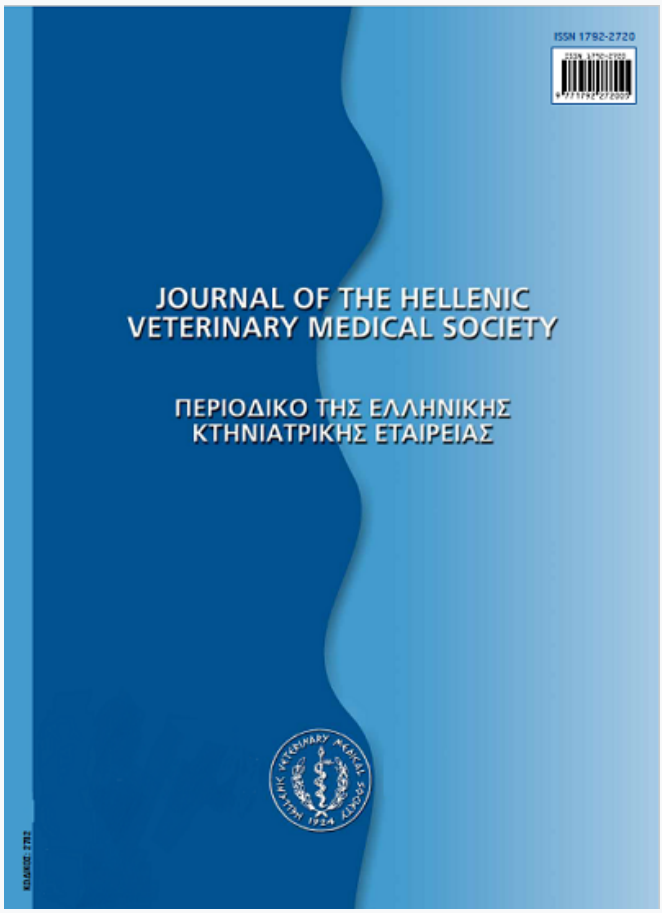
ePublishing

Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society

Vol 58, No 3 (2007)



Performance and carcass characteristics of growing rabbits as affected by the dietary inclusion of a natural zeolite

P. FORTOMARIS (Π. ΦΟΡΤΟΜΑΡΗΣ), G. ARSENOS (Γ. ΑΡΣΕΝΟΣ), E. CHRISTAKI (Ε. ΧΡΗΣΤΑΚΗ), P. FLOROU-PANERI (Π. ΦΛΩΡΟΥ - ΠΑΝΕΡΗ)

doi: 10.12681/jhvms.14989

To cite this article:

FORTOMARIS (Π. ΦΟΡΤΟΜΑΡΗΣ) P., ARSENOS (Γ. ΑΡΣΕΝΟΣ) G., CHRISTAKI (Ε. ΧΡΗΣΤΑΚΗ) E., & FLOROU-PANERI (Π. ΦΛΩΡΟΥ - ΠΑΝΕΡΗ) P. (2017). Performance and carcass characteristics of growing rabbits as affected by the dietary inclusion of a natural zeolite. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*, *58*(3), 244–256. https://doi.org/10.12681/jhvms.14989

https://epublishing.ekt.gr | **e-Publisher:** EKT | **Downloaded at:** 20/02/2026 18:01:31

ΠΕΡΙΟΔΙΚΟ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΚΤΗΝΙΑΤΡΙΚΗΣ ΕΤΑΙΡΕΙΑΣ 2007, 58(3): 244-256
JOURNAL OF THE HELLENIC VETERINARY MEDICAL SOCIETY 2007, 58(3): 244-256

Ερευνητική
Original article

Αποδόσεις και χαρακτηριστικά του σφαγίου παχυνόμενων κουνελιών μετά από την ενσωμάτωση φυσικού ζεόλιθου (κλινοπτιλόλιθος) στο σιτηρέσιό τους

Π. Φορτομάρης, Γ. Αρσένος, Ε. Χρηστάκη, Π. Φλώρου - Πανέρη

ΠΕΡΙΛΗΨΗ. Στόχος της έρευνας αυτής ήταν η διερεύνηση της επίδρασης ενός ελληνικού φυσικού ζεόλιθου (κλινοπτιλόλιθος) στις αποδόσεις και τα χαρακτηριστικά του σφαγίου παχυνόμενων κουνελιών που εκτράφηκαν κάτω από εντατικές συνθήκες (ημι-εντατικό σύστημα εκτροφής) σε μια εμπορική κονικλοτροφική εκμετάλλευση. Χρησιμοποιήθηκαν συνολικά τρία σιτηρέσια: το σιτηρέσιο C, που ήταν ένα σύνηθες εμπορικό σιτηρέσιο (μείγμα ανάπτυξης- πάχυνσης κουνελιών) και αποτελούσε το σιτηρέσιο-μάρτυρα του πειραματισμού και τα σιτηρέσια L και H, στα οποία ενσωματώθηκε ο φυσικός ζεόλιθος σε ποσοστό 1,25% και 2,5%, αντίστοιχα. Εβδομήντα-δύο (72) *New Zealand* x *Californian* κουνέλια, τα οποία είχαν απογαλακτιστεί στην ηλικία των 35 ημερών, κατανεμήθηκαν ισάριθμα με βάση το σωματικό τους βάρος σε τρεις μεταχειρίσεις (ομάδες του πειραματισμού) αντίστοιχες των σιτηρεσίων που καταρτίστηκαν (μεταχειρίσεις C, L και H). Σε κάθε ομάδα υπήρχαν τρεις επαναλήψεις με οκτώ ζώα η καθεμία (υποομάδες του πειραματισμού). Η διάρκεια του πειραματισμού ήταν 8 εβδομάδες. Οι μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν περιελάμβαναν την καταγραφή της αύξησης των κουνελιών, της κατανάλωσης τροφής, του δείκτη μετατρεψιμότητας της τροφής, καθώς και της θνησιμότητά τους κατά τη διάρκεια του πειραματισμού. Στο τέλος του πειραματισμού τα κουνέλια σφάχτηκαν στο σφαγείο της επιχείρησης. Από κάθε μεταχείριση επιλέχθηκαν τυχαία έξι σφάγια κουνελιών στα οποία έγιναν μετρήσεις που αφορούσαν στα χαρακτηριστικά του σφαγίου. Από τα αποτελέσματα της έρευνας αυτής διαπιστώθηκε ότι η ενσωμάτωση του φυσικού ζεόλιθου στο σιτηρέσιο των παχυνόμενων κουνελιών δεν επηρέασε την αύξηση και τα χαρακτηριστικά του σφαγίου τους, ενώ οδήγησε σε υποβάθμιση του δείκτη μετατρεψιμότητας και σε αύξηση της θνησιμότητάς τους.

Λέξεις ευρετηρίασης: κουνέλια, κλινοπτιλόλιθος, αποδόσεις, χαρακτηριστικά σφάγιου

Τομέας Ζωικής Παραγωγής, Ιχθυολογίας, Οικολογίας & Προστασίας του Περιβάλλοντος, Κτηνιατρική Σχολή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 541 24 Θεσσαλονίκη

Ημερομηνία υποβολής: 16.04.2007
Ημερομηνία εγκρίσεως: 16.11.2007

Performance and carcass characteristics of growing rabbits as affected by the dietary inclusion of a natural zeolite

Fortomaris P., Arsenos G., Christaki E., Florou - Paneri P.

ABSTRACT. The objective of this study was to assess the effect of a diet containing a clinoptilolite rich material (tuff) on growth and carcass characteristics of fattening rabbits. Three diets were formulated; diet C was a standard commercial diet that served as control, while diet L contained 1.25% natural zeolite (NZ) and diet H contained 2.5% NZ. Seventy-two *New Zealand* x *Californian* rabbits were used after weaning at 35 days of age. They were randomly allocated into three groups (n=24, with three replicates of four male and four female rabbits each, balanced for body weight) according to the above dietary treatments. All rabbits were weighed individually on weaning and thereafter on weekly basis. Feed intake was monitored weekly on subgroup basis. The experiment lasted 8 weeks. Performance traits and mortality level were recorded in the aforementioned period. In the end of this period all rabbits were stunned and slaughtered to obtain the European carcass weight. Six carcasses per group (two per subgroup, one male and one female) were randomly selected for the determination of carcass characteristics. The results of the current study showed that the incorporation of a clinoptilolite rich tuff (natural zeolite) in the diet of growing rabbits did not affect their growth or the carcass characteristics, whereas feed efficiency and mortality level were negatively affected.

Key words: rabbits, growth, clinoptilolite, carcass characteristics

Department of Animal Production, Ichthyology, Ecology and Protection of the Environment, Faculty of Veterinary Medicine, Aristotle University of Thessaloniki, 541 24 Thessaloniki, Greece

Submission date: 16.04.2007
Approval date: 16.11.2007

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η σύγχρονη κονικλοτροφία έχει εξελιχθεί σε ένα εντατικό σύστημα εκτροφής η οικονομική βιωσιμότητα του οποίου επηρεάζεται αρνητικά από την υψηλή θνησιμότητα των κουνελιών, την αδυναμία παραγωγής κρέατος επιθυμητής ποιότητας, καθώς και από την περιορισμένη δυνατότητα αξιοποίησης της παρεχόμενης τροφής (Ouhayoun, 1998). Το τελευταίο είναι ίσως ο σημαντικότερος παράγοντας που καθορίζει το οικονομικό αποτέλεσμα μιας εκτροφής και, συνεπώς, προτεραιότητα στην εκτροφή κουνελιών αποτελεί η βελτίωση της αξιοποίησης της τροφής (Armero & Blasco, 1992). Η αντίληψη που επικρατεί, γενικά, είναι ότι τα κουνέλια απαιτούν σιτηρέσια με υψηλά ποσοστά κυτταρινών και χαμηλά επίπεδα ενέργειας, γεγονός που σημαίνει ότι η αξιοποίηση της τροφής από τα ζώα αυτά είναι σχετικά φτωχή (Lang, 1981).

Στην παγκόσμια βιβλιογραφία υπάρχει πλήθος αναφορών σχετικά με τις προσπάθειες βελτίωσης του δείκτη μετατρεψιμότητας της τροφής χρησιμοποιώντας διαφορετικές πρώτες ύλες στα σιτηρέσια των κουνελιών (Fernandez & Fraga 1996· Pla & Cervera, 1997· Hernandez και συν., 2000· Gutierrez και συν., 2002· Yalcin και συν., 2003). Ωστόσο, τέτοιες προσεγγίσεις ελέγχονται ως προς το κόστος τους και την επίδρασή τους στην αύξηση των ζώων, αλλά και ως προς την ποιότητα του παραγόμενου κρέατος (Gutierrez και συν., 2002· Dalle Zotte, 2002· Risam και συν., 2005).

Μια διαφορετική προσέγγιση, λοιπόν, θα ήταν η διερεύνηση άλλων συστατικών που θα μπορούσαν, προστιθέμενα στα σιτηρέσια των κουνελιών, να βελτιώσουν την αξιοποίηση της τροφής. Σε αυτήν την κατεύθυνση διερευνήθηκε το κατά πόσο ένας φυσικός ζεόλιθος (κλινοπτιλόλιθος) θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για το σκοπό αυτό. Οι ζεόλιθοι είναι κρυσταλλικά αργιλοπυριτικά ορυκτά ηφαιστιογενούς προέλευσης (Mumpton & Fishman, 1977). Ανάμεσα στους φυσικούς ζεόλιθους, ο κλινοπτιλόλιθος είναι ο πλέον διαδεδομένος στη φύση και αυτός που έχει μελετηθεί περισσότερο από οποιονδήποτε άλλο στις έρευνες πάνω στη ζωική παραγωγή. Τα αποτελέσματα από τη χρήση του κλινοπτιλόλιθου στη διατροφή των παχυνόμενων αρνιών έδειξαν θετική επίδραση στην αύξηση και γενικά στις αποδόσεις των ζώων (Deligiannis και συν., 2005), ενώ αντίστοιχα αποτελέσματα έχουν παρατηρηθεί και σε άλλες έρευνες που αφορούν σε μηρυκαστικά (Mumpton & Fishman, 1977· Pond και συν., 1984· Pond, 1989· Katsoulos και συν., 2005), αλλά και σε χοίρους (Papaioannou και συν., 2004) και σε πτηνά (Tserveni- Gousi και συν., 1997· Christaki και συν., 2001). Ωστόσο, με βάση τη διαθέσιμη διεθνή βιβλιογραφία διαπιστώνεται ότι αντίστοιχες έρευνες δεν

INTRODUCTION

Rabbit production has developed, over the past few years, into an intensive system. However, the economic viability of such system is constraint from the high mortality of rabbits, the failure to produce meat of high quality and feed efficiency (Ouhayoun, 1998). The latter seems to dictate the economic outcome and hence one of the most important objectives in rabbit production is to improve feed efficiency (Armero & Blasco, 1992). The notion is that rabbit diets require a high level of crude fibre and are generally low in apparent digestible energy implying that the efficiency with which they are utilized is relatively poor (Lang, 1981). For example, there is considerable evidence in the literature of research efforts towards the improvement of feed efficiency through the addition of different nutrient sources in rabbit diet (Fernandez & Fraga 1996; Pla & Cervera, 1997; Hernandez et al., 2000; Gutierrez et al., 2002; Yalcin et al., 2003). However, such approaches are also subject to criticism regarding their cost as well as their effects on growth and meat quality (Gutierrez et al., 2002; Dalle Zotte, 2002; Risam et al., 2005).

It was thought therefore, that some other components of the diet that could improve feed efficiency was worthy to be investigated. We questioned whether natural zeolite (a clinoptilolite rich tuff) could be used as a dietary supplement in rabbits diet. Zeolites, minerals of volcanic origin, are crystalline, hydrated aluminosilicates of alkali and alkali earth cations (Mumpton & Fishman, 1977). Clinoptilolite is the most abundant zeolite in nature and also the most widely used in studies involving farm animals. For example, the results of those studies suggest that the use of clinoptilolite in the diet of growing lambs have favourable effects on their growth and performance (Deligiannis et al., 2005), whereas similar effects were observed in other studies with ruminants (Mumpton & Fishman, 1977; Pond et al., 1984; Pond, 1989; Katsoulos et al., 2005), as well as non-ruminant (monogastric) animals (Papaioannou et al., 2004) or poultry (Tserveni-Gousi et al., 1997; Christaki et al., 2001). However, to our knowledge, there is no evidence in the literature of similar studies in rabbits. Hence, the main objective of the current study was to assess the effect of a diet containing a clinoptilolite rich material (tuff) on growth and certain carcass characteristics of rabbits reared under semi-intensive husbandry conditions in a commercial farm.

MATERIALS AND METHODS

Diets and natural zeolite

Three diets were formulated; diet C was a standard

έχουν πραγματοποιηθεί σε κουνέλια.

Στόχος της έρευνας ήταν η διερεύνηση της επίδρασης που έχει η ενσωμάτωση ενός ελληνικού φυσικού ζεόλιθου (κλινοπτιλόλιθου) στο σιτηρέσιο των παχυνόμενων κουνελιών σε μια εμπορική κονικλοτροφική εκμετάλλευση (ημι-εντατικό σύστημα εκτροφής), αφενός στις αποδόσεις τους και, αφετέρου, στα χαρακτηριστικά του σφάγιου τους.

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Σιτηρέσια και φυσικός ζεόλιθος

Χρησιμοποιήθηκαν τρία διαφορετικά σιτηρέσια για τις ανάγκες του πειραματισμού: το σιτηρέσιο C που ήταν ένα σύνηθες εμπορικό σιτηρέσιο (μείγμα ανάπτυξης-πάχυνσης κουνελιών) και αποτελούσε το σιτηρέσιο-μάρτυρα του πειραματισμού και τα σιτηρέσια L και H στα οποία ενσωματώθηκε ο φυσικός ζεόλιθος (NZ) σε ποσοστό 1,25% και 2,5%, αντίστοιχα. Τα σιτηρέσια παρασκευάστηκαν σε μορφή pellets και διατηρήθηκαν ισοαζωτούχα και ισοενεργειακά (Πίνακας 1).

Ο NZ που χρησιμοποιήθηκε στην έρευνα προερχόταν από κοιτάσματα της περιοχής των Μεταξάδων της Θράκης. Η ορυκτοχημική του σύσταση καθορίστηκε με τη βοήθεια ακτινών X (X-ray Diffaction Analysis) και ήταν η ακόλουθη: ασβεστιούχος κλινοπτιλόλιθος 88%, πλαγιόκλαστο και K- άστριος 5%, μαρμαρυγίες και αργιλικά ορυκτά 4% και χαλαζίας 3%. Τα συνολικά μικροπορώδη ορυκτά του ζεολιθοφόρου πετρώματος ήταν 92% και το υπόλοιπο 8% αποτελούσαν τα μη- μικροπορώδη υλικά.

Ζωικό υλικό και σταβλισμός

Εβδομήντα δύο (72) *New Zealand* × *Californian* κουνέλια, τα οποία απογαλακτίστηκαν στην ηλικία των 35 ημερών, κατανεμήθηκαν ισάριθμα, με βάση το σωματικό τους βάρος, σε τρεις μεταχειρίσεις (ομάδες του πειραματισμού) αντίστοιχες των σιτηρεσίων που καταρτίστηκαν (μεταχειρίσεις C, L και H). Σε κάθε ομάδα υπήρχαν τρεις επαναλήψεις με οκτώ ζώα η καθεμία (υποομάδες του πειραματισμού). Η κάθε υποομάδα αποτελούνταν από τέσσερα αρσενικά και τέσσερα θηλυκά ζώα τα οποία σταβλίστηκαν ομαδικά σε ειδικούς συρμάτινους κλωβούς πάχυνσης κάτω από ελεγχόμενες συνθήκες θερμοκρασίας (18-24 °C) και φωτισμού (φωτοπερίοδος: 16 ώρες φως- 8 ώρες σκοτάδι). Η παροχή τροφής και νερού ήταν συνεχής για *ad libitum* κατανάλωση. Η διάρκεια του πειραματισμού ήταν 8 εβδομάδες (56 ημέρες). Στο τέλος του πειραματισμού όλα τα ζώα οδηγήθηκαν στο σφαγείο της κονικλοτροφικής επιχείρησης (ελαχιστοποιώντας κατά αυτόν τον τρόπο το στρες της μεταφοράς). Η διαδικασία σφαγής πε-

Πίνακας 1. Σύσταση και χημική σύνθεση των σιτηρεσίων του πειραματισμού.

	Σιτηρέσια		
Συστατικά (g/kg τροφής)	**C**	**L**	**H**
Μηδική	469,9	443,6	457,8
Κριθάρι	221,8	228,9	257,0
Σογιάλευρο	27,7	37,2	47,0
Σογιέλαιο	8,0	8,0	8,0
Γλουτένη κτηνοτροφική	45,0	45,0	45,0
Πίτυρα	200,0	197,0	131,5
Μαρμαρόσκονη	3,4	4,3	2,4
Φωσφορικό διασβέστιο	13,3	13,4	16,8
Λυσίνη	1,3	1,2	1,0
DL Μεθειονίνη	1,0	1,0	0,9
Αλάτι	7,1	6,1	6,1
Πρόμειγμα βιταμινών[1]	0,3	0,3	0,3
Πρόμειγμα ιχνοστοιχείων[2]	0,5	0,5	0,5
Φυσικός ζεόλιθος	-	12,5	25,0
Χημική ανάλυση (g/kg τροφής)			
Ξηρή ουσία	889,7	890,2	892,2
Ολικές πρωτεΐνες (N x 6.25)	170,0	170,0	170,0
Λίπος	33,7	33,1	31,8
Πεπτή κυτταρίνη	145,6	140,0	140,0
Τέφρα	79,7	78,7	80,2
Από υπολογισμό (g/kg τροφής)			
Ασβέστιο	12,0	12,0	12,0
Φώσφορος (ολικός)	7,0	7,0	7,0
Λυσίνη	7,5	7,5	7,5
Μεθειονίνη και κυστεΐνη	6,3	6,3	6,3
Μεταβολιστέα ενέργεια (Mj/kg)	10,4	10,4	10,4

[1] Συμμετοχή (ανά kg τροφής): vit. A: 12,000UI; vit. D3: 3,750UI; vit. E:45mg; vit. K3: 3mg; thiamine hydrochloride: 1.5mg; riboflavin:7.5mg; pyridoxine hydrochloride: 4.5mg; cyanocobalamin: 0.03mg; nicotinic acid: 15mg; folic acid: 1.2 mg; biotin: 0.08mg; choline chloride: 435mg; ascorbic acid: 15mg

[2] Συμμετοχή (ανά kg τροφής): Zn: 125mg; Mn: 100 mg; Fe: 62.5mg; Cu: 7.5mg; Co: 0.25mg; I: 1.97mg; Se: 0.13mg

commercial diet that served as control, while diet L contained 1.25% natural zeolite (NZ) and diet H contained 2.5% NZ. All diets were pelleted and were kept isoenergetic and isonitrogenous (Table 1).

The natural zeolite (NZ) used in this study was obtained from Metaxades (Thrace, Greece). Its mineralogical composition was determined by the X- ray Diffraction (XRD) analysis as follows: Calcium rich clinoptilolite 88%, Plagioclase and K- feldspar 5%, Micas and Clay minerals 4%, Quartz 3%. The total microporous minerals of this zeolitic material were 92%, while the rest 8% was specified as non-microporous minerals.

ριελάμβανε την ηλεκτρική αναισθητοποίηση των ζώων και την αφαίμαξή τους, ενώ δεν εφαρμόστηκε πρόγραμμα νηστείας στα κουνέλια πριν τη σφαγή τους.

Μετρήσεις

Αποδόσεις

Όλα τα κουνέλια ζυγίστηκαν ατομικά στον απογαλακτισμό και στη συνέχεια, ζυγίζονταν, επίσης ατομικά, σε εβδομαδιαία βάση. Η μέση ημερήσια αύξηση (ΜΗΑ) των κουνελιών υπολογίστηκε σε εβδομαδιαία βάση και συνολικά για όλη τη διάρκεια του πειραματισμού. Η ποσότητα της τροφής που χορηγούνταν σε κάθε υποομάδα του πειραματισμού καταγραφόταν καθημερινά. Στο τέλος της κάθε εβδομάδας του πειραματισμού ζυγίζονταν τα υπολείμματα της τροφής για τον υπολογισμό της μέσης ημερήσιας κατανάλωσης τροφής (ΜΗΚΤ) τόσο σε εβδομαδιαία βάση όσο και συνολικά. Ο δείκτης μετατρεψιμότητας (ΔΜ) της τροφής για κάθε υποομάδα του πειραματισμού υπολογίστηκε επίσης σε εβδομαδιαία βάση και συνολικά σύμφωνα με τον τύπο: ΔΜ = ΜΗΚΤ/ ΜΗΑ. Τέλος, ο αριθμός των νεκρών κουνελιών καταγραφόταν σε ημερήσια βάση με σκοπό τον προσδιορισμό του ποσοστού θνησιμότητας (%) εβδομαδιαία και συνολικά.

Χαρακτηριστικά σφάγιου

Για τη διερεύνηση της επίδρασης του ΝΖ στα χαρακτηριστικά του σφάγιου των κουνελιών επιλέχθηκαν τυχαία έξι σφάγια από κάθε μεταχείριση (δύο από κάθε υποομάδα, ένα αρσενικό και ένα θηλυκό). Από τα σφάγια αυτά αφαιρέθηκαν το δέρμα, το τμήμα των άκρων από τα μετακάρπια και μετατάρσια και κάτω, η ουρά και ο πεπτικός και ουρογεννητικός σωλήνας με σκοπό τη λήψη του «θερμού» σφάγιου σύμφωνα με τα πρότυπα του World Rabbit Scientific Association (Blasco & Ouhayoun, 1996). Τα «θερμά» σφάγια τοποθετήθηκαν σε κατάλληλα αεριζόμενο χώρο του σφαγείου για περίπου 30 λεπτά και στη συνέχεια αποθηκεύτηκαν σε ψυκτικό θάλαμο σε θερμοκρασία 3- 4 °C για 24 ώρες. Τα σφάγια αυτά περιείχαν το κεφάλι, την τραχεία, τους πνεύμονες, το θύμο αδένα, την καρδιά, το ήπαρ και τα νεφρά («ψυχρό» σφάγιο κουνελιού), όργανα τα οποία και αφαιρέθηκαν με σκοπό τη λήψη του σφάγιου «αναφοράς».

Οι μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν σε κάθε σφάγιο κουνελιού περιελάμβαναν τα παρακάτω: το βάρος του θερμού σφάγιου (hot carcass weight- HCW), το βάρος του ψυχρού σφάγιου (cold carcass weight- CCW), το βάρος σφάγιου αναφοράς (reference carcass weight- RCW), το βάρος της κεφαλής (head weight- HW), το βάρος των νεφρών (kidney weight- KW), το βάρος του ήπατος (liver weight- LW) και το βάρος της καρδιάς, των πνευμόνων και του θύμου αδένα (heart,

Table 1. Ingredient and chemical composition of experimental diets.

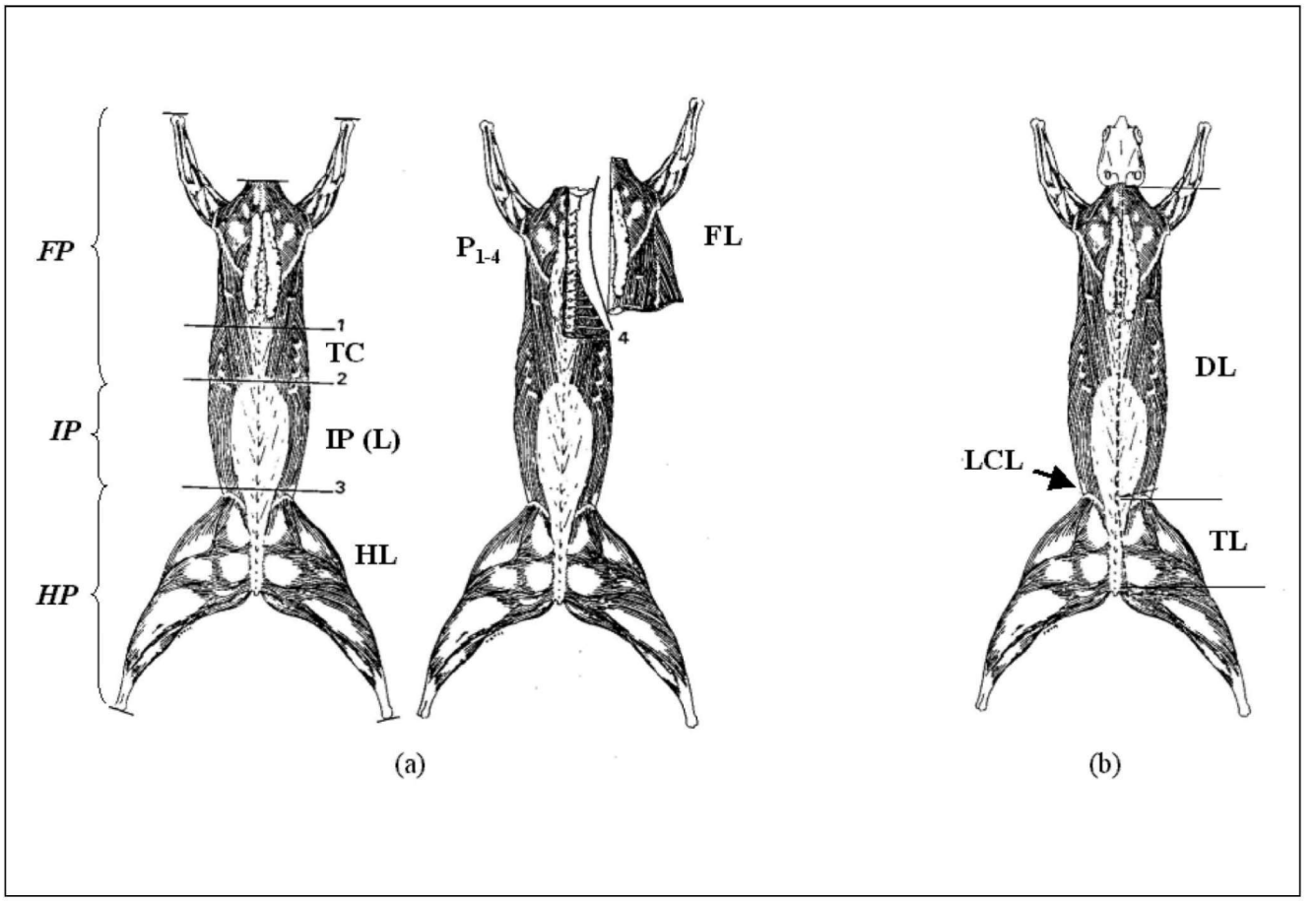
	Diets		
Ingredients (g/kg of feed)	C	L	H
Lucerne meal	469.9	443.6	457.8
Barley grains	221.8	228.9	257.0
Soyabean meal	27.7	37.2	47.0
Soyabean oil	8.0	8.0	8.0
Corn gluten feed	45.0	45.0	45.0
Wheat bran	200.0	197.0	131.5
Limestone, pulverized	3.4	4.3	2.4
Dicalcium phosphate	13.3	13.4	16.8
Lysine	1.3	1.2	1.0
DL Methionine	1.0	1.0	0.9
Sodium chloride	7.1	6.1	6.1
Vitamin premix[1]	0.3	0.3	0.3
Trace mineral premix[2]	0.5	0.5	0.5
Zeolite	-	12.5	25.0
Chemical composition (g/kg of feed)			
Dry matter	889.7	890.2	892.2
Crude protein (N x 6.25)	170.0	170.0	170.0
Crude fat	33.7	33.1	31.8
Crude fibre	145.6	140.0	140.0
Ash	79.7	78.7	80.2
As calculated (g/kg of feed)			
Calcium	12.0	12.0	12.0
Phosphorus (total)	7.0	7.0	7.0
Lysine	7.5	7.5	7.5
Methionine and cystine	6.3	6.3	6.3
Metabolizable energy (Mj/kg)	10.4	10.4	10.4

[1] Provided per kg of diet: vit. A: 12,000UI; vit. D3: 3,750UI; vit. E:45mg; vit. K3: 3mg; thiamine hydrochloride: 1.5mg; riboflavin:7.5mg; pyridoxine hydrochloride: 4.5mg; cyanocobalamin: 0.03mg; nicotinic acid: 15mg; folic acid: 1.2 mg; biotin: 0.08mg; choline chloride: 435mg; ascorbic acid: 15mg

[2] Provided per kg of diet: Zn: 125mg; Mn: 100 mg; Fe: 62.5mg; Cu: 7.5mg; Co: 0.25mg; I: 1.97mg; Se: 0.13mg

Animals and Housing

The experiment was carried out with *New Zealand* × *Californian* rabbits weaned at 35 days of age. Treatments consisted of the three diets (C, L and H). Seventy-two rabbits were randomly allocated into three equal groups of twenty-four (three replicates of four male and four female rabbits each, balanced for body weight) according to treatment. All nine subgroups were housed in separate stainless steel cages under controlled temperature (18-24°C) and lighting (16h/8h, light/dark photoperiodic cycle) conditions. Animals had *ad libitum* access to food and drinking water. The experimental period lasted for 8 weeks (56 days). By the end of this period all rabbits were slaughtered at the abattoir of the



Εικόνα 1. (a) Ανατομικός (σημεία τομής 2 και 3) και τεχνολογικός (σημεία τομής 1, 2, 3 και 4) τεμαχισμός του σφάγιου αναφοράς στο κουνέλι. Διακρίνονται τα ακόλουθα σημεία τομής στον κάθετο άξονα του σφάγιου: 1) μεταξύ του 7ου και 8ου θωρακικού σπονδύλου, 2) μεταξύ του τελευταίου θωρακικού και 1ου οσφυϊκού σπονδύλου, 3) μεταξύ του 6ου και 7ου οσφυϊκού σπονδύλου και 4) διαχωρισμός του πρόσθιου τμήματος του σφάγιου.
FP, IP, HP: τεμάχια σφάγιου μετά την εφαρμογή του ανατομικού τεμαχισμού στο σφάγιο αναφοράς [FP (fore part): πρόσθιο τμήμα, IP (intermediate part): ενδιάμεσο τμήμα, HP (hind part): οπίσθιο τμήμα]
FL, TC, IP (L), HL, P_{1-4}: τεμάχια σφάγιου μετά την εφαρμογή του τεχνολογικού τεμαχισμού στο σφάγιο αναφοράς [FL (fore leg): πρόσθιο άκρο που περιλαμβάνει τη σπάλα και τμήμα του στήθους, TC (thoracic cage): θωρακικό τμήμα (στήθος), IP ή L (intermediate part or loin): ενδιάμεσο τμήμα ή φιλέτο, HL (hind legs): οπίσθια άκρα ή μπούτια, P_{1-4} (part between cut points 1 and 4): το τμήμα του σφάγιου από το διαχωρισμό των πρόσθιων άκρων- πρόσθιο άκρο]
(b) Σημεία μετρήσεων του μήκους και της περιφέρειας του σφάγιου κουνελιού.
DL (dorsal length): ραχιαίο μήκος (σημεία μέτρησης από τον άτλαντα έως τον 7ο οσφυϊκό σπόνδυλο)
TL (thigh length): μήκος γλουτών (από τον 7ο οσφυϊκό σπόνδυλο και κατά μήκος των γλουτών έως το περίνεο)
Το άθροισμα των παραπάνω μετρήσεων συνιστά το συνολικό μήκος του σφάγιου
LCL (lumbar circumference length): περιφέρεια σφάγιου στο ύψος του 7ου οσφυϊκού σπονδύλου, συμπεριλαμβανομένου του κοιλιακού τοιχώματος
(Πηγές: Blasco και συν., 1992; Blasco & Ouhayoun, 1996)

Figure 1. (a) Anatomical (cut points 2 and 3) and technological (cut points 1, 2, 3 and 4) cut points of the reference carcass: 1) between the 7th and 8th thoracic vertebra, 2) between last thoracic and 1st lumbar vertebra, 3) between 6th and 7th lumbar vertebra and 4) separation of fore legs.
FP, IP, HP: rabbit carcass anatomical joints (FP: fore part, IP: intermediate part, HP: hind part)
FL, TC, IP (L), HL, P_{1-4}: rabbit carcass technological joints [(FL: fore leg including thoracic insertion muscles, TC: thoracic cage, IP (L): intermediate part (loin), HL: hind legs, P_{1-4}: part between cut points 1 and 4]
(b) Rabbit carcass length and circumference
DL (dorsal length): from the atlas vertebra to the 7th lumbar vertebra
TL (thigh length): from the 7th lumbar vertebra to the ischion insrtion point
LCL (lumbar circumference length): at the level of the 7th lumbar vertebra including abdominal wall
(Sources: Blasco et al., 1992; Blasco & Ouhayoun, 1996)

lungs and thymus weight- HLTW).

Ακολούθησε ο τεμαχισμός του σφάγιου αναφοράς σε τέσσερα σημεία τομής ή σημεία κοπής (τεχνολογικός τεμαχισμός του σφάγιου- Εικόνα 1a) και για κάθε σφάγιο ζυγίστηκαν τα βάρη των επιμέρους τεμαχίων που περιελάμβαναν: το βάρος του πρόσθιου άκρου (fore leg weight- FLW), το βάρος του θωρακικού τμήματος (thoracic cage weight- TCW), το βάρος του τμήματος μεταξύ των σημείων τεμαχισμού 1 και 4 (weight of the part between the first two cut points- $P_{1-4}W$), το βάρος του ενδιάμεσου τμήματος ή φιλέτο (intermediate part- IPW) και το βάρος του τμήματος που περιλαμβάνει τα οπίσθια άκρα (hind legs weight- HLW).

Επιπλέον, σε κάθε σφάγιο αναφοράς έγιναν μετρήσεις του μήκους και της περιφέρειας του σφάγιου (Εικόνα 1b) και πιο συγκεκριμένα μετρήθηκαν: το ραχιαίο μήκος του σφάγιου (dorsal length- DL), το μήκος των γλουτών (thigh length- TL) και η περιφέρεια του σφάγιου στο ύψος του 7ου οσφυϊκού σπονδύλου (lumbar circumference length- LCL).

Τέλος, για κάθε κουνέλι υπολογίστηκε η απόδοση σε σφάγιο σύμφωνα με τον ακόλουθο τύπο:

$$DP = 100 \times CCW/ BW$$

όπου CCW: το βάρος του ψυχρού σφάγιου και BW: το σωματικό βάρος του κουνελιού αμέσως πριν τη σφαγή.

Στατιστική ανάλυση

Η στατιστική επεξεργασία των πειραματικών δεδομένων έγινε με τη βοήθεια του στατιστικού προγράμματος Genstat 5 for Windows (release 4.2, service pack 2, 2001· Lawes Agricultural Trust, Rothamsted, Herts, UK) χρησιμοποιώντας τη μεθοδολογία της ανάλυσης διακύμανσης (ANOVA). Η ομοιογένεια των μεταβλητών εξετάστηκε με τη βοήθεια του Bartlett's test. Η ανάλυση των στοιχείων που αφορούσαν στην κατανάλωση τροφής και στο δείκτη μετατρεψιμότητας έγινε στο επίπεδο της υποομάδας του πειραματισμού. Η επίδραση από την ενσωμάτωση του NZ στο σιτηρέσιο των κουνελιών στα ποσοστά θνησιμότητας που καταγράφηκαν εκτιμήθηκε με τη βοήθεια του χ^2-κριτηρίου (Pearson's overall chi-square test). Οι διαφορές στα επίπεδα σημαντικότητας $P<0.05$ θεωρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές. Η επίδραση του φύλου δεν ήταν σημαντική σε καμία από τις παραμέτρους του πειραματισμού που εκτιμήθηκαν και για το λόγο αυτό δεν συζητείται στα αποτελέσματα που ακολουθούν.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Αποδόσεις

Το μέσο σωματικό βάρος των κουνελιών σε σχέση με την ηλικία τους και τη μεταχείριση δίνεται στην Εικόνα 2. Η προσθήκη του NZ στην τροφή των κουνελιών

farm (with minimal transport stress). Rabbits were electrically stunned and bled, while no fasting was practised.

Traits measured

Performance

All rabbits were weighed individually on weaning and thereafter on weekly basis. Daily weight gain was determined during the 56-day post weaning growing period. Feed intake was monitored weekly on subgroup basis. Average feed intake (g/day) and feed: gain ratio were calculated from the refusals recorded on weekly basis. Rabbits mortality was also recorded on daily and weekly basis.

Carcass characteristics

Six carcasses per treatment group (two per subgroup, one male and one female) were prepared as recommended by the World Rabbit Scientific Association (Blasco & Ouhayoun, 1996), by removing skin, distal parts of the tail fore and hind legs, urogenital organs and gastrointestinal tract. Hot carcasses were suspended in a ventilated area for 30 min and then chilled at 3- 4 °C for 24 h. These carcasses contained the head, liver, lungs, thymus, trachea, esophagus, heart and kidneys, which were removed to obtain the reference carcass (containing only meat, fat and bone). The recorded traits were: hot carcass weight (HCW), cold carcass weight (CCW), reference carcass weight (RCW), head weight (HW), kidney weight (KW), liver weight (LW) and heart, lungs and thymus weight (HLTW). The reference carcass was cut in four cut-points (technological division- Figure 1a) and retail cuts were weighed and consisted of the following: fore leg weight (FLW), thoracic cage weight (TCW), weight of the part between the cut points 1 and 4 ($P_{1-4}W$), intermediate (loin) part (IPW) and hind part weight (HPW).

Carcass measurements also included carcass length and carcass circumference (Figure 1b) and traits recorded were: dorsal length (DL), thigh length (TL) and lumbar circumference length (LCL).

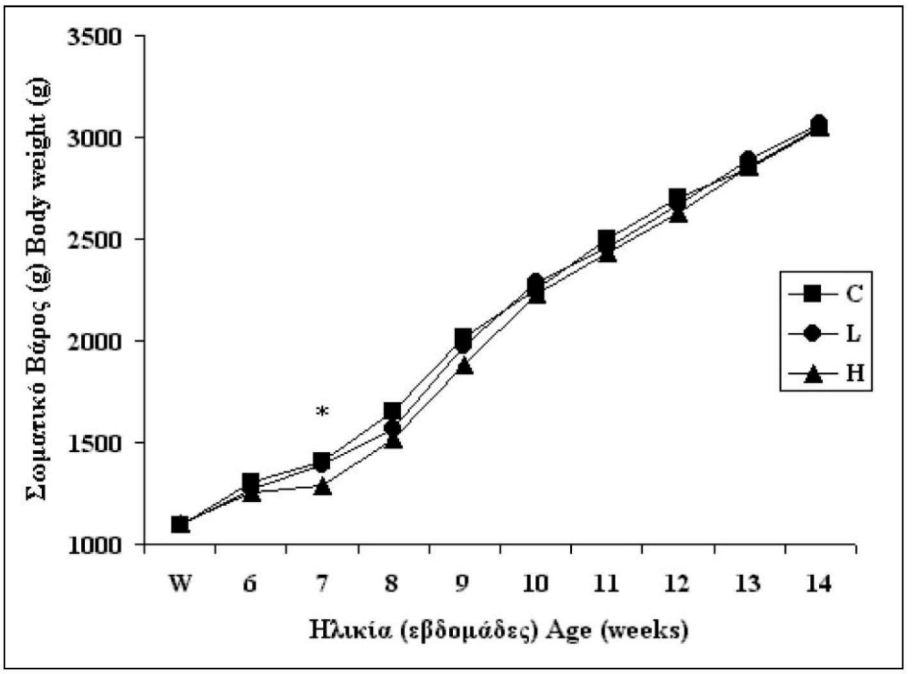
Body weight for each rabbit was recorded prior to slaughter (BW) and dressing percentage (DP) was calculated ($DP=100\times CCW/BW$).

Statistical analysis

Experimental data were subjected to analysis of variance (ANOVA) using the Genstat 5 for Windows (release 4.2, service pack 2, 2001; Lawes Agricultural Trust, Rothamsted, Herts, UK). Homogeneity of variances was tested using the Bartlett's test. Cage (subgroup) was the experimental unit for the analysis of values for feed consumption and feed: gain ratio. The

δεν επηρέασε το τελικό σωματικό τους βάρος (3.041g, 3.071g και 3.051g, για τις ομάδες C, L και H, αντίστοιχα). Ωστόσο, παρατηρήθηκε ότι το σωματικό βάρος των κουνελιών της ομάδας H ήταν σημαντικά μικρότερο (P<0.05) από εκείνο των κουνελιών της ομάδας C στην ηλικία των 7 εβδομάδων (1.287g και 1.403g, αντίστοιχα).

Η επίδραση της χορήγησης του NZ γενικά στις αποδόσεις των κουνελιών στη διάρκεια του πειραματισμού δίνεται στον Πίνακα 2. Η μέση ημερήσια αύξηση των κουνελιών δεν επηρεάστηκε από τη χρησιμοποίηση του NZ στην τροφή τους, όμως, η μέση ημερήσια κατανάλωση τροφής και ο δείκτης μετατρεψιμότητας ήταν σημαντικά υψηλότερα στην ομάδα H, όπου ο NZ χρησιμοποιήθηκε σε ποσοστό 2,5% σε σύγκριση με τους μάρτυρες του πειραματισμού (ομάδα C). Επίσης, σημαντική ήταν η επίδραση του NZ στη θνησιμότητα των κουνελιών. Τα υψηλότερα ποσοστά θνησιμότητας, εξαιτίας πεπτικών διαταραχών (προσβολή από *E. coli*), καταγράφηκαν τις πρώτες ημέρες του πειραματισμού και ιδιαίτερα στο διάστημα της μετάβασης από την εναρκτήρια τροφή (που χορηγείτο στη διάρκεια της γαλουχίας) στα μείγματα του πειραματισμού. Πιο συγκεκριμένα, 2 από τα 24 κουνέλια (ποσοστό 8,3%) βρέθηκαν νεκρά στο παραπάνω χρονικό διάστημα στην ομάδα C, ενώ στην ίδια περίοδο 4 κουνέλια βρέθηκαν νεκρά στην ομάδα L (ποσοστό 16,7%) και 5 κουνέλια στην ομάδα H (ποσοστό 20,8%). Οι διαφορές αυτές των ομάδων L και H σε σύγκριση με την ομάδα C ήταν στατιστικώς σημαντικές (P<0.05).



Εικόνα 2. Μέσο σωματικό βάρος των κουνελιών σε σχέση με την ηλικία τους και τη μεταχείριση (W= απογαλακτισμός, * P<0.05 μεταξύ των μεταχειρίσεων C και H).

Figure 2. Average body weight of rabbits according to age and treatment (W= weaning, * P<0.05 between treatments C and H).

Χαρακτηριστικά σφάγιου

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων στα διάφορα χαρακτηριστικά του σφάγιου των κουνελιών σε σχέση με τη μεταχείριση δίνονται στον Πίνακα 3. Η προσθήκη NZ στα σιτηρέσια των κουνελιών δεν επηρέασε τα χαρακτηριστικά του σφάγιου που μετρήθηκαν. Η κατάταξη των σφαγίων και τα βάρη των επιμέρους τεμαχίων δεν επηρεάστηκαν από τη χρησιμοποίηση του NZ. Η μόνη σημαντική επίδραση της ενσωμάτωσης του NZ στα σιτηρέσια των κουνελιών διαπιστώθηκε στη μέτρηση του μήκους του σφάγιου (DL), η οποία ήταν μικρότερη στην ομάδα H σε σύγκριση με τις ομάδες C

effect of treatment on the mortality of rabbits was evaluated using Pearson's overall chi-square test. A probability level of P<0_05 was used to test the statistical significance of all experimental data. The effect of sex was not significant in this study and therefore is not discussed any further.

RESULTS

Performance

The average body weight of rabbits according to age and treatment is shown in Figure 2. Although the addition of NZ did not affect the final body weight, rabbits fed NZ were heavier in comparison to the control group. (3.041g, 3.071g, and 3.051g, for treatments C, L and H, respectively). Significant difference (P<0.05) was observed in the average body weight of rabbits at the age of 7 weeks, in treatment H in comparison to the control treatment C (1.287g vs 1.403g, respectively).

The effect of treatments on growth traits is shown in Table 2. Average weight gain was not affected by the addition of NZ, but the average feed intake and feed: gain ratio increased (P<0.05) in treatment H where NZ was included in a higher dietary level compared to treatment C (178.4g vs 160.4g and 5.1 vs 4.6, respectively). Mortality was also affected by the addition

Πίνακας 2. Επίδραση της χρησιμοποίησης του φυσικού ζεόλιθου στις αποδόσεις και τη θνησιμότητα των κουνελιών.

Παράμετροι	Μεταχειρίσεις			s.e.d.	Επίδραση
	C	L	H		
Σ.Β. στον απογαλακτισμό (g)	1090	1094	1098	9,7	NS[1]
Τελικό Σ.Β. (g)	3041	3071	3051	71,6	NS
Μέση ημερήσια αύξηση (g/ ημέρα)	34,2	35,2	34,9	7,1	NS
Μέση ημερήσια κατανάλωση τροφής (g/ ημέρα)	160,4[a]	174,8[a,b]	178,4[b]	7,9	*
Δ.Μ.	4,6[a]	4,9[a,b]	5,1[b]	0,3	*
Θνησιμότητα (%)	8,3[a]	16,7[b]	20,8[b]	5,98[†]	*

† Τιμή του κριτηρίου χ2
1NS: όχι σημαντική (P>0.05)
a, b Μέσοι όροι στην ίδια γραμμή με διαφορετικό εκθέτη διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους (P<0.05)
* P<0.05

Table 2. Effects of treatment on rabbit performance and mortality.

Traits	Treatments			s.e.d.	Effect
	C	L	H		
Weaning weight (g)	1090	1094	1098	9.7	NS1
Final weight (g)	3041	3071	3051	71.6	NS
Average weight gain (g/ day)	34.2	35.2	34.9	7.1	NS
Average feed intake (g/ day)	160.4[a]	174.8[a,b]	178.4[b]	7.9	*
Feed: gain ratio	4.6[a]	4.9[a,b]	5.1[b]	0.3	*
Mortality (%)	8.3[a]	16.7[b]	20.8[b]	5.98[†]	*

† Pearsons' overall chi-square value
1NS: not significant (P>0.05)
a, b Means within the same row with different superscript differ significantly (P<0.05)
* P<0.05

και L (295,2mm και 299,2mm και 302,8mm, αντίστοιχα). Τέλος, αν και η επίδραση της προσθήκης NZ στο μήκος των μηρών και στην περιφέρεια του σφάγιου δεν ήταν σημαντική, αξίζει να σημειωθεί η τάση που παρατηρήθηκε (P=0.113) στην περιφέρεια του σφάγιου (LCL) όπου η μέτρηση για τις ομάδες L και H ήταν μικρότερη (183,7mm) από την αντίστοιχη για την ομάδα C (190,8mm).

ΣΥΖΗΤΗΣΗ- ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η χρήση των φυσικών ζεόλιθων στη διατροφή των ζώων αποτελεί αντικείμενο έρευνας ήδη από τα μέσα της δεκαετίας του 1960. Στη βιβλιογραφία υπάρχουν αρκετές αναφορές σχετικά με τη βελτίωση των αποδόσεων διαφόρων ειδών παραγωγικών ζώων από την ενσωμάτωση φυσικών ζεόλιθων στο σιτηρέσιό τους, που αποδίδονται στον τύπο του χρησιμοποιούμενου υλικού, την καθαρότητά του και τις φυσικοχημικές του ιδιότητες, καθώς και στο ποσοστό συμμετοχής του ζεόλιθου στα σιτηρέσια (Papaioannou et al., 2005). Δύο είναι οι επικρατέστεροι μηχανισμοί σχετικά με τους μηχανισμούς δράσης των ζεόλιθων: α) η ικανότητα δέσμευσης

of NZ. The highest incidence of mortality in all groups occurred, due to enteric disorders (*E. coli* infection), the first two weeks post weaning (from 36- 49 days of age) following the change from the starter diet to the experimental ones. Two out of 24 rabbits (8.3%) died in the aforementioned period in treatment C, while four rabbits died in treatment L (16.7%) and five rabbits in treatment H (20.8%). Differences among treatments L and H in comparison to treatment C were significant (P<0.05).

Carcass characteristics

Results of the carcass traits measured in this study are given in Table 3. The dietary inclusion of NZ had no effect in almost all of the carcass variables studied. Carcass classification values and joints values were not affected by the diet. Similarly, organs weights were not affected by the addition of NZ. Carcass length measurements revealed a significant effect of the highest inclusion of NZ regarding dorsal length, which was lower (P<0.05) in treatment H compared to treatments C and L (295.2 mm vs 299.2 mm and 302.8 mm, respectively). No treatment effect was observed

Πίνακας 3. Επίδραση της χρησιμοποίησης του φυσικού ζεόλιθου στα χαρακτηριστικά του σφαγίου των κουνελιών.

Παράμετροι	Μεταχειρίσεις			s.e.d.	Επίδραση
	C	L	H		
Βάρος θερμού σφαγίου (HCW- g)	2053	2042	2048	59,9	NS[1]
Βάρος ψυχρού σφαγίου (CCW- g)	1967	1961	1959	60,8	NS
Βάρος σφαγίου αναφοράς (RCW- g)	1510	1511	1514	52,3	NS
Βάρος πρόσθιου άκρου (FLW- g)	222,3	226,7	226,0	10,3	NS
Βάρος θωρακικού τμήματος (TCW- g)	165,8	163,7	155,7	14,2	NS
Βάρος τμήματος P_{1-4} (P_{1-4}W- g)	216,3	220,7	231,0	14,0	NS
Βάρος ενδιάμεσου τμήματος (IPW- g)	342,0	357,0	355,0	21,9	NS
Βάρος οπίσθιων άκρων (HLW- g)	556,0	535,3	538,3	16,4	NS
Βάρος κεφαλής (HW- g)	137,7	139,7	140,0	5,5	NS
Βάρος νεφρών (KW- g)	21,0	20,3	20,7	1,9	NS
Βάρος ήπατος (LW- g)	86,7	85,7	86,3	6,4	NS
Βάρος καρδιάς, πνευμόνων, θύμου (HLTW- g)	36,3	32,3	31,7	2,2	NS
Ραχιαίο μήκος (DL- mm)	299,2[a,b]	302,8[b]	295,2[a]	2,8	*
Μήκος γλουτών (TL- mm)	69,8	71,3	70,5	1,4	NS
Περιφέρεια σφαγίου (LCL- mm)	190,8	183,7	183,7	3,9	NS
Σωματικό βάρος (BW- g)	3082	3100	3050	62,0	NS
Απόδοση σε σφάγιο (DP- %)	62,2	61,6	62,8	1,3	NS

[1] NS: όχι σημαντική (P>0.05)
[a, b] Μέσοι όροι στην ίδια γραμμή με διαφορετικό εκθέτη διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους (P<0.05)
* P<0.05

Table 3. Effects of treatment on carcass characteristics.

Variables	Treatments			s.e.d.	Effect
	C	L	H		
Hot carcass weight (HCW- g)	2053	2042	2048	59.9	NS[1]
Cold carcass weight (CCW- g)	1967	1961	1959	60.8	NS
Reference carcass weight (RCW- g)	1510	1511	1514	52.3	NS
Fore leg weight (FLW- g)	222.3	226.7	226.0	10.3	NS
Thoracic cage weight (TCW- g)	165.8	163.7	155.7	14.2	NS
P_{1-4} weight (P_{1-4}W- g)	216.3	220.7	231.0	14.0	NS
Intermediate part weight (IPW- g)	342.0	357.0	355.0	21.9	NS
Hind legs weight (HLW- g)	556.0	535.3	538.3	16.4	NS
Head weight (HW- g)	137.7	139.7	140.0	5.5	NS
Kidney weight (KW- g)	21.0	20.3	20.7	1.9	NS
Liver weight (LW- g)	86.7	85.7	86.3	6.4	NS
Heart, lungs, thymus weight (HLTW- g)	36.3	32.3	31.7	2.2	NS
Dorsal length (DL- mm)	299.2[a,b]	302.8[b]	295.2[a]	2.8	*
Thigh length (TL- mm)	69.8	71.3	70.5	1.4	NS
Lumbar circumference length (LCL- mm)	190.8	183.7	183.7	3.9	NS
Body weight (BW- g)	3082	3100	3050	62.0	NS
Dressing percentage (DP- %)	62.2	61.6	62.8	1.3	NS

[1] NS: not significant (P>0.05)
[a, b] Means within the same row with different superscript differ significantly (P<0.05)
* P<0.05

της αμμωνίας, γεγονός που οδηγεί στη μείωση της τοξικής δράσης που ασκεί η παραγωγή NH_4+ από τη μικροβιακή δραστηριότητα (Shurson και συν., 1984· Pond και συν., 1988), και β) η επιβράδυνση του ρυθμού διόδου της τροφής στον εντερικό σωλήνα που οδηγεί σε καλύτερη αξιοποίηση των θρεπτικών συστατικών της (Mumpton & Fishman, 1977· Olver, 1997).

Ο στόχος του πειραματισμού αυτού ήταν η διερεύνηση της επίδρασης ενός φυσικού ζεόλιθου, που προστέθηκε στην τροφή παχυνόμενων κουνελιών σε διαφορετική αναλογία, στις αποδόσεις τους και τα χαρακτηριστικά του σφάγιου τους. Για το λόγο αυτό ένα ζεολιθοφόρο πέτρωμα πλούσιο σε κλινοπτιλόλιθο που προερχόταν από περιοχή της Β. Ελλάδας ενσωματώθηκε, όπως προαναφέρθηκε, στα σιτηρέσια παχυνόμενων κουνελιών που εκτράφηκαν κάτω από εμπορικές συνθήκες. Η υπόθεσή μας ήταν ότι η προσθήκη φυσικού ζεόλιθου στα σιτηρέσια των παχυνόμενων κουνελιών θα είχε ευνοϊκή επίδραση στην αύξησή τους και/ ή στο δείκτη μετατρεψιμότητας της τροφής τους.

Εντούτοις, τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι η χρήση του φυσικού ζεόλιθου δεν είχε ευνοϊκή επίδραση στην αύξηση του σωματικού βάρους των κουνελιών ή στο δείκτη μετατρεψιμότητας της τροφής τους. Αρκετές έρευνες σε άλλα είδη ζώων υποστηρίζουν τα ευρήματα αυτά. Για παράδειγμα, οι Shurson και συν. (1984) υποστήριξαν ότι η χρήση κλινοπτιλόλιθου στη διατροφή των παχυνόμενων χοίρων δεν επηρέασε σημαντικά την κατανάλωση της τροφής, την αύξηση και το δείκτη μετατρεψιμότητας της τροφής τους. Οι Poulsen & Oksbjerg (1995) ανέφεραν σημαντική μείωση της μέσης ημερήσιας αύξησης και υποβάθμιση του δείκτη μετατρεψιμότητας της τροφής σε παχυνόμενους χοίρους μετά από την προσθήκη κλινοπτιλόλιθου στο σιτηρέσιό τους. Επιπλέον, οι Christaki και συν. (2001) έδειξαν ότι η χρήση κλινοπτιλόλιθου σε ποσοστό 4% στην τροφή κρεοπαραγωγών ορνιθίων δεν είχε ευνοϊκή επίδραση στις αποδόσεις τους, ενώ όταν το ποσοστό ήταν 2% τα αποτελέσματα ήταν ευνοϊκότερα. Παρόμοια αποτελέσματα αναφέρουν οι Pulido & Fehring (2004), οι οποίοι διαπίστωσαν βελτίωση της αύξησης των μοσχαριών με τη χρήση ζεόλιθου στην τροφή τους σε ποσοστό 3%, ενώ, όταν αυτός χορηγήθηκε σε ποσοστό 5%, δεν διαπιστώθηκε κάποια ευνοϊκή επίδραση. Τέλος, οι Forouzani και συν. (2004), στην έρευνά τους που αφορούσε σε παχυνόμενα αρνιά, κατέληξαν στο ότι η χρήση ζεόλιθου σε ποσοστά 3% ή 6% στο σιτηρέσιο των αρνιών δεν είχε ευεργετικά αποτελέσματα στην αύξησή τους.

Τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας είναι δυνατό να ερμηνευθούν με βάση τα επίπεδα των πρωτεϊνών του σιτηρεσίου των κουνελιών. Τα σιτηρέσια των

in thigh length and lumbar circumference length, although in the latter a trend (P=0.113) was observed in treatments L and H where the values were lower (183.7 mm) in comparison to treatment C (190.8 mm).

DISCUSSION - CONCLUSIONS

The aim of the present study was to assess the effect of a diet containing different levels of NZ upon the growth and carcass characteristics of rabbits reared semi-intensively. Therefore, a clinoptilolite rich tuff obtained from a territory in Northern Greece was added in rabbits diet reared under commercial conditions.

The use of natural zeolites in animal nutrition has been a research subject since mid- 1960s. Many researchers have demonstrated improvement on performance traits of various animal species by the use of natural zeolites, which were attributed to the type of the material used, its purity and physicochemical properties, as well as the levels of its supplementation (Papaioannou et al., 2005). There are two prevailing views about the underlying mechanisms of zeolites; (i) the ammonia binding effect, which leads to the elimination of the toxic effects of NH4+ produced by intestinal microbial activity (Shurson et al., 1984; Pond et al., 1988) and (ii) the retarding effect on digesta transit, which leads to more efficient use of nutrients (Mumpton & Fishman, 1977; Olver, 1997).

Based on the proposed mechanisms we hypothesized that the addition of NZ in growing rabbits' diet would have beneficial effect upon their growth and/or feed efficiency.

The results of this study, however, suggest that the incorporation of NZ in the diets of growing rabbits had no beneficial effect on their growth or feed efficiency. Studies in other animal species support these findings. For example, Shurson et al. (1984) concluded that the dietary use of clinoptilolite had no effect on feed intake, gain and feed conversion ratio in growing pigs, while Poulsen & Oksbjerg (1995) reported significant reduction of daily gain and increased feed: gain ratio, when clinoptilolite was added in growing pigs diet. Moreover, Christaki et al. (2001) demonstrated that the addition of a NZ at the levels of 4% did not have beneficial effect on the performance of broiler chickens even though the same researchers found beneficial effects of NZ when it was supplemented at the levels of 2%. Similarly, Pulido & Fehring (2004) reported improvement in growth of calves fed NZ at the levels of 3%, while no effect was evident at the levels of 5%. Forouzani et al. (2004), in their study involving lambs, found that the dietary inclusion of NZ at the levels 3% or 6% was not advantageous.

κουνελιών περιέχουν σχετικά χαμηλότερα ποσοστά πρωτεϊνών σε σύγκριση με εκείνα άλλων μη- μηρυκαστικών (μονογαστρικών) ζώων εξαιτίας της ιδιαιτερότητας του πεπτικού τους συστήματος (αξιοποίηση φυτικής πρωτεΐνης, τυφλοτροφία, σχηματισμός μαλακών κοπράνων). Φαίνεται ότι το επίπεδο των πρωτεϊνών του σιτηρεσίου (17%) οδήγησε σε μικρότερη ανταπόκριση στην προσθήκη του φυσικού ζεόλιθου και η διαπίστωση αυτή συμφωνεί με ευρήματα που αφορούσαν σε χοίρους (Poulsen & Oksbierg, 1995· Papaioannou και συν., 2004) ή ακόμη και σε αρνιά (Pond και συν., 1984· Pond, 1989).

Αντίθετα με τα παραπάνω ευρήματα, αρκετές έρευνες έχουν αναδείξει τα θετικά αποτελέσματα στην αύξηση των ζώων από τη χρήση ζεόλιθων στην τροφή τους. Για παράδειγμα οι Papaioannou και συν. (2004) αναφέρουν σημαντική επίδραση στις αποδόσεις των παχυνόμενων χοίρων από την προσθήκη ενός φυσικού ζεόλιθου σε ποσοστό 2% στο σιτηρέσιο, γεγονός που αναφέρεται και από αρκετούς άλλους ερευνητές (Cool & Willard, 1982· Pond και συν., 1988· Coffey & Pilkinston, 1989· Yannakopoulos και συν., 2000). Αντίστοιχα, βελτίωση των αποδόσεων από την ενσωμάτωση φυσικού ζεόλιθου στο σιτηρέσιο έχουν επίσης αναφερθεί σε πτηνά (Tserveni- Gousi και συν., 1997) και σε μηρυκαστικά (Pond, 1989· Deligiannis και συν., 2005· Katsoulos και συν., 2005).

Το γεγονός ότι κατά τη διάρκεια του πειραματισμού διαπιστώθηκε αύξηση της θνησιμότητας των κουνελιών στις ομάδες όπου προστέθηκε φυσικός ζεόλιθος στην τροφή τους είναι πιθανό να οφείλεται στην ευαισθησία των κουνελιών στις αλλαγές του σιτηρεσίου. Οι Peeters και συν. (1995) αναφέρουν ότι οι πεπτικές διαταραχές είναι συχνό πρόβλημα στα κουνέλια, καθώς η ανάπτυξη συγκεκριμένων παθογόνων μπορεί να οδηγήσει σε θνησιμότητα που ξεπερνά το ποσοστό του 20%. Στην παρούσα έρευνα τα υψηλότερα ποσοστά θνησιμότητας καταγράφηκαν τις πρώτες δύο εβδομάδες του πειραματισμού και συνεπώς επηρέασαν την αύξηση του σωματικού βάρους των κουνελιών κατά την περίοδο αυτή. Αυτό θα μπορούσε να αποδοθεί σε έναν από τους μηχανισμούς δράσης των ζεόλιθων, την επιβράδυνση της διόδου του πεπτικού περιεχομένου στον εντερικό σωλήνα. Είναι δυνατό η επιβράδυνση αυτή να σχετίζεται με διαταραχή της κινητικότητας του εντέρου, η οποία με τη σειρά της προκαλεί μείωση του ρυθμού σχηματισμού των μαλακών κοπράνων, στάση του εντερικού περιεχομένου (ιδιαίτερα στο τυφλό έντερο) και ανάπτυξη παθογόνων (*E. coli* στην παρούσα έρευνα). Ωστόσο, η παρατήρηση αυτή δεν μπορεί να υποστηριχθεί βιβλιογραφικά λόγω της έλλειψης αναφορών πάνω στο θέμα αυτό.

A possible explanation for the results obtained here lies to the levels of crude protein in rabbits' diet. Rabbits' diet contains low levels of crude protein comparing to other non-ruminant species due to the particularity of the rabbits' digestive system (caecotrophy, formation of caecotropes). It seems that the crude protein level used in this study (17%) led to less pronounced response to dietary NZ and this is in agreement to the findings reported in studies with lambs (Pond et al., 1984; Pond, 1989) or swine (Poulsen & Oksbierg, 1995; Papaioannou et al., 2004).

On the other hand, several authors have demonstrated the favourable effects of the dietary use of NZs. For example, Papaionannou et al. (2004) reported a significant effect of the addition of 2% NZ to the diets of growing pigs in agreement to findings of previous studies (Cool & Willard, 1982; Pond et al., 1988; Coffey & Pilkinston, 1989; Yannakopoulos et al., 2000). Improvement in growth and feed efficiency by the addition of NZ has also been reported in poultry (Tserveni- Gousi et al., 1997) and in ruminants (Pond, 1989; Deligiannis et al., 2005; Katsoulos et al., 2005).

Mortality during the experimental period increased with dietary inclusion of NZ. Rabbits are sensitive to dietary changes and digestive disorders are a common problem as specific pathogens can lead to mortalities up to 20% (Peeters et al., 1995). The higher levels of mortality in this study occurred the first two weeks post weaning and, as a consequence, growth of the rabbits was affected in the same period. A possible explanation can be ascribed to one of the mechanisms of action of NZ, the retardation of the digesta passage rate through the intestines. The latter may be related to intestinal blockage (gut hypo-motility, reduced caecotrope formation, prolonged retention time in the hindgut) and pathogens colonisation (enteritis due to *E. coli* infection) that occurred here, however, we are not aware of any relevant reference in the literature.

The effect of the dietary inclusion of NZ on rabbit carcass characteristics was not significant in this study. In a recent review, Dalle Zotte (2002) indicated genotype, slaughter age and weight, dietary fat source and processing techniques as the major factors of high effects on carcass quality. According to the results obtained here, neither the technological cuts weights nor the organs weights were affected by the diet. The average values presented are similar to the ones reported in other studies (Fernandez & Fraga, 1996; Pla et al., 1996; Pla & Cervera, 1997; Pla et al., 1998; Piles et al., 2000; Yalcin et al., 2003), with the exception of dressing percentage (carcass yield), which was higher due to the heavier commercial weight in our study. In

Η χρησιμοποίηση του φυσικού ζεόλιθου στα σιτηρέσια των κουνελιών δεν επηρέασε τα χαρακτηριστικά του σφάγιου τους. Σε μια σχετικά πρόσφατη ανασκόπηση, ο Dalle Zotte (2002) υποστήριξε ότι οι σημαντικότεροι παράγοντες που επηρεάζουν την ποιότητα του σφάγιου των κουνελιών είναι ο γενότυπος, η ηλικία σφαγής, η διατροφή (τα επίπεδα της ενέργειας της τροφής) και οι διάφορες τεχνικές επεξεργασίας των σφαγίων. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της δικής μας έρευνας, η χρησιμοποίηση φυσικού ζεόλιθου στην τροφή των κουνελιών δεν επηρέασε τα βάρη των επιμέρους τεμαχίων που λήφθηκαν κατά την επεξεργασία των σφαγίων. Οι μέσες τιμές είναι αντίστοιχες με εκείνες άλλων ερευνών σε κουνέλια (Fernandez & Fraga, 1996· Pla και συν., 1996· Pla & Cervera, 1997· Pla και συν., 1998· Piles και συν., 2000· Yalcin και συν., 2003), με εξαίρεση την απόδοση σε σφάγιο η οποία ήταν υψηλότερη στην έρευνά μας λόγω του υψηλότερου σωματικού βάρους των κουνελιών. Κάτω από τις ελληνικές συνθήκες εκτροφής τα κουνέλια σφάζονται σε μεγαλύτερη ηλικία και συνεπώς σε μεγαλύτερο σωματικό βάρος (σε σύγκριση, για παράδειγμα, με την ισπανική αγορά), γεγονός που οδηγεί σε μεγαλύτερη απόδοση σε σφάγιο (Fernandez & Fraga, 1996· Pla και συν., 1996· Dalle Zotte & Ouhayoun, 1998). Μεταξύ των μετρήσεων στα διάφορα τμήματα του σφάγιου διαπιστώθηκε μείωση του μήκους σφάγιου στην ομάδα όπου ο ζεόλιθος προστέθηκε σε υψηλότερη αναλογία (ομάδα Η). Επίσης, θα πρέπει να τονιστεί η μείωση της περιφέρειας του σφάγιου στα κουνέλια που στο σιτηρέσιό τους είχε προστεθεί φυσικός ζεόλιθος. Η περιφέρεια αυτή περιλαμβάνει και τα κοιλιακά τοιχώματα (συνεπώς και το υποδόριο κοιλιακό λίπος) υποδηλώνοντας ότι η προσθήκη φυσικού ζεόλιθου μπορεί να οδηγήσει σε μείωση του ποσοστού λίπους, γεγονός που συμφωνεί με τα αποτελέσματα που έχουν αναφερθεί από τους Christaki και συν. (2006) σε έρευνα που αφορούσε σε κρεοπαραγωγά ορνίθια.

Συμπερασματικά, από τα αποτελέσματα της έρευνας αυτής διαπιστώθηκε ότι η ενσωμάτωση ενός φυσικού ζεόλιθου (κλινοπτιλόλιθος) στο σιτηρέσιο των παχυνόμενων κουνελιών δεν επηρέασε την αύξηση και τα χαρακτηριστικά του σφάγιου τους, ενώ οδήγησε σε υποβάθμιση του δείκτη μετατρεψιμότητας και σε αύξηση της θνησιμότητάς τους. Αν και τα αποτελέσματα αυτά ήταν ενάντια στην αρχική μας υπόθεση, φαίνεται ότι άλλοι παράγοντες, όπως το ποσοστό των πρωτεϊνών του σιτηρεσίου και τα επίπεδα συμμετοχής του ζεόλιθου στη διατροφή των κουνελιών, χρειάζονται επιπλέον διερεύνηση. ❑

Greek market rabbits are slaughtered to heavier commercial weights (compared e.g. to the Spanish market) that lead to higher carcass yield (Fernandez & Fraga, 1996; Pla et al., 1996; Dalle Zotte & Ouhayoun, 1998).

Among carcass measurements dorsal length decreased with the increase of NZ. It is worth noting that lumbar circumference decreased (though, not significantly) in treatments where NZ was involved. The lumbar circumference includes abdominal wall (and abdominal fat) indicating thus, that the addition of NZ may result to a reduction of the abdominal fat, finding that has already been reported by Christaki et al. (2006) in a study involving broiler chickens.

It was evident from the results of the current study that the incorporation of a clinoptilolite rich tuff (natural zeolite) in the diet of growing rabbits did not affect their growth or the carcass characteristics, whereas feed efficiency and mortality level were negatively affected. Although the research outcomes were against our initial hypothesis, it seems that other factors, such as the protein source and level in the rabbits' diet, as well as the percentage of clinoptilolite, merit further investigation. ❑

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ - REFERENCES

Armero Q, Blasco A. 1992. Economic weight for rabbit selection indices. J App Rabbit Res 15:637-642.

Blasco A, Ouhayoun J. 1996. Harmonization of criteria and terminology in rabbit meat research. Revised Proposal. World Rabbit Sci 4:93-99.

Blasco A, Ouhayoun J, Masoero G. 1992. Status of rabbit meat and carcass: Criteria and terminology. CIHEAM Options Mediterraneenees No 17: 105-120.

Christaki E, Florou-Paneri P, Fortomaris P, Tserveni-Gousi A, Yannakopoulos A. 2006. Effects of dietary inclusion of natural zeolite and flaxseed on body fat deposition in broiler chickens. Arch Geflügelkd 70:106-111.

Christaki E, Florou-Paneri P, Tserveni-Gousi A, Yannakopoulos A, Fortomaris P. 2001. Effects of dietary inclusion of natural zeolite on broiler performance and carcass characteristics. In Galarneau A. Di Renzo F. Fajula F. and Vedrine J. (Eds.) Zeolites and Mesoporous Materials at the dawn of the 21st century. Proccedings of the 13th International Zeolite Conference Montpellier France.

Coffey MT, Pilkington DW. 1989. Effect of zeolite-A on the performance and carcass quality of swine. J Anim Sci 67 (Suppl. 2):36.

Cool WH, Willard JM. 1982. Effect of clinoptilolite on swine nutrition. Nutr Rep Int 26:759-766.

Dalle Zotte A. 2002. Perception of rabbit meat quality and major factors influencing the rabbit carcass and meat quality. Meat Sci 75:11-32.

Dalle Zotte A, Ouhayoun J. 1998. Effect of genetic origin diet and weaning weight on carcass composition muscle physicochemical and histochemical traits in the rabbit. Meat Sci 50:471-478.

Deligiannis K. Lainas Th. Arsenos G. Papadopoulos E. Fortomaris P. Kufidis D. Stamataris C. and Zygoyiannis D. 2005. The effect of feeding clinoptilolite on food intake and performance of growing lambs infected or not with gastrointestinal nematodes. Livest Prod Sci 96:195-203.

Fernández C, Fraga MJ. 1996. The effect of dietary fat inclusion on growth carcass characteristics and chemical composition of rabbits. J Anim Sci 74:2088-2094.

Forouzani R, Rowghani E, Zamiri MJ. 2004. The effect of zeolite on digestibility and feedlot performance of Mehraban male lambs given a diet containing urea-treated maize silage. Anim Sci 78:179-184.

Genstat 5 for Windows (release 4.2 service pack 2) 2001. Lawes Agricultural Trust Rothamsted U.K.

Gutiérrez I, Espinosa A, García J, Carabaño R, De Blas JC. 2002. Effect of levels of starch fiber and lactose on digestion and growth performance of early weaned rabbits. J Anim Sci 80:1029-1037.

Hernández P, Pla M, Oliver MA, Blasco A. 2000. Relationships between meat quality measurements in rabbits fed with three diets of different fat type and content. Meat Sci 55:379-384.

Katsoulos P. D. Panousis N. Roubies N. Christaki E. Arsenos G. and Karatzias H. 2006. Effects of long-term feeding dairy cows on a diet supplemented with clinoptilolite on the incidence of ketosis milk yield and liver function. Vet Rec 159:415-418.

Lang J. 1981. The nutrition of the commercial rabbit. 1. Physiology digestibility and nutrient requirements. Nutrition Abstracts and Reviews Series B 36:253-351.

Mumpton FA, Fishman PH. 1977. The application of natural zeolites in animal science and aquaculture. J Anim Sci 45:1188-1203.

Olver MD. 1997. Effect of feeding clinoptilolite (zeolite) on the performance of three strains of laying hens. Brit Poultry Sci 38:220-222.

Ouhayoun J. 1998. Influence of the diet on rabbit meat quality. In De Blas J. C. and Wiseman J. (Eds.) The Nutrition of the Rabbit. CAB International Wallingford UK pp. 177-195.

Papaioannou D, Katsoulos PD, Panousis N, Karatzias H. 2005. The role of natural and synthetic zeolites as feed additives on the prevention and/or treatment of certain farm animal diseases. Micropor Mesopor Mat 84:161-170.

Papaioannou DS, Kyriakis CS, Alexopoulos C, Tzika ED, Polizopoulou ZS, Kyriakis SC. 2004. A field study on the effect of the dietary use of a clinoptilolite-rich tuff alone or in combination with certain antimicrobials on the health status and performance of weaned growing and finishing pigs. Res Vet Sci 76:19-29.

Peeters JE, Maertens L, Orsenigo R, Colin M. 1995. Influence of dietary beet pulp on caecal VFA experimental collibacilosis and iota-enterotoxaemia in rabbits. Anim Feed Sci Tec 51:123-139.

Piles M, Blasco A, Pla M. 2000. The effect of selection for growth rate on carcass composition and meat characteristics of rabbits. Meat Sci 54:347-355.

Pla M, Cervera C. 1997. Carcass and meat quality of rabbits given diets having a high level of vegetable or animal fat. Anim Sci 65:299-303.

Pla M, Fernández P, Blasco A. 1996. Carcass composition and meat characteristics of two rabbit breeds of different degrees of maturity. Meat Sci 44:75-83.

Pla M, Guerrero L, Guardia D, Oliver MA, Blasco A. 1998. Carcass characteristics and meat quality of rabbit lines selected for different objectives. I. Between lines comparison. Liv Prod Sci 54:114-123.

Pond WG. 1989. Effects of dietary-protein level and clinoptilolite on the weight-gain and liver mineral response of growing lambs to copper supplementation. J Anim Sci 67:2772-2781.

Pond WG, Laurent SM, Orloff HD. 1984. Effect of dietary clinoptilolite or zeolite NA-A on body-weight gain and feed-utilization of growing lambs fed urea or intact protein as a nitrogen supplement. Zeolites 4:127-132.

Pond WG, Yen JT, Varel VH. 1988. Response of growing swine to dietary copper and clinoptilolite supplementation. Nutr Rep Int 37:795-803.

Poulsen HD Oksbjerg N. 1995. Effects of dietary inclusion of a zeolite (clinoptilolite) on performance and protein-metabolism of young growing pigs. Anim Feed Sci Tec 53:297-303.

Pulido RG, Fehring A. 2004. Effect of addition a natural zeolite on productivity of dairy calves after weaning. Arch Med Vet 36 (2):197-201.

Risam KS, Das GK, Bhasin V. 2005. Rabbit for meta and wool production in India:A review. Indian J Anim Sci 75:365-382.

Shurson GC, Ku PK, Miller ER, Yokoyama MT. 1984. Effects of zeolite A or clinoptilolite in diets of growing swine. J Anim Sci 59:1536-1545.

Tserveni-Gousi AS, Yannakopoulos AL, Katsaounis NK, Filippidis A, Kassoli-Fournaraki A. 1997. Some interior egg characteristics as influenced by the addition of Greek clinoptilolitic rock material in the hen diet. Arch Geflügelkd 61:291-296.

Yalçin S, Tuncer İ, Yalçin S, Onbaşilar EE. 2003. The use of different levels of common vetch seed (Vicia sativa L.) in diets for fattening rabbits. Liv Prod Sci 84:93-97.

Yannakopoulos A, Tserveni-Gousi A, Kassoli-Fournaraki A, Tsirambides A, Michailidis K, Filippidis A, Lutat U. 2000. Effects of dietary clinoptilolite-rich tuff on the performance of growing-finishing pigs. In:Coela C. Mumpton F. A. (Eds.) Natural Zeolites for the Third Millenium. De Frede Editore Napoli Italy pp. 471-481.