακτικότητα και μεγάλη διάρκεια. Αδιαμφισβήτητα, η νέα επικρατούσα τάση που κεντρίζει το ενδιαφέρον της βιομηχανίας αφορά την ενσωμάτωση επιπρόσθετων καινοτόμων χαρακτηριστικών, ώστε πλέον να γίνεται λόγος για πιο έξυπνες συσκευασίες που παρατείνουν το χρόνο ζωής των προϊόντων στο ράφι, τα διατηρούν φρέσκα μακροπρόθεσμα και προειδοποιούν έγκαιρα τον ενδιαφερόμενο για την λήξη, την αλλοίωση ή τη θερμοκρασία τους.

Η έξυπνη συσκευασία αλληλεπιδρά με το προϊόν ή το περιβάλλον στο οποίο φυλάσσεται ή επεξεργάζεται το συσκευασμένο προϊόν, προκειμένου να παρέχει πληροφορίες για την ποιότητα και ασφάλειά του κατά τη μεταφορά και αποθήκευσή του. Το συγκεκριμένο είδος συσκευασίας, μέσω της χρήσης των δεδομένων που συλλέγει από τον περιβάλλοντα χώρο και των διαθέσιμων μαθηματικών μοντέλων πρόβλεψης της μικροβιακής αύξησης, είναι σε θέση να παρέχει πληροφορίες τόσο στον καταναλωτή όσο και στον παραγωγό του τροφίμου για την ασφάλεια και την ποιότητά του σύμφωνα με το ιστορικό του. Με άλλα λόγια θα μπορούσε να ειπωθεί πως η έξυπνη συσκευασία κατά κάποιο τρόπο “διαισθάνεται” κάποιες από τις ιδιότητες του τροφίμου το οποίο περιβάλλει ή του περιβάλλοντος στο οποίο φυλάσσεται και είναι ικανή να τις “επικοινωνεί” στον παραγωγό, μεταφορέα, καταναλωτή (Kerry et al., 2006). Παρά του γεγονότος πως διαφέρει πολύ από την έννοια της ενεργού συσκευασίας, στοιχεία της έξυπνης συσκευασίας μπορούν να χρησιμοποιηθούν ώστε να ελέγχουν τις εφαρμογές της ενεργού (Hutton, 2003). Η έξυπνη και ενεργός συσκευασία μπορούν να δράσουν συνεργικά και να επιφέρουν τα επιθυμητά αποτελέσματα για τον καταναλωτή και τον κλάδο τροφίμων γενικότερα.

Ο όρος “έξυπνη” ανακαλύπτει μια “ON/OFF” λειτουργία στη συσκευασία ύστερα από ανταπόκριση σε εξωτερικά/εσωτερικά ερεθίσματα με σκοπό να προσδιορίσει την κατάσταση του προϊόντος (Yam et al., 2005).

Η έξυπνη συσκευασία αποτελεί ένα είδος επικοινωνίας με τον καταναλωτή, η οποία παρακολουθεί τις συνθήκες διανομής και αποθήκευσης του προϊόντος καθ’ όλη τη διάρκεια του εμπορικού χρόνου ζωής και τον ενημερώνει σχετικά με την ποιοτική υποβάθμιση και το τέλος του χρόνου ζωής του τροφίμου. Για τη γνωστοποίηση του επιπέδου ποιότητας προς τους χρήστες η έξυπνη συσκευασία χρησιμοποιεί αισθητήρες (sensors) ή δείκτες (indicators).

Ένα είδος έξυπνων συσκευασιών είναι αυτές που φέρουν, συνήθως με τη μορφή ετικέτας, έναν εξωτερικό ή εσωτερικό δείκτη ικανό να παρουσιάζει ή να καταγράφει εξωτερικές ή εσωτερικές αλλαγές στον περιβάλλοντα χώρο του προϊόντος, όπως ο χρονοθερμοκρασιακός δείκτης. Αυτός ενημερώνει τον καταναλωτή αν τα αγαθά έχουν αλλοιωθεί λόγω θερμοκρασίας, αλλάζοντας χρώμα όταν αλλάζουν οι συνθήκες συντήρησής τους, ενώ μπορεί να υπολογίσει και τον χρόνο ζωής τους, καθώς παρέχει πληροφορίες για το πόσο καιρό ένα προϊόν έχει ανοιχτεί ή είναι σε χρήση. Ενδεικτικό παράδειγμα αποτελεί η χρωστική ετικέτα που εφαρμόζεται σε οποιοδήποτε είδος ταινίας ή μεμβράνης ασφάλισης της συσκευασίας και περιλαμβάνει ένα είδος δείκτη που ενεργοποιείται όταν αυτή ανοίγεται, αλλάζοντας χρώμα όσο το τρόφιμο σταδιακά χάνει την φρεσκάδα του. Κατ’ αυτόν τον τρόπο η συσκευασία ενημερώνει τον καταναλωτή για το πόσος καιρός έχει περάσει από το άνοιγμά της και αν το προϊόν έχει λήξει, συμβάλλοντας ευρύτερα στην μείωση των αποβλήτων τροφίμων. Αυτή η πρωτοπόρα ετικέτα χρησιμοποιείται από μια σκωτσέζικη εταιρεία συσκευασίας ως εργαλείο στρατηγικής επέκτασης στη βιομηχανία παραγωγής και επεξεργασίας τροφίμων, καλλυντικών και παραφαρμακευτικών προϊόντων τόσο στην Ευρώπη όσο και στην Αμερική.

Επίσης, αξίζει να αναφερθεί μια εφαρμογή της έξυπνης συσκευασίας όπου το φωτοχρωμικό μελάνι που στην αρχή είναι λευκό και διαφανές και στη συνέχεια αλλάζει χρώμα όταν τεθεί υπό συνθήκες φωτός του ηλίου. Χρησιμοποιείται από μια παγκόσμια εταιρεία συσκευασίας ποτών προκειμένου να καταστήσει την κατανάλωση ποτού μια συναρπαστική εμπειρία για τους υποψήφιους αγοραστές ιδιαίτερα κατά τις ζεστές περιόδους, στοχεύοντας γενικότερα στην ενδυνάμωση του brand της.

Οι παραπάνω πρωτοτυπίες είναι πάρα πολύ σημαντικές και απαραίτητες δεδομένου των ορθών απαιτήσεων των καταναλωτών. Σήμερα, οι καταναλωτές απαιτούν από τις βιομηχανίες τροφίμων προϊόντα τα οποία διαθέτουν βελτιωμένη ποιότητα και οργανοληπτικά συστατικά τα οποία συνδυάζουν ταυτοχρόνως αυξημένα επίπεδα ασφάλειας και μεγάλη διάρκεια ζωής. Ως συνέπεια αυτού, η βιομηχανία οφείλει να καλύψει τις καταναλωτικές ανάγκες με την εφαρμογή αυστηρού ελέγχου και βελτιστοποίηση των διαδικασιών. Την ίδια στιγμή, επιζητάει την ανάπτυξη νέων τεχνολογιών που θα εξασφαλίσουν την παραγωγή ποιοτικού τροφίμου. Ένας από τους κύριους παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η ποιότητα και η ασφάλεια ενός τροφίμου είναι οι συνθήκες θερμοκρασίας του κατά τη διάρκεια μεταφοράς και αποθήκευσής του.

Όπως αναφέρει και η Λουκιανού Μαργαρίτα (2011), το θερμοκρασιακό προφίλ στο οποίο εκτίθεται το τρόφιμο επηρεάζει σε πολύ μεγάλο βαθμό τα θρεπτικά του συστατικά, τα οργανοληπτικά του συστατικά (όπως γεύση, οσμή, υφή) καθώς και τη μικροβιολογική του σταθερότητα. Με άλλα λόγια, το θερμοκρασιακό προφίλ μπορεί να δράσει θετικά ή αρνητικά καθιστώντας το προϊόν είτε ασφαλές και αποδεκτό από τον καταναλωτή είτε μη αποδεκτό εξαιτίας αλλοιώσεων στα οργανοληπτικά του χαρακτηριστικά. Για αυτό το λόγο, το ιστορικό της θερμοκρασιακής κατάστασης του τροφίμου είναι υψίστης σημασίας και απαραίτητο. Το ιδανικό σύστημα ελέγχου θερμοκρασίας θα έπρεπε να είναι αποτελεσματικό, οικονομικό και να συνοδεύει το τρόφιμο σε όλη την πορεία κατά μήκος της ψυκτικής αλυσίδας, σε ολόκληρο το ταξίδι του μέχρι να φθάσει στη στιγμή της κατανάλωσης.

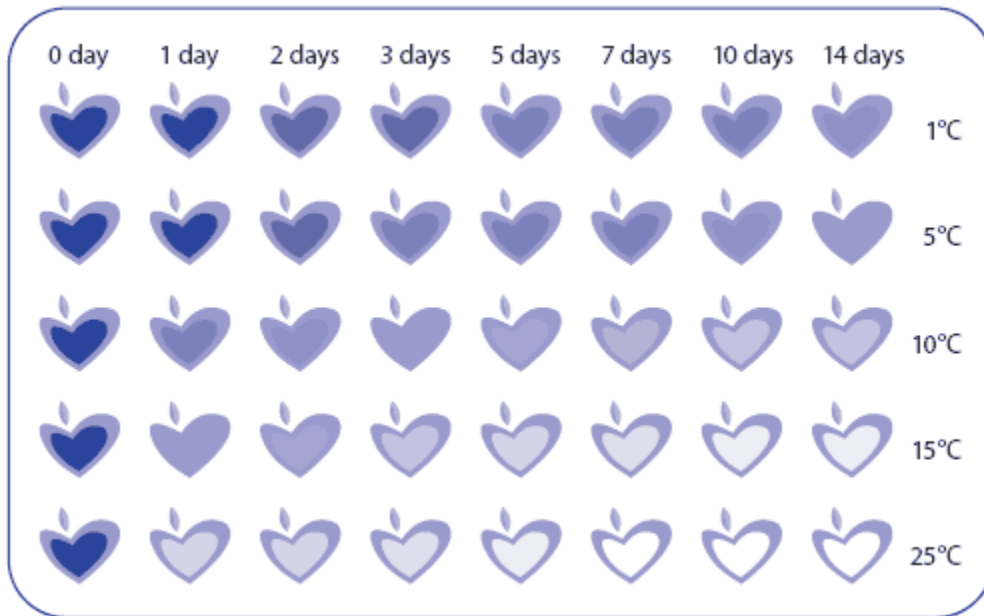
2.5.1 Χρονοθερμοκρασιακοί δείκτες (Time Temperature Indicators, TTI's)

Είναι σημαντικό να αναφερθεί πως υπάρχουν δύο είδη θερμοκρασιακών δεικτών: α) οι απλοί θερμοκρασιακοί δείκτες (temperature indicators) και β) οι χρονοθερμοκρασιακοί δείκτες (time temperature indicators) (Ahvenainen and Hurme, 1997). Οι θερμοκρασιακοί δείκτες δείχνουν εάν το τρόφιμο έχει θερμανθεί πάνω ή ψυχθεί κάτω από μια συγκεκριμένη (κρίσιμη) θερμοκρασία αναφοράς προειδοποιώντας τους καταναλωτές για την πιθανή επιβίωση μικροοργανισμών και μετουσίωση πρωτεϊνών, για παράδειγμα κατά τη διάρκεια ψύξης ή απόψυξης (Pault, 1995). Οι χρονοθερμοκρασιακοί δείκτες, οι οποίοι μερικές φορές καλούνται και

ολοκληρωτές, αποτελούν την πρώτη γενιά δεικτών που έχουν ως σκοπό να ελέγξουν την όποια επιβλαβή μεταβολή της θερμοκρασίας κατά μήκος της ψυκτικής αλυσίδας. Ένας χρονοθερμοκρασιακός δείκτης μπορεί να χαρακτηριστεί ως μια απλή, χαμηλού κόστους συσκευή η οποία μπορεί να δείξει πολύ εύκολα μια μετρήσιμη μεταβολή εξαρτώμενη από το χρόνο και τη θερμοκρασία και η οποία αντικατοπτρίζει το πλήρες ή μερικό θερμοκρασιακό προφίλ του τροφίμου, στο οποίο είναι προσαρμοσμένη (Taoukis and Labuza, 1989).

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, η πιο διαδεδομένη εφαρμογή της έξυπνης συσκευασίας είναι οι χρονοθερμοκρασιακοί δείκτες (Time Temperature Indicators, TTI's) οι οποίοι μεταφράζουν το χρονοθερμοκρασιακό ιστορικό ενός τροφίμου, ενώ αυτό συντηρείται στο ράφι ενός super market ή σε κάποιο οικιακό ψυγείο, σε μια χρωματική ένδειξη που αντιστοιχεί σε ένα συγκεκριμένο επίπεδο φρεσκότητας τροφίμου. Με τη βοήθεια μιας πρότυπης χρωματικής κλίμακας ο καταναλωτής μπορεί να πληροφορηθεί αν το προϊόν είναι φρέσκο, αλλοιωμένο ή ασφαλές. Οι συγκεκριμένοι δείκτες θεωρούνται “φίλικοι” με τους χρήστες και εύκολα αναγνώσιμες συσκευές, των οποίων οι πληροφορίες γίνονται εύκολα κατανοητές από τους καταναλωτές και σχετίζονται αμέσως με την ποιότητα του τροφίμου στη συγκεκριμένη θερμοκρασία. Συνήθως, αποτελούνται από μικρές αυτοκόλλητες ετικέτες που προσκολλώνται σε κάθε αυτούσια συσκευασία ή σε μεγαλύτερες συγκεντρωτικές μονάδες, όπως παραδείγματος χάρη τα containers (Ghaani et al., 2016).

Η αρχή λειτουργίας των χρονοθερμοκρασιακών δεικτών στηρίζεται σε μη αντιστρεπτή αντίδραση η οποία εκφράζεται με ορατή μεταβολή χρώματος. Η μη αντιστρεπτή μεταβολή είναι δυνατόν να έχει τη μορφή μηχανικής, χημικής, φωτοχημικής, ενζυμικής ή μικροβιολογικής μεταβολής, ενώ η ορατή απόκριση μπορεί να προέρχεται από κάποια μηχανική παραμόρφωση ή αλλαγή του χρώματος (Taoukis and Labuza, 2003). Ο ρυθμός της μη αντιστρεπτής μεταβολής επηρεάζεται κατά κύριο λόγο από τη θερμοκρασία. Με λίγα λόγια, ο ρυθμός της μη αντιστρεπτής μεταβολής αυξάνεται στις πιο υψηλές θερμοκρασίες και συγκεκριμένα κατά τρόπο ανάλογο με τις περισσότερες φυσικοχημικές αντιδράσεις. Ως αποτέλεσμα, η ορατή απόκριση αποδίδει μια αθροιστική ένδειξη των συνθηκών θερμοκρασίας στις οποίες έχει εκτεθεί ο δείκτης (Kerry et al., 2006; Λουκιανού, 2011).



Εικόνα 1: Εμφάνιση της αλλαγής χρώματος στο φωτοχημικό TTI τύπου OnVu, εξαρτώμενο από τη θερμοκρασία και το χρόνο αποθήκευσης



Εικόνα 2 & 3: Χρήση χρονοθερμοκρασιακών δεικτών σε τρόφιμα

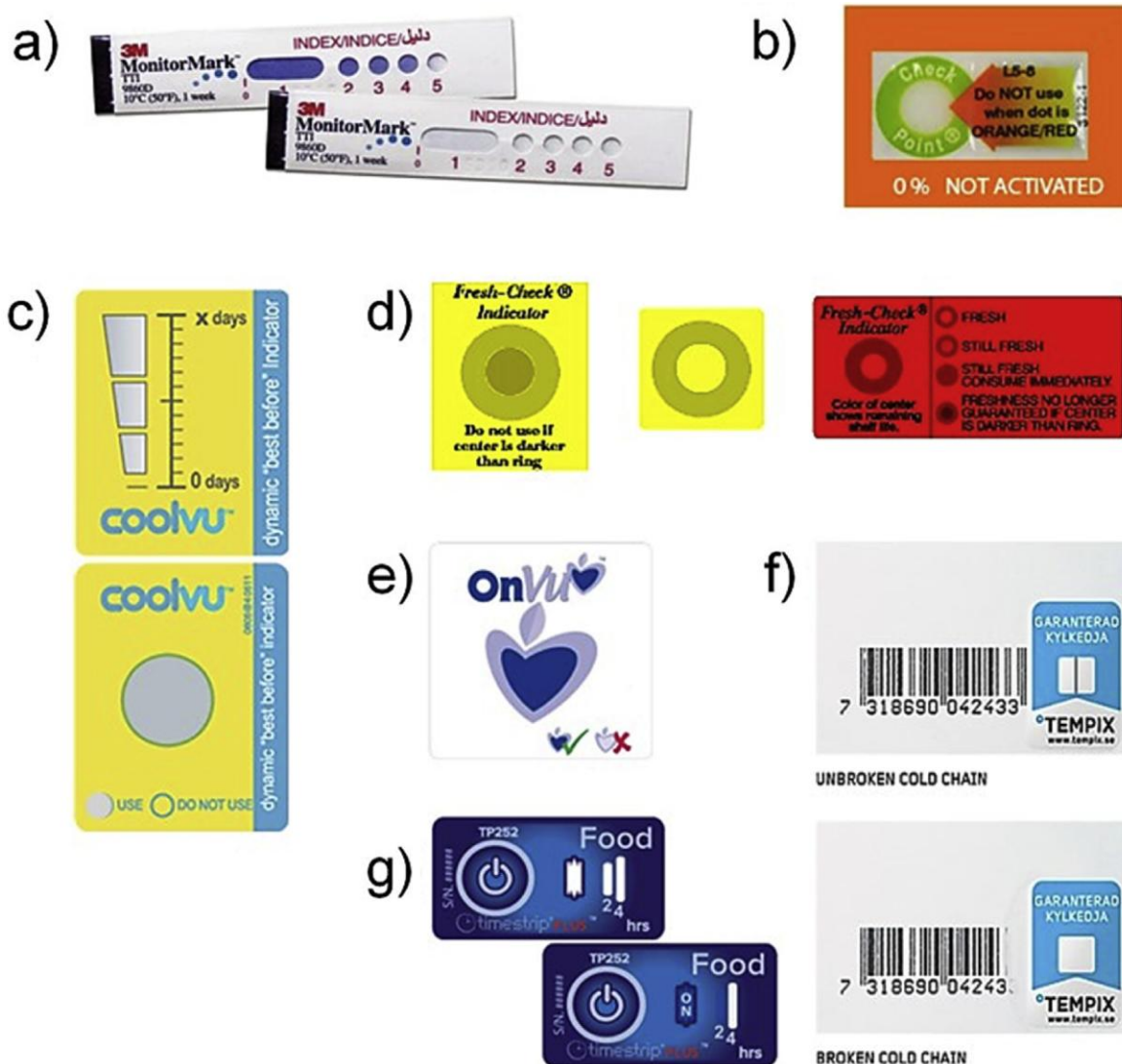
(Πηγή: Καναβούρας, Σημειώσεις Συσκευασίας Τροφίμων, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών)

Οι χρονοθερμοκρασιακοί δείκτες πρέπει να ταξινομηθούν ανάλογα με το εάν μας αποδίδουν ένα μέρος του ιστορικού του προϊόντος (partial history indicators) ή εάν μας αποδίδουν ολόκληρο το ιστορικό του τροφίμου (full history indicators). Οι δείκτες με μερική ένδειξη ιστορικού δεν ανταποκρίνονται εκτός εάν ξεπερασθεί το όριο θερμοκρασίας και διαπιστωθεί πως το προϊόν έχει εκτεθεί σε ιδανικές συνθήκες θερμοκρασίας ικανές να το υποβαθμίσουν ποιοτικά ή μικροβιολογικά. Από την άλλη, οι δείκτες με πλήρη ένδειξη του ιστορικού του τροφίμου αποτυπώνουν μια συνεχή ανταπόκριση θερμοκρασίας καθ' όλη τη διάρκεια μεταφοράς και αποθήκευσης του τροφίμου και αποσπούν το ενδιαφέρον των ερευνητών για περαιτέρω έρευνα και

σκοπούς εμπορικούς. Η χρήση τους στα πουλερικά και προϊόντα κρέατος, όπου ελέγχονται αν διαταράχθηκε η ψυκτική αλυσίδα, η μικροβιολογική ασφάλεια και η ποιότητα των τροφίμων, είναι ιδιαίτερα μεγάλης σημασίας και προσφέρουν τεράστιες δυνατότητες (Kerry et al., 2006).

Η χρονοθερμοκρασιακή ετικέτα παρέχει πληροφορίες σχετικά με το εάν έχει παρατηρηθεί υπέρβαση της θερμοκρασίας κατωφλίου, τη χρονική στιγμή που πραγματοποιήθηκε και το συνολικό χρονικό διάστημα που σημειώθηκε η υπέρβαση. Οι χρονοθερμοκρασιακοί δείκτες είναι πολύ χρήσιμοι ιδιαίτερα σε περιπτώσεις κατεψυγμένων τροφίμων όπου οι διαδικασίες μεταφοράς και αποθήκευσης είναι αρκετά σημαντικές για την ασφάλεια και ποιότητα των τροφίμων. Εκτός αυτού, χρησιμοποιούνται και ως δείκτες για να δείξουν πόσο φρέσκα είναι τα προϊόντα και εκτιμητές της διάρκειας ζωής τους. Η συγκεκριμένη τεχνολογία είναι γνωστή και ως “Time Strip” και εφαρμόζεται ήδη από την Nestle (2007) για τα προϊόντα της στο Ηνωμένο Βασίλειο. Ο συγκεκριμένος τύπος τεχνολογίας παρέχει πληροφορίες μέσω διάχυσης του υγρού διαμέσου μιας μεμβράνης για τη μέτρηση του χρόνου που έχει παρέλθει μια συγκεκριμένη θερμοκρασία. Η ταινία αυτή μπορεί να δείξει πόσος καιρός έχει παρέλθει από το άνοιγμα της συσκευασίας και έπειτα ή που το προϊόν είναι σε χρήση. Είναι αρκετά σημαντική σε προϊόντα όπως σάλτσες που πρέπει να φυλάσσονται στο ψυγείο και πρέπει να καταναλωθούν μέσα σε συγκεκριμένο χρονικό διάστημα.

Οι εφαρμογές των χρονοθερμοκρασιακών δεικτών στην αγορά περιλαμβάνουν τις ακόλουθες μάρκες TTI's: Monitor MarkTM από 3M (USA), Fresh-Check[®] από Lifelines Technologies Inc. (USA), CoolVuTM και OnVuTM από Freshpoint (Ελβετία), Checkpoint[®] από Vitsab International AB (Σουηδία), Tempix[®] από Tempix AB (Σουηδία), Timestrip[®] από Timestrip Plc (Ηνωμένο Βασίλειο), Smartpak[®] από Trigon Smartpak Ltd (Ηνωμένο Βασίλειο) και Insignia Cold Inspection Intelligent LabelsTM από Insignia Technologies Ltd (Ηνωμένο Βασίλειο) (Han et al., 2005a; Kuswandi et al., 2011; Ghaani et al., 2016; Ghaani, et al. 2016) (Εικόνα 4).



Εικόνα 4: Παραδείγματα χρονοθερμοκρασιακών δεικτών: a) Monitor Mark™ (<http://3m.com>), b) Fresh-Check®. (<http://fresh-check.com/>), c) CoolVu™ (<http://www.freshpoint-tti.com/product/coolvu.aspx>), d) Checkpoint® (<http://vitsab.com/index.php/tti-label/>), e) OnVu™ (<http://www.freshpoint-tti.com/links/default.aspx>), f) Tempix® (<http://tempix.com/the-indicator/>), g) Timestrip® (<http://timestrip.com>) (Πηγή: Ghaani, et al., 2016)

2.5.2 Δείκτες φρεσκάδας

Εκτός από τους χρονοθερμοκρασιακούς δείκτες υπάρχουν και άλλα είδη δεικτών, όπως οι δείκτες φρεσκάδας και οι δείκτες διαρροής αερίων. Η ανάπτυξη των δεικτών φρεσκάδας τις τελευταίες δύο δεκαετίες προήλθε από την αυξανόμενη ανάγκη των καταναλωτών για υγιεινά και φρέσκα τρόφιμα. Οι δείκτες φρεσκάδας αποτελούν έξυπνες συσκευές που καθιστούν ικανή την παρακολούθηση της ποιότητας των τροφίμων καθ' όλη τη διάρκεια της μεταφοράς και αποθήκευσης. Είναι αισθητήρες που υπάρχουν μέσα στη συσκευασία και ελέγχουν την ποιότητα των τροφίμων. Έκθεση σε επιβλαβείς συνθήκες ή υπέρβαση της διάρκειας ζωής του τροφίμου μπορούν να οδηγήσουν σε μείωση της φρεσκάδας του τροφίμου. Οι δείκτες

φρεσκάδας παρέχουν πληροφορίες για την ποιότητα του τροφίμου λαμβάνοντας υπόψη την παρουσία και ανάπτυξη μικροοργανισμών ή χημικές μεταβολές (Siro, 2012). Οι δείκτες φρεσκάδας μπορούν να δείξουν απευθείας την αλλοίωση ή τη φρεσκάδα των συσκευασμένων τροφίμων.

Ιδιαίτερα πρωτότυπος είναι ο δείκτης φρεσκάδας ευπαθών προϊόντων όπως φρούτων που τοποθετείται σε ετικέτες που εφαρμόζουν με πίεση στο εσωτερικό του μπροστινού τμήματος συσκευασιών από πολυεστέρα. Η λειτουργία του συνίσταται στην αλλαγή του χρώματός του η οποία απεικονίζεται πάνω στην ετικέτα, λόγω χάρη από πορτοκαλί που δηλώνει ότι το αχλάδι είναι ακόμα άγουρο, σε κίτρινο που δηλώνει ότι είναι ζουμερό, ως αντίδραση στην έκκριση αρωμάτων που παράγει όταν ωριμάζει. Ο δείκτης αυτός που καθιστά τις συσκευασίες οπτικά ελκυστικές και συντελεί στην μείωση των απωλειών προϊόντων αφού προειδοποιεί με ακρίβεια τους καταναλωτές πότε τα φρούτα ωριμάζουν, προωθείται παγκοσμίως από μια εταιρεία παραγωγής ετικετών για τη βιομηχανία τροφίμων στην Νέα Ζηλανδία.



Εικόνα 5: Δείκτης φρεσκάδας σε συσκευασία με αχλάδια

Ανάλογα με το είδος τροφίμου που περικλείεται στη συσκευασία γίνεται και διαφορετική χρήση δείκτη φρεσκάδας. Για παράδειγμα, οι δείκτες φρεσκάδας που προορίζονται για τα θαλασσινά βασίζονται στη συνολική περιεκτικότητα σε ολικό πτητικό άζωτο (TVB-N), πτητικές αμίνες, που σχηματίζονται όσο το τρόφιμο αλλοιώνεται και μπορούν να ανιχνευθούν με μια σειρά διαφορετικών μεθόδων, όπως αγωγιμόμετρο και μεταβολές pH (Heising et al., 2015; Kuswandi et al., 2014; Ghaani et al., 2016). Δείκτες υδρόθειου μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να δείξουν την ποιότητα προϊόντων κρέατος. Το υδρόθειο απελευθερώνεται κατά τη γήρανση του κρέατος και σχετίζεται άμεσα με το χρώμα της μυοσφαιρίνης που θεωρείται ένδειξη ποιότητας για τα προϊόντα κρέατος. Ο Smolander και οι συνεργάτες του, το 2002, ανέπτυξαν ένα δείκτη φρεσκάδας που βασίζεται στην παραπάνω αρχή σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα σε συσκευασμένο πουλερικό (Smolander et al., 2002).

Μερικοί δείκτες φρεσκάδας βασίζονται στην ευαισθησία ενάντια σε διάφορους άλλους μικροβιακούς μεταβολίτες, όπως είναι η αιθανόλη, το διακετύλιο και το διοξειδίο του άνθρακα (Pereira et al., 2011).

Ο πιο συχνός δείκτης φρεσκάδας που χρησιμοποιείται στη βιομηχανία συσκευασμένου κρέατος είναι το μπλε της βρωμοθυμόλης που ελέγχει την απελευθέρωση διοξειδίου του άνθρακα που παράγεται σαν ένδειξη μικροβιακής αλλοίωσης (Holte, 1993). Τα αυξημένα επίπεδα διοξειδίου του άνθρακα αντιδρούν με τη χρωστική και ανάλογα της τιμής του pH προκαλείται χαρακτηριστική μεταβολή του χρώματος. Εκτός από το διοξείδιο του άνθρακα, άλλοι μεταβολίτες που χρησιμοποιούνται ως μόρια παρακολούθησης στόχου με δείκτες ευαίσθητους σε μεταβολές pH είναι το διοξείδιο του θείου, το αμμώνιο, πτητικές αμίνες και οργανικά οξέα (Smolander, 2003; Fang et al, 2017).

Ο Galagan και οι συνεργάτες του, το 2008, ανέπτυξαν ένα διαφανές μελάνι που έχει ως σκοπό τον προσδιορισμό φρεσκάδας των τροφίμων. Η αρχή λειτουργίας του συγκεκριμένου μελανιού στηρίζεται στην αλλαγή χρώματός του. Οι θερμοκρασιακές συνθήκες και η διάρκεια παραμονής του τροφίμου στη συσκευασία είναι οι καταλυτικοί παράγοντες για την αλλαγή χρώματος του μελανιού. Πέρα από τα πλαίσια των εργαστηρίων και των ερευνητικών δοκιμών, πολλές εταιρείες συσκευασίας ασχολήθηκαν με το συγκεκριμένο τομέα και ανέπτυξαν τέτοιου είδους δείκτες.

Εμπορικές εφαρμογές των δεικτών φρεσκάδας περιλαμβάνουν τους Toxinguard[®] από Toxin Alert Inc., για να ελέγξει την ανάπτυξη της *Pseudomonas sp.* και SensorQ[™] από FQSI Inc., που απεικονίζει αλλοίωση σε νωπό κρέας και προϊόντα πουλερικών (O'Grady and Kerry, 2008). Επίσης, υπάρχουν εξειδικευμένοι δείκτες που προσδιορίζουν το στάδιο ωριμότητας των φρούτων βασιζόμενοι στην ανίχνευση αρωμάτων χαρακτηριστικών για το κάθε στάδιο.

2.5.3 Δείκτες αερίων

Τα τρόφιμα αποτελούν ένα πολύπλοκο σύστημα καθώς είναι ιδιαίτερα σημαντικό να αναπνέουν και το γεγονός αυτό μπορεί να αλλάξει όταν βρίσκονται εντός μιας συσκευασίας. Η σύνθεση των αερίων μέσα σε μια συσκευασία μπορούν εύκολα να αλλάξουν λόγω της αλληλεπίδρασης των τροφίμων με το περιβάλλον.

Οι δείκτες συγκέντρωσης αερίων, με τη μορφή ετικετών, τοποθετούνται μέσα στη συσκευασία με απώτερο σκοπό την παρακολούθηση των αλλαγών της εσωτερικής ατμόσφαιρας που δημιουργούνται λόγω φαινομένων διάχυσης μέσω της μεταβολικής δραστηριότητας των μικροοργανισμών και ενζυματικών ή χημικών αντιδράσεων που πραγματοποιούνται (Yam et al., 2005; Ghaani et al., 2016). Οι δείκτες θα πρέπει να βρίσκονται σε άμεση επαφή με το αέριο περιβάλλον που περιβάλλει τα τρόφιμα εντός της συσκευασίας. Η χρήση των δεικτών αερίων χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των δραστικών συστατικών της συσκευασίας (λόχου χάρη O_2 και CO_2) καθώς και για την ανίχνευση της εμφάνισης διαρροών.

Οι δείκτες αερίων ενημερώνουν αν υπάρχει τυχόν διαρροή αέρα στη συσκευασία και πληροφορεί για την παρουσία/ απουσία οξυγόνου ή/και διοξειδίου του άνθρακα. Η παρουσία οξυγόνου μπορεί να προκαλέσει οξειδωτική τάγγιση, ανεπιθύμητες μεταβολές του χρώματος στα τρόφιμα και να ευνοήσει την ανάπτυξη αερόβιων μικροοργανισμών. Οι δείκτες οξυγόνου τυπικά οδηγούν σε μεταβολή του χρώματος σε περίπτωση παρουσίας οξυγόνου, γεγονός που δείχνει το ενδεχόμενο διαρροής ή αλλοίωσης της συσκευασίας.

Εξαιτίας του γεγονότος ότι οι δείκτες τοποθετούνται μέσα στις συσκευασίες τροφίμων, πρέπει να πληρούν ορισμένες αυστηρές προδιαγραφές κατά τη διάρκεια του σχεδιασμού τους, όπως για παράδειγμα να είναι αδιάλυτες στο νερό και μη τοξικές (Mills, 2005). Οι πιο ευρέως χρησιμοποιούμενοι δείκτες αερίων είναι αυτοί που ελέγχουν τις συγκεντρώσεις οξυγόνου και διοξειδίου του άνθρακα. Εξαιτίας της σημασίας που έχουν αυτά τα δύο αέρια για τα τρόφιμα, έχει δοθεί ιδιαίτερη έμφαση στην έρευνα και στην ανάπτυξη των συγκεκριμένων δεικτών τα τελευταία χρόνια (Vu and Won, 2014; Lee and Ko, 2014). Διαφορές εμπορικές εφαρμογές αποτελούν το Ageless Eye™ από τη Mitsubishi Gas Chemical Co., Shelf Life Guard από UPM, Vitalon® από την Toagosei Chemical Inc., Tufflex GS από την Sealed Air Ltd. και Freshilizer από την Toppan Printing Co (O'Grady and Kerry, 2008; Rodrigues and Han, 2003; Ghaani et al., 2016).

2.5.4. Τεχνολογία RFID

Συσκευές μεταφοράς δεδομένων, γνωστές ως συσκευές αυτόματης αναγνώρισης, καθιστούν πιο αποτελεσματική την ροή πληροφοριών μέσα στην αλυσίδα εφοδιασμού τροφίμων με σκοπό την ασφάλεια και ποιότητα των τροφίμων. Οι συγκεκριμένες συσκευές δεν παρέχουν καμία πληροφορία σχετικά με την ποιοτική κατάσταση του τροφίμου, αλλά προορίζονται για να παρέχουν πληροφορίες για το γεωγραφικό στίγμα του τροφίμου, την ιχνηλασιμότητα, την αποτροπή κλοπής και άλλα. Οι φορείς δεδομένων συχνά τοποθετούνται σε εξωτερικές συσκευασίες ή διαφορετικά συσκευασίες τρίτου βαθμού, όπως για παράδειγμα παλέτες, κιβώτια μεταφοράς. Οι πιο σημαντικές συσκευές μεταφοράς δεδομένων στη βιομηχανία τροφίμων είναι οι ετικέτες RFID (Radio Frequency Identification).

Η τεχνολογία RFID επιτρέπει την αυτόματη αναγνώριση αντικειμένων και βασίζεται στην αποθήκευση και ασύρματη ανάκτηση δεδομένων μέσω μικροσκοπικών συσκευών, τα ονομαζόμενα RFID tags ή transponders. Τοποθετούνται σε προϊόντα, ζώα ή ακόμα και σε ανθρώπους. Οι ετικέτες RFID αποτελούν το πιο εξελιγμένο παράδειγμα φορέα δεδομένων. ένα σύστημα RFID αποτελείται από τρία μέρη: α) το tag (μικροτσιπ με κεραία), β) τον αναγνώστη και γ) ένα ενδιάμεσο λογισμικό (ένα τοπικό δίκτυο, υπολογιστής και άλλα). Περιλαμβάνουν μικροσκοπικά τσιπς με κεραίες, τα οποία τους επιτρέπουν να λαμβάνουν σήματα και να ανταποκρίνονται σε ραδιοσυχνότητες, οι οποίες εκπέμπονται από ένα RFID πομποδέκτη. Ο πομποδέκτης είναι η βάση ενός ολοκληρωμένου ηλεκτρονικού κυκλώματος που περιλαμβάνει ημιαγωγούς, συστατικά καθώς και κεραία, όπως αναφέρθηκε. Αποτελεί τη βάση της παθητικής ηλεκτρονική ετικέτας.

Η λειτουργία των συστημάτων RFID είναι απλή και βασίζεται στη δυναμική και αμφίδρομη επικοινωνία ετικετών και αναγνώστών. Η κεραία είναι συντονισμένη να λαμβάνει ηλεκτρομαγνητικά κύματα που εκπέμπονται από τον αναγνώστη. Όταν η παθητική ετικέτα λάβει ένα κατάλληλο κύμα διεγείρεται (λαμβάνει ενέργεια από το ηλεκτρομαγνητικό κύμα) και απαντάει στέλνοντας μια απάντηση, η οποία λαμβάνεται από τον αναγνώστη (reader). Χαρακτηριστική περίπτωση αποτελούν τα e-Pass της Αττικής Οδού και τα TEO-Pass των Εθνικών Οδών της χώρας.

Με λίγα λόγια, όταν οι ετικέτες RFID βρεθούν στην εμβέλεια της κεραίας του αναγνώστη, η μονάδα ελέγχου επικοινωνεί με ραδιοκύματα με την κεραία των ετικετών RFID. Οι ετικέτες με τη σειρά τους ενεργοποιούνται και επιστρέφουν τα

δεδομένα στους αναγνώστες. Στη συνέχεια, γίνεται παρέμβαση ενός ενδιάμεσου λογισμικού που κατανοεί τις πληροφορίες οι οποίες αποστέλλονται από τη μονάδα ελέγχου του αναγνώστη και έπειτα ο αναγνώστης τις μεταφέρει στο εκάστοτε πληροφοριακό σύστημα.

Δύο σημαντικά χαρακτηριστικά είναι αυτά τα οποία χαρακτηρίζουν την τεχνολογία RFID και συγκεκριμένα είναι ο μεγάλος αριθμός δεδομένων που μπορούν να αποθηκευθούν σε ένα RFID tag και η πιθανότητα μεταφοράς και μετάδοσης της πληροφορίας ακόμα και σε μεγάλες αποστάσεις, βελτιώνοντας με αυτό τον τρόπο την ταυτοποίηση και την ιχνηλασιμότητα προϊόντων (Plessky, 2009). Τα περισσότερα εξελιγμένα συστήματα RFID έχουν ένα εύρος ανάγνωσης μεγαλύτερο από τα 100m με ικανότητα αποθήκευσης πάνω από 1 MB. Στις μέρες μας, η τεχνολογία RFID περιλαμβάνει δύο τύπους: τα ενεργητικά και παθητικά tags. Η κυριότερη διαφορά τους έγκειται στο γεγονός ότι τα παθητικά tags δεν απαιτούν καθόλου ηλεκτρική τροφοδοσία, ενώ αντίθετα τα ενεργητικά χρειάζονται μπαταρία (Ghaani et al., 2016). Το συγκεκριμένο είδος έξυπνης συσκευασίας έχει τη δυνατότητα να αποτυπώσει την ιχνηλασιμότητα του τροφίμου σε πραγματικό χρόνο σε παγκόσμια κλίμακα για πλήρη καταγραφή της εφοδιαστικής αλυσίδας και των διεργασιών των Logistics. Μπορεί ουσιαστικά να επικοινωνήσει ασύρματα σε συμβατά ηλεκτρονικά μέσα και να αλληλεπιδράσει μέσω ενός υπολογιστή ή με άλλο συμβατό ηλεκτρονικό μηχάνημα, όπως λόγου χάρη κινητό τηλέφωνο. Η συγκεκριμένη τεχνολογία έγκειται στα πλαίσια των καινοτομιών των τελευταίων χρόνων για οργάνωση και ταξινόμηση της γνώσης στο περιβάλλον της έντυπης επικοινωνίας.

Με την εφαρμογή των RFID συστημάτων αποτυπώνεται η περίπτωση της εκτύπωσης των ηλεκτρονικών κυκλωμάτων και προσεγγίζεται η διεξόδου της ηλεκτρονικής τεχνολογίας στην έντυπη επικοινωνία, σε χάρτινες συσκευασίες, καρτελάκια, αφίσες, η οποία προκάλεσε το μετασχηματισμό του συμβατικού προϊόντος σε έξυπνη συσκευασία (Νομικός και άλλοι, 2017). Το πρόβλημα δεν βρίσκεται μόνο στην επαφή (τρόφιμο και συσκευασία), αλλά στη χρονική διάρκεια, στις συνθήκες περιβάλλοντος και στην κατάσταση της συσκευασίας, καταστάσεις τις οποίες μια τέτοιου είδους τεχνολογία μπορεί να απεικονίσει. Οι ετικέτες RFID χρησιμεύουν ιδιαίτερα στον τομέα των logistics, αφού α) μπορούν να διαβαστούν ταυτόχρονα, γρήγορα και από απόσταση, β) αποθηκεύουν μεγάλο εύρος πληροφοριών, όπως θερμοκρασία, σχετική υγρασία, διατροφικές πληροφορίες και γ) έχουν τη δυνατότητα προγραμματισμού εξ απόστασεως.

Παρά το γεγονός πως η RFID τεχνολογία είναι ευρέως διαδεδομένη αρκετά χρόνια πριν, η διείσδυση στην αγορά των συγκεκριμένων συσκευών έχει καθυστερήσει σε σχέση με τα barcodes (γραμμωτοί κώδικες), κατά κύριο λόγο εξαιτίας του κόστους. Η RFID τεχνολογία δεν πρέπει να συγχέεται και να θεωρείται πως αντικαθίσταται από τα barcodes. Αποτελούν διαφορετικές τεχνολογίες και έχουν διαφορετικές εφαρμογές, ενώ μερικές από αυτές συμπίπτουν. Η μεγαλύτερη διαφορά συνίσταται στο ότι τα συστήματα που βασίζονται στην τεχνολογία barcodes απαιτούν οπτική επαφή μεταξύ τους, δηλαδή ο scanner θα πρέπει να “δει” το barcode για να το διαβάσει.

Αντίθετα, τα RFID tags είναι σε θέση να αναγνωσθούν από μεγάλη απόσταση αρκεί να βρίσκονται στην περιοχή κάλυψης του αναγνώστη. Μια αξιοσημείωτη διαφορά είναι η εξής: δύο κουτιά που περιέχουν γάλα μπορεί να έχουν το ίδιο barcode, ενώ αν χρησιμοποιείται η RFID τεχνολογία μπορεί να αποθηκευθεί ακόμα και η ημερομηνία λήξης του προϊόντος γεγονός που μπορεί να γίνει αντιληπτό από ένα “έξυπνο ψυγείο”. Εξαιτίας των σημαντικών διαφορών που παρουσιάζουν τα δύο συστήματα, με τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά τους, θα συνεχίσουν να εφαρμόζονται είτε μόνα τους είτε σε συνδυασμό (Ghaani et al., 2016).

Παρόλα τα τεχνικά προβλήματα και τους προβληματισμούς των επιχειρήσεων, το ενδιαφέρον για την τεχνολογία RFID παραμένει υψηλό. Αυτό οφείλεται κατά κύριο λόγο στις συνεχείς βελτιώσεις της τεχνολογίας και στα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της, τα οποία της επιτρέπουν να προσφέρει καινοτόμες λύσεις τόσο κατά μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας όσο και κυρίως εντός των επιχειρήσεων. Ένα ιδιαίτερο χαρακτηριστικό της ετικέτας είναι ότι έχει την ικανότητα να «διαφημίζει» την παρουσία της. Είναι δηλαδή δυνατό κάποιος να γνωρίζει που βρίσκεται ή που δεν βρίσκεται ένα προϊόν. Το συγκεκριμένο χαρακτηριστικό αξιοποιείται από επιχειρήσεις για την επισήμανση ελαττωματικών προϊόντων κατά την παραγωγική διαδικασία, έτσι ώστε να εξασφαλισθεί πως τα προϊόντα εκτός προδιαγραφών δεν θα προχωρήσουν στα επόμενα στάδια της διαδικασίας. Επίσης, με τη χρήση του RFID, ένα σύστημα διαχείρισης αποθήκης μπορεί να αποκτήσει καλύτερη ορατότητα στη χωροταξική κατανομή της αποθήκης. Με τα barcodes απαιτείται η ύπαρξη ετικετών σε κάθε ράφι, ενώ με το RFID το σύστημα ενημερώνεται δυναμικά και συντελεί έτσι στην καλύτερη δυνατή βελτίωση για τη βέλτιστη αξιοποίηση του διαθέσιμου χώρου της αποθήκης. Η εφαρμογή των συγκεκριμένων ενεργών ετικετών διευκολύνει τις

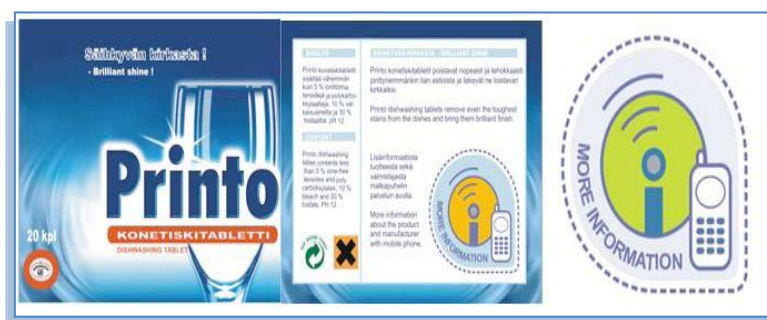
επιχειρήσεις στο να εντοπίσουν καλύτερα το διαθέσιμο μηχανολογικό εξοπλισμό τους.

Επιπρόσθετα, η εφαρμογή της συγκεκριμένης τεχνολογίας μπορεί να βοηθήσει σε μεγάλο βαθμό την επιχείρηση και κατά μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας. Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, η δυνατότητα της RFID ετικέτας να επικοινωνεί με το δέκτη χωρίς οπτική επαφή, επιτρέπει στις επιχειρήσεις να γνωρίζουν όλο το ιστορικό της συσκευασίας, όπως για παράδειγμα σε ποιον πελάτη έφθασε, αν κρίνεται απαραίτητο να αποσυρθεί και διάφορα άλλα σημαντικά στοιχεία. Σύμφωνα με τους Λαδά και Σφυρή (2008) από τον όμιλο Θεοδώρου, το πρόβλημα των πλαστών προϊόντων (counterfeiting) κρίνεται ως ένα ζήτημα υψίστης σημασίας που αντιμετωπίζει μια βιομηχανία και κυρίως μια φαρμακοβιομηχανία στις μέρες μας. Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας υπολογίζει ότι 5-8% των φαρμάκων που διακινούνται παγκοσμίως είναι πλαστά. Στην Αμερική, ο FDA προτείνει την εφαρμογή “Mass Serialization”, δηλαδή την ταυτοποίηση κάθε μονάδας μεταφοράς με έναν και μοναδικό σειριακό και την καταχώρησή του σε ένα κεντρικό σύστημα. Με τον τρόπο αυτό, μπορεί να επιβεβαιωθεί η γνησιότητα των συσκευασμάτων. Ο FDA προτείνει την εφαρμογή RFID για την υλοποίηση της συγκεκριμένης ιδέας, αφού είναι δύσκολο να αντιγραφεί ένα σύστημα RFID.

2.5.5 Τεχνολογία NFC

Η στατική εικόνα της συσκευασίας και της ετικέτας γίνεται δυναμική μέσω της ενσωμάτωσης της ηλεκτρονικής στη συσκευασία του τροφίμου. Μία από τις ηλεκτρονικές εφαρμογές είναι η NFC (Near Field Communication) τεχνολογία που επικοινωνεί με κινητά τηλέφωνα (ασύρματη επικοινωνία μεταφοράς δεδομένων). Η επικοινωνία NFC αποτελεί μια επέκταση ή υποκατηγορία της τεχνολογίας RFID και επιτρέπει την απλή και ασφαλή λειτουργία αλληλεπίδρασης μεταξύ ηλεκτρονικών συσκευών. Οι δυνατότητες οι οποίες διακατέχουν τη συγκεκριμένη τεχνολογία είναι: α) γρήγορη και εύκολη διαδικασία, κερδίζοντας τις εντυπώσεις του καταναλωτή, β) μπορούν να τοποθετηθούν σε οποιαδήποτε μορφή διαφήμισης και γ) λανσάρισμα νέων προϊόντων, για προωθητικές ενέργειες και απόκτηση CRM (Customer Relationship Management) / Direct Marketing. Αυτού του τύπου οι ετικέτες έχουν τη δυνατότητα να κατασκευάζονται σε μικρό μέγεθος με σκοπό να είναι ικανές να χωρέσουν σε διάφορα προϊόντα για να εξυπηρετήσουν διάφορες ανάγκες, όπως

ασφάλεια, αντικλεπτική προστασία και ατομική αναγνώριση. Αποτελεί την νεότερη έκδοση RFID που συνήθως χρησιμοποιείται από πολύ μικρή απόσταση για την ανάκτηση πληροφοριών (Mainetti et al., 2012). Πρόκειται για συνδυασμό προσδιορισμού και ταυτοποίησης άνευ επαφής των τεχνολογιών διασύνδεσης καθώς και συνδυασμό των τεχνολογιών RFID/ NFC μέσω διασύνδεσης προϊόντος με κινητό τηλέφωνο. Ο συνδυασμός των τεχνολογιών RFID και NFC επιτρέπει στον καταναλωτή να έχει πλήρη επίγνωση του ιστορικού του προϊόντος που προτίθεται να αγοράσει (Mainetti et al., 2013).



Εικόνα 6: Προϊόν στο οποίο έχει εφαρμοσθεί NFC τεχνολογία

(Πηγή: Ψαρίδης και Νομικός, 2015)

Η εν λόγω τεχνολογία είναι τόσο εύχρηστη και απλή, καθώς το μόνο που απαιτείται από τον καταναλωτή είναι συνδεθεί μέσω του κινητού του με ένα NFC tag (90 % των συσκευών έχουν τη δυνατότητα σύνδεσης μέσω NFC). Έπειτα, το τηλέφωνο ανοίγει αυτόματα μια ιστοσελίδα όπου ο καταναλωτής είναι σε θέση να διαβάσει όλες τις πληροφορίες που συνοδεύουν το συγκεκριμένο προϊόν και ακόμα να εκφέρει και τη δική του άποψη. Οι ετικέτες NFC μπορούν να τοποθετηθούν σε οποιαδήποτε μορφή διαφήμισης (πάνω από 10.000 σημεία εντύπων/ προϊόντων και συσκευών έχουν ήδη κάνει χρήση της συγκεκριμένης εφαρμογής). Υπάρχει η δυνατότητα για χρήση μέσα στο κατάστημα, όπου μπορούν να δημιουργηθούν σημεία σύνδεσης σε βασικά σημεία του καταστήματος, επιτρέποντας να φθάσει στους καταναλωτές η σωστή πληροφορία, τη σωστή χρονική στιγμή.

Μέσω της τεχνολογίας NFC ο καταναλωτής, που ψωνίζει, διασκεδάζει, πίνει το ποτό του, έρχεται πιο κοντά στο προϊόν και στην εταιρεία που το παράγει. Με το άνοιγμα μιας ετικέτας NFC ξεκινάει η επικοινωνία με το brand από τη στιγμή εκείνη που ο καταναλωτής θα συνδεθεί μέσω κινητού τηλεφώνου με την ιστοσελίδα του προϊόντος. Επιτυγχάνεται εύκολο λανσάρισμα νέων προϊόντων, προωθητικές ενέργειες όπου μπορούν να μεταβάλλονται χωρίς επιβάρυνση κόστους για

δημοσιοποίηση και άμεσα να μεταφέρονται στον καταναλωτή, δημιουργία πελατοκεντρικού προφίλ και βελτιστοποίηση αποτελεσμάτων λόγω της χρήσης NFC τεχνολογίας (Ψαρίδης και Νομικός, 2015).

Στα πλαίσια των αυξημένων καινοτομιών της εποχής μας, αρκετοί μπορούν να αναρωτηθούν πόσο κοντά είναι άραγε η στιγμή που ο καταναλωτής θα πηγαίνει στο super market και τα προϊόντα στα ράφια θα τον χαιρετάνε και θα του μιλούν.

Πάντως δεν είναι τόσο μακριά όσο κάποιος μπορεί να φαντάζεται και συγκεκριμένα πρόκειται για μια καινοτομία που μέσα της υπάρχει αρκετή ελληνική τεχνογνωσία.

Μια πρόταση για έξυπνες συσκευασίες, οι οποίες θα φέρουν ενσωματωμένα εύκαμπτα οργανικά φωτοβολταϊκά, παρουσιάστηκε στην έκθεση SYSKEVASIA 2018 από την ελληνική καινοτόμο εταιρεία Organic Electronic Technologies (OET).

Η συσκευασία έχει την εξής λειτουργία: τα φωτοβολταϊκά παράγουν ενέργεια από το περιβάλλον, που αποθηκεύεται σε έναν πυκνωτή και έτσι όταν ο πιθανός αγοραστής περάσει μπροστά από το προϊόν η συσκευασία «αντιλαμβάνεται» μέσω αισθητήρων τη σκιά του και τον «χαιρετά» και τον ενημερώνει αναλυτικά για το προϊόν που περιέχει. Αποτελεί μία από τις έξυπνες ιδέες που παρουσιάστηκαν και ενσωματώνουν OLED τεχνολογίες, δηλαδή οργανικές που μεταβάλλουν υλικά, τα οποία εκπέμπουν φωτεινότητα και NFC. Με άλλα λόγια, οι συσκευασίες λειτουργούν με τον ίδιο τρόπο που λειτουργούν και οι χρεωστικές κάρτες. Τη στιγμή που ο πελάτης ακουμπήσει το κινητό του πάνω στη συσκευασία του προϊόντος, εμφανίζονται στην οθόνη του όλες οι πληροφορίες για το προϊόν. Οι νέες τεχνολογίες που ενσωματώνονται στην έξυπνη τεχνολογία, όχι μόνο πληροφορούν τον καταναλωτή, αλλά προσφέρουν προστιθέμενη αξία στο ίδιο το προϊόν, όπως αναφέρει χαρακτηριστικά ο κύριος Βασίλης Μάτσκος, εκπρόσωπος της εταιρείας (Εικόνα 7).



Εικόνα 7 : “Η έξυπνη συσκευή που ειδοποιεί για την ύπαρξή της”, όπως αναφέρουν εκπρόσωποι της OET, SYSKEVASIA 2018

(Πηγή: Τα Νέα)

Όπως αναφέρει χαρακτηριστικά η κυρία Φοίβη Λογοθέτη, υπεύθυνη του Συνδέσμου Ελληνικών Επιχειρήσεων Οργανικών Ηλεκτρονικών, *“είναι μια πρόταση της εταιρείας που μπορεί να εφαρμοσθεί σε μια συσκευασία, ώστε να αποτελέσει ένα μέσο προσέγγισης του καταναλωτή, αναπτύσσοντας τη διαδραστικότητα του προϊόντος”*. Επιπλέον αναφέρει πως η συγκεκριμένη πρωτοπορία είναι καινοτομία των Ελλήνων και αποτελεί κάτι το σχετικά καινούργιο.

Στον Σύνδεσμο Ελληνικών Επιχειρήσεων Οργανικών Ηλεκτρονικών HOPE-A συμμετέχουν 35 εταιρείες σε όλη την Ελλάδα και δραστηριοποιούνται σε ολόκληρη την αλυσίδα των Εύκαμπτων και Εκτυπωμένων Ηλεκτρονικών από προμηθευτές υλικών μέχρι παραγωγούς προϊόντων που ενσωματώνουν αυτές τις τεχνολογίες στις έξυπνες συσκευασίες. Ο συγκεκριμένος Σύνδεσμος διαθέτει ένα δίκτυο 2000 συνεργατών στο πεδίο των Εύκαμπτων και Εκτυπωμένων Ηλεκτρονικών από όλο τον κόσμο και ήδη έχει διεθνείς συνεργασίες με αντίστοιχους φορείς στη Γερμανία, τη Γαλλία, την Ιαπωνία, την Κίνα και την Κορέα.

2.5.6 Βιοαισθητήρες

Η ανάπτυξη των παθογόνων μικροοργανισμών αποτελεί ένα μείζον ζήτημα στη βιομηχανία των τροφίμων στις μέρες μας και για το λόγο αυτό πολλοί καταναλωτές είναι ανήσυχοι σχετικά με αυτό το πρόβλημα. Η ανάγκη για γρήγορη και έγκυρη ανίχνευση μικρών πληθυσμών παθογόνων μικροβίων ή τοξινών που προέρχονται από αυτά είναι ένα αποτελεσματικό βήμα για την προσφορά ασφαλών προϊόντων στον καταναλωτή. Οι βιοαισθητήρες έχουν τη δυνατότητα να ανιχνεύσουν μικρές ποσότητες ουσιών και να μετατρέψουν την πληροφορία αυτή σε ποσοτικοποιημένο σήμα (Huff, 2008). Χαρακτηρίζονται ως συμπαγή αναλυτικά συστήματα τα οποία έχουν τη δυνατότητα να ανιχνεύσουν, καταγράψουν και μεταφέρουν την επιθυμητή πληροφορία αναφορικά με βιολογικές αντιδράσεις (Yam et al., 2005). Βιοαισθητήρας θεωρείται ένας αυτόνομος αισθητήρας ικανός να παρέχει ποσοτικές ή ημιποσοτικές πληροφορίες χρησιμοποιώντας ένα στοιχείο βιολογικής αναγνώρισης που βρίσκεται σε άμεση χωρική επαφή με έναν κατάλληλο μεταλλάκτη.

Ένας βιοαισθητήρας αποτελείται από έναν βιοϋποδοχέα, εξειδικευμένο για τον αναλυτή στόχο, και ένα μετατροπέα που θα μεταφράσει το βιολογικό σήμα σε ποσοτικοποιημένη ηλεκτρική ένδειξη. Η παραγωγή του ψηφιακού ηλεκτρονικού σήματος είναι ανάλογη της συγκέντρωσης του συγκεκριμένου προς ανάλυση στοιχείου. Οι βιοϋποδοχείς είναι οργανικά μόρια όπως για παράδειγμα ένζυμα, αντιγόνα, μικρόβια, ορμόνες και νουκλεϊκά οξέα.

Οι βιοαισθητήρες μπορούν να ενσωματωθούν στις συσκευασίες των τροφίμων για να παρέχουν πληροφορίες όσο αφορά μικροβιολογική ανάπτυξη, επιμόλυνση και σχετικές βιοχημικές αντιδράσεις με σκοπό τη διασφάλιση της ποιότητας και ασφάλειας των τροφίμων. Με άλλα λόγια, στην έξυπνη συσκευασία που έχουν ενσωματωθεί βιοαισθητήρες το ενδεχόμενο για αξιοπιστία προς τον καταναλωτή όλο και αυξάνεται. Τη στιγμή που τα αντιγόνα έρθουν σε επαφή με το μικροοργανισμό στόχο, το υλικό συσκευασίας θα μεταδώσει μια ορατή ένδειξη για να αφυπνίσει τον καταναλωτή.

Οι σύγχρονοι βιοαισθητήρες συντελούν στην ανίχνευση μικροοργανισμών, βιομορίων, οργανικών ενώσεων και ανόργανων συστατικών στα τρόφιμα με ακρίβεια και υψηλή ευαισθησία, δίνοντας αποτελέσματα ταχύτερα σε σχέση με παραδοσιακές τεχνικές ανάλυσης. Ένας ιδανικός βιοαισθητήρας πρέπει να χαρακτηρίζεται από

υψηλή ευαισθησία, μεγάλη εκλεκτικότητα, καλή επαναληψιμότητα και ταχεία απόκριση. Εκτός αυτών των χαρακτηριστικών, οφείλει να έχει υψηλή αξιοπιστία, μεγάλη διάρκεια ζωής, χαμηλό κόστος καθώς και ευκολία κατασκευής.

Η πλειοψηφία των διαθέσιμων βιοαισθητήρων δεν είναι ακόμα εμπορικά υλοποιήσιμη και πολλοί από αυτούς δεν εφαρμόζονται ακόμα στην αγορά των τροφίμων. Ανάλυση δεδομένων της αγοράς για ανίχνευση παθογόνων στη συσκευασία τροφίμων συμπεραίνει πως οι βιοαισθητήρες έχουν πολλά να προσφέρουν στο μέλλον της συσκευασίας τροφίμων (Alocilja and Radke, 2003). Παρακάτω αναφέρονται ενδεικτικά μερικά από τα συστήματα βιοαισθητήρων που κυκλοφορούν στην αγορά.

Το ToxinGuardTM έχει κατασκευασθεί από την Toxin Alert Inc (Καναδάς) αποτελεί ένα διαγνωστικό εργαλείο το οποίο χρησιμοποιείται για να ανιχνεύσει παθογόνους ή διαφορετικά είδη μικροοργανισμών που είναι πιθανό να επιμολύνουν ένα τρόφιμο, όπως για παράδειγμα *Campylobacter* spp., *Escherichia coli* O157, *Listeria* spp. και *Salmonella* spp. Η λειτουργία του παραπάνω συστήματος βασίζεται στις αντιδράσεις αντιγόνου-αντισώματος σε πολυμερείς ταινίες συσκευασίας. Σε περίπτωση παρουσίας του παθογόνου, η παραγόμενη τοξίνη συνδέεται με το αντίσωμα και ακινητοποιείται σε ένα λεπτό στρώμα του ευέλικτου φιλμ πολυμερούς (όπως για παράδειγμα πολυαιθυλένιο), αποδίδοντας μια καθαρή αλλαγή χρώματος στη συσκευασία (Han, 2013).

Το Bioett (Bioett AB, Σουηδία) είναι ένα σύστημα το οποίο συνδυάζει βιοχημεία και ηλεκτρονική για να παρακολουθήσει τη θερμοκρασία των τροφίμων κατά τη διάρκεια της μεταφοράς τους υπό ψύξη. Το εν λόγω σύστημα απαρτίζεται από ένα βιοαισθητήρα που είναι σε επαφή με το συσκευασμένο τρόφιμο, έναν ανιχνευτή που διαβάζει την πληροφορία που δέχεται από το βιοαισθητήρα και μια βάση δεδομένων για αποθήκευση των πληροφοριών (Hogan and Kerry, 2008).

Επιπρόσθετα, το Flex Alert (Καναδάς) αναπτύσσει εμπορικά διαθέσιμους βιοαισθητήρες εξειδικευμένους για την ανίχνευση παραγόμενων τοξινών σε συσκευασμένα τρόφιμα κατά μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας. Οι συγκεκριμένοι βιοαισθητήρες είναι αποτελεσματικοί και χρησιμοποιούνται ενάντια της *E. coli* O157, *Listeria* spp., *Salmonella* spp. και αφλατοξινών (Vanderroost et al., 2014; Ghanni et al., 2016). Το Food Sentinel SystemTM (Sira Technologies, Καλιφόρνια) χαρακτηρίζεται ως ένα σύστημα βιοαισθητήρων ειδικό για συνεχή παρακολούθηση και ανίχνευση όποιας τυχόν επιμόλυνσης διαμέσω ανοσολογικών αντιδράσεων που

διαδραματίζονται εν μέρει στο barcode. Το barcode δεν είναι δυνατό να αναγνωσθεί σε περίπτωση παρουσίας βακτηρίων. Τέτοιου είδους συστήματα σηματοδοτούν ένα καινούργιο αύριο με περισσότερες καινοτομίες και εξελίξεις (Kerry et al., 2006).

2.6. Ορισμός και εφαρμογές της ενεργού συσκευασίας

Ήδη από την αρχή της νέας χιλιετίας, καινοτομίες στα συστήματα συσκευασίας τροφίμων έχουν πραγματοποιηθεί ως ανταπόκριση στις συνεχείς αλλαγές των τάσεων της αγοράς και των προτιμήσεων των καταναλωτών για ασφαλή, υγιεινά, εύχρηστα και ποιοτικά τρόφιμα. Η χρήση των κατάλληλων υλικών συσκευασίας και μεθόδων που θα ελαχιστοποιήσουν τις απώλειες τροφίμων και θα παρέχουν ασφαλή τρόφιμα για τον καταναλωτή αποτελούν τον κύριο στόχο της συσκευασίας τροφίμων τα τελευταία χρόνια. Ως εκ τούτου, μια μεγάλη ποικιλία τεχνολογιών ενεργού συσκευασίας έχουν εμφανισθεί στο προσκήνιο με απώτερο σκοπό να παρέχουν ποιοτικότερα, υγιεινά και ασφαλή τρόφιμα και με μειωμένα απόβλητα (Ozdemir and Floros, 2004).

Οι παραδοσιακές/ παθητικές συσκευασίες παρέχουν μηχανική υποστήριξη και προστασία των τροφίμων από εξωτερικούς παράγοντες, όπως λόγω χάρη οξυγόνου, μικροοργανισμοί, φως και με τον τρόπο αυτό εξασφαλίζουν ευκολία στο χειρισμό των τροφίμων και διατήρηση της ποιότητάς τους. Με λίγα λόγια, δρουν ως ένα παθητικό εμπόδιο που διαχωρίζει και προφυλάσσει το τρόφιμο από το περιβάλλον. Το κλειδί ασφαλείας για αυτές τις παραδοσιακές συσκευασίες είναι να αποτελούνται από όσο το δυνατό αδρανή υλικά, έτσι ώστε να υπάρχει η ελάχιστη δυνατή αλληλεπίδραση μεταξύ τροφίμου και περιβάλλοντος (Dainelli et al., 2008).

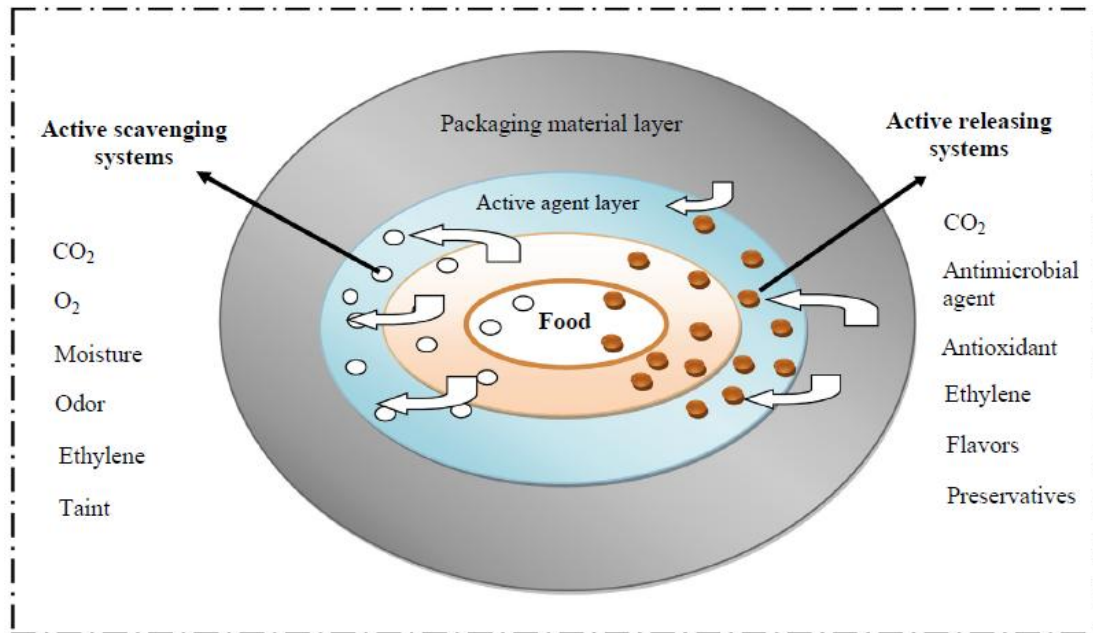
Αντίθετα, η ενεργός συσκευασία αποτελεί ένα σύνολο συστημάτων που δρουν συμπληρωματικά προς την κύρια συσκευασία του τροφίμου και έχουν την ιδιότητα να αλληλεπιδρούν με το υλικό, την ατμόσφαιρα στο εσωτερικό του περιέκτη ή με το ίδιο το τρόφιμο, δρώντας ακόμα και ρυθμιστικά ως προς τη σύσταση της αέριας ατμόσφαιρας στο εσωτερικό της συσκευασίας. Πρόκειται για ένα σύστημα συσκευασίας το οποίο ενεργά διαφοροποιεί τις συνθήκες του συσκευασμένου προϊόντος με σκοπό: α) να επιμηκύνει τη διάρκεια ζωής του, β) να βελτιώσει την ασφάλειά του, γ) να βελτιώσει τις οργανοληπτικές του ιδιότητες και δ) να διατηρήσει την ποιότητά του, χωρίς όμως να μεταβληθεί η σύνθεσή του. Η ενεργός συσκευασία αναφέρεται στην ενσωμάτωση συγκεκριμένων πρόσθετων στη συσκευασία

τροφίμων, είτε απελευθερωμένο εντός της συσκευασίας, είτε προσκολλημένο στο εσωτερικό της είτε πλήρως ενσωματωμένο σε κάποιο υλικό της.

Η ανάπτυξη μιας μεγάλης ποικιλίας συστημάτων ενεργού συσκευασίας, μερικά από τα οποία εφαρμόζονται είτε σε υπάρχοντα είτε σε νέα προϊόντα, είναι σχετικά καινούργια. Περιλαμβάνει πρόσθετα ή “ενισχυτές φρεσκάδας” που έχουν την ικανότητα να συμμετέχουν σε πληθώρα εφαρμογών συσκευασίας και με την τρόπο αυτό να ενισχύσουν τη λειτουργία της προϋπάρχουσας συσκευασίας (Kerry et al., 2006). Εφαρμογές της ενεργού συσκευασίας περιλαμβάνουν μηχανισμούς αφαίρεσης ή προσρόφησης οξυγόνου, υγρασίας και οσμών, καθώς και απελευθέρωση CO₂, αιθανόλης και συντηρητικών (αντιμικροβιακών) ουσιών για την παράταση του χρόνου ζωής του συσκευασμένου τροφίμου. Τα υλικά που αποτελούν τους φορείς των συστατικών ενεργού συσκευασίας είναι πλαστικές εδώδιμες ή μη ύλες, οι οποίες τοποθετούνται στο εσωτερικό της κύριας συσκευασίας, σε άμεση ή μη επαφή με το τρόφιμο.

Η εφαρμογή της ενεργούς συσκευασίας προϋποθέτει την ανάπτυξη τεχνογνωσίας αναφορικά με τα μέσα των βιοδραστικών συστατικών (όπως εδώδιμες μεμβράνες/επικαλύψεις) και τον καθορισμό των επιτρεπτών από την νομοθεσία βιοδραστικών συστατικών και ορίων τους. Για τον λόγο αυτό, απαιτείται η συνδρομή νέων υλικών συσκευασίας καθώς και του σχεδιασμού και κατασκευής μηχανολογικού εξοπλισμού για τη δημιουργία νέων συσκευασιών και ενσωμάτωσή τους στην παραγωγική διαδικασία της βιομηχανίας τροφίμων.

Οι κύριες εφαρμογές της ενεργούς συσκευασίας είναι οι μηχανισμοί προσρόφησης (δέσμευσης), διάσπασης ή σταδιακής διάχυσης παραγόντων ωρίμανσης, συντήρησης (για επιβράδυνση της ωρίμανσης) και διατήρησης ή/και βελτίωσης οργανοληπτικών συστατικών της συσκευασίας. Σημαντικά παραδείγματα ενεργού συσκευασίας είναι οι δεσμευτές οξυγόνου (oxygen scavengers), οι μηχανισμοί απορρόφησης/ απελευθέρωσης διοξειδίου του άνθρακα (carbon dioxide absorbers/ emmitters), δεσμευτές υγρασίας (moisture absorbers), δεσμευτές αιθυλενίου (ethylene absorbers), έλεγχος οσμών και γεύσεων (Ozdemir and Floros, 2004).

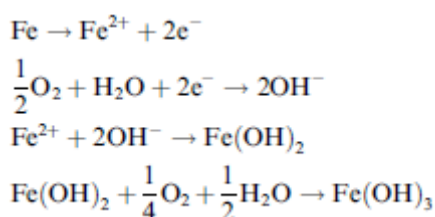


Εικόνες 8 και 9: Συστήματα δέσμευσης και απελευθέρωσης ενεργού συσκευασίας
(Πηγές: Ahmed et al., 2017 και Vilela et al., 2018)

2.6.1 Δεσμευτές οξυγόνου

Υψηλές συγκεντρώσεις οξυγόνου στις συσκευασίες τροφίμων μπορούν να διευκολύνουν την ανάπτυξη μικροοργανισμών, τη δημιουργία οσμών και άσχημης γεύσης, τη μεταβολή του χρώματος και μείωση θρεπτικών συστατικών που είναι ικανά να προκαλέσουν μείωση της διάρκειας ζωής των τροφίμων. Ως εκ τούτου, γίνεται αντιληπτό πως η παρακολούθηση των επιπέδων συγκέντρωσης οξυγόνου στη συσκευασία ενός τροφίμου είναι πολύ σημαντική για να περιορισθούν τέτοια φαινόμενα υποβάθμισης και αντιδράσεων αλλοίωσης.

Οι μηχανισμοί δέσμευσης οξυγόνου παρέχουν μια εναλλακτική λύση από τη συσκευασία σε κενό (vacuum) και μίγμα αερίων και ταυτόχρονα, βελτίωση της ποιότητας και επιμήκυνση του χρόνου ζωής του τροφίμου. Επίσης, είναι οικονομικά βιώσιμοι στη μείωση του κόστους της συσκευασίας και την αύξηση της κερδοφορίας (Ozdemir and Floros, 2004). Οι δεσμευτές οξυγόνου είναι κατά κύριο λόγο ουσίες που αντιδρούν με το οξυγόνο και έτσι μειώνουν τη συγκέντρωσή του. Το οξειδίο του σιδήρου είναι η πιο ευρέως χρησιμοποιούμενη ουσία που στοχεύει στη δέσμευση του οξυγόνου (Kerry et al., 2006). Άλλες ουσίες που εφαρμόζονται για τον ίδιο σκοπό είναι το ασκορβικό οξύ, τα σουλφίδια, η κατεχόλη, φωτοευαίσθητες χρωστικές, ακόρεστοι υδρογονάνθρακες και ένζυμα όπως οξειδάση της γλυκόζης και καταλάση. Η πλειοψηφία τελευταίας τεχνολογίας εμπορικά διαθέσιμων δεσμευτών οξυγόνου βασίζεται στην αρχή της οξείδωσης του σιδήρου (Smith, Ramaswamy and Simpson, 1990):



Οι δεσμευτές οξυγόνου κυκλοφορούν και εφαρμόζονται σε πολλές μορφές, όπως για παράδειγμα σακουλάκια, ετικέτες που τοποθετούνται στο εσωτερικό της συσκευασίας, ή ακόμα και απευθείας ενσωμάτωση σε πάμα ή κλείσιμο της συσκευασίας. Για να παρεμποδισθεί η πρόωρη δράση των δεσμευτών, μπορούν να χρησιμοποιηθούν εξειδικευμένοι μηχανισμοί ενεργοποίησης της συγκεκριμένης αντίδρασης, όπως για παράδειγμα η χρήση υπεριώδους για την ενεργοποίηση φωτοευαίσθητων χρωστικών που απορροφούν το οξυγόνο (Brody et al., 2008; Lòpez-Rubio et al., 2004). Σύμφωνα με πειράματα, οι δεσμευτές οξυγόνου έχουν

εφαρμοσθεί με μεγάλη επιτυχία στη βιομηχανία κρέατος (Kerry et al., 2006). Οι δεσμευτές οξυγόνου σε φακελάκια χρησιμοποιούνται κυρίως σε προϊόντα κρέατος και πουλερικά, καφέ, κατεψυγμένα και αποξηραμένα τρόφιμα (Huff, 2008).



Εικόνα 9: Δεσμευτής οξυγόνου

Το Ageless[®] (Mitsubishi Gas Chemical Co., Ιαπωνία) αποτελεί το πιο ευρέως εφαρμοσμένο δεσμευτή οξυγόνου που βασίζεται στην οξείδωση του σιδήρου. Τα φακελάκια που περιέχουν την επιθυμητή ουσία είναι σχεδιασμένα έτσι ώστε να μειώσουν τα επίπεδα οξυγόνου περισσότερο από 1%. Συμπληρωματικά παραδείγματα δεσμευτών οξυγόνου περιλαμβάνουν το ATCO[®] (Emco Packaging Systems, Ηνωμένο Βασίλειο, Γαλλία), FreshPax[®] (Multisorb Technologies Inc., Αμερική) και Oxysorb[®] (Pillsbury Co., Αμερική) (Kerry et al., 2006). Μια εναλλακτική της τοποθέτησης σε φακελάκια είναι η ενσωμάτωση των δεσμευτών οξυγόνου στη δομή της συσκευασίας. Η τεχνική αυτή ελαχιστοποιεί τις όποιες αμφιβολίες των καταναλωτών, προσφέρει οικονομικό πλεονέκτημα σε σχέση με άλλες εφαρμογές και εκτός αυτού, εξαλείφει την πιθανότητα τυχαίας ρήξης στα φακελάκια με ακούσια κατανάλωση του περιεχομένου (Suppakul et al., 2003). Το Cryovac[®] OS2000[™] με βάση πολυμερές φιλμ δέσμευσης οξυγόνου έχει αναπτυχθεί από τη Cryovac Division, Sealed Air Corporation στην Αμερική, ενεργοποιείται με τη UV ακτινοβολία και είναι ικανό να μειώσει τα επίπεδα του περιβάλλοντος οξυγόνου από 1% σε μερικά ppm σε 4-10 ημέρες. Το συγκεκριμένο σύστημα βρίσκει εφαρμογή σε μια μεγάλη γκάμα τροφίμων συμπεριλαμβανομένων των καπνιστών προϊόντων κρέατος και επεξεργασμένων κρεάτων (Kerry et al., 2006).

2.6.2 Απορρόφηση ή απελευθέρωση CO₂

Υψηλά επίπεδα διοξειδίου του άνθρακα (10-80%) συνήθως παίζουν αποτελεσματικό ρόλο στην επιβράδυνση της μικροβιακής ανάπτυξης στις επιφάνειες κρέατος και πουλερικών και καθυστερούν τον ρυθμό αναπνοής των φρούτων και λαχανικών. Από τη στιγμή που το διοξείδιο του άνθρακα είναι περισσότερο διαπερατό από ότι το οξυγόνο στα φιλμ που χρησιμοποιούνται για τη συσκευασία τροφίμων, η πλειοψηφία του διοξειδίου του άνθρακα συνήθως διαπερνάει το φιλμ συσκευασίας και εισέρχεται εντός της συσκευασίας. Η λειτουργία του διοξειδίου του άνθρακα στο εσωτερικό περιβάλλον μιας συσκευασίας είναι να ελαττώσει την πιθανή ανάπτυξη μικροοργανισμών. Σε περίπτωση για παράδειγμα που μια συσκευασία ενός τροφίμου παρουσιάζει μεγάλη διαπερατότητα σε διοξείδιο του άνθρακα, ένας μηχανισμός εκπομπής διοξειδίου θα ήταν απαραίτητος ώστε να ελαττωθεί ο ρυθμός αναπνοής και να κατασταλεί η μικροβιακή ανάπτυξη. Χρήση ενός διπλού συστήματος αποτελούμενου από έναν απορροφητή/ δεσμευτή οξυγόνου και έναν απελευθερωτή διοξειδίου αποτελεί μια κοινή πρακτική για αύξηση του χρόνου ζωής ευαλλοίωτων τροφίμων (Ozdemir and Floros, 2004).

Επίσης, αξίζει να αναφερθεί πως όταν σε μια συσκευασία υπάρχει πληθώρα αερίων συμπεριλαμβανομένου του διοξειδίου του άνθρακα, αυτό είναι ικανό να “διαλυθεί” και να δημιουργήσει εν μέρει μια συσκευασία υπό κενό. Σε αυτή την περίπτωση, η ταυτόχρονη απελευθέρωση διοξειδίου του άνθρακα από εισαγόμενα φακελάκια, που θα καταναλώσουν το οξυγόνο, είναι η επιθυμητή (Kerry et al., 2006). Επομένως, ένα σύστημα που θα απελευθερώσει διοξείδιο του άνθρακα είναι μια τεχνική πρακτικά δέσμευσης οξυγόνου (Suppakul et al., 2003).

Σε αντίθεση, πολύ υψηλά επίπεδα συγκέντρωσης διοξειδίου του άνθρακα που προκύπτουν εξαιτίας της σταδιακής αλλοίωσης των προϊόντων ή αντιδράσεων οξείδωσης μπορούν να επιφέρουν μη επιθυμητά αποτελέσματα και να επιδράσουν αρνητικά στην ποιότητα του προϊόντος. Η περίσσεια αυτή διοξειδίου του άνθρακα μπορεί να απομακρυνθεί με τη χρήση πλαστικών φιλμ συσκευασίας υψηλής διαπερατότητας η οποία έχει την ικανότητα να αυξάνεται σε υψηλές θερμοκρασίες (Brody et al., 2008). Απελευθερωτές διοξειδίου του άνθρακα (φακελάκια), αποτελούμενα είτε από υδροξείδιο του ασβεστίου και υδροξείδιο του νατρίου, είτε από υδροξείδιο του καλίου, οξείδιο του ασβεστίου και gel πυριτίου, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αφαίρεση διοξειδίου του άνθρακα κατά την αποθήκευση

της συσκευασίας με σκοπό να την προφυλάξουν από “διάνοιξη”. Πιθανές εφαρμογές των παραπάνω συνδυασμών υλοποιούνται σε αφυδατωμένα προϊόντα πουλερικών και βόειου κρέατος (Ahvenainen, 2003).

Εμπορικά διαθέσιμα συστήματα που εφαρμόζονται στην αγορά και συνδυάζουν απελευθερωτές διοξειδίου του άνθρακα και δεσμευτές οξυγόνου είναι το Ageless[®] και FreshPax[®]. Επίσης, φακελάκια ή ετικέτες με απελευθερωτές διοξειδίου του άνθρακα μπορούν να εφαρμοσθούν και μόνα τους σε συσκευασίες τροφίμων. Το Verifrais[™], κατασκευασμένο από την SARL Codimer (Γαλλία, Παρίσι), παρουσιάζει ευρεία εφαρμογή για την παράταση της διάρκειας ζωής φρέσκων κρεάτων (Kerry et al., 2006).

2.6.3 Δέσμευση υγρασίας

Η κύρια αιτία για την εφαρμογή του ελέγχου της υγρασίας είναι η μείωση της ενεργότητας ύδατος του προϊόντος, που με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται η μείωση της μικροβιακής ανάπτυξης (Vermeiren et al., 1999) καθώς και η αποφυγή υδρατμών στα τοιχώματα της συσκευασίας. Σε περίπτωση που η συσκευασία χαρακτηρίζεται από χαμηλή διαπερατότητα στην εξάτμιση νερού, η συσσώρευση υγρασίας εντός της συσκευασίας θα είναι εμφανής σε μεγαλύτερο βαθμό. Η υπερβολική υγρασία εντός μιας συσκευασίας οφείλεται συνήθως στην αναπνοή φρέσκων τροφίμων (φρούτων, λαχανικών), διακυμάνσεις της θερμοκρασίας σε υψηλής σχετικής υγρασίας τρόφιμα ή σταγόνες από ιστούς κομμένων κρεάτων και πουλερικών. Η εμφάνιση υπερβολικής υγρασίας εντός μιας συσκευασίας είναι ικανή να προκαλέσει την ανάπτυξη βακτηρίων και εμφάνιση μούχλας με αποτέλεσμα την ποιοτική υποβάθμιση και μείωση της διάρκειας ζωής του συσκευασμένου τροφίμου.

Ένας αποτελεσματικός τρόπος για τον έλεγχο της συσσώρευσης υγρασίας εντός της συσκευασίας του τροφίμου που αποτελεί υψηλό φραγμό της εξάτμισης του νερού είναι η χρήση δεσμευτών υγρασίας, για παράδειγμα τα gel πυριτίου, άργιλος (όπως μοντμοριλλονίτης), οξείδιο του ασβεστίου, χλωριούχο ασβέστιο και τροποποιημένο άμυλο ή άλλες ουσίες απορρόφησης της υγρασίας. Το gel πυριτίου αποτελεί την πιο διαδεδομένη μορφή “ξηραντικού”, καθώς είναι μη τοξικό και μη διαβρωτικό (Ozdemir and Floros, 2004).

Τα μέσα απορρόφησης υγρασίας τοποθετούνται ως εσωτερικά πορώδη σακουλάκια ή πλαστικά φυσίγγια (cartridges) με διατηρητά φράγματα υδρατμών. Επιπρόσθετα, μπορούν να ενσωματωθούν στα υλικά από τα οποία αποτελείται η συσκευασία (Brody et al., 2008). Όταν πρόκειται για προϊόντα κρέατος, πουλερικά, ψάρι χρησιμοποιείται ένα πανί (blanket, pad) για να απορροφηθεί η περιττή υγρασία καθώς και να διατηρηθεί το προϊόν. Μια άλλη προσέγγιση για την αφαίρεση υγρασίας στα παραπάνω προϊόντα είναι η τοποθέτηση σουπεραπορροφητικού πολυμερούς πολυστρωματικού φιλμ που διαθέτει ένα ειδικό στρώμα απορρόφησης υγρασίας. Οι απορροφητές υγρασίας σε σακουλάκια συνήθως χρησιμοποιούνται για να διατηρήσουν χαμηλά τα επίπεδα υγρασίας σε αφυδατωμένα τρόφιμα, όπως τσιπς, μπισκότα, φιστίκια, κρακερς, προϊόντα σε σκόνη και στιγμιαίος καφές.

Τα σακουλάκια με δεσμευτές υγρασίας Desi Pak, Desi View, Sorb-It, MiniPax, StripPax, Natrasorb και η απορροφητική για την υγρασία ετικέτα Desimax από την Multisorb Technologies (Αμερική) είναι τα περισσότερο εφαρμοσμένα συστήματα απορρόφησης υγρασίας που χρησιμοποιούνται για να δεσμεύσουν ή/και ελέγξουν τα επίπεδα υγρασίας στα ευαίσθητα στην υγρασία τρόφιμα (Ozdemir and Floros, 2004). Κάποια άλλα συστήματα του εμπορίου που εφαρμόζονται είναι Cryovac® Dri-Loc® (Sealed Air Corporation, Αμερική), Thermanite® ή Peaksorb® (Αυστραλία), Toppan™ (Ιαπωνία) και Fresh-R-Pax™ (Maxwell Chase Technologies, LLC, Αμερική) για έλεγχο υγρασίας σε υψηλής σχετικής υγρασίας τρόφιμα όπως είναι για παράδειγμα κρέας και πουλερικά (Suppakul et al., 2003).

2.6.4 Δεσμευτής αιθυλενίου

Το αιθυλένιο αποτελεί μια φυσική ορμόνη η οποία παράγεται από οπωροκηπευτικά κατά τη διάρκεια ωρίμανσής τους. Η παραγωγή του επιταχύνει την αναπνοή των και οδηγεί στην ωρίμανση και έπειτα στη γήρανσή τους. Απομάκρυνση του αιθυλενίου από τη συσκευασία των οπωροκηπευτικών συντελεί στην καθυστέρηση της γήρανσης και κατ' επέκταση αύξηση της διάρκειας ζωής τους. Εκτός αυτού, το αιθυλένιο επιταχύνει τον ρυθμό αποδόμησης της χλωροφύλλης στα φυλλώδη λαχανικά. Οι δεσμευτές αιθυλενίου, που βασίζονται σε διάφορες αντιδράσεις, χρησιμοποιούνται ιδιαίτερα για να επιβραδύνουν τον ρυθμό ωρίμανσης των κλιμακτιριακών φρούτων, ένα κρίσιμο στάδιο για την εισαγωγή και εξαγωγή φρέσκων φρούτων και λαχανικών (Dainelli et al., 2008). Με άλλα λόγια, η χρήση δεσμευτών αιθυλενίου καθυστερεί τη

διαδικασία της ωρίμανσης, ώστε τα προϊόντα να διοχετεύονται σταδιακά στην αγορά και να μην απορρίπτονται από τους καταναλωτές λόγω σταδίου ωρίμανσης.

Οι απορροφητές αιθυλενίου ενδέχεται να χορηγούνται σε μορφή χημικών αντιδρώντων (υπερμαγγανικό κάλιο) ή προσροφητικών ουσιών (ενεργός άνθρακας, ζεόλιθος, ελαφρόπετρα). Το πιο γνωστό, οικονομικό και ευρέως χρησιμοποιούμενο σύστημα δέσμευσης αιθυλενίου αποτελείται από υπερμαγγανικό κάλιο ενσωματωμένο σε πυρίτιο. Το πυρίτιο απορροφάει το αιθυλένιο και το υπερμαγγανικό κάλιο το οξειδώνει σε αιθυλενογλυκόλη (Ozdemir and Floros, 2004). Το αιθυλένιο μπορεί επίσης να δεσμευθεί από φυσική απορρόφηση σε επιφάνειες ενεργού άνθρακα ή ζεόλιθου (Brody et al., 2008). Το υπερμαγγανικό κάλιο εξαιτίας της τοξικότητάς του δεν ενσωματώνεται σε μέρη της συσκευασίας που έρχονται σε επαφή με την επιφάνεια του τροφίμου, αλλά αντίθετα εφαρμόζεται μέσα σε σακουλάκια. Οι υπόλοιποι απορροφητές αιθυλενίου χορηγούνται είτε σε φακελάκια είτε ενσωματωμένα σε υλικά της συσκευασίας. Οι δεσμευτές αιθυλενίου έχει αποδειχθεί βάσει ερευνών πως είναι αποτελεσματικοί κατά τη συντήρηση συσκευασμένων φρούτων συμπεριλαμβανομένου ακτινιδίου, μπανάνας, αβοκάντο και λωτού (Sacharow, 1998).

Οι απορροφητές αιθυλενίου είναι εμπορικά διαθέσιμοι κάτω από διαφορετικά ονόματα και εταιρείες, όπως για παράδειγμα Evert-Fresh (Evert-Fresh Co, Αμερική), Ethylene Control (Ethylene Control Incorporated, Αμερική) και Peakfresh (Peak Fresh Products, Αυστραλία) (Ozdemir and Floros, 2004).

2.6.5 Έλεγχος γεύσεων και οσμών

Η επεξεργασία των τροφίμων σε υψηλές θερμοκρασίες οδηγεί στο σχηματισμό υποβαθμισμένων προϊόντων και στην παραγωγή ουσιών όπως είναι οι αμίνες, τα σουλφίδια και οι αλδεΐδες. Αυτό το γεγονός έχει ως αποτέλεσμα τη συσσώρευση πτητικών ενώσεων εντός της συσκευασίας (Day, 2008). Επίσης, τα υλικά της συσκευασίας λόγω της φύσης τους, ιδιαίτερα τα πλαστικά, είναι πιθανό να αλληλεπιδράσουν με τα συστατικά των τροφίμων, να τα προσροφήσουν, με αποτέλεσμα να μεταβάλλουν τα οργανοληπτικά τους συστατικά και να προκληθεί το φαινόμενο “flavor scalping”. Αποτέλεσμα αυτού του φαινομένου είναι η υποβάθμιση οσμής και γεύσης στο συσκευασμένο τρόφιμο. Ωστόσο, η ανάγκη για “αποκατάσταση” της χαμένης γεύσης θεωρείται απαραίτητη. Η ενσωμάτωση

συντελεστών γεύσης στα υλικά της συσκευασίας ενδεχομένως ξεπεράσει τις ανεπιθύμητες συνέπειες του “flavor scalping”. Έτσι, υπάρχει η πιθανότητα για βελτίωση των οργανοληπτικών ιδιοτήτων των τροφίμων με την εκπομπή ευχάριστων γεύσεων εντός της συσκευασίας. Οι απορροφητές γεύσεις δεσμεύουν τις δυσάρεστες γεύσεις, οσμές και αρώματα που αναπτύσσονται στο εσωτερικό της συσκευασίας (Ahmed et al., 2017).

Εκτός από το φαινόμενο “flavor scalping”, υπάρχει και το φαινόμενο της μετανάστευσης, “migration”, που είναι αποτέλεσμα της άμεσης επαφής ή αλληλεπίδρασης μεταξύ του τροφίμου και του υλικού της συσκευασίας. Είναι δυνατόν τα συστατικά του τροφίμου να μεταφερθούν στη συσκευασία και συνέπεια της μεταφοράς αυτής, θα είναι η αλλοίωση των οργανοληπτικών συστατικών του τροφίμου. Οι περισσότερες περιπτώσεις μετανάστευσης παρατηρούνται στα πλαστικά υλικά συσκευασίας και συγκεκριμένα είναι πλαστικά μονομερή, διμερή, ολιγομερή, αντιοξειδωτικά, πλαστικοποιητές, υπολείμματα διαλυμάτων βαφής/κόλλας.

Η μετανάστευση των χημικών συστατικών συσκευασίας λαμβάνει χώρα με δύο τρόπους: α) ολική μεταφορά (overall ή global migration), το άθροισμα των μικρομοριακών και ευκίνητων ενώσεων του υλικού που ελευθερώνονται ανά μονάδα επιφάνειας κάτω από ορισμένες συνθήκες ελέγχου και β) ειδική μεταφορά (specific migration), μεταφορά μίας και γνωστής ένωσης του υλικού. Ο βαθμός μετανάστευσης εξαρτάται από διάφορους παράγοντες, όπως παραδείγματος χάρη η περιοχή επαφής ανάμεσα στο τρόφιμο και υλικό συσκευασίας, η διάρκεια της επαφής, η σύνθεση του τροφίμου, η συγκέντρωση του “μετανάστη”, η θερμοκρασία αποθήκευσης, η μορφολογία και η πολικότητα των πολυμερών υλικών της συσκευασίας (Brown and Williams, 2003; Brody et al., 2008).

Στα συσκευασμένα τρόφιμα, απορροφητές γεύσεων και οσμών χρησιμοποιούνται για τη δέσμευση ανεπιθύμητων αέριων ενώσεων, όπως είναι ορισμένα πτητικά συστατικά της συσκευασίας, χημικοί μεταβολίτες των τροφίμων, μικροβιακοί μεταβολίτες, προϊόντα της αναπνοής ή δυσάρεστες οσμές σε ωμά προϊόντα (Rooney, 2005). Χαρακτηριστικά παραδείγματα που πρέπει να αναφερθούν είναι οι θειώδεις ενώσεις και αμίνες οι οποίες παράγονται από την αποικοδόμηση πρωτεϊνών, οι αλδεϋδες και κετόνες προερχόμενες από την οξείδωση λιπών ή αναερόβια γλυκόλυση και ενώσεις με πικρή γεύση στο χυμό του γκρέιπφρουτ. Τα υλικά απορρόφησης των γεύσεων και των οσμών χρησιμοποιούν τους ίδιους μηχανισμούς με τα υλικά απομάκρυνσής τους και μπορούν να χορηγηθούν σε μορφή φιλμ, σακουλάκια, ταινίες, ετικέτες ή δισκών.

Οι απορροφητές γεύσεων και οσμών συνήθως τοποθετούνται εντός της συσκευασίας ή εναλλακτικά συνδέεται με άλλα υλικά διαπερατά στη γεύση (Brody et al., 2008). Παρά το γεγονός πως η δέσμευση δύσοσμων συστατικών συνιστάται για τη βελτίωση της ποιότητας του συσκευασμένου τροφίμου, οι συγκεκριμένοι μηχανισμοί δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται για να εξαλείψουν οσμές που προέρχονται από παθογόνους μικροοργανισμούς που μπορεί να βλάψουν τους καταναλωτές (Nielsen, 1997).

2.6.6 Απελευθέρωση αντιοξειδωτικών

Υψηλά επίπεδα οξυγόνου σε συσκευασίες τροφίμων μπορεί να επιφέρουν μικροβιακή ανάπτυξη, οξείδωση λίπους, ανάπτυξη δυσάρεστων οσμών και γεύσεων, μεταβολή του χρώματος καθώς και θρεπτική υποβάθμιση. Η οξείδωση λίπους όχι μόνο έχει ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη μιας ανεπιθύμητης “ταγκάδας” στη γεύση, αλλά υπάρχει το ενδεχόμενο σχηματισμού τοξικών αλδεϋδών και απώλεια σε θρεπτικά συστατικά εξαιτίας μετασχηματισμού των πολυακόρεστων λιπαρών οξέων (Gomez-Estaca et al., 2014). Εκτός αυτού, είναι απαραίτητο να ελέγχονται τα επίπεδα οξυγόνου για να περιορισθούν φαινόμενα οξειδωτικής τάγγισης και σχετικής υποβάθμισης. Η απελευθέρωση αντιοξειδωτικών σε συσκευασίες τροφίμων προτιμάται ως ένα μέσο βελτίωσης της ποιότητας του τροφίμου και παράτασης της διάρκειας ζωής του μέσω των επιπέδων οξυγόνου στα οποία εκτίθεται.

Γενικότερα, τα συστήματα απελευθέρωσης ταξινομούνται σε δύο κατηγορίες: α) τα ανεξάρτητα συστήματα αντιοξειδωτικών, β) αντιοξειδωτικά υλικά συσκευασίας.

Τα ανεξάρτητα συστήματα αντιοξειδωτικών ενσωματώνονται σε σακουλάκια ή ετικέτες τα οποία περιέχουν απορροφητές οξυγόνου. Αυτά βρίσκονται χωριστά από το τρόφιμο και προστίθενται σε μια συμβατική παθητική συσκευασία. Λεπτή σκόνη σιδήρου και οξείδιο του σιδήρου είναι τα περισσότερο εύχρηστα αντιοξειδωτικά που εφαρμόζονται. Τα αντιοξειδωτικά υλικά συσκευασίας είναι αυτά τα οποία ενσωματώνονται στο φιλμ συσκευασίας ή εντός των containers στα οποία μεταφέρεται το τρόφιμο για να απορροφήσει τα ανεπιθύμητα συστατικά από το χώρο γύρω από το συσκευασμένο τρόφιμο. Τα πιο συνήθη αντιοξειδωτικά που χρησιμοποιούνται είναι τοκοφερόλες, αιθέρια έλαια και φυτικά εκχυλίσματα από βότανα όπως λόγου χάρη δενδρολίβανο, ρίγανη και τσάι. Σε αρκετές περιπτώσεις, η προσθήκη φυτικών εκχυλισμάτων και αιθέριων ελαίων στα τρόφιμα όχι μόνο

επεκτείνει τη διάρκεια ζωής τους, αλλά επίσης προσφέρει εκπληκτικά οφέλη στην υγεία του καταναλωτή διαμέσου των αντιμικροβιακών και αντιοξειδωτικών ενεργειών στον ανθρώπινο οργανισμό (Fang et al., 2017).

2.7. Αντιμικροβιακοί παράγοντες-ενεργές συσκευασίες

Η μικροβιακή επιμόλυνση και μεταγενέστερα η μικροβιακή αύξηση ελαχιστοποιούν τη διάρκεια ζωής των τροφίμων και αυξάνουν τις πιθανότητες των τροφικών δηλητηριάσεων στους ανθρώπους. Οι κλασσικές μέθοδοι συντήρησης των τροφίμων και προστασίας τους από ανάπτυξη μικροοργανισμών περιλαμβάνουν τη θερμική επεξεργασία, την ξήρανση, την κατάψυξη, την ακτινοβολήση, τη συσκευασία σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα και την προσθήκη αντιμικροβιακών παραγόντων ή αλάτων. Ορισμένες από τις αναφερθείσες μεθόδους δεν μπορούν να εφαρμοσθούν σε κάποια προϊόντα, όπως παραδείγματος χάρη το νωπό κρέας (Quintavalla and Vicini, 2002).

Η αντιμικροβιακή συσκευασία αποτελεί μια πολλά υποσχόμενη εφαρμογή της ενεργού συσκευασίας σε όλα τα προϊόντα και ιδιαίτερα στα προϊόντα ζωϊκής προέλευσης. Από τη στιγμή που η μικροβιακή επιμόλυνση των προϊόντων ζωϊκής προέλευσης γίνεται κατά κύριο λόγο στην επιφάνεια, εξαιτίας χειρισμών μετά την επεξεργασία, πραγματοποιήθηκαν προσπάθειες για να επιτύχουν την ασφάλεια και την παράταση του κύκλου ζωής των προϊόντων με τη χρήση αντιβακτηριακών σπρέι ή εμβάπτισης του προϊόντος στις αντιμικροβιακές ουσίες. Παρόλα αυτά, υπάρχουν κάποιοι περιορισμοί της χρήσεως αντιβακτηριακών ουσιών στην επιφάνεια των τροφίμων, διότι οι αντιμικροβιακές ουσίες εξουδετερώνονται κατά την επαφή τους με την επιφάνεια του προϊόντος ή διαχέονται από την επιφάνεια στο εσωτερικό του κρέατος (Kerry et al., 2006). Επίσης, ενσωμάτωση των βακτηριοκτόνων σε προϊόντα κρέατος ενδεχομένως να επιφέρει μερική αδρανοποίηση των δραστικών ουσιών των συστατικών τους και έτσι είναι αναμενόμενο να παρουσιάσει περιορισμένη δράση στην επιφανειακή μικροχλωρίδα (Quintavalla and Vicini, 2002).

Σε αυτό το σημείο, πρέπει να τονισθεί πως η αντιμικροβιακή συσκευασία εφαρμόζεται για να αυξήσει την ασφάλεια και να μειώσει την επιφανειακή επιμόλυνση των επεξεργασμένων τροφίμων, αλλά σε καμία περίπτωση δεν πρέπει να θεωρείται ως υποκατάστατο των ορθών πρακτικών υγιεινής (Cooksey, 2005). Τα υλικά της αντιμικροβιακής συσκευασίας πρέπει να έχουν την ικανότητα να

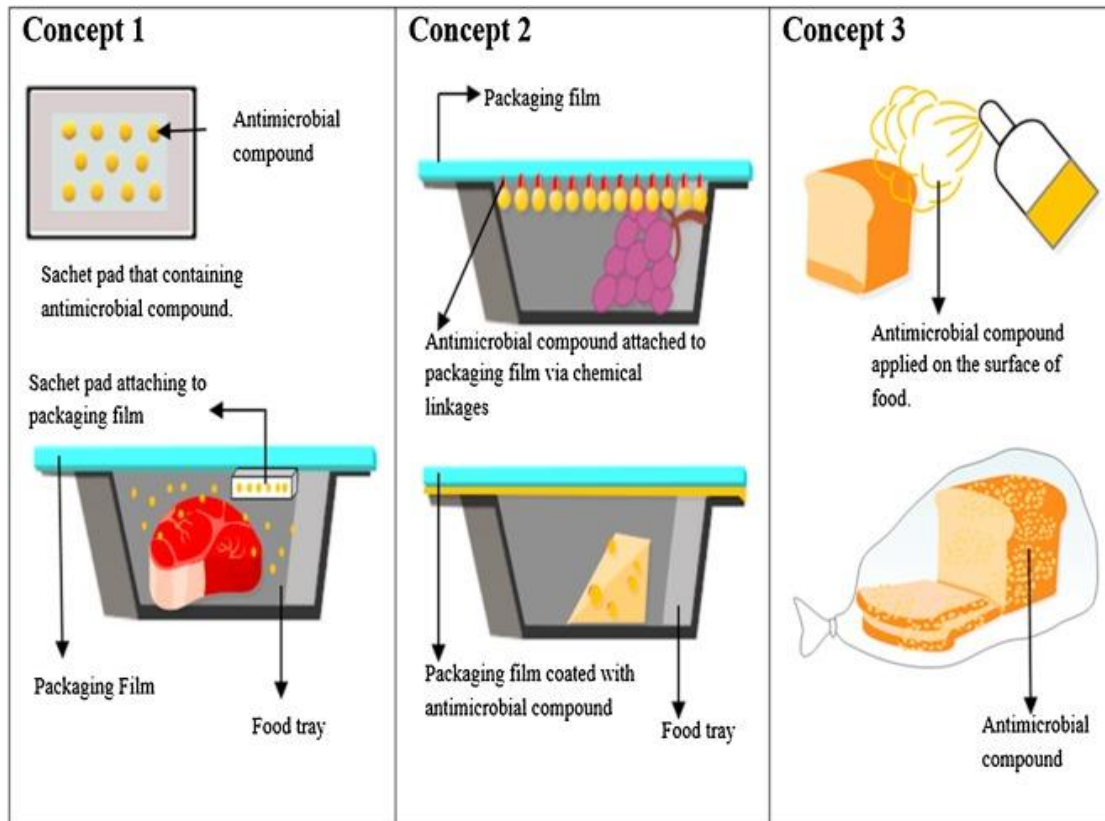
επεκτείνουν τη φάση προσαρμογής και να ελαχιστοποιήσουν τη φάση του ρυθμού πολλαπλασιασμού των μικροοργανισμών για να έχουν ως αποτέλεσμα την επέκταση της διάρκειας ζωής και διατήρησης της ασφάλειας και ποιότητας των τροφίμων (Han, 2000). Για να επιτευχθεί η αντιμικροβιακή δράση, οι αντιμικροβιακοί παράγοντες πρέπει να τοποθετηθούν στην επιφάνεια, ενσωματωθούν στα υλικά συσκευασίας ή να επικαλύψουν το προϊόν (Suppakul et al., 2003). Οι αντιμικροβιακές ουσίες μπορούν να ενσωματωθούν απευθείας στα υλικά συσκευασίας για αργή και σταθερή απελευθέρωση στην επιφάνεια του τροφίμου ή να χρησιμοποιηθούν με τη μορφή ατμού (Brody et al., 2008).

Σύμφωνα με τους Kapetanakou and Skandamis (2016), υπάρχουν διαφορετικές προσεγγίσεις για τον τρόπο με τον οποίο μπορούν να προστεθούν οι αντιμικροβιακές ουσίες στις συσκευασίες τροφίμων και χωρίζονται σε τρεις κύριες περιπτώσεις.

-Περίπτωση 1^η: Προσθήκη της αντιμικροβιακής ουσίας (κυρίως πτητικές ουσίες) σε ξεχωριστό σημείο (όπως λόγου χάρη φακελάκια), όπου η αντιμικροβιακή ουσία δεν έρχεται σε επαφή με το προϊόν και η λειτουργία της βασίζεται στην εξάτμιση της ουσίας. Συνήθως η εφαρμογή αυτή χρησιμοποιείται στο κρέας και στα προϊόντα φυτικής προέλευσης.

-Περίπτωση 2^η: Ενσωμάτωση της αντιμικροβιακής ένωσης (πτητικών ή μη ουσιών) σε μεμβράνες (εδώδιμες ή μη) με έμμεση επαφή της ουσίας και του τροφίμου. Η λειτουργία της βασίζεται στο φαινόμενο της διάχυσης. Οι βρώσιμοι παράγοντες της αντιμικροβιακής ουσίας αποτελούνται από μεμβράνες ή επικαλύψεις, βρώσιμες ή μη. Αποτελούν ένα πλέγμα αλληλεπίδρασης που παράγεται από πολυμέρη φυσικής προέλευσης, και είναι πολυσακχαρίτες, λιπίδια ή πρωτεΐνες.

-Περίπτωση 3^η : Προσθήκη της αντιμικροβιακής ένωσης (πτητικών ή μη ουσιών) στον πυρήνα ή στην επιφάνεια του τροφίμου (άμεση επαφή). Η λειτουργία της βασίζεται στη διάχυση. Παρά το γεγονός πως οι δύο πρώτες περιπτώσεις της προσθήκης ενεργού παράγοντα έχουν προσελκύσει το ενδιαφέρον της επιστημονικής κοινότητας τις τελευταίες δεκαετίες, από εμπορική άποψη, οι βιομηχανίες τροφίμων προτιμούν τη συγκεκριμένη περίπτωση για άμεση εφαρμογή της αντιμικροβιακής ουσίας στο τρόφιμο. Παράδειγμα της τεχνικής αυτής αποτελεί ο ψεκασμός αιθανόλης στην επιφάνεια προϊόντων φούρνου ή εμβάπτιση φρούτων και λαχανικών σε αιθανόλη (Εικόνα 10) .



Εικόνα 10: Απεικόνιση των τριών περιπτώσεων ενεργού συσκευασίας: 1. Η αντιμικροβιακή ουσία δεν έρχεται σε επαφή με το προϊόν, αλλά μεταφέρεται μέσω εξάτμισης πτητικών ουσιών, 2. Η αντιμικροβιακή ουσία έρχεται σε επαφή με το προϊόν με τη χρήση εδώδιμων επικαλύψεων ή μεμβρανών, 3. Η αντιμικροβιακή ουσία ενσωματώνεται στο προϊόν (Πηγή: Gan and Chow, 2018)

Σε αντίθεση με την κοινή πρακτική των βιομηχανιών για προσθήκη της ουσίας σύμφωνα με την τρίτη περίπτωση, η άμεση προσθήκη της ουσίας στο τρόφιμο επιφέρει μειονεκτήματα καθώς η γρήγορη αλληλεπίδραση μεταξύ ουσίας και τροφίμου οδηγεί σε μερική αποτελεσματικότητα και επομένως αρνητική επίδραση. Αντίθετα, στις περιπτώσεις 2 και 3, όπου η αντιμικροβιακή ουσία προστίθεται μέσω μεταφορέων, η απελευθέρωση του αντιμικροβιακού παράγοντα εντός της συσκευασίας λαμβάνει χώρα σταδιακά και καθ' όλη τη διάρκεια ζωής του τροφίμου. Οποσδήποτε, κατά την επιλογή της κατάλληλης μεθόδου προσθήκης της αντιμικροβιακής ουσίας πρέπει να λαμβάνονται υπόψη μια λίστα από βασικούς εγγενείς παράγοντες, όπως παραδείγματος χάρη η συγκέντρωση της προτιθέμενης ουσίας και η συγγένειά της με το φορέα, η διαπερατότητα του φορέα, ο επιτρεπόμενος χώρος της απελευθέρωσης και η σύσταση του περιβάλλοντος χώρου εντός της συσκευασίας. Εξωτερικοί παράγοντες όπως θερμοκρασία και σχετική

υγρασία μπορούν επίσης να επηρεάσουν τον ρυθμό απελευθέρωσης (Kapetanakou and Skandamis, 2016).

2.7.1 Τεχνολογία εδώδιμων μεμβρανών και επικαλύψεων

Οι εδώδιμες επικαλύψεις (edible coatings) και μεμβράνες (edible films) παρασκευάζονται από φυσικές πρώτες ύλες και η εφαρμογή τους μπορεί να γίνει είτε με εμβάπτιση (πρώτη περίπτωση) είτε με περιτύλιξη (δεύτερη περίπτωση) του τροφίμου. Η τεχνολογία εδώδιμων μεμβρανών και επικαλύψεων μπορεί να ενισχύσει την ποιότητα και ασφάλεια του προϊόντος στο οποίο εφαρμόζεται και χαρακτηρίζεται ως μοντέρνα, φιλική προς το περιβάλλον και χαμηλού κόστους (<http://www.foodbites.eu/j15/el/science-news/nea-syskevasia/778-edodimes-epikalypseis>).

Με την αύξηση των συστημάτων μεταφοράς και διανομής καθώς και τις ανάγκες αποθήκευσης, τα τρόφιμα ως γνωστόν απαιτούν πολύ χρόνο ώσπου να φθάσουν στο πιάτο του καταναλωτή. Σε αυτό το χρονικό διάστημα, τα προϊόντα είναι πολύ πιθανό να αρχίσουν να αφυδατώνονται και να τους μεταβληθεί η γεύση, η εμφάνιση και η θρεπτική τους σύσταση. Στην περίπτωση αυτή, οι εδώδιμες μεμβράνες χρησιμοποιούνται με σκοπό τον εμπλουτισμό των φυσικών στρωμάτων των τροφίμων για να αποφευχθεί η απώλεια υγρασίας, ενώ επιτρέπεται ελεγχόμενη ανταλλαγή σημαντικών αερίων, όπως είναι το οξυγόνο, διοξείδιο του άνθρακα και αιθυλένιο.

Οι εδώδιμες μεμβράνες αποτελούν από τις πιο σύγχρονες εκφράσεις της ενεργού συσκευασίας με σημαντική ερευνητική δραστηριότητα. Η εφαρμογή τους στην παραγωγική διαδικασία προϋποθέτει την ανάπτυξη τεχνογνωσίας σχετικά με τα ακόλουθα:

- Εκμηχάνιση της διαδικασίας παρασκευής και της προετοιμασίας τους, καθώς και της ενσωμάτωσης των βιοενεργών συστατικών σε αυτές (μέσω ψεκασμού, εμβάπτισης ή απευθείας ανάμιξης κατά τη δημιουργία της μεμβράνης).

- Εφαρμογή στα τρόφιμα σε συνθήκες παραγωγικής διαδικασίας, όπως με περιτύλιξη του τροφίμου σε προ-παρασκευασμένη μεμβράνη (φίλμ) ή με εμβάπτιση του τροφίμου σε κατάλληλο διάλυμα και στη συνέχεια στερεοποίηση σε κατάλληλη θερμοκρασία.

Οι εδώδιμες επικαλύψεις και μεμβράνες ανάλογα με το συστατικό από το οποίο παρασκευάζονται διακρίνονται σε τρεις κύριες κατηγορίες: α) τους πολυσακχαρίτες,

β) τις πρωτεΐνες και γ) τα λιπίδια. Η επιλογή του κατάλληλου συστατικού γίνεται βάσει της ιδιότητας που είναι επιθυμητό να προσδώσει στο τρόφιμο.

Γενικά, τα υδροκολλοειδή ανάλογα με τη σύσταση, το μοριακό τους βάρος και τη διαλυτότητά τους διακρίνονται σε πολυσακχαρίτες και πρωτεΐνες. Οι εδώδιμες επικαλύψεις και μεμβράνες κολλοειδών χρησιμοποιούνται συνήθως σε περιπτώσεις όπου δεν είναι τόσο απαραίτητος ο έλεγχος μεταφοράς της υγρασίας. Αυτό εξηγείται καθώς οι πρωτεΐνες (όπως πρωτεΐνη τυρογάλακτος, καζεΐνη) και οι πολυσακχαρίτες (όπως άμυλο, πρωτεΐνη του αμύλου και της κυτταρίνης, καραγεννάνη) αποτελούν ικανά εμπόδια να εμποδίσουν τη μεταφορά οξυγόνου, ενώ θεωρούνται ανεπαρκή για να παρεμποδίσουν τη μεταφορά της υγρασίας.

Σε αντίθετη περίπτωση, οι επικαλύψεις και οι μεμβράνες που παρασκευάζονται από λιπίδια εφαρμόζονται για τη δημιουργία φραγμού στη μεταφορά της υγρασίας, την αντιοξειδωτική δράση και τη βελτίωση της όψης, ιδιαίτερα σε προϊόντα ζαχαροπλαστικής όπου προσδίδουν ελκυστικότητα στην εμφάνιση. Επίσης, η χρήση λιπιδίων (όπως οι κηροί, γλυκερίδια) εφαρμόζονται ευρέως στις επικαλύψεις φρούτων και λαχανικών για να επιβραδύνουν την αναπνοή (<http://www.foodbites.eu/j15/el/science-news/nea-syskevasia/778-edodimes-epikalypseis>). Το πιο σημαντικό πλεονέκτημα της συγκεκριμένης μεθόδου είναι πως η δράση των πρόσθετων ουσιών πραγματοποιείται χωρίς την άμεση επαφή τροφίμου και αντιμικροβιακού παράγοντα αποφεύγοντας τα ανεπιθύμητα αποτελέσματα στις οργανοληπτικές τους ιδιότητες.

Γενικότερα, παρατηρείται αυξανόμενο ενδιαφέρον για τη χρήση εδώδιμων μεμβρανών και επικαλύψεων που οφείλεται σε παράγοντες όπως είναι περιβαλλοντική συνείδηση, ανάγκη για νέες τεχνολογίες αποθήκευσης και ευκαιρίες για ανάπτυξη νέων αγορών στα γεωργικά προϊόντα με χρήση καινοτόμων εφαρμογών (Quintavalla and Vicini, 2002). Σύμφωνα με τους Kerry et al. (2006), οι εδώδιμες επικαλύψεις έχουν την ικανότητα να:

- Βοηθούν στο πρόβλημα απώλειας υγρασίας κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης σε φρέσκα ή κατεψυγμένα προϊόντα κρέατος ή κρέας.
- Συγκρατούν την απώλεια υγρών από φρέσκο κομμένο κρέας ή πουλερικά σε περίπτωση συσκευασίας σε πλαστικούς δίσκους (χρήση ειδικών pads με εμπορική ονομασία «σερβιέτες»).
- Ελαχιστοποιούν τον ρυθμό της τάγγισης που προκαλείται από οξείδωση των λιπών και της μυσφαιρίνης.

- Μειώνουν το μικροβιακό φορτίο αλλοιωγόνων και παθογόνων μικροοργανισμών στην επιφάνεια κρεάτων.
- Περιορίζουν την απώλεια γεύσης εξαιτίας πτητικών και την εμφάνιση ξένων οσμών.

2.7.2 Πρόσθετες ουσίες των εδώδιμων μεμβρανών

Με τον όρο πρόσθετες ουσίες ή πρόσθετα χαρακτηρίζονται οι ουσίες που προστίθενται στις εδώδιμες μεμβράνες ή επικαλύψεις με κύριο σκοπό την ενίσχυσή τους. Κατά την παρασκευή τους χρησιμοποιούνται διάφορες ουσίες όπως αντιοξειδωτικά (παραδείγματος χάρη τοκοφερόλες), συντηρητικά (πχ σορβικό κάλιο), αντιμικροβιακοί παράγοντες (πχ αιθέρια έλαια, νισίνη) ή/και ενισχυτές χρώματος και αρώματος.

Μεγάλο ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι πλαστικοποιητές. Ουσίες όπως η γλυκερόλη, η σορβιτόλη, η σουκρόζη και οι γλυκόλες συχνά προστίθενται για να μεταβάλλουν τις μηχανικές ιδιότητες των μεμβρανών και επικαλύψεων. Η προσθήκη πλαστικοποιητών σε διαλύματα από τα οποία έχουν προκύψει εδώδιμες μεμβράνες ή επικαλύψεις ελαττώνει την ευθραυστότητα και αυξάνει την ευλυγισία τους.

Οι αντιμικροβιακοί παράγοντες που χρησιμοποιούνται περιλαμβάνουν αλκοόλη, βακτηριοσίνες, ένζυμα, οργανικά οξέα, πολυσακχαρίτες, αρωματικά έλαια, EDTA (αιθυλενοδιαμινοτετραοξικό οξύ) και άλλες ουσίες. Παραδείγματα εμπορικών εφαρμογών με αντιμικροβιακούς παράγοντες είναι με τη μορφή συμπυκνωμάτων (AgIONTM, AgION Technologies LLC, Αμερική), εκχυλισμάτων (Nisaplin[®], Intergrated Ingredients, Αμερική) και φιλμ (MicrogardTM Rhone-Poulenc, Αμερική) (Kerry et al., 2006). Γενικά, οι αντιμικροβιακές ουσίες ταξινομούνται σε δύο κατηγορίες και συγκεκριμένα αφορούν οργανικά ή ανόργανα υλικά. Τα οργανικά υλικά συνήθως είναι οργανικά οξέα, ένζυμα, πολυμερή, ενώ τα ανόργανα υλικά περιλαμβάνουν νανοσωματίδια των μετάλλων ή οξείδια των μετάλλων. Η διαφορά μεταξύ των παραπάνω δύο κατηγοριών έγκειται στο γεγονός ότι η θερμική σταθερότητα των οργανικών υλικών είναι χαμηλότερη από εκείνη των ανόργανων και έτσι και τα νανοσωματίδια και τα οξείδια μετάλλων είναι πιο πιθανό να επιβιώσουν σε σκληρές συνθήκες επεξεργασίας (Carbone et al., 2016).

Βιοενεργά συστατικά όπως για παράδειγμα τα αιθέρια έλαια χρησιμοποιούνται σε μεμβράνες ή επικαλύψεις με σκοπό να αναστείλουν την ανάπτυξη παθογόνων μικροοργανισμών και να διατηρήσουν τα οργανοληπτικά στοιχεία των τροφίμων. Τα

τελευταία χρόνια, τα αιθέρια έλαια έχουν μελετηθεί ως πρόσθετες ουσίες σε εδώδιμες μεμβράνες και επικαλύψεις. Εξαιτίας της φύσης τους, είναι αναμενόμενο πως μπορούν να συντελέσουν στη μείωση της διαπερατότητας σε υδρατμούς στις υδρόφιλες μεμβράνες. Επιπλέον, έρευνες έχουν αποδείξει την αντιμικροβιακή και αντιοξειδωτική τους δράση (Atarés and Chiralt, 2016).

2.7.3 Αντιμικροβιακές ουσίες

Η πλειοψηφία των αντιμικροβιακών ουσιών που προστίθενται στα υλικά συσκευασίας συναντώνται στη φύση ή απομονώνονται από μικροοργανισμούς, φυτά ή ζώα. Οι κυριότερες κατηγορίες φυσικών αντιμικροβιακών ουσιών είναι οι βακτηριοσίνες (πχ νισίνη), τα οργανικά οξέα (πχ σορβικό οξύ, βενζοϊκό οξύ), τα ένζυμα (λόγου χάρη η λυσοζύμη), τα φυτικής προέλευσης αντιμικροβιακά (εκχυλίσματα και αιθέρια έλαια) καθώς και τα φυσικά αντιμικροβιακά πολυμερή (πχ χιτοζάνη).

Οι βακτηριοσίνες αποτελούν αντιμικροβιακές ουσίες, οι οποίες συντίθενται από τα ριβοσώματα του μικροβιακού κυττάρου. Τα οξυγαλακτικά βακτήρια χρησιμοποιούνται σε μεγάλο βαθμό στη βιομηχανία τροφίμων για την παραγωγή προϊόντων ζύμωσης. Η χρήση οξυγαλακτικών βακτηρίων στα τρόφιμα στηρίζεται στην ικανότητά τους να προκαλούν επιθυμητές μεταβολές στη γεύση, στο άρωμα και στην υφή των προϊόντων και να αναστέλλουν την ανάπτυξη παθογόνων μικροοργανισμών. Η δράση τους οφείλεται στη μείωση του pH, στον ανταγωνισμό τους με τα διάφορα θρεπτικά συστατικά καθώς και στην παραγωγή αντιμικροβιακών ουσιών, όπως το διακετύλιο, γαλακτικό οξύ και άλλοι μεταβολίτες συμπεριλαμβανομένων των βακτηριοσινών. Οι βακτηριοσίνες που παράγονται από τα οξυγαλακτικά βακτήρια δεν θεωρούνται επικίνδυνες ουσίες και για το λόγο αυτό συγκαταλέγονται στις λεγόμενες GRAS (Generally Regarded As Safe), δηλαδή με άλλα λόγια μπορούν να προστεθούν στο τρόφιμο χωρίς περιορισμούς στη συγκέντρωσή του.

Υπάρχουν μια σειρά από εσωτερικούς παράγοντες που επηρεάζουν τη δραστηριότητα των βακτηριοσινών που παράγονται και αυτοί είναι οι εσωτερικοί παράγοντες του τροφίμου, η θερμοκρασία και η ανθεκτικότητα στις βακτηριοσίνες (Metaxopoulos, Mataragas and Drosinos, 2002). Η νισίνη αποτελεί την πιο κοινή βακτηριοσίνη και χρησιμοποιείται ευρέως στη βιομηχανία των τροφίμων. Ύστερα από έρευνες, έχει

αποδειχθεί πως η νισίνη θεωρείται ως η πιο αποτελεσματική ενάντια στο γαλακτικό οξύ και τα θετικά κατά Gram βακτήρια. Ο τρόπος δράσης της είναι η ενσωμάτωσή της στην κυτταροπλασματική μεμβράνη των κυττάρων στόχων και δρα καλύτερα σε όξινες συνθήκες (Cooksey, 2005).

Η αντιμικροβιακή δράση των οργανικών οξέων εξαρτάται κυρίως από τη σταθερά ισορροπίας pK του οξέος, τη συγκέντρωση του οξέος και την τιμή pH του τροφίμου. Τα οργανικά οξέα που χρησιμοποιούνται ως συντηρητικά των τροφίμων είναι το οξικό, γαλακτικό, βενζοϊκό, τρυγικό και προπιονικό (Cha and Chinnan, 2004).

Σύμφωνα με μελέτες, τα άλατα αργύρου έρχονται σε άμεση επαφή με το τρόφιμο, αλλά απελευθερώνονται αργά και σταθερά και αντιδρούν επιλεκτικά με οργανικά. Οι έρευνες για τη χρήση των συγκεκριμένων νανοσωματιδίων συνεχίζονται, όμως μέχρι στιγμής έχει βρεθεί ένα τουλάχιστον προϊόν. Τα FresherLonger™ δοχεία αποθήκευσης περιέχουν νανοσωματίδια αργύρου που ύστερα από έγχυση σε πολυπροπυλένιο έχει ανακαλυφθεί πως είναι ιδιαίτερα τοξικά έναντι παθογόνων μικροοργανισμών (Brody et al., 2008; Wilson, 2007).

Τα τελευταία χρόνια οι ερευνητές έχουν στρέψει την προσοχή τους σε αντιοξειδωτικά που προέρχονται από φυσικές πηγές, όπως είναι τα φυσικά εκχυλίσματα και τα αιθέρια έλαια. Εκχυλίσματα τσαγιού, φρούτων και λαχανικών και εκχυλίσματα φυτών παρουσιάζουν άριστη αντιοξειδωτική δράση, μπορούν να καθυστερήσουν την οξείδωση των λιπιδίων και να βελτιώσουν την ποιότητα και διάρκεια ζωής των τροφίμων. Η αντιοξειδωτική δράση των φυσικών εκχυλισμάτων προέρχεται κατά κύριο λόγο από τα φαινολικά συστατικά και τη συνεργιστική ή ανταγωνιστική τους δράση. Οι μεταβολίτες που παράγονται από τα φυτά αποτελούν μια εναλλακτική λύση για παράδειγμα μυκητοκτόνου εξαιτίας της πληθώρας των συστατικών που παράγουν είτε ως κομμάτι της ανάπτυξής τους είτε σε ανταπόκριση άγχους ή «επίθεσης» από μικροοργανισμό.

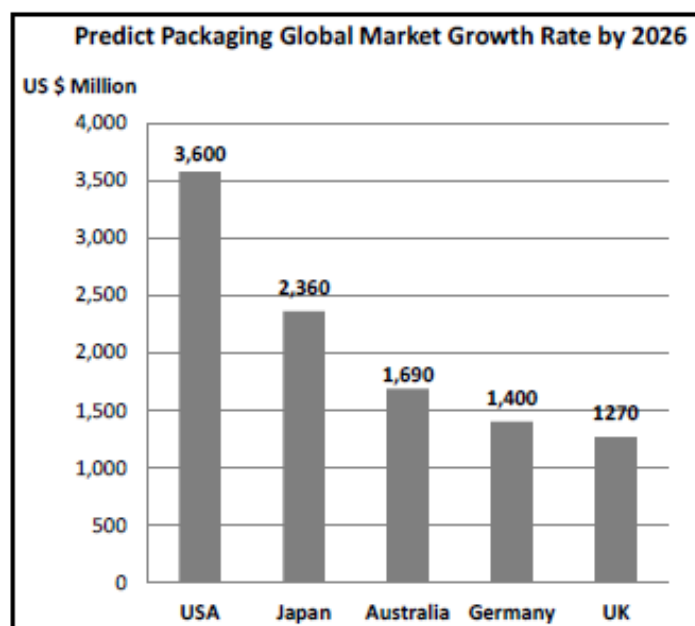
Πολλά από τα αιθέρια έλαια έχουν αναγνωρισθεί ως ουσίες GRAS, αποσυντίθενται εύκολα, είναι φιλικά προς το περιβάλλον και μη τοξικά και έτσι ευνοείται η εφαρμογή τους ως φυσικά εντομοκτόνα για έλεγχο εντόμων και ως φυσικά αντιμικροβιακά για αναστολή της μικροβιακής αύξησης. Η ενσωμάτωση αιθερίων ελαίων στις εδώδιμες επικαλύψεις θεωρείται ως μια πολλά υποσχόμενη πρακτική για διασφάλιση της ποιότητας και επιμήκυνση της διάρκειας ζωής ενός τροφίμου (Van Long et al., 2016). Ενεργά συστατικά των αιθερίων ελαίων όπως για παράδειγμα η καρβακρόλη, ευγενόλη, θυμόλη, λιμονένιο, κινναμαλδεΰδη θεωρούνται από την

Ευρωπαϊκή Ένωση ως αρωματικές ουσίες των τροφίμων που δεν θέτουν σε κίνδυνο τη ζωή των καταναλωτών (Burt, 2004).

2.8. Χρήση έξυπνης και ενεργού συσκευασίας στην εγχώρια και διεθνή αγορά

Η διαδραστική συσκευασία όπως έχει αναφερθεί και προηγουμένως οριοθετεί μια αναπτυσσόμενη αγορά παγκοσμίως. Αποτελεί παγκόσμια καταναλωτική τάση η έκφραση υψηλών προσδοκιών σχετικά με την ποιότητα, τη διατροφική αξία και την ευκολία στο μαγείρεμα.

Η διεθνής αγορά για τα εξελιγμένα είδη συσκευασίας το 2011 ανερχόταν στα \$ 31,4 δισεκατομμύρια και \$ 33,3 δισεκατομμύρια το 2012, αντίστοιχα. Η πρόβλεψη για το 2017/2018 ανερχόταν στα \$ 44,3 δισεκ. Η διεθνή τάση και απαίτηση για διαδραστική συσκευασία αναμένεται να αυξηθεί με ρυθμό πάνω από \$ 1,45 δισεκ. την επόμενη δεκαετία. Σύμφωνα με ευρήματα, στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής, ο τύπος της έξυπνης συσκευασίας αναμένεται να αναπτύσσεται με ετήσιο ρυθμό περίπου 7,4% αγγίζοντας τα \$ 3,600 εκατομμύρια την επόμενη δεκαετία. Η δεύτερη μεγαλύτερη αγορά αναμένεται να είναι η Ιαπωνία με ισοτιμία \$2,3600 εκατ. , ύστερα η Αυστραλία με ισοτιμία \$ 1,690 εκατ., το Ηνωμένο Βασίλειο με \$ 1,270 εκατ. και τέλος η Γερμανία με \$ 1,400 εκατ. (Εικόνα 11, Schaefer and Cheung, 2018).



Εικόνα 11 : Αναμενόμενος ρυθμός αγοράς για έξυπνη συσκευασία

(Πηγή: Schaefer and Cheung, 2018)

Σε γενικές γραμμές όμως οφείλουμε να παρατηρήσουμε πως, σύμφωνα με τα δεδομένα της εγχώριας αγοράς, δεν έχει σημειωθεί σημαντική πρόοδος σχετικά με την τεχνολογική ωριμότητα της ενεργού και έξυπνης συσκευασίας. Για να αρχίσουν όμως να εφαρμόζονται αυτού του είδους οι καινοτομίες απαιτείται συνεργασία μεταξύ εργαστηρίων και βιομηχανιών, με σκοπό τα υπάρχοντα ερευνητικά αποτελέσματα να μεταφερθούν στη βιομηχανική παραγωγή και να αξιοποιηθούν κατάλληλα σε πιλοτικό αρχικά στάδιο. Οφείλει να τονισθεί πως υπάρχει ένα technology readiness level που κυμαίνεται μεταξύ 7-9, καθώς σημαντικό ζήτημα για τις βιομηχανίες τροφίμων είναι το υψηλό κόστος ενσωμάτωσης και εφαρμογής της ενεργού και έξυπνης συσκευασίας, το οποίο είναι πιθανό να αντιπροσωπεύει ένα ποσοστό 50% του συνολικού κόστους της. Παρά το γεγονός πως η επιβάρυνση της τιμής είναι αναπόφευκτη, το ζήτημα είναι ο καταναλωτής να εκπαιδευθεί και να αντιληφθεί τις συγκεκριμένες καινοτομίες και τα οφέλη εφαρμογής τους (Dainelli et al., 2008). Μια πρώτη γνωριμία των καταναλωτών σε επίπεδο επιστημονικό πραγματοποιήθηκε το 2014 από τους Taouki, Alevritou, Tsironi, Giannoglou and Platakou, όπου ενημέρωσαν καταναλωτές και βιομηχανίες για τα οφέλη της έξυπνης καθώς και την εφαρμογή της στην ψυκτική αλυσίδα ψυγμένων και κατεψυγμένων προϊόντων και συγκεκριμένα με εφαρμογή χρονοθερμοκρασιακού δείκτη TTI. Με το συγκεκριμένο project θέλησαν να ενημερώσουν και να μεταφέρουν τα οφέλη της έξυπνης συσκευασίας και τη διασφάλιση της ιχνηλασιμότητας καθ' όλη τη διάρκεια της ψυκτικής αλυσίδας. Η εκπαίδευση διοργανώθηκε από το ΕΚΡΙΖΟ και συμμετείχαν πάνω από 276 βιομηχανίες τροφίμων και καταναλωτές. Τα αποτελέσματα ήταν πολύ ικανοποιητικά και ελπιδοφόρα, αλλά παρόλα αυτά πρέπει να υπάρχει σωστή και εμπεριστατωμένη ενημέρωση τόσο σε καταναλωτές όσο και σε βιομηχανίες.

3. Ερευνητικοί στόχοι και μεθοδολογία

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο της εργασίας θα αναφερθούν οι ερευνητικοί σκοποί της παρούσας εργασίας και θα περιγραφεί η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για την προσέγγιση της συγκεκριμένης έρευνας. Επίσης, θα αναλυθεί η διαδικασία της έρευνας, οι μέθοδοι συλλογής δεδομένων, η επιλογή του δείγματος καθώς και η ανάλυση που πραγματοποιήθηκε με σκοπό την εξαγωγή των αποτελεσμάτων.

3.1. Ερευνητικοί στόχοι

Στόχος της εν λόγω έρευνας είναι η αποτύπωση των εμπορικών εφαρμογών και η χαρτογράφηση της απεικόνισης της δεκτικότητας της ενεργού και έξυπνης συσκευασίας από τους καταναλωτές και τις βιομηχανίες τροφίμων. Οι νέες επιστημονικές εξελίξεις και τεχνολογίες στον τομέα της συσκευασίας των τροφίμων εισήγαγαν τις έννοιες των «ενεργών» και «νοημόνων» υλικών συσκευασίας.

Οι συγκεκριμένες συσκευασίες παρατείνουν τη διάρκεια ζωής των τροφίμων καθώς και επικοινωνούν με τον καταναλωτή με σκοπό να του παρέχουν βασικές πληροφορίες για το τρόφιμο. Για το λόγο αυτό, θέλουμε να διερευνήσουμε αν οι καταναλωτές ενδιαφέρονται για τις συγκεκριμένες καινοτόμες συσκευασίες και εάν είναι σε θέση να πληρώσει κάποιο επιπλέον αντίτιμο για να τις αποκτήσει. Από την άλλη πλευρά, ένα σημαντικό ζήτημα προβληματισμού και διερεύνησης είναι εάν οι βιομηχανίες τροφίμων γνωρίζουν τις εν λόγω συσκευασίες τροφίμων και ποια είναι η θέση τους σχετικά με την εφαρμογή τους στην παραγωγική διαδικασία.

3.2. Μεθοδολογία

Η μεθοδολογία μιας έρευνας είναι πολύ σημαντική έτσι ώστε να διεξαχθούν σωστά τα αποτελέσματα που προκύπτουν και διατυπωθούν τα αντίστοιχα συμπεράσματα. Η μεθοδολογία μιας έρευνας περιλαμβάνει όλα τα στάδια από τη διαδικασία συλλογής, επεξεργασίας και ερμηνείας των αποτελεσμάτων. Είναι υψίστης σημασίας να διατυπωθεί σωστά το ερώτημα που θέλουμε να απαντηθεί στη συγκεκριμένη έρευνα, γεγονός που θα καθορίσει και τα μετέπειτα βήματα διεξαγωγής της. Γενικότερα, υπάρχουν δύο ειδών δεδομένα που μας ενδιαφέρουν και αυτά είναι τα πρωτογενή και

τα δευτερογενή, τα οποία τις περισσότερες φορές συνδυασμένα μας βοηθούν στην επίλυση του ζητήματος που θέλουμε να μελετήσουμε.

3.2.1 Δευτερογενή δεδομένα

Δευτερογενή ονομάζονται τα δεδομένα εκείνα που έχουν προκύψει από προηγούμενες έρευνες και είναι διαθέσιμα έτσι ώστε να χρησιμοποιηθούν για ερευνητικούς σκοπούς. Περιλαμβάνουν κλαδικές μελέτες διαφόρων εταιρειών καθώς και επιστημονικά άρθρα τα οποία θεωρούνται βασική πηγή άντλησης πληροφοριών οι οποίες είναι χρήσιμες και απαραίτητες για να τεθούν ως βάση στη δημιουργία νέων ερευνητικών ερωτημάτων. Τα δευτερογενή δεδομένα αξιολογούνται αποτελώντας τη βάση για αναλύσεις μικρο- και μακρο- περιβάλλοντος (SWOT και PEST Analysis).

3.2.2 Πρωτογενή δεδομένα

Πρωτογενή χαρακτηρίζονται τα δεδομένα εκείνα τα οποία διεξάγονται από την έρευνα που πραγματοποιήθηκε στην παρούσα φάση για το συγκεκριμένο ερευνητικό σκοπό (πρωτογενή έρευνα). Μια από τις πλέον εφαρμοζόμενες μεθόδους συλλογής υλικού είναι η δημιουργία ερωτηματολογίου που καλείται ένα έντυπο που περιλαμβάνει μια σειρά δομημένων ερωτήσεων στις οποίες καλείται να απαντήσει ο ερωτώμενος γραπτά και με μια συγκεκριμένη σειρά.

Τα κύρια σημεία σχεδιασμού της έρευνας μέσω ενός ερωτηματολογίου είναι η επιλογή των ερωτημάτων, η σύνταξη του ερωτηματολογίου, η επιλογή αντιπροσωπευτικού δείγματος, η επιλογή του τρόπου συμπλήρωσής του και οι στατιστικοί μέθοδοι ανάλυσης των αποτελεσμάτων του. Για τις ανάγκες της παρούσης έρευνας συντάχθηκαν δύο είδη ηλεκτρονικών ερωτηματολογίων μέσω της πλατφόρμας της Google. Το ένα ερωτηματολόγιο απευθύνεται στους Έλληνες καταναλωτές και το άλλο σε άτομα που εργάζονται σε βιομηχανίες τροφίμων. Τα δύο ερωτηματολόγια βρίσκονταν σε ηλεκτρονική μορφή και στάλθηκαν μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου, μέσω των μέσων κοινωνικής δικτύωσης (όπως Facebook, Viber) καθώς και μέσω του LinkedIn.

Τα συγκεκριμένα ερωτηματολόγια «έτρεχαν» σχεδόν ταυτόχρονα με τη διαφορά ότι η έρευνα που απευθυνόταν σε καταναλωτές διήρκεσε δύο μήνες, ενώ στις βιομηχανίες τροφίμων τρεις μήνες. Τα αποτελέσματα που προκύπτουν από τα ερωτηματολόγια αναλύονται με το πρόγραμμα SPSS που θεωρείται το πιο διαδεδομένο πρόγραμμα για

τη στατιστική ανάλυση δεδομένων. Τα ερωτηματολόγια βρίσκονται αυτούσια στο παράρτημα στο τέλος της εργασίας.

4. Αποτελέσματα της έρευνας

4.1. Αποτελέσματα δευτερογενούς έρευνας

Μακροπεριβάλλον-Χρήση μοντέλου Pest

Η επιτυχία και η ανταπόκριση του καταναλωτικού κοινού σε όποιες καινοτομίες επηρεάζονται από παράγοντες εσωτερικούς και εξωτερικούς. Ένας κλάδος και ιδιαίτερα μια επιχείρηση τροφίμων στη συγκεκριμένη περίπτωση οφείλει να υιοθετήσει κάποιες στρατηγικές έτσι ώστε οι εξωτερικοί παράγοντες να προστεθούν στα πλεονεκτήματά της. Η ανάλυση του μακροπεριβάλλοντος γίνεται μέσω του μοντέλου Pest που αποτελεί ανάλυση του πολιτικού, οικονομικού, κοινωνικού και τεχνολογικού περιβάλλοντος.

-Πολιτικό και θεσμικό περιβάλλον

Η παγκόσμια οικονομική κρίση τα τελευταία χρόνια έχει επηρεάσει σε μεγάλο βαθμό την Ελλάδα, τόσο σε πολιτικό όσο και οικονομικό επίπεδο. Τα μνημόνια σε συνδυασμό με τη βαριά φορολογία επηρέασαν σημαντικά την οικονομική κατάσταση της χώρας μας καθώς είχαν ως επακόλουθο την αύξηση της ανεργίας και την κατακόρυφη πτώση των μισθών. Παρά το γεγονός πως ολοένα και αυξάνεται το κόστος ζωής στη χώρα μας, οι μισθοί πέφτουν όλο και περισσότερο με αποτέλεσμα οι πολίτες να επιβιώνουν δύσκολα. Όλα λειτουργούν ως ένας συνδετικός κρίκος, σαν ένα ντόμινο που αν κάτι δεν πηγαίνει καλά, αυτό επηρεάζει και τα υπόλοιπα. Συνέπεια των παραπάνω είναι οι καταναλωτές να περιορίζουν τις αγορές τους στα πλέον βασικά προϊόντα διατροφής. Επίσης, υπάρχει ένα αίσθημα πολιτικής και κοινωνικής αστάθειας και αβεβαιότητας και για το λόγο αυτό οι επιχειρήσεις είναι μαζεμένες και διστακτικές σε όποια επένδυση ή καινοτομία. Το θεσμικό κομμάτι είναι εναρμονισμένο και προνοητικό σε σχέση με τις νέες μεθόδους και έχει αναλυθεί ήδη σε προηγούμενη ενότητα.

-Οικονομικό περιβάλλον

Τα τελευταία δέκα χρόνια ή πιο συγκεκριμένα επτά η χώρα μας βρίσκεται σε περίοδο οικονομικής κρίσης και συνεχών μεταρρυθμίσεων. Για να επιτευχθεί μείωση του ελληνικού ελλείμματος εφαρμόστηκε μια σειρά από δυσβάσταχτα μέτρα που έχει οδηγήσει τη χώρα μας σε καιρούς μεγάλης ύφεσης και αντί να υπάρχει κάποια βελτίωση ή ελπίδα, τα πράγματα χειροτερεύουν. Η ελληνική αγορά αντιμετωπίζει προβλήματα έλλειψης ρευστότητας και τα ποσοστά ανεργίας των νέων ηλικίας 18-30 αυξάνονται συνεχώς. Σύμφωνα με στατιστικά, η Ελλάδα για το 2018 κατείχε την πρώτη θέση ανεργίας νέων στην Ευρώπη με ποσοστό 20,1%. Αυτό που συμβαίνει είναι πως υπάρχει μικρή ζήτηση σε εργασιακές θέσεις, αλλά μεγάλη προσφορά εργατικού δυναμικού. Ως απόρροια της ανεργίας, λοιπόν, οι νέοι αναζητούν εύρεση εργασίας στο εξωτερικό και η πλειοψηφία αυτών έχει πολλά προσόντα τα οποία αξιοποιούνται, δυστυχώς, εκτός χώρας.

-Κοινωνικό περιβάλλον

Σε μια χώρα και σε μια αγορά, πολύ σημαντικό ρόλο παίζουν οι πολίτες και στη συγκεκριμένη περίπτωση οι καταναλωτές. Είναι πολύ σημαντικό το γεγονός πως στις μέρες μας οι νέοι μορφώνονται, διευρύνουν τους ορίζοντες τους, ψάχνουν ένα καλύτερο μέλλον και επιζητούν μια καλύτερη ζωή. Ο καταναλωτής του 2018 αφενός μεν αντιμετωπίζει οικονομικά προβλήματα, έχει χαμηλό μισθό, αφετέρου ενημερώνεται συνεχώς, θέλει να γνωρίζει τι καταναλώνει και είναι ιδιαίτερα αυστηρός και απαιτητικός με τα standards που εκείνος ορίζει. Γνωρίζοντας τις επιβλαβείς ουσίες, τα καρκινογόνα, ενδεχομένως τις κακομεταχειρίσεις των τροφίμων μέχρι να έρθουν στο πιάτο του, επιζητάει να καταναλώνει ασφαλή προϊόντα. Τα παραπάνω ισχύουν και για τα δύο φύλα και για αρκετά μεγάλο εύρος ηλικιών. Από τους νέους 18 ετών μέχρι τα άτομα τρίτης ηλικίας.

-Τεχνολογικό περιβάλλον

Εννοείται πως χωρίς την ανάπτυξη της τεχνολογίας δεν θα γινόταν να πραγματοποιηθεί τίποτα από όλα αυτά. Η τεχνολογία μαζί με την έρευνα αποτελούν τους λίθους στους οποίους μπορεί να στηριχθεί και να αναπτυχθεί η διαδραστική συσκευασία. Οι νέες εφαρμογές που προστίθενται για την παραγωγή ασφαλών και ποιοτικών προϊόντων βασίζονται σε μεγάλο ποσοστό στην ανάπτυξη και δημιουργία καινοτόμων μεθόδων. Συνεχώς, οι ερευνητές συναντάνε κάποια νέα μέθοδο που θα

διευκολύνει το στόχο τον οποίο μελετούν και ενδεχομένως να αποδώσει καλύτερα. Οι βιομηχανίες τροφίμων είτε λόγω μαρκετινγκ, δημιουργίας καινοτόμων προϊόντων, μείωσης επιστροφών είτε παράτασης της διάρκειας ζωής των τροφίμων χρειάζεται τη διαφοροποίηση των προϊόντων της με την προσθήκη και ενσωμάτωση νέων τεχνολογιών. Η έρευνα και ανάπτυξη είναι οι τομείς που πρέπει να επενδύσει, αφού τα δεδομένα συνεχώς αλλάζουν. Οι καταναλωτικές συνήθειες ανάλογα με την εποχή, τις ανάγκες μεταβάλλονται και για αυτό η βιομηχανία οφείλει να είναι εκεί και εναρμονισμένη με τα σύγχρονα μέσα και μεθόδους που επιτάσσει η εποχή. Οι επιστήμονες και οι βιομηχανίες πρέπει να είναι ένα βήμα μπροστά και να προπορεύονται σε σχέση με τους καταναλωτές, να προβλέπουν τις ανάγκες τους.

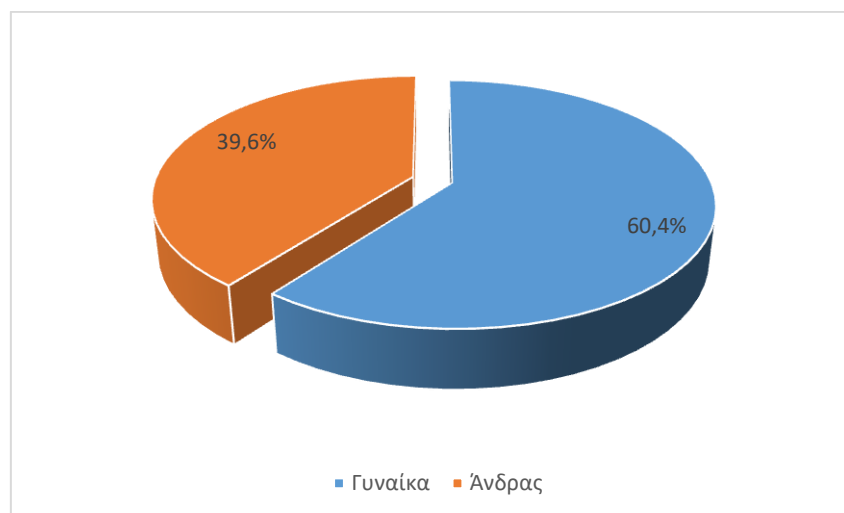
4.2. Αποτελέσματα και συμπεράσματα πρωτογενούς έρευνας

4.2.1 Αποτελέσματα ερωτηματολογίων των καταναλωτών

Το δείγμα της έρευνάς μας αποτελείται από 323 άτομα τα οποία απάντησαν ερωτήσεις για τις καταναλωτικές τους συνήθειες και συγκεκριμένα για την ενεργό και έξυπνη συσκευασία καθώς επίσης και ερωτήσεις για τα δημογραφικά τους χαρακτηριστικά.

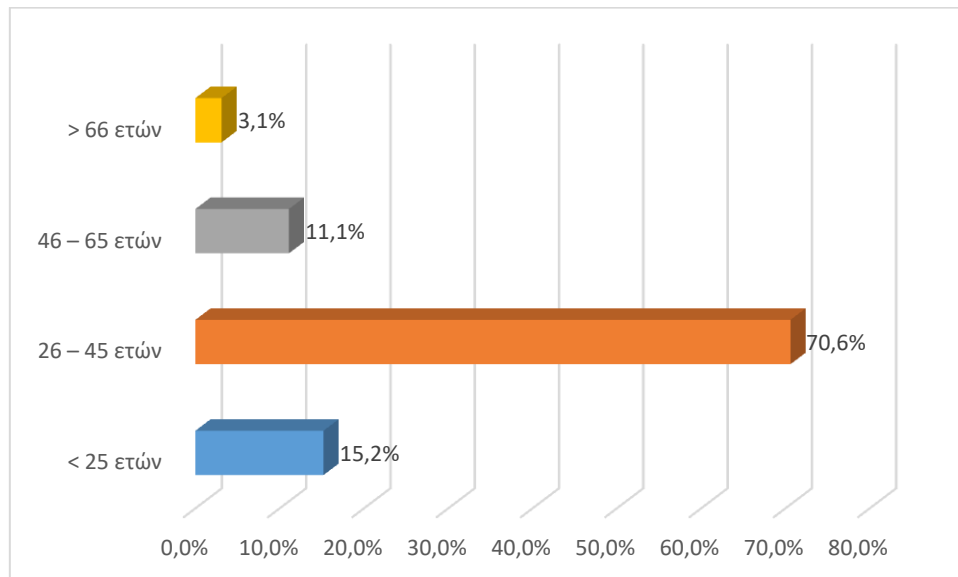
Αρχικά, θα παρουσιασθούν τα στατιστικά για τα δημογραφικά στοιχεία του δείγματος.

Η πρώτη ερώτηση του δημογραφικού ερωτηματολογίου αφορούσε το φύλο τους, με το 60,4% των ατόμων να είναι γυναίκες και το 39,6% άντρες.



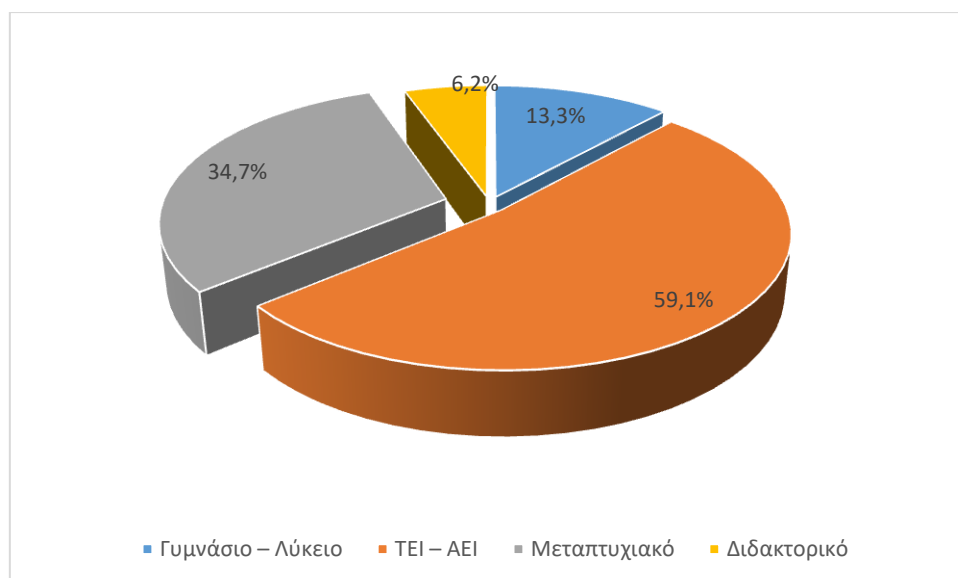
Σχήμα 1. Γράφημα πίτας για το φύλο του συνολικού δείγματος.

Έπειτα, τα άτομα ρωτήθηκαν για την ηλικία τους και το 15,2% είναι κάτω από 25 ετών, το 70,6% είναι από 26 – 45 ετών, το 11,1% από 46 – 65 ετών και το 3,1% είναι πάνω από 66 ετών.



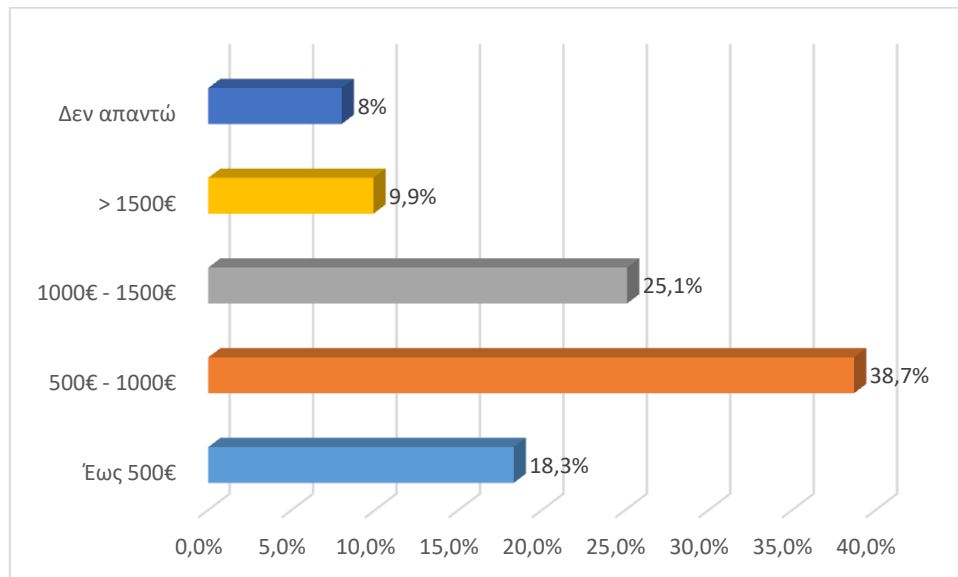
Σχήμα 2. Ραβδόγραμμα για την ηλικία του συνολικού δείγματος.

Η επόμενη δημογραφική ερώτηση αφορούσε το μορφωτικό επίπεδο των ατόμων και από το παρακάτω γράφημα συμπεραίνουμε ότι το 13,3% είναι απόφοιτοι Γυμνασίου – Λυκείου, το 45,8% είναι απόφοιτοι ΤΕΙ – ΑΕΙ, το 34,7% κάτοχοι μεταπτυχιακού τίτλου και το 6,2% έχουν διδακτορικό τίτλο.



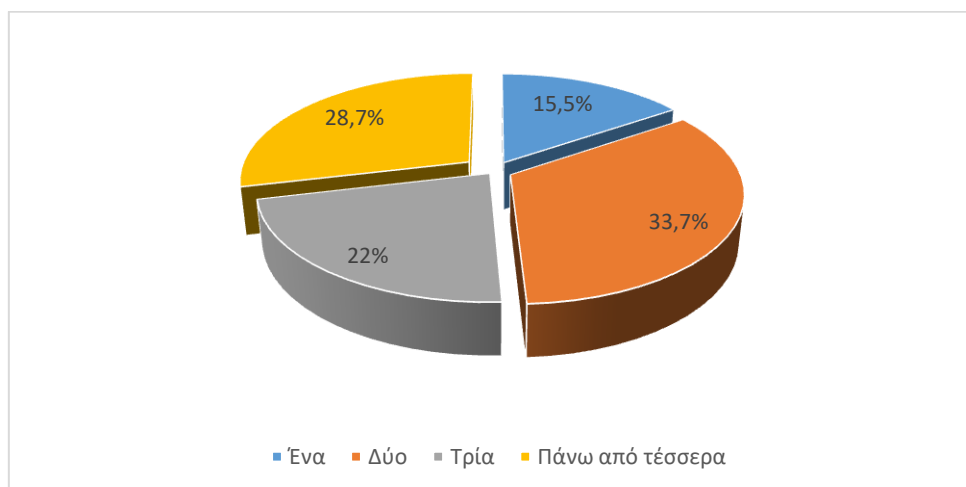
Σχήμα 3. Γράφημα πίτας για το μορφωτικό επίπεδο του συνολικού δείγματος.

Ως προς το μηναίο εισόδημά τους, το 18,3% των συμμετεχόντων έχει έως 500€, το 38,7% από 500€ έως 1000€, το 25,1% από 1000€ έως 1500€, το 9,9% έχει μηνιαίο εισόδημα πάνω από 1500€ ενώ το 8% δεν απάντησε στη συγκεκριμένη ερώτηση.



Σχήμα 4. Ραβδόγραμμα για το μηνιαίο εισόδημα του συνολικού δείγματος.

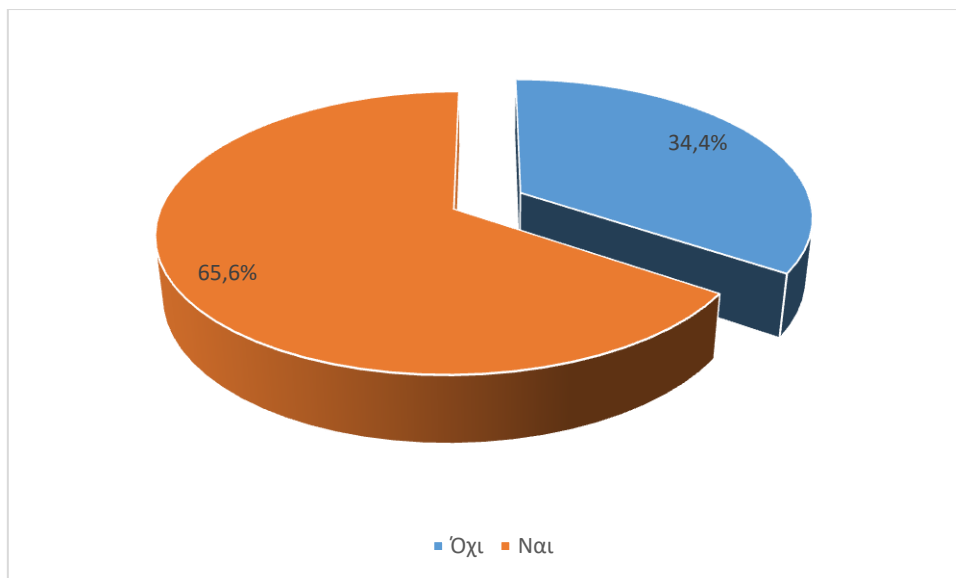
Τέλος, οι ερωτηθέντες κλήθηκαν να απαντήσουν από πόσα άτομα μαζί με εκείνους αποτελείται το νοικοκυριό τους και το 15,5% απάντησε ότι αποτελείται από ένα άτομο, το 33,7% από δύο άτομα, το 22% από τρία και το 28,7% απάντησε ότι το νοικοκυριό τους αποτελείται από τέσσερα άτομα και πάνω.



Σχήμα 5. Γράφημα πίτας για τον αριθμό των ατόμων που αποτελείται το νοικοκυριό τους για το συνολικό δείγμα.

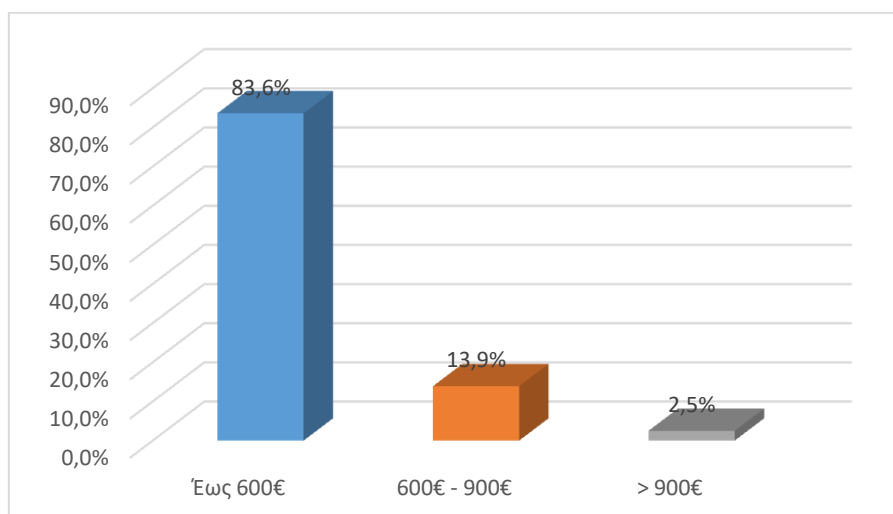
Οι επόμενες ερωτήσεις του ερωτηματολογίου αφορούσαν τις καταναλωτικές συνήθειες των ερωτηθέντων και πιο συγκεκριμένα σχετικά με την ενεργό και έξυπνη συσκευασία.

Στην αρχή τα άτομα ερωτήθηκαν εάν οι ίδιοι είναι εκείνοι που αγοράζουν με μεγαλύτερη συχνότητα τρόφιμα το νοικοκυριό τους και το 65,6% απάντησε θετικά ενώ το 34,4% αρνητικά.



Σχήμα 6. Γράφημα πίτας της ερώτησης 1 για το συνολικό δείγμα.

Η δεύτερη ερώτηση αφορούσε πόσα χρήματα ξοδεύουν για την αγορά τροφίμων κάθε μήνα σαν νοικοκυριό (συμπεριλαμβανομένων των εξόδων για φαγητό) και το 83,6% απάντησε ότι ξοδεύει μέχρι 600€, το 13,9% από 600 - 900€ και το 2,5% πάνω από 900€.



Σχήμα 7. Ραβδόγραμμα της ερώτησης 2 για το συνολικό δείγμα.

Στη συνέχεια τα άτομα ρωτήθηκαν σχετικά με τη σημαντικότητα των παρακάτω στοιχείων στην επιλογή των τροφίμων που θα καταναλώσουν (με 1=καθόλου σημαντικό έως 10=εξαιρετικά σημαντικό). Από τον παρακάτω πίνακα συμπεραίνουμε ότι τα σημαντικότερα κριτήρια στην επιλογή των τροφίμων είναι η ποιότητα (μ.ο.=9,28) και η ημερομηνία λήξης (μ.ο.=8,85) ενώ τα λιγότερο σημαντικά είναι το χρώμα (μ.ο.=6,56) και η συσκευασία (μ.ο.=6,96).

Πίνακας 1. Περιγραφικοί στατιστικοί δείκτες για τις υποερωτήσεις της ερώτησης 3.

Υποερωτήσεις	ΜΟ	ΤΑ	Min	Max
Εμφάνιση	7,17	2,09	1	10
Χρώμα	6,56	2,47	1	10
Ποιότητα	9,28	1,07	4	10
Συσκευασία	6,96	2,06	1	10
Ημερομηνία λήξης	8,85	1,63	2	10
Τιμή	8,30	1,72	1	10
Προσφορά	8,16	1,78	1	10

Η επόμενη ερώτηση αφορούσε το πόσο πιθανό είναι να αγοράσουν ένα τρόφιμο του οποίου πλησιάζει η ημερομηνία λήξης, αλλά φαίνεται φρέσκο (με 1=σπάνια έως 10=πάρα πολύ συχνά) και όπως παρατηρούμε από τον πίνακα οι περισσότεροι ερωτηθέντες αγοράζουν πολύ σπάνια ένα τέτοιο προϊόν (μ.ο.=4,98). Επιπλέον, στην ερώτηση 5 τα άτομα ρωτήθηκαν για τη συχνότητα ανάγνωσης της ετικέτας των τροφίμων (με 1=σπάνια έως 10=πάρα πολύ συχνά) και από τις απαντήσεις τους συμπεραίνουμε ότι η πλειοψηφία διαβάζει την ετικέτα πολύ συχνά (μ.ο.=7,17).

Πίνακας 2. Περιγραφικοί στατιστικοί δείκτες για τις ερωτήσεις 4 και 5.

Ερωτήσεις	ΜΟ	ΤΑ	Min	Max
Ερώτηση 4	4,98	2,67	1	10
Ερώτηση 5	7,17	2,35	1	10

Στην ερώτηση 6, τα άτομα κλήθηκαν να απαντήσουν πόσο σημαντικά θεωρούν τα παρακάτω στοιχεία σε μια ετικέτα τροφίμων (με 1=καθόλου σημαντικό έως 10=εξαιρετικά σημαντικό). Από τα αποτελέσματα του πίνακα γίνεται αντιληπτό πως τα σημαντικότερα στοιχεία είναι η ημερομηνία λήξης (μ.ο.=8,91) και τα συστατικά (μ.ο.=8,15) ενώ τα λιγότερο σημαντικά είναι το σήμα βιολογικού προϊόντος (μ.ο.=6,88) και η ύπαρξη αλλεργιογόνων (μ.ο.=7,08).

Πίνακας 3. Περιγραφικοί στατιστικοί δείκτες για τις υποερωτήσεις της ερώτησης 6.

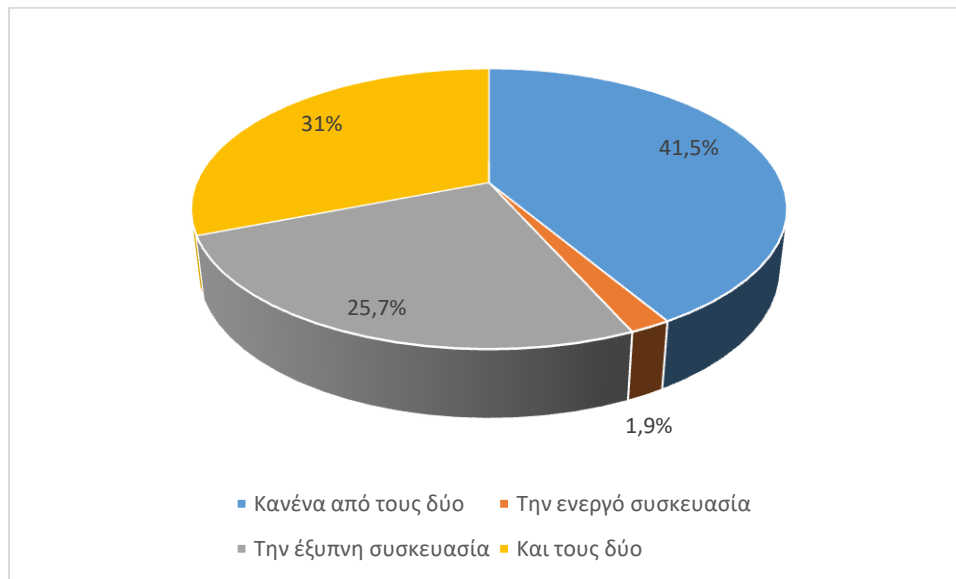
Υποερωτήσεις	ΜΟ	ΤΑ	Min	Max
Συστατικά	8,15	2,01	1	10
Διατροφική δήλωση	7,66	2,18	1	10
Συντηρητικά	7,74	2,30	1	10
Ημερομηνία λήξης	8,91	1,63	1	10
Σήμα βιολογικού προϊόντος	6,88	2,47	1	10
Ύπαρξη αλλεργιογόνων	7,08	3,02	1	10

Έπειτα, οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να δηλώσουν πόσο σημαντικό είναι για εκείνους το τρόφιμο που επιλέγουν να μην περιέχει πρόσθετά Ε (με 1=καθόλου και 10=πάρα πολύ) και σύμφωνα με τις απαντήσεις τους οι περισσότεροι το θεωρούν αρκετά σημαντικό (μ.ο.=7,15).

Πίνακας 4. Περιγραφικοί στατιστικοί δείκτες για την ερώτηση 7.

	ΜΟ	ΤΑ	Min	Max
Ερώτηση 7	7,15	2,47	1	10

Ως προς το αν έχουν ακούσει οι συμμετέχοντες τους όρους «ενεργός συσκευασία» και «έξυπνη συσκευασία», το 41,5% απάντησε κανένα από τους δύο, το 1,9% την ενεργό συσκευασία, το 25,7% την έξυπνη συσκευασία και το 31% και τους δύο όρους.



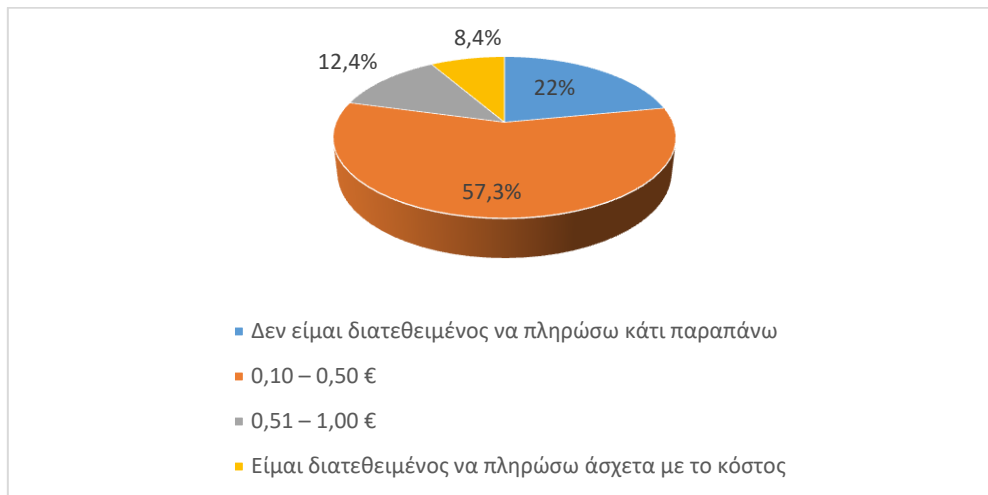
Σχήμα 8. Γράφημα πίτας της ερώτησης 8 για το συνολικό δείγμα.

Η επόμενη ερώτηση είχε ως αντικείμενο το πόσο πιθανό είναι οι ερωτώμενοι να αγοράσουν ένα τρόφιμο συσκευασμένο σε μια από τις παραπάνω συσκευασίες (με 1=καθόλου πιθανό έως 10=πάρα πολύ πιθανό) και όπως παρατηρούμε από τον πίνακα οι περισσότεροι ερωτηθέντες θεωρούν πολύ πιθανό να αγοράσουν ένα τρόφιμο συσκευασμένο σε έξυπνη συσκευασία (μ.ο.=8,11) αλλά και σε ενεργό συσκευασία (μ.ο.=7,80).

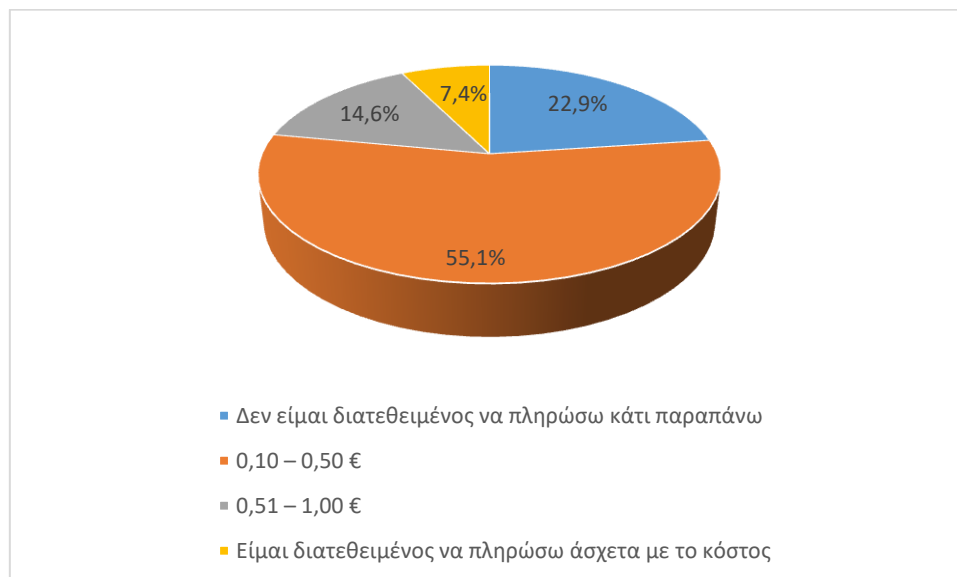
Πίνακας 5. Περιγραφικοί στατιστικοί δείκτες για την ερώτηση 9.

Ερώτηση 9	ΜΟ	ΤΑ	Min	Max
Έξυπνη συσκευασία	8,11	1,76	1	10
Ενεργός συσκευασία	7,80	1,92	1	10

Στην ερώτηση 10, οι ερωτηθέντες κλήθηκαν να απαντήσουν αν είναι διατεθειμένοι να επιβαρυνθούν με μια εξτρά χρέωση και αν ναι πόσο ανά συσκευασία. Για την έξυπνη συσκευασία, το 22% απάντησαν ότι δεν είναι διατεθειμένοι να πληρώσουν κάτι παραπάνω, το 57,3% 0,10 – 0,50€, το 12,4% 0,51 – 1 € και το 8,4% είναι διατεθειμένοι να πληρώσουν άσχετα με το κόστος. Για την ενεργό συσκευασία, το 22,9% απάντησαν ότι δεν είναι διατεθειμένοι να πληρώσουν κάτι παραπάνω, το 55,1% 0,10 – 0,50€, το 14,6% παραπάνω 0,51 – 1 € και το 7,4% είναι διατεθειμένοι να πληρώσουν άσχετα με το κόστος.



Σχήμα 9. Γράφημα πίτας της ερώτησης 10 (έξυπνη συσκευασία) για το συνολικό δείγμα.



Σχήμα 10. Γράφημα πίτας της ερώτησης 10 (ενεργός συσκευασία) για το συνολικό δείγμα.

Έπειτα, οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να δηλώσουν σε περίπτωση που κατά τη διάρκεια αγοράς ενός τροφίμου διαπιστώσουν πέρας της ημερομηνίας λήξεως, ενώ στη συσκευασία οι δείκτες δείχνουν πως είναι φρέσκο, αν είναι πιθανό να το αγοράσουν (με 1=καθόλου πιθανό και 10=πάρα πολύ πιθανό) και σύμφωνα με τις απαντήσεις τους οι περισσότεροι δεν το θεωρούν αρκετά πιθανό (μ.ο.=4,08).

Πίνακας 6. Περιγραφικοί στατιστικοί δείκτες για την ερώτηση 11.

	MO	TA	Min	Max
Ερώτηση 11	4,08	2,90	1	10

Η τελευταία ερώτηση σχετίζεται με το εάν οι συμμετέχοντες ακολουθούν μια ισορροπημένη διατροφή (με 1=όχι και 10=ναι) και παρατηρούμε από τον πίνακα ότι οι περισσότεροι ακολουθούν με αρκετά ισορροπημένη διατροφή (μ.ο.=7,31)

Πίνακας 7. Περιγραφικοί στατιστικοί δείκτες για την ερώτηση 12.

	MO	TA	Min	Max
Ερώτηση 12	7,31	1,92	1	10

Στη συνέχεια της εργασίας, θα ερευνηθεί η σχέση κάποιων ερωτήσεων μεταξύ τους και θα αναφερθούν μόνο σε όσα υπάρχει στατιστικά σημαντικό αποτέλεσμα. Ο έλεγχος υποθέσεων είναι μια μέθοδος της Στατιστικής Συμπερασματολογίας (statistical inference) που μας βοηθά στη εξαγωγή κάποιων συμπερασμάτων σχετικά με την τιμή μιας παραμέτρου του πληθυσμού ύστερα από σύγκριση των αποτελεσμάτων του δείγματος με εκείνα που θα περιμέναμε εάν η υπόθεση είναι αληθινή. Η μέθοδος αυτή μας βοηθά να διαπιστώσουμε εάν τα δεδομένα του δείγματος υποστηρίζουν την υπόθεση ότι η παράμετρος του πληθυσμού έχει μια συγκεκριμένη τιμή.

Με άλλα λόγια, με τον έλεγχο υποθέσεων προσπαθούμε να προσδιορίσουμε την πιθανότητα να προκύψει ένα δείγμα όπου η τιμή της παραμέτρου είναι για παράδειγμα μ από έναν πληθυσμό με πραγματική τιμή μ_0 . Εάν η πιθανότητα είναι μεγάλη τότε η διαφορά μεταξύ του μ και μ_0 οφείλεται στις τυχαίες κυμάνσεις της δειγματοληψίας. Αντίθετα, σε περίπτωση που διαπιστωθεί πως η πιθανότητα είναι μικρή, τότε η υπόθεση δεν ισχύει (Κλωνάρης Στάθης, 2015).

Το κριτήριο χ^2 είναι γνωστό ως κριτήριο ελέγχου ανεξαρτησίας ή κριτήριο ελέγχου πινάκων συνάφειας. Το κριτήριο εξετάζει αν οι δύο κατηγορικές μεταβλητές που απαρτίζουν τον πίνακα διπλής εισόδου είναι ανεξάρτητες ή όχι.

Μηδενική υπόθεση (H_0) : Η δαπάνη για την έξυπνη συσκευασία ΔΕΝ επηρεάζεται από τα χρήματα που ξοδεύουν για αγορά τροφίμων

Εναλλακτική υπόθεση (H_1) : Η δαπάνη για την έξυπνη συσκευασία επηρεάζεται από τα χρήματα που ξοδεύουν για αγορά τροφίμων

Πίνακας 8. Κατανομή της δαπάνης για την έξυπνη συσκευασία (ερώτηση 10) ανά το ποσό των χρημάτων που ξοδεύουν για αγορά τροφίμων (ερώτηση 2) και εφαρμογή του χ^2 κριτηρίου.

		Έξυπνη συσκευασία				Σύνολο
		Δεν είμαι διατεθειμένος να πληρώσω κάτι παραπάνω	0,10 - 0,50€	0,51 - 1,00 €	Είμαι διατεθειμένος να πληρώσω άσχετα με το κόστος	
Ερώτηση 2	<600 €	63 23,3%	158 58,5%	32 11,9%	17 6,3%	270 100,0%
	600-900€	7 15,6%	25 55,6%	6 13,3%	7 15,6%	45 100,0%
	>900€	1 12,5%	2 25,0%	2 25,0%	3 37,5%	8 100,0%
Σύνολο		71 22,0%	185 57,3%	40 12,4%	27 8,4%	323 100,0%
$\chi^2(6)=16,36$ και $p\text{-value}=0,012$						

Από τον ανωτέρω πίνακα παρατηρούμε ότι η πλειοψηφία των ερωτηθέντων που ξοδεύουν για αγορά τροφίμων έως 600€ (το 58,5%) και από 600-900€ (το 55,6%) είναι διατεθειμένοι να επιβαρυνθούν από 0,10 – 0,50€ για μια έξυπνη συσκευασία σε αντίθεση με τα περισσότερα άτομα που ξοδεύουν για αγορά τροφίμων πάνω από 900€ (το 37,5%) που απάντησαν ότι είναι διατεθειμένοι να πληρώσουν άσχετα με το κόστος. Από την εφαρμογή του κριτηρίου συμπεραίνουμε ότι υπάρχει συνάφεια μεταξύ της ερώτησης 2 και της ερώτησης 10 (έξυπνη συσκευασία) εφόσον το $\chi^2(6)=16,36$ και $p\text{-value}=0,012$.

Μηδενική υπόθεση (H_0) : Η δαπάνη για την ενεργό συσκευασία ΔΕΝ επηρεάζεται από τα χρήματα που ξοδεύουν για αγορά τροφίμων

Εναλλακτική υπόθεση (H_1) : Η δαπάνη για την ενεργό συσκευασία επηρεάζεται από τα χρήματα που ξοδεύουν για αγορά τροφίμων

Πίνακας 9. Κατανομή της δαπάνης για την ενεργό συσκευασία (ερώτηση 10) ανά το ποσό των χρημάτων που ξοδεύουν για αγορά τροφίμων (ερώτηση 2) και εφαρμογή του χ^2 κριτηρίου.

		Ενεργός συσκευασία				Σύνολο
		Δεν είμαι διατεθειμένος να πληρώσω κάτι παραπάνω	0,10 - 0,50€	0,51 - 1,00 €	Είμαι διατεθειμένος να πληρώσω άσχετα με το κόστος	
Ερώτηση 2	<600 €	60 22,2%	157 58,1%	37 13,7%	16 5,9%	270 100,0%
	600-900€	12 26,7%	19 42,2%	9 20,0%	5 11,1%	45 100,0%
	>900€	2 25,0%	2 25,0%	1 12,5%	3 37,5%	8 100,0%
Σύνολο		74 22,9%	178 55,1%	47 14,6%	24 7,4%	323 100,0%
$\chi^2(6)=15,93$ και $p\text{-value}=0,014$						

Από τον ανωτέρω πίνακα παρατηρούμε ότι η πλειοψηφία των ερωτηθέντων που ξοδεύουν για αγορά τροφίμων έως 600€ (το 58,1%) και από 600-900€ (το 42,2%) είναι διατεθειμένοι να επιβαρυνθούν από 0,10 – 0,50€ για μια ενεργό συσκευασία σε αντίθεση με τα περισσότερα άτομα που ξοδεύουν για αγορά τροφίμων πάνω από 900€ (το 37,5%) που απάντησαν ότι είναι διατεθειμένοι να πληρώσουν άσχετα με το κόστος. Από την εφαρμογή του κριτηρίου συμπεραίνουμε ότι υπάρχει συνάφεια μεταξύ της ερώτησης 2 και της ερώτησης 10 (ενεργός συσκευασία) εφόσον το $\chi^2(6)=15,93$ και $p\text{-value}=0,014$.

Στην ανάλυση διακύμανσης παρέχεται η δυνατότητα συνεξέτασης μέσων όρων που προέρχονται από τρεις, τέσσερις ή και περισσότερους πληθυσμούς.

Μηδενική υπόθεση (H_0) : Η πιθανότητα ν' αγοράσουν ένα τρόφιμο συσκευασμένο σε έξυπνη συσκευασία ΔΕΝ επηρεάζεται από το μορφωτικό επίπεδο των ατόμων

Εναλλακτική υπόθεση (H_1) : Η πιθανότητα ν' αγοράσουν ένα τρόφιμο συσκευασμένο σε έξυπνη συσκευασία επηρεάζεται από το μορφωτικό επίπεδο των ατόμων

Μηδενική υπόθεση (H_0) : Η πιθανότητα ν' αγοράσουν ένα τρόφιμο συσκευασμένο σε ενεργό συσκευασία ΔΕΝ επηρεάζεται από το μορφωτικό επίπεδο των ατόμων

Εναλλακτική υπόθεση (H_1) : Η πιθανότητα ν' αγοράσουν ένα τρόφιμο συσκευασμένο σε ενεργό συσκευασία επηρεάζεται από το μορφωτικό επίπεδο των ατόμων

Πίνακας 10. Μέσοι όροι και ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) της πιθανότητας ν' αγοράσουν ένα τρόφιμο συσκευασμένο σε έξυπνη και ενεργό συσκευασία (ερώτηση 9) ως προς το μορφωτικό επίπεδο των ατόμων του δείγματος.

	Μορφωτικό επίπεδο				F-τιμή (3 , 319)
	Γυμνάσιο Λύκειο	ΤΕΙ ΑΕΙ	Μεταπτυχιακό	Διδακτορικό	
Έξυπνη συσκευασία	8,35α,β	7,88α	8,19α,β	8,95β	2,74*
Ενεργός συσκευασία	7,77α,β	7,55α	7,98α,β	8,80β	3,05*

Σημείωση: *p-value<0,05 , **p-value<0,01 και ***p-value<0,001. Οι μέσοι όροι που μοιράζονται κοινό δείκτη δε διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους σύμφωνα με το Post hoc κριτήριο του Scheffe.

Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
MBA Food & Agribusiness

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
						Lower Bound	Upper Bound		
Έξυπνη συσκευασία	Γυμνάσιο - Λύκειο	43	8,35	1,798	,274	7,80	8,90	3	10
	ΤΕΙ - ΑΕΙ	148	7,88	1,833	,151	7,58	8,18	1	10
	Μεταπτυχιακό	112	8,19	1,701	,161	7,87	8,51	1	10
	Διδακτορικό	20	8,95	1,146	,256	8,41	9,49	6	10
	Total	323	8,11	1,763	,098	7,92	8,31	1	10
Ενεργός συσκευασία	Γυμνάσιο - Λύκειο	43	7,77	2,033	,310	7,14	8,39	1	10
	ΤΕΙ - ΑΕΙ	148	7,55	1,904	,156	7,24	7,86	1	10
	Μεταπτυχιακό	112	7,98	1,950	,184	7,62	8,35	1	10
	Διδακτορικό	20	8,80	1,240	,277	8,22	9,38	6	10
	Total	323	7,80	1,923	,107	7,59	8,02	1	10

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Έξυπνη συσκευασία	Between Groups	25,171	3	8,390	2,743	,043
	Within Groups	975,591	319	3,058		
	Total	1000,762	322			
Ενεργός συσκευασία	Between Groups	33,204	3	11,068	3,050	,029
	Within Groups	1157,508	319	3,629		
	Total	1190,712	322			

Έξυπνη συσκευασία

Scheffe^{a,b}

Μορφωτικό επίπεδο	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
ΤΕΙ - ΑΕΙ	148	7,88	
Μεταπτυχιακό	112	8,19	8,19
Γυμνάσιο - Λύκειο	43	8,35	8,35
Διδακτορικό	20		8,95
Sig.		,654	,235

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

- a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 44,974.
b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

Ενεργός συσκευασία

Scheffe^{a,b}

Μορφωτικό επίπεδο	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
TEI - AEI	148	7,55	
Γυμνάσιο - Λύκειο	43	7,77	7,77
Μεταπτυχιακό	112	7,98	7,98
Διδακτορικό	20		8,80
Sig.		,760	,088

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

- a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 44,974.
b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

Από την εφαρμογή της ανάλυσης διακύμανσης συμπεραίνουμε τα ακόλουθα:

- Στον παράγοντα της έξυπνης συσκευασίας υπάρχει στατιστικά σημαντική επίδραση του μορφωτικού επιπέδου των ατόμων με $F(3, 319)=2,74$ και $p\text{-value}<0,05$. Πιο αναλυτικά, τα άτομα που είναι απόφοιτοι TEI – AEI ($\mu.o.=7,88$) είναι λιγότερο πιθανό να αγοράσουν ένα τρόφιμο συσκευασμένο σε έξυπνη συσκευασία σε σύγκριση σε όσους είναι κάτοχοι Διδακτορικού ($\mu.o.=8,95$) ενώ οι υπόλοιποι κυμαίνονται σε ενδιάμεσα επίπεδα.
- Στον παράγοντα της ενεργού συσκευασίας υπάρχει στατιστικά σημαντική επίδραση του μορφωτικού επιπέδου των ατόμων με $F(3, 319)=3,05$ και $p\text{-value}<0,05$. Πιο αναλυτικά, τα άτομα που είναι απόφοιτοι TEI – AEI ($\mu.o.=7,55$) είναι λιγότερο πιθανό να αγοράσουν ένα τρόφιμο συσκευασμένο σε ενεργό συσκευασία σε σχέση σε όσους είναι κάτοχοι Διδακτορικού ($\mu.o.=8,80$) ενώ οι υπόλοιποι κυμαίνονται σε ενδιάμεσα επίπεδα.

Ο συντελεστής συσχέτισης Pearson r είναι ο κατάλληλος (παραμετρικός) στατιστικός δείκτης προκειμένου να αξιολογηθεί αν υπάρχει συνάφεια μεταξύ δύο συνεχών μεταβλητών.

Μηδενική υπόθεση (H_0) : ΔΕΝ υπάρχει σχέση μεταξύ της σημαντικότητας επιλογής τροφίμου χωρίς Ε και της πιθανότητας ν' αγοράσουν ένα τρόφιμο συσκευασμένο σε έξυπνη συσκευασία

Εναλλακτική υπόθεση (H_1) : Υπάρχει σχέση μεταξύ της σημαντικότητας επιλογής τροφίμου χωρίς Ε και της πιθανότητας ν' αγοράσουν ένα τρόφιμο συσκευασμένο σε έξυπνη συσκευασία

Μηδενική υπόθεση (H_0) : ΔΕΝ υπάρχει σχέση μεταξύ της σημαντικότητας επιλογής τροφίμου χωρίς Ε και της πιθανότητας ν' αγοράσουν ένα τρόφιμο συσκευασμένο σε ενεργό συσκευασία

Εναλλακτική υπόθεση (H_1) : Υπάρχει σχέση μεταξύ της σημαντικότητας επιλογής τροφίμου χωρίς Ε και της πιθανότητας ν' αγοράσουν ένα τρόφιμο συσκευασμένο σε ενεργό συσκευασία

Πίνακας 11. Εφαρμογή του κριτηρίου Pearson r για τη συσχέτιση της σημαντικότητας επιλογής τροφίμου χωρίς Ε (ερώτηση 7) και της πιθανότητας ν' αγοράσουν ένα τρόφιμο συσκευασμένο σε έξυπνη και ενεργό συσκευασία (ερώτηση 9).

	Ερώτηση 7
Ερώτηση 9 (έξυπνη συσκευασία)	0,25***
Ερώτηση 9 (ενεργός συσκευασία)	0,18**

Σημείωση: *p-value<0,05 **p-value<0,01 και ***p-value<0,001.

Από τον παραπάνω πίνακα συμπεραίνουμε ότι η ερώτηση 7 συσχετίζεται θετικά στατιστικά σημαντικά με την ερώτηση 9 για την έξυπνη συσκευασία ($r=0,25$ και $p\text{-value}<0,001$) και την ενεργό συσκευασία ($r=0,18$ και $p\text{-value}<0,01$). Δηλαδή, όσο πιο σημαντικό είναι για κάποιον το τρόφιμο που επιλέγει να μην περιέχει Ε τόσο πιθανό είναι να αγοράσει ένα τρόφιμο συσκευασμένο σε έξυπνη και σε ενεργό συσκευασία και αντιστρόφως.

Μηδενική υπόθεση (H_0) : ΔΕΝ υπάρχει σχέση μεταξύ της πιθανότητας να αγοράσουν ένα τρόφιμο του οποίου πλησιάζει η ημερομηνία λήξης και της πιθανότητας να αγοράσουν ένα τρόφιμο συσκευασμένο σε έξυπνη συσκευασία

Εναλλακτική υπόθεση (H_1) : Υπάρχει σχέση μεταξύ της πιθανότητας να αγοράσουν ένα τρόφιμο του οποίου πλησιάζει η ημερομηνία λήξης και της πιθανότητας να αγοράσουν ένα τρόφιμο συσκευασμένο σε έξυπνη συσκευασία

Μηδενική υπόθεση (H_0) : ΔΕΝ υπάρχει σχέση μεταξύ της πιθανότητας να αγοράσουν ένα τρόφιμο του οποίου πλησιάζει η ημερομηνία λήξης και της πιθανότητας να αγοράσουν ένα τρόφιμο συσκευασμένο σε ενεργό συσκευασία

Εναλλακτική υπόθεση (H_1) : Υπάρχει σχέση μεταξύ της πιθανότητας να αγοράσουν ένα τρόφιμο του οποίου πλησιάζει η ημερομηνία λήξης και της πιθανότητας να αγοράσουν ένα τρόφιμο συσκευασμένο σε ενεργό συσκευασία

Πίνακας 12. Εφαρμογή του κριτηρίου Pearson r για τη συσχέτιση της πιθανότητας να αγοράσουν ένα τρόφιμο του οποίου πλησιάζει η ημερομηνία λήξης (ερώτηση 4) και της πιθανότητας ν' αγοράσουν ένα τρόφιμο συσκευασμένο σε έξυπνη και ενεργό συσκευασία (ερώτηση 9).

		Ποσό πιθανό είναι....(ερώτηση 4)	Έξυπνη συσκευασία	Ενεργός συσκευασία
Ποσό πιθανό είναι....(ερώτηση 4)	Pearson Correlation	1	,101	,170**
	Sig. (2-tailed)		,071	,002
	N	323	323	323
Έξυπνη συσκευασία	Pearson Correlation	,101	1	,689**
	Sig. (2-tailed)	,071		,000
	N	323	323	323
Ενεργός συσκευασία	Pearson Correlation	,170**	,689***	1
	Sig. (2-tailed)	,002	,000	
	N	323	323	323

Σημείωση: *p-value<0,05 **p-value<0,01 και ***p-value<0,001.

Από τον παραπάνω πίνακα συμπεραίνουμε ότι η ερώτηση 4 συσχετίζεται θετικά στατιστικά σημαντικά με την ερώτηση 9 για την ενεργό συσκευασία ($r=0,17$ και $p\text{-value}<0,01$). Δηλαδή, όσο πιο πιθανό είναι να αγοράσουν ένα τρόφιμο του οποίου

πλησιάζει η ημερομηνία λήξης, αλλά φαίνεται φρέσκο τόσο πιθανό είναι να αγοράσει ένα τρόφιμο συσκευασμένο σε ενεργό συσκευασία και αντιστρόφως.

Επίσης, η έξυπνη συσκευασία συσχετίζεται θετικά στατιστικά σημαντικά με την ενεργό συσκευασία ($r=0,689$ και $p\text{-value}<0,01$). Δηλαδή, όσο πιο πιθανό είναι να αγοράσουν ένα τρόφιμο συσκευασμένο σε έξυπνη συσκευασία τόσο πιθανό είναι να αγοράσουν ένα τρόφιμο συσκευασμένο σε ενεργό συσκευασία και αντιστρόφως.

Μηδενική υπόθεση (H_0) : ΔΕΝ υπάρχει σχέση μεταξύ των στοιχείων που θεωρούν σημαντικά σε μια ετικέτα τροφίμων και της πιθανότητας να αγοράσουν ένα τρόφιμο συσκευασμένο σε έξυπνη συσκευασία

Εναλλακτική υπόθεση (H_1) : Υπάρχει σχέση μεταξύ των στοιχείων που θεωρούν σημαντικά σε μια ετικέτα τροφίμων και της πιθανότητας να αγοράσουν ένα τρόφιμο συσκευασμένο σε έξυπνη συσκευασία

Μηδενική υπόθεση (H_0) : ΔΕΝ υπάρχει σχέση μεταξύ των στοιχείων που θεωρούν σημαντικά σε μια ετικέτα τροφίμων και της πιθανότητας να αγοράσουν ένα τρόφιμο συσκευασμένο σε ενεργό συσκευασία

Εναλλακτική υπόθεση (H_1) : Υπάρχει σχέση μεταξύ των στοιχείων που θεωρούν σημαντικά σε μια ετικέτα τροφίμων και της πιθανότητας να αγοράσουν ένα τρόφιμο συσκευασμένο σε ενεργό συσκευασία

Πίνακας 13. Εφαρμογή του κριτηρίου Pearson r για τη συσχέτιση των στοιχείων που θεωρούν σημαντικά σε μια ετικέτα τροφίμων (ερώτηση 6) και της πιθανότητας να αγοράσουν ένα τρόφιμο συσκευασμένο σε έξυπνη και ενεργό συσκευασία (ερώτηση 9).

	Ερώτηση 9 (έξυπνη συσκευασία)	Ερώτηση 9 (ενεργός συσκευασία)
Συστατικά	0,35***	0,26***
Διατροφική δήλωση	0,28***	0,27***
Συντηρητικά	0,29***	0,28***
Ημερομηνία λήξης	0,14*	0,19**
Σήμα βιολογικού προϊόντος	0,17**	0,12*
Ύπαρξη αλλεργιογόνων	0,18**	0,19**

Σημείωση: * $p\text{-value}<0,05$ ** $p\text{-value}<0,01$ και *** $p\text{-value}<0,001$.

Από την εφαρμογή του κριτηρίου pearson r συμπεραίνουμε τα εξής:

- Η έξυπνη συσκευασία συσχετίζεται θετικά στατιστικά σημαντικά με τους παράγοντες των συστατικών ($r=0,35$ και $p\text{-value}<0,001$), της διατροφικής δήλωσης ($r=0,28$ και $p\text{-value}<0,001$), των συντηρητικών ($r=0,29$ και $p\text{-value}<0,001$), της ημερομηνίας λήξης ($r=0,14$ και $p\text{-value}<0,05$), το σήμα βιολογικού προϊόντος ($r=0,17$ και $p\text{-value}<0,01$) και της ύπαρξης αλλεργιογόνων ($r=0,18$ και $p\text{-value}<0,01$). Δηλαδή, όσο πιο πιθανό είναι να αγοράσει κάποιος ένα τρόφιμο συσκευασμένο σε έξυπνη συσκευασία τόσο σημαντικά θεωρούν σε μια ετικέτα τροφίμων τα συστατικά, τη διατροφική δήλωση, τα συντηρητικά, την ημερομηνία λήξης, το σήμα βιολογικού προϊόντος και την ύπαρξη αλλεργιογόνων και αντιστρόφως.
- Η ενεργός συσκευασία συσχετίζεται θετικά στατιστικά σημαντικά με τους παράγοντες των συστατικών ($r=0,26$ και $p\text{-value}<0,001$), της διατροφικής δήλωσης ($r=0,27$ και $p\text{-value}<0,001$), των συντηρητικών ($r=0,28$ και $p\text{-value}<0,001$), της ημερομηνίας λήξης ($r=0,19$ και $p\text{-value}<0,01$), το σήμα βιολογικού προϊόντος ($r=0,12$ και $p\text{-value}<0,05$) και της ύπαρξης αλλεργιογόνων ($r=0,19$ και $p\text{-value}<0,01$). Δηλαδή, όσο πιο πιθανό είναι να αγοράσει κάποιος ένα τρόφιμο συσκευασμένο σε ενεργό συσκευασία τόσο σημαντικά θεωρούν σε μια ετικέτα τροφίμων τα συστατικά, τη διατροφική δήλωση, τα συντηρητικά, την ημερομηνία λήξης, το σήμα βιολογικού προϊόντος και την ύπαρξη αλλεργιογόνων και αντιστρόφως.

Μηδενική υπόθεση (H_0) : ΔΕΝ υπάρχει σχέση μεταξύ των στοιχείων που θεωρούν σημαντικά στην επιλογή των τροφίμων που θα καταναλώσουν και της πιθανότητας να αγοράσουν ένα τρόφιμο συσκευασμένο σε έξυπνη συσκευασία

Εναλλακτική υπόθεση (H_1) : Υπάρχει σχέση μεταξύ των στοιχείων που θεωρούν σημαντικά στην επιλογή των τροφίμων που θα καταναλώσουν και της πιθανότητας να αγοράσουν ένα τρόφιμο συσκευασμένο σε έξυπνη συσκευασία

Μηδενική υπόθεση (H_0) : ΔΕΝ υπάρχει σχέση μεταξύ των στοιχείων που θεωρούν σημαντικά στην επιλογή των τροφίμων που θα καταναλώσουν και της πιθανότητας να αγοράσουν ένα τρόφιμο συσκευασμένο σε ενεργό συσκευασία

Εναλλακτική υπόθεση (H_1) : Υπάρχει σχέση μεταξύ των στοιχείων που θεωρούν σημαντικά στην επιλογή των τροφίμων που θα καταναλώσουν και της πιθανότητας να αγοράσουν ένα τρόφιμο συσκευασμένο σε ενεργό συσκευασία

Πίνακας 14. Εφαρμογή του κριτηρίου Pearson r για τη συσχέτιση για τη συσχέτιση των στοιχείων που θεωρούν σημαντικά στην επιλογή των τροφίμων που θα καταναλώσουν (ερώτηση 3) και της πιθανότητας ν' αγοράσουν ένα τρόφιμο συσκευασμένο σε έξυπνη και ενεργό συσκευασία (ερώτηση 9).

	Ερώτηση 9 (έξυπνη συσκευασία)	Ερώτηση 9 (ενεργός συσκευασία)
Εμφάνιση	0,19**	0,18**
Χρώμα	0,24***	0,24***
Ποιότητα	0,27***	0,24***
Συσκευασία	0,19***	0,12*
Ημερομηνία λήξης	0,17**	0,12*
Τιμή	0,10	0,08
Προσφορά	0,13*	0,11*

Σημείωση: *p-value<0,05 **p-value<0,01 και ***p-value<0,001.

Από την εφαρμογή του κριτηρίου pearson r συμπεραίνουμε τα εξής:

- Η έξυπνη συσκευασία συσχετίζεται θετικά στατιστικά σημαντικά με τους παράγοντες της εμφάνισης ($r=0,19$ και $p\text{-value}<0,01$), του χρώματος ($r=0,24$ και $p\text{-value}<0,001$), της ποιότητας ($r=0,27$ και $p\text{-value}<0,001$), της συσκευασίας ($r=0,19$ και $p\text{-value}<0,001$), της ημερομηνίας λήξης ($r=0,17$ και $p\text{-value}<0,01$) και της προσφοράς ($r=0,13$ και $p\text{-value}<0,05$). Δηλαδή, όσο πιο πιθανό είναι ν' αγοράσει κάποιος ένα τρόφιμο συσκευασμένο σε έξυπνη συσκευασία τόσο σημαντικά θεωρούν στην επιλογή των τροφίμων που θα καταναλώσουν την εμφάνιση, το χρώμα, την ποιότητα, τη συσκευασία, την ημερομηνία λήξης και την προσφορά και αντιστρόφως.
- Η ενεργός συσκευασία συσχετίζεται θετικά στατιστικά σημαντικά με τους παράγοντες της εμφάνισης ($r=0,18$ και $p\text{-value}<0,01$), του χρώματος ($r=0,24$ και $p\text{-value}<0,001$), της ποιότητας ($r=0,24$ και $p\text{-value}<0,001$), της συσκευασίας ($r=0,12$ και $p\text{-value}<0,05$), της ημερομηνίας λήξης ($r=0,12$ και $p\text{-value}<0,05$) και της προσφοράς ($r=0,11$ και $p\text{-value}<0,05$). Δηλαδή, όσο πιο πιθανό είναι ν' αγοράσει κάποιος ένα τρόφιμο συσκευασμένο σε ενεργό συσκευασία τόσο σημαντικά θεωρούν στην επιλογή των τροφίμων που θα καταναλώσουν την εμφάνιση, το χρώμα, την ποιότητα, τη συσκευασία, την ημερομηνία λήξης και την προσφορά και αντιστρόφως.

Μηδενική υπόθεση (H_0) : Η δαπάνη για την έξυπνη συσκευασία ΔΕΝ επηρεάζεται από το αν έχουν ακούσει για τους όρους ενεργός και έξυπνη συσκευασία

Εναλλακτική υπόθεση (H_1) : Η δαπάνη για την έξυπνη συσκευασία επηρεάζεται από το αν έχουν ακούσει για τους όρους ενεργός και έξυπνη συσκευασία

Πίνακας 15. Κατανομή της δαπάνης για την έξυπνη συσκευασία (ερώτηση 10) ανά το αν έχουν ακούσει για τους όρους ενεργός και έξυπνη συσκευασία (ερώτηση 8) και εφαρμογή του χ^2 κριτηρίου.

		Έξυπνη συσκευασία				Σύνολο
		Δεν είμαι διατεθειμένος να πληρώσω κάτι παραπάνω	0,10 - 0,50€	0,51 - 1,00 €	Είμαι διατεθειμένος να πληρώσω άσχετα με το κόστος	
Ερώτηση 8	Κανένα από τους δύο	37 27,6%	82 61,2%	10 7,5%	5 3,7%	134 100,0%
	Την ενεργό συσκευασία	0 0,0%	4 66,7%	1 16,7%	1 16,7%	6 100,0%
	Την έξυπνη συσκευασία	21 25,3%	48 57,8%	11 13,3%	3 3,6%	83 100,0%
	Και τους δύο	13 13,0%	51 51,0%	18 18,0%	18 18,0%	100 100,0%
Σύνολο		71 22,0%	185 57,3%	40 12,4%	27 8,4%	323 100,0%
$\chi^2(9)=31,07$ και $p\text{-value}<0,001$						

Από τον ανωτέρω πίνακα παρατηρούμε ότι η πλειοψηφία των ερωτηθέντων είναι διατεθειμένοι να επιβαρυνθούν από 0,10 – 0,50€ για μια έξυπνη συσκευασία ανεξάρτητα από το αν έχουν ακούσει ή όχι τους όρους ενεργός και έξυπνη συσκευασία. Βέβαια, οι περισσότεροι που είναι διατεθειμένοι να πληρώσουν άσχετα με το κόστος είναι όσοι γνωρίζουν και τους δύο όρους (το 18%) και όσοι γνωρίζουν την ενεργό συσκευασία (το 16,7%). Από την εφαρμογή του κριτηρίου συμπεραίνουμε ότι υπάρχει συνάφεια μεταξύ της ερώτησης 8 και της ερώτησης 10 (έξυπνη συσκευασία) εφόσον το $\chi^2(9)=31,07$ και $p\text{-value}<0,001$.

Μηδενική υπόθεση (H_0) : Η δαπάνη για την ενεργό συσκευασία ΔΕΝ επηρεάζεται από το αν έχουν ακούσει για τους όρους ενεργός και έξυπνη συσκευασία

Εναλλακτική υπόθεση (H_1) : Η δαπάνη για την ενεργό συσκευασία επηρεάζεται από το αν έχουν ακούσει για τους όρους ενεργός και έξυπνη συσκευασία

Πίνακας 16. Κατανομή της δαπάνης για την ενεργό συσκευασία (ερώτηση 10) ανά το αν έχουν ακούσει για τους όρους ενεργός και έξυπνη συσκευασία (ερώτηση 8) και εφαρμογή του χ^2 κριτηρίου.

		Ενεργός συσκευασία				Σύνολο
		Δεν είμαι διατεθειμένος να πληρώσω κάτι παραπάνω	0,10 - 0,50€	0,51 - 1,00 €	Είμαι διατεθειμένος να πληρώσω να πληρώσω άσχετα με το κόστος	
Ερώτηση 8	Κανένα από τους δύο	38 28,4%	79 59,0%	12 9,0%	5 3,7%	134 100,0%
	Την ενεργό συσκευασία	0 0,0%	4 66,7%	1 16,7%	1 16,7%	6 100,0%
	Την έξυπνη συσκευασία	21 25,3%	50 60,2%	10 12,0%	2 2,4%	83 100,0%
	Και τους δύο	15 15,0%	45 45,0%	24 24,0%	16 16,0%	100 100,0%
	Σύνολο	74 22,9%	178 55,1%	47 14,6%	24 7,4%	323 100,0%
$\chi^2(9)=34,06$ και $p\text{-value}<0,001$						

Από τον ανωτέρω πίνακα παρατηρούμε ότι η πλειοψηφία των ερωτηθέντων είναι διατεθειμένοι να επιβαρυνθούν από 0,10 – 0,50€ για μια ενεργό συσκευασία ανεξάρτητα από το αν έχουν ακούσει ή όχι τους όρους ενεργός και έξυπνη συσκευασία. Συγκεκριμένα, οι περισσότεροι που είναι διατεθειμένοι να πληρώσουν άσχετα με το κόστος είναι όσοι γνωρίζουν και τους δύο όρους (το 16%) και όσοι γνωρίζουν την ενεργό συσκευασία (το 16,7%). Από την εφαρμογή του κριτηρίου συμπεραίνουμε ότι υπάρχει συνάφεια μεταξύ της ερώτησης 8 και της ερώτησης 10 (ενεργός συσκευασία) εφόσον το $\chi^2(9)=34,06$ και $p\text{-value}<0,001$.

Μηδενική υπόθεση (H_0) : Η πιθανότητα να πληρώσουν παραπάνω για την έξυπνη συσκευασία ΔΕΝ επηρεάζεται από τα στοιχεία που θεωρούν σημαντικά στην επιλογή των τροφίμων

Εναλλακτική υπόθεση (H_1) : Η πιθανότητα να πληρώσουν παραπάνω για την έξυπνη συσκευασία επηρεάζεται από τα στοιχεία που θεωρούν σημαντικά στην επιλογή των τροφίμων

Πίνακας 17. Μέσοι όροι και ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) των στοιχείων που θεωρούν σημαντικά στην επιλογή των τροφίμων (ερώτηση 3) ως προς το πόσο παραπάνω είναι διατεθειμένος κάποιος να πληρώσει για την έξυπνη συσκευασία (ερώτηση 10).

	Ερώτηση 10 (έξυπνη συσκευασία)				
	Δεν είμαι διατεθειμένος να πληρώσω κάτι παραπάνω	0,10-0,50€	0,51-1,00€	Είμαι διατεθειμένος να πληρώσω άσχετα με το κόστος	F-τιμή (3 , 319)
Εμφάνιση	7,31α,β	6,86α	7,70α,β	8,07β	4,08**
Χρώμα	6,72α,β	6,24α	6,98α,β	7,78β	3,81**
Ποιότητα	8,96α	9,30α,β	9,35α,β	9,81β	4,61**
Συσκευασία	6,55α	6,91α,β	7,68β	7,33α,β	2,94*
Ημερομηνία λήξης	8,89α,β	8,76α,β	8,65α	9,67β	2,69*
Τιμή	8,65	8,27	7,75	8,37	2,38
Προσφορά	8,46	8,15	7,55	8,37	2,42

Σημείωση: *p-value<0,05 , **p-value<0,01 και ***p-value<0,001. Οι μέσοι όροι που μοιράζονται κοινό δείκτη δε διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους σύμφωνα με το Post hoc κριτήριο του Scheffe.

Από την εφαρμογή της ανάλυσης διακύμανσης συμπεραίνουμε τα ακόλουθα:

- Στον παράγοντα της εμφάνισης υπάρχει στατιστικά σημαντική επίδραση της ερώτησης 10 με $F(3, 319)=4,08$ και $p\text{-value}<0,01$. Πιο αναλυτικά, τα άτομα που είναι διατεθειμένοι να πληρώσουν άσχετα με το κόστος μιας έξυπνης συσκευασίας θεωρούν πιο σημαντικό την εμφάνιση στην επιλογή τροφίμων

(μ.ο.=8,07) σε σύγκριση σε όσους θα έδιναν παραπάνω από 0,10 έως 0,50€ (μ.ο.=6,86) ενώ οι υπόλοιποι κυμαίνονται σε ενδιάμεσα επίπεδα.

- Στον παράγοντα του χρώματος υπάρχει στατιστικά σημαντική επίδραση της ερώτησης 10 με $F(3, 319)=3,81$ και $p\text{-value}<0,01$. Πιο αναλυτικά, τα άτομα που είναι διατεθειμένοι να πληρώσουν άσχετα με το κόστος μιας έξυπνης συσκευασίας θεωρούν πιο σημαντικό το χρώμα στην επιλογή τροφίμων (μ.ο.=7,78) σε σύγκριση σε όσους θα έδιναν παραπάνω από 0,10 έως 0,50€ (μ.ο.=6,24) ενώ οι υπόλοιποι κυμαίνονται σε ενδιάμεσα επίπεδα.
- Στον παράγοντα της ποιότητας υπάρχει στατιστικά σημαντική επίδραση της ερώτησης 10 με $F(3, 319)=4,61$ και $p\text{-value}<0,01$. Πιο αναλυτικά, τα άτομα που είναι διατεθειμένοι να πληρώσουν άσχετα με το κόστος μιας έξυπνης συσκευασίας θεωρούν πιο σημαντική την ποιότητα στην επιλογή τροφίμων (μ.ο.=9,81) σε σύγκριση σε όσους δεν είναι διατεθειμένοι να πληρώσουν παραπάνω (μ.ο.=8,96) ενώ οι υπόλοιποι κυμαίνονται σε ενδιάμεσα επίπεδα.
- Στον παράγοντα της συσκευασίας υπάρχει στατιστικά σημαντική επίδραση της ερώτησης 10 με $F(3, 319)=2,94$ και $p\text{-value}<0,05$. Πιο αναλυτικά, τα άτομα που είναι διατεθειμένοι να πληρώσουν 0,51-1,00€ για μια έξυπνη συσκευασία θεωρούν πιο σημαντική την συσκευασία στην επιλογή τροφίμων (μ.ο.=7,68) σε σύγκριση σε όσους δεν είναι διατεθειμένοι να πληρώσουν παραπάνω (μ.ο.=6,55) ενώ οι υπόλοιποι κυμαίνονται σε ενδιάμεσα επίπεδα.
- Στον παράγοντα της ημερομηνίας λήξης υπάρχει στατιστικά σημαντική επίδραση της ερώτησης 10 με $F(3, 319)=2,69$ και $p\text{-value}<0,05$. Πιο αναλυτικά, τα άτομα που είναι διατεθειμένοι να πληρώσουν 0,51-1,00€ για μια έξυπνη συσκευασία θεωρούν λιγότερο σημαντική την ημερομηνία λήξης στην επιλογή τροφίμων (μ.ο.=8,65) σε σύγκριση σε όσους είναι διατεθειμένοι να πληρώσουν παραπάνω άσχετα με το κόστος (μ.ο.=9,67) ενώ οι υπόλοιποι κυμαίνονται σε ενδιάμεσα επίπεδα.

Μηδενική υπόθεση (H_0) : Η πιθανότητα να πληρώσουν παραπάνω για την ενεργό συσκευασία ΔΕΝ επηρεάζεται από τα στοιχεία που θεωρούν σημαντικά στην επιλογή των τροφίμων

Εναλλακτική υπόθεση (H_1) : Η πιθανότητα να πληρώσουν παραπάνω για την ενεργό συσκευασία επηρεάζεται από τα στοιχεία που θεωρούν σημαντικά στην επιλογή των τροφίμων

Πίνακας 18. Μέσοι όροι και ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) των στοιχείων που θεωρούν σημαντικά στην επιλογή των τροφίμων (ερώτηση 3) ως προς το πόσο παραπάνω είναι διατεθειμένος κάποιος να πληρώσει για την ενεργό συσκευασία (ερώτηση 10).

	Ερώτηση 10 (ενεργός συσκευασία)				
	Δεν είμαι διατεθειμένος να πληρώσω κάτι παραπάνω	0,10-0,50€	0,51-1,00€	Είμαι διατεθειμένος να πληρώσω άσχετα με το κόστος	F-τιμή (3 , 319)
Εμφάνιση	7,35	6,90	7,55	7,79	2,41
Χρώμα	6,93α,β	6,17α	7α,β	7,46β	3,66*
Ποιότητα	9,05α	9,26α,β	9,40α,β	9,79β	3,20*
Συσκευασία	6,86	6,83	7,66	6,88	2,14
Ημερομηνία λήξης	8,81	8,80	8,77	9,54	1,56
Τιμή	8,51α	8,42α,β	7,81α,β	7,67β	3,08*
Προσφορά	8,23	8,30	7,62	8,04	1,91

Σημείωση: *p-value<0,05 , **p-value<0,01 και ***p-value<0,001. Οι μέσοι όροι που μοιράζονται κοινό δείκτη δε διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους σύμφωνα με το Post hoc κριτήριο του Scheffe.

Από την εφαρμογή της ανάλυσης διακύμανσης συμπεραίνουμε τα ακόλουθα:

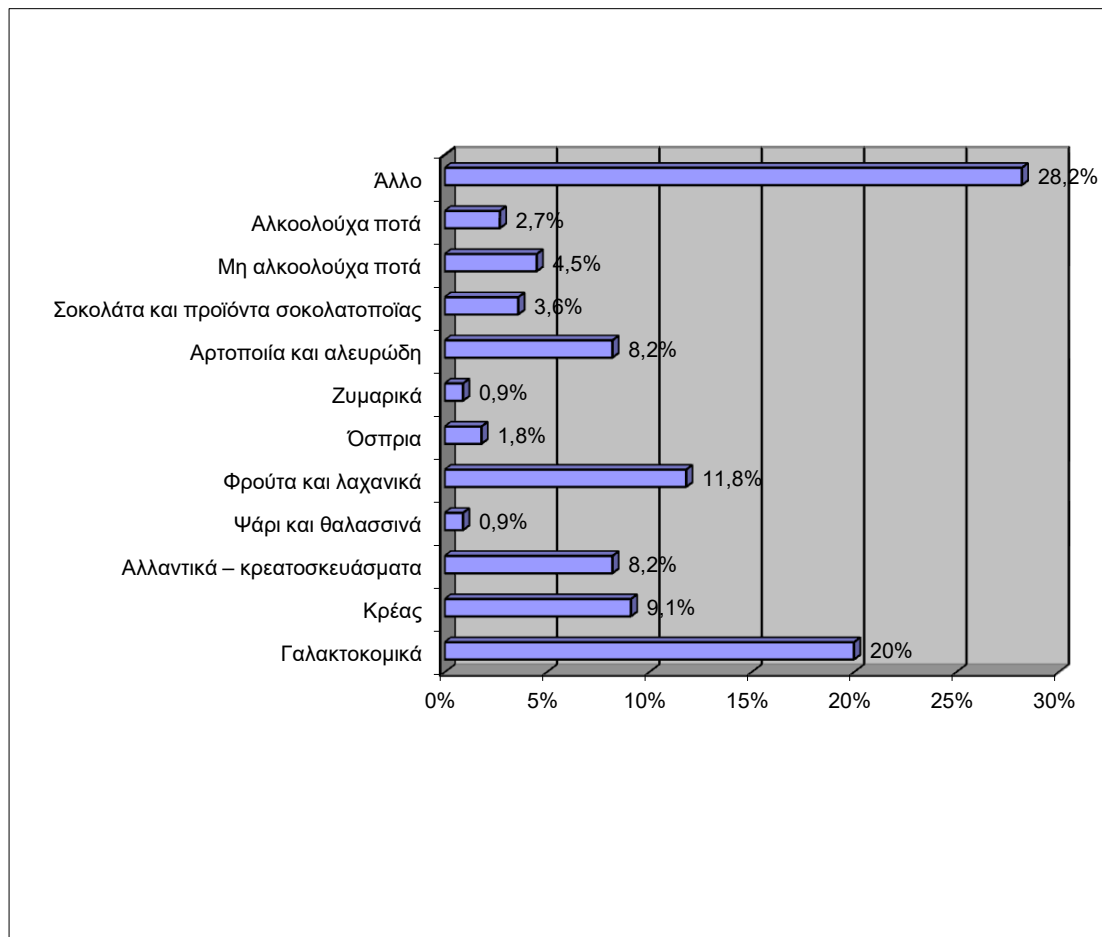
- Στον παράγοντα του χρώματος υπάρχει στατιστικά σημαντική επίδραση της ερώτησης 10 με $F(3, 319)=3,66$ και $p\text{-value}<0,05$. Πιο αναλυτικά, τα άτομα που είναι διατεθειμένοι να πληρώσουν άσχετα με το κόστος μιας ενεργούς συσκευασίας θεωρούν πιο σημαντικό το χρώμα στην επιλογή τροφίμων

(μ.ο.=7,46) σε σύγκριση σε όσους θα έδιναν παραπάνω από 0,10 έως 0,50€ (μ.ο.=6,17) ενώ οι υπόλοιποι κυμαίνονται σε ενδιάμεσα επίπεδα.

- Στον παράγοντα της ποιότητας υπάρχει στατιστικά σημαντική επίδραση της ερώτησης 10 με $F(3, 319)=3,20$ και $p\text{-value}<0,05$. Πιο αναλυτικά, τα άτομα που είναι διατεθειμένοι να πληρώσουν άσχετα με το κόστος μιας ενεργούς συσκευασίας θεωρούν πιο σημαντική την ποιότητα στην επιλογή τροφίμων (μ.ο.=9,79) σε σύγκριση σε όσους δεν είναι διατεθειμένοι να πληρώσουν παραπάνω (μ.ο.=9,05) ενώ οι υπόλοιποι κυμαίνονται σε ενδιάμεσα επίπεδα.
- Στον παράγοντα της τιμής υπάρχει στατιστικά σημαντική επίδραση της ερώτησης 10 με $F(3, 319)=3,08$ και $p\text{-value}<0,05$. Πιο αναλυτικά, τα άτομα που δεν είναι διατεθειμένοι να πληρώσουν παραπάνω για μια ενεργό συσκευασία θεωρούν πιο σημαντική την τιμή στην επιλογή τροφίμων (μ.ο.=8,51) σε σύγκριση σε όσους είναι διατεθειμένοι να πληρώσουν παραπάνω (μ.ο.=7,67) ενώ οι υπόλοιποι κυμαίνονται σε ενδιάμεσα επίπεδα.

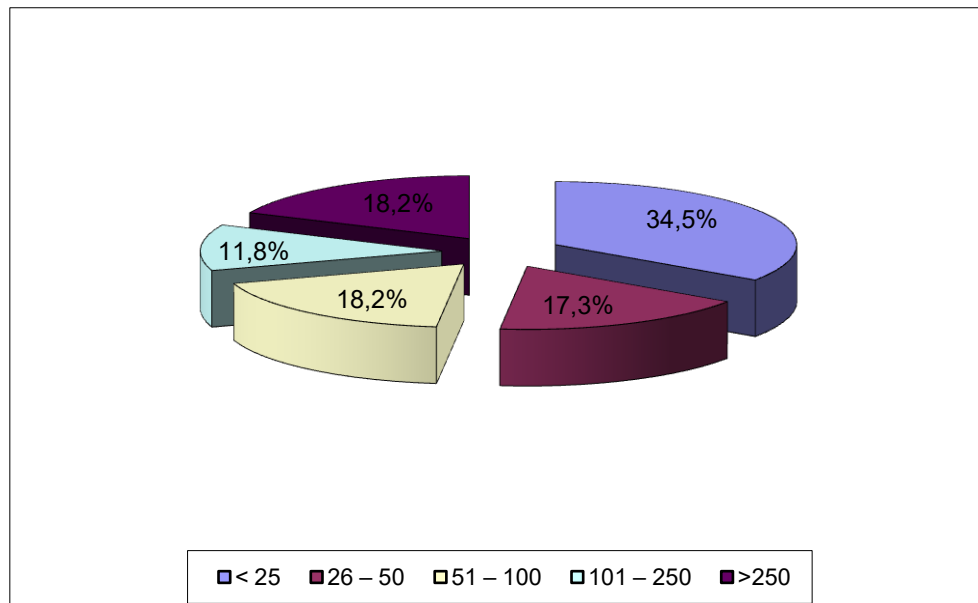
4.2.2 Αποτελέσματα ερωτηματολογίων των βιομηχανιών τροφίμων

Το δείγμα της έρευνάς μας αποτελείται από 110 βιομηχανίες, από τις οποίες το 20% ανήκει στο γαλακτοκομικό κλάδο, 9,1% στον κλάδο του κρέατος, το 8,2% στα αλλαντικά, το 0,9% στον κλάδο του ψαριού και των θαλασσινών, το 11,8% απασχολείται με τα φρούτα και τα λαχανικά, το 1,8% με τα όσπρια, το 0,9% με τα ζυμαρικά, το 8,2% με την αρτοποιία και τα αλευρώδη, το 3,6% με τη σοκολάτα και τα προϊόντα σοκολατοποιίας, το 4,5% με τα μη αλκοολούχα ποτά, το 2,7% με τα αλκοολούχα ποτά και το 28,2% σε άλλο κλάδο.



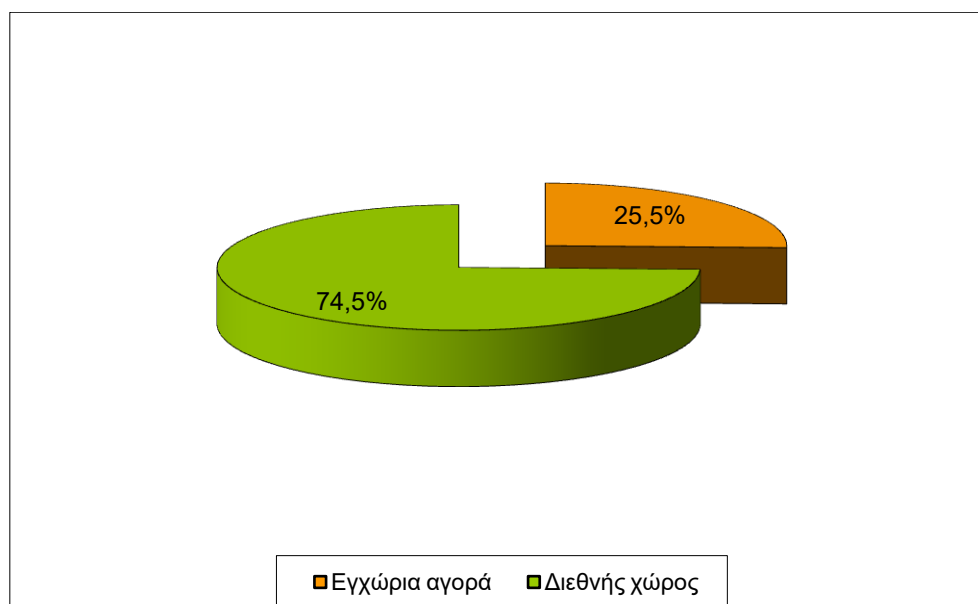
Σχήμα 1. Ραβδόγραμμα για τον κλάδο βιομηχανίας για το συνολικό δείγμα.

Έπειτα, τα άτομα ρωτήθηκαν για τον αριθμό των εργαζομένων της βιομηχανίας τους και από το αποτέλεσμα του παρακάτω γραφήματος συμπεραίνουμε πως το 34,5% απασχολεί μέχρι 25 άτομα, το 17,3% από 26 έως 50 άτομα, το 18,2% από 51 έως 100 άτομα, το 11,8% από 101 έως 250 άτομα και το 18,2% πάνω από 250 άτομα.



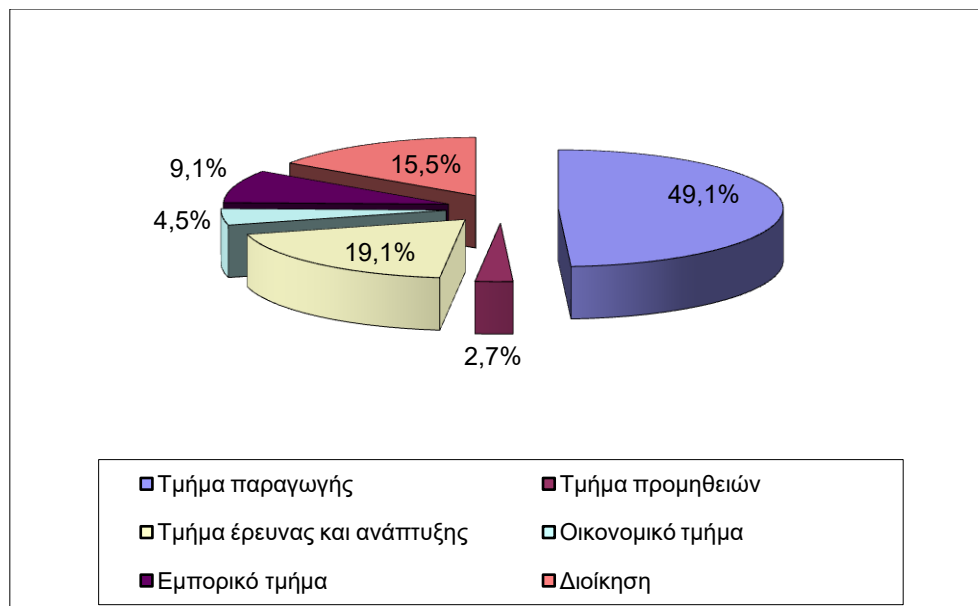
Σχήμα 2. Γράφημα πίτας για τον αριθμό των εργαζομένων των βιομηχανιών του δείγματος.

Η επόμενη δημογραφική ερώτηση είχε ως αντικείμενο το αν οι δραστηριότητες των βιομηχανιών περιορίζονται στην τοπική αγορά ή εκτείνονται και στο διεθνή χώρο. Από το παρακάτω γράφημα παρατηρείται πως το 25,5% των βιομηχανιών δραστηριοποιούνται στην εγχώρια αγορά και το 74,5% στο διεθνή χώρο.



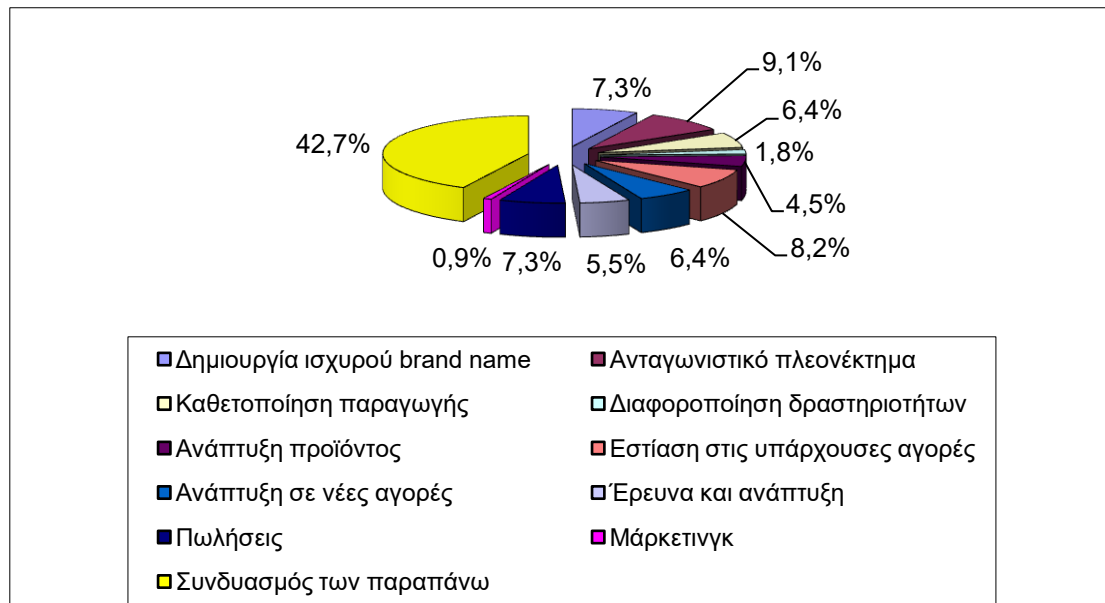
Σχήμα 3. Γράφημα πίτας για την ερώτηση 3 του συνολικού δείγματος.

Ως προς το τμήμα που ανήκουν στην επιχείρηση στην οποία εργάζονται οι ερωτώμενοι, το 49,1% εργάζονται στο τμήμα παραγωγής, το 2,7% στο τμήμα προμηθειών, το 19,1% στην έρευνα και την ανάπτυξη, το 4,5% στο οικονομικό τμήμα, το 9,1% στο εμπορικό τμήμα και το 15,5% στη Διοίκηση.



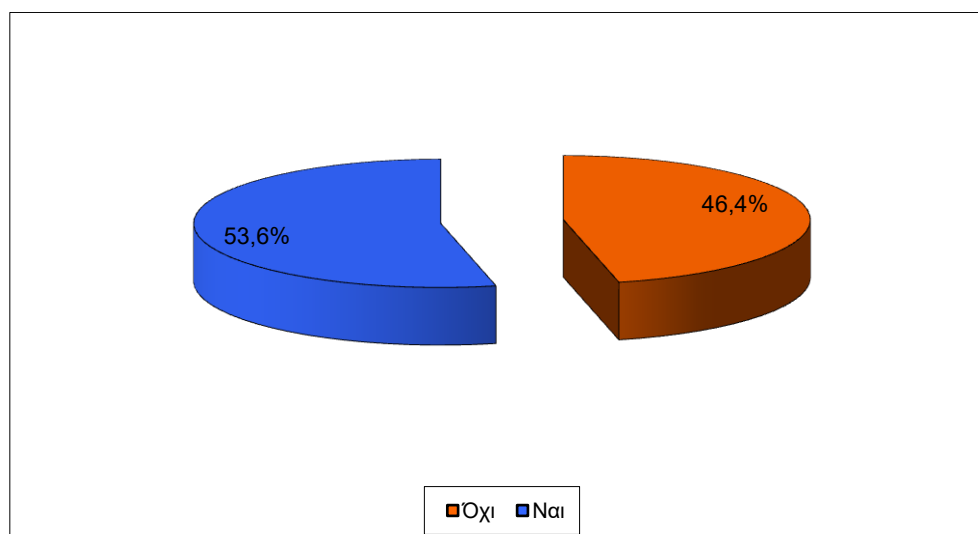
Σχήμα 4. Γράφημα πίτας για το τμήμα εργασίας του συνολικού δείγματος.

Έπειτα, οι ερωτηθέντες κλήθηκαν να απαντήσουν ποια στρατηγική χρησιμοποιούν και από τις απαντήσεις τους συμπεραίνουμε ότι το 7,3% χρησιμοποιούν τη δημιουργία ισχυρού brand name, το 9,1% το ανταγωνιστικό πλεονέκτημα, το 6,4% την καθετοποίηση της παραγωγής, το 1,8% τη διαφοροποίηση των δραστηριοτήτων, το 4,5% την ανάπτυξη προϊόντος, το 8,2% την εστίαση στις υπάρχουσες αγορές, το 6,4% την ανάπτυξη σε νέες αγορές, το 5,5% την έρευνα και την ανάπτυξη, το 7,3% τις πωλήσεις, το 1,9% το μάρκετινγκ και το 42,7% συνδυάζει τα παραπάνω.



Σχήμα 5. Γράφημα πίτας της ερώτησης 5 για το συνολικό δείγμα.

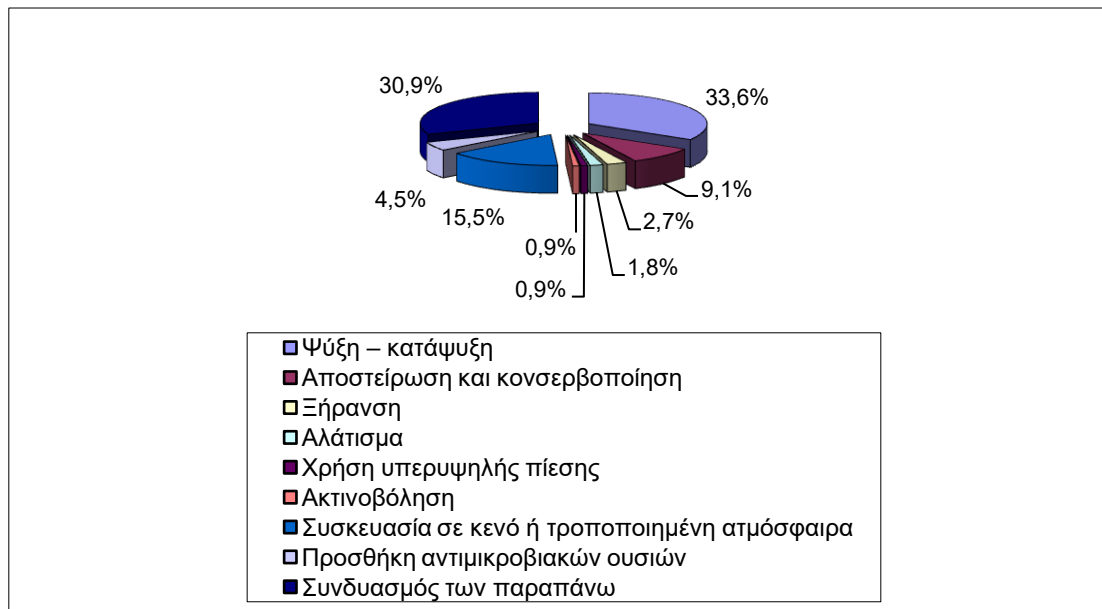
Στην ερώτηση 6 οι συμμετέχοντες ερωτήθηκαν εάν υπάρχει στην επιχείρησή τους τμήμα έρευνας και ανάπτυξης και το 53,6% απάντησε θετικά ενώ το 46,4% αρνητικά.



Σχήμα 6. Γράφημα πίτας της ερώτησης 6 για το συνολικό δείγμα.

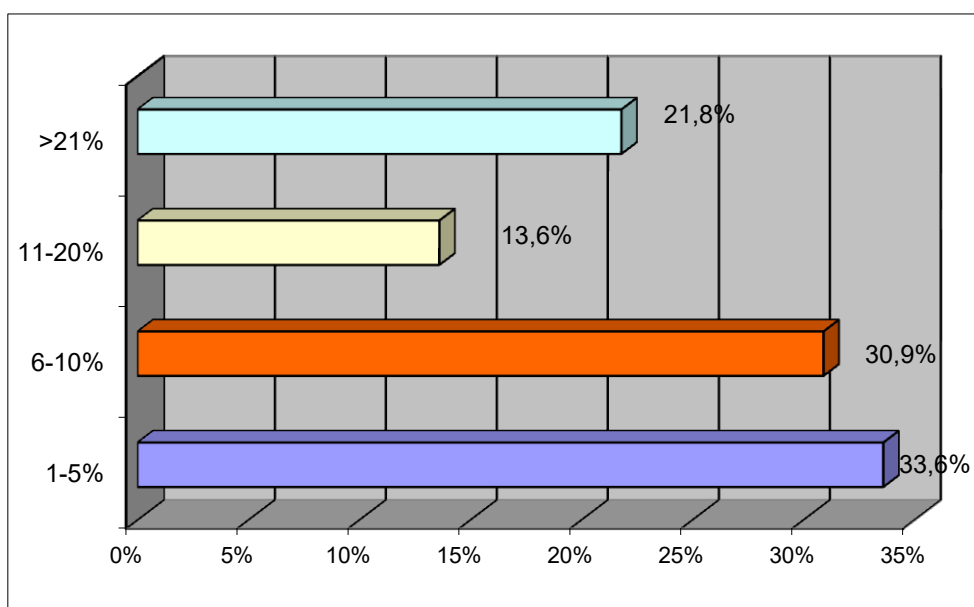
Η επόμενη ερώτηση ήταν σχετική με τους τρόπους που χρησιμοποιούν για να εξασφαλιστεί η παραγωγή ενός ασφαλούς και ποιοτικού προϊόντος με το επιθυμητό εμπορικό χρόνο ζωής. Από τα παρακάτω αποτελέσματα συμπεραίνουμε ότι 33,6% χρησιμοποιεί τη ψύξη – κατάψυξη, το 9,1% την αποστείρωση και κονσερβοποίηση, το 2,7% την ξήρανση, το 1,8% το αλάτισμα, το 0,9% τη χρήση υπερυψηλής πίεσης,

το 0,9% την ακτινοβόληση, το 15,5% τη συσκευασία σε κενό ή τροποποιημένη ατμόσφαιρα, το 4,5% την προσθήκη αντιμικροβιακών ουσιών και το 30,9% συνδυασμό των παραπάνω.



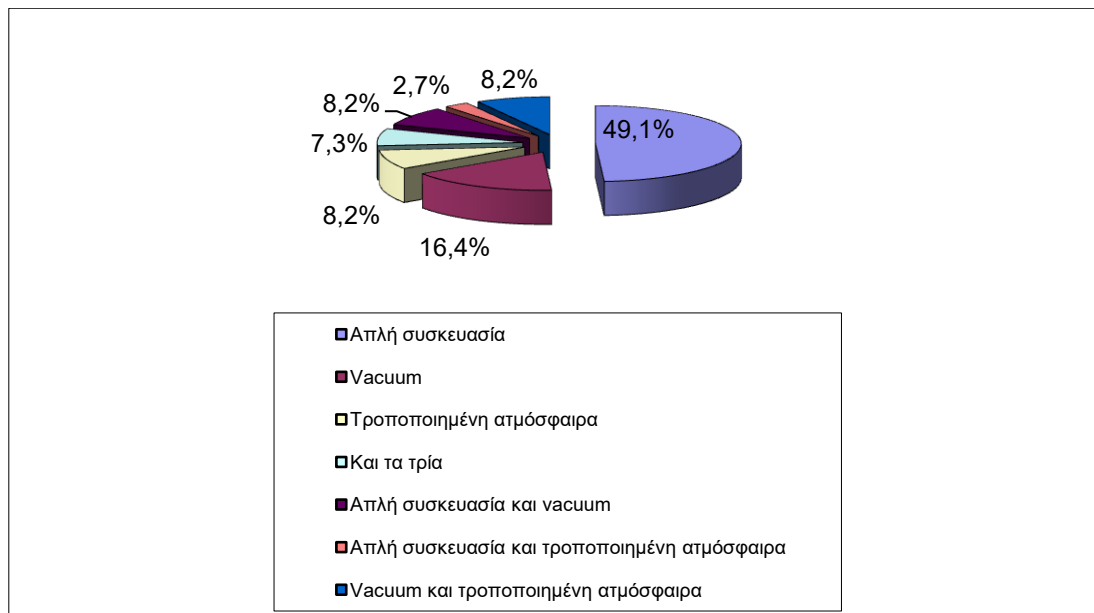
Σχήμα 7. Γράφημα πίτας της ερώτησης 7 για το συνολικό δείγμα.

Στη συνέχεια, τα άτομα ρωτήθηκαν για το ποσοστό που οι βιομηχανίες στις οποίες εργάζονταν επενδύουν σε τεχνικές για την παραγωγή πιο «φυσικών» προϊόντων και το 33,6% επενδύει από 1% έως 5%, το 30,9% από 6% έως 10%, το 13,6% επενδύει από 11 έως 20% και το 21,8% πάνω από 21%.



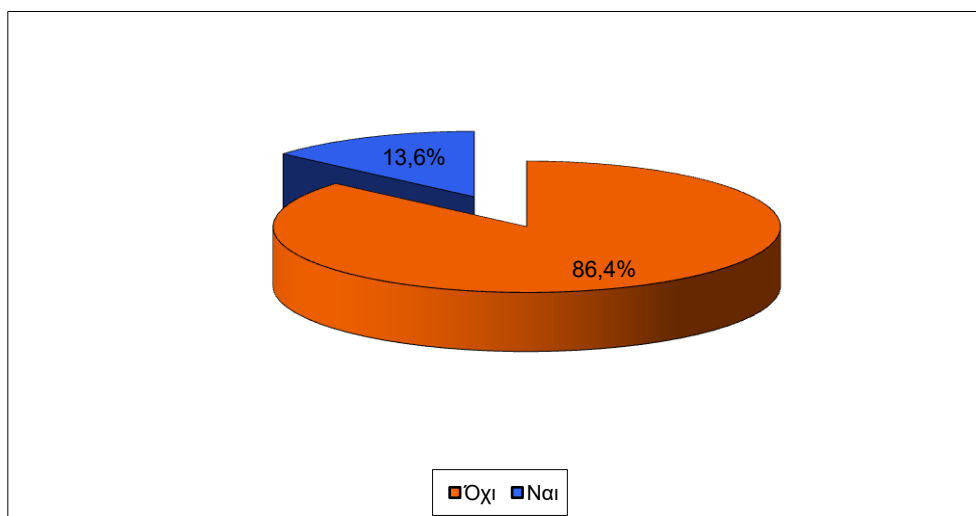
Σχήμα 8. Ραβδόγραμμα για την ερώτηση 8 για το συνολικό δείγμα.

Στην ερώτηση 9 οι συμμετέχοντες ρωτήθηκαν ποιες μορφές συσκευασίας χρησιμοποιούν για τα προϊόντα τους και το 49,1% απάντησε απλή συσκευασία, το 16,4% το vacuum, το 8,2% την τροποποιημένη ατμόσφαιρα, το 7,3% και τα τρία είδη, το 8,2% χρησιμοποιεί την απλή συσκευασία και το vacuum, το 2,7% την απλή συσκευασία και την τροποποιημένη ατμόσφαιρα και το 8,2% χρησιμοποιεί το vacuum και την τροποποιημένη ατμόσφαιρα.



Σχήμα 9. Γράφημα πίτας για την ερώτηση 9 για το συνολικό δείγμα.

Στη συνέχεια, τα άτομα ρωτήθηκαν αν χρησιμοποιούν ενεργό συσκευασία στα προϊόντα τους και το 13,6% απάντησε θετικά ενώ το 86,4% αρνητικά.



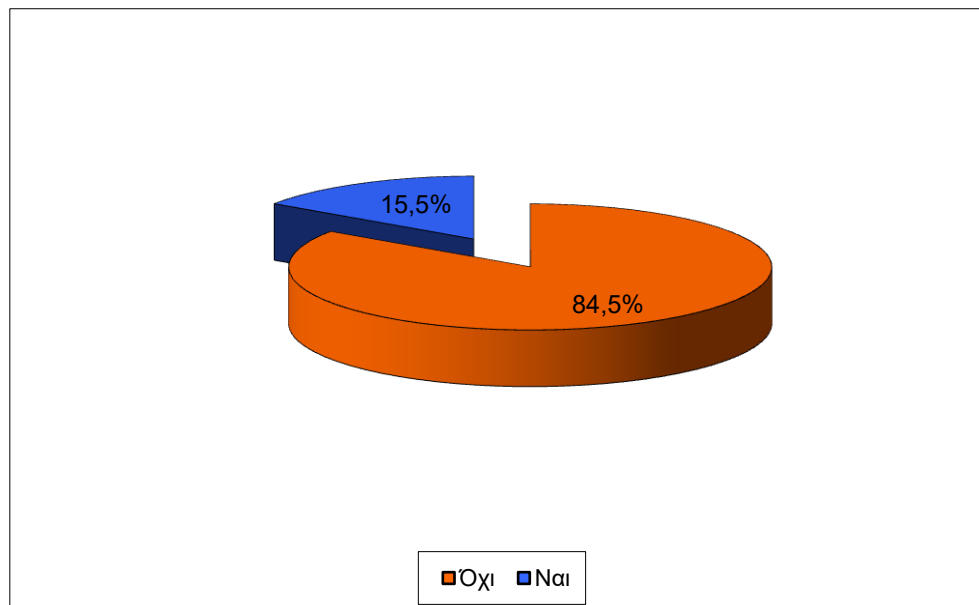
Σχήμα 10. Γράφημα πίτας για την ερώτηση 10 για το συνολικό δείγμα.

Η επόμενη ερώτηση αφορούσε το πόσο πιθανό είναι να κάνουν στο μέλλον χρήση της ενεργούς συσκευασίας (με 1=καθόλου πιθανό έως 10=πάρα πολύ πιθανό) και όπως παρατηρούμε από τον πίνακα οι περισσότεροι ερωτηθέντες απάντησαν κατά μέσο όρο ότι είναι σε μέτριο βαθμό πιθανό (μ.ο.=5,39).

Πίνακας 1. Περιγραφικοί στατιστικοί δείκτες για την ερώτηση 11.

	MO	TA	Min	Max
Ερώτηση 11	5,39	2,62	1	10

Στην ερώτηση 12, τα άτομα ρωτήθηκαν αν χρησιμοποιούν έξυπνη συσκευασία στα προϊόντα τους, και το 15,5% απάντησε θετικά ενώ το 84,5% αρνητικά.



Σχήμα 11. Γράφημα πίτας για την ερώτηση 12 για το συνολικό δείγμα.

Η επόμενη ερώτηση αφορούσε το πόσο πιθανό είναι να κάνουν στο μέλλον χρήση της έξυπνης συσκευασίας (με 1=καθόλου πιθανό έως 10=πάρα πολύ πιθανό) και από τα αποτελέσματα του πίνακα παρατηρούμε ότι οι περισσότεροι ερωτηθέντες απάντησαν κατά μέσο όρο ότι είναι σε μέτριο βαθμό πιθανό (μ.ο.=5,63).

Πίνακας 2. Περιγραφικοί στατιστικοί δείκτες για την ερώτηση 13.

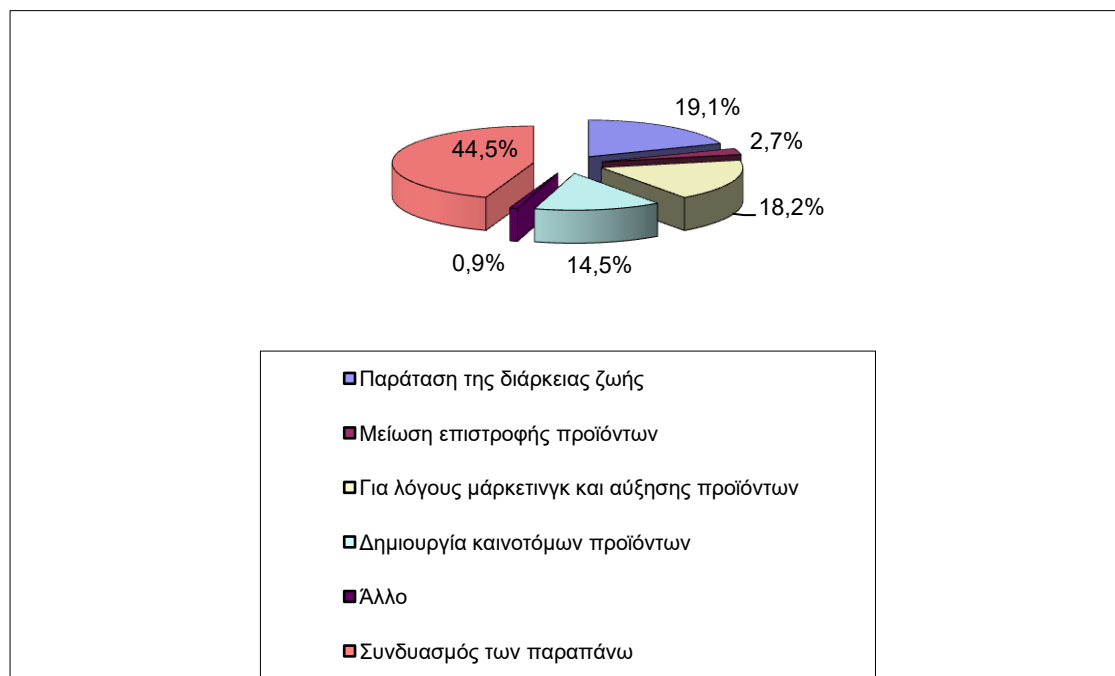
	MO	TA	Min	Max
Ερώτηση 13	5,63	2,70	1	10

Στην ερώτηση 14 τα άτομα ρωτήθηκαν σε ποιο βαθμό θεωρούν πως μια επιχείρηση στις μέρες μας θ' άξιζε να εφαρμόσει ενεργό και έξυπνη συσκευασία δεδομένης της στροφής των καταναλωτών σε πιο φυσικά προϊόντα (με 1=καθόλου έως 10=πάρα πολύ) και από τα αποτελέσματα του πίνακα παρατηρούμε ότι οι περισσότεροι ερωτηθέντες απάντησαν ότι θεωρούν πως κάτι τέτοιο θα άξιζε σε αρκετά μεγάλο βαθμό (μ.ο.=7,38).

Πίνακας 3. Περιγραφικοί στατιστικοί δείκτες για την ερώτηση 14.

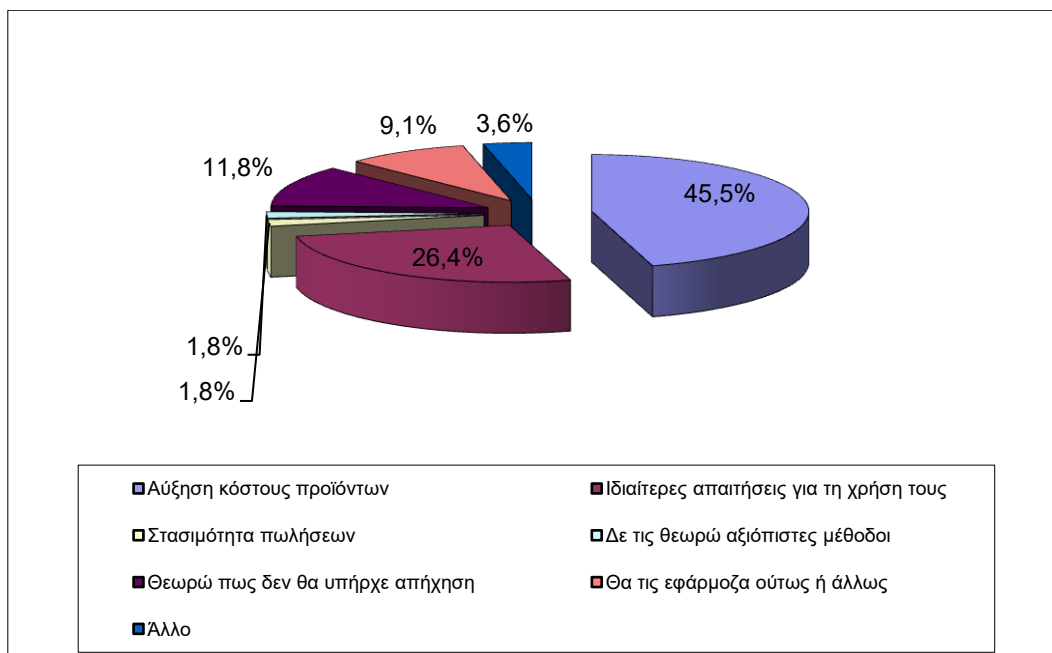
	MO	TA	Min	Max
Ερώτηση 14	7,38	2,16	1	10

Ως προς το για ποιο λόγο θα χρησιμοποιούσαν την ενεργό και έξυπνη συσκευασία, το 19,1% απάντησε για την παράταση της διάρκειας ζωής, το 2,7% για τη μείωση επιστροφής προϊόντων, το 18,2% για λόγους μάρκετινγκ και αύξησης πωλήσεων, το 14,5% για τη δημιουργία καινοτόμων προϊόντων, το 0,9% για άλλους λόγους και το 44,5% για συνδυασμό των παραπάνω λόγων.



Σχήμα 12. Γράφημα πίτας της ερώτησης 15 για το συνολικό δείγμα.

Στην τελευταία ερώτηση τα άτομα κλήθηκαν να απαντήσουν για ποιο λόγο δεν θα εφάρμοζαν την ενεργό και έξυπνη συσκευασία, παρά το γεγονός πως είναι γνωστά τα οφέλη τους. Από τον παρακάτω πίνακα συμπεραίνουμε ότι το 45,5% απάντησε λόγω της αύξησης κόστους προϊόντων, το 26,4% εξαιτίας των ιδιαίτερων απαιτήσεων για τη χρήση τους, το 1,8% λόγω της στασιμότητας των πωλήσεων, το 1,8% επειδή δεν τις θεωρούν αξιόπιστες μέθοδοι, το 11,8% πιστεύουν ότι δεν θα υπήρχε απήχηση, το 9,1% απάντησε ότι θα τις εφάρμοζε ούτως ή άλλως και το 3,6% για άλλο λόγο.



Σχήμα 13. Γράφημα πίτας της ερώτησης 16 για το συνολικό δείγμα.

Στη συνέχεια της εργασίας θα ερευνηθεί η σχέση κάποιων ερωτήσεων μεταξύ τους και θα παραθέσουμε μόνο όσα έχουν στατιστικό αποτέλεσμα.

Μηδενική υπόθεση (H_0) : Η πιθανότητα χρήσης στο μέλλον ενεργού συσκευασίας ΔΕΝ επηρεάζεται από το πόσο θα επενδύσουν σε τεχνικές για την παραγωγή πιο φυσικών προϊόντων

Εναλλακτική υπόθεση (H_1): Η πιθανότητα χρήσης στο μέλλον ενεργού συσκευασίας επηρεάζεται από το πόσο θα επενδύσουν σε τεχνικές για την παραγωγή πιο φυσικών προϊόντων

Πίνακας 4. Μέσοι όροι και ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) της πιθανότητας χρήσης στο μέλλον της ενεργού συσκευασίας (ερώτηση 11) ως προς το πόσο θα επενδύσουν σε τεχνικές για την παραγωγή πιο φυσικών προϊόντων (ερώτηση 8).

Ερώτηση 8					
	1-5%	6-10%	11-20%	>21%	F-τιμή (3, 106)
Ερώτηση 11	4,38α	5,71α,β	5α,β	6,75β	4,69**

Σημείωση: *p-value<0,05 , **p-value<0,01 και ***p-value<0,001. Οι μέσοι όροι που μοιράζονται κοινό δείκτη δε διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους σύμφωνα με το Post hoc κριτήριο του Scheffe.

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
1-5%	37	4,38	2,607	,429	3,51	5,25	1	10
6-10%	34	5,71	2,444	,419	4,85	6,56	1	10
11-20%	15	5,00	2,726	,704	3,49	6,51	1	9
>21%	24	6,75	2,251	,459	5,80	7,70	1	10
Total	110	5,39	2,623	,250	4,90	5,89	1	10

ANOVA

ερώτηση 11

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	87,929	3	29,310	4,691	,004
Within Groups	662,262	106	6,248		
Total	750,191	109			

ερώτηση 11

Scheffe^{a,b}

ερώτηση 8	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
1-5%	37	4,38	
11-20%	15	5,00	5,00
6-10%	34	5,71	5,71
>21%	24		6,75
Sig.		,336	,121

Από την εφαρμογή της ανάλυσης διακύμανσης συμπεραίνουμε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική επίδραση μεταξύ των ερωτήσεων 8 και 11 με $F(3, 106)=4,69$ και $p\text{-value}<0,01$. Πιο αναλυτικά, οι βιομηχανίες που θα επενδύσουν πάνω από 21% σε τεχνικές για την παραγωγή πιο φυσικών προϊόντων είναι περισσότερο πιθανό να κάνουν στο μέλλον χρήση της ενεργού συσκευασίας (μ.ο.=6,75) σε σύγκριση με τις βιομηχανίες που θα επενδύσουν από 1% έως 5% στις τεχνικές (μ.ο.=4,38) ενώ οι υπόλοιπες κυμαίνονται σε ενδιάμεσα επίπεδα.

Μηδενική υπόθεση (H_0) : Η πιθανότητα χρήσης στο μέλλον ενεργού συσκευασίας ΔΕΝ επηρεάζεται από τη συσκευασία που χρησιμοποιούν για τα προϊόντα τους

Εναλλακτική υπόθεση (H_1): Η πιθανότητα χρήσης στο μέλλον ενεργού συσκευασίας επηρεάζεται από τη συσκευασία που χρησιμοποιούν για τα προϊόντα τους

Μηδενική υπόθεση (H_0) : Η πιθανότητα χρήσης στο μέλλον έξυπνης συσκευασίας ΔΕΝ επηρεάζεται από τη συσκευασία που χρησιμοποιούν για τα προϊόντα τους

Εναλλακτική υπόθεση (H_1): Η πιθανότητα χρήσης στο μέλλον έξυπνης συσκευασίας επηρεάζεται από τη συσκευασία που χρησιμοποιούν για τα προϊόντα τους

Πίνακας 5. Μέσοι όροι και ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) της πιθανότητας χρήσης στο μέλλον της ενεργού συσκευασίας (ερώτηση 11) και της έξυπνης συσκευασίας (ερώτηση 13) ως προς τη συσκευασία που χρησιμοποιούν για τα προϊόντα τους (ερώτηση 9).

	Ερώτηση 9							F-τιμή (6 , 103)
	Απλή	Vacuum	Τροπ. Ατμο- σφαιρα	Και τα τρία	Απλή και vacuum	Απλή και τροπ. Ατμοσφαιρα	Vacuum και τροπ. Ατμοσφαιρα	
Ερώτηση 11	4,65β	6,39α,β	7,56α	5,88α,β	4,22β	7,33α	5,78α,β	3,16**
Ερώτηση 13	4,72β	6,72α,β	7α	6,25α,β	5α,β	7α	7,11α	2,90*

Σημείωση: *p-value<0,05 , **p-value<0,01 και ***p-value<0,001. Οι μέσοι όροι που μοιράζονται κοινό δείκτη δε διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους σύμφωνα με το Post hoc κριτήριο του Scheffe.

Από την εφαρμογή της ανάλυσης διακύμανσης συμπεραίνουμε τα εξής:

- Υπάρχει στατιστικά σημαντική επίδραση μεταξύ των ερωτήσεων 9 και 11 με $F(6, 103)=3,16$ και $p\text{-value}<0,01$. Πιο αναλυτικά, οι βιομηχανίες που χρησιμοποιούν σαν συσκευασία για τα προϊόντα τους την τροποποιημένη ατμόσφαιρα (μ.ο.=7,56) και την απλή και την τροποποιημένη ατμόσφαιρα (μ.ο.=7,33) είναι περισσότερο πιθανό να κάνουν στο μέλλον χρήση της ενεργού συσκευασίας σε σύγκριση με τις βιομηχανίες που χρησιμοποιούν σαν συσκευασία για τα προϊόντα τους την απλή συσκευασία (μ.ο.=4,65) και την απλή και vacuum (μ.ο.=4,22) ενώ οι υπόλοιπες κυμαίνονται σε ενδιάμεσα επίπεδα.
- Υπάρχει στατιστικά σημαντική επίδραση μεταξύ των ερωτήσεων 9 και 13 με $F(6, 103)=2,90$ και $p\text{-value}<0,05$. Πιο αναλυτικά, οι βιομηχανίες που χρησιμοποιούν σαν συσκευασία για τα προϊόντα τους την τροποποιημένη ατμόσφαιρα (μ.ο.=7), την απλή και την τροποποιημένη ατμόσφαιρα (μ.ο.=7) και τη vacuum και την τροποποιημένη ατμόσφαιρα (μ.ο.=7,11) είναι περισσότερο πιθανό να κάνουν στο μέλλον χρήση της έξυπνης συσκευασίας σε σύγκριση με τις βιομηχανίες που χρησιμοποιούν σαν συσκευασία για τα προϊόντα τους την απλή συσκευασία (μ.ο.=4,72) ενώ οι υπόλοιπες κυμαίνονται σε ενδιάμεσα επίπεδα.

Με το t κριτήριο μπορούμε να συγκρίνουμε τους μέσους όρους δύο διαφορετικών, ανεξάρτητων ομάδων.

Μηδενική υπόθεση (H_0) : Η πιθανότητα χρήσης στο μέλλον ενεργού συσκευασίας ΔΕΝ επηρεάζεται από το αν έχουν οι βιομηχανίες τμήμα έρευνας και ανάπτυξης
Εναλλακτική υπόθεση (H_1): Η πιθανότητα χρήσης στο μέλλον ενεργού συσκευασίας επηρεάζεται από το αν έχουν οι βιομηχανίες τμήμα έρευνας και ανάπτυξης

Μηδενική υπόθεση (H_0) : Η πιθανότητα χρήσης στο μέλλον έξυπνης συσκευασίας ΔΕΝ επηρεάζεται από το αν έχουν οι βιομηχανίες τμήμα έρευνας και ανάπτυξης
Εναλλακτική υπόθεση (H_1): Η πιθανότητα χρήσης στο μέλλον έξυπνης συσκευασίας επηρεάζεται από το αν έχουν οι βιομηχανίες τμήμα έρευνας και ανάπτυξης

Πίνακας 6. Μέσοι όροι των παραγόντων του ερωτηματολογίου ως προς το αν έχουν οι βιομηχανίες τμήμα έρευνας και ανάπτυξης (ερώτηση 6) και εφαρμογή του t κριτηρίου.

	Ερώτηση 6		t-τιμή
	Όχι	Ναι	
	M.O.	M.O.	
Ερώτηση 11	4,75	5,95	-2,46*
Ερώτηση 13	4,84	6,31	-2,93**

Σημείωση: *p-value<0,05 **p-value<0,01 και ***p-value<0,001.

Group Statistics					
	ερώτηση 6	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
ερώτηση 11	Όχι	51	4,75	2,622	,367
	Ναι	59	5,95	2,515	,327
ερώτηση 13	Όχι	51	4,84	2,587	,362
	Ναι	59	6,31	2,634	,343

Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
MBA Food & Agribusiness

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
ερώτηση 11	Equal variances assumed	1,368	,245	-2,455	108	,016	-1,204	,490	-2,176	-,232
	Equal variances not assumed			-2,448	104,292	,016	-1,204	,492	-2,180	-,229
ερώτηση 13	Equal variances assumed	,004	,951	-2,927	108	,004	-1,462	,500	-2,452	-,472
	Equal variances not assumed			-2,930	106,225	,004	-1,462	,499	-2,451	-,473

Από την εφαρμογή του t κριτηρίου συμπεραίνουμε τα ακόλουθα:

- Στην ερώτηση 11 υπάρχει στατιστικά σημαντική επίδραση της ερώτησης 6 με $t(108)=-2,46$ και $p\text{-value}<0,05$. Συγκεκριμένα, σε όσες βιομηχανίες υπάρχει τμήμα έρευνας και ανάπτυξης είναι πιο πιθανό να κάνουν στο μέλλον χρήση της ενεργού συσκευασίας (μ.ο.=5,95) σε σχέση με τις βιομηχανίες που δεν έχουν τμήμα έρευνας και ανάπτυξης (μ.ο.=4,75).
- Στην ερώτηση 13 υπάρχει στατιστικά σημαντική επίδραση της ερώτησης 6 με $t(108)=-2,93$ και $p\text{-value}<0,01$. Από αναλυτικά, στις βιομηχανίες που υπάρχει τμήμα έρευνας και ανάπτυξης είναι πιο πιθανό να κάνουν στο μέλλον χρήση της έξυπνης συσκευασίας (μ.ο.=6,31) σε σύγκριση με τις βιομηχανίες που δεν έχουν τμήμα έρευνας και ανάπτυξης (μ.ο.=4,84).

Μηδενική υπόθεση (H_0) : Η πιθανότητα χρήσης στο μέλλον έξυπνης συσκευασίας ΔΕΝ επηρεάζεται από τους λόγους που θα χρησιμοποιούσαν την ενεργό και έξυπνη συσκευασία

Εναλλακτική υπόθεση (H_1): Η πιθανότητα χρήσης στο μέλλον έξυπνης συσκευασίας επηρεάζεται από τους λόγους που θα χρησιμοποιούσαν την ενεργό και έξυπνη συσκευασία

Πίνακας 7. Μέσοι όροι και ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) της πιθανότητας χρήσης στο μέλλον της έξυπνης συσκευασίας (ερώτηση 13) ως προς τους λόγους που θα χρησιμοποιούσαν την ενεργό και έξυπνη συσκευασία (ερώτηση 15).

Ερώτηση 15					
	Παράταση διάρκειας ζωής	Μείωση επιστροφής προϊόντων	Λόγοι μάρκετινγκ και αύξησης πωλήσεων	Δημιουργία καινοτόμων προϊόντων	Συνδυασμός παραπάνω
					F-τιμή (4 , 104)
Ερώτηση 13	5,86α,β	3,67α	4,15α,β	6,5β	6,04α,β
					2,83*

Σημείωση: *p-value<0,05 , **p-value<0,01 και ***p-value<0,001. Οι μέσοι όροι που μοιράζονται κοινό δείκτη δε διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους σύμφωνα με το Post hoc κριτήριο του Scheffe.

Από την εφαρμογή της ανάλυσης διακύμανσης συμπεραίνουμε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική επίδραση μεταξύ των ερωτήσεων 15 και 13 με $F(4, 104)=2,83$ και $p\text{-value}<0,05$. Πιο αναλυτικά, οι βιομηχανίες που θα χρησιμοποιούσαν την ενεργό και έξυπνη συσκευασία για τη δημιουργία καινοτόμων προϊόντων είναι περισσότερο πιθανό να κάνουν στο μέλλον χρήση της έξυπνης συσκευασίας (μ.ο.=6,5) σε σχέση με τις βιομηχανίες που θα χρησιμοποιούσαν την ενεργό και έξυπνη συσκευασία για τη μείωση επιστροφής προϊόντων (μ.ο.=3,67) ενώ οι υπόλοιπες κυμαίνονται σε ενδιάμεσα επίπεδα.

5. Προτάσεις

Ύστερα από την ανάλυση των αποτελεσμάτων και τη συσχέτιση μεταξύ των ερωτήσεων, γίνεται αντιληπτό πως τόσο οι καταναλωτές όσο και οι βιομηχανίες τροφίμων είναι θετικά σκεπτόμενοι σχετικά με την ενεργό και έξυπνη συσκευασία και θα ήθελαν πολύ να εφαρμοσθούν οι συγκεκριμένες καινοτόμες συσκευασίες. Σε βιομηχανίες που υπάρχει Τμήμα Έρευνας & Ανάπτυξης είναι περισσότερο πιθανό στο μέλλον να προχωρήσουν σε εφαρμογή και ενσωμάτωση στις γραμμές παραγωγής τους τις χρήσεις της ενεργού και έξυπνης συσκευασίας, κάτι το οποίο ισχύει και σε εταιρείες που επενδύουν στην παραγωγή πιο φυσικών προϊόντων σε ποσοστό μεγαλύτερο από 21%. Παρατηρείται από τα αποτελέσματα πως βιομηχανίες τροφίμων θα χρησιμοποιούσαν αυτές τις καινοτόμες συσκευασίες για δημιουργία καινοτόμων προϊόντων. Κάτι το οποίο ήταν αναμενόμενο, οι βιομηχανίες τροφίμων θα ήθελαν να τις εφαρμόσουν όμως τίθεται το θέμα του κόστους καθώς και ενδιασμός για το εάν θα υπήρχε απήχηση από μέρους των καταναλωτών.

Από την άλλη πλευρά, οι καταναλωτές έδειξαν μεγάλο ενδιαφέρον και προθυμία πληρωμής για τη συσκευασία των τροφίμων που θα αγόραζαν στις αναφερθείσες συσκευασίες. Συγκεκριμένα, διαπιστώθηκε πως καταναλωτές οι οποίοι γνωρίζουν τις έννοιες της ενεργού και έξυπνης συσκευασίας ήδη, παρουσιάζουν προθυμία πληρωμής ασχέτου του κόστους που θα επιβαρυνθεί επιπλέον το συσκευασμένο τρόφιμο. Όπως φαίνεται υπάρχει συνάφεια μεταξύ του μορφωτικού επιπέδου και της πιθανότητας αγοράς ενός τροφίμου συσκευασμένο σε ενεργό και έξυπνη συσκευασία και συγκεκριμένα οι κάτοχοι διδακτορικού τίτλου είναι περισσότερο πιθανό να προβούν σε αγορά τροφίμων συσκευασμένα στις παραπάνω καινοτόμες συσκευασίες, σε αντίθεση με αποφοίτους ΤΕΙ-ΑΕΙ. Καταναλωτές που θεωρούν υψίστης σημασίας την ποιότητα, διατροφική δήλωση, την περιεκτικότητα σε Έ ουσίες είναι περισσότερο πιθανό να εκτιμήσουν τέτοιου είδους συσκευασίες εξαιτίας των πλεονεκτημάτων που θα τους προσφέρουν.

Στις ημέρες μας, οι καταναλωτές δίνουν μεγάλη βαρύτητα στην υγεία, ποιότητα τροφίμων που καταναλώνουν και προτιμούν περισσότερο τα φυσικά συστατικά. Ενημερώνονται συνεχώς και από πολλές πηγές για να είναι σίγουροι για τις ειδήσεις που λαμβάνουν, ειδικά σχετικά με τη διατροφή τους. Οι συγκεκριμένες καινοτόμες συσκευασίες απευθύνονται σε ένα κοινό που είναι έτοιμο να τις δεχθεί και να τις προτιμήσει.

Οι καινοτομίες της τεχνολογίας μετατρέπονται σε εμπορικά βιώσιμες μόλις βρεθεί ανταπόκριση από το καταναλωτικό κοινό. Οι καταναλωτές είναι απαραίτητο να εκπαιδευθούν και να μάθουν τα οφέλη της κάθε μίας συσκευασίας με σκοπό να τις προτιμήσει. Οι βιομηχανίες οφείλουν να μάθουν, να εφαρμόσουν και να μεταφέρουν τα οφέλη των συσκευασιών στο καταναλωτικό κοινό.

Μεγάλες εταιρείες έχουν τη δυνατότητα να ξεκινήσουν να χρησιμοποιούν την ενεργό και έξυπνη συσκευασία σε κάποια από τα προϊόντα τους στα πλαίσια διαφημιστικής καμπάνιας και έτσι οι καταναλωτές θα διαπιστώσουν από μόνοι τους όσα θεωρητικά ενδεχομένως να γνωρίζουν για τις εν λόγω συσκευασίες. Στους Έλληνες καταναλωτές αρέσουν τέτοιου είδους κινήσεις και επίσης μπορούν να λειτουργήσουν και ως μια μορφή μάρκετινγκ για τη συγκεκριμένη εταιρεία.

Εκτός αυτού, βιομηχανίες τροφίμων θα μπορούσαν να ξεκινήσουν πυλωτικά την εφαρμογή της διαδραστικής συσκευασίας, μαζί με ταυτόχρονη διαφήμιση της κίνησης αυτής, θέτοντας ένα χρονικό περιθώριο με σκοπό να κρίνουν αν η πράξη αυτή βρήκε πρόσφορο έδαφος από τους καταναλωτές.

Κατά καιρούς μεγάλες βιομηχανίες τροφίμων συνεργάζονται με κάποια αλυσίδα super market και συμμετέχουν σε διάφορα προγράμματα προωθητικών ενεργειών. Εκτός από κάποια δείγματα που θα ήταν καλό να παραχθούν για διαφημιστικούς λόγους, θα ήταν μια καλή ιδέα να εφαρμοσθεί ένα πρόγραμμα επιλογής των καταναλωτών να αγοράσουν ένα τρόφιμο συσκευασμένο σε μια καινοτόμα διαδραστική συσκευασία και σε περίπτωση που δεν μείνουν ευχαριστημένοι, να γίνει επιστροφή χρημάτων ή παροχή τους δωρεάν ενός τροφίμου σε παθητική συσκευασία. Με αυτό τον τρόπο, οι καταναλωτές θα τολμήσουν με μεγαλύτερη ευκολία την αγορά ενός τροφίμου σε ενεργό ή έξυπνη συσκευασία.

Μια πρόταση αρκετά σημαντική και αποτελεσματική είναι η δημιουργία ενός leaflet που θα συνοδεύει κάθε ενεργό ή έξυπνη συσκευασία όπου θα απεικονίζει και θα αναλύει την καινοτομία της συσκευασίας, αυτά που προσφέρει, τα οφέλη της. Με τον τρόπο αυτό, θα προσελκύσει το καταναλωτικό κοινό και συνάμα εκείνο θα ενημερωθεί για όσα δύναται μια συσκευασία να του προσφέρει.

Τα δραστικά και έξυπνα συστήματα είναι ένας κλάδος της συσκευασίας που είναι πραγματικά καινοτόμος και προσφέρει συναρπαστικές ευκαιρίες για την ασφάλεια των τροφίμων, την ποιότητα και την άνεση. Η χρήση των δραστικών και έξυπνων συσκευασιών θα γίνουν κοινά αποδεκτές καθώς περισσότερες καινοτόμες τεχνολογίες προωθούνται προς την αγορά με αποτέλεσμα δραστικά και έξυπνα

συστήματα να γίνουν πιο ευρέως γνωστά. Πιθανόν τέτοιες καινοτόμες συσκευασίες να αντικαταστήσουν τις παραδοσιακές συσκευασίες. Πολλές δραστικές και έξυπνες συσκευασίες είναι ήδη διαθέσιμες στο εμπόριο των Ηνωμένων Πολιτειών. Ολοένα και περισσότερο ενστερνιζόμαστε και οικειοποιούμε συνήθειες και καταναλωτικές τάσεις προερχόμενες από μεγάλες χώρες του εξωτερικού, γιατί όχι την ενεργό και έξυπνη συσκευασία;;;

Βιβλιογραφία

Ελληνική βιβλιογραφία

1. Κλωνάρης, Στάθης. (2015). Έλεγχοι Υποθέσεων. ΠΜΣ: Οργάνωση & Διοίκηση Επιχειρήσεων Τροφίμων και Γεωργίας, Αθήνα
2. Λουκιανού, Μ. (2011). Μελέτη της κινητικής απόκρισης Χρονοθερμοκασιακών Δεικτών TTI και εφαρμογή για τον έλεγχο της ποιότητας ψυγμένων και κατεψυγμένων τροφίμων στην ψυκτική αλυσίδα. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο. Σχολή Χημικών Μηχανικών, Αθήνα
3. Μαβής, Μ. (2006). Τεχνολογία RFID, Προκλήσεις & Απειλές, Αθήνα
4. Νομικός, Σ., Πετρόπουλος, Ι., Ρενιέρη, Δ., Βουδούρης, Κ., Σπύρου, Θ., και Δαρζέντας, Ι. (2017). Έξυπνη συσκευασία. Έλεγχος ποιότητας στις απαιτήσεις εκτύπωσης των κεραιών του RFID συστήματος.
5. Ψαρίδης, Βασίλειος, και Νομικός, Σπυρίδων. (2015). Έξυπνες εφαρμογές στη συσκευασία και την ετικέτα. *4th Symposium Package & Label Design: Innovation*.
6. Copyright Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Επιστήμης Τροφίμων και Διατροφής του Ανθρώπου, Αντώνιος Καναβούρας, «Συσκευασία Τροφίμων». Έκδοση: 1.0. Αθήνα 2015. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση: <http://oceclass.aua.gr/>

Διεθνής βιβλιογραφία

1. Ahmed, I., Lin, H., Zou, L., Brody, A.L., Li, Z., Qazi, I.M., Pavase, T.R., and Lv, L., 2017. A comprehensive review on the application of active packaging technologies on muscle foods. *Food Control* 82, pp. 163-178.
2. Ahvenainen, R., and Hurme, E., 1997. Active and smart packaging for meeting consumer demands for quality and safety. *Food Additives and Contaminants* 14, pp. 753-763.
3. Ahvenainen, R., 2003. Active and intelligent packaging: an introduction. In R. Ahvenainen (Ed).. Στο: *Novel food packaging techniques*. Cambridge: UK: Woodhead Publishing Ltd., pp. 5-21.
4. Alocilja, E.C., and Radke, S.M., 2003. Market analysis of biosensors for food safety. *Biosensors and Bioelectronics*, 18, pp. 841-846.
5. Atarés, Lorena, and Chiralt, Amparo, 2016. Essential oils as additives in biodegradable films and coatings for active food packaging. *Trends in Food Science & Technology* 48, pp. 51-62.
6. Brody, A.L., Bugusu, B., Han, J.H, Sand, C.K, and McHugh, T.H, 2008. Innovative Food Packaging Solutions. *Journal of Food Science*, pp. R107-R116.

7. Brown, H., and Williams, J., 2003. Packaged product quality and shelf life. In Coles R., McDowell, D., and Kirwan, M.J.. Στο: *Food packaging technology*. Oxford:UK: Blackwell Publishing Ltd., pp. 65-94.
8. Burt, S., 2004. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods- a review. *International Journal of Food Microbiology* 94, pp. 223-253.
9. Carbone, M., Donia, D.T., Sabbatela, G., and Antiochia, R., 2016. Silver nanoparticles in polymeric matrices for fresh food packaging. *Journal of King Saud University-Science* 28 (4), pp. 273-279.
10. Cha, DS, and Chinnan, MS, 2004. Biopolymer-based antimicrobial food packaging: a review. *Crit Rev Food Sci Nutr* 44 (4), pp. 223-237.
11. Commission, E., 2011. *EU Guidance to the Commission Regulation (EC) No 450/2009 of 29 May 2009 on active and intelligent materials and articles intended to come into contact with food, EU..*
12. Cooksey, K., 2005. Effectiveness of antimicrobial food packaging materials. *Food Additives and Contaminants* 22 (10), pp. 980-987.
13. Dainelli, D., Nathalie, G., Spyropoulos, D., Zondervan-van den Beuken, E., and Tobback, P., 2008. Active and intelligent food packaging: legal aspects and safety concerns. *Trends in Food Science & Technology* 19, pp. S103-S112.
14. Day, B., 2008. Active packaging of food. In J. Kerry, and P.J. Butler (Eds.). Στο: *Smart Packaging technologies for fast moving consumer goods..* West Sussex, UK: Wiley and sons Ltd, pp. 1-17.
15. Fang, Z., Zhao, Y., Warner, R.B, and Johnson, S.K., 2017. Active and intelligent packaging in meat industry. *Trends in Food Science & Technology* 61, pp. 60-71.
16. Gan, Ivy, and Chow, W.S., 2018. Antimicrobial poly(lactic acid)/ cellulose bionanocomposite for food packaging application: A review. *Food Packaging and Shelf Life* 17, pp. 150-161.
17. Gomez-Estaca, J. L.-d.-D. C. H.-M.-n. P. C. R. a. G. R., 2014. Advances in antioxidant active food packaging. *Trends in Food Science & Technology*, 35, pp. 42-51.
18. Han, J.H., Colin, H.L., and Rodrigues, E., 2005a. Intelligent Packaging. In J. H. Han (Ed). *Innovations in food packaging*. Amsterdam: Ed. Elsevier Academic Press, pp. 138-155.
19. Han, J., 2000. Antimicrobial food packaging. *Food Technology*, 54, pp. 56-65.

20. Han, J., 2013. A review of food packaging technologies and innovations.. In J. H. Han *Innovations in food packaging*. Amsterdam: Ed. Elsevier Academic Press, p. 3.
21. Han, H. J., 2005. New Technologies in food packaging: overview. In J.H. Han (Ed.). *Innovations in food packaging*. Amsterdam: Ed. Elsevier Academic Press, p. 3.
22. Heising, J.K., Van Boekel, M.A.J.S., and Dekker, M., 2015. Simulations on the prediction of cod (*Gadus morhua*) freshness from an intelligent packaging sensor concept.. *Food Packaging and Shelf Life* 3, pp. 47-55.
23. Hogan, S.A., and Kerry, J., 2008. Smart Packaging of Meat and Poultry Products. In J. Kerry & P. Butler (Eds). Στο: *Smart Packaging Technologies for Fast Moving Consumer Goods*. England: John Wiley & Sons Ltd, pp. 33-59.
24. Holte, B., 1993. An Apparatus for Indicating the Presence of CO₂ and a Method of Measuring and Indicating Bacterial Activity within a Container or Bag.. *PCT International Patent Application WO 93/ 15402*.
25. Huff, K., 2008. Active and intelligent packaging: innovations for the future.. *Department of Food Science and Technology*, pp. 1-13.
26. Hutton, T., n.d. Food packaging: An introduction. Key topics in food science and technology- Number 7. *Chipping Campden, Gloucestershire, UK: Campden and Chorleywood Food Research Association Group*, p. 108.
27. Kerry, J.P., O'Grady, M.N., and Hogan, S.A., 2006. Past, current and potential utilisation of active and intelligent packaging systems for meat and muscle-based products: A review. *Meat Science* 74, pp. 113-130.
28. Kuswandi, B., Jayus, Oktaviana, R., Abdullah, A., and Heng, L. Y., 2014. A novel on-package sticker sensor based on methyl red for real-time monitoring of broiler chicken cut freshness. *Packaging Technology and Science*, 27(1), pp. 69-81.
29. Kuswandi, B., Wicaksono, Y., Jayus, Abdullah, A., Heng, L. Y., and Ahmad, M., 2011. Smart packaging: sensors for monitoring of food quality and safety.. *Sensing and Instrumentation for Food Quality and Safety* 5, pp. 137-146.
30. Lee, K., and Ko, S., 2014. Proof-of-concept study of a whey protein isolate based carbon dioxide indicator to measure the shelf-life of packaged foods.. *Food Science and Biotechnology*, 23, pp. 115-120.
31. López-Rubio, A., Almenar, E., Hernandez-Munoz, P., Lagarón, J.M., Catala, R., and Gavara, R., 2004. Overview of Active Polymer-Based Packaging

- Technologies for Food Applications. *Food Reviews International* 20, pp. 357-387.
32. Mainetti, L., Mele, F., Patrono, L., Simone, F., Stefanizzi, M.L., and Vergallo, R., 2013. An RFID-Based Tracing and Tracking System for the Fresh Vegetables Supply Chain. *International Journal of Antennas and Propagation*, pp. 1-16.
33. Mainetti, L., Patrono, L., and Vergallo, R., 2012. IDA-Pay: a secure and efficient micro-payment system based on Peer-to-Peer NFC Technology for Android mobile devices. *Journal of Communications Software and Systems*, Vol. 8, No. 4, pp. 117-125.
34. Masoud Ghaani, Cario A. Cozzolino, Giulia Castelli and Stefano Farris, 2016. An overview of the intelligent packaging technologies in the food sector. *Trends in Food Science & Technology* 51, pp. 1-11.
35. Metaxopoulos, J., Mataragas, M., and Drosinos, E.H., 2002. Bacteriosins: Classification, properties, production and mode of action (I). *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society* 53 (4), pp. 335-344.
36. Mills, A., 2005. Oxygen indicators and intelligent inks for packaging food.. *Chemical Society Reviews*, pp. 1003-1011.
37. Nielsen, T., 1997. Active packaging: A literature review. *The Swedish Institute for Food and Biotechnology*, 631.
38. Nychas, G.-J. E., 1995. Natural antimicrobials from plants. In: Gould, G.W. (Ed),. *New Methods of Food Preservation*, Champan and Hall, Glasgow, pp. 58-89.
39. O'Grady, M.N, and Kerry, J.P., 2008. Smart packaging technology. In F. Toldra (Ed.). *Meat biotechnology*. New York: Ed.Springer, pp. 425-451.
40. Ozdemir, M., and Floros, J.D, 2004. Active Food Packaging Technologies. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 44, pp. 185-193.
41. Patterson, C., 2008. Packaging Technology. *Technology Watch* 4(1), pp. 1-11.
42. Pault, H., 1995. Brain boxes or simply packed?. *Food Processing UK* 64, pp. 23-26.
43. Pereira de Abreu, D.A., Cruz, J.M., and Paseiro Losada, P., 2011. Active and intelligent packaging for the food industry. *Food Reviews International*, 28, pp. 146-187.
44. Plessky, V., 2009. Review on SAW RFID tags. In Frequency Control Symposium, 2009 Joint with the 22nd European Frequency and Time forum. Στο: *IEEE International*. s.l.:s.n., pp. 14-23.

45. Quintavalla, S., and Vicini, L., 2002. Antimicrobial food packaging in meat industry. *Meat Science*, 62, pp. 373-380.
46. Restuccia, D., Spizzirri, U.G., Parisi, O.I., Cirillo, G., Curcio, M., Iemma, F., Puoci, F., Vinci, G., and Picci, N., 2010. New EU regulation aspects and global market of active and intelligent packaging for food industry applications. *Food Control* 21(11), pp. 1425-1435.
47. Rodrigues, E.T., and Han, J.H., 2003. Intelligent packaging. In D.R. Heldman (Ed.). *Encyclopedia of agricultural, food, and biological engineering*. New York: Marcel Dekker Inc., p. 437.
48. Rooney, M., 2005. Introduction to active food packaging technologies. In: Han, JH. Στο: *Innovations in food packaging*. Oxford, UK: Elsevier Academic Press, pp. 63-79.
49. Sacharow, S., 1998. Freshness enhancers: The control in controlled atmosphere packaging. *Prepared Foods*, 157(5), pp. 121-122.
50. Sandulescu, R., Cristea, C., Harceaga, V., and Bodoki, E. , 2011. Electrochemical sensors and biosensors for the pharmaceutical and environmental analysis. In V. Somerset (Ed.). *Environmental biosensors*. Croatia: Intech, pp. 277-304.
51. Schaefer, D., and Cheung, W.M., 2018. Smart packaging: Opportunities and Challenges. *Procedia CIRP* 72, pp. 1022-1027.
52. Siro, I., 2012. Active and intelligent packaging of food. In R. Bhat, A. K Alias and G. Paliyath (Eds).. Στο: *Progress in food preservation*. New York: John Wiley and Sons Inc., pp. 23-48.
53. Skandamis, P., Nychas, George-John, E., 2000. Development and validation of a model predicting the survival of Escherichia coli O157:H7 in home-made eggplant under various temperatures, pH and oregano essential oil concentrations.. *Appl. Environ. Microbiol.* 66, pp. 1646-1653.
54. Skandamis, P., Tsigarida, E., and Nychas, G.-J.E., 2002. The effect of oregano essential oil on survival/death of Salmonella typhimurium in meat stored at 50 C under aerobic, vp/map conditions.. *Food Microbiol.* 19, pp. 97-103.
55. Skandamis, P., Tsigarida, E., and Nychas, G-J. E., 2000. Ecophysiological attributes of Salmonella typhimurium in liquid culture and within gelatin gel with or without the addition of oregano essential oil.. *World J. Microbiol. Biotechnol.* 16, pp. 31-35.
56. Skandamis, Panagiotis, N., and Nychas, George-John, E., 2002. Preservation of fresh meat with active and modified atmosphere packaging conditions. *International Journal of Food Microbiology* 79, pp. 35-45.

57. Smith, J.P, Ramaswamy, H.S., and Simpson, B.K, 1990. Developments in food packaging technology. Part II: Storage aspects. *Trends in Food Science & Technology*, pp. 111-118.
58. Smolander, M., 2003. The use of freshness indicators in packaging. In R. Ahvenainen (Ed.). Στο: *Novel food packaging techniques* . Cambrigde: UK: Woodhead Publishing Ltd., pp. 128-143.
59. Suppakul, P., Miltz, J., Sonneveld, K., and Bigger, S.W., 2003. Active packaging technologies with an emphasis on antimicrobial packaging and its applications. *Journal of Food Science*, 68, pp. 408-420.
60. Suppakul, P., Miltz, J., Sonneveld, K., and Bigger, S.W. , 2003. Active Packaging Technologies with an Emphasis on Antimicrobial Packaging and its Applications. *Concise Reviews and Hypotheses in Food Science Active* 68(2), pp. 408-420.
61. Taoukis, P., Alevritou, E., Tsironi, T., Giannoglou, M., and Platakou, E., 2014. Consumer training for novel smart packaging benefits and application for frozen food cold chain monitoring. *ISEKI _Food 2014, Athens*, 21-23 May .
62. Taoukis, P.S., and Labuza, T.P., 1989. Applicability of Time Temperature Indicators as shelf-life monitors of food products. *Journal of Food Science* 54 (4), pp. 737-8.
63. Taoukis, P.S., and Labuza, T.P., 2003. Time-temperature indicators (TTIs). In R. Ahvenainen (Ed). Στο: *Novel food packaging techniques*. Cambridge: UK:Woodhead Publishing Ltd, pp. 103-126.
64. Van Long, N.N., Joly, C., and Dantigny P., 2016. Active packaging with antifungal activities. *International Journal of Food Microbiology* 220, pp. 73-90.
65. Vanderroost, M., Ragaert, P., Delvieghe, F., and Meulenaer, B.D, 2014. Intelligent food packaging: The next generation. *Trends in Food Science & Technology* 39, pp. 47-62.
66. Vermeiren, L., Devlieghere, F., Van Beest, M., de Kruijf, N., and Debevere, J., 1999. Developments in the active packaging of foods. *Trends in Food Science and Technology*, 10, pp. 77-86.
67. Vermeiren, Lieve, Frank Devlieghere, M van Beest, N de Kruijf, and Johan Debevere, 1999. Trends in Food Science & Technology. *Developments in the active packaging of foods* 10(3), pp. 77-86.
68. Vilela, C., Kurek, M., Havouka, Z., Rócker, B., Yildirim, S., Antunes, M.D.C., Nilsen-Nygaard, J., Pettersen, M.K., and Freire, C.S.R, 2018. A

concise guide to active agents for active food packaging. *Trends in Food Science & Technology* 80, pp. 212-222.

69. Viswanathan, S. a. R. J., 2008. Nanomaterials in electrochemical biosensors for food analysisiPolish Journal of Food and Nutrition Sciences 58. pp. 157-164.
70. Vu, C.H.T, and Won, K, 2014. Leaching-resistant carrageenan-based colorimetric axygen indicatorfilms for intelligent food packaging.. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 62, pp. 7263-7267.
71. Wilson, C. L., 2007. *Frontiers of intelligent and active packaging for fruits and vegetables*. Boca Raton: CRC Press.
72. Yam, K. L., and Lee, D. S. , 2012. Emerging food packaging technologies: an overview. In K. L. Yam and D. S. Lee. *Emerging food packaging technologies: Principles and practice*. Philadelphia: Woodhead Publishing Limited.
73. Yam, K. L., Takhistov, P. T., and Miltz, J. , 2005. Intelligent packaging: concepts and applications.. *Journal of Food Science* 70-1, pp. 1-10.

Ηλεκτρονικές πηγές

1. <https://www.theodorou.gr/el/knowledge/articles-and-white-papers/195-005-article.html>
2. <http://www.foodbites.eu/j15/el/science-news/nea-syskevasia/778-edodimes-epikalypseis>
3. <https://www.tanea.gr/2018/10/15/science-technology/eksypni-syskeyasia-pou-xaireta-ton-agorasti-tis/>
4. <https://www.dkconsultants.gr/temp/%CE%AD%CE%BE%CF%85%CF%80%CE%BD%CE%B5%CF%82-%CF%83%CF%85%CF%83%CE%BA%CE%B5%CF%85%CE%B1%CF%83%CE%AF%CE%B5%CF%82-%CF%80%CE%BF%CF%85-%CF%80%CF%81%CE%BF%CE%B5%CE%B9%CE%B4%CE%BF%CF%80%CE%BF%CE%B9%CE%BF/>

Παράρτημα

Ερωτηματολόγιο σε καταναλωτές

13/12/2018

ΕΝΕΡΓΟΣ ΚΑΙ ΕΞΥΠΝΗ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ (ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΕΣ)

ΕΝΕΡΓΟΣ ΚΑΙ ΕΞΥΠΝΗ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ (ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΕΣ)

Το ερωτηματολόγιο αυτό δημιουργήθηκε στα πλαίσια του Μεταπτυχιακού Προγράμματος MBA Food & Agribusiness του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών της διπλωματικής μελέτης της φοιτήτριας Παρασκευής Ντούρλαρη.

Οι πρόσφατες τεχνολογικές εξελίξεις και η σχετική νομοθεσία στον τομέα της συσκευασίας τροφίμων σχετίζονται με τη λειτουργικότητα και ειδικότερα με την αλληλεπίδραση της συσκευασίας με το τρόφιμο και τον καταναλωτή, αντικατοπτρίζοντας την τάση για ασφαλέστερα και λιγότερο επεξεργασμένα προϊόντα. Στη δυναμική αυτής της τάσης οφείλεται η ανάπτυξη της διαδραστικής συσκευασίας, στην οποία διακρίνονται δύο συνιστώσες: η ενεργός και η έξυπνη συσκευασία.

Σκοπός του ερωτηματολογίου είναι να διερευνηθεί το ενδιαφέρον και η προθυμία πληρωμής των καταναλωτών για τις συγκεκριμένες συσκευασίες.

* Απαιτείται

1. Είστε το άτομο που αγοράζει με μεγαλύτερη συχνότητα τρόφιμα στο νοικοκυριό σας; *

- ☐ Ναι
☐ Όχι

2. Πόσα χρήματα ξοδεύετε για αγορά τροφίμων κάθε μήνα σαν νοικοκυριό (συμπεριλαμβανομένων των εξόδων για φαγητό); *

- ☐ < 600 ευρώ
☐ 600 - 900 ευρώ
☐ > 900 ευρώ

3. Πόσο σημαντικές θεωρείτε τις ακόλουθες παραμέτρους στην επιλογή τροφίμων που θα καταναλώσετε;

13/12/2018

ΕΝΕΡΓΟΣ ΚΑΙ ΕΞΥΓΙΝΗ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ (ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΕΣ)

Εμφάνιση *

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Καθόλου σημαντική	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Εξαιρετικά σημαντική

Χρώμα *

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Καθόλου σημαντική	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Εξαιρετικά σημαντική

Ποιότητα *

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Καθόλου σημαντική	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Εξαιρετικά σημαντική

Συσκευασία *

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Καθόλου σημαντική	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Εξαιρετικά σημαντική

Ημερομηνία λήξης *

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Καθόλου σημαντική	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Εξαιρετικά σημαντική

Τιμή *

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Καθόλου σημαντική	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Εξαιρετικά σημαντική

13/12/2018

ΕΝΕΡΓΟΣ ΚΑΙ ΕΞΥΠΝΗ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ (ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΕΣ)

Προσφορά *

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Καθόλου σημαντική	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Εξαιρετικά σημαντική

4. Πόσο πιθανό είναι να αγοράσετε ένα τρόφιμο του οποίου
πλησιάζει η ημερομηνία λήξης, αλλά φαίνεται φρέσκο; *

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Καθόλου	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Πάρα πολύ

5. Συχνότητα ανάγνωσης ετικέτας τροφίμων *

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Σπάνια	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Πάρα πολύ συχνά

6. Πόσο σημαντικά θεωρείτε τα ακόλουθα στοιχεία σε μία
ετικέτα τροφίμων;

Συστατικά *

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Καθόλου σημαντικό	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Εξαιρετικά σημαντικό

Διατροφική δήλωση *

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Καθόλου σημαντικό	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Εξαιρετικά σημαντικό

13/12/2018

ΕΝΕΡΓΟΣ ΚΑΙ ΕΞΥΠΝΗ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ (ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΕΣ)

Συντηρητικά *

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Καθόλου σημαντικό	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Εξαιρετικά σημαντικό

Ημερομηνία λήξης *

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Καθόλου σημαντικό	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Εξαιρετικά σημαντικό

Σήμα βιολογικού προϊόντος *

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Καθόλου σημαντικό	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Εξαιρετικά σημαντικό

Υπαρξη αλλεργιογόνων *

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Καθόλου σημαντικό	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Εξαιρετικά σημαντικό

7. Πόσο σημαντικό είναι για εσάς το τρόφιμο που επιλέξατε να μην περιέχει πρόσθετα (Ε); *

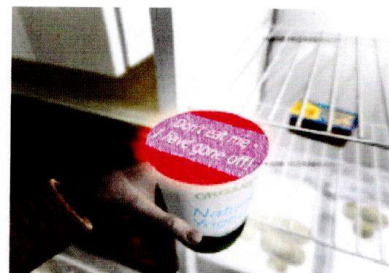
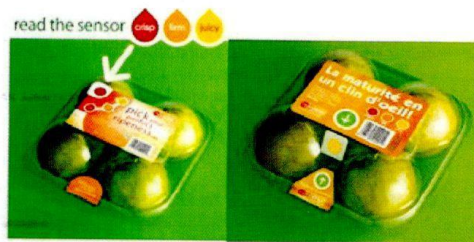
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Καθόλου	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Πάρα πολύ

8. Έχετε ακούσει τους όρους "ενεργός συσκευασία" και "έξυπνη συσκευασία"; *

- ☐ Κανέναν από τους δύο
- ☐ Την ενεργό συσκευασία
- ☐ Την έξυπνη συσκευασία
- ☐ Και τους δύο

Έξυπνη συσκευασία

Η έξυπνη συσκευασία αλληλεπιδρά με το προϊόν ή το περιβάλλον στο οποίο φυλάσσεται το τρόφιμο, προκειμένου να παρέχει πληροφορίες για την ποιότητά του τη συγκεκριμένη χρονική στιγμή καθώς και την ασφάλειά του. Η πιο διαδεδομένη εφαρμογή της συγκεκριμένης συσκευασίας είναι οι χρονοθερμοκρασιακοί δείκτες (TTIs) οι οποίοι μεταφράζουν το χρονοθερμοκρασιακό ιστορικό ενός τροφίμου σε μία χρωματική ένδειξη που αντιστοιχεί σε συγκεκριμένο επίπεδο φρεσκάδας του τροφίμου.



Ενεργός συσκευασία

Η ενεργός συσκευασία αποτελεί ένα σύνολο συστημάτων που δρουν συμπληρωματικά με την κύρια συσκευασία του τροφίμου. Αυτά έχουν την ιδιότητα να αλληλεπιδρούν με την ατμόσφαιρα ή με το ίδιο το τρόφιμο με σκοπό τη βελτίωση της ποιότητας ή/και ασφάλειας του τροφίμου και ενδεχομένως και την παράταση της διάρκειας ζωής του. Εφαρμογές της ενεργού συσκευασίας περιλαμβάνουν μηχανισμούς προσρόφησης υγρασίας, οσμών καθώς και απελευθέρωση αιθανόλης και αντιμικροβιακών ουσιών για παράταση του χρόνου ζωής του τροφίμου.



9. Πόσο πιθανό είναι να αγοράζατε ένα τρόφιμο συσκευασμένο σε μία από τις παραπάνω συσκευασίες;

Έξυπνη συσκευασία *

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Καθόλου πιθανό	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Πάρα πολύ πιθανό

Ενεργός συσκευασία *

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Καθόλου πιθανό	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Πάρα πολύ πιθανό

10. Είστε διατεθειμένος/η να επιβαρυνθείτε με μια έξτρα χρέωση και αν ναι, πόσο ανά συσκευασία;

13/12/2018

ΕΝΕΡΓΟΣ ΚΑΙ ΕΞΥΠΝΗ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ (ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΕΣ)

Έξυπνη συσκευασία *

- ☐ Δεν είμαι διατεθειμένος/η να πληρώσω κάτι παραπάνω
- ☐ 0,10 - 0,50 ευρώ
- ☐ 0,51 - 1,00 ευρώ
- ☐ Είμαι διατεθειμένος/η να πληρώσω άσχετα με το κόστος

Ενεργός συσκευασία *

- ☐ Δεν είμαι διατεθειμένος/η να πληρώσω κάτι παραπάνω
- ☐ 0,10-0,50 ευρώ
- ☐ 0,51 - 1,00 ευρώ
- ☐ Είμαι διατεθειμένος/η να πληρώσω άσχετα με το κόστος

11. Σε περίπτωση που κατά τη διάρκεια αγοράς ενός τροφίμου διαπιστώσετε πέρας της ημερομηνίας λήξεως, ενώ στη συσκευασία οι δείκτες δείχνουν πως είναι φρέσκο, είναι πιθανό να το αγοράσετε; *

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Καθόλου πιθανό	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Πάρα πολύ πιθανό

12. Ακολουθείτε μια ισορροπημένη διατροφή; *

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Όχι	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Ναι

13. Φύλο *

- ☐ Γυναίκα
- ☐ Άνδρας

Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
MBA Food & Agribusiness

13/12/2018

ΕΝΕΡΓΟΣ ΚΑΙ ΕΞΥΓΝΗ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ (ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΕΣ)

14. Ηλικία *

- ☐ < 25 ετών
- ☐ 26 - 45 ετών
- ☐ 46 - 65 ετών
- ☐ > 66 ετών

15. Μορφωτικό επίπεδο *

- ☐ Γυμνάσιο- Λύκειο
- ☐ Απόφοιτος ΤΕΙ- ΑΕΙ
- ☐ Μεταπτυχιακό
- ☐ Διδακτορικό

16. Πού κυμαίνεται το μηνιαίο σας εισόδημα; *

- ☐ Έως 500 ευρώ
- ☐ 500- 1000 ευρώ
- ☐ 1000- 1500 ευρώ
- ☐ > 1500 ευρώ
- ☐ Δεν απαντώ

17. Από πόσα άτομα (μαζί με εσάς) αποτελείται το νοικοκυριό σας; *

Η απάντησή σας

ΥΠΟΒΟΛΗ

Μην υποβάλετε ποτέ κωδικούς πρόσβασης μέσω των Φορμών Google.

https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdwn8AL41Cz0tF0x8kOyrqKXy8mqM27SaRtJslF5dCV4Ok_iw/viewform

8/9

Ερωτηματολόγιο σε βιομηχανίες τροφίμων

13/12/2018

ΕΝΕΡΓΟΣ ΚΑΙ ΕΞΥΠΝΗ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ (ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΕΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ)

ΕΝΕΡΓΟΣ ΚΑΙ ΕΞΥΠΝΗ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ (ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΕΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ)

Το ερωτηματολόγιο αυτό δημιουργήθηκε στα πλαίσια του Μεταπτυχιακού Προγράμματος MBA Food & Agribusiness του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών της διπλωματικής μελέτης της φοιτήτριας Παρασκευής Ντούρλαρη. Η συμπλήρωσή του απαιτεί ελάχιστο χρόνο και η συμβολή σας είναι σημαντική για τη διεξαγωγή αποτελεσμάτων. Να αναφερθεί πως η συμμετοχή σας είναι ανώνυμη.

Οι πρόσφατες τεχνολογικές εξελίξεις και η σχετική νομοθεσία στον τομέα της συσκευασίας τροφίμων σχετίζονται με τη λειτουργικότητα και ειδικότερα με την αλληλεπίδραση της συσκευασίας με το τρόφιμο και τον καταναλωτή, αντικατοπτρίζοντας την τάση για ασφαλέστερα και λιγότερο επεξεργασμένα προϊόντα. Στη δυναμική αυτής της τάσης οφείλεται η ανάπτυξη της διαδραστικής συσκευασίας, στην οποία διακρίνονται δύο συνιστώσες: η ενεργός και η έξυπνη συσκευασία.

Σκοπός του ερωτηματολογίου είναι να διερευνηθεί κατά πόσο οι βιομηχανίες τροφίμων επιθυμούν και έχουν σκοπό να κάνουν χρήση της ενεργού και έξυπνης συσκευασίας για τα προϊόντα τους.

Για οποιαδήποτε διευκρίνιση παρακαλώ επικοινωνήστε μαζί μου στη διεύθυνση dourlarievi@gmail.com

*** Απαιτείται**

13/12/2018

ΕΝΕΡΓΟΣ ΚΑΙ ΕΞΥΓΙΝΗ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ (ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΕΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ)

1. Ποιός είναι ο κλάδος στον οποίο ανήκει η βιομηχανία σας; *

- ☐ Γαλακτοκομικά
- ☐ Κρέας
- ☐ Αλλαντικά - Κρεατοσκευάσματα
- ☐ Ψάρι και θαλασσινά
- ☐ Φρούτα και λαχανικά
- ☐ Όσπρια
- ☐ Ζυμαρικά
- ☐ Αρτοποιία και αλευρώδη
- ☐ Σοκολάτα και προϊόντα σοκολατοποιίας
- ☐ Μη αλκοολούχα ποτά (μεταλλικό νερό, καφές, τσάι, αναψυκτικά, χυμοί)
- ☐ Αλκοολούχα ποτά (οινοπνευματώδη, κρασί, μπύρα)
- ☐ Άλλο

2. Αριθμός εργαζομένων της βιομηχανίας σας *

- ☐ < 25
- ☐ 26- 50
- ☐ 51-100
- ☐ 101- 250
- ☐ > 250

3. Οι δραστηριότητές σας περιορίζονται στην τοπική αγορά ή επεκτείνονται και στο διεθνή χώρο; *

- ☐ Εγχώρια
- ☐ Διεθνώς



Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
MBA Food & Agribusiness

13/12/2018

ΕΝΕΡΓΟΣ ΚΑΙ ΕΞΥΓΙΝΗ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ (ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΕΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ)

4. Σε ποιό τμήμα ανήκετε στην επιχείρηση στην οποία εργάζεστε; *

- ☐ Τμήμα Παραγωγής
- ☐ Τμήμα Προμηθειών
- ☐ Τμήμα Έρευνας & Ανάπτυξης
- ☐ Οικονομικό Τμήμα
- ☐ Εμπορικό Τμήμα
- ☐ Διοίκηση

5. Ποιού είδους στρατηγική χρησιμοποιείτε; *

- ☐ Δημιουργία ισχυρού brand name
- ☐ Ανταγωνιστικό πλεονέκτημα
- ☐ Καθετοποίηση παραγωγής
- ☐ Διαφοροποίηση δραστηριοτήτων (συσχετισμένη-ασυσχέτιστη)
- ☐ Ανάπτυξη προϊόντος
- ☐ Εστίαση στις υπάρχουσες αγορές
- ☐ Ανάπτυξη σε νέες αγορές
- ☐ Έρευνα & Ανάπτυξη
- ☐ Πωλήσεις
- ☐ Μάρκετινγκ

6. Υπάρχει Τμήμα Έρευνας & Ανάπτυξης στην επιχείρησή σας; *

- ☐ Ναι
- ☐ Όχι

13/12/2018

ΕΝΕΡΓΟΣ ΚΑΙ ΕΞΥΓΙΝΗ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ (ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΕΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ)

7. Με ποιούς τρόπους εξασφαλίζετε την παραγωγή ενός ασφαλούς και ποιοτικού προϊόντος με το επιθυμητό εμπορικό χρόνο ζωής; *

- ☐ Ψύξη- κατάψυξη
- ☐ Κάπνιση
- ☐ Αποστείρωση και κονσερβοποίηση
- ☐ Ξήρανση
- ☐ Αλάτισμα
- ☐ Χρήση υπερυψηλής πίεσης
- ☐ Ακτινοβολήση
- ☐ Συσκευασία σε κενό ή τροποποιημένη ατμόσφαιρα
- ☐ Προσθήκη αντιμικροβιακών ουσιών

8. Τί ποσοστό θα επενδύατε σε τεχνικές για την παραγωγή πιο "φυσικών" προϊόντων; *

- ☐ 1-5 %
- ☐ 6-10%
- ☐ 11-20%
- ☐ > 21%

9. Ποιά/ποιές μορφή/μορφές συσκευασίας χρησιμοποιείτε για τα προϊόντα σας; *

- ☐ Απλή
- ☐ Vacuum
- ☐ Τροποποιημένη ατμόσφαιρα

13/12/2018

ΕΝΕΡΓΟΣ ΚΑΙ ΕΞΥΠΝΗ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ (ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΕΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ)

10. Χρησιμοποιείτε ενεργό συσκευασία στα προϊόντα σας; *

☐ Ναι

☐ Όχι



11. Πόσο πιθανό είναι να κάνετε (ή να συνεχίσετε να κάνετε) στο μέλλον χρήση της ενεργού συσκευασίας; *

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Καθόλου
πιθανό

☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

Πάρα πολύ
πιθανό

12. Χρησιμοποιείτε έξυπνη συσκευασία στα προϊόντα σας; *

☐ Ναι

☐ Όχι



13/12/2018

ΕΝΕΡΓΟΣ ΚΑΙ ΕΞΥΠΝΗ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ (ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΕΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ)

13. Πόσο πιθανό είναι να κάνετε (ή να συνεχίσετε να κάνετε) στο μέλλον χρήση της έξυπνης συσκευασίας; *

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Καθόλου
πιθανό

☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

Πάρα πολύ
πιθανό

14. Δεδομένης της στροφής των καταναλωτών σε πιο φυσικά προϊόντα θεωρείτε πως μια επιχείρηση στις μέρες μας θα άξιζε να εφαρμόσει ενεργό και έξυπνη συσκευασία; *

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Καθόλου

☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

Πάρα πολύ

15. Για ποιό λόγο θα χρησιμοποιούσατε την ενεργό και έξυπνη συσκευασία; *

- ☐ Παράταση της διάρκειας ζωής
- ☐ Μείωση επιστροφής προϊόντων
- ☐ Για λόγους μάρκετινγκ και αύξησης πωλήσεων
- ☐ Δημιουργία καινοτόμων προϊόντων
- ☐ Άλλο:

13/12/2018

ΕΝΕΡΓΟΣ ΚΑΙ ΕΞΥΓΝΗ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ (ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΕΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ)

16. Παρά το γεγονός πως είναι γνωστά τα οφέλη της ενεργού και έξυπνης συσκευασίας, για ποιο λόγο δεν θα τις εφαρμόζατε; *

- ☐ Αύξηση κόστους προϊόντων
- ☐ Ιδιαίτερες απαιτήσεις (τεχνογνωσία, εξοπλισμός) για την χρήση τους
- ☐ Στασιμότητα των πωλήσεων
- ☐ Δεν τις θεωρώ αξιόπιστες μέθοδοι
- ☐ Θεωρώ πως δεν θα υπήρχε απήχηση ή προθυμία πληρωμής από τους καταναλωτές
- ☐ Θα τις εφαρμόζα ούτως ή άλλως
- ☐ Άλλο:

ΥΠΟΒΟΛΗ

Μην υποβάλετε ποτέ κωδικούς πρόσβασης μέσω των Φορμών Google.

Αυτό το περιεχόμενο δεν έχει δημιουργηθεί και δεν έχει εγκριθεί από την Google. Αναφορά κακής χρήσης - Όροι Παροχής Υπηρεσιών

Google Φόρμες

https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdTGIN8-CS6yRLXHmzWjg-_c5b_8CYwyeDA7eJO9Cfxyn4A/viewform

7/7