



ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ & ΓΕΩΡΓΙΑΣ
ΣΥΝΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΤΜΗΜΑ: ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΙΤΛΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

**ΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΗ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΤΩΝ ΝΕΩΝ ΤΑΣΕΩΝ ΚΑΙ ΕΜΠΟΡΙΚΩΝ
ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ ΤΩΝ ΕΝΕΡΓΩΝ ΚΑΙ ΕΞΥΠΝΩΝ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΩΝ, ΜΑΖΙ ΜΕ
ΠΕΡΙΠΤΩΣΙΟΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΔΥΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΑΙΧΜΗΣ, ΣΕ
ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΖΩΙΚΗΣ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗΣ**

Καραγιάννη Μαρία

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Σκανδάμης Π., Επικ. Καθηγητής ΓΠΑ (Επιβλέπων)

Γιαννιώτης Σ., Καθηγητής ΓΠΑ

Κλωνάρης Ε., Επικ. Καθηγητής ΓΠΑ

Αθήνα, Δεκέμβριος 2013



ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ & ΓΕΩΡΓΙΑΣ
ΣΥΝΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΤΜΗΜΑ: ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΙΤΛΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

**ΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΗ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΤΩΝ ΝΕΩΝ ΤΑΣΕΩΝ ΚΑΙ ΕΜΠΟΡΙΚΩΝ
ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ ΤΩΝ ΕΝΕΡΓΩΝ ΚΑΙ ΕΞΥΠΝΩΝ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΩΝ, ΜΑΖΙ ΜΕ
ΠΕΡΙΠΤΩΣΙΟΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΔΥΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΑΙΧΜΗΣ, ΣΕ
ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΖΩΙΚΗΣ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗΣ**

Καραγιάννη Μαρία

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Σκανδάμης Π., Επικ. Καθηγητής ΓΠΑ (Επιβλέπων)

Γιαννιώτης Σ., Καθηγητής ΓΠΑ

Κλωνάρης Ε., Επικ. Καθηγητής ΓΠΑ

Αθήνα, Δεκέμβριος 2013

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα μεταπτυχιακή ερευνητική εργασία πραγματοποιήθηκε στο Εργαστήριο Ποιοτικού Ελέγχου και Υγιεινής Τροφίμων και ποτών του τμήματος Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, στα πλαίσια του μεταπτυχιακού προγράμματος σπουδών με τίτλο: «Οργάνωση και διοίκηση επιχειρήσεων τροφίμων και γεωργίας (MBA)».

Θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες προς τον Επίκουρο Καθηγητή Παναγιώτη Σκανδάμη, για την ανάθεση της μελέτης, την πολύτιμη συνεργασία και την καθοδήγηση για την ολοκλήρωση της εργασίας.

Επίσης θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες προς τον Καθηγητή Αναστάσιο Τσάμη, από το τμήμα Δημόσιας Διοίκησης του Παντείου Πανεπιστημίου, για την σημαντική βοήθεια που μου πρόσφερε στην συγγραφή του οικονομικού μέρους της μελέτης.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω την Μεταδιδακτορική Ερευνήτρια, Καπετανάκου Αναστασία για την συνεργασία, την υπομονή και την ουσιαστική βοήθειά της.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι απαιτήσεις της αγοράς για ποιότητα, ασφάλεια, χαμηλό κόστος, μεγαλύτερους χρόνους ζωής στα τρόφιμα και ταυτόχρονα αποφυγή πρόσθετων «χημικών ουσιών» για την συντήρησή τους, έχουν προσανατολίσει την επιστημονική έρευνα στην αναζήτηση εναλλακτικών τρόπων συντήρησης και συσκευασίας. Έτσι λοιπόν, σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να αποτυπωθούν οι νέες τάσεις καθώς και οι εμπορικές εφαρμογές νέων τεχνολογιών στον τομέα της συσκευασίας τροφίμων. Καθότι τα αλλαντικά είναι από τα πιο δημοφιλή συσκευασμένα τρόφιμα, έτοιμα προς κατανάλωση, και ταυτόχρονα αποτελούν ιδανικό μικροπεριβάλλον για την ανάπτυξη των μικροοργανισμών, πραγματοποιήθηκε περιπτώσιολογική μελέτη, όπου μελετήθηκε η επίδραση εδώδιμων μεμβρανών αλγινικού νατρίου, με και χωρίς την προσθήκη νισίνης, στο μικροβιακό, φυσικοχημικό και οργανοληπτικό προφίλ της πάριζας, σε συνθήκες κενού κατά τη συντήρησή της στους 4°C και 10 °C. Ταυτόχρονα έγινε ανάλυση κόστους προκειμένου να διερευνηθεί αν η εφαρμογή των εδώδιμων μεμβρανών με την νισίνη ως αντιμικροβιακή ουσία, είναι μια συμφέρουσα επένδυση-επιλογή για τις εταιρίες και τους καταναλωτές.

Για να διερευνηθεί η αποτελεσματικότητα των εδώδιμων μεμβρανών, σε μικροβιολογικό, και φυσικοχημικό επίπεδο, φέτες πάριζας που προμηθεύτηκαν από υπεραγορά και τεμαχίστηκαν σε ομοιόμορφα δείγματα των (5 x 5 cm) (υπό ασηπτικές συνθήκες), συσκευάστηκαν με τις μεμβράνες αλγινικού νατρίου (1,5% κ.ο) και προέκυψαν τέσσερις περιπτώσεις: Πάριζα χωρίς εδώδιμες μεμβράνες, Πάριζα με εδώδιμες μεμβράνες χωρίς νισίνη, Πάριζα με εδώδιμες μεμβράνες και Νισίνη 250 IU/ml και Πάριζα με εδώδιμες μεμβράνες και Νισίνη 750 IU/mL. Έπειτα τα δείγματα συσκευάστηκαν σε κενό και τοποθετήθηκαν σε κλιβάνους, σε θερμοκρασίες 4°C και 10°C. Στη συνέχεια, έγιναν δειγματοληψίες σε τακτά χρονικά διαστήματα για την πραγματοποίηση μικροβιολογικών αναλύσεων, την ανάλυση του χρώματος και την μέτρηση του pH.

Και οι δυο συγκεντρώσεις νισίνης (250 και 750 IU/mL) αναστέλλουν την μικροβιακή αύξηση, και στις δυο θερμοκρασίες, χωρίς να αλλοιώνουν το χρώμα του προϊόντος. Αυτή η αναστολή φαίνεται να είναι μεγαλύτερη όταν η συγκέντρωση της νισίνης αυξάνεται και συνδυάζεται και με ένα επιπλέον εμπόδιο, αυτό της χαμηλής θερμοκρασίας (4°C). Οι μικροοργανισμοί που κυριάρχησαν ήταν τα οξυγαλακτικά βακτήρια, κάτι που επιβεβαιώνει και η πτώση του pH σε όλα τα δείγματα. Όσον αφορά το κόστος, η συσκευασία των 200g με μεμβράνες επιβαρύνεται με 0.70 € (σε σχέση με τη συσκευασία χωρίς μεμβράνες) και η συσκευασία των 400g επιβαρύνεται με 1.33 €. Οι τιμές είναι ενδεικτικές και σίγουρα αν το προϊόν παραχθεί από μια βιομηχανία, σε μεγάλη κλίμακα, θα μειωθούν κι άλλο. Πρόκειται για ένα προϊόν με πολλά πλεονέκτημα, όμως λόγω της οικονομικής κρίσης, ίσως δεν είναι η κατάλληλη εποχή για μια εταιρία, να κάνει μια τέτοιου είδους επένδυση.

Λέξεις κλειδιά: Ενεργός συσκευασία, φέτες πάριζας, νισίνη, αντιμικροβιακή δράση, κόστος

ABSTRACT

The market demands for quality, safety, low cost, longer shelf life in foods and at the same time less use of "chemicals", have guided the scientific research on alternative ways of preservation and packaging. Thus, the aim of this study was to reflect the new trends and the commercial applications of new technologies in the field of food packaging. Since cold cuts are among the most popular packaged/ready to eat foods (RTF) and at the same time an ideal microenvironment for the growth of microorganisms, a case study was carried out in order to investigate the effect of sodium alginate edible films, with and without the addition of nisin, in the microbial, physicochemical and organoleptic profile of the product, under vacuum conditions and its maintenance at 4°C and 10°C. Simultaneously a study was carried out with regards to the cost, to investigate whether the application of edible films with nisin, as antimicrobial agent, is an advantageous investment-option for companies and consumers.

To investigate the efficacy of edible films in microbiological and physicochemical level, ham slices, procured from large supermarket and cut into uniform samples (5x5 cm) (under aseptic conditions), were packaged with the membranes of sodium alginate (1.5%) and four cases resulted: ham without edible films, ham with edible films without nisin, ham with edible films and nisin 250 IU/ml, and ham with edible films and nisin 750 IU/mL. All the samples were packed in vacuum and then stored at 4°C and 10°C. Then, samples were taken at regular intervals to perform microbiological analyzes, color analysis and the measurement of pH.

Both nisin concentrations (250 and 750 IU/mL) inhibit microbial growth, at both temperatures, without altering the color of the product. This inhibition appears to be greater when the concentration of nisin is higher and is combined with an additional obstacle, like low temperature (4°C). The dominant microorganisms were the lactic acid bacteria (LAB), which is confirmed by the decrease in pH in all samples. Regarding costs, the packaging of 200g with edible films is charged with 0.70 € more (compared to packaging without edible films) and packaging of 400g is charged with 1.33 € more. Prices are indicative and certainly if the product is produced by an industry, on a large scale they will be reduced even further. It is a product with many advantages, but due to the financial crisis, perhaps it is not the right time for a company to make such an investment.

Key Words: Active packaging, sliced ham, nisin, antimicrobial activity, cost.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ:

Ευχαριστίες	
Περίληψη.....	4
Abstract.....	5
A. Τάσεις και εμπορικές εφαρμογές έξυπνων και ενεργών συσκευασιών.....	8
1. Συσκευασία.....	8
2. Έξυπνη Συσκευασία.....	8
2.1 Έξυπνη Συσκευασία – Ορισμός.....	8
2.2 Βασικές Κατηγορίες Έξυπνης Συσκευασίας.....	9
2.3 Εμπορικές Εφαρμογές Έξυπνης Συσκευασίας.....	12
3. Ενεργός Συσκευασία.....	12
3.1 Ενεργός Συσκευασία – Ορισμός.....	12
3.2 Βασικές Κατηγορίες Ενεργού Συσκευασίας.....	13
3.3 Εφαρμογές Ενεργού Συσκευασίας.....	17
4. Αντιμικροβιακές-Ενεργές Συσκευασίες.....	17
4.1 Τεχνολογία Εδώδιμων Μεμβρανών και Επικαλύψεων.....	19
4.2 Ιδιότητες Εδώδιμων Μεμβρανών – Εφαρμογές.....	22
4.3 Πρόσθετες Ουσίες των Εδώδιμων Μεμβρανών.....	24
4.4 Αντιμικροβιακοί παράγοντες.....	25
4.4.1 Βασικές Κατηγορίες Αντιμικροβιακών Ουσιών.....	25
4.4.2 Νισίνη.....	26
4.5 Εξέλιξη της ενεργούς και έξυπνης συσκευασίας στην διεθνή αγορά.....	30
4.6 Νομοθεσία.....	32
4.7 Στάση των Καταναλωτών Απέναντι στη Ενεργή Συσκευασία.....	35
5. Έτοιμα προς Κατανάλωση Προϊόντα.....	37
6. Σκοπός της Μελέτης.....	38
B. Πειραματικό Μέρος.....	39
1. Υλικά και Μέθοδοι.....	39
1.1 Πειραματική Διαδικασία.....	39
1.2 Παρασκευή Αλγινικού Νατρίου.....	40

1.3 Προετοιμασία Δειγμάτων Συντήρησης.....	40
1.4 Μικροβιολογικές Αναλύσεις.....	40
1.5 Μέτρηση pH.....	41
1.6 Μέτρηση Χρώματος.....	42
2. Αποτελέσματα.....	42
2.1 Μικροβιολογικές Αναλύσεις.....	42
2.2 Ανάλυση pH.....	48
2.3 Μεταβολή Χρώματος.....	49
3. Συμπεράσματα.....	50
Γ. Παρουσίαση του καινοτόμου προϊόντος.....	51
1. Περιεχόμενο συσκευασίας.....	51
2. Περιγραφή του προϊόντος και συνθήκες συντήρησης.....	51
3. Νομοθεσία.....	52
4. Ανάλυση της αγοράς.....	53
5. Ανάλυση κόστους.....	55
5.1 Κόστος ανά μεμβράνη.....	55
5.2 Τιμολόγηση προϊόντος.....	57
6. Ανάλυση Marketing.....	59
6.1 Τα 4Ps.....	59
6.2 Πωλήσεις και στρατηγική Marketing.....	60
7. Ανάλυση SWOT.....	60
8. Άλλες Προτάσεις.....	62
9. Συμπεράσματα.....	62
Βιβλιογραφία.....	65

A. Τάσεις και Εμπορικές Εφαρμογές Έξυπνων και Ενεργών Συσσκευασιών

1. Συσσκευασία

Η συσκευασία αποτελεί το τελευταίο στάδιο της επεξεργασίας ενός τροφίμου και επηρεάζει σε πολύ μεγάλο βαθμό την μικροβιολογική του σταθερότητα και το χρόνο ζωής του. Για αυτόν λοιπόν το λόγο, αποτελεί ένα πολύ σημαντικό κομμάτι της αγοράς, που απασχολεί όλο και πιο έντονα τις βιομηχανίες τροφίμων (Restuccia et al., 2010).

Τα τελευταία χρόνια έντονο ενδιαφέρον συγκεντρώνουν μελέτες που αφορούν συσκευασίες με φυσικές αντιμικροβιακές ιδιότητες, οι οποίες μπορούν να επιδράσουν σημαντικά στην ασφάλεια των τροφίμων και να επιμηκύνουν τον χρόνο ζωής τους (Gennadios et al, 1997; Quintavalla and Vicini, 2002; Cagri et al, 2004.)

Η έξυπνη και η ενεργός συσκευασία φαίνεται να αποτελούν τα είδη συσκευασιών που είναι ικανά να επιμηκύνουν τη διάρκεια ζωής των τροφίμων και να βελτιώσουν την ποιότητά τους, χωρίς να επιβαρύνουν το προϊόν και την υγεία του καταναλωτή, και χωρίς να συμβάλλουν στην μόλυνση του περιβάλλοντος (Rhim and Shellhammer, 2005).

2. Έξυπνη συσκευασία

2.1. Ορισμός

Η έξυπνη συσκευασία αλληλεπιδρά με το προϊόν ή το περιβάλλον στο οποίο φυλάσσεται ή επεξεργάζεται το συσκευασμένο προϊόν και παρέχει πληροφορίες για την τρέχουσα ποιότητα και την ασφάλειά του. Η «έξυπνη» συσκευασία, μέσω της χρήσης των δεδομένων που συλλέγει από τον περιβάλλοντα χώρο και των διαθέσιμων μαθηματικών μοντέλων πρόρρησης της μικροβιακής αύξησης, δύναται να παράσχει πληροφορίες τόσο στον καταναλωτή όσο και στον παρασκευαστή των τροφίμων για την ασφάλεια και την ποιότητα του συσκευασμένου προϊόντος σύμφωνα με το «ιστορικό» του. Κατ' αυτό τον τρόπο μπορεί να αποτελέσει το θεμέλιο λίθο συστημάτων που υποστηρίζουν τη λήψη αποφάσεων για τη διαχείριση των τροφίμων στην ψυκτική αλυσίδα (Kerry et al 2006; Restuccia et al, 2010).

2.2 Βασικές κατηγορίες έξυπνης συσκευασίας

Η πιο διαδεδομένη εφαρμογή της «έξυπνης» συσκευασίας είναι οι **χρονοθερμοκρασιακοί δείκτες, TTI** (Time Temperature Indicators), οι οποίοι μεταφράζουν το χρονοθερμοκρασιακό ιστορικό ενός τροφίμου, ενώ αυτό συντηρείται στο ράφι ενός super market ή σε οικιακό ψυγείο, σε μία χρωματική ένδειξη που αντιστοιχεί σε ένα συγκεκριμένο επίπεδο φρεσκότητας τροφίμου. Εν συνεχεία, με τη βοήθεια μίας πρότυπης χρωματικής κλίμακας, ο καταναλωτής μπορεί να πληροφορηθεί αν το προϊόν είναι φρέσκο ή αλλοιωμένο, ασφαλές ή όχι. Επίσης, έχουν αναπτυχθεί δείκτες για τη σύσταση των αερίων στο εσωτερικό της συσκευασίας, την αύξηση των μικροβίων και την αλλαγή συγκεκριμένων χαρακτηριστικών του τροφίμου, καθώς και δείκτες ακεραιότητας της συσκευασίας ή επάρκειας ψησίματος (π.χ. για συσκευασμένα γεύματα που θερμαίνονται σε φούρνο μικροκυμάτων) (Restuccia et al, 2010). Οι χρόνο-θερμοκρασιακοί δείκτες (TTI) αποτελούν επίσης μια πρακτική και αποτελεσματική λύση στο πρόβλημα της παρακολούθησης της θερμοκρασίας κατά τη διακίνηση ενός τροφίμου. Μάλιστα, με βάση αξιόπιστα μαθηματικά μοντέλα της διάρκειας ζωής ενός τροφίμου και τις κινητικές απόκρισης των TTI καθίσταται δυνατή η παρακολούθηση, καταγραφή και μετάφραση της επίδρασης της θερμοκρασίας ενός προϊόντος από την παραγωγή μέχρι την κατανάλωσή του (Han et al., 2005). Ένας χρόνο-θερμοκρασιακός δείκτης ή ολοκληρωτής (TTI) μπορεί να οριστεί ως μια απλή, οικονομική συσκευή, η οποία μπορεί να δείξει 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. Ειδικά για τα τρόφιμα που πρέπει να διακινηθούν και να συντηρηθούν σε ψύξη/κατάψυξη, η παρακολούθηση του ιστορικού χρόνου-θερμοκρασίας με χρήση βιοαισθητήρων μπορεί να βελτιώσει τη διαχείριση των προϊόντων στην ψυκτική αλυσίδα. Οι Χρονοθερμοκρασιακοί δείκτες που έχουν τη μορφή μιας «ζωντανής», χαμηλού κόστους αυτοκόλλητης ετικέτας ή είναι ενσωματωμένοι στην ίδια τη συσκευασία του τροφίμου, μπορούν να αποτυπώσουν το ιστορικό του τροφίμου. Έτσι οι δείκτες TTI παρακολουθούν το χρονοθερμοκρασιακό ιστορικό των τροφίμων, σε όλη την πορεία τους, από το σημείο παραγωγής,

τις ενδιάμεσες φάσεις διανομής, μέχρι τον τελικό καταναλωτή. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν επικουρικά της ημερομηνίας ανάλωσης, ως «ζωντανή» ημερομηνία λήξης (Kerry et al., 2006; Restuccia et al., 2010; Otles and Yalcin, 2008; Yam et al., 2005).

Στον πίνακα 1, εκτός από τους χρονοθερμοκρασιακούς δείκτες, παρουσιάζονται και άλλες τρεις κατηγορίες δεικτών ποιότητας και ασφάλειας.

Πίνακας 1. Παραδείγματα πρακτικών εφαρμογών «έξυπνης» συσκευασίας, με έμφαση στους δείκτες ποιότητας και ασφάλειας προϊόντος. (Restuccia et al., 2010).

ΔΕΙΚΤΗΣ	ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ/ ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΙΑ	ΔΕΙΝΕΙ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΓΙΑ:	ΕΦΑΡΜΟΓΗ
Χρονοθερμοκρασιακός (εξωτερικός)	Μηχανικός, χημικός, ενζυμικός, βιολογικός	Συνθήκες συντήρησης	Τρόφιμα που συντηρούνται υπο συνθήκες ψύξης ή κατάψυξης
Οξυγόνου (εσωτερικός)	Οξειδοαναγωγικές χρωστικές, χρωστικές pH, Ένζυμα	Συνθήκες συντήρησης, διαρροή συσκευασίας	Τρόφιμα συσκευασμένα σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα
Διοξειδίου του άνθρακα (εσωτερικός)	Χημικός	Συνθήκες συντήρησης, διαρροή συσκευασίας	Τρόφιμα συσκευασμένα σε τροποποιημένη ή ελεγχόμενη ατμόσφαιρα
Μικροβιακής αύξησης (εσωτερικός)	Χρωστικές pH, χρωστικές που αντιδρούν με συγκεκριμένους μικροβιακούς μεταβολίτες (πτητικούς ή μη)	Μικροβιολογική ποιότητα τροφίμου	Ευαλλοίωτα τρόφιμα

Άλλες εφαρμογές της «έξυπνης» συσκευασίας περιλαμβάνουν την ενσωμάτωση μικρο-τσιπ (**RFID technology**) που παρέχει πληροφορίες για το γεωγραφικό στίγμα του προϊόντος, ή που χρησιμεύει στην ιχνηλασιμότητα του προϊόντος (Electronic Product Code - EPC global). Σημειώνεται ότι τα συστήματα αυτά βρίσκουν εφαρμογή κυρίως σε επίπεδο logistics, δηλαδή μεταφοράς συσκευασμένων τροφίμων σε παλέτες/κιβώτια κλπ. Η λειτουργία των συστημάτων RFID είναι απλή και βασίζεται στη δυναμική και αμφίδρομη επικοινωνία των ετικετών και των αναγνώστων. 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 RFID ενεργοποιούνται με τη σειρά τους και επιστρέφουν τα αναζητούμενα δεδομένα στους αναγνώστες. Στη συνέχεια παρεμβαίνει ένα ενδιάμεσο

λογισμικό, το οποίο κατανοεί τις πληροφορίες, οι οποίες αποστέλλονται από τη μονάδα ελέγχου του αναγνώστη και έπειτα ο αναγνώστης τις μεταφέρει στο εκάστοτε πληροφοριακό σύστημα. Τα πλεονεκτήματα που προσφέρει το RFID είναι πολλά. Κάποια από αυτά είναι η αναγνώριση του προϊόντος που μπορεί να γίνει από απόσταση, μιας και υπάρχουν RFID tags τα οποία παίρνοντας ενέργεια από κάποια πηγή (που συνήθως είναι μπαταρία) στέλνουν τις πληροφορίες στον δέκτη, η δυνατότητα αποθήκευσης περισσότερων δεδομένων σε σχέση με τα Bar Code, η δυνατότητα προγραμματισμού εξ αποστάσεως, η απευθείας παρακολούθηση και καταγραφή δεικτών όπως η θερμοκρασία, ο χρόνος, η υγρασία και τέλος, το γεγονός ότι δεν είναι ορατά στο ανθρώπινο μάτι, μιας και για την αναγνώριση τους δεν χρειάζεται οπτικό μέσο. Έτσι λοιπόν, οι εφαρμογές που μπορούν να βρουν αυτά τα συστήματα είναι τεράστιες. (Kerry et al., 2006; Otles and Yalcin, 2008; Lee and Rahman, 2014; Yam et al., 2005)

Τέλος μια άλλη εφαρμογή της έξυπνης συσκευασίας είναι οι **βιοαισθητήρες**, οι οποίοι αποτελούν τη βάση για ένα μεγάλο υποσύνολο εφαρμογών έξυπνης συσκευασίας. Πιο συγκεκριμένα, οι βιοαισθητήρες είναι ανεξάρτητα ολοκληρωμένα συστήματα ικανά να παρέχουν συγκεκριμένη ποσοτική ή ημι-ποσοτική αναλυτική πληροφορία για ένα τρόφιμο. Η εξειδικευμένη αλληλεπίδραση με ένα βιολογικό μόριο-ανιχνευτή (π.χ. ένα ένζυμο, αντίσωμα, ορμόνη ή ακόμη και ένα ολόκληρο κύτταρο) και η μετατροπή της αλληλεπίδρασης σε ηλεκτρικό/ηλεκτρονικό σήμα, αποτελεί τη βάση της λειτουργίας ενός βιοαισθητήρα. Οι σύγχρονοι βιοαισθητήρες επιτρέπουν την ανίχνευση μικροοργανισμών, βιομορίων, οργανικών ενώσεων και ανόργανων συστατικών στα τρόφιμα με ακρίβεια και υψηλή ευαισθησία, δίνοντας αποτελέσματα ταχύτερα και οικονομικότερα σε σχέση με τις παραδοσιακές αναλυτικές τεχνικές. Με την κατασκευή τους σε μικρο/νάνο κλίμακα μπορούν να ενσωματωθούν στον εξοπλισμό επεξεργασίας τροφίμων για διαρκή ποιοτικό έλεγχο ή σε φορητές συσκευές για επιτόπου ανάλυση σε σημεία πρωτογενούς παραγωγής ή μεταποίησης. Κάποιες από τις εφαρμογές τους είναι ο έλεγχος της σύστασης των τροφίμων (π.χ. υδατάνθρακες και οργανικά οξέα), ο εντοπισμός διοξινών ή υπολειμμάτων φυτοφαρμάκων, και ο on line έλεγχος ζυμωτικών διεργασιών (Kerry et al., 2006). Πολύ από τους βιοαισθητήρες που υπάρχουν αυτή τη στιγμή δεν εφαρμόζονται ακόμα στην

αγορά των τροφίμων, παρόλα αυτά όμως είναι μια πολλά υποσχόμενη τεχνολογία για το μέλλον (Alocilja and Radke, 2003).

2.3. Εμπορικές Εφαρμογές

Τα πρώτα συστήματα TTI (χρόνο-θερμοκρασιακοί δείκτες) είναι διαθέσιμα από τη δεκαετία του 1980, με πρώτη ουσιαστική εφαρμογή στις συσκευασίες των εμβολίων που διακινούνται από τον διεθνή Οργανισμό Υγείας (WHO) προς τις χώρες του τρίτου Κόσμου (3M Monitor Mark®, 3M Co., St. Paul, Minnesota; U. S. Patent, 3,954,011, 1976). Στη συνέχεια έχουν αναφερθεί μια σειρά από εφαρμογές στην ψυκτική αλυσίδα είτε σε δοκιμαστικό στάδιο είτε στην πραγματική διακίνηση. Ξεχωρίζει η επί μία σειρά ετών χρήση τους στα προϊόντα ντελικατέσεν της Γαλλικής αλυσίδας Monoprix με θετική αποδοχή από τους καταναλωτές, καθώς και από την εταιρία LECLERC (Bretagne) στα φρέσκα συσκευασμένα σάντουιτς «Marque Repere» από τους Auchan, Coran και Elios και από τις αλυσίδες Continent στην Ισπανία και Cub Foods Supermarket στις ΗΠΑ. Οι δείκτες CheckPoint® TTI, (VITSAB A.B., Malmo, Sweden) χρησιμοποιούνται σε φρέσκα θαλασσινά συσκευασμένα σε κενό είτε σε τροποποιημένες ατμόσφαιρες για εισαγωγές στις ΗΠΑ. Αξίζει να σημειωθεί ότι στις ΗΠΑ οι εισαγωγές φρέσκου σολομού υποχρεωτικά φέρουν TTI στη συσκευασία τους (FDA's Import Alert # 16-125). Μεγάλη αεροπορική εταιρεία χρησιμοποιεί TTI για να ελέγχει τη σωστή συντήρηση της τροφοδοσίας της για τις πολύωρες πτήσεις (Flight Labels, Vitsab International, Malmo, Sweden). Ο OnVu™ TTI χρησιμοποιείται στις συσκευασίες φρέσκου κοτόπουλου Kneuss που παράγεται και διανέμεται από την εταιρία Ernst Kneuss Geflugel A.G. στην Ελβετία (ITE, Ίδρυμα Τεχνολογίας και Έρευνας, Έκθεση για τον Τομέα Τρόφιμα, Μάρτιος 2012).

3. Ενεργός συσκευασία

3.1. Ορισμός

Λόγω της αλλαγής του τρόπου ζωής και κατ' επέκταση της έλλειψης ελεύθερου χρόνου για ψώνια και μαγείρεμα σε καθημερινή βάση, φαίνεται πως η νέα τάση των καταναλωτών, είναι η κατανάλωση προϊόντων ψυγείου ή

μη (προϊόντα έτοιμα προς κατανάλωση), που έχουν υποστεί την χαμηλότερη δυνατή επεξεργασία, που έχουν όσο το δυνατόν μεγαλύτερη διάρκεια ζωής ενώ ταυτόχρονα διατηρούν την θρεπτική τους αξία. (Dainelli et al., 2008).

Η ενεργός συσκευασία φαίνεται να είναι μια νέα μέθοδος, η οποία ικανοποιεί τις παραπάνω απαιτήσεις των καταναλωτών, δρώντας συμπληρωματικά προς την κύρια συσκευασία του προϊόντος. Πιο συγκεκριμένα, αλληλεπιδρά με το τρόφιμο και το εσωτερικό περιβάλλον της συσκευασίας (δηλαδή το περιβάλλον που βρίσκεται μεταξύ του υλικού συσκευασίας και της επιφάνειας του τροφίμου), προκειμένου να διατηρήσει ή να βελτιώσει την ποιότητα και την ασφάλεια αυτού, ή ενδεχομένως να παρατείνει το χρόνο ζωής του τροφίμου (Suprakul et al., 2003; Jofre et al., 2008). Είναι μια μέθοδος η οποία μπορεί να συνδυαστεί με συσκευασία τροποποιημένης ατμόσφαιρας (MAP), συσκευασία ελεγχόμενης ατμόσφαιρας (CAP), συσκευασία κενού αλλά και με την μέθοδο των πολλαπλών εμποδίων (Labuza and Rooney, 1988).

Εφαρμογές της ενεργού συσκευασίας, που έχουν σαν στόχο την παράταση του χρόνου ζωής του συσκευασμένου τροφίμου, περιλαμβάνουν μηχανισμούς αφαίρεσης ή προσρόφησης οξυγόνου, υγρασίας και οσμών, καθώς και απελευθέρωσης CO₂, αιθανόλης και συντηρητικών/αντιμικροβιακών ουσιών (Suprakul et al, 2003; Kerry et al., 2006). Τα υλικά που αποτελούν τους φορείς των συστατικών ενεργού συσκευασίας είναι πλαστικές εδώδιμες ή μη ύλες, που τοποθετούνται στο εσωτερικό της κύριας συσκευασίας, σε άμεση ή μη επαφή με το τρόφιμο.Οι μηχανισμοί αυτοί περιγράφονται αναλυτικά παρακάτω.

3.1. Βασικές κατηγορίες ενεργού συσκευασίας

Βασικές κατηγορίες ενεργού συσκευασίας, είναι η προσρόφηση (δέσμευση), η διάσπαση ή η σταδιακή απελευθέρωση παραγόντων ωρίμανσης, συντήρησης (επιβράδυνσης της αλλοίωσης) και διατήρησης ή/και βελτίωσης οργανοληπτικών χαρακτηριστικών στο εσωτερικό της συσκευασίας.

Σε αυτή την κατηγορία συγκαταλέγονται τα παρακάτω συστήματα συσκευασίας (ΙΤΕ, Ίδρυμα Τεχνολογίας και Έρευνας, Έκθεση για τον Τομέα Τρόφιμα, Μάρτιος 2012; Suprakul et al, 2003; Day, 2008; Rooney, 2005):

- **Δέσμευση οξυγόνου.** Η δέσμευση του οξυγόνου (εντός της συσκευασίας ή του εισερχόμενου από το εξωτερικό περιβάλλον) επιβραδύνει φαινόμενα οξειδωσης, όπως είναι η αμαύρωση, τάγγιση, ή/και αποτρέπει την αύξηση μικροοργανισμών (βακτηρίων και μυκήτων). Οι δεσμευτές οξυγόνου (**oxygen scavengers**) είναι κυρίως ουσίες που αντιδρούν με το οξυγόνο, μειώνοντας τη συγκέντρωσή του. Το οξείδιο του σιδήρου αποτελεί ένα ευρέως χρησιμοποιούμενο δεσμευτή, ενώ άλλες ουσίες που χρησιμοποιούνται είναι το ασκορβικό οξύ, τα θειώδη, η κατεχόλη, φωτο-ευαίσθητες χρωστικές, και ένζυμα όπως η οξειδάση της γλυκόζης. Σε περιπτώσεις που επιθυμείται η αποφυγή της πρόωρης δράσης των δεσμευτών, μπορούν να χρησιμοποιηθούν εξειδικευμένοι μηχανισμοί ενεργοποίησης, όπως για παράδειγμα η χρήση υπεριώδους για να ενεργοποιηθούν φωτοευαίσθητες χρωστικές που δεσμεύουν το οξυγόνο. Οι δεσμευτές οξυγόνου διατίθενται σε διάφορες μορφές: θύλακες (σακουλάκια) που τοποθετούνται στο εσωτερικό της συσκευασίας, ετικέτες ή ακόμη με απευθείας ενσωμάτωση στα υλικά της συσκευασίας ή στα πώματα/κλείσιμο της συσκευασίας. Έχουν χρησιμοποιηθεί με επιτυχία σε συσκευασίες κρέατος αλλά και σε σειρά άλλων προϊόντων.

- **Απορρόφηση ή απελευθέρωση διοξειδίου του άνθρακα (carbon dioxide absorbers and emitters).** Το διοξείδιο του άνθρακα μπορεί να έχει θετική επίδραση στη διατήρηση ενός προϊόντος είτε παρεμποδίζοντας την ανάπτυξη μικροβίων σε ορισμένα προϊόντα όπως το φρέσκο κρέας, πουλερικά, τυρί και ψημένα προϊόντα είτε περιορίζοντας το ρυθμό της αναπνοής σε φρέσκα λαχανικά. Επίσης μπορεί να αποτρέψει την κατάρρευση μίας εύκαμπτης συσκευασίας ή τη μερική δημιουργία κενού, από τη χρήση προσροφητών οξυγόνου. Το διοξείδιο του άνθρακα μπορεί να απελευθερωθεί με διάφορους τρόπους, όπως διττανθρακικά άλατα σε ενθέματα ή θύλακες που ενεργοποιούνται με την υγρασία. Αντιστρόφως, οι υψηλές συγκεντρώσεις διοξειδίου του άνθρακα που προκύπτουν εξαιτίας της σταδιακής αλλοίωσης των προϊόντων επιδρούν αρνητικά στην ποιότητα του προϊόντος. Η περίσσεια αυτή διοξειδίου του άνθρακα μπορεί να απομακρυνθεί από τον εσωτερικό

χώρο της συσκευασίας χρησιμοποιώντας πλαστικά φιλμ υψηλής διαπερατότητας, η οποία είναι δυνατόν να αυξάνεται με τη θερμοκρασία. Επίσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν θύλακες (sachets) που περιέχουν είτε υδροξείδιο του ασβεστίου και υδροξείδιο του νατρίου, είτε οξείδιο του ασβεστίου και gel πυριτίου.

- **Δέσμευση αιθυλενίου.** Το αιθυλένιο είναι μία φυσική ορμόνη που εκλύεται από φρέσκα οπωροκηπευτικά, το οποίο δρα επιταχύνοντας την αναπνοή και οδηγώντας στην ωρίμανση και ακολούθως στη «γήρανση» του καρπού. Η προσρόφηση αυτού συμβάλλει στην καθυστέρηση της ωρίμανσης φυτικών ιστών, με αποτέλεσμα να παρατείνει τον εμπορικό χρόνο έκθεσης των προϊόντων στην αγορά πριν την εμφάνιση συμπτωμάτων υποβάθμισης, συνυφασμένων με την υπερωρίμανση, όπως χαλάρωση ιστών και χρωματικές αλλοιώσεις. Ο παράγοντας δέσμευσης αιθυλενίου που χρησιμοποιείται πιο συχνά είναι το υπερμαγγανικό κάλιο. Το αιθυλένιο μπορεί επίσης να αφαιρεθεί με φυσική προσρόφηση σε επιφάνειες ενεργού άνθρακα ή ζεόλιθου. Το υπερμαγγανικό κάλιο είναι συνήθως σε σακουλάκια ενώ οι υπόλοιποι παράγοντες απορρόφησης ή προσρόφησης είναι είτε σε σακουλάκια είτε ενσωματώνονται στο υλικό συσκευασίας.

- **Έλεγχος υγρασίας:** Για μία σειρά από προϊόντα είναι σημαντικός ο έλεγχος της υγρασίας. Για παράδειγμα η υπερβολική υγρασία μπορεί να προκαλέσει συσσωμάτωση σε προϊόντα σε σκόνη, απώλεια της τραγανής υφής σε προϊόντα όπως τα κράκερ και εφύγρανση υγροσκοπικών προϊόντων όπως τα γλυκίσματα και οι καραμέλες. Αντιστρόφως, η υπερβολική απώλεια υγρασίας σε ορισμένα τρόφιμα μπορεί να οδηγήσει στην ανεπιθύμητη αποξηράνσή τους. Οι αποξηραντικοί παράγοντες όπως τα τζελ πυριτίου (silica gel), φυσικός πηλός και οξείδιο του ασβεστίου χρησιμοποιούνται σε ξηρά τρόφιμα σε μορφή σακιδίων ή διάτρητων κυττίων (cartridges). Επίσης, μπορούν να ενσωματωθούν στο υλικό της συσκευασίας. Οι παράγοντες ελέγχου της υγρασίας, διατηρούν την υγρασία σε επιθυμητά επίπεδα, περιορίζοντας την απώλεια της υγρασίας και ταυτόχρονα επιβραδύνοντας τη συσσώρευση υγρασίας στο εσωτερικό της συσκευασίας που θα ευνοούσε και την ανάπτυξη μικροοργανισμών. Επίσης αφαιρούν το νερό που λιώνει από τα κατεψυγμένα προϊόντα και το αίμα ή τα υγρά από συσκευασμένα προϊόντα κρέατος και

αποτρέπουν τη συρρίκνωση φρέσκων οπωροκηπευτικών. Σε ορισμένες περιπτώσεις οι παράγοντες που απορροφούν τα διαρρέοντα υγρά από νωπά προϊόντα, μπορεί να ενσωματώνουν και άλλες ιδιότητες, όπως είναι η δέσμευση οξυγόνου, τα αντιμικροβιακά, οι παράγοντες μείωσης pH και οι παράγοντες απελευθέρωσης διοξειδίου του άνθρακα.

- **Έλεγχος οσμών.** Ο έλεγχος οσμών γίνεται για την απομάκρυνση ανεπιθύμητων αερίων ενώσεων, όπως ορισμένα πτητικά συστατικά της συσκευασίας, χημικοί μεταβολίτες των τροφίμων, μικροβιακοί μεταβολίτες, αέρια της αναπνοής και δυσάρεστες οσμές σε νωπά προϊόντα. Χαρακτηριστικά παραδείγματα είναι οι θειώδεις ενώσεις και οι αμίνες που παράγονται από την αποδόμηση των πρωτεϊνών, οι αλδεΐδες και οι κετόνες που προκύπτουν από την οξειδωση των λιπών ή την αναερόβια γλυκόλυση, καθώς και ενώσεις με πικρή γεύση στο χυμό του γκρέιπφρουτ. Τα υλικά απομάκρυνσης/δέσμευσης των οσμών μπορεί να είναι σε μορφή φιλμ, σακιδίων, ταινιών/ετικετών ή δίσκων. Επίσης, προκειμένου να διατηρείται η φρεσκότητα του προϊόντος, είναι δυνατή η εξουδετέρωση των οσμών με απελευθέρωση όζοντος.

- **Απελευθέρωση αντιοξειδωτικών.** Γίνεται συνήθως για την αποτροπή φαινομένων οξειδωτικής τάγγισης και άλλης σχετικής υποβάθμισης των τροφίμων, εξαιτίας της αλληλεπίδρασης του οξυγόνου με τα συστατικά του τροφίμου.

- **Απελευθέρωση αντιμικροβιακών ουσιών.** Οι αντιμικροβιακές ουσίες που ενσωματώνονται στα υλικά συσκευασίας και ειδικά στις **μεμβράνες, εδώδιμες και μη**, μπορούν να ελέγχουν την μικροβιακή αύξηση μειώνοντας τον ρυθμό ανάπτυξης και τη μέγιστη αύξηση του πληθυσμού, δίνοντας παράταση στην φάση υστέρησης του μικροοργανισμού στόχου, ή αδρανοποιώντας τους μικροοργανισμούς όταν η αντιμικροβιακή ουσία έρχεται σε επαφή μαζί τους. Η αντιμικροβιακή συσκευασία αποτελεί την πιο σημαντική μορφή ενεργού συσκευασίας (Veronique Coma, 2008).

3.3. Εφαρμογές ενεργού συσκευασίας

Πίνακας 2. Παραδείγματα πρακτικών εφαρμογών «ενεργούς» συσκευασίας σε διάφορα τρόφιμα. (Restuccia et al. 2010).

α/α	ΕΙΔΟΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ	ΤΡΟΦΙΜΟ
1	Συλλέκτες (προσοροφητές) οξυγόνου Oxygen scavengers	Καφές, τσάι, ψημένοι ξηροί καρποί, πατατάκια, σοκολάτα, σκόνη γάλακτος πλήρη λιπαρών, αναψυκτικά και αφεψήματα σε σκόνη, ψωμί και σνακς, ζύμη πίτσας, κατεψυγμένα ζυμαρικά, τάρτες φρούτων, κέικ, μπισκότα, μπύρα, έτοιμα προς κατανάλωση κρεατοσκευάσματα, καπνιστό κρέας και προϊόντα αλιπάστωσης, ψάρι, τυρί
2	Συστήματα απορρόφησης διοξειδίου του άνθρακα	Αλεσμένος καφές
3	Συστήματα εκπομπής διοξειδίου του άνθρακα	Κρέας, ψάρι
4	Συστήματα απορρόφησης υγρασίας	Ξηρά και αποξηραμένα προϊόντα, κρέας, πουλερικά και ψάρι
5	Συλλέκτες (προσοροφητές) αιθυλενίου	Ακτινίδια, μπανάνα, αβοκάντο
6	Συστήματα εκπομπής αλκοόλης	Κεικ, ψωμί, ψάρια
7	Μεμβράνες απελευθέρωσης αντιμικροβιακών	Αποξηραμένα βερίκοκα και άλλα φρούτα, κρέας
8	Μεμβράνες απελευθέρωσης αντιοξειδωτικών	Δημητριακά
9	Μεμβράνες απορρόφησης οσμών	Χυμοί φρούτων
10	Μεμβράνες απελευθέρωσης οσμών	Αλεσμένος καφές
11	Χρωματοφόρες Μεμβράνες	Σουρίμι (καβουρόψιχα και άλλα αντίστοιχα παρασκευάσματα)
12	Μεμβράνες που παρεμποδίζουν τη δημιουργία νέφωσης Anti-fogging films	Συσκευασίες φρέσκων φρούτων και λαχανικών
13	Αντικολλητικές Μεμβράνες	Μαλακές καραμέλες, τυρί σε φέτες
14	Απορροφητές φωτός	Πίτσα, Γάλα
15	Μεμβράνες περατές σε αέρια αναπνοής και μετασυλλεκτικής συμπεριφοράς φυτικών ιστών	Έτοιμες προς κατανάλωση κομμένες σαλάτες
16	Θερμο-μετατροπέας μικροκυμάτων (για επιφανειακό καφέπιασμα – browning-τροφίμων) Microwave susceptors	Έτοιμα προς κατανάλωση γεύματα, επιδέχοντα αναθέρμανσης

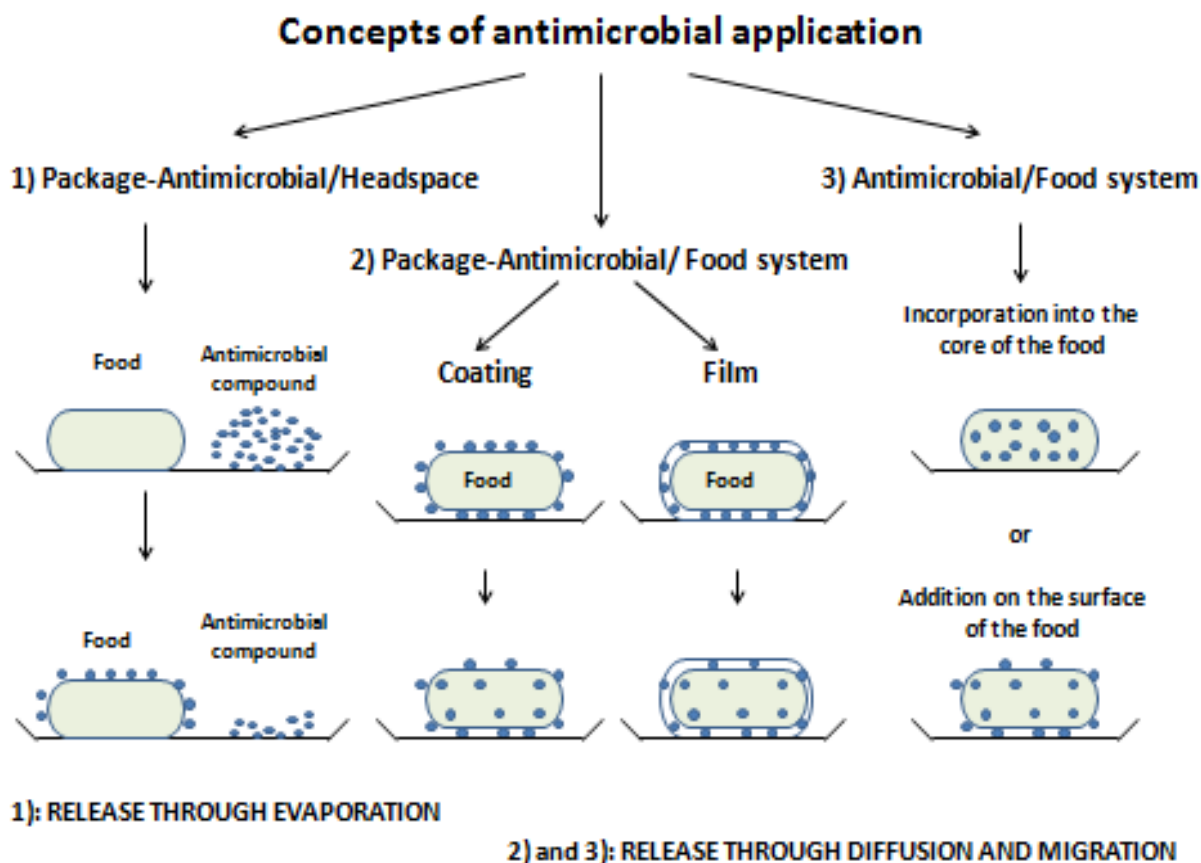
4. Αντιμικροβιακές - Ενεργές συσκευασίες

Η μικροβιακή ανάπτυξη μειώνει τη διάρκεια ζωής των τροφίμων και αυξάνει τον κίνδυνο τροφικής δηλητηρίασης. Παραδοσιακές μέθοδοι προστασίας των τροφίμων από μικροβιολογικές αλλοιώσεις είναι η θερμική

επεξεργασία, η ξήρανση, η κατάψυξη, η ψύξη, η ακτινοβολία, η συσκευασία σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα και η προσθήκη αντιμικροβιακών παραγόντων ή αλάτων. Δυστυχώς, μερικές από αυτές τις τεχνικές δεν θεωρούνται αρκετά κατάλληλες για να εφαρμοστούν σε ορισμένα προϊόντα, όπως είναι το νωπό κρέας και τα έτοιμα προς κατανάλωση προϊόντα. Έτσι λοιπόν η αντιμικροβιακή συσκευασία, η οποία μπορεί να εφαρμοστεί με τρεις διαφορετικούς τρόπους (εικόνα 1), είναι μια πολλά υποσχόμενη μορφή ενεργού συσκευασίας τροφίμων, ειδικά για τα προϊόντα ζωικής προέλευσης (Coma, 2008). Σε αυτή την κατηγορία τροφίμων η μικροβιακή επιμόλυνση προκύπτει αρχικά από την επιφάνεια του προϊόντος και συνήθως οφείλεται σε λάθος χειρισμούς μετά την επεξεργασία. Έχουν γίνει προσπάθειες για την βελτίωση της ασφάλειας και την αναστολή της αλλοίωσης των προϊόντων με τη χρήση των αντιβακτηριακών σπρέι και της εμβάπτισης του προϊόντος στις αντιμικροβιακές ουσίες. Ωστόσο, η εφαρμογή αντιβακτηριακών ουσιών στην επιφάνεια των τροφίμων έχουν περιορισμένα οφέλη, αφού οι δραστικές ουσίες εξουδετερώνονται κατά την επαφή τους με το προϊόν ή διαχέονται γρήγορα από την επιφάνεια στο εσωτερικό του τροφίμου. Από την άλλη πλευρά, η ενσωμάτωση βακτηριοκτόνων ή βακτηριοστατικών παραγόντων σε τυποποιημένα προϊόντα κρέατος, μπορεί να οδηγήσει σε μερική απενεργοποίηση των δραστικών ουσιών των συστατικών τους και ως έτσι αναμένεται να έχουν περιορισμένη επίδραση στην επιφανειακή μικροχλωρίδα (Quintavalla και Vicini, 2002). Ως εκ τούτου, η χρήση των μεμβρανών συσκευασίας που περιέχουν κάποιο αντιμικροβιακό παράγοντα (εικόνα 1, περίπτωση 2) θα μπορούσε να είναι πιο αποτελεσματική, αφού οι ουσίες των μεμβρανών μεταναστεύουν με πιο αργούς ρυθμούς προς την επιφάνεια του προϊόντος, βοηθώντας έτσι τη διατήρηση υψηλών συγκεντρώσεων των αντιμικροβιακών ουσιών, όπου αυτό είναι απαραίτητο. Εάν ένα αντιμικροβιακό μπορεί να απελευθερωθεί από τη συσκευασία κατά τη διάρκεια μιας παρατεταμένης χρονικής περιόδου συντήρησης, τότε μπορεί επίσης να απελευθερωθεί και κατά τη διάρκεια μιας παρατεταμένης περιόδου μεταφοράς ή μιας παρατεταμένης περιόδου αποθήκευσης του προϊόντος (Quintavalla και Loredana Vicini, 2002).

Οι αντιμικροβιακές ουσίες που ενσωματώνονται στα υλικά συσκευασίας μπορούν να ελέγχουν την μικροβιακή ανάπτυξη μειώνοντας τον

ρυθμό ανάπτυξης και τη μέγιστη αύξηση του πληθυσμού, δίνοντας παράταση στην φάση υστέρησης του μικροοργανισμού στόχου, ή με την αδρανοποίηση μικροοργανισμών όταν η αντιμικροβιακή ουσία έρχεται σε επαφή με τον μικροοργανισμό (Quintavalla και Vicini, 2002).



Εικόνα 1. Απεικόνιση των τριών περιπτώσεων ενεργού συσκευασίας: 1) Η αντιμικροβιακή ουσία δεν έρχεται σε επαφή με το προϊόν, αλλά μεταφέρεται σε αυτό μέσω της εξάτμισης των πτητικών ουσιών 2) Η αντιμικροβιακή ουσία έρχεται σε επαφή με το προϊόν με την χρήση εδώδιμων επικαλύψεων ή μεμβρανών, 3) Η αντιμικροβιακή ουσία ενσωματώνεται στο προϊόν (Karetanakou, Manios and Skandamis, In Press)

4.1. Τεχνολογία των εδώδιμων μεμβρανών και επικαλύψεων

Μια εδώδιμη μεμβράνη ορίζεται ως ένα λεπτό συνεχές στρώμα εδώδιμου υλικού, (μη σχηματισμένο επάνω στο τρόφιμο) που εσωκλείει το τρόφιμο, ενώ μια εδώδιμη επικάλυψη ορίζεται ως ένα λεπτό στρώμα εδώδιμου υλικού που επικαλύπτει το τρόφιμο (σχηματισμός πλέγματος επάνω στο τρόφιμο).

Οι εδώδιμες επικαλύψεις και μεμβράνες διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες ανάλογα με το βιοπολυμερές από το οποίο παρασκευάζονται: υδροκολλοειδή, λιπίδια και σύνθετα.

Υδροκολλοειδή

Οι εδώδιμες επικαλύψεις και μεμβράνες υδροκολλοειδών μπορούν να εφαρμοστούν σε περιπτώσεις όπου δεν είναι απαραίτητος ο έλεγχος της μεταφοράς υγρασίας. Οι επικαλύψεις/μεμβράνες αυτές αποτελούν εξαιρετικό εμπόδιο στη μεταφορά του O₂ (Bonilla et al., 2011), του CO₂ λιπαρών υλών και η πλειοψηφία αυτών διαθέτει ικανοποιητικές μηχανικές ιδιότητες, βελτιώνοντας τη δομική ακεραιότητα εύθραυστων προϊόντων. Η διαλυτότητα των μεμβρανών αυτών είναι το μεγάλο πλεονέκτημα στην περίπτωση όπου το τρόφιμο θερμαίνεται πριν από την κατανάλωση. Κατά τη διάρκεια της θέρμανσης, η μεμβράνη ή επικάλυψη λιώνει, και δεν επηρεάζει οργανοληπτικά το τρόφιμο. Τα υδροκολλοειδή, ανάλογα με την σύστασή τους, το μοριακό βάρος τους και την διαλυτότητα τους, διακρίνονται σε πολυσακχαρίτες και πρωτεΐνες

Υδατάνθρακες

Άμυλο

Στρώμα αμυλόζης μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως προστατευτική κάλυψη για τα φρούτα, αφυδατωμένα και μη, αποτρέποντας τη μεταξύ τους συγκόλληση. Κατεργασία τηγανιτών πατατών με αμυλόζη μειώνει την ευαισθησία τους στην οξείδωση. Η καλή ιδιότητα ζελατινοποίησης και διασποράς της αμυλόζης την καθιστά κατάλληλο συστατικό σε στιγμιαία γλυκά ζύμης ή σάλτσες. Υμένια αμυλόζης μπορούν να χρησιμοποιηθούν και στη συσκευασία τροφίμων, όπως σε εδώδιμα περιτυλίγματα ή σε μορφή θήκης, όπως συμβαίνει για παράδειγμα σε ποικίλα προϊόντα στιγμιαίου καφέ ή τσαγιού.

καραγεννάνες

Η χρήση των καραγεννανών στην επεξεργασία τροφίμων βασίζεται στη δυνατότητα του πολυμερούς να δημιουργεί πηκτές, να σταθεροποιεί τα γαλακτώματα και τα διάφορα εναιωρήματα. Με ιόντα καλίου η καραγεννάνη σχηματίζει εύθραυστα gel και με ιόντα νατρίου αποκτά πολύ υψηλό ιξώδες.

Χρησιμοποιείται ως σταθεροποιητής γαλακτοκομικών προϊόντων (κρέμες, τυριά, παγωτά, γάλατα) και σε αρτοποιήματα.

Αλγινικά άλατα

Πρόκειται για άλατα του αλγινικού οξέος και αποτελούν τους βασικούς δομικούς πολυσακχαρίτες των φαιοφυκών (*Phaeorhycseae*). Απόμονωνονται από τα φύκη υπό την μορφή ασβεστίου ή ελεύθερου οξέος. Το αλγινικό οξύ είναι γραμμικός πολυσακχαρίτης (πολυουρονικό οξύ) αποτελούμενος από D-μαννουρονικό οξύ (M) και L-γουλουρονικό οξύ (Γ). Ο λόγος Μ/Γ καθορίζει το σχήμα του πολυμερούς και κατ'επέκταση επηρεάζει την δημιουργία του πλέγματος. Άλατα με σίδηρο ή μαγνήσιο εμφανίζουν μεγάλη ικανότητα συγκράτησης νερού και για αυτό χρησιμοποιούνται ως σταθεροποιητές, ως πηκτικά μέσα και ως βοηθητικά, για την δημιουργία gel σε πολλές εφαρμογές της βιομηχανίας τροφίμων. Μembrάνες αλγινικών, των οποίων η συγκέντρωση κυμαίνεται από 0.5 έως 3%, τείνουν να είναι αρκετά εύθρυπτες όταν στεγνώσουν, πράγμα που αποφεύγεται με την προσθήκη πλαστικοποιητή (συνήθως χρησιμοποιείται γλυκερόλη, 2-5% w/v αλγινικού). Για την παραγωγή τους, σημαντικό ρόλο παίζει η ξήρανση τους και η προσθήκη χλωριούχου ασβεστίου (CaCl₂) σε συγκέντρωση από 2 έως 20% w/v. Κατά την ξήρανση τους, σημαντικό ρόλο παίζει ο χρόνος παραμονής τους στον θάλαμο κάθετης νηματικής ροής (Laminar) γιατί αυτό καθορίζει το πάχος και τα δομικά χαρακτηριστικά των μεμβρανών. Τέλος οι μεμβράνες αλγινικών που περιέχουν κάποιον αντιμικροβιακό παράγοντα, φαίνεται πως αναστέλλουν καλύτερα την ανάπτυξη των μικροοργανισμών, σε σχέση με τις μεμβράνες που έχουν ως βάση τις καραγεννάνες και που περιέχουν και αυτές τον ίδιο αντιμικροβιακό παράγοντα (Cha et al., 2002).

Πρωτεΐνες

Στα πρωτεϊνικά υδροκολλοειδή χρησιμοποιείται μεγάλος αριθμός πρωτεϊνών φυτικής και ζωικής προέλευσης όπως η πρωτεΐνη σόγιας, η γλουτένη σίτου, η ζελατίνη, το κολλαγόνο, οι καζεΐνες και οι πρωτεΐνες ορού γάλακτος. Οι πρωτεΐνες εκτός από την ιδιότητά τους να σχηματίζουν επικαλύψεις και μεμβράνες, δρουν ως γαλακτωματοποιητές αλλά και προσθέτουν θρεπτική αξία στο προϊόν.

Πρωτεΐνες ορού γάλακτος

Οι πρωτεΐνες ορού είναι υδατοδιαλυτές και μπορούν να σχηματίσουν υδρόφιλες μεμβράνες και επικαλύψεις (Krochta et al., 2002). Οι μεμβράνες/επικαλύψεις αυτές είναι διαφανείς, άοσμες, εύκαμπτες και άχρωμες και αποτελούν πολύ καλό εμπόδιο στην μεταφορά οξυγόνου, πτητικών ουσιών και ελαίων (Min και Krochta, 2005).

Λιπίδια

Οι επικαλύψεις και οι μεμβράνες που παρασκευάζονται από λιπίδια χρησιμοποιούνται για την δημιουργία φραγμού στη μεταφορά υγρασίας, την αντιοξειδωτική τους δράση και την βελτίωση της όψης ειδικά σε προϊόντα ζαχαροπλαστικής, όπου προσδίδουν ελκυστική λάμψη. Οι κηροί εφαρμόζονται ευρέως στις επικαλύψεις φρούτων και λαχανικών, έχοντας σαν στόχο την επιβράδυνση της αναπνοής και τη μείωση της μεταφοράς υγρασίας (Cha και Chinnan 2004).

Σύνθετες

Οι σύνθετες μεμβράνες/επικαλύψεις συνδυάζουν τα πλεονεκτήματα των υδροκολλοειδών και των λιπιδικών και περιορίζουν τα μειονεκτήματά τους. Πιο συγκεκριμένα, τα υδροκολλοειδή, όντας υδρόφιλα, δεν αποτελούν εμπόδιο στην μεταφορά υγρασίας, μια ιδιότητα που αντισταθμίζεται με την προσθήκη λιπιδίων, που αποτελούν εξαιρετικό εμπόδιο στη μεταφορά υγρασίας.

4.2. Ιδιότητες εδώδιμων μεμβρανών - Εφαρμογές

Οι εδώδιμες μεμβράνες και οι επικαλύψεις μπορούν να βοηθήσουν στην αντιμετώπιση προκλήσεων που περιλαμβάνει η προώθηση τροφίμων που είναι θρεπτικά, ασφαλή, υψηλής ποιότητας, σταθερά και οικονομικά, επιτελώντας μία ή περισσότερες λειτουργίες.

Όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω, οι εδώδιμες μεμβράνες και επικαλύψεις αποτελούν εμπόδιο στη μεταφορά του οξυγόνου (O₂) και του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) αλλά και της υγρασίας. Γι'αυτόν τον λόγο τοποθετούνται είτε στην επιφάνεια του τροφίμου (π.χ. επικάλυψη φρούτων), είτε εντός του τροφίμου (π.χ. σε πίτσα, παγωτά, μπισκότα με κομμάτια

φρούτων), όπου διαχωρίζουν συστατικά με διαφορετική ενεργότητα νερού, διότι είναι σημαντικό να διατηρηθεί η τραγανή ή μαλακή υφή. Στην πρώτη περίπτωση, ο ρόλος της μεμβράνης είναι να περιορίζει τη μεταφορά υγρασίας από το τρόφιμο στο περιβάλλον ή να περιορίζει τη μεταφορά O₂ που συνεπάγεται επιβράδυνση της αναπνοής (Kester και Fenema, 1986). Στην δεύτερη περίπτωση, η μεμβράνη βοηθά στην εξισορρόπηση της ενεργότητας νερού και στην διατήρηση της υφής των διαφόρων συστατικών. Για παράδειγμα, μια εδώδιμη μεμβράνη μπορεί να χρησιμοποιηθεί για το διαχωρισμό του τραγανού μέρους σε μία πίτσα από το ημίρρευστο, υψηλότερης υγρασίας μέρος. Γενικά, μόνο η συσκευασία με εδώδιμες μεμβράνες ή επικαλύψεις είναι αποτελεσματική στον έλεγχο της μετανάστευσης συστατικών σε διαμερισματοποιημένες τροφές (Debeaufort et al., 1998).

Οι εδώδιμες μεμβράνες μπορούν επίσης να εφαρμοστούν ως προστατευτικές επικαλύψεις σε ευοξειδωτά συστατικά τροφίμων, όπως είναι τα λίπη. Επίσης, χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελούν και οι ξυροί καρποί.

Ο περιορισμός της μεταφοράς των λιπαρών υλών αποτελεί μια άλλη λειτουργία των μεμβρανών. Η μεταφορά λιπών και ελαίων αποτελεί μεγάλο πρόβλημα για την βιομηχανία, ειδικά σε προϊόντα που περιέχουν σοκολάτα, όπου εμφανίζονται ανεπιθύμητες ιδιότητες (κολλώδης υφή, μεταφορά υγρασίας, οξειδωση).

Οι εδώδιμες μεμβράνες και επικαλύψεις είναι δυνατόν να βελτιώσουν τις μηχανικές ιδιότητες ή την σταθερότητα ενός προϊόντος. Σε τρόφιμα που αποτελούνται από πολλά επιμέρους διακριτά συστατικά, (π.χ. υλικά πίτσας), η επικάλυψη μπορεί να συγκρατήσει τα συστατικά αυτά κατά τη διάρκεια της μεταφοράς της. Οι επικαλύψεις ακόμη μπορούν να βελτιώσουν τη μηχανική αντοχή προϊόντων που είναι ευπαθή σε μηχανικές βλάβες, όπως φρέσκα φρούτα και λαχανικά.

Πολυάριθμες έρευνες συνιστούν ότι οι εδώδιμες μεμβράνες και επικαλύψεις αποτελούν ιδανικούς φορείς προσθέτων τροφίμων, όπως αρωματικές ύλες, αντιμικροβιακοί παράγοντες, αντιοξειδωτικά και χρωστικές (Valencia-Chamorro et al., 2009; Zinoviadou et al., 2009) κάνοντας έτσι δυνατό τον έλεγχο του σημείου εφαρμογής (π.χ. μόνο στην επιφάνεια του

τροφίμου) και του ρυθμού απελευθέρωσης των συστατικών αυτών σε ένα τρόφιμο.

Η ανάπτυξη της εδώδιμης συσκευασίας, με τη μορφή μεμβρανών και επικαλύψεων, έχει συγκεντρώσει το ενδιαφέρον λόγω της ολοένα και αυξανόμενης τάσης για ελάττωση των υλικών συσκευασίας και αντικατάσταση των συνθετικών με βιοδιασπώμενα (Wu et al, 2002). Το μεγαλύτερο πλεονέκτημά τους είναι η δυνατότητα κατανάλωσής τους μαζί με το τρόφιμο, προσφέροντας επιπρόσθετα θρεπτικά συστατικά, βελτιώνοντας τις οργανοληπτικές ιδιότητες και προσφέροντας προστασία ακόμη και όταν η συσκευασία έχει ανοιχθεί. Τέλος, πολύ συχνά, οι πρώτες ύλες για την παρασκευή των εδώδιμων μεμβρανών αποτελούν υποπροϊόντα και απόβλητα βιομηχανιών τροφίμων, επομένως μπορούμε να πούμε πως είναι οικονομικές και φιλικές προς το περιβάλλον.

4.3 Πρόσθετες ουσίες των εδώδιμων μεμβρανών

Με τον όρο πρόσθετες ουσίες ή πρόσθετα, χαρακτηρίζουμε τις ουσίες που προστίθενται στις εδώδιμες μεμβράνες και επικαλύψεις, με σκοπό να βελτιώσουν τα οργανοληπτικά (π.χ. χρωστικές, αρώματα, πρόσθετα γεύσης), προστατευτικά (π.χ. αντιοξειδωτικά, συντηρητικά) και διατροφικά (βιταμίνες και ιχνοστοιχεία) χαρακτηριστικά τους.

Μεγάλο ενδιαφέρον συγκεντρώνουν οι πλαστικοποιητές. Ουσίες όπως η γλυκερόλη, η σορβιτόλη, η σουκρόζη και οι γλυκόλες προστίθενται συχνά για να τροποποιήσουν τις μηχανικές ιδιότητες των μεμβρανών/επικαλύψεων. Η προσθήκη πλαστικοποιητών σε διαλύματα από τα οποία προκύπτουν επικαλύψεις ή μεμβράνες, μειώνει την ευθραυστότητα και αυξάνει την ευλυγισία και την ευκαμψία τους. Ιδιαίτερα στην περίπτωση των υδροκολλοειδών (πολυσακχαρίτες και πρωτεΐνες) όπου, λόγω διαμοριακών δυνάμεων (δεσμοί υδρογόνου), οι επικαλύψεις/μεμβράνες είναι εύθρυπτες, η χρήση πλαστικοποιητή προσδίδει στις μεμβράνες αντοχή και ελαστικότητα.

Οι εδώδιμες μεμβράνες και επικαλύψεις αποτελούν εφαρμογή ενεργούς συσκευασίας, μιας και είναι ιδανικοί φορείς αντιμικροβιακών και αντιοξειδωτικών παραγόντων. Η ενσωμάτωση τέτοιων παραγόντων σε επικαλύψεις/μεμβράνες έχει ως αποτέλεσμα μικρότερους ρυθμούς διάχυσης

από το βιοπολυμερές στο προϊόν. Έτσι επιτυγχάνονται μεγάλες συγκεντρώσεις των ενεργών συστατικών εκεί όπου απαιτούνται (Ouattara et al., 2000; Terta et al., 2006; Kristo et al., 2008). Αντιμικροβιακοί παράγοντες που χρησιμοποιούνται είναι τα οργανικά οξέα, οι φαινόλες, τα ένζυμα, οι βακτηριοσίνες, οι αλκοόλες και τα λιπαρά οξέα (Lu et al., 2010; Sayanjali et al., 2011; Jiang et al., 2011). Βιοενεργά συστατικά, όπως τα αιθέρια έλαια, μπορούν να προστεθούν σε μεμβράνες/επικαλύψεις και να επιμηκύνουν τη διάρκεια ζωής, να επιβραδύνουν τη μικροβιακή ανάπτυξη και να διατηρήσουν τη θρεπτική αξία των τροφίμων (Zinoviadou et al., 2009).

4.4 Αντιμικροβιακές ουσίες:

4.4.1. Βασικές κατηγορίες αντιμικροβιακών ουσιών

Πολλούς αντιμικροβιακούς παράγοντες τους συναντάμε στη φύση ή τους απομονώνουμε από μικρόβια, φυτά ή ακόμα και ζώα.

Οι βασικές κατηγορίες φυσικών αντιμικροβιακών ουσιών είναι οι βακτηριοσίνες (πχ. νισίνη, ναταμυκίνη, πεδιοκίνη), τα οργανικά οξέα (πχ. Σορβικό, βενζοϊκό οξύ), τα ένζυμα (πχ. Η λυσοζύμη, η οποία δρα κυρίως έναντι των βακτηρίων αποικοδομώντας την πεπτιδογλυκάνη που βρίσκεται στο κυτταρικό τοίχωμα τους και εισχωρώντας στο εσωτερικό τους, προκαλώντας με αυτόν τον τρόπο την κυτταρική λύση (V. Coma, 2008)), τα φυτικής προέλευσης αντιμικροβιακά (εκχυλίσματα–αιθέρια έλαια μπαχαρικών, όπως θυμάρι, ρίγανη κλπ) και τέλος τα φυσικά αντιμικροβιακά πολυμερή (πχ. Χιτοζάνη).

Στον πίνακα 3 παρουσιάζονται τα πρόσθετα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως αντιμικροβιακοί παράγοντες σε υλικά συσκευασίας.

Πίνακας 3. Λίστα των επιτρεπόμενων προσθέτων τροφίμων, που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν ως αντιμικροβιακοί παράγοντες σε υλικά συσκευασίας (Suprakul et al., 2003). GRAS: Generally Recognized As Safe, FA: Food Additives, E: Πρόσθετο αναγνωρισμένο από την Ευρωπαϊκή Ένωση.

ΠΡΟΣΘΕΤΑ	ΑΥΣΤΡΑΛΙΑ/ΝΕΑ ΖΗΛΑΝΔΙΑ	ΕΥΡΩΠΗ	ΗΠΑ
Οξικό οξύ	260	E260	GRAS
Βενζοϊκό οξύ	210	E210	GRAS
Βουτυλοϋδροξυανισόλη (BHA)	320	E320	GRAS
Βουτυλοϋδροξυανισόλη (BHT)	321	E321	GRAS

Καρβακρόλη			FA
Κιτράλη			GRAS
Κιτρικό οξύ	330	E330	GRAS
p-Κρεζόλη			FA
EDTA			FA
Εστραγόλη (methyl Chavicol)			GRAS
Αιθανόλη		E1510	GRAS
Ethyl paraben		E214	GRAS
Ευγενόλη			GRAS
Γερανιόλη			GRAS
Οξειδάση Γλυκόζης	1102		GRAS
Εξιμεθυλενοτεραμίνη (ΗΤΜ)		E239	
Konjak Γλυκομαννάνη		E425	GRAS
Γαλακτικό οξύ	270	E270	GRAS
Lauric acid			FA
Λιναλόλη			GRAS
Λυσοζύμη	1150	E1150	GRAS
Μιλικό οξύ	296	E296	GRAS
Methyl paraben	218	E218	
Ναταμικίνη	235	E235	FA
Νισίνη	234	E234	GRAS
Φωσφορικό οξύ	338	E338	GRAS
Πολυφωσφορικά		E452	GRAS
Σορβικό Κάλιο	202	E202	GRAS
Προπιονικό οξύ	280	E280	GRAS
Propyl paraben	216	E216	GRAS
Βενζοϊκό Νάτριο	212	E212	GRAS
Σορβικό οξύ	200	E200	GRAS
Ηλεκτρικό οξύ		E236	GRAS
Διοξειδίο του Θείου	220	E220	GRAS
Τριγικό οξύ	334	E334	GRAS
Τριτοβάθμια Τριτοκινόνη (ΤΒΗQ)	319		FA
α-Τερπινεόλη			FA
Θυμόλη			FA

4.4.2. Νισίνη

Πολλά βακτήρια παράγουν ουσίες που καταστέλλουν ή θανατώνουν συγγενικά είδη, ή ακόμα και διαφορετικά στελέχη του ίδιου είδους. Αυτές οι ουσίες για να ξεχωρίζουν από τα αντιβιοτικά, που έχουν ευρύτερο φάσμα δράσης, ονομάζονται βακτηριοσίνες (Camilloto et al 2009; Santiago-Silva et al. 2009). Οι βακτηριοσίνες είναι πεπτιδία που συντίθενται από ριβοσώματα (Madigan et al., 2005). Η αντιμικροβιακή δράση των βακτηριοσινών γενικά είναι καλύτερη στα gram θετικά βακτήρια. Για να έχουν ικανοποιητική αντιμικροβιακή δράση έναντι και των gram αρνητικών βακτηρίων, θα πρέπει να συνδυάζονται με άλλες αντιμικροβιακές ουσίες, όπως το EDTA (Αιθυλενοδιαμινοτετραοξικό οξύ), ή με άλλα αντιμικροβιακά εμπόδια (μέθοδος

των πολλαπλών εμποδίων). Επίσης, οι βακτηριοσίνες θα μπορούσαν να δράσουν συνεργατικά με παλιές ή νέες μεθόδους μείωσης του μικροβιακού πληθυσμού, όπως είναι για παράδειγμα η υδροστατική πίεση (HHP) (Jofre, et al., 2008). Τέλος, οι βακτηριοσίνες έχουν εγκριθεί από το FDA (Food and Drug Administration, US) και από την EFSA (European Food Safety Authority) για χρήση ως συντηρητικά τροφίμων. Είναι μη τοξικές, σταθερές στη θερμότητα, διαθέσιμες στο εμπόριο και χρησιμοποιούνται ήδη στον τομέα των τροφίμων, αφού έχουν μεγάλο φάσμα αντιμικροβιακής δράσης.

Η **νισίνη** (E234) είναι η πιο κοινή βακτηριοσίνη. Ανήκει στην κατηγορία των GRAS (Generally Recognized As Safe) αντιμικροβιακών και δοκιμάζεται για πολλές εφαρμογές. Βασικά χαρακτηριστικά της είναι η θερμική σταθερότητα και η αυξημένη δραστηριότητα και διαλυτότητα σε χαμηλά pH (Kristo et al. 2008). Ο τρόπος δράσης της νισίνης περιλαμβάνει τον σχηματισμό πόρων στις μεμβράνες των κυττάρων, μέσω αλληλεπίδρασης με το λιπίδιο II, το οποίο αποτελεί πρόδρομο στη βιοσύνθεση της πεπτιδογλυκάνης. Πιο συγκεκριμένα η νισίνη αναστέλλει έντονα την ανάπτυξη μεγάλης ποικιλίας θετικών κατά Gram βακτηρίων, και χρησιμοποιείται ως συντηρητικό στην βιομηχανία τροφίμων (EC (European Commission), 1995; FSIS (Food Safety and Inspection Services), 2002; Madigan et al., 2005). Επιπλέον αξίζει να αναφερθεί πως η νισίνη δεν αναστέλλει μόνο την ανάπτυξη των αλλοιωγόνων μικροοργανισμών, αλλά και την ανάπτυξη των παθογόνων όπως είναι η *Listeria* και η *Salmonella* που μπορούν να προκαλέσουν σοβαρές βλάβες στην υγεία των καταναλωτών (βλ. πίνακα 4) (Neetoo et al., 2007; Jofre et al., 2008; Ye et al., 2008). Σύμφωνα με την βιβλιογραφία, η συγκέντρωση νισίνης που μπορεί να ενσωματωθεί σε διάλυμα εδώδιμων μεμβρανών και επικαλύψεων, κυμαίνεται από 500 έως 18000 IU/mL (Millette et al., 2007; Gadang et al., 2008; Martins et al., 2010). Τέλος, σύμφωνα με την EFSA (European Food Safety Authority), η αποδεκτή ημερήσια πρόσληψη νισίνης (Acceptable Daily Intake (ADI)) είναι 0.13 mg νισίνης/kg (Βάρος σώματος). Στην περίπτωση των εδώδιμων μεμβρανών, η νισίνη ενσωματώνεται στις μεμβράνες και όχι απευθείας στο τρόφιμο, επομένως η συγκέντρωση που μεταναστεύει στο τρόφιμο είναι μικρή και δεν υπερβαίνει τα επιτρεπτά όρια.

Πίνακας 4. Συγκεντρωτικός πίνακας μελετών για τη νισίνη, ως αντιμικροβιακή ουσία, σε διάφορα προϊόντα.

Βιοπολυμερές	Αντιμικροβιακή Ουσία	Προϊόν	Μικροοργανισμός	Αποτελέσματα	Βιβλιογραφία
Μεμβράνες Αλγινικών 3% w/v	Νισίνη 500 και 1000IU/mL	Βοδινό κρέας	<i>S. aureus</i>	Μείωση του <i>S. aureus</i> από 0.9-1.9 log CFU/cm ²	Millette et al. 2007
Μεμβράνες LDPE (Ρητίνες πολυαιθυλενίου χαμηλής πυκνότητας)	Νισίνη (500 and 2000 IU/mL)	Καπνιστός σολομός	<i>L. monocytogenes</i>	Στους 10°C , στα δείγματα με νισίνη 2000 IU /mL παρατηρήθηκε μείωση 3.9 log CFU/ (εμβολιασμένο δείγμα με 5*10 ² CFU/cm ² <i>L. monocytogenes</i>), και μείωση 0.7 log CFU/cm ² (εμβολιασμένο δείγμα με 5*10 ⁵ CFU/cm ² <i>L. monocytogenes</i>). Στα δείγματα με νισίνη 500 IU /mL παρατηρήθηκε αντίστοιχα μείωση 1.7 και 0.8 log CFU/cm ² .	Neetoo et al. 2007
Χιτοζάνη 2% w/v και HPMC 3% w/v	Νισίνη (500 IU/cm ²), Γαλακτικό Νάτριο (0.01g/cm ²), Διοξικό Νάτριο (0.0025 g/cm ²), Σορβικό Κάλιο (0.003g/cm ²), Βενζοϊκό Νάτριο (0.001g/cm ²)	Χοιρινή μπριζόλα	<i>L. monocytogenes</i>	10η Μέρα: · Σε θερμοκρασία δωματίου: CH (7.0 log CFU/cm ²)>CH+SB>CH+Nisin>CH+SD>CH+PS>CH+SL ·Στους 4°C: CH (6.5 log CFU/cm ²)> CH+SL (2.0 log CFU/cm ²)	Ye et al. 2008

στρώμα πολυπροπυλενίου	Σακασίνη Κ (2000 AU/cm ²), Εντεροσίνη Α και Β (2000 AU/cm ²), Νισίνη (200 AU/cm ²), Γαλακτικό Κάλιο (10.8g/100g (1.8% w/w) ζαμπόν) και 200 AU/g Νισίνη+1.8%Γαλακτικό Κάλιο+Απιονισμένο νερό	Ζαμπόν	<i>Salmonella spp</i>	Στους 6°C και μετά από 30 ημέρες συντήρησης του προϊόντος, παρατηρήθηκε μείωση της <i>Salmonella spp</i> κατά 1.5 log CFU/g	Jofre et al. 2008
LDPE (Ρητίνες πολυαιθυλενίου χαμηλής πυκνότητας)/PA (πολυαμιδη)/LDPE	Νισίνη (500, 1500 IU /mL) , EDTA (10, 50 mM)	Νωπό κοτόπουλο	Μεσόφιλα Βακτήρια, <i>Pseudomonas sp.</i> , <i>Brochothrix thermosphacta</i> , Γαλακτικά Βακτήρια, <i>Enterobacteriaceae</i>	Όσο αυξάνει η συγκέντρωση της νισίνης και του EDTA, αυξάνει και ο χρόνος του προϊόντος. Επιπλέον όταν χρησιμοποιούνται μαζί έχουμε καλύτερο αποτέλεσμα	Economou et al. 2009
μεμβράνες αλγινικών - ασβέστιο	Νισίνη (2000 IU/mL), EDTA (150 µg/mL) και κανέλλα (10µg/mL)	Φιλέτα Ψαριού	ΟΜΧ (Ολική Μικροβιακή Χλωρίδα)	6η μέρα: Μάρτυρας (8.10 log CFU/g)>Εδώδιμες Μεμβράνες (7.62 log CFU/g)> Κανέλλα (5.27 log CFU/g)> Νισίνη+EDTA (7.46 log CFU/g)> Νισίνη+Κανέλλα+EDTA (5.12 log CFU/g)	Lu et al. 2010
μεμβράνες από ταπιόκα (μεμβράνες αμύλου)	Νισίνη 3000 IU /mL	Θρεπτικά Υποστρώματα	<i>Listeria innocua</i>	μείωση 5.0 log CFU/g	Basch et al. 2012

4.5. Εξέλιξη της ενεργού και έξυπνης συσκευασίας στην διεθνή αγορά

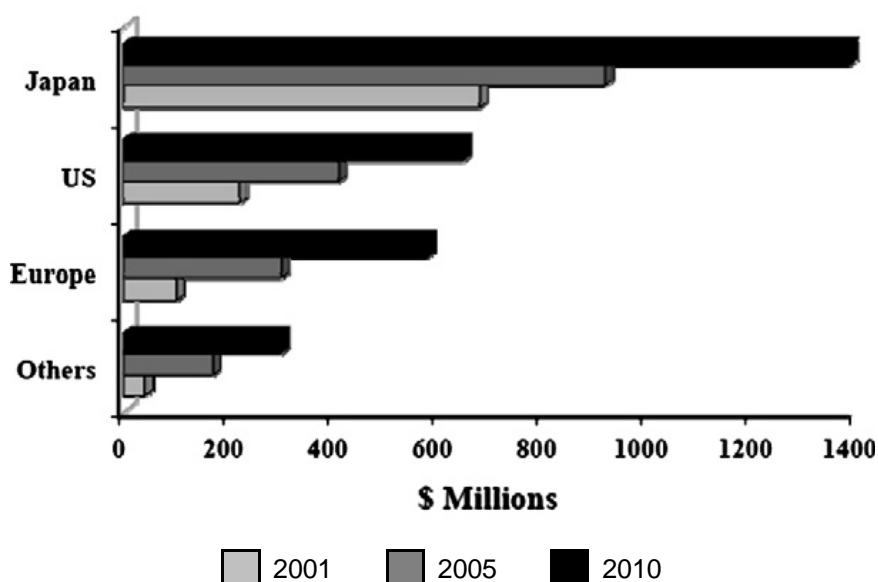
Τα ενεργά και τα έξυπνα υλικά συσκευασίας, καθώς και οι αντιμικροβιακές μεμβράνες, εφαρμόστηκαν για πρώτη φορά στην αγορά της Ιαπωνίας στα μέσα της δεκαετίας του 70, ενώ κατάφεραν να τραβήξουν την προσοχή της Ευρωπαϊκής και Αμερικάνικης αγοράς στα μέσα της δεκαετίας του 90 (Dainelli et al., 2008).

Το 2002, η αξία της παγκόσμιας αγοράς ήταν περίπου 1,4 εκατ \$, όπου το 80% αντιπροσωπευόταν από δεσμευτές οξυγόνου (oxygen scavengers) και δεσμευτές υγρασίας (moisture absorbers) (40% το κάθε ένα). Η κύρια εφαρμογή τους ήταν στον τομέα των οπτικών συσκευών, ηλεκτρονικών εργαλείων, ιατρικών και φαρμακευτικών παρασκευασμάτων κλπ. Η συσκευασία και ειδικά η συσκευασία τροφίμων, αντιπροσώπευε ένα πολύ μικρό κομμάτι της αγοράς τα χρόνια εκείνα και μπορούμε να πούμε πως περιορίζονταν κυρίως στην Ιαπωνική αγορά. Παρόλα αυτά όμως, αποδείχθηκε ότι η αγορά της συσκευασίας τροφίμων ήταν μια πολύ γρήγορα αναπτυσσόμενη αγορά. Αυτό συνέβη γιατί αυξήθηκε η ζήτηση συσκευασμένων προϊόντων, που συνδυάζουν ασφάλεια και ποιότητα, από τους καταναλωτές. Πιο συγκεκριμένα εξ' αιτίας των γρήγορων ρυθμών ζωής, οι καταναλωτές καταναλώνουν περισσότερα έτοιμα προς κατανάλωση προϊόντα. Αυτό λοιπόν οδήγησε την αγορά στη χρήση συσκευασιών που συνδυάζουν την τροποποιημένη ατμόσφαιρα με την ενεργό ή την έξυπνη συσκευασία. (Restuccia et al., 2010).

Το 1,4 εκατ. δολ. της αξίας της αγοράς το 2002 είχε προβλεφθεί ότι θα πιάσει μια τιμή μεταξύ των 2,6 και 3,7 εκατ. δολ. το 2007, χάρη στην ανάπτυξη των εμφιαλωμένων χυμών φρούτων καθώς και την ανάπτυξη της MAP στα νωπά κρέατα, τα έτοιμα γεύματα, τα φρέσκα ζυμαρικά κλπ. Έτσι λοιπόν οι αριθμοί έδειχναν ότι οι πωλήσεις των δεσμευτών οξυγόνου θα φτάσουν το 2007 στην Ευρώπη τις 5,7 δισ. μονάδες (έναντι των 0,3 δισ. Το 2001) και τις 4,5 δισ. μονάδες στις ΗΠΑ (έναντι των 0,5 δισ. μονάδων το 2001). Παρόλο που η τιμή θεωρούνταν ένα από τα βασικά εμπόδια εφαρμογής το 2002, περίπου το 80% των εταιριών πίστευαν πως η τεχνική πρόοδος θα μειώσει το κόστος μέχρι το 2005 και θα κάνει πιο προσιτή την χρήση των oxygen scavengers (Dainelli et al., 2008).

Στην πραγματικότητα, αυτές οι αισιόδοξες προβλέψεις επιτεύχθηκαν μόνο εν μέρει. Τόσο η Ευρώπη όσο και οι ΗΠΑ δεν παρουσίασαν την αναμενόμενη ανάπτυξη, ενώ η Ιαπωνία παρουσίασε μια σταθερή αύξηση, σύμφωνα πάντα με τα προηγούμενα χρόνια, κάτι που μας δείχνει και η εικόνα 2. Στην εικόνα 2, παρουσιάζεται η διαφορετική ανάπτυξη της ενεργούς συσκευασίας, από το 2001 έως το 2010, σε Ιαπωνία, ΗΠΑ, Ευρώπη, και βλέπουμε πως η Ιαπωνία έχει τον μεγαλύτερο ρυθμό ανάπτυξης, ενώ ακολουθούν οι ΗΠΑ και η Ευρώπη με πολύ μικρότερο ρυθμό.

Εικόνα 2. Παρουσίαση των παγκοσμίων αγορών για την ενεργό συσκευασία, από το 2001 έως το 2010 (Restuccia et al., 2010)



Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι οι επιχειρήσεις διστάζουν να επενδύσουν σε αυτό το νέο είδος συσκευασίας. Υπάρχουν πέντε βασικοί λόγοι που θα μπορούσαν να εξηγήσουν μια τέτοια συμπεριφορά. Πρώτος και κύριος λόγος είναι το κόστος. οι συσκευασίες αυτές είναι εξαιρετικά εξειδικευμένες και πολύ συχνά περιέχουν πολύ εξελιγμένες τεχνολογίες. Αυτά λοιπόν τα ενεργά και έξυπνα υλικά αντιπροσωπεύουν το 50-100% του συνολικού κόστους της συσκευασίας. Έτσι, αυτές οι συσκευασίες δεν είναι προσιτές για τις βιομηχανίες, για τις οποίες, το κόστος συσκευασίας, με το ζόρι πρέπει να ξεπερνά το 10% του συνολικού κόστους του προϊόντος (Dainelli et al., 2008). Μελέτη που πραγματοποιήθηκε από την PIRA international, έδειξε ότι ένας άλλος λόγος που εμποδίζει την είσοδο των νέων προϊόντων συσκευασίας στην αγορά είναι το γεγονός ότι τα ήδη υπάρχοντα

υλικά θεωρούνται άκρως ικανοποιητικά, τόσο από την βιομηχανία, όσο και από τους καταναλωτές. Επιπλέον οι επιχειρήσεις θεωρούν περιοριστικό παράγοντα για την εφαρμογή των νέων συσκευασιών, την συχνά αμφισβητούμενη αποτελεσματικότητα τους. Γενικά η ενεργός και η έξυπνη συσκευασία φαίνονται να είναι πολύ αποτελεσματικές στα τεστ που γίνονται *in vitro*, αλλά λιγότερο αποτελεσματικές όταν εφαρμόζονται σε πραγματικά τρόφιμα. Επίσης, περιοριστικός παράγοντας για την εφαρμογή των νέων συσκευασιών είναι η έλλειψη ξεκάθαρης νομοθεσίας (Dainelli et al., 2008; Restuccia et al., 2010, Lee et al., 2014). Τέλος, η αποδοχή των καταναλωτών είναι ένα ακόμα καθοριστικός παράγοντας. Συχνά οι καταναλωτές δεν αντιλαμβάνονται το όφελος που μπορεί να τους προσφέρει η ενεργή και η έξυπνη συσκευασία. Επίσης πολύ συχνά πιστεύουν ότι τα προϊόντα που έχουν μικρή διάρκεια ζωής είναι και πιο φρέσκα. Έτσι λοιπόν η ιδέα ότι η χρήση των δεσμευτών οξυγόνου θα αυξήσει την διάρκεια ζωής του προϊόντος, μπορεί να τους φαίνεται βολική σε κάποιες περιπτώσεις, όχι όμως ελκυστική. Επίσης, η χρονοθερμοκρασιακοί δείκτες (TTI) οι οποίοι παρέχουν αρκετά ακριβείς πληροφορίες σχετικά με την πραγματική φρεσκάδα των τροφίμων, ή σχετικά με την τήρηση των θερμοκρασιών της ψυκτικής αλυσίδας, δεν θεωρούνται από τους λιανέμπορους καλό κίνητρο για την παρακίνηση των καταναλωτών να αγοράσουν προϊόντα με ενεργή και έξυπνη συσκευασία (Dainelli et al., 2008; Restuccia et al., 2010, Lee et al., 2014).

4.6. Νομοθεσία

Η ενεργός και η έξυπνη συσκευασία εφαρμόζονται ήδη σε Αυστραλία και Αμερική, όμως στην Ευρώπη λόγω των πιο αυστηρών νόμων δεν είναι τόσο διαδεδομένη.

Για να υπάρχει ένα προϊόν στην ευρωπαϊκή αγορά θα πρέπει να είναι πλήρως συμμορφωμένο με τους νόμους. Στην περίπτωση των συσκευασιών τροφίμων θα πρέπει να τηρούνται αυτά που λέει ο **κανονισμός (EC)1935/2004** για τα υλικά που έρχονται σε επαφή με τα τρόφιμα. Κάτω από αυτόν τον νόμο υπάρχουν και κάποιες άλλες οδηγίες, πιο συγκεκριμένες, όπως είναι η 2002/72/EC, που αφορούν τα πλαστικά υλικά που έρχονται σε επαφή με τα τρόφιμα. Όμως πολλές ενεργές και έξυπνες συσκευασίες

αποτελούνται και από άλλα υλικά, πέρα από το πλαστικό, που δεν τα καλύπτει ο κανονισμός 2002/72/EC. Αυτά τα υλικά θα πρέπει να τηρούν τους κανονισμούς που έχει η κάθε χώρα.

Το **άρθρο 1** του κανονισμού (EC) 1935/2004 αναφέρει πως σκοπός του νόμου είναι να εξασφαλίσει ένα υψηλό επίπεδο προστασίας της ανθρώπινης υγείας καθώς και των ανθρώπινων συμφερόντων ώστε ο κανονισμός να εφαρμόζεται σε όλα τα υλικά συσκευασίας που έρχονται σε επαφή με τα τρόφιμα

Το **άρθρο 3** του σχετικού κανονισμού (EC) 1935/2004, τονίζει πως τα υλικά που έρχονται σε επαφή με τρόφιμα δεν θα πρέπει να μεταφέρουν στα τρόφιμα συστατικά τα οποία μπορούν να θέσουν σε κίνδυνο την ανθρώπινη ζωή, να τροποποιήσουν την σύσταση του τροφίμου και να αλλοιώσουν τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του.

Επίσης προκειμένου η ενεργή συσκευασία να είναι ασφαλής θα πρέπει σύμφωνα με το **άρθρο 4** του κανονισμού, η επισήμανση, η διαφήμιση και η παρουσίαση της συσκευασίας να μην παραπλανά τον καταναλωτή. Πιο συγκεκριμένα, η ενεργός συσκευασία μπορεί να επιφέρει κάποια αλλαγή στην σύσταση ή στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του προϊόντος αρκεί βέβαια να μην παραβιάζονται τα όρια που προβλέπει η νομοθεσία. Τα ενεργά υλικά δεν θα πρέπει να επιφέρουν αλλαγές στην σύσταση ή τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των τροφίμων, συγκαλύπτοντας για παράδειγμα την αλλοίωση των τροφίμων. Αυτό είναι κάτι που οδηγεί στην παραπλάνηση του καταναλωτή ενώ ταυτόχρονα θέτει σε κίνδυνο και τη ζωή του. Επίσης, θα πρέπει να έχει κατάλληλη σήμανση που να επιτρέπει την ταυτοποίηση των μη βρώσιμων μερών και ταυτόχρονα να δείχνει αν τα υλικά είναι ενεργά και/ή νοήμονα. Επιπλέον, θα πρέπει να έχει την κατάλληλη σήμανση έτσι ώστε να γίνεται πάντα σωστή χρήση από τους καταναλωτές. Δεν θα πρέπει να τίθεται σε κίνδυνο η υγεία των καταναλωτών από χημικές ουσίες που υπάρχουν στην συσκευασία και που ενδεχομένως να μπορούν να μεταναστεύσουν στο τρόφιμο και τέλος, θα πρέπει να είναι αποτελεσματική όσον αφορά την αντιμικροβιακή δράση και την ικανότητα της να παρέχει αξιόπιστες πληροφορίες στον καταναλωτή (Dainelli et al., 2008; Restuccia et al., 2010).

Σύμφωνα με το **άρθρο 15** του κανονισμού, ο καταναλωτής και αυτοί που συσκευάζουν τα τρόφιμα, θα πρέπει να είναι καλά ενημερωμένοι σχετικά

με το πώς να χρησιμοποιούν τα ενεργά και νοήμονα υλικά. Επίσης η συσκευασία θα πρέπει να έχει κατάλληλη σήμανση για το κομμάτι που αφορά την ιχνηλασιμότητα και φυσικά για γίνεται ασφαλής χρήση από τους καταναλωτές.

Τέλος σύμφωνα με το **άρθρο 17**, όλα τα υλικά και τα εξαρτήματα θα πρέπει να έχουν ειδική σήμανση προκειμένου να μπορεί να επιτευχθεί η ιχνηλασιμότητα (Dainelli et al., 2008; Restuccia et al., 2010).

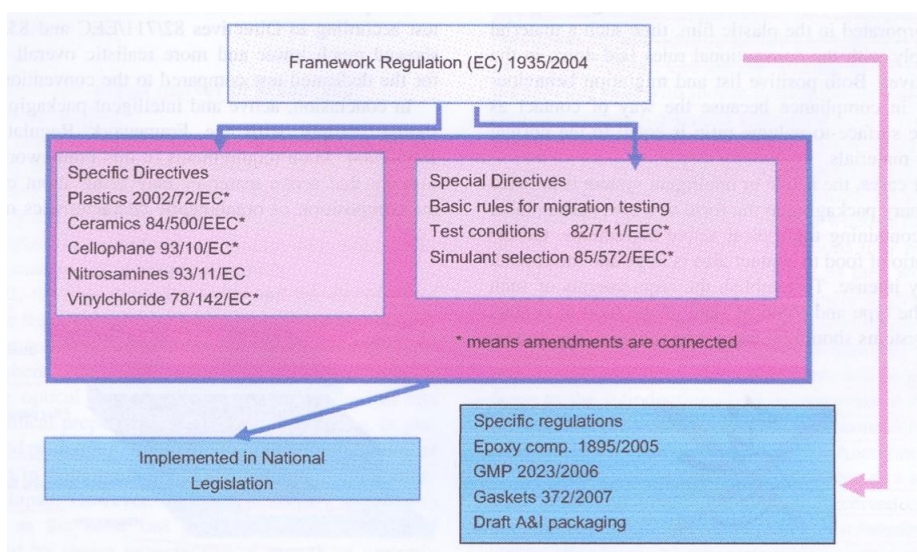
Κανονισμός 450/2009/EC:

Οι γενικές απαιτήσεις που ορίζονται από τον κανονισμό (EC) 1935/2004, για ασφαλή χρήση της ενεργούς και έξυπνης συσκευασίας, έχουν πλέον ενσωματωθεί στον κανονισμό 450/2009/EC. Ο νέος κανονισμός θεσπίζει νέες απαιτήσεις για τα υλικά των συσκευασιών που προορίζονται να έρθουν σε επαφή με τα τρόφιμα. Αναφέρεται στα υλικά της ενεργής και της έξυπνης συσκευασίας είτε είναι κατευθείαν ενσωματωμένα πάνω στην συσκευασία του τροφίμου, (πχ ταινίες/φιλμ που απορροφούν οξυγόνο) είτε εμπεριέχονται σε ξεχωριστούς περιέκτες (δεσμευτές οξυγόνου σε μικρές σακουλές). Επιπλέον, τα υλικά μπορούν να αποτελούνται από ένα ή περισσότερα είδη υλικών όπως είναι το πλαστικό, το χαρτί και οι επιστρώσεις από βερνίκια. Σε αντίθεση με τη ενεργή συσκευασία, η έξυπνη συσκευασία δεν θα πρέπει σε καμία περίπτωση να απελευθερώνει χημικές ουσίες στο συσκευασμένο τρόφιμο. Τα εργαλεία της έξυπνης συσκευασίας μπορούν να τοποθετηθούν στην εξωτερική επιφάνεια της συσκευασίας ή να διαχωρίζεται από το τρόφιμο από διαχωριστικό φράγμα (functional barrier). Η λίστα των εγκεκριμένων ουσιών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην ενεργή και έξυπνη συσκευασία, θα πρέπει να διαμορφωθεί σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Αρχή Ασφάλειας Τροφίμων (EFSA), η οποία έχει ελέγξει την κάθε ουσία. Η EFSA επικεντρώνεται κυρίως σε τρεις κινδύνους, που συνδέονται με την μετανάστευση ουσιών από τη συσκευασία στα τρόφιμα, τις τοξικολογικές ιδιότητες των ουσιών και την μετανάστευση ουσιών που προκύπτουν έπειτα από αποικοδόμηση των ουσιών της έξυπνης και ενεργούς συσκευασίας.

Επιπλέον για την χρήση κάποιας ουσίας θα πρέπει πάντα να υπάρχουν δικαιολογητικά έγγραφα, τα οποία θα αποδεικνύουν ότι τα στοιχεία

της έξυπνης συσκευασίας είναι σωστά και πως η ενεργός συσκευασία έχει το επιδιωκόμενο αποτέλεσμα στα τρόφιμα που έχουν συσκευαστεί.

Το Νοέμβριο του 2011 η Ευρωπαϊκή Ένωση εξέδωσε ένα Οδηγό, που διευκρινίζει ποια υλικά και τεχνολογίες εμπίπτουν ή δεν εμπίπτουν στον Κανονισμό 450/2009 και παρέχει στοιχεία για τις διαδικασίες έγκρισης, δίνοντας συγκεκριμένα παραδείγματα εφαρμογών (όπως συστήματα απελευθέρωσης ουσιών, προσροφητές και χρονοθερμοκρασιακοί δείκτες).



Εικόνα 3. Ευρωπαϊκή νομοθεσία για τα υλικά που έρχονται σε επαφή με τα τρόφιμα (Dainelli, et al, 2008)

4.7. Η στάση των καταναλωτών απέναντι στην ενεργό και έξυπνη συσκευασία

Για να μπορέσει να εφαρμοστεί μια νέα συσκευασία στον τομέα των τροφίμων θα πρέπει πρώτα τα εξετάσουμε την στάση των καταναλωτών. Η αποδοχή των καταναλωτών είναι ζωτικής σημασίας για την επιτυχία του προϊόντος (Han et al., 2005).

Οι παράγοντες που επηρεάζουν την στάση των καταναλωτών απέναντι στις νέες συσκευασίες μπορεί να είναι είτε ψυχολογικοί είτε λειτουργικοί. Στους λειτουργικούς παίζει σημαντικό ρόλο για τον καταναλωτή, ο τρόπος χρήσης του προϊόντος, η αξία που του παρέχει και οι κίνδυνοι, που μπορεί να προκαλέσουν κάποιο πρόβλημα στην υγεία του κατά την χρήση του προϊόντος. Πιο συγκεκριμένα η χρήση και η αξία του προϊόντος συνδέονται

άμεσα με το όφελος και το κόστος του καινοτόμου προϊόντος. Όσο αφορά τους ψυχολογικούς παράγοντες, έχουν κυρίως να κάνουν με το ότι οι καταναλωτές προτιμούν πιο παραδοσιακά προϊόντα, τα οποία και γνωρίζουν καλύτερα (Van Wezemaal et al., 2011). Με άλλα λόγια μπορούμε να πούμε πως η φοβία για το καινούργιο είναι ένα από τα μεγαλύτερα εμπόδια που καλούνται να προσπεράσουν όλες οι βιομηχανίες (de Jong et al., 2006; van Wezemaal et al., 2011).

Για να αποδεχθεί ένας καταναλωτής ένα νέο προϊόν, θα πρέπει οπωσδήποτε να τον κάνουμε να αντιληφθεί το όφελος που θα κερδίσει καταναλώνοντας το (πχ μεγαλύτερη διάρκεια ζωής, καλύτερα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά όπως είναι το άρωμα η γεύση κλπ, μικροβιακή σταθερότητα κλπ) και να τον πείσουμε ότι δεν διατρέχει κάποιο κίνδυνο η υγεία του (Frewer et al., 1997; Frewer et al., 2003). Για να το πετύχουμε αυτό, θα πρέπει να γίνει σωστή ενημέρωση των καταναλωτών από τις επιχειρήσεις μέσω των μέσων μαζικής ενημέρωσης (τηλεόραση , Internet, τύπο). Φυσικά θα πρέπει και το κάθε Κράτος να εφαρμόσει κανονισμούς και νομοθεσίες, οι οποίες θα διασφαλίζουν την ασφάλεια των καταναλωτών.

Γενικά μπορούμε να πούμε πως οι γυναίκες, καθότι είναι υπεύθυνες για την διατροφή της οικογένειας, είναι πιο επιφυλακτικές στο να αγοράσουν καινοτόμα προϊόντα. Από την άλλη, άτομα με οικονομική άνεση, είναι πιο δεκτικοί στο να δοκιμάσουν τρόφιμα συσκευασμένα σε νέες συσκευασίες, αφήφώντας τους ενδεχόμενους κινδύνους. Αυτό μπορεί να οφείλεται στο γεγονός ότι τις περισσότερες φορές οι άνθρωποι που έχουν υψηλότερο βιοωτικό επίπεδο, έχουν και καλύτερη μόρφωση/εκπαίδευση, επομένως μπορούν πιο εύκολα να αντιληφθούν τα οφέλη των καινοτομιών (de Jong et al., 2006; van Wezemaal et al., 2011).

Μεγάλη σημασία έχει και ο τρόπος με τον οποίο παρουσιάζουμε μια νέα τεχνολογία/συσκευασία. Πιο συγκεκριμένα, σε έρευνα που έγινε από τους Van Wezemaal et al 2011, φάνηκε ότι οι καταναλωτές απέρριψαν την συσκευασία που τους είπαν ότι περιείχε προστατευτικά βακτήρια (protective bacteria) ως αντιμικροβιακό παράγοντα, ενώ αποδέχτηκαν την ίδια συσκευασία, όταν τους είπαν ότι αντί για προστατευτικά βακτήρια, περιέχει έναν φυσικό αντιμικροβιακό παράγοντα. Επομένως η διατύπωση παίζει καθοριστικό ρόλο.

Επίσης πολύ σημαντικό κριτήριο για έναν καταναλωτή είναι η εμφάνιση του προϊόντος. Ειδικά για τα προϊόντα ζωικής προέλευσης πολύ σημαντικό είναι το χρώμα. Αν το συσκευασμένο κρέας αντί για κόκκινο χρώμα έχει κόκκινο σκούρο ή καφέ, τότε είναι σίγουρο ότι ο καταναλωτής θα το απορρίψει. Επομένως θα πρέπει οι νέες τεχνολογίες να διατηρούν τα επιθυμητά οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των προϊόντων.

Επιπλέον, το κόστος είναι ένας πολύ καθοριστικός παράγοντας για την αποδοχή των νέων τεχνολογιών στον τομέα της συσκευασίας, ειδικά για τους Έλληνες καταναλωτές που βιώνουν την οικονομική κρίση. Εάν οι επιχειρήσεις καταφέρουν να μειώσουν το κόστος, πράγμα που φαίνεται να μπορεί να γίνει αν έχουμε μεγάλη κλίμακα παραγωγής, τότε οι νέες τεχνολογίες θα γίνουν πιο εύκολα αποδεκτές (Chen et al., 2012).

Γενικά οι τελευταίες έρευνες που γίνονται δείχνουν ότι οι καταναλωτές σιγά σιγά διαμορφώνουν μια θετική άποψη απέναντι στην ενεργό και την έξυπνη συσκευασία. Αυτό θα έχει σαν αποτέλεσμα αυτές οι νέες τεχνολογίες να αποτελούν ένα ισχυρό εργαλείο στην αγορά, με υψηλό δυναμικό, που θα εξυπηρετεί καλύτερα τις ανάγκες των καταναλωτών και των λιανέμπορων και θα επιτρέπει στις βιομηχανίες να ελέγχουν καλύτερα την αλυσίδα παραγωγής των τροφίμων. Τέλος η ενεργός και η έξυπνη συσκευασία μπορούν να αποτελέσουν ένα ισχυρό εργαλείο για το μάρκετινγκ και να οδηγήσουν στην διαφοροποίηση του προϊόντος, που αποτελεί πλέον ζητούμενο για όλες τις βιομηχανίες. Πιο συγκεκριμένα στόχος όλων των εταιριών είναι να δημιουργήσουν ένα ανταγωνιστικό και ταυτόχρονα διατηρήσιμο πλεονέκτημα μέσω της διαφοροποίησης και να προσφέρουν στον καταναλωτή ένα προϊόν που δεν μπορεί να τους το προσφέρει κάποιος άλλος (δημιουργία αξίας) (de Jong et al., 2005; Kerry et al., 2006; van Wezemael et al 2011).

5. Τρόφιμα έτοιμα προς κατανάλωση

Τρόφιμα έτοιμα προς κατανάλωση ονομάζουμε τα τροφίμων που προορίζονται από τον παραγωγό για άμεση ανθρώπινη κατανάλωση χωρίς να χρειάζονται μαγείρεμα ή άλλη επεξεργασία ικανή να εξαλείψει ή να μειώσει τους μικροοργανισμούς που αποτελούν αιτία ανησυχίας (πχ *Listeria monocytogenes*) σε αποδεκτό επίπεδο.

Χαρακτηριστικό παραδείγματα έτοιμων προς κατανάλωση προϊόντων αποτελούν και τα αλλαντικά. Πιο συγκεκριμένα η πάριζα διατίθεται προς κατανάλωση σε περιέκτες από υλικά κατάλληλα για τρόφιμα υπό κενό ή τροποποιημένες ατμόσφαιρες. Υφίσταται ατελή επεξεργασία, η οποία προϋποθέτει την υπό ψύξη συντήρηση της. Είναι ένα πλήρως μαγειρεμένο προϊόν, αλλά δε διατηρείται σε θερμοκρασία περιβάλλοντος. Η χημική σύσταση όπως αυτή ορίζεται από τον Κώδικα Τροφίμων και Ποτών (ΚΤΠ) πρέπει να είναι: ΟΜΧ < $5 \cdot 10^5$ CFU/g, *E.coli* <100 CFU/g, *Salmonella spp* και *L. monocytogenes*: απουσία στα 25g, *S.aureus* <100 CFU/g. Διατηρείται στο ψυγείο σε θερμοκρασία 0-4°C.

Στις μέρες μας, η αύξηση του ρυθμού ζωής έχει οδηγήσει τους καταναλωτές σε αυξημένη κατανάλωση τέτοιων προϊόντων, επομένως είναι ιδιαίτερα σημαντικό να λαμβάνονται επιπλέον μέτρα για τον έλεγχο της μετάδοσης των παθογόνων στο στάδιο παραγωγής του προϊόντος, καθώς και μέτρα για την αναστολή της ανάπτυξης των παθογόνων και των αλλοιωγόνων μικροοργανισμών μέχρι το τέλος ζωής του προϊόντος. Η ενεργός συσκευασία, και ειδικά η αντιμικροβιακή συσκευασία, φαίνεται να είναι μια νέα μέθοδος συσκευασίας η οποία προστατεύει ικανοποιητικά τους καταναλωτές από τους παραπάνω κινδύνους. Παρόλα αυτά όμως, εξακολουθεί να ερευνάται πολύ από την επιστημονική κοινότητα, προκειμένου να εξακριβωθεί αν έχει όντως καλή αντιμικροβιακή δράση και αν είναι εφικτή η εφαρμογή της σε εμπορικό επίπεδο από άποψη κόστους.

6. Σκοπός της μελέτης

Η πάριζα είναι ένα πολύ δημοφιλές προϊόν, έτοιμο προς κατανάλωση, το οποίο καταναλώνεται καθημερινά από πολλούς ανθρώπους, όλων των ηλικιών. Ταυτόχρονα όμως αποτελεί και ένα ευαλλοίωτο προϊόν. Πιο συγκεκριμένα η χαμηλή περιεκτικότητα σε αλάτι (2%), το pH γύρω στο 6, και η υψηλή ενεργότητα νερού ($a_w=0.945$) μπορεί να αποτελέσει ιδανικό περιβάλλον, κατά την συντήρηση του, για την ανάπτυξη αλλοιογόνων μικροοργανισμών (πχ *Lactobacillus sake*, *Lactobacillus curvatus*, *Lactobacillus spp*, *Leuconostoc mesenteroides* κλπ) (Hu et al., 2007) ή/και παθογόνων, όπως είναι η *Listeria monocytogenes*, τόσο στα σημεία λιανικής

πώλησης, όσο και στα οικιακά ψυγεία (Wallace et al, 2003). Πρόκειται για ένα προϊόν το οποίο όταν ανοιχτεί, αλλοιώνεται γρήγορα (ξινή γεύση, μικρή αλλοίωση του χρώματος, παραγωγή αερίων, σχηματισμός γλίτσας κλπ (Hu et al., 2007)), ιδιαίτερα όταν διατηρείται σε οικιακό ψυγείο, το οποίο δεν έχει πάντα σταθερή/χαμηλή θερμοκρασία.

Έτσι λοιπόν οι απαιτήσεις της αγοράς για ποιότητα, ασφάλεια, χαμηλό κόστος, μεγαλύτερους χρόνους ζωής στα αλλαντικά και ταυτόχρονα αποφυγή «χημικών ουσιών» έχουν προσανατολίσει την επιστημονική έρευνα στην αναζήτηση εναλλακτικών τρόπων συντήρησης και συσκευασίας, όπως είναι η ενεργός συσκευασία, η οποία δρώντας συμπληρωματικά ως προς την κύρια συσκευασία, επεκτείνει τον χρόνο ζωής του προϊόντος με φυσικό τρόπο και φιλικό προς τον καταναλωτή και το περιβάλλον.

Λαμβάνοντας λοιπόν υπόψη τα παραπάνω, ο σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν η μελέτη της επίδρασης εδώδιμων μεμβρανών αλγινικού νατρίου, με και χωρίς την προσθήκη νισίνης, στο μικροβιακό, φυσικοχημικό και οργανοληπτικό προφίλ της πάριζας, καθώς και στην διάρκεια ζωής της, σε συνθήκες κενού, κατά τη συντήρησή της στους 4°C και 10°C.

Επιπλέον σκοπός της παρούσας έρευνας, ήταν και η ανάλυση του κόστους αυτής της νέας αντιμικροβιακής συσκευασίας, προκειμένου να διερευνηθεί αν είναι μια συμφέρουσα επιλογή για τις βιομηχανίες και για τους καταναλωτές.

B. Πειραματικό Μέρος

1. Υλικά και μέθοδοι

1.1. Πειραματική διαδικασία

Κατά την διάρκεια του πειράματος χρησιμοποιήθηκαν δυο συγκεντρώσεις νισίνης, αυτή των 250 IU/ml και αυτή των 750 IU/ml, οι οποίες ενσωματώθηκαν στο διάλυμα αλγινικού νατρίου. Χάριν συντομίας θα χρησιμοποιούνται οι εξής συντομογραφίες: **C** για τους Μάρτυρες (πάριζα χωρίς εδώδιμες μεμβράνες), **EF** για τα δείγματα με εδώδιμες μεμβράνες, χωρίς νισίνη, **EFN1** για τα δείγματα με εδώδιμες μεμβράνες και νισίνη 250 IU/mL και **EFN2** για τα δείγματα με εδώδιμες μεμβράνες και νισίνη 750 IU/mL.

1.2. Παρασκευή διαλυμάτων αλγινικού νατρίου

Διαλύματα αλγινικού νατρίου, 1.5% κ.ο., παρασκευάστηκαν με προσθήκη σκόνης αλγινικού νατρίου (Natriumalginat Biochemica, AppliChem, Germany) σε απιονισμένο και αποστειρωμένο νερό υπό ανάδευση και σταθερή θερμοκρασίας (60°C). Ως πλαστικοποιητής χρησιμοποιήθηκε η γλυκερόλη, η οποία προστέθηκε σε συγκέντρωση 1% κ.ό. προκειμένου να βελτιωθούν οι μηχανικές ιδιότητες των μεμβρανών.

Η αντιμικροβιακή ουσία που χρησιμοποιήθηκε ήταν η νισίνη (Sigma-Aldrich, 1 000 000 IU/mL) σε συγκεντρώσεις 250 IU/mL και 750 IU/mL και ενσωματώθηκε στα διαλύματα του βιοπολυμερούς με ομογενοποιητή ultraturrax (26*103 rpm για 3 min). Για την παρασκευή των δυο συγκεντρώσεων, 1g από τα 1 000 000 IU/mL διαλύθηκε σε 80 mL HCL (0.02 N). Έπειτα από δυο ώρες προστέθηκαν 20 mL νερό και κατ' αυτόν τον τρόπο παρασκευάστηκαν 100 mL διαλύματος με συγκέντρωση 10 000 IU/mL. Έτσι λοιπόν, για την παρασκευή των 750 IU/ml, σε 1 λίτρο διαλύματος αλγινικού νατρίου προστέθηκαν 75 ml από τα 100 ml που παρασκευάστηκαν προηγουμένως, ενώ για την παρασκευή των 250 IU/ml, στο 1 λίτρο διαλύματος αλγινικού νατρίου, προστέθηκαν 25 ml.

Τέλος, τοποθετήθηκαν 10g του διαλύματος αλγινικού νατρίου σε τρυβλία, τα οποία μεταφέρθηκαν στον θάλαμο κάθετης νηματικής ροής (Laminar) για 12 ώρες προκειμένου να παρασκευαστούν (αφυδατωθούν) οι μεμβράνες. Για την αφαίρεση των μεμβρανών από τα τρυβλία παρασκευάστηκε ένα διάλυμα χλωριούχου ασβεστίου 2%.

1.3. Προετοιμασία δειγμάτων και συντήρηση

Η προμήθεια της πάριζας έγινε από μεγάλο σούπερ μάρκετ. Το προϊόν τεμαχίστηκε, υπό ασηπτικές συνθήκες, σε ομοιόμορφα κομμάτια 5x5 cm, τα οποία συσκευάστηκαν με τις μεμβράνες αλγινικού νατρίου σε κενό και στη συνέχεια τοποθετήθηκαν σε κλιβάνους, σε θερμοκρασίες 4 και 10°C. Πιο συγκεκριμένα κάθε συσκευασία, εκτός από τους μάρτυρες (C) (όπου το προϊόν συσκευάστηκε μόνο του, χωρίς μεμβράνες), περιείχε τρεις φέτες πάριζας 5 x 5 cm και 4 μεμβράνες, οι οποίες εσώκλειαν την κάθε φέτα.

1.4. Μικροβιολογικές αναλύσεις

Δείγματα αποσύρονταν από την συντήρηση, σε τακτά χρονικά διαστήματα για την πραγματοποίηση των μικροβιολογικών αναλύσεων. Η δειγματοληψία λάμβανε χώρα σε απολυμασμένο πάγκο εργασίας δίπλα σε λύχνο Bunsen. Πιο συγκεκριμένα, στους 10°C, πραγματοποιήθηκαν δειγματοληψίες τις μέρες 0, 5, 6 και 7, ενώ στους 4°C, πραγματοποιήθηκαν δειγματοληψίες τις μέρες 0, 5, 8, 12, 15, 19 και 22.

Κάθε δείγμα (10g) τοποθετήθηκε σε σακούλα Stomacher, προστέθηκαν 90 mL αποστειρωμένου αραιωτικού διαλύματος ($\frac{1}{4}$ strength Ringer's) και ομογενοποιήθηκε σε συσκευή Stomacher για 60 sec. Ακολούθησαν δεκαδικές αραιώσεις με μεταφορά 1 mL διαλύματος σε 9 ml αποστειρωμένου διαλύματος $\frac{1}{4}$ strength Ringer's.

Η καταμέτρηση πραγματοποιήθηκε σε επιλεκτικά και μη επιλεκτικά υποστρώματα χρησιμοποιώντας τις κατάλληλες αραιώσεις. Τα θρεπτικά υλικά και οι συνθήκες επώασης για κάθε κατηγορία μικροοργανισμού ήταν:

Ολική μικροβιακή χλωρίδα (OMX): Η καταμέτρηση της OMX πραγματοποιήθηκε με την μέθοδο της ενσωμάτωσης, χρησιμοποιώντας 1 mL δείγματος από την κατάλληλη αραιώση στο μη επιλεκτικό υπόστρωμα PCA (Plate Count Agar, LabM, UK). Τα τρυβλία επωάστηκαν στους 30°C για 3 ημέρες και ακολούθησε καταμέτρηση των αποικιών.

Οξυγαλακτικά βακτήρια: Ποσότητα 1 mL δείγματος από την κατάλληλη αραιώση ενσωματώθηκε σε επιλεκτικό υπόστρωμα MRS (de Man, Rogosa, Sharpe), προστέθηκε δεύτερη στρώση υποστρώματος. Ακολούθησε επώαση για 3 ημέρες στους 30°C και καταμέτρηση των αποικιών.

1.5 Μέτρηση pH

Σε κάθε δειγματοληψία μετρήθηκε το pH των δειγμάτων με χρήση pHμέτρου (Multical WTW 526 pH meter). Πριν την λήψη των μετρήσεων προηγήθηκε βαθμονόμηση του pHμέτρου με την χρήση κατάλληλων ρυθμιστικών διαλυμάτων. Οι μετρήσεις στα δείγματα πραγματοποιήθηκαν με

εμβάπτιση του ηλεκτροδίου/θερμομέτρου στην σακούλα με το εκάστοτε ομογενοποιημένο δείγμα μετά το πέρας της μικροβιολογικής ανάλυσης.

1.6 Μέτρηση χρώματος

Για την ποσοτική εκτίμηση της μεταβολής του χρώματος κατά τη διάρκεια συντήρησης των δειγμάτων χρησιμοποιήθηκε φορητό χρωματόμετρο (Minolta CR-200) στο σύστημα CIE $L^*a^*b^*$. Οι μετρούμενες χρωματικές παράμετροι ήταν: L για την φωτεινότητα, a για την ερυθρότητα και b για το κίτρινο χρώμα. Το χρωματόμετρο βαθμονομήθηκε με την χρήση λευκής πλάκας. Για κάθε μέτρηση χρησιμοποιήθηκαν δύο δείγματα σε κάθε ένα από τα οποία ελήφθησαν 6 συνολικά μετρήσεις από διαφορετικά σημεία του δείγματος.

2. Αποτελέσματα

2.1 Μικροβιολογικές αναλύσεις

Ο συνδυασμός των εμποδίων χαμηλής θερμοκρασίας (4°C), συσκευασίας κενού και της εφαρμογής εδώδιμης μεμβράνης με νισίνη, επιβράδυνε την ανάπτυξη της OMX (Ολική Μικροβιακή Χλωρίδα) και επιμήκυνε τη φάση προσαρμογής με αποτέλεσμα την επέκταση του χρόνου ζωής του προϊόντος (Γράφημα 2α). Πιο συγκεκριμένα, στους 4°C , τα δείγματα Μάρτυρες (C) και εδώδιμες μεμβράνες χωρίς νισίνη (EF), έφτασαν το όριο των $7 \log \text{CFU/g}$, το οποίο καθορίζει τον εμπορικό χρόνο ζωής σύμφωνα με τα μικροβιολογικά κριτήρια (Soldatou et al., 2009; Zhou et al., 2010), σε 8 μέρες και σε 5 μέρες αντίστοιχα, ενώ τα δείγματα που χειρίστηκαν με νισίνη, έφτασαν το όριο των $7 \log$ πολύ αργότερα (γράφημα 2α). Πιο συγκεκριμένα την 5^η μέρα, στους 4°C , οι πληθυσμοί της OMX του δείγματος EF είναι $7.2 \log \text{CFU/g}$, του δείγματος C είναι $6.7 \log \text{CFU/g}$, του δείγματος EFN1 είναι $4.5 \log \text{CFU/g}$ και του δείγματος EFN2 είναι $3.8 \log \text{CFU/g}$ (Γράφημα 2α). Όσον αφορά τα δείγματα που χειρίστηκαν με νισίνη στους 4°C , η αναστολή της μικροβιακής ανάπτυξης είναι μεγαλύτερη όσο αυξάνει η συγκέντρωση της νισίνης, συμπέρασμα στο οποίο κατέληξαν και οι Skandamis και Nychas, (2002), οι Zinoviadou et al. (2009, 2011), οι Millette et al., (2007) και οι

Economou et al. (2009). Στους 10°C παρατηρούνται τα ίδια πράγματα, δηλαδή τα δείγματα C και EF φαίνεται να αλλοιώνονται πιο γρήγορα από τα δείγματα που χειριστήκαν με νισίνη (γράφημα 1α). Συγκεκριμένα, την 3^η μέρα στους 10°C, οι πληθυσμοί της OMX του δείγματος EF είναι 7.0 log CFU/g, του δείγματος C είναι 6.5 log CFU/g, του δείγματος EFN1 είναι 5.8 log CFU/g και του δείγματος EFN2 είναι 5.0 log CFU/g (Γράφημα 2α). Βέβαια, παρατηρείται πως η διαφορά των λογαρίθμων μεταξύ των τεσσάρων περιπτώσεων δεν είναι πολύ σημαντική, δηλαδή >1.0 log, όπως συνέβη στους 4°C, πράγμα που δείχνει ότι η νισίνη δεν είναι τόσο αποτελεσματική. Ωστόσο αν παρατηρηθούν οι καμπύλες στο σύνολο τους (γράφημα 1α), τότε μπορούμε φαίνεται πως οι μικροοργανισμοί των δειγμάτων που χειρίστηκαν με νισίνη (EFN1 και EFN2), παρουσιάζουν μια μεγαλύτερη φάση προσαρμογής, τις πρώτες μέρες αναστέλλεται καλύτερα η αύξηση τους, και τέλος η κλήση των καμπυλών δείχνει πως η αύξηση των κυττάρων έχει χαμηλότερο ρυθμό. Άρα συμπεραίνεται ότι η νισίνη έχει κάποια δράση ακόμα και στους 10°C, συμπέρασμα στο οποίο καταλήγουν και οι Neetoo et al. (2007). Αυτό είναι ένα πολύ σημαντικό αποτέλεσμα αφού η μεταβολή της θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια της μεταφοράς των τροφίμων αλλά και η μεταβολή της θερμοκρασίας στα ψυγεία των καταναλωτών είναι ένα πολύ συχνό φαινόμενο, επομένως είναι σημαντικό, η αντιμικροβιακή ουσία που χρησιμοποιήθηκε να είναι αποτελεσματική και σε συνθήκες κακής μεταχείρισης, και όχι μόνο σε ιδανικές συνθήκες. Θετικό όμως είναι και το γεγονός ότι ακόμα και με την συγκέντρωση των 250 IU/mL, η οποία με βάση τα στοιχεία της βιβλιογραφίας θεωρείται χαμηλή, αφού συνήθως στα διαλύματα ενσωματώνονται συγκεντρώσεις από 500 έως 18000 IU/mL (Millette et al., 2007; Gadang et al., 2008; Martins et al., 2010), αναστέλλεται η μικροβιακή αύξηση, και αυτό ισχύει και για τις δυο θερμοκρασίες. Επομένως μια εταιρία η οποία θέλει να περιορίσει το κόστος παραγωγής της μπορεί να χρησιμοποιήσει τη νισίνη σε χαμηλή συγκέντρωση και να ξέρει ότι θα έχει αποτέλεσμα.

Λόγω της πτώσης του pH αλλά και του κενού, το οποίο δημιουργεί αναερόβιες συνθήκες στο εσωτερικό της συσκευασίας, προκύπτει πως οι μικροοργανισμοί που κυριάρχησαν στο δείγμα ήταν τα οξυγαλακτικά βακτήρια. Στο γεγονός αυτό συνηγορεί και η κινητική της μικροβιακής αύξησης της OMX. Όσον αφορά την ανάπτυξη των οξυγαλακτικών βακτηρίων στους

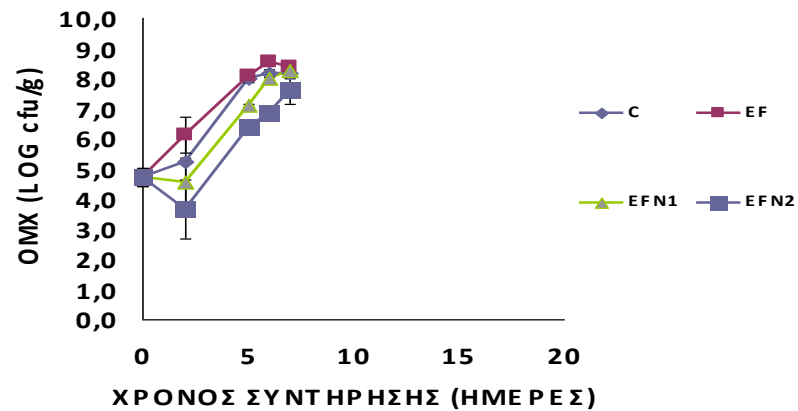
4°C και στους 10°C βαθμούς, παρατηρείται ότι οι καμπύλες ταυτίζονται σχεδόν απόλυτα με τις καμπύλες της OMX. Πιο συγκεκριμένα, την 8^η μέρα, στους 4°C, οι πληθυσμοί των οξυγαλακτικών βακτηριών του δείγματος EF είναι 7.6 log CFU/g, του δείγματος C είναι 6.4 log CFU/g, του δείγματος EFN2 είναι 5.6 log CFU/g και του δείγματος EFN1 είναι 4.6 log CFU/g (Γράφημα 2β). Αντίστοιχα, στους 10°C, οι πληθυσμοί των οξυγαλακτικών βακτηριών του δείγματος EF είναι 8.3 log CFU/g, του δείγματος C είναι 7.4 log CFU/g, του δείγματος EFN2 είναι 7.4 log CFU/g και του δείγματος EFN1 είναι 6.9 log CFU/g (Γράφημα 1β).

Ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι καμπύλες ανάπτυξης OMX και οξυγαλακτικών βακτηριών, των δειγμάτων EFN1 και EFN2, και στις δυο θερμοκρασίες, όπου παρατηρείται πτώση του ολικού μικροβιακού φορτίου 5 ημέρες μετά την συσκευασία του προϊόντος (Γράφημα 1.α, και Γράφημα 2.α και 2.β). Αυτό πιθανόν να οφείλεται σε τραυματισμό των μικροοργανισμών, οι οποίοι από την 6^η μέρα συντήρησης προσαρμόζονται, ανακάμπτουν και εισέρχονται στην εκθετική φάση ανάπτυξης.

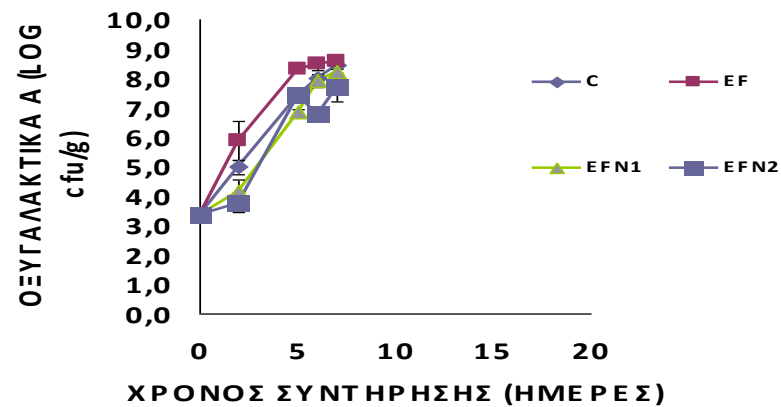
Επίσης, ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν τα δείγματα που συσκευάστηκαν με απλές εδώδιμες μεμβράνες, δηλαδή χωρίς νισίνη (EF). Παρατηρείτε ότι σε αυτή την περίπτωση, η OMX καθώς και ο πληθυσμός των οξυγαλακτικών βακτηριών, αυξήθηκε περισσότερο και με πιο γρήγορους ρυθμούς σε σχέση με τον μάρτυρα. Το ίδιο παρατήρησαν και οι Zinoviadou et al, (2011). Αυτό μπορεί να οφείλεται στο γεγονός ότι οι μεμβράνες χωρίς αντιμικροβιακό παράγοντα, δημιουργούν πιο αναερόβιες συνθήκες από αυτές που επικρατούν όταν το προϊόν είναι συσκευασμένο σε απλό κενό, με αποτέλεσμα να δημιουργείται ευνοϊκότερο περιβάλλον για την ανάπτυξη των οξυγαλακτικών βακτηριών που είναι προαιρετικά αναερόβια βακτήρια (Γράφημα 1 και 2).

Τέλος αξίζει να σημειωθεί πως η πάριζα που χρησιμοποιήθηκε για στην παρούσα μελέτη, είχε ένα αυξημένο αρχικό φορτίο, της τάξεως του 3,3 log CFU/g, λόγω του ότι δεν αγοράστηκε συσκευασμένη, αλλά κόπηκε και συσκευάστηκε από υπάλληλο του σούπερ μάρκετ. Έτσι λοιπόν αν το προϊόν είχε χαμηλότερο αρχικό φορτίο, όπως έχουν όλα τα βραστά και παστεριωμένα αλλαντικά που είναι συσκευασμένα, ενδεχομένως τα αποτελέσματα του πειράματος θα ήταν ακόμα πιο ικανοποιητικά και η διάρκεια ζωής του

προϊόντος θα ήταν πιο μεγάλη (Neetoo et al., 2007). Επίσης, αν μια επιχείρηση συσκευάζει ένα προϊόν με χαμηλό αρχικό μικροβιακό φορτίο, λόγω του ότι είναι βρασμένο/παστεριωμένο, τότε είναι πολύ πιθανό να μπορεί να χρησιμοποιήσει ακόμα μικρότερη συγκέντρωση νισίνης, (μικρότερη των 250 IU/ml) και να έχει πολύ καλά αποτελέσματα με πολύ χαμηλότερο κόστος.

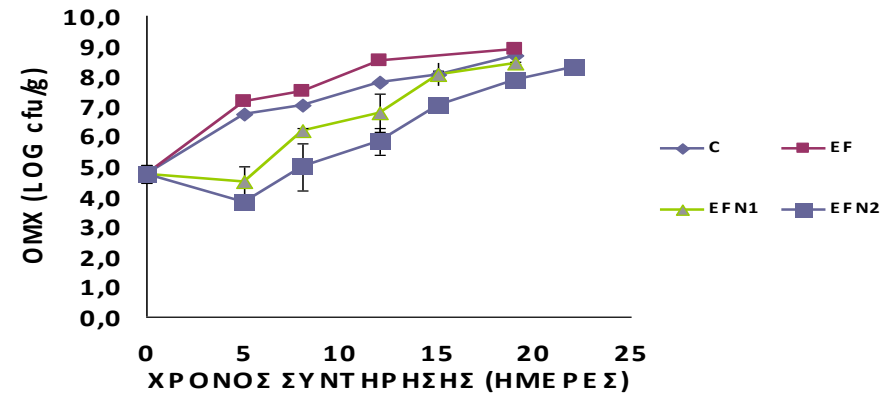


α.

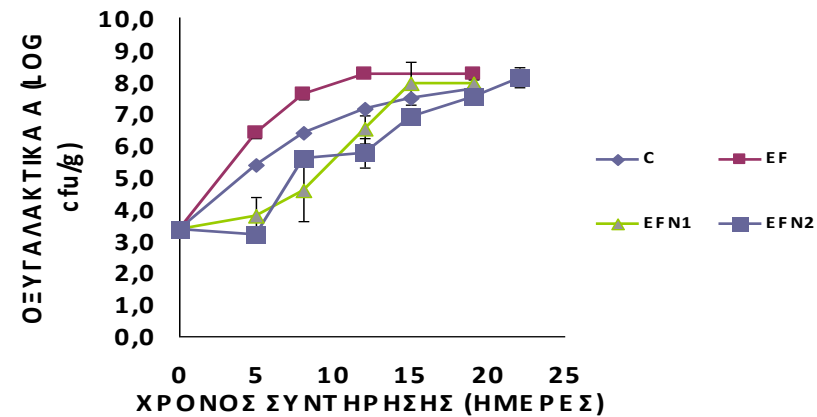


β.

Γράφημα 1: Γραφική αναπαράσταση της κινητικής της ανάπτυξης (α) OMX (Ολική Μικροβιακή Χλωρίδα) και (β) οξυγαλακτικών βακτηρίων σε κομμάτια πάριζας με επικάλυψη εδώδιμων μεμβρανών αλγινικού νατρίου και προσθήκη νισίνης, συντηρούμενων στους 10°C υπό συνθήκες κενού. C: Δείγματα χωρίς εδώδιμες μεμβράνες, EF: Δείγματα με εδώδιμες μεμβράνες, χωρίς νισίνη, EFN1: Δείγματα με εδώδιμες μεμβράνες και προσθήκη νισίνης 250IU/mL, EFN2: Δείγματα με εδώδιμες μεμβράνες και προσθήκη νισίνης 750 IU/mL.



α.

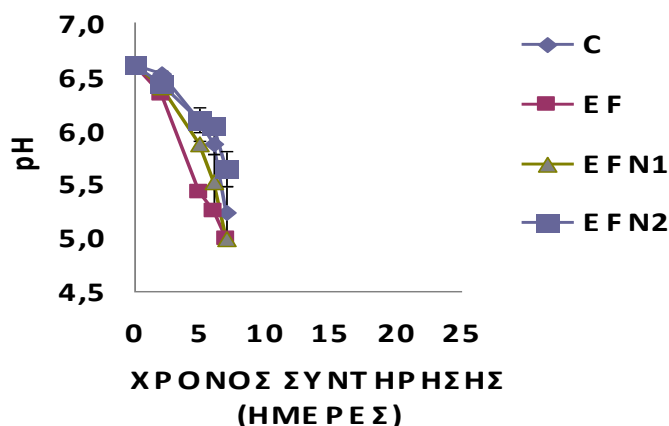


β.

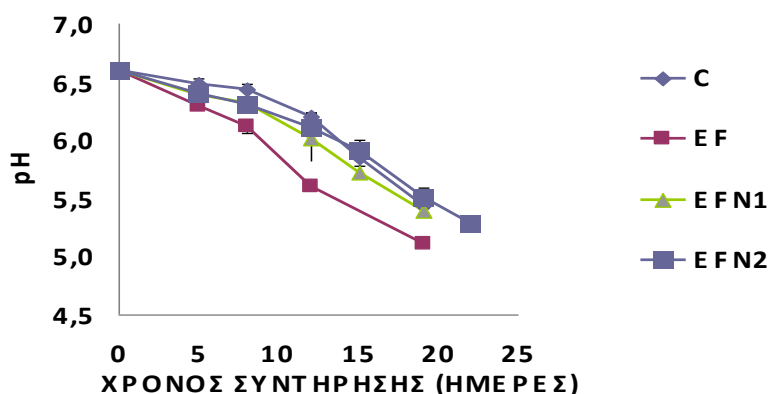
Γράφημα 2: Γραφική αναπαράσταση της κινητικής της ανάπτυξης (α) OMX (Ολική Μικροβιακή Χλωρίδα) και (β) οξυγαλακτικών βακτηρίων σε κομμάτια πάριζας με επικάλυψη εδώδιμων μεμβρανών αλγινικού νατρίου και προσθήκη νισίνης, συντηρούμενων στους 4°C υπό συνθήκες κενού. C: Δείγματα χωρίς εδώδιμες μεμβράνες, EF: Δείγματα με εδώδιμες μεμβράνες, χωρίς νισίνη, EFN1: Δείγματα με εδώδιμες μεμβράνες και προσθήκη νισίνης 250 IU/mL, EFN2: Δείγματα με εδώδιμες μεμβράνες και προσθήκη νισίνης 750 IU/mL.

2.2 Μεταβολή pH

Οι μετρήσεις του pH συμπληρώνουν απόλυτα την εικόνα που σχημάτισαν τα μικροβιολογικά δεδομένα κατά τη διάρκεια της συντήρησης. Παρατηρείται ότι το pH και στις δυο θερμοκρασίες πέφτει πιο γρήγορα στα δείγματα που έχουν πιο γρήγορη αλλοίωση, δηλαδή στα δείγματα με εδώδιμες μεμβράνες που δεν περιέχουν νισίνη (EF) και στους μάρτυρες (C). Από την άλλη βλέπουμε ότι στα δείγματα με νισίνη EFN1 και EFN2, η πτώση του pH γίνεται με πιο αργούς ρυθμούς (Γράφημα 3), ειδικά όταν η αντιμικροβιακή ουσία συνδυάζεται και με χαμηλή θερμοκρασία (4°C) (Γράφημα 3β). Η μείωση του pH οφείλεται στην αύξηση των οξυγαλακτικών βακτηρίων, τα οποία παράγουν γαλακτικό οξύ ως κύριο μεταβολικό προϊόν της ζύμωσης υδατανθράκων.



α.



β.

Γράφημα 3 : Γραφική απεικόνιση της μεταβολής του pH κομματιών πάριζας με επικάλυψη εδώδιμων μεμβρανών αλγινικού νατρίου και προσθήκη νισίνης, συντηρούμενων στους 10°C (α) και 4°C (β) υπό συνθήκες κενού. C: Δείγματα χωρίς εδώδιμες μεμβράνες, EF: Δείγματα με εδώδιμες μεμβράνες, χωρίς νισίνη, EFN1: Δείγματα με εδώδιμες μεμβράνες και προσθήκη νισίνης 250 IU/mL, EFN2: Δείγματα με εδώδιμες μεμβράνες και προσθήκη νισίνης 750 IU/mL.

3.3 Μεταβολή Χρώματος

α.

περιπτώσεις		ημέρες συντήρησης			
		0	5	6	7
L	C	64.70 ± 0.85	65.09 ± 0.59	64.79 ± 0.84	64.91 ± 0.71
	EF	64.70 ± 0.85	□	66.99 ± 3.36	67.01 ± 0.64
	EFN1	64.70 ± 0.85	65.11 ± 0.82	66.65 ± 0.63	66.29 ± 0.69
	EFN2	64.70 ± 0.85	65.39 ± 0.37	65.64 ± 0.78	65.07 ± 0.95
		□	□	□	□
a	C	17.43 ± 0.39	17.42 ± 0.57	17.39 ± 0.49	17.45 ± 0.56
	EF	17.43 ± 0.39	□	18.44 ± 0.34	18.36 ± 0.35
	EFN1	17.43 ± 0.39	19.23 ± 0.59	18.34 ± 0.52	18.28 ± 0.69
	EFN1	17.43 ± 0.39	18.84 ± 0.30	18.55 ± 0.58	18.82 ± 0.44
		□	□	□	□
b	C	10.70 ± 0.30	11.00 ± 0.20	11.00 ± 0.40	11.10 ± 0.50
	EF	10.70 ± 0.30	□	12.20 ± 0.40	12.50 ± 0.20
	EFN1	10.70 ± 0.30	11.90 ± 0.40	12.50 ± 0.40	12.20 ± 0.30
	EFN1	10.70 ± 0.30	12.10 ± 0.20	11.70 ± 0.40	11.80 ± 0.30

β.

περιπτώσεις		ημέρες συντήρησης						
		0	5	8	12	15	19	22
L	C	64.70 ± 0.85	64.11 ± 0.65	64.3 ± 1.26	65.43 ± 0.67	65.24 ± 1.10	65.82 ± 0.95	-
	EF	64.70 ± 0.85	-	65.32 ± 0.32	-	66.29 ± 0.42	66.55 ± 0.79	-
	EFN1	64.70 ± 0.85	64.65 ± 0.97	65.07 ± 0.84	65.38 ± 0.27	65.20 ± 0.48	65.26 ± 1.09	-
	EFN2	64.70 ± 0.85	64.44 ± 0.95	64.00 ± 0.64	64.99 ± 0.45	64.72 ± 0.75	65.70 ± 1.30	65.12 ± 1.30
a	C	17.43 ± 0.39	17.37 ± 0.79	17.44 ± 0.54	18.40 ± 0.54	18.45 ± 0.77	18.19 ± 0.38	-
	EF	17.43 ± 0.39	-	19.13 ± 0.15	-	18.24 ± 0.26	18.23 ± 0.51	-
	EFN1	17.43 ± 0.39	18.88 ± 0.69	18.73 ± 0.58	18.53 ± 0.15	18.71 ± 0.52	18.39 ± 0.81	-
	EFN2	17.43 ± 0.39	18.80 ± 0.74	19.02 ± 0.59	18.80 ± 0.40	18.70 ± 0.46	18.09 ± 0.84	18.19 ± 1.00
b	C	10.70 ± 0.30	10.80 ± 0.20	10.80 ± 0.30	11.70 ± 0.40	11.90 ± 0.40	12.00 ± 0.37	-
	EF	10.70 ± 0.30	-	11.80 ± 0.30	-	12.20 ± 0.40	12.20 ± 0.21	-
	EFN1	10.70 ± 0.30	11.40 ± 0.30	11.00 ± 0.10	11.70 ± 0.30	11.80 ± 0.30	12.30 ± 0.35	-
	EFN2	10.70 ± 0.30	11.2 ± 0.70	11.00 ± 0.70	11.40 ± 0.60	11.60 ± 0.60	12.70 ± 2.21	12.00 ± 0.29

Πίνακας 5: Γραφική απεικόνιση της μεταβολής \pm st. deviation των παραγόντων L, a και b, κομματιών πάριζας με επικάλυψη εδώδιμων μεμβρανών αλγινικού νατρίου και νισίνης, συντηρούμενων στους 10°C (α) και 4°C (β) σε συνθήκες κενού. C: Δείγματα χωρίς εδώδιμες μεμβράνες, EF: Δείγματα με εδώδιμες μεμβράνες, χωρίς νισίνη, EFN1: Δείγματα με εδώδιμες μεμβράνες και προσθήκη νισίνης 250 IU/mL, EFN2: Δείγματα με εδώδιμες μεμβράνες και προσθήκη νισίνης 750 IU/mL.

Τη μεταβολή του χρώματος των δειγμάτων πάριζας περιγράφουν οι μεταβλητές του χρωματικού συστήματος CIE. Μετά από επεξεργασία των μετρήσεων διαπιστώθηκε ότι και στις δυο θερμοκρασίες δεν παρουσιάστηκαν σημαντικές μεταβολές των παραγόντων L, a, και b. (Πίνακας 5α και 5β). Αυτό οφείλετε στο γεγονός ότι το κενό ευνοεί την διατήρηση του χρώματος. Και οργανοληπτικά, παρατηρώντας τα δείγματα κατά τη διάρκεια των δειγματοληψιών, δεν παρατηρήθηκε κάποια σημαντική αλλαγή στο χρώμα των δειγμάτων. Επομένως συμπεραίνεται πως η χρήση της νισίνης ως αντιμικροβιακή ουσία, δεν επηρεάζει αρνητικά το χρώμα του προϊόντος.

3. Συμπεράσματα

Η χρήση εδώδιμων μεμβρανών με νισίνη, συνδυαστικά με αναερόβιες συνθήκες και χαμηλές θερμοκρασίες, μπορεί να αποτελέσει μια πολλά υποσχόμενη και εναλλακτική μέθοδο συσκευασίας για την αναστολή της ανάπτυξης αλλοιωγόνων μικροοργανισμών και την αύξηση χρόνου ζωής, σε αλλαντικά κομμένα σε φέτες.

Όσον αφορά την εφαρμογή της συγκεκριμένης συσκευασίας, θα πρέπει οι βιομηχανίες να διασφαλίζουν τα χαμηλά επίπεδα αρχικού μικροβιακού φορτίου έτσι ώστε η συσκευασία να είναι πιο αποτελεσματική, ενώ οι καταναλωτές θα πρέπει να τηρούν πολύ προσεκτικά της οδηγίες χρήσης που θα αναγράφονται στην ετικέτα του προϊόντος, έτσι ώστε να μην διατρέξουν κάποιο κίνδυνο καταναλώνοντας το προϊόν.

Συνοψίζοντας, η έρευνα αφενός θα πρέπει να συνεχιστεί ως προς την μελέτη διαφορετικών εδώδιμων επικαλύψεων και μεμβρανών με ή χωρίς πρόσθετες ουσίες και αφετέρου να προσανατολιστεί στην διερεύνηση και βελτιστοποίηση της πρακτικής τους εφαρμογής σε εμπορικό επίπεδο και στην αποδοχή από το καταναλωτικό κοινό, διασφαλίζοντας το τρίπτυχο ασφάλεια, ποιότητα και οικονομία.

Γ. Παρουσίαση του καινοτόμου προϊόντος

1. Περιεχόμενο συσκευασίας

Η συσκευασία θα αποτελείται από τις φέτες πάριζας και από τις εδώδιμες μεμβράνες, των οποίων τα υλικά παρασκευής είναι τα αλγινικά άλατα (1%), η γλυκερόλη (1%), η νισίνη (750 IU/ml) και το χλωριούχο ασβέστιο (2%).

Όσον αφορά το μέγεθος της συσκευασίας, θα υπάρχουν δυο μεγέθη, αυτό των 200g, το οποίο θα αποτελείται από 10 έως 12 φέτες πάριζα 10x10cm, επομένως και από 11 έως 13 εδώδιμες μεμβράνες και αυτό των 400g, το οποίο θα αποτελείται από 22 έως 24 φέτες πάριζα 10x10cm και αντίστοιχα από 23 έως 25 εδώδιμες μεμβράνες.

2. Περιγραφή του προϊόντος και συνθήκες συντήρησης

Το προϊόν θα αποτελείται από τις φέτες της πάριζας και τις εδωδιμες μεμβράνες με τη νισίνη. Πιο συγκεκριμένα στο κάτω μέρος της συσκευασίας θα έχει τοποθετηθεί μια μεμβράνη και πάνω σε αυτή θα τοποθετηθεί η πρώτη φέτα πάριζα. Στη συνέχεια θα ακολουθήσει η επόμενη μεμβράνη και έπειτα η επόμενη φέτα πάριζα και ου το καθεξής, μέχρι να τοποθετηθούν όλες οι φέτες πάριζα που περιέχει συνολικά η συσκευασία. Στο τέλος θα κλείσουμε τη συσκευασία σε κενό αέρος.

Το προϊόν, όπως όλα τα αλλαντικά, ανήκει στην κατηγορία των τροφίμων που είναι έτοιμα προς κατανάλωση. Πρέπει να συντηρείται στο ψυγείο, σε θερμοκρασία 4°C. Η διάρκεια ζωής του προϊόντος, που δουλεύτηκε στο εργαστήριο, χωρίς τις μεμβράνες είναι συνήθως 8 ημέρες (μικροβιολογικός χρόνος ζωής), ενώ με τις εδώδιμες μεμβράνες και την νισίνη (750 IU/mL) σε θερμοκρασία 4°C μπορεί ακόμα και διπλασιαστεί. Όσο αφορά τις εδώδιμες μεμβράνες, στην παρούσα μελέτη, δεν περιέχουν κάποιο αιθέριο έλαιο ή κάποιο ποτό ως αντιμικροβιακό, που να προσδίδει κάποιο ιδιαίτερο άρωμα, επομένως ο καταναλωτής μπορεί να μην τις καταναλώσει (Αν περιείχαν ως αντιμικροβιακό κάποιο αιθέριο έλαιο (πχ ρίγανης) ή κάποιο ποτό όπως ούζο ή τσίπουρο, θα μπορούσαν οι μεμβράνες να καταναλωθούν μαζί, ειδικά αν η πάριζα χρησιμοποιούταν στο μαγείρεμα.). Η εικόνα 1. μας δείχνει τι εμφάνιση θα έχει το καινοτόμο προϊόν.

Εικόνα 1. Απεικόνιση καινοτόμου προϊόντος (Γάριζα με εδώδιμες μεμβράνες, σε κενό)



3. Νομοθεσία

Η Ευρωπαϊκή Ένωση θεωρεί ότι οι εδώδιμες μεμβράνες αποτελούν ενεργό μέρος της συσκευασίας των τροφίμων, επομένως θα πρέπει να τηρούν τους κανονισμούς που αφορούν τα υλικά που έρχονται σε επαφή με τα τρόφιμα. Πιο συγκεκριμένα δεν θα πρέπει να θέτουν σε κίνδυνο την ανθρώπινη ζωή, να τροποποιούν την σύσταση του τροφίμου και να αλλοιώνουν τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του. Ένα άλλο ζήτημα που πρέπει να λαμβάνεται υπόψη, είναι το θέμα των αλλεργιών, καθώς πολλές μεμβράνες φτιάχνονται από υλικά που θα μπορούσαν να προκαλέσουν αλλεργικές αντιδράσεις. Το δικό μας προϊόν πληρεί όλες τις απαιτήσεις δεδομένου ότι οι μεμβράνες είναι βρώσιμες και το αντιμικροβιακό που χρησιμοποιούμε (νισίνη), ανήκει στην κατηγορία GRAS (Generally Recognized As Safe). Επιπλέον λόγω του ότι η νισίνη δεν έρχεται σε άμεση επαφή με το τρόφιμο, αλλά ενσωματώνεται στις μεμβράνες, δεν ξεπερνά τα επιτρεπτά όρια (0.13 mg/kg σώματος) που επιβάλλει η EFSA.

Η ετικέτα της συσκευασίας θα περιέχει οδηγίες για τη σωστή χρήση του προϊόντος και για τη σωστή συντήρησή του.

4. Ανάλυση της Αγοράς

Σύμφωνα με έρευνα της ICAP, ο κλάδος των αλλαντικών και κρεατοσκευασμάτων περιλαμβάνει λίγες μεγάλες βιομηχανίες και μεγάλο αριθμό μικρού και μεσαίου μεγέθους επιχειρήσεων που δραστηριοποιούνται κυρίως τοπικά. Ο βαθμός συγκέντρωσης στον κλάδο είναι σχετικά υψηλός, καθώς οι πέντε μεγαλύτερες επιχειρήσεις συγκεντρώνουν ποσοστό μεγαλύτερο του 55%. Οι μεγάλες βιομηχανικές επιχειρήσεις του κλάδου διαθέτουν εδραιωμένα εμπορικά σήματα προϊόντων, ενώ παράλληλα διατηρούν εκτεταμένα δίκτυα διανομής που καλύπτουν σχεδόν το σύνολο της χώρας. Αντίθετα, οι μικρού μεγέθους επιχειρήσεις προμηθεύουν κυρίως την τοπική αγορά όπου εδρεύουν ή τις αγορές των γειτονικών νομών. Η διάθεση των αλλαντικών καλύπτεται σε ένα ποσοστό της τάξεως του 60% μέσω σούπερ μάρκετ, σε ένα ποσοστό της τάξεως του 20% μέσω επιχειρήσεων catering, το δε υπόλοιπο μοιράζεται σε όλα τα υπόλοιπα δίκτυα διανομής.

Σχετικά με την εξέλιξη της αγοράς αλλαντικών και κρεατοσκευασμάτων, μπορούμε να πούμε ότι η εγχώρια παραγωγή αλλαντικών και κονσερβών κρέατος εμφάνισε σωρευτική μείωση της τάξεως του 5.5% την τελευταία χρόνια. Από το σύνολο των εταιρειών του κλάδου οι 8 κορυφαίες βιομηχανίες αλλαντικών ελέγχουν τα 3/4 της εγχώριας παραγωγής.

Το συνολικό μέγεθος της εγχώριας αγοράς αλλαντικών αυξήθηκε την πενταετία 2005-2009, με μέσο ετήσιο ρυθμό ανόδου μόλις 0.76%. Το 2010 η εγχώρια φαινομενική κατανάλωση υποχώρησε κατά 3.4% σε σχέση με το προηγούμενο έτος, ενώ το 2011 σημειώθηκε και νέα μείωση (-3.3%). Το συνολικό μέγεθος της εγχώριας αγοράς κρεατοσκευασμάτων παρουσίασε επίσης ανοδική πορεία το χρονικό διάστημα 2005-2010. Ωστόσο, το 2011 η αγορά των κρεατοσκευασμάτων υποχώρησε κατά 3% περίπου. Στην αγορά αλλαντικών και κονσερβών κρέατος η εισαγωγική διείσδυση ήταν της τάξεως του 20% την τελευταία διετία.

Αναφορικά με τη διάρθρωση της εγχώριας αγοράς αλλαντικών και κονσερβών κρέατος, σημειώνεται ότι το μεγαλύτερο μέρος της αγοράς καλύπτεται από την κατηγορία «Πάριζα-Μορταδέλα» (29% περίπου), ακολουθούν στην δεύτερη θέση οι κατηγορίες «Ζαμπόν (χοιρομέρι

και ωμοπλάτες)» και «Αλλαντικά πουλερικών. Το μεγαλύτερο μέρος της εγχώριας αγοράς κρεατοσκευασμάτων εξακολουθεί να καλύπτεται από παρασκευάσματα χοιρινού και μοσχαρίσιου κρέατος και κυρίως από προϊόντα όπως σουβλάκι, γύρος και μπιφτέκι.

Η διαθεσιμότητα και η ποιότητα της βασικής πρώτης ύλης (κρέας) επηρεάζεται άμεσα από τον κλάδο. Ο κύριος όγκος του κρέατος είναι εισαγόμενος, ενώ ορισμένες από τις μεγαλύτερες μονάδες έχουν προβεί σε στρατηγική κάθετης ολοκλήρωσης, διατηρώντας οι ίδιες κτηνοτροφικές μονάδες, με σκοπό τον καλύτερο έλεγχο της πρώτης ύλης και την εκμετάλλευση οικονομικών κλίμακας.

Η ICAP αναφέρει ότι πλέον σήμερα, η οικονομική κρίση και το περιορισμένο εισόδημα των καταναλωτών συνέβαλλαν στην υποχώρηση της ζήτησης για τα προϊόντα του κλάδου την τελευταία διετία, καθώς τα αλλαντικά δεν θεωρούνται προϊόντα πρώτης ανάγκης.

Η υποχώρηση της αγοράς οφείλεται επίσης στις συνεχείς προσφορές και μειώσεις τιμών που προβαίνουν οι εταιρείες του κλάδου, προκειμένου να ανταποκριθούν στις πιέσεις των καταναλωτών για φθηνότερα προϊόντα.

Σύμφωνα με την Hellastat, στον κλάδο διαμορφώνεται ένα έντονα ανταγωνιστικό περιβάλλον, το οποίο εντείνεται και από τα προϊόντα ιδιωτικής ετικέτας, τα οποία λόγω της χαμηλότερης τιμολόγησής τους κατακτούν ολοένα και μεγαλύτερα μερίδια.

Επιπλέον, οι αλλαντοβιομηχανίες έχουν να αντιμετωπίσουν και το ούτως ή άλλως περιορισμένο μέγεθος της εγχώριας αγοράς, όπως εξάλλου δεικνύει και η χαμηλή κατά κεφαλήν κατανάλωση αλλαντικών στη χώρα μας.

Ακόμη, η έλλειψη επαρκούς ποσότητας εγχώριων πρώτων υλών καθιστά τον κλάδο εξαρτώμενο από προμηθευτές του εξωτερικού, γεγονός το οποίο συνεπάγεται αυξημένα έξοδα παραγωγής. Μάλιστα, οι όροι εμπορικής συνεργασίας έχουν διαφοροποιηθεί, με τα διαστήματα παροχής πίστωσης να περιορίζονται, ενώ πολλές αγορές διενεργούνται πλέον τοις μετρητοίς.

Όπως καταδεικνύει η μελέτη, οι μεγαλύτερες εταιρείες επιδιώκουν ανανέωση της προϊοντικής βάσης τους με νέα προϊόντα (έτοιμα κατεψυγμένα γεύματα, προϊόντα υψηλότερης διατροφικής αξίας, προϊόντα με μεγαλύτερο χρόνο ζωής κ.λπ.), ενώ επεκτείνονται σε χώρες του εξωτερικού όπου η κατανάλωση είναι υψηλότερη.

5. Ανάλυση Κόστους

5.1. Κόστος ανά μεμβράνη

Στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζεται το κόστος ανά μεμβράνη, που παρασκευάστηκε με διαφορετικές συγκεντρώσεις διαλύματος αλγινικού νατρίου (1% και 1.5%) και διαφορετικές συγκεντρώσεις νισίνης (250 IU/ml και 750 IU/ml). Τα κόστη υπολογίστηκαν με βάση τις τιμές που είχε αγοράσει τα υλικά το εργαστήριο και προέκυψαν τέσσερις περιπτώσεις οι οποίες αναλύονται παρακάτω.

A.

	Περιγραφή	Τιμή/μεμβράνη
Υλικά Εδώδιμων Μεμβρανών	10 g διάλυμα αλγινικού νατρίου (1%)	€ 0.012
	Γλυκερόλη (1%)	€ 0.003
	Νισίνη 250 IU /mL	€ 0.005
	Χλωριούχο Ασβέστιο (2%)	€ 0.004
Συνολικό Κόστος		€ 0.024

B.

	Περιγραφή	Τιμή/μεμβράνη
Υλικά Εδώδιμων Μεμβρανών	10 g διάλυμα αλγινικού (1%)	€ 0.012
	Γλυκερόλη (1%)	€ 0.003
	Νισίνη 750 IU/mL	€ 0.014
	Χλωριούχο Ασβέστιο (2%)	€ 0.004
Συνολικό Κόστος		€ 0.033

Γ.

	Περιγραφή	Τιμή/μεμβράνη
Υλικά Εδώδιμων Μεμβρανών	10 g διάλυμα αλγινικού (1.5%)	€ 0.017
	Γλυκερόλη (1%)	€ 0.005
	Νισίνη 250 IU/mL	€ 0.005
	Χλωριούχο Ασβέστιο (2%)	€ 0.004
Συνολικό Κόστος		€ 0.031

Δ.

	Περιγραφή	Τιμή/μεμβράνη
Υλικά Εδώδιμων Μεμβρανών	10 g διάλυμα αλγινικού (1.5%)	€ 0.017
	Γλυκερόλη (1%)	€ 0.005
	Νισίνη 750 IU/mL	€ 0.014
	Χλωριούχο Ασβέστιο (2%)	€ 0.004
Συνολικό Κόστος		€ 0.040

Από την παραπάνω ανάλυση, μπορούμε να πούμε πως για μια συσκευασία 200g, με 12 φέτες πάριζα (που στοιχίζει περίπου 1.72 € στο σούπερ μάρκετ) το επιπλέον κόστος παραγωγής που προκύπτει με την **χρήση 13 εδώδιμων μεμβρανών** θα είναι :

Για την περίπτωση **A** (αλγινικά **1%** και νισίνη **250 IU/mL**): $13 \times 0.024 \text{€} = \mathbf{+0.31 \text{ €}}$

Για την περίπτωση **B** (αλγινικά **1%** και νισίνη **750 IU/mL**): $13 \times 0.033 \text{€} = \mathbf{+0.43 \text{ €}}$

Για την περίπτωση **Γ** (αλγινικά **1.5%** και νισίνη **250 IU/mL**): $13 \times 0.031 \text{€} = \mathbf{+0.40 \text{ €}}$

Για την περίπτωση **Δ**(αλγινικά **1.5%** και νισίνη **750 IU/mL**): $13 \times 0.040 \text{€} = \mathbf{+0.52 \text{ €}}$

Για μια συσκευασία 400g, με 24 φέτες πάριζα (που στοιχίζει περίπου 2.75 € στο σούπερ μάρκετ) το επιπλέον κόστος παραγωγής που προκύπτει με την χρήση **25 εδώδιμων μεμβρανών** θα είναι :

Για την περίπτωση **A** (αλγινικά **1%** και νισίνη **250 IU/mL**): $25 \times 0.024 \text{€} = \mathbf{+0.60 \text{ €}}$

Για την περίπτωση **B** (αλγινικά **1%** και νισίνη **750 IU/mL**): $25 \times 0.033 \text{€} = \mathbf{+0.82 \text{ €}}$

Για την περίπτωση **Γ** (αλγινικά **1.5%** και νισίνη **250 IU/mL**): $25 \times 0.031 \text{€} = \mathbf{+0.77 \text{ €}}$

Για την περίπτωση **Δ**(αλγινικά **1.5%** και νισίνη **750 IU/mL**): $25 \times 0.040 \text{€} = \mathbf{+1.00 \text{ €}}$

Στην περίπτωση των αλγινικών, είτε παρασκευαστεί διάλυμα 1%, είτε 1.5%, οι μεμβράνες θα είναι το ίδιο αποτελεσματικές. Επομένως για μεγαλύτερη οικονομία στα αναλώσιμα, συμφέρει καλύτερα μια εταιρία να παρασκευάζει μεμβράνες με διάλυμα 1%. Όσο αφορά τη νισίνη, τα αποτελέσματα του πειράματος έδειξαν ότι καλύτερα αποτελέσματα προκύπτουν όταν χρησιμοποιείται η συγκέντρωση των 750 IU/mL, επομένως από τις παραπάνω περιπτώσεις, καλύτερη είναι η B όπου το κόστος παραγωγής της συσκευασίας των 200g θα επιβαρυνθεί με 0.43€ και η συσκευασία των 400g θα επιβαρυνθεί με 0.82€.

Σε αυτό το σημείο θα πρέπει να πούμε ότι τα κόστη που αναφέρονται πιο πάνω είναι ενδεικτικά, αφού το εργαστήριο αγοράζει όλα τα υλικά σε τιμές

λιανικής. Μια εταιρία η οποία, λόγω της μεγάλης κλίμακας παραγωγής, θα προμηθεύεται τα αναλώσιμα από χονδρέμπορους και σε μεγάλες ποσότητες είναι σίγουρο ότι θα της στοιχίζουν λιγότερα χρήματα, επομένως το τελικό κόστος παραγωγής του προϊόντος θα είναι μικρότερο από αυτό που υπολογίστηκε παραπάνω. Βέβαια για να εφαρμόσει μια τέτοια νέα τεχνολογία, η εταιρία θα πρέπει να εκσυγχρονίσει το εξοπλισμό της και ενδεχομένως να κάνει κάποιες αλλαγές στην γραμμή παραγωγής της. Επομένως θα πρέπει να γίνει μια κεφαλαιακή επένδυση η οποία θα επιβαρύνει και αυτή το κόστος του τελικού προϊόντος. Σε περίπτωση που η εταιρία δεν είναι σίγουρη για το αν θέλει να επενδύσει σε έναν νέο εξοπλισμό, μπορεί σε πρώτη φάση να προμηθεύεται έτοιμες τις εδωδιμες μεμβράνες από κάποιον προμηθευτή και αν δει ότι το νέο προϊόν έχει ανταπόκριση στην αγορά, τότε μπορεί πιο άνετα να προβεί στην αγορά του καινούργιου εξοπλισμού.

5.2. Τιμολόγηση του προϊόντος

Με βάση τον παραπάνω υπολογισμό του κόστους ανά μεμβράνη, υπολογίστηκε το κόστος παραγωγής του προϊόντος, καθώς η τιμή πώλησης των δυο συσκευασιών (200g και 400g) στο ράφι του σούπερ μάρκετ. Πιο συγκεκριμένα, στο κόστος παραγωγής προστέθηκε το μεικτό κέρδος της εταιρίας, καθώς και το μεικτό κέρδος του σούπερ μάρκετ. Και στις δυο περιπτώσεις, τα ποσοστά κέρδους προέκυψαν με βάση τα στοιχεία της αγοράς. Τέλος προστέθηκε και ο ΦΠΑ και έτσι διαμορφώθηκε η τελική τιμή του προϊόντος.

A.

Τιμολόγηση: Πάριζα 200g χωρίς 12 μεμβράνες		
Κόστος παραγωγής	1.23 €	
Τιμή πώλησης της εταιρίας στο σούπερ μάρκετ	1.32 €	Μεικτό Κέρδος Εταιρίας 7%
Τιμή πώλησης του σούπερ μάρκετ στον καταναλωτή	1.52 €	Μεικτό Κέρδος Super Market 15%
+ΦΠΑ 13% → Τελική Τιμή	1.72 €	

B.

Τιμολόγηση: Πάριζα 200g με μεμβράνες		
Κόστος παραγωγής*	1.68 €	
Τιμή πώλησης της εταιρίας στο σούπερ μάρκετ	1.83 €	Μεικτό Κέρδος Εταιρίας 9%
Τιμή πώλησης του σούπερ μάρκετ στον καταναλωτή	2.14 €	Μεικτό Κέρδος Super Market 17%
+ΦΠΑ 13% → Τελική Τιμή	2.42 €	

*Στο κόστος παραγωγής της πάριζας των 200g χωρίς μεμβράνες (που είναι 1.23€ βλ. πίνακας Α), προστίθεται το κόστος των υλικών, για την παραγωγή των 13 μεμβρανών, που ανέρχεται στα 0.43€, καθώς και τα Γενικά Βιομηχανικά Έξοδα τους (ΓΒΕ) (Ενδεικτική τιμή), που υπολογίζονται ότι είναι περίπου 0.02€.

Γ.

Τιμολόγηση: Πάριζα 400g χωρίς μεμβράνες		
Κόστος παραγωγής	2.11 €	
Τιμή πώλησης της εταιρίας στο σούπερ μάρκετ	2.26 €	Μεικτό Κέρδος Εταιρίας 7%
Τιμή πώλησης του σούπερ μάρκετ στον καταναλωτή	2.60 €	Μεικτό Κέρδος Super Market 15%
+ΦΠΑ 13% → Τελική Τιμή	2.94 €	

Δ.

Τιμολόγηση: Πάριζα 400g με 25 μεμβράνες		
Κόστος παραγωγής*	2.96 €	
Τιμή πώλησης της εταιρίας στο σούπερ μάρκετ	3.23 €	Μεικτό Κέρδος Εταιρίας 9%
Τιμή πώλησης του σούπερ μάρκετ στον καταναλωτή	3.78 €	Μεικτό Κέρδος Super Market 17%
+ΦΠΑ 13% → Τελική Τιμή	4.27 €	

* Στο κόστος παραγωγής της πάριζας των 400g χωρίς μεμβράνες (που είναι 2.11€ βλ. πίνακας Γ), προστίθεται το κόστος των υλικών, για την παραγωγή των 25 μεμβρανών, που ανέρχεται στα 0.82€, καθώς και τα Γενικά Βιομηχανικά Έξοδα τους (ΓΒΕ)(Ενδεικτική τιμή) που υπολογίζονται ότι είναι περίπου 0.03€.

Από τους παραπάνω πίνακες, παρατηρούμε πως για την συσκευασία των 200g, η συσκευασία που περιέχει τις εδώδιμες μεμβράνες είναι ακριβότερη κατά 0,70€ (πίνακες Α και Β), ενώ για την συσκευασία των 400g, η συσκευασία που περιέχει τις μεμβράνες είναι ακριβότερη κατά 1.33€ (πίνακες Γ και Δ). Από αυτά τα αποτελέσματα μπορούμε να πούμε ότι είναι λίγο πιο συμφέρουσα η μεγαλύτερη συσκευασία, δηλαδή αυτή των 400g.

6. Ανάλυση Marketing

6.1. Marketing mix strategy – 4Ps (Product, Price, Place, Promotion)

α) το προϊόν (Product)

Το προϊόν μας είναι πάριζα κομμένη σε φέτες και συσκευασμένη σε κενό αέρος. Όπως όλα τα αλλαντικά, πρόκειται για ένα ευαλλοίωτο προϊόν το οποίο συνίσταται να διατηρείται στο ψυγείο, σε θερμοκρασία 4°C. Η ιδιαιτερότητα του προϊόντος που παρουσιάζουμε βρίσκεται στην ενεργή συσκευασία η οποία περιλαμβάνει εδώδιμες μεμβράνες με νισίνη (ως φυσικό αντιμικροβιακό) και προσδίδει στο προϊόν μεγαλύτερη διάρκεια ζωής.

Συνήθως η συσκευασία που συναντάμε στα ράφια των σούπερ μάρκετ είναι αυτή των 200g, που μεταφράζεται 10-12 φέτες πάριζας. Το συγκεκριμένο προϊόν, λόγω του ότι θα έχει μεγαλύτερη διάρκεια ζωής, είναι προτιμότερο να συσκευάζεται και σε μεγαλύτερη συσκευασία όπως είναι αυτή των 400g. Αυτό θα αποτελέσει κίνητρο για έναν καταναλωτή που δεν έχει πολύ χρόνο για ψώνια να αγοράσει το προϊόν μια φορά και να ξέρει ότι θα διατηρηθεί στο ψυγείο του για μεγάλο χρονικό διάστημα, ακόμα και αν η συσκευασία έχει ανοιχτεί.

β) Τιμή (Price)

Η τιμή του προϊόντος θα είναι 2.42€ για την συσκευασία των 200g και 4.27€ για την συσκευασία των 400g.

γ) Η Διανομή (Place)

Το προϊόν αρχικά θα διατίθεται στις μεγάλες αλυσίδες Super market προκειμένου να γίνει γνωστό στους καταναλωτές. Έπειτα, αφού το γνωρίσει ο κόσμος, θα μπορεί κανείς να το βρει και σε πιο μικρές αλυσίδες σούπερ

μάρκετ ή ακόμα και σε μίνι μάρκετ. Σε περίπτωση που η εταιρία κάνει εξαγωγές στο εξωτερικό, τότε το προϊόν μας θα διατίθεται και στις χώρες του εξωτερικού.

δ) Η Προβολή (*Promotion*)

Το προϊόν μπορεί να προωθηθεί με διάφορους τρόπους. Κάποιοι από αυτούς είναι: οι διαφημίσεις στην τηλεόραση (απλές διαφημίσεις ή ακόμα και χορηγός σε εκπομπές) και τα περιοδικά (ειδικά στα περιοδικά μαγειρικής), η προώθηση μέσω του διαδικτύου και των social media, προκειμένου να ενημερωθούν περισσότεροι νέοι άνθρωποι και η παρουσίαση του προϊόντος εντός των καταστημάτων που πωλείται (σούπερ μάρκετ). Επιπλέον, προκειμένου η εταιρία να προκαλέσει τους καταναλωτές να δοκιμάσουν τη νέα συσκευασία, μπορεί να ξεκινήσει να πουλά το προϊόν με μια πιο χαμηλή τιμή (τιμή γνωριμίας), η οποία θα είναι πολύ δελεαστική για τον καταναλωτή. Τέλος θα πρέπει το προϊόν να έχει μια έξυπνη ετικέτα η οποία θα παρουσιάζει με απλό τρόπο 2-3 δυνατά σημεία της συσκευασίας, έτσι ώστε κάποιος που δεν τα γνωρίζει, να μπορεί να τα μάθει αμέσως με μια απλή ματιά.

6.2. Πωλήσεις και Στρατηγική Μάρκετινγκ

Η πάριζα η οποία είναι συσκευασμένη σε κενό και περιλαμβάνει εδώδιμες μεμβράνες με νισίνη, αποτελεί ένα προϊόν έτοιμο προς κατανάλωση, το οποίο απευθύνεται σε πολλούς καταναλωτές. Πιο συγκεκριμένα απευθύνεται σε όλες τις ηλικίες, από 18 και πάνω, και στα δυο φύλα, σε όλους τους καταναλωτές ανεξαρτήτως οικογενειακής κατάστασης, σε όλους τους καταναλωτές ανεξαρτήτως εισοδήματος, σε όλα τα επαγγέλματα, στους καταναλωτές που δουλεύουν πολλές ώρες και δεν μπορούν να πηγαίνουν τακτικά στο σούπερ μάρκετ και τέλος στους καταναλωτές που ενδιαφέρονται για ένα προϊόν με μεγαλύτερη διάρκεια ζωής και πιο υγιεινό, με λιγότερα χημικά συντηρητικά.

7. SWOT analysis της ενεργής συσκευασίας

Στον παρακάτω πίνακα, παρουσιάζονται τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα του προϊόντος, καθώς και οι ευκαιρίες και οι απειλές που επικρατούν στην αγορά για το συγκεκριμένο προϊόν.

<p><u>Πλεονεκτήματα:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Καινοτομία • Διαφοροποίηση του προϊόντος • Μεγαλύτερη διάρκεια εμπορικού χρόνου ζωής και καλύτερη συντήρηση ακόμα και όταν η συσκευασία έχει ανοιχτεί • Ηπιότερη προ-επεξεργασία • Εύκολο στην χρήση • Καλύτερος διαχωρισμός των φετών (δεν κολλάνε μεταξύ τους) • Χρήση φυσικών ουσιών: Οι πρώτες ύλες για την παρασκευή των εδώδιμων μεμβρανών αποτελούν υποπροϊόντα και απόβλητα βιομηχανιών τροφίμων και αγροτοβιομηχανίας, άρα είναι οικονομικές και φιλικές προς το περιβάλλον. 	<p><u>Μειονεκτήματα:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Πρέπει οι μεμβράνες να αποθηκεύονται στο ψυγείο • Έχουν μικρή διάρκεια ζωής • Εξειδίκευση ανά προϊόν. Δεν είναι δυνατή η «οριζόντια» εφαρμογή μίας τεχνολογίας/πατέντας σε όλα τα τρόφιμα, αλλά αντ' αυτού απαιτείται εξειδικευμένη μελέτη, άρα και κόστος έρευνας • Η γενικευμένη εφαρμογή τους σε μεγάλο εύρος προϊόντων συνήθως προαπαιτεί εκτενή έρευνα και κεφαλαιακή επένδυση πριν την εμπορευματοποίησή τους • Καινούργια αγορά χωρίς να έχει κάποια στρατηγική
<p><u>Ευκαιρίες:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Η τάση να καταναλώνουμε εύκολα και γρήγορα γεύματα • Η τάση να καταναλώνουμε πιο υγιεινά τρόφιμα με λιγότερη επεξεργασία και λιγότερα συντηρητικά • Παράλληλη ανάπτυξη των κλάδων παραγωγής υλικών συσκευασίας και της σχετικής έρευνας • Αντιστάθμισμα για το κόστος εφαρμογής και την αύξηση του κόστους των παραγόμενων προϊόντων, είναι η μεγαλύτερη ασφάλεια και η προστιθέμενη αξία • Ελαχιστοποίηση απωλειών λόγω αλλοιωμένων προϊόντων • Αξιοποίηση αιθέριων ελαίων από φυτά της ελληνικής χλωρίδας για εδώδιμες μεμβράνες • Προώθηση της εικόνας (image) του φυσικού και οικολογικού προϊόντος, χωρίς χημικά συντηρητικά 	<p><u>Απειλές:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Του κόστους εγκατάστασης και το είδος του βιομηχανικού εξοπλισμού που απαιτείται για την εφαρμογή της συσκευασίας • Η διαθεσιμότητα και το κόστος των αναλώσιμων • Η οικονομική επιβάρυνση ανά μονάδα προϊόντος • Το ασταθές οικονομικό περιβάλλον • Το γεγονός ότι ο Έλληνας καταναλωτής δεν είναι ακόμα εξοικειωμένος με αυτού του τύπου τις συσκευασίες

8. Άλλες προτάσεις

Η τεχνολογία της ενεργού συσκευασίας μπορεί άνετα να εφαρμοστεί και σε άλλα αλλαντικά, όπως φέτες γαλοπούλας, σαλάμι αέρος, ζαμπόν, μορταδέλα κλπ, ή ακόμα και σε άλλα προϊόντα. Πιο συγκεκριμένα, οι εταιρίες αλλαντικών σήμερα έχουν επεκταθεί και στην πώληση/παραγωγή άλλων προϊόντων όπως είναι τα τυροκομικά. Πολλές φορές οι φέτες αλλαντικών, στην ίδια συσκευασία, συνοδεύονται και με φέτες τυριού, επομένως οι εδώδιμες μεμβράνες θα μπορούσαν να εφαρμοστούν και στο τυρί. Επιπλέον αξίζει να σημειωθεί ότι στις εδώδιμες μεμβράνες, εκτός από νισίνη ή άλλες βακτηριοσίνες, ή ένζυμα όπως η λυσοζύμη, μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως αντιμικροβιακοί παράγοντες κι άλλες φυσικές ουσίες όπως είναι τα αιθέρια έλαια (πχ αιθέριο έλαιο ρίγανης κλπ) ή ακόμα και κάποιο ποτό (ούζο, τσίπουρο, κονιάκ κλπ), τα οποία προσδίδουν στο προϊόν πολύ ιδιαίτερη και ξεχωριστή γεύση. Έτσι με αυτόν τον τρόπο μπορούν να δημιουργηθούν και άλλα καινοτόμα προϊόντα που δεν υπάρχουν στην αγορά.

9. Συμπεράσματα

Πρόκειται για ένα νέο προϊόν το οποίο καλύπτει πλήρως τις ανάγκες των καταναλωτών για προϊόντα υψηλής ποιότητας, ασφαλή, με χαμηλό κόστος, με μεγαλύτερο χρόνο ζωής και που ταυτόχρονα αποφεύγουν τη χρήση «χημικών ουσιών». Σε σχέση με τα πλεονεκτήματα που προσφέρει έναντι των απλών προϊόντων, δηλαδή αυξημένη διάρκεια ζωής (όταν η συσκευασία είναι κλειστή ή ακόμα και όταν ανοιχτεί) και φυσική αντιμικροβιακή δράση, μπορούμε να πούμε πως η τιμή του προϊόντος είναι αρκετά καλή. Πιο συγκεκριμένα, ένας καταναλωτής που αγοράζει το προϊόν, δεν έχει το άγχος ότι πρέπει να το καταναλώσει γρήγορα, φοβούμενος ότι θα του αλλοιωθεί και κατά συνέπεια θα χάσει τα λεφτά του. Αυτό είναι κάτι που ισχύει και για τις εταιρίες, οι οποίες λόγω της μεγαλύτερης διάρκειας ζωής των προϊόντων, ελαχιστοποιούν τις απώλειες τους από τα αλλοιωμένα προϊόντα. Πιο συγκεκριμένα έχουν λιγότερες επιστροφές και κατά συνέπεια λιγότερα έξοδα για καταστροφές. Επιπλέον ο καταναλωτής μπορεί να αγοράσει και την μεγαλύτερη συσκευασία, των 400g, η οποία είναι πιο οικονομική και ταυτόχρονα θα ξέρει ότι η μεγαλύτερη διάρκεια ζωής του προϊόντος οφείλεται

σε φυσικούς παράγοντες και όχι σε χημικές ουσίες, συντηρητικά ή θερμικές επεξεργασίες υψηλής έντασης οι οποίες καταστρέφουν τα θρεπτικά συστατικά του προϊόντος. Επίσης, η μεγαλύτερη διάρκεια ζωής του προϊόντος επιτρέπει στους καταναλωτές που δεν έχουν πολύ ελεύθερο χρόνο, να πηγαίνουν λιγότερο συχνά στο σούπερ μάρκετ για ψώνια. Τέλος ο καταναλωτής θα ξέρει ότι βοηθά το περιβάλλον αφού η ενεργή συσκευασία είναι πολύ φιλική προς αυτό.

Όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω, η τιμή που δόθηκε είναι ενδεικτική και ενδέχεται να είναι ακόμα πιο χαμηλή, αφού οι εταιρίες προμηθεύονται τα αναλώσιμα από χονδρέμπορους, σε μεγάλες ποσότητες, επομένως και σε καλύτερες τιμές. Χαρακτηριστικό παράδειγμα της μείωσης των τιμών όσο αυξάνει η ποσότητα είναι αυτό της νισίνης. Από έρευνα που έγινε στο site Sigma-Aldrich που πουλάει αναλώσιμα, το 1g νισίνης κοστίζει 43.90€, τα 5g κοστίζουν 137€ που σημαίνει ότι το 1g κοστίζει 27.4€ και τα 25g κοστίζουν 471.5€ που σημαίνει ότι το 1gr κοστίζει 18.86€. Επομένως μια εταιρία που θα αγοράσει κιλά από το κάθε προϊόν που χρειάζεται για την παρασκευή των μεμβρανών, είναι σίγουρο ότι θα της στοιχίσουν πολύ λιγότερα χρήματα. Αξίζει επίσης να σημειωθεί ότι το κόστος μπορεί να μειωθεί κι άλλο αφού όσο αυξάνεται η παραγωγή μιας εταιρίας, μειώνεται και το κόστος παραγωγής της. Επιπλέον, εφόσον το προϊόν έχει μεγαλύτερη διάρκεια ζωής και κατά συνέπεια γίνονται λιγότερες επιστροφές ληγμένων προϊόντων, δίνεται η δυνατότητα στην εταιρία να παράγει το προϊόν της σε πιο αραιή βάση. Αυτό θα της επιτρέψει να μειώσει τις βάρδιες και να εξοικονομήσει περισσότερη ενέργεια, με αποτέλεσμα να μειωθεί κι άλλο η τιμή του προϊόντος. Επίσης, η αντιμικροβιακή συσκευασία εφόσον αναστέλλει την μικροβιακή αύξηση μπορεί να αντικαταστήσει μια παστερίωση. Πιο συγκεκριμένα, η εταιρία αντί να κάνει διπλή παστερίωση στο προϊόν, να μπορεί να κάνει μονή, και κατά αυτόν τον τρόπο να εξοικονομήσει κι άλλη ενέργεια, πράγμα που θα μειώσει κι άλλο το κόστος παραγωγής της. Τέλος, αξίζει να αναφερθεί ότι η τιμή του προϊόντος εξαρτάται και από τα περιθώρια κέρδους της εταιρίας που παράγει το προϊόν και του σούπερ μάρκετ που το πουλάει στον καταναλωτή. Τα ποσοστά που χρησιμοποιήθηκαν για την εκτίμηση της τιμής είναι κατά προσέγγιση. Αν αυτά τα ποσοστά έχουν περιθώριο μείωσης και από τις δυο πλευρές, τότε η τιμή του προϊόντος θα είναι πιο χαμηλή.

Αυτό που δυσκολεύει το λανσάρισμα αυτού του νέου προϊόντος στην Ελληνική αγορά την παρούσα χρονική στιγμή, είναι η οικονομική κρίση. Όπως αναφέρθηκε και στην ανάλυση της αγοράς των αλλαντικών, από το 2011 παρατηρείται μια μείωση των πωλήσεων των αλλαντικών. Πιο συγκεκριμένα, λόγω της μείωσης των εισοδημάτων, οι καταναλωτές αγοράζουν λιγότερα αλλαντικά, ή ακόμα στρέφονται περισσότερο στα προϊόντα ιδιωτικής ετικέτας τα οποία έχουν πολύ χαμηλότερες τιμές. Για αυτόν τον λόγο λοιπόν οι εταιρίες φοβούνται να δαπανήσουν λεφτά για έρευνα και να επενδύσουν σε αυτή την νέα τεχνολογία. Έτσι λοιπόν οι εταιρίες που επιδιώκουν μια ανανέωση της προιοντικής τους βάσης με προϊόντα που έχουν υψηλότερη διατροφική αξία, μεγαλύτερο χρόνο ζωής κλπ, μπορούν να ξεκινήσουν την επέκταση τους στις χώρες του εξωτερικού όπου η κατανάλωση είναι μεγαλύτερη, και όταν το επιτρέψουν οι συνθήκες της ελληνικής αγοράς να επεκταθούν και εγχώρια. Μια άλλη λύση, δεδομένου ότι ο κλάδος παραγωγής υλικών συσκευασίας παρουσιάζει μεγάλη ανάπτυξη, θα ήταν σε πρώτη φάση η εταιρίες που ενδιαφέρονται για την ενεργό συσκευασία, να κλείσουν μια συμφωνία με κάποια άλλη εταιρία η οποία θα παρασκευάζει για λογαριασμό τους τις εδωδιμες μεμβράνες και αν υπάρξει ανταπόκριση από την εγχώρια αγορά, τότε η εταιρία να προχωρήσει στην επένδυση.

Βιβλιογραφία:

Argyri A. Anthoula, Doulgeraki I. Agapi, Blana A. Vasiliki et al, 2011, Potential of a simple HPLC-based approach for the identification of the spoilage status of minced beef stored at various temperatures and packaging systems, *International Journal of Food Microbiology* 150 (2011) 25–33.

Arvanitoyannis S. Ioannis & Stratakos Ch. Alexandros, 2012, Application of Modified Atmosphere Packaging and Active/Smart Technologies to Red Meat and Poultry: A Review, *Food Bioprocess Technol* (2012) 5:1423–1446.

Cagri, A., Ustunol, Z., & Ryser, E. T. (2004). Antimicrobial edible films and coatings. *Journal of Food Protection*, 67(4), 833–848.

Cha D, S, Choi J. H, Chinnan M. S. and Park H. J. (2002). Antimicrobial Films Based on Na-alginate and k-carrageenan. *Lebensm.-Wiss. u.-Technol.*, 35, 715–719.

Chen Qing, Anders S, An H., 2013, Measuring consumer resistance to a new food technology: A choice experiment in meat packaging, *Food Quality and Preference* 28 (2013) 419–428.

Chen Jinru, Brody L. Aaron, 2013, Use of active packaging structures to control the microbial quality of a ready-to-eat meat product, *Food Control* 30 (2013) 306-310.

Coma Veronique, 2008, Bioactive packaging technologies for extended shelf life of meat-based products, *Meat Science* 78 (2008) 90–103.

Contini C, Katsikogianni G. Maria, O'Neill Feidhlim T. et al, 2011, Development of active packaging containing natural Antioxidants, *Procedia Food Science* 1 (2011) 224 – 228.

Dainelli D., Gontard N., Spyropoulos D, et al, 2008, Active and intelligent food packaging: legal aspects and safety concerns, *Trends in Food Science & Technology* 19 (2008) S103-S112.

Day B, 2008, Active packaging of food.

Debeaufort, F., Quezada-Gallo, J.A., Voilley, A., 1998. Edible films and coatings: tomorrow's packaging: a review. *Critical Review in Food Science* 38 (4), 299–313.

De Jong A.R., Boumans H., Slaghek T., et al, 2005, Active and intelligent packaging for food: Is it the future?, *Food Additives and Contaminants*; 22(10): 975–979.

Gennadios, a., Hanna, M. a., & Kurth, L. B. (1997). Application of Edible Coatings on Meats, Poultry and Seafoods: A Review. *LWT - Food Science and Technology*, 30(4), 337–350.

Han J. Jung, 2000, Antimicrobial Food Packaging, *Food Technology*, March 2000, VOL. 54, NO. 3.

Han J. H., Ho L. H. C. and Rodrigues T. R., 2005, Innovation in food packaging

Jiang, Z., Neetoo, H., & Chen, H. (2011). Efficacy of freezing, frozen storage and edible antimicrobial coatings used in combination for control of *Listeria monocytogenes* on roasted turkey stored at chiller temperatures. *Food microbiology*, 28 (7), 1394–401.

Jofre A., Aymerich T., Garriga M., 2008, Assessment of the effectiveness of antimicrobial packaging combined with high pressure to control *Salmonella* sp. in cooked ham, *Food Control* 19 (2008) 634–638.

Kemény1 Z., Ilie-Zudor1 E., Szathmári1 M., Igaz J., 2010, Active and Intelligent Packaging Techniques in Food Production Chains, International GTE Conference, Manufacturing 2010, 20–21 October, 2010, Budapest, Hungary.

Kerry J.P., O'Grady, M. N., Hogan S.A., 2008, Past, current and potential utilisation of active and intelligent packaging systems for meat and muscle-based products: A review, *Meat Science* 74 (2006) 113–130.

Kester, J. J. and Fennema, O., (1986). Edible films and coatings: A review. *Food Technology*, 40 (12), 47-59.

Kristo, E., Koutsoumanis, K. P., & Biliaderis, C. G. (2008). Thermal, mechanical and water vapor barrier properties of sodium caseinate films containing antimicrobials and their inhibitory action on *Listeria monocytogenes*. *Food Hydrocolloids*, 22, 373–386.

Lu, F., Ding, Y., Ye, X., Liu, D. (2010). Cinnamon and nisin in alginate-calcium coating maintain quality of fresh northern snakehead fish fillets. *LWT - Food Science and Technology* 4, 1331-1335.

Madigan T. Michael, Martinko M. John, Parker Jack, (2005). *Brock Biology of Microorganism*, Tenth Edition.

McMillin W. Kenneth, 2008, Where is MAP Going? A review and future potential of modified atmosphere packaging for meat, *Meat Science* 80 (2008) 43–65.

Nettles Cutter Cathrine, 2006, Opportunities for bio-based packaging technologies to improve the quality and safety of fresh and further processed muscle foods, *Meat Science* 74 (2006) 131–142.

- Nychas E. George-John, Skandamis N. Panagiotis et al, 2008, Meat spoilage during distribution, *Meat Science* 78 (2008) 77–89.
- Ouattara, B., Simard, R.E., Piette, G., Begin, A., Holley, R.A., 2000. Diffusion of acetic and propionic acids from chitosan-based antimicrobial packaging films. *Journal of Food Science* 65, 768–773.
- Otles S, Yalcin B, 2008, Intelligent food packaging, *logforum*, vol 4, issue 4, no 3.
- Peruch Camilloto G., de Fátima Ferreira Soares N., et al, 2008, Preservation of Sliced Ham Through TriclosanActive Film, *Packag. Technol. Sci.* 2009; 22: 471–477.
- Puligundla P., Jung J., Ko S., 2012, Carbon dioxide sensors for intelligent food packaging applications, *Food Control* 25 (2012) 328-333.
- Quintavalla S., Vicini L., 2002, Antimicrobial food packaging in meat industry, *Meat Science* 62 (2002) 373–380.
- Restuccia D., Spizzirri U. G., et al, 2010, New EU regulation aspects and global market of active and intelligent packagingfor food industry applications, *Food Control* 21 (2010) 1425–1435.
- Rhim, J. W., & Shellhammer, T. H. (2005). Lipid-based edible films and coatings, 362–383.
- Sanchez-Gonzalez L., Pastor C., Vargas M., et al, 2011, Effect of hydroxypropylmethylcellulose and chitosan coatings with and without bergamot essential oil on quality and safety of cold-stored grapes, *Postharvest Biology and Technology* 60 (2011) 57–63.
- Santiago-Silva P., Soares N., Nobrega J., et al, 2009, Antimicrobial efficiency of film incorporated with pediocin (ALTA_ 2351) on preservation of sliced ham, *Food Control* 20 (2009) 85–89.
- Sayanjali, S., Ghanbarzadeh, B., & Ghiassifar, S. (2011). Evaluation of antimicrobial and physical properties of edible film based on carboxymethyl cellulose containing potassium sorbate on some mycotoxigenic *Aspergillus* species in fresh pistachios. *LWT - Food Science and Technology*, 44(4), 1133–1138.
- Shelef, L. A. (1983). Antimicrobial effect of spices. *Journal of Food Safety*, 6, 29–44
- Skandamis N. Panagiotis , Nychas George-John E., 2002, Preservation of fresh meat with active and modified atmosphere packaging conditions, *International Journal of Food Microbiology* 79 (2002) 35– 45.

Suppakul P., Miltz J., Sonneveld K., and Biggers W. (2003), Active Packaging Technologies with an Emphasis on Antimicrobial Packaging and its Applications, *Journal of Food Science* vol.68, Nr. 2, 2003.

Taik Lee K., 2010, Quality and safety aspects of meat products as affected by various physical manipulations of packaging materials, *Meat Science* 86 (2010) 138–150.

Terta, M., Blekas, G., Paraskevopoulou, A. (2006). Retention of selected aroma compounds by polysaccharide solutions: A thermodynamic and kinetic approach. *Food Hydrocolloids*, 20 (6), 863-871.

Toldra F., 2008, *Meat Biotechnology*, Springer.

Valencia-Chamorro, S. a., Pérez-Gago, M. B., Del Río, M. Á., & Palou, L. (2009). Effect of antifungal hydroxypropyl methylcellulose (HPMC)–lipid edible composite coatings on postharvest decay development and quality attributes of cold-stored “Valencia” oranges. *Postharvest Biology and Technology*, 54(2), 72–79.

Vermeiren L., Devlieghere F., van Beest M., de Kruijf N., Debevere J., 1999, Developments in the active packaging of foods, *Trends in Food Science & Technology* 10 (1999) 77-86.

Vu .K.D., Hollingsworth R.G., Leroux E., Salmieri S., Lacroix M., 2011, Development of edible bioactive coating based on modified chitosan for increasing the shelf life of strawberries, *Food Research International* 44 (2011) 198–203.

Wu, Y., Weller, C. L., Hamouz, F., Cuppett, S. L., Schnepf, M., (2002). Development and application of multicomponent edible coatings and films : a review. *Advances in food and nutrition research*, 44, 348-394.

Yam L. Kit, Takhistov T. Paul, and Miltz J, 2006, Intelligent packaging: concepts and applications, *JFS R: Concise Reviews/Hypotheses in Food Science*.

Zhou G. H., Xu X.L, Liu Y., 2010, Preservation technologies for fresh meat – A review, *Meat Science* 86 (2010) 119–128.

Zinoviadou, K. G., Koutsoumanis, K. P., & Biliaderis, C. G. (2009). Physico-chemical properties of whey protein isolate films containing oregano oil and their antimicrobial action against spoilage flora of fresh beef. *Meat science*, 82(3), 338–45.

Zinoviadou G. Kyriaki, Koutsoumanis P. Konstantinos, Biliaderis G. Costas, (2011). Biopolymer-based films as carriers of antimicrobial agents. *Procedia Food Science* 1 (2011) 190-196.

ΣΕΒ (Στέγη Ελληνικής Βιομηχανίας)

