Μεταβολές των λιπαρών οξέων και του βαθμού οξείδωσης τους στον μυϊκό ιστό και στο δέρμα ορνιθίων κατά τη συντήρηση τους στους +4° C και – 18° C.

Α.Ελευθεριάδου* [1],Γ.Σαμούρης [2],Μ.Ιωαννίδου[2]

[1] Εργαστήριο Τεχνολογίας Κρέατος, Τμήμα Ζωικής Παραγωγής, Σχολή ΣΤΕΓ του Α.Τ.Ε.Ι.Θ. e-mail: anelef@ap.teithe.gr , tel: 2310-791329, 6945828786.

[2] Εργαστήριο Υγιεινής και Τεχνολογίας Τροφίμων Ζωικής Προέλευσης, Ινστιτούτο Κτηνιατρικών Ερευνών Θεσσαλονίκης – ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε.

Περίληψη

Σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν η διαπίστωση των μεταβολών της περιεκτικότητας σε μονοακόρεστα, πολυακόρεστα και κορεσμένα λιπαρά οξέα του μυϊκού ιστού και του δέρματος ορνιθίων καθώς και του βαθμού οξείδωσης τους κατά τη συντήρηση τους στους +4° C και -18°C για 7 και 180 ημέρες, αντίστοιχα. Εξετάσθηκαν συνολικά 108 δείγματα εκ των οποίων 54 ήταν μυϊκός ιστός και 54 δέρμα ορνιθίων. Η επεξεργασία των δειγμάτων για την παραλαβή λίπους έγινε με τη μέθοδο Soxlet. Ο προσδιορισμός του είδους των λιπαρών οξέων έγινε με τη μέθοδο της αέριας χρωματογραφίας και ο προσδιορισμός της οξείδωσής τους μέσω της τιμής της σχηματιζόμενης malondialdehyde (MDA), έγινε με την τροποποιημένη μέθοδο του θειοβαρβιτουρικού οξέος βασισμένη στην τρίτη παράγωγο του φάσματος απορρόφησής της. Κατά τη συντήρηση στη ψύξη στον μυϊκό ιστό των ορνιθίων παρατηρήθηκαν μεταβολές σε όλες τις κατηγορίες των λιπαρών οξέων, ενώ στο δέρμα παρατηρήθηκε αύξηση των μονοακόρεστων. Κατά την συντήρηση στην κατάψυξη στον μυϊκό ιστό των ορνιθίων αυξήθηκαν τα μονοακόρεστα και πολυακόρεστα και μειώθηκαν τα κορεσμένα ενώ στο δέρμα αυξήθηκαν τα μονοακόρεστα.

Όσον αφορά την οξείδωση των λιπαρών οξέων στον μυϊκό ιστό κατά τη συντήρηση στους 4°C δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές, ενώ στο δέρμα παρατηρήθηκε σημαντική αύξηση από την δεύτερη μέρα συντήρησης, λόγω του υψηλού ποσοστού των ακόρεστων λιπαρών οξέων. Στην κατάψυξη παρατηρήθηκε σημαντική αύξηση της οξείδωσης στον μυϊκό ιστό από την 180^{η} ημέρα συντήρησης, ενώ στο δέρμα από την 30^{η} ημέρα συντήρησης.

Λέξεις κλειδιά:ορνίθιο, μυϊκός ιστός, δέρμα, λιπαρά οξέα, ψύξη, κατάψυξη.

The effect of storage at 4°C and -18 ^{o}C on the fatty acid profile and lipid peroxidation of chicken meat and skin.

A. Eleftheriadou*[1], G. Samouris[2], M. Ioannidou[2]

1 Laboratory of meat Technology, Department of animal production, Technological Educational Institution of Thessaloniki. e-mail: anelef@ap.teithe.gr , tel: 2310-791329, 6945828786.

2. Laboratory of Hygiene and Technology of Food Animal Origin, Veterinary Research Institute of Thessaloniki, N.AG.RE.F.

Abstract

The modification of the lipid acid profile of chicken meat and skin during storage at 4°C and -18 ^{o}C for 7 and 180 days, respectively was studied. 108 samples were examined from which 54 samples were meat and 54 skin of chicken. Lipids acid extraction was performed with Soxlet. Determination of lipid acid profile was performed with gas chromatography. Lipid oxidation was assessed by monitoring malondialdehyde (MDA) formation during storage. During storage at 4°C were observed modifications in all fatty acids of chicken meat while in skin increased significantly the monounsaturated fatty acids (MUFA). Frozen samples (-18 ^{o}C) of chicken meat during storage showed increasing of monounsaturated (MUFA) and polyunsaturated (PUFA) fatty acids and decreasing of saturated (SFA) fatty acids. Skin samples under the same conditions showed increasing of monounsaturated fatty acids.

Lipid peroxidation of meat chicken samples showed no significant differences, during storage at 4°C, while in skin MDA was increased from the second day of storage because of the high polyunsaturated fatty acids concentration. MDA concentration of chicken meat samples was increased from the 180th day of storage at -18 ^{o}C, while in skin from the 30th day of storage.

Key words: chicken, meat, skin, fatty acids, refrigeration, freezing

Μεταβολές των λιπαρών οξέων και του βαθμού οξείδωσης τους στον μυϊκό ιστό και στο δέρμα ορνιθίων κατά τη συντήρηση τους στους +4° C και – 18° C.

Α.Ελευθεριάδου [1],Γ.Σαμούρης [2],Μ.Ιωαννίδου[2]

[1] Εργαστήριο Τεχνολογίας Κρέατος, Τμήμα Ζωικής Παραγωγής, Σχολή ΣΤΕΓ του Α.Τ.Ε.Ι.Θ.

[2] Εργαστήριο Υγιεινής και Τεχνολογίας Τροφίμων Ζωικής Προέλευσης, Ινστιτούτο Κτηνιατρικών Ερευνών Θεσσαλονίκης – ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το λίπος στους διάφορους ιστούς του σώματος των ζώων δεν παρουσιάζει την ίδια σύνθεση. Κατά κανόνα, το λίπος στους ιστούς εκείνους που παρουσιάζουν υψηλή μεταβολική δραστηριότητα αποτελείται περισσότερο από ακόρεστα λιπαρά οξέα που είναι αποθηκευμένα για μελλοντικές ανάγκες του οργανισμού. Τα ακόρεστα λίπη οξειδώνονται ευκολότερα από τα κορεσμένα και μεταβολίζονται γρηγορότερα. (Ραμαντάνης ,1999) Ιδιαιτέρως, το κρέας των πτηνών είναι πολύ ευαίσθητο στην οξείδωση εξαιτίας της υψηλής συγκέντρωσης σε πολυακόρεστα λιπαρά οξέα. (Cortinas et al, 2005)

Όσον αφορά την περιεκτικότητα σε λίπος, στους διάφορους μυς του σώματος των ζώων, κατά κανόνα, οι ισχνοί μύες περιέχουν έως 1,5% λίπος, οι κανονικοί 2-4% και οι παχύς 7-8%. Η εναπόθεση λίπους στις αποθήκες λίπους του σώματος των ζώων εξαρτάται από το είδος του ζώου, το φύλο, τη φυλή, την ηλικία και ιδίως από το ποσοστό πάχυνσης του ζώου. Επίσης, η σύσταση του κρέατος σε λιπαρά οξέα επηρεάζεται από το είδος του ζώου, τον ιστό, τη διατροφή του ζώου και από περιβαλλοντικούς παράγοντες. Η μεγαλύτερη ποσότητα των πολυακόρεστων λιπαρών οξέων στο κρέας εμφανίζεται στο μυϊκό ιστό με τη μορφή φωσφολιπιδίων. (Einchhorn et al, 1986)

Η οξείδωση των πολυακόρεστων λιπαρών οξέων των τροφίμων έχει ως επακόλουθο το σχηματισμό ενώσεων όπως αλδεϋδες, κετόνες και άλλες ενώσεις, οι οποίες θεωρούνται υπεύθυνες για την τάγγιση των συντηρημένων τροφίμων.(Wong, 1989, Bou et al, 2001, Costinas et al, 2005) Η Malondialdehyde (MDA) αποτελεί το κύριο προϊόν αποδόμησης κατά την υπεροξείδωση των λιπών και αποτελεί δείκτη

του βαθμού υπεροξείδωσης τους.(Bishile, 1994) Επίσης θεωρείται ότι η ουσία αυτή έχει μεταλλαξιογόνο και καρκινογόνο δράση. (Basu, A and L.Marnett, 1984)

Η σημασία των λιπαρών οξέων για την υγεία του καταναλωτή είναι σημαντική. Μεγαλύτερο ρόλο παίζει η σχέση μεταξύ κορεσμένων, ακόρεστων και πολυακόρεστων λιπαρών οξέων. Γενικά διατροφή πλούσια σε πολυακόρεστα λιπαρά οξέα μειώνει τους καρδιαγγειακούς κινδύνους. (Conchillo et al, 2004)

Σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν:

α) Ο προσδιορισμός των μεταβολών των λιπαρών οξέων δειγμάτων μυϊκού ιστού και δέρματος ορνιθίων κατά τη συντήρησή τους στους +4° C και -18° C για 7 και 180 ημέρες, αντίστοιχα.

β) Ο προσδιορισμός του βαθμού οξείδωσης στα παραπάνω δείγματα με τη μέτρηση της MDA κατά τη συντήρηση στις ίδιες συνθήκες ψύξης και κατάψυξης.

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΣ

Ελήφθησαν έξη δείγματα σφαγίων ορνιθίων από Πτηνοσφαγεία της περιοχής της Κεντρικής Μακεδονίας. Το κάθε δείγμα αμέσως μετά την παραλαβή του στο εργαστήριο, τεμαχίστηκε σε 13 υποδείγματα των 100 gr, από τα οποία τα 12 συσκευάστηκαν αεροστεγώς σε συσκευή κενού (Mod.Speedy) και σημάνθηκαν κατάλληλα. Το ένα δείγμα, προωθήθηκε κατευθείαν για ανάλυση και αποτέλεσε το δείγμα της μηδενικής ημέρας συντήρησης. Στη συνέχεια τα 7 από τα 12 δείγματα αποθηκεύθηκαν στη συντήρηση στους +4° C και τα 5 δείγματα αποθηκεύθηκαν στην κατάψυξη στους -18° C για να χρησιμοποιηθούν τις αντίστοιχες ημέρες των δειγματοληψιών (Πίνακας 1 και 2). Συνολικά αναλύθηκαν 54 δείγματα μυϊκού ιστού και 54 δείγματα δέρματος ορνιθίων.

Τη μέρα της δειγματοληψίας το δείγμα έβγαινε από την συντήρηση ή την κατάψυξη, ζυγιζόταν 3 gr μυϊκού ιστού και 0,5 gr δέρματος ορνιθίου χωριστά για τον προσδιορισμό των λιπαρών οξέων και 2 gr μυϊκού ιστού και δέρματος ορνιθίου για τον προσδιορισμό της MDA. Κάθε δείγμα αναλύθηκε εις διπλούν. Η επεξεργασία των δειγμάτων για την παραλαβή του λίπους έγινε με τη μέθοδο Soxhlet σε συσκευή 2050 Sxtec Foss Tecator. Ο προσδιορισμός των λιπαρών οξέων στο εκχυλιζόμενο λίπος έγινε μέσω της μετατροπής τους στους αντίστοιχους μεθυλεστέρες, χρησιμοποιώντας τη μέθοδο του μεθανολικού διαλύματος τριφθοριούχου βορίου (AOAC, 2002). Ο προσδιορισμός του προφίλ των λιπαρών οξέων έγινε με τη μέθοδο της αέριας χρωματογραφίας με ανιχνευτή ιονισμού φλόγας και στήλη DB-23 (60m x

0,25μm) της J&W Scientific. Ο προσδιορισμός της MDA έγινε με την τροποποιημένη μέθοδο του θειοβαρβιτουρικού οξέος βασισμένη στην τρίτη παράγωγο του φάσματος απορρόφησης της. (Botsoglon et al, 1994)

Πίνακας 1. Ημέρες συντήρησης στους +4° C και δειγματοληψίες

Ημέρες συντήρησης +4° C	0	1	2	5	7
	Μυϊκός ιστός/Δέρμα	Μυϊκός ιστός/Δέρμα	Μυϊκός ιστός/Δέρμα	Μυϊκός ιστός/Δέρμα	Μυϊκός ιστός/Δέρμα
Αριθμός δειγμάτων	6/6	6/6	6/6	6/6	6/6

Πίνακας 2. Ημέρες συντήρησης στους -18 ^{o} C και δειγματοληψίες

Αριθμός ημερών κατάψυξης -18° C	15 ήμερα	30ήμερα	90ήμερα	180ήμερα
Αριθμός δειγμάτων (μυϊκού ιστού δέρματος)	6/6	6/6	6/6	6/6

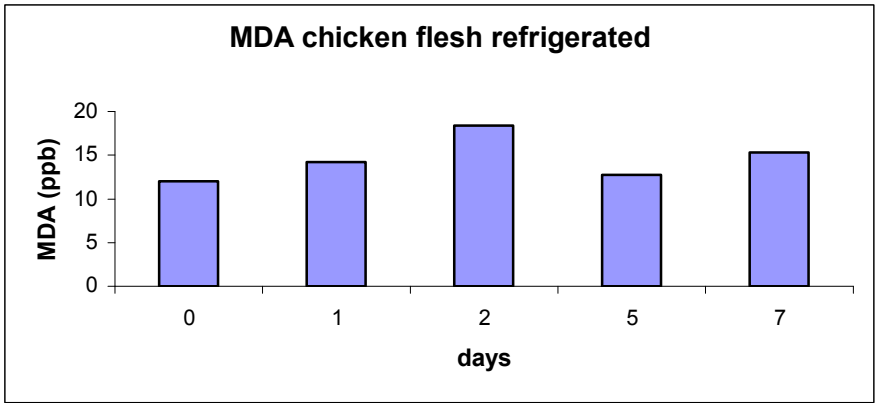
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ- ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Αναλύθηκαν συνολικά 108 δείγματα από τα οποία 54 ήταν μυϊκού ιστού και 54 δέρματος κοτόπουλου. Σε όλα τα δείγματα έγινε ανάλυση για την μέτρηση της MDA και για τον προσδιορισμό του προφίλ των λιπαρών οξέων. Η ποσοτική εκτίμηση των λιπαρών οξέων βασίστηκε στις μετρήσεις των επιφανειών των χρωματογραφικών κορυφών και τα αποτελέσματα εκφράστηκαν ως % ποσοστό κατά βάρος της συνολικής επιφάνειας των κορυφών των λιπαρών οξέων που μετρήθηκαν στο δείγμα.

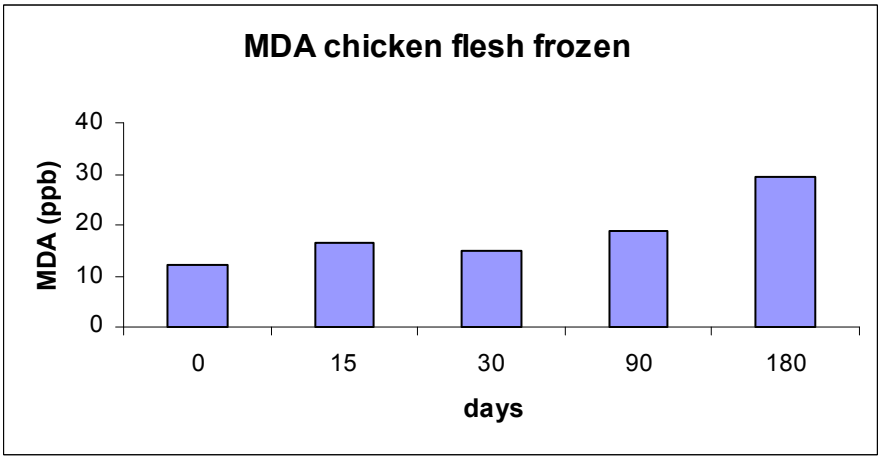
Όλα τα πειραματικά δεδομένα υποβλήθηκαν σε ανάλυση μεταβλητότητας (ANOVA). Οι στατιστικά σημαντικά διαφορές στους διαφορετικούς χρόνους συντήρησης, σε ψύξη και κατάψυξη, για τον κάθε ιστό υπολογίστηκαν χρησιμοποιώντας το στατιστικό πακέτο SPSS.

Η πορεία της οξείδωσης των λιπαρών οξέων στο κοτόπουλο, μυϊκός ιστός και δέρμα, μέσω της τιμής της σχηματιζόμενης MDA, σε σχέση με το χρόνο

συντήρησης, φαίνεται στα διαγράμματα 1,2,3,4. Η έκταση της οξείδωσης των λιπαρών οξέων του μυϊκού ιστού στο κοτόπουλο (μέσω της τιμής της MDA) παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές μόνο κατά την διάρκεια της κατάψυξης ($P<0.05$) και όχι στην διάρκεια της συντήρησης. Η σημαντικά υψηλότερη τιμή MDA ($P<0.05$) παρατηρήθηκε στις 180 ημέρες (σχεδόν 2,5 φορές μεγαλύτερη από την τιμή της μηδενικής ημέρας).

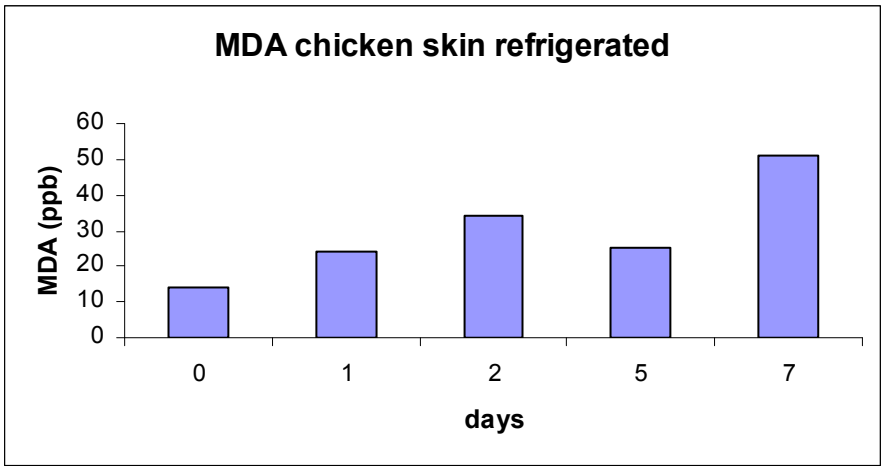


Διάγραμμα 1. Μεταβολή της MDA σε κρέας κοτόπουλου σε σχέση με το χρόνο συντήρησης στους 4^0C.

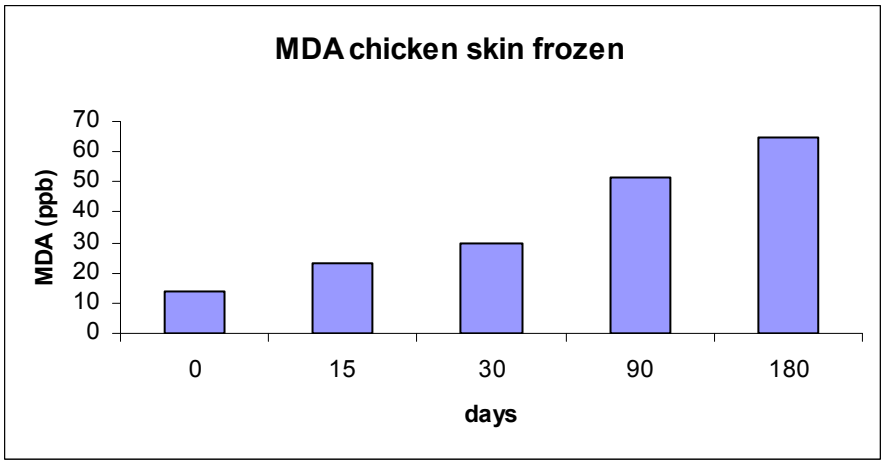


Διάγραμμα 2. Μεταβολή της MDA σε κρέας κοτόπουλου σε σχέση με το χρόνο συντήρησης στους -18^0C.

Στο δέρμα του κοτόπουλου η έκταση της οξείδωσης των λιπαρών οξέων παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές κατά τη διάρκεια της συντήρησης ($P<0.05$)και κατά τη διάρκεια της κατάψυξης ($P<0.05$). Συγκεκριμένα, παρατηρείται στατιστικά σημαντική αύξηση της MDA ήδη από την δεύτερη ημέρα συντήρησης ($P<0.05$) και κατά τη συντήρηση του ίδιου δείγματος στην κατάψυξη από τις 30 ημέρες κατάψυξης ($P<0.05$).



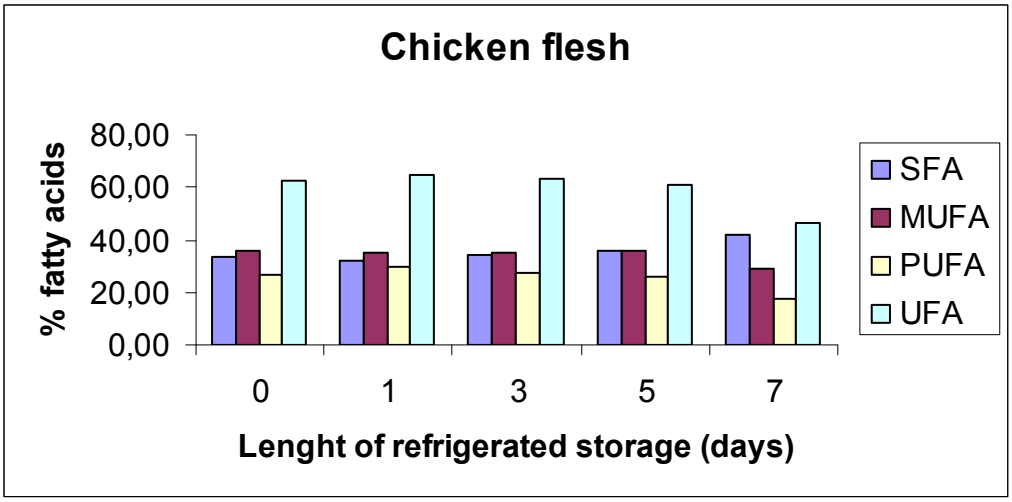
Διάγραμμα 3. Μεταβολή της MDA σε δέρμα κοτόπουλου σε σχέση με το χρόνο συντήρησης στους 4^0C.



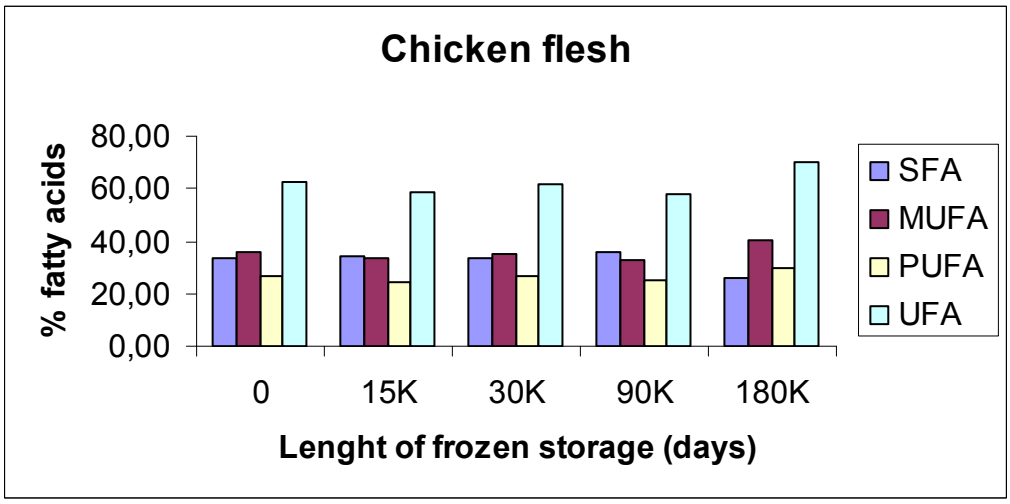
Διάγραμμα 4. Μεταβολή της MDA σε δέρμα κοτόπουλου σε σχέση με το χρόνο συντήρησης στους -18^0C.

Η επίδραση του χρόνου συντήρησης και κατάψυξης στο προφίλ των λιπαρών οξέων και συγκεκριμένα στα ποσοστά των κορεσμένων, ακόρεστων, μονοακόρεστων και πολυακόρεστων λιπαρών οξέων δίνεται στα διαγράμματα 5, 6, 7 και 8 όπου απεικονίζεται η μεταβολή των ποσοστών των παραπάνω κατηγοριών λιπαρών οξέων για τα δείγματα μυϊκού ιστού και δέρματος κοτόπουλου, σε συνάρτηση με το χρόνο ψύξης και κατάψυξης.

Κατά τη διάρκεια της συντήρησης στην ψύξη του μυϊκού ιστού κοτόπουλου παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($P<0.05$) σε όλες τις κατηγορίες των λιπαρών οξέων, ενώ κατά την κατάψυξη μόνο στα κορεσμένα (SPA) και ακόρεστα (UFA).

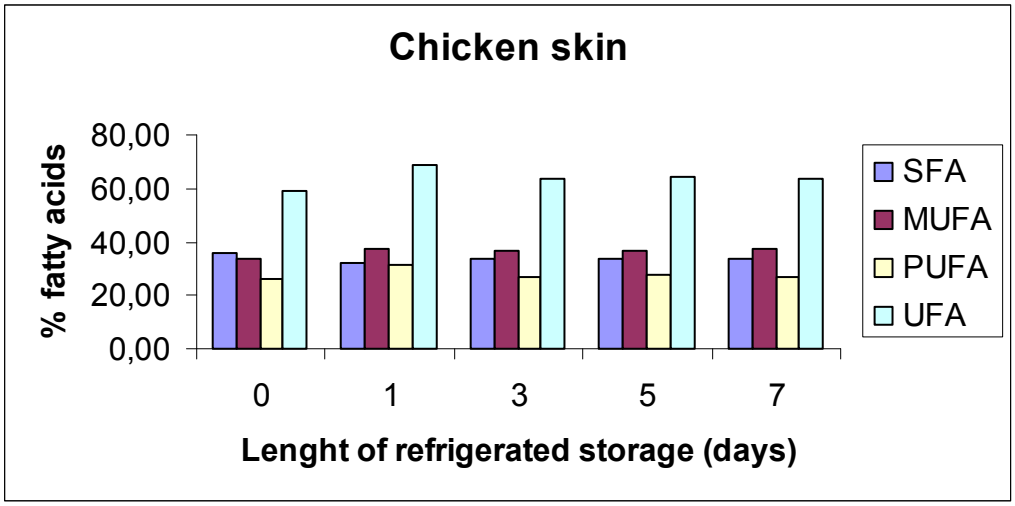


Διάγραμμα 5. Μεταβολή του % ποσοστού των κορεσμένων (SFA), ακόρεστων (UFA), πολυακόρεστων (PUFA) και μονοακόρεστων (MUFA) λιπαρών οξέων σε κρέας κοτόπουλου, σε σχέση με το χρόνο συντήρησης στους 4^0C.

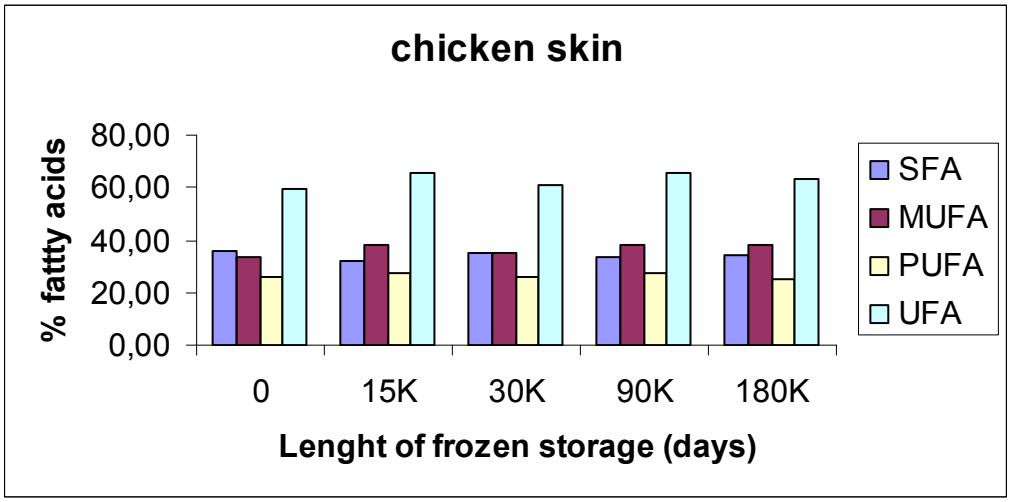


Διάγραμμα 6. Μεταβολή του % ποσοστού των κορεσμένων (SFA), ακόρεστων (UFA), πολυακόρεστων (PUFA) και μονοακόρεστων (MUFA) λιπαρών οξέων σε κρέας κοτόπουλου, σε σχέση με το χρόνο συντήρησης στους -18^0C.

Στη συντήρηση σε ψύξη του δέρματος κοτόπουλου παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στα μονοακόρεστα (MUFA) και ακόρεστα (UFA), ενώ στην κατάψυξη, παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε όλες τις κατηγορίες εκτός των πολυακόρεστων (PUFA).



Διάγραμμα 7. Μεταβολή του % ποσοστού των κορεσμένων (SFA), ακόρεστων (UFA), πολυακόρεστων (PUFA) και μονοακόρεστων (MUFA) λιπαρών οξέων σε δέρμα κοτόπουλου, σε σχέση με το χρόνο συντήρησης στους 4^0C.



Διάγραμμα 8. Μεταβολή του % ποσοστού των κορεσμένων (SFA), ακόρεστων (UFA), πολυακόρεστων (PUFA) και μονοακόρεστων (MUFA) λιπαρών οξέων σε δέρμα κοτόπουλου, σε σχέση με το χρόνο συντήρησης στους -18^0C.

Η επίδραση της ψύξης (4^oC) σε σχέση με το χρόνο συντήρησης στον μυϊκό ιστό των σφαγίων ορνιθίων έχει ως αποτέλεσμα την μεταβολή σε όλες τις κατηγορίες των λιπαρών οξέων, ενώ η κατάψυξη επηρεάζει τα μονοακόρεστα και πολυακόρεστα λιπαρά οξέα τα οποία αυξάνονται ενώ μειώνονται τα κορεσμένα.

Στο δέρμα των ορνιθίων που είναι πλούσιο σε λιπαρά οξέα η επίδραση της ψύξης κατά τη συντήρησή τους έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση των μονοακορέστων και ακόρεστων λιπαρών οξέων ενώ η συντήρηση στην κατάψυξη έχει ως αποτέλεσμα την σημαντική αύξηση των μονοακορέστων.

Όσο αναφορά την οξείδωση στον μυϊκό ιστό κατά τη συντήρηση στην ψύξη δεν παρουσιάζονται σημαντικές διαφορές, ενώ στο δέρμα η οξείδωση αυξάνεται σημαντικά από την δεύτερη ημέρα συντήρησης, λόγω του υψηλού ποσοστού λιπαρών οξέων. Κατά τη συντήρηση στην κατάψυξη, η αύξηση της οξείδωσης στον μυϊκό ιστό είναι σημαντική από την 180η ημέρα συντήρησης, ενώ στο δέρμα αρχίζει πολύ νωρίτερα από την 30 ημέρα, λόγω του υψηλού ποσοστού ακόρεστων λιπαρών οξέων που οξειδώνονται ευκολότερα.

Βιβλιογραφία

AOAC (2002). Preparation of methyl ester 969.33. In: Official Methods of Analysis, 17th edn. Association of official Analytical Chemists, Gaithersburg, Maryland (USA).

Basu,A.and .Marnett, L. (1984).: Unequivocal demonstration that malondialdeyde is a mutagen. Carcinogenesis 4:331-333

Bichile,I.S.(1994). Malondialdehyde : a marker of lipid peroxidation. J.Assos. Physicians India 42(10), 769

Botsoglou, N.A., Fletourie, D.J, Papageorgiou, , G.E .,Y.N. Vassilopoulos Y.N., A.J. Mantis, A,.J., and Trakatellis, A.G .(1994). A rapid, sensitive, and specific thiobardituric acid method for measuring lipid peroxidation in animal tissues, food, and feedstuff samples. J. Agric. Food Chem. 42:1931-1937.

Bou, R., Guardiola, F., Grau A,. Grimpa, S.,. Manich, A.,. Barroeta, A. and.Codony, R. (2001).Influence of dietary fat source, a-tocopherol, and ascorbic acid supplementation on sensory quality of dark chicken meat. Poult.Sci. 80:800-807.

Conchillo, A.,.Ansorena, D.and.Astiasaran,I.(2004). The effect of cooking and storage on the fatty acid profile of chicken breast.Eur.J. Lipid Sci. Technol.106:301-306

Cortinas, L.,.Barroeta, A.,.Villaverde, C.,. Galobart, J.,.Guardiola, F.And Baucells M.D (2005). Influence of dietary polyunsaturation level on chicken meat quality: lipid oxidation.Poult. Sci. 84:84-85

Einchhorn, J.M., Coleman, L.J.,Wakayama, E.J., Blomquist, G.J., Bailey, C.M. and Jenkins,T.G(1986). “Effect of breed type and restricted versus ad Lipitum feeding on fatty acid composition an Cholesterol content of muscle and adipose tissue From mature bovine females” in J.Animal Sci. 63:781

Meyniez, A, ,Genot,C., and ,andemet.,G (1999). Oxidation of muscle phospholipids is relation to their fatty acid composition with emphasis on volatile comhounds J. Food Agric 79 :797-804

Ραμαντάνης,Σ.Β .(1999). Τεχνολογία Κρέατος και Κρεατοσκευασμάτων, Τ.Ε.Ι. Αθήνας.

Wong, D.,(1989): Lipids in mechanism and theory in food chemistry.Van Nostrad Reinhold: New York, USA,pp.1-47