

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΠΕΡΜΑΤΩΝ ΣΟΓΙΑΣ ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ-ΠΑΧΥΝΣΗ ΑΜΝΩΝ ΚΑΙ ΣΤΟ ΠΡΟΦΙΛ ΤΩΝ ΛΙΠΑΡΩΝ ΟΞΕΩΝ ΤΟΥ ΥΠΟΔΟΡΙΟΥ ΚΑΙ ΠΕΡΙΝΕΦΡΙΚΟΥ ΛΙΠΩΔΟΥΣ ΙΣΤΟΥ ΑΥΤΩΝ*

**ΝΗΤΑΣ, Δ.¹, ΠΕΤΡΙΔΟΥ, Α.², ΚΑΡΑΛΑΖΟΣ, Β.³, ΜΟΥΓΙΟΣ, Β.², ΜΙΧΑΣ, Β.¹,
ΣΙΝΑΠΗΣ, Ε.⁴, ΑΜΠΙΑΣ, Ζ.⁵, ΝΗΤΑ, Σ.⁶ και Α. ΚΑΡΑΛΑΖΟΣ.⁴**

¹Τμήμα Ζωικής Παραγωγής Αλεξάνδρειου Τ.Ε.Ι. Θεσσαλονίκης

²Τμήμα Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού Α.Π.Θ.

³Τμήμα Γεωπονίας, Ιχθυολογίας & Υδάτινου Περιβάλλοντος Πανεπιστημίου Θεσσαλίας

⁴Γεωπονική Σχολή Α.Π.Θ.

⁵Τμήμα Αγροτικής Ανάπτυξης Δ.Π.Θ.

⁶Αγροτική Τράπεζα Ελλάδος

Περίληψη. Σκοπός της διεξαγωγής του πειράματος αυτού ήταν η εκτίμηση των επιδράσεων ακατέργαστων και κατεργασμένων (εξωθημένων) σπερμάτων σόγιας του σιτηρεσίου στην ανάπτυξη-πάχυνση αμνών, στα χαρακτηριστικά του σφαγίου αυτών, καθώς και στην αναλογία (προφίλ) των λιπαρών οξέων στον υποδόριο και περινεφρικό λιπώδη ιστό. Για τη διενέργεια αυτού του πειράματος χρησιμοποιήθηκαν σαράντα οκτώ αμνοί της εγχώριας ορεινής φυλής προβάτων (24 αρσενικοί και 24 θηλυκοί) σε διάταξη ενός παραγοντικού πειράματος 3x2 (τρία σιτηρέσια x δύο φύλα). Οι αμνοί χωρίστηκαν σε τρεις ισοδύναμες ως προς το σωματικό βάρος ομάδες των 16 αμνών (8 αρσενικοί και 8 θηλυκοί) και διατράφηκαν με τρία ισοαζωτούχα σιτηρέσια Α, Β και Γ. Το σιτηρέσιο Α (μάρτυρας) αποτελούνταν από καρπό αραβοσίτου, καρπό κριθής, σογιάλευρο, ξηρό χόρτο μηδικής, άχυρο σίτου και μίγμα ανόργανων αλάτων και βιταμινών. Στα δύο άλλα σιτηρέσια Β και Γ (επεμβάσεις) μέρος του καρπού αραβοσίτου και του σογιάλεου αντικαταστάθηκε από ακατέργαστα και εξωθημένα σπέρματα σόγιας, αντίστοιχα. Το πείραμα διενεργήθηκε στις εγκαταστάσεις του Πρότυπου Κέντρου Κτηνοτροφίας και Εκπαίδευσης Βλάστης-Κοζάνης. Η συμμετοχή των ακατέργαστων αλλά και των εξωθημένων σπερμάτων σόγιας σε ποσοστό 14% με βάση την ΞΟ στο σιτηρέσιο δεν επηρέασε σημαντικά τα παραγωγικά χαρακτηριστικά των αμνών. Παρατηρήθηκε, ωστόσο, σημαντική αύξηση στην κατανάλωση ξηρής ουσίας, στο τελικό σωματικό βάρος, στο ρυθμό ανάπτυξης, στο σωματικό βάρος νηστείας και στο ψυχρό βάρος σφαγίου των αρσενικών αμνών έναντι των θηλυκών. Δεν παρατηρήθηκαν όμως αλληλεπιδράσεις ως προς τα παραγωγικά χαρακτηριστικά των αμνών μεταξύ σιτηρεσίων και φύλου. Η συμμετοχή των ακατέργαστων αλλά και των εξωθημένων σπερμάτων σόγιας στα σιτηρέσια Β και Γ, αντίστοιχα, επηρέασε σημαντικά τη

* Η εργασία συγχρηματοδοτήθηκε από το Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο και το Ελληνικό Δημόσιο – ΕΠΕΑΕΚ II – ΑΡΧΙΜΗΔΗΣ.

σύσταση του υποδόριου και περινεφρικού λιπώδους ιστού των αμνών σε ορισμένα μόνο λιπαρά οξέα. Στον υποδόριο λιπώδη ιστό διαπιστώθηκε σημαντική μείωση της αναλογίας του κορεσμένου λιπαρού οξέος C17:0 και αύξηση των ακόρεστων λιπαρών οξέων C18:1n9t, C18:2n6c και C18:3n3, καθώς και της αναλογίας του συνόλου των PUFA, των n-6 και n-3 στις επεμβάσεις Β και Γ σε σύγκριση με το μάρτυρα (Α). Στον περινεφρικό λιπώδη ιστό, διαπιστώθηκε σημαντική αύξηση των ακόρεστων λιπαρών οξέων C18:2n6c, C18:3n3 και του CLA (*cis*-9, *trans*-11) καθώς και της αναλογίας των PUFA, των n-6 και n-3 στην επέμβαση Γ σε σύγκριση με το μάρτυρα (Α). Δεν παρατηρήθηκε, ωστόσο, απόλυτη αντιστοιχία στην αύξηση ή μείωση των λιπαρών οξέων στους δύο λιπώδεις ιστούς που εξετάστηκαν, παρά μόνο σε ορισμένα λιπαρά οξέα όπως C18:2n6c και C18:3n3. Επίσης, δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές στην αναλογία των λιπαρών οξέων του υποδόριου και περινεφρικού λιπώδους ιστού μεταξύ των δύο φύλων των αμνών, ούτε αλληλεπιδράσεις ως προς την αναλογία των λιπαρών οξέων του υποδόριου και περινεφρικού λιπώδους ιστού μεταξύ των λιπών και των εθνητικών ομάδων. Από τα αποτελέσματα αυτού του πειράματος συμπεραίνεται ότι η συμμετοχή των ακατέργαστων και των εξωθημένων σπέρματος σόγιας στο σιτηρέσιο αμνών συνέβαλε σημαντικά στην αύξηση ορισμένων μόνο ακόρεστων λιπαρών οξέων στον υποδόριο και περινεφρικό λιπώδη ιστό.

Λέξεις κλειδιά: εξωθημένος σογιόσπορος, λιπώδης ιστός, λιπαρά οξέα, CLA, αμνοί

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το λίπος των μηρυκαστικών είναι πλούσιο σε κορεσμένα λιπαρά οξέα λόγω της εκτεταμένης υδρογόνωσης των ακόρεστων λιπαρών οξέων της τροφής από τους μικροοργανισμούς στη μεγάλη κοιλία. Σήμερα είναι γνωστός ο ρόλος και η σημασία των λιπαρών ουσιών τόσο στη διατροφή των παραγωγικών ζώων όσο και στην υγεία του ανθρώπου (Chin *et al.*, 1992, Givens, 2005, Ruxton *et al.*, 2007). Πιστεύεται από πολλούς ερευνητές ότι σημαντικός αριθμός σοβαρών ασθενειών οφείλονται στην κακή διατροφή του ανθρώπου και ιδιαίτερα σε τροφές που περιέχουν υψηλά ποσοστά κορεσμένων λιπαρών οξέων (Farmer *et al.*, 2003). Ορισμένα, ωστόσο, πολυακόρεστα λιπαρά οξέα, όπως τα n-3 και τα n-6 έχουν ευεργετικές ιδιότητες στις ζωτικές λειτουργίες των ζωικών οργανισμών και του ανθρώπου (Bulliyya, 2002, Harris *et al.*, 2003, Hu *et al.*, 2003, Dewailly *et al.*, 2003, Jones *et al.*, 2005). Παρόμοια αποτελέσματα δημοσιεύτηκαν και από άλλους ερευνητές ως προς τις ευεργετικές ιδιότητες του CLA (Conjugated Linoleic Acid) στην υγεία του ανθρώπου (Whigham *et al.*, 2000, Mel'uchova *et*

al., 2008). Στο ενδομυϊκό λίπος βοοειδών και αμνών το *cis* 9 *trans* 11 CLA απαντάται σε ποσοστό 2-10 mg/g του συνόλου των λιπαρών οξέων (Raes *et al.*, 2004).

Η διατροφή των παραγωγικών αγροτικών ζώων παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στη χημική σύσταση των παραγόμενων προϊόντων ζωικής προέλευσης, γάλα και κρέας (Bas *et al.*, 2007, Vasta *et al.*, 2008). Στα μηρυκαστικά όμως η παρατεταμένη βιοϋδρογόνωση των ακόρεστων λιπαρών οξέων της τροφής στη μεγάλη κοιλία δεν επιτρέπει την ενσωμάτωση των PUFA της τροφής στους ζωικούς ιστούς. Μεταξύ των ζωοτροφών που είναι πλούσιες σε λιπαρές ουσίες και μπορούν ενδεχομένως να επηρεάσουν την αναλογία των λιπαρών οξέων του λιπώδους ιστού των σφαγίων αμνών είναι τα σπέρματα της σόγιας. Ο σογιόσπορος, ακατέργαστος (full fat soybean seeds) ή εξωθημένος (extruded soybean seeds) αποτελεί μια πλούσια πηγή πολυακόρεστων λιπαρών οξέων (Dhiman *et al.*, 1999). Η επίδραση, ωστόσο, σιτηρεσίων, τα οποία περιέχουν ακατέργαστα ή εξωθημένα σπέρματα σόγιας, στη συγκέ-

ντρωση πολυακόρεστων λιπαρών οξέων στο λίπος διαφόρων ιστών του σφαγίου αμνών και ιδιαίτερα νεαρής ηλικίας ελληνικών φυλών, δεν έχει ακόμη διερευνηθεί επαρκώς.

Σκοπός της διεξαγωγής της παρούσας εργασίας ήταν η διερεύνηση των επιδράσεων ακατέργαστων και εξωθημένων σπερμάτων σόγιας στα παραγωγικά χαρακτηριστικά αμνών και στο προφίλ των λιπαρών οξέων στον υποδόριο και περινεφρικό λιπώδη ιστό αυτών.

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Στο πλαίσιο της εργασίας αυτής διενεργήθηκε ένα πείραμα με 48 αμνούς (24 αρσενικοί και 24 θηλυκοί) της εγχώριας ορεινής φυλής προβάτων ηλικίας 45 ± 3 ημερών. Οι αμνοί χωρίστηκαν σε 3 ισοδύναμες, ως προς το σωματικό βάρος (ΣΒ), ομάδες των 16 αμνών (8 αρσενικοί και 8 θηλυκοί) σε πειραματική διάταξη ενός 3×2 παραγοντικού πειράματος (τρία σιτηρέσια \times δύο φύλα). Οι αμνοί διατράφηκαν με 3 ισοαζωτούχα σιτηρέσια Α, Β και Γ. Το σιτηρέσιο Α (μάρτυρας) αποτελούνταν από καρπό αραβοσίτου, καρπό κριθής, σογιάλευρο, ξηρό

χόρτο μηδικής, άχυρο σίτου και μίγμα ανόργανων αλάτων και βιταμινών. Στα δύο άλλα σιτηρέσια Β και Γ (επεμβάσεις) μέρος του καρπού αραβοσίτου και του σογιάλεου αντικαταστάθηκε από ακατέργαστα (raw soybean seeds) και εξωθημένα σπέρματα σόγιας (extruded soybean seeds), αντίστοιχα. Στο εν λόγω πείραμα, χρησιμοποιήθηκε ποσοστό συμμετοχής σογιόσπορου 14% με βάση την ξηρή ουσία (ΞΟ) διότι αφενός μεν είναι μέσα στα πλαίσια των ποσοστών που χρησιμοποιούνται στην πράξη και αφετέρου έγιναν ορισμένοι υπολογισμοί έτσι ώστε τα πειραματικά σιτηρέσια να είναι ισόρροπα ως προς την ενέργεια και τις αζωτούχες ουσίες (ΑΟ) για αναπτυσσόμενους-παχυνόμενους αμνούς ΣΒ 15 kg. Η σύνθεση των πειραματικών σιτηρεσίων κάλυπτε τις προαναφερόμενες προδιαγραφές χωρίς περιορισμούς στην ανάπτυξη των αμνών, αφού η κατανάλωση τροφής ήταν κατά βούληση. Η σύνθεση και η χημική σύσταση των σιτηρεσίων φαίνονται στους πίνακες 1 και 2, αντίστοιχα. Το πείραμα διενεργή-

Πίνακας 1. *Σύνθεση σιτηρεσίων (% με βάση την ξηρή ουσία).*

Table 1. *Composition of diets (% on DM basis).*

Στοιχεία (Items)	Επέμβαση (Treatment)		
	A	B	Γ
Συστατικά (Ingredients)			
Σογιάλευρο (Soybean meal)	12,00	0,50	0,50
Σογιόσπορος (Soybeans)	-	14,00	-
Σογιόσπορος επεξεργασμένος (Extr. soybeans)	-	-	14,00
Ξηρό χόρτο μηδικής (Alfalfa hay)	30,00	30,00	30,00
Άχυρο σίτου (Wheat straw)	10,00	10,00	10,00
Καρπός αραβοσίτου (Corn grain)	26,95	24,45	24,45
Καρπός κριθής (Barley grain)	20,00	20,00	20,00
Ανθρακικό ασβέστιο (CaCO ₃)	0,35	0,35	0,35
Μαγειρικό άλας (Salt)	0,50	0,50	0,50
Βιταμίνες και ιχνοστοιχεία (Vitamins and minerals)	0,20	0,20	0,20

θηκε στις εγκαταστάσεις του Πρότυπου Κέντρου Κτηνοτροφίας και Εκπαίδευσης Βλάστης Κοζάνης. Τη φροντίδα και περιποίηση των ζώων είχε το προσωπικό του Πρότυπου Κέντρου.

Η παράθεση της τροφής γινόταν δύο φορές την ημέρα στις 07:00 και 19:00. Η χορηγούμενη ποσότητα τροφής σε κάθε διαμέρισμα των 4 αμνών καταγράφονταν καθημερινά και ζυγίζονταν τα υπόλοιπα των ζωοτροφών σε κάθε διαμέρισμα. Μία φορά την εβδομάδα λαμβάνονταν ένα μικρό δείγμα ζωοτροφών από κάθε σιτηρέσιο. Τα δείγματα των σιτηρεσίων και τα υπόλοιπα των ζωοτροφών τοποθετούνταν σε ψυγείο μέχρι το τέλος του πειράματος και στη συνέχεια μεταφέρθηκαν στο Εργαστήριο Φυσιολογίας Θρέψεως και Εφαρμο-

σμένης Διατροφής Αγροτικών Ζώων του Α.Π.Θ. για αναλύσεις. Στα δείγματα των ζωοτροφών προσδιορίστηκαν η ΞΟ, η τέφρα, το λίπος, οι ΑΟ (N_x6,25) και οι ινώδεις ουσίες, με βάση τις μεθόδους AOAC (1990), ενώ οι προσδιορισμοί για NDF, ADF, κυτταρίνη, ημικυτταρίνες και λιγνίνη έγιναν με βάση τις μεθόδους Goering – Van Soest (1970).

Η διάρκεια του πειράματος ήταν 9 εβδομάδων. Την τελευταία ημέρα κάθε εβδομάδας οι αμνοί ζυγίζονταν και καταγράφονταν τα βάρη τους. Στο τέλος του πειράματος όλοι οι αμνοί, σε ηλικία 110 περίπου ημερών, ζυγίστηκαν δύο φορές στις δύο τελευταίες ημέρες. Οι αμνοί πριν τη σφαγή τους παρέμειναν σε 24ωρη νηστεία. Στη συνέχεια τα σφάγια παρέμειναν υπό ψύξη στους 4 °C για 24 ώρες και

Πίνακας 2. Χημική σύσταση (% της ΞΟ), Μεταβολίσιμη Ενέργεια και Καθαρή Ενέργεια Ανάπτυξης (Mcal/kg ΞΟ) σιτηρεσίων.

Table 2. Chemical composition (% of DM), ME and NEg (Mcal/kg DM) of diets.

Στοιχεία (%), Ingredients (%)	Σιτηρέσιο (Diet)		
	A	B	Γ
Ξηρή ουσία (Dry matter)	86,47	86,59	86,77
Οργανική ουσία (Organic matter)	93,51	93,49	93,42
Τέφρα (Ash)	6,49	6,51	6,58
Αζωτούχες ουσίες (Crude protein)	18,33	18,29	17,56
Λιπαρές ουσίες (Ether extract)	2,58	4,99	5,17
Ινώδεις ουσίες (Crude fiber)	17,39	17,44	17,18
Ελ.Ν.εκχ. ουσίες (EAEO), N free extract (NFE)	55,21	52,77	53,51
NDF	37,61	37,20	37,79
ADF	21,44	21,38	21,00
Ημικυτταρίνες (Hemicelluloses)	16,38	15,89	16,85
Κυτταρίνη (Cellulose)	16,13	16,08	15,54
Λιγνίνη (Lignin)	5,31	5,28	5,25
ME (Mcal/kg ΞΟ), ME (Mcal/kg DM)	2,61	2,79	2,79
KEA (Mcal/kg ΞΟ), NEg (Mcal/kg DM)	1,06	1,15	1,15

¹Ο υπολογισμός της μεταβολίσιμης ενέργειας (ME) και της Καθαρής Ενέργειας Ανάπτυξης (KEA) των σιτηρεσίων έγινε με βάση τα δεδομένα των επί μέρους πρώτων υλών ζωοτροφών (NRC, 1985).

¹The calculation of the Metabolizable Energy (ME) and the Net Energy for growth (NEg) of the rations was based on the ME and NEg values of the ingredients (NRC, 1985).

μετά έγινε τεμαχισμός του αριστερού μισού σφαγίου σε 7 τεμάχια, σύμφωνα με τη μέθοδο Colomer- Rocher (1986 και 1988). Μετά τη σφαγή των αμνών ελήφθησαν δείγματα από τον περινεφρικό και τον υποδόριο λιπώδη ιστό, στο επάνω σημείο της έκφυσης της ουράς, για τον προσδιορισμό των λιπαρών οξέων (Γούλας κ.ά., 2006).

Ανάλυση λιπαρών οξέων στο λιπώδη ιστό και τις ζωοτροφές

Η σύσταση του υποδόριου και περινεφρικού λιπώδους ιστού σε λιπαρά οξέα προσδιορίστηκε με την τεχνική της αέριας χρωματογραφίας. Το λίπος εκχυλίστηκε από δείγματα ιστών (50 g) με χλωροφόρμιο/μεθανόλη (2:1 κατ' όγκο) σύμφωνα με τους Folch *et al.* (1957) μετά από την προσθήκη μεθυλεστέρα του εικοσιενοϊκού οξέος (από Supelco, Bellefonte, PA, USA) ως εσωτερικό πρότυπο. Οι μεθυλεστέρες των λιπαρών οξέων παρασκευάστηκαν με καταλυόμενη από άλκαλι μεθανόλη του λιπώδους ιστού (2N KOH σε μεθανόλη) σύμφωνα με τη μέθοδο ISO (2002).

Οι μεθυλεστέρες που παράχθηκαν με αυτό τον τρόπο διαχωρίστηκαν σε χρωματογράφο Hewlett-Packard 5890 Series II (Waldbronn, Γερμανία) εφοδιασμένο με τριχοειδή στήλη DB23 της εταιρείας J & W Scientific (Folsom, CA, USA) μήκους 60 m και ανιχνευτή ιοντισμού φλόγας. Η θερμοκρασία της στήλης προγραμματίστηκε από τους 50 °C στους 200 °C με ρυθμό 5 °C/min, στη συνέχεια στους 210 °C με ρυθμό 1 °C/min, στη συνέχεια στους 240 °C με ρυθμό 4 °C/min και διατήρηση στους 240 °C για 10 min. Το φέρον αέριο ήταν ήλιο με ροή 0,93 mL/min (στους 50 °C). Οι μεθυλεστέρες των επιμέρους λιπαρών οξέων εντοπίζονταν στα χρωματογραφήματα μέσω της σύγκρισης των χρόνων κατακράτησής τους με εκείνους καθαρών μεθυλεστέρων από τη Supelco και τη Sigma (St. Louis, MO, USA)

και ποσοτικοποιούνταν μέσω της σύγκρισης του εμβαδού κάτω από τις αιχμές τους με εκείνο του μεθυλεστέρα του εικοσιενοϊκού οξέος (εσωτερικό πρότυπο) με τη βοήθεια του λογισμικού HP 3365 ChemStation της Hewlett-Packard.

Στατιστική Ανάλυση

Η στατιστική ανάλυση για τα παραγωγικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά των αμνών και την αναλογία σε λιπαρά οξέα του υποδόριου και περινεφρικού λιπώδους ιστού των σφαγίων των αμνών που συμμετείχαν στο πείραμα πραγματοποιήθηκε με τη διαδικασία MIXED του στατιστικού λογισμικού πακέτου SAS χρησιμοποιώντας τη μέθοδο της υπό περιορισμό μεγίστης πιθανοφάνειας (REML). Η ανάλυση πραγματοποιήθηκε με βάση το σχεδιασμό ενός 3x2 παραγοντικού πειράματος (τρία σιτηρέσια x δύο φύλα). Το υπόδειγμα της ανάλυσης περιελάμβανε τους παράγοντες, σιτηρέσιο, φύλο και την αλληλεπίδραση σιτηρεσίου και φύλου. Η δομή της συνδιακόμενης που επιλέχθηκε για την ανάλυση κάθε φορά ήταν εκείνη που ελαχιστοποιούσε το κριτήριο του Schwartz (Littell *et al.*, 1998). Οι διαφορές ελέγχθηκαν με την επιλογή PDIFF του SAS και το επίπεδο σημαντικότητας ήταν $P < 0,05$.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ

Παραγωγικά χαρακτηριστικά

*Στην παρούσα εργασία δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων Β και Γ και του μάρτυρα Α στα παραγωγικά χαρακτηριστικά και στα χαρακτηριστικά του σφαγίου των αμνών (πίνακας 3). Παρόμοια αποτελέσματα δημοσίευσαν και οι Rizzi *et al.* (2002). Οι ερευνητές αυτοί αναφέρουν μη σημαντικές διαφορές στη μέση ημερήσια αύξηση του ΣΒ αμνών της φυλής Sarda, στην κατανάλωση*

Πίνακας 3. Επίδραση ακατέργαστων και εξωθημένων σπυριμάτων σόγιας στην ανάπτυξη-πάχυνση αμνών.
Table 3. The effect of full fat and extruded soybeans on the performance of growing-fattening lambs.

Στοιχεία (Items)	Επέμβαση (Treatment)						Σημαντικότητα (Significance)			
	Α		Β		Γ		SEM	Στιτηρ.	Φύλο	Σχφ
	♀	σ	♀	σ	♀	σ				
Αριθμός αμνών, Lamb, n	8	8	8	8	8	8				
ΣΒ, BW, kg										
Αρχικό ΣΒ, Initial BW, kg	11,90 ^a	14,65 ^b	12,55 ^a	14,70 ^b	13,10 ^a	14,00 ^b	1,37	0,96	0,10	0,79
Τελικό ΣΒ, Final BW, kg	20,85 ^a	26,50 ^b	23,05 ^a	27,70 ^b	22,62 ^a	27,05 ^b	1,35	0,45	0,01	0,89
Ρυθμός ανάπτυξης ΣΒ, g/ημέρα										
Body Weight Gain, g/d	136 ^a	178 ^b	159 ^a	194 ^b	144 ^a	195 ^b	15,23	0,46	0,04	0,89
Κατανάλωση ΞΟ, g/ημέρα, DMI, g/day	625 ^a	688 ^b	620 ^a	705 ^b	645 ^a	670 ^{ab}	6,22	0,25	0,05	
Κατανάλωση ΜΕ, ME Intake, Mcal/day	1,63 ^a	1,80 ^b	1,73 ^a	1,97 ^b	1,80 ^b	1,87 ^b	0,06	0,35	0,05	
ΜΤ, FCR	4,62	3,84	3,90	3,59	4,47	3,38	0,11	0,70	0,21	
ΣΒ νηστείας, kg	18,82 ^a	23,25 ^b	21,10 ^a	25,36 ^b	21,49 ^a	24,95 ^b	1,29	0,13	0,02	0,93
Ψυχρό βάρος σφαγίου, kg										
Cool Carcass weight, kg	8,25 ^a	10,67 ^b	10,27 ^a	12,00 ^b	10,33 ^a	11,97 ^b	1,18	0,07	0,03	0,83
Απώλεια ψύξης σφαγίου, %										
Chilling loss, %	3,93	3,64	4,23	5,52	3,06	3,47	1,26	0,44	0,65	0,83
Βάρος πλήρους στομάχου, kg										
Full Stomach weight, kg	2,85 ^a	3,13 ^b	1,98 ^a	2,83 ^{ab}	2,33 ^a	2,95 ^{ab}	0,19	0,04	0,03	0,38
Βάρος κενού στομάχου, kg										
Empty Stomach weight, kg	0,83	0,93	0,82	0,84	0,72	0,79	0,08	0,29	0,30	0,89
Βάρος μηρού, kg										
Hindquarter weight, kg	1,76	1,79	1,72	1,76	1,73	1,93	0,12	0,07	0,06	0,40

ΜΤ = Μεταρρωμότητα Τροφής (kg ΞΟ/kg αύξησης ΣΒ), FCR = Feed Conversion Ratio (kg DM intake/kg BW gain)

^{a,b}Μέσοι όροι με διαφορετικό εκθέτη στην ίδια γραμμή διαφέρουν σύμφωνα με την τιμή P.

^{ab}Means with unlike superscripts within a row differ according to value indicated.

τροφής, τη μετατρεψιμότητα τροφής και τα χαρακτηριστικά του σφαγίου αμνών μεταξύ του μάρτυρα και των σιτηρεσίων στα οποία αντικαταστάθηκε σογιάλευρο και καρπός κριθής από εξωθημένα σπέρματα σόγιας σε ποσοστό 7,5 και 15%, αντίστοιχα. Οι El-Bedawy *et al.*, (2009), επίσης, αναφέρουν ότι η αντικατάσταση σογιάλευρου από σπέρματα σόγιας ή εξωθημένα σπέρματα σόγιας σε ποσοστό 15% στο σιτηρέσιο αμνών μεγάλου ΣΒ δεν είχε καμία επίδραση στο ρυθμό ανάπτυξης των αμνών και τη μετατρεψιμότητα της τροφής. Αντίθετα, οι Saleh και Saleh (2008) βρήκαν ότι η αντικατάσταση μέρους του σογιάλευρου του σιτηρεσίου αμνών από σπέρματα σόγιας, τα οποία υπέστησαν θερμική κατεργασία, είχε ως αποτέλεσμα τη βελτίωση του ρυθμού ανάπτυξης των αμνών και της μετατρεψιμότητας της τροφής. Οι Santos-Silva *et al.* (2004), πάλι, αναφέρουν ότι η προσθήκη σογιέλαιου σε ποσοστό 8% στο σιτηρέσιο αρσενικών αμνών της φυλής Merino Branco, το οποίο αποτελούνταν κατά κύριο λόγο από χόρτο μηδικής, δεν επηρέασε σημαντικά τα παραγωγικά χαρακτηριστικά των αμνών καθώς και τα χαρακτηριστικά του σφαγίου αυτών.

Στην παρούσα εργασία, παρατηρήθηκε σημαντική αύξηση στην κατανάλωση ΞΟ, στο τελικό ΣΒ, στο ρυθμό ανάπτυξης, στο ΣΒ νηστείας και στο ψυγρό βάρος σφαγίου των αρσενικών αμνών έναντι των θηλυκών. Δεν παρατηρήθηκαν όμως αλληλεπιδράσεις ως προς τα παραγωγικά χαρακτηριστικά των αμνών μεταξύ σιτηρεσίων και φύλου. Τα αποτελέσματα αυτά ήταν αναμενόμενα αφού τα τρία σιτηρέσια που χορηγήθηκαν στους αμνούς ήταν ισοαζωτούχα και σχεδόν ισοενεργειακά και η ποσότητα της ΞΟ που καταναλώθηκε δεν διέφερε μεταξύ των επεμβάσεων Β και Γ και του μάρτυρα Α τόσο στα θηλυκά όσο και στα αρσενικά αρνιά. Οι διαφορές, όμως, που παρατηρήθηκαν στο τελικό ΣΒ μεταξύ θηλυκών και

αρσενικών αρνιών οφείλονται κατά ένα μέρος στο διαφορετικό αρχικό ΣΒ, που ήταν μεγαλύτερο στα αρσενικά, και κατά ένα μέρος στη μεγαλύτερη κατανάλωση ΞΟ και μεταβολίσιμης ενέργειας από τα αρσενικά αρνιά σε σύγκριση με τα θηλυκά. Επίσης, η μεγαλύτερη ποσότητα ενέργειας που προσλήφθηκε από τα αρσενικά αρνιά δικαιολογεί και το μεγαλύτερο ρυθμό ανάπτυξης, το μεγαλύτερο ΣΒ νηστείας και το μεγαλύτερο ψυγρό βάρος σφαγίου αυτών έναντι των θηλυκών. Παρόμοια αποτελέσματα, ως προς τις διαφορές στα παραγωγικά χαρακτηριστικά των δύο φύλων αμνών, δημοσιεύτηκαν και από άλλους ερευνητές με διαφορετικά βέβαια σιτηρέσια (Matsoukas *et al.*, 1991, Papadopoulos *et al.*, 1993).

Σύνθεση του υποδόριου και περινεφρικού λιπώδους ιστού σε λιπαρά οξέα

Η σύνθεση των λιπαρών οξέων στο λιπώδη ιστό των μηρυκαστικών εξαρτάται από τη βιοϋδρογόνωση στη μεγάλη κοιλία και τη *de novo* σύνθεση από άλλα λιπαρά οξέα του ίδιου μήκους ανθρακικής αλυσίδας, κάτω από την επίδραση του ενζύμου Δ^9 -αφυδρογονάση, η οποία δημιουργεί *cis* διπλό δεσμό στο ένατο άτομο άνθρακα της αλυσίδας (Corl *et al.* 2001, Choi *et al.*, 2007, Palmquist *et al.* 2005). Στην παρούσα εργασία, τα επικρατέστερα λιπαρά οξέα στον υποδόριο αλλά και στον περινεφρικό λιπώδη ιστό των αμνών (πίνακες 4 και 6) ήταν το παλμιτικό (C16:0), το στεατικό (C18:0) και το ελαϊκό (C18:1n9c). Τα αποτελέσματα αυτά βρίσκονται σε συμφωνία με εκείνα άλλων ερευνητών, οι οποίοι χρησιμοποίησαν σιτηρέσια με εξωθημένα σπέρματα σόγιας στην ανάπτυξη-πάχυνση αμνών (Rizzi *et al.*, 2002) και ευνουχισμένων μόσχων (Madron *et al.*, 2002), καθώς και σογιέλαιου στην ανάπτυξη-πάχυνση αμνών (Bessa *et al.*, 2008).

Η συμμετοχή ακατέργαστων αλλά και εξωθημένων σπερμάτων σόγιας σε ποσοστό 14% με βάση την ΞΟ στο σιτηρέσιο της παρούσας εργασίας, επηρέασε σημαντικά τη σύσταση του υποδόριου και περινεφρικού λιπώδους ιστού των αμνών σε ορισμένα μόνο λιπαρά οξέα. Στον υποδόριο λιπώδη ιστό (πίνακας 4) διαπιστώθηκε μείωση της αναλογίας του

κορεσμένου λιπαρού οξέος C17:0 και αύξηση των ακόρεστων λιπαρών οξέων C18:1n9t, C18:2n6c και C18:3n3 στις επεμβάσεις Β και Γ σε σύγκριση με το μάρτυρα (Α). Αντίθετα, οι Rizzi *et al.* (2002) διαπίστωσαν ότι η συμμετοχή εξωθημένων σπερμάτων σόγιας σε ποσοστό 15% στο σιτηρέσιο αμνών δεν επηρέασε σημαντικά την αναλογία των C18:1, C18:2 και

Πίνακας 4. Επίδραση ακατέργαστων και εξωθημένων σπερμάτων σόγιας στην περιεκτικότητα (mg/g) του υποδόριου λιπώδους ιστού αμνών σε λιπαρά οξέα..

Table 4 The effect of full fat soybeans and extruded soybeans on fatty acids composition (mg/g) of lamb subcutaneous adipose tissue.

Στοιχεία Items	Επέμβαση (Treatment)						Σημαντικότητα (Significance)			
	Α		Β		Γ		SEM	Σιτηρέσιο	φύλο	ΣχΦ
	♀	♂	♀	♂	♀	♂				
10:0	1,89	1,73	1,73	1,80	1,91	1,50	0,27	0,94	0,48	0,70
12:0	2,62	1,84	1,73	2,74	2,87	1,76	0,54	0,99	0,53	0,15
14:0	44,26	33,31	35,39	36,45	44,37	33,18	4,79	0,79	0,10	0,37
15:0	6,52	6,68	6,45	6,43	6,44	7,07	0,39	0,36	0,22	0,85
16:0	260,41	250,77	252,89	240,35	254,02	250,89	9,09	0,63	0,28	0,87
16:1n7	19,80	20,94	20,01	14,93	13,59	21,01	2,56	0,46	0,60	0,08
17:0	17,83 ^a	17,89 ^a	15,36 ^b	13,56 ^b	14,81 ^b	15,26 ^b	0,96	0,02	0,75	0,18
18:0	180,63	181,77	200,50	215,58	198,91	195,34	1,94	0,43	0,80	0,89
18:1n9t	9,65 ^a	8,42 ^a	11,98 ^b	12,96 ^b	13,86 ^b	12,06 ^b	1,40	0,05	0,40	0,42
18:1n11t (TVA) ¹	51,07	38,16	48,98	61,97	73,72	42,41	8,59	0,31	0,17	0,06
18:1n9c	347,24	380,29	342,56	320,54	301,35	353,57	5,61	0,08	0,13	0,08
18:1n7c	9,35	9,85	8,45	8,37	7,94	8,45	0,74	0,18	0,63	0,90
18:2n6c	27,25 ^a	26,84 ^a	31,17 ^{ab}	39,57 ^b	41,08 ^b	35,94 ^b	2,26	0,01	0,62	0,03
18:3n6	0,57	2,23	2,18	2,04	1,74	0,33	0,87	0,47	0,96	0,26
18:3n3	7,38 ^a	7,11 ^a	8,16 ^{ab}	8,66 ^b	9,37 ^b	8,53 ^b	0,61	0,05	0,70	0,56
18:4n3	0,40	0,72	0,59	0,87	0,95	0,54	0,26	0,77	0,78	0,36
CLA (c-9, t-11)	7,79	6,21	6,53	7,38	8,63	6,54	1,34	0,88	0,42	0,52
CLA (t-10, c-12)	0,21	0,22	0,23	0,24	0,19	0,34	0,05	0,58	0,20	0,30
CLA (c-9, c-11)	0,41	0,47	0,48	0,41	0,35	0,49	0,13	0,98	0,71	0,74
20:0	1,46	1,48	1,54	1,71	1,57	1,40	0,21	0,74	0,96	0,75
20:3n6	0,79	0,69	0,70	0,85	0,38	0,79	0,12	0,28	0,15	0,16
20:4n6	2,35	2,28	2,27	2,48	1,86	2,49	0,20	0,61	0,16	0,28

^{a,b}Μέσοι όροι με διαφορετικό εκθέτη στην ίδια γραμμή διαφέρουν σύμφωνα με την τιμή P.

^{a,b}Means with unlike superscripts within a row differ according to value indicated.

¹TVA= *trans*- βασσενικό οξύ.

C18:3 στο ενδομυϊκό λίπος, αν και τα σιτηρέσια που χρησιμοποιήσαν στα πειράματά τους ήταν παρόμοια με εκείνα της παρούσας εργασίας. Οι Santos-Silva *et al.* (2004), ωστόσο, αναφέρουν ότι η προσθήκη σογιέλαιου σε ποσοστό 8% στο σιτηρέσιο αρσενικών αμνών της φυλής Merino Branco, το οποίο αποτελούνταν κατά κύριο λόγο από χόρτο μηδικής, μείωσε σημαντικά την αναλογία των κορεσμένων λιπαρών οξέων C16:0, C17:0 και C18:0, αύξησε την αναλογία των ακόρεστων λιπαρών οξέων C18:1n11t και C18:2n6c και μείωσε την αναλογία του C18:3n3 στο ενδομυϊκό λίπος. Τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν εν μέρει με εκείνα της παρούσας εργασίας, αν και τα σιτηρέσια διέφεραν πολύ μεταξύ των δύο εργασιών ως προς τη σύνθεσή τους. Οι Madron *et al.* (2002) διαπίστωσαν ότι η συμμετοχή εξωθμημένων σπερμάτων σόγιας σε ποσοστό 12,7 και 25,6% στο σιτηρέσιο ευνουχισμένων μόσχων είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση των C18:1, C18:2 και C18:3 λιπαρών οξέων στο ενδομυϊκό και υποδόριο λίπος διαφόρων ιστών του σφαγίου αυτών. Τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν εν μέρει με εκείνα της παρούσας εργασίας, πρόκειται, όμως, για τιμές που αντιπροσωπεύουν ένα μέσο όρο που προέκυψε από την ανάλυση του προφίλ των λιπαρών οξέων στο ενδομυϊκό και υποδόριο λίπος διαφόρων ιστών του σφαγίου ευνουχισμένων μόσχων.

Οι Chen *et al.* (2008) αναφέρουν ότι η προσθήκη σογιέλαιου στο σιτηρέσιο αμνών μείωσε την αναλογία των κορεσμένων λιπαρών οξέων C14:0 και C15:0 και αύξησε την αναλογία των ακόρεστων λιπαρών οξέων C18:1n *trans*, CLA(*cis*-9, *trans*-11) και C20:4 στο ενδομυϊκό λίπος. Στο σημείο αυτό πρέπει να τονιστεί ότι οι Chen *et al.* (2008) στα πειράματά τους χρησιμοποίησαν σογιέλαιο που αναμφισβήτητα είναι καλύτερη πηγή πρόδρομων ουσιών για την *de novo* σύνθεση ακόρεστων λι-

παρών οξέων στον λιπώδη ιστό των αμνών σε σύγκριση με τα σπέρματα σόγιας, που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα εργασία. Αυτό γιατί τα λιπαρά οξέα που περιέχονται στα σπέρματα σόγιας απελευθερώνονται με σχετικά βραδύ ρυθμό, σε σχέση με το έλαιο σόγιας που χρησιμοποίησαν οι παραπάνω ερευνητές που είναι άμεσα διαθέσιμο στους μικροοργανισμούς, με αποτέλεσμα η βιοϋδρογόνωση των λιπαρών οξέων των σπερμάτων σόγιας να ολοκληρώνεται σε μεγάλο βαθμό στη μεγάλη κοιλία και η ενδογενής σύνθεση CLA στο λιπώδη ιστό μέσω της Δ^9 αφυδρογονάσης να είναι περιορισμένη λόγω ανεπαρκούς ποσότητας πρόδρομων ακόρεστων λιπαρών οξέων (Dhiman *et al.*, 2000). Οι Beaulieu *et al.* (2002) και Dhiman *et al.* (2005) διαπίστωσαν ότι η προσθήκη σογιέλαιου στο σιτηρέσιο μόσχων πάχυνσης δεν επιδρά στη συγκέντρωση του CLA(*cis*-9, *trans*-11) στο λιπώδη ιστό. Αντίθετα, οι Madron *et al.* (2002) αναφέρουν ότι η προσθήκη εξωθμημένων σπερμάτων σόγιας σε ποσοστό 25,6% στο σιτηρέσιο ευνουχισμένων μόσχων αύξησε την αναλογία του CLA στον υποδόριο λιπώδη ιστό. Ποσοστό συμμετοχής 12,7%, όμως, δεν επηρέασε σημαντικά την αναλογία του CLA στο σύνολο των λιπαρών οξέων σε σύγκριση με το μάρτυρα. Το αποτέλεσμα αυτό βρίσκεται εν μέρει σε συμφωνία με τα αντίστοιχα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας, στην οποία χρησιμοποιήθηκαν αμνοί πάχυνσης ως πειραματόζωα.

Στον υποδόριο λιπώδη ιστό, της παρούσας εργασίας, παρατηρήθηκε σημαντική αύξηση της αναλογίας του συνόλου των PUFA, των n-6 και n-3 στην επέμβαση Γ σε σύγκριση με το μάρτυρα (πίνακας 5). Οι Chen *et al.* (2008) αναφέρουν ότι η προσθήκη σογιέλαιου σε ποσοστό 3% στο σιτηρέσιο αμνών είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση του συνόλου των PUFA και του C18:3n3 στο ενδομυϊκό λίπος. Αντίθετα, οι Rizzi *et al.* (2002) αναφέρουν ότι η συμμε-

τοχή εξωθημένων σπερμάτων σόγιας στο σιτηρέσιο αμνών σε ποσοστό 15% δεν επηρέασε σημαντικά την αναλογία του συνόλου των PUFA, καθώς και των C18:2 και C18:3 λιπαρών οξέων. Όπως διαπιστώνεται από τις παραπάνω βιβλιογραφικές αναφορές, τα αποτελέσματα που αφορούν στην επίδραση των σπερμάτων σόγιας ή του σογιέλαιου στην αναλογία των λιπαρών οξέων του λιπώδους ιστού αμνών και βοοειδών είναι σε πολλές περιπτώσεις αντικρουόμενα και χρήζουν περαιτέρω έρευνας.

Στον περινεφρικό λιπώδη ιστό (πίνακες 6 και 7), διαπιστώθηκε αύξηση των ακόρεστων λιπαρών οξέων C18:2n6c, C18:3n3 και του CLA(*cis*-9, *trans*-11) στην επέμβαση Γ σε σύγκριση με το μάρτυρα (Α). Παρατηρήθηκε, ε-

πίσης, σημαντική αύξηση της αναλογίας του συνόλου των PUFA καθώς και των n-6 και n-3 στην επέμβαση Γ σε σύγκριση με το μάρτυρα (Α). Οι Γούλας κ. ά. (2006), που εξέτασαν τη σύσταση σε λιπαρά οξέα του υποδόριου και περινεφρικού λιπώδους ιστού αμνών της ίδιας ορεινής φυλής και της ίδιας ηλικίας με διαφορετικά όμως σιτηρέσια, βρήκαν χαμηλότερη αναλογία CLA σε σύγκριση με αυτή της παρούσας εργασίας.

Δεν παρατηρήθηκε, στην παρούσα εργασία, απόλυτη αντιστοιχία στην αύξηση ή μείωση των λιπαρών οξέων στους δύο λιπώδεις ιστούς που εξετάστηκαν, παρά μόνο σε ορισμένα λιπαρά οξέα όπως C18:2n6c και C18:3n3 (πίνακες 4 και 6). Επίσης, δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές στην αναλογία των λιπα-

Πίνακας 5. Επίδραση ακατέργαστων και εξωθημένων σπερμάτων σόγιας στην περιεκτικότητα (mg/g) του υποδόριου λιπώδους ιστού αμνών σε λιπαρά οξέα..

Table 5 The effect of full fat soybeans and extruded soybeans on fatty acids composition (mg/g) of lamb subcutaneous adipose tissue.

Στοιχεία (Items)	Επέμβαση (Treatment)						Σημαντικότητα (Significance)			
	Α		Β		Γ		SEM	Σιτηρέσιο	φύλο	ΣχΦ
	♀	♂	♀	♂	♀	♂				
MUFA ¹	437,14	457,67	432,01	418,79	410,47	436,52	18,63	0,42	0,49	0,54
PUFA ²	47,19 ^a	46,80 ^a	52,36 ^{ab}	62,54 ^b	64,58 ^b	56,03 ^b	3,00	0,01	0,87	0,06
n6	30,97 ^a	32,05 ^a	36,33 ^{ab}	44,95 ^b	45,08 ^b	39,56 ^b	2,40	0,01	0,50	0,08
n3	7,99 ^a	7,83 ^a	8,76 ^{ab}	8,54 ^{ab}	10,32 ^b	9,08 ^b	0,56	0,02	0,77	0,23
n6/n3	3,88	4,07	4,14	5,23	4,38	4,37	3,29	0,48	0,36	0,76
Unsaturated	484,33	504,48	484,37	481,33	475,06	492,56	20,38	0,84	0,51	0,83
Saturated	515,66	495,51	515,62	518,66	524,93	507,43	20,38	0,84	0,51	0,83
Unsaturated/Saturated	0,94	1,04	0,95	0,93	0,91	0,98	0,82	0,82	0,45	0,77
CLA ³	8,42	6,91	7,25	8,04	9,18	7,38	1,38	0,88	0,48	0,61

^{a,b}Μέσοι όροι με διαφορετικό εκθέτη στην ίδια γραμμή διαφέρουν σύμφωνα με την τιμή P.

^{a,b}Means with unlike superscripts within a row differ according to value indicated.

¹MUFA=Μονοακόρεστα λιπαρά οξέα (Monounsaturated fatty acids)

²PUFA=Πολυακόρεστα λιπαρά οξέα (Polyunsaturated fatty acids)

³CLA=Conjugated Linoleic Acid, Συζυγές Λινελαϊκό Οξύ (c9,t11 + t10,c12 + c9,c11)

ρών οξέων του υποδόριου και περινεφρικού λιπώδους ιστού μεταξύ των δύο φύλων των αμνών, ούτε αλληλεπιδράσεις ως προς την αναλογία των λιπαρών οξέων του υποδόριου και περινεφρικού λιπώδους ιστού μεταξύ σιτηρεσίων και φύλου.

Από τα αποτελέσματα αυτού του πειράματος συμπεραίνεται ότι η συμμετοχή των ακα-

τέργαστων και των εξωθημένων σπερμάτων σόγιας στο σιτηρέσιο αμνών συμβάλλει σημαντικά στην αύξηση ορισμένων μόνο ευεργετικών για την υγεία του ανθρώπου ακόρεστων λιπαρών οξέων στον υποδόριο και περινεφρικό λιπώδη ιστό.

Πίνακας 6. Επίδραση ακατέργαστων και εξωθημένων σπερμάτων σόγιας στην περιεκτικότητα (mg/g) του περινεφρικού λιπώδους ιστού αμνών σε λιπαρά οξέα.

Table 6. The effect of full fat soybeans and extruded soybeans on fatty acids composition (mg/g) of lamb perirenal adipose tissue.

Στοιχεία (Items)	Επέμβαση (Treatment)						Σημαντικότητα (Significance)			
	Α		Β		Γ		SEM	Σιτηρέσιο	φύλο	ΣχΦ
	♀	σ	♀	σ	♀	σ				
10:0	1,09	1,12	1,09	1,40	1,24	1,36	0,18	0,55	0,30	0,73
12:0	1,38	1,30	1,36	1,78	1,75	1,59	0,35	0,64	0,84	0,67
14:0	23,0	22,50	21,77	26,91	28,01	22,85	3,80	0,78	0,95	0,42
15:0	4,24	3,94	3,90	4,42	4,10	4,57	0,30	0,71	0,37	0,35
16:0	191,94	188,23	190,25	204,82	175,64	194,09	14,34	0,68	0,41	0,72
16:1n7	8,02	9,62	7,11	8,52	9,19	7,51	1,13	0,68	0,64	0,29
17:0	17,13	16,99	16,45	14,82	15,99	16,15	0,86	0,26	0,46	0,55
18:0	340,23	358,59	358,97	338,40	311,30	364,92	19,79	0,82	0,30	0,20
18:1n9t	11,22	10,61	11,46	15,47	13,80	10,96	1,88	0,41	0,90	0,21
18:1n7t	60,10	47,68	61,67	64,90	80,72	53,84	1,46	0,44	0,17	0,38
18:1n9c	281,55	286,50	267,64	257,40	286,48	258,70	14,05	0,33	0,35	0,52
18:1n7c	8,37	7,98	6,27	7,43	8,02	7,37	0,43	0,06	0,91	0,11
18:2n6c	33,93 ^{ab}	28,30 ^a	35,60 ^b	34,92 ^{ab}	42,91 ^b	38,61 ^b	3,55	0,05	0,24	0,77
18:3n6	0,47	1,79	0,42	1,70	0,52	0,24	0,51	0,29	0,08	0,24
18:3n3	7,46 ^a	6,39 ^a	7,31 ^a	7,54 ^a	9,06 ^b	8,34 ^b	0,46	0,01	0,19	0,38
18:4n3	0,23	0,31	0,30	0,28	0,25	0,27	0,07	0,30	0,06	0,13
CLA (c-9, t-11)	4,79 ^a	3,27 ^a	3,90 ^a	4,43 ^a	6,74 ^b	6,72 ^b	0,70	0,05	0,06	0,06
CLA (t-10, c-12)	0,12	0,12	0,15	0,14	0,17	0,19	0,02	0,13	0,92	0,70
CLA (c-9, c-11)	0,24	0,20	0,21	0,22	0,21	0,27	0,03	0,61	0,72	0,32
20:0	2,69	2,74	2,70	2,75	2,18	2,71	0,25	0,46	0,33	0,56
20:3n6	0,54	0,53	0,41	0,39	0,49	0,52	0,05	0,06	0,97	0,85
20:4n6	0,11	1,09	1,01	0,99	1,12	0,11	0,13	0,65	0,52	0,99

^{a,b}Μέσοι όροι με διαφορετικό εκθέτη στην ίδια γραμμή διαφέρουν σύμφωνα με την τιμή P.

^{a,b}Means with unlike superscripts within a row differ according to value indicated.

Πίνακας 7. Επίδραση ακατέργαστων και εξωθημένων σπερμάτων σόγιας στην περιεκτικότητα (mg/g) του περινεφρικού λιπώδους ιστού αμνών σε λιπαρά οξέα.

Table 7. The effect of full fat soybeans and extruded soybeans on fatty acids composition (mg/g) of lamb perirenal adipose tissue.

Στοιχεία (Items)	Επέμβαση (Treatment)						Σημαντικότητα (Significance)			
	Α		Β		Γ		SEM	Σιτηρέσιο	φύλο	ΣxΦ
	♀	σ	♀	σ	♀	σ				
MUFA ¹	369,29	362,40	354,18	353,73	398,23	338,40	17,50	0,68	0,13	0,20
PUFA ²	48,90 ^a	42,14 ^a	49,27 ^a	50,91 ^a	61,51 ^b	63,31 ^b	4,26	0,04	0,21	0,47
n6	36,09 ^{ab}	31,73 ^a	37,47 ^{ab}	38,01 ^{ab}	45,06 ^b	40,50 ^b	3,74	0,05	0,37	0,74
n3	7,70 ^a	6,81 ^a	7,52 ^a	8,09 ^a	9,31 ^b	8,60 ^{ab}	0,44	0,01	0,36	0,23
n6/n3	4,69	4,68	4,98	4,69	4,84	4,72	4,26	0,98	0,78	0,87
Unsaturated	418,26	404,55	403,45	404,64	459,75	391,72	19,52	0,54	0,11	0,20
Saturated	581,73	595,57	596,54	595,35	540,24	608,27	19,52	0,64	2,83	1,74
Unsaturated/Saturated	0,72	0,68	0,68	0,68	0,86	0,65	0,59	0,48	0,11	0,18
CLA ³	5,17	3,60	4,27	4,79	7,13	4,20	0,70	0,17	0,03	0,07

^{a,b}Μέσοι όροι με διαφορετικό εκθέτη στην ίδια γραμμή διαφέρουν σύμφωνα με την τιμή P.

^{a,b}Means with unlike superscripts within a row differ according to value indicated.

¹MUFA=Μονοακόρεστα λιπαρά οξέα (Monounsaturated fatty acids)

²PUFA=Πολυακόρεστα λιπαρά οξέα (Polyunsaturated fatty acids)

³CLA=Conjugated Linoleic Acid, Συζυγές Λινελαϊκό Οξύ (c9,t11 + t10,c12 + c9,c11)

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θερμές ευχαριστίες εκφράζονται στον κ. Ιωάννη Τσιόκα, Τεχνολόγο Γεωπονίας, προϊστάμενο του Πρότυπου Κέντρου Κτηνοτροφίας και Εκπαίδευσης Βλάστης, στον Γεωπόνο κ. Ιωάννη Πάτσιο και στην κυρία Βερονίκη Ζιώγου καθώς και στο προσωπικό του ίδιου

Κέντρου για την πολύτιμη βοήθειά του στην καταγραφή των στοιχείων της έρευνας και στους απαιτούμενους χειρισμούς των ζώων. Επίσης, θερμές ευχαριστίες εκφράζονται στις Ελληνικές Βιομηχανίες Ζωοτροφών (ΕΛ.ΒΙ.Ζ.ΑΕ) για την επεξεργασία (εξώθηση) του σογιόσπορου.

EFFECT OF SOYBEANS ON GROWTH PARAMETERS AND FATTY ACID COMPOSITION OF LAMB SUBCUTANEOUS AND PERIRENAL ADIPOSE TISSUES

NITAS, D.¹, PETRIDOU, A.², KARALAZOS, V.³, MOUGIOS, V.², MICHAS, V.¹,
SINAPIS, E.⁴, ABAS, Z.⁵, NITA, S.⁶ and A. KARALAZOS⁴

¹Department of Animal Production, Alexander T.E.I., Thessaloniki, Greece

²Department of Physical Education and Sport Science, Aristotle University of Thessaloniki, Greece

³Department of Ichthyology and Aquatic Environment, School of Agricultural Sciences, University of Thessaly

⁴School of Agriculture, Aristotle University of Thessaloniki

⁵Department of Agricultural Development, Democritus University of Thraki

⁶Agricultural Bank of Greece

SUMMARY. This study aimed to investigate the effects of dietary raw (RSB) or extruded full fat soybean seeds (ESB) on growth rate and carcass characteristics as well as on fatty acid profile of the subcutaneous and perirenal adipose tissues of lambs. Forty eight lambs of the mountain native greek breed were assigned into three treatments according to a 3x2 factorial design: three groups of eight male and three groups of eight female lambs fed three isonitrogenous diets A, B and C. The control diet contained soybean meal, maize grain, barley grain, alfalfa hay, wheat straw and concentrates compared with diets B and C which contained, on dry matter basis, 14% RSB and 14% ESB, respectively. The duration of the experiment was nine weeks and measurements were made during the first two days, the end of each week and the last two days of the whole period of the experiment. No differences were observed in growth performance of lambs and carcass characteristics among the three treatments. Significant differences, however, were observed in growth parameters between female and male lambs. The final body weight, the daily live weight gain, daily dry matter intake, fasted body weight and cool carcass weight of male lambs were higher than those of female lambs. The inclusion of RSB or ESB in the diets of lambs affected the proportion of some fatty acids in tissue fat. The proportion of the saturated C17:0 fatty acid was lower and the proportions of the unsaturated C18:1n9t, C18:2n6c and C18:3n3 were significantly higher in subcutaneous adipose tissue fat of lambs fed the RSB and ESB diets than those in tissue fat of lambs fed the control diet. In the same tissue, the proportions of total PUFA, n-6 and n-3 were significantly higher in ESB group compared to control. The proportions of long-chain unsaturated fatty acids C18:2n6c, C18:3n3 and *cis*-9, *trans*-11 CLA as well as the total concentration of MUFA, n-6 and n-3 were significantly higher in the adipose perirenal tissue of lambs fed the ESB diet than those fed the control diet. No absolute correspondence was observed for the increase or decrease of the proportions of fatty acids in the two adipose tissues, apart from C18:2n6c and C18:3n3. Also, there were no significant differences observed for the proportions of fatty acids in the two adipose tissues between female and male lambs, non interactions between diets and sex of the lambs. It may be concluded that supplementation of raw or extruded full fat soybean seeds could increase some of the polyunsaturated fatty acids in the adipose subcutaneous and perirenal tissues of lambs.

(Key words: lamb, CLA, fatty acids, adipose subcutaneous and perirenal tissues)

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 1990. Official Methods of Analysis. Vol. II. 15th ed. AOAC, Arlington, VA.
- Bas, P., Berthelot, V., Pottier, E. and J. Normand. 2007. Effect of linseed on fatty acid composition of muscles and adipose tissues of lambs with emphasis on *trans* fatty acids. *Meat Science*, 77: 678-688.
- Beaulieu, A. D., Drackley, J. K. and N. R. Merchen. 2002. Concentrations of conjugated linoleic acid (*cis*-9, *trans*-11-octadecadienoic acid) are not increased in tissue lipids of cattle fed a high-concentrate diet supplemented with soybean oil. *J. Anim. Sci.*, 80: 847-861.
- Bessa, R. J. B., Lourenco, M., Portugal, P. V. and J. Sandos-Silva. 2008. Effects of previous diet and duration of soybean oil supplementation on light lambs carcass composition, meat quality and fatty acid composition. *Meat Science* 80: 1100-1105.
- Bulliyya, G. 2002. Influence of fish consumption on the distribution of serum cholesterol in lipoprotein fractions: comparative study among fish-consuming and no-fish consuming populations. *Asia Pac. J. Clin. Nutr.* 11, 104-111.
- Chen, X. J., Mao, H. L., Lin, J. and J. X. Liu. 2008. Effects of supplemental soybean oil and vitamin E on carcass quality and fatty acid profiles of meat in Hazhou lamb. *Acta Agricultural Scand. Section A*, 58:129-135.
- Chin, S. F., Liu, W., Stockson, J. M., Ha, Y. L. and N. W. Pariza. 1992. Dietary sources of conjugated dienoic isomers of linoleic acid, a newly recognized class of anticarcinogens. *J. Food Compos. Anal.* 5: 185-197.
- Choi, S. H., Lim, K. W., Lee, H. G., Kim, Y. J. and M. K. Song. 2007. Supplementation effects of C18:2 or C18:3 rich-oil on formulation of CLA and TVA, and lipogenesis in adipose tissues of sheep. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 20: 1417-1423.
- Colomer-Rocher, F., 1986. Standard method for evaluating, by type of production, the qualitative and quantitative characteristics of sheep carcass produced in the Mediterranean area. CHIHEAM-AGRIMET PROGRAMME, VI4751/86-EN (PREC/681). Liv. Prod. Unit. Agric. Res. Deputation General de Aragon, Apartado 757, 50080 Zaragoza, Spain.
- Colomer-Rocher, F., 1988. Methode normaliste pour l'étude des carcasses ovines produites dans le Bassin Meditteranien en fonction des systemes de production. *Agriculture, EUR* 11479, 7-30.
- Corl, B. A., Baumgard, L. H., Dwyer, D. A., Griinari, J. M., Philips, B. S. and D. E. Bauman. 2001. The role of Δ^9 -desaturase in the production of *cis*-9,*trans*-11 CLA. *J. Nutr. Biochem.* 12:622-630.
- Dewailly, E., Blanchet, C., Gingras, S., Lemieux, S. and B. J. Holum. 2003. Fish consumption and blood lipids in three ethnic groups, Quebec (Canada). *Lipids*, 38: 359-365.
- Dhiman, T. R., Helmink E. D., McMahon, D. J., Fife, R. L. and M. W. Pariza. 1999. Conjugated Linoleic Acid content of milk and cheese from cows fed extruded oilseeds. *J. Dairy Sci.*, 82: 412-419.
- Dhiman, T. R., Satter, L. D., Pariza, M. W., Galli, M. P., Albright, K. and M. X. Tolosa. 2000. Conjugated Linoleic Acid content of milk from cows offered diets rich in Linoleic and Linolenic Acid. *J. Dairy Sci.*, 83: 1016-1027.
- Dhiman, T. R., Zaman, S., Olson, K. C., Bingham, H. R., Ure, A. L. and M. W. Pariza. 2005. Influence of feeding Soybean oil on Conjugated Linoleic Acid content of Beef. *J. Agric. Food Chem.*, 53: 684-689.
- El-Bedawy, T. M., Gad, S. M. and M. S. Farghaly. 2009. Effect of Processing Method of Soybean on Nutrient Utilization, Performance and Carcass Characteristics of Sheep. *World Journal of Agricultural Science*, 5 (3): 332-336.

- Farmer, A., Montory, V., Dinneen, S. and C. Clar. 2003. Fish oil in people with type 2 diabetes mellitus (Cochrane Methodology Review). In *The Cochrane Library*, Issue 4. Chichester, UK: John Wiley and Sons, Ltd.
- Folch, J., Lees, M. and Sloane-Stanley G. H. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.*, 226: 497-509.
- Givens, D. I. 2005. The role of animal nutrition in improving the nutritional value of animal-derived foods in relation to chronic disease. *Proceedings of the Nutrition Society*. 64: 395-402.
- Goering, H. K. and P. J. Van Soest. 1970. Forage fibre analysis. *Agricultural Handbook No 379*. U.S.D.A., Washington, DC.
- Γούλας, Χ., Σινάπης, Ε. και Ε. Πανοπούλου. 2006. Σύσταση σε λιπαρά οξέα του υποδόριου και του περινεφρικού λιπώδη ιστού αμνών ορεινής φυλής μέχρι την ηλικία των 120 ημερών. *Επιθεώρηση Ζωοτεχνικής Επιστήμης*, 35:81-95.
- Harris, W. S., Park, Y. and W. S. Isley. 2003. Cardiovascular diseases and long-chain omega 3 fatty acids. *Curr. Opin. Lipidol.*, 14:9-14.
- Hu, F. B., Cho, E., Rexrode, K. M. Albert, C. M. and J. E. Manson. 2003. Fish and long chain omega-3 fatty acids intake and risk of coronary heart disease and total mortality in diabetic women. *Circulation*, 107: 1852-1857.
- ISO, Milk fat, 2002. Preparation of fatty acid methyl esters. *Int. Stand. ISO 15884, IDF 182 Int. Dairy Fed. Brussels, Belgium*.
- Jones, E. L., Shingfield, K. J., Kohen, C., Jones, A. K., Lupoli, B., Grandison, A. S., Beever, D. E., Williams, C. M., Calder, P.C. and P. Yaqoob. 2005. Chemical, physical, and sensory properties of dairy products enriched with Conjugated Linoleic Acid. *J. Dairy Sci.*, 88: 2923-2937.
- Littell, R. C., Henry, P. R. and C. B. Ammerman. 1998. Statistical Analysis of Repeated Measures Data Using SAS Procedures. *J. Anim. Sci.*, 76:1216-1231.
- Madron, M. S., Peterson, D. G., Dwyer, D. A., Corl, B. A., Baumgard, L. H., Beermmann, D. H. and D. E. Bauman. 2002. Effect of extruded full-fat soybeans on conjugated linoleic acid content of intramuscular, intermuscular and subcutaneous fat in beef steers. *J. Anim. Sci.*, 80: 1135-1143.
- Matsoukas, J., Sinapis, E. and A. Georgoudis. 1991. Effect of sex and slaughter weight of Karagouniko breed lambs or weaning age of the local goat breed kids on growth rate and carcass quality (in greek). *Anim. Sci. Rev., Special Issue No. 9*: 40-41.
- Mel'uchova, B., Blasko, J., Kubinec, R., Gorova, R., Dubravská, J., Margetin, M. and M. Sojak, 2008. Seasonal variations in fatty acid composition of pasture forage plants and CLA content in ewe milk fat. *Small Ruminant Research*, 78: 56-65.
- National Research Council (NRC). 1985. *Nutrient Requirements of Sheep*. Sixth revised edition. National Academic Press, Washington, D.C.
- Palmquist, D. L., Lock, A. L. Shingfield and D. E. Bauman. 2005. Biosynthesis of conjugated linoleic acid in ruminants and humans. *Adv. Food Nutr. Res.*, 50:179-217.
- Papadopoulos, T., Gabrilides, G. and Sinapis, E. 1993. Effect of sex and slaughter weight of Kimi breed lambs on the carcass characteristics and composition (in greek). *Anim. Sci. Rev., Special Issue No. 12*: 67-68.
- Raes, K., De Smet, S., and D. Demeyer. 2004. Effect of dietary fatty acids on incorporation of long chain polyunsaturated fatty acids and conjugated linoleic acid in lambs, beef and pork meat: A review. *Animal Feed Science and Technology*, 113: 199-221.
- Rizzi, L., Simioli, M., Sardi, L. and P. G. Monetti. 2002. Carcass quality, meat chemical and fatty acid composition of lambs fed diets containing extruded soybeans and sunflower seeds. *Animal Feed Science and Technology*, 97: 103-114.
- Ruxton, C. H. S., Reed, S. C., Simpson, M. J. A. and K. J. Millington. 2007. The health bene-

- fits of omega-3 polyunsaturated fatty acids: a review of the evidence. *Journal of compilation. The British Dietetic Association Ltd. J. Human Nutr Dietet*, 20: 275-285.
- Saleh, A., Safaa and H. M. Saleh. 2008. Influence of heat treated soybean seeds in rations of growing lambs performance. *Egypt J. Nutr. Feed.*, 11: 293-308.
- Santos-Silva, J., Mendes, I. A. Portugal, P. V. and R. J. B. Bessa. 2004. Effect of particle size and soybean oil supplementation on growth performance, carcass and meat quality and fatty acid composition of intramuscular lipids of lambs. *Livestock Production Science*, 90: 79-88.
- Vasta, V., Nudda, A., Cannas, A., Lanza, M. and A. Priolo. 2008. Alternative feed resources and their effects on the quality of meat and milk from small ruminants. *Animal Feed Science and Technology*, 147: 223-246.
- Whigham, L. D., Cook, M. E. and R. L. Atkinson. 2000. Conjugated Linoleic Acid: implications for human health. *Pharmacol Res.*, 42: 503-510.

