



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΗΠΕΙΡΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ
ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ

ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΩΝ ΓΕΩΠΟΝΩΝ
ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΖΩΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

**«Ο εμπλουτισμός του χοιρινού κρέατος με ω-3 λιπαρά οξέα
μέσω της διατροφής»**



Υπεύθυνος καθηγητής: κ. Σκούφος Ιωάννης

Φοιτήτρια: κα. Κεφαλά Νικολέτα - Αγγελική

ΑΡΤΑ 2018

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ένα μεγάλο ευχαριστώ αναλογεί στον επιβλέποντα καθηγητή μου δρ. Σκούφο Ιωάννη ο οποίος σε ολόκληρη τη διάρκεια της μελέτης και της επεξεργασίας της, στάθηκε πολύτιμος σύμβουλος, και ήταν ανοιχτός σε κάθε συζήτηση έτοιμος να λύσει τις απορίες μου και να με καθοδηγήσει.

Οφείλω επίσης θερμές ευχαριστίες σε όλους τους καθηγητές της ζωικής παραγωγής που με στήριξαν και μοιράστηκαν τις απόψεις τους και τις πηγές τους μαζί μου.

Τέλος θέλω ευχαριστήσω την οικογένεια μου που στάθηκε θερμός υποστηρικτής της προσπάθειάς μου από την αρχή έως το πέρας των σπουδών μου.

Αφιερώνω αυτή την εργασία στην αδερφή μου Πασχαλιά, και στους αδερφούς μου Κωνσταντίνο, Αλέξανδρο και Δημοσθένη που πάντα είναι δίπλα μου και με στηρίζουν σε κάθε μου προσπάθεια.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Προϋπόθεση για την ολοκλήρωση των σπουδών μου στην Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας του Τ.Ε.Ι. Ηπείρου, είναι η εκπόνηση μιας πτυχιακής εργασίας. Η εργασία μου αφορά «τον εμπλουτισμό του χοιρινού κρέατος με ω-3 λιπαρά οξέα μέσω της διατροφής του» .

Κατά την εκπόνηση της εργασίας μας παρατηρήθηκε ότι ολοκληρωμένοι πίνακες διατροφής με καθορισμένους μέσους όρους περιεκτικότητας πρώτων υλών ζωοτροφών σε ω-3 λιπαρά οξέα δεν υπάρχει. Το γεγονός αυτό συνετέλεσε σε σύντομες και λιτές αναφορές κρίσιμων σημείων αφού διαφορετικά θα υπήρχε ο κίνδυνος να αναφέρω μη έγκυρα στοιχεία. Για τον ίδιο λόγο δεν υπάρχουν στην εργασία μου λεπτομερείς πληροφορίες για το χοιρινό κρέας, αφού δεν υπάρχει ακόμη επαρκής βιβλιογραφία που να το συσχετίζει με τα ω-3 λιπαρά οξέα και τον εμπλουτισμός του με αυτά.

Με τα στοιχεία που υπήρχαν και αναλύθηκαν οδηγηθήκαμε στο συμπέρασμα πώς τα απαραίτητα ω-3 λιπαρά οξέα είναι κρίσιμα και άκρως απαραίτητα στον χοίρο, το επηρεάζουν θετικά γενικώς και έχουν την δυνατότητα να εγκαθίστανται και στο κρέας του. Η κατανάλωση ενός τέτοιου κρέατος προσφέρει ένα πλήθος πλεονεκτημάτων και στον άνθρωπο που το καταναλώνει.

Λόγο των παραπάνω, η ζήτηση ανεβαίνει και οι τιμή του γίνεται υψηλότερη. Η προσεκτική διαχείριση μιας τέτοιας εφαρμογής στην πραγματική παραγωγική προϋποθέτει επιστημονική παρακολούθηση σε όλη τη διάρκεια της διαδικασίας, από την παραγωγή μέχρι και τους εμπόρους χοιρινών κρεάτων σε επίπεδο χονδρικής αλλά και λιανικής κατανάλωσης.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

| | |
|--|----|
| ΠΕΡΙΛΗΨΗ | 6 |
| Εισαγωγή | 7 |
| 1. ΛΙΠΗ – ΛΙΠΑΡΑ ΟΞΕΑ | 10 |
| 1.1 ΤΑ ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΑ ΛΙΠΑΡΑ ΟΞΕΑ | 12 |
| 1.1.1 Ω-3 λιπαρά οξέα | 13 |
| 1.1.2 Ω-6 λιπαρά οξέα | 15 |
| 1.2 Στοιχεία μεταβολισμού ω-3 και ω-6 λιπαρών οξέων | 17 |
| 1.3 Κατάλληλη αναλογία Ω-3/ Ω-6..... | 18 |
| 2. ΠΗΓΕΣ ΠΟΛΥΑΚΟΡΕΣΤΩΝ ΛΙΠΑΡΩΝ ΟΞΕΩΝ | 20 |
| 2.1 Ψάρια και Ιχθυέλαια | 20 |
| 2.1.1 Ψάρια και λιπαρά οξέα | 21 |
| 2.1.2 Ψάρια, ιχθυέλαια στη διατροφή των χοίρων | 24 |
| 2.2 Λιναρόσπορος – Λινέλαιο | 26 |
| 2.2.1 Λιναρόσπορος, λινέλαιο και λιπαρά οξέα | 27 |
| 2.2.2 Λιναρόσπορος, λινέλαιο στη διατροφή του χοίρου | 28 |
| 2.3 Ηλιόσπορος – Ηλιέλαιο | 30 |
| 2.3.1 Ηλιόσπορος, ηλιέλαιο και λιπαρά οξέα | 31 |
| 2.3.2 Ηλιόσπορος, ηλιέλαιο στη διατροφή του χοίρου | 32 |
| 2.4 Ιπποφαές και Λάδι Ιπποφαούς | 32 |
| 2.4.1 Ιπποφαές και λιπαρά οξέα | 33 |
| 2.4.2 Ιπποφαές στη διατροφή των χοίρων | 33 |
| 2.5 Σόγια, λιπαρά οξέα και διατροφή χοίρου | 33 |
| 2.5.1 Σόγια και λιπαρά οξέα | 33 |
| 2.5.2 Σογιάλευρο και σογιέλαιο στη διατροφή των χοίρων | 34 |
| 2.6 Έλαιο κράμβης – Canola oil | 34 |

| | |
|---|-----------|
| 2.6.1 Έλαιο κράμβης και λιπαρά οξέα | 35 |
| 2.6.2 Έλαιο κράμβης στη διατροφή των χοίρων | 35 |
| 2.7 Άγρια Χόρτα και Λαχανικά | 36 |
| 2.7.1 Άγρια χόρτα και λιπαρά οξέα | 36 |
| 2.7.2 Άγρια χόρτα στη διατροφή των χοίρων | 40 |
| 3. ΔΙΑΤΡΟΦΗ ΤΟΥ ΧΟΙΡΟΥ ΚΑΙ ΠΟΛΥΑΚΟΡΕΣΤΑ ΛΙΠΑΡΑ ΟΞΕΑ | 41 |
| 3.1 Σύσταση χοιρινού κρέατος | 41 |
| 3.2 Ο ρόλος του πλακούντα και του γάλακτος στη διάθεση των ω-3 πολυακόρεστων λιπαρών οξέων της τροφής από το μητρικό οργανισμό στο χοιρίδιο | 44 |
| 3.2.1 Επίδραση των ΠΛΟ στα έμβρυα – ρόλος του πλακούντα | 45 |
| 3.2.2 Επίδραση των ΠΛΟ στα νεογέννητα χοιρίδια- ρόλος του πρωτογάλακτος – γάλακτος | 47 |
| 3.3 Τροφές που βελτιώνουν την απορρόφηση των ΠΛΟ στον οργανισμό του χοίρου. | 48 |
| 3.3.1 Πολυφαινόλες | 49 |
| 4. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΩΝ ΠΛΟ ΣΤΗ ΔΙΑΤΡΟΦΗ ΤΩΝ ΧΟΙΡΩΝ ΠΑΧΥΝΣΗΣ | 54 |
| 4.1. Μεταβολή του προφίλ λιπαρών οξέων του χοιρινού κρέατος μέσω ελέγχου της διατροφής τους..... | 54 |
| 4.2 Η διατροφική αξία του ακατέργαστου χοιρινού κρέατος εξαρτάται από την περιεκτικότητα σε λιπαρά σε χοίρους | 68 |
| ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ | 70 |
| ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ | 71 |

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η εργασία αυτή είναι μια προσπάθεια μελέτης της διατροφής του χοίρου σε λιπαρά οξέα και το αποτέλεσμα που αυτή έχει στις φυσιολογικές οργανικές του λειτουργίες μέχρι και το τελικό προϊόν του, το χοιρινό κρέας.

Κύρια αναφορά γίνεται στα ω -3 λιπαρά οξέα, ενώ αναφέρονται και τα ω -6 και η σχέση μεταξύ τους. Σχετικά με τα ω -3 λιπαρά οξέα, από την μεγάλη γκάμα πρώτων υλών που τα περιέχουν γίνεται μια ενδεικτική επιλογή ορισμένων προϊόντων και μια σχετικά σύντομη παρουσίαση τους (λιναρόσπορος, ηλιόσπορος, ιπποφάεζ, σόγια, σογιάλευρο, κράμβη και τα έλαια τους, όπως επίσης και τα αγριόχορτα, λαχανικά).

Ταυτόχρονα επισημαίνεται η θετική επίδραση των εμπλουτισμό σε ω -3 λιπαρά οξέα στην εξέλιξη και στις λειτουργίες του πλακούντα, στα έμβρυα, στα νεογέννητα και θηλαζόμενα χοιρίδια και η ποιοτική αναβάθμιση του μητρικού γάλακτος με ότι αυτό συνεπάγεται.

Επίσης δεν αποφεύγεται να γίνει μια αναφορά στις πολυφαινόλες μια και αποτελούν ιδιαίτερη χημική ομάδα, συμβάλουν καθοριστικά στην υγεία και στην διατροφή του χοίρου και που δρουν συνεργατικά με τα ω 3 λιπαρά οξέα .

Τέλος τα ω -3 λιπαρά οξέα μόνα τους ή με πολυφαινόλες (που συνήθως συνυπάρχουν) δίνουν συγκριτικό πλεονέκτημα στους εκτροφείς επειδή δυναμώνουν τους οργανισμούς των χοίρων και τους κάνουν ανθεκτικότερους στις συνθήκες. Η προστιθέμενη αξία που λαμβάνεται από αυτούς, υπερμεγεθύνεται από την θετικότερη επίδραση των ω -3 λιπαρών που καταλήγουν μέσω της διατροφής στο χοιρινό κρέας, τόσο στα ποιοτικά του χαρακτηριστικά, όσο και στην διαιτητική του υπεροχή.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Μετά τον 2ο παγκόσμιο πόλεμο η συμβολή του αγροτικού τομέα στη διαμόρφωση του Ακαθάριστου Εθνικού Προϊόντος (Α.Ε.Π) μειώνεται δραματικά στις χώρες που μπήκαν στη διαδικασία ανάπτυξης ή ήταν ήδη ανεπτυγμένες. Το ποσοστό του ενεργού πληθυσμού που ασχολείται με την αγροτική παραγωγή σε κάθε της μορφή, είναι διαρκώς μειούμενο και το πλεονάζον εργατικό δυναμικό αστικοποιείται. Ο κατασκευαστικός τομέας, η βιομηχανία και οι υπηρεσίες κυριαρχούν στα πλαίσια της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Ε.Ε.), στη βόρεια Αμερική (Η.Π.Α., Καναδάς) και σε ορισμένες χώρες της Ασίας. Το κομμάτι της αγροτικής παραγωγής που παραμένει ακόμη ανθεκτικό με όλα του τα προβλήματα, είναι αυτό της ζωικής παραγωγής και ιδιαίτερα αυτό που επιδέχεται βιομηχανοποίηση της παραγωγής, μεγάλη πολλαπλασιαστικότητα του ζωικού κεφαλαίου, αξιοποίηση των δεδομένων της επιστήμης, σημαντικό επενδεδυμένο κεφάλαιο και δυναμική προστιθέμενη αξία από τη ζωοτροφή ως το καταναλωτή σε περίπτωση που καθετοποιείται. Ξεχωριστή θέση μέσα σε μια τέτοιου είδους κτηνοτροφία, κατέχει η χοιροτροφία.

Στην προσπάθεια του ατόμου να αντιλαμβάνεται αυστηρά τα πάντα σαν σχέση επένδυσης – απόδοσης κεφαλαίου στη διαδικασία της παραγωγής (στην προκειμένη περίπτωση, παραγωγή χοίρων - χοιρινού κρέατος) αναζητήθηκαν τρόποι να ικανοποίησης αυτής της απαίτησης. Έτσι, βρέθηκαν μέθοδοι καθώς και ουσίες που συνέβαλαν καθοριστικά προς αυτή την κατεύθυνση. Από αυτές, σήμερα, άλλες θεωρούνται πλήρως αποδεκτές, άλλες τίθενται υπό μελέτη και συζήτηση και άλλες υπό αμφισβήτηση ή αυστηρή απαγόρευση.

Ταυτόχρονα, μεταπολιτικά ο άνθρωπος αρχίζει να αποκτά συμυκνωμένη γνώση όση ποτέ άλλοτε στην ιστορία του. Μετά το 1960 επιλύονται κάθετα τα επισιτιστικά του προβλήματα όπως και μια πληθώρα προβλημάτων που αφορούσαν την υγεία του. Οι παράμετροι αυτοί προκάλεσαν, στον Δυτικό Κόσμο, την εμφάνιση ενός νέου μοντέλου του καταναλωτή, το μοντέλο του «ενημερωμένου καταναλωτή». Ο καταναλωτής αυτός αφού έχει ποσοτική επάρκεια των τροφίμων που χρειάζεται, αναζητεί πλέον την ποιότητα και την ασφάλεια και εκτιμά ιδιαίτερα ένα προϊόν, που μπορεί να ωφελήσει την υγεία του.

Οι καταναλωτές πλέον, (τουλάχιστον στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης), απευθύνονται στις παραγωγικές και μεταποιητικές επιχειρήσεις κτηνοτροφικών προϊόντων και ζητούν να συμπεριφέρονται στα ζώα που εκτρέφουν με ηθικό και κοινωνικά υπεύθυνο τρόπο. Επιπρόσθετα, οι μεγάλες επιχειρήσεις έχουν από μόνες τους υιοθετήσει σχετικούς κανόνες συμπεριφοράς («κώδικες δεοντολογίας»), με στόχο τη βελτίωση της εικόνας τους στην κοινωνία και τους καταναλωτές, αλλά και στην εξασφάλιση της εμπιστοσύνης των υποψήφιων πελατών τους ώστε να καταναλώνουν τα προϊόντα τους. Ακόμη, οι περισσότερες από αυτές τις επιχειρήσεις, στο επιχειρηματικό «όραμά τους», εντάσσουν σε περίοπτη θέση τους κανόνες συμπεριφοράς λειτουργίας, ποιότητας μαζί με τη θέλησή τους για κερδοφορία. Η θέσπιση ISO, και η λειτουργία βάσει ενός HACCP (πιστοποίηση του προϊόντων και διασφάλιση των κανόνων λειτουργίας) σε σοβαρές χοιροτροφικές επιχειρήσεις καθώς και σε τυποποιητικές ή μεταποιητικές του χοιρινού κρέατος, αποτελούν κομβικό στοιχείο για την αξιοπιστία των προϊόντων.

Έτσι, σήμερα θεωρείται ότι οι επιχειρήσεις, ως συγκροτημένοι οργανικοί, εκτός από τη μεγιστοποίηση του κέρδους τους έχουν και συγκεκριμένες κοινωνικές υποχρεώσεις. Αυτές πρέπει να εκπληρώνονται προς όφελος όλων των εμπλεκόμενων στο εσωτερικό και το εξωτερικό περιβάλλον μιας επιχείρησης, δηλαδή των πελατών, των προμηθευτών, των εργαζομένων, της τοπικής κοινωνίας και των ιδιοκτητών της.

Σχετικά με τις χοιροτροφικές επιχειρήσεις και τα ιδιαίτερα θέματα περιβαλλοντικού χαρακτήρα που προκύπτουν, αυτά αφορούν μια σειρά αρνητικών επιπτώσεων στο φυσικό περιβάλλον που μπορεί να λάβουν χώρα από την παραγωγή μέχρι την κατανάλωση των γεωργικών προϊόντων. Τέτοιες ενδεχόμενες επιπτώσεις είναι οι ανταγωνιστικές χρήσεις των εδαφών και του νερού, η υποβάθμιση των εδαφών και η επιβάρυνση των υδροφόρων οριζόντων και των λοιπών υδάτινων πόρων με αγροχημικά. Επίσης η επιβάρυνση ζωικών προϊόντων με αντιβιοτικά και άλλους επιβλαβείς για την ανθρώπινη υγεία παράγοντες, τα απόβλητα των γεωργικών επιχειρήσεων, η άσκοπη κατανάλωση ενέργειας κτλ.

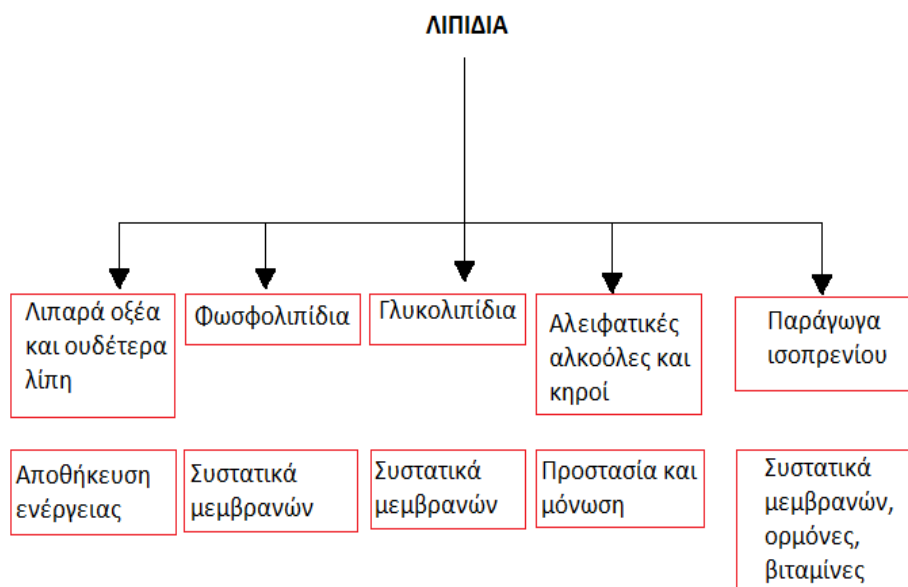
Πέρα από την προστασία της υγείας του καταναλωτή που είναι το θεμελιώδες ζητούμενο, παράλληλα ένα πολύ ενδιαφέρον κομμάτι είναι η βελτίωση για την κτηνοτροφική επιχείρηση του παραγωγικού της αποτελέσματος με νέες

επιστημονικές μεθόδους και πρακτικές, και από την άλλη η ενίσχυση του χοιρινού κρέατος.

Ίσως ποιο ενδιαφέρον να γίνεται το γεγονός της παραγωγής του χοιρινού κρέατος που θα συμβάλει στην ενίσχυση της υγείας του ανθρώπου. Κάτι τέτοιο θα προσέδιδε εκτός από διατητική αξία στο προϊόν και οικονομική προστιθέμενη αξία προσθέτοντας στην επιχείρηση διακριτή θέση όνομα και κύρος στην αγορά

1. ΛΙΠΗ – ΛΙΠΑΡΑ ΟΞΕΑ

Τα λίπη είναι μία βιολογική οργανική ένωση που αποτελείται από συστατικά γλυκερόλης και λιπαρών οξέων και περιέχει άνθρακα, υδρογόνο, οξυγόνο, μαζί με κάποια άλλα στοιχεία όπως άζωτο και φώσφορο. Τα λίπη είναι μια ετερογενής ομάδα ενώσεων οι οποίες ταξινομούνται μαζί, διότι παρουσιάζουν διαλυτότητα σε μη πολικούς όπως η ακετόνη και η μεθανόλη. Η ιδιομορφία των λιπιδίων έναντι των υπολοίπων βιομορίων (πρωτεΐνες, υδατάνθρακες) είναι ο υδρόφοβος χαρακτήρας, δηλαδή η μικρή διαλυτότητα τους στο νερό. Για αυτό και η κατηγορία αυτή περιλαμβάνει μόρια τα οποία δεν έχουν κοινά δομικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά παρά μόνο τον υδρόφοβο χαρακτήρα τους. (31)



Σχήμα 1.1: Τα διάφορα μέλη της κατηγορίας λιπιδίων και οι κυριότεροι βιολογικοί ρόλοι που επιτελούν αντίστοιχα.

Τα μόρια που ανήκουν σε αυτή την ομάδα ονομάζονται συλλογικά Λιπίδια και σχετίζονται άμεσα ή έμμεσα με τα λιπαρά οξέα. Στα λιπίδια περιλαμβάνονται τα λίπη, τα έλαια και οι κηροί. Από τα λίπη ο άνθρωπος καλύπτει το 35% των αναγκών του σε θερμίδες.

Η σπουδαιότητα των λιπιδίων στον ανθρώπινο οργανισμό δεν έγκειται μόνο στην ενεργειακή σημασία τους, αλλά και στη χρησιμοποίησή τους σαν δομικά συστατικά στις κυτταρικές μεμβράνες (φωσfolιπίδια), ή σαν βασικό συστατικό στο

σχηματισμό ορμονών (χοληστερόλη). Προσφέρουν επίσης θερμική μόνωση στον υποδόριο ιστό και σε ορισμένα όργανα, ενώ τα μη πολικά λιπίδια λειτουργούν σαν ηλεκτρονικοί μονωτές επιτρέποντας την γρήγορη μετάδοση των νευρικών ώσεων στους περιβεβλημένους με μυελίνη άξονες των νευρώνων. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα της σπουδαιότητας τους είναι ότι άνω από το μισό του ξηρού βάρους του εγκεφάλου οφείλεται στα λίπη. (31)(50)

Τα **απλά λίπη** είναι εστέρες των λιπαρών οξέων με μία αλκοόλη, τη γλυκερόλη (όταν βρίσκονται σε υγρή φάση καλούνται έλαια), ενώ στα σύνθετα υγρά, μια άλλη ομάδα λιπών, αποτελούνται από εστέρες με επιπλέον λειτουργικές ομάδες από αυτές των λιπαρών οξέων και των αλκοολών (π.χ. τα φωσφολιπίδια εκτός των λιπαρών οξέων και των αλκοολών περιέχουν και φωσφορικές ομάδες)

Πέραν της χοληστερόλης, τα περισσότερα λίπη στο ανθρώπινο σώμα συντίθενται από ενώσεις γνωστές σαν λιπαρά οξέα. Τα **λιπαρά οξέα** είναι αλειφατικά μονοκαρβοξυλικά οξέα με μακρά αλυσίδα και με αριθμό ατόμων άνθρακα μεγαλύτερο του τρία. Καθώς αυξάνει το μέγεθος της ανθρακικής αλυσίδας αυξάνει και ο υδρόφοβος χαρακτήρας των λιπαρών οξέων. Τα λιπαρά οξέα διακρίνονται σε κορεσμένα λιπαρά οξέα και ακόρεστα λιπαρά οξέα τα οποία μπορεί να περιέχουν ένα διπλό δεσμό (μονοακόρεστα) ή περισσότερους διπλούς δεσμούς (πολυακόρεστα). (31)

Τα *Πολυακόρεστα Λιπαρά Οξέα (ΠΛΟ)* περιλαμβάνουν το **λινολεϊκό** οξύ (LA, C18:2), το **α-λινολενικό** οξύ (ALA, C18:3), το **γ-λινολενικό** οξύ (GLA, C18:3), το **αραχιδονικό** οξύ (AA, C20:4), το **εικοσαπενταενοϊκό** οξύ (EPA, C:20:5) και το **εικοσιδυεξαενοϊκό** οξύ (DHA, C22:6). Τα ΠΛΟ διακρίνονται σε ω-3 (n-3) και σε ω-6 (n-6), ανάλογα με την απόσταση του πρώτου διπλού δεσμού τους από το τελικό μεθυλικό τους άκρο. (50)

Μεγάλη αναλογία ακόρεστων λιπαρών οξέων κάνει το λίπος υγρό σε θερμοκρασία δωματίου και τότε ονομάζεται έλαιο. Αυτό οφείλεται στο χαμηλό σημείο τήξης των ακόρεστων λιπαρών οξέων. Τα λίπη έχουν μεγάλη περιεκτικότητα (30-35%) σε κορεσμένα λιπαρά οξέα (παλμιτικό, στεατικό) ενώ στα έλαια υπερτερούν (έως 90%) τα ακόρεστα λιπαρά (ελαϊκό, λινελαϊκό, λινολενικό). Στα κορεσμένα λιπαρά οξέα το υδρογονανθρακικό τμήμα επεκτείνεται κατά τρόπο γραμμικό επιτρέποντας το καλύτερο πακετάρισμα μεταξύ τους στο λίπος. Αυτό έχει ως συνέπεια την αύξηση του σημείου τήξεως καθιστώντας τα λίπη στερεά σε

θερμοκρασία δωματίου. Αντίθετα στα ακόρεστα λιπαρά οξέα η παρουσία **cis** διπλού δεσμού δημιουργεί κάμψη στην αλυσίδα, εμποδίζοντας έτσι τη στενή διευθέτηση μεταξύ τους με συνέπεια την ελάττωση του σημείου τήξης (έλαια). Η διαμόρφωση της γεωμετρίας των γειτονικών ατόμων υδρογόνου, στα άτομα άνθρακα που ενώνονται με διπλό δεσμό, μπορεί να είναι **cis**, όταν είναι στην ίδια μεριά ή **trans** όταν είναι στην αντίθετη. (31)

Οι διπλοί δεσμοί σε όλα σχεδόν τα ακόρεστα λιπαρά οξέα που απαντούν στη φύση έχουν **cis** διαμόρφωση. Η **cis** διαμόρφωση των ακόρεστων λιπαρών οξέων εμποδίζει το πακετάρισμα των λιπαρών οξέων στις κυτταρικές μεμβράνες και έτσι αυξάνει τη ρευστότητα τους. Τα κορεσμένα λιπαρά (όπως το βούτυρο και το λαρδί) καθώς και τα λιπαρά οξέα με **trans** διπλούς δεσμούς (όπως η μαργαρίνη) τείνουν να είναι στερεά σε θερμοκρασίες δωματίου. Αντίθετα τα φυσικά λιπαρά οξέα με **cis** διπλούς δεσμούς τείνουν να είναι υγρά. Τα **trans** ακόρεστα λιπαρά οξέα είναι περισσότερο γραμμικά μόρια με υψηλότερα σημεία τήξης. Με την τεχνητή υδρογόνωση των φυτικών ελαίων που πραγματοποιείται συχνά στη βιομηχανία τροφίμων, δημιουργούνται λιπαρά οξέα με μικρότερο αριθμό διπλών δεσμών καθώς επίσης και **trans** λιπαρά οξέα.

Όταν τα **trans** λιπαρά οξέα ενσωματώνονται στις κυτταρικές μεμβράνες, τότε η ρευστότητα τους μειώνεται και τα **trans** λιπαρά οξέα κατά την επεξεργασία των φυτικών ελαίων. Για παράδειγμα, το φυσικό βούτυρο αποτελείται από 5% **trans** λιπαρά.

Επιπλέον, η θέση των διπλών δεσμών στην ανθρακική αλυσίδα δεν είναι, τυχαία. Τόσο η θέση όσο και η γεωμετρική διαμόρφωση των διπλών δεσμών καθορίζονται από ένζυμα που καταλύουν τη βιοσύνθεση των ακόρεστων λιπαρών οξέων. Η θέση του διπλού δεσμού σε ένα μόριο παίζει καθοριστικό ρόλο στη λειτουργία του μέσα στον οργανισμό και είναι ακόμα πιο σημαντική για τους διπλούς δεσμούς κοντά στο μεθυλικό άκρο, δεδομένου ότι ο ανθρώπινος οργανισμός δεν μπορεί να προσθέτει διπλούς δεσμούς. (31)(50)

1.1 Τα απαραίτητα λιπαρά οξέα

Στον οργανισμό του χοίρου δεν υπάρχει η δυνατότητα να βιοσυνθέτουν ωμέγα 3 και ωμέγα 6 λιπαρά οξέα λόγω της μη ύπαρξης ενζύμων με τη δυνατότητα πρόσθεσης διπλού δεσμού μακρύτερα από τον 9^ο άνθρακα, μετρώντας από το καρβοξυλικό άκρο. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο τα ωμέγα 3 και 6 λιπαρά χαρακτηρίζονται ως απαραίτητα, δηλαδή ο οργανισμός δεν μπορεί να προβεί στη de novo σύνθεσή τους και είναι υποχρεωμένος να τα αποκτήσει από την τροφή. Από τις κυριότερες λειτουργίες των απαραίτητων λιπαρών οξέων στο σώμα είναι η δράση τους ως πρόδρομα μόρια των εικοσανοειδών, που αποτελούν μεσολαβητές της φλεγμονώδους διεργασίας και της κυτταρικής ανάπτυξης. (52)

ΟΝΟΜΑΤΟΛΟΓΙΑ ΛΙΠΑΡΩΝ ΟΞΕΩΝ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΟ Ω

Η συντομογραφία (ω) για την ονομασία των λιπαρών οξέων βρίσκει μεγάλη εφαρμογή. Το χαρακτηριστικό όνομα τους, τα λιπαρά οξέα, το λαμβάνουν αρχικά από τον συνολικό αριθμό ατόμων άνθρακα της αλυσίδας ακολουθούμενο από άνω κάτω τελεία (:) και στη συνέχεια τον συνολικό αριθμό καθώς και τις θέσεις του/των διπλών δεσμών ξεκινώντας από τη θέση που είναι πιο κοντά στη μεθυλική πλευρά του μορίου του λιπαρού οξέος. Ο άνθρακας της μεθυλομάδας θεωρείται ο πρώτος (νούμερο 1) της αλυσίδας και το τελευταίο γράμμα του ελληνικού αλφάβητου είναι το ω , το οποίο και δηλώνει το τέλος της αλυσίδας. Μερικές φορές χρησιμοποιείται ο λατινικός χαρακτήρας n έναντι του ω (18:3n-3 αντί για 18:3 ω -3). (15) (26)

1.1.1 Ω -3 λιπαρά οξέα

Τα ω -3 λιπαρά οξέα είναι πολυακόρεστα λιπαρά τα οποία υπάρχουν σε δύο μορφές. Η μία μορφή είναι το απαραίτητο για τον οργανισμό *α -λινολενικό οξύ ALA* (18:3 ω -3), το οποίο υπάρχει σε φυτικά έλαια (λινέλαιο, κραμβέλαιο, σογιέλαιο) και στους χλωροπλάστες των πράσινων φυλλωδών λαχανικών. Η άλλη μορφή είναι το *εικοσαπεντανοϊκό οξύ EPA* και *δοκοσαεξανοϊκό οξύ DHA*, τα οποία βρίσκονται κυρίως σε ιχθυέλαια.

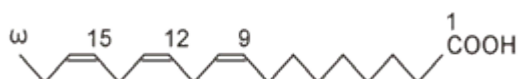
Τα ω -3 λιπαρά οξέα πιστεύεται ότι έχουν αντι-θρομβωτικές, αντι-αρρυθμικές, υπολιπιδαιμικές, αγγειοδιασταλτικές, αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες, ότι δρουν ως σταθεροποιητές της κυτταρικής μεμβράνης και φαίνεται να είναι χρήσιμα στην

πρόληψη και θεραπεία ποικίλων παθολογικών καταστάσεων, με πρώτη τη καρδιαγγειακή νόσο αλλά και ορισμένες ανοσολογικές και φλεγμονώδης διαταραχές.

Η οικογένεια των ω-3 λιπαρών οξέων προέρχεται από το *α-λινολενικό* (ALA) και μπορεί να τροποποιηθεί με επιμήκυνση ανθρακικής αλυσίδας, αποκορεσμό, β-οξείδωση και άλλα. (21)

1. Α- ΛΙΝΟΛΕΝΙΚΟ ΟΞΥ (ALA, ALPHA-LINOLENIC ACID)

18:3 ω 3 LINOLENIC ACID



Συντακτικός τύπος του *α-λινολενικού* οξέος

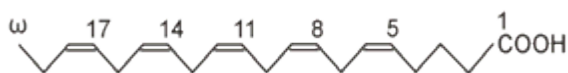
Το *α-λινολενικό* οξύ μπορεί να παραχθεί με Δ12 και Δ15 αποκορεσμό του ολεϊκού οξέος στα φυτά γι' αυτό και αποτελεί ένα από τα σημαντικά προϊόντα της βιοσύνθεσης λιπαρών οξέων σε αυτά. Συνήθως συναντάται στα φύλλα των φυτών και ως συστατικό σπορέλαιων. Η εξάπλωση των ελαίων από τυποποιημένους γεωργικούς σπόρους προκάλεσε σημαντική αλλαγή στην ισορροπία των LA και ALA με αποτέλεσμα τα τελευταία 100 χρόνια η μέση περιεκτικότητα του ALA να έχει μειωθεί σημαντικά. Έχει βρεθεί ότι το ALA απορροφάται σε ποσοστό μεγαλύτερο του 96%. (21) (16)

Σε ανθρώπους και ζώα το *α-λινολενικό* οξύ μπορεί να μεταβολιστεί σε ω-3 πολυακόρεστα λιπαρά οξέα μακράς αλύσου όπως το δοκοσαεξανοϊκό (DHA) και το εικοσαπεντανοϊκό (EPA).

Το *α-λινολενικό* οξύ είναι απαραίτητο να λαμβάνεται με την διατροφή από τον άνθρωπο. Τα παιδιά που δεν λαμβάνουν επαρκείς ποσότητες ω-3 λιπαρών οξέων με την διατροφή τους πιθανόν να υποφέρουν από δυσλειτουργίες νευρολογικής φύσης, προβλήματα όρασης, δερματίτιδες και αναστολή της ανάπτυξης. Η Μεσογειακή διατροφή είναι πλούσια σε λινολενικό οξύ, εικοσιδυεξανοϊκό οξύ και εικοσαπεντανοϊκό οξύ. (21)

2. ΕΙΚΟΣΑΠΕΝΤΑΝΟΪΚΟ ΟΞΥ (EPA, EICOSAPENTAENOIC ACID)

20:5 ω 3 EICOSAPENTAENOIC

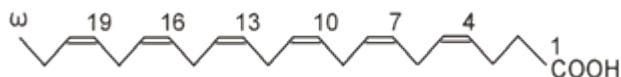


Συντακτικός τύπος του εικοσαπεντανοϊκού οξέος

Το εικοσαπεντανοϊκό οξύ παράγεται de novo μόνο από τα φύκια της θάλασσας και σε ζώα μετά αποαποκορεσμό και επιμήκυνση του ALA. Το EPA είναι το κύριο λιπαρό οξύ των ψαριών (περίπου 20 -25% του βάρους) παρόλο που δεν παράγεται de novo από τα ψάρια. Έχει, επίσης, αναφερθεί ότι σημαντικά ποσά EPA μπορούν να παραχθούν με β -οξειδωση της ανθρακικής αλυσίδας από DHA. Το EPA έχει μελετηθεί εκτενώς ως ανταγωνιστής αναστολέας του μεταβολισμού του αραχιδονικού οξέως (AA). Παρόλο που παράγονται εικοσανοειδή από το EPA φαίνεται να μην έχουν κάποια δράση ή να παρουσιάζουν κάποια αντίθετη δράση στα προερχόμενα από το αραχιδονικό εικοσανοειδή. (21) (16)

3. ΔΟΚΟΣΑΕΞΑΝΟΪΚΟ ΟΞΥ (DHA,DOCOSAHEXAENOIC ACID, (ΕΙΚΟΣΙΔΥΕΞΑΝΟΙΚΟ)

22:6 ω 3 DOCOSAHEXAENOIC



Συντακτικός τύπος του εικοσιδυεξανοϊκού οξέος

Το εικοσιδυεξανοϊκό οξύ παράγεται de novo από θαλάσσια φύκια και αποτελεί συστατικό των ψαριών (περίπου 8-20% του βάρους). Η παραγωγή στον άνθρωπο επιτυγχάνεται με αποκορεσμό και επιμήκυνση του ALA σε 24:5 ω -3. Σε αυτό το πολύ μακράς αλύσου λιπαρό οξύ μπαίνει σε β -οξειδωση για σχηματισμό του DHA. Οι ζωικοί οργανισμοί δείχνουν να το χρειάζονται για νευρική λειτουργία και βασίζονται στην παραγωγή του από πρόδρομα ω -3 λιπαρά οξέα ή από την πρόσληψη του από τη διατροφή.

Παρόλο που δεν έχει διευκρινιστεί η ακριβής δράση του DHA, από τη μεγάλη παραγωγή του στους διάφορους ιστούς συμπεραίνεται ότι ίσως είναι ένα απαραίτητο

συστατικό ορισμένων κυττάρων. Ο εγκέφαλος και ο αμφιβληστροειδής είναι ιστοί, ιδιαίτερα πλούσιοι σε εικοσιδυεξανοϊκό οξύ. (21) (16)

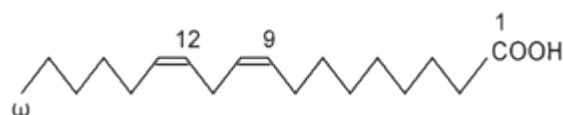
1.1.2 Ω-6 λιπαρά οξέα

Πολλές μελέτες δείχνουν δυνατή σχέση των ω-6 λιπαρών οξέων (που προέρχονται από φυτικά έλαια πλούσια σε α-λινολενικό οξύ) με δράση στη μείωση της χοληστερόλης του αίματος όταν αυτά αντικαθιστούν τα κορεσμένα λιπαρά της διατροφής. Άλλες μελέτες δείχνουν την θετική σχέση των ω-6 λιπαρών με την στεφανιαία νόσο.

Από την *Nurses' Health Study* προκύπτει ότι αυξημένη κατανάλωση ω-6 λιπαρών οξέων σχετίζεται με αξιοσημείωτη μείωση εμφάνισης διαβήτη τύπου – 2. Επιπλέον, από μελέτες σε ζώα και μεταβολικές μελέτες έχει φανεί ότι αυξημένες προσλήψεις των ω-6 λιπαρών οξέων βελτιώνουν την ευαισθησία στην ινσουλίνη, ενώ φαίνονται αντιαρρυθμικές ιδιότητες όταν χορηγείται ηλιέλαιο παρόλο που το ιχθυέλαιο έχει καλύτερα αποτελέσματα.

1. ΛΙΝΟΛΕΪΚΟ ΟΞΥ (LA, LINOLEIC ACID, ΛΙΝΕΛΑΪΚΟ)

18:2ω6 LINOLEIC ACID



Συντακτικός τύπος του λινολεϊκού οξέος

Το λινολεϊκό οξύ (LA) σε συνδυασμό με το α-λινολενικό οξύ (ALA) είναι τα δύο πιο διαδεδομένα προϊόντα βιοσύνθεσης των πολυακόρεστων λιπαρών οξέων στα φυτά. Ο τρόπος με τον οποίο διεξάγεται η γεωργική παραγωγή στη σύγχρονη εποχή έχει αυξήσει σημαντικά την αναλογία του σε σχέση με το ALA στα τρόφιμα. Παρόλο που οι ζωικοί οργανισμοί δεν μπορούν να παράγουν LA, αυτό το λιπαρό οξύ λαμβάνεται κατά ένα μεγάλο ποσοστό από το κρέας, διότι τα ζώα καταναλώνουν σιτηρέσιο που το περιέχει σε μεγάλα ποσοστά. Το LA είναι ένα πρόδρομο μόριο για την παραγωγή του απαραίτητου. Αραχιδονικού οξέος (AA, που είναι προϊόν του

αποκορεσμού και της επιμήκυνσης του LA και πρόδρομος των εικοσανοειδών), όπως επίσης και άλλων ω-6 λιπαρών οξέων. (21) (16)

1.2 Στοιχεία μεταβολισμού ω-3 και ω-6 λιπαρών οξέων

Από τα πολυακόρεστα λιπαρά οξέα στα κύτταρα των θηλαστικών συναντάται κυρίως το *αραχιδονικό οξύ* (AA). Ο οργανισμός δεν μπορεί να προβεί στην de novo βιοσύνθεση του *λινολεϊκού οξέος* (LA), του *α-λινολενικού* (ALA) και του *γ-λινολενικού* (GLA), μπορεί όμως χρησιμοποιώντας τα ως υπόστρωμα να βιοσυνθέσει ΠΛΟ μεγαλύτερης ανθρακικής αλυσίδας.

Μετά την εντερική απορρόφηση τους τα πολυακόρεστα λιπαρά οξέα μεταφέρονται στο ήπαρ. Σε περίπτωση έλλειψης της τροφής σε *αραχιδονικό* (AA), το απαιτούμενο AA για τον οργανισμό προέρχεται από το *λινολεϊκό οξύ* (LA). Η βιομετατροπή τόσο του LA σε AA όσο και των υπόλοιπων πολυακόρεστων λιπαρών οξέων μεταξύ τους πραγματοποιείται με τη βοήθεια μιας σειράς ενζύμων που εδράζονται στα μικροσώματα του ενδοπλασματικού δικτύου ή στα μιτοχόνδρια. Έτσι, το LA μετατρέπεται σε *γ-λινολενικό οξύ* (GLA) και το τελευταίο σε *δίχομο-γ-λινολενικό* (DGLA) και ακολούθως σε AA, ενώ το *α-λινολενικό οξύ* (ALA) μετατρέπεται σε *εικοδιπενταενοϊκό οξύ* (EPA) και αυτό σε *εισοσιδυεξανοϊκό οξύ* (DHA).

Μετά τους ανωτέρω βιοσχηματισμούς στο ήπαρ, τα ΠΛΟ μεταφέρονται στους ιστούς, όπου χρησιμεύουν ως δομικό συστατικό των φωσφολιπιδίων των κυτταρικών μεμβρανών διεργασία η οποία είναι απαραίτητη για τη διατήρηση της δομής, της ρευστότητας και της λειτουργικότητας των μεμβρανών και όπου το αραχιδονικό οξύ (AA) αποτελεί υπόστρωμα για τη σύνθεση των εικοσανοειδών (προσταγλαδίνες, θρομβοξάνες, λευκοτρίνες κ.τ.λ.).

Για κάθε πολυακόρεστο λιπαρό οξύ η συγκέντρωση του στα φωσφολιπίδια εξαρτάται από την αναλογία του στο σύνολο των λιπαρών οξέων της διατροφής. Το είδος του πολυακόρεστου λιπαρού οξέως που βρίσκεται ενσωματωμένο στα φωσφολιπίδια της κυτταρικής μεμβράνης εξαρτάται από το λόγο LA:ALA της διατροφής. Έτσι όταν το LA και το ALA συνυπάρχουν στη δίαιτα με λόγο 6:1,

ευνοείται η βιοσύνθεση του AA σε σχέση με το LA συγκριτικά με το σχηματισμό του DHA από το ALA.

Το ένζυμο Δ6 δεσατουράση είναι κοινό για το πρώτο στάδιο των βιοσχηματισμών των ω-3 κ ω-6 λιπαρών οξέων, οπότε το LA και το ALA ανταγωνίζονται για την λειτουργία του. Ορισμένοι παράγοντες μπορούν να καταστείλουν τα αρμόδια ένζυμα για τον αποκορεσμό των απαραίτητων λιπαρών οξέων, έχοντας κατά συνέπεια επιπτώσεις σε αυτήν την σημαντική διαδικασία μετατροπής. Αυτοί οι παράγοντες περιλαμβάνουν τις υψηλές προσλήψεις κορεσμένου λίπους, trans λιπαρών οξέων, χοληστερόλης και οίνοπνεύματος, την ανεπαρκή πρόσληψη ενέργειας ή πρωτεΐνης, ή την ανεπάρκεια ορισμένων θρεπτικών ουσιών.

Έτσι, το ένζυμο αποκορεσμού Δ6 απαιτεί επαρκείς ποσότητες B6, μαγνησίου και ψευδαργύρου προκειμένου να κάνει την μετατροπή του, ενώ το Δ5 απαιτεί βιταμίνη C, νιασίνη και ψευδάργυρο. (21) (27)

1.3 Κατάλληλη αναλογία Ω-3/ Ω-6

Η ισορροπία μεταξύ των δύο απαραίτητων λιπαρών οξέων είναι σημαντική για την ομοίωση και φυσιολογική ανάπτυξη του οργανισμού. Είναι σημαντικό να διατηρηθεί η κατάλληλη αναλογία των ω-3 και ω-6 λιπαρών οξέων στη διατροφή, καθώς οι δύο αυτές ουσίες συνεργάζονται για την προώθηση της υγείας του οργανισμού. Τα ω-3 λιπαρά οξέα συμβάλλουν στη μείωση της φλεγμονής και τα περισσότερα ω-6 λιπαρά οξέα τείνουν να προάγουν τη φλεγμονή. Ακατάλληλη αναλογία μεταξύ των απαραίτητων ω-3 και ω-6 λιπαρών οξέων, συμβάλλει στην παθογένεση πολλών ασθενειών, συμπεριλαμβανομένων των καρδιαγγειακών παθήσεων, του καρκίνου, των φλεγμονωδών και αυτοάνοσων νοσημάτων.

Οι αλλαγές στην αναλογία των προσλαμβανόμενων ω-6/ω-3, μπορούν να μεταβάλλουν τα φωσφολιπίδια και άλλα λιπιδικά συστατικά των κυτταρικών μεμβρανών. Η μεταβολή στην αναλογία των λιπαρών οξέων της δίαιτας οδηγεί σε δομικές αλλαγές στα λιπίδια της μεμβράνης και μπορεί να επηρεάσει τις βιολογικές λειτουργίες της. Έτσι, μεταβολές αυτών των λιπαρών οξέων επηρεάζουν υποδοχείς και ένζυμα.

Μια υγιεινή διατροφή πρέπει να αποτελείται από τριπλάσια ω-6 λιπαρά οξέα από ω-3. Η τυπική αμερικανική διατροφή τείνει να περιέχει 14-24 φορές περισσότερα

ω -6 από ότι ω -3 λιπαρά οξέα, και πολλοί ερευνητές πιστεύουν πως αυτή η ανισορροπία είναι ένας σημαντικός παράγοντας για την αύξηση του ποσοστού φλεγμονωδών παθήσεων στις ΗΠΑ.

Η υψηλή πρόσληψη *λινελαϊκού οξέος* (LA) οδηγεί στην οξείδωση της – χαμηλής πυκνότητας - *λιποπρωτεΐνης* (LDL), τη συνάθροιση αιμοπεταλίων και παρεμποδίζει την ενσωμάτωση των απαραίτητων λιπαρών οξέων στα φωσφολιπίδια των κυτταρικών μεμβρανών.

Το *αραχιδονικό οξύ* (AA) αυξάνει τον κίνδυνο για την καρδιαγγειακή νόσο ενώ μία διατροφή πλούσια σε *εικοσιπεντανοϊκό οξύ* (EPA) τον μειώνει. Μια χαμηλότερη αναλογία ω -6/ ω -3 λιπαρών οξέων απαιτείται για την πρόληψη και την αντιμετώπιση χρόνιων παθήσεων.

Ως **βέλτιστη αναλογία ω -3/ ω -6** για την προαγωγή της υγείας θεωρείται το 3-4/1 και η αναλογία αυτή είναι ελαφρώς κυμαινόμενη, ανάλογη με την ύπαρξη πάθησης και το βαθμό της σοβαρότητάς της. Στην πρόληψη της καρδιαγγειακής πάθησης αναλογία 4/1 συνδέθηκε με μια μείωση 70% στη συνολική θνησιμότητα. Αναλογία 2,5/1 μειώνει τον πολλαπλασιασμό των κυττάρων του παχέος εντέρου σε ασθενείς με καρκίνο του ορθού, ενώ αναλογία 4/1 με το ίδιο ποσό ω -3 δεν είχε καμία επίδραση. Η αναλογία 2-3/1 καταστέλλει την εκδήλωση της πάθησης σε ασθενείς με ρευματοειδή αρθρίτιδα.

Αυτές οι μελέτες δείχνουν ότι η αναλογία μπορεί να ποικίλει με τον τύπο της ασθένειας. Μια χαμηλότερη αναλογία ω -6/ ω -3 δηλαδή 2:1 ή ακόμη και 1:1, λιπαρών οξέων είναι πιο επιθυμητή στη μείωση του κινδύνου σε πολλές από τις χρόνιες παθήσεις της υψηλής επικράτησης στις δυτικές κοινωνίες, καθώς επίσης και στις αναπτυσσόμενες χώρες. (21) (50)

2. ΠΗΓΕΣ ΠΟΛΥΑΚΟΡΕΣΤΩΝ ΛΙΠΑΡΩΝ ΟΞΕΩΝ

Τα EPA και DHA καταναλώνονται κυρίως με τη μορφή των ψαριών και των ιχθυελαίων, ενώ το *α-λινολενικό οξύ* απαντάται κυρίως σε ορισμένα φυτικά τρόφιμα και φυτικά έλαια. Τα φυτικά έλαια είναι πλούσια και σε ω-6 λιπαρά οξέα ενώ οι κυριότερες φυτικές πηγές ω-3 λιπαρών οξέων είναι ο λιναρόσπορος και το έλαιο του λιναρόσπορου, τα καρύδια, οι ηλιόσποροι και το ηλιέλαιο, τα άγρια χόρτα, τα υποπροϊόντα ελαιουργίας και το ελαιοκράμβρης (canola). Άλλες πηγές ω-3 λιπαρών οξέων είναι, τα αράπικα φιστίκια, τα πράσινα φυλλώδη λαχανικά, το σπορέλαιο ιπποφαούς, τα δημητριακά, τα φύκη, οι σπόροι κολοκύθας, τα φασόλια σόγιας και το σογιέλαιο και το έλαιο σιναπόσπορων. (27) (32) (50)



Εικόνα 1: Καρποί πλούσιοι σε πολυακόρεστα λιπαρά οξέα

2.1 Ψάρια και Ιχθυέλαια

Το περιεχόμενο και η σύσταση των λιπιδίων στα ψάρια διαφέρει σε μεγάλο βαθμό ανάλογα με το είδος, την περιοχή και την εποχή που αλιεύθηκαν, καθώς και άλλους παράγοντες οι οποίοι παρουσιάζονται παρακάτω. Έτσι τα συνολικά λιπίδια στα ψάρια μπορούν να κυμαίνονται από 1-20 g/100g ιστού, αλλά τα περισσότερα από τα συνηθισμένα ψάρια περιέχουν λιγότερο από 5 g/100g ιστού λίπους. Το λίπος αυτό

αποτελείται από φωσφολιπίδια (0,4-0,7 g/100g ιστού). Αντίστοιχα μεγάλες είναι οι διακυμάνσεις των ω -3 λιπαρών οξέων, τα οποία κυμαίνονται από 5-50 % του συνόλου των λιπαρών οξέων. Το λίπος στα περισσότερα είδη των ψαριών υπάρχει ως στρώμα, αν και σε κάποια βρίσκεται διασκορπισμένο κατά μήκος των μυών. Οι μύες της κοιλιακής χώρας και ο αυχένιας τείνουν να περιέχουν περισσότερο λίπος από άλλες περιοχές του σώματος. (33)(34)(36)



Εικόνα 1: Τα ψάρια είναι πλούσια σε πολυακόρεστα λιπαρά οξέα

2.1.1 Ψάρια και λιπαρά οξέα

Τα μεγαλύτερα ψάρια, που βρίσκονται στην κορυφή της τροφικής αλυσίδας συγκεντρώνουν τα περισσότερα από τα τριγλυκερίδια στο ήπαρ. Έτσι στη μουρούνα το λίπος συγκεντρώνεται κατά 80% στο ήπαρ (το οποίο κατέχει το 10% του βάρους του σώματος), ενώ αντίθετα στη ρέγκα και στο σολομό το ήπαρ αποτελεί το 3% του συνολικού σωματικού βάρους και περιέχει περίπου το 5% του λίπους. Για το λόγο αυτό το ήπαρ της μουρούνας και διαφόρων καρχαριών χρησιμοποιείται για την παραγωγή ελαίων. Ιχθυέλαια παρασκευάζονται επίσης από τους ιστούς μικρών θαλασσινών ψαριών με μεγάλο ποσοστό περιεχόμενου λίπους, όπως η σαρδέλα και η ρέγκα. Τα έλαια αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν στα σιτηρέσια των χοίρων δίνοντας ικανοποιητικά ποσοστά ω -3 λιπαρών οξέων.

Πίνακας 1: Αντιπροσωπευτική κατανομή των λιπαρών οξέων και της χοληστερόλης σε ψάρια που χρησιμοποιούνται ως πρώτη ύλη για την παραγωγή ιχθυελαίων.

| Έλαιο | Κορεσμένα | Μono-ακόρεστα | 18:3ω3 | 20:5ω3 | 22:5ω3 | Χοληστερόλη |
|-----------------|-----------|---------------|--------|--------|--------|-------------|
| Ήπαρ Μουρμούρας | 18 | 51 | 0,7 | 9,5 | 9,5 | 570 |
| Ρέγγα | 19 | 60 | 0,6 | 7,1 | 4,3 | 760 |
| Menhaden* | 34 | 32 | 1,0 | 12,7 | 8,0 | 600 |
| Σαρδέλα | 25 | 29 | - | 17,0 | 9,0 | - |
| Αντσούγια | 28 | 29 | - | 17,0 | 10,0 | - |

*Ψάρι που χρησιμοποιείται ευρύτατα για την παραγωγή ιχθυελαίων στις ΗΠΑ

Ενδεικτική σύσταση τέτοιων πηγών παρουσιάζεται στον πίνακα 1. Καθώς τα ψάρια αποτελούν μαζί με άλλους θαλασσινούς οργανισμούς τις σημαντικότερες πηγές EPA και DHA, δημιουργείται η ανάγκη διερεύνησης των παραγόντων που επηρεάζουν τη σύστασή τους. Αναμφισβήτητα ο σημαντικότερος παράγοντας είναι το είδος του ψαριού, καθώς υπάρχουν ψάρια που συγκεντρώνουν αφενός μεγαλύτερες ποσότητες λίπους από άλλα, αφετέρου μεγαλύτερες ποσότητες λίπους από άλλα, αφετέρου μεγαλύτερες ποσότητες συγκεκριμένων λιπαρών οξέων. Η σύσταση των ψαριών της Μεσογείου μελετήθηκε για πρώτη φορά το 1993 από τους Zlatanov & Sagredos. Τα αποτελέσματα αυτής της έρευνας παρουσιάζονται στον πίνακα 2. Σύμφωνα με αυτά, τις πλουσιότερες πηγές EPA και DHA από τα ψάρια των Ελληνικών θαλασσών αποτελούν η σαρδέλα, ο γαύρος, η μαρίδα και το σκουμπρί. Σε μεταγενέστερες εργασίες που έγιναν στην ευρύτερη γεωγραφική περιοχή της ανατολικής Μεσογείου, παρουσιάστηκαν κάποιες διακυμάνσεις στην σύσταση αυτών των ψαριών. (33)(34)(36)

Πίνακας 2: Περιεκτικότητα ψαριών της Μεσογείου σε EPA και DHA

| Είδη ψαριών | Περιεχόμενο Λίπους (%) | EPA (g/100g λίπους) | DHA (g/100g λίπους) | EPA (g/100g ψαριού) | DHA (g/100g ψαριού) |
|------------------|------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Γόπα | 3,5 | 6,7 | 17,9 | 0,23 | 0,63 |
| Κυπρίνος | 0,6 | 1,7 | 4,0 | 0,01 | 0,02 |
| Γαύρος | 2,2 | 11,0 | 25,5 | 0,24 | 0,56 |
| Γοβιός | 4,0 | 13,5 | 3,7 | 0,53 | 0,15 |
| Μελούνα | 3,7 | 5,0 | 6,8 | 0,19 | 0,25 |
| Βακαλάος | 1,1 | 4,7 | 11,4 | 0,05 | 0,13 |
| Μελανούρι | 1,3 | 7,0 | 17,9 | 0,23 | 0,73 |
| Λιθρίνι | 1,8 | 5,8 | 6,7 | 0,10 | 0,12 |
| Σάλτα | 1,3 | 12,6 | 1,1 | 0,16 | 0,01 |
| Σαρδέλα | 4,1 | 9,6 | 24,8 | 0,39 | 1,02 |
| Σκουμπρί | 11,8 | 7,6 | 8,9 | 0,85 | 1,05 |
| Σπάρος | 5,4 | 3,9 | 5,0 | 0,21 | 0,27 |
| Μαρίδα | 2,0 | 8,2 | 22,3 | 0,16 | 0,45 |
| Σαφρίδι | 1,7 | 5,9 | 9,5 | 0,10 | 0,16 |
| Καπόνι | 7,2 | 8,7 | 10,0 | 0,63 | 0,72 |

Μεταξύ ψαριών από διαφορετικές γεωγραφικές περιοχές, παρουσιάζονται μεγάλες διαφορές στα περιεχόμενα λιπαρά οξέα. Ενδεικτικά είναι τα αποτελέσματα που παρουσιάζουν οι Guner, οι οποίοι συνέκριναν τα ψάρια αντσούγια, πέστροφα και σολομό από διαφορετικά μέρη του πλανήτη. (Πίνακας 3) (33)(34)(36)

Πίνακας 3: Περιεκτικότητα ψαριών διαφορετικής γεωγραφικής προέλευσης σε λιπαρά οξέα.

| | Αντσούγια (%) | | | Σολομός (%) | | |
|------------|---------------|--------------|-------|-------------|--------|------|
| | Τουρκία | Νότια Αφρική | Περού | Τουρκία | Καναδά | ΗΠΑ |
| EPA | 7,4 | 24,6 | 10,7 | 3,1 | 4,7 | 4,5 |
| DHA | 12,3 | 9,8 | 4,4 | 16,7 | 11,1 | 17,0 |
| ω-3 | 24,9 | 39,9 | 17,0 | 23,7 | 19,9 | 33,8 |
| ω-6 | 6,3 | 2,1 | 8,2 | 11,7 | 4,3 | 11,7 |

| | Πέστροφα (%) | | | |
|------------|--------------|--------|------|-------------|
| | Τουρκία | Ιταλία | ΗΠΑ | Ελλάδα (53) |
| EPA | 3,9 | 1,9 | 1,9 | 2,19 |
| DHA | 15,0 | 10,3 | 10,3 | 4,96 |
| ω-3 | 22,8 | 15,0 | 15,0 | 11,32 |
| ω-6 | 12,1 | 15,8 | 15,8 | 3,64 |

2.1.2 Ψάρια, ιχθυέλαια στη διατροφή των χοίρων

Στις Ελληνικές εκτροφές χοίρων, από τις κατηγορίες ψαριών, χρησιμοποιείται η ρέγγα (ρεγγάλευρο) λόγω μεγαλύτερης αφθονίας συγκριτικά με τα υπόλοιπα ψάρια και λόγω μικρότερου κόστους (κάτι που δεν ισχύει για το έλαιο ρέγγας).



Εικόνα 2: Από τις ρέγγες παράγεται το ιχθυάλευρο που χρησιμοποιείται στην Ελλάδα.

Το ρεγγάλευρο χρησιμοποιείται στο σιτηρέσιο των χοίρων κυρίως ως πηγή πρωτεϊνών, αλλά, εκτός των πρωτεϊνών είναι πλούσια και σε πολυακόρεστα λιπαρά

οξέα. Ωστόσο, όπως προέκυψε από έρευνες η πρόσληψη από τους χοίρους μεγάλων ποσοτήτων ρεγγάλεουρο ώστε να αυξηθούν τα ΠΛΟ στο κρέας του χοίρου, προκάλεσε διαιτητικές διάρροιες λόγω της υπέρβασης της των ορίων πρωτεϊνών στο σιτηρέσιο του χοίρου και στην υποβάθμιση του ποσοστού των ινωδών ουσιών, δεδομένου ότι το ρεγγάλεουρο χορηγείται στην Ελλάδα κυρίως σε δυναμικά σιτηρέσια κρισίμων ηλικιών και για την υποκατάσταση μέρους του σογιαλεύρου.

Για την αντιμετώπιση των διαταραχών ουσιών ο κτηνιατρικός κόσμος κατέφυγε στην έκτακτη προσθήκη κυτταρινούχων πρώτων υλών (εύπεπτες, με κατά πολύ λιγότερες πρωτεΐνες 15% έναντι 44% του σογιαλεύρου και 72% του ρεγγαλεύρου και με χαμηλό προφίλ αμινοξέων). (29)

Η προαναφερθείσες διαταραχές ταυτόχρονα με την προσθήκη κυτταρινών προκάλεσαν αύξηση του δείκτη μετατρεψιμότητας, μείωση του ποσοστού εκμετάλλευσης της τροφής, και παρέτειναν την χρονική περίοδο της ζωής του χοίρου ώσπου να ολοκληρώσει το απαιτούμενο βάρος σφαγής.

Τέλος προκάλεσε την αντίδραση του Έλληνα καταναλωτή (που χαρακτηρίζεται για τα λεπτά του γούστα ως και την ιδιοτροπία του) για την γνωστή κατακόρυφη αλλοίωση του αρώματος και της γεύσης του χοιρινού κρέατος (βιβλιογραφικά “αηδή οσμή και γεύση ιχθύος”) γεγονός που έπληξε άμεσα την εμπορευσιμότητα του προϊόντος.

Ακόμη, το ρεγγάλεουρο όπως και των υπόλοιπων ψαριών δεν μπορούν να είναι ποτέ 100% ασφαλή ως προς τα βακτηρίδια, διότι δεν μπορούν να εξυγιανθούν εξ ολοκλήρου από τις βιομηχανίες παραγωγής τους. Εγκυμονεί πάντα ο κίνδυνος ασθενειών με κυρίαρχη την εντερίτιδα από E.Coli.



Εικόνα 3: Ιχθυάλευρο

Το έλαιο ρέγγας, δεν χρησιμοποιείται στην Ελληνική χοιροτροφία λόγω του μεγάλου κόστους του. Σύμφωνα με έρευνες το έλαιο ρέγγας, όπως και τα υπόλοιπα ιχθυέλαια, και μειώνει την οξειδωτική σταθερότητα του υποστρώματος στου λιπώδους ιστού. (12)

2.2 Λιναρόσπορος – Λινέλαιο

Το λινέλαιο (linseed oil) είναι ένα άχρωμο έως υποκίτρινο φυτικό έλαιο που εξάγεται από τους ωριμασμένους και αποξηραμένους σπόρους του φυτού του λιναριού (*Linum usitatissimum*). Το λινέλαιο αποκτάται με συμπίεση των σπόρων.

Το λινέλαιο ανήκει στα λεγόμενα «αποξηραινόμενα έλαια», δηλαδή μπορεί να πολυμερίζεται σε στερεά ουσία. Εξαιτίας αυτής της ιδιότητάς του, το λινέλαιο μπορεί να χρησιμοποιηθεί, μόνο του ή αναμεμιγμένο με άλλα έλαια.

Οι σπόροι του λιναριού περιέχουν λιγνάνες, μία τάξη φυτοοιστρογόνων που θεωρείται ότι διαθέτουν αντιοξειδωτικές και αντικαρκινικές ιδιότητες, παρότι το έλαιο που εξάγεται από τους σπόρους, σύμφωνα με κάποιες πηγές, δεν περιέχει τις λιγνάνες τους.

Το λινέλαιο οξειδώνεται εύκολα, δηλαδή ταγγίζει αποκτώντας δυσάρεστη οσμή, εκτός και αν διατηρείται στο ψυγείο. Η οξείδωση του λινελαίου αποτελεί μείζον εμπορικό ζήτημα, όμως με την προσθήκη αντιοξειδωτικών μπορεί να αποτραπεί η τάγγιση. (49)



Εικόνα 4: Λιναρόσποροι και λινέλαιο

2.2.1 Λιναρόσπορος, λινέλαιο και λιπαρά οξέα

Το λινέλαιο περιέχει το περισσότερο ALA από όλα τα φυτικά έλαια (53gr/100gr), (Πίνακας 5). Το συνηθισμένο λινέλαιο περιέχει πάνω από 52% ALA και υπάρχουν ειδικές ποικιλίες λιναριού που έχουν αναπτυχθεί παράγουν λινέλαιο με πολύ περισσότερο ALA (μέχρι και 70%), (Πίνακας 6). Η Υπηρεσία Τροφίμων και Φαρμάκων των ΗΠΑ (FDA) έχει δώσει την άδεια του «γενικώς αναγνωρισμένου ως ασφαλούς» (GRAS) στο λινέλαιο υψηλού α-λινολενικού οξέος.

Με την προσθήκη λινελαίου στην τροφή του χοίρου αυξάνεται το α-λινολενικό οξύ σε διάφορα χοιρινά προϊόντα, με σημαντική μείωση τόσο των κορεσμένων όσο και των μονοακόρεστων λιπαρών οξέων. (25) (48) (13) (49)

Πίνακας 5: Μέση περιεκτικότητα του λινελαίου σε λιπαρά οξέα (49) (31)

| Μέση περιεκτικότητα σε λιπαρά οξέα | % | % Ευρωπαϊκή |
|------------------------------------|------|-------------|
| α-λινολενικό οξύ ω3 | 47,4 | 56,0–71,0 |
| εικοσενοϊκό οξύ ω3 | - | 0–0,6 |
| λινολεϊκό οξύ ω6 | 24,1 | 12,0–18,0 |
| παλμιτικό οξύ μονο | 6,0 | 4,0–6,0 |
| στεαρικό οξύ μονο | 2,5 | 2,0–3,0 |
| αραχιδικό οξύ μονο | 0,5 | 0–0,5 |

Πίνακας 6: Διατροφική αξία λιπών λινελαίου (από το Συμβούλιο Λιναριού του Καναδά), ανά 100 γραμμάρια (49) (31)

| Λίπη (σύνολο) | 100 g |
|------------------------|-------|
| ω-3 Λιπαρά οξέα | 57 g |
| ω-6 Λιπαρά οξέα | 14 g |

2.2.2 Λιναρόσπορος, λινέλαιο στη διατροφή του χοίρου

Ο λιναρόσπορος και το έλαιο του λιναριού μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη διατροφή των χοίρων διότι περιέχουν πολύ υψηλά επίπεδα α-λινολενικού οξέος και βελτιώνουν τη διατροφική ποιότητα του χοιρινού κρέατος. Η διατροφή του χοίρου με λιναρόσπορο μπορεί να αυξήσει τα επίπεδα του ALA κατά 6-8 φορές. (2) Η ανάλυση μίας έρευνας, που περιλάμβανε 1006 χοίρους, για την εκτίμηση της επίδρασης του λιναρόσπορου στο χοιρινό κρέας, ως προς τα ALA, EPA DPA και DHA λιπαρά οξέα, έδειξε θετικά αποτελέσματα των ω-3 ΠΛΟ τόσο στη σύνθεση του μυϊκού ιστού, όσο και στον λιπώδη ιστό. (Πίνακας 7) (9)(23)

Πίνακας 7: Επίδραση του λιναρόσπορου στα ποσοστά (%) των ω-3 ΠΛΟ, στον μυϊκό και λιπώδη ιστό. (9)

| | ALA | EPA | DPA | DHA |
|--------------------|------|------|-----|-----|
| Μυϊκό ιστός | 137% | 188% | 51% | 12% |
| Λιπώδη ιστό | 297% | 149% | 88% | 18% |

Σε ερευνητικά προγράμματα που έχουν πραγματοποιηθεί, εξετάστηκε η διάρκεια χορήγησης του λιναρόσπορου στο σιτηρέσιο των χοίρων. Στην έρευνα αυτή χρησιμοποιήθηκαν 220 χοίροι διασταυρωμένοι (Topigs 40 x Piétrain) και το βασικό σιτηρέσιο όλων των χοίρων βασίστηκε σε αλεύρι κριθαριού, σιταριού και σόγιας και τροφοδοτήθηκαν κατά βούληση. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι ο εμπλουτισμός του

χοιρινού κρέατος με ALA, EPA και DHA ήταν ανεξάρτητος από τη διάρκεια της χορήγησης λιναρόσπορου στη διατροφή του χοίρου, και ότι δεν είναι απαραίτητο οι χοίροι να διατρέφονται με σιτηρέσια που περιέχουν λιναρόσπορο, για μεγάλο χρονικό διάστημα προκειμένου να επιτευχθεί η υψηλότερη αύξηση της περιεκτικότητας ω -3 ΠΛΟ στο τελικό προϊόν του χοίρου. (8)(11)

Το ιδανικό ποσοστό συμμετοχής του λιναρόσπορου, σύμφωνα με έρευνες, για την μέγιστη περιεκτικότητα του χοιρινού με ΠΛΟ επιτεύχθηκε, όταν η διατροφή του χοίρου περιείχε λιναρόσπορο σε ποσοστό 5% . Πιο συγκεκριμένα, εξετάστηκε η διατροφή του χοίρου με λιναρόσπορο σε ποσοστά 0%, 5% και 10%. Από την έρευνα αυτή προέκυψε ότι η διατροφή των χοίρων με λιναρόσπορο σε ποσοστό 5% για 11 εβδομάδες μείωσε τα κορεσμένα και μονοακόρεστα λιπαρά οξέα στο χοιρινό κρέας και αύξησε τα ΠΛΟ. (8)

Επίσης, η προσθήκη σεληνίου (SE) και βιταμίνης E στο σιτηρέσιο των χοίρων σε συνδυασμό με το λιναρόσπορο σύμφωνα με έρευνες δίνουν θετικά αποτελέσματα στο χοιρινό κρέας. Το έλαιο λιναρόσπορου συμπληρωμένο με οργανικό σελήνιο και βιταμίνη E βελτίωσε το θρεπτικό προφίλ λιπαρών οξέων, την κατακράτηση νερού και την τρυφερότητα του νωπού χοιρινού κρέατος. Επίσης το σελήνιο σε ποσοστό έως και 54% σε συνδυασμό με το λινέλαιο, αυξάνουν τα ω -3 ΠΛΟ κατά δύο φορές, μειώνοντας ταυτόχρονα την αναλογία λιπαρών οξέων ω -6/ ω -3 στο κρέας. (5)(6)

Ακόμη, η προσθήκη λιναρόσπορου στη διατροφή του χοίρου δημιουργεί πιο ευμενείς συνθήκες για την οξειδωση του κρέατος του, μετά τη σφαγή. Αυτό μπορεί να αποφευχθεί με τη χορήγηση αντιοξειδωτικών όπως βιταμίνη E στη διατροφή του χοίρου. Η μελέτη αυτή δείχνει ότι η προσθήκη βιταμίνης E σε συνδυασμό με το λιναρόσπορο στη διατροφή των χοίρων μπορεί να βελτιώσει το *προφίλ των λιπαρών οξέων* του χοιρινού κρέατος χωρίς να επηρεάσει δυσμενώς την οξειδωση του κρέατος ή τη σταθερότητα του χρώματος. (4)(7)

Ο ακατέργαστος λιναρόσπορος περιέχει υδροκυάνιο (HCN) ($198 \pm 0,6$ mg / kg) και τανίνη ($146 \pm 0,5$ mg / 100 g), αντίστοιχα. Ωστόσο, μετά από θερμική επεξεργασία, το εξωθημένο άλευρο από λιναρόσπορο περιείχε 86-93,2 % και 76% λιγότερες HCN και ενώσεις ταννίνης από το αρχικό υλικό.(10)(39)

Σύμφωνα με έρευνες, η διατροφή του χοίρου με μη επεξεργασμένο λιναρόσπορο ήταν πιο αυξημένη σε κορεσμένα λιπαρά οξέα και μειωμένη σε πολυακόρεστα λιπαρά οξέα σε σχέση με τη διατροφή του χοίρου με εξωθημένο λιναρόσπορο. (Πίνακας 8) Πιο συγκεκριμένα ο εξωθημένος λιναρόσπορος μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως κύρια πηγή α-λινολενικού οξέος τη διατροφή του χοίρου.(10)

Πίνακας 8: Αναλογίες (%) των μονοακόρεστων και πολυακόρεστων λιπαρών οξέων σε επεξεργασμένο και μη λιναρόσπορο. (10)

| Λιναρόσπορος | Παλμιτικό | Στεατικό | Ελαιικό | Λινελαϊκό | α- λινολαϊκό |
|--------------------------|-----------|-----------|------------|------------|--------------|
| Μη επεξεργασμένος | 12,1% | 16% | 28,6% | 38,2% | 2,7% |
| Επεξεργασμένος | 6,3-9,6% | 7,4-13,2% | 17,6-23,5% | 38,2-42,8% | 8,2-21,1% |

2.3 Ηλιόσπορος – Ηλιέλαιο

Το φυτό ηλιάνθος ο ετήσιος (*Helianthus annuus*) ή αλλιώς ηλιοτρόπιο είναι ένα ποώδες μονοετές φυτό της οικογένειας Asteraceae. Καλλιεργείται κυρίως για τα σπέρματά του και τα εξ αυτών παραγόμενα προϊόντα (ηλιέλαιο και ηλιάλευρο). Τα προϊόντα του χρησιμοποιούνται στη διατροφή του ανθρώπου, ως ζωοτροφή και ως καύσιμη ύλη. Ανάλογα με την περιεκτικότητα των σπερμάτων σε έλαιο διακρίνονται δύο ποικιλίες, μία με χαμηλή περιεκτικότητα (κ.μ.ό. 25%) και μία άλλη με υψηλή περιεκτικότητα (40% - 51%).



Εικόνα 4: Ηλίανθος και ηλιόσποροι



Εικόνα 5: Ωριμος ηλίανθος, σπόροι, ηλιέλαιο

2.3.1 Ηλιόσπορος, ηλιέλαιο και λιπαρά οξέα

Το κύριο προϊόν της κατεργασίας των σπερμάτων είναι το ηλιέλαιο, το οποίο έχει υψηλή περιεκτικότητα σε ακόρεστα λιπαρά οξέα, βιταμίνη E και φυτικές στερόλες και χαμηλή περιεκτικότητα σε κορεσμένα λιπαρά οξέα. Η σύσταση του ηλιελαίου σε λιπαρά οξέα εξαρτάται κυρίως από την ποικιλία του ηλιόσπορου και διακρίνεται σε ηλιέλαιο με υψηλή περιεκτικότητα σε πολυακόρεστα λιπαρά οξέα (ηλιέλαιο λινολεϊκό ή κλασικό), με υψηλή περιεκτικότητα σε μονοακόρεστα λιπαρά οξέα (ηλιέλαιο ελαϊκό ή High-oleic) και με ενδιάμεση περιεκτικότητα σε ελαϊκό οξύ, (ηλιέλαιο μέσο ελαϊκό ή NuSun). Το ηλιέλαιο προστίθεται στα σιτηρέσια των χοίρων με σκοπό την αύξηση του ενεργειακού περιεχομένου τους, καθώς και την κάλυψη των αναγκών τους σε απαραίτητα λιπαρά οξέα.

Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη σύνθεση σιτηρεσίων των χοίρων, ενώ η τιμή του στην ελληνική αγορά είναι κατά κανόνα χαμηλότερη αυτής του σογιελαίου. Τα υποπροϊόντα κατεργασίας του ηλιόσπορου, για την παραλαβή του ελαίου, είναι το ηλιάλευρο και υποπροϊόντα σε μορφή συμπήκτων (pellet). Η περιεκτικότητά τους σε ολικές «κυτταρίνες» κυμαίνεται από 12-32%, σε ολικές αζωτούχες ουσίες από 24-

34% και σε ολικές λιπαρές ουσίες από 1-10%, ενώ αντίστοιχα μεγάλη διακύμανση παρουσιάζει και η περιεκτικότητά του σε ενέργεια. Επίσης, περιέχει μια σημαντική ποσότητα βιταμινών και μη αμυλούχων πολυσακχαριτών. Συγκριτικά με το σογιάλευρο, το ηλιάλευρο έχει υψηλότερη περιεκτικότητα σε ολικές «κυτταρίνες» και μεθειονίνη και χαμηλότερη περιεκτικότητα σε ενέργεια, ολικές αζωτούχες ουσίες και λυσίνη, ενώ έχει παρόμοια πεπτικότητα πρωτεϊνών. (25) (28) (48)

2.3.2 Ηλιόσπορος, ηλιέλαιο στη διατροφή του χοίρου

Τα τελευταία χρόνια πολλοί ερευνητές μελετούν την επίδραση του ηλιελαίου στη μεταβολή της σύστασης του κρέατος του χοίρου, ώστε να αποκτήσει χαρακτηριστικά περισσότερο επιθυμητά για τον καταναλωτή, όπως για παράδειγμα αυξημένη περιεκτικότητα σε ακόρεστα ω-3 και ω-6 λιπαρά οξέα και συζευγμένο λινολεϊκό οξύ (CLA). Οι έρευνες αυτές έδειξαν ότι ο ηλιόσπορος δεν πρέπει να χρησιμοποιείται σε ποσοστό μεγαλύτερο των 60-70 Kg/τόνο τροφής, διότι περιέχει ταννίνες οι οποίες αποτελούν αντιθρεπτικό παράγοντα για τον χοίρο. Επιπλέον θα πρέπει να δίνεται προσοχή στις ποσότητες των προϊόντων ηλιόσπορου στη διατροφή του χοίρου διότι στο τελικό σφάγιο το κρέας γίνεται σκούρο, κάτι που είναι ανεπιθύμητο στον καταναλωτή σε μια εποχή που το ζητούμενο είναι το ξανθό κρέας, δείγμα άλλωστε γι αυτόν, περισσότερων πολυακόρεστων ω3 λιπαρών οξέων. (24)(39)

2.4 Ιπποφαές και Λάδι Ιπποφαούς

Το λάδι από τους καρπούς είναι το πιο πολύτιμο προϊόν αυτού του φυτού. Σε γενικές γραμμές, το περιεχόμενο του ελαίου του ιπποφαούς είναι χαμηλό (περίπου 4%), ενώ η ποικιλία ssp. Turkestanica είναι αρκετά πλούσια σε έλαιο (6,8-13,7%). Οι ποικιλίες της Ρωσίας και της Κεντρικής Ασίας είναι γνωστό ότι είναι πλούσιες σε έλαιο, όπου η περιεκτικότητά του δεν πέφτει κάτω από 6.0-6.6%. Στην κοιλάδα Lahaul στα Ιμαλία, στην H. rhamnoides ssp. turkestanica το συνολικό έλαιο στα φρέσκα φρούτα κυμαίνεται από 2,9 έως 4,6% και πολύ χαμηλότερα από 2% στην H. salicifolia. (30) (45)



Εικόνα 6: Δενδρύλιο και καρποί ιπποφαούς

2.4.1 Ιπποφαές και λιπαρά οξέα

Τα ακόρεστα λιπαρά οξέα αποτελούν περίπου το 85% του συνολικού ελαίου. Το σπορέλαιο του ιπποφαούς είναι πολύ υψηλό σε δύο βασικά λιπαρά οξέα, στο *λινελαϊκό οξύ* (30-40%) και στο *α-λινολεϊκό οξύ* (20-35%). Το λιπαρό οξύ που κυριαρχεί στα μαλακά μέρη των φρούτων είναι το *παλμιτελαϊκό οξύ* (16- 54%). Γενικά λιγότερο από 14% του λινελαϊκού οξέος και λιγότερο από 3% του α-λινολεϊκού οξέος βρίσκονται συνήθως στο έλαιο του πολτού.

2.4.2 Ιπποφαές στη διατροφή των χοίρων

Το λάδι του καρπού ιπποφαούς είναι μια πολύ καλή πηγή ω-3 λιπαρών οξέων όμως η χρήση του στην διατροφή του χοίρου είναι αδύνατη λόγω του μεγάλου κόστους της.

2.5 Σόγια, λιπαρά οξέα και διατροφή χοίρου

Η σόγια είναι ψυχανθές το οποίο χρησιμοποιείται στη διατροφή των παραγωγικών ζώων, πάντα σε επεξεργασμένη μορφή δηλαδή σε μορφή σογιάλευρου και σογιέλαιου. Περιέχει σημαντικές πηγές φυλλικού οξέος, βιταμίνης K, ασβεστίου,

μαγνησίου, σιδήρου, φυτικών ινών, χαλκού, μαγγανίου, μολυβδαινίου, φωσφόρου, καλίου και ριβοφλαβίνης. (43)(44)



Εικόνα 7: Σπόροι σόγιας, σογιάλευρο, σογιέλαιο

2.5.1 Σόγια και λιπαρά οξέα

Το λάδι της σόγιας αποτελεί πηγή ω-3 λιπαρών οξέων, με τη μορφή α-λινολενικού οξέος (7,6 g/100g) και ω-6 λιπαρών οξέων (51,36 g/100g). (14)

2.5.2 Σογιάλευρο και σογιέλαιο στη διατροφή των χοίρων

Ο καρπός της σόγιας και το σογιέλαιο συμμετέχουν σε μεγάλο βαθμό στο σιτηρέσιο των χοίρων διότι αποτελούν άριστη πηγή πρωτεϊνών και αμινοξέων που συντελούν στην σημαντικά στην ανάπτυξη του ζώου. Η σόγια περιέχει ποσότητες ΠΛΟ, όμως δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μεγάλα ποσοστά λόγω του μεγάλου κόστους της και για αυτό στις διατροφές του χοίρου με στόχο την αύξηση των ΠΛΟ του κρέατος του, η σόγια τείνει να μειώνεται. (22)

2.6 Ελαιοκράμβη – Canola oil

Η κράμβη ανήκει στην ίδια φυτική οικογένεια που ανήκει και το κουνουπίδι, το μπρόκολο, το λάχανο και ο σιναπόσπορος (τα σταυρανθή). Το κραμβέλαιο ή

canola προέρχεται από τους σπόρους των δύο ποικιλιών Brassica Napus και Brassica Rapa. Χαρακτηριστικό του ελαίου αυτού είναι η πικρή γεύση.(46)



Εικόνα 8: Σπόροι κράμβης και κραμβέλαιο (canola oil)

2.6.1 Ελαιοκράμβη και λιπαρά οξέα

Η ελαιοκράμβη είναι πλούσιο σε βιταμίνη E , περιέχει υψηλά ποσοστά σε ω-3 λιπαρά οξέα (32%) και ειδικότερα σε ALA, EPA και DHA και μικρά επίπεδα ω-6 (6%). Όμως ο σπόρος του φυτού αυτού περιέχει σημαντική ποσότητα ερουκικού οξέος το οποίο είναι τοξικό για τον οργανισμό και γι' αυτό από το 1956 έχει απαγορευτεί η χρήση τόσο του καρπού όσο και του ελαίου, ωστόσο, το υβρίδιο ελαιοκράμβης (γενετικά τροποποιημένη ελαιοκράμβη) από το οποίο παράγεται το κραμβέλαιο περιέχει λιγότερο από 2% ερουκικού οξέος. Πλέον επιτρέπεται μόνο η χρήση γενετικά τροποποιημένου καρπού κράμβης για παραγωγή ελαίου. (47)

2.6.2 Ελαιοκράμβη στη διατροφή των χοίρων

Ωστόσο, έρευνες σε ποντίκια έδειξαν πως το κραμβέλαιο προκάλεσε προβλήματα στο καρδιαγγειακό σύστημα, στα νεφρά, στα επινεφρίδια και το θυρεοειδή αδέν. Μόλις αποσύρθηκε από τη διατροφή των ποντικιών διορθώθηκε εν μέρη το πρόβλημα, αφήνοντας όμως ίχνη ουλώδους ιστού πάνω στα όργανα αυτά.

Επίσης, έχει την ικανότητα να αποκοιμίζει το ανοσοποιητικό σύστημα, να απογυμνώνει τα νεύρα από τη μυελίνη, ενώ οι γλυκοσίδες που περιέχει μπλοκάρουν την ενζυμική λειτουργία του οργανισμού. Επιπλέον, το κραμβέλαιο επιδρά αρνητικά στο κρέας του χοίρου, διότι του προσδίδει σκούρο χρώμα το οποίο είναι ανεπιθύμητο για τον καταναλωτή. (20),(46),(47)

2.7 Άγρια Χόρτα και Λαχανικά

Την τελευταία πενταετία έχουν πραγματοποιηθεί από Έλληνες και ξένους ερευνητές, αρκετές μελέτες σχετικά με την χημική σύσταση των άγριων χόρτων που καταναλώνονται στην Μεσόγειο με αυξανόμενο ενδιαφέρον για αυτά. Τα άγρια χόρτα και λαχανικά περιέχουν πολύτιμες πηγές βιταμινών και ανόργανων στοιχείων καθώς και φυτοχημικών όπως αντιοξειδωτικά φλαβονοειδή, καθώς και ω-3 λιπαρά οξέα.

2.7.1 Άγρια χόρτα και λιπαρά οξέα

Έχουν πλέον επιβεβαιωθεί οι ευεργετικές επιδράσεις των χόρτων στην υγεία και είναι χαρακτηριστικό ότι η ελληνική γη παράγει περισσότερα από 150 βρώσιμα χόρτα. Σε μία πρόσφατη έρευνα, που πραγματοποιήθηκε στην Ελλάδα, από τους C.I Vardavas, αναλύθηκαν έξι καλλιεργούμενα και σαράντα οκτώ άγρια χόρτα ως προς την συνολική τους περιεκτικότητα σε:

1. Μονοακόρεστα, πολυακόρεστα και κορεσμένα λίπη
2. Την συνολική τους περιεκτικότητα σε λίπος
3. Το σύνολο των ω-3 και ω-6 λιπαρών καθώς και την αναλογία τους

Τα λιπαρά οξέος που κυρίως βρέθηκαν ήταν το **παλμιτικό** (με τιμές που κυμαίνονται από 1,9- 112,1mg), το **λινελαϊκό** (από 1,3-85,8 mg) και το **α-λινολενικό** (με τις τιμές που ποικίλουν από 3-181,7 mg). Όλα τα άλλα λιπαρά οξέα βρέθηκαν σε μικρότερες ποσότητες.

Η υψηλότερη συγκέντρωση πολυακόρεστων λιπαρών οξέων (PUFA) βρέθηκε στις παπούλες, (*Lathyrus ochrus*) και έπειτα στο χόρτο ποντικίνες, (*Pontikines*). Την χαμηλότερη συγκέντρωση σε PUFA βρέθηκε να έχουν οι γλυκοσειρίδες. (Πίνακας 9)
(32)

Πίνακας 9: Περιεκτικότητα (mg) σε SFA MUFA, PUFA στα 100 (g) των εξεταζόμενων χόρτων. (32)

| ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΧΟΡΤΟΥ | ΚΟΡΕΣΜΕΝΑ | | ΜΟΝΟΑΚΟΡΕΣΤΑ | | ΠΟΛΥΑΚΟΡΕΣΤΑ | | ΟΛΙΚΟ ΛΙΠΟΣ (mg) |
|-----------------|-----------|------|--------------|------|--------------|--------------|------------------|
| | SFA | | MUFA | | PUFA | | |
| | mg | % | mg | % | % | mg | |
| ΑΓΡΙΟΡΑΔΙΚΟ | 42,6 | 28,4 | 9,0 | 65,6 | 6,0 | 98,4 | 150 |
| ΛΑΠΑΘΟ | 24,5 | 30,6 | 4,0 | 64,3 | 5,0 | 51,4 | 80 |
| ΠΙΚΡΟΡΑΔΙΚΟ | 36,9 | 33,5 | 5,7 | 60,9 | 5,2 | 67,0 | 110 |
| ΠΑΠΟΥΛΕΣ | 111,2 | 30,9 | 16,4 | 64,6 | 4,6 | 232,4 | 360 |
| ΓΛΥΚΟΡΑΔΙΚΟ | 24,9 | 27,7 | 5,3 | 66,4 | 5,9 | 59,8 | 90 |
| ΓΛΥΚΟΣΕΙΡΙΔΑ | 18,0 | 18,2 | 43,7 | 38,0 | 44,1 | 37,1 | 99 |
| ΜΑΡΑΘΟΣ | 32,8 | 33,1 | 4,9 | 61,8 | 4,9 | 61,2 | 99 |
| ΛΑΨΑΝΕΣ | 46,6 | 26,3 | 8,0 | 44,1 | 4,5 | 78,1 | 177 |
| ΣΤΡΑΒΟΕΥΛΟ | 62,9 | 49,1 | 6,1 | 45,9 | 4,8 | 58,7 | 128 |
| ΑΣΚΟΛΥΜΠΡΟΣ | 40,4 | 33,7 | 13,7 | 54,8 | 11,4 | 65,8 | 120 |
| ΧΟΙΡΟΜΟΥΡΙΔΑ | 41,3 | 29,5 | 10,0 | 63,4 | 7,1 | 88,7 | 140 |
| ΑΒΡΩΝΙΑ | 65,5 | 32,8 | 15,9 | 59,3 | 8,0 | 118,6 | 200 |
| ΛΑΓΟΥΔΟΧΟΡΤΟ | 122,2 | 37,1 | 51,4 | 47,4 | 15,6 | 155,8 | 329 |
| ΑΣΚΟΡΔΟΥΛΑΚΟΣ | 54,4 | 30,2 | 19,5 | 59,0 | 10,8 | 106,2 | 180 |
| ΖΟΧΟΣ | 39,9 | 26,6 | 10,5 | 66,4 | 7,0 | 99,6 | 150 |
| ΣΤΑΜΝΑΓΚΑΘΙ | 25,9 | 32,4 | 5,4 | 60,9 | 6,8 | 48,7 | 80 |
| ΣΤΡΟΥΦΟΥΛΙΑ | 111,2 | 55,6 | 13,9 | 37,4 | 7,0 | 74,8 | 200 |
| ΠΑΧΙΕΣ | 33,2 | 27,7 | 11,8 | 62,8 | 9,8 | 74,6 | 120 |
| ΚΟΥΤΣΟΥΝΑΔΑ | 52,2 | 34,8 | 12,2 | 56,8 | 8,1 | 85,2 | 150 |
| ΠΙΚΡΟΣΕΙΡΙΔΑ | 69,3 | 30,3 | 14,1 | 63,8 | 6,2 | 146,0 | 229 |
| ΑΓΡΙΟ ΣΠΑΝΑΚΙ | 29,0 | 24,6 | 7,3 | 68,9 | 6,2 | 81,3 | 118 |
| ΧΑΡΑΚΟΥΛΙΑ | 125,6 | 39,3 | 33,6 | 50,3 | 10,5 | 160,9 | 320 |
| ΠΟΝΤΙΚΙΝΕΣ | 89,3 | 27,1 | 18,2 | 67,3 | 55 | 221,5 | 329 |
| ΚΟΦΤΑ | 144,6 | 38,1 | 31,5 | 53,7 | 8,3 | 203,9 | 380 |

Τα χόρτα που προαναφέρθηκαν ότι έχουν την υψηλότερη και χαμηλότερη συγκέντρωση πολυακόρεστων λιπαρών οξέων, δεν έχουν και το υψηλότερο και χαμηλότερο ποσοστό αντίστοιχα του συνολικού τους λίπους. Για παράδειγμα το λαγουδόχορτο αν και έχει υψηλή συγκέντρωση MUFA (155,8mg), το ποσοστό συγκέντρωσης ανέρχεται μόλις στο 15,1% του συνολικού του λίπους. Αυτό σημαίνει

ότι το ποσοστό κορεσμένων και μονοακόρεστων κατέχει υψηλότερη ποσοστιαία συγκέντρωση, έναντι των πολυακόρεστων λιπαρών οξέων στο χόρτο.

Το υψηλότερο ποσοστό MUFA βρέθηκε στα άγρια πράσα, (*Allium scoenoprasum*), με 71,4% της συνολικής περιεκτικότητας σε πολυακόρεστα λιπαρά οξέα (πίνακας 1).

Η υψηλότερη συγκέντρωση ω-3 βρέθηκε στο χόρτο παπούλες (*Lathyrus ochrus*) με 182,5 mg/100gr. Υψηλές συγκεντρώσεις ω-3 βρέθηκαν επίσης στο χόρτο ποντικίνες με 162,6 mg, στο χόρτο **κοφτά** με 142,8 mg και στις **μαρουλίδες** με 113,5 mg/100gr αντίστοιχα, ενώ η χαμηλότερη συγκέντρωση βρέθηκε στην άγρια αγκινάρα με 3 mg/100gr. (Πίνακας 10)

Η υψηλότερη συγκέντρωση ω-6 βρέθηκε στους βολβούς (ασκορδουλάκος) (*Muscari comosum*), με 85,8 mg/100g και έπειτα στο χόρτο χαρακουλιά με 67,6 mg/100g {(*Cichorium intibus* (Radish bitter, semi-cultivated))}, 1,3 mg/100g και στους αγγλόγλωσσους (*Cynoglossum creticum*) με 4,8 mg/100g. (32)

Πίνακας 10: Περιεκτικότητα και αναλογία Ω-3/Ω-6 σε επιλεγμένα χόρτα (32)

| ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΧΟΡΤΟΥ | Ω-3 mg/100g | Ω-6 mg/100g | ΑΝΑΛΟΓΙΑ Ω-3/Ω-6 mg/100g |
|------------------------|------------------------|------------------------|---|
|------------------------|------------------------|------------------------|---|

| | | | |
|-----------------------------------|--------------|-------------|-------------|
| ΑΓΡΙΟΡΑΔΙΚΟ | 64,5 | 34,0 | 0,53 |
| ΠΙΚΡΟΡΟΔΙΚΟ | 54,1 | 12,9 | 0,24 |
| ΠΑΠΟΥΛΕΣ | 182,5 | 49,9 | 0,28 |
| ΠΙΚΡΟ-ΡΑΔΙΚΙ ημικαλλιεργούμενο | 5,6 | 1,3 | 0,23 |
| ΛΑΨΑΝΕΣ | 44,6 | 14,3 | 0,22 |
| ΑΓΡΙΟ ΣΕΛΙΝΟ | 21,5 | 25,8 | 1,20 |
| ΑΓΡΙΑ ΠΡΑΣΣΑ | 101,7 | 31,6 | 0,31 |
| ΑΣΚΟΛΥΜΠΡΟΣ/ΓΟΥΛΕΣ | 32,0 | 33,8 | 1,06 |
| ΑΓΓΟΓΛΩΣΣΟΣ | 19,0 | 4,8 | 0,25 |
| ΑΒΡΩΝΙΑ | 51,4 | 67,2 | 1,31 |
| ΛΑΓΟΥΔΟΧΟΡΤΟ | 109,6 | 46,3 | 0,43 |
| ΜΑΡΟΥΛΙΔΕΣ | 111,3 | 44,1 | 0,39 |
| ΒΟΛΒΟΣ | 20,3 | 85,8 | 4,23 |
| ΖΟΧΟΣ | 82,1 | 17,5 | 0,21 |
| ΠΗΓΟΥΝΙΤΕΣ | 97,1 | 39,6 | 0,41 |
| ΑΓΡΙΑ ΑΓΚΙΝΑΡΑ | 3,0 | 8,0 | 2,67 |
| ΣΤΑΜΝΑΓΚΑΘΙ | 33,8 | 14,9 | 0,44 |
| ΚΟΥΚΙΑ ΚΑΛΛΙΕΡ. | 8,5 | 31,2 | 3,67 |
| ΚΟΥΤΣΟΥΝΑΔΑ | 63,5 | 21,5 | 0,34 |
| ΧΑΡΑΚΟΥΛΙΑ | 93,2 | 67,6 | 0,73 |
| ΠΟΝΤΙΚΙΝΕΣ | 162,6 | 58,9 | 0,36 |
| ΠΙΚΡΟΣΕΙΡΙΔΑ | 104,2 | 41,8 | 0,40 |
| ΚΟΦΤΑ | 14,2 | 61,1 | 0,43 |
| ΑΓΚΙΝΑΡΑ ΚΑΛΛ/ΝΑ | 12,7 | 30,2 | 2,38 |

Όπως προκύπτει από τα στοιχεία της έρευνας, υψηλές συγκεντρώσεις ω-3 ή ω-6 λιπαρών οξέων δεν καθορίζουν επακριβώς τον λόγο ω-3/ω-6. Η υψηλότερη αναλογία ω-3/ω-6 βρέθηκε στον ασκορδουλάκο (βολβοί), *commosum Muscari*) με 4,23mg/100g, έπειτα στα καλλιεργούμενα κουκιά (*Vicia Faba*) με 3,67 mg στις άγριες και καλλιεργούμενες αγκινάρες, (*Cynara carduncelus var.scolumus*), με 2,67 και 2,38 mg αντίστοιχα. Η χαμηλότερη αναλογία ω-3/ω-6 βρέθηκε στο ζοχό (*Sonchus oleraceus*) με 0,21mg, στις λαψάνες (*Sinapis spp*) με 0.23mg, και στο ρεπάνι (*Bitter radish*) 23 mg/100g αντίστοιχα. (Πίνακας 11) (32)

Πίνακας 11: Υψηλότερες και Χαμηλότερες συγκεντρώσεις Ω-3/Ω-6 λιπαρών οξέων.

(32)

| ΥΨΗΛΟΤΕΡΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ Ω-3/Ω-6 | mg |
|---|-----------|
| ΑΣΚΟΡΔΟΥΛΑΚΟΣ | 4,23 |
| ΑΓΡΙΑ ΑΓΚΙΝΑΡΑ | 2,67 |
| ΑΓΚΙΝΑΡΑ ΚΑΛ/ΝΗ | 2,38 |
| ΒΡΥΩΝΙΑ ΚΡΗΤΙΚΗ | 1,31 |
| ΑΓΡΙΟ ΣΕΛΙΝΟ | 1,2 |
| ΓΟΥΛΕΣ/ΑΣΚΟΡΔΥΜΠΡΟΣ | 1,06 |
| ΖΟΧΟΣ | 0,21 |
| ΛΑΨΑΝΕΣ | 0,22 |
| ΡΕΠΑΝΙ | 0,23 |
| ΓΛΥΚΟΡΑΔΙΚΟ | 0,24 |
| ΠΙΚΡΟΡΑΔΙΚΟ | 0,24 |
| ΓΛΥΚΟΣΕΙΡΙΔΑ | 0,25 |
| ΑΓΓΟΓΛΩΣΣΟΣ | 0,25 |

2.7.2 Άγρια χόρτα στη διατροφή των χοίρων

Τα άγρια χόρτα μπορούν να συμμετάσχουν στο σιτηρέσιο των χοίρων, σε μορφή άλευρων και pellet, για την αύξηση του ποσοστού των ΠΛΟ στο κρέας, διότι ο χοίρος είναι ζώο το οποίο στο φυσικό περιβάλλον η διατροφή του περιλαμβάνει και άγρια χόρτα. Ωστόσο η χορήγηση των άγριων χόρτων σε χοιρινά εντατικής εκτροφής προκαλεί ερυθροποίηση του κρέατος (όπως του αγριόχοιρου), στο τελικό σφάγιο με αποτέλεσμα την υπονόμηση του τελικού προϊόντος. (32)

3. ΔΙΑΤΡΟΦΗ ΤΟΥ ΧΟΙΡΟΥ ΚΑΙ ΠΟΛΥΑΚΟΡΕΣΤΑ ΛΙΠΑΡΑ ΟΞΕΑ

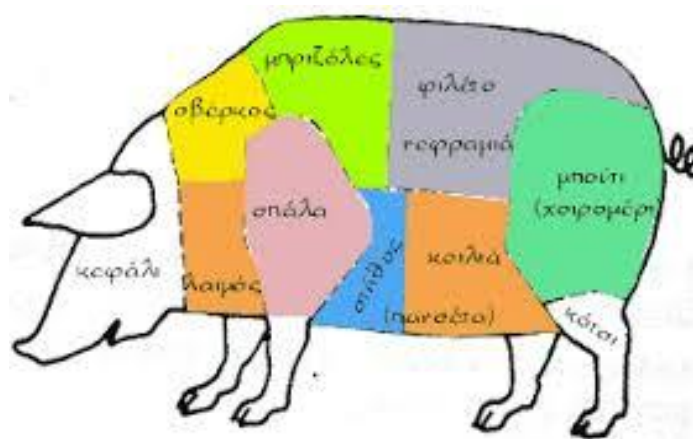
3.1 Σύσταση χοιρινού κρέατος

Με την έννοια κρέας νοούνται όλα τα εδώδιμα μέρη των βοοειδών, αιγοπροβάτων και χοίρου, το λίπος, τα οστά, το δέρμα (για τους χοίρους), τα νεύρα και τα αιμοφόρα αγγεία που συνοδεύουν το μυϊκό ιστό. (19)

Πίνακας 12: Σύσταση χοιρινού κρέατος (18)

| Συστατικά / 100g | Χοιρινό |
|------------------|---------|
| Νερό | 60,0 |
| Πρωτεΐνες | 16,0 |
| Λίπος | 26,0 |

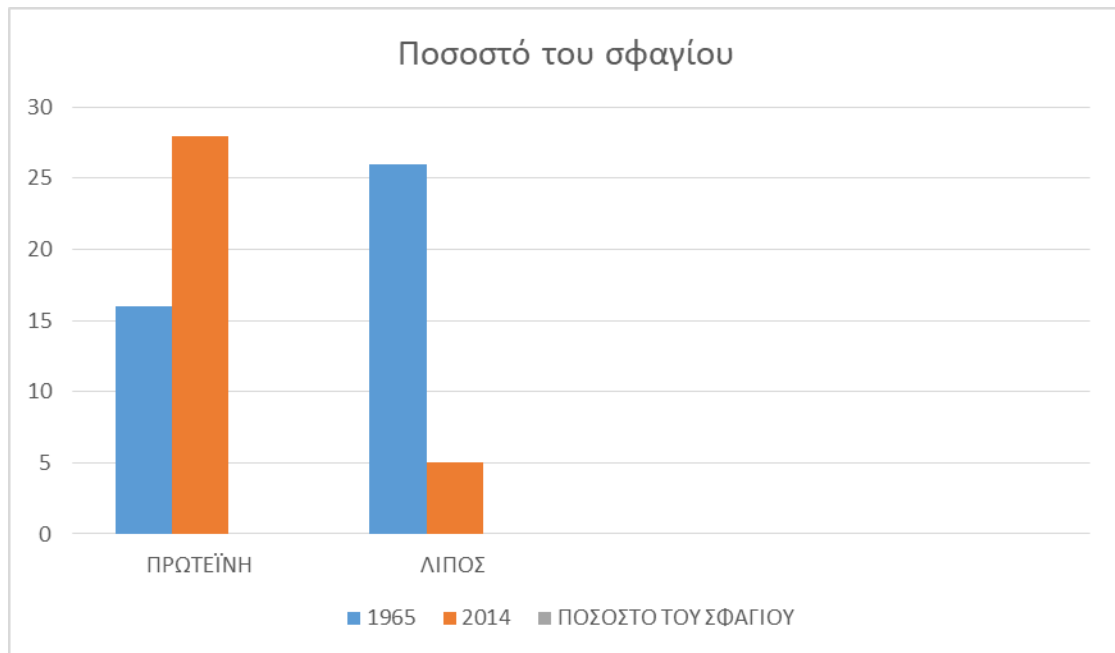
Τα μέρη του χοιρινού κρέατος



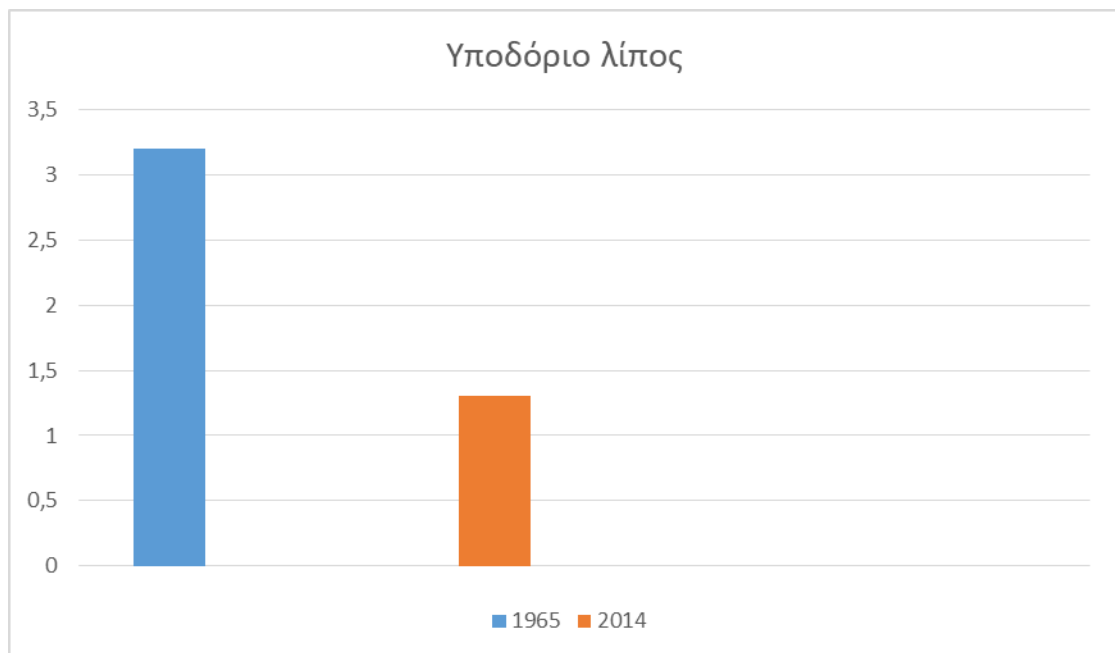
Σχήμα 1.2

Δραματικές είναι οι μεταβολές που έχουν επέλθει στο ποσοστό λίπους στο σφάγιο του χοίρου από το 1960 και μετέπειτα. Στο χοιρινό κρέας μας ενδιαφέρει κυρίως η αναλογία πρωτεΐνης – λίπους, η οποία αναλογία καθορίζει και την ποιότητα το τελικού προϊόντος. (19)

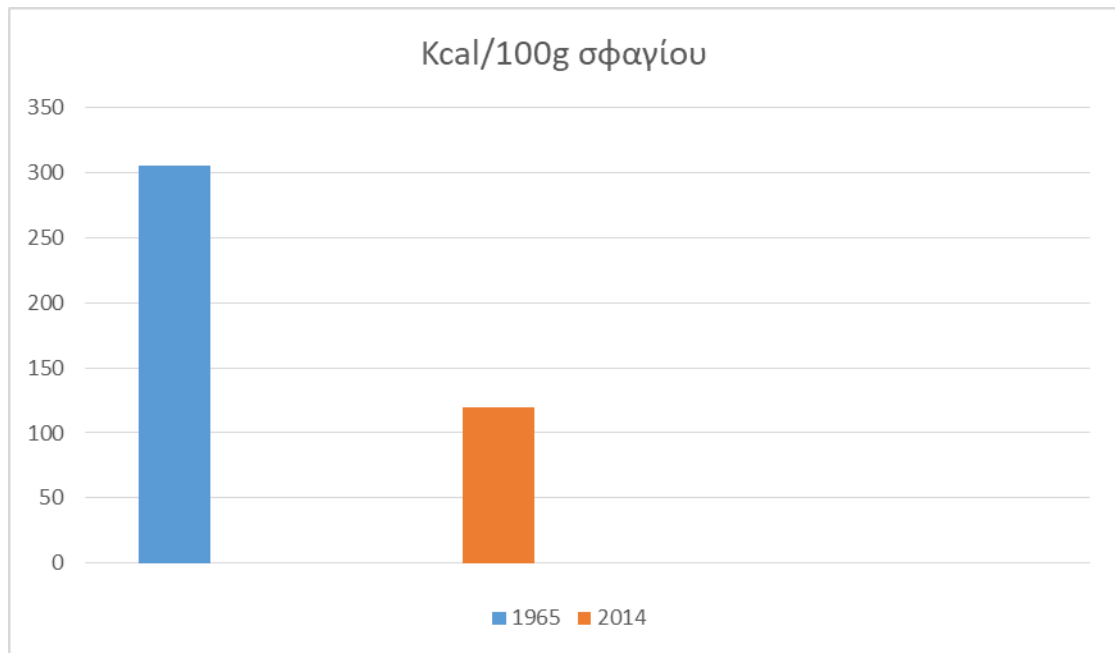
Πίνακας 13α: Αναλογία πρωτεΐνης και λίπους σε σφάγια χοίρων 1965 και 2004 (18)



Πίνακας 13β: Μεταβολές στο υποδόριο λίπος (cm) (18)



Πίνακας 14: Μεταβολές στη θερμιδική αξία σφάγιων χοίρου (18)



Από το 1965 το ποσοστό λίπους στο σφάγιο μειώθηκε πάνω από 100%, ενώ το υποδόριο λίπος κατά 0,5 mm ετησίως. Το παραραχιαίο λίπος του χοίρου αποτελεί το 70% του λιπώδους ιστού και έτσι ο στόχος για την επόμενη δεκαετία είναι να μειωθεί κάτω από 10mm στο P₂, (σημείο 6,5cm από τη μέση γραμμή στο ύψος της τελευταίας πλευράς), ενώ σήμερα κυμαίνεται μεταξύ 12- 13mm στα καλύτερα σφάγια.

Η αναλογία κεκορεσμένων : ακόρεστων συνιστάται να κυμαίνεται μεταξύ 0,4 – 0,5 και αφού το 50% των συστατικών της διατροφής του ανθρώπου προέρχεται από ζωοκομικά προϊόντα. Είναι γεγονός πως ποσότητες λιπώδους ιστού είναι απαραίτητες για να διατηρήσει το κρέας τα οργανοληπτικά του χαρακτηριστικά, ευχυμότητα, γεύση, υφή και ευκολία στο μαγείρεμα.

Οι συνθετικές γραμμές κρέατος του χοίρου παράγουν ήδη κρέας με χαμηλά λιπαρά. Ο ημιτενοντώδης μυς περιέχει περίπου 3% λίπους και ο επιμήκης ραχιαίος περίπου 1%. Η αναλογία πολυακόρεστων λιπαρών και κεκορεσμένων στο λίπος αυτών των συνθετικών γραμμών είναι μεταξύ 0,7 – 0,8. Είναι γεγονός πως τα ζώα με υψηλότερη κρεοπαραγωγική απόδοση έχουν υψηλότερη σχέση πολυακόρεστων: κεκορεσμένων από τα μέσης απόδοσης. (19)

Πίνακας 15: Σύνθεση λιπαρών οξέων στο παραραχιαίο λίπος που διατράφηκαν με διαφορετικά συστατικά ενεργειακών πηγών. (Wahlstrometal 1981) (19)

| Λιπαρά οξέα | Σύνθεση χοιρείου λίπους | 3% φουντουκέλαιο | 3% σογιέλαιο | Καλαμπόκι |
|------------------------|------------------------------------|-----------------------------|-------------------------|------------------|
| Παλμιτικό (16:0) | 28 | 20 | 15,6 | 19,31 |
| Παλμιτολεϊκό (16:1) | 3 | 16,47 | 13,01 | 12,68 |
| Στεατικό (18:0) | 13 | 12,93 | 10,58 | 13,7642 |
| Ολεϊκό (18:1) | 46 | 43 | 40 | 8,32 |
| Λινολεϊκό (18:1) | 10 | 0,93 | 17,15 | 42 |
| Λινιλενικό (18:3) | 0,7 | 0,09 | 0,09 | 0,09 |
| Ω – λιπαρά | - | 0,87 | 1,06 | 1,61 |
| Αραχιδονικό (20:4) | 2 | 0,07 | 0,19 | 0,23 |

3.2 Ο ρόλος του πλακούντα και του γάλακτος στη διάθεση των ω-3 πολυακόρεστων λιπαρών οξέων της τροφής από το μητρικό οργανισμό στο χοιρίδιο

Ο ρόλος των μακράς αλυσίδας ω-3 πολυακόρεστων λιπαρών οξέων (polyunsaturated fatty acids, ΠΛΟ) στη διατροφή του ανθρώπου, αλλά και των παραγωγικών ζώων, αποτελεί αντικείμενο επιστημονικού ενδιαφέροντος, αναδεικνύοντας την άμεση σχέση της πολυεπίπεδης βιολογικής δράσης τους με την ευεργετική επίδραση που ακούν στην υγεία τόσο του ανθρώπου όσο και των ζώων.

Όπως προαναφέρθηκε τα ω-3 και ω-6 ΠΛΟ χρησιμεύουν ως βασικό δομικό συστατικό των φωσφολιπιδίων των κυτταρικών μεμβρανών, συμβάλλοντας στη διατήρηση της δομής, της ρευστότητας και της λειτουργικότητας τους και αποτελούν το υπόστρωμα για τη βιοσύνθεση των εικοσανοειδών. Σε ιδιαίτερα αυξημένες συγκεντρώσεις ανευρίσκονται στο κεντρικό νευρικό σύστημα (ΚΝΣ), στον αμφιβληστροειδή και στα σπερματοζώαρια των θηλαστικών. (17)

3.2.1 Επίδραση των ΠΛΟ στα έμβρυα – ρόλος του πλακούντα

Η χορήγηση τροφής πλούσια σε πολυακόρεστα λιπαρά οξέα στις σύες κατά τη διάρκεια της κυοφορίας και της γαλουχίας, προκαλεί τη μεταβολή της ποσοστιαίας συμμετοχής των λιπαρών οξέων στο αίμα, στους ιστούς και στις εκκρίσεις του μαστικού αδένα (πρωτόγαλα, γάλα), επηρεάζοντας ταυτόχρονα την αντίστοιχη σύνθεση των ιστών των κυοφορούμενων εμβρύων και των γαλουχούμενων χοιριδίων. Η ένταση των προκαλούμενων μεταβολών στο πλάσμα του αίματος της σύος είναι ανάλογη του είδους της εμπλουτισμένης με ω -3 πολυακόρεστα λιπαρά οξέα πρώτης ύλης που χορηγείται και του ποσοστού συμμετοχής της στο τελικό μείγμα τροφής. Σε κάθε περίπτωση, όμως, η μεταβολή της συγκέντρωσης των ω -3 ΠΛΟ επέρχεται γρήγορα. Σύμφωνα με έρευνες, το 50% της αύξησης που παρατηρείται, μετά από την προσθήκη *ιχθυελαίου* στην τροφή της σύος, επέρχεται σε διάστημα μίας εβδομάδας, ενώ η σταθεροποίηση της ποσότητας της ποσοστιαίας συγκέντρωσης των περισσότερων λιπαρών οξέων στο πλάσμα του αίματος της σύος επιτυγχάνεται μόλις 14 ημέρες μετά από την εκάστοτε διατροφική παρέμβαση.

Ο εμπλουτισμός της τροφής της σύος με ω -3 και ω -6 πολυακόρεστων λιπαρών οξέων αυξάνει την προσλαμβανόμενη από το έμβρυο ποσότητα των εν λόγω ΠΛΟ καθ' όλη τη διάρκεια της κυοφορίας. Τα λιπαρά οξέα διέρχονται τον πλακούντα από το μητρικό οργανισμό προς το έμβρυο στην ελεύθερη, η εστεροποιημένη μορφή τους, την οποία εξασφαλίζει η δράση της λιποπρωτεϊνικής λιπάσης του πλακούντα. Η δραστηριότητα του εν λόγω ενζύμου είναι ανάλογη των αναγκών του αναπτυσσόμενου εμβρύου σε λιπαρά οξέα και αυξάνεται προοδευτικά, όσο εξελίσσεται η εγκυμοσύνη. Ωστόσο, ο πλακούντας παρουσιάζει επιλεκτικότητα προς τα ω -3 ΠΛΟ μακράς ανθρακικής αλυσίδας και άρα η διαθεσιμότητα τους στο αναπτυσσόμενο έμβρυο επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από τις συγκεντρώσεις τους στο μητρικό οργανισμό. Ωστόσο, η επιλεκτική πρόσληψη των μακράς ανθρακικής αλυσίδας ω -3 ΠΛΟ από τον πλακούντα οφείλεται στην αντίστοιχη εκλεκτική δράση της «πρωτεΐνης δέσμευσης λιπαρών οξέων» του πλακούντα (placental fatty acid binding protein)

Το έμβρυο του χοίρου έχει την ικανότητα επιμήκυνσης και αποκορεσμού της ανθρακικής αλυσίδας των λιπαρών οξέων, διεργασίες που πραγματοποιούνται στο ήπαρ, ήδη από τα πρώτα στάδια της κυοφορίας. Ωστόσο, τα αποτελέσματα της μελέτης των Rooke (2000) υποδεικνύουν ότι ο εμπλουτισμός των ιστών του εμβρύου με ω -3 ΠΛΟ αλυσίδας μεγαλύτερης των 20 ατόμων άνθρακα (EPA, DPA, DHA)

είναι πιο περιορισμένος στην περίπτωση χορήγησης τροφής πλούσιας σε α -λινολενικό οξύ στις κυοφορούμενες σύες (π.χ. προσθήκη λινέλαιου), σε σύγκριση με τη χορήγηση τροφής πλούσιας σε EPA ή DHA (π.χ. προσθήκη ιχθυελαίου). Η περιορισμένη δυνατότητα του αναπτυσσόμενου εμβρύου να μετατρέπει το α -λινολενικό οξύ (α -LA) στα ομόλογα ΠΛΟ μεγαλύτερης ανθρακικής αλυσίδας, θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη όταν στη διατροφή της σύος κατά τη διάρκεια της κυοφορίας χρησιμοποιούνται έλαια φυτικής προέλευσης πλούσια σε α -LA, που αποτελεί την πρόδρομη μορφή της σειράς των ω -3 ΠΛΟ. Επιπλέον, η ποσοστιαία συγκέντρωση των ω -3 και ω -6 ΠΛΟ στο πλάσμα του ομφαλικού αίματος σχετίζεται άμεσα με την αντίστοιχη στο ήπαρ, το σπλήνα και στα γεννητικά όργανα του εμβρύου, ωστόσο, δεν αποτελεί αξιόπιστο δείκτη πρόβλεψης της λιπιδικής σύνθεσης άλλων οργάνων του εμβρύου, όπως ο εγκέφαλος και ο αμφιβληστροειδής. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό στην περίπτωση του DHA που αποτελεί βασικό δομικό στοιχείο των φωσφολιπιδίων του εγκεφάλου και του αμφιβληστροειδή και όπου εκεί η ποσοστιαία συμμετοχή του επηρεάζεται σαφώς σε μικρότερο βαθμό από ότι στο πλάσμα του αίματος, στα ερυθρά αιμοσφαίρια και στα ηπατικά φωσφολιπίδια του εμβρύου, όταν η πρόσληψη του με την τροφή από τη συ κατά τη διάρκεια της κυοφορίας είναι μεγάλη. (17)



Εικόνα 9: Έμβρυο χοίρου

3.2.2 Επίδραση των ΠΛΟ στα νεογένητα χοιρίδια- ρόλος του πρωτογάλακτος – γάλακτος

Σύμφωνα με έρευνες, η προσθήκη ιχθυέλαιου στο σιτηρέσιο κυοφορίας για διάστημα μόλις μιας εβδομάδας πριν από τον τοκετό, επαρκεί για τη μεταβολή της λιπιδικής σύνθεσης των εκκρίσεων των μαστικών αδένων της συός (εμπλουτισμός του πρωτογάλακτος και του γάλακτος με ω-3 ΠΛΟ) και την κατά αυτόν τον τρόπο αύξηση της πρόσληψης τους από το νεογέννητο χοιρίδιο. Εξάλλου, η ποσοστιαία αύξηση του βάρους του εγκεφάλου του χοιριδίου από τη γέννηση του και έως την τριάντα ημέρα της ηλικίας του προσεγγίζει το 300%, ενώ τα σωματικά αποθέματα λίπους αυξάνονται, κατά το ίδιο διάστημα, από 1% σε 5%. Δεδομένου ότι η πρόσληψη ότι η πρόσληψη ξηράς τροφής από τα χοιρίδια κατά την περίοδο του θηλασμού είναι εξαιρετικά περιορισμένη, καθίσταται σαφές ότι η λιπιδική σύνθεση των φωσφολιπιδίων ζωτικών οργάνων του γαλουχούμενου χοιριδίου (π.χ. του εγκεφάλου) καθορίζεται, αποκλειστικά σχεδόν, από την αντίστοιχη σύνθεση του γάλακτος της συός. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι τα μακράς ανθρακικής αλυσίδα ΠΛΟ απορροφούνται σε ποσοστό μεγαλύτερο του 90% από το εντερικό επιθήλιο του νεογέννητου χοιριδίου.

Η προσθήκη πρώτης ύλης πλούσιας σε EPA και DHA (ιχθυέλαιο) ή σε α-LA (λινέλαιο) στην τροφή της συός κατά τη διάρκεια της κυοφορίας και της γαλουχίας, επιδρά, ευεργετικά στο μέγεθος της τοκετοομάδας στη γέννηση και στον περιορισμό του ποσοστού θνησιμότητας των γαλουχούμενων χοιριδίων. Η χορήγηση ω-3 ΠΛΟ έχει συσχετιστεί με την αύξηση της μέσης διάρκειας της κυοφορίας κατά μισή περίπου ημέρα. Ωστόσο, τα αποτελέσματα των βιβλιογραφικών πηγών είναι αντιφατικά σε ότι αφορά τη συσχέτιση του γεγονότος αυτού με τη γέννηση βαρύτερων και ωριμότερων χοιριδίων, παρατήρηση που ως υποθετικός μηχανισμός μπορεί να εξηγήσει την αύξηση του ποσοστού βιωσιμότητας των νεογέννητων χοιριδίων. Έτσι, ανεξάρτητα από την πηγή προέλευσης των ω-3 ΠΛΟ (λινέλαιο, διάφορα ιχθυέλαια), έχει καταγραφεί αύξηση του βάρους της τοκετοομάδας στη γέννηση, χωρίς να συσχετίζεται με τη γέννηση ελαφρύτερων χοιριδίων.

Μελέτες απέδειξαν ότι η χορήγηση ελαίου τόνου κατά το τελευταίο τρίτο της κυοφορίας δεν μεταβάλλει τα ενεργειακά σωματικά αποθέματα των νεογέννητων χοιριδίων. Φαίνεται, όμως, ότι προκαλεί τη μεταβολή της λιπιδικής σύνθεσης των βιολογικών μεμβρανών σε ζωτικά όργανα που έχουν υψηλή συγκέντρωση σε DHA και που καθορίζουν σε σημαντικό βαθμό τη φυσιολογική κινητική δραστηριότητα των χοιριδίων. Η αύξηση της συγκέντρωσης DHA στον εγκέφαλο των

κυοφορούμενων χοιριδίων, ιδιαίτερα μετά την εξήντα ημέρα της κυοφορίας (παρατηρείται ταχύτερη αύξηση του μεγέθους του οργανισμού) συνοδεύεται από την εντονότερη κινητική δραστηριότητα τους μετά τη γέννηση, μείωση του χρονικού διαστήματος που απαιτείται για την προσέγγιση στη θηλή και την έναρξη του θηλασμού και από κινήσεις θηλασμού μεγαλύτερης έντασης.

Επιπλέον, τα ω -3 ΠΛΟ επιδρούν ευεργετικά στους ανοσολογικούς μηχανισμούς του οργανισμού της συός και των νεογέννητων χοιριδίων. Τα ΠΛΟ επηρεάζουν τη λειτουργικότητα του ανοσοποιητικού συστήματος, αφού καθορίζουν την παραγωγή των εικοσανοειδών και άλλων ανοσορρυθμιστικών ουσιών που εμπλέκονται στις φλεγμονώδεις εξεργασίες. Επιπλέον τα ω -3 ΠΛΟ εκδηλώνουν αντιφλεγμονώδη και ανοσορρυθμιστική δράση, επιδρώντας στη λειτουργική διαφοροποίηση των ανοσοκυττάρων, στη χημειοτακτική προσέλκυση των μονοκυττάρων και των ουδετερόφιλων κυττάρων και στην κυτταροτοξικότητα των Τ-λεμφοκυττάρων, των φυσικών φονικών κυττάρων και των μακροφάγων. (17)



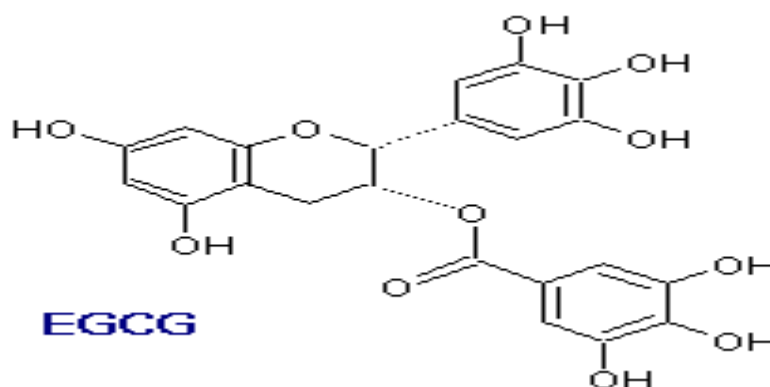
Εικόνα 10: Χοιρομητέρα και θηλάζοντα χοιρίδια

3.3 Τροφές που βελτιώνουν την απορρόφηση των ΠΛΟ στον οργανισμό του χοίρου.

Η απορρόφηση των πολυακόρεστων λιπαρών οξέων των τροφών του σιτηρεσίου, η βελτίωση του μεταβολισμού και η αύξηση της μετατρεψιμότητας της τροφής από τον χοίρο μπορούν να βελτιωθούν με την προσθήκη διαφόρων εναλλακτικών ουσιών προϊόντων φυτικής προέλευσης. Τα προϊόντα αυτά είναι βότανα (ρίγανη, θυμάρι, βασιλικό, φασκόμηλο), αιθέρια έλαια, μπαχαρικά, και πολυφαινόλες. Τα συστατικά των προϊόντων (προβιοτικά) αυτών βελτιώνουν την υγεία των χοίρων αλλά και τα διατροφικά χαρακτηριστικά του κρέατος.

3.3.1 Πολυφαινόλες

Οι πολυφαινόλες βρίσκονται σε λαχανικά, σε φρούτα (κυρίως εσπεριδοειδή), σε δημητριακά, στο πράσινο και μαύρο τσάι, σε προϊόντα εσπεριδοειδών, ελαιοτριβίων και οινοποιίας και στα χαρούπια. Οι πολυφαινόλες περιέχουν δραστικά συστατικά, που ασκούν μη ειδική επίδραση στους ζώντες οργανισμούς και ρυθμίζουν τη δραστηριότητα των ενζύμων και των κυτταρικών υποδοχέων. Έχουν αντιφλεγμονώδεις, αντιαλλεργικές, ανοσορρυθμιστικές και αντιμεταλλαξιγόνες δράσεις. Το πιο σημαντικό είναι ότι οι πολυφαινόλες είναι ισχυρά αντιοξειδωτικά που αποτρέπουν το οξειδωτικό στρες και βελτιώνουν τον μεταβολισμό και την μετατρεψιμότητα της τροφής των χοίρων.



Εικόνα 11: Συντακτικός τύπος πολυφαινολών.



Εικόνα 12: Τα φρούτα είναι πλούσια σε πολυφαινόλες

A. Χρήση ρίγανης και ριγανέλαιου στη διατροφή του χοίρου

Έχει διαπιστωθεί ότι η τριμένη ρίγανη, το αιθέριο έλαιο της, καθώς και τα εκχυλίσματα της με οργανικούς διαλύτες παρουσιάζουν αντιοξειδωτικές ιδιότητες,

όταν προστίθενται στη διατροφή του χοίρου. Η χρήση του αιθέριου ελαίου της ρίγανης διαπιστώθηκε ότι είχε ευεργετικά αποτελέσματα και στις αποδόσεις των παχυνόμενων χοίρων (Tsinas et al. 1998a).

Συγκεκριμένα, βρέθηκε ότι χοίροι που έπαιρναν αιθέριο έλαιο ρίγανης με την τροφή τους σε ποσότητα 50 mg/kg είχαν σημαντικά μεγαλύτερο σωματικό βάρος, ταχύτερο ρυθμό αύξησης, μεγαλύτερη κατανάλωση τροφής και ευνοϊκότερο δείκτη μετατρεψιμότητας σε σύγκριση με τους μάρτυρες κατά τη σφαγή τους. Βρέθηκε, εξάλλου, ότι το αιθέριο έλαιο ρίγανης είχε θετική επίδραση στην αντιμετώπιση του συνδρόμου διάρροιας των απογαλακτιζόμενων χοιριδίων, όταν χορηγήθηκε με την τροφή τους (Kyriakis et al. 1998). Διαπιστώθηκε, επίσης, ότι το αιθέριο έλαιο της ρίγανης μπορεί να συμβάλει στην αντιμετώπιση της υπερπλαστικής εντεροπάθειας των παχυνόμενων χοίρων, αφού τα αποτελέσματα των βακτηριολογικών, καθώς και των ιστοπαθολογικών εξετάσεων έδειξαν ότι το αιθέριο έλαιο της ρίγανης συνήργησε σε σημαντικό βαθμό στον έλεγχο της εμφάνισης της υπερπλαστικής εντεροπάθειας του χοίρου (Tsinas et al. 1998b).



Εικόνα 13: Ρίγανη

B. Χρήση υποπροϊόντων ελαιοτριβείου στη διατροφή του χοίρου

Η χρήση υποπροϊόντων, υπολειμμάτων ελαιοτριβείου στους χοίρους γίνεται όλο ένα και πιο συχνή και δείχνει να έχει ευεργετικές επιδράσεις τόσο στην υγεία του ζώου όσο και στην ποιότητα του τελικού σφάγιου. Χοίροι που στην τροφή τους προστέθηκαν υπολείμματα ελαιοτριβείου είχαν καλύτερη υγεία και προσέφεραν κρέας που περιέχει περισσότερα αντιοξειδωτικά λιπαρά οξέα ω-3. Όπως απέδειξε μελέτη για την αντιοξειδωτική δράση των υγρών αποβλήτων ελαιοτριβείου -που

εκτός των άλλων αποτελεί μεγάλο περιβαλλοντικό πρόβλημα- θα μπορούσε να αξιοποιηθεί ως πρόσθετο στις ζωοτροφές όλων των εκτρεφόμενων ζώων. Με αυτό τον τρόπο από τη μια επιλύεται το θέμα της διαχείρισης των αποβλήτων των ελαιοτριβείων που προκαλούν πολύ μεγάλη ρύπανση και από την άλλη μπορούμε να φτιάξουμε μια ζωοτροφή ευεργετική για την υγεία των ζώων αλλά και των καταναλωτών.

Ο εκσυγχρονισμός των ελαιοτριβείων στην Ελλάδα και η αύξηση παραγωγής ελαιολάδου τα τελευταία χρόνια είχαν ως συνέπεια την παραγωγή αυξημένου όγκου αποβλήτων. Τα απόβλητα χρειάζονται κάποια επεξεργασία για να χρησιμοποιηθούν, η οποία, όπως διευκρινίζουν οι μελετητές, μπορεί να γίνει εύκολα με την εγκατάσταση μικρής μονάδας στα ίδια τα ελαιοτριβεία.

Εργαστηριακές εξειδικευμένες αιματολογικές και ιστολογικές εξετάσεις έδειξαν ότι τα χοιρίδια κατά τη περίοδο του απογαλακτισμού που μεγάλωσαν με τα υπολείμματα των ελαιοτριβείων είχαν καλύτερη άμυνα σε ασθένειες από εκείνα που τράφηκαν με συμβατική τροφή και κατά συνέπεια αναπτύχθηκαν και καλύτερα. Επίσης, εξαιτίας της καλής φυσικής τους κατάστασης εμφάνισαν μεγαλύτερο βάρος, κάτι εξαιρετικά σημαντικό για όσους διαθέτουν παραγωγικές φάρμες. Παράλληλα, το κρέας τους είχε αυξημένη περιεκτικότητα σε ω-3, λιπαρά οξέα. (40)



Εικόνα 14: Επεξεργασία αποβλήτων ελαιοτριβείου

Γ. Χρήση χαρουπιών στη διατροφή του χοίρου

Τα χαρούπια (*Ceratonia siliqua* L), ανήκει στα λεγόμενα θρεπτικά φυτά και είναι γνωστό από την αρχαιότητα ως αυτοφυές φυτό της Ελλάδας. (37)

Το σαρκώδες μέρος του ενδοκαρπίου των χαρουπιών μετά από επεξεργασία αλέσματος και έψησης μεταποιείται σε σκόνη καστανωπού χρώματος και οσμής παρόμοιας με αυτήν του κακάο (carob powder). Η συγκεκριμένη σκόνη χρησιμοποιείται στη διατροφή των χοίρων και ειδικότερα σε ποσοστό 6 % για τα απογαλακτιζόμενα χοιρίδια (Lizardo et al. 2002). Οι καρποί της χαρουπιάς μετά από άλεση και αφαίρεση των σπερμάτων τους μπορεί να χορηγούνται σε ποσοστό μέχρι και 10% στο πλήρες σιτηρέσιο των χοίρων. Με βάση μελέτες των Lanza et al. (1983) που πραγματοποιήθηκαν σε πειραματισμό διάρκειας 120 ημερών με 78 παχυνόμενους χοίρους από 25-100 kg Σ.Β, η προσθήκη χαρουπιών σε ποσοστά 10% και 20% στο πλήρες σιτηρέσιό τους, έδειξαν ότι η αύξηση του σωματικού βάρους, η κατανάλωση της τροφής και τα χαρακτηριστικά της ποιότητας του σφάγιου, που ήταν ο βαθμός πάχυνσης και ο χρωματισμός του κρέατος του σφάγιου, μεταξύ των ομάδων των χοίρων του πειραματισμού δεν επηρεάστηκαν σε βαθμό στατιστικά σημαντικό. Εξάλλου, διαπιστώθηκε ότι, επειδή τα χαρούπια έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε σάκχαρα και συνεπάγονται αύξηση της κατανάλωσης τροφής από τα χοιρίδια, μπορούν να αντικαταστήσουν άλλες σακχαρούχες ζωοτροφές στο σιτηρέσιο (δεξτρόζη, άμυλο, ορός γάλατος), χωρίς να επηρεάζονται δυσμενώς η πρόσληψη του σιτηρεσίου, η αύξηση του σωματικού βάρους και ο δείκτης μετατρεψιμότητας της τροφής τους.

Η εμφάνιση διάρροιας στα απογαλακτιζόμενα χοιρίδια είναι συχνό πρόβλημα στις σύγχρονου τύπου εκτροφές χοίρων. Τα χαρούπια παρουσιάζουν αντιδιαρροϊκές ιδιότητες. Πειραματικά διαπιστώθηκε ότι η εμφάνιση διάρροιας είχε μικρότερη συχνότητα σε χοιρίδια, των οποίων το σιτηρέσιο περιείχε χαρούπια σε ποσοστό 6 % από ό,τι στα χοιρίδια-μάρτυρες (Lizardo et al. 2002). Επίσης, ότι η θνησιμότητα των χοιριδίων από τη νόσο του οιδήματος μειώθηκε με την προσθήκη χαρουπιών σε ποσοστό 6 % στην τροφή τους.

Σύμφωνα με τα δεδομένα των ερευνών σχετικά με τη χρήση των χαρουπιών στη διατροφή των χοίρων, προκύπτει ότι αυτή είναι δυνατή, αλλά το ανώτατο ωφέλιμο όριο της προσθήκης τους δεν έχει μέχρι τώρα επακριβώς προσδιοριστεί. Οι διατρεφόμενοι χοίροι δε μειώνουν το ρυθμό αύξησης του Σ.Β. τους, αν έχουν τη δυνατότητα να αντισταθμίσουν την έλλειψη ενέργειας με την αύξηση της προσλαμβανομένης τροφής. Σε ορισμένες περιπτώσεις οι ταννίνες είναι υπεύθυνες για τη μείωση του ρυθμού αύξησης του Σ.Β. των ζώων, ενώ σε άλλες διαπιστώνεται

ότι η προσθήκη χαρουπιών στο σιτηρέσιο των χοίρων συνοδεύεται με βελτίωση της κατάστασης της υγείας τους. Έτσι, και για αυτούς τους λόγους, κρίθηκε σκόπιμο να επεκταθούν οι έρευνες για τη χρήση των χαρουπιών στη διατροφή των χοίρων, για να καθοριστούν τα όρια της προσθήκης των χαρουπιών ειδικά στο σιτηρέσιο των παχυνόμενων χοίρων. (38)



Εικόνα 15: Χαρούπια και σπόροι

4. Πειραματική εφαρμογή των ΠΛΟ στη διατροφή των χοίρων πάχυνσης

Ο ρόλος των πολυακόρεστων λιπαρών οξέων και τα προϊόντα αυξημένης περιεκτικότητας σε ΠΛΟ, όπως προείπαμε, αποτελεί αντικείμενο ενδιαφέροντος τόσο για τους επιστήμονες όσο και για τους παραγωγούς. Έτσι, γίνονται έρευνες σχετικά με τον εμπλουτισμό του χοιρινού κρέατος με πολυακόρεστα λιπαρά οξέα, την αύξηση του ποσοστού των ω-3 λιπαρών οξέων στο λιπώδη ιστό του και την μείωση των κορεσμένων λιπαρών.

Ο εμπλουτισμός του χοιρινού κρέατος σε επίπεδο εκτροφής μπορεί να επιτευχθεί μέσω της διατροφής του ζώου και τη σύσταση του σιτηρεσίου του το οποίο θα πρέπει να είναι ισορροπημένο. Η περιεκτικότητα του σιτηρεσίου του χοίρου κατά την εκτροφή του είναι χαμηλό σε πολυακόρεστα λιπαρά οξέα, γεγονός που καθιστά το κρέας του πλουσιότερο σε κορεσμένα λιπαρά εν αντιθέσει με τα ΠΛΟ. Ωστόσο ένα σιτηρέσιο πλούσιο σε πολυακόρεστα λιπαρά οξέα, κυρίως στο στάδιο της πάχυνσης, το οποίο έχει υψηλότερα ποσοστά ΠΛΟ σε σχέση με τις ημερήσιες ανάγκες του ζώου, έχει ως αποτέλεσμα ο οργανισμός του να χρησιμοποιεί την ποσότητα ΠΛΟ που χρειάζεται για τη σωστή λειτουργία του οργανισμού του και την κάλυψη των αναγκών του, και το πλεόνασμα να το εναποθέτει στον λιπώδη ιστό, βελτιώνοντας με αυτόν τον τρόπο την τελική του σύνθεση. (41)

Πιο συγκεκριμένα το α-λινολενικό οξύ (ALA) που δεν μετατρέπεται σε EPA και DHA παραμένει αδρανές και αποθηκεύεται στα λιποκύτταρα του χοίρου ή μεταβολίζεται για ενέργεια στο σώμα. Έτσι, το κρέας του χοίρου το θα είναι πλουσιότερο σε πολυακόρεστα λιπαρά οξέα και φτωχότερο σε κορεσμένα λιπαρά. (41)

4.1. Μεταβολή του προφίλ λιπαρών οξέων του χοιρινού κρέατος μέσω ελέγχου της διατροφής τους. (3)

Τα πλεονεκτήματα των πολυακόρεστων λιπαρών οξέων (PUFA) για την ανθρώπινη υγεία, ιδιαίτερα για την προστασία από καρδιαγγειακά νοσήματα, έχουν αναφερθεί σε πολυάριθμες αναφορές (Hoz et al., 2003, Nguyen et al., 2003, Wood et al., 2003), και η αυξημένη πρόσληψη των μακράς αλυσίδας n-3 και n-6 PUFAs συνιστάται πλέον ευρύτατα (Kouba et al., 2003).

Επειδή το κρέας θεωρείται πρωτογενής πηγή λίπους, και ιδιαίτερα κορεσμένου λίπους, υπάρχει μεγάλο ενδιαφέρον για το χειρισμό της σύνθεσης λιπαρών οξέων (Wood et al., 2003).

Το προφίλ των λιπαρών οξέων των μονογαστρικών ζώων μπορεί να μεταβληθεί σχετικά εύκολα. Τα πολυακόρεστα λιπαρά οξέα απορροφώνται απ' ευθείας από το έντερο των μονογαστρικών ζώων χωρίς να μεταβάλλονται και εναποτίθενται στο μυϊκό και το λιπώδη ιστό, καθιστώντας το χοιρινό κρέας πολύ καλή πηγή ω-3 προς ανθρώπινη κατανάλωση.

Στη Νέα Ζηλανδία, παραδοσιακά, οι χοίροι διατρέφονται με σιτηρέσια βασισμένα σε δημητριακούς καρπούς και συμπληρώματα πρωτεϊνών και λιπών ζωικής προέλευσης. Στους χοίρους υπάρχει άμεση συσχέτιση του λίπους της προσλαμβανόμενης τροφής και του λιπώδους ιστού του τελικού σφάγιου (Nguyen et al., 2003). Συνεπώς η Νέα Ζηλανδία παράγει χοιρινό κρέας, το οποίο τείνει να είναι πλούσιο σε κορεσμένα λιπαρά οξέα. Ωστόσο, είναι διαθέσιμες εναλλακτικές πηγές λίπους οι οποίες μπορούν να συμπεριληφθούν στη διατροφή των χοίρων προκειμένου να μεταβάλλουν το προφίλ των λιπαρών οξέων του χοιρινού κρέατος. Τα ιχθυέλαια είναι πλούσια σε λιπαρά οξέα μακράς αλυσού, δηλαδή, σε εικοσαπεντανοϊκό (C20: 5n-3) και εικοσιδυενοϊκό (C22: 6n3) λιπαρά οξέα. Όμως η προσθήκη τους στη διατροφή του χοίρου μπορεί να έχει δυσμενείς επιπτώσεις οδηγώντας σε κρέας με δυσάρεστη γεύση και χρώμα (Jaturasitha et al., 2002, Sheard et al., 2000) καθώς και σε μαλακό λίπος (Irie and Sakimoto, 1992, Leskanich et al., 1997).

Παρόμοια προφίλ λιπαρών οξέων δίνουν και τα προϊόντα ελαιούχων σπόρων με μειωμένο κίνδυνο εμφάνισης ανεπιθύμητης γεύσης και οσμής. Το έλαιο σόγια είναι πολύ καλή πηγή λινολεϊκού οξέος (C18: 2n-6, Wood et al., 2003) και το έλαιο του λιναρόσπορου είναι πολύ καλή πηγή λινολενικού οξέος (C18: 3n-3, Specht-Overholt et al., 1997). Τα έλαια αυτά είναι απαραίτητα για τη διατροφή των χοίρων καθώς τα λιπαρά οξέα που προσφέρουν δεν μπορούν να συ τεθούν φυσιολογικά από τους ιστούς των χοίρων. Επιπλέον, αυτές οι ενώσεις είναι τα «μητρικά λιπαρά οξέα» των n-6 και n-3 οικογενειών (Nguyen et al., 2003) και είναι οι πρόδρομοι των μακρύτερων αλυσίδων των λιπαρών οξέων που βρίσκονται στα ιχθυέλαια.

Η αύξηση των ΠΛΟ στη διατροφή των χοίρων μπορεί να κατευθύνει το προφίλ του λίπους προς μία πιο ευνοϊκή σύνθεση, όμως το αυξημένο επίπεδο

ακορεστότητας, ανεξάρτητα με την πηγή των ΠΛΟ, προκαλεί μειωμένη οξειδωτική σταθερότητα στα προϊόντα του χοιρινού κρέατος (Sheard et al., 2000, Kouba et al., 2003) η οποία με τη σειρά της και μπορεί να επιδράσει αρνητικά στην οσμή και τη γεύση του κρέατος (Rhee et al., 1988, Jensen et al., 1998). Ωστόσο, η προστασία από την οξείδωση των λιπιδίων μπορεί να επιτευχθεί με τη συμπλήρωση βιταμίνης Ε (α-τοκοφερόλη, Jensen et al., 1997, Hoz et al., 2003) στη διατροφή των χοίρων.

Στόχοι αυτής της εργασίας ήταν η μελέτη της επίδρασης της πηγής λίπους του σιτηρεσίου των χοίρων στο προφίλ των λιπαρών οξέων του χοιρινού κρέατος από ζώα που έλαβαν ζωοτροφές ή συνδυασμό ελαίων σόγιας και λιναρόσπορου και η αξιολόγηση της επίδρασης της βιταμίνης Ε στην οξείδωση του λίπους του χοιρινού ιστού και των προϊόντων χοιρινού κρέατος.

Πίνακας 1α: Σύνθεση του βασικού σιτηρεσίου (3)

Διατροφή

| Είδος | SFA | SFA + Vit E | PUFA | PUFA + Vit. E |
|-----------------------------|------------|--------------------|-------------|----------------------|
| Σύσταση % | | | | |
| Κριθάρι | 60.0 | 60.0 | 60.0 | 60.0 |
| Αλεύρι Σόγιας | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 |
| Πίτυρα σίτου | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 |
| Αιματάλευρο | 5.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 |
| Κρέας και Οστεάλευρο | 5.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 |
| Λαρδί | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 |
| Έλαιο Σόγιας | - | - | 4.0 | 4.0 |
| Λινέλαιο | - | - | 0.2 | 0.2 |
| Βιταμίνη E | - | 0.011 | - | 0.011 |
| Λυσίνη | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 |
| Μεθειονίνη | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 |
| Αλάτι | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 0.15 |
| Φωσφορικό διασβέστιο | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 |
| Premix | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 |
| Υπολογισμένη σύνθεση | | | | |
| DE (MJ/Kg) | 14.55 | 14.55 | 14.55 | 14.55 |

Πίνακας 1β: Σύνθεση του βασικού σιτηρεσίου (3)

Διατροφή

| Είδος | SFA | SFA + Vit E | PUFA | PUFA + Vit. E |
|--|-------|-------------|-------|---------------|
| Ανάλυση σύνθεσης λιπαρών οξέων (mg/g) | | | | |
| C12:0 Λαυρικό | 1.70 | 1.54 | 1.87 | 1.71 |
| C14:0 Μυριστικό | 1.93 | 2.07 | - | - |
| C16:0 Παλμιτικό | 22.76 | 19.67 | 12.31 | 12.81 |
| C16:1 Παλμιτολεϊκό | 2.95 | 3.23 | - | - |
| C18:0 Στεατικό | 13.62 | 13.06 | 3.96 | 3.61 |
| C18:1 Ελαϊκό | 30.63 | 28.43 | 37.04 | 39.30 |
| C18:2 Λινελαϊκό | 15.39 | 14.93 | 37.04 | 39.30 |
| C18:3 Λινολενικό | 1.91 | 2.20 | 15.96 | 14.10 |

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Διαχείριση ζώων

Σε αυτό το πείραμα συμπεριλήφθηκαν συνολικά 56 χοίροι σε δύο διαδοχικές σειρές, ε των 28 χοίρων. Κάθε σειρά 28 χοίρων αποτελείται από 14 ανέπαφα αρσενικά και 14 θηλυκά. Οι χοίροι στεγάστηκαν σε μεμονωμένους θαλάμους στη μονάδα βιολογίας χοίρων του πανεπιστημίου Massey, όπου τους χορηγήθηκε τροφή δύο φορές την ημέρα και άφθονο νερό. Πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις, καθημερινά, σε όλα τα ζώα οι οποίες αφορούσαν τόσο τις αποδόσεις των σιτηρεσίων στον οργανισμό τους όσο και το εβδομαδιαίο βάρος των χοίρων. Οι ζωοτροφές προσαρμόστηκαν εβδομαδιαίως με τέτοιο τρόπο ώστε να παρέχετε εβδομαδιαίος στους χοίρους τροφή ίση με $0.11-0.115 \times BW^{0.75}$.

Πίνακας 2: Σύνθεση των συστατικών των λουκάνικων Αμερικάνικου στυλ. (3)

| Σύσταση Κρέατος | % | Σύσταση Κρέατος | % |
|----------------------------|-------|------------------------|-------|
| Άπαχη μυϊκή μάζα | 84.57 | Μοσχοκάρυδο | 0.094 |
| Λίπος | 13.00 | Φασκόμηλο | 0.035 |
| Αλάτι | 1.625 | Κορίανδρο | 0.074 |
| Τριπολυφωσφορικό Νάτριο | 0.25 | Γλουταμινικό Νάτριο | 0.06 |
| Λευκό Πιπέρι | 0.097 | Νερό | 0.195 |

Διατροφή κατά ομάδες

Οι χοίροι κατανεμήθηκαν τυχαία σε τέσσερις ομάδες με τέσσερα διαφορετικά σιτηρέσια (Πίνακας 1α & 1β) αποτελούμενες από δύο τύπους λιπαρών οξέων (κορεσμένα (SFA) ή πολυακόρεστα (PUFA)) και δύο διαφορετικά επίπεδα συμπληρώματος βιταμίνης E στη διατροφή τους (0% ή 0.011 % δίαιτας, Lutavit E50, BASF, Auckland, Νέα Ζηλανδία).

Δηλαδή, χρησιμοποιήθηκαν δύο τύποι σιτηρεσίων. Το πρώτο σιτηρέσιο περιείχε ουσιαστικά ότι και η τυπική διατροφή των χοίρων της Νέας Ζηλανδίας και ήταν η κύρια πηγή SFA λιπαρών οξέων. Το δεύτερο σιτηρέσιο περιείχε ένα μείγμα σπόρων σόγιας και λιναρόσπορου τα οποία ήταν κύρια πηγή PUFA λιπαρών οξέων. Η διατροφή των χοίρων άρχισε, με μέσο ζων βάρος $57,0\text{kg} \pm 2,5(\text{SD})\text{kg}$ και συνεχίστηκε για $30 \pm 2,8$ ημέρες σε μέσο βάρος σφαγής $88,1 \pm 5,9\text{kg}$.

Επεξεργασία σφαγίου και κρέατος

Η σφαγή και η αφαίμαξη διεξήχθησαν σε εμπορικό σφαγείο. Μετά από ψύξη καθ' όλη τη διάρκεια της νύχτας, κάθε σφάγιο ζυγίστηκε μαζί με το οπίσθιο οστό, το κεφάλι, τα άκρα, τα νεφρά και το νεφρικό λίπος. Στη συνέχεια, η αριστερή πλευρά του κάθε σφαγίου μεταφέρθηκε στο Πανεπιστήμιο Massey για περαιτέρω ανατομή και ανάλυση. Το εμπρόσθιο άκρο, ο ώμος, το πίσω μέρος του νεύρου (μακρύς μυς μεταξύ της τρίτης και δέκατης πλευράς) και ο πίσω βραχίονας (μακρύς μυς από τη δέκατη πλευρά στο πυελικό οστό) απομακρύνθηκαν. Στη συνέχεια έγινε μέτρηση του πάχους του λίπους επάνω από τον μακρύ μυς, στο δέκατο πλευρό, με ένα χάρακα.

Μετά, έγινε η αφαίρεση του λίπους, από όλες τις περιοχές, εκτός της πίσω πλευράς του σφάγιου. Από τη θέση P2 αφαιρέθηκαν με ένα μαχαίρι δείγματα μακριού μυός και υποδόριου λίπους (και τα δύο στρώματα) για χημικές αναλύσεις (65 mm πλαγίως προς τη μέση γραμμή της σπονδυλικής στήλης στο τελευταίο πλευρό) και τοποθετήθηκαν σε μεμονωμένους σάκους και καταψύχθηκαν (-30°C) πριν από την περαιτέρω ανάλυση. Σε δύο ημέρες μετά τη σφαγή, το τεμαχισμένο λίπος από την πλάτη και το άπαχο κρέας από το πρόσθιο άκρο και τον ώμο ψήθηκαν και αναμίχθηκαν με μπαχαρικά για να παρασκευαστούν λουκάνικα αμερικανικού τύπου σύμφωνα με τις αναλογίες που παρουσιάζονται στον (Πίνακα 2).

Πίνακας 3. Η επίδραση των ΠΛΟ και της βιταμίνης E στην ανάπτυξη των ζώων και την περιεκτικότητα των λιπιδίων στους ιστούς και τα μεταποιημένα προϊόντα του χοιρινού κρέατος. (3)

| | Λιπαρά οξέα | | | Βιταμίνη E | | | SEM |
|----------------------------------|-------------|------|------|------------|---------|------|-------|
| | SFA | PUFA | P | 0% | 0.011 % | P | |
| N | 25 | 26 | - | 24 | 27 | - | - |
| ADG (Kg/d) | 1.09 | 1.05 | 0.43 | 1.09 | 1.05 | 0.36 | 0.030 |
| ADFI (Kg/d) | 2.61 | 2.58 | 0.34 | 2.60 | 2.60 | 0.85 | 0.02 |
| Τροφή: Κέρδος | 2.44 | 2.51 | 0.49 | 2.45 | 2.51 | 0.49 | 0.06 |
| Βάρος σφάγιου | 68.8 | 67.8 | 0.39 | 68.5 | 68.2 | 0.77 | 0.79 |
| Ραχιαίος μυς (mm) | 11.8 | 11.8 | 0.96 | 11.6 | 12.0 | 0.51 | 0.36 |
| Λίπος μπέικον | 0.97 | 0.99 | 0.81 | 0.94 | 1.01 | 0.38 | 0.40 |
| Λίπος λουκάνικου | 78.6 | 78.7 | 0.81 | 78.5 | 78.8 | 0.77 | 0.32 |
| Ενδομυϊκό λίπος | 23.4 | 23.6 | 0.52 | 23.9 | 23.0 | 0.51 | 0.05 |
| Ραχιαίο λίπος (λουκάνικο) | 15.1 | 14.7 | 0.86 | 14.7 | 15.1 | 0.58 | 0.75 |

Χημικές αναλύσεις

Πριν από την ανάλυση, λυοφιλοποιήθηκαν δείγματα μακρών μυών, υποδόριου λίπους, λουκάνικου και φέτας μπέικον από κάθε σφάγιο. Η περιεκτικότητα σε λιπαρά των λυοφιλοποιημένων ιστών προσδιορίστηκε με εκχύλιση με πετρελαϊκό αιθέρα (60-80°C).

Για τον χαρακτηρισμό του προφίλ των λιπαρών οξέων της διατροφής των χοίρου και των ιστών του σφάγιου, διαλύθηκαν σε ένα μύλο του καφέ λυοφιλοποιημένα δείγματα κρέατος σε μέγεθος σωματιδίων περίπου 1 mm³. Το λίπος εκχυλίστηκε από δείγματα ζωοτροφής, υποδόριου λίπους, λουκάνικου και μπέικον με πετρελαϊκό αιθέρα (κλάσμα βρασμού 60-80°C) σε συσκευή Soxtec (FOSS Tecator, Auckland, NZ). Τα λιπαρά οξέα από τον λυοφιλωμένο μακρύ μυϊκό ιστό και του λίπους που εξήχθη από τα άλλα δείγματα μετατράπηκαν σε μεθυλεστέρες λιπαρών οξέων (FAMES) με θέρμανση των δειγμάτων στους 70°C με ένα μείγμα 2 ml τολουένιου και 3 ml μεθανόλης-HOI για δύο ώρες σύμφωνα με τη μέθοδο των Sukhija και Palmquist (1988). Οι μεθυλεστέρες των λιπαρών οξέων αναλύθηκαν με αέρια χρωματογραφία (Shimadzu GCA8,) χρησιμοποιώντας μία γεμάτη στήλη 3.5 m που περιείχε 15% EGGS-X σε χρωμοφόρο W (chromosorb W). Το φέρον αέριο ήταν N₂ με ανιχνευτή ιονισμού φλόγας. Τα λιπαρά οξέα ποσοτικοποιήθηκαν χρησιμοποιώντας πενταδεκανοϊκό οξύ ως βασική σταθερά.

Πριν από την ανάλυση των δραστικών ουσιών του θειοβαρβιτουρικού οξέος (TBARS), το λίπος εκχυλίστηκε από λυοφιλοποιημένα δείγματα υποδόριου λίπους, λουκάνικου και μπέικον χρησιμοποιώντας πετρελαϊκό αιθέρα (κλάσμα ζέσεως 40-60°C) με την προσθήκη 24 mg butyl hydroxytoluene ως αντιοξειδωτικό. Τα TBARS μετρήθηκαν απευθείας από τα δείγματα των μακρών μυών χωρίς πρώτα να εξαχθεί το λίπος. Τα οξειδωμένα λιπίδια εκτιμήθηκαν με τη μέθοδο των Inoue et al. (1998) χρησιμοποιώντας όξινο περιβάλλον και το χρώμα εκχυλίστηκε με μείγμα βουτανόλης-πυριδίνης. Επιπλέον χρησιμοποιούνται διορθωτικά μέσα (τύπου Alle) προκειμένου να αντισταθμιστεί ο οποιοσδήποτε μη συγκεκριμένος σχηματισμός χρώματος.

Στατιστική ανάλυση

Αρχικά, λόγω κακής ανάπτυξης, ένα ζώο απομακρύνθηκε από τη μελέτη κατά τη διάρκεια της σίτισης. Στη συνέχεια τέσσερα ζώα εξαιρέθηκαν από τις αναλύσεις

των επιδόσεων ανάπτυξης, λόγω της κατάστασης των τμημάτων του σφαγίου τους, αλλά συμπεριλήφθηκαν στις αναλύσεις των λιπαρών οξέων και TBARS.

Η απόδοση ανάπτυξης, τα χαρακτηριστικά του σφαγίου και τα δεδομένα των λιπαρών οξέων αναλύθηκαν με το SAS (SAS Institute Inc., 1990) χρησιμοποιώντας ένα γενικό γραμμικό μοντέλο που περιλάμβανε τα σταθερά αποτελέσματα συγκριτικά με: την κινητικότητα, το φύλο, το λίπος της διατροφής και των συμπληρωμένων βιταμινών στη διατροφή των χοίρων. Σε όλες τις περιπτώσεις, η αλληλεπίδραση μεταξύ του λίπους της τροφής και συμπληρωμένων βιταμινών δεν ήταν σημαντική. Τα δεδομένα του TBARS μετασχηματίστηκαν με λογάριθμο και αναλύθηκαν με ένα γενικό γραμμικό μοντέλο που περιλαμβάνει τα σταθερά αποτελέσματα: από το λίπος της τροφής, των συμπληρωμένων βιταμινών, και τις αλληλεπιδράσεις τους με το τελικό προϊόν. Το ζώο του οποίου η διατροφή αποτελούταν με τα παραπάνω χαρακτηριστικά, τοποθετήθηκε τυχαία στο μοντέλο TBARS.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Ούτε το λίπος της τροφής ούτε το επίπεδο βιταμίνης E είχαν στατιστικά σημαντική επίδραση στην ανάπτυξη, στα χαρακτηριστικά του σφαγίου ή στην περιεκτικότητα του σε λιπαρά οξέα στους διάφορους ιστούς και τα προϊόντα του χοιρινού κρέατος (Πίνακας 3). Οι Bee et al., (2002) συνέκριναν το έλαιο σόγιας και το ζωικό λίπος, και οι Kouba et al., (2003) χρησιμοποίησαν λιπαρά μείγματα στέατος και σόγιας σε σύγκριση με μια διατροφή που περιλάμβανε επίσης λινέλαιο υπό μορφή σκόνης. Στα αποτελέσματα των δύο ομάδων, δεν αναφέρθηκε καμία επίδραση της πηγής του λίπους της διατροφής στην ανάπτυξη και τα χαρακτηριστικά του σφαγίου. Οι Waylan et al., (2002) ανέφεραν πως η βιταμίνη E δεν είχε επίδραση στην απόδοση των χοίρων και κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η ποσότητα της βιταμίνης E στη διατροφή των χοίρων πριν από την έναρξη των πειραμάτων, ήταν επαρκής για την ικανοποίηση των φυσιολογικών αναγκών ανάπτυξης. Ενώ η συμπλήρωση της διατροφής των χοίρων με επιπλέον βιταμίνης E δεν είχε καμία επίδραση στο προφίλ λιπαρών οξέων του μακριού μυός (Πίνακας 4), η επίδραση της πηγής διατροφικού λίπους ήταν σημαντική.

Πίνακας 4. Η επίδραση των ΠΛΟ (PUFA) και της βιταμίνης E στη σύνθεση λιπαρών οξέων του μακριού μυός. (3)

| | Λιπαρά οξέα | | | Βιταμίνη E | | | SEM |
|----------------------------------|-------------|------|-------|------------|--------|------|-------|
| | SFA | PUFA | P | 0% | 0.011% | P | |
| N | 27 | 28 | - | 27 | 28 | - | - |
| Λιπαρό οξύ/ φρέσκο δείγμα | | | | | | | |
| C14:0 Μυριστικό | 0.19 | 0.23 | <0.01 | 0.20 | 0.22 | 0.10 | 0.010 |
| C16:0 Παλμιτικό | 2.41 | 2.56 | 0.39 | 2.44 | 2.53 | 0.55 | 0.122 |
| C16:1 Παλμιτολεϊκό | 0.55 | 0.45 | 0.16 | 0.52 | 0.51 | 0.87 | 0.036 |
| C18:0 Στεατικό | 1.32 | 1.43 | 0.24 | 1.34 | 1.41 | 0.41 | 0.063 |
| C18:1 Ελαϊκό | 4.60 | 4.30 | 0.43 | 4.34 | 4.55 | 0.37 | 0.210 |
| C18:2 Λινελαϊκό | 1.24 | 2.02 | <0.01 | 1.62 | 1.64 | 0.66 | 0.044 |
| C18:3 Λινολενικό | 0.09 | 0.32 | <0.01 | 0.20 | 0.22 | 0.42 | 0.013 |
| Σύνολο SFA | 3.93 | 4.22 | 0.27 | 3.97 | 4.17 | 0.45 | 0.187 |
| Σύνολο MUFA | 5.15 | 4.77 | 0.36 | 4.86 | 5.06 | 0.60 | 0.280 |
| Σύνολο PUFA | 1.67 | 2.70 | <0.01 | 2.18 | 2.19 | 0.94 | 0.059 |
| PUFA: SFA | 0.44 | 0.66 | <0.01 | 0.57 | 0.54 | 0.25 | 0.019 |
| C18:2:C18:3 | 18.2 | 6.5 | <0.01 | 14.1 | 10.6 | 0.19 | 1.830 |

Πίνακας 5. Η επίδραση των ΠΛΟ (PUFA) και της βιταμίνης E στη σύνθεση των λιπαρών οξέων του υποδόριου λιπώδους ιστού (3)

| | Λιπαρά οξέα | | | Βιταμίνη E | | | SEM |
|----------------------------------|-------------|--------|-------|------------|--------|------|-------|
| | SFA | PUFA | P | 0% | 0.011% | P | |
| N | 27 | 28 | - | 27 | 28 | - | - |
| Λιπαρό οξύ/ φρέσκο δείγμα | | | | | | | |
| C14:0 Μυριστικό | 13.68 | 12.59 | <0.01 | 13.07 | 13.20 | 0.72 | 0.277 |
| C16:0 Παλμιτικό | 213.08 | 206.63 | 0.29 | 207.10 | 212.61 | 0.38 | 4.362 |
| C16:1 Παλμιτολεϊκό | 38.97 | 31.13 | <0.01 | 33.53 | 36.57 | 0.18 | 1.550 |
| C18:0 Στεατικό | 106.86 | 102.92 | 0.42 | 105.29 | 104.49 | 0.89 | 3.326 |
| C18:1 Ελαϊκό | 415.31 | 354.88 | <0.01 | 381.84 | 388.35 | 0.47 | 6.204 |
| C18:2 Λινελαϊκό | 69.57 | 145.42 | <0.01 | 108.64 | 106.35 | 0.60 | 3.259 |
| C18:3 Λινολενικό | 13.12 | 51.46 | <0.01 | 32.38 | 32.19 | 0.91 | 1.537 |
| Σύνολο SFA | 333.63 | 322.14 | 0.25 | 325.47 | 330.3 | 0.62 | 6.964 |
| Σύνολο MUFA³ | 454.28 | 386.01 | <0.01 | 415.37 | 424.92 | 0.35 | 7.038 |
| Σύνολο PUFA | 82.68 | 196.88 | <0.01 | 141.02 | 138.54 | 0.69 | 4.673 |
| PUFA: SFA | 0.229 | 0.613 | <0.01 | 0.441 | 0.422 | 0.26 | 0.004 |
| C18:2:C18:3 | 5.592 | 2.880 | <0.01 | 4.33 | 4.14 | 0.45 | 0.167 |

Ο μακρύς μυς των χοίρων που τράφηκαν με ΠΛΟ (PUFA), περιείχε σημαντικά περισσότερα λινολεϊκά (C18: 2) και λινολενικά (C18: 3) οξέα και είχε μεγαλύτερη συνολική περιεκτικότητα ΠΛΟ από το κρέας των χοίρων που τράφηκαν με την SFA διατροφή (Πίνακας 4). Σύμφωνα με τους Wood et al. (2003), ο κίνδυνος καρκίνου και στεφανιαίας καρδιακής νόσου μειώνεται όταν η αναλογία *PUFA: SFA* στη διατροφή του ανθρώπου είναι μεγαλύτερη από 0,4 και η αναλογία C18: 2 προς C18: 3 είναι μικρότερη από 4,0. Ενώ η δίαιτα SFA ήταν κοντά στην ελάχιστη

αναλογία PUFA προς SFA, η διατροφή PUFA είχε ως αποτέλεσμα χοιρινό κρέας που ήταν πολύ πάνω από το ελάχιστο 0,4 επίπεδο (δίαιτα SFA 0,44, δίαιτα PUFA 0,66, $p < 0,01$). Συγχρόνως, η αναλογία C18: 2 προς C18: 3 που επιτεύχθηκε με τη δίαιτα PUFA στο μακρύ μυϊκό ιστό ήταν ελαφρώς πάνω από το ανώτερο όριο του 4.0. Ωστόσο, η διατροφή με SFA είχε ως αποτέλεσμα μία αναλογία που υπερέβαινε το επιθυμητό μέγιστο κατά περισσότερο από 4,5 φορές (δίαιτα SFA 18,2, διατροφή PUFA 6,5, $p < 0,01$). Ως εκ τούτου, το συμπέρασμα που μπορεί να προκύψει είναι ότι ο εμπλουτισμός της διατροφής των χοίρων με μείγμα λιναρόσπορου / σόγιας μπορεί να βασιστεί στην αποτελεσματική επίτευξη ενός "υγιούς" επιπέδου λίπους του μυός, αν και απαιτείται κάποια βελτίωση του συνδυασμού για να επιτευχθεί η επιθυμητή ισορροπία των λινολεϊκών και των λινολενικών οξέων στο μυ.

Η συμπλήρωση της διατροφής με βιταμίνη E δεν είχε καμία επίδραση στη σύνθεση των λιπαρών οξέων του υποδόριου λίπους, ένα εύρημα που αναφέρθηκε επίσης από τους Bosi et al. (2000) που εξέτασε την επίδραση του ηλιελαίου και της βιταμίνης E στην ποιότητα και το προφίλ λιπαρών οξέων του ζαμπόν Πάρμας. Όπως αναμενόταν, με βάση το προφίλ λιπαρών οξέων των τροφών SFA και PUFA, οι χοίροι που τράφηκαν με τη διατροφή SFA είχαν σημαντικά μεγαλύτερες ποσότητες μυριστικών (C14: 0), παλμιτολεϊκών (C16: 1) και ελαϊκών (C18: 1) οξέων στον υποδόριο λιπώδη ιστό. Αντίθετα, η δίαιτα PUFA είχε ως αποτέλεσμα τη σημαντική αύξηση των λινολεϊκών (C18: 2) και λινολενικών (C18: 3) οξέων στο μυ. Αυτές οι αλλαγές αντιπροσωπεύουν μια μεγαλύτερη επίδραση της πηγής του λίπους της διατροφής στον υποδόριο λιπώδη ιστό απ' ό,τι στον μυ. Αυτό μπορεί να εξηγηθεί από το γεγονός ότι το ποσοστό του ενδομυϊκού λίπους στον μακρύ μυ είναι σταθερό στη φάση της τελικής επεξεργασίας, ενώ το ποσοστό του λίπους του ραχιαίου μυός αυξάνεται (D'Souza et al., 2000). Έτσι η επίδραση της διατροφής στο υποδόριο λίπος του οργανισμού των χοίρων είναι μεγάλη, επιτρέποντας έτσι τη μεταβολή της σύστασής του. Περαιτέρω, σε σύγκριση με τον μακρύ μυ, καταγράφηκαν επίσης μεγαλύτερες διαφορές της διατροφής στο μεμονωμένο λιπαρό οξύ στο υποδόριο λίπος, πιθανώς λόγω διαφορών στον τρόπο της εναπόθεσης συγκεκριμένων λιπαρών οξέων μεταξύ των ιστών (Enser et al., 2000 · He et al., 2005) ή / και το διαφορετικό ρυθμό ωρίμανσης των αποθεμάτων του υποδόριου λίπους, που ωριμάζει νωρίτερα από το ενδομυϊκό.

Πίνακας 6. Η επίδραση των ΠΛΟ και της βιταμίνης E στην οξείδωση των λιπιδίων (mg MDA1 / kg λίπους) στο μακρύ μυ, το υποδόριο λίπος, το μπέικον και το λουκάνικο (3)

| | Λιπαρά οξέα | | | | Βιταμίνη E | | | Product |
|-----------------------------------|----------------|-----------------|----------------|-------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|
| | SFA | PUFA | SEM (log10) | p | 0% | 0.011 % | SEM (log10) | |
| N | 27 | 28 | | | 27 | 28 | | 56 |
| Μέση κύρια επίδραση | 2.45 (0.39) | 4.68 (0.67) | 0.046 | - | 3.63 (0.56) | 3.16 (0.50) | 0.046 | - |
| Προϊόν | | | | | | | | |
| Μακρύς μυς | 2.04 (0.31) | 1.95 (0.29) | 0.065 | 0.90 | 2.00 (0.30) | 1.65 (0.29) | 0.065 | 2.00 (0.24) |
| Υποδόριο λίπος | 1.17 (0.07) | 2.51 (0.40) | 0.065 | <0.01 | 1.66 (0.22) | 1.78 (0.25) | 0.065 | 1.74 (0.30) |
| Παντσέτα (bacon) | 6.31 (0.80) | 15.85 (1.20) | 0.065 | <0.01 | 12.30 (1.09) | 8.13 (0.91) | 0.065 | 10.00 (1.00) |
| Λουκάνικο | 2.40 (0.38) | 6.31 (0.80) | 0.065 | <0.01 | 4.37 (0.64) | 3.55 (0.55) | 0.065 | 3.89 (0.59) |
| P | <0.01 | | | | 0.05 | | | <0.01 |
| Κύρια αποτελέσματα | | | | | | | | |
| P | <0.01 | | | | 0.37 | | | - |
| Αλληλεπίδραση με το προϊόν | | | | | | | | |

Μόνο ο εμπλουτισμός της τροφής των χοίρων με ΠΛΟ οδήγησε σε έναν ευνοϊκό λόγο πολυακόρεστων έως κορεσμένων λιπαρών οξέων (0,61 με στόχο > 0,4) στον υποδόριο λιπώδη ιστό. Ομοίως για την αναλογία των λινολεϊκών προς τα λινολενικά οξέα, η διατροφή με ΠΛΟ είχε σαν αποτέλεσμα την πτώση του υποδόριου

λίπους κάτω από το επιθυμητό μέγιστο όριο (2,8 με στόχο <4,0). Αυτές οι ευνοϊκές αναλογίες (Πίνακας 5) έχουν ιδιαίτερη σημασία όταν το λίπος καταναλώνεται ως μέρος ενός μεταποιημένου προϊόντος όπως το λουκάνικο ή περιλαμβάνεται σε τεμάχια επιδερμίδας ή σε εκείνα με ελάχιστο κόψιμο λίπους πριν την παρασκευή και την κατανάλωση. Ενώ οι καταναλωτές απαιτούν άπαχες κοπές ολόκληρων προϊόντων χοιρινού κρέατος, τα μεταποιημένα προϊόντα περιέχουν συστηματικά πολύ υψηλότερα επίπεδα λίπους. Για το σκοπό αυτό, οι Romans et al. (1995) συζήτησαν ότι, εμπλουτίζοντας το λίπος που παραμένει στο χοιρινό κρέας, ένα ήδη θρεπτικό προϊόν θα προσφέρει ακόμη μεγαλύτερο όφελος στους καταναλωτές.

Διαπιστώθηκε σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ της πηγής των λιπιδίων της τροφής και των διαφόρων προϊόντων χοιρινού κρέατος που αξιολογήθηκαν για την οξείδωση των λιπιδίων (Πίνακας 6). Ενώ η δίαιτα με ΠΛΟ είχε ως αποτέλεσμα την αυξημένη οξείδωση των λιπιδίων σε σύγκριση με τη διατροφή με SFA στον υποδόριο λιπώδη ιστό και τα μεταποιημένα προϊόντα μπέικον και λουκάνικα, δεν υπήρξε σημαντική επίδραση στον μακρύ μυ, διότι είναι ένας ιστός με σχετικά χαμηλή περιεκτικότητα σε λίπος (~1%). Συνολικά, η οξείδωση των λιπιδίων αυξήθηκε σημαντικά με τη χρήση των ΠΛΟ, ένα αποτέλεσμα που αναφέρθηκε επίσης από τους Kouba et al. (2003), οι οποίοι αξιολόγησαν την οξείδωση των λιπιδίων στους μύες του χοιρινού κρέατος μετά τη διατροφή με υψηλή περιεκτικότητα σε λινολενικό οξύ. Όπως αναμενόταν, λόγω της ισχυρής αντιοξειδωτικής ικανότητάς του (Morrissey et al., 1998), η συνολική επίδραση της συμπληρωματικής βιταμίνης E ήταν μια σημαντική μείωση στην έκταση της οξείδωσης των λιπιδίων (Πίνακας 6), αποτέλεσμα που επίσης αναφέρθηκε από τους Jensen et al. (1997) και Hoz et al., (2003).

Συγκρίνοντας τον βαθμό οξείδωσης στα προϊόντα χοιρινού κρέατος, δεν υπήρχε σημαντική διαφορά μεταξύ του μακρού μυός και των υποδόριων λιπωδών ιστών. Τα μεταποιημένα προϊόντα, όμως, παρουσίασαν σημαντική αύξηση στην οξείδωση (Πίνακας 6), με το μεγαλύτερο αποτέλεσμα να παρατηρείται στο προϊόν του μπέικον που περιείχε το υψηλότερο επίπεδο προστιθέμενου άλατος, μια προ-οξειδωτική ένωση (Lee et al., 1997). Συγκρίνοντας τις χοιρινές μπριζόλες, το συκώτι, το μπέικον και το λουκάνικο, οι Sheard et al., (2000) ανέφεραν επίσης τη μεγαλύτερη οξείδωση των λιπιδίων στο μπέικον. Στην τρέχουσα εργασία, ωστόσο, ο βαθμός στον οποίο εμφανίστηκε οξείδωση λιπιδίων δεν θα περιόριζε την αποδοχή του μακρού

μυός, του υποδόριου λίπους ή του λουκάνικου. Οι Gray and Pearson (1987) επανεξέτασαν τη σχέση μεταξύ των τιμών TBARS και των αισθητικών βαθμολογιών που συσχετίζονται με κατώφλια που συνοψίζουν την τάξη, κάτω από τα οποία δεν ανιχνεύθηκαν οσμές και αρώματα, σε 0,5-1,0 και 0,6-2,0 mg μαλονοδιαλδεΐδη (MDA) διεξήχθη με εκπαιδευμένους και άπειρους πίνακες γεύσης, αντίστοιχα. Τα δείγματα μακρού μυός, με χαμηλή περιεκτικότητα σε λιπαρά, ήταν στα 0,02 mg MDA / kg προϊόντος, αρκετά κάτω από τα όρια. Η επεξεργασία με ΠΛΟ οδήγησε στη μεγαλύτερη αύξηση της οξειδωσης στα δείγματα λίπους και λουκάνικου και έφερε τις τιμές TBARS, αλλά ακόμη κάτω από το σημείο αποκοπής (1,98 και 0,93 mg MDA / kg προϊόντος, αντίστοιχα). Τα δείγματα μπέικον υπερβαίνουν το όριο, όπως επίσης παρατηρήθηκε από τους Sheard et al., (2000), με τιμές TBARS που κυμαίνονται από 1.48 έως 3.74 mg MDA / kg προϊόντος.

4.2 Η διατροφική αξία του ακατέργαστου χοιρινού κρέατος εξαρτάται από την περιεκτικότητα σε λιπαρά σε χοίρους

Διεξήχθη έρευνα που στόχευε στην εκτίμηση της θρεπτικής αξίας του ακατέργαστου χοιρινού κρέατος που έχουν καταναλώσει σιτηρέσια με διάφορες ζωοτροφές πλούσιες σε πολυακόρεστα λιπαρά οξέα. (Waszkiewicz-Robak B¹, et al, 2015)

Το κρέας ελήφθη από χοίρους τεσσάρων πειραματικών ομάδων οι οποίες ήταν:

- A. Χοίροι που κατανάλωσαν κραμβέλαιο και λιναρόσπορο σε αναλογία 1:2,5 ως πηγή λίπους
- B. Χοίροι που κατανάλωσαν μίγμα κραμβελαίου (1 μέρος), ιχθυέλαιου (2 μέρη) και λαρδί (0,5 μέρος), ως πηγή λίπους.
- C. Χοίροι που κατανάλωσαν μίγμα λιναρόσπορου (2,5 μέρη) και έλαιο από συκώτι του γάδου (1 μέρος), ως πηγή λίπους.

Τα αποτελέσματα που προέκυψαν, ήταν ότι η τροποποίηση της πηγής λίπους στις ζωοτροφές των χοίρων δεν επηρέασε την περιεκτικότητα του χοιρινού κρέατος σε πρωτεΐνες και τέφρα, ενώ επηρέασε σημαντικά την περιεκτικότητα του σε λίπος και υγρασία.

Υψηλότερα ποσοστά λιπαρών οξέων παρατηρήθηκαν στους χοίρους των ομάδων Α και C (που υποβλήθηκαν σε διατροφή με πρωταρχικό συστατικό τον λιναρόσπορο). Το λίπος των κρεάτων των ομάδων αυτών περιέχει λιγότερα ω-6 λιπαρά οξέα, γεγονός που βελτιώνει τον δείκτη ποιότητας του λίπους δηλαδή ω-3/ω-6. (1)

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Το προφίλ των λιπαρών οξέων του χοιρινού κρέατος και των προϊόντων του μπορεί να μεταβληθεί με τη χρήση ζωοτροφών πλούσιων σε πολυακόρεστα λιπαρά οξέα στη διατροφή των χοίρων.

Δεν υπάρχει κίνδυνος εμφάνισης επιβλαβών επιδράσεων στην ανάπτυξη ή στα χαρακτηριστικά του σφάγιου του χοίρου που κατανάλωσε ζωοτροφές ενισχυμένες με πολυακόρεστα λιπαρά οξέα.

Ο εμπλουτισμός του σιτηρεσίου του χοίρου με πολυακόρεστα λιπαρά οξέα, αυξάνει σημαντικά την περιεκτικότητα του χοιρινού κρέατος σε λινελαϊκό και λινολενικό οξύ τόσο στον μυϊκό ιστό όσο και στο υποδόριο λίπος του. Ταυτόχρονα αυξάνει την αναλογία πολυακόρεστων προς κορεσμένα λιπαρά οξέα και μειώνει τη σχέση λινολεϊκού προς λινολενικού οξέος που έχει ως αποτέλεσμα τη σημαντική μείωση του κινδύνου εμφάνισης μιας σειράς νόσων στον άνθρωπο (κυρίως καρδιοπαθειών).

Ωστόσο, όταν το σιτηρέσιο του χοίρου είναι πλούσιο σε πολυακόρεστα λιπαρά οξέα, παρατηρούνται σε μεγάλο βαθμό οξειδώσεις στα λιπιδίων του λιπώδους ιστού του χοιρινού κρέατος και των παρασκευασμάτων του που έχουν με μεγάλη λιποπεριεκτικότητα, όπως το μπέικον, το λουκάνικο, η πάριζα και τα αλλαντικά. Το φαινόμενο αυτό δεν παρατηρείται στον επιμήκη ραχιαίο, η σύσταση του οποίου δεν επηρεάζεται από τη διατροφή του χοίρου. Για την αποφυγή της οξείδωσης των λιπιδίων και τη δημιουργία μεταποιημένων προϊόντων πλούσιων σε ΠΛΟ χοιρινού κρέατος, συνιστάται η επιπλέον προσθήκη βιταμίνης Ε στη διατροφή του χοίρου.

Η διατροφή με ζωοτροφές πλούσιες σε πολυακόρεστα λιπαρά οξέα δημιουργούν κυρίως λίπος πιο υγιεινό για τον καταναλωτή. Το κρέας αυτό είναι πιο εύχρηστο στην κοπή και την επεξεργασία του και γενικά πιο νόστιμο.

Βιβλιογραφία

1. Waszkiewicz-Robak B¹, et al. *Acta Sci Pol Technol Aliment.* (2015) Apr-Jun;14(2):153-163. doi: 10.17306/J.AFS.2015.2.17. «Nutritional value of raw pork depending on the fat type contents in pigs feed».
2. Bourre JM¹. *Med Sci (Paris)*. (2005) ug-Sep;21(8-9):773-9. «Effect of increasing the omega-3 fatty acid in the diets of animals on the animal products consumed by humans»
3. Skiba G¹, et al. *Arch Anim Nutr.* (2015.);69(1):1-16. doi: 10.1080/1745039X.2014.992173. Epub 2014 Dec 20. «Omega-6 and omega-3 fatty acids metabolism pathways in the body of pigs fed diets with different sources of fatty acids».
3. P.C.H. Morel*, J. C. McIntosh and J. A. M. Janz *Institute of Food, Nutrition and Human Health, Massey University, Private Bag 11 222, Palmerston North, New Zealand* «Alteration of the Fatty Acid Profile of Pork by Dietary Manipulation».
4. Demirel G¹, et al. *Br J Nutr.* (2004) Apr;91(4):551-65. «Effects of dietary n-3 polyunsaturated fatty acids, breed and dietary vitamin E on the fatty acids of lamb muscle, liver and adipose tissue».
5. Kouba M, Mourot J., *Biochimie*, 2011 Jan;93(1):13-7 doi: 10.1016/j.biochi.2010.02.027. Epub 2010 Feb 25. «A review of nutritional effects on fat composition of animal products with special emphasis on n-3 polyunsaturated fatty acids».
6. JiangJiang et al. *Volume 131, (September 2017), Pages 99-106.* «Dietary linseed oil supplemented with organic selenium improved the fatty acid nutritional profile, muscular selenium deposition, water retention, and tenderness of fresh pork».
7. Corino C¹, et al. *J Anim Sci.* 2008 Aug;86(8):1850-60. doi: 10.2527/jas.2007-0155. Epub 2008 Apr 25. «Influence of extruded linseed on growth, carcass composition, and meat quality of slaughtered pigs at one hundred ten and one hundred sixty kilograms of live weight».
8. T.D.Turner^a C. et al. *Volume 96, Issue 1, (January 2014), Pages 541-547,* «Flaxseed fed pork: n – 3 fatty acid enrichment and contribution to dietary recommendations».

9. Corino C¹, et al. *Meat Sci.* 2014 Dec;98(4):679-88. doi: 10.1016/j.meatsci.2014.06.041. Epub 2014 Jul 5. «Effect of dietary linseed on the nutritional value and quality of pork and pork products: systematic review and meta-analysis».
10. Muhammad Imran, et al. *Lipids Health Dis.* 2015; 14: 126. Published online 2015 Oct 9. doi: 10.1186/s12944-015-0127-x. «Production of Bio-omega-3 eggs through the supplementation of extruded flaxseed meal in hen diet».
11. Haak L¹, et al. *J Anim Sci.* 2008 Jun;86(6):1418-25. doi: 10.2527/jas.2007-0032. Epub 2008 Feb 29. «Fatty acid profile and oxidative stability of pork as influenced by duration and time of dietary linseed or fish oil supplementation».
12. Rymer C¹, et al. *Poult Sci.* 2010 Jan;89(1):150-9. doi: 10.3382/ps.2009-00232. «Comparison of algal and fish sources on the oxidative stability of poultry meat and its enrichment with omega-3 polyunsaturated fatty acids».
13. Muir, Alister D. (2003): *Flax, The genus Linum*, Taylor & Francis Ltd, ISBN 0-415-30807-0 (Food and Agriculture Organization of the United Nations, σελ. 298.
14. United States Department of Agriculture, June 2014, soya.
15. McMurry J: "Οργανική Χημεία, τόμος II. Βιομόρια: λιπίδια", Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης, Ηράκλειο, Σελ. 1345-1369.
16. McMurry J: "Οργανική Χημεία, τόμος II. Βιομόρια: λιπίδια. Χοληστερόλη και καρδιακές παθήσεις", Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης, Ηράκλειο, Σελ. 1371-1372.
17. Σύγχρονη χοιροτροφία, (2017), Πανθεσσαλονικός σύλλογος χοιροτρόφων, Τεύχος 17, Σελ. 4-6.
18. Πολυχρονιάδου Α. – Αληχανίδου. (1996). Ανάλυση τροφίμων, Εκδόσεις Γαρταγάνη, Θεσσαλονίκη. Σελ. 26-27.
19. Σκούφος Ιωάννης , (Μάρτιος 2006)., «Η επιστήμη της χοιροστροφίας», Τόμος Α', Σελ. 14-17.
20. Α.Β. Σπαής – Π. Φλώρου – Πανέρη – Ε. Χρηστάκη., (2002) «Ζωοτροφές και σιτηρέσια», Σελ. 69.

21. Αλεπουδέα Ρενάτα., (2010), Μεταπτυχιακή διατριβή, « Μέτρηση των λιπαρών οξέων των μεμβρανών των ερυθροκυττάρων σε υγιείς εθελοντές και συσχέτιση με βιοχημικούς και διατροφικούς δείκτες», Σελ. 22-29.
22. Α.Β. Σπαής – Π. Φλώρου – Πανέρη – Ε. Χρηστάκη., (2002) «Ζωοτροφές και σιτηρέσια», Σελ. 155-156 (σογια).
23. Α.Β. Σπαής – Π. Φλώρου – Πανέρη – Ε. Χρηστάκη., (2002) «Ζωοτροφές και σιτηρέσια», Σελ. 159.
24. Α.Β. Σπαής – Π. Φλώρου – Πανέρη – Ε. Χρηστάκη., (2002) «Ζωοτροφές και σιτηρέσια», Σελ. 160.
25. Ε Ιωάννης Τσάκνης, Καθηγητής Ειρήνη Στρατή, Εργαστηριακός συνεργάτης Τμήμα Τεχνολογίας Τροφίμων, «Τεχνολογία και Ποιότητα Λιπών – Ελαιών», Σελ. 6.
26. Δημόπουλος ΚΑ, Αντωνοπούλου Σ., Αθήνα 2000: "Βασική Βιοχημεία", Σελ. 187.
27. Δημόπουλος ΚΑ, Ανδρικόπουλος ΝΚ: "Διατροφή", Εκδ. Α. Μπιστικέας, Αθήνα, (1996) Παραδόσεις Διατροφής στο Τμήμα Χημείας του Πανεπιστημίου Αθηνών, Κεφάλαιο: "Ρόλος των Λιπαρών Υλών στη Διατροφή", (http://www.chem.uoa.gr/courses/Undergraduate/Diatrofi/Post_Diatrofi.htm).
28. Ε. Μπόνος, DVM, PhD, Ε. Χρηστάκη, DVM, PhD, Π. Φλώρου-Πανέρη, DVM, PhD (2015), Εργαστήριο Διατροφής, Κτηνιατρική Σχολή ΑΠΘ.
«Το ηλιέλαιο και το ηλιόλευρο στη διατροφή των παραγωγικών ζώων.»
29. Γεώργιος Κ. Παπαδόπουλος, (2005), Αθήνα, «Χοιροτροφία» Σελ. 134-149 (πρωτ).
30. Σπυριδούλα Καραβίτη, Καλαμάτα (2004), Πτυχιακή εργασία, «Το προφίλ των λιπιδίων του ιπποφαούς και η λειτουργία τους στη δράση ως συστατικά διατροφής». Σελ. 34-35.
31. Βγενοπούλου Αθηνά, Παναγάκη (2009), Σητεία, Πτυχιακή εργασία «Τα ω-3 ΠΛΟ στη πρόληψη των καρδιαγγειακών και του σακχαρώδη διαβήτη τύπου 2, καταγραφή της κατανάλωσης άγριων χόρτων στις περιοχές της Σητείας και της Πάτρας.» σελ 41-46.
32. Ιωάννα βλαχογιάννη (2006) Αθήνα, Πτυχιακή εργασία, «Μελέτη της βιολογικής δραστηριότητας λιποειδών εκχυλισμάτων ξηρών καρπών». Σελ. 6-15.

33. Νίκος Καλογερόπουλος (2015) Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Τμήμα Επιστήμης - Διατροφής Διατροφής, Εργαστήριο Χημείας, Βιοχημείας, Φυσικοχημείας Τροφίμων «Βιοχημεία Τροφίμων Ψάρια και θαλασσινά»,. Σελ.3-6.
34. Νικόλαος Σταμάτης, Δρ Χημικός Δέσποινα Στεργίου, Σεχνολόγος Σροφίμων Πελαγία Πηγαδά, Χημικός Γεώργιος Μόνιος, Σεχνολόγος Σροφίμων, Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας - Ινστιτούτο Αλιευτικής Έρευνας «Ποιοτικά χαρακτηριστικά και διατροφική αξία των αλιευμάτων των λιμνοθαλασσών», (<http://www.inale.gr>).
35. Νίκος Καλογερόπουλος (2015), Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο Εργαστήριο Χημείας, Βιοχημείας, Φυσικοχημείας Τροφίμων Τμήμα Επιστήμης - Διατροφής Διατροφής, «Βιοχημεία Τροφίμων Ψάρια και θαλασσινά» Σελ.3-6.
36. Βγενοπούλου Αθηνά, Πανανάκη Αντωνία (2009), Σητεία, «Τα ω-3 ΠΛΟ στη πρόληψη των καρδιαγγειακών και του σακχαρώδη διαβήτη τύπου 2, καταγραφή της κατανάλωσης άγριων χόρτων στις περιοχές της Σητείας και της Πάτρας» Σελ. 47-49.
37. Νικόλαος Β. Κοτρώτσιος, (2008), Θεσσαλονίκη. Διδακτορική Διατριβή: «Μελέτη της αξιοποίησης του σιτηρεσίου των παχυνόμενων χοίρων μετά από προσθήκη σε αυτό χαρουπιών».. Σελ.22.
38. Νικόλαος Β. Κοτρώτσιος, (2008), Θεσσαλονίκη. Διδακτορική Διατριβή: «Μελέτη της αξιοποίησης του σιτηρεσίου των παχυνόμενων χοίρων μετά από προσθήκη σε αυτό χαρουπιών». Σελ. 32-33.
39. Γεώργιος Κ. Παπαδόπουλος, (2005), Αθήνα, «Χοιροτροφία» Σελ. 255 (ταννινες).
40. Άρθρο: Κωσταντίνος Πετρώτος, Δημήτριος Κουρέτας, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας «Πιο υγιεινά χοιρινά, με υπολείμματα ελαιοτριβείου». (www.kathimerini.gr/authoros/tania-gewgiopoyloy).
41. Άρθρο: Ειδήσεις, νέα για Λάρισα, Φάρμα Μπουχλαριώτη, «Χοιρινό πλούσιο σε Ω-3 ρίχνει στην αγορά η φάρμα Μπουχλαριώτη». (<http://www.thessaliatv.gr/news/44952/choirino-ploysio-se-w3-rixnei-sthn-agera-h-farma-mproyxlariwth/>).
43. Άρθρο: «Σόγια ένα πολύτιμο τρόφιμο που έρχεται από τα βάθρα των αιώνων» (<http://www.foodbites.eu/j15/el/trofima/food-basics/sitira/1316-soy>).

44. Άρθρο: Οι 4 «θαυματουργοί» καρποί και τα οφέλη τους» (<http://www.clickatlife.gr/your-life/story/6007/oi-4-thaumatourgoi-karpoi-kai-ta-ofeli-tous>).
45. Άρθρο: Ιπποφαές, Το «φάος» της φύσης (<http://www.naturanrg.gr/ippofaes-to-faos-ths-fyshs/>).
46. Άρθρο: Κραμβέλαιο ή λάδι Canola (<https://oliviart-gr.blogspot.gr/2013/02/canola.html>).
47. Άρθρο: Κραμβέλαιο το θανατηφόρο (<http://terrarpapers.com/?p=36526>).
48. Άρθρο: Έλαια πλούσια σε ω-3, ω-6 λιπαρά οξέα (<http://www.naturanrg.gr/elaia-ploysia-se-w3-w6-lipara-oksea/>).
49. Λινέλαιο, Wikipedia, (<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9B%CE%B9%-CE%BD%CE%AD%CE%BB%CE%B1%CE%B9%CE%BF>).
50. Θανάσης Βαλαβανίδης, Αναπλ. Καθηγητής - Κωνσταντίνος Ευσταθίου, Καθηγητής [Μάιος 2007] «Η χημική ένωση του μήνα» (http://195.134.76.37/chemicals/chem_omegaFA.htm).
52. Άρθρο: Κατερίνα Πασχαλίδου, 22 Ιανουαρίου 2013, «Τα απαραίτητα λιπαρά για την υγεία μας» ([www.iator .gr/2013/01/22/lipara-aparaitita-gia-tin-yegeia-mas/](http://www.iator.gr/2013/01/22/lipara-aparaitita-gia-tin-yegeia-mas/)).
53. Άρθρο: Ελληνικά τρόφιμα (<http://fit4art.com/el/foods>).