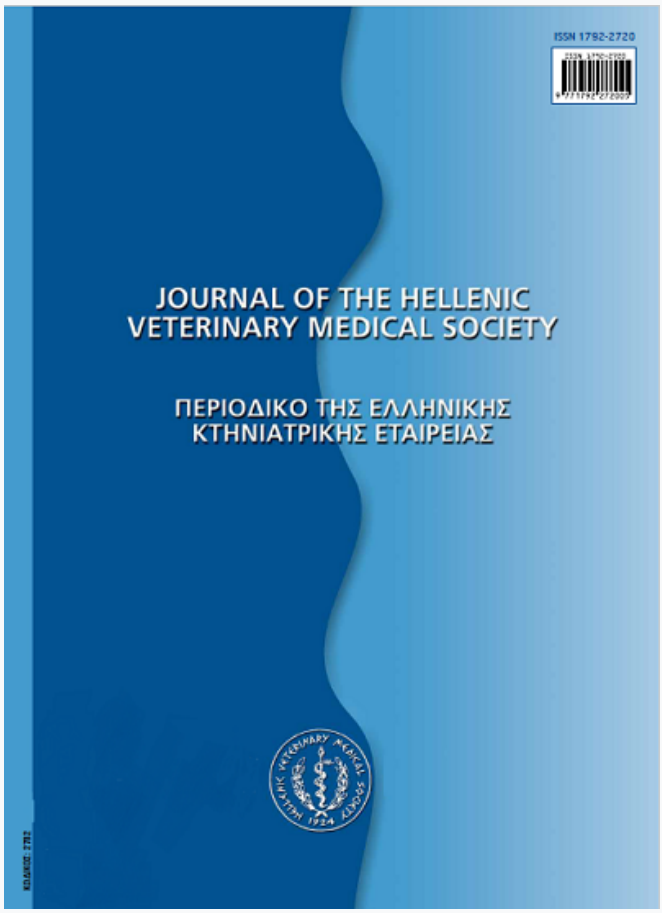
ePublishing

Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society

Vol 62, No 1 (2011)



The sunflower oil and the sunflower meal in animal nutrition

E. BONOS (Ε. ΜΠΟΝΟΣ), E. CHRISTAKI (Ε. ΧΡΗΣΤΑΚΗ), P. FLOROU-PANERI (Π. ΦΛΩΡΟΥ-ΠΑΝΕΡΗ)

doi: 10.12681/jhvms.14836

To cite this article:

BONOS (Ε. ΜΠΟΝΟΣ) E., CHRISTAKI (Ε. ΧΡΗΣΤΑΚΗ) E., & FLOROU-PANERI (Π. ΦΛΩΡΟΥ-ΠΑΝΕΡΗ) P. (2017). The sunflower oil and the sunflower meal in animal nutrition. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*, *62*(1), 58–70. https://doi.org/10.12681/jhvms.14836

https://epublishing.ekt.gr | **e-Publisher:** EKT | **Downloaded at:** 29/12/2025 05:42:19

JOURNAL OF THE HELLENIC VETERINARY MEDICAL SOCIETY 2011, 62(1): 58-70
ΠΕΡΙΟΔΙΚΟ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΚΤΗΝΙΑΤΡΙΚΗΣ ΕΤΑΙΡΕΙΑΣ 2011, 62(1): 58-70

Review article
Ανασκόπηση

The sunflower oil and the sunflower meal in animal nutrition

E. Bonos, DVM, PhD, **E. Christaki,** DVM, PhD, **P. Florou-Paneri,** DVM, PhD
Laboratory of Animal Nutrition, Faculty of Veterinary Medicine, Aristotle University of Thessaloniki

Το ηλιέλαιο και το ηλιάλευρο στη διατροφή των παραγωγικών ζώων

Ε. Μπόνος, DVM, PhD, **Ε. Χρηστάκη,** DVM, PhD, **Π. Φλώρου-Πανέρη,** DVM, PhD
Εργαστήριο Διατροφής, Κτηνιατρική Σχολή ΑΠΘ

ABSTRACT. The sunflower plant (*Helianthus annuus*) is an annual herbaceous plant of the Asteraceae family. It is grown primarily for its seeds, the sunflower oil and the sunflower meal obtained from it, but also as an ornamental plant, as feed and as fuel. The sunflower seed is comprised from the husk on the outside and the kernel on the inside, whereas depending on the oil content it is categorised in two varieties, one with low oil content (average 25%) and another with high oil content (40% - 51%). The sunflower oil is high in unsaturated fatty acids, vitamin E and plant sterols and low in saturated fatty acids. The fatty acids composition of the sunflower oil depends mainly on the variety of the sunflower seeds and thus the sunflower oil is categorised in linoleic sunflower oil or classic (with high polyunsaturated fatty acids content), oleic sunflower oil or High-oleic (with a high monounsaturated fatty acids content) and middle oleic sunflower oil or NuSun (with an intermediate oleic acid content). It is marketed as raw oil or refined oil. The sunflower oil is added to the rations of farm animals in order to increase their energy content and to meet their essential fatty acids needs. Nowadays, many researchers study its effect on the composition of milk, meat and eggs produced from farm animals, in order to obtain characteristics more desirable for the human consumers, such as higher concentration of unsaturated omega-3 and omega-6 fatty acids, as well as higher concentration of conjugated linoleic acid (CLA). The sunflower meal is the main byproduct of the sunflower seeds after oil extraction. Sunflower meal may differ in color and texture, as well as in their chemical composition, depending on the variety of the sunflower, the degree of hull removal and the method of treatment. The crude fiber content varies from 12% to 32%, the crude protein from 24% to 44% and the ether extract from 1% to 10%. It also contains a significant amount of vitamins and non-starch polysaccharides. The sunflower oil and the sunflower meal can be used in the nutrition of both monogastric animals and ruminants.

Keywords: sunflower, sunflower oil, sunflower meal, nutrition, ruminants, pigs, poultry

ΠΕΡΙΛΗΨΗ. Το φυτό Ηλίανθος ο ετήσιος (*Helianthus annuus*) ή αλλιώς ηλιοτρόπιο ή ηλιοστρόφι ή ήλιος, είναι ένα ποώδες μονοετές φυτό της οικογένειας Asteraceae. Καλλιεργείται κυρίως για τα σπέρματά του και τα εξ αυτών παραγόμενα προϊόντα (ηλιέλαιο και ηλιάλευρο), αλλά και ως καλλωπιστικό φυτό. 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%). Το κύριο προϊόν της κατεργασίας των σπερμάτων είναι το ηλιέλαιο, το οποίο έχει υψηλή περιεκτικότητα σε ακόρεστα λιπαρά οξέα, βιταμίνη Ε 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). Κυκλοφορεί στην αγορά ως ακατέργαστο ή «μπρούτο» και ως εξευγενισμένο ή «ραφιναρισμένο». Το ηλιέλαιο προστίθεται στα σιτηρέσια των παραγωγικών ζώων με

Correspondence: Christaki E.
Laboratory of Animal Nutrition, Faculty of Veterinary Medicine, Aristotle University of Thessaloniki, GR 541 24, Thessaloniki, Greece
Tel: +30 2310-999973, E-mail: efchris@vet.auth.gr

Αλληλογραφία: Ε. Χρηστάκη
Εργαστήριο Διατροφής, Κτηνιατρική Σχολή ΑΠΘ, ΤΚ 541 24, Θεσσαλονίκη
Τηλ.: 2310-999973, Κιν.: 6937314256, E-mail: efchris@vet.auth.gr

Submission date: 15.03.2010
Approval date: 14.07.2010

Ημερομηνία υποβολής: 15.03.2010
Ημερομηνία εγκρίσεως: 14.07.2010

σκοπό την αύξηση του ενεργειακού περιεχομένου τους, καθώς και την κάλυψη των αναγκών τους σε απαραίτητα λιπαρά οξέα. Ακόμα, τα τελευταία χρόνια πολλοί ερευνητές μελετούν την επίδραση του ηλιελαίου στη μεταβολή της σύστασης του γάλατος, του κρέατος και των αυγών των παραγωγικών ζώων, ώστε να αποκτήσουν χαρακτηριστικά περισσότερο επιθυμητά για τον άνθρωπο καταναλωτή, όπως για παράδειγμα αυξημένη περιεκτικότητα σε ακόρεστα ω-3 και ω-6 λιπαρά οξέα και συζευγμένο λινολεϊκό οξύ (CLA). Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη σύνθεση σιτηρεσίων για κάθε είδος παραγωγικού ζώου, 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 η ηλιόπιτα ή ηλιανθόπιτα ή πλακούντας σπερμάτων ηλίανθου, ενώ κυκλοφορούν στην αγορά και σε μορφή συμπήκτων (pellets). Τα παραγόμενα υποπροϊόντα (ηλιάλευρο και ηλιόπιτα) μπορεί να διαφέρουν τόσο στο χρωματισμό και την υφή τους όσο και στη χημική τους σύσταση ανάλογα με την ποικιλία του ηλίανθου, το βαθμό αποφλοίωσης του ηλιόσπορου και τη μέθοδο κατεργασίας αυτού. Η περιεκτικότητά τους σε ολικές «κυτταρίνες» κυμαίνεται από 12% έως 32%, σε ολικές αζωτούχες ουσίες από 24% έως 44% και σε ολικές λιπαρές ουσίες από 1% έως 10%, ενώ αντίστοιχα μεγάλη διακύμανση παρουσιάζει και η περιεκτικότητά του σε ενέργεια. Επίσης, περιέχει μια σημαντική ποσότητα βιταμινών και μη αμυλούχων πολυσακχαριτών. Σε σύγκριση 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. Το ηλιάλευρο μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη διατροφή τόσο των μονογαστρικών όσο και των μηρυκαστικών σε κατάλληλη ανά περίπτωση αναλογία, αντικαθιστώντας εν μέρει ή πλήρως το σογιάλευρο. Τέλος, η τιμή του στην ελληνική αγορά είναι χαμηλότερη αυτής του σογιαλεύρου.

Λέξεις ευρετηρίασης: ηλίανθος, ηλιέλαιο, ηλιάλευρο, διατροφή, μηρυκαστικά, χοίροι, πτηνά

Εισαγωγή

Το φυτό Ηλίανθος ο ετήσιος (*Helianthus annuus*) ή αλλιώς ηλιοτρόπιο ή ηλιοστρόφι ή ήλιος ή λιόδρομο, είναι ένα ποώδες μονοετές φυτό της οικογένειας Asteraceae. Έχει ύψος 2-3 μέτρα, πλατιά φύλλα, ισχυρό ριζικό σύστημα και στην κορυφή φέρει μια ταξιανθία με πολυάριθμους καρπούς (μέχρι 1000-2000), τα αχαίνια ή ηλιόσπορους (Kavvadas 1956, Gennadios 1959, Putnam et al. 1990, Spais et al. 2002, McClure 2008).

Το όνομα Ηλίανθος προέρχεται από τις λέξεις «ήλιος» και «άνθος» και έχει δοθεί στα φυτά του γένους *Helianthus* spp. πιθανώς λόγω του ηλιοτροπισμού ή φωτοτροπισμού που εμφανίζουν. Συγκεκριμένα, τα φύλλα και οι ταξιανθίες των φυτών αυτών κατά τη διάρκεια της ημέρας τοποθετούνται συνεχώς κάθετα προς τις ακτίνες του ήλιου. Η κίνηση αυτή γίνεται από εξειδικευμένα κύτταρα και ρυθμίζεται από την ορμόνη αυξίνη (Wikipedia 2010d). Με την πάροδο της ηλικίας, οι ταξιανθίες χάνουν αυτή την ικανότητα λόγω της αύξησης του βάρους τους και κάμπτονται συνήθως προς τα ανατολικά (Putnam et al. 1990, Wikipedia 2010a).

Ο ηλίανθος κατάγεται από τη Βόρεια Αμερική, όπου ήταν γνωστός στους Ινδιάνους από την αρχαιότητα. Κατά τον 16ο αιώνα μεταφέρθηκε στη Δυτική Ευρώπη, όπου καλλιεργήθηκε αρχικά ως καλλωπιστικό φυτό, ενώ αργότερα κατά τον 18ο αιώνα καλλιεργήθηκε επίσης για την παραγωγή λαδιού, κυρίως στην Ανατολική Ευρώπη. Έτσι δημιουργήθηκαν νέες ποικιλίες με ελαιοπαραγωγική κατεύθυνση, η καλλιέργεια των οποίων στη συνέχεια διαδόθηκε σε όλο τον κόσμο. Σήμερα, καλλιεργείται κυρίως για τον ηλιόσπορο και τα εξ αυτού παραγόμενα ηλιέλαιο και ηλιάλευρο, αλλά και ως καλλωπιστικό φυτό, ως ζωοτροφή και ως καύσιμη ύλη (Hofland 1990, Putnam et al. 1990, Senkoylu and Dale 1999, McClure 2008, NSA 2009, Wikipedia 2010a). Ευδοκιμεί σε ηλιόλουστα, ζεστά, ξηρά κλίματα, ωριμάζει σε τέσσερις μήνες, χρειάζεται ένα με δύο ποτίσματα, μπορεί να συγκομιστεί μηχανικά και υπό ιδανικές συνθήκες παράγει από 150 μέχρι 300 κιλά ηλιόσπορο ανά στρέμμα, ενώ μπορεί να καλλιεργηθεί σε περιοχές στις οποίες δεν ευδοκιμεί η καλλιέργεια της σόγιας (Putnam et al. 1990, Senkoylu and Dale 1999, Zheljazkov et al. 2008, NSA 2009, Wikipedia 2010a).

Σύμφωνα με στοιχεία του FAO (2009), η παγκόσμια παραγωγή ηλιόσπορου είναι διαρκώς αυξανόμενη τις τελευταίες δεκαετίες (πίνακας 1). Καλλιερ-

Table 1. Global sunflower seed production.

Πίνακας 1. Παγκόσμια παραγωγή ηλιόσπορου.

Έτος	Εκατομμύρια τόννοι
1967	10,0
1877	12,3
1987	20,6
1997	23,4
2007	27,0

FAO (2009)

γείται σήμερα σε αρκετές περιοχές του κόσμου όπως η Ρωσία, η Ουκρανία, η Αργεντινή, η Κίνα, η Ινδία, η Γαλλία κ.ά. (Putnam et al. 1990, NSA 2009, FAO 2009). Σε ό,τι αφορά την Ελλάδα, ο ηλίανθος καλλιεργείται κυρίως στο νομό Έβρου σε έκταση 100.000 στρεμμάτων, ενώ σε μικρότερη έκταση καλλιεργείται στους νομούς Σερρών, Ροδόπης, Φθιώτιδας κ.ά., με ετήσια παραγωγή ηλιόσπορου κατά το έτος 2007 περίπου 19 χιλιάδες τόννους (Spais et al. 2002, FAO 2009).

Ο ηλιόσπορος αποτελείται εξωτερικά από το περικάρπιο ή φλοιό και εσωτερικά από τον πυρήνα ή ψίχα ή σπόρο, ενώ ανάλογα με την περιεκτικότητα του ηλιόσπορου σε έλαιο διακρίνονται δύο ποικιλίες, η μέση χημική σύσταση των οποίων φαίνεται στον πίνακα 2 (Hofland 1990, Putnam et al. 1990, Schneiter 1997, Senkoylu and Dale 1999, McClure 2008, Zheljazkov et al. 2008, NSA 2009, Anderson 2010, Wikipedia 2010a).

- Η πρώτη ποικιλία έχει χαμηλή περιεκτικότητα σε έλαιο (κ.μ.ό. 25%), ο ηλιόσπορος έχει μεγαλύτερο μέγεθος, ο φλοιός που έχει μαύρο χρώμα με γκρίζες ρίγες διαχωρίζεται εύκολα από τον πυρήνα και η ποικιλία αυτή προορίζεται κυρίως για ανθρώπινη κατανάλωση, ως έχει μετά από ψήσιμο και αλάτισμα (μαύρα σπόρια ή μπατιρόσπορος), στην αρτοποιία, στη μαγειρική και στην παρασκευή μαργαρίνης.
- Η δεύτερη ποικιλία έχει υψηλή περιεκτικότητα σε έλαιο (κ.μ.ό. 40% - 51%), ο ηλιόσπορος έχει μικρότερο μέγεθος, ο φλοιός που έχει μαύρο χρώμα είναι κολλημένος ισχυρά στον πυρήνα, από τον οποίο δύσκολα διαχωρίζεται και η ποικιλία αυτή προορίζεται κυρίως για την παραγωγή ηλιελαίου.

Ηλιέλαιο

Το ηλιέλαιο έχει υψηλή περιεκτικότητα σε ακόρεστα λιπαρά οξέα, βιταμίνη Ε και φυτικές στερόλες και χαμηλή περιεκτικότητα σε κορεσμένα λιπαρά οξέα. Χρησιμοποιείται στη διατροφή του ανθρώπου και των ζώων, στην παρασκευή μαργαρίνης, στη βιομηχανία για την παρασκευή καλλυντικών, χρωμάτων, βερνικιών, σαπουνιών, λιπαντικών κ.ά., ενώ τα τελευταία χρόνια ιδιαίτερο ενδιαφέρον έχει αποκτήσει η χρήση του για την παρασκευή βιοκαύσιμου «βιοντίζελ» (SAE 1983, Flagella et al. 2002, Zheljazkov et al. 2008, Garces et al. 2009, NSA 2009, Wikipedia 2010b).

Η κατεργασία του ηλιόσπορου για την εξαγωγή του ελαίου μπορεί να γίνει με τρεις διαφορετικές μεθόδους (Senkoylu and Dale 1999, Spais et al. 2002, Garces et al. 2009, NSA 2009):

- Τη μέθοδο συμπίεσης ή έκθλιψης, κατά την οποία παραμένει 5,0% ως 10,0% έλαιο.
- Τη μέθοδο συνεχούς εκχύλισης, κατά την οποία παραμένει 2,0% ως 3,5 % έλαιο.
- Τη μέθοδο εκχύλισης μετά από συμπίεση, κατά την οποία παραμένει 0,5% ως 1,5 % έλαιο (διάγραμμα 1).

Table 2. Chemical composition of sunflower seed.

Πίνακας 2. Χημική σύσταση ηλιόσπορου σύμφωνα με το σύστημα Weende.

	Χημική σύσταση	
	Ποικιλία με 25% έλαιο	**Ποικιλία με 40% έλαιο**
Ξηρή Ουσία, %	90,0	90,0
Ολ. Αζωτούχες Ουσίες, %	23,5	19,6
Ολ. Λιπαρές Ουσίες, %	25,0	44,0
Ολ. "Κυτταρίνες", %	24,1	22,5
Τέφρα, %	3,8	3,7

Schneiter (1997), Senkoylu and Dale (1999)

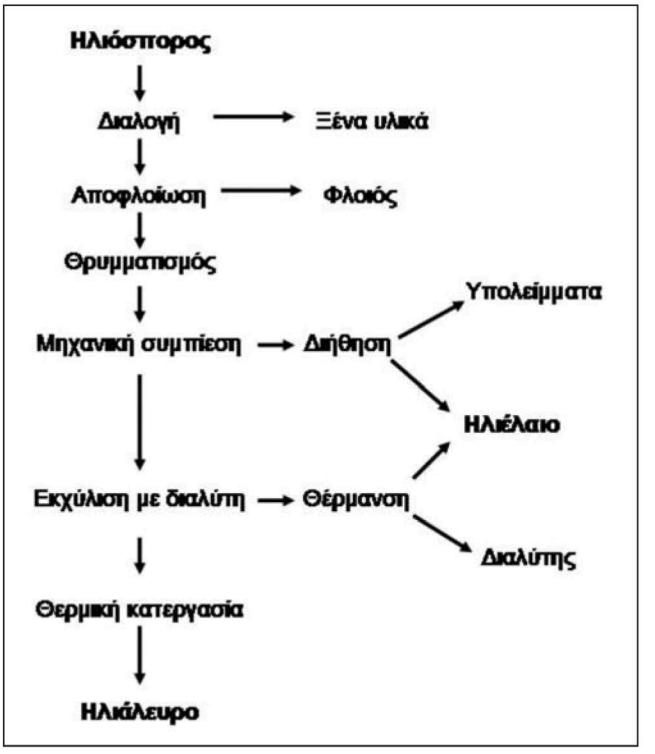


Figure 1. Flowchart of pre-press solvent processing of sunflower seed for the production of sunflower oil and meal.

Διάγραμμα 1. Διάγραμμα ροής των σταδίων κατεργασίας του ηλιόσπορου για την παραλαβή του ηλιελαίου και του ηλιαλεύρου με τη μέθοδο εκχύλισης μετά από συμπίεση

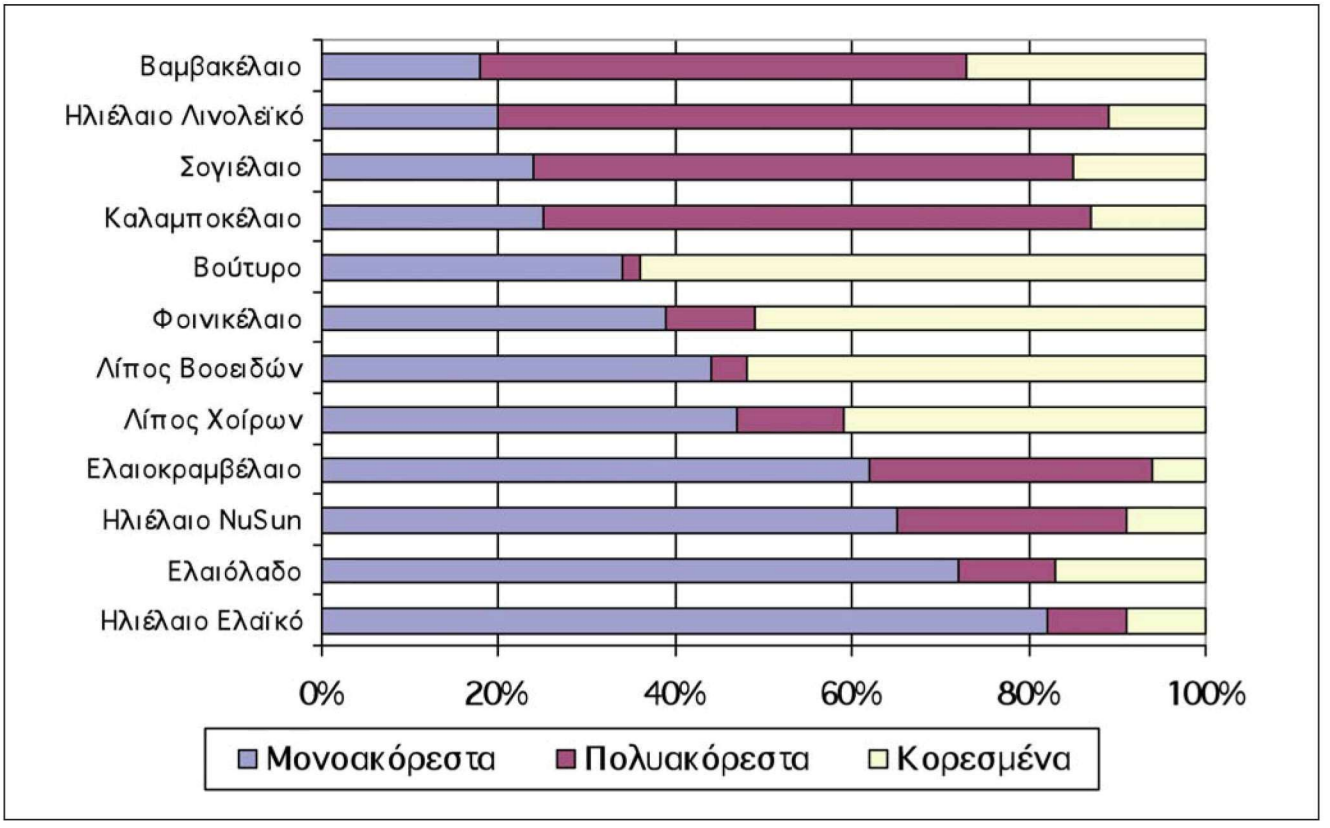


Figure 2. Average content (%) of monounsaturated, polyunsaturated and saturated fatty acids in various oils and fats.

Διάγραμμα 2. Μέση εκατοστιαία περιεκτικότητα διαφόρων ελαίων και λιπών σε μονοακόρεστα, πολυακόρεστα και κορεσμένα λιπαρά οξέα. Gunstone et al. (1994), McClure (2008), Zheljazkov et al. 2008, NSA (2009), CCFO (2009).

Η παγκόσμια παραγωγή ηλιελαίου κατατάσσεται στην 4η θέση, μετά από αυτή του σογιελαίου, το φοινικελαίου και το ελαιοκραμβελαίου. Κατά το έτος 2007 παράχθηκαν παγκοσμίως 10,1 εκατομμύρια τόννοι ηλιελαίου (McClure 2008, NSA 2009, FAO 2009).

Η σύσταση του ηλιελαίου σε λιπαρά οξέα εξαρτάται κυρίως από την ποικιλία του ηλίανθου, καθώς επίσης από το έδαφος, το κλίμα και τη μέθοδο καλλιέργειας. Ως κλασικές - λινολεϊκές ποικιλίες ηλιόσπορου θεωρούνται αυτές που έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε λινολεϊκό οξύ (17,8 % ελαϊκό οξύ και 68,7 % λινολεϊκό οξύ κ.μ.ό), ενώ οι νεότερες - ελαϊκές ποικιλίες έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε ελαϊκό οξύ (80,6% ελαϊκό οξύ και 8,4% λινολεϊκό οξύ κ.μ.ό) (Putnam et al. 1990, Gunstone et al. 1994, Flagella et al. 2002, McKevith 2005, Zheljazkov et al. 2008, NSA 2009, Wikipedia 2010b). Κατά συνέπεια, ανάλογα με τη σύστασή του σε λιπαρά οξέα, το ηλιέλαιο διακρίνεται σε τρεις κύριες κατηγορίες (Gunstone et al. 1994, McClure 2008, Zheljazkov et al. 2008, NSA 2009, CCFO 2009):

- Αυτή που έχει υψηλή περιεκτικότητα σε πολυακόρεστα λιπαρά οξέα και κυρίως σε λινολεϊκό οξύ (ηλιέλαιο λινολεϊκό ή κλασικό),
- Αυτή που έχει υψηλή περιεκτικότητα σε μονοακόρεστα λιπαρά οξέα και κυρίως σε ελαϊκό οξύ (ηλιέλαιο ελαϊκό ή High-oleic),
- Αυτή που έχει ενδιάμεση περιεκτικότητα σε ελαϊκό οξύ, σε σύγκριση με τους δύο προηγούμενους τύπους, και λιγότερα κορεσμένα λιπαρά οξέα (ηλιέλαιο μέσο ελαϊκό ή NuSun),

ενώ σήμερα υπάρχουν και ποικιλίες ηλίανθου που παράγουν ηλιέλαιο η σύσταση του οποίου σε λιπαρά οξέα είναι διαφορετική από αυτή των παραπάνω κατηγοριών (Garces et al. 2009). Όπως φαίνεται στο διάγραμμα 2, το ελαϊκό ηλιέλαιο, καθώς και το μέσο ελαϊκό ή NuSun, έχουν παρόμοια χημική σύσταση με αυτήν του ελαιολάδου, το οποίο θεωρείται από την ιατρική κοινότητα ως το πλέον κατάλληλο έλαιο για τη διατροφή του ανθρώπου, με σκοπό την πρόληψη διαφόρων ασθενειών και για το λόγο αυτό το ελαιόλαδο αποτελεί κύριο συστατικό της μεσογειακής διατροφής, την οποία οι εξειδικευμένοι επιστήμονες θεωρούν ως πρότυπο διατροφής (Keys et al. 1986, Covas 2007).

Table 3. Average content (%) of main fatty acids in various vegetable oils.

Πίνακας 3. Μέση εκατοστιαία περιεκτικότητα διαφόρων φυτικών ελαίων στα κυριότερα λιπαρά οξέα.

	Λιπαρά οξέα, %					
Φυτικά έλαια	**Παλμιτικό οξύ** C16:0	**Παλμιτελαϊκό οξύ** C16:1	**Στεαρικό οξύ** C18:0	**Ελαϊκό οξύ** C18:1	**Λινολεϊκό οξύ** C18:2	**Λινολενικό οξύ** C18:3
Ηλιέλαιο λινολεϊκό	5,6 - 7,6	0,0 - 0,3	2,7 - 6,5	14,0 - 39,4	48,3 - 74,0	0,0 - 0,2
Σογιέλαιο	8,0 - 13,3	0,0 - 0,2	2,4 - 5,4	17,7 - 26,1	49,8 - 57,1	5,5 - 9,5
Καλαμποκέλαιο	8,6 - 16,5	0,0 - 0,4	1,0 - 3,3	20,0 - 42,2	39,4 - 62,5	0,5 - 1,5
Βαμβακέλαιο	21,4 - 26,4	0,0 - 1,2	2,1 - 3,3	14,7 - 21,7	46,7 - 58,2	0,0 - 0,4
Ελαιόλαδο	12,0 κ.μ.ό	0,4 κ.μ.ό	4,0 κ.μ.ό	72,0 κ.μ.ό	10,0 κ.μ.ό	0,3 κ.μ.ό

Gunstone et al. (1994), Zheljazkov et al. (2008), CCFO (2009)

Table 4. Tocopherol content in some vegetable oils.

Πίνακας 4. Συγκέντρωση τοκοφερολών σε ορισμένα φυτικά έλαια.

Φυτικά έλαια	**Συγκέντρωση τοκοφερολών, mg/kg**		
	α-τοκοφερόλη	**β-τοκοφερόλη**	**γ-τοκοφερόλη**
Ηλιέλαιο	487	-	51
Σογιέλαιο	75	15	797
Καλαμποκέλαιο	112	50	602
Βαμβακέλαιο	389	-	387
Ελαιόλαδο	119	-	7

Gunstone et al. (1994), CCFO (2009)

Από τα στοιχεία του διαγράμματος 2 και του πίνακα 3 φαίνεται ότι το ηλιέλαιο έχει χαμηλή περιεκτικότητα σε κορεσμένα λιπαρά οξέα και υψηλή περιεκτικότητα σε ακόρεστα λιπαρά οξέα, κυρίως λινολεϊκό ή/και ελαϊκό οξύ, ενώ όπως φαίνεται στον πίνακα 4, το ηλιέλαιο έχει υψηλή συγκέντρωση τοκοφερολών (βιταμίνης Ε) και ιδιαίτερα α-τοκοφερόλης, σε σύγκριση με τα άλλα συνήθη φυτικά έλαια (Hofland 1990, Gunstone et al. 1994, CCFO 2009, Garces et al. 2009, Warner et al. 2009). Επίσης, το ηλιέλαιο περιέχει σημαντική ποσότητα φυτικών στερολών (2400 – 5000 mg/kg) (McKevith 2005, Warner et al. 2009, Wikipedia 2010c).

Ανάλογα με το αν έχει υποστεί κατεργασία μετά τη συλλογή του ή όχι, το ηλιέλαιο διακρίνεται σε δύο τύπους (Cox 1979, Wiseman et al. 1992, Sheehy et al. 1994, NSA 2009):

- Το ακατέργαστο ή «μπρούτο» όπως εξάγεται από το ελαιούχο σπέρμα (με ή χωρίς διήθηση).
- Το εξευγενισμένο ή «ραφιναρισμένο», το οποίο έχει υποστεί «ραφινάρισμα», μια κατεργασία που εξουδετερώνει την οξύτητά του και αφαιρεί κηρούς, κόμμεα, φωσφατίδια, ελεύθερα λιπαρά οξέα, χρωστικές και οσμηρές ουσίες, μυκοτοξίνες και κατάλοιπα φυτοφαρμάκων. Ωστόσο, η κατεργασία αυτή επηρεάζει την αναλογία των λιπαρών οξέων και αφαιρεί ένα σημαντικό ποσοστό της βιταμίνης Ε και των φυτικών στερολών, ενώ ανεβάζει και το τελικό κόστος του προϊόντος.

Το ηλιέλαιο μπορεί να αντικαταστήσει πλήρως το σογιέλαιο και τα άλλα συνήθη έλαια όταν προστίθεται στο σιτηρέσιο των παραγωγικών ζώων, με σκοπό την αύξηση του ενεργειακού περιεχομένου του, καθώς και την κάλυψη των αναγκών τους σε απαραίτητα λιπαρά οξέα. Σύμφωνα με το Novus (1992), το ηλιέλαιο περιέχει κατά μέσο όρο 2,93 νομευτικές μονάδες καθαρής ενέργειας/kg ή 8704 Kcal μεταβολιστέας ενέργειας/kg ή 8329 Kcal καθαρής ενέργειας/kg. Επιπλέον, δεν περιέχει αντιδιατροφικούς παράγοντες που να περιορίζουν το ποσοστό συμμετοχής του, τόσο στη διατροφή του ανθρώπου όσο και των παραγωγικών ζώων (Spais et al. 2002, NSA 2009). Ωστόσο, αξίζει να αναφερθεί ότι είναι αναγκαίος ο τακτικός έλεγχος της ποιότητάς του, καθώς κατά καιρούς παρουσιάζονται διεθνώς περιστατικά επιμόλυνσής του από ορυκτέλαια, τοξικές ουσίες ή βαρέα μέταλλα (Spais et al. 2002, FSA 2008, Wikipedia 2010b).

Τα τελευταία χρόνια πολλοί ερευνητές μελετούν την επίδραση του ηλιελαίου στη μεταβολή της σύστασης του γάλατος και του κρέατος των παραγωγικών ζώων, ώστε να αποκτήσουν χαρακτηριστικά περισσότερο επιθυμητά για τον άνθρωπο καταναλωτή. Και αυτό γιατί, σύμφωνα με αρκετούς ερευνητές (Dhiman et al. 2000, Chilliard and Ferlay 2004, Collomb et al. 2004, Palmquist et al. 2005, Shingfield et al. 2005, Luna et al. 2008, Hervas et al. 2009), η προσθήκη ηλιελαίου

Table 5. Chemical composition, metabolisable energy, calcium and total phosphorus content of sunflower meal, according to sunflower seed processing method for oil extraction.

Πίνακας 5. Χημική σύσταση ηλιαλεύρου σύμφωνα με το σύστημα Weende και περιεκτικότητά του σε μεταβολιστέα ενέργεια, ασβέστιο και ολικό φωσφόρο, ανάλογα με τη μέθοδο κατεργασίας του ηλιόσπορου για την παραλαβή του ηλιελαίου.

Μέθοδος κατεργασίας	Ολικές Αζωτούχες Ουσίες %	Ολικές «Κυτταρίνες» %	Ολικές Λιπαρές Ουσίες %	Υγρασία %	Μεταβολιστέα Ενέργεια Kcal / kg	Ασβέστιο %	Ολικός Φωσφόρος %
Συμπίεση χωρίς αποφλοίωση	24	32	10,4	10	1.585	0,35	1,00
Συμπίεση μετά από πλήρη αποφλοίωση	32	12	7,0	10	1.890	0,26	0,90
Εκχύλιση χωρίς αποφλοίωση	29	25	1,0	10	1.181	0,35	1,00
Εκχύλιση μετά από μερική αποφλοίωση	37	18	1,5	10	1.599	0,30	0,97
Εκχύλιση μετά από πλήρη αποφλοίωση	44	12	2,8	10	2.244	0,25	0,90

Novus (1992), NRC (1994), Senkoylu and Dale (1999), Harrington et al. (2009), NSA (2009)

στην τροφή γαλακτοπαραγωγών αγελάδων και αιγοπροβάτων μπορεί να επηρεάσει την αναλογία των λιπαρών οξέων του παραγόμενου γάλατος, μειώνοντας την αναλογία των κορεσμένων λιπαρών οξέων και αυξάνοντας αυτή των ακόρεστων ω-3 και ω-6 λιπαρών οξέων, καθώς και την αναλογία του συζευγμένου λινολεϊκού οξέος (CLA). Ομοίως, η προσθήκη ηλιελαίου στην τροφή των παραγωγικών ζώων μπορεί να επηρεάσει τη χημική σύσταση, το χρωματισμό, την οξειδωτική σταθερότητα και την αναλογία των λιπαρών οξέων, του κρέατος και των εντοσθίων τόσο των μεγάλων και μικρών μηρυκαστικών (Mir et al. 2000, Dhiman 2001, Ivan et al. 2001, Poulson et al. 2004, Scislowski et al. 2005, Schmid et al. 2006, Wood et al. 2008, Yu et al. 2008, Jeronimo et al. 2009), όσο και των χοίρων (Dugan 2000, 2001, Schmid et al. 2006, Latour and Schinckel 2007, Wood et al. 2008) και των κρεοπαραγωγών ορνιθίων (Sell and Hodgson 1962, Balevi and Coskun 2000a, Crespo and Esteve-Garcia 2001, Schmid et al. 2006), αλλά και των αυγών των ορνίθων (Balevi and Coskun 2000b).

Το ηλιέλαιο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη σύνθεση σιτηρεσίων σε κάθε είδος παραγωγικού ζώου, σύμφωνα πάντοτε με τις ενεργειακές του ανάγκες και τις προϋποθέσεις καταρτισμού ενός ορθολογικού σιτηρεσίου. Με βάση τα παραπάνω, το ποσοστό συμμετοχής του μπορεί να φτάσει στα μηρυκαστικά το 5%, ενώ στα μονογαστρικά να κυμανθεί από 6% έως 10% (Spais et al. 2001, 2002). Τέλος, η τιμή του ηλιελαίου στην ελληνική αγορά είναι κατά κανόνα χαμηλότερη αυτής του σογιελαίου κατά 10% έως 25%, και μάλιστα το ακατέργαστο είναι φτηνότερο από το ραφιναρισμένο.

Υποπροϊόντα σπορελαιουργίας ηλιόσπορου: Ηλιάλευρο - Ηλιοπλακούντας

Το ηλιάλευρο και ο ηλιοπλακούντας είναι τα κύρια υποπροϊόντα που απομένουν μετά την παραλαβή του ελαίου από τον ηλιόσπορο. Ανάλογα, όμως, με τον τρόπο παραλαβής του ελαίου διαμορφώνεται και η μορφή του υποπροϊόντος, το οποίο μπορεί να είναι άλευρο ή πλακούντας, όπου συχνά αναφέρεται και ως ηλιόπιτα ή ηλιανθόπιτα ή πλακούντας σπερμάτων ηλίανθου. Το υποπροϊόν της ελαιουργίας συχνά κυκλοφορεί στην αγορά και σε μορφή συμπήκτων (pellets). Εξαιτίας της χαμηλής περιεκτικότητάς του σε υγρασία μπορεί να αποθηκευτεί για μεγάλα χρονικά διαστήματα χωρίς σημαντική υποβάθμιση της ποιότητάς του και της θρεπτικής του αξίας (Senkoylu and Dale 1999, Spais et al. 2002, NSA 2009, Anderson 2010).

Η παγκόσμια παραγωγή του ηλιαλεύρου κατατάσσεται στην τέταρτη θέση, μετά από αυτήν του σογιαλεύρου, της βαμβακόπιτας και του πλακούντα ελαιοκράμβης. Κατά το έτος 2007 παράχθηκαν παγκοσμίως 11,5 εκατομμύρια τόννοι ηλιαλεύρου (NSA 2009, FAO 2009, Anderson 2010).

Ανάλογα με την ποικιλία του ηλίανθου, το βαθμό αποφλοίωσής του και τη μέθοδο κατεργασίας για την παραλαβή του ηλιελαίου, τα παραγόμενα υποπροϊόντα διαφέρουν σημαντικά τόσο στη χημική σύστασή τους (πίνακας 5) όσο και στην εμφάνιση, την υφή και το

Table 6. Crude fiber, crude protein, lysine, methionine, cystine and threonine content of sunflower meal and some other oil meals.

Πίνακας 6. Περιεκτικότητα ηλιαλεύρου και άλλων υποπροϊόντων ελαιουργίας, σε ολικές «κυτταρίνες», ολικές αζωτούχες ουσίες, λυσίνη, μεθειονίνη, κυστίνη και θρεονίνη.

Πλακούντες ελαιουργίας	Ολικές «Κυτταρίνες» %	Ολικές Αζωτούχες Ουσίες %	Λυσίνη %	Μεθειονίνη %	Κυστίνη %	Θρεονίνη %
Ηλιάλευρο	12 – 32	24 – 44	1,18 – 1,49	0,74 – 0,79	0,55 – 0,59	1,21 – 1,48
Σογιάλευρο	3 – 7	44 – 48	2,81 – 3,20	0,60 – 0,75	0,69 – 0,74	0,71 – 2,00
Βαμβακόπιτα	25 – 30	24 – 41	1,05 – 1,71	0,41 – 0,72	0,64 – 0,70	1,32 – 1,36
Πλακούντας ελαιοκράμβης	10 – 15	34 – 36	2,00 – 2,12	0,67 – 0,75	0,54 – 0,91	1,53 – 2,21

Rhone Poulenc (1993), NRC (1994), Degussa (1996), Senkoylu and Dale (1999), Spais et al. (2002), NSA (2009), Anderson (2010)

χρωματισμό τους. Για παράδειγμα, το ηλιάλευρο που προέρχεται από μη αποφλοιωμένο ηλιόσπορο μπορεί να έχει περιεκτικότητα σε ολικές "κυτταρίνες" (ινώδεις ουσίες) μέχρι 32%, ενώ το ηλιάλευρο που προέρχεται από πλήρως αποφλοιωμένο ηλιόσπορο μπορεί να έχει περιεκτικότητα σε ολικές "κυτταρίνες" μέχρι 12%. Επίσης, η περιεκτικότητα σε ολικές πρωτεΐνες κυμαίνεται από 24% στο ηλιάλευρο που προέρχεται από μη αποφλοιωμένο ηλιόσπορο, μέχρι 44% στο ηλιάλευρο που προέρχεται από πλήρως αποφλοιωμένο ηλιόσπορο, άρα υπάρχει μια αντίστροφη σχέση μεταξύ της περιεκτικότητας σε ολικές "κυτταρίνες" και αυτής σε ολικές αζωτούχες ουσίες. Επιπλέον, η περιεκτικότητα του ηλιαλεύρου σε ολικές λιπαρές ουσίες κυμαίνεται από 7% έως 10% σε αυτό που προέρχεται από ηλιόσπορο που υποβλήθηκε σε συμπίεση, ενώ αντίστοιχα κυμαίνεται από 1% έως 3% σε εκείνο που προέρχεται από ηλιόσπορο που υποβλήθηκε σε εκχύλιση (Novus 1992, NRC 1994, Senkoylu and Dale 1999, Rama Rao et al. 2006, Harrington et al. 2009, NSA 2009, Anderson 2010).

Σε ό,τι αφορά την περιεκτικότητα του ηλιαλεύρου σε ενέργεια, αυτή εξαρτάται κυρίως από την περιεκτικότητά του σε ολικές αζωτούχες ουσίες και ολικές λιπαρές ουσίες, με αποτέλεσμα να κυμαίνεται σημαντικά μεταξύ των διαφόρων ηλιαλεύρων, π.χ. από 1.181 Kcal μεταβολιστέας ενέργειας/kg στο ηλιάλευρο που προέρχεται από ηλιόσπορο που δεν έχει αποφλοιωθεί και έχει υποστεί εκχύλιση, μέχρι 2.244 Kcal μεταβολιστέας ενέργειας/kg στο ηλιάλευρο που προέρχεται από ηλιόσπορο που έχει αποφλοιωθεί πλήρως και έχει υποστεί εκχύλιση. Επίσης, η περιεκτικότητά του σε ασβέστιο κυμαίνεται από 0,25 % έως 0,35%, ενώ σε ολικό φωσφόρο κυμαίνεται από 0,90% μέχρι 1,00%. Ακόμη, το ηλιάλευρο περιέχει σημαντική ποσότητα βιταμινών, όπως βιταμίνη Ε, βιταμίνες της ομάδας Β, νιασίνη, χολίνη και βιοτίνη, αν και η θερμική κατεργασία κατά την παραλαβή του ηλιελαίου μπορεί να υποβαθμίσει τη δραστικότητα και περιεκτικότητα των βιταμινών αυτών. Επιπλέον, ο χρωματισμός του ηλιαλεύρου μπορεί να είναι λιγότερο ή περισσότερο σκούρος ανάλογα με το βαθμό αποφλοίωσης του ηλιόσπορου και τη θερμοκρασία κατεργασίας αυτού (Novus 1992, NRC 1994, 1996, 1998, Senkoylu and Dale 1999, Rama Rao et al. 2006, Harrington et al. 2009, NSA 2009, Anderson 2010).

Στον πίνακα 6 παρουσιάζεται η θρεπτική αξία του ηλιαλεύρου σε σύγκριση με αυτή άλλων πλακούντων ελαιουργίας που χρησιμοποιούνται στη διατροφή των παραγωγικών ζώων. Από τον πίνακα αυτόν συνάγεται ότι το ηλιάλευρο έχει υψηλότερη περιεκτικότητα σε ολικές "κυτταρίνες" σε σχέση με το σογιάλευρο και τον πλακούντα ελαιοκράμβης, ενώ παραπλήσια με αυτήν της βαμβακόπιτας. Επίσης, σε ό,τι αφορά τις ολικές αζωτούχες ουσίες, το ηλιάλευρο έχει χαμηλότερη περιεκτικότητα σε σύγκριση με το σογιάλευρο, ενώ παραπλήσια με τη βαμβακόπιτα και τον πλακούντα ελαιοκράμβης. Ωστόσο, σε ό,τι αφορά τη βιολογική αξία των πρωτεϊνών του ηλιαλεύρου, θα πρέπει να ληφθεί υπ' όψιν τόσο η περιεκτικότητά του σε απαραίτητα αμινοξέα όσο και η πεπτικότητα των πρωτεϊνών του σε σύγκριση με τους άλλους πλακούντες ελαιουργίας. Πράγματι, σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα, το ηλιάλευρο έχει ως περιοριστικό παράγοντα το αμινοξύ λυσίνη, του οποίου η περιεκτικότητα είναι αρκετά χαμηλότερη σε σύγκριση με αυτήν του σογιαλεύρου και του πλακούντα ελαιοκράμβης, ενώ είναι παραπλήσια με αυτήν της βαμβακόπιτας. Αντίθετα, σε ό,τι αφορά τα θειούχα αμινοξέα μεθειονίνη και κυστίνη, το ηλιάλευρο έχει υψηλή

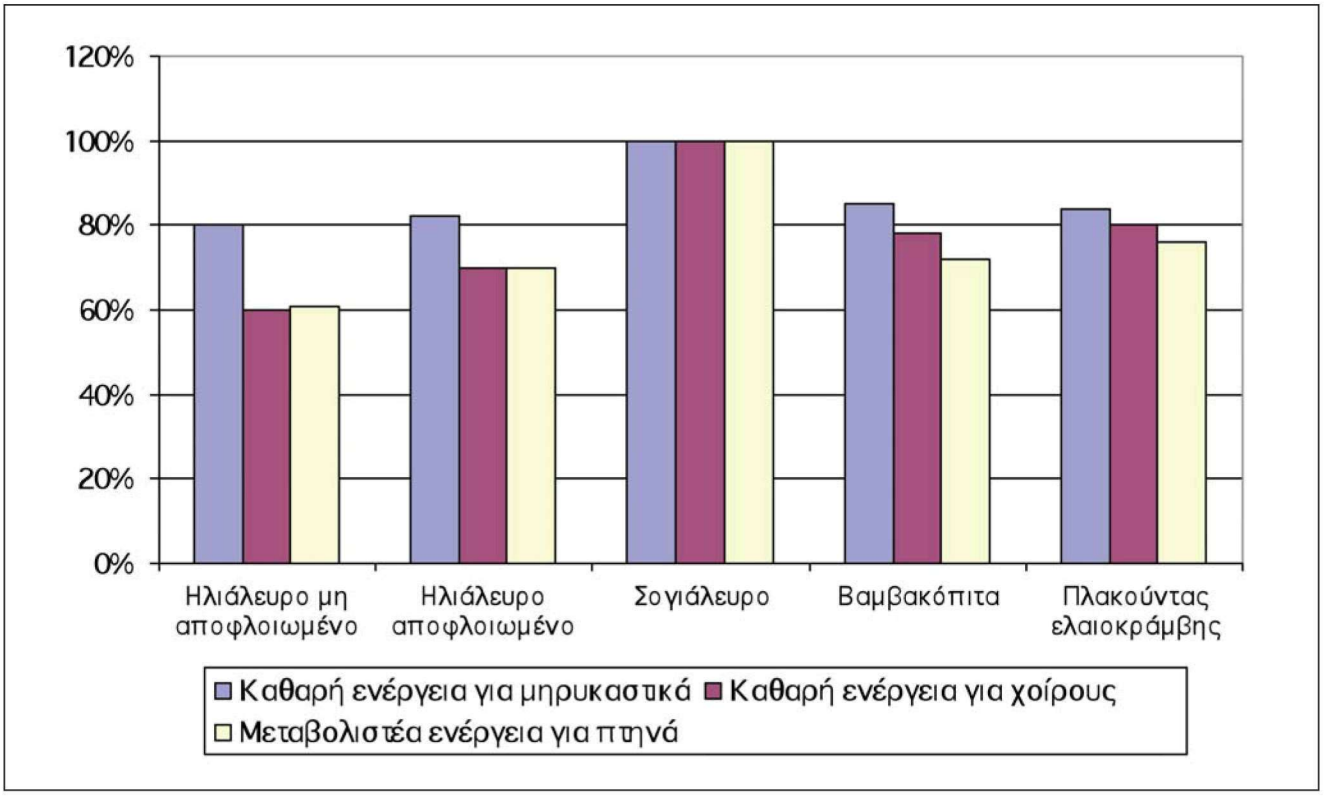


Figure 3. Energy content of sunflower meal, cottonseed meal and rapeseed meal compared to soyabean meal.

Διάγραμμα 3. Ενεργειακό περιεχόμενο του ηλιαλεύρου, της βαμβακόπιτας και του πλακούντα ελαιοκράμβης σε σύγκριση με το σογιάλευρο. Novus (1992), NRC (1994,1996,1998), Senkoylu and Dale (1999), Spais et al. (2002), Harrington et al. (2009), NSA (2009).

περιεκτικότητα και ιδιαίτερα σε ό,τι αφορά τη μεθειονίνη, έχει την υψηλότερη περιεκτικότητα σε σύγκριση με τους υπόλοιπους πλακούντες ελαιουργίας. Επιπλέον, η μέση πεπτικότητα των αμινοξέων διαφέρει μεταξύ των διαφόρων πλακούντων, αφού το ηλιάλευρο έχει υψηλή πεπτικότητα (89%), παραπλήσια αυτής του σογιαλεύρου (90,6%) και υψηλότερη της βαμβακόπιτας (76%) και του πλακούντα ελαιοκράμβης (85%). Μάλιστα, η πεπτικότητα φαίνεται να αυξάνεται όσο μειώνεται η περιεκτικότητα του ηλιαλεύρου σε ολικές κυτταρίνες, ενώ επηρεάζεται και από τις συνθήκες θερμικής κατεργασίας κατά την παρασκευή του. Επίσης, ο βαθμός διάσπασης των πρωτεϊνών του ηλιαλεύρου στη μεγάλη κοιλία των μηρυκαστικών είναι υψηλότερος (74%) σε σύγκριση με τον αντίστοιχο του σογιαλεύρου (66%) και του πλακούντα ελαιοκράμβης (68%) (Schingoethe and Ahrar 1979, Novus 1992, Rhone Poulenc 1993, NRC 1994, Degussa 1996, Senkoylu and Dale 1999, Spais et al. 2002, Harrington et al. 2009, NSA 2009, Anderson 2010).

Σε ό,τι αφορά το ενεργειακό περιεχόμενο του ηλιαλεύρου σε σύγκριση με αυτό των άλλων πλακούντων ελαιουργίας, αυτό ποικίλλει ανάλογα με το είδος του, αλλά και το είδος του ζώου. Όπως φαίνεται στο διάγραμμα 3, το ηλιάλευρο έχει χαμηλότερη περιεκτικότητα σε ενέργεια σε σχέση με το σογιάλευρο και ιδιαίτερα σε ό,τι αφορά τα μονογαστρικά ζώα, δηλαδή τους χοίρους και τα πτηνά. Ακόμη, το ηλιάλευρο σε σύγκριση με τη βαμβακόπιτα και τον πλακούντα ελαιοκράμβης έχει παραπλήσια περιεκτικότητα σε ενέργεια για τα μηρυκαστικά ζώα, ενώ χαμηλότερη για τα μονογαστρικά (Novus 1992, NRC 1994, 1996, 1998, Senkoylu and Dale 1999, Spais et al. 2002, Harrington et al. 2009, NSA 2009).

Οι περισσότεροι πλακούντες ελαιουργίας περιέχουν ορισμένους αντιδιατροφικούς παράγοντες, π.χ. το σογιάλευρο περιέχει τοξικούς και αντιπρωτεϊνολυτικούς παράγοντες, η βαμβακόπιτα περιέχει γκοσυπόλη και ο πλακούντας ελαιοκράμβης περιέχει θειοκυανογλυκοζίτες. Σε αντίθεση με τους παραπάνω πλακούντες, στο ηλιάλευρο ή ηλιοπλακούντα περιέχεται κάποια ποσότητα χλωρογενικού οξέος και κινικού οξέος, καθώς και ταννινών, ωστόσο οι ποσότητες των ουσιών αυτών μάλλον δεν θέτουν περιορισμούς

στη χρησιμοποίησή του ως ζωοτροφή στα συνήθη ποσοστά προσθήκης του ηλιαλεύρου στην τροφή των ζώων (Milic et al. 1968, Veresegyhazy and Fekete 1990, Ravidran and Blair 1992, Ferket and Middleton 1998, Trevino et al. 1998, Senkoylu and Dale 1999, Spais et al. 2002). Ακόμη, το ηλιάλευρο περιέχει μια σημαντική ποσότητα μη αμυλούχων πολυσακχαριτών (240-315 g/kg), όπως β-γλουκάνες, ξυλάνες, αραβινάνες, πηκτίνες κ.ά., ουσίες που δεν διασπώνται από το πεπτικό σύστημα των μονογαστρικών ζώων, με αποτέλεσμα να αυξάνεται το ιξώδες του περιεχομένου του πεπτικού σωλήνα και να μειώνεται η αξιοποίηση των θρεπτικών συστατικών της τροφής. Κατά συνέπεια, η περιεκτικότητα αυτή θα πρέπει να συνυπολογίζεται με την αντίστοιχη περιεκτικότητα των υπόλοιπων συστατικών της τροφής, καθώς με την προσθήκη σε αυτήν κυτταρινολυτικών ενζύμων μπορεί να βελτιωθεί περαιτέρω η πεπτικότητα του ηλιαλεύρου, ιδιαίτερα όταν αυτό προστίθεται σε υψηλά ποσοστά ή όταν η τροφή έχει υψηλή περιεκτικότητα σε μη αμυλούχους πολυσακχαρίτες εξαιτίας των δημητριακών καρπών που χρησιμοποιούνται (Knudsen 1997, Senkoylu and Dale 1999, Spais et al. 2001).

Με βάση τα παραπάνω, το ηλιάλευρο μπορεί να χρησιμοποιηθεί, τόσο στη διατροφή των μηρυκαστικών ζώων όσο και των μονογαστρικών:

Γαλακτοπαραγωγές αγελάδες. Το ηλιάλευρο μπορεί να αντικαταστήσει πλήρως το σογιάλευρο και να αποτελέσει το μοναδικό πλακούντα ελαιουργίας στο συμπληρωματικό σιτηρέσιο αγελάδων (Lardy and Anderson 2003, NSA 2009, Anderson 2010). Σε ανάλογα συμπεράσματα κατέληξαν, επίσης, και οι Schingoethe et al. (1977) και οι Parks et al. (1981), οι οποίοι διαπίστωσαν ότι η αντικατάσταση του σογιαλεύρου από μερικώς αποφλοιωμένο ή πλήρως αποφλοιωμένο ηλιάλευρο αντίστοιχα στο σιτηρέσιο γαλακτοπαραγωγών αγελάδων δεν επηρέασε σημαντικά τη γαλακτοπαραγωγή τους. Επίσης, σύμφωνα με τους Drackley and Schingoethe (1986) και τους Nishino et al. (1980), η συνδυασμένη χορήγηση ηλιαλεύρου και σογιαλεύρου που είχαν υποστεί εξώθηση με πίεση είχε καλύτερο αποτέλεσμα στις αποδόσεις αγελάδων υψηλής γαλακτοπαραγωγής, απ' ότι είχε η μεμονωμένη χορήγηση του κάθε πλακούντα. Εξάλλου, σύμφωνα με τους NSA (2009), όταν το ηλιάλευρο περιέχει υψηλή περιεκτικότητα σε έλαιο, μπορεί να αποτελέσει εξαιρετική υψιενεργειακή ζωοτροφή στα σιτηρέσια γαλακτοπαραγωγών αγελάδων. Τέλος, το ηλιάλευρο μπορεί να προστεθεί στο συμπληρωματικό σιτηρέσιο σε ποσοστό μέχρι 25% - 35% (Spais et al. 2002, Harrington et al. 2009).

Μοσχάρια. Σύμφωνα με τους Parks et al. (1980), Schingoethe (1981), NSA (2009) και Anderson (2010), το ηλιάλευρο μπορεί να αντικαταστήσει πλήρως το σογιάλευρο, στο συμπληρωματικό σιτηρέσιο μοσχαριών, αλλά και δαμάλων, χωρίς να επηρεάσει την αύξηση του σωματικού βάρους και την κατανάλωση τροφής. Επίσης, οι Stake et al. (1973), Ahrar and Schingoethe (1978) και Nishiro et al. (1980) αναφέρουν ότι η πεπτικότητα των πρωτεϊνών τόσο του ηλιαλεύρου όσο και του σογιαλεύρου σε μοσχάρια ήταν 79%, ενώ η πεπτικότητα της ενέργειας ήταν ελαφρώς χαμηλότερη στο ηλιάλευρο (73%) σε σχέση με το σογιάλευρο (78%) και αυτό το απέδωσαν στη χαμηλή πεπτικότητα του φλοιού του ηλιόσπορου. Σύμφωνα με μελέτες των Richardson and Anderson (1981), ηλιάλευρο με 31% περιεκτικότητα σε ολικές πρωτεΐνες ήταν πρωτεϊνικά ισοδύναμο της ουρίας όταν χορηγήθηκε σε μοσχάρια σε ποσοστό 20% στο συμπληρωματικό σιτηρέσιο τους, καθώς και πρωτεϊνικά ισοδύναμο της βαμβακόπιτας όταν χορηγήθηκε σε ποσοστό 11% του σιτηρεσίου τους (Richardson and Anderson 1981). Χορήγηση ηλιαλεύρου σε ποσοστό 22% στο συμπληρωματικό σιτηρέσιο μοσχαριών βελτίωσε την πεπτικότητα της ξηρής ουσίας και των πρωτεϊνών του σιτηρεσίου και αύξησε την κατακράτηση αζώτου. Ωστόσο, όταν παχυνόμενα μοσχάρια διατράφηκαν με μη αποφλοιωμένο ηλιάλευρο που περιείχε 28% ολικές πρωτεΐνες παρατηρήθηκε μείωση της μέσης ημερήσιας αύξησης και αύξηση του δείκτη μετατρεψιμότητας της τροφής συγκριτικά με αυτά που διατράφηκαν με πλήρως αποφλοιωμένο ηλιάλευρο που περιείχε 41% ολικές πρωτεΐνες (NDSU 1983).

Επίσης, όπως αναφέρουν οι Richardson and Anderson (1981), το ηλιάλευρο ήταν εξίσου ελκυστικό με το σογιάλευρο όταν προσθέτονταν στο σιτηρέσιο των μοσχαριών. Τέλος, το ηλιάλευρο μπορεί να προστεθεί στο συμπληρωματικό σιτηρέσιο μοσχαριών σε ποσοστό μέχρι 25% - 35% (Spais et al. 2002, Harrington et al. 2009).

Αιγοπρόβατα. Το ηλιάλευρο μπορεί να χρησιμοποιηθεί στο σιτηρέσιο αιγοπροβάτων όλων των ηλικιών, αντικαθιστώντας το σογιάλευρο και τους άλλους πλακούντες ελαιουργίας. Σύμφωνα με τον Economides (1998), προβατίνες και αίγες που διατράφηκαν με ηλιάλευρο είχαν παρόμοια γαλακτοπαραγωγή, σε σύγ-

κριση με μάρτυρες που διατράφηκαν με σιτηρέσιο το οποίο περιείχε σογιάλευρο. Επίσης, όπως αναφέρουν οι Erickson et al. (1980) και Insley et al. (1983), η προσθήκη ηλιαλεύρου, με 41% περιεκτικότητα σε ολικές πρωτεΐνες, στο συμπληρωματικό σιτηρέσιο αναπτυσσόμενων και παχυνόμενων αρνιών είχε ανάλογα αποτελέσματα με αυτά της προσθήκης σογιαλεύρου ή βαμβακόπιτας. Παρ' όλα αυτά, οι ίδιοι ερευνητές παρατήρησαν ότι η προσθήκη μείγματος ηλιαλεύρου και σογιαλεύρου (1:1) δεν επηρέασε τα αποτελέσματα σε σχέση με την προσθήκη μόνο σογιαλεύρου. Σε σύγκριση με τη βαμβακόπιτα, η προσθήκη ηλιαλεύρου προκάλεσε τάση για βελτίωση της μέσης ημερήσιας αύξησης, και ιδιαίτερα όταν το σιτηρέσιο είχε χαμηλή περιεκτικότητα σε ολικές πρωτεΐνες. Ακόμη, η σωματική αύξηση και η παραγωγή μαλλιού προβάτων που διατράφηκαν με σιτηρέσια που είχαν χαμηλή περιεκτικότητα σε ολικές πρωτεΐνες, ήταν καλύτερη στην περίπτωση της προσθήκης ηλιαλεύρου παρά βαμβακόπιτας, γεγονός που πιθανώς να οφείλεται στη μεγαλύτερη περιεκτικότητα του ηλιαλεύρου σε μεθειονίνη (Richardson et al. 1981). Επίσης, σύμφωνα με τον Titi (2003), το ηλιάλευρο αντικατέστησε πλήρως το σογιάλευρο σε σιτηρέσιο εριφίων, χωρίς επίδραση στις αποδόσεις τους. Τέλος, σύμφωνα με τους Spais et al. (2002) και Harrington et al. (2009) το ηλιάλευρο μπορεί να προστεθεί στο συμπληρωματικό σιτηρέσιο αιγοπροβάτων σε ποσοστό μέχρι 25% - 35%.

Χοίροι. Σε ό,τι αφορά τη χρήση του ηλιαλεύρου στη διατροφή των χοίρων, υπάρχουν ορισμένοι περιορισμοί κυρίως λόγω της υψηλής περιεκτικότητάς του σε ολικές κυτταρίνες και της χαμηλής περιεκτικότητάς του σε λυσίνη. Ηλιάλευρο με χαμηλή περιεκτικότητα σε ολικές κυτταρίνες και υψηλή περιεκτικότητα σε ολικές πρωτεΐνες μπορεί να αντικαταστήσει επιτυχώς το 25% - 50% του σογιαλεύρου στα σιτηρέσια χοίρων (NRC 1998, Seerley et al. 1974, Carellos et al. 2005, NSA 2009). Στην περίπτωση, όμως, που το ηλιάλευρο αντικαταστήσει στο σιτηρέσιο χοίρων το 50% ή και περισσότερο του σογιαλεύρου, είναι αναγκαία η προσθήκη λυσίνης, ιδιαίτερα στα νεαρά χοιρίδια και τους αναπτυσσόμενους χοίρους και λιγότερο αναγκαία στους παχυνόμενους χοίρους. Ωστόσο, αν το ηλιάλευρο έχει αυξημένη περιεκτικότητα σε ολικές κυτταρίνες και μειωμένη περιεκτικότητα σε ολικές πρωτεΐνες, τότε υψηλό ποσοστό προσθήκης του στο σιτηρέσιο μπορεί να οδηγήσει σε μείωση της πρόσληψης τροφής και της αύξησης του σωματικού βάρους (Baird 1981, Gargallo and Zimmerman 1981, Wahlstrom 1985, NSA 2009). Αξίζει να σημειωθεί ότι το ποσοστό των ολικών «κυτταρινών» στο σιτηρέσιο των χοιριδίων θα πρέπει να κυμαίνεται από 2% έως 5%, ενώ των συών και κάπρων από 5% έως 7% (Miller et al. 1991, Katsaounis and Spais 1998, Blair 2007). Τέλος, λαμβάνοντας υπ' όψιν τα παραπάνω, το ηλιάλευρο μπορεί να προστεθεί στο σιτηρέσιο σε ποσοστό 10% - 20% (Spais et al. 2002, Harrington et al. 2009, NSA 2009).

Πτηνά. Το ηλιάλευρο με χαμηλή περιεκτικότητα σε ολικές κυτταρίνες και υψηλή περιεκτικότητα σε ολικές πρωτεΐνες μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη διατροφή των κρεοπαραγωγών ορνιθίων και να αντικαταστήσει εν μέρει το σογιάλευρο, εφόσον το ποσοστό ολικών κυτταρινών του σιτηρεσίου δεν ξεπερνά τις φυσιολογικές ανάγκες των ορνιθίων (NRC 1994, Spais et al. 2002, NSA 2009). Σύμφωνα με τους Yannakopoulos et al. (1993), κρεοπαραγωγά ορνίθια στην τροφή των οποίων είχε προστεθεί 5% ηλιάλευρο, προς αντικατάσταση αντίστοιχης ποσότητας σογιαλεύρου, είχαν μεγαλύτερο σωματικό βάρος στη σφαγή σε σύγκριση με τους μάρτυρες που είχαν διατραφεί με ένα σύνηθες σιτηρέσιο με βάση τα σπέρματα καλαμποκιού και το σογιάλευρο. Επίσης, επειδή το ηλιάλευρο έχει χαμηλή περιεκτικότητα σε λυσίνη, είναι αναγκαία η προσθήκη επιπλέον λυσίνης στα σιτηρέσια κρεοπαραγωγών ορνιθίων που περιέχουν περισσότερο από 5% ηλιάλευρο, ενώ είναι πιθανώς αναγκαία και η προσθήκη θρεονίνης, καθώς και ελαίων ή λιπών με σκοπό την αύξηση της ενέργειας του σιτηρεσίου (McNaughton and Deaton 1981, Zatari and Sell 1990, Senkoylu and Dale 1999, Harrington et al. 2009, Rama Rao et al. 2006). Το ηλιάλευρο μπορεί να συμμετέχει σε ποσοστό μέχρι 15% σε σιτηρέσια κρεοπαραγωγών ορνιθίων που διατρέφονται με αλευρώδη τροφή, ενώ το ποσοστό συμμετοχής του μπορεί να αυξηθεί μέχρι 20 - 30%, εφόσον η τροφή έχει υποστεί σύμπηξη, καθώς με την κατεργασία αυτή διευκολύνεται η πρόσληψη της τροφής από το πτηνό και αυξάνεται η πεπτικότητα των θρεπτικών συστατικών της (Senkoylu and Dale 1999, Spais et al. 2002, Harrington et al. 2009).

Ακόμη, σε ό,τι αφορά τις αυγοπαραγωγές όρνιθες, οι οποίες ανέχονται καλύτερα τα υψηλότερα επίπεδα ολικών κυτταρινών στο σιτηρέσιό τους και χρειάζονται μικρότερη ποσότητα λυσίνης στην τροφή τους, αλλά μεγαλύτερη ποσότητα μεθειονίνης και κυστίνης, το ηλιάλευρο μπορεί να αντικαταστήσει εν μέρει ή και πλήρως το σογιάλευρο, ενώ είναι πιθανή η ανάγκη

προσθήκης επιπλέον λυσίνης, καθώς και ελαίων ή λιπών με σκοπό την αύξηση της ενέργειας του σιτηρεσίου (NRC 1998, NSA 2009). Σύμφωνα με τους Senkoylu and Dale (1999), σε μια εργασία ανασκόπησης αρκετών ερευνητικών δημοσιεύσεων, το ηλιάλευρο αντικατέστησε με επιτυχία το σογιάλευρο στο σιτηρέσιο αυγοπαραγωγών ορνίθων, σε ποσοστό 50% έως 100%, χωρίς αρνητικές επιπτώσεις στην ωοτοκία. Επίσης, σύμφωνα με τους McNaughton and Deaton (1981), Francesh et al. (1995), Senkoylu and Dale (1999), Spais et al. (2002), Harrington et al. (2009), το ηλιάλευρο μπορεί να συμμετέχει σε ποσοστό μέχρι 10% - 25% σε σιτηρέσια αυγοπαραγωγών ορνίθων.

Επιπλέον, το ηλιάλευρο μπορεί να χρησιμοποιηθεί στα σιτηρέσια και άλλων παραγωγικών πτηνών, όπως παπιών, χηνών, ορτυκιών, στρουθοκαμήλων, χωρίς δυσμενείς επιπτώσεις στις αποδόσεις τους και στα χαρακτηριστικά του σφάγιου τους (Christaki et al. 1994, NRC 1994, Senkoylu and Dale 1999).

Τέλος, σε ό,τι αφορά την τιμή του ηλιαλεύρου, αυτή είναι χαμηλότερη εκείνης του σογιαλεύρου κατά 40% έως 60%. Ωστόσο, το οικονομικό όφελος της προσθήκης του ηλιαλεύρου στα ορθολογικά σιτηρέσια των παραγωγικών ζώων εξαρτάται και από την τιμή των συνθετικών αμινοξέων, των ελαίων και των λιπών που συνήθως απαιτείται να προσθέτονται σε αυτά.

Με βάση όσα προαναφέρθηκαν συμπεραίνεται ότι το ηλιέλαιο μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη διατροφή των παραγωγικών ζώων σε πλήρη αντικατάσταση του σογιελαίου, ενώ το ηλιάλευρο μπορεί να αντικαταστήσει μερικώς (στα μονογαστρικά, ειδικά στους χοίρους) ή πλήρως (στα μηρυκαστικά) το σογιάλευρο.

REFERENCES - ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ahrar M. and DJ Schingoethe (1978). The feeding value of regular and heat-treated soybean meal and sunflower meal for dairy calves. Journal of Dairy Science 61(1): 168

Anderson V (2010) Sunflower Meal in Beef Diets. NDSU Extension Service, North Dakota State University, North Dakota, USA. http://www.ag.ndsu.nodak.edu/carringt/livestock/Beef%20Report%2002/sunflower%20meal.htm [accessed 25 February 2010]

Baird DM (1981) Sunflowers: swine applications. Feed Mgt 32(6): 32.

Balevi T and Coskun B (2000a) Effects of some oils used in broiler rations on performance and fatty acid compositions in abdominal fat. Revue de Medecine Veterinaire 151 (10): 937-944

Balevi T and Coskun B (2000b) Effects of some dietary oils on performance and fatty acid composition of eggs in layers. Revue de Medecine Veterinaire 151 (8-9): 847-854

Blair E. (2007) Nutrition and feeding of organic pigs. Cabi, North American Office, USA

Carellos DDC, Lima JADF, Fialho ET, Freitas RTFDF, Silva HO, Branco PAC, Souza ZAD, Neto JV (2005) Evaluation of sunflower meal on growth and carcass traits of finishing pigs. Ciênc. agrotec. Lavras 29(1): 208-215

CCFO (2009) Codex Committee on Fats and Oils. http://ccfo.moh.gov.my [accessed 14 January 2009]

Chilliard Y and Ferlay A. (2004) Dietary lipids and forages interactions on cow and goat milk fatty acid composition and sensory properties. Reproduction Nutrition and Development 44 467–492

Christaki EV, Florou-Paneri P, Tserveni-Gousi AL, Spais AV (1994) Effect of sunflower seed meal on the performance and carcass characteristics of growing Japanese quail. Animal feed science and technology 48(1-2): 169-174

Collomb M, Sieber R, Butikofer U (2004) CLA isomers in milk fat from cows fed diets with high levels of unsaturated fatty acids. Lipids 39:355–364

Covas MI (2007) Olive oil and the cardiovascular system. Pharmacol. Res. 55(3) 175-186

Cox J. (1979) The sunflower seed huller and oil press. Organic Gardening, April

Crespo N and Esteve-Garcia E (2001) Dietary Fatty Acid Profile Modifies Abdominal Fat Deposition in Broiler Chickens. Poultry Science, 80:71-78

Degussa (1996) The Amino Acid Compositions of Feedstuffs. Degussa Feed Additives, Degussa AG, Hanau, Germany

Dhiman TR (2001) Role of diet on conjugated linoleic acid content of milk and meat. Journal of Animal Science 79 (Suppl. 1/J)

Dhiman TR, Satter LD, Pariza MW, Galli MP, Albright K, Tolosa MX (2000) Conjugated Linoleic Acid (CLA). Content of Milk from Cows Offered Diets Rich in Linoleic and Linolenic Acid. Journal of Dairy Science,83: 1016-1027

Drackley JK and DJ Schingoethe (1986) Extruded blend of soybean meal and sunflower seeds for dairy cattle in early lactation. Journal of Dairy Science 69: 371

Dugan MER, Aalhus JL, Lien KA (2001) Positively impaction the carcass by adding fat to the diet. In: Focus on the Future Conference, February 20-21, 2001, Red Deer, Alberta, Canada

Dugan MER, Aalhus JL, Lien KA, Kramer JKG, Schaefer AL, Jeremiah LE (2000) Feeding different levels of CLA and total fat to pigs: effects on growth, carcass composition and pork quality. American Oil Chemists Society Annual Meeting, San Diego, CA, USA

Economides S (1998) The nutritive value of sunflower meal and its effect on replacing cereal straw in the diets of lactation ewes and goats. Livestock Production Science 55: 89-97

Erickson DO, Hankel M, Light MR, Limesand W, Faller T (1980). Sunflower meal vs. soybean meal for feeder lambs. Journal of Dairy Science 51 (Suppl. 1): 96

FAO (2009) Food And Agriculture Organization Of The United Nations. http://www.fao.org/corp/statistics/en/ [accessed 18 January 2009]

Ferket PR and Middleton T (1998) Antinutrients in poultry feeds. In: Proceedings of the 10th WPSA European Poultry Conference, Jerusalem, Israel: pp. 41-52

Flagella Z, Rotunno T, Tarantino E, Di Caterina R, De Caro A (2002) Changes in seed yield and oil fatty acid composition of high oleic

sunflower (Helianthus annuus L.) hybrids in relation to the sowing date and the water regime. European Journal of Agronomy 17:221–230

Francesh M, Perez-Vedrell AM, Garcia EE, Brufau J (1995) Enzyme supplementation of a barley and sunflower-based diet on laying hen performance. Journal of Applied Poultry Research 4: 32-40

FSA, Food Standards Agency (2008) Presence of mineral oil in sunflower oil from Ukraine. Reference ID: 14121, http://www.food.gov.uk [Accessed in 19 January 2009]

Garces R, Martinez-Force E, Salas JJ, Venegas-Caleron M (2009) Current advances in sunflower oil and its applications. Lipid Technology 21(4): 79-82

Gargallo J and Zimmerman DR (1981) Effects on sunflower hulls on large intestine function in finishing swine. Journal of Animal Science 53:1286

Gennadios PG (1959) Sunflower. Herbarium dictionary, Volume I & II, Ekdoseis Anatyposis Trohalia, Athens, Greece pp. 388 (In Greek).

Gunstone FD, Harwood JL, Padley FB (1994) The Lipid Handbook. Chapman and Hall Chemical Database, Chapman and Hall, London, UK

Harrington T, Gannon N, Chang A, Johnson R (2009) The Use of Sunflower Meal in Livestock Diets. Ridley Agriproducts, http://www.australianoilseeds.com/__data/assets/file/0010/1207/The_Use_of_Sunflower_Meal_in_Livestock_Diets.pdf. [Accessed 15 January 2009]

Hervas G, Luna P, Mantercon AR, Castanares,N, Angel de la Fuente M, Juarez M, Frutos P (2008) Effect of diet supplementation with sunflower oil on milk production, fatty acid profile and ruminal fermentation in lactating dairy ewes. Journal of Dairy Research 75: 399-405

Hofland C (1990) Sunflower kernels in bakery foods. Research Department Technical Bulletin. American Institute for Baking, 12(5)

Insley L, Erickson DO Light MR, Limesand W (1983). Lamb performance as affected by protein level and source. Journal of Animal Science 57 (suppl. 1): 110

Ivan M, Mir PS, Koenig KM, Rode LM, Neil L, Entz T, Mir Z (2001) Effect of dietary sunflower seed oil on rumen protozoa population and tissue concentration of conjugated linoleic acid in sheep. Small Ruminant Research 41: 215–227

Jeronimo E, Alves SP, Prates JAM, Santos-Silva J, Bessa RJB (2009) Effect of dietary replacement of sunflower oil with linseed oil on intramuscular fatty acids of lamb meat. Meat Science 83(3) 499-505

Katsaounis, NK and Spais AB. (1998) Pig Husbandry. Ekdoseis Sighroni Paideia. Thessaloniki, Greece (In Greek).

Kavvadas D (1956) Illustrated botanical herbarium dictionary, Athens, Greece. IV: 1603 (In Greek).

Keys A, Mienotti A, Karvonen MJ, Aravanis C, Blackburn H, Buzina R, Djordjevic BS, Dontas AS, Fidanza F, Keys MH, Kromhout D, Nedeljkovic S, Punsar S, Seccareccia F, Toshima H (1986) The diet and 15-year death rate in the seven countries study. American Journal of Epidemiology 124(6) 903-915

Knudsen KEB (1997) Carbohydrate and lignin contents of plant materials used in animal feeding. Animal Feed Science and Technology 67: 319-338

Lardy G and Anderson V (2003) Alternative Feeds for Ruminants. NDSU Extension Service. North Dakota State University, North Dakota, USA

Latour MA and Schinckel AP (2007) The influence of dried distillers' grains on carcass fat in swine. Purdue Extension. Purdue University. 8/07

Luna P, Bach A, Juarez M, Angel de la Fuente M(2008) Influence of diets rich in flax seed and sunflower oil on the fatty acid composition of ewes' milk fat especially on the level of conjugated linoleic acid, n-3 and n-6 fatty acids, International dairy journal 18(1): 99-107

Marinova P, Banskalieva V, Alexandrov S, Tzvetkova V, Stanchev H (2001) Carcass composition and meat quality of kids fed sunflower oil supplemented diet. Small Ruminant Research 42: 219-227

McClure MA, Allen FL, Johnson RD, Heatherly LG (2008) Sunflower: An alternative crop for Tennessee producers. Production guidelines and Tennessee Hybrid Trials. Extension SP721. Institute of Agriculture, University of Tennessee

McKevith B (2005) Review: Nutritional aspects of oilseeds. British Nutrition Foundation Nutrition Bulletin 30: 13–26

McNaughton JL and Deaton JW (1981), Sunflowers: Poultry applications. Feed Mgt. 32(6):27.

Milic B, Stojanovic S, Vucurevic N, Turcic M (1968) Chlorogenic and quinic acids in sunflower meal. Journal of Food Science and Agriculture. February: 108-113

Miller ER, Ullrey DE, Lewis AJ (1991) Swine nutrition. Butterworth-Heinemann, USA

Mir Z, Rushfeldt ML, Mir PS, Paterson LJ, Weselake RJ (2000) Effect of dietary supplementation with either conjugated linoleic acid (CLA) or linolenic acid rich oil on the CLA content of lamb tissues. Small Ruminant Research 36: 25–31

NDSU, North Dakota State University (1983). North Dakota Research: Swine, ruminant meal test results. The Sunflower 9(2):40

Nishino S, Kondo S, Hayashi K (1980). Feeding value of sunflower meal as a replacement for soybean meal in lactating cows. Journal of the College of Dairying 8:275.

Novus (1992) Raw Material Compedium, First Edition, Novus, USA

NRC, National Research Council (1998) Nutrient Requirements of Swine. 10th Edition . National Academy Press, Washington: D.C, USA

NRC, National Research Council (1994) Nutrient Requirements of Poultry, 9th Revised Edition. National Academy Press, Washington, D.C, USA

NRC, National Research Council (1996) Nutrient Requirements of Beef Cattle. 7th Revised Edition. National Academy Press, Washington: D.C, USA

NSA, National Sunflower Association USA (2009) Sunflower seed/kernel/oil. http://www.sunflowernsa.com/ [accessed 14 January 2009]

Palmquist DL, Lock AL, Shingfield KJ and Bauman, DE (2005) Biosynthesis of conjugated linoleic acid in ruminants and humans. Advances in Food Nutrition Research 50:179–217

Parks CS, Edgerly GM, Erickson GM, Fisher GM (1981). Response of dairy cows to sunflower meal and varying dietary protein and fiber. Journal of Dairy Science 64 (Suppl. 1): 141

Parks CS, Fisher GR, Haugse CN (1980). Effect of dietary protein and sunflower meal on blood serum cholesterol of dairy heifers. Journal of Dairy Science 63: 1451.

Poulson CS, Dhiman TR, Ure AL, Cornforth D, Olson KC (2004) Conjugated linoleic acid content of beef from cattle fed diets containing high grain, CLA or raised on forages. Livestock Production Science 91(1-2): 117-128

Putnam DH, Oplinger ES, Hicks DR, Durgan, BR, Noetzel DM, Meronuck JD, Doll RA, Schulte EE (1990). Sunflower. Alternative Field Crops Manual. Co-op. Extension Service, U.

Wisconsin, Madison, WI. USA.

Rama Rao SV, Raju MVLN, Panda AK, Reddy MR (2006) Sunflower seed meal as a substitute for soybean meal in commercial broiler chicken diets. British Poultry Science 47(5): 592-598

Ravidran V and Blair R (1992) Feed resources for poultry production in Asia and the Pacific. II. Plant protein sources. World's Poultry Science Journal 48: 205-231

Rhone Poulenc (1993) Feed ingredients formulation in digestible amino acids. In: Rhodimet Nutrition Guide, 2nd edition, Rhone Poulenc Animal Nutrition, Antony, France

Richardson CR and Anderson GD (1981). Sunflowers; Beef Applications. Feed Mgt. 32(6): 30.

Richardson CR, Beville RN, Ratcliffe RK, Albin RC (1981). Sunflower meal as a protein supplement for growing ruminants. Journal of Animal Science 53:557.

SAE International (1983) Technical Paper series no. 831356. SAE International Off Highway Meeting, Milwaukee, Wisconsin, USA,

Schingoethe DJ (1981) Sunflower: dairy applications. Feed Mgt. 32(6):18.

Schingoethe DJ and Ahrar M (1979). Protein solubility, amino acid composition and biological value of regular and heat-treated soybean and sunflower meals. Journal of Dairy Science 62: 925.

Schingoethe DJ, Rook JA, Ludens F (1977) Evaluation of sunflower meal as a protein supplement for lactating cow. Journal of Dairy Science 60: 591.

Schmid A, Collomb M, Sieber R and Bee G (2006) Conjugated linoleic acid in meat and meat products: A review. Meat Science, 73(1): 29-41

Schneiter AA (1997). Sunflower Technology and Production. American Society of Agronomy. 35, Madison, WI

Scislowski V, Bauchart D, Gruffat D, Laplaud PM, Durand D (2005) Effects of dietary n-6 or n-3 polyunsaturated fatty acids protected or not against ruminal hydrogenation on plasma lipids and their susceptibility to peroxidation in fattening steers. Journal of Animal Science 83: 2162–2174.

Seerley RW, Burdick D, Russom WC, Lowrey RS, McCampbell HC, Amos HE (1974) Sunflower Meal as a Replacement for Soybean Meal in Growing Swine and Rat Diets. Journal of Animal Science 38: 947-953

Sell JL and Hodgson GC (1962) Comparative value of dietary rapeseed oil, sunflower seed oil, soybean oil and animal tallow for chickens. The Journal of Nutrition 76(2):113

Senkoylu N and Dale N (1999), Sunflower meal in poultry diets: a review. World's Poultry Science Journal, Vol. 55: 153-174

Sheehy PJA, Morrissey PA, Flynn A (1994) Consumption of thermally-oxidized sunflower oil by chicks reduces a-tocopherol status and increases susceptibility of tissues to lipid oxidation. British Journal of Nutrition, 71: 53-65

Shingfield KJ, Reynolds CK, Lupoli B, Toivonen V, Yurawecz MP, Delmonte P, Griinari JM, Grandison AS, Beever DE (2005) Effect of forage type and proportion of concentrate in the diet on milk fatty acid composition in cows given sunflower oil and fish oil, Animal science 80: 225-238

Spais AB, Florou-Paneri P, Christaki E (2001) Basic mammal and bird nutrition. Ekdoseis Sighroni Paideia. Thessaloniki, Greece (In Greek).

Spais AB, Florou-Paneri P, Christaki E (2002) Animal feeds and diets. Ekdoseis Sighroni Paideia. Thessaloniki, Greece (In Greek).

Stake PE, Owens MJ, Schingoethe DJ (1973) Rapeseed, sunflower and soybean meal supplementation of calf rations. Journal of Dairy Science 56: 783.

Titi HH (2003) Replacing soybean meal with sunflower meal with or without fibrolytic enzymes in fattening diets of goat kids. Small Ruminant Research, 48: 45-50

Trevino T, Rebole A, Rodriguez ML, Ortiz LT, Centero C, Alzueta C (1998) Nutritional effect of chlorogenic acid fed to growing chicks. Journal of the Science of Food and Agriculture 76: 156-160

Veresegyhazy T and Fekete S (1990) The effect of tannin treatment and subsequent urea supplementation of sunflower meal on the in vitro digestibility of its crude protein for ruminants. Acta Vet Hung, 38(1-2): 95-103

Wahlstrom RC, Libal GW, Thaler RC (1985) Efficacy of Supplemental Tryptophan, Threonine, Isoleucine and Methionine for Weanling Pigs Fed a Low-Protein, Lysine-Supplemented, Corn-Sunflower Meal Diet. Journal of Animal Science 60: 720-724

Warner K, Vick BA, Kleingartner L, Isaac I, Doroff K (2009) Composition of Sunflower NuSun (Mid-oleic Sunflower) and Higholeic Sunflower Oils. In Proc. Sunflower Res. Workshop, Fargo, ND. 16–17 January. http://www.sunflowernsa.com/research/research-workshop/documents/107.PDF [Assessed January 17 2009]

Wikipedia (2010a) Sunflower. http://en.wikipedia.org/wiki/Sunflower [accessed 10 February 2010]

Wikipedia (2010b) Sunflower oil. http://en.wikipedia.org/wiki/Sunflower_oil [accessed 10 February 2010]

Wikipedia (2010c) Phytosterol. http://en.wikipedia.org/wiki/Phytosterol [accessed 15 February 2010]

Wikipedia (2010d) Phototropism. http://en.wikipedia.org/wiki/Phototropism [accessed 3 June 2010]

Wiseman J, Edmunds BKm, Shepperson N (1992) The apparent metabolisable energy of sunflower oil and sunflower acid oil for broiler chickens. Animal Feed Science and Technology 36: 41-51

Wood JD, Enser M, Fisher AV, Nute GR, Sheard PR, Richardson RI, Hughes SI, Whittington FM (2008) Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. Meat Science 78: 343-358

Yannakopoulos AL, Tserveni-Gousi AS, Christaki E (1993) Use of cottonseed and sunflower meals in broiler diets. Zootechnica International, January 1993, pp. 68-73

Yu LL, Wang RL, Zhang YZ, Kleemann DO, Zhu XP, and Jia ZH (2008) Effects of selenium supplementation on polyunsaturated fatty acid concentrations and antioxidant status in plasma and liver of lambs fed linseed oil or sunflower oil diets Animal Feed Science and Technology 140: 39–51

Zatari IM and Sell JL (1990) Sunflower meal as a component of fat-supplemented diets for broiler chickens. Poultry Science 69: 1503-1507

Zheljazkov VD, Vick BA, Ebelhar MW, Buehring N, Baldwin BS, Astatkie T, Miller JF (2008) Yield, Oil Content and Composition of Sunflower Grown at Multiple Locations in Mississippi. Agronomy Journal. 100(3): 635-642