

6<sup>ο</sup> ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ 2019



ΤΟ **ΚΡΕΑΣ** και τα **ΠΡΟΪΟΝΤΑ** ΤΟΥ  
«από τον στάβλο στο πιάτο»

## ΠΡΑΚΤΙΚΑ

Επιμέλεια: Σ.Β. Ραμαντάνης

6<sup>ο</sup> ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ

**ΤΟ ΚΡΕΑΣ ΚΑΙ ΤΑ  
ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΤΟΥ**

«από τον στάβλο  
στο πιάτο»

## PROCEEDINGS

Edited by S.B. Ramantanis

6<sup>th</sup> HELLENIC CONGRESS

**MEAT & PRODUCTS  
THEREOF**

“from stable  
to table”

ΟΡΓΑΝΩΣΗ

**meat**  
News

ΔΕΘ  
HELEXPO

ΜΕ ΤΗΝ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ





## 6ο ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ ΤΟ ΚΡΕΑΣ ΚΑΙ ΤΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΤΟΥ

“από τον στάβλο στο πιάτο”

### ΠΡΑΚΤΙΚΑ ΣΥΝΕΔΡΙΟΥ

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ  
1, 2, 3 Φεβρουαρίου 2019  
ΣΥΝΕΔΡΙΑΚΟ ΚΕΝΤΡΟ “ΙΩΑΝΝΗΣ ΒΕΛΛΙΔΗΣ”  
Στο πλαίσιο της έκθεσης Zootechnia

#### Υπό την Αιγίδα

Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης & Τροφίμων  
Ενιαίος Φορέας Ελέγχου Τροφίμων - ΕΦΕΤ  
Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας  
Ελληνική Κτηνιατρική Εταιρεία  
Πανελλήνιος Κτηνιατρικός Σύλλογος  
Ελληνική Κτηνιατρική Ακαδημία  
Ένωση Ελλήνων Χημικών

#### Διοργάνωση





# 6<sup>th</sup> HELLENIC CONGRESS MEAT & PRODUCTS THEREOF

“from stable to table”

## PROCEEDINGS

THESSALONIKI  
February 1, 2, 3, 2019  
Congress Centre “IOANNIS VELLIDIS”  
During Zootechnia exhibition

**Under the auspices of**  
Ministry of Rural Development and Food  
Hellenic Food Authority - EFET  
Region of Central Macedonia  
Hellenic Veterinary Medical Society  
Hellenic Veterinary Association  
Hellenic Veterinary Academy  
Association of Greek Chemists

Διοργάνωση



## VI.05

### Εξελίξεις στη συσκευασία του κρέατος

Ευάγγελος Οικονόμου<sup>1</sup>, Ιωάννης Αμβροσιάδης<sup>2</sup>,  
Πασχάλης Φορτομάρης<sup>3</sup>, Γεώργιος Αρσένος<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Επίκουρος Καθηγητής, Εργαστήριο Υγιεινής Τροφίμων Ζωικής Προέλευσης – Κτηνιατρικής Δημόσιας Υγείας, Τμήμα Κτηνιατρικής ΑΠΘ

<sup>2</sup> Καθηγητής, Εργαστήριο Τεχνολογίας Τροφίμων Ζωικής Προέλευσης, Τμήμα Κτηνιατρικής ΑΠΘ

<sup>3</sup> Καθηγητής, Εργαστήριο Ζωοτεχνίας, Τμήμα Κτηνιατρικής ΑΠΘ

#### Περίληψη

Η συσκευασία του κρέατος επεκτείνεται πέρα από τις ανάγκες της προστασίας του προϊόντος, επιτελώντας πια περισσότερες λειτουργίες. Σκοπός της συγκεκριμένης παρουσίασης είναι η ανασκόπηση των νέων τεχνικών συσκευασίας του κρέατος. Η τυποποίηση του κρέατος σε κοπές αύξησε τις ανάγκες συσκευασίας και συντήρησής του. Παρότι οι περισσότεροι τύποι συσκευασίας τροφίμων μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για το κρέας, η επιλογή της συσκευασίας καθορίζεται από τις απαιτήσεις των καταναλωτών και τις ανάγκες συντήρησης του προϊόντος. Ανάλογα με την διαπερατότητά τους σε αέρια, κυμαίνονται από διαπερατές, που χρησιμοποιούνται συνήθως για βραχεία συντήρηση, έως μη διαπερατές, ενώ μπορεί να ποικίλλει και η σύνθεση του αέριου πλήρωσης, που συνήθως τροποποιείται όταν επιδιώκονται μεγαλύτερα χρονικά διαστήματα συντήρησης. Για τη συσκευασία του κρέατος έχουν χρησιμοποιηθεί με επιτυχία διάφορα είδη πλαστικού, δεδομένου ότι συνήθως είναι ελκυστικά, φθηνά και διατηρούν το προϊόν σε καλή κατάσταση. Τελευταία, ιδιαίτερη σημασία έχει δοθεί στη βιοαποδόμηση και ανακύκλωση ανάλογων συσκευασιών. Οι ενεργές συσκευασίες, τα συστήματα δηλαδή όπου το προϊόν, η συσκευασία και το περιβάλλον αλληλοεπιδρούν για τη βελτίωση των χαρακτηριστικών του προϊόντος, κερδίζουν ολοένα και περισσότερο έδαφος. Οι πιο κοινές ενεργές συσκευασίες στηρίζονται στην εισαγωγή ενεργών συστατικών στο υλικό συσκευασίας τα οποία απελευθερώνονται βραδέως. Συνήθως στοχεύουν στον έλεγχο της υγρασίας, της διάχυσης του οξυγόνου και του διοξειδίου του άνθρακα, της δέσμευσης ή απελευθέρωσης οξυγόνου ή διοξειδίου του άνθρακα εντός της συσκευασίας, στον έλεγχο των οσμών και στην ενίσχυση των επιθυμητών οργανοληπτικών χαρακτηριστικών, ενώ παράλληλα μπορούν να εισαγάγουν ελεγχόμενα συγκεκριμένους αντιμικροβιακούς παράγοντες. Στο άμεσο μέλλον, η χρήση έξυπνων συσκευασιών με ενσωμάτωση αισθητήρων, ηλεκτρονικών μέσων σήμανσης και άλλων τεχνολογικών δεικτών, θα επιτρέπει την άμεση και εξατομικευμένη πληροφόρηση του καταναλωτή. Κατά συνέπεια, η μελλοντική συσκευασία κρέατος θα χρησιμοποιεί λιγότερο υλικό συσκευασίας με αυξημένη ικανότητα προστασίας και θα μπορεί να δώσει περισσότερες εξατομικευμένες πληροφορίες έτσι ώστε το προϊόν να καθίσταται ασφαλές και επιθυμητό για τον καταναλωτή.

**Λέξεις ευρετηρίασης:** κρέας, συντήρηση, ενεργή συσκευασία

*Η ανακοίνωση πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο του έργου «Εφαρμογή καινοτόμων τεχνολογιών για την αύξηση της ανταγωνιστικότητας του ελληνικού κρέατος» που συγχρηματοδοτείται από την Ελλάδα και την Ευρωπαϊκή Ένωση*

#### Ιστορική αναδρομή

Η συσκευασία του κρέατος πια είναι μια διαδικασία αρκετά πιο πολύπλοκη από το χάρτινο περιτύλιγμα του κρεοπώλη. Ένα μεγάλο ποσοστό της παραγωγής κρέατος συσκευάζεται στο τεμαχιστήριο και παρουσιάζεται στον καταναλωτή ως έτοιμο προς αγορά ή ακόμα και κατανάλωση προϊόν. Η συσκευασία βρίσκεται σε άμεση αλληλεπίδραση με το κρέας, αποτελώντας ένα σύστημα που μπορεί να διατηρήσει ή ακόμα και να βελτιώσει τα χαρακτηριστικά του κρέατος όπως

την υγιεινή, την εμφάνιση, την συγκράτηση του ύδατος, τη μικροβιακή ποιότητα, τη σταθερότητα των λιπιδίων, τη διατροφική αξία, τη γευστικότητα (υφή, γεύση και άρωμα). Αυτό απαιτεί προσεκτικό σχεδιασμό της συσκευασίας έτσι ώστε να ανταποκρίνεται στις ανάγκες του κάθε προϊόντος. Άλλοι παράγοντες που ενδιαφέρουν είναι η ευκολία – χρησιμότητα και οι πληροφορίες για το προϊόν που αυτή μπορεί να φέρει. Τα χαρακτηριστικά της συσκευασίας επηρεάζουν εκτός των άλλων και την πρόθεση αγοράς από τους καταναλωτές οι οποίοι και διαμορφώνουν τις απαιτήσεις σχετικά με την προμήθεια ελκυστικών και υγιεινών προϊόντων.

### Τύποι συσκευασίας κρέατος

Οι επιλογές συσκευασίας για το νωπό κρέας υπό ψύξη και τα παρασκευάσματα κρέατος είναι αρκετές. Αν και όλοι οι τύποι συσκευασίας μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τα περισσότερα προϊόντα με κρέας, οι επιλογές συσκευασίας για συγκεκριμένες κοπές ή προϊόντα εξαρτώνται συνήθως από τις απαιτήσεις των καταναλωτών σχετικά με τα επιθυμητά χαρακτηριστικά του κρέατος και τη δυνατότητα συντήρησής του. Οι τύποι συσκευασίας κυμαίνονται από διαπερατές μεμβράνες περιτύλιξης για τη βραχυπρόθεσμη συντήρηση του νωπού κρέατος υπό ψύξη έως τη χρήση υλικών μη διαπερατών με συντήρηση υπό κενό, με αναπλήρωση αερίων ή υπό τροποποιημένες ατμόσφαιρες για μεγαλύτερης διάρκειας αποθήκευση ανάλογα με τα επιθυμητά χαρακτηριστικά και τις εφαρμογές. Η διαπερατή από τον αέρα συσκευασία επιτρέπει την επαφή της μυοσφαιρίνης με το οξυγόνο προς σχηματισμό της χαρακτηριστικά κόκκινης οξυμυοσφαιρίνης μέχρι αναγωγικής εξαντλήσεως, οπότε ακολουθεί η παραγωγή της καφέ χρώματος μεταμυοσφαιρίνης. Η συσκευασία για τη μακρόχρονη συντήρηση του νωπού ή επεξεργασμένου κρέατος συνήθως πραγματοποιείται σε ανοξικό περιβάλλον, το οποίο προκαλεί σχηματισμό δεοξυμυοσφαιρίνης στο νωπό κρέας και διατηρεί τις νιτροζυλιωμένες χρωστικές αίμης (nitrosyl hemochrome pigments) στο κρέας ωρίμανσης.

Όπως αναφέρθηκε, οι κύριες κατηγορίες συσκευασίας για το κρέας (McMillin, 2008) είναι οι διαπερατές, οι υπό κενό και οι υπό τροποποιημένη ατμόσφαιρα συσκευασίες (MAP). Η διαπερατή συσκευασία πραγματοποιείται με υλικά που παρουσιάζουν ποικίλου βαθμού διαπερατότητα στον αέρα με συνέπεια να σχηματίζεται οξυμυοσφαιρίνη μετά από επαφή του ατμοσφαιρικού οξυγόνου με την επιφάνεια του κρέατος. Υλικά όπως οι μεμβράνες πολυβινυλοχλωριδίου (PVC) ή χλωριούχου πολυβινυλιδενοχλωριδίου (PVdC) χρησιμοποιούνται για τη συσκευασία του κρέατος σε δίσκους με συμβατική περιτύλιξη. Στη συσκευασία κενού απομακρύνεται ο ατμοσφαιρικός αέρας και σφραγίζεται ερμητικά η συσκευασία για τη διατήρηση του κενού, ενώ στη συσκευασία υπό τροποποιημένες ατμόσφαιρες απομακρύνεται ο ατμοσφαιρικός αέρας και αντικαθίσταται με μίγμα αερίων που έχει την επιθυμητή σύσταση αποτελούμενο συνήθως από οξυγόνο, άζωτο και διοξείδιο του άνθρακα. Το οξυγόνο ( $O_2$ ) ευθύνεται για την εμφάνιση αρχικά κόκκινου χρώματος λόγω οξυμυοσφαιρίνης που τελικά οξειδώνεται σε μεταμυοσφαιρίνη δίνοντας καφέ χρώμα. Έχει δράση αναστολής των υποχρωστικών αναερόβιων και μικροαερόφιλων μικροβίων. Το άζωτο ( $N_2$ ) γενικά θεωρείται αδρανές και χρησιμοποιείται ως αέριο πλήρωσης της συσκευασίας. Το διοξείδιο του άνθρακα ( $CO_2$ ) χρησιμοποιείται για την μικροβιακή αναστολή των αερόβιων μικροοργανισμών που αποτελούν την πλειονότητα των μικροβίων αλλοίωσης. Εκτός αυτών μπορεί να χρησιμοποιηθεί μονοξείδιο του άνθρακα (CO) γιατί μετά από επαφή του με τον μυϊκό ιστό παράγεται η κόκκινου χρώματος καρβοξυμυοσφαιρίνη, ένωση σταθερότερη από την οξυμυοσφαιρίνη. Η σύνθεση του μίγματος χρησιμοποιείται σε διάφορες αναλογίες για να προσδώσει τα επιθυμητά χαρακτηριστικά (McMillin, 2008). Το κρέας μετά την αρχική διαμόρφωση σε κοπές στο τεμαχιστήριο μπορεί να συσκευαστεί σε σάκους ή θήκες κενού για μεταφορά σε χώρους λιανικής πώλησης. Εάν μετά την αρχική συσκευασία υπό κενό οι αρχικές κοπές πρόκειται να εκτεθούν στη λιανική σε μικρότερες συσκευασίες, τότε προτιμώνται οι διαπερατές στον αέρα συσκευασίες, έτσι ώστε το κρέας να έχει κόκκινο χρωματισμό όταν παρουσιαστεί στους καταναλωτές. Στη συσκευασία με περιτύλιξη χρησιμοποιείται συνήθως μεμβράνη διαπερατή στον αέρα, μη διαπερατή στην υγρασία, που παίρνει τη μορφή του κρέατος. Οι καταναλωτές έχουν συνδέσει το κόκκινο χρώμα του κρέατος με τη νωπότητα, το οποίο οφείλεται στην παραγωγή οξυμυοσφαιρίνης με αντίδραση της μυοσφαιρίνης με το ατμοσφαιρικό οξυγόνο κατά τη βραχυπρόθεσμη συντήρησή του. Η συσκευασία σε κενό αποτρέπει τον καφέ αποχρωματισμό που εμφανίζεται με την παραγωγή μεταμυοσφαιρίνης. Παρόλα αυτά προκαλεί μωβ χρωματισμό του νωπού κρέατος ο οποίος δεν είναι αποδεκτός από τους καταναλωτές. Τα περισσότερα επεξεργασμένα ή ωριμασμένα τεμάχια κρέατος συσκευάζονται υπό κενό ή υπό τροποποιημένες ατμόσφαιρες με υλικά μη διαπερατά. Η συμβατική συσκευασία κενού αντικαθίσταται από συσκευασία θερμοδιαμόρφωσης σε ορισμένες εφαρμογές για μικρότερα προϊόντα λιανικής πώλησης, όπου δημιουργείται πλαστική μεμβράνη γύρω από το προϊόν χωρίς παραμόρφωση σχήματος (McMillin, 2017).

Η συσκευασία περιτύλιξης εξακολουθεί να είναι ο συνηθέστερος τύπος συσκευασίας για το νωπό κρέας στη λιανική πώληση, επειδή το κόκκινο χρώμα που αυτό εμφανίζει ζητείται από τους καταναλωτές. Τον τελευταίο καιρό εμφανίζεται τάση μείωσης της συσκευασίας περιτύλιξης και ταυτόχρονη άνοδος των συσκευασιών υπό τροποποιημένες

ατμόσφαιρες, με την τελευταία να είναι η τρίτη συχνότερη μέθοδος συσκευασίας για το κρέας μετά τη συσκευασία περιτύλιξης και τη συσκευασία υπό κενό δεδομένου ότι εμφανίζει σημαντικά πλεονεκτήματα (επιμήκυνση του χρόνου ζωής με έλεγχο της χλωρίδας αλλοίωσης και κατά συνέπεια μείωση των επιστροφών και απορρίψεων τροφίμων). Όμως ο καταναλωτής δεν είναι εξοικειωμένος με την εμφάνισή του κρέατος σε αυτή. Αναφορικά με τις προτιμήσεις των καταναλωτών, οι περισσότεροι (88%) προσδοκούν να αγοράσουν τον κιμά σε συσκευασίες περιτύλιξης. Οι αγοραστές κιμά επηρεάζονται περισσότερο από το χρώμα του και την ημερομηνία λήξης, ενώ η τιμή και η μικρή περιεκτικότητα σε λίπος αποτελούν επίσης παράγοντα επιλογής (Salvage, 2014). Σε μελέτες της ευρωπαϊκής καταναλωτικής συμπεριφοράς, το 73% προτιμούσε συσκευασίες κενού ενώ για το 54,7% η συσκευασία υπό τροποποιημένες ατμόσφαιρες ήταν αποδεκτή (Van Wezemaal et al, 2011). Η ασφάλεια του κρέατος ως τρόφιμο αποτελεί προαπαιτήση για τους ευρωπαίους καταναλωτές με αποτέλεσμα οι αλλαγές στη συσκευασία που δεν τους ήταν οικείες να επηρεάζουν αρνητικά την επιλογή τους. Η πλειονότητα επίσης δεν προτιμούσε (41%) ή είχε ουδέτερη άποψη (35,9%) σχετικά με τη χρήση συντηρητικών τροφίμων που απελευθερώνονται από υλικά συσκευασίας. Αντίθετα η ενσωμάτωση φυσικών προϊόντων στη συσκευασία είχε θετική αποδοχή σε ποσοστό 36,6% και ουδέτερη στο 40,3%, ενώ η συσκευασία με ωφέλιμους μικροοργανισμούς είχε αποδοχή στο 30,4% και ουδέτερη στο 35,5% (Van Wezemaal et al., 2011). Οι καταναλωτές στις Η.Π.Α. φαίνεται ότι προτιμούν τη μεγαλύτερη διάρκεια ζωής, εφόσον κατανοούν την τεχνολογία. Οι καταναλωτές στην Ευρώπη και στις Η.Π.Α. προτιμούν το βόειο κρέας που έχει έντονο κόκκινο χρώμα. Μάλιστα στις Η.Π.Α. είναι επιτρεπτή η χρήση CO σε κρέας ή προϊόντα κρέατος σε συγκέντρωση που δεν υπερβαίνει το 0,4% του μίγματος αερίων (FSIS, 2017).

## Εξελίξεις στη συσκευασία κρέατος

### Υλικά συσκευασίας

Τα πλαστικά αποτελούν ελκυστικά, υγιεινά και εύχρηστα υλικά που βελτιώνουν την αποδοχή των προϊόντων κρέατος από τους καταναλωτές. Τα χαρακτηριστικά των υλικών συσκευασίας έχουν αναπτυχθεί για να διατηρούν τις επιθυμητές ιδιότητες του κρέατος κατά τη συντήρηση. Τα συχνότερα πολυμερή για τη συσκευασία του κρέατος είναι το πολυαιθυλένιο χαμηλής πυκνότητας (low-density polyethylene, LDPE), το πολυαιθυλένιο υψηλής πυκνότητας (high-density polyethylene, HDPE), το πολυπροπυλένιο (polypropylene, PP), το πολυτετραφθοροαιθυλένιο (polytetrafluoroethylene, PTFE) και το νάιλον (πολυαμίδιο), ενώ σε μικρότερη συχνότητα χρησιμοποιούνται άλλα πλαστικά όπως διάφοροι πολυεστέρες, το πολυβινυλοχλωρίδιο (Polyvinyl chloride, PVC), το πολυβινυλιδενοχλωρίδιο (Polyvinylidene chloride, PVDC), το πολυστυρένιο και ο οξικός αιθυλενικός βινυλεστέρας (Ethylene Vinyl Acetate, EVA) (Marsh & Bugusu, 2007).

Λόγω της ευαισθητοποίησης του κοινού σχετικά με θέματα προστασίας του περιβάλλοντος, ιδιαίτερη προσοχή έχει δοθεί τον τελευταία καιρό στην ικανότητα βιοαποικοδόμησης ή ανακύκλωσης των υλικών συσκευασίας. Η επίπτωση χρήσης των υλικών συσκευασίας εξαρτάται από την δυνατότητα διάσπασης ή ανακύκλωσής τους, αλλά και από την ποσότητα που απορρίπτεται μέσω των αυξημένων αναγκών συντήρησης. Έτσι υλικά με βελτιωμένα λειτουργικά χαρακτηριστικά και μεγαλύτερη διάρκεια ζωής μειώνουν την επίπτωση αυτών στο περιβάλλον. Οι βρώσιμες μεμβράνες και επικαλύψεις συνήθως ικανοποιούν τις απαιτήσεις των καταναλωτών για πιο φυσικά τρόφιμα με σεβασμό στο περιβάλλον. Βιοπολυμερή και κυρίως υδροκολλοειδή όπως πολυσακχαρίτες (π.χ. κυτταρίνη, άμυλο, αλγινικά άλατα, χιτοζάνη, κόμμεα, πηκτίνες) ή πρωτεΐνες ζωικής ή φυτικής προέλευσης έχουν χρησιμοποιηθεί για το σχηματισμό μεμβρανών με επιθυμητές μηχανικές και λειτουργικές ιδιότητες (Buonocore & Iannace, 2013). Επίσης οι μεμβράνες αλγινικής πουλουλάνης (pullulan alginate) είναι ιδιαίτερα υδατοδιαλυτές, αδιαπέρατες από οξυγόνο και υπάρχει η δυνατότητα θερμικής σύγκλεισής τους. Οι Kaewprachu et al (2016) εξέτασαν τις φυσικές, χημικές, θερμικές ιδιότητες και τη διαπερατότητα βιοαποικοδομήσιμων μεμβρανών με βάση την πρωτεΐνη (ζελατίνη βοοειδών, ζελατίνη δέρματος γατόψαρου, πρωτεΐνες σόγιας, μυϊκές πρωτεΐνες και πρωτεΐνες ορού γάλακτος) σε σχέση με το PVC, καταλήγοντας ότι αυτές θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν ως εναλλακτική λύση για τη συσκευασία τροφίμων. Ωστόσο, οι ιδιότητες των βιοπολυμερών συνήθως είναι υποδεέστερες των συμβατικών πλαστικών και είναι μάλλον απίθανο να τα αντικαταστήσουν πλήρως. Παρόλα αυτά υπάρχουν αρκετές βιολογικής προέλευσης πρωτεϊνικές ουσίες που μπορούν να δώσουν μεμβράνες με τα κατάλληλα χαρακτηριστικά. Πιθανές τέτοιες ουσίες είναι η ζελατίνη αραβοσίτου, η γλουτένη σίτου, οι πρωτεΐνες σόγιας και ήλιου, οι πρωτεΐνες γάλακτος, οι μυϊκές πρωτεΐνες, το κολλαγόνο, η ζελατίνη και η κερατίνη των φτερών (Gomez-Estaca et al, 2016).

Τα αιθέρια έλαια από αρωματικά φυτά δε θεωρούνται από τους καταναλωτές ως συνθετικά πρόσθετα και η εφαρμογή τους στην ενεργή συσκευασία τροφίμων είναι γενικά αποδεκτή. Μειονέκτημά τους όμως είναι ότι μπορούν να προσδώσουν έντονο άρωμα στο κρέας. Το πρόβλημα αυτό αντιμετωπίζεται με τεχνολογίες όπως η ενθυλάκωση των

αιθέριων ελαίων σε νανογαλακτώματα και η εφαρμογή των αιθέριων ελαίων σε συνδυασμό με άλλες διαδικασίες ή συστατικά (Fang et al., 2017).

Τα νανούλικά μπορούν να διαμορφώσουν μεμβράνες με πάχος μικρότερο από 100 nm και με βάση αυτά μπορούν να παραχθούν ιδιαίτερα ανθεκτικά υλικά στη μηχανική δράση και στη θερμότητα ελάχιστης διαπερατότητας (Agora & Padua, 2010), χαρακτηριστικά τα οποία είναι κατάλληλα για χρήση σε συσκευασίες κρέατος που χρησιμοποιούνται για θέρμανση προϊόντων κρέατος. Τέτοια νανούλικά μπορεί να είναι οι νανοπηλοί, οι νανοσωλήνες άνθρακα ή οι νανοσωλήνες γραφένιου με φορέα βιολογικά πολυμερή όπως το άμυλο, η κυτταρίνη, το πολυγαλακτικό οξύ ή πρωτεΐνες (Agora & Padua, 2010). Η ενσωμάτωση των νανοσωματιδίων καθιστά αποτελεσματικότερη την παραγωγή και χρήση βιολογικών πολυμερών λόγω της μικρότερης ποσότητας που απαιτείται και των καλύτερων χαρακτηριστικών. Παρότι τα εμπορικά διαθέσιμα συστήματα είναι ελάχιστα, υπάρχει μεγάλη ερευνητική δραστηριότητα σε αυτόν τον τομέα. Σύνθετες μεμβράνες με αυξημένη αντοχή σε εφελκυσμό, εξαιρετική αδιαπερατότητα στα λίπη και μειωμένη διαπερατότητα στους υδρατμούς έχουν παραχθεί με κυτταρίνη / αλγινικά, πολτό σημύδας, μικροΐνες / νανοΐνες κυτταρίνης / σημύδας και νανοΐνες ανιονικής δικαρβοξυλικής κυτταρίνης (Sirvió et al., 2014). Ιδιαίτερα υποσχόμενη είναι η επικάλυψη των συμβατικών πλαστικών με πολύ λεπτά στρώματα νανοκυτταρίνης, τεχνολογία που όμως πρέπει να ξεπεράσει το πρόβλημα της ασθενούς προσκόλλησης της υδρόφιλης κυτταρίνης στο υδρόφοβο πλαστικό. (Li et al., 2015)

Η εφαρμογή υπερυψηλής υδροστατικής πίεσης (high pressure processing, HPP) αποτελεί μια από τις υποσχόμενες τεχνολογίες συντήρησης του κρέατος δεδομένου ότι για την επεξεργασία συσκευασμένων τροφίμων (McMillin, 2017). Απαραίτητη προϋπόθεση είναι τα υλικά συσκευασίας και οι μεμβράνες να είναι ανθεκτικά στην υψηλή πίεση και στις μεταβολές της, να μην μεταφέρονται στο τρόφιμο ακόμα και σε συνθήκες υψηλής πίεσης και να διατηρούν τις ιδιότητές τους έστω και μετά από την επεξεργασία. Οι συσκευασίες πρέπει να είναι ελαστικές έτσι ώστε να αντέχουν στην παραμόρφωση κατά τη συμπίεση, να διατηρούν την ακεραιότητά τους και να έχουν επαρκείς ιδιότητες διαπερατότητας. Σε συσκευασίες υπερυψηλής πίεσης διερευνάται η δυνατότητα ενσωμάτωσης αντιμικροβιακών ή αντιοξειδωτικών ενώσεων από το υλικό συσκευασίας στο τρόφιμο. Έως σήμερα η μόνη επιτρεπόμενη βακτηριοκίνη είναι η νισίνη με τις αντιμικροβιακές ενώσεις θεωρούνται πρόσθετα τροφίμων (McMillin, 2017). Η συσκευασία που περιέχει αντιοξειδωτικά έχει δοκιμαστεί για την ελαχιστοποίηση της οξειδωσης των λιπιδίων σε κρέας πουλερικών μετά από υπερυψηλή πίεση.

### Ενεργή συσκευασία

Η ενεργή συσκευασία είναι το σύστημα στο οποίο το προϊόν, η συσκευασία και το περιβάλλον αλληλεπιδρούν προς βελτίωση των χαρακτηριστικών του τροφίμου. Συχνά επιτυγχάνεται με την ενσωμάτωση δραστικών ενώσεων στα υλικά συσκευασίας με σκοπό την απορρόφηση ουσιών από το τρόφιμο ή το περιβάλλον, ή με την απελευθέρωση παραγόντων από τη συσκευασία στο περιβάλλον ή στα τρόφιμα. Συνήθως το επιθυμητό αποτέλεσμα είναι η συντήρηση ή η αύξηση του χρόνου ζωής του προϊόντος (Yam et al., 2005). Η ενεργή συσκευασία μπορεί να έχει χημειοδραστικές και / ή βιοδραστικές ουσίες.

Οι κανονισμοί 1935/2004/EK και 450/2009/EK προβλέπουν ειδικούς κανόνες για τη χρήση νέων υλικών και ενώσεων για την ενεργό διατήρηση ή συντήρηση των τροφίμων. Οι συνήθεις προσεγγίσεις περιλαμβάνουν είτε την προσθήκη των δραστικών ενώσεων σε σερβιέτα εντός της συσκευασίας ή την ενσωμάτωση ανόργανων σωματιδίων στη μεμβράνη της συσκευασίας για την ελεγχόμενη απελευθέρωση ενεργών ενώσεων. Οι οδηγίες της ΕΕ περιλαμβάνουν επίσης σκευάσματα για την απορρόφηση χημικών ουσιών από το τρόφιμο ή γενικότερα από τη συσκευασία (Fang et al., 2017). Η ενεργή συσκευασία προτείνεται για τον έλεγχο της υγρασίας, των συγκεντρώσεων οξυγόνου και διοξειδίου του άνθρακα, των οσμών, την ενίσχυση της γευστικότητας καθώς και τη διασπορά αντιμικροβιακών παραγόντων (de Kruijff et al., 2002) Η απελευθέρωση από σακουλάκια ή σερβιέτες μπορεί να χρησιμοποιηθεί για αντιμικροβιακές ή αντιοξειδωτικές ενώσεις όπως συστατικά αιθέριων ελαίων, ισοθειοκυανικό αλλύλιο, διοξείδιο του χλωρίου και αιθανόλη. Τα απορροφητικά σακουλάκια χρησιμοποιούνται για την απορρόφηση υγρών ή αέριων και μπορεί να είναι εμποτισμένα με νανοσωματίδια αργύρου, χαλκού ή οξειδίου του χαλκού (Otonari et al., 2016).

Σε συσκευασίες τροποποιημένης ατμόσφαιρας μπορεί να μειωθεί ο ελεύθερος χώρος αν συνδυαστεί με εκπομπές CO<sub>2</sub> μειώνοντας την αναλογία όγκου αερίου προς προϊόν ενώ παράλληλα έχει άμεσες αντιμικροβιακές επιδράσεις σε ορισμένους μικροοργανισμούς. Μεμβράνες συσκευασίας κενού που περιέχουν κρυστάλλους νιτρικών προσδίδουν κόκκινο χρώμα στο κρέας και επεκτείνουν τη διάρκεια ζωής κατά περίπου 10 φορές περισσότερο από την περιτύλιξη ή 21 ημέρες για το ψυγμένο βοδινό κρέας παρέχοντας μια εναλλακτική λύση στη MAP με τη χρήση δίσκων ρητίνης πολυστυρενίου και μεμβράνη PVC για τη συσκευασία κρέατος υπό ψύξη σε μεγάλα τεμάχια (Reynolds, 2012). Οι ενζυμικές αντιδράσεις μεταξύ κρυστάλλων νιτρικών και του κρέατος προκαλούν το σχηματισμό αρχικά νιτρικού οξειδίου και μετέπειτα της κόκκινου χρώματος νιτροζομυσοφαιρίνης. Στις Η.Π.Α. το κρέας που περιέχει νιτρώδες νάτριο συντηρείται έως 34 ημέρες για τα τεμάχια κρέατος και 36 ημέρες για τις κοπές του (FSIS, 2017).

Η ύπαρξη οξυγόνου εντός των συσκευασιών μειώνει τη διάρκεια ζωής του κρέατος και τελικά υποβαθμίζει την ποιότητα λόγω οξειδωτικών διεργασιών. Συνεπώς η απομάκρυνση του O<sub>2</sub> από τη συσκευασία κενού ή MAP είναι επιθυμητή. Οι συσκευές δέσμευσης οξυγόνου χρησιμοποιούνται για τη μείωση των καταλοίπων O<sub>2</sub> σε όσο το δυνατόν χαμηλότερο επίπεδο, καθώς ακόμη και το 0,05% του υπολειμματικού O<sub>2</sub> μπορεί να προκαλέσει οξείδωση χρωστικών και λιπιδίων (McMillin, 2008). Οι ουσίες που δεσμεύουν το οξυγόνο είναι συνήθως σωματίδια σιδήρου ή θειούχου σιδήρου, ενώ μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθεί ασκορβικό, θειώδη άλατα, κατεχόλη και ένζυμα όπως η οξειδάση της γλυκόζης (Brody et al, 2008). Ειδικότερα στις μη διαπερατές συσκευασίες επιδιώκεται η αφαίρεση των οσμών που δημιουργούνται φυσιολογικά στο κρέας, χωρίς όμως να καλύπτονται και οι οσμές αλλοίωσης. Αυτό θα μπορούσε να επιτευχθεί με το συνδυασμό απομάκρυνσης οσμών και έξυπνων ανιχνευτών ελέγχου της αλλοίωσης. Η δυσκολία σχετικά με τη χρήση ανιχνευτών είναι ότι σπηρίζονται συνήθως σε ένα πτητικό συστατικό.

#### Αντιοξειδωτική συσκευασία

Τα αντιοξειδωτικά μπορεί να είναι συνθετικές ή φυσικές ουσίες που χρησιμοποιούνται για την πρόληψη της οξείδωσης των λιπιδίων, την μείωση των δυσάρεστων οσμών και τη σταθερότητα του χρώματος. Υπάρχουν πολλές διαφορετικές ενώσεις που έχουν χρησιμοποιηθεί για το κρέας και τα προϊόντα με βάση το κρέας, με τις σύγχρονες τάσεις να προτείνουν τη χρήση φυσικών αντιοξειδωτικών έτσι ώστε να μετριαστούν οι ανησυχίες για την ασφάλεια των συνθετικών αντιοξειδωτικών. Η συσκευασία με αντιοξειδωτική δράση είτε απελευθερώνει παράγοντες στο τρόφιμο ή απομακρύνει ανεπιθύμητες ενώσεις όπως το οξυγόνο, οι ελεύθερες ρίζες ή τα ιόντα μετάλλων. Βασικό πλεονέκτημα των αντιοξειδωτικών στα υλικά συσκευασίας έναντι της άμεσης προσθήκης αντιοξειδωτικών στην τροφή είναι η ελεγχόμενη σταδιακή απελευθέρωση της δραστηρικής ένωσης. Οι αντιοξειδωτικές ουσίες μπορεί να περιέχονται σε ανεξάρτητους περιέκτες, όπως σε σακουλάκια, ή ενσωματωμένες στο υλικό συσκευασίας (Gomez-Estaca et al, 2016).

#### Αντιμικροβιακή συσκευασία

Η ασφάλεια των τροφίμων και η πρόληψη των τροφιμογενών νόσων στηρίχτηκε διαχρονικά στην ανάπτυξη τεχνολογιών επεξεργασίας και συσκευασίας. Οι διάφορες τεχνολογίες συντήρησης και συσκευασίας κρέατος με τις χημικές παρεμβάσεις (χλώριο, οργανικά οξέα και άλατά τους, υπεροξικό οξύ, οξινισμένο χλωριώδες νάτριο, τριφωσφορικό νάτριο, όζον), την προσθήκη βιολογικών παραγόντων (εκχυλίσματα φυτών και αιθέρια έλαια, βακτηριοσίνες, βακτηριοφάγοι) και φυσικές τεχνικές (παστερίωση ατμού, ακτινοβολία, θέρμανσης υψηλής συχνότητας, επεξεργασία υψηλής πίεσης, παλμικό ηλεκτρικό πεδίο, υπερηχογράφημα, ταλαντευόμενα μαγνητικό πεδίο) έχουν ως κύριο στόχο τη συντήρηση του κρέατος και την εν γένει προστασία του καταναλωτή. Οι ενεργές συσκευασίες μπορούν να έχουν αντιμικροβιακή δράση μέσω των συλλεκτών οξυγόνου, των συλλεκτών και ρυθμιστών υγρασίας, των παραγωγών διοξειδίου του άνθρακα, της παραγωγής αιθανόλης και των μεταναστευόντων ενώσεων (Suprakul et al, 2003).

Οι αντιμικροβιακοί παράγοντες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε συσκευασίες περιλαμβάνουν οργανικά οξέα, όξινα άλατα, ανυδρίτες οξέων, παραβενζοϊκά οξέα, αλκοόλη, βακτηριοσίνες, λιπαρά οξέα και τους εστέρες τους, διάφορους χηλικούς παράγοντες, ένζυμα, μέταλλα, αντιοξειδωτικά, αντιβιοτικά / μυκητοκτόνα, απολυμαντικά, πολυσακχαρίτες, φαινολικές ενώσεις, πτητικές ενώσεις φυτικής προέλευσης, εκχυλίσματα φυτών και μπαχαρικών και προβιοτικά (McMillin, 2017). Οι οδηγίες της ΕΕ ορίζουν τις αντιμικροβιακές ουσίες ως βιοκτόνα, οι οποίες θα επιτρεπόταν στη συσκευασία τροφίμων μόνον εάν δεν υπήρχε άμεση επίδραση στην ποιότητα των τροφίμων. Έτσι αυτές οι ουσίες πρέπει να μην απελευθερώνονται στο τρόφιμο, να μην έχουν δράση ως συντηρητικό σε αυτό και να μην εμφανίζεται μικροβιακή αντοχή σε αυτές (Quintavalla & Vicini, 2002).

Οι μεμβράνες που έχουν μελετηθεί για αντιμικροβιακή δράση περιλαμβάνουν μεμβράνες με βάση την χιτοζάνη βιοαποικοδομήσιμα πολυσακχαρίδια, μεμβράνες πρωτεϊνικής φύσης με ενεργούς παράγοντες και υλικά με βάση το πολυγαλακτικό οξύ (McMillin, 2017). Διάφορα πεπτιδία με αντιμικροβιακή δράση έχουν βρει ευρεία εφαρμογή και μπορούν να ενσωματωθούν σε υλικά συσκευασίας (Espitia et al., 2012). Τα προβλήματα που συνδέονται με τη χρήση τους, όπως η πιθανή τοξικότητα, η ευαισθησία στις πρωτεάσες και το μεγάλο κόστος παραγωγής, μπορούν να επιλυθούν με τη συνθετική παραγωγή τους. Ενεργές συσκευασίες μπορεί να διαμορφωθούν με τη χρήση φυσικών αντιμικροβιακών ενώσεων (π.χ. παράγωγα μπαχαρικών, γαλακτικό οξύ, νισίνη) ενσωματωμένων σε βιοπολυμερή (τροποποιημένο άμυλο, πρωτεΐνη σόγιας, καρβοξυμεθυλοκυτταρίνη, χιτοζάνη και κεριά) σε απλά υλικά συσκευασίας (Khwaldia, et al, 2010).

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, έχουν μελετηθεί διάφοροι συνδυασμοί βιοαποικοδομήσιμων υλικών και ενώσεων με αντιμικροβιακές ιδιότητες. Τέτοιοι συνδυασμοί μεταξύ άλλων είναι μεμβράνες πολυγαλακτικού οξέος επικαλυμμένες με lauric arginate (Theinsathid et al, 2012), μεμβράνες χιτοζάνης με αιθέριο έλαιο κανέλας, μεμβράνη πολυσακχαριτών σόγιας με αιθέρια έλαια *Zataria multiPora* και μέντας, σύνθετες μεμβράνες χιτοζάνης και αμύλου με προσθήκη 0.5% cinnamaldehyde για τη συντήρηση κρέατος αίγας, κ.α. (Salarbashi et al., 2016). Τέλος, η χρήση της ηλεκτροϊντοποίησης (electrospinning) έχει προταθεί για τη δημιουργία υμενίων πάχους μερικών νανόμετρων έως μικρόμετρων όπου ανά-



μεσα στις ίνες προστίθενται αντιμικροβιακές ενώσεις όπως π.χ. μόρια γαλλικού οξέος ή παραγώγων αιθέριων ελαίων (Neo et al., 2013). Παρότι η έρευνα στις μεμβράνες με αντιμικροβιακή δράση είναι σημαντική, μόνο υλικά με ιόντα αργύρου έχουν βρει το δρόμο προς την εμπορική αξιοποίηση.

### Έξυπνες συσκευασίες

Οι έξυπνες συσκευασίες συνήθως αναφέρονται σε ανιχνευτές ή δείκτες που αντίστοιχα ειδοποιούν ή αλλάζουν κάποια περιοχή στη συσκευασία. Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή νομοθεσία (ΕΚ 450/2009) ως «νοήμονα υλικά και αντικείμενα» νοούνται τα υλικά και τα αντικείμενα που ελέγχουν την κατάσταση του συσκευασμένου τρόφιμου ή του περιβάλλοντος του. Η ιχνηλασιμότητα, παρακολούθηση και τήρηση αρχείων θα μπορούσε να βελτιωθεί μέσω της συλλογής και επεξεργασίας δεδομένων από συσκευές ταυτοποίησης και τηλεπισκόπησης. Τέτοιες είναι οι ετικέτες γραμμωτού κώδικα, οι ετικέτες ταυτοποίησης μέσω ραδιοσυχνότητας (Radio Frequency Identification, RFID), οι χρονοθερμοκρασιακοί δείκτες (time temperature indicator, TTI), οι δείκτες πτητικών ενώσεων και οι βιοαισθητήρες (Yam et al., 2005). Οι δείκτες συνήθως εμφανίζουν αλλαγές που σχετίζονται με την ανίχνευση ή απουσία μιας ένωσης, την χημική αντίδραση μεταξύ δύο ή περισσότερων ενώσεων, ή την αύξηση της συγκέντρωσης μιας συγκεκριμένης ένωσης ή κατηγορία ενώσεων. Τις περισσότερες φορές, οι πληροφορίες αυτές εμφανίζονται ως άμεσες οπτικές αλλαγές, π.χ. διαφορετικό χρώμα ή διάχυση μιας χρωστικής κατά μήκος ενός γεωμετρικού σχήματος. Ένα ιδιαίτερο χαρακτηριστικό των δεικτών είναι ότι η ανίχνευση είναι ποιοτική ή ημιποσοτική στην καλύτερη περίπτωση. Παρά τη μεγάλη ποικιλία δεικτών, αυτοί μπορούν να χωριστούν σε τρεις κατηγορίες, στους δείκτες χρόνου-θερμοκρασίας, στους δείκτες νωπότητας και στους δείκτες αερίων (Ghaani et al., 2016). Η εφαρμογή ανάλογων συσκευασιών έχει σημαντικά πλεονεκτήματα. Στον τομέα της ασφάλειας και συντήρησης η έξυπνη συσκευασία προσφέρει εξατομικευμένη και πραγματικού χρόνου πληροφόρηση σχετικά με την κατάσταση του τρόφιμου. Εκτός αυτών σύγχρονοι αισθητήρες επιτρέπουν την ανίχνευση παθογόνων σε πραγματικό χρόνο και ανά συσκευασία. Η πληροφόρηση τέλος του καταναλωτή μέσω της χρήσης έξυπνων κινητών τηλεφώνων και συσκευών επιτρέπει την άμεση ενημέρωσή του σχετικά με τους δυνητικούς κινδύνους από την κατανάλωση του συγκεκριμένου τρόφιμου καθώς και τις ορθές πρακτικές επεξεργασίας του.

Οι χρονοθερμοκρασιακοί δείκτες έχουν αναπτυχθεί για να βοηθήσουν μεταποιητές και καταναλωτές να επισημάνουν τους συνδυασμούς θερμοκρασίας χρόνου που μπορούν να μειώσουν την ποιότητα ή να καταστήσουν το τρόφιμο μη ασφαλές. Σχετικά με την αξιοπιστία τους λίγοι είναι οι δείκτες που μπορούν με αξιοπιστία να απεικονίσουν το ιστορικό του κρέατος και κατά συνέπεια να προβλέψουν την καταλληλότητά του, κυρίως γιατί απεικονίζονται οι μεταβολές της συσκευασίας και όχι του κρέατος. Κατά συνέπεια απαιτείται προσεκτικός σχεδιασμός του δείκτη σε αποκλειστικότητα με το υπό συσκευασία, καθώς και μείωση του σχετικά αυξημένου κόστους παραγωγής τους. Η εφαρμογή υλικών όπως οι φωτονικοί κρύσταλλοι και τα νανοϋλικά μπορεί να δώσει λύσεις στην ασφάλεια, ακρίβεια και στο κόστος παραγωγής ανάλογων δεικτών (Wang et al., 2015). Οι Ευρωπαίοι καταναλωτές γενικότερα εκτιμούν και κατανοούν την τεχνολογία των έξυπνων δεικτών, αλλά οι εμπορικά διαθέσιμοι δείκτες δεν ανταποκρίθηκαν στις προσδοκίες τους σχετικά τις πληροφορίες που αυτοί μπορούσαν να δώσουν (Penanen et al., 2015). Για να γίνει κατανοητή η σημασία ανάλογων δεικτών στη συντήρηση του κρέατος, η διάρκεια ζωής νωπού χοιρινού κρέατος υπό ξεπέρασε τις 56 ημέρες σύμφωνα με τις ενδείξεις θερμοκρασίας και  $O_2$  και συμβατικές τεχνικές εκτίμησης ποιότητας. Πολλοί ερευνητές έχουν ασχοληθεί και αναπτύξει ανιχνευτές παθογόνων μικροοργανισμών, βιοαισθητήρες, δείκτες αερίων και νωπότητας, με ελάχιστους όμως από αυτούς να αξιοποιούνται εμπορικά (Fang et al., 2017). Προβλήματα όπως οι μη αναστρέψιμες αλληλεπιδράσεις και κατά συνέπεια η καταστροφή των δεικτών με την επαφή με στοιχεία της συσκευασίας ή του κρέατος πρέπει να λυθούν πριν την αποτελεσματική εφαρμογή του με αυτές να είναι μερικές μόνο από τις δυσκολίες της εφαρμογής αυτών των τεχνολογιών στην πράξη (Fang et al., 2017).

### Μελλοντικές τάσεις στη συσκευασία κρέατος

Με την αγοράς κρέατος να κινείται στην προσφορά προς τον καταναλωτή μικρών τυποποιημένων συσκευασιών κρέατος για νωπό υπό ψύξη ή επεξεργασμένο κρέας, η ορθή συσκευασία καλείται να εκπληρώσει πολλαπλούς ρόλους με αποτέλεσμα να ανατύσσονται πολλά συστήματα με μια ποικιλία υλικών έτσι ώστε να προσαρμόζονται στις συγκεκριμένες ανάγκες και εφαρμογές. Η συσκευασία του κρέατος στο μέλλον θα χρησιμοποιεί λιγότερα υλικά, θα έχει καλύτερη εκτύπωση και γραφικά, ενώ το υλικό της θα έχει μικρότερη διαπερατότητα και μεγαλύτερη ελαστικότητα. Τεχνικές όπως η επικοινωνία κοντινού πεδίου (Near Field communication, NFC) μπορούν να επιτρέψουν την ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ της συσκευασίας και μιας έξυπνης συσκευής, όπως ένα κινητό τηλέφωνο. Ανάλογες τεχνολογίες μπορούν να ξεπεράσουν τους παραδοσιακούς χρονοθερμοκρασιακούς δείκτες με εισαγωγή ολοκληρωμένων κυκλωμάτων στη συσκευασία (Fang et al., 2017). Παρά την αύξηση της περιβαλλοντικής ευαισθησίας, η χρήση φιλικότερων προς το πε-

ριβάλλον συσκευασιών αναμένεται να αυξηθεί, με την ευαισθητοποίηση όμως των καταναλωτών σε θέματα ασφάλειας, όπως π.χ. η μετανάστευση υλικών. Παράλληλα οι βιοδιασπώμενες συσκευασίες πρέπει να γίνουν οικονομικότερες για να βρουν το δρόμο της εμπορικής εφαρμογής τους. Οι ενεργές συσκευασίες υπόσχονται την αύξηση του χρόνου ζωής του κρέατος καθώς και τη βελτίωση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών του και των δυνατοτήτων κατεργασίας του, όπως συσκευασίες που επιτρέπουν την απευθείας θερμική επεξεργασία κατεψυγμένου κρέατος (McMillin, 2017). Επίσης οι διαθέσιμες πληροφορίες προς τους καταναλωτές μπορούν να αυξηθούν και πέραν της συσκευασίας με τη χρήση κωδικών QR (Quick Response Codes) (QSR), ή κωδικών SnapTag που μπορεί να φέρουν και εταιρικά λογότυπα. Αυτές ανταποκρίνονται στις πέντε βασικές τάσεις της ευκολίας, βιωσιμότητας, ανακύκλωσης - βιοδιασπασης, της τοπικής παραγωγής και της εύκαμπτης συσκευασίας για την βιομηχανία τροφίμων.

Χρωματικές αλλαγές σε δείκτες της συσκευασίας μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την επισήμανση αλλαγών και πιθανώς παραγωγής τοξικών παραγόντων στο κρέας, όπως π.χ. με ανιχνευτές βιογενών αμινών που επιδεικνύουν συνάφεια με συγκεκριμένα παράγωγα πρωτεόλυσης. Ηλεκτρονικά συστήματα για την ανίχνευση πτητικών ενώσεων, αλλαγών pH, οξύτητας ή αγωγιμότητας καθώς και μικροβιακά παραγόμενων πτητικών ενώσεων είναι υπό ανάπτυξη (Brody et al, 2008). Επίσης η κατανόηση της φύσης των ενώσεων που συμμετέχουν στη διακυτταρική χημική επικοινωνία (quorum sensing) μεταξύ των βακτηριακών αποικιών μπορεί να βοηθήσει στην ανίχνευση μικροβίων που συμμετέχουν στην αλλοίωση ή παθογόνων μικροοργανισμών ή ακόμα και να ελέγξει το μικροβιακό πολλαπλασιασμό στο κρέας. Επίσης έχει κατατεθεί αυξημένος αριθμός ευρεσιτεχνιών σχετικά με τη χρήση αρωματικών ενώσεων ή αιθέριων ελαίων στη συσκευασία του κρέατος, κατά συνέπεια εκτιμάται ότι στο άμεσο μέλλον η ενσωμάτωση φυσικών ή συνθετικά παρασκευασμένων φυτικής προέλευσης ενώσεων θα εφαρμοστεί ως ενεργό συστατικό των συσκευασιών (Ribeiro-Santos et al., 2017).

Οι προκλήσεις του μέλλοντος κατά πάσα πιθανότητα θα είναι η αποτελεσματικότητα των μηχανισμών ανίχνευσης, η ασφάλεια των ενεργών και έξυπνων συσκευασιών, το οικονομικό κόστος, η ενσωμάτωση στα υφιστάμενα συστήματα συσκευασίας και η περιβαλλοντική επίπτωση των συσκευασιών. Η ανάπτυξη θα συνεχιστεί στα πεδία των συσκευασιών αυξημένης πληροφόρησης, των ακριβέστερων και λειτουργικότερων αισθητήρων και των πιθανών κινδύνων από τα νέα συστήματα συσκευασιών. Η νομοθεσία και οι κανονισμοί που θα προκύψουν θα συνεχίσουν να επηρεάζουν τον τύπο υλικών, την παραγωγή και τη διάθεση των υλικών, καθώς και τις πληροφορίες που είναι διαθέσιμες στους καταναλωτές. Κατά συνέπεια η βιομηχανία κρέατος πρέπει να παρακολουθεί τις αλλαγές και να εργάζεται προς την εφαρμογή αποτελεσματικότερων και οικονομικά αποδοτικότερων συσκευασιών.

Σύμφωνα με τους Krystallis et al. (2007), οι πωλήσεις του συσκευασμένου κρέατος σε supermarket ανέρχονται στο 15% της κατανάλωσης κρέατος. Οι συγγραφείς αναφέρουν ότι αυτό οφείλεται στην έλλειψη θετικών εμπειριών των καταναλωτών από την κατανάλωση ανάλογων τεμαχίων κρέατος, άποψη που μπορεί να διαμορφωθεί μέσα από κατάλληλες προωθητικές ενέργειες. Το ποσοστό αυτό είναι αρκετά μικρό και δεν επιτρέπει την ανάπτυξη προϊόντων υψηλής ποιότητας και τυποποίησης. Δεδομένων των σημαντικών πλεονεκτημάτων της συσκευασίας με την αύξηση του χρόνου συντήρησης, της βελτίωσης της υγιεινής, την ευκολότερη διάθεση και προτίμηση του κρέατος από τους καταναλωτές, η ανάπτυξη σύγχρονων κοπών του κρέατος και κυρίως κρέατος μεγάλης αξίας, όπως αυτό των αιγοπροβάτων, προϋποθέτει την εφαρμογή σύγχρονων συσκευασιών. Η εφαρμογή νέων και καινοτόμων μεθόδων συσκευασίας θα μπορούσε να δώσει νέα ώθηση στα προβλήματα του κλάδου με την επέκταση της αγοράς των συσκευασμένων τεμαχίων κρέατος.

## Recent developments in meat packaging

Vangelis Economou<sup>1</sup>, Ioannis Ambrosiadis<sup>2</sup>, Paschalis Fortomaris<sup>3</sup>, Georgios Arsenos<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Assistant Professor, Laboratory of Hygiene of Food of Animal Origin – Veterinary Public Health, School of Veterinary Medicine, Faculty of Health Sciences, Aristotle University of Thessaloniki

<sup>2</sup>Professor, Laboratory of Technology of Food of Animal Origin, School of Veterinary Medicine, Faculty of Health Sciences, Aristotle University of Thessaloniki

<sup>3</sup>Professor, Laboratory of Animal Husbandry, School of Veterinary Medicine, Faculty of Health Sciences, Aristotle University of Thessaloniki

### Abstract

The packaging of meat exceeds the original needs of product protection. The scope of this presentation is to review the new meat packaging technologies. The standardization of meat cuts has increased the need for packaging and preservation. Although most food packaging technology can be used also for meat, the choice of packaging is determined by consumer demands and product preservation needs. Depending on its gas permeability, food packaging range from permeable, commonly used for short preservation, to non-permeable, with the latter used with atmosphere modification in order to achieve longer preservation. Plastic has been successfully used because it can form attractive packaging, it is inexpensive and can maintain the product in good condition. However, much attention has been raised on biodegradation and recycling of plastic packaging. Active packaging, the system in which the product, the packaging and the environment interact to improve product characteristics, is increasingly gaining ground. The most common active packages are based on the introduction of slowly releasing active ingredients into the packaging material. Active packages have been proposed for moisture control, oxygen and carbon dioxide diffusion, capture or release of oxygen or carbon dioxide within the package, control of odors and enhancement of the desired organoleptic characteristics, whereas release of antimicrobial agents is also of interest. In the near future, the use of smart packaging with the incorporation of smart sensors, electronic signage and other technological indicators will allow immediate and individualized consumer information. Consequently, future packaging of meat will use less packaging material with increased protection and will be able to provide more personalized information for a safe and desirable product for the consumer.

**Keywords:** meat, preservation, active packaging

*The announcement was carried out within the framework of the project “ Innovative technologies to increase the competitiveness of Greek meat: Greek Quality Meat”, co-funded by Greece and the European Union.*

### Βιβλιογραφία

- Arora A, Padua GW. Review: Nanocomposites in food packaging. *J Food Sci* 2010; 75(1): R43–R49.
- Brody AL, Bugusu B, Han JH, Sand CK, McHugh TH. Innovative food packaging solutions. *J Food Sci* 2008; 73: R107–R116.
- Buonocore G, Iannace S. Molecular and supramolecular design for active and edible packaging systems. *Food safety magazine*. 2013; 19(1): 32, 34, 44-45.
- Espitia PJP, Soares NF, Coimbra JS, Andrade NJ, Cruz RS, Medeiros EAA. Bioactive peptides: Synthesis, properties, and applications in the packaging and preservation of food. *Comp Rev Food Sci Food Saf* 2012; 11: 187–204.
- Fang Z, Zhao Y, Warner RD, Johnson SK. Active and intelligent packaging in meat industry. *Trends Food SciTech* 2017; 61: 60–71.
- FSIS (2017). Safe and suitable ingredients used in the production of meat, poultry, and egg products. FSIS directive 7120.1 rev. 12/6/2018. <https://www.fsis.usda.gov/wps/wcm/connect/bab10e09-aefa-483b-8be8-809a1f051d4c/7120.1.pdf?MOD=AJPERES> (15/12/2018).

- Ghaani M, Cozzolino CA, Castelli G, Farris S. An overview of the intelligent packaging technologies in the food sector. *Trends Food Sci Technol* 2016; 51: 1-11.
- Gómez-Estaca J, Gavara R, Catalá R, Hernández-Mupoz P. The potential of proteins for producing food packaging materials: A review. *Pack Tech Sci* 2016; 29: 203-224.
- Khwaldia K, Ara-Tehrany E, Desobry S. Biopolymer coatings on paper packaging materials. *Comp Rev Food Sci Food Saf* 2010; 9: 82-91.
- de Kruijff N, van Beest M, Rijk R, Sipiläinen-Malm T, Losada PP, de Meulenaer, B. Active and intelligent packaging: applications and regulatory aspects. *Food Add Contam*; 2002: 19(Suppl): 144-162.
- Krystallis A, Arvanitoyannis IS. Investigating the concept of meat quality from the consumers' perspective: The case of greece. *Meat Sci* 2006; 72(1): 164-76.
- Li F, Mascheroni E, Piergiovanni, L. The potential of nanocellulose in the packaging field: A review. *Pack Tech Sci* 2015; 28: 475-508.
- Marsh K, Bugusu B. Food packaging - Roles, materials, and environmental issues. *J Food Sci* 2007; 72(3): R39-R55.
- McMillin KW. Where is MAP going? A review and future potential of modified atmosphere packaging for meat. *Meat Sci* 2008; 80: 43-65.
- McMillin KW. Advancements in meat packaging. *Meat Sci* 2017; 132: 153-62.
- Neo YP, Swift S, Rau S, Gizdavic-Nikolaidis M, Jin J, Perera CO. Evaluation of gallic acid loaded zein sub-micron electrospun fibre mats as novel active packaging materials. *Food Chem* 2017; 141: 3192-3200.
- Otoni CG, Espitia PJP, Avena-Bustillos RJ, McHugh TH. Trends in antimicrobial food packaging systems: Emitting sachets and absorbent pads. *Food Res Int* 2016; 83: 60-73.
- Pennanen K, Caralamp F, Kumpusalo-Sanna V, Keskitalo-Vuokko K, Matullat I, Ellouze M, Pentikäinen S, Smolander M, Korhonen V, Ollila M. European consumers' perceptions of timetemperature indicators in food packaging. *Pack Tech Sci* 2015; 28: 303-323.
- Quintavalla S, Vicini, L. Antimicrobial food packaging in meat industry. *Meat Sci* 2002; 62: 373-380.
- Reynolds PT. Breakthrough in fresh red meat. *Packaging World* 2012; 19(6): 54.
- Ribeiro-Santos R, Andrade M, de Melo NR, Sanches-Silva A. Use of essential oils in active food packaging: Recent advances and future trends. *Trends Food Sci Tech* 2016; 61: 132-140.
- Salarbashi D, Tajik S, Shojaaee-Aliabadi S, Ghasemlou M, Moayyed H, Khaksar R, Noghabi MS. Development of a new active packaging film made from a soluble soybean polysaccharide incorporated Zataria multiflora Boiss and Mentha pulegium essential oils. *Food Chem* 2014; 146: 614-622.
- Sirviö JA, Kolehmainen A, Liimatainen H, Niinimäki J, Hormi OEO. Biocomposite cellulose-alginate films: Promising packaging materials. *Food Chemistry* 2014; 151: 343-351.
- Suppakul P, Miltz J, Sonneveld K, Bigger SW. Active packaging technologies with an emphasis on antimicrobial packaging and its applications. *J Food Sci* 2003;68(2):408-420.
- Theinsathid P, Visessanguan W, Kruenate J, Kingcha Y, Keeratipibul S. Antimicrobial activity of lauric arginate-coated polylactic acid films against *Listeria monocytogenes* and *Salmonella* Typhimurium on cooked sliced ham. *J Food Sci* 2012;77(2): M142-9.
- Van Wezemael L, Useland Ψ, Verbeke W. European consumer response to packaging technologies for improved beef safety. *Meat Sci* 2011; 89: 45-51.
- Wang S, Liu X, Yang M, Zhang Y, Xiang K, Tang R. Review of time temperature indicators as quality monitors in food packaging. *Pack Tech Sci* 2015; 28: 839-867.
- Yam KL, Takhistov PT, Miltz J. Intelligent packaging: Concepts and applications. *J Food Sci* 2005; 70(1): R1-R10.