

## Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society

Vol 49, No 1 (1998)



### Seasonal variation of plasma pepsinogen of sheep in the area of Tricala, Greece

G. THEODOROPOULOS (Γ. ΘΕΟΔΩΡΟΠΟΥΛΟΣ), J. KOSTOPOULOS (Ι. ΚΩΣΤΟΠΟΥΛΟΣ), D. ΚΑΛΟΓΙΑΝΝΙΣ (Δ. ΚΑΛΟΓΙΑΝΝΗΣ), G. PETRAKOS (Γ. ΠΕΤΡΑΚΟΣ)

doi: [10.12681/jhvms.15746](https://doi.org/10.12681/jhvms.15746)

Copyright © 2018, G THEODOROPOULOS, J KOSTOPOULOS, D ΚΑΛΟΓΙΑΝΝΙΣ, G PETRAKOS



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

#### To cite this article:

THEODOROPOULOS (Γ. ΘΕΟΔΩΡΟΠΟΥΛΟΣ) G., KOSTOPOULOS (Ι. ΚΩΣΤΟΠΟΥΛΟΣ) J., ΚΑΛΟΓΙΑΝΝΙΣ (Δ. ΚΑΛΟΓΙΑΝΝΗΣ) D., & PETRAKOS (Γ. ΠΕΤΡΑΚΟΣ) G. (2018). Seasonal variation of plasma pepsinogen of sheep in the area of Tricala, Greece. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*, 49(1), 54–58.  
<https://doi.org/10.12681/jhvms.15746>

## Εποχιακές μεταβολές του πεψινογόνου πλάσματος των προβάτων στην περιοχή Τρικάλων

Γ. Θεοδωρόπουλος<sup>1</sup>, Ι. Κωστόπουλος<sup>2</sup>, Δ. Καλογιάννης<sup>1</sup>, Γ. Πετράκος<sup>1</sup>

**ΠΕΡΙΛΗΨΗ.** Σκοπός της εργασίας ήταν η μελέτη των εποχιακών μεταβολών του πεψινογόνου στο πλάσμα του αίματος προβάτων στο πρώτο έτος ζωής τους στην περιοχή Τρικάλων. Για τη μελέτη χρησιμοποιήθηκαν συνολικά 20 αμνάδες από τρεις μονάδες της περιοχής από τις οποίες οι επτά κuoφόρησαν στην πορεία της μελέτης. Ανθελμινθική θεραπεία δεν εφαρμόστηκε. Τα επίπεδα του πεψινογόνου του πλάσματος βρέθηκαν να είναι στατιστικά σημαντικά υψηλότερα ( $p < 0.001$ ) στη διάρκεια της άνοιξης και του καλοκαιριού απ' ό,τι το χειμώνα και το φθινόπωρο. Τα υψηλά επίπεδα του πεψινογόνου στη διάρκεια της άνοιξης και του καλοκαιριού αποδίδονται στη βροχόπτωση και στις ήπιες θερμοκρασίες που παρατηρήθηκαν στην περιοχή Τρικάλων στην περίοδο του χειμώνα και δημιούργησαν ευνοϊκές συνθήκες για την ανάπτυξη και επιβίωση των μολυσματικών προνυμφών. Μεταξύ κuoφορούντων και μη ζώνων δεν βρέθηκε διαφορά στα επίπεδα του πεψινογόνου του πλάσματος. Επίσης δεν βρέθηκε συσχέτιση μεταξύ των επιπέδων πεψινογόνου και του ρυθμού ανάπτυξης των ζώων.

**ABSTRACT:** Theodoropoulos G<sup>1</sup>, Kostopoulos J<sup>2</sup>, Kalo-  
giannis D<sup>1</sup>, Petrakos G<sup>1</sup>. Seasonal variation of plasma pepsinogen of sheep in the area of Trikala, Greece. *Bulletin of the Hellenic Veterinary Medical Society* 49(1):54-58. The objective of the project was to study the seasonal variation of plasma pepsinogen in sheep during the first year of their life under Greek environmental conditions. Twenty ewes from three flocks in the area of Trikala were used for the study of which seven became pregnant and had lambs. No anthelmintic treatment was applied. Plasma pepsinogen levels were higher ( $p < 0.001$ ) during spring and summer than winter and autumn. The high pepsinogen levels were attributed to the rainfall and mild temperatures observed in the area of Trikala during winter which created favorable conditions for the

development and survival of infective larvae. No difference was observed between the pepsinogen levels of pregnant and non-pregnant animals. In addition, no correlation between pepsinogen levels and growth rate (GR) of the animals was observed.

**Λέξεις ευρετηρίασης:** Πεψινογόνο, πρόβατα, εποχές.

### ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η έξοδος των προνυμφών πέμπτου σταδίου (L<sub>5</sub>) του νηματώδους παρασίτου *Ostertagia sp.*, από τον γαστρικό βλεννογόνο του ηνύστρου των μηρυκαστικών, αλλά και η εγκατάσταση στον βλεννογόνο των νηματωδών παρασίτων *Haemonchus sp.* και *Trichostrongylus axei*, προκαλεί βλάβη των καλυπτήριων κυττάρων των γαστρικών αδένων με αποτέλεσμα την παρουσία πεψινογόνου στο πλάσμα του αίματος των μηρυκαστικών<sup>1</sup>.

Συγκεκριμένα, κάτω από φυσιολογικές συνθήκες το πεψινογόνο που παράγεται από τα ζυμογόνα κύτταρα των γαστρικών αδένων μετατρέπεται αμέσως σε πεψίνη λόγω της επίδρασης του υδροχλωρικού οξέος που παράγεται από τα παρακείμενα καλυπτήρια κύτταρα. Σε περίπτωση όμως παρασίτωσης του γαστρικού βλεννογόνου του ηνύστρου από προνύμφες των νηματωδών παρασίτων, τα καλυπτήρια κύτταρα καταστρέφονται και αντικαθίστανται από ταχέως αναπαραγόμενα αδιαφοροποίητα κύτταρα που δεν παράγουν υδροχλωρικό οξύ. Η αντικατάσταση του φυσιολογικού επιθηλίου από τα ταχέως αναπαραγόμενα αδιαφοροποίητα κύτταρα προκαλεί αύξηση του pH πάνω από 5 και αύξηση της διαπερατότητας του γαστρικού βλεννογόνου. Το αποτέλεσμα είναι ότι λόγω της αύξησης του pH το πεψινογόνο δεν μετατρέπεται σε πεψίνη. Επίσης, το πεψινογόνο λόγω της αύξησης της διαπερατότητας του βλεννογόνου εισέρχεται στην κυκλοφορία του αίματος με αποτέλεσμα την αύξηση των τιμών πεψινογόνου στο πλάσμα που σε φυσιολογικές συνθήκες είναι  $< 600$  mU Tyrosine στα βοοειδή<sup>2</sup>,  $< 375$  mU Tyrosine στα πρόβατα<sup>3</sup> και  $< 1.000$  mU Tyrosine στις αίγες<sup>4</sup>. Η αύξηση της συγκέντρωσης του πεψινογόνου στο πλάσμα είναι ένδειξη βλάβης του γαστρικού βλεννογόνου και όχι της παρουσίας συγκε-

<sup>1</sup> Εργαστήριο Ανατομίας και Φυσιολογίας Αγροτικών Ζώων, Τμήμα Ζωικής Παραγωγής, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.

<sup>2</sup> Αγροτικό Κτηνιατρείο Πύλης, Τρίκαλα

Ημερομηνία υποβολής: 11.04.97

Ημερομηνία εγκρίσεως: 19.09.97

**Πίνακας 1.** Μέσες μηνιαίες τιμές της θερμοκρασίας και της βροχόπτωσης στην περιοχή των Τρικάλων και του πεψινογόνου στο πλάσμα του αίματος και του βάρους των προβατίνων από τον Απρίλιο του 1992 μέχρι τον Απρίλιο του 1993.

ΕΤΟΣ	ΜΗΝΑΣ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ °C	ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗ (mm)	ΕΓΚΥΜΟΝΟΥΝΤΑ ΖΩΑ (n=7)		ΜΗ ΕΓΚΥΜΟΝΟΥΝΤΑ ΖΩΑ (n=13)	
				ΠΕΨΙΝΟΓΟΝΟ (mU Tyrosine)	ΒΑΡΟΣ (Kg)	ΠΕΨΙΝΟΓΟΝΟ (mU Tyrosine)	ΒΑΡΟΣ (Kg)
1992	Απρίλιος	15,50	175,70	0,110	19,85	0,071	15,26
	Μάιος	18,70	72,30	0,033	25,07	0,038	18,07
	Ιούνιος	24,80	78,50	0,095	28,35	0,068	21,96
	Ιούλιος	25,60	21,90	0,078	31,75	0,083	23,35
	Αύγουστος	27,40	0,00	0,051	35,07	0,036	25,04
	Σεπτέμβριος	21,70	11,40	0,092	38,50	0,056	26,50
	Οκτώβριος	18,30	50,30	0,001	39,50	0,006	26,87
	Νοέμβριος	11,00	42,80	0,020	43,78	0,006	29,13
	Δεκέμβριος	4,70	60,80	0,030	42,16	0,009	29,36
1992	Ιανουάριος	2,60	105,30	0,017	45,07	0,008	31,31
	Φεβρουάριος	3,10	119,30	0,042	44,92	0,025	32,18
	Μάρτιος	10,60	67,50	0,032	46,35	0,017	33,95
	Απρίλιος	15,90	34,00	0,141	50,78	0,093	38,95

κρυμμένου παρασίτου. Αύξηση των τιμών πεψινογόνου στο πλάσμα προκαλείται όχι μόνο από παράσιτα αλλά και από άλλες γαστρικές ανωμαλίες που προκαλούν βλάβη του βλεννογόνου, με αποτέλεσμα την είσοδο του πεψινογόνου στα αγγεία<sup>5</sup>.

Έχει βρεθεί ότι η διακύμανση των τιμών του πεψινογόνου στο πλάσμα του αίματος των μηρυκαστικών έχει διαγνωστική σημασία, γιατί ακολουθεί αυτή του αριθμού των διαθεσίμων μολυσματικών προνυμφών στους αγρούς, το παρασιτικό τους φορτίο, όταν βόσκουν για πρώτη φορά και αντανάκλα την έκταση βλάβης του γαστρεντερικού βλεννογόνου<sup>5</sup>. Επί πλέον έχει αποδειχθεί η εποχιακή μόλυνση των μηρυκαστικών με μολυσματικές προνύμφες ανάλογα με τις κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής και ανεξάρτητα από μεθόδους διαχείρισης των βοσκοτόπων<sup>6</sup>.

Ενώ πολλές μελέτες έχουν γίνει πάνω στις εποχιακές μεταβολές του πεψινογόνου στα μηρυκαστικά και ιδιαίτερα στα βοοειδή, σε άλες χώρες<sup>6,7,8</sup> λίγα είναι γνωστά για τις εποχιακές μεταβολές του πεψινογόνου στα πρόβατα στις ελληνικές συνθήκες. Για το λόγο αυτό στην παρούσα έρευνα μελετήθηκαν οι εποχιακές συγκεντρώσεις πεψινογόνου στο πλάσμα του αίματος προβάτων στις ελληνικές περιβαλλοντικές συνθήκες. Σκοπός της εργασίας ήταν η μελέτη των εποχιακών μεταβολών του πεψινογόνου στο πλάσμα προβάτων στο πρώτο έτος ζωής τους στην περιοχή Τρικάλων που έχει σημαντική προβατοτροφία.

## ΥΛΙΚΟ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΣ

### Περιοχή

Η περιοχή στην οποία έγινε η μελέτη ήταν η Πύλη

Τρικάλων. Η περιοχή αυτή επιλέχθηκε λόγω της σημαντικής προβατοτροφίας που έχει και της διάθεσης των κτηνοτρόφων να συνεργαστούν στην εκτέλεση της μελέτης.

### Χρονική διάρκεια

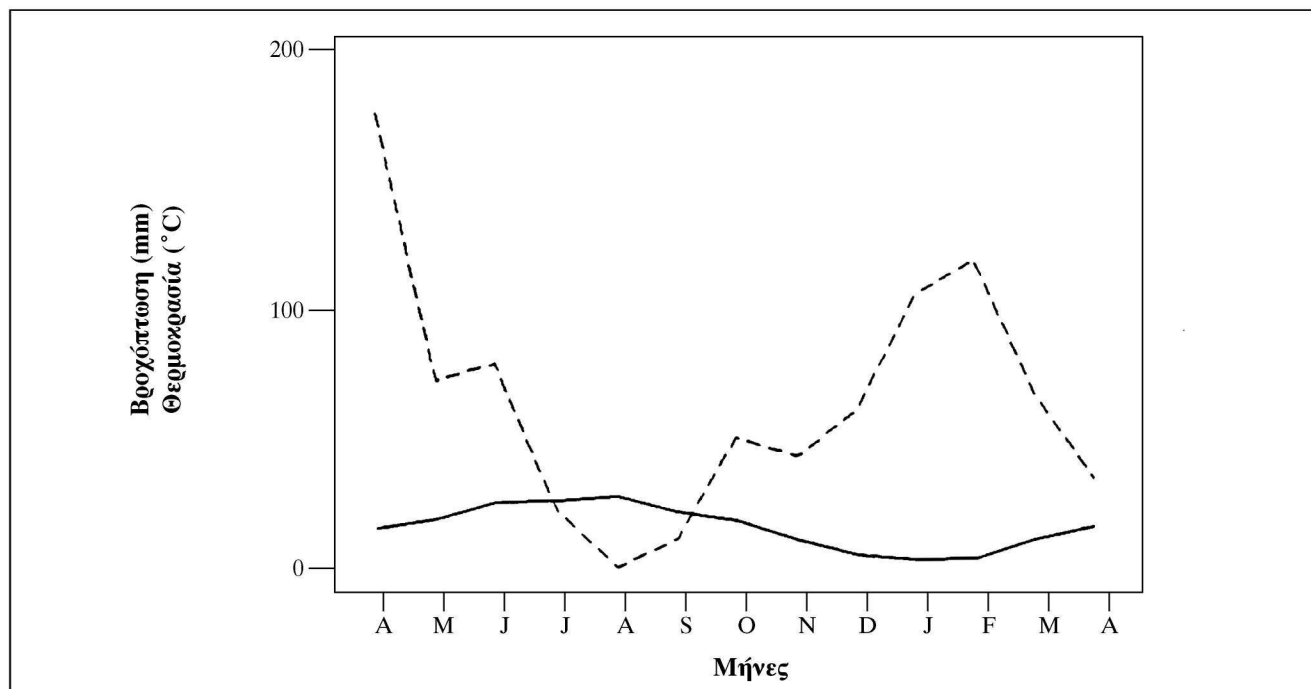
Η διάρκεια της μελέτης ήταν από τον Απρίλιο του 1992, όταν τα πειραματόζωα ήταν δυο μηνών, μέχρι τον Απρίλιο του 1993.

### Πειραματόζωα - Σχεδιασμός του πειράματος

Για τη μελέτη χρησιμοποιήθηκαν συνολικά 20 αμνάδες από τρεις μονάδες της περιοχής εκ των οποίων στην πορεία της μελέτης οι επτά κνοφόρησαν. Η διατροφή των πειραματόζωων ήταν η συνήθως των αμνάδων αντικατάστασης (500 g/ημέρα μίγμα συμπυκνωμένων ζωοτροφών με σύσταση: αραβόσιτος 50%, κριθή 4%, σίτος 21%, πίτυρα 4%, σογιάλευρο 18%, μαρμαρόσζονη 2,1%, αλάτι 0,4%, ιχνοστοιχεία 0,5%) και χόρτο λειμώνων κατά βούληση. Ανθελμινθική θεραπεία στα πειραματόζωα δεν εφαρμόστηκε. Δείγματα αίματος λαμβάνονταν μηνιαίως τα οποία υποβάλλονταν σε ανάλυση για προσδιορισμό του πεψινογόνου πλάσματος σύμφωνα με τη μέθοδο Hirschowitz<sup>9</sup>, όπως τροποποιήθηκε από τους Korot'ko και Islyamova<sup>10</sup> και της προγεστερόνης με τη μέθοδο RIA (AMERLEX-M; Johnson & Johnson) για τη διάγνωση εγκυμοσύνης. Ταυτοχρόνως με την αιμοληψία γινόταν και η ζύγιση του ζώου. Η καταγραφή των καιρικών συνθηκών της περιοχής (θερμοκρασία και βροχόπτωση) έγινε από την Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία που παρεχώρησε τα δεδομένα.

### Στατιστική ανάλυση

Για τη στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκε η ανάλυση της διακύμανσης (ANOVA)



**Εικόνα 1.** Διακύμανση της θερμοκρασίας (—) και της βροχόπτωσης (-----) στην περιοχή των Τρικάλων από τον Απρίλιο του 1992 μέχρι τον Απρίλιο του 1993.

και η συσχέτιση κατά Pearson. Οι εποχές για λόγους σύγκρισης των αποτελεσμάτων ορίστηκαν ως χειμώνας (Δεκέμβριος, Ιανουάριος, Φεβρουάριος), άνοιξη (Μάρτιος, Απρίλιος, Μάιος), καλοκαίρι (Ιούνιος, Ιούλιος, Αύγουστος) και φθινόπωρο (Σεπτέμβριος, Οκτώβριος, Νοέμβριος).

#### ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

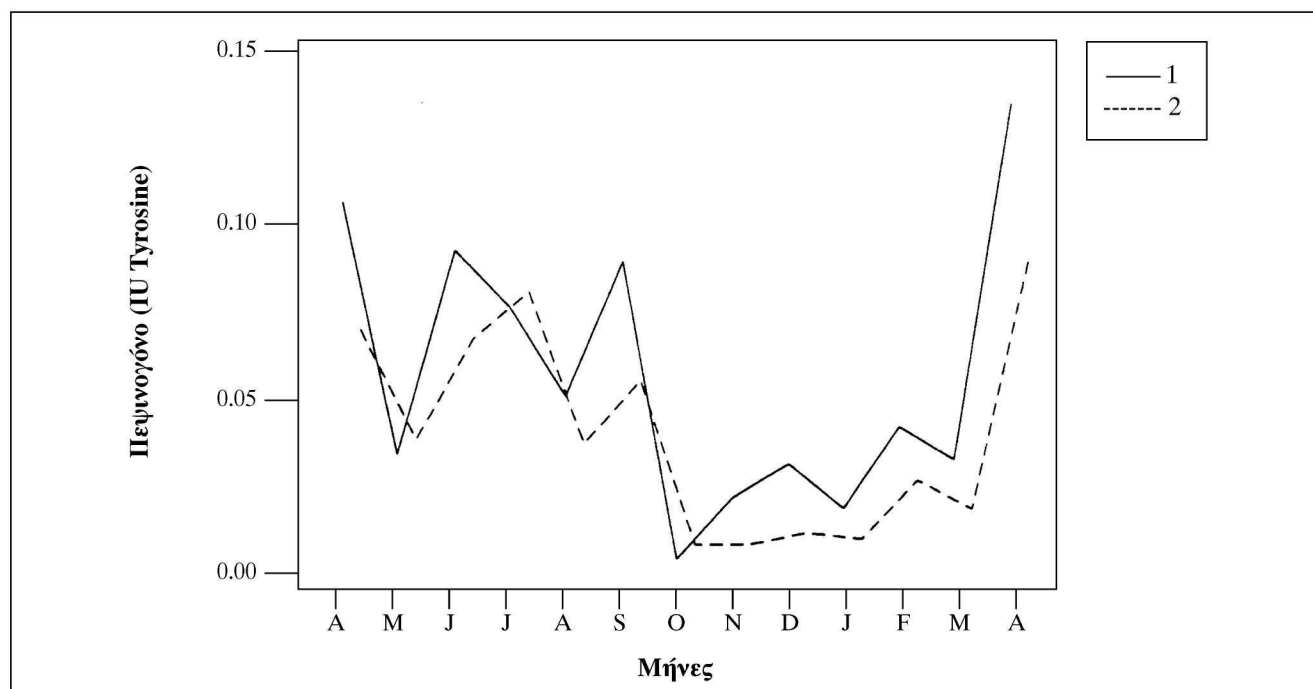
Ο πίνακας 1 παρουσιάζει τις μέσες μηνιαίες τιμές της θερμοκρασίας και της βροχόπτωσης στην περιοχή των Τρικάλων και του βάρους και του πεψινογόνου στο πλάσμα του αίματος των κυοφορούντων ζώων στη διάρκεια της μελέτης. Στην εικόνα 1 φαίνεται η διακύμανση της θερμοκρασίας και της βροχόπτωσης στην περιοχή των Τρικάλων και στην εικόνα 2 φαίνεται η διακύμανση του πεψινογόνου στο πλάσμα του αίματος των ζώων στη διάρκεια της μελέτης. Τα επίπεδα του πεψινογόνου του πλάσματος βρέθηκαν να είναι στατιστικά σημαντικά υψηλότερα ( $p < 0.001$ ) στη διάρκεια της άνοιξης και του καλοκαιριού απ' ό,τι το χειμώνα και το φθινόπωρο. Από την άλλη πλευρά, στην εποχή της κυοφορίας δεν βρέθηκε διαφορά στα επίπεδα του πεψινογόνου του πλάσματος μεταξύ κυοφορούντων και μη ζώων. Επίσης δεν βρέθηκε συσχέτιση μεταξύ των επιπέδων πεψινογόνου και του ρυθμού ανάπτυξης των ζώων.

#### ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα υψηλότερα επίπεδα πεψινογόνου στα πρόβατα της περιοχής Τρικάλων παρατηρήθηκαν την άνοιξη και

το καλοκαίρι. Σε παρόμοιες μελέτες οι υψηλότερες τιμές πεψινογόνου στα πρόβατα στην Ισπανία<sup>11</sup> παρατηρήθηκαν την άνοιξη, τους μήνες Μάρτιο και Απρίλιο, ενώ στην Γαλλία<sup>12</sup> το καλοκαίρι, τους μήνες Ιούλιο και Αύγουστο. Στη μελέτη της Ισπανίας η αύξηση του πεψινογόνου απεδόθη στη μόλυνση των ζώων από τις προνύμφες των στρογγυλοειδών που επιβίωσαν στη διάρκεια του χειμώνα. Σε παρόμοια αιτιολογία, δηλαδή τη μόλυνση των ζώων από προνύμφες των στρογγυλοειδών που επιβίωσαν στη διάρκεια του χειμώνα, μπορεί να οφείλεται η αύξηση του πεψινογόνου την άνοιξη και το καλοκαίρι στην παρούσα μελέτη.

Είναι γνωστό, ότι η επιβίωση των ελευθέρων σταδίων των παρασίτων στο περιβάλλον εξαρτάται από τους κλιματολογικούς παράγοντες της περιοχής<sup>13,14</sup>. Η βροχόπτωση σε συνδυασμό με τις ήπιες θερμοκρασίες που παρατηρήθηκαν στην περιοχή των Τρικάλων στην περίοδο του χειμώνα δημιούργησαν ευνοϊκές συνθήκες για την ανάπτυξη και επιβίωση των μολυσματικών προνυμφών. Στη διάρκεια όμως του φθινοπώρου παρατηρήθηκε χαμηλή βροχόπτωση που πιθανώς δημιούργησε δυσμενείς συνθήκες για την ανάπτυξη των μολυσματικών προνυμφών. Οι συνθήκες αυτές σε συνδυασμό με τη φυσική φθορά του ήδη υπάρχοντος πληθυσμού των μολυσματικών προνυμφών στο περιβάλλον πιθανώς προκάλεσαν χαμηλά επίπεδα μόλυνσης και γι' αυτό παρατηρήθηκαν χαμηλά επίπεδα πεψινογόνου στη διάρκεια του φθινοπώρου.



Εικόνα 2. Διακύμανση του πεψινογόνου στο πλάσμα του αίματος των κβοφοροούντων (—) και μη κβοφοροούντων (----) προβατίνων από τον Απρίλιο του 1992 μέχρι τον Απρίλιο του 1993.

Τα επίπεδα του πεψινογόνου δεν ανήλθαν σε ενδεικτικά επίπεδα κλινικής μόλυνσης, όπως εξ άλλου δεν διαπιστώθηκαν κλινικά συμπτώματα στη διάρκεια της μελέτης. Οι λόγοι γι' αυτό μπορεί να είναι τα χαμηλά επίπεδα φυσικής μόλυνσης στην περιοχή, το είδος των παρασίτων, η ανθεκτικότητα των ζώων στην παρασιτική μόλυνση<sup>15</sup> ή συνδυασμός των παραγόντων αυτών.

Ένα άλλο εύρημα στην παρούσα μελέτη ήταν, ότι η εγκυμοσύνη δεν επηρέασε τα επίπεδα του πεψινογόνου στο πλάσμα των προβατίνων. Στις μελέτες<sup>16,17</sup> όπου έγινε πειραματική μόλυνση κβοφορουσών προβατίνων με προνύμφες *Ostertagia circumcincta* παρατηρήθηκε ότι η αύξηση του πεψινογόνου στο πλάσμα λαμβάνει χώρα στην περίοδο προσβολής και εξαρτάται από τη μολυσματική δόση.

Όσον αφορά το ρυθμό ανάπτυξης των ζώων, αυτός παρέμεινε σταθερός στη διάρκεια της μελέτης. Σε άλλη μελέτη, όπου έγινε πειραματική μόλυνση αρνιών με *Haemonchus contortus*, ο ρυθμός ανάπτυξης παρέμεινε σταθερός και ήταν ανεξάρτητος από τη μόλυνση, το φύλλο ή την ομάδα αίματος των αρνιών<sup>18</sup>.

Συμπερασματικά τα επίπεδα του πεψινογόνου στα πρόβατα της περιοχής Τρικάλων μεταβάλλονται ανάλογα με την εποχή. Θα ήταν όμως ενδιαφέρον να καθορισθεί το είδος της παρασιτικής πανίδας της περιοχής και ο ρόλος που παίζουν στην επιζωοτιολογία των νηματωδών παρασίτων η φυσική αντίσταση των τοπικών φυλών

ζώων στα παρασιτικά στάδια και ο τρόπος διαχείρισης του ποιμνίου που εφαρμόζουν οι παραγωγοί<sup>14</sup>.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Holmes PH. Pathogenesis of trichostrongylosis. Vet. Parasitol. 1985, 18: 89-101.
- Kerboeuf D, Le Garff G, Mage C. Forecasting of bovine abomasal wormburden by means of serum pepsinogen measurement study on suckling calves and heifers in first and second grazing season. Ann. Rech. Vet. 1981, 12: 201-213.
- Kerboeuf D. Changes in pepsinogen, proteins and lipids in the serum during experimental haemonchosis in sheep. Ann. Rech. Vet. 1977, 8: 257-266.
- Chartier C, Benoit M, Pellet P. Serum pepsinogen concentrations in strongyle-free Ftench dairy goats. Preventive Vet. Med. 1993, 16: 255-261.
- Armour J, Bairden K, Duncan JL, Jennings FW, Parkins JJ. Observations on ostertagiasis in young cattle over two grazing seasons with special reference to plasma pepsinogen levels. Vet. Rec. 1979, 105: 500-503.
- Baker NF, Fisk RA, Rimbey CW. Seasonal occurrence of infective nematode larvae in California High Sierra pastures grazed by cattle. Am. J. Vet. Res. 1984, 45: 1393-1397.
- Jorgensen RJ, Nansen P, Midtgaard N, Monrad J. Preventive anthelmintic treatment of grazing young cattle via supplementary feed and drinking water. Vet. Rec. 1978, 121: 468-471.
- Burch CN. Estudios epidemiologos sobre las nematodos gastroentericas de las terneros pastantes en Galicia (España). Tesis Doctoral, Universidad de Leon, Spain, 1989.

9. Hirschowitz BI. Pepsinogen in the blood. *J. of Lab. Clin. Med.* 1955, 46: 568-579.
10. Korot'ko GF, Islyamova ME. Determination of the proteolytic activity of gastric juice, urine, and serum. *Sib. Sci. Trans. Andrharsk. Med. Inst.* 1963, 4: 114-126.
11. Uriarte J, Valderrabano J. An epidemiological study of parasitic gastroenteritis in sheep under an intensive grazing system. *Vet. Parasitol.* 19989, 31: 71-81.
12. Hubert J, Kerboeuf D, Gruner L. Study of gastrointestinal strongylosis in a sheep flock on permanent pasture. *Ann. Rech. Vet.* 1979, 10: 503-518.
13. Levine ND. The influence of weather on the bionomics of the free-living stage of nematodes. In: T.E. Gibson (Editor), *Weather and Parasitic Animal Disease*. World Meteorological Organization Technical Note No. 159, Geneva, Switzerland, 1978: 51-57.
14. Leathwick DM, Barlow ND, Vlassoff A. A model for nematodiasis in New Zealand lambs. *Int. J. for Parasitol.* 1992, 22: 789-799.
15. Sreear MJ and Murray M, 1994. Genetic resistance to parasitic disease: particularly of resistance in ruminants to gastrointestinal nematodes. *Vet. Parasitol.*, 54: 161-176.
16. Jeffcoate IA, Holmes PH, Fishwick G, Boyd J, Bairden K, Armour J. Effects of trichostrongyle larval challenge on the reproducible performance of immune ewes. *Res. in Vet. Sci.* 1988,45: 234-239.
17. Jeffcoate IA, Fishwick G, Bairden K, Armour J, Holmes PH. Pathophysiology of the periparturient egg in sheep: the role of prolactin. *Res. in Vet. Sci.* 1990, 48: 295-300.
18. Wallace DS, Bairden K, Duncan JL, Fishwick G, Gill M, Holmes PH, McKellar QA, Murray M, Parkins JJ, Stear MJ. Influence of supplementation with dietary soybean meal on resistance to haemonchosis in Hampshire down lambs. *Res. in Vet. Sci.* 1995, 58: 232-237.