

Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society

Vol 51, No 4 (2000)



Epizootiologic survey of selenium and vitamin E concentrations in cattle to be slaughtered in Thessaloniki

G. CHRISTODOULOPOULOS (Γ. ΧΡΙΣΤΟΔΟΥΛΟΠΟΥΛΟΣ), N. ROUBIES (N. ΡΟΥΜΠΙΕΣ), H. KARATZIAS (Χ. ΚΑΡΑΤΖΙΑΣ), A. PASTERIADIS (Α. ΠΑΠΑΣΤΕΡΙΑΔΗΣ)

doi: [10.12681/jhvms.15686](https://doi.org/10.12681/jhvms.15686)

Copyright © 2018, G CHRISTODOULOPOULOS, N ROUBIES, H KARATZIAS, A PASTERIADIS



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

To cite this article:

CHRISTODOULOPOULOS (Γ. ΧΡΙΣΤΟΔΟΥΛΟΠΟΥΛΟΣ) G., ROUBIES (N. ΡΟΥΜΠΙΕΣ) N., KARATZIAS (Χ. ΚΑΡΑΤΖΙΑΣ) H., & PASTERIADIS (Α. ΠΑΠΑΣΤΕΡΙΑΔΗΣ) A. (2018). Epizootiologic survey of selenium and vitamin E concentrations in cattle to be slaughtered in Thessaloniki. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*, 51(4), 277–280. <https://doi.org/10.12681/jhvms.15686>

Επιζωοτιολογική έρευνα των συγκεντρώσεων σεληνίου και βιταμίνης E σε βοοειδή που σφάχθηκαν στο νομό Θεσσαλονίκης

Γ. Χριστοδουλόπουλος¹, Ν. Ρουμπιές², Χ. Καρατζιάς³, Α. Παπαστεριάδης²

ΠΕΡΙΛΗΨΗ: Σκοπός της εργασίας αυτής ήταν ο προσδιορισμός των συγκεντρώσεων σεληνίου και βιταμίνης E σε βοοειδή που σφάχθηκαν στο νομό Θεσσαλονίκης. Για το λόγο αυτό, δειγματολήφθηκαν 205 βοοειδή, που προσκομίστηκαν στα διάφορα σφαγεία του νομού Θεσ/νίκης. Από κάθε ζώο λήφθηκε δείγμα αίματος και ήπατος. Τα 205 βοοειδή εμφάνισαν κατά ποσοστό 78% πενικές συγκεντρώσεις σεληνίου στο ήπαρ (0,110-0,600 µg/g Ξ.Ο.), κατά 17% οριακές συγκεντρώσεις (0,601-0,900 µg/g Ξ.Ο.) και μόνο κατά 5% φυσιολογικές συγκεντρώσεις (0,901-1,512 µg/g Ξ.Ο.). Αναφορικά με τη βιταμίνη E, τα 205 βοοειδή μόνο κατά 5% παρουσίασαν πενικές συγκεντρώσεις βιταμίνης στο ήπαρ (<5 µg/g Ν.Ο.). Από τα παραπάνω συμπεραίνεται ότι στη χώρα μας τα βοοειδή σε σημαντικό ποσοστό κινδυνεύουν από σεληνιοπενικά νοσήματα. Αντίθετα, η περίπτωση αβιταμίνωσης E πρέπει να θεωρείται σπάνια γι' αυτά τα ζώα.

Λέξεις ευρετηρίασης: Σελήνιο, βιταμίνη E, βοοειδή

ABSTRACT: Christodouloupoulos G, Roubies N, Karatzias H, Papasteriadis A. Epizootologic survey of selenium and vitamin E concentrations in cattle to be slaughtered in Thessaloniki. *Bulletin of the Hellenic Veterinary Medical Society* 2000, 51(4):277-280. **The purpose of this survey was the study of selenium (Se) and vitamin E (vit. E) concentrations in cattle to be slaughtered in the area of Thessaloniki. For this purpose, research samples of blood and liver were collected from 205 cattle brought to different slaughter-houses of Thessaloniki. Out of the 205 cattle to be slaughtered, 78%**

presented deficient concentration of Se in liver (0,110-0,600 µg/g DM), 17% marginally deficient concentration (0,601-0,900 µg/g DM) and only 5% normal concentration (0,901-1,512 µg/g DM). Regarding vit. E, only 5% out of the 205 cattle to be slaughtered presented deficient concentration in liver (<5 µg/g WW). It is concluded from the above that, in Thessaloniki, a significant percentage of cattle run the risk of Se deficiency diseases. On the contrary, the case of vit. E deficiency, should be regarded as improbable for these animals.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στην εργασία αυτή ερευνήθηκαν οι συγκεντρώσεις σεληνίου και βιταμίνης E σε βοοειδή που σφάχθηκαν στο νομό Θεσσαλονίκης. Η εργασία αυτή αποτελεί συνέχεια προηγούμενης εργασίας (Χριστοδουλόπουλος και συν. υπό δημοσίευση). Με τις δύο αυτές εργασίες καταγράφηκαν για πρώτη φορά στα βοοειδή της χώρας μας τα επίπεδα σεληνίου και βιταμίνης E.

ΥΛΙΚΑ

Για την έρευνα λήφθηκαν δείγματα αίματος και ήπατος από 205 βοοειδή που οδηγούνταν για αξιοποίηση σε σφαγεία του νομού Θεσσαλονίκης (Χαλάστρας, Λαγκαδά, Χαλκηδόνας). Τα ζώα επιλέγονταν τυχαία αφού προηγουμένως εξακριβωνόταν η προέλευσή τους. Στην έρευνα συμπεριλήφθηκαν μόνο ζώα που προέρχονταν από εκτροφές του νομού Θεσσαλονίκης.

Το αίμα λαμβανόταν πριν από τη σφαγή. Η αιμοληψία γινόταν με παρακέντηση της σφαγιτίδας φλέβας με βελόνα από ανοξείδωτο χάλυβα. Το αίμα, περίπου 20 ml, συλλεγόταν με ελεύθερη ροή, σε γυάλινα φιαλίδια που περιείχαν ηπαρίνη ως αντιπηκτικό. Το δείγμα ήπατος (10-20 g) λαμβανόταν μετά τη σφαγή και τη διάνοιξη της κοιλιακής κοιλότητας, από το κάτω χείλος του δεξιού λοβού του ήπατος.

Στα δείγματα αίματος προσδιορίζονταν η συγκέντρωση σεληνίου ολικού αίματος (µg/ml), η δραστηριότητα της

¹ Κλινική Παθολογίας, Τμήμα Κτηνιατρικής, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

² Εργαστήριο Κλινικής Διαγνωστικής και Προπαιδευτικής Παθολογίας, Τμήμα Κτηνιατρικής, Α.Π.Θ.

³ Κλινική Παθολογίας Παραγωγικών Ζώων, Τμήμα Κτηνιατρικής, Α.Π.Θ.

Πίνακας 1. Συγκέντρωση σεληνίου αίματος και ήπατος, δραστηριότητα Se-GSH-Px ερυθροκυττάρων, συγκέντρωση βιταμίνης E πλάσματος και ήπατος, σε βοοειδή από σφαγεία του νομού Θεσσαλονίκης (X±SD)

| α/α | Ομάδα ζώων | Σελήνιο αίματος (μg/ml) | Δρ. Se-GSH-Px ερυθροκυττάρων (U/g Hb) | Βιτ. E πλάσματος (μg/ml) | Σελήνιο ήπατος (μg/g Ξ.Ο.) | Βιτ. E ήπατος (μg/g Ν.Ο.) |
|---|------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|
| 1 | Αγελάδες αναπαραγωγής | 0,065±0,045 ^α (n=45) | 37±30 ^α (n=45) | 5,0±3,0 ^α (n=45) | 0,433±0,271 ^α (n=45) | 29,7±27,5 ^α (n=45) |
| 2 | Παχυνόμενα αρσενικά μοσχάρια | 0,062 ±0,045 ^α (n=122) | 36±28 ^α (n=122) | 4,2±2,2 ^α (n=122) | 0,446±0,244 ^α (n=122) | 23,8±20,6 ^α (n=122) |
| 3 | Παχυνόμενα θηλυκά μοσχάρια | 0,065±0,056 ^α (n=38) | 34±30 ^α (n=38) | 4,3±2,4 ^α (n=38) | 0,449±0,282 ^α (n=38) | 23,7±21,5 ^α (n=38) |
| Γενικός μέσος όρος | | 0,063±0,047 (n=205) | 36±29 (n=205) | 4,4±2,4 (n=205) | 0,444±0,256 (n=205) | 25,1±22,4 (n=205) |
| Τιμές F από ανάλυση διακύμανσης μεταξύ των ομάδων 1,2,3 | | 0,0740 | 0,1299 | 1,7080 | 0,0509 | 1,1959 |

^α Οι μέσοι όροι της ίδιας στήλης, που έχουν τον ίδιο εκθέτη, δε διαφέρουν στατιστικά μεταξύ τους (P>0,05).

σεληνιούχου υπεροξειδάσης του γλουταθείου (Se-GSH-Px) των ερυθροκυττάρων (U/g αιμοσφαιρίνης) και η συγκέντρωση βιταμίνης E του πλάσματος (μg/ml). Στα δείγματα ήπατος προσδιορίζονταν το ποσοστό ξηράς ουσίας και οι συγκεντρώσεις σεληνίου (μg/g Ξ.Ο.) και βιταμίνης E (μg/g Ν.Ο.).

ΜΕΘΟΔΟΙ

α. Προσδιορισμός σεληνίου στο ολικό αίμα και το ήπαρ: Ο προσδιορισμός γινόταν με τη φθορισμοφωτομετρική μέθοδο των Agiannidis και Voulgaropoulos (1990).

β. Προσδιορισμός της δραστηριότητας Se-GSH-Px των ερυθροκυττάρων: Ακολουθήθηκε η μέθοδος των Flohe και Brand (1970).

γ. Προσδιορισμός βιταμίνης E στο πλάσμα του αίματος: Ακολουθήθηκε η φθορισμοφωτομετρική μέθοδος των Hansen και Harwick (1966). Ο υπολογισμός της συγκέντρωσης βιταμίνης E, βασιζόταν σε καμπύλη αναφοράς που γινόταν με πρότυπα διαλύματα (standards) dl-α-τοκοφερόλης.

δ. Προσδιορισμός βιταμίνης E στο ήπαρ: Ακολουθήθηκε η φθορισμοφωτομετρική μέθοδος των Taylor και συν. (1976). Ο υπολογισμός της συγκέντρωσης βιταμίνης E βασιζόταν, όπως και στην περίπτωση του πλάσματος, σε καμπύλη αναφοράς που γινόταν με πρότυπα διαλύματα (standards) dl-α-τοκοφερόλης.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Στον πίνακα 1 συνοψίζονται τα αποτελέσματα των αναλύσεων. Στον πίνακα τα ζώα που δειγματολήφθηκαν χωρίζονται σε τρεις ομάδες. Στην πρώτη ομάδα περιλαμβάνονται οι αγελάδες αναπαραγωγής, στη δεύτερη τα παχυνόμενα αρσενικά μοσχάρια και στην τρίτη τα παχυνόμενα θηλυκά. Από την ανάλυση διακύμανσης προκύπτει ότι μεταξύ των τριών ομάδων, σε καμία από τις παραμέτρους που εξετάστηκαν δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές τιμών (P>0,05).

ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Από τα 205 βοοειδή που δειγματολήφθηκαν, τα 150, δηλ. ποσοστό 73%, είχαν συγκεντρώσεις σεληνίου αίματος μικρότερες από 0,08 μg/ml. τα 37, ποσοστό 18%, είχαν συγκεντρώσεις από 0,08 έως και 0,12 μg/ml και μόνο τα 18 ζώα, ποσοστό 9%, είχαν συγκεντρώσεις σεληνίου αίματος πάνω από 0,12 μg/ml. Παράλληλα, από τις αναλύσεις ήπατος προκύπτει ότι τα 159 βοοειδή, ποσοστό 78%, είχαν συγκεντρώσεις σεληνίου ήπατος από 0,110 έως και 0,600 μg/g Ξ.Ο.. τα 35, ποσοστό 17%, είχαν συγκεντρώσεις σεληνίου ήπατος από 0,601 έως και 0,900 μg/g Ξ.Ο. και μόνο τα 11 ζώα, ποσοστό 5%, είχαν συγκεντρώσεις από 0,901 έως και 1,512.

Τα παραπάνω ευρήματα, σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία (βλέπε πίνακα 3 στην εργασία: Χριστοδουλόπουλος και συν. υπό δημοσίευση) σημαίνουν ότι τα βοοειδή κατά ποσοστό 78% στη σφαγή τους είχαν πενιγές συ-

γκεντρώσεις σεληνίου, κατά 18% είχαν οριακές και μόνο κατά 9% φυσιολογικές, αν ληφθούν υπόψη οι συγκεντρώσεις σεληνίου ήπατος, που θεωρούνται περισσότερο ενδεικτικές για την εκτίμηση της εν λόγω κατάστασης. Άλλη έρευνα για τις συγκεντρώσεις σεληνίου στα βοοειδή της χώρας μας δεν έχει γίνει, σε ανάλογη έρευνα των συγκεντρώσεων σεληνίου σε ποίμνια αιγοπροβάτων της Θεσσαλίας το 50% των προβάτων και αρνιών, το 75% των αιγών και το 100% των αιγιδίων είχαν πενικές συγκεντρώσεις σεληνίου αίματος ($<0,075 \mu\text{g/ml}$)⁶.

Είναι γνωστό ότι ο περισσότερο ευαίσθητος δείκτης του επιπέδου σεληνίου, σε όλους τους ζωικούς οργανισμούς, είναι η συγκέντρωση αυτού του στοιχείου στο ήπαρ ή στον καρδιακό μυ. Η συγκέντρωση σεληνίου σε όλους τους ιστούς είναι ανάλογη με αυτή του σιτηρεσίου, μέσα σε ορισμένα όρια που εξαρτώνται κυρίως από το είδος του ιστού. Η συγκέντρωση του σεληνίου στο ήπαρ και τον καρδιακό μυ, όπως επίσης στη φλοιώδη μοίρα των νεφρών και το σπλήνα, συνεχίζει να αυξάνεται και στην περίπτωση αύξησης της συγκέντρωσης του εν λόγω στοιχείου στην τροφή, σε υψηλά επίπεδα ($>0,3 \mu\text{g/g}$ Ξ.Ο. σιτηρεσίου). Κάτι τέτοιο δε συμβαίνει με τη συγκέντρωση σεληνίου στο αίμα ή το πλάσμα του αίματος. Ακόμα, σε περίπτωση μείωσης της συγκέντρωσης σεληνίου στο σιτηρέσιο, το ήπαρ και ο καρδιακός μυς εμφανίζουν χρονικά άμεση μείωση της συγκέντρωσης του στοιχείου αυτού, όπως άλλωστε συμβαίνει και με το πλάσμα του αίματος. Αντίθετα, η συγκέντρωση σεληνίου στους νεφρούς, τους σκελετικούς μυς και τα ερυθροκύτταρα, μειώνεται πολύ αργότερα^{7,8,9,10,11}.

Στην εργασία αυτή, η κατάταξη των ζώων ως φυσιολογικών, οριακών ή πενικών σε συγκέντρωση σεληνίου, ήταν περίπου η ίδια είτε λαμβανόταν υπόψη η συγκέντρωση του στοιχείου στο αίμα, είτε στο ήπαρ. Από το γεγονός αυτό μπορεί κανείς να εξαγάγει δύο βασικά συμπεράσματα: Πρώτον, για τις συγκεντρώσεις σεληνίου που εξετάστηκαν, η συγκέντρωση σεληνίου στο αίμα είναι ανάλογη με τη συγκέντρωσή του στο ήπαρ. Δεύτερον, για τις συγκεντρώσεις σεληνίου που εξετάστηκαν, η συγκέντρωση σεληνίου στο αίμα αποτελεί καλό δείκτη, ανάλογο της συγκέντρωσης σεληνίου στο ήπαρ, για την περιγραφή των επιπέδων σεληνίου των βοοειδών, σε μια επιζωοτιολογική έρευνα.

Το ποσοστό σεληνιοπενίας (78%) που καταγράφεται σ' αυτή την έρευνα για τα βοοειδή από τα διάφορα σφαγεία του νομού Θεσσαλονίκης, είναι πολύ μεγαλύτερο από το αντίστοιχο ποσοστό (29%) που βρέθηκε στην έρευνα για τις γαλακτοπαραγωγές αγελάδες του ίδιου νομού¹. Η διαφορά αυτή πρέπει να αποδοθεί στο διαφορετικό σιτηρέσιο που κατανάλωναν τα ζώα πάχυνσης σε σχέση με τις γαλακτοπαραγωγές αγελάδες. Κατά την τρέχουσα πρακτική, στο μείγμα συμπυκνωμένων τροφών των γαλακτοπαραγωγών αγελάδων, για την επίτευξη αυξημένης γα-

λακτοπαραγωγής χρησιμοποιείται αρκετά μεγάλη ποσότητα σογιάλευρου, που συνήθως περιέχει ικανοποιητική συγκέντρωση σεληνίου. Ακόμη, τα μείγματα που χρησιμοποιούνται είναι συνήθως βιομηχανικά και οπωσδήποτε περιέχουν ισορροπιστή ιχνοστοιχείων, μακροστοιχείων και βιταμινών. Αντίθετα, το μείγμα συμπυκνωμένων ζωοτροφών των παχυνόμενων βοοειδών συνήθως αποτελείται από μείγμα δημητριακών καρπών και βαμβακοπλακούντα, που τις περισσότερες φορές είναι πενικό σε σελήνιο. Το ίδιο περίπου μείγμα συμπυκνωμένων ζωοτροφών χορηγείται και στις γαλακτοπαραγωγές αγελάδες που βγαίνουν από την παραγωγή και προορίζονται για σφαγή. Όπως διαπιστώθηκε, δεδομένων των χαμηλών συγκεντρώσεων σεληνίου στις ελληνικές χονδροειδείς ζωοτροφές, ο καθοριστικός παράγοντας για τη συγκέντρωση σεληνίου στα βοοειδή είναι η συγκέντρωση σεληνίου στο μείγμα συμπυκνωμένων ζωοτροφών τους¹².

Σχετικά με τη βιταμίνη Ε, από τα 205 βοοειδή που δειγματολήφθηκαν στα σφαγεία, μόνο τα 8 ζώα, δηλ. ποσοστό 4%, είχαν συγκεντρώσεις βιταμίνης Ε πλάσματος μικρότερες από $2 \mu\text{g/ml}$. ενώ από τις αναλύσεις ήπατος, μόνο σε 10 ζώα, ποσοστό 5%, βρέθηκαν συγκεντρώσεις βιταμίνης Ε μικρότερες από $5 \mu\text{g/g}$ Ν.Ο.

Τα παραπάνω σχετικά με τη βιταμίνη Ε σημαίνουν ότι από τα βοοειδή που δειγματολήφθηκαν μόνο 5% παρουσίαζαν πενικές συγκεντρώσεις βιταμίνης Ε στο ήπαρ. Η συγκέντρωση της βιταμίνης Ε στο ήπαρ, χρησιμοποιείται από πολλούς ερευνητές για την εκτίμηση της πιθανής ύπαρξης αβιταμίνωσης Ε στα βοοειδή και θεωρείται καλύτερος δείκτης της κατάστασης απ' ό,τι η συγκέντρωση βιταμίνης Ε στο πλάσμα του αίματος.

Οι περισσότεροι ερευνητές θεωρούν ότι συγκεντρώσεις κάτω από $5 \mu\text{g}$ α-τοκοφερόλης/g νωπής ουσίας (Ν.Ο.) ήπατος στα βοοειδή, είναι ενδεικτικές ύπαρξης μιϊκής δυστροφίας από αβιταμίνωση Ε, παρ' όλο που δεν υπάρχουν αρκετές βιβλιογραφικές αναφορές για την τιμή συγκέντρωσης της βιταμίνης Ε στο ήπαρ, με αποτέλεσμα να μην έχουν καθιερωθεί φυσιολογικές συγκεντρώσεις βιταμίνης Ε στο ήπαρ των βοοειδών^{13,14}. Σε έρευνα των Rammell και Cunliffe (1983), διαπιστώθηκε ευρεία διακύμανση συγκεντρώσεων α-τοκοφερόλης στο ήπαρ κλινικά υγιών βοοειδών ελεύθερης βόσκησης. Συγκεκριμένα, αναφέρονται τιμές από $6 \mu\text{g/g}$ νωπής ουσίας (Ν.Ο.) έως $53 \mu\text{g/g}$ Ν.Ο., με μέσο όρο $20 \mu\text{g/g}$ Ν.Ο.

Να σημειωθεί ότι στην έρευνα αυτή, όλα τα ζώα που είχαν συγκεντρώσεις βιταμίνης Ε ήπατος μικρότερες από $5 \mu\text{g/g}$ Ν.Ο., είχαν συγκεντρώσεις βιταμίνης Ε πλάσματος μικρότερες από $2 \mu\text{g/ml}$. Το γεγονός αυτό επιβεβαιώνει την άποψη ότι ο προσδιορισμός της βιταμίνης Ε στο πλάσμα, μπορεί να θεωρηθεί ικανοποιητική μέθοδος για την εκτίμηση της ύπαρξης αβιταμίνωσης¹⁵.

Συνοπτικά, μέσα από την παραπάνω προσέγγιση των

επιπέδων σεληνίου και βιταμίνης Ε, προκύπτει ότι σε ένα σημαντικό ποσοστό τα βοοειδή του νομού Θεσσαλονίκης παρουσιάζουν πρόβλημα πενικών συγκεντρώσεων σεληνίου, ενώ φαίνεται πως μόνο σε ένα μικρό αριθμό τα ζώα αυτά αντιμετωπίζουν κίνδυνο αβιταμίνωσης Ε. Πρέπει να επισημανθεί, σε ό,τι αφορά το σελήνιο, ότι και σε αυτή την έρευνα έχουν καταγραφεί περιπτώσεις βοοειδών με ιδιαίτερα χαμηλές συγκεντρώσεις του εν λόγω στοιχείου, που είναι της τάξης 0,01 µg/ml αίματος.

Στον πίνακα 1 φαίνεται ότι δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις συγκεντρώσεις του σεληνίου αίματος και ήπατος, δραστηριότητας Se-GSH-Px των ερυθροκυττάρων και συγκέντρωσης βιταμίνης Ε πλάσματος, μεταξύ των αγελάδων αναπαραγωγής και των θηλυκών παχυνόμενων μοσχαριών ($P > 0,05$). Ακόμα, σε αυτόν τον πίνακα φαίνεται ότι δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις παραμέτρους που εξετάστηκαν, μεταξύ των θηλυκών και των αρσενικών, παχυνόμενων μοσχαριών. Η μη επίδραση της ηλικίας και του φύλου στις συγκεντρώσεις σεληνίου και βιταμίνης Ε, θεωρείται παγιωμένη άποψη στη διεθνή βιβλιογραφία^{16,17}.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Χριστοδουλόπουλος Γ, Ρουμπιές Ν, Καρατζιάς Χ, Παπαστεριάδης Αχ. Επιζωοτιολογική έρευνα των συγκεντρώσεων σεληνίου και βιταμίνης Ε στις γαλακτοπαραγωγές αγελάδες του νομού Θεσσαλονίκης. Δελτίον ΕΚΕ, υπό δημοσίευση
2. Agiannidis A and Voulgaropoulos A. Improved procedure for the fluorometric determination of selenium in biological materials. *Chimika Chronica, New Series* 1990, 19: 111-118
3. Flohe L and Brand I. Some hints to avoid pitfalls in Quantitative determination of glutathione peroxidase. *Z Klin Chem U Klin Biochem* 1970, 8: 156-161
4. Hansen LG, Warwick WJ. A fluorometric micro method for serum tocopherol. *Tech Bull, Reg Med Tech* 1966, 36: 131-136
5. Taylor SL, Lamden MP and Tappel AL. Sensitive fluorometric method for tissue tocopherol analysis. *Lipids* 1976, 11,7: 530-538
6. Ζέρβας Γ. Συγκεντρώσεις των κυριότερων ιχθυοστοιχείων σε βιολογικά υλικά αγροπροβάτων του θεσσαλικού χώρου. *Επιθεώρηση Ζωοτεχνικής Επιστήμης* 1988, 7: 49-63
7. Scott ML, Thompson JN. Selenium content of feedstuffs and effects of dietary selenium levels upon tissue selenium in chicks and poult. *Poult Sci* 1971, 50: 1742-1748
8. Underwood EJ. Trace elements in human and animal nutrition. 4th ed., Academic Press, New York-San Francisco-London, 1977
9. Maus RW, Martz FA, Belyea RL and Weiss MF. Relationship of dietary Selenium in plasma and milk from dairy cows. *J Dairy Sci* 1980, 63: 532-537
10. Scholz RW, Deborah A, Todhunter MS, Lynda S and Cook BS. Selenium content and glutathione peroxidase activity in tissues of young cattle fed supplemented whole milk diets. *Am J Vet Res* 1981, 42,10: 1718-1723
11. Shamberger RJ. Biochemistry of selenium. Frieden Earl (ed), Plenum Press, New York and London, 1983
12. Χριστοδουλόπουλος Γ. Επιζωοτιολογική έρευνα των συγκεντρώσεων σεληνίου και βιταμίνης Ε στα βοοειδή του νομού Θεσσαλονίκης. Διδακτορική διατριβή, Κτηνιατρικό Τμήμα, ΑΠΘ, 1998
13. Rammell CG and Cunliffe. Vitamin E status of cattle and sheep 2: Survey of liver from clinically normal cattle and sheep for a-tocopherol. *NZ vet J* 1983, 31: 203-204
14. Blood DC and Radostits OM. *Veterinary Medicine*, 7th ed, Bailliere-Tinball, London, 1989
15. Adams CR. Feedlot cattle need supplemental vitamin E. *Feedstuffs* 1982, May 3: 24-25
16. Friedrich W. Vitamin E In: *Vitamins* Friedrich W. (ed), Walter de Gruyter, Berlin-New York, 1988, 4: 229-279
17. Ewan RC. Animal tissues. In: *Occurrence and distribution of selenium*. Milan Inhat (ed), CRC Press, 1989, 7: 121-167