

**ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΖΩΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ  
ΥΔΑΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ**

**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΕΙΔΙΚΗΣ ΖΩΟΤΕΧΝΙΑΣ**

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ**

**ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΥΠΟΣΙΤΙΣΜΟΥ ΚΑΤΑ ΤΗΝ  
ΚΥΟΦΟΡΙΑ ΣΤΑ ΚΟΥΝΕΛΙΑ ΣΤΑ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΑ  
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΚΡΕΑΤΟΣ  
ΤΩΝ ΑΠΟΓΟΝΩΝ ΤΟΥΣ**

***ΣΚΟΥΠΑ ΕΛΕΝΗ-ΠΑΤΑΠΙΑ***

**Εξεταστική Επιτροπή:**

**Γκολιομότης Μ., Λέκτορας**

**Χαρισμάδου Μ., Λέκτορας**

**Παπαδομιχελάκης Γ., Λέκτορας**

**Αθήνα, Απρίλιος 2013**

**ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ**  
**ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΖΩΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ**  
**ΥΔΑΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ**  
**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΕΙΔΙΚΗΣ ΖΩΟΤΕΧΝΙΑΣ**

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ**

**ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΥΠΟΣΙΤΙΣΜΟΥ ΚΑΤΑ ΤΗΝ**  
**ΚΥΟΦΟΡΙΑ ΣΤΑ ΚΟΥΝΕΛΙΑ ΣΤΑ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΑ**  
**ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΚΡΕΑΤΟΣ**  
**ΤΩΝ ΑΠΟΓΟΝΩΝ ΤΟΥΣ**

***ΣΚΟΥΠΑ ΕΛΕΝΗ-ΠΑΤΑΠΙΑ***  
υπότροφος Ιδρύματος Αλέξανδρος Σ.Ωνάσης

**Εξεταστική Επιτροπή:**  
**Γκολιομύτης Μ., Λέκτορας**  
**Χαρισμιάδου Μ., Λέκτορας**  
**Παπαδομιγελάκης Γ., Λέκτορας**

**Αθήνα, Απρίλιος 2013**

*Στους παππούδες και στις γιαγιάδες μου,*

*Μαρίνο και Αικατερίνη*

*Ευάγγελο<sup>†</sup> και Ελένη<sup>†</sup>*

## Πρόλογος

*Η εργασία του ΜΔΕ που μου ανατέθηκε θα ήταν αδύνατο να ολοκληρωθεί χωρίς τη συμβολή προσώπων, τους οποίους θα ήθελα να ευχαριστήσω. Αρχικά, θα ήθελα να εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου στους δύο καθηγητές μου κ. Μιχάλη Γκολιομύτη και κ. Μαρία Χαρισμάδου για την πολύτιμη παρουσία τους στις σπουδές μου και για τη διάθεση του πολύτιμου χρόνου τους κατά την περίοδο τόσο του πειράματος όσο και της συγγραφής της μελέτης. Πολλές ήταν οι φορές που η έμπειρη συμβουλή τους και το αμέριστο ενδιαφέρον τους έλυσαν προβλήματα, έδωσαν καινούργιες προοπτικές και έπλασαν τη σκέψη μου έτσι ώστε από πρωτόλεια να τείνει να γίνει επιστημονική και τεκμηριωμένη. Θα αποτελούν πάντα πρότυπα πανεπιστημιακών και κυρίως ανθρώπων για μένα.*

*Επίσης, θέλω να ευχαριστήσω τον κ. Γιώργο Παπαδομιχελάκη για τη βοηθητική συνεργασία του και τις εύστοχες διορθώσεις στην παρούσα εργασία. Δεν μπορώ να παραλείψω τον καθηγητή μου κ. Στέλιο Δεληγιώργη για την πολύτιμη βοήθεια και συμβουλές του, καθ' όλη τη διάρκεια ολοκλήρωσης της μεταπτυχιακής εργασίας.*

*Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους συναδέλφους του Εργαστηρίου Γενικής και Ειδικής Ζωοτεχνίας για τις όμορφες στιγμές που περάσαμε και με έκαναν να νιώθω οικεία στο εργαστήριο σαν να βρίσκομαι σπίτι μου. Χωρίς τη συμβολή της κ. Αννίτα Αγιουτάντη-Μπογιόκα, του κ. Γιώργου Συμεών και τον προπτυχιακών φοιτητών Αγγελικής Κόνγκα, Ζωής Πανούση και Εμμανουέλας Γοργομύτη στη διεξαγωγή του πειράματος, θα ήταν πρακτικά αδύνατον να τελεσφορήσει η παρούσα μελέτη.*

*Θερμές ευχαριστίες θα ήθελα να εκφράσω στην Γραμματεία του Τμήματος Επιστήμης Ζωικής Παραγωγής και Υδατοκαλλιέργειών, κ. Δέσποινα Λεούση και κ. Ελπίδα Παπαδοπούλου καθώς και στην Γραμματεία του Εργαστηρίου Γενικής και Ειδικής Ζωοτεχνίας κ. Φανή Παπαδοπούλου για την αγάπη τους και την άμεση εξυπηρέτησή τους στα οκτώ χρόνια παραμονή μου στο Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.*

*Ένα μεγάλο ευχαριστώ χρωστώ στον πατέρα και τη μητέρα μου που δεν έπαψαν ποτέ να πιστεύουν σε μένα και να με καθοδηγούν, όταν τους το ζητούσα αλλά και όταν το διαισθάνονταν. Επίσης, ευχαριστώ τα αδέρφια μου Βαγγέλη, Κατερίνα, Μαρίνα και Αναστασία, τα οποία με βοηθούν με το δικό τους μοναδικό τρόπο. Από το οικογενειακό μου περιβάλλον θα ήθελα να εκφράσω ευχαριστίες στη θεία μου κ. Αργυρούλα Κανελλάκη για την παρότρυνση και βοήθεια στην ολοκλήρωση του μεταπτυχιακού διπλώματος. Όσον αφορά τους παππούδες μου Μαρίνο και Κατερίνα καθώς και τους κεκοιμημένους Ευάγγελο και Ελένη, που είναι αφιερωμένη η παρούσα μελέτη τους ευχαριστώ από τα βάθη της καρδιά μου, για όσα έκαναν για μένα και κυρίως που με έμαθαν να αγαπώ και να σέβομαι τον άνθρωπο, τη φύση και το Θεό.*

*Σε αυτό το σημείο θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερω το Κοινωνιολογικό Ίδρυμα Αλέξανδρος Σ. Ωνάσης για την υποτροφία που μου παρείχε κατά τη διάρκεια των μεταπτυχιακών μου σπουδών.*

*Τέλος, η ευγνωμοσύνη μου στο Θεό είναι μεγάλη γιατί με αξίωσε να κλείσω άλλο ένα σημαντικό κεφάλαιο της ζωής μου: τα φοιτητικά μου χρόνια στο Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.*

## Περιεχόμενα

A. Περίληψη .....	9
B. Abstract .....	11
1. Εισαγωγή .....	12
2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ .....	14
2.1.1 Κονικλοτροφία.....	14
2.1.2 Κονικλοτροφία στην Ελλάδα.....	14
2.1.3 Φυλές των κουνελιών και υβρίδια .....	17
2.2 Αναπαραγωγικές ιδιότητες κονικλομητέρων .....	18
2.2.1 Περίοδος κυοφορίας κονικλομητέρων- Εμβρυϊκή ανάπτυξη κουνελιών .....	18
2.2.2 Διάγνωση κυοφορίας .....	21
2.2.3 Τοκετός.....	22
2.2.4 Γαλουχία .....	22
2.2.5 Η γαλακτοπαραγωγή των κονικλομητέρων.....	24
2.2.6 Παράγοντες που επηρεάζουν τη γαλακτοπαραγωγή στα κουνέλια.....	26
2.2.6.1 Στάδιο και αριθμός γαλακτικής περιόδου .....	26
2.2.6.2 Αριθμός θηλαζόντων κονικλιδίων ή μέγεθος τοκετοομάδας .....	27
2.2.6.3 Ο αριθμός των θηλών της κονικλομητέρας.....	28
2.2.6.4 Βάρος γέννησης .....	29
2.2.6.5 Ο γονότυπος.....	29
2.2.6.6 Θερμοκρασία .....	29
2.2.6.7 Διατροφή, σωματικό βάρος και σωματική κατάσταση των κονικλομητέρων.....	30
2.2.7 Εκτίμηση της γαλακτοπαραγωγής των κονικλομητέρων .....	31
2.2.7.1 Άμεση μέθοδος .....	31
2.2.7.2 Έμμεση μέτρηση.....	31
2.2.7.1 Εκτίμηση με βάση την ανάπτυξη των θηλαζόντων κονικλιδίων.....	32
2.2.8 Απογαλακτισμός.....	33
2.3 Επίδραση της διατροφής των κονικλομητέρων κατά την κυοφορία στα φυσιολογικά και μορφολογικά χαρακτηριστικά των απογόνων.....	34
2.3.1 Γενικά .....	34
2.3.2 Διατροφή των κονικλομητέρων.....	35
2.3.3 Υποσιτισμός κονικλομητέρας και ανάπτυξη του εμβρύου.....	36

2.3.4 Επιπτώσεις του υποσιτισμού των μητέρων στους απογόνους.....	37
2.3.5 Μεταβολικές προσαρμογές κατά τον υποσιτισμό των κονικλομητέρων .....	39
2.4 ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΚΡΕΑΤΟΣ ΤΩΝ ΚΟΝΙΚΛΩΝ.....	43
2.4.1. Εισαγωγή .....	43
2.4.2. Κουνελίσιο Κρέας και Σφάγιο .....	44
2.4.3. Ποιότητα κουνελίσιου κρέατος .....	45
2.4.3.1 Χημική Σύσταση.....	46
2.4.3.2 Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά .....	49
2.4.3.2.1 pH.....	49
2.4.3.2.2 Χρώμα.....	51
2.4.3.3 Ικανότητα Συγκράτησης Νερού .....	52
2.4.3.2.4 Συνεκτικότητα.....	52
2.4.3.3 Οργανοληπτικά χαρακτηριστικά .....	53
2.4.3.3.1 Τρυφερότητα και ευχυμία.....	53
2.5 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΚΡΕΑΤΟΣ ΤΩΝ ΚΟΝΙΚΛΩΝ.....	55
2.5.1 Γενικά .....	55
2.5.2 Γενετικοί παράγοντες.....	55
2.5.3 Ηλικία και Βάρος.....	56
2.5.4 Διατροφή.....	57
2.5.5 Υγιεινή κατάσταση .....	59
2.5.6 Περιβαλλοντικοί παράγοντες.....	59
2.5.7 Συνθήκες πριν από τη σφαγή.....	60
2.5.8 Μέθοδοι αναισθητοποίησης .....	60
2.5.9 Βάρος σφαγίου.....	61
2.5.10 Τεχνολογικοί παράγοντες .....	61
Δ. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....	63
1. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	63
1.1 Γενικά .....	63
1.1.1 Ζωικό υλικό .....	63
1.1.2 Επεμβάσεις- Συνθήκες εκτροφής .....	64
1.1.3 Προσδιορισμός κατανάλωσης τροφής και σωματικού βάρους.....	65
1.1.4 Προσδιορισμός βιοχημικών δεικτών .....	65
1.2 Περίοδος κυοφορίας .....	65

1.2.1 Διατροφή.....	65
1.2.2 Προετοιμασία «φωλιάς» πριν από τον τοκετό.....	68
1.3 Περίοδος γαλουχίας.....	68
1.3.1 Παρατηρήσεις στον τοκετό.....	68
1.3.2 Διαχείριση κονικλιδίων, υιοθεσίες .....	69
1.3.3 Διατροφή.....	69
1.4 Περίοδος πάχυνσης.....	70
1.4.1 Ζωικό υλικό - Επεμβάσεις .....	70
1.4.2 Διατροφή.....	70
1.4.3 Προσδιορισμός σωματικού βάρους και κατανάλωσης τροφής .....	71
1.4.4 Αιμοληψία-Προσδιορισμός γλυκόζης .....	71
1.4.5 Σφαγή κουνελιών .....	71
1.4.6 Εκτίμηση της ποιότητας του κρέατος.....	72
1.4.6.1 pH.....	72
1.4.6.2 Χρώμα.....	72
1.4.6.3 Ικανότητα συγκράτησης νερού.....	73
1.4.6.4 Απώλεια οπού κατά το μαγείρεμα .....	73
1.4.6.5 Τρυφερότητα.....	73
1.4.6.6 Ενδομυϊκό λίπος .....	74
1.4.7 Στατιστική ανάλυση.....	74
<b>2. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ .....</b>	<b>76</b>
A. Παραγωγικά και αναπαραγωγικά χαρακτηριστικά κονικλομητέρων.....	76
2.1. Κατανάλωση τροφής .....	76
2.2 Σωματικό βάρος.....	78
2.3 Χαρακτηριστικά τοκετοομάδας.....	82
2.3.1 Παρατηρήσεις από τον τοκετό έως την υιοθεσία .....	82
2.3.2 Παρατηρήσεις από την υιοθεσία έως τον απογαλακτισμό .....	87
B. Παραγωγικά χαρακτηριστικά κονικλιδίων .....	90
2.4 Βάρος απογαλακτισμού .....	90
2.5 Παρατηρήσεις από τον απογαλακτισμό έως τη σφαγή των κονικλιδίων (πάχυνση).....	91
2.6 Βάρος και απόδοση σφάγιου .....	97
2.7. Βάρος εσωτερικών οργάνων.....	99
2.7.1. Βάρος ήπατος.....	99

2.7.2 Βάρος λιπώδη ιστού ωμοπλάτης.....	101
2.7.3 Βάρος περινεφρικού λιπώδη ιστού.....	102
Γ. Ποιοτικά χαρακτηριστικά κρέατος των κονικλιδίων .....	104
2.8 Ενδομυϊκό λίπος .....	104
2.9 pH, Χρώμα, Δύναμη Διάτμησης, ΙΣΝ και Απώλεια οπού.....	105
2.9.1 pH.....	106
2.9.2 Χρώμα.....	106
2.9.3 Δύναμη Διάτμησης .....	107
2.9.4 ΙΣΝ και Απώλεια οπού κατά το μαγείρεμα .....	107
Δ. Συγκέντρωση επιπέδων γλυκόζης.....	109
2.10 Συγκέντρωση γλυκόζης κονικλομητέρων.....	109
2.11 Συγκέντρωση της γλυκόζης κονικλιδίων κατά την περίοδο της πάχυνσης..	111
Ε. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	114
ΣΤ. Βιβλιογραφία.....	116



# ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΥΠΟΣΙΤΙΣΜΟΥ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΚΥΟΦΟΡΙΑ ΣΤΑ ΚΟΥΝΕΛΙΑ ΣΤΑ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΚΡΕΑΤΟΣ ΤΩΝ ΑΠΟΓΟΝΩΝ ΤΟΥΣ

**ΣΚΟΥΠΑ ΕΛΕΝΗ-ΠΑΤΑΠΙΑ**

*Τμήμα Επιστήμης Ζωικής Παραγωγής και Υδατοκαλλιεργειών, Εργαστήριο Γενικής και Ειδικής Ζωοτεχνίας, Ιερά Οδός 75, Αθήνα, 11855, email: mgolio@aua.gr*

## ***A. Περίληψη***

Σκοπός της μελέτης ήταν η διερεύνηση της επίδρασης του υποσιτισμού των κονικλομητέρων κατά την περίοδο της κυοφορίας στην εξέλιξη διαφόρων αναπαραγωγικών και παραγωγικών χαρακτηριστικών καθώς και στα ποιοτικά χαρακτηριστικά του κρέατος των απογόνων τους.

Χρησιμοποιήθηκαν συνολικά 26 κονικλομητέρες υβρίδιο Hyla με κύριο γενετικό υλικό Νέας Ζηλανδίας. Η μία ομάδα (μάρτυρας) διατράφηκε κατά βούληση καθ' όλη τη διάρκεια της κύησης ενώ η 2<sup>η</sup> ομάδα (επέμβαση) στο 75% των αναγκών συντήρησης από την 7<sup>η</sup> έως την 27<sup>η</sup> ημέρα κυοφορίας. Και οι δύο ομάδες διατράφηκαν κατά βούληση έως τον απογαλακτισμό. Η διάρκεια κυοφορίας ήταν 30-32 ημέρες και ο απογαλακτισμός των κονικλιδίων πραγματοποιήθηκε στις 35 ημέρες γαλουχίας. Γινόταν εβδομαδιαία αιμοληψία για τον προσδιορισμό της συγκέντρωσης της γλυκόζης στο αίμα, τόσο στις κονικλομητέρες όσο και κονικλίδια κατά την περίοδο πάχυνσης τους. Επιλέχθηκαν τυχαία 72 κονικλίδια (36 αρσενικά και 36 θηλυκά) ανά επέμβαση (σύνολο 144), προς πάχυνση για χρονικό διάστημα 37 ημερών. Σε όλη τη διάρκεια της πάχυνσης η διατροφή ήταν κατά βούληση. Στην ηλικία των 72 ημερών, πραγματοποιήθηκε σφαγή 48 ζώων (24 αρσενικών και 24 θηλυκών) ανά επέμβαση, με σκοπό την εκτίμηση των ποιοτικών χαρακτηριστικών του κρέατος. Σε δείγματα του επιμήκους ραχιαίου μυός (*Longissimus lumborum*) μετρήθηκαν το pH, οι παράμετροι του χρώματος (L, a\*, b), η ικανότητα συγκράτησης νερού (ISN), η τρυφερότητα, η απώλεια οπού κατά το μαγείρεμα και η περιεκτικότητα σε ενδομυϊκό λίπος. Επίσης, μετρήθηκαν τα βάρη του ήπατος, του λιπώδους ιστού της ωμοπλάτης και το βάρος του περινεφρικού λιπώδους ιστού ενώ υπολογίστηκε και η απόδοση σε σφάγιο.

Ο υποσιτισμός δεν είχε επίδραση στο σωματικό βάρος των κονικλομητέρων, εκτός από την 27<sup>η</sup> ημέρα της κυοφορίας κατά την οποία οι υποσιτιζόμενες κονικλομητέρες είχαν χαμηλότερο σωματικό βάρος ( $P < 0,05$ ) ως συνέπεια του 20ήμερου υποσιτισμού. Η κατανάλωση τροφής, στις υποσιτιζόμενες κονικλομητέρες, ήταν χαμηλότερη κατά τη διάρκεια της διατροφικής επέμβασης, ενώ κατά το χρονικό διάστημα από τη λήξη του υποσιτισμού έως τον τοκετό η κατανάλωση τροφής ήταν μεγαλύτερη ( $P > 0,05$ ). Στο υπόλοιπο χρονικό διάστημα δεν παρατηρήθηκαν διαφορές μεταξύ των ομάδων Όσον αφορά τις αναπαραγωγικές παραμέτρους στατιστικώς

σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων, παρατηρήθηκαν για το ατομικό βάρος γέννησης κονικλιδίων, το ατομικό βάρος γέννησης ζωντανών κονικλιδίων, το βάρος τοκετοομάδας στην υιοθεσία και το ατομικό βάρος κονικλιδίων στην υιοθεσία με τα ζώα του μάρτυρα να εμφανίζουν υψηλότερες τιμές.

Κατά την πάχυνση των κονικλιδίων δεν παρουσιάστηκαν διαφορές για τα παραγωγικά χαρακτηριστικά ( $P>0,05$ ). Για την απώλεια οπού κατά το μαγείρεμα και το pH 24, στον επιμήκη ραχιαίο μυ, παρατηρήθηκε αλληλεπίδραση μεταξύ της επέμβασης του υποσιτισμού και του φύλου με τα θηλυκά ζώα στην ομάδα του υποσιτισμού να έχουν υψηλότερο pH 24 και χαμηλότερη απώλεια οπού κατά το μαγείρεμα ( $P<0,05$ ). Στην ομάδα του μάρτυρα δεν παρατηρήθηκαν διαφορές μεταξύ των φύλων. Όσον αφορά τα υπόλοιπα ποιοτικά χαρακτηριστικά του κρέατος, και τα χαρακτηριστικά του σφάγιου και των εσωτερικών οργάνων που μετρήθηκαν δεν επηρεάστηκαν σημαντικά από την επίδραση του υποσιτισμού των μητέρων τους. Η συγκέντρωση της γλυκόζης στο πλάσμα του αίματος τόσο στις κονικλομητέρες όσο και στα κονικλίδια κατά την πάχυνση, δεν εμφάνισε στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων.

**Λέξεις κλειδιά: κονικλομητέρα, κουνέλι, υποσιτισμός, κρέας κονίκλων, ποιοτικά χαρακτηριστικά.**

## ***B. Abstract***

The present study aims to investigate the effects of malnutrition of does during pregnancy on their productive and reproductive traits. Moreover, the effect of does malnutrition on their offspring performance and meat quality is evaluated.

A total of 26 New Zealand does was used. The does were divided into the control group which was fed *ad libitum* throughout pregnancy, and the treatment group which was feed restricted, to 75% of maintenance requirements, from the 7th to the 27th day of pregnancy. Both groups were fed *ad libitum* until weaning. Feed consumption was recorded daily and body weight was predicted biweekly. The gestation period lasted for 31 days. Weaning of kits took place after 35 days of lactation. 72 rabbits per treatment and sex (total 144), were reared for 37 d, from weaning to 72 d of age. Feed and water was offered *ad libitum* throughout the fattening period. Feed consumption and body weight was recorded weekly. At the age of 72 d, 24 rabbits per treatment and sex were slaughtered, for meat quality measurements in *longissimus lumborum* muscle samples. In addition carcass yield, liver, adipose tissue of the scapula and perirenal fat weights were determined.

Malnutrition did not affect bodyweight of does, except for the 27th day of gestation at which underfed does had lower body weight ( $P < 0,05$ ) as a result of the malnutrition of 20 days. Feed intake in restricted does was lower during the dietary treatment, while food intake was greater during the period from the end of malnutrition until parturition ( $P > 0,05$ ). In the remaining time, there were no differences between the two groups. On the other hand, significant differences between two groups were observed for the individual kits' birth weight, the litter weight at adoption and the individual kits' weights at adoption, where animals of the control group were heavier. No differences, for the previous traits mentioned, were observed at both the 14<sup>th</sup> day of lactation and weaning, probably due to compensatory growth that took place in the restricted fed group.

No differences, for productive traits measured in growing rabbits, were observed. A significant interaction between dietary treatment and sex was observed for meat quality traits; cook loss and pH 24. Females in the malnutrition group had higher pH 24 and lower cook loss values than males ( $P < 0,05$ ). In the control group no differences were detected between sexes. For the rest of meat quality characteristics, carcass traits and internal organ weights no effect of treatment was observed ( $P > 0,05$ ). Blood plasma glucose concentration, in both does and rabbits was not affected from does feed restriction ( $P > 0,05$ ).

**Keywords: Doe, rabbit, malnutrition, meat quality.**

## Γ. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

### 1. Εισαγωγή

Είναι σήμερα αποδεκτό ότι το ενδομήτριο περιβάλλον μπορεί να επηρεάσει καθοριστικά το φαινότυπο του ενήλικου οργανισμού. Μια σειρά από πειραματικά και επιδημιολογικά δεδομένα υποστηρίζουν τη θεωρία του «εμβρυϊκού προγραμματισμού», σύμφωνα με την οποία δυσμενείς επιδράσεις κατά την ενδομήτριο ζωή μπορεί να επηρεάσουν διάφορα στάδια ανάπτυξης και να προγραμματίσουν μια σειρά από δομικές και φυσιολογικές προσαρμογές του εμβρύου, που μπορεί να οδηγήσουν σε μόνιμες αλλαγές κατά την ενήλικη ζωή (Barker *et al.*, 1989). Περιβαλλοντικά, ορμονικά, αλλά και διατροφικά αίτια μπορεί να δράσουν ως παράγοντες εμβρυϊκού προγραμματισμού. Η διατροφή της μητέρας κατά την κύηση θεωρείται ως ένας σημαντικός μηχανισμός εμβρυϊκού προγραμματισμού. Το έμβρυο «αντιλαμβάνεται» το περιβάλλον στο οποίο αναπτύσσεται. Πιθανή δυσαρμονία μεταξύ ενδο- και εξωμητρίου περιβάλλοντος ως προς τη διαθεσιμότητα θρεπτικών συστατικών μπορεί να οδηγήσει σε φυσιοπαθολογικές καταστάσεις. Τα κρίσιμα στάδια ανάπτυξης μπορεί να εκτείνονται από την περί τη σύλληψη περίοδο μέχρι και την περίοδο μετά τον τοκετό και κατά τη γαλουχία.

Παρά το γεγονός ότι το γονιδίωμα του εμβρύου διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην ενδομήτρια ανάπτυξη, υπάρχουν πολλές μελέτες οι οποίες δείχνουν ότι το ενδομήτριο περιβάλλον αποτελεί σημαντικό και καθοριστικό παράγοντα για την ανάπτυξη του εμβρύου (Wu *et al.*, 2004). Μεταξύ των ενδομήτριων περιβαλλοντικών παραγόντων, η διατροφή της μητέρας παίζει το σημαντικότερο ρόλο στην εμβρυϊκή ανάπτυξη (Barker *et al.*, 1997).

Οι διάφορες επιδράσεις της μεταβολής της μητρικής διατροφής μπορούν να εμφανιστούν στους απογόνους τους ανεξάρτητα, από το βάρος γέννησής του, παρόλο που τα λιποβαρή νεογνά διατρέχουν μεγαλύτερο κίνδυνο εκδήλωσης ασθενειών στη μετέπειτα ενήλικη ζωή τους (Almond, 2011). Παρά τις σημαντικές επιπτώσεις του υποσιτισμού των μητέρων στους απογόνους, οι μηχανισμοί με τους οποίους ο υποσιτισμός επηρεάζει την ανάπτυξη του εμβρύου δεν είναι σαφείς. Επιπρόσθετα, η μυϊκή και σκελετική ανάπτυξη λόγω των επιπτώσεων από το μητρικό υποσιτισμό μπορεί να συσχετίζεται με τη μελλοντική διαμόρφωση των σφαγίων, που αποτελεί έναν παράγοντα οικονομικής σημασίας στην κτηνοτροφία (Osgerby *et al.*, 2002).

Στον άνθρωπο ανεπαρκής και ελλειμματική διατροφή των μητέρων την περίοδο της κυοφορίας σχετίζεται με αυξημένη προδιάθεση εμφάνισης σημαντικών ασθενειών, στους απογόνους αργότερα, όπως καρδιοπάθειες, σακχαρώδη διαβήτη τύπου 2, παχυσαρκία, αντοχή στην ινσουλίνη και δυσανεξία στη γλυκόζη (Barker and Clark, 1997; Wu *et al.*, 2004). Οι μεταβολές στην διατροφή του εμβρύου και στην ενδοκρινική κατάσταση μπορούν να οδηγήσουν σε αναπτυξιακές προσαρμογές, που πολλές φορές αλλάζουν μόνιμα τη δομή, τη φυσιολογία και το μεταβολισμό των νεογνών και με αυτό τον τρόπο προδιαθέτουν τα άτομα σε μεταβολικές, ενδοκρινείς και καρδιαγγειακές παθήσεις στην ενήλικη ζωή τους (Wu *et al.*, 2004). Επίσης, οι διάφορες μεταβολές δεν

προκαλούνται μόνο από την διαταραχή στη διατροφή των μητέρων, αλλά και από τη χρονική στιγμή που συμβαίνει, η οποία είναι σημαντική για τον προσδιορισμό των επιπτώσεων στο έμβρυο (Fahey *et al.*, 2005).

Το βάρος γέννησης αποτελεί σημαντικό παράγοντα για το μεταβολισμό του εμβρύου (Bell, 2006). Ωστόσο, η συσχέτιση εμφάνισης διάφορων νόσων στην ενήλικη ζωή με το βάρος γέννησης, πρέπει να θεωρηθεί ως ένας ασαφής δείκτης μόνο, από ένα ευρύ σύνολο πολύπλοκων μηχανισμών που ερμηνεύουν τις συνέπειες στην ενήλικη ζωή (Rich-Edwards, 2004).

Αν και οι έρευνες έχουν εξελιχθεί, με ολοένα και περισσότερες μελέτες για το πώς ο υποσιτισμός της μητέρας επηρεάζει τις διάφορες φυσιολογικές προγεννητικές μεταβλητές, λίγες μελέτες έχουν επικεντρωθεί στην επίδραση στην ανάπτυξη και στην εξέλιξη στα διάφορα είδη ζώων μετά τον τοκετό, και λιγότερες έχουν πραγματοποιηθεί σε κουνέλια.

Ο σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν να διερευνηθεί η επίδραση του υποσιτισμού των κονικλομητέρων κατά την περίοδο της κυοφορίας στην εξέλιξη επιλεγμένων αναπαραγωγικών χαρακτηριστικών και βιοχημικών δεικτών καθώς και στα παραγωγικά χαρακτηριστικά και στα ποιοτικά χαρακτηριστικά του κρέατος των απογόνων τους.

## **2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ**

### **2.1.1 Κονικλοτροφία**

Κονικλοτροφία είναι ο κλάδος της κτηνοτροφίας που ασχολείται με την εκτροφή και την εκμετάλλευση του κουνελιού.

Το κουνέλι εκτρέφεται κυρίως για την παράγωγή κρέατος και δευτερευόντως για την παραγωγή γούνας και τριχών. Χρησιμοποιείται επίσης ως ζωικό υλικό ιατρικών και βιολογικών ερευνών. Απ' όλες αυτές όμως, τις παραγωγικές κατευθύνσεις η κρεοπαραγωγή έχει το πιο μεγάλο οικονομικό ενδιαφέρον.

### **2.1.2 Κονικλοτροφία στην Ελλάδα**

Στην Ελλάδα τα κουνέλια εκτρέφονται με κύριο στόχο την παραγωγή κρέατος. Τόσο η εκτροφή κουνελιού όσο και η κατανάλωση κρέατος στην Ελλάδα το 1960 βρισκόταν σε πολύ χαμηλό επίπεδο, κυρίως στην Ηπειρωτική Ελλάδα, ενώ αντίθετα ήταν περισσότερο γνωστή στα νησιά του Ιονίου, στις Κυκλάδες και στην Κρήτη.

Η κονικλοτροφία άρχισε να αναπτύσσεται με βραδύ ρυθμό, μετά την τουρκοκρατία στη Ν. Ελλάδα με την παραδοσιακή μορφή εκτροφής του κουνελιού. Στην αρχή χρησιμοποιήθηκαν τα εγχώρια κουνέλια, τα οποία διατηρούνταν σε ξύλινα κλουβιά ή σε περιφραγμένους χώρους, δίπλα στα αγροτικά σπίτια ή στους περιφραγμένους οικισμούς των πόλεων. Το γενετικό δυναμικό των εκτρεφόμενων κουνελιών ήταν χαμηλής παραγωγικότητας. Τα εκτρεφόμενα ζώα ανήκαν στον εγχώριο αβελτίωτο πληθυσμό, ορισμένα θηλυκά του οποίου διασταυρώνονταν, σε σπάνιες περιπτώσεις, με κούνελους βελτιωμένων φυλών, που εισάγονταν σε πολύ μικρό αριθμό ήδη από το 1927. Οι πρώτες εισαγωγές βελτιωμένων φυλών, το 1927, έγιναν από μια κρατική υπηρεσία γνωστή ως ΕΑΠ (Εποικισμός-Αποκατάσταση-Προσφύγων) και τα κουνέλια αυτά μοιράστηκαν στους τότε κτηνοτροφικούς σταθμούς Κοζάνης, Θεσσαλονίκης, Σερρών, Φλώρινας (Χατζηόλογος, 1941).

Ουσιαστική προσπάθεια για την ανάπτυξη της κονικλοτροφίας στην Ελλάδα άρχισε να παρατηρείται μετά το 1950 και κυρίως κατά τη δεκαετία 1960-70, όπου και επιχειρήθηκε η ίδρυση των πρώτων συστηματικών κονικλοτροφικών επιχειρήσεων, με σκοπό την αύξηση της παραγωγής λευκού κρέατος. Το ξεκίνημα έγινε από πολλούς, που έλαβαν άφθονο κρατικό δανεισμό, αλλά δυστυχώς διέθεταν λίγες γνώσεις πάνω στην ορθολογική εκτροφή του βελτιωμένου κουνελιού. Κατασκευάστηκαν τα πρώτα κονικλοστάσια και εισήχθησαν οι πρώτοι γεννήτορες από τη Δ. Ευρώπη και τις Η.Π.Α. (Σφαιρόπουλος, 1993).

Η κονικλοτροφία στη χώρα μας μέχρι το 1971 ασκούσαν με την οικόσιτη χωρική μορφή σχεδόν αποκλειστικά. Αυτή περιοριζόταν στην εκτροφή μικρού αριθμού, 2 έως 10 κονικλομητέρων συνήθως μετά των αντίστοιχων παραγώγων τους, από τις αγροτικές οικογένειες, για την παραγωγή κρέατος κυρίως για ιδιοκατανάλωση. Κατά την πρώτη τετραετία του 1970 εφαρμόστηκε από το υπουργείο Γεωργίας ειδικό

πρόγραμμα και δόθηκαν οικονομικές ενισχύσεις και δάνεια για την ίδρυση κονικλοτροφικών εκμεταλλεύσεων. Με το πρόγραμμα αυτό ιδρύθηκαν περίπου 500 κονικλοτροφικές εκμεταλλεύσεις, δυναμικότητας από 100 έως και άνω των 300 κονικλομητέρων ανά εκμετάλλευση, που ανέβασαν την ετήσια παραγωγή κρέατος κουνελιού το 1974 στους 11.000 τόνους. Όμως αυτές οι εκμεταλλεύσεις μετά ένα ή δύο χρόνια από την ίδρυσή τους άρχισαν να περιορίζουν τη δυναμικότητά τους ή να διακόπτουν τη λειτουργία τους, η μία μετά την άλλη και έως το 1980 ο αριθμός των κονικλοτροφικών εκμεταλλεύσεων δυναμικότητας 100 και άνω κονικλομητέρων περιορίστηκε στις 50 περίπου. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα να μειωθεί η παραγωγή κρέατος κουνελιού απότομα στους 8.300 τόνους το 1976 και στους 7.200 τόνους το 1984.

Σήμερα στην Ελλάδα υπάρχει ένας μικρός αριθμός 70 περίπου κονικλοτροφικών εκμεταλλεύσεων συστηματικής ή ημισυστηματικής μορφής, δυναμικότητας της καθεμιάς 30 έως 500 και άνω κονικλομητέρων, ενώ υπάρχουν και λίγες μονάδες με δυναμικό >2000 κονικλομητέρες. Συγχρόνως υπάρχει ένας σχετικά μεγάλος αριθμός εκτροφών χωρικής μορφής με μικρό αριθμό, κάτω των 30 και συνήθως 2 έως 5, κονικλομητέρων η καθεμία, για παραγωγή κρέατος κυρίως για ιδιοκατανάλωση. Η ετήσια παραγωγή κρέατος άρχισε να αυξάνεται με ταχύ ρυθμό από το 1969 ως και το 1974, οπότε έφτασε στο μέγιστό της στους 7.946 τόνους, ενώ αντίθετα από το έτος 1975 άρχισε να μειώνεται με ταχύ ρυθμό ως και το 1981, οπότε μειώθηκε στους 4.300 τόνους. Από το 1982 η ετήσια παραγωγή κρέατος του κουνελιού άρχισε να αυξάνεται με μικρό μεν, αλλά σταθερό ρυθμό και έφτασε το 1990 τους 5.000 τόνους. Έτσι ο μέσος ετήσιος ρυθμός αύξησης της παραγωγής κρέατος κουνελιού την δεκαετία του 1980 υπολογίζεται σε 1,5%.

Από την ετήσια παραγωγή του κουνελίσου κρέατος 1990, οι 650 τόνοι προέρχονται από τις συστηματικές και ημισυστηματικές εκμεταλλεύσεις, δυναμικότητας 30 και άνω κονικλομητέρων και οι 4.350 τόνοι από τη χωρική κονικλοτροφία με ποσοστό 87% στη συνολική παραγωγή κρέατος κουνελιού στη χώρα μας.

#### **Πίνακας 2.1.2.1** Εξέλιξη παραγωγής του κουνελίσου κρέατος στην Ελλάδα

(Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων

[www.minagric.gr/greek/agro\\_pol/3.htm](http://www.minagric.gr/greek/agro_pol/3.htm)).

ΕΤΟΣ	ΣΦΑΓΙΑ (κεφαλές)	ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΡΕΑΤΟΣ (τόνοι)	ΜΕΣΗ ΑΠΟΔΟΣΗ Η (κιλά/ζωο)	ΜΕΣΗ ΣΤΑΘΜ. ΤΙΜΗ (δρχ./kg)	ΑΚΑΘ. ΑΞΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ (χιλ.δρχ)
1962	2.424.870	2.612	1,08	20,80	54.330
1970	2.725.476	3.421	1,26	34,36	111.546
1980	2.799.645	4.275	1,53	162,81	696.013
1990	3.171.058	4.990	1,57	813,36	4.058.666
2000	2.895.580	4.541	1,57	1.445,50	6.564.016

<b>2005</b>	2.677.857	4.429	1,65	4,89*	21.658*
<b>2006</b>	2.535.820	4.208	1,66	4,91	20.661
<b>2007</b>	2.412.108	4.050	1,68	5,12	20.736
<b>2008</b>	2.266.496	3.812	1,68	5,26	20.051
<b>2009</b>	2.350.856	3.969	1,69	5,47	21.710
<b>2010</b>	2.151.811	3.582	1,66	5,46	19.558
<b>2011</b>	2.035.164	3.325	1,63	-	-

\*Από το 2005 αναγράφονται τιμές σε ευρώ

Προκειμένου να αναπτυχθεί και ο κλάδος της κονικλοτροφίας, που μπορεί να συμβάλει στην αντικατάσταση ενός μέρους του ερυθρού κρέατος με λευκό και μάλιστα υψηλής βιολογικής αξίας, θα πρέπει να ενταθεί η προσπάθεια διάδοσής του σε όλη την χώρα.

Στον πίνακα 2.1.2.1 παρουσιάζεται η εξέλιξη της παραγωγής του κουνελίσιου κρέατος στην Ελλάδα από τη δεκαετία του 1960 έως και σήμερα ενώ στον πίνακα 2.1.2.2 παρουσιάζονται οι κονικλοτροφικές εκμεταλλεύσεις και ο αριθμός των ζώων σε όλη την ελληνική επικράτεια. Σύμφωνα με τα στοιχεία του πίνακα 2.1.2.1 η εγχώρια κονικλοτροφία παρουσιάζει μία μείωση των εκτρεφόμενων ζώων τα τελευταία χρόνια.

**Πίνακας 2.1.2.2** Κονικλοτροφικές εκμεταλλεύσεις και αριθμός ζώων ανά περιφέρεια στην Ελληνική επικράτεια (Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, 2005).

Περιφέρεια	Αριθμός Εκμεταλλεύσεων	Αριθμός ζώων
<b>Ανατολική Μακεδονία, Θράκη</b>	1554	30471
<b>Κεντρική Μακεδονία</b>	1842	2265
<b>Δυτική Μακεδονία</b>	1069	632
<b>Θεσσαλία</b>	4106	2131
<b>Ήπειρος</b>	1626	924
<b>Ιόνια Νησιά</b>	1055	3482
<b>Δυτική Ελλάδα</b>	3421	4956
<b>Στερεά Ελλάδα</b>	2226	3338
<b>Πελοπόννησος</b>	5410	115422
<b>Αττική</b>	401	23264
<b>Βόρειο Αιγαίο</b>	4302	990
<b>Νότιο Αιγαίο</b>	4496	1772
<b>Κρήτη</b>	1311	21489



Στη χώρα μας η εμπορία του κουνελίσιου κρέατος δεν είναι οργανωμένη, εξαιτίας της μικρής σχετικά εμπορεύσιμης ποσότητάς του. Έτσι η διακίνηση-διανομή του κουνελίσιου κρέατος γίνεται κατά ανάγκη, από τους ίδιους τους φορείς των κονικλοτροφικών εκμεταλλεύσεων ή με την ευθύνη τους συνήθως σε μικροποσότητες κάθε φορά, μέχρι τα καταστήματα λιανικής πώλησης (κρεοπωλεία), ταβέρνες, εστιατόρια κ.α. Αυτό έχει ως συνέπεια το αυξημένο σχετικά κόστος εμπορίας γενικά και ιδιαίτερα στις κονικλοτροφικές εκμεταλλεύσεις που είναι απομακρυσμένες από τα καταναλωτικά κέντρα-αγορές.

### 2.1.3 Φυλές των κουνελιών και υβρίδια

Σήμερα υπάρχουν 50 αναγνωρισμένες φυλές και αρκετά εκατοντάδες υβρίδια σε ολόκληρο τον κόσμο. Οι φυλές του κουνελιού κατατάσσονται κυρίως με βάση την παραγωγική κατεύθυνση, αλλά και με κριτήρια το μήκος της τρίχας και το σωματικό βάρος (σωματική διάπλαση), σύμφωνα με τα γαλλικά πρότυπα (πίνακας 2.1.4.1). Αναλυτικότερα, από την άποψη της παραγωγικής κατεύθυνσης οι φυλές του κουνελιού κατηγοριοποιούνται σε:

- Κρεοπαραγωγικές
- Γουνοπαραγωγικές
- Εριοπαραγωγικές

**Πίνακας 2.1.3.1** Ταξινόμηση των κουνελιών κατά τα γαλλικά πρότυπα (Σφαιρόπουλος, 1993)

Κατηγορίες φυλών	Κριτήρια	
	Σ.Β.(kg)	ΜΗΚΟΣ ΤΡΙΧΑΣ(cm)
<b>Φυλές μεγάλου Σ.Β.</b>	5-8	-
<b>Φυλές μέσου Σ.Β.</b>	3-5	-
<b>Φυλές μικρού Σ.Β.</b>	1,5-3	-
<b>Φυλές νάνοι</b>	0,8-1,5	-
<b>Φυλές Ρέξ και Σατέν</b>	-	1,6-2,5
<b>Φυλές Αγκόρα και Ρενάρ</b>	-	4-11

Οι σημαντικότεροι εκπρόσωποι των μεγάλόσωμων φυλών είναι: ο Γίγας της Φλάνδρας, ο Λευκός του Μπουσκά, το Κριάρι της Γαλλίας και η Μεγάλη πεταλούδα της Γαλλίας. Αντίστοιχα οι κυριότερες φυλές μέσου μεγέθους είναι: της Νέας Ζηλανδίας, της Καλιφόρνιας, η Πυρόξανθη της Βουργουνδίας και η Αργυρόχρωμη της Καμπανίας. Ενώ στις φυλές μικρού μεγέθους ανήκουν : η Ρωσική, η Ολλανδική και η Τσιντσιλά.

Στην συστηματική κονικλοτροφία, τα υβρίδια είναι πολύ διαδεδομένα και χρησιμοποιούνται σε μεγάλο αριθμό εκμεταλλεύσεων. Προέρχονται από πολλαπλές

διασταυρώσεις μεταξύ των διαφόρων φυλών ή ποικιλιών κουνελιών και έχουν καλύτερες αποδόσεις από τους γεννήτορές τους. Τα υβρίδια δημιουργούνται από εξειδικευμένους οίκους αναπαραγωγής και διατίθενται θηλυκά κουνέλια αναπαραγωγής με τα αντίστοιχα αρσενικά στις μονάδες εκτροφής για την παραγωγή κονικλιδίων πάχυνσης (υβρίδια).

Επειδή τα υβρίδια δεν αναπαράγουν πιστά τους εαυτούς τους, όταν οι γεννήτορές τους γίνουν υπερήλικες αντικαθίστανται με νέα πατρογονικά κουνέλια. Έτσι, δημιουργείται μια εξάρτηση των κονικλοτροφικών εκμεταλλεύσεων από τους οίκους παραγωγής υβριδίων. Συνεπώς, η επιλογή εκτροφής υβριδίων, εξαρτάται από το αν η τιμή κτήσης των πατρογονικών κουνελιών αντισταθμίζεται από τις μεγαλύτερες αποδόσεις τους.

## **2.2 Αναπαραγωγικές ιδιότητες κονικλομητέρων**

### **2.2.1 Περίοδος κυοφορίας κονικλομητέρων- Εμβρυϊκή ανάπτυξη κουνελιών**

Οι τέσσερις περίοδοι της εμβρυϊκής ανάπτυξης είναι: α) εμβρυογένεση, β) μορφογένεση, γ) οργανογένεση και δ) ιστογένεση. Μεταξύ των περιόδων αυτών, δεν υπάρχουν σαφή χρονικά όρια (Ιωάννου, 1992).

Τα αρχικά στάδια ανάπτυξης του γονιμοποιημένου ωαρίου εμφανίζονται σε τρεις φάσεις. Κατά την πρώτη φάση πραγματοποιείται μετατροπή του μονοκύτταρου ζυγωτού σε πολυκύτταρο μορίδιο, στη δεύτερη φάση το μορίδιο μετασχηματίζεται σε βλαστοκύστη και κατά την τρίτη φάση σε γαστρίδιο, όπου αποκτάει σωματικό άξονα, συμμετρία και τρεις κυτταρικές στιβάδες ή βλαστικά δέρματα, που από το εξωτερικό προς το εσωτερικό ονομάζονται: α) εξώδερμα, β) μεσόδερμα και γ) ενδόδερμα (Fletcher and Weber, 2012).

Συγκεκριμένα, το γονιμοποιημένο ωάριο της κονικλομητέρας, που αποτελεί το πρώτο εμβρυϊκό κύτταρο, αμέσως μετά την γονιμοποίηση, διαιρείται με διαδοχικές μιτώσεις σε 2, 4, 8, 16, 32, 64 κ.ο.κ νέα, όμοια και διαρκώς μικρότερα κύτταρα. Τα κύτταρα αυτά δε διαχωρίζονται πλήρως μεταξύ τους και ονομάζονται βλαστομερίδια. Από τα βλαστομερίδια θα παραχθούν όλα τα κύτταρα του τελειοποιημένου οργανισμού. Η διαίρεση του ωαρίου σε βλαστομερίδια εκδηλώνεται με την εμφάνιση αυλάκων στην εξωτερική επιφάνεια. Το έμβρυο στο στάδιο αυτό ονομάζεται μορίδιο (3<sup>η</sup> ημέρα). Στο εσωτερικό του μοριδίου σχηματίζεται προοδευτικά μία κοιλότητα, που το μετατρέπει από συμπαγές μórφωμα κυττάρων, σε κοίλο, με λεπτό τοίχωμα. Τότε το έμβρυο ονομάζεται βλαστοκύστη (4<sup>η</sup>, 5<sup>η</sup> ημέρα). Με το σχηματισμό της βλαστοκύστης, αρχίζει η δυναμική ανάπτυξη του εμβρύου. Ομάδες κυττάρων από συγκεκριμένες περιοχές της βλαστοκύστης μεταναστεύουν στις μόνιμες θέσεις τους, όπου θα αρχίσει η τελική διαφοροποίησή τους. Δημιουργούνται έτσι νέα μορφώματα, που με τη σειρά τους πρόκειται να μετασχηματιστούν σε ιστούς, όργανα και συστήματα οργάνων. Αυτές οι διαδοχικές μορφογενετικές κινήσεις έχουν σαν αποτέλεσμα το μετασχηματισμό της βλαστοκύστης σε γαστρίδιο την 6<sup>η</sup> ημέρα (Beaudoin *et al.*, 2003; Fischer, 2012).

Οι διαδοχικές μορφογενετικές μεταβολές, που οδηγούν στο σχηματισμό του γαστριδίου, συνεχίζονται με άλλες σημαντικές μεταβολές, όπως με το σχηματισμό εμβρυϊκού άξονα και αμφίπλευρης συμμετρίας. Αμέσως μετά, κύτταρα προκαθορισμένων περιοχών της βλαστοκύστης διαφοροποιούνται ιστολογικά και σχηματίζουν τις τρεις κυτταρικές στιβάδες.

Το εξωτερικό στρώμα, το εξώδερμα, σχηματίζει την επιδερμίδα του δέρματος, το επιθήλιο της στοματικής και της ρινικής κοιλότητας, το νευρικό σύστημα και τα αισθητήρια όργανα. Το μεσαίο στρώμα, το μεσόδερμα, αποτελεί τους μυς και το συνδετικό ιστό, συμπεριλαμβανομένων των οστών, καθώς και τα διάφορα μέρη του κυκλοφορικού, του ουροποιητικού και του αναπαραγωγικού συστήματος. Τέλος, το εσωτερικό στρώμα, το ενδόδερμα, αποτελεί το επιθήλιο του βλεννογόνου και τους αδένες του αναπνευστικού και πεπτικού συστήματος, δηλαδή εξελίσσεται σε εσωτερικά όργανα και αδένες, όπως το ήπαρ και τα νεφρά ( Fletcher and Weber, 2012).

Στα θηλυκά κουνέλια η έναρξη της κυοφορίας πραγματοποιείται όταν το ωάριο γονιμοποιηθεί από το σπερματοζωάριο ενός αρσενικού. Μετά από τέσσερις ημέρες, τα διαιρεμένα κύτταρα, τα οποία στη συνέχεια θα σχηματίσουν το έμβρυο, φθάνουν στη μήτρα. Κατά τη διάρκεια αυτών των τεσσάρων ημερών, η μήτρα προετοιμάζεται να υποδεχθεί το έμβρυο. Μετά από οκτώ ημέρες, το έμβρυο συνδέεται στο τοίχωμα της μήτρας μέσω της διαδικασίας που ονομάζεται εμφύτευση και η μήτρα αρχίζει να παράγει νέα κύτταρα τα οποία θα αποτελέσουν τον πλακούντα μέσω του οποίου τα θρεπτικά συστατικά της μητέρας θα μεταφέρονται στο έμβρυο. Η εμφύτευση των εμβρύων στον πλακούντα είναι κεντρικού τύπου, φαινόμενο κατά το οποίο η βλαστοκύστη προσκολλάται μόνο στα επιθηλιακά κύτταρα.

Την 8<sup>η</sup> ημέρα εμφανίζονται οι σωμίτες, ο νευρικός κεφαλικός πόρος κλείνει ενώ ο ουραίος παραμένει ανοιχτός. Την 9<sup>η</sup> ημέρα αρχίζει να διακρίνεται ο εγκέφαλος, αναπτύσσεται η καρδιά και γίνεται εμφανής η ραχιαία καμπυλότητα. Την 12<sup>η</sup> ημέρα αρχίζουν να εμφανίζονται τα πρόσθια άκρα, ενώ την 13<sup>η</sup> γίνονται εμφανή και τα οπίσθια άκρα και ορατά τα δάχτυλα. Από την 14<sup>η</sup> ημέρα ξεκινά η ανάπτυξη του πεπτικού σωλήνα. Την 15<sup>η</sup> ημέρα εμφανίζεται ο αγκώνας και την 17<sup>η</sup> γίνονται ορατά τα γόνατα και ο τράχηλος ( Beaudoin et al., 2003).

Η περίοδος της οργανογένεσης στα κουνέλια είναι από την 7<sup>η</sup> έως την 18<sup>η</sup> ή 19<sup>η</sup> ημέρα της κυοφορίας (περίπου στο δεύτερο τρίτο του διαστήματος των 30 ημερών της κύησης). Στο τελευταίο τρίτο της κυοφορίας, η εμβρυϊκή ανάπτυξη είναι πολύ γρήγορη. Τα πρώτα όργανα που αναπτύσσονται είναι ο εγκέφαλος, η καρδιά και οι οφθαλμοί.

Ο πλακούντας των θηλαστικών αποτελεί ένα αποτελεσματικό πολυλειτουργικό όργανο που ενσωματώνει σήματα από τη μητέρα και το έμβρυο. Δηλαδή εξασφαλίζει και παρέχει ως υπόστρωμα, θρεπτικά συστατικά και αέρια που απαιτεί το έμβρυο για την επιβίωσή του, ενώ ταυτόχρονα συνεισφέρει στη μεταφορά των προϊόντων απέκκρισης του εμβρύου πίσω στη μητέρα. Επίσης, λόγω της εναλλακτικής δομής και λειτουργίας (ρόλου) του πλακούντα (που αντικατοπτρίζεται από το βάρος, τη μορφολογία, την αγγειακή ανάπτυξη και τη λειτουργία μεταφοράς αμινοξέων,

γλυκόζης και λιπαρών οξέων) μπορεί να συμβάλλει στην ανταλλαγή θρεπτικών συστατικών.

Το έμβρυο τρέφεται μέσω του πλακούντα με θρεπτικά συστατικά τα οποία, μεταφέρονται από τον μητρικό οργανισμό μέσω των αιμοφόρων αγγείων. Το γαλακτικό οξύ, το οξικό οξύ, το O<sub>2</sub> και το CO<sub>2</sub> μεταφέρονται με διάχυση (δηλαδή από υψηλή προς χαμηλή συγκέντρωση). Η γλυκόζη επίσης μεταφέρεται με διάχυση στο έμβρυο, αλλά με ταχύτερο ρυθμό σε σχέση με τα προηγούμενα. Για τα θρεπτικά συστατικά, των οποίων η συγκέντρωση πρέπει να είναι μεγαλύτερη στο αίμα του εμβρύου από εκείνη της μητέρας (αμινοξέα, ανόργανα στοιχεία και υδατοδιαλυτές βιταμίνες), απαιτείται ενέργεια (με ενεργό μεταφορά). Μεγαλομόρια, όπως λιπίδια και πρωτεΐνες, δεν δύνανται να διαπεράσουν τον πλακούντα, αλλά σε μερικά είδη, με τη βοήθεια της αντίστροφης πινοκύττωσης, γίνεται μεταφορά ανοσοσφαιρινών, που παράγονται από τη μητέρα προς το έμβρυο. Συνήθως αυτές μεταφέρονται στο νεογνό μετά τη γέννηση μέσω του πρωτογάλακτος.

Η κύρια πηγή ενέργειας για το έμβρυο είναι η γλυκόζη, η οποία χρησιμοποιείται και από τον πλακούντα ως πηγή ενέργειας για τη μεταφορά ορισμένων θρεπτικών συστατικών. Η γλυκόζη χρησιμοποιείται από το έμβρυο κυρίως για πρωτεϊνσύνθεση και λιγότερο για σύνθεση γλυκογόνου και λίπους ( Ζέρβας, 2005).

Ο πλακούντας αποτελεί τη σύνδεση μεταξύ της εμβρυομητρικής κυκλοφορίας, γεγονός πολύ σημαντικό για τη διατροφή του εμβρύου και την οξυγόνωσή του. Με τη σειρά της, η παροχή θρεπτικών συστατικών μέσω του πλακούντα στο έμβρυο εξαρτάται από το μέγεθος, τη μορφολογία, την παροχή αίματος και την αφθονία μεταφορέα. Κατά τη διάρκεια μιας φυσιολογικής κυοφορίας, ο πλακούντας υποβάλλεται σε μια ποικιλία φυσιολογικών αλλαγών. Οι αλλαγές αυτές ρυθμίζονται από αγγειογόνους παράγοντες, τις ορμόνες καθώς και τα θρεπτικά συστατικά που σχετίζονται με διάφορα γονίδια, ώστε να μεγιστοποιηθεί η απόδοση της αυξανόμενης ζήτησης θρεπτικών συστατικών. Οι διαταραχές στο μητρικό περιβάλλον λόγω του υποσιτισμού των μητέρων κατά την κυοφορία μπορεί να μεταβάλλουν δυσμενώς τις αλλαγές αυτές (Belkacemi et al., 2010).

Ο πλακούντας αναπτύσσεται κατά τα πρώτα δύο τρίτα της κυοφορίας. Στη περίπτωση των κουνελιών που κυοφορούν περισσότερα από 2 έμβρυα, οι ιστοί του πλακούντα επιμερίζουν τη ροή των θρεπτικών συστατικών προς κάθε έμβρυο. Αν ο επιμερισμός αυτός δεν είναι ίσος μεταξύ των εμβρύων, το ΣΒ των νεογνών ενδέχεται να διαφέρει (π.χ. μικρά και μεγάλα κονικλίδια σε μια τοκετοομάδα). Η αποτελεσματικότητα των λειτουργιών και του ρόλου του πλακούντα να παρέχει θρεπτικά συστατικά στα έμβρυα εξαρτάται από την περατότητά του, το ρυθμό ροής και τη συγκέντρωση των θρεπτικών συστατικών στο μητρικό αίμα. Ο ρυθμός ροής του αίματος μπορεί να μειωθεί (π.χ. από θερμικό stress), με αποτέλεσμα να μειωθεί ο ρυθμός ανάπτυξης των εμβρύων.

Η ανάπτυξη του εμβρύου συνοδεύεται από παράλληλη ανάπτυξη του πλακούντα και των υγρών που περιβάλλουν το έμβρυο. Ταυτόχρονα βέβαια αναπτύσσεται και η μήτρα.

Η ανάπτυξη του εμβρύου είναι βραδεία κατά τα πρώτα δύο τρίτα της κυοφορίας και ταχέια κατά το τελευταίο τρίτο της (Ζέρβας, 2005).

Η αργινίνη η οποία αποτελεί ένα βασικό αμινοξύ, διαδραματίζει βασικό ρόλο στην ανάπτυξη του εμβρύου αφού σχετίζεται με τις μεμβράνες του πλακούντα και τα υγρά του εμβρύου. Επίσης, κρίσιμο ρόλο για την ανάπτυξη του εμβρύου έχει και το μονοξειδίο του αζώτου (NO) καθώς και οι πολυαμίνες σε επίπεδο πλακούντα. Η αργινίνη αποτελεί υπόστρωμα για το NO και τη σύνθεση της πολυαμίνης. Το NO αποτελεί ένα σημαντικό ενδοθηλιακό παράγοντα χαλάρωσης, και παίζει σημαντικό ρόλο στη ρύθμιση της ροής του αίματος πλακούντας-έμβρυο και με αυτό τον τρόπο βοηθά στη μεταφορά των θρεπτικών συστατικών και O<sub>2</sub> από τη μητέρα στο έμβρυο. Ομοίως, οι πολυαμίνες ρυθμίζουν το DNA και την πρωτεϊνική σύνθεση, και συνεπώς, τον κυτταρικό πολλαπλασιασμό και τη διαφοροποίηση. Έτσι, το NO και οι πολυαμίνες αποτελούν βασικούς ρυθμιστές της αγγειογένεσης (στο σχηματισμό νέων αιμοφόρων αγγείων από προϋπάρχοντα αιμοφόρα αγγεία) και της εμβρυογένεσης, καθώς και της λειτουργίας του πλακούντα και της εμβρυϊκής ανάπτυξης (Wu *et al.*, 2004).

### 2.2.2 Διάγνωση κυοφορίας

Τα γονιμοποιημένα ωάρια όπως αναφέρθηκε μετακινούνται και εμφυτεύονται στο βλεννογόνο της μήτρας κατά την 5<sup>η</sup> -6<sup>η</sup> ημέρα αφού πρώτα διαφοροποιηθούν. Από τη 10<sup>η</sup> ημέρα είναι δυνατός ο εντοπισμός των εμβρύων με ψηλάφηση της κοιλιακής χώρας.

Το ποσοστό της εμβρυϊκής θνησιμότητας, που υπολογίζεται από τη σύγκριση του αριθμού των ωχρών σωματίων και του αριθμού των εμβρύων που έχουν εμφυτευθεί επιτυχώς και έχει αντανάκλαση στο μέγεθος της τοκετοομάδας, είναι αρκετά υψηλό στα κουνέλια. Μπορεί να φθάσει μέχρι και 40% και επηρεάζεται από την ηλικία, τη φυσιολογική κατάσταση του ζώου, την εποχή της οχείας, τις θερμοκρασίες πριν και μετά την οχεία.

Η κυοφορία διαρκεί 30-31 ημέρες και κατά την 12<sup>η</sup> -14<sup>η</sup> ημέρα της κυοφορίας διαπιστώνεται η κυοφορία του ζώου έτσι ώστε, εάν η σύλληψη δεν είναι επιτυχής να οδηγηθεί εγκαίρως στο αρσενικό για νέα σύζευξη ή τεχνητή σπερματέγχυση. Η διάγνωση κυοφορίας με ψηλάφηση πραγματοποιείται (και είναι ασφαλής) μεταξύ της 10<sup>ης</sup> και της 14<sup>ης</sup> ημέρας της κυοφορίας. Αργότερα, η επικινδυνότητα για πρόκληση βλάβης στα έμβρυα, αυξάνεται.

Κατά το στάδιο αυτό της κυοφορίας τα έμβρυα μέσα στη μήτρα, που είναι χωρισμένη κατά μήκος σε δύο χώρους, είναι σαν μεγάλες «χάνδρες κομπολογιού» έτσι ώστε η ψηλάφηση με απαλές κινήσεις κατά μήκος της κοιλιακής χώρας να εντοπίζει την ύπαρξη ή όχι των εμβρύων ( Πανοπούλου, 1998).

### 2.2.3 Τοκετός

Η κονικλομητέρα συνήθως προετοιμάζει τη φωλιά της 1-2 ημέρες ή λίγες ώρες πριν αρχίσει ο τοκετός. Η φωλιά αποτελείται από ξερά χόρτα, άχυρα στρωμνής και από τρίχες που βγάζει η ίδια από τη γούνα της, από τη χώρα του στήθους και των πλευρών της.

Όπως και άλλα νυκτόβια ζώα, τα κουνέλια συνήθως γεννούν κατά τη διάρκεια της ημέρας, δηλαδή κατά την περίοδο ανάπαυσής τους (Ninomiya-Alarcon *et al.* 2004; όπως αναφέρεται στους Jilge and Hudson 2001). Ο τοκετός είναι γρήγορος και συνήθως ολοκληρώνεται μέσα σε 10-15 λεπτά για τις μεγάλες τοκετοομάδες των 10 εμβρύων. Αυτό είναι πολύ σημαντικό γιατί ο κόλπος της κουνέλας είναι επιμήκης και αυτό έχει ως αποτέλεσμα την αυξημένη πιθανότητα διάρρηξης του ομφάλιου λώρου και την επακόλουθη ασφυξία των νεογνών, εάν αυτά δεν αποβληθούν γρήγορα (Martinez-Gomez *et al.*, 1997). Κατά τη διάρκεια του τοκετού, η μητέρα βρίσκεται σκυμμένη πάνω από τη φωλιά της, γλείφει συνήθως εν συντομία τα νεογνά που γεννιούνται και καταναλώνει γρήγορα τους πλακούντες. Τα νεογνά είναι συνήθως πολύ δραστήρια και κινητικά, ώστε απελευθερώνονται ταχέως από τις αμνιακές μεμβράνες, και μπορεί ακόμα και να θηλάσουν ενώ ο τοκετός είναι ακόμα σε εξέλιξη. Μετά τη γέννηση του τελευταίου κονικλιδίου, η μητέρα φεύγει από τη φωλιά και επιστρέφει μόνο μια φορά κάθε 24 ώρες περίπου για να θηλάσουν τα κονικλίδια (Hudson *et al.* 1999a; Jilge and Hudson, 2001).

### 2.2.4 Γαλουχία

Οι κονικλομητέρες επιστρέφουν συνήθως τις βραδινές ώρες στη φωλιά για να γαλουχήσουν τα κονικλίδια μόλις 3-4 λεπτά (Hudson *et al.*, 1995a, Jilge and Hudson 2001, Maertens and Coudert, 2006). Αυτό το γεγονός είναι ζωτικής σημασίας για την επιβίωση των νεογνών. Μία ώρα πριν εισέλθει η κονικλομητέρα στη φωλιά ή και περισσότερο για να θηλάσει τα κονικλίδια, τα νεογνά δραστηριοποιούνται έντονα, γίνονται πιο ενεργά και ανταποκρίνονται σε δονητικά και απτικά ερεθίσματα, καθώς επίσης γίνονται ορατά από το μαλλί που τα καλύπτει. Αυτό το γεγονός τους δίνει τη δυνατότητα, όταν η κονικλομητέρα εισέλθει στη φωλιά για θηλασμό, τα νεογνά χωρίς κανένα εμπόδιο να μπορούν να εντοπίζουν τις θηλές της μητέρας τους γρήγορα, όταν αυτή στέκεται από πάνω τους. Αυτή η διέγερση που αποτελεί αντανακλαστικό για την κάθοδο του γάλακτος, συνοδεύεται από αύξηση της θερμοκρασίας του σώματος στα νεογνά και στις μητέρες (Jilge *et al.* 2000). Επίσης, στα νηστικά νεογνά, πριν από το θηλασμό, παρατηρούνται αυξημένες συγκεντρώσεις των ελεύθερων λιπαρών οξέων στον ορό του αίματος (Escobar *et al.* 2000), το οποίο προφανώς προετοιμάζει την κατάσταση του ανταγωνισμού κατά το θηλασμό, που θα ακολουθήσει. Κατά τη διάρκεια του θηλασμού ή αμέσως μετά, τα νεογνά ουρούν, και αφού στεγνώσουν, επιστρέφουν πάλι κάτω από το υλικό της φωλιάς. Στη συνέχεια, συγκεντρώνονται το ένα δίπλα στο άλλο, σχηματίζοντας μία μάζα στο πιο ζεστό σημείο της φωλιάς (Hudson and Distel 1982, Pacheco-Cobos *et al.* 2003).

Το αντανακλαστικό της καθόδου του γάλακτος είναι ένα νευροορμονικό αντανακλαστικό. Η κεντρομόλος οδός είναι νευρικής και η φυγόκεντρος οδός ορμονικής φύσης. Υποδοχείς στις θηλές του μαστού διεγείρονται από το ερέθισμα του θηλασμού. Νευρικές ώσεις από τους υποδοχείς αυτούς άγονται μέσω του νωτιαίου μυελού και του στελέχους του εγκεφάλου στην οπίσθια μοίρα του υποθαλάμου, όπου διεγείρονται νευρικά κύτταρα και προκαλούν άμεσα ή έμμεσα την έκκριση ορμονών. Υπεύθυνη για το νευρο-ορμονικό αντανακλαστικό καθόδου του γάλακτος είναι η ωκυτοκίνη. Η ωκυτοκίνη παράγεται στους υπεροπτικούς και τους παρακοιλιακούς πυρήνες του υποθαλάμου και αποθηκεύεται στη νευροϋπόφυση. Η ορμόνη δρα στα μυοεπιθηλιακά κύτταρα τα οποία περιβάλλουν δικτυωτά τις αδενοκυψελίδες του μαστικού αδένου. Οι γαλακτοφόροι πόροι φέρουν επίσης μυοεπιθηλιακά κύτταρα σε επιμήκη διάταξη. Με τη σύσπαση των μυοεπιθηλιακών κυττάρων εκθλίβονται οι αδενοκυψελίδες ενώ παράλληλα διευρύνεται ο αυλός των γαλακτοφόρων πόρων, με αποτέλεσμα το γάλα να εκρέει (Ρογδάκης, 2006).

Η πρόβλεψη του θηλασμού αποτελεί ενδογενή ημερήσιο ρυθμό. Έτσι, σε τοκετοομάδες όπου υπάρχουν νεογνά τα οποία δεν προλαβαίνουν να θηλάσουν παρατηρείται σε αυτά αυξημένη δραστηριότητα καθώς και αυξημένη θερμοκρασία του σώματος εν αναμονή του επόμενου θηλασμού 48 ώρες μετά τον τελευταίο επιτυχή θηλασμό. (Hudson and Distel 1982, Jilge 1993, 1995, Jilge *et al.*, 2000, 2001, Jilge and Hudson 2001). Ωστόσο, λίγα είναι γνωστά για το πώς επιτυγχάνεται αυτή η ρυθμικότητα. Παρόλα αυτά όμως, το γεγονός ότι το νεογνό μπορεί να επιβιώσει τουλάχιστον 2 ημέρες χωρίς να θηλάσει, μπορεί να αποτελέσει βάση για μελλοντική έρευνα σε επίπεδο έκφρασης γονιδίων (Allingham *et al.*, 1998, Caba *et al.*, 2003, Caldelas *et al.*, 2005).

Αφού έχει γίνει η προετοιμασία των νεογνών για το θηλασμό, έπεται η ανεύρεση των λειτουργικών θηλών από αυτά, έτσι ώστε να επιβιώσουν τις επόμενες 24 ώρες τουλάχιστον.

Από τη στιγμή που η κονικλομητέρα είναι έτοιμη για θηλασμό, τα νεογνά πιέζουν και μαλάσσουν με το στοματικό τους άκρο βαθιά στην κοιλιακή χώρα της, για να ξεκινήσει η ταχεία, στερεότυπη αναζήτηση των θηλών. Χρησιμοποιώντας την αφή και φερομονικά ερεθίσματα, τα μικρά εντοπίζουν και προσαρμόζονται στις θηλές μέσα σε δευτερόλεπτα (Hudson and Distel 1983, Distel and Hudson 1985, Bautista *et al.*, 2005). Η έκκριση της φερομόνης που σχετίζεται με την αναζήτηση των θηλών είναι απαραίτητη για τον εντοπισμό αυτών και το θηλασμό, ενώ εξαρτάται από την αναπαραγωγική κατάσταση των θηλυκών. Η μικρή φωτοπερίοδος ή η άνοιστρος συμβάλλουν στην ελάχιστη ή μηδενική έκκριση αυτής της φερομόνης, ενώ η μακρά φωτοπερίοδος ή ο οίστρος σε μέτρια επίπεδα, όπως και η κνοφορία και ο θηλασμός, συνδέονται με τα υψηλά επίπεδα της φερομόνης (Hudson and Distel 1984, 1990).

Ο θηλασμός γίνεται χωρίς την άμεση βοήθεια της κονικλομητέρας. Όταν η κονικλομητέρα εισέρχεται στη φωλιά στέκεται απλά πάνω από τα νεογνά, όπου παραμένει σχεδόν ακίνητη 3-4 λεπτά. Αν και η κονικλομητέρα θα μπορούσε να γλείφει τα νεογνά κατά τη διάρκεια του θηλασμού, δεν αλληλεπιδρά μαζί τους με κανέναν

τρόπο. Ακόμα κι αν η κονικλομητέρα έχει σταθεί πάνω από κάποιο μικρό, δεν θα προσαρμόσει απαραίτητα τη στάση της, έτσι ώστε να το απελευθερώσει (Hudson and Distel 1982). Στο τέλος, η κονικλομητέρα εναποθέτει λίγα περιτώματα, και έπειτα με απότομο άλμα εξέρχεται της φωλιάς (Hudson and Distel 1982, Hudson *et al.*, 1996, Bautista *et al.*, 2005) και τα νεογνά αποσύρονται αμέσως από τις θηλές. Αυτό το γεγονός αποτρέπει να παρασυρθούν τα μικρά έξω από τη φωλιά, η οποία είναι πολύ σημαντική για αυτά μέχρι να αναπτυχθούν λόγω των συνθηκών που αναπτύσσονται μέσα σ' αυτή ( $\theta = 30-31^{\circ}\text{C}$ ).

Παρά το γεγονός ότι τα κουνέλια συνήθως έχουν, ανάλογα με τη φυλή, έξι έως οκτώ θηλές, ο ανταγωνισμός για το γάλα μεταξύ των αδελφών στην τοκετοομάδα είναι μεγάλος. Ένα υψηλό ποσοστό νεογνών δεν θηλάζει κατά τη διάρκεια τουλάχιστον ενός θηλασμού και πεθαίνουν έως το 20% από πείνα εντός των πρώτων εβδομάδων μετά τον τοκετό, ακόμη και κάτω από ευνοϊκές συνθήκες περιβάλλοντος (Coureaud *et al.*, 2000, Drummond *et al.*, 2000). Ο ανταγωνισμός είναι ιδιαίτερα έντονος, δεδομένου ότι τα νεογνά λαμβάνουν σημαντικές ποσότητες γάλακτος κατά τη διάρκεια του δεύτερου λεπτού του θηλασμού (Bautista *et al.*, 2005). Το σωματικό βάρος αποτελεί καλό προγνωστικό δείκτη της επιτυχίας του θηλασμού, ανεξάρτητα από το φύλο. Το βαρύτερο νεογνό κατά τη γέννηση, λαμβάνει περισσότερο γάλα. Γενικά έχουν περισσότερες πιθανότητες να επιβιώσουν νεογνά με το μεγαλύτερο σωματικό βάρος σε σχέση με τα ελλειποβαρή, κατά τον απογαλακτισμό (Bautista *et al.*, 2005).

## 2.2.5 Η γαλακτοπαραγωγή των κονικλομητέρων

Η διατροφή των κονικλιδίων στο διάστημα των τριών πρώτων εβδομάδων της ζωής τους, είναι αποκλειστικά το γάλα των μητέρων τους. Το κάθε κονικλίδιο λαμβάνει το γάλα ατομικά το οποίο συνεισφέρει στην ανάπτυξή του και γενικά στην επιβίωσή του πριν να απογαλακτισθεί από τη μητέρα του. Το γάλα που καταναλώνουν τα κονικλίδια είναι άρρηκτα συνδεδεμένο με το μέγεθος της τοκετοομάδας και την γαλακτοπαραγωγή της κονικλομητέρας. Η χημική σύσταση του γάλακτος μπορεί επίσης να σχετίζεται με την ανάπτυξη των μικρών στην περίοδο πριν από τον απογαλακτισμό (Rommers, 2003).

Σε σύγκριση με το γάλα της αγελάδας και της χοιρομητέρας, το γάλα της κονικλομητέρας παρουσιάζει αντίστοιχα 2 και 3 φορές περισσότερο λίπος και πρωτεΐνη (Πίνακας 2.2.5.1.). Όμως, η περιεκτικότητα σε λακτόζη είναι μόνο το ένα τρίτο των άλλων δύο ειδών. Αξιοσημείωτη είναι επίσης το υψηλό ενεργειακό περιεχόμενο του γάλακτος της κονικλομητέρας (8,4 MJ/kg), γεγονός που εξηγεί τη ραγδαία ανάπτυξη των νεογνών.

**Πίνακας 2.2.5.1:** Χημική σύσταση του γάλακτος υβριδίων κονικλομητέρων υψηλών αποδόσεων, αγελάδων και χοιρομητέρων ( Maertens *et al.*, 2006).

	Κονικλομητέρες	Αγελάδες	Χοιρομητέρες
Σωματικό Βάρος (Kg)	4,2	650	230
Μέγιστη	0,320	47,5	8,9



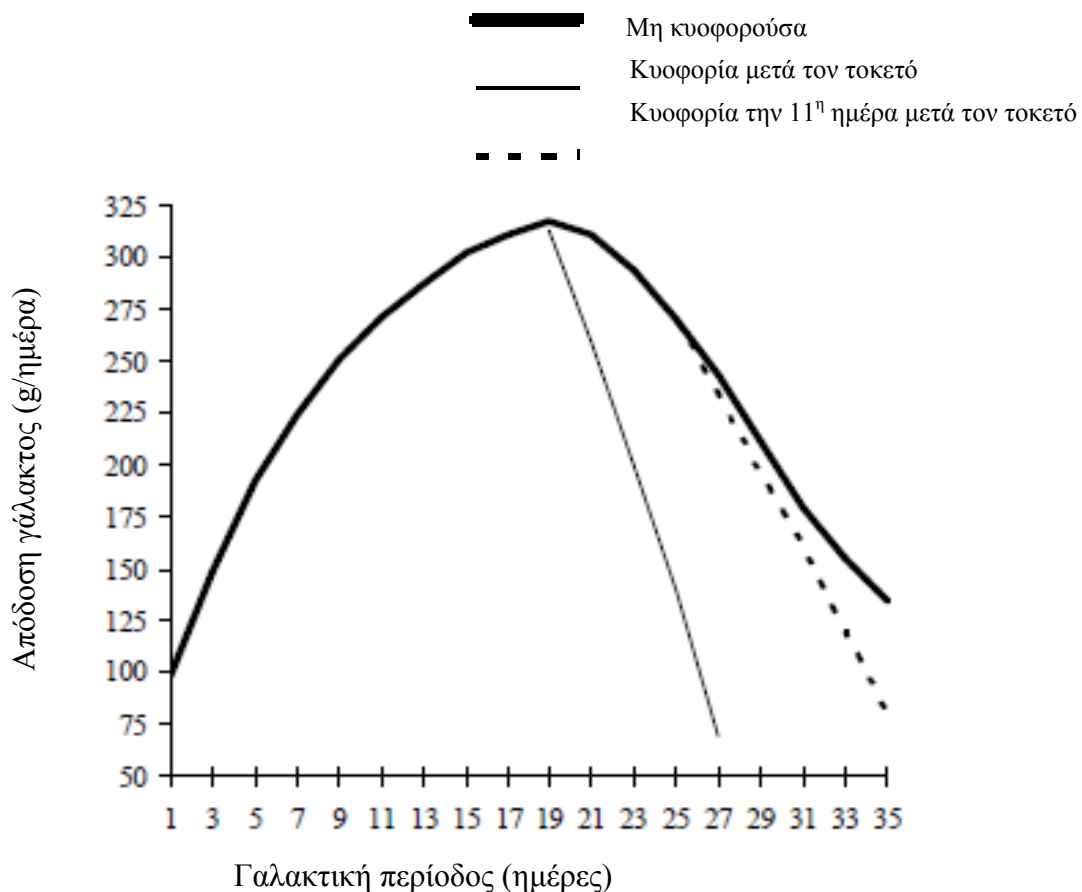
γαλακτοπαραγωγή (Kg/ημ)			
Ξηρά Ουσία (g/100g)	29,8	12,5-13,5	17,9
Πρωτεΐνη (g/100g)	12,3	3,0-4,0	5,1
Λίπος (g/100g)	12,9	3,5-5,0	6,5
Λακτόζη (g/100g)	1,7	4,5-5,0	5,7
Ενέργεια ( MJ/Kg)	8,4	2,7-3,2	4,5

Τα νεογέννητα κουνέλια έχουν υψηλές ενεργειακές απαιτήσεις και χαμηλή θερμική μόνωση. Συνεπώς, η ικανότητα επιβίωσης και η ανάπτυξή τους στα πρώιμα στάδια, συσχετίζονται στενά με την ποσότητα και την ποιότητα του γάλακτος την οποία προσλαμβάνουν (Szendrő and Maertens, 2001). Οι κονικλομητέρες σε γενικές γραμμές έχουν τη δυνατότητα να γαλουχήσουν τα μικρά τους μέχρι την ηλικία του απογαλακτισμού (4-5 εβδομάδων). Μέχρι την ηλικία των 18-19 ημερών τα κονικλίδια τρέφονται αποκλειστικά από το γάλα της μητέρας τους (Fortun-Lamothe and Gidenne, 2000).

Η κορυφή της γαλακτοπαραγωγής εμφανίζεται την 18<sup>η</sup>-19<sup>η</sup> ημέρα μετά τον τοκετό (Lebas, 1968; Maertens and De Groot, 1991; Fortun-Lamothe and Sabater, 2003; Casado *et al.*, 2006). Ωστόσο, στην περίπτωση που παρατηρείται έλλειψη θρεπτικών συστατικών (De Blas *et al.*, 1995; Taboada *et al.*, 1994), ή όταν πρωτότοκες κονικλομητέρες δεν υποβάλλονται σε εντατικό ρυθμό αναπαραγωγής, η μέγιστη γαλακτοπαραγωγή επιτυγχάνεται 2-3 ημέρες νωρίτερα (Maertens and De Groot, 1991; Xiccato *et al.*, 1995; Pascual *et al.*, 1999b). Εάν η κονικλομητέρα κυοφορεί ταυτόχρονα, παρατηρείται μείωση της γαλακτοπαραγωγής, τόσο στη ποσότητα όσο και στη χρονική διάρκεια (Casado *et al.*, 2006).

Η καμπύλη γαλακτοπαραγωγής στα κουνέλια είναι ασύμμετρη όπως παρουσιάζεται στην Διάγραμμα 2.2.5.1., με μια αύξουσα κυρτή γραμμή, ένα άριστο σημείο παραγωγής και μια φθίνουσα κοίλη να ακολουθεί (Lebas, 1968). Η μορφή της καμπύλης εξαρτάται από την ταυτόχρονη κυοφορία της κονικλομητέρας (Lebas, 1972, Xiccato *et al.*, 1995), καθώς επίσης και από την ηλικία απογαλακτισμού των κονικλιδίων (35 ή 42 ημέρες μετά τον τοκετό).

Η γαλακτοπαραγωγή απαιτεί μεγάλες ποσότητες ενέργειας και συνδέεται στενά με ορισμένους παράγοντες όπως η σωματική κατάσταση και η γονιμότητα της κονικλομητέρας καθώς και η ανάπτυξη των εμβρύων (Xiccato *et al.*, 2004). Επιπλέον, έχει γίνει γενετική επιλογή στη μητέρα σχετικά με τη γονιμότητα, το μέγεθος της τοκετοομάδας, το οποίο φθάνει τον αριθμό των 10 μικρών (Tudela *et al.*, 2003). Κατά συνέπεια, οι απαιτήσεις και οι ανάγκες των κονικλομητέρων για γαλακτοπαραγωγή εμφανίζονται ιδιαίτερα αυξημένες. Αν και η κατεύθυνση επιλογής για την αύξηση του αριθμού των νεογνών είχε επιτυχία, ωστόσο παρατηρήθηκε μείωση στο βάρος της τοκετοομάδας κατά τον απογαλακτισμό (Rochambeau, 1998). Αυτό δείχνει ότι η σχετική αύξηση της απόδοσης του γάλακτος ήταν μικρότερη από εκείνη του μεγέθους της τοκετοομάδας, γεγονός που οδηγεί σε μικρότερη διαθέσιμη ποσότητα γάλακτος ανά τοκετοομάδα (Szendrő and Maertens, 2001).



**Διάγραμμα 2.2.5.1:** Γαλακτική καμπύλη κονικλομητέρας (Lebas, 1968, Szendrő *et al.*, 1985, Xiccato *et al.*, 1995, Maertens *et al.*, 2006).

## 2.2.6 Παράγοντες που επηρεάζουν τη γαλακτοπαραγωγή στα κουνέλια

Η γαλακτοπαραγωγή των κονικλομητέρων εξαρτάται από διάφορους παράγοντες όπως είναι το μεσοδιάστημα μεταξύ των τοκετών, το ποσοστό συλλήψεων, η διατροφή της μητέρας, ο αριθμός της γαλακτικής περιόδου, ο γονότυπος, η θερμοκρασία, ο αριθμός των θηλών της κονικλομητέρας καθώς και το μέγεθος της τοκετοομάδας.

### 2.2.6.1 Στάδιο και αριθμός γαλακτικής περιόδου

Η γαλακτοπαραγωγή της κονικλομητέρας εξαρτάται από το στάδιο της γαλακτικής περιόδου και αυξάνει μέχρι το τέλος της τρίτης εβδομάδας της γαλακτικής περιόδου, όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 2.2.5.1 (Kustos *et al.*, 1996; Lebas *et al.*, 1987, McNitt and Lukefahr, 1990). Το μέγιστο της απόδοσης του γάλακτος φθάνει σχεδόν τα 300g γάλακτος ανά ημέρα (Maertens and De Grootte, 1991). Η συνολική γαλακτοπαραγωγή επίσης, επηρεάζεται και από τον αριθμό της γαλακτικής περιόδου. Οι Vicente and Garcia-Ximenez (1992) παρατήρησαν σημαντικές διαφορές στη γαλακτοπαραγωγή μεταξύ πρωτότοκων και πολύτοκων κονικλομητέρων. Η διαφορά

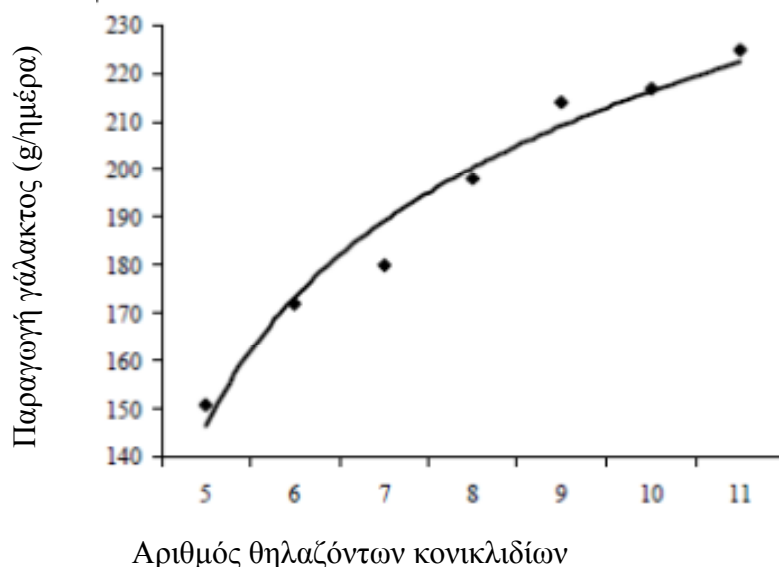
αυτή δεν μπόρεσε να εξηγηθεί λόγω του διαφορετικού μεγέθους τοκετοομάδας. Σε πείραμα του Rommers (2003), η χαμηλή γαλακτοπαραγωγή στις πρωτότοκες κονικλομητέρες επηρέασε αρνητικά την ανάπτυξη της τοκετοομάδας. Το μέγεθος τοκετοομάδας στις 21 ημέρες ήταν 1931 έναντι 2197 g για τις πρωτότοκες και τις πολύτοκες, αντίστοιχα. Οι Maertens and De Grootte (1988) ανέφεραν ότι η διαφορά βάρους στον απογαλακτισμό μεταξύ πρωτότοκων και πολύτοκων ίσως να οφείλεται στην περιορισμένη κατανάλωση τροφής κατά τη διάρκεια της πρώτης γαλακτικής περιόδου.

Έχει βρεθεί αύξηση της τάξεως των 10% και 8% στην 2<sup>η</sup> και 3<sup>η</sup> γαλακτική περίοδο αντίστοιχα σε σχέση με την πρώτη (Xiccato *et al.*, 2004). Η αύξηση της γαλακτοπαραγωγής σχετίζεται θετικά με το αυξημένο σωματικό βάρος και την αυξημένη κατανάλωση τροφής στις πολύτοκες κονικλομητέρες (Pascual *et al.*, 1999b; Xiccato *et al.*, 2004). Ιδιαίτερα οι πρωτότοκες κονικλομητέρες έχουν να κατανέμουν την ενέργεια που λαμβάνουν μέσω του σιτηρεσίου σε ανάγκες γαλουχίας (και εάν υπάρχει ταυτόχρονη κυοφορία, και ανάγκες κυοφορίας) και σε ανάγκες σωματικής ανάπτυξης λόγω του ότι δεν έχουν προσεγγίσει το σωματικό βάρος των ενήλικων (Parigi-Bini and Xiccato, 1998).

#### **2.2.6.2 Αριθμός θηλαζόντων κονικλιδίων ή μέγεθος τοκετοομάδας**

Στα κουνέλια, ο αριθμός των μικρών που θηλάζουν, χαρακτηριστικό εξαρτώμενο από το γονότυπο, επηρεάζει τη γαλακτοπαραγωγή. Οι McNitt and Luckefahr (1990) αναφέρουν ότι η γαλακτοπαραγωγή αυξάνεται καθώς ο αριθμός των θηλαζόντων κονικλιδίων αυξάνεται μέχρι 12 (Διάγραμμα 2.2.6.2). Επίσης, οι Cervera *et al.* (1988) ανακάλυψαν υψηλότερη γαλακτοπαραγωγή (+57,4% στις 21 ημέρες) όταν το μέγεθος της τοκετοομάδας αυξήθηκε από 1-4 στα 8-9 μικρά ανά τοκετοομάδα. Όμως, αυτή η διαφορά ήταν αρκετά μικρότερη (+13,8%) όταν τοκετοομάδες των 5-7 μικρών συγκρινόταν με άλλες της τάξεως των 8-9 μικρών. Οι Kustos *et al.* (1996) ανέφεραν ότι υπάρχει μια ελαφρά επίδραση της τοκετοομάδας των 6, 8 και 10 κονικλιδίων στη γαλακτοπαραγωγή, ενώ οι Mohamed and Szendro (1992) αναφέρουν μια αύξηση 5,5% σε τοκετοομάδα των 6 έναντι των 10 κονικλιδίων. Ο αριθμός των θηλαζόντων μικρών επηρεάζει την ατομική πρόσληψη γάλακτος των μικρών και επιδρά στη σωματική τους ανάπτυξη (Lebas, 1969). Στις μικρές τοκετοομάδες (<9-10 μικρά) υπάρχουν περισσότερες διαθέσιμες θηλές στα κονικλιδία λόγω του ότι δεν εξατομικεύουν θηλή αλλά παρατηρείται εναλλαγή μεταξύ των θηλών κατά το θηλασμό. Έτσι, στις μικρές τοκετοομάδες, τα κονικλιδία έχουν την ευκαιρία να θηλάσουν σε περισσότερες θηλές ή να περάσουν περισσότερο χρόνο στο να εναλλάσσουν θηλές αναζητώντας τις πιο παραγωγικές (Hudson *et al.*, 1996) και ως εκ τούτου καταναλώνουν περισσότερο γάλα. Σε αρκετές μελέτες έχει παρατηρηθεί στα κονικλιδία να μειώνεται το βάρος τους καθημερινά αντί να αυξάνεται λόγω του αυξημένου αριθμού τοκετοομάδας (Mohamed and Szendro, 1992, Rao *et al.*, 1977; Szendro, 1996, Vicente and Garcia-Ximenez, 1992, Zimmermann *et al.*, 1988). Άλλοι ερευνητές παρατήρησαν μείωση της

βιωσιμότητας των νεογνών με την αύξηση του μεγέθους της τοκετοομάδας (Vicente and Garcia-Ximenez, 1992).



**Διάγραμμα 2.2.6.2:** Σχέση μεταξύ του αριθμού των θηλάζοντων κονικλιδίων και της γαλακτοπαραγωγής (Lebas, 1987, McNitt and Luckefahr 1990).

Οι Babile et al. (1982) παρατήρησαν ότι ο αριθμός των κονικλιδίων στην τοκετοομάδα κατά την περίοδο πριν από τον απογαλακτισμό, επηρεάζει όχι μόνο τη σωματική τους ανάπτυξη, αλλά και την επακόλουθη αναπαραγωγική τους απόδοση. Τα κονικλιδία που έχουν εκτραφεί σε τοκετοομάδες των 5 ατόμων, είχαν μεγαλύτερο σωματικό βάρος στην ηλικία των 120 ημερών σε σχέση με κονικλιδία που προέρχονταν από τοκετοομάδα με 11 άτομα (3442 g έναντι 3097 g, αντίστοιχα). Το μέγεθος της τοκετοομάδας κατά τη γέννηση και τον απογαλακτισμό είναι αυξημένο σε ζώα που προέρχονταν από εκτροφή κονικλομητέρων με μικρές τοκετοομάδες.

### 2.2.6.3 Ο αριθμός των θηλών της κονικλομητέρας

Ο αριθμός των θηλών, επίσης, μπορεί να συσχετίζεται με τη γαλακτοπαραγωγή. Η πρόσληψη γάλακτος ανά κονικλίδιο αυξάνεται περίπου 10% στην κονικλομητέρα όταν αυτή έχει 10 θηλές, σε σύγκριση με τις κονικλομητέρες που φέρουν 8 θηλές (Mohamed and Szendro, 1992).

Οι κονικλομητέρες με λιγότερες από 8 θηλές έχουν σημαντικά χαμηλότερη απόδοση σε γάλα συγκρινόμενες με ζώα που έχουν 8 ή περισσότερες θηλές (Fleischhauer et al., 1985). Οι Rochambeau et al. (1988) εξετάζοντας μόνο τοκετοομάδες άνω των 10 βιώσιμων νεογνών και κονικλομητέρες με 8 και 10 θηλές, παρατήρησαν υψηλότερο βάρος (+13,2%) απογαλακτισμού (στις 28 ημέρες) στην τοκετοομάδα των κονικλομητέρων που είχαν 10 θηλές σε σχέση με αυτές που είχαν 8 θηλές, γεγονός που εξηγείται από την υψηλότερη γαλακτοπαραγωγή.

Επίσης, σύμφωνα με παρατηρήσεις των Petersen *et al.* (1989), η έκκριση του γάλακτος είναι υψηλότερη στα μεσαία ζεύγη θηλών σε σχέση με τα ζεύγη των ακραίων θηλών του μαστού.

#### 2.2.6.4 Βάρος γέννησης

Το βάρος της τοκετομάδας κατά την γέννηση επηρεάζει θετικά την γαλακτοπαραγωγή ως αποτέλεσμα της διέγερσης της μήτρας (Vásquez Martínez *et al.* 1999).

Το βάρος γέννησης επηρεάζει αργότερα το σωματικό βάρος και την ανάπτυξη των κουνελιών στην παραγωγική τους ζωή. Το βάρος γέννησης μπορεί να επηρεασθεί από την παροχή θρεπτικών συστατικών στα έμβρυα κατά την προγεννητική περίοδο. Η παροχή θρεπτικών συστατικών στα έμβρυα σχετίζεται με παράγοντες όπως είναι η ικανότητα γονιμοποίησης της κονικλομητέρας, το χρονικό διάστημα μεταξύ δύο οχειών και η διατροφή της κονικλομητέρας. Η βέλτιστη αύξηση και ανάπτυξη των εμβρύων εξασφαλίζεται όταν η κονικλομητέρα είναι πολύτοκη, διατηρείται υπό ημιεντατικό ρυθμό αναπαραγωγής (42 ημέρες), και δεν υπάρχει κάποιος διατροφικός περιορισμός.

Επίσης υπάρχουν ενδείξεις από τις οποίες φαίνεται ότι όταν η κονικλομητέρα διατρέφεται με σιτηρέσιο υψηλού ενεργειακού περιεχομένου κατά τη διάρκεια της κυοφορίας, αυξάνεται το ποσοστό θνησιγενών κονικλιδίων κατά τον τοκετό (Xiccato *et al.*, 1995).

#### 2.2.6.5 Ο γονότυπος

Συνήθως στις εκτροφές κουνελιών χρησιμοποιούνται ζώα που προέρχονται από διασταυρώσεις καθαρόαιμων φυλών Νέας Ζηλανδίας με Καλιφόρνιας, έτσι ώστε να υπάρχει και το όφελος της επίδρασης της ετέρωσης. Δεν υπάρχουν πολλά δεδομένα στη βιβλιογραφία που να συγκρίνουν την απόδοση του γάλακτος μεταξύ των διαφόρων φυλών. Οι Lukefahr *et al.* (1983) απέδειξαν ότι κουνέλες Νέας Ζηλανδίας είχαν κατά 30% περισσότερη γαλακτοπαραγωγή σε σχέση με εκείνες της φυλής Καλιφόρνιας, ενώ υβρίδια αυτών των φυλών παρουσίασαν καλύτερα στοιχεία γαλακτοπαραγωγής συγκρινόμενα με τις καθαρόαιμες φυλές.

Επιπλέον, ο συντελεστής κληρονομικότητας για τη γαλακτοπαραγωγή είναι χαμηλός και κυμαίνεται από 0,14 (Lukefahr *et al.*, 1996) έως 0,18 (Khalil *et al.*, 2005) για το χρονικό διάστημα των 21 ημερών γαλακτικής περιόδου.

#### 2.2.6.6 Θερμοκρασία

Ιδανικές συνθήκες εκτροφής αποτελούν ένας καλά αεριζόμενος θάλαμος με θερμοκρασίες περιβάλλοντος μεταξύ 10° C και 25° C. Χαμηλότερες θερμοκρασίες δημιουργούν πολλά προβλήματα στα ζώα, ενώ θερμοκρασίες που υπερβαίνουν τους 30°

C πιθανόν να προκαλέσουν αισθητή θερμική καταπόνηση. Η θερμοκρασία δεν επιτρέπεται να υπερβαίνει τους 35° C.

Οι υψηλές θερμοκρασίες περιβάλλοντος έχουν αρνητικές επιπτώσεις στην απόδοση του γάλακτος των κονικλομητέρων. Αρκετές μελέτες έχουν δείξει ότι η επίδραση της υψηλής θερμοκρασίας μπορεί να εξηγηθεί από τη μείωση της κατανάλωσης τροφής, με αποτέλεσμα τη πτώση της γαλακτοπαραγωγής (Rafai and Papp, 1984; Maertens and De Groote, 1990; Pascual *et al.*, 1996; Szendrő *et al.*, 1999a).

Υπό σταθερές συνθήκες περιβάλλοντος, οι Rafai and Papp (1984) παρατήρησαν μείωση γαλακτοπαραγωγής της τάξης των 7,7 g/ημέρα για κάθε αύξηση 1°C στην θερμοκρασία πάνω από 20° C. Η μείωση αυτή εξαρτάται και από το στάδιο της γαλακτικής περιόδου, και κυρίως της ύψιστης γαλακτοπαραγωγής (3<sup>η</sup> εβδομάδα- η μείωση είναι πιο έντονη). Η αρνητική επίπτωση της υψηλής θερμοκρασίας περιβάλλοντος στη γαλακτοπαραγωγή έχει παρατηρηθεί επίσης κι από τον Fernández-Carmona *et al.* (2000).

Υπό φυσιολογικές συνθήκες στέγασης, η μεταβολή θερμοκρασίας μεταξύ ημέρας και νύχτας δεν επιδρά έντονα στη θερμική καταπόνηση των ζώων (Maertens and De Groote, 1990). Ωστόσο, όταν η ελάχιστη θερμοκρασία είναι πάνω από τους 24° C, η συνολική γαλακτοπαραγωγή μειώνεται κατά 17,3% σε σύγκριση με συνθήκες όπου η θερμοκρασία είναι μικρότερη των 24° C (Pascual *et al.*, 1996).

#### **2.2.6.7 Διατροφή, σωματικό βάρος και σωματική κατάσταση των κονικλομητέρων**

Έχει αποδειχθεί ότι η διατροφή κατά την περίοδο ανάπτυξης έχει επιρροή στο βάρος την τοκετομάδας στις πρωτότοκες καθώς και στις πολύτοκες κονικλομητέρες. Όταν η διατροφή των πρωτότοκων κονικλομητέρων είναι περιορισμένη κατά την ανάπτυξή τους και συνεχίζει κατά βούληση παρατηρείται αυξημένο βάρος τοκετομάδας την 16<sup>η</sup> ημέρα (Rommers *et al.*, 2004) καθώς και την 21<sup>η</sup> ημέρα (Gyovai *et al.*, 2004), σε σύγκριση πάντα με κονικλομητέρες που στην ανάπτυξή τους διατρέφονταν κατά βούληση.

Οι Pascual *et al.* (2002b) παρατήρησαν ότι κονικλομητέρες που είχαν καλή σωματική κατάσταση μετά τον τοκετό, εμφάνισαν υψηλή απόδοση γάλακτος. Ωστόσο, οι αλλαγές στη σωματική κατάσταση κατά τη διάρκεια της γαλακτικής περιόδου συσχετίζονται αρνητικά με την απόδοση του γάλακτος ( $r=-0,24$  και  $r=-0,61$ , Fortun-Lamothe and Lebas, 1996, Pascual *et al.*, 2002a, αντίστοιχα). Αυτό δείχνει ότι οι κονικλομητέρες που παρουσίασαν υψηλότερες σωματικές απώλειες σε λίπος κατά τη γαλακτική περίοδο, είχαν υψηλότερη απόδοση σε γάλα.

## 2.2.7 Εκτίμηση της γαλακτοπαραγωγής των κονικλομητέρων

Για τον προσδιορισμό της γαλακτοπαραγωγής μπορούν να χρησιμοποιηθούν διαφορετικές μέθοδοι, όπως το σωματικό βάρος της κονικλομητέρας πριν και μετά το θηλασμό (Fraga *et al.*, 1989, Maertens and De Grootte, 1988, Xiccato *et al.*, 1995), το βάρος της τοκετοομάδας πριν και μετά το θηλασμό (Parigi-Bini and Xiccato, 1998) και το βάρος της τοκετοομάδας στις 16 ή 21 ημέρες (Lebas *et al.*, 1996, Cervera *et al.*, 1993). Γενικά, το βάρος τοκετοομάδας θεωρείται μια επαρκής έκφραση της γαλακτοπαραγωγής (Lebas, 1969, Lebas *et al.*, 1986, Maertens, 1993).

Λόγω του χρονοβόρου προσδιορισμού της γαλακτοπαραγωγής στα κουνέλια και των διαφορετικών μεθοδολογιών που χρησιμοποιούνται, τα δημοσιευμένα στοιχεία με τα χαρακτηριστικά που σχετίζονται με το γάλα των κουνελιών είναι δύσκολο να συγκριθούν μεταξύ τους. Ωστόσο, τα υβρίδια που χρησιμοποιούνται στις μονάδες για εμπορικούς σκοπούς, έχουν γαλακτοπαραγωγή περίπου 250 g/ημέρα. Κατά συνέπεια, κατά το χρονικό διάστημα των 30 ημερών, η συνολική γαλακτοπαραγωγή υπερβαίνει τα 7 kg στις πολύτοκες κονικλομητέρες.

Το γάλα της κονικλομητέρας χαρακτηρίζεται από υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη. Η κονικλομητέρα παράγει υψηλές ποσότητες γάλακτος/ kg ζώντος βάρους, και χαρακτηρίζεται από γρήγορο ρυθμό αναπαραγωγής. Ο ακριβής προσδιορισμός της γαλακτοπαραγωγής της κονικλομητέρας δεν είναι εύκολος και γι αυτό το λόγο, η άμελξη στο κουνέλι παραμένει ένας ενδιαφέρων στόχος. Κατά συνέπεια, πληροφορίες σχετικές με την απόδοση και τη σύνθεση του γάλακτος παραμένουν σχετικά σπάνιες, αν και στη Γαλλία έχει γίνει προσπάθεια μελέτης (Lebas, 1968, 1969, 1971, 1976, Lebas *et al.*, 1971).

### 2.2.7.1 Άμεση μέθοδος

Στα μεγαλύτερα είδη ζώων (π.χ. αγελάδες, πρόβατα), χρησιμοποιείται η μηχανική άμελξη ή η άμελξη με τα χέρια ως άμεση μέθοδος για τη μέτρηση της γαλακτοπαραγωγής. Επίσης, και στα κουνέλια έχουν αναπτυχθεί και περιγραφεί μηχανές άμελξης (Lebas, 1970, Schley, 1975, Marcus *et al.*, 1990). Η άμελξη ή η δειγματοληψία γίνεται πάντα μετά από ένα 24ωρο διαχωρισμού της μητέρας από τα κονικλίδια, έτσι ώστε να αποφευχθεί τυχόν θηλασμός από τα νεογνά. Επίσης, πρέπει να χορηγηθεί ωκυτοκίνη προκειμένου να εξασφαλιστεί η κάθοδος του γάλακτος. Ωστόσο, σε επίπεδο έρευνας στα ζώα, αυτή η μεθοδολογία δεν χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό της απόδοσης του γάλακτος κατά τη γαλακτική περίοδο.

### 2.2.7.2 Έμμεση μέτρηση

Η συμπεριφορά του θηλασμού στο κουνέλι μπορεί να παρατηρηθεί μόνο από ένα σύντομο χρονικό διάστημα των 3-4 λεπτών την ημέρα (Hudson *et al.*, 2000). Αν και οι περισσότερες μελέτες παρουσιάζουν την εκδήλωση του θηλασμού μία φορά το

24ωρο, υπάρχουν λίγες έρευνες που παρουσιάζουν ότι ένας περιορισμένος αριθμός θηλυκών θηλάζει τα μικρά του περισσότερο από μία φορά την ημέρα (Zarrow *et al.*, 1965, Hoy and Selzer, 2002, Matics *et al.*, 2004.). Ωστόσο, δεν έχει αποδειχθεί να παράγεται περισσότερο γάλα ή ότι τα κονικλίδια μεγαλώνουν γρηγορότερα όταν η κονικλομητέρα θηλάζει περισσότερο από μία φορά την ημέρα (Hudson *et al.*, 2000). Μια πιθανή εξήγηση μπορεί να δοθεί από τις παρατηρήσεις των Calvert και Knight (1982), σύμφωνα με τους οποίους η έκκριση του γάλακτος πραγματοποιείται με σταθερό ρυθμό κατά τη διάρκεια των 24 ωρών μετά το θηλασμό και στη συνέχεια μειώνεται δραματικά. Παρ' όλα αυτά κατά το διπλό θηλασμό ( 2 φορές/ημέρα), ο Gachev (1971) παρατήρησε μια ελαφριά μείωση της γαλακτοπαραγωγής τις 6 τελευταίες ώρες του 24ώρου ( 19,4% της συνολικής απόδοσης έναντι της 24,8% έως 28% για τα άλλα τρία βωρα).

Ως συνέπεια της συμπεριφοράς στο θηλασμό, η ημερήσια απόδοση γάλακτος μπορεί εύκολα και με ακρίβεια να υπολογίζεται από τον προσδιορισμό της διαφοράς βάρους της κονικλομητέρας πριν και μετά το θηλασμό (Lebas, 1968). Αυτή η μέθοδος προσδιορισμού του γάλακτος στα κουνέλια είναι η πιο διαδεδομένη και χρησιμοποιείται για ερευνητικούς σκοπούς. Άλλη μέθοδος προσδιορισμού της απόδοσης του γάλακτος είναι η ζύγιση της τοκετοομάδας πριν και μετά το θηλασμό, η οποία είναι πιο δύσκολη λόγω της νευρικότητας-κινητικότητας των κονικλιδίων με αποτέλεσμα η ακρίβεια να είναι μικρότερη, καθώς επίσης και γιατί παρατηρούνται κάποιες απώλειες ούρων στα κονικλίδια ακόμη και κατά τη διάρκεια του θηλασμού (Lebas, 1971).

Κατά το πρώτο στάδιο της γαλουχίας, μπορεί να απομονώνεται η φωλιά και να μην επιτρέπεται η ελεύθερη είσοδος στην κονικλομητέρα οποιαδήποτε στιγμή, αλλά μόνο μία φορά την ημέρα, έτσι ώστε να προσδιορίζεται σε καθημερινή βάση η απόδοση του γάλακτος. Ωστόσο, όταν τα κονικλίδια μεγαλώσουν και ξεκινήσουν να καταναλώνουν και στερεά τροφή, από την 18<sup>η</sup> ημέρα και μετά (Fortun-Lamothe and Gidenne, 2000), η στέγαση των κονικλιδίων πρέπει να είναι σε διαφορετικό κλουβί ή σε ένα προσαρμοσμένο κλουβί που να επιτρέπει τόσο τον προσδιορισμό της απόδοσης του γάλακτος όσο και τη φυσιολογική ανάπτυξη των κονικλιδίων (Fortun-Lamothe *et al.*, 2000).

### **2.2.7.1 Εκτίμηση με βάση την ανάπτυξη των θηλαζόντων κονικλιδίων**

Υπάρχει υψηλή συσχέτιση μεταξύ της γαλακτοπαραγωγής της κονικλομητέρας και της ανάπτυξης των νεογνών έως την 18<sup>η</sup>-19<sup>η</sup> ημέρα, επειδή στο κουνέλι τα νεογνά δεν καταναλώνουν στερεά τροφή πριν την 18<sup>η</sup>-19<sup>η</sup> ημέρα (Maertens and De Groot 1990; Fortun-Lamothe and Gidenne, 2000). Οι συντελεστές συσχέτισης αναφέρονται στην περίοδο μεταξύ της γέννησης και της ηλικίας των 21 ημερών, με  $r=0,90$  (Lebas, 1969) και  $r=0,91$  (Fortun-Lamothe and Sabater, 2003). Η αύξηση του βάρους της τοκετοομάδας σε μεταγενέστερο στάδιο πέραν των 21 ημερών, συσχετίζεται λιγότερο με την απόδοση του γάλακτος στην αντίστοιχη περίοδο (Lebas, 1969). Παρόλο που το



βάρος τοκετοομάδας στις 21 ημέρες συσχετίζεται σε μεγάλο βαθμό με τη γαλακτοπαραγωγή ( $R^2=0,917$ ) (Fernández-Carmona *et al.*, 2006), η αύξηση του σωματικού βάρους της τοκετοομάδας έως την 21<sup>η</sup> ημέρα αποτελεί την καλύτερη πρόβλεψη της απόδοσης γάλακτος για την κονικλομητέρα σε σχέση με το βάρος τοκετοομάδας στις 21 ημέρες (Fortun-Lamothe and Sabater, 2003). Οι Fortun-Lamothe και Sabater, (2003) διατύπωσαν μια εξίσωση για την απόδοση του γάλακτος για κονικλομητέρα που αποτελεί υβρίδιο υψηλής παραγωγικότητας και είναι : Απόδοση γάλακτος 0-21 ημερών (g) =  $1,69 \times$  αύξηση βάρους της τοκετοομάδας 0-21 ημ. (g) + 362 ( $R^2=0,91$ ).

Η απόδοση του γάλακτος μπορεί να εκφραστεί με διάφορους τρόπους: α) ως η συνολική ποσότητα που παράγεται σε ένα ορισμένο χρονικό διάστημα, β) ως ο ημερήσιος μέσος όρος της γαλακτοπαραγωγής κατά τη διάρκεια μιας συγκεκριμένης περιόδου.

Σε πειράματα έχει προσδιοριστεί η συνολική γαλακτοπαραγωγή για το χρονικό διάστημα των 28 ημερών και η απόδοση είναι 5,5kg (Xiccato *et al.*, 1995, Pascual *et al.*, 2002b, Maertens *et al.*, 2006). Σε πολύτοκες κονικλομητέρες υβρίδια, οι οποίες θηλάζουν 9-10 νεογνά, έχει παρατηρηθεί η απόδοση του γάλακτος να υπερβαίνει τα 7 kg μέχρι τις 28 ημέρες ή 250 g/ημ. ή περίπου 60 g/ημ. όταν εκφράζεται ανά kg σωματικού βάρους της κονικλομητέρας (Fortun-Lamothe and Sabater, 2003, Xiccato *et al.*, 2005, Maertens *et al.*, 2006).

Ο μέσος όρος της μέγιστης γαλακτοπαραγωγής σε πολύτοκες κονικλομητέρες, υβρίδια του εμπορίου, είναι 320 g/ημ. (Fortun-Lamothe and Sabater, 2003, Xiccato *et al.*, 2005, Maertens *et al.*, 2006). Όταν εκφράζεται ανά kg σωματικού βάρους της κονικλομητέρας, η μέγιστη απόδοση είναι περίπου 75 g/ημ. και υπερβαίνει την αντίστοιχη απόδοση των αγελάδων (Kay *et al.*, 2005) και των χοιρομητέρων (Lauridsen and Danielsen, 2004).

## 2.2.8 Απογαλακτισμός

Η μετάβαση της διατροφής των κονικλιδίων από την κατανάλωση γάλακτος στην κατανάλωση στερεάς τροφής αρχίζει ήδη από την περίοδο που βρίσκεται στη φωλιά. Γύρω στην 12<sup>η</sup> ημέρα, τα κονικλίδια αρχίζουν να ροκανίζουν τη σκληρή κόπρω που έχει εναποθέσει στη φωλιά η μητέρα τους, και γύρω στην 14<sup>η</sup> ημέρα αρχίζουν να καταναλώνουν τα υλικά από τα οποία είναι φτιαγμένη η φωλιά τους (Hudson *et al.*, 1996). Δεδομένου ότι οι ποσότητες που καταναλώνονται είναι μικρές, αυτό βοηθά, κατά πάσα πιθανότητα, στο γεγονός να προετοιμαστούν τα κουνελάκια στην πέψη στερεάς τροφής.

Η γαλακτοπαραγωγή αρχίζει να μειώνεται, όπως παρουσιάζεται και στη γαλακτική καμπύλη στο Διάγραμμα 2.2.5.1, περίπου την 20<sup>η</sup> ημέρα (Lincoln 1974, Hudson *et al.*, 1996). Εάν η κονικλομητέρα μείνει έγκυος αμέσως μετά τον τοκετό, θα σταματήσει να θηλάζει την τοκετοομάδα γύρω στην 26<sup>η</sup> ημέρα (Lincoln

1974, Hudson et al., 1996). Ενώ την προηγούμενη ημέρα, την 25<sup>η</sup>, η κονικλομητέρα μπορεί να δείχνει φυσιολογική συμπεριφορά θηλασμού, 24 ώρες μετά η ίδια αρνείται να θηλάσει και σε πειραματικές συνθήκες μπορεί να εμφανίσει επιθετική στάση στα νεογνά που προσπαθούν να θηλάσουν.

Ο απότομος απογαλακτισμός σε κυοφορούσες κονικλομητέρες, πιθανόν να αποτρέπει τη απότομη έκκριση ωκυτοκίνης, η οποία συνδέεται με το θηλασμό, και μπορεί να αποτρέψει την πρόκληση πρόωρου τοκετού (Lincoln 1974, Fuchs *et al.*, 1984, Hudson *et al.*, 1995a, 1996, Ninomiya-Alarcón *et al.*, 2004). Ωστόσο, οι νευροενδοκρινείς μηχανισμοί που ρυθμίζουν ακριβώς αυτή την κατάσταση τοκετού-θηλασμού-κυοφορίας δεν είναι πλήρως αποσαφηνισμένοι.

## **2.3 Επίδραση της διατροφής των κονικλομητέρων κατά την κυοφορία στα φυσιολογικά και μορφολογικά χαρακτηριστικά των απογόνων**

### **2.3.1 Γενικά**

Η διατροφή της μητέρας κατά τη διάρκεια της κυοφορίας διαδραματίζει βασικό ρόλο στη λειτουργία του πλακούντα, την ανάπτυξη του εμβρύου και κατά συνέπεια επηρεάζει την δια βίου υγεία και την παραγωγικότητα των απογόνων. Ελλειμματική διατροφή της μητέρας έχει σαν αποτέλεσμα χαμηλό βάρος κατά τον τοκετό, με σημαντική επίδραση στη βραχυπρόθεσμη νοσηρότητα των νεογνών. Ο πλακούντας είναι το όργανο μέσω του οποίου ανταλλάσσονται τα αέρια, τα θρεπτικά συστατικά και τα απόβλητα μεταξύ μητέρας και εμβρύου. Το μέγεθος, η μορφολογία και η ικανότητα μεταφοράς θρεπτικών συστατικών του πλακούντα καθορίζει την προγεννητική πορεία ανάπτυξης του εμβρύου και επηρεάζει το σωματικό βάρος γέννησης. Η διαπλακούντια ανταλλαγή εξαρτάται από τη μήτρα, τη δομή του πλακούντα και τη ροή του αίματος μέσω του ομφάλιου λώρου. Το πιο σημαντικό είναι το γεγονός ότι η μητρική διατροφή επηρεάζει τους παράγοντες που σχετίζονται όχι μόνο με τους ομοιοστατικούς μηχανισμούς του πλακούντα, αλλά και με τη βέλτιστη ανάπτυξη του εμβρύου (Belkacemi *et al.*, 2010).

Η άριστη παροχή θρεπτικών συστατικών της μητέρας έχει έναν κρίσιμο ρόλο στην ανάπτυξη τόσο του εμβρύου όσο και του πλακούντα. Η ατελής (μειωμένη) διατροφή της μητέρας κατά την περίοδο της κυοφορίας έχει αρνητικές επιπτώσεις στην ενδομήτρια ανάπτυξη των εμβρύων και συντελεί στην εμφάνιση νεογνών με χαμηλό σωματικό βάρος γέννησης. Η περιορισμένη ενδομήτρια ανάπτυξη των εμβρύων σχετίζεται με αυξημένη περιγεννητική νοσηρότητα και θνησιμότητα αυτών, καθώς και με το γεγονός ότι τα νεογνά που παρουσιάζουν χαμηλό σωματικό βάρος γέννησης έχουν αυξημένο κίνδυνο για την εμφάνιση «μεταβολικού συνδρόμου» ενηλίκων ζώων. Ανθρώπινα επιδημιολογικά στοιχεία αποδεικνύουν ότι η ύπαρξη μεταβολικών διαταραχών κατά τη διάρκεια της εμβρυϊκής ζωής μπορεί να αυξήσει την προδιάθεση για καρδιαγγειακά νοσήματα, διαβήτη τύπου II και παχυσαρκία (Bell, 2006; McMillen and Robinson, 2005). Οι δυσμενείς επιδράσεις του μητρικού υποσιτισμού έχουν γενικά

επικεντρωθεί στη μειωμένη παροχή θρεπτικών συστατικών από τη μητέρα στο έμβρυο (Belkacemi *et al.*, 2010).

Ο υποσιτισμός των μητέρων κατά την περίοδο της κυοφορίας οδηγεί σε μείωση του βάρους γέννησης σε πολλά είδη θηλαστικών. Ωστόσο, η επίδραση της διαθεσιμότητας των θρεπτικών συστατικών ποικίλλει στα στάδια της κυοφορίας. Επίσης, η χρονική διάρκεια και ο βαθμός του υποσιτισμού, αποτελούν σημαντικούς παράγοντες οι οποίοι επηρεάζουν την εμβρυϊκή ανάπτυξη.

### 2.3.2 Διατροφή των κονικλομητέρων

Οι επιδράσεις της διατροφής και το ενεργειακό επίπεδο στο σιτηρέσιο των κονικλομητέρων κατά τη διάρκεια της κυοφορίας έχει μελετηθεί από αρκετούς μελετητές. Το επίπεδο διατροφής και το ενεργειακό περιεχόμενο του σιτηρεσίου φαίνεται να επηρεάζει τον προγεννητικό μηχανισμό. Οι Hafez *et al.* (1967) διερεύνησαν το χαμηλό, μέτριο και υψηλό επίπεδο ενός τυποποιημένου ισορροπημένου σιτηρεσίου διατροφής κατά την κυοφορία πρωτότοκων κονικλομητέρων και παρατήρησαν υψηλότερο βάρος γέννησης τοκετοομάδας στην ομάδα των ζώων με μέτριο και υψηλό επίπεδο διατροφής. Όμως, οι Coudert και Lebas (1985) και οι Parigi-Bini *et al.* (1992) παρατήρησαν ότι το διατροφικό επίπεδο δεν επηρεάζει το μέσο όρο του βάρους γέννησης τοκετοομάδας. Επίσης, οι Parigi-Bini *et al.* (1992) ανέφεραν ότι το ποσοστό θνησιμότητας ήταν μειωμένο στην ομάδα που είχε υψηλό επίπεδο διατροφής.

Οι Fortun *et al.*, (1994) σε πείραμά τους έδειξαν ότι η περιορισμένη διατροφή των κονικλομητέρων (στο 75% των αναγκών συντήρησης) που κυοφορούσαν για πρώτη φορά, συνδέθηκε με μειωμένο βάρος εμβρύων (-24,1%) και είχε ως αποτέλεσμα χαμηλό αριθμό και βάρος τοκετοομάδας κατά τη γέννηση, συγκρινόμενο με ζώα που διατρέφονταν κατά βούληση.

Σε άλλες μελέτες, το αυξημένο ενεργειακό επίπεδο της διατροφής δεν επέδρασε στο συνολικό μέγεθος της τοκετοομάδας, αλλά σχετίστηκε με την αύξηση του βάρους της τοκετοομάδας ή το μέσο βάρος των ζωντανών νεογνών. Όμως, έχει παρατηρηθεί ότι το υψηλό ενεργειακό επίπεδο της διατροφής αυξάνει τη θνησιμότητα στη γέννηση (Rommers, 2003).

Το χαμηλό επίπεδο διατροφής επίσης φαίνεται να επηρεάζει τη χημική σύσταση των εμβρυϊκών ιστών. Οι Fortun *et al.* (1994) αναφέρουν ότι η περιορισμένη διατροφή σε πρωτότοκες κυοφορούσες κονικλομητέρες επηρεάζει τη ξηρά ουσία και το ποσοστό πρωτεΐνης στους ιστούς των εμβρύων. Πιο συγκεκριμένα, η ξηρά ουσία μειώνεται κατά 12,5% και η πρωτεΐνη κατά 11,7%, σε σύγκριση με έμβρυα από πρωτότοκες κυοφορούσες κονικλομητέρες που διατρέφονταν κατά βούληση.

Οι Hafez *et al.* (1967) παρατήρησαν ότι ο περιορισμός του σιτηρεσίου των κονικλομητέρων κατά τη διάρκεια της κυοφορίας είχε ως αποτέλεσμα τη μείωση του ηπατικού γλυκογόνου των απογόνων ( 3,0, 3,1 και 4,5 mg/g στο ήπαρ αντίστοιχα για το χαμηλό, μέτριο και υψηλό διατροφικό επίπεδο). Είναι γνωστό, ότι το γλυκογόνο του

ήπατος αποτελεί την κύρια πηγή ενέργειας για τα νεογνά. Το ποσοστό νερού και λίπους στο σώμα των απογόνων, δεν επηρεάζεται από τη διατροφή της μητέρας, γεγονός που συμφωνεί και με τους Parigi-Bini *et al.* (1992) και τους Fortun *et al.* (1994).

Η πηγή ενέργειας των κονικλομητέρων φαίνεται να μην επηρεάζει τον αριθμό των νεκρών ή ζωντανών εμβρύων και το βάρος τους. Παρόλα αυτά, το ενεργειακό επίπεδο επιδρά στην γαλακτοπαραγωγή της κονικλομητέρας. Αυτό ήταν το συμπέρασμα των Fortun-Lamothe και Lebas (1996) και Xiccato *et al.* (1995) οι οποίοι μελέτησαν την επίδραση της αύξησης του ενεργειακού περιεχομένου της τροφής από διάφορες πηγές, μέσω αμύλου από αραβόσιτο και κριθάρι, καθώς και μέσω λίπους από προσθήκη ηλιελαίου και ζωικού λίπους, στην ανάπτυξη των εμβρύων και στην κινητοποίηση σωματικών αποθεμάτων, ταυτοχρόνως στη κυοφορία και την γαλακτοπαραγωγή των κονικλομητέρων.

Οι Heird *et al.* (1987) μελέτησαν την επίδραση του σιτηρεσίου, που περιείχε 6% φρουκτόζη, στο μέγεθος και βάρος της τοκετοομάδας καθώς και στο βάρος του ήπατος των απογόνων. Η φρουκτόζη αποτελεί κύρια πηγή σακχάρου στο αίμα των εμβρύων σε πολλά είδη ζώων και έχει θετική επίδραση στο βάρος των νεογνών στις αγελάδες και στους χοίρους. Όμως, στη συγκεκριμένη εργασία δεν βρέθηκε καμία σημαντική επίδραση της φρουκτόζης στο μέγεθος και στο βάρος της τοκετοομάδας ή στο βάρος του ήπατος στα κουνέλια, πιθανόν λόγω του ότι η φρουκτόζη δεν φαίνεται να χρησιμοποιείται από τα έμβρυα στα κουνέλια.

### **2.3.3 Υποσιτισμός κονικλομητέρας και ανάπτυξη του εμβρύου**

Η διατροφή της μητέρας επηρεάζει άμεσα την ανάπτυξη του εμβρύου μέσω της ποσότητας των διαθέσιμων θρεπτικών συστατικών και έμμεσα επηρεάζοντας το ενδοκρινικό σύστημα του εμβρύου, καθώς και επιγενετικά μέσω της ρύθμισης της έκφρασης των γονιδίων. Διατροφικές επεμβάσεις κατά τις κρίσιμες περιόδους της κύησης μπορεί να οδηγήσουν σε μια μόνιμη επίδραση στους απογόνους καθ' όλη τη μεταγεννητική τους ζωή (Belkacemi *et al.*, 2010). Επίσης, το στάδιο της κυοφορίας καθώς και ο βαθμός περιορισμού της διατροφής κατά τη διάρκεια της κυοφορίας, επηρεάζει την εμφάνιση αποβολών, πρόωρου τοκετού ή βλάβης των εμβρύων στα κουνέλια (Matsuoka *et al.*, 2006).

Η μείωση της διαθεσιμότητας των θρεπτικών συστατικών κατά τη διάρκεια της κύησης επιδρά αρνητικά στην εμβρυϊκή ανάπτυξη τόσο σε ανθρώπους όσο και στα ζώα. Ο υποσιτισμός σε έγκυες γυναίκες μπορεί να προκύψει από τη χαμηλή πρόσληψη θρεπτικών ουσιών λόγω της περιορισμένης παροχής τροφίμων ή λόγω μιας σοβαρής ναυτίας και εμέτου που διαρκεί κάποιο χρονικό διάστημα ως αποτέλεσμα του πρώτου τριμήνου. Επίσης, το μικρό χρονικό διάστημα μεταξύ των κυήσεων μπορεί να οδηγήσει στην διατροφική εξάντληση της μητέρας από την αρχή της κυοφορίας. Επιπλέον, σε έγκυες έφηβες μητέρες, υφίσταται ανταγωνισμός για την κάλυψη των αναγκών σε θρεπτικά συστατικά για τις ίδιες και το έμβρυο που κυοφορούν. Όταν η κυοφορία λαμβάνει χώρα στην εφηβική ηλικία μιας γυναίκας τότε, τα βρέφη είναι λιποβαρή κατά

τη γέννησή τους ενώ εκδηλώνονται πρόωροι τοκετοί σε διπλάσιο ποσοστό συγκριτικά με τις ενήλικες εγκυμονούσες γυναίκες. Η νεογνική θνησιμότητα σε εφηβική κυοφορία είναι σχεδόν τρεις φορές υψηλότερη σε σχέση με τις εγκυμοσύνες ενηλίκων γυναικών (King, 2003).

Σε επίμυες που βρίσκονταν σε κυοφορία στους οποίους η χορήγηση πρωτεΐνης μέσω του σιτηρεσίου ήταν μειωμένη κατά 5% του φυσιολογικού (15 έναντι 20%) παρατηρήθηκε ότι οι απόγονοί τους ήταν σημαντικά ελαφρύτεροι από ό, τι νεογνά που γεννήθηκαν από τα ζώα τα οποία διατρέφονταν με πρωτεΐνη 20% (Malandro *et al.*, 1996). Αν και τα επίπεδα αμινοξέων στον ορό των θηλυκών επίμυων διατηρήθηκαν σταθερά, παρόλο που διατρέφονταν με σιτηρέσια χαμηλής περιεκτικότητας σε πρωτεΐνες, η εμβρυομητρική περιεκτικότητα του ορού σε αμινοξέα εμφανίστηκε μειωμένη, γεγονός που υποδηλώνει μειωμένη μεταφορά θρεπτικών συστατικών στο έμβρυο.

### **2.3.4 Επιπτώσεις του υποσιτισμού των μητέρων στους απογόνους**

Μη ισόρροπη ή λανθασμένη διατροφή κατά τη διάρκεια της κυοφορίας έχει συνδεθεί με τη μακροπρόθεσμη εμφάνιση προβλημάτων στην υγεία του ανθρώπου, όπως ο αυξημένος κίνδυνος ασθενειών που σχετίζονται με την καρδιά και τα νεφρά. Μια διατροφή χαμηλή σε πρωτεΐνες και επαρκής σε ενέργεια κατά την κυοφορία, μπορεί να επηρεάσει τη λειτουργία των νεφρών των απογόνων, γεγονός το οποίο μπορεί να οδηγήσει σε μεγαλύτερα προβλήματα ιδίως όταν συνδυάζεται με την παχυσαρκία (Lloyd *et al.*, 2012).

Το χαμηλό σωματικό βάρος γέννησης είναι μια σημαντική συνέπεια του μητρικού υποσιτισμού τόσο στον άνθρωπο όσο και στα ζώα. Τα νεογνά στον άνθρωπο τα οποία εμφανίζουν χαμηλό βάρος γέννησης είναι πιο πιθανό, να αναπτύξουν αντοχή στην ινσουλίνη, σακχαρώδη διαβήτη τύπου 2 καθώς και υπέρταση στην ενήλικη ζωή τους, σε σχέση με τα νεογνά που είχαν μέτριο βάρος γέννησης. Επιπλέον, τα βρέφη που έχουν υποστεί ενδομήτριο περιορισμό θρεπτικών συστατικών βρίσκονται σε υψηλό κίνδυνο για την εμφάνιση σωματικών αλλά και ψυχικών διαταραχών στη μετέπειτα ζωή τους (Belkacemi *et al.*, 2010).

Παρόμοια με τον άνθρωπο, ανεπιθύμητες ενέργειες παρατηρήθηκαν σε υποσιτιζόμενα νεογέννητα ζώα. Ο περιορισμός της ανάπτυξης του εμβρύου πριν από τον τοκετό σε υποσιτιζόμενες χοιρομητέρες συνοδεύτηκε από αυξημένη παχυσαρκία του νεογέννητου και διαταραχή στην ανάπτυξη των σκελετικών μυών και του ήπατος στους απογόνους. Επιπλέον, νεογνά που είχαν υποστεί ενδομήτριο περιορισμό στην ανάπτυξή τους, παρουσίασαν μεταβολές στη θερμογένεση, στα επίπεδα γλυκόζης, και στην ομοιόσταση της χοληστερόλης κατά τον τοκετό, ενώ η δράση της ινσουλίνης επηρέασε δυσμενώς την μετέπειτα ζωή τους.

Η μη ισόρροπη διατροφή, ελλειμματική ή πλεονασματική, μπορεί να επηρεάσει την κυοφορία με πολλούς τρόπους. Η ζωή ενός γονιμοποιημένου ωαρίου μπορεί να

διακοπεί σε πρώιμο στάδιο ( π.χ. εμβρυϊκή θνησιμότητα) ή πολύ αργότερα, λίγο πριν από τη γέννησή του. Ένα νεαρό έμβρυο μπορεί να απορροφηθεί στη μήτρα, να αποβληθεί ως νεκρό ή να αποβιώσει αμέσως μετά τη γέννησή του. Μικρότερης έκτασης και έντασης υποσιτισμός μπορεί να προκαλέσει μείωση του βάρους των εμβρύων και μειωμένη βιωσιμότητα.

Επειδή το έμβρυο έχει προτεραιότητα στη θρέψη κατά την περίοδο της κυοφορίας, η υποσιτιζόμενη μητέρα θα χρησιμοποιήσει τα αποθέματα του οργανισμού της, για να καλύψει τις ανάγκες του εμβρύου. Τα αποθέματα του μητρικού οργανισμού παίζουν σημαντικό ρόλο στην περίπτωση του υποσιτισμού κατά την κυοφορία, όπως επίσης και το στάδιο κατά το οποίο θα συμβεί ο υποσιτισμός. Γενικά, οι πενίες προκαλούν μεγαλύτερες βλάβες όσο πιο προχωρημένο είναι το στάδιο της κυοφορίας, χωρίς αυτό να είναι απόλυτο. Η μητέρα επηρεάζεται εντονότερα από την πενία των θρεπτικών συστατικών λόγω της υψηλής προτεραιότητας του εμβρύου και την κατανομή των συστατικών αυτών στην ανάπτυξη ( Ζέρβας, 2005).

Σε πείραμα των Karadag *et al.*, (2009) σε επίμυες, των οποίων οι μητέρες υπέστησαν υποσιτισμό στο 50% των αναγκών κατά το δεύτερο ήμισυ της κυοφορίας, παρατηρήθηκε μείωση του σωματικού βάρους τόσο στα έμβρυα αλλά και στα νεογνά, και παρατηρήθηκε κακή ανάπτυξη του αγγειακού συστήματος, που αποτελεί έναν παράγοντα ο οποίος συμβάλλει σε μεταγενέστερη υπέρταση. Στο ήπαρ αυτών των απογόνων παρατηρήθηκε αύξηση στην έκφραση του γ-ενεργοποιημένου υποδοχέα πολλαπλασιασμού των υπεροξυσωμάτων, ενός ρυθμιστή της έκφρασης του m-RNA για το ένζυμο 6-γλυκοζο-φωσφατάση και άλλα ένζυμα της γλυκονεογένεσης. Επιπλέον στην ενήλικη ζωή τους, οι επίμυες παρουσίασαν παχυσαρκία, υπερτροφία στα λιποκύτταρα καθώς και αυξημένη έκφραση των λιπογενετικών γονιδίων (Magee *et al.*, 2008). Επομένως, η μη φυσιολογική ενεργοποίηση της ανάπτυξης των λιποκυττάρων λόγω του υποσιτισμού κατά την κυοφορία μπορεί να συνεισφέρει στην εμφάνιση παχυσαρκίας μετέπειτα στους απογόνους. Συλλογικά, μελέτες δείχνουν ότι η μη πλήρης διατροφή της μητέρας δεν επηρεάζει μόνο την ανάπτυξη του εμβρύου, αλλά επίσης επηρεάζει μακροπρόθεσμα τους απογόνους (Belkacemi L.*et al*, 2010).

Για να προκληθεί θάνατος ενός εμβρύου, πρέπει η πενία κάποιου ή κάποιων θρεπτικών συστατικών να είναι έντονη και παρατεταμένη. Οι πρωτεΐνες και η βιταμίνη Α είναι τα θρεπτικά συστατικά που, όταν λείπουν, μπορούν να προκαλέσουν θάνατο στα έμβρυα, ακολουθούμενα από το Ι, το Ca, τη Β2 κλπ.

Στα πρόβατα και τους χοίρους, το πολύ χαμηλό και το πολύ υψηλό επίπεδο ενέργειας στο πρώτο στάδιο της κυοφορίας μπορεί να έχει αρνητικές επιπτώσεις, ιδιαίτερα αν η σωματική κατάσταση των θηλυκών είναι χαμηλή (αδύνατα ζώα) κατά τη σύζευξη. Το επίπεδο διατροφής (ΕΔ) επηρεάζει το ορμονικό προφίλ του ζώου, οπότε επηρεάζεται η εγκατάσταση του εμβρύου και επομένως η βιωσιμότητά του. Υπάρχουν επίσης ενδείξεις ότι το ΕΔ κατά το πρώτο στάδιο της κυοφορίας μπορεί να επηρεάσει την ανάπτυξη των εμβρύων, τροποποιώντας για παράδειγμα την κατανομή των μυϊκών ινιδίων ( Ζέρβας, 2005).

Στα κουνέλια ο διατροφικός περιορισμός σε διάφορα επίπεδα κατά την κυοφορία, συνδέεται με ουσιαστικές μειώσεις του σωματικού βάρους των κονικλομητέρων και μπορεί να οδηγήσει σε αποβολές, μειωμένο βάρος εμβρύου καθώς και σε μεταβολές στην οστεοποίηση (Nafeaa *et al.*, 2011, Petrere, 1993, Matsuzawa *et al.*, 1981, Carron *et al.*, 2005). Επίσης, έχει παρατηρηθεί σε κουνέλια των οποίων οι μητέρες υποσιτίστηκαν κατά την περίοδο της κυοφορίας, να εκδηλώνουν αντιδραστικές συμπεριφορές, γεγονός που σχετίζεται με τη μη φυσιολογική ανάπτυξη του εγκεφάλου.

Παρόλα αυτά, το μέσον της κυοφορίας είναι κρίσιμη περίοδος, διότι το ΕΔ επηρεάζει την ανάπτυξη του πλακούντα. Κατά το τελευταίο τρίτο της κυοφορίας οι ανάγκες του εμβρύου αυξάνονται γρήγορα, οπότε ένα χαμηλό ΕΔ στο διάστημα αυτό προκαλεί περιορισμένη ανάπτυξη του εμβρύου. Ο έντονος υποσιτισμός κατά το τελευταίο στάδιο της κυοφορίας μπορεί να προκαλέσει διακοπή της ανάπτυξης του εμβρύου, μετά την οποία είναι αδύνατον να επανέλθει.

Γενικά, τα νεογέννητα ζώα πρέπει να έχουν επαρκή αποθέματα ανόργανων στοιχείων (ιδιαίτερα Fe και Cu) και βιταμινών A, D και E, διότι το γάλα με το οποίο διατρέφονται μετά τη γέννησή τους, είναι πτωχό στα θρεπτικά αυτά συστατικά (Ζέρβας, 2005). Ωστόσο το κουνελίσιο γάλα είναι πλούσιο σε υδατοδιαλυτές βιταμίνες και βιταμίνη A ενώ έχει χαμηλή περιεκτικότητα σε D<sub>3</sub> (Maertens *et al.*, 2006).

### **2.3.5 Μεταβολικές προσαρμογές κατά τον υποσιτισμό των κονικλομητέρων**

Όταν ένα ζώο διατρέφεται ισόρροπα, η διατροφή καλύπτει τις ενεργειακές ανάγκες. Υποσιτισμός είναι η ανεπαρκής ή η μη ισορροπημένη κατανάλωση των θρεπτικών συστατικών. Οι βασικές ορμόνες που εμπλέκονται στο μεταβολισμό για την πέψη της τροφής είναι η ινσουλίνη και η γλυκαγόνη που εκκρίνονται από το πάγκρεας και η λεπτίνη που εκκρίνεται από το λευκό λιπώδη ιστό.

Ένας υγιής οργανισμός διαθέτει τριών ειδών ενεργειακά αποθέματα:

- 1) γλυκογόνο που αποθηκεύεται στο ήπαρ και σε σχετικά μικρές ποσότητες στους μύς.
- 2) μεγάλες ποσότητες τριγλυκεριδίων στο λιπώδη ιστό
- 3) πρωτεΐνες των ιστών που μπορεί να αποδομηθούν για να προσφέρουν ενέργεια όταν παραστεί ανάγκη.

Σε όλα τα είδη των ζώων, πλην των μηρυκαστικών, η γλυκόζη παράγεται από τη πέψη και υδρόλυση των υδατανθράκων της τροφής. Όταν αυτή δεν επαρκεί, τότε συντίθεται από άλλες πηγές, όπως το γαλακτικό οξύ, γλυκερόλη και γλυκοζοπλαστικά αμινοξέα (νεογλυκογένεση). Η μεταβολική διαδικασία της νεογλυκογένεσης είναι μεγάλης σπουδαιότητας για τους ζωικούς οργανισμούς, γιατί τροφοδοτεί το αίμα με γλυκόζη, ώστε η συγκέντρωσή της να παραμένει κατά το δυνατό σταθερή σε περιπτώσεις έλλειψής της, λόγω μη ισόρροπης διατροφής ή ασιτίας ή έντονης μυϊκής δραστηριότητας ή υψηλής παραγωγής, γενικότερα.

Στο κουνέλι αν και ανήκει στην ομάδα των φυτοφάγων μονογαστρικών, δεν είναι σαφές ποιο είναι το κύριο συστατικό του αίματος που ρυθμίζει την πρόσληψη τροφής, αλλά είναι πιθανό να είναι το επίπεδο της γλυκόζης στο αίμα (Gidenne και Lebas, 2005).

Όταν η γλυκόζη εισέλθει στην κυκλοφορία του αίματος από το λεπτό έντερο μετά από ένα γεύμα πλούσιο σε υδατάνθρακες, η προκύπτουσα αύξηση στη γλυκόζη του αίματος προκαλεί αυξημένη έκκριση ινσουλίνης, ενώ η έκκριση γλυκαγόνης μειώνεται. Η απελευθέρωση ινσουλίνης από το πάγκρεας κυρίως ρυθμίζεται από το επίπεδο της γλυκόζης στο αίμα που φθάνει στο πάγκρεας.

Αρκετές ώρες μετά την πρόσληψη υδατανθράκων μέσω της τροφής, τα επίπεδα γλυκόζης πέφτουν ελαφρώς εξαιτίας της συνεχιζόμενης οξειδωσης της γλυκόζης από τον εγκέφαλο και άλλους ιστούς. Αυτό πυροδοτεί την έκκριση γλυκαγόνης ενώ ελαττώνει την έκλυση ινσουλίνης. Αφού μειωθεί η γλυκόζη ελαφρώς, οι ιστοί παραλαμβάνουν γλυκόζη που απελευθερώνεται από το ηπατικό γλυκογόνο.

Στον υποσιτισμό, το λίπος κινητοποιείται για ενέργεια και ο μυς παρέχει προσωρινά αμινοξέα στο ήπαρ για σύνθεση γλυκόζης και ηπατικών πρωτεϊνών. Κατά τη διάρκεια νηστείας, όταν υπάρχει, δηλαδή, έλλειψη υδατανθράκων ή αδυναμία σωστής χρησιμοποίησής τους, οι κυτταρικές πρωτεΐνες χρησιμοποιούνται ως ενεργειακό απόθεμα. Όταν ένας οργανισμός υποσιτίζεται, μειώνεται η γλυκόζη στο πλάσμα του αίματος όπως και η ινσουλίνη. Τα χαμηλά επίπεδα ινσουλίνης επιτρέπουν στο ήπαρ να οξειδώσει λιπαρά οξέα και να παράγει κετονοσώματα για άλλους ιστούς.

Η καθαρή σύνθεση γλυκόζης από κάποια άλλη πηγή άνθρακα είναι επιβεβλημένη στον υποσιτισμό. Η κατάσταση υποσιτισμού απαιτεί γλυκονεογένεση από αμινοξέα και γλυκερόλη. Εφόσον, δεν εισάγεται ενέργεια μέσω της τροφής από το έντερο και μικρή ποσότητα γλυκογόνου απομένει στο ήπαρ ύστερα από 10-12 ώρες νηστείας, το σώμα εξαρτάται από την ηπατική γλυκονεογένεση, κυρίως από γαλακτικό οξύ, γλυκερόλη και αλανίνη. Τα αμινοξέα χάνουν τις αμινομάδες τους και μετατρέπονται σε α-αμινοξέα, που είναι οι ανθρακικοί σκελετοί τους. Τα α-αμινοξέα ή οξειδώνονται για να δώσουν  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$  ή παρέχουν μονάδες 3 ή 4 ατόμων C και μέσω της νεογλυκογένεσης να παράγουν γλυκόζη (Delvin, 2007, Nelson and Cox, 2007).

Το ήπαρ σε περίπτωση υποσιτισμού απελευθερώνει γλυκόζη εξαιτίας της καθαρής διάσπασης γλυκογόνου και της νεογλυκογένεσης, καθώς επίσης συνθέτει και απελευθερώνει κετόνες. Τα κετονοσώματα μεταφέρονται στους ιστούς όπου μετατρέπονται σε ακέτυλο-CoA και οξειδώνονται στον κύκλο του Krebs, εξασφαλίζοντας μεγάλο μέρος της ενέργειας που χρειάζεται.

Ο μυϊκός ιστός μειώνει την πρόσληψη και τη χρήση της γλυκόζης. Διασπά γλυκογόνο και πρωτεΐνη, απελευθερώνει αμινοξέα ενώ προσλαμβάνει και χρησιμοποιεί λιπαρά οξέα.

Ο λιπώδης ιστός καταβολίζεται, το μέγεθος των λιποκυττάρων μειώνεται, η πρόσληψη και η χρήση της γλυκόζης μειώνεται, διασπώνται τα τριγλυκερίδια και απελευθερώνουν γλυκερόλη και λιπαρά οξέα. Τα λιπαρά οξέα οξειδώνονται σε



ακέτυλο-CoA, το οποίο στη συνέχεια οξειδώνεται στον κύκλο του Krebs, εξασφαλίζοντας την ενέργεια που απαιτείται (Delvin, 2007, Nelson and Cox, 2007).

Η λεπτίνη είναι μια μικρή πρωτεΐνη (167 αμινοξέα) που παράγεται στα λιποκύτταρα και μεταφέρεται με το αίμα στον εγκέφαλο, όπου δρα σε υποδοχείς του υποθαλάμου ώστε να περιορίσει την όρεξη. Όταν αυξάνεται η μάζα του λιπώδους ιστού, απελευθερώνεται λεπτίνη, η οποία αναστέλλει την κατανάλωση τροφής και τη σύνθεση λίπους με αποτέλεσμα να διεγείρεται η υδρόλυση των τριγλυκεριδίων. Αντίθετα, όταν μειώνεται η μάζα του λιπώδους ιστού, η παραγωγή λεπτίνης ελαττώνεται, οπότε ευνοείται η πρόσληψη τροφής και περιορίζεται η οξείδωση των λιπαρών οξέων με αποτέλεσμα την λιπογένεση. Η λεπτίνη αποτελεί μια ορμόνη που εκκρίνεται κυρίως από τα ώριμα λιποκύτταρα και έχει βασικό ρόλο στη ρύθμιση της ενεργειακής ομοιόστασης στους ενήλικες και στα έμβρυα μέσω αλλαγών στην έκφραση αρκετών ορεξιγόνων (νευροπεπτίδιο Y) και ανορεξιγόνων (προοπιομελανοκορτίνη) πεπτιδίων (Ζέρβας, 2005)..

Η αύξηση της λεπτίνης στο πλάσμα βρεφών στον άνθρωπο σχετίζεται με την αύξηση του σωματικού τους βάρους και στην αύξηση του υποδόριου λιπώδους ιστού, χωρίς να είναι γνωστοί οι μηχανισμοί μεταφοράς και μεταβολισμού της ορμόνης. Τα χαμηλά επίπεδα της λεπτίνης σε έμβρυα που οι μητέρες έχουν υποστεί υποσιτισμό προάγουν την ανάπτυξη των βιοχημικών αλλαγών που διεγείρουν την όρεξη (αυξημένη έκφραση του γονιδίου NPY) και καταστέλλουν τις βιοχημικές διεργασίες που αναστέλλουν την ανορεξία (Belkacemi, 2010).

Ενήλικα πρόβατα και επίμνες, που είχαν υποστεί εμβρυϊκό υποσιτισμό, έδειξαν αντίσταση στις ανορεξικές επιδράσεις της λεπτίνης, πράγμα που υποδηλώνει έναν ομοιοστατικό εμβρυϊκό προγραμματισμό.

Οι έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί και στους ανθρώπους και στα ζώα, καταδεικνύουν ότι ο υποσιτισμός των μητέρων κατά την κυοφορία επιδρά στην απορρύθμιση της του μηχανισμού δράσης της λεπτίνης με αποτέλεσμα την παχυσαρκία των απογόνων.

Το σύστημα της λεπτίνης εξελίχθηκε ώστε να προσαρμόζει τη δραστηριότητα και το μεταβολισμό των ζώων κατά τη διάρκεια περιόδων υποσιτισμού και ασιτίας. Η ελάττωση των επιπέδων της λεπτίνης που πυροδοτείται από διατροφική ανεπάρκεια αναστρέφει τις θερμογόνες διεργασίες, επιτρέποντας τη διατήρηση των ενεργειακών αποθεμάτων. Η λεπτίνη ενεργοποιεί την εξαρτώμενη από το AMP πρωτεϊνική κινάση, η οποία ρυθμίζει πολλές πτυχές του μεταβολισμού του λίπους. Επίσης, προκαλεί μειωμένη παραγωγή των θυρεοειδικών ορμονών (επιβραδύνοντας το βασικό μεταβολισμό), ελαττωμένη παραγωγή φυλετικών ορμονών (παρεμποδίζοντας την αναπαραγωγή) και αυξημένη παραγωγή γλυκοκορτικοειδών (κινητοποιώντας τα αποθέματα ενέργειας του οργανισμού). Ελαχιστοποιώντας τις ενεργειακές δαπάνες και παράλληλα μεγιστοποιώντας τη χρησιμοποίηση των ενδογενών αποθεμάτων ενέργειας, πιθανόν επιτρέπεται στα ζώα να επιβιώνουν σε περιόδους σοβαρού υποσιτισμού (Delvin, 2007; Nelson and Cox, 2007).

Η φυσιολογική κυοφορία προϋποθέτει τη σημαντική παραγωγή ορμονών από διάφορους αδένες της μητέρας, τον πλακούντα και του εμβρύου. Η έκκριση των ορμονών μπορεί να επηρεαστεί από το μητρικό υποσιτισμό και να επηρεάσει με αυτόν τον τρόπο την ανάπτυξη του εμβρύου. Τα γλυκοκορτικοειδή, ο αυξητικός παράγοντας όμοιος της ινσουλίνης (IGF) και η λεπτίνη, έχουν σημαντικό ρυθμιστικό ρόλο στην ανάπτυξη του εμβρύου και στους ομοιοστατικούς μηχανισμούς.

Τα γλυκοκορτικοειδή είναι απαραίτητα για την ωρίμανση των εμβρυϊκών ιστών, έτσι ώστε τα όργανα που σχηματίζονται να μπορούν να επιτελέσουν το ρόλο τους στην εξωμήτρια ζωή ( Snyder *et al.*, 1992). Ωστόσο, η υπερβολική έκθεση σε ενδογενή γλυκοκορτικοειδή στη μήτρα, μειώνει την εμβρυϊκή ανάπτυξη και αποτελεί προδιάθεση για διαταραχές άγχους σε ενήλικες επίμυες. Επιπλέον, ο υποσιτισμός των μητέρων σε διάφορες θρεπτικές ουσίες κατά τη διάρκεια προχωρημένης κυοφορίας σε επίμυες προκαλεί υπερβολική έκθεση γλυκοκορτικοειδών στο έμβρυο και διαταράσσει τον άξονα υποθάλαμο-υπόφυση-επινεφρίδια στο νεογνό, προκαλώντας υψηλή έκκριση κορτικοστερόνης από τα επινεφρίδια. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την εμφάνιση προβλημάτων στο νευρικό σύστημα και πολλές φορές τον κυτταρικό θάνατο (Belkacemi *et al*, 2010).

Οι όμοιοι της ινσουλίνης αυξητικοί παράγοντες IGF<sub>1</sub> και IGF<sub>2</sub> δρουν με αυτοκρινή, παρακρινή και ενδοκρινή τρόπο, ρυθμίζοντας την ανάπτυξη τόσο πριν, όσο και μετά τη γέννηση και αλληλεπιδρούν κατά τις διεργασίες που λαμβάνουν χώρα κατά την ανάπτυξη του εμβρύου μέσω μιας ομάδας πρωτεϊνών που δεσμεύονται με τις IGF (IGFBPs).

Στις έγκυες γυναίκες η συγκέντρωση του IGFBP1 είναι αρνητικά συσχετισμένη με την ανάπτυξη του εμβρύου. Στο πρόβατο, ο υποσιτισμός κατά την διάρκεια των οχείων και της κυοφορίας προκαλεί αλλαγές στο σύστημα IGF με αποτέλεσμα να μειώνονται τα επίπεδα ινσουλίνης, IGF<sub>1</sub> και IGFBP3 στο έμβρυο και να απορυθμίζεται ο εμβρυϊκός προγραμματισμός. Για παράδειγμα, σε κυοφορούντα αιγοπρόβατα, η αύξηση της συγκέντρωσης στο πλάσμα της IGF<sub>1</sub>, σχετίζεται με την αυξημένη μυϊκή μάζα και την υπερτροφία των μυϊκών ινών, ενώ αντίστροφα η μείωση της IGF<sub>1</sub> στο πλάσμα χοιριδίων λόγω μητρικού υποσιτισμού, είχε ως αποτέλεσμα την εμφάνιση μεταβολών στις αναλογίες των μυϊκών ινών. Σε υποσιτιζόμενες χοιρομητέρες, παρατηρήθηκε ότι τα επίπεδα IGF<sub>2</sub> σχετίζονται θετικά με το βάρος του εμβρύου. Φαίνεται συνεπώς, ξεκάθαρα ότι οι IGFs είναι σημαντικοί για την ανάπτυξη και εξέλιξη και των εμβρύων και των νεογέννητων ( Belkacemi, 2010).

## 2.4 ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΚΡΕΑΤΟΣ ΤΩΝ ΚΟΝΙΚΛΩΝ

### 2.4.1. Εισαγωγή

Τα ζωικά προϊόντα αποτελούν σημαντικές πηγές πρωτεϊνών υψηλής βιολογικής αξίας, απαραίτητων λιπαρών οξέων και αμινοξέων, ιχνοστοιχείων, βιταμινών καθώς και άλλων σημαντικών θρεπτικών συστατικών.

Ως ποιότητα (quality) ενός τροφίμου ορίζεται το σύνολο των χαρακτηριστικών του, που επηρεάζουν την αποδοχή και την προτίμησή του από τον καταναλωτή (Kramer, 1951). Ο ορισμός της ποιότητας του κρέατος ποικίλλει ευρέως ανάλογα με τον προορισμό ή την διάθεση του προϊόντος, π.χ. στον επεξεργαστή, τον διανομέα ή τον καταναλωτή. Επειδή, ο τελευταίος είναι και ο τελικός κριτής, η δική του αντίληψη για την ποιότητα είναι και η πιο σημαντική. Ο ορισμός του καταναλωτή για την ποιότητα του κρέατος επηρεάζεται με κάθε αλλαγή νοοτροπίας της κοινωνίας, ενώ συχνά ενισχύεται από τα μέσα μαζικής ενημέρωσης. Η ποιότητα του κρέατος δεν περιλαμβάνει μόνο τη χημική του σύσταση, δηλαδή τις κατάλληλες αναλογίες σε πρωτεΐνες, λιπίδια και στα βασικά επιμέρους στοιχεία τους, τα οργανοληπτικά του χαρακτηριστικά, όπως την τρυφερότητα και την γεύση, και τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά, όπως το χρώμα, το pH, την ικανότητα συγκράτησης νερού ΙΣΝ, την υγιεινή του κατάσταση, το περιεχόμενο των κορεσμένων λιπαρών οξέων (FA) και τους τεχνολογικούς παράγοντες μεταποίησης, αλλά περιλαμβάνει επίσης αντιλήψεις σχετικά με την καλή μεταχείριση των ζώων, τις επιπτώσεις της ζωικής παραγωγής στο περιβάλλον και φυσικά την ασφάλεια των τροφίμων.

Τα τελευταία χρόνια οι απαιτήσεις των καταναλωτών για προϊόντα υψηλής ποιότητας έχουν αυξηθεί σε παγκόσμιο επίπεδο.

Το κουνέλι έχει λευκό, τρυφερό κρέας, με ελάχιστα λιπαρά και χοληστερόλη ενώ συγκαταλέγεται στη λίστα των πιο υγιεινών και θρεπτικών επιλογών, με μικρή θερμιδική απόδοση αλλά με μεγάλη διατροφική αξία και ευεργετική δράση. Είναι πολύ πλούσιο σε πρωτεΐνες, σίδηρο και γενικά σε ανόργανα στοιχεία απαραίτητα στην καθημερινή διατροφή του ανθρώπου.

Επίσης, τα κουνέλια έχουν ορισμένα χαρακτηριστικά, όπως είναι το μικρό μέγεθος σώματος, το μικρό μεσοδιάστημα μεταξύ των γενεών, το υψηλό αναπαραγωγικό δυναμικό, ο ταχύς ρυθμός αύξησης, η γενετική ποικιλομορφία και η ικανότητά τους να χρησιμοποιούν ζωοτροφές και υποπροϊόντα ζωοτροφών ως βασικά συστατικά της διατροφής τους, που τα καθιστούν κατάλληλα για παραγωγή κρέατος. Σε αποδοτικά συστήματα εκτροφής τα κουνέλια μπορούν να μετατρέψουν το 20% των πρωτεϊνών που καταναλώνουν σε βρώσιμο κρέας, ενώ τα αντίστοιχα μεγέθη για άλλα είδη ζώων είναι 16-18% στους χοίρους και 8-12% στα βοοειδή (Παπαδομιχελάκης, 2008).

Σημαντικοί ανθρώπινοι πόροι έχουν δαπανηθεί για να μελετηθούν οι βιολογικοί και ζωοτεχνικοί παράγοντες που επηρεάζουν την ποιότητα του σφάγιου και του κρέατος. Αρκετοί παράγοντες που λαμβάνονται υπόψη λόγω της μεγάλης τους

επίδρασης στο σφάγιο των κουνελιών και την ποιότητα του κρέατός τους, είναι τα προγράμματα επιλογής, η ηλικία και το βάρος σφαγής, το λίπος του σφάγιου, καθώς και παράγοντες που επηρεάζουν την ποιότητα του κρέατος πριν, κατά τη διάρκεια και μετά τη σφαγή. Ωστόσο, ο ρόλος αυτών των παραγόντων στην ποιότητα και τις οργανοληπτικές ιδιότητες του κουνελίσσιου κρέατος δεν έχει διερευνηθεί πλήρως (Dalle Zotte, 2002).

#### 2.4.2. Κουνελίσσιο Κρέας και Σφάγιο

Η κατανάλωση κρέατος επηρεάζεται από την ιστορική οικονομική και κοινωνική εξέλιξη. Η παραγωγή κουνελίσσιου κρέατος αναπτύσσεται περισσότερο στις μεσογειακές χώρες και επηρεάζεται σημαντικά από πολιτιστικούς, παραδοσιακούς και θρησκευτικούς παράγοντες.

Οι αλλαγές στην ζήτηση του κουνελίσσιου κρέατος τα τελευταία 20 χρόνια ήταν μικρότερες σε σχέση με άλλα είδη και κυρίως τα κόκκινα κρέατα. Στις μέρες μας οι διατροφικές συνήθειες αλλάζουν με στροφή στην υγιεινή διατροφή για τον λόγο αυτό παρατηρήθηκε αύξηση της κατανάλωσης κουνελίσσιου κρέατος.

Κατά την διάρκεια των τελευταίων 10 χρόνων το εμπόριο του κουνελίσσιου κρέατος στην Ευρώπη επικεντρώνεται περισσότερο στην παραγωγή κρέατος με ομογενοποίηση τόσο στο βάρος όσο και στην τιμή.

Τα συνήθη τεμάχια του σφαγίου του κουνελιού, όπως απεικονίζονται και στην εικόνα 2.4.2.1 είναι τα εξής: τα δύο οπίσθια πόδια, τα δύο πρόσθια πόδια, η οσφύς, η πλάτη, οι πλευρές και ο λαιμός.



**Εικόνα 2.4.2.1** Εμπορικός τεμαχισμός σφάγιου κουνελιών.

### 2.4.3. Ποιότητα κουνελίσσιου κρέατος

Η ποιότητα κρέατος είναι μια πολύ σύνθετη ιδιότητα. Οι πιο σημαντικές ποιοτικές παράμετροι είναι η χημική σύσταση, τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά όπως η συνεκτικότητα, το χρώμα, η ικανότητα συγκρατήσεως νερού, το pH και τα οργανοληπτικά όπως η τρυφερότητα και η γευστικότητα.

Η ποιότητα του σφάγιου εξαρτάται κυρίως από το βάρος του, το οποίο ποικίλλει από 1,0 έως 1,8 Kg, ανάλογα με την χώρα ή την περιοχή που παράγεται (Colin, 1999), την απόδοση σε σφάγιο η οποία αφορά ολόκληρο το σφάγιο και είναι από 55 έως 61% του ζώντος βάρους (Ouhayoun, 1989, Dalle Zotte and Ouhayoun, 1998, Bielanski *et al.*, 2000, Milisits *et al.*, 2000), την απόδοση σε τεμάχια όπως το καρέ που αφορά το 23-28% του σφάγιου (Ouhayoun, 1989) και τα πόδια (hindlegs) που αποτελούν το 27-29% του ψυχρού σφάγιου (Parigi Bini *et al.*, 1992a), την αναλογία κρέατος-οστών που είναι 7,0 έως 8,0 (Parigi Bini *et al.*, 1992a), το ποσοστό του λίπους που είναι περίπου 3-6% (Dalle Zotte and Ouhayoun, 1998), και τις απώλειες κατά τη ψύξη που είναι περίπου 1,7-4% (Pla and Cervera, 1997, Dal Bosco *et al.*, 2000).

Τα ποιοτικά γνωρίσματα που λαμβάνονται υπόψη από τους ερευνητές ποικίλλουν με το χρόνο, μέσω της επιστημονικής προόδου και των απαιτήσεων της αγοράς. Παραδοσιακά, η κατανόηση των μηχανισμών που διέπουν την ποιότητα του κρέατος του κουνελιού έχει απασχολήσει πολύ τους επιστήμονες κατά το παρελθόν (Barany *et al.*, 1965, Nogues *et al.*, 1974, Vigneron *et al.*, 1976). Η μυϊκή σύνθεση των ινών, οι αναλογίες των ινών και η πυκνότητα των τριχοειδών αγγείων στο μυϊκό ιστό είναι σημαντικοί παράγοντες που επηρεάζουν πολλές από τις βιοχημικές διεργασίες πριν από και μετά τη σφαγή και, κατά συνέπεια, την ποιότητα του κρέατος (Alasnier *et al.*, 1996, Dalle Zotte and Ouhayoun, 1998, Gondret and Bonneau, 1998). Ο ιστοχημικός, βιοχημικός χαρακτηρισμός και η ταξινόμηση των μυϊκών ινών, είναι στενά συνδεδεμένοι με τη σταθερότητα του χρώματος, την τρυφερότητα, καθώς και την ικανότητα συγκράτησης νερού, τη γευστικότητα και την οξείδωση των λιπιδίων (Aquaron and Serratrice, 1972, Ouhayoun and Dalle Zotte, 1993, Dalle Zotte and Ouhayoun, 1995, Dalle Zotte *et al.*, 1996, Alasnier *et al.*, 1996).

Μελέτες στην ποιότητα κουνελίσσιου κρέατος τις τελευταίες δεκαετίες επικεντρώθηκαν κυρίως σε μετρήσεις όπως στη χημική σύσταση του κρέατος, το pH και το χρώμα (Oliver *et al.*, 1997, Dalle Zotte and Ouhayoun, 1998). Ωστόσο, για να γίνει κατανοητή και σαφής η σχέση μεταξύ αυτών των χαρακτηριστικών και των οργανοληπτικών μεταβλητών, οι έρευνες έχουν επικεντρωθεί σε αρκετές πτυχές του κρέατος, όπως η απώλεια ύδατος κατά τη ψύξη, στο μαγείρεμα, κατά την απόψυξη και η μέτρηση της τρυφερότητας του κρέατος (Bernardini *et al.*, 1994, Dalle Zotte *et al.*, 1995, Pla and Cervera, 1997).

Εντούτοις, σχετικά λίγα είναι γνωστά για τους παράγοντες οι οποίοι επηρεάζουν τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του κρέατος. Η ποιότητα του κρέατος είναι ένας ευρύς όρος που περιλαμβάνει χημικά, φυσικά και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά. Ανάμεσα

στα φυσικά χαρακτηριστικά κατατάσσονται: το χρώμα, το pH, η ικανότητα συγκράτησης νερού και η υφή του κρέατος. Για να αξιολογηθεί η ποιότητα του κρέατος, είναι απαραίτητο να εκτιμηθούν όλα αυτά τα χαρακτηριστικά μαζί, επειδή συσχετίζονται μεταξύ τους (Hernández *et al.*, 1998).

#### 2.4.3.1 Χημική Σύσταση

Η χημική σύσταση του κρέατος επηρεάζει τόσο τη θρεπτική του αξία όσο και τα διάφορα φυσικοχημικά και οργανοληπτικά του χαρακτηριστικά. Τα κύρια συστατικά του νωπού κρέατος είναι το νερό, οι πρωτεΐνες και το λίπος. Η χημική σύσταση επηρεάζεται από ένα πλήθος παραγόντων όπως το είδος του ζώου, η φυλή, το φύλο, η ηλικία, η διατροφή, η θέση του μυός.

Το κρέας του κουνελιού έχει πλεονεκτήματα έναντι του κρέατος άλλων παραγωγικών ζώων λόγω της υψηλής θρεπτικής αξίας, με χαμηλή περιεκτικότητα σε λιπαρά οξέα για την υγεία του καταναλωτή. Στον πίνακα 2.4.3.1.1 παρουσιάζεται η χημική σύσταση του κουνελίσσιου κρέατος και άλλων κρεοπαραγωγικών ζώων.

**Πίνακας 2.4.3.1.1** Χημική σύσταση νωπού κρέατος ανά 100 g εδώδιμου μέρους. (Πλυτάς, 1993, Salvini *et al.*, 1998).

Παράμετροι	Είδος κρέατος				
	Κουνελίσσιο	Ορνίθιο	Βοδινό (μηρός)	Πρόβειο (μηρός)	Χοιρινό
<b>Νερό (g)</b>	70,8	72,2	69,1	66	70,5
<b>Πρωτεΐνες (g)</b>	21,3	20,1	19,5	18,1	18,5
<b>Λίπος(g)</b>	6,8	17,9	12,3	14,6	26,6
<b>Τέφρα(g)</b>	1	0,9	0,9	1,4	0,7
<b>Ενέργεια (kcal)</b>	162	239	197	209	308
<b>Ca (mg)</b>	20	10	12	10	9

<b>P (mg)</b>	352	176	203	165	178
<b>Fe (mg)</b>	1,3	1,6	3	1,5	2,4
<b>Θειαμίνη (mg)</b>	0,08	0,07	0,07	0,15	0,76
<b>Νιασίνη (mg)</b>	12,8	5,6	4,2	4,8	4,1
<b>Βιταμίνη B<sub>12</sub> (mg)</b>	11	-	2	1,1	2,1
<b>Βιταμίνη E (mg)</b>	0,27	0,22	0,19	0,18	0,01

Από τον πίνακα 2.4.3.1.1 φαίνεται ότι το κρέας των κονίκλων υπερτερεί σημαντικά από θρεπτικής άποψης έναντι των άλλων ζώων. Το κρέας του κουνελιού είναι το πιο πλούσιο σε πρωτεΐνες υψηλής βιολογικής αξίας και το πιο φτωχό σε ενεργειακό περιεχόμενο σε σύγκριση με τα υπόλοιπα είδη κρέατος. Είναι τρυφερό, εύπεπτο και ομοιάζει με το ορνίθειο περιέχοντας ωστόσο πολύ λιγότερο λίπος.

Η περιεκτικότητα σε βιταμίνες είναι παρόμοια με τα υπόλοιπα ερυθρά σφάγια εκτός από την υπεροχή του σε βιταμίνη B<sub>12</sub> και σε νιασίνη η οποία βρίσκεται σε τέτοια περιεκτικότητα που επαρκεί για να καλύψει τις ημερήσιες ανάγκες του ανθρώπου (12,8 mg).

**Πίνακας 2.4.3.1.2** Σύνθεση λιπαρών οξέων (FA) (% συνολικά FA) και περιεκτικότητα σε χοληστερόλη σε κρέας διαφόρων αγροτικών ζώων (μέσες τιμές). (Dalle Zotte, 2002)

	<b>ΧΟΙΡΙΝΟ</b>	<b>ΜΟΣΧΑΡΙ</b>	<b>ΚΟΤΟΠΟΥΛΟ</b>	<b>ΚΟΥΝΕΛΙ</b>
<b>C12: 0</b>	0,32	-	-	0,24
<b>C14:0</b>	1,22	2,52	0,62	3,14
<b>C16:0</b>	23,7	23,3	23,2	27,3
<b>C18:0</b>	11,7	13,7	8,2	7,9
<b>C20:0</b>	-	-	-	0,1
<b>C22:0</b>	-	-	-	0,004
<b>SFA</b>	37	39,5	32	38,6
<b>C14:1 n-6</b>	-	-	-	0,45
<b>C16:1</b>	3,14	4,2	5,62	6,67

<b>C18:1 n-9</b>	41,3	38,2	35,4	25,4
<b>C20:1 n-9</b>	-	-	-	0,31
<b>MUFA</b>	44,4	42,4	41	32,8
<b>C18:2 n-6</b>	14,3	6,3	20,1	20,7
<b>C18:3 n-3</b>	0,55	0,91	0,49	3,14
<b>C20:4 n-6</b>	4,63	2,36	3,64	0,032
<b>C20:5 n-3</b>	-	-	0,17	0,01
<b>C20:6 n-3</b>	-	-	0,66	0,008
<b>PUFA</b>	18,5	9,5	25,1	23,9
<b>n-6/n-3</b>	32,5	9,5	18	6,7
<b>χοληστερόλη</b>	61	70	81	45

*SFA: κορεσμένα λιπαρά οξέα τα οποία δεν περιέχουν διπλούς δεσμούς,*

*MUFA: μονοακόρεστα λιπαρά οξέα, τα οποία περιέχουν έναν διπλό δεσμό*

*PUFA: πολυακόρεστα λιπαρά οξέα, τα οποία περιέχουν περισσότερους από έναν διπλούς δεσμούς στο μόριο τους.*

Το κουνελίσιο κρέας κατέχει μια σχετικά υψηλή περιεκτικότητα σε πολυακόρεστα λιπαρά οξέα (PUFA) (Ouhayoun et al., 1985) και πολύ χαμηλή αναλογία σε n6/n3 (Castellini et al., 1999). Ωστόσο η μείωση του βαθμού κορεσμού των λιπαρών οξέων των ζωικών ιστών, επιταχύνει την οξειδωτική υποβάθμιση κατά την διάρκεια της επεξεργασίας του κρέατος και της αποθήκευσης. Δεδομένου ότι το κρέας του κουνελιού είναι πλούσιο σε πολυακόρεστα λιπαρά οξέα μακράς αλύσου, μπορεί να περιοριστεί η περαιτέρω διάρκεια ζωής του μαγειρεμένου κρέατος (Lee and Ahn, 1977).

Παρά τη χαμηλή περιεκτικότητά του σε λίπος, χαρακτηριστική είναι η μεγάλη περιεκτικότητα των λιπιδίων σε λινελαϊκό (C18:2 n-6) και α-λινολενικό οξύ (C18:3n-3). Τα παραπάνω δύο λιπαρά οξέα δεν παράγονται από τον ανθρώπινο οργανισμό και επομένως εντάσσονται στα απαραίτητα λιπαρά οξέα για τον άνθρωπο. Τα δύο αυτά λιπαρά οξέα αποτελούν πρόδρομες ουσίες για τον σχηματισμό πολυακόρεστων λιπαρών όπως το αραχιδονικό οξύ. Το αραχιδονικό οξύ (C20:4 n-6) αποτελεί πρόδρομο ουσία για τον σχηματισμό των προσταγλανδινών. Όλα τα προαναφερόμενα λιπαρά οξέα και οι προσταγλανδίνες ασκούν μια εξειδικευμένη δράση πάνω σε πολλούς επικίνδυνους παράγοντες υπεύθυνους για καρδιαγγειακές παθήσεις, την υπέρταση, την ακεραιότητα των νεφρών και του καρδιακού μυός, την τάση για θρομβώσεις καθώς και τον διαβήτη. Τέλος το κρέας του κουνελιού ξεχωρίζει για το πολύ χαμηλό ποσοστό σε χοληστερόλη (35-50 mg / 100 g ωπού κρέατος, Πίνακας 2.4.3.1.2).

Το λίπος που υπάρχει στο σώμα ενός ζώου διακρίνεται σε οργανωτικό και σε αποταμιευτικό λίπος. Το οργανωτικό λίπος εκπροσωπεί τη μη κινητή μορφή λίπους στον οργανισμό, μετέχει στη δομή των κυτταρικών μεμβρανών και είναι απαραίτητο για τη ζωή. Μεγαλύτερη σημασία όμως για την ποιότητα του σφάγιου έχει το



αποταμιευτικό λίπος το οποίο απαντάται στο σώμα σε διαφορετικές ποσότητες και με διαφορετική κατανομή ως υποδόριο, περιμυϊκό, ενδομυϊκό και σπλαχνικό-κοιλιακό.

Στο κουνέλι η εκ νέου λιπογένεση είναι μεγαλύτερη στο μεσεντέριο και στο περινεφρικό λιπώδη ιστό σε σχέση με τον υποδόριο λιπώδη ιστό. Η ολική ηπατική δραστηριότητα είναι μεγαλύτερη σε σχέση με τη δραστηριότητα στους λιπώδεις ιστούς αποδεικνύοντας ότι το ήπαρ είναι το βασικό μέρος που γίνεται η σύνθεση λιπαρών οξέων.

Στην πραγματικότητα η συμβολή του ήπατος στην λιπογένεση ήταν περίπου 70% σε αναπτυσσόμενα κουνέλια. Σύμφωνα με τον Vezinhet and Nougues (1977) ο λιπώδης ιστός παίζει σημαντικό ρόλο στην σύνθεση των λιπαρών οξέων σε κουνέλια μεγαλύτερα των 200 ημερών.

### **2.4.3.2 Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά**

#### **2.4.3.2.1 pH**

Το pH στους μύς των ζώντων ζώων είναι λίγο μεγαλύτερο από το 7 και συγκεκριμένα στο κουνέλι 7,2. Επίσης, αμέσως μετά τη σφαγή, η τιμή του pH είναι κοντά στο 7. Μετά το θάνατο του ζώου η κυκλοφορία του αίματος σταματά, οπότε σταματά και η παροχή οξυγόνου και θρεπτικών συστατικών στους μύς. Λόγω της αναερόβιας γλυκόλυσης που επακολουθεί και της συσσώρευσης του γαλακτικού οξέος, το pH μειώνεται και με την ανάπτυξη της νεκρικής ακαμψίας κατέρχεται στο χαμηλότερο σημείο του. Κατόπιν, κατά την ωρίμανση, παρατηρείται μια μικρή άνοδος του pH εξαιτίας της πρωτεολύσεως των πρωτεϊνών καθώς και μεταβολών που επέρχονται στις σχέσεις μεταξύ διαφορών ιόντων και των πρωτεϊνών του κρέατος (Ρογδάκης, 2006).

Πολλοί ερευνητές έχουν αποδείξει την υψηλή συσχέτιση μεταξύ pH και χρώματος του κρέατος (Barbut 1993; Boulianne and King 1995,1998). Υψηλό pH συνδέεται με σκοτεινότερο κρέας ενώ χαμηλό pH με φωτεινότερο κρέας. Όταν οι διαφορές είναι μεγάλες, κουνελίσιο κρέας υψηλού pH χαρακτηρίζεται ως σκοτεινό, συμπαγές και ξηρό (DFD), ενώ το υπερβολικά φωτεινό κρέας ως μαλακό, ωχρό και εξιδρωματικό (PSE). Γενικά όμως, στο κουνελίσιο κρέας δεν παρατηρείται ιδιαίτερα η εμφάνιση κρέατος DFD και PSE.

Η επίδραση στο χρώμα είναι αρκετά πολύπλοκη. Πολλές αντιδράσεις χρωστικών στο μυ εξαρτώνται από το pH το οποίο επίσης επηρεάζει και την ικανότητα δεσμεύσεως νερού των μυϊκών πρωτεϊνών. Σαν επακόλουθο επηρεάζεται άμεσα η φυσική δομή του κρέατος και η αντανάκλαση του φωτός από αυτό.

Το pH συσχετίζεται με το χρώμα και την ικανότητα συγκράτησης νερού του κρέατος (Bízkoná and Tűmoná, 2010). Πιο συγκεκριμένα, σε υψηλά επίπεδα pH το χρώμα γίνεται σκοτεινότερο και η ικανότητα συγκρατήσεως νερού αυξάνεται.

Το pH επίσης επηρεάζει την ενζυματική δραστηριότητα του μιτοχονδριακού συστήματος. Το pH συνδέεται και με άλλες ποιοτικές παραμέτρους όπως την τρυφερότητα, την ικανότητα συγκρατήσεως νερού (water holding capacity), την ευχυμία, την απώλεια νερού κατά το μαγείρεμα και την ικανότητα συντηρήσεως του κρέατος. Οι Allen *et al.* (1997) έδειξαν ότι η παραλλακτικότητα στο χρώμα του κρέατος που οφείλεται κυρίως στις επιδράσεις του pH επηρεάζει σημαντικά την ικανότητα συντηρήσεως του κρέατος, την ανάπτυξη των οσμών λόγω δράσης μικροβίων, την απορρόφηση υγρασίας κατά το μαρινάρισμα, την απώλεια νερού κατά σταγόνας (drip loss, DP), την ικανότητα συγκρατήσεως νερού και την απώλεια νερού κατά το μαγείρεμα.

Το pH του κουνελίσσιου κρέατος μετράται απευθείας στο μυ με την βοήθεια πεχαμέτρου 1, 4 και 24 ώρες μετά την σφαγή. Σε κουνέλια το pH που μετράται 24 ώρες μετά τη σφαγή στο μυ *longissimus lumborum* βρίσκεται περίπου στο 5,6-5,7 (Fushy *et al.*, 2006).

Το pH των μυών μπορεί να επηρεαστεί από τη διατροφή. Οι Dalle Zotte *et al.* (2005) έδειξαν μία σημαντική επίδραση του διατροφικού υποσιτισμού στις τιμές του pH του δικέφαλου μηριαίου μυός, παρότι η διατροφή εμφανίζει μικρή επίδραση. Σύμφωνα με τους Dalle Zotte *et al.* (2005) και τους Tümoná *et al.* (2006), το pH της οσφυϊκής χώρας δεν επηρεάστηκε από τον περιορισμό της διατροφής. Οι Carrilho *et al.* (2009) εξέτασαν την επίδραση των σιτηρεσιών με διαφορετικά επίπεδα ινωδών ουσιών και παρατήρησαν ότι το pH δεν τροποποιήθηκε με βάση το επίπεδο των ινωδών ουσιών και της ενέργειας του σιτηρεσίου, σε συμφωνία και με τους Villena *et al.* (2008). Η επίδραση της διάρκειας και της πυκνότητας μεταφοράς των κουνελιών (στο σφαγείο) στο pH μελετήθηκε από τους Lambertini *et al.* (2006), οι οποίοι διαπίστωσαν ότι κατά την μεταφορά τους, αυξάνεται το pH. Το pH μπορεί να επηρεάζεται έντονα από την ηλικία των κουνελιών δηλαδή, όταν μειώνεται η ηλικία σφαγής η τιμή του pH αυξάνεται (Dalle Zotte *et al.*, 2005). Αντίθετα οι Hernández *et al.*, (2004) αναφέρουν ότι το pH στο μυ *longissimus lumborum* δεν επηρεάζεται από την ηλικία σφαγής (9 και 13 εβδομάδες). Επίσης, το είδος του μυός και η δομή του επηρεάζουν σημαντικά τις τιμές pH. Συνήθως ο μυς *longissimus lumborum* έχει χαμηλότερο pH από το δικέφαλο μηριαίο μυ.

Το pH των μυών επηρεάζεται επίσης και από το γονότυπο (Ristic and Zimmermann, 1992). Η επίδραση ωστόσο των διαφόρων συστημάτων εκτροφής είναι ασαφής. Το pH του κρέατος κουνελιών τα οποία εκτράφηκαν στην ύπαιθρο εμφάνισαν χαμηλότερες τιμές από εκείνα των οποίων η εκτροφή έγινε σε κλωβοστοιχίες (Cavani *et al.*, 2000). Αυτά τα αποτελέσματα είναι σε συμφωνία με τον Pla (2008), ο οποίος αναφέρει ότι σε κουνέλια από συμβατική εκτροφή, το pH παρουσίασε σημαντικά υψηλότερη τιμή από ότι στην βιολογική (organic). Το γεγονός αυτό οδηγεί στο συμπέρασμα ότι το pH του κρέατος του κουνελιού επηρεάζεται και από το σύστημα εκτροφής και είναι απαραίτητη περαιτέρω έρευνα πάνω σε αυτό τον τομέα.

#### 2.4.3.2.2 Χρώμα

Το χρώμα στο κουνελίσιο κρέας αποτελεί βασική παράμετρο αξιολόγησης της ποιότητάς του. Το χρώμα του κρέατος μπορεί να επηρεαστεί από πολλούς παράγοντες. Ένας από τους πιο σημαντικούς παράγοντες είναι το περιεχόμενο σε μυοσφαιρίνη (χρωστική ουσία), η οποία εξαρτάται από το είδος, τη φυλή, τη διατροφική κατάσταση και η ηλικία του ζώου. Το χρώμα του κρέατος ποικίλλει επίσης ανάλογα με το τμήμα του σφάγιου. Επιπλέον, το χρώμα του κρέατος επηρεάζεται και από άλλους παράγοντες. Οι Hernández *et al.* (2004) προσδιόρισαν την επίδραση της ηλικίας σφαγής στην ένταση του χρώματος του κρέατος στο μυ *longissimus lumborum*. Διαφορές στην ηλικία των σφαγίων έχουν ως αποτέλεσμα διαφορετικές τιμές για το χρώμα του κρέατος. Σε πειράματα που διεξήχθησαν, ζώα ηλικίας 9 εβδομάδων είχαν αυξημένες τιμές παραμέτρων  $a^*$ ,  $c^*$ ,  $b^*$ , όπου  $c = (a^2 + b^2)^{0.5}$ , στο μυ *longissimus dorsi*, σε σχέση με ζώα ηλικίας 13 εβδομάδων. Οι χαμηλότερες τιμές στα μεγαλύτερα ζώα μπορεί να είναι αποτέλεσμα της μείωσης του οξειδωτικού μεταβολισμού στον μυ *longissimus dorsi*, κατά την διάρκεια της ανάπτυξης (Dalle Zotte, 2000). Οι Ouhayoun και Cheriet. (1983) παρατήρησαν ότι όταν αυξάνεται η ηλικία, ο οξειδωτικός μεταβολισμός και το επίπεδο της μυοσφαιρίνης μειώνονται. Επιπλέον, το υψηλότερο ποσοστό νερού που απελευθερώνεται στα νεαρά ζώα μπορεί να σχετίζεται με την υψηλότερη τιμή του  $L^*$ , επειδή το πιο φωτεινό χρώμα κρέατος συνδέεται με πιο εξιδρωματικό κρέας.

Επίσης, η περίοδος πριν από τη σφαγή καθώς και η διαδικασία της σφαγής, δηλαδή το στρες αμέσως πριν και κατά τη διάρκεια της σφαγής, επηρεάζουν το χρώμα του κρέατος (Petracci and Baéza, 2007). Οι DalBosco *et al.* (1997) έδειξαν ότι το χρονικό διάστημα της μεταφοράς των ζώων στο σφαγείο καθώς και η πυκνότητα των μεταφερόμενων ζώων, επηρεάζουν το χρώμα του κρέατος. Επιπλέον, παρατήρησαν την εμφάνιση σκοτεινότερου καθώς και ερυθρότερου κρέατος σε κουνέλια που είχαν υποστεί μεγάλες μεταφορικές αποστάσεις. Επίσης, οι Lambertini *et al.* (2006) έδειξαν ότι τα κουνέλια τα οποία υποβλήθηκαν σε επιπλέον μεταφορές είχαν σημαντικά πιο σκούρο κρέας, το οποίο σημαίνει χαμηλότερες τιμές  $L^*$  και  $H^\circ$ . Η επίδραση του γονοτύπου μελετήθηκε από τους Dalle Zotte και Ouhayoun (1998), οι οποίοι παρουσίασαν μια σημαντική επίδραση της γενετικής προέλευσης για το χρώμα του κρέατος σε όλες τις παραμέτρους χρώματος.

Η εμφάνιση του κρέατος αποτελεί σημαντικό παράγοντα για τους καταναλωτές, και επομένως η επιλογή θα πρέπει να παρέχει μόνο μικρές διακυμάνσεις στο χρώμα του κρέατος.

Η μέτρηση του χρώματος γίνεται με την βοήθεια φορητού χρωματόμετρου απευθείας στο μυ μετρώντας τις παραμέτρους  $L$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ . Το  $L$  αφορά τη φωτεινότητα, το  $a^*$ , την ένταση του κόκκινου χρώματος, και το  $b^*$ , την ένταση του κίτρινου χρώματος.

#### 4.3.2.3 Ικανότητα Συγκράτησης Νερού

Η ικανότητα συγκράτησης νερού αναφέρεται στην δύναμη με την οποία το κρέας συγκρατεί το νερό που περιέχει φυσιολογικά καθώς και το ξένο νερό που προστίθεται κατά την επεξεργασία του. Η ικανότητα συγκρατήσεως νερού καθορίζεται κυρίως από τις μεταβολές που συμβαίνουν στον μυϊκό ιστό αμέσως μετά τη θανάτωση του κουνελιού. Επηρεάζεται από το είδος, την ηλικία και το φύλο του, την κατάσταση του πριν από τη σφαγή, το είδος του μυός καθώς και την ποσότητα του συνδετικού ιστού.

Η ικανότητα συγκράτησης νερού σε πείραμα των Hernández *et al.*, 2004, βελτιώνεται με την αύξηση της ηλικίας σφαγής. Έτσι, παρατηρείται υψηλότερη ικανότητα συγκράτησης νερού και χαμηλότερο ποσοστό νερού που απελευθερώνεται στην ηλικία των 13 έναντι των 9 εβδομάδων.

Οι Maria *et al.* (2006) μελέτησαν την επίδραση του χρόνου σφαγής (καλοκαίρι και χειμώνα) στην ποιότητα του κουνελίσσιου κρέατος και βρήκαν σημαντική επίδραση της εποχής στην ικανότητα συγκράτησης νερού. Έτσι, τα κουνέλια τα οποία σφάχθηκαν το χειμώνα εμφάνισαν υψηλότερη ικανότητα συγκράτησης νερού.

Η επίδραση της στέγασης στην ικανότητα συγκράτησης νερού περιγράφεται από τους Liste *et al.*, (2009), οι οποίοι παρουσίασαν την επίδραση των διαφορετικών θέσεων τριώροφης κλωβοστοιχίας, με την υψηλότερη ικανότητα συγκράτησης νερού να εμφανίζεται στον επάνω ορόφο. Στο πείραμα των D'Agata *et al.* (2009), δεν παρατηρήθηκε διαφορά στην ικανότητα συγκράτησης νερού, αλλά υπήρξε διαφορά στην απώλεια οπού κατά το μαγείρεμα αναλόγως του συστήματος εκτροφής. Έτσι, κουνέλια που στεγάζονταν σε εξωτερικό χώρο εμφάνισαν μεγαλύτερη απώλεια στο μαγείρεμα, σε σύγκριση με κουνέλια τα οποία εκτρέφονταν σε εσωτερικό χώρο εκτροφής (D'Agata *et al.*, 2009).

#### 2.4.3.2.4 Συνεκτικότητα

Η συνεκτικότητα του κρέατος συμβάλει στην καλύτερη εμφάνισή του, γι' αυτό το λόγο αποτελεί και κριτήριο ποιοτικής αξιολόγησης. Το κρέας θεωρείται καλής ποιότητας όταν οι μύες από τους οποίους απαρτίζεται είναι συμπαγείς και συνεκτικοί. Αντιθέτως, το μαλακό κρέας με χαλαρή εμφάνιση έχει μειωμένη εμπορική αξία και οι μύες από τους οποίους απαρτίζεται έχουν την τάση να αποχωρίζονται με αποτέλεσμα η επιφάνεια κοπής να είναι λιγότερο ελκυστική. Η συνεκτικότητα επηρεάζεται επίσης από την φύση και την ποσότητα του ενδομυϊκού λίπους ( Ρογδάκης, 1993).

### 2.4.3.3 Οργανοληπτικά χαρακτηριστικά

#### 2.4.3.3.1 Τρυφερότητα και ευχυμία

Η τρυφερότητα και η ευχυμία είναι από τα πιο σημαντικά ποιοτικά χαρακτηριστικά. Οι κύριοι παράγοντες που επηρεάζουν την τρυφερότητα είναι η περιεκτικότητα σε κολλαγόνο και η χημική του σύσταση, όπως επίσης η πυκνότητα των μυϊκών ινιδίων. Η τρυφερότητα και η ευχυμία εξαρτώνται επίσης από τις δομικές και χημικές αλλαγές που λαμβάνουν χώρα κατά την ωρίμανση του κρέατος.

Η σκληρότητα του κρέατος πριν από την έναρξη της νεκρικής ακαμψίας αποτελεί ένα γνωστό πρόβλημα που εμφανίζεται σε πολλά είδη και καθορίζεται από την βράχυνση των μυών εξαιτίας της συστολής των σαρκομεριδίων.

Η κύρια φυσική μέθοδος για να αξιολογηθεί η τρυφερότητα του κρέατος βασίζεται στην μέτρηση της δύναμης που απαιτείται για να κοπεί δείγμα κάθετα στην διεύθυνση των μυϊκών ινών. Αυτό μπορεί να γίνει με διαφορετικές συσκευές και διαδικασίες προετοιμασίας δείγματος. Για την μέτρηση της τρυφερότητας χρησιμοποιείται το τρυφερόμετρο με λεπίδες 2 τύπων, την Warner Bratzler (WB) και την Allo Kramer. Η διαφορά τους έγκειται αφ' ενός στη λεπίδα που χρησιμοποιούν και αφετέρου στο μέγεθος του δείγματος. Για το κουνέλι η Warner Bratzler (WB) υιοθετήθηκε ευρέως τα τελευταία χρόνια και η χρήση της συστήνεται από τους Ouhayoun and Dalle Zotte (1996). Η μέση δύναμη διάτμησης του κρέατος κουνελιών μετριέται στο μυ *longissimus lumborum* και είναι 3,6 kg/cm<sup>2</sup> σύμφωνα με τους Arino *et al*, (2006) και Pla, (2008) (όπως παρατίθενται στην εργασία των Bízkoná and Túmoná, 2010). Παρόλα αυτά η χρήση της WB στο κουνέλι απαιτεί την προετοιμασία μικρών δειγμάτων και τεμαχισμό με ακρίβεια μεγέθους και ομοιόμορφης γεωμετρίας. Με την μέθοδο Allo Kramer τα δείγματα προετοιμάζονται πιο εύκολα, καθώς ολόκληρα κομμάτια μαγειρεμένου κρέατος μπορούν να χρησιμοποιηθούν (Bianchi *et al*. 2007).

Οι Davey και Gilbert (1974) όρισαν το μαγείρεμα σαν τη θέρμανση του κρέατος σε υψηλή θερμοκρασία ικανή να μετουσιώσει τις πρωτεΐνες. Η θερμοκρασία και η διάρκεια μαγειρέματος έχουν επίδραση στα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του κρέατος και στην ποιότητα του φαγητού.

Ανάλογα με το είδος του ζώου και την ανατομική θέση του μυός, χρησιμοποιούνται διάφορες μέθοδοι στο μαγείρεμα του κρέατος. Στο κουνελίσιο κρέας οι ενδεδειγμένες μέθοδοι είναι 15-30 λεπτά σε φούρνο στους 200° C ή 1-2,5 ώρες σε πλαστική σακούλα σε υδατόλουτρο 80° C. Οι διάφορες μέθοδοι δυσκολεύουν τη σύγκριση διότι η τελική θερμοκρασία (εσωτερική θερμοκρασία του κρέατος) δεν μπορεί να οριστεί. Επιπλέον, η επίδραση του χρόνου και της διάρκειας του μαγειρέματος στις μηχανικές ιδιότητες του κουνελίσιου κρέατος είναι άγνωστες.

Οι μηχανικές ιδιότητες του κρέατος επηρεάζονται από την πρωτεΐνη του συνδετικού ιστού, το κολλαγόνο. Πολλοί ερευνητές προσπάθησαν να διευκρινίσουν τη συσχέτιση μεταξύ της ποσότητας του κολλαγόνου και της σκληρότητας του κρέατος.

Τα αποτελέσματα είναι αντικρουόμενα. Φαίνεται ότι η ποσότητα του κολλαγόνου επηρεάζει την υφή του κρέατος αλλά δεν μπορεί να καθοριστεί συγκεκριμένη συσχέτιση.

Η σκληρότητα του κρέατος αυξάνεται σε 2 φάσεις καθώς αυξάνεται η θερμοκρασία μαγειρέματος. Η πρώτη αύξηση παρατηρείται μέχρι τους 50° C, ενώ η δεύτερη ανάμεσα στους 65° C και στους 80° C, ενώ παρατηρείται μια μείωση στη σκληρότητα του κρέατος μεταξύ 50 και 65° C (Combes *et al.*, 2004).

Αρκετές μελέτες έχουν παρουσιάσει επίδραση του γονότυπου και της επιλογής στην τρυφερότητα του κρέατος (Arino *et al.*, 2006; Hernández *et al.*, 1998). Πιο συγκεκριμένα οι Arino *et al.* (2006) αναφέρουν ότι η γενετική επιλογή για υψηλό μέγεθος τοκετοομάδας και υψηλό ρυθμό ανάπτυξης είχαν ως συνέπεια τη βελτίωση της τρυφερότητας του κρέατος.

Η μείωση της ικανότητας συγκράτησης νερού συνήθως σχετίζεται με τη μείωση της τρυφερότητας και της υφής του κρέατος (Gault, 1985). Το στρες πριν από τη σφαγή επηρεάζει την υφή του κρέατος και οι επιπτώσεις της μεταφοράς και του χρόνου παραμονής στο σφαγείο μερικές φορές μπορεί να συγχέονται. Το στρες μπορεί όχι μόνο να αυξήσει την παρουσία σκούρου κρέατος και το pH του, αλλά και να αυξήσει την τρυφερότητα.

Οι Carrilho *et al.* (2009) και Pla (2008) στα πειράματά τους δεν παρατήρησαν καμία επίδραση του φύλου στην τρυφερότητα του κρέατος. Οι Carrilho *et al.* (2009) έδειξαν την επίδραση του σύστημα στέγασης στην τρυφερότητα του κρέατος. Τα κουνέλια που εκτρέφονταν βιολογικά παρουσίασαν υψηλότερο ποσό μέγιστης δύναμης διάτμησης στο κρέας τους. Το γεγονός της μειωμένης τρυφερότητας στο κρέας κουνελιών στα οποία πραγματοποιήθηκε βιολογική εκτροφή, πιθανόν να σχετίζεται με την ηλικία τους.

Επίσης, οι Carrilho *et al.* (2009) έδειξαν σε πείραμά τους, ότι υπάρχει αρνητική συσχέτιση μεταξύ της τρυφερότητας και της ικανότητας συγκράτησης νερού στο κουνελίσιο κρέας.

## 2.5 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΚΡΕΑΤΟΣ ΤΩΝ ΚΟΝΙΚΛΩΝ

### 2.5.1 Γενικά

Τα κουνέλια εμφανίζουν ταχύτερη αύξηση σε σύγκριση με τα υπόλοιπα παραγωγικά ζώα. Έτσι το κονικλίδιο στην ηλικία των 8 εβδομάδων έχει πολλαπλασιάσει το Σ.Β. της γέννησής του κατά 28 φορές, σε αντιδιαστολή με το χοιρίδιο το οποίο στην ίδια ηλικία το έχει πολλαπλασιάσει κατά 15-20 φορές. Σχετικά με το συντελεστή εκμετάλλευσης της τροφής (ΣΕΤ), αυξάνεται ανάλογα με την ηλικία όπως και στα υπόλοιπα παραγωγικά θηλαστικά. Κυμαίνεται στις φυλές μέσου Σ.Β. από 2,73 kg/ kg στην ηλικία των 3-5 εβδομάδων και φτάνει τα 4,07 kg/ kg στην ηλικία των 8-11 εβδομάδων. Η ανάπτυξη του λιπώδους ιστού αυξάνεται σημαντικά μετά το βάρος των 2,1 kg Σ.Β., ο ρυθμός αύξησης του οστίτη ιστού παρουσιάζει μείωση από το Σ.Β. των 950 g, ενώ ο μυϊκός ιστός αυξάνεται μέχρι το Σ.Β. των 2450g ( Σφαιρόπουλος, 1993).

Όσον αφορά τις μελέτες πάνω στην εκτίμηση της ποιότητας του κρέατος στο κουνέλι, οι περισσότερες αναφέρονται κυρίως στις μετρήσεις του pH ( Ouhayoun and Delmas, 1988; Blasco and Piles, 1990; Xiccato *et al.*, 1990; Haddad *et al.*, 1994), και πιο πρόσφατα έχουν συμπεριληφθεί στις μελέτες, οι μετρήσεις του χρώματος και του ενδομυϊκού λίπους ( Battaglini *et al.*, 1994; Cabanes-Roiron *et al.*, 1994; Cabanes-Roiron and Ouhayoun, 1994; Xiccato *et al.*, 1994). Οι μετρήσεις του χρώματος, στα περισσότερα είδη κρέατος, όπως το χοιρινό, των αιγοπροβάτων και το βόειο, γίνεται σε κομμάτια μυών. Το κρέας κουνελιού, ακριβώς επειδή πωλείται ολόκληρο ως σφάγιο, απαιτεί οι μετρήσεις στο χρώμα να γίνονται σε διάφορα σημεία της επιφάνειας των μυών και όχι σε κομμένους μυς. Επιπλέον, το χρώμα του επιμήκους ραχιαίου μυός, διαφέρει σημαντικά από το χρώμα των μυών της επιφάνειας του σφάγιου. Έτσι, οι μετρήσεις του χρώματος (a, b) και της φωτεινότητας (L) γίνονται στην εξωτερική επιφάνεια του σφάγιου, στο ύψος του τέταρτου οσφυϊκού σπονδύλου, δηλαδή στην εξωτερική επιφάνεια του μυός *Longissimus lumborum*. Όσον αφορά τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά του κρέατος των κουνελιών, όπως το pH και το λίπος, σύμφωνα με την βιβλιογραφία, οι δύο πιο αντιπροσωπευτικοί μύες για την πραγματοποίηση αυτού του είδους των εκτιμήσεων, είναι ο επιμήκης ραχιαίος και ο δικέφαλος μηριαίος μυς (Blasco and Ouhayoun, 1996).

### 2.5.2 Γενετικοί παράγοντες

Στα κουνέλια, η γενετική ποικιλομορφία μεταξύ των καθαρών φυλών είναι πολύ υψηλή. Το βάρος των ενήλικων έχει αποδειχθεί ότι έχει μεγάλη σημασία για τον καθορισμό του ρυθμού ανάπτυξης, τον βαθμό πρωιμότητας και, τέλος, τη σύσταση του σώματος του κουνελιού (Ouhayoun and Rouvier, 1973, Rochambeau, 1997).

Τα κουνέλια που χρησιμοποιούνται για παραγωγή κρέατος είναι υβρίδια που προέρχονται από προγράμματα γενετικών επιλογών. Τα ζώα που εκτρέφονται έχουν

ώριμο βάρος 4 με 5 κιλά ενώ στην ηλικία σφαγής των 11 με 13 εβδομάδων δεν εμφανίζουν ουσιαστικές διαφορές στο τελικό προϊόν. Τα προγράμματα που χρησιμοποιούνται έχουν στόχο υψηλό ρυθμό ανάπτυξης και μείωση της ηλικίας όπου το ζώο πετυχαίνει το ώριμο σωματικό βάρος. Η επιλογή της γρήγορης ανάπτυξης ευνοεί το γλυκολυτικό μεταβολισμό της ενέργειας στο μυϊκό ιστό με αρνητικές επιπτώσεις στην ποιότητα κρέατος δηλαδή την τρυφερότητα, την ικανότητα συγκράτησης νερού και το τελικό pH, στη γεύση και το χυμώδες, λόγω έλλειψης ενδομυϊκού λίπους (Ouhayon and Dalle Zotte, 1993).

Σύμφωνα με το Σφαιρόπουλο (1993), τα κουνέλια των μικρόσωμων φυλών αποκτούν πολύ γρήγορα το Σ.Β. του ενήλικου, σε διάστημα 3-4 μηνών, σε αντίθεση με τα κουνέλια των βαρύσωμων φυλών (6-8 μήνες). Γενικά, επιδιώκεται τα παχυνόμενα κουνέλια να φτάνουν το Σ.Β. των 2,3-2,8 kg στο μικρότερο χρονικό διάστημα.

Ο αριθμός των ινών που συνιστούν τους μύες, οι διαστάσεις τους και η ισορροπία του μεταβολισμού τους διαφέρουν από τη μία φυλή στην άλλη. Οι παρατηρούμενες αποκλίσεις όμως είναι πολύ μικρές.

### **2.5.3 Ηλικία και Βάρος**

Το σωματικό βάρος του ζώου αυξάνει με την πάροδο της ηλικίας οπότε οι δυο αυτοί παράγοντες είναι αλληλένδετοι και δεν μπορούν να διαπιστωθούν οι επιδράσεις τους μεμονωμένα. Κατά την διάρκεια της ανάπτυξης οι διάφοροι ιστοί του σώματος αναπτύσσονται με διαφορετικούς ρυθμούς -αλλομετρική ανάπτυξη- και οι μεταβολές των αλλομετρικών συντελεστών των οργάνων και των ιστών συμβαίνουν σε διαφορετικά μέρη του σώματος. Η αναβολή της σφαγής, επιτρέπει την καλύτερη έκπτυξη του δυναμικού της ανάπτυξης, με παράλληλη αύξηση του λιπώδους ιστού του σφαγίου και επακόλουθη επιδείνωση του ΣΕΤ, με συνέπεια να μειώσει το οικονομικό αποτέλεσμα της εκτροφής κουνελιών .

Η αλληλεπίδραση του βάρους και της ηλικίας έχει σημαντικές επιπτώσεις στην περιεκτικότητα σε υποδόριο λίπος (Lambertini *et al.*, 1990, Petracci *et al.*, 1999) αλλά και στην περιεκτικότητα των μυών σε λίπος (Ouhayoun, 1988), η οποία αυξάνεται με το βάρος των κουνελιών. Όσο βαρύτερο είναι το κουνέλι (2,2-2,6 kg), τόσο χαμηλότερη είναι η μέση τιμή του pH των μυών, αν το βαρός τους επιτεύχθηκε σε 70 με 77 ημέρες ( Roiron *et al.*, 1992), αλλά δεν διαπιστώθηκαν σημαντικές διαφορές στην ποιότητα του κρέατος.

Η επιλογή του ρυθμού ανάπτυξης έχει μικρότερη επίδραση στην ποιότητα σφαγίου κρέατος όταν τα κουνέλια είναι στο ίδιο στάδιο ωριμότητας. Η επιλογή αυτή μειώνει το ποσοστό μετατροπής της τροφής σε όλα τα εκτρεφόμενα είδη αλλά μπορεί να μειώσει την ποιότητα του σφαγίου και του κρέατος.

Έχει βρεθεί ότι διαφορετικά εμπορικά υβρίδια πρέπει να συγκρίνονται στο ίδιο στάδιο ωριμότητας. Παρόλα αυτά επειδή το βάρος του σφαγίου είναι καθορισμένο στην αγορά μια από τις επιπτώσεις της επιλογής για υψηλό ρυθμό ανάπτυξης είναι λιγότερο



ώριμα ζώα στο καθορισμένο βάρος γιατί η περίοδος ανάπτυξης έχει βραχυυνθεί. Η επιλογή του ρυθμού ανάπτυξης δεν έχει αρνητικά αποτελέσματα στην ποιότητα του σφαγίου στο ίδιο στάδιο ωριμότητας, γιατί δεν υπάρχει αύξηση στην περιεκτικότητα του σφαγίου σε λίπος. Επίσης δεν υπάρχει βελτίωση στην αναλογία κρέας/οστά.

Η χρησιμοποίηση ωρίμων ζώων μειονεκτεί λόγω της υψηλής περιεκτικότητας σε λίπος. Το λίπος απαιτεί περισσότερη ενέργεια για να παραχθεί σε σχέση με το κρέας και βρίσκεται σε ολόκληρο το σφάγιο, στα κουνέλια όμως δεν παίζει σημαντικό ρόλο.

Η ποιότητα του σφαγίου μπορεί να καθοριστεί από διάφορα χαρακτηριστικά αλλά το πιο σημαντικό για τον εκτροφέα είναι το βάρος σφαγίου το οποίο επηρεάζεται από την ζήτηση της τοπικής αγοράς και συχνά αποτελεί εμπόδιο στην προσπάθεια να τροποποιηθούν τα χαρακτηριστικά του σφαγίου (Dalle Zotte, 2002).

Η αναλογία ζων βάρους/βάρος σφαγίου είναι βασικός παράγοντας για σφαγείς και πωλητές όταν τα σφάγια πωλούνταν ολόκληρα ή μισά. Επίσης, η αναλογία των διαφορετικών ιστών (λιπώδης, μυϊκός ιστός) και τα εμπορικά τεμάχια είναι ιδιαίτερα σημαντικά για τους σφαγείς όταν τα σφάγια είναι τεμαχισμένα (σε εμπορικά τεμάχια) ή πωλούνται σαν επεξεργασμένο κρέας. Η ποιότητα του κρέατος κουνελιού μπορεί να περιγραφεί από τα φυσικοχημικά και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά τα οποία είναι πιο σημαντικά για τον καταναλωτή αλλά σπάνια λαμβάνονται υπόψη από εκτροφείς σφαγείς και πωλητές (Xiccato *et al.*, 1999).

#### 2.5.4 Διατροφή

Παρ' όλο που η διατροφή θεωρείται σημαντικός παράγοντας για την ποιότητα του κρέατος, μόνο μικρές αλλαγές στην σύνθεση του κρέατος και του σκελετού έχουν καταγραφεί εξαιτίας αυτής. Ο βασικός λόγος της μικρής επίδρασης που έχει η διατροφή στο κουνελίσιο κρέας σχετίζεται με τα όρια που υποβάλλονται από την φυσιολογία του πεπτικού, τα οποία είναι πιο στενά σε σχέση με άλλα ζώα (χοίροι, πουλερικά) γεγονός που αποτρέπει μεγάλες μεταβολές στην σύνθεση του σιτηρεσίου (Ouhayoun, 1989, Ouhayoun *et al.*, 1986).

Το λίπος στο κρέας του κουνελιού αποτελείται από 54-60% ακόρεστα λιπαρά οξέα, ενώ το 24% στο σύνολο των λιπαρών οξέων είναι πολυακόρεστα. Η υψηλή ποσότητα των πολυακόρεστων λιπαρών επηρεάζει την καταλληλότητά του για επεξεργασία και αποθήκευση και το κάνει πιο επιρρεπές στην οξείδωση.

Η ποσότητα λίπους στο σιτηρέσιο και η προέλευσή του παίζουν διαφορετικό ρόλο στην ποιότητα του σφαγίου και του κρέατος. Περιεκτικότητα λιπών στην διατροφή σε ποσοστό 3-6% μπορεί να βελτιώσει την απόδοση σε σφάγιο. Αυξάνοντας το λίπος στο σιτηρέσιο η εναπόθεση λίπους αυξάνεται. Επίσης στο κουνέλι λόγω φυσιολογίας του πεπτικού σωλήνα εμφανίζονται διάφορες διαταραχές, όταν το ποσοστό των ινωδών ουσιών είναι μικρότερο από 12% σε κατάσταση πάχυνσης ή 14-15% σε απογαλακτισμένα και μετά τον απογαλακτισμό (Lebas, 1989). Ποσότητα αμύλου μεγαλύτερη από 15% στα απογαλακτισμένα κουνέλια και 25% στα παχυνόμενα μπορεί

να προκαλέσει αρνητικές μεταβολές στην μικροχλωρίδα του εντέρου και να προκαλέσει διάρροια και θάνατο.

Οι αζωτούχες ουσίες δεν επηρεάζονται μόνο από την πεπτικότητα τους και την ορθή ποσότητα των απαραίτητων αμινοξέων αλλά και από την αναλογία μεταξύ πρωτεΐνης και ενέργειας. Η ενέργεια συχνά εκφράζεται ως ο λόγος της πεπτής πρωτεΐνης προς την πεπτή ενέργεια.

Η αύξηση στο σιτηρέσιο της σχέσης πρωτεΐνες/ενέργεια, έχει ως αποτέλεσμα την επιτάχυνση του αυξητικού ρυθμού. Αυτό, όταν η περιεκτικότητα σε ενέργεια μένει σταθερή και αυξάνει μόνο εκείνη σε πρωτεΐνες.

Για να αυξηθεί η περιεκτικότητα του σιτηρεσίου σε πεπτή ενέργεια, ενσωματώνονται σε αυτό έλαια ή ζωικά λίπη. Αν τα λίπη αυτά δεν επιλεγούν προσεκτικά, μπορεί να έχει η χρήση τους σοβαρές δυσμενείς συνέπειες στις φυσικές, χημικές και οργανοληπτικές (ιδιάζουσα γεύση) ιδιότητες του κρέατος. Αυτό, γιατί η σύσταση σε λιπαρά οξέα του λιπώδη ιστού επηρεάζεται από τα λίπη του σιτηρεσίου.

Μελέτες για την επίδραση του επιπέδου διατροφής έδειξαν ότι, εάν τα κουνέλια διατραφούν με λιγότερο από το 85% των αναγκών τους, η ανάπτυξη, η εκμετάλλευση της τροφής, η απόδοση σε σφάγιο, το λίπος και η περιεκτικότητα του σφάγιου σε λίπος θα παρεκτραπούν από τα φυσιολογικά επίπεδα. Συνεπώς, η παραγωγή του κρέατος δεν θα είναι κερδοφόρα (Ferreira and Carregal 1996, Jerome *et al.*, 1998, Perrier 1998, Gondret *et al.*, 1999).

Η επίδραση της περιορισμένης διατροφής στο σφάγιο και την ποιότητα του κρέατος εξαρτάται από το πώς θα υλοποιηθεί. Οι Perrier και Ouhayoun (1996), συγκρίνοντας τρεις τύπους υποσιτισμού (με μέσο βαθμό υποσιτισμού 80% της κατά βούληση κατανάλωσης) παρατήρησαν ότι μια αυστηρή περίοδος υποσιτισμού (70% της κατά βούληση διατροφής) η οποία ακολουθείται από μία πιο ελαστική περίοδο υποσιτισμού (90% της κατά βούληση διατροφής) είναι πιο ευνοϊκή για την ανάπτυξη, την εκμετάλλευση της τροφής, το βάρος του σφάγιου, τον λόγο κρέατος/οστών και την τελική τιμή του pH στο κρέας. Τα αποτελέσματα αυτά οφείλονται στην αντισταθμιστική ανάπτυξη η οποία ευνοεί την αργή ωρίμανση των ιστών, εν προκειμένω των μυών και του λίπους. Παρόλα αυτά, ο Perrier (1998) παρατήρησε ότι, όταν τα κουνέλια υποσιτίζονται στο επίπεδο των 70% της κατά βούληση διατροφής από τις 35 έως τις 56 ημέρες της ηλικίας τους και στη συνέχεια διατρέφονται κατά βούληση μέχρι την 77<sup>η</sup> ημέρα της ηλικίας τους, η αντισταθμιστική ανάπτυξη δεν διασώζει εντελώς την αργή ανάπτυξη των κουνελιών, εάν συγκριθεί με εκείνα που διατράφηκαν κατά βούληση καθ' όλη την περίοδο εκτροφής.

Η ουσιαστική επίδραση της διατροφής στο σφάγιο και στην ποιότητα του κρέατος δεν έχει ποτέ τεκμηριωθεί ερευνητικά. Με την αλλαγή των διατροφικών αναγκών σε ενεργειακό περιεχόμενο μετά τον απογαλακτισμό (η οποία έχει ως συνέπεια τη χρήση σιτηρεσίων με υψηλή περιεκτικότητα σε ενέργεια κατά την διάρκεια της πάχυνσης), η ανάπτυξη, η πρόσληψη τροφής και η απόδοση του σφάγιου δεν φαίνεται να έχουν επηρεαστεί. Αντίθετα, ο δείκτης εκμετάλλευσης της τροφής ήταν

χαμηλότερος και το περινεφρικό λίπος αυξημένο στα κουνέλια που τρέφονται με υψηλής ενέργειας σιτηρέσιο από τον απογαλακτισμό έως την σφαγή (Lebas *et al.*, 1982, Xiccato *et al.*, 1993, Xiccato *et al.*, 1998, Dalle Zotte *et al.*, 1997).

### 2.5.5 Υγιεινή κατάσταση

Η καλή υγεία των ζώων είναι απαραίτητη προϋπόθεση για την επίτευξη καλών αποδόσεων των κουνελιών και την οικονομική βιωσιμότητα των κονικλοτροφικών εκμεταλλεύσεων. Οι οικονομικές απώλειες που προκαλούνται από τις ασθένειες των κουνελιών, συχνά υποτιμούνται. Οι απώλειες αυτές δεν προέρχονται μόνο από θανάτους, αλλά, κυρίως από τις μειωμένες αποδόσεις των ζώων, τη χαμένη εργασία και την υποχρησιμοποίηση των εγκαταστάσεων.

Επίσης η ζήτηση του καταναλωτή επηρεάζεται από τις ανησυχίες για την υγιεινή του κρέατος και την επίδραση που μπορούν να έχουν οι σύγχρονοι τρόποι παραγωγής. Δυο άλλοι παράγοντες που είναι ευρέως διαδεδομένοι σχετίζονται με τα κατάλοιπα και τις προσμίξεις. Ο φόβος ότι, ουσίες που δίνονται στα ζώα για να βοηθήσουν στην ανάπτυξη ή να προστατέψουν ή να θεραπεύσουν μια ασθένεια, εντομοκτόνα που χρησιμοποιούνται σε φυτά τα οποία αργότερα χρησιμοποιούνται για διατροφή ζώων, όπως επίσης συντηρητικά σε επεξεργασμένα προϊόντα κρέατος, μπορεί να αφήσουν υπολείμματα στο κρέας, είναι διαδεδομένος στον αναπτυγμένο κόσμο.

### 2.5.6 Περιβαλλοντικοί παράγοντες

Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις στην ποιότητα του κρέατος αφορούν κυρίως τη θερμοκρασία και την εποχή, στην οποία η θερμοκρασία παίζει σημαντικό ρόλο στην παραγωγή και στην απόδοση σε σφάγιο. Όπως συμβαίνει και σε όλα τα ζώα, έτσι και στα κουνέλια η αύξηση της θερμοκρασίας περιβάλλοντος πάνω από την θερμοουδέτερη ζώνη, μειώνει την πρόσληψη τροφής και κατά συνέπεια, το ρυθμό ανάπτυξης με αποτέλεσμα να μειωθεί το εμπορικό βάρος του σφαγίου κατά την σφαγή. Ομοίως, η θερμοκρασία κάτω από την θερμοουδέτερη ζώνη επηρεάζει το ρυθμό ανάπτυξης λόγω του υπάρχοντος θερμοστατικού μηχανισμού και των υψηλότερων ενεργειακών απαιτήσεων των ζώων για θερμορρύθμιση (Prud'homme, 1976). Παρόλα αυτά, εάν η θερμοκρασία περιβάλλοντος μπορεί να ρυθμιστεί στην θερμοουδέτερη ζώνη του κουνελιού (10° -20°), οι εποχιακές επιπτώσεις στον ρυθμό ανάπτυξης μπορούν να μειωθούν σημαντικά (Rouvier, 1970). Για τη βελτίωση του ρυθμού ανάπτυξης σε υψηλές περιβαλλοντικές θερμοκρασίες, φαίνεται χρήσιμη η αύξηση της ενεργειακής πυκνότητας του σιτηρεσίου με την προσθήκη λίπους (Cervera *et al.*, 1997).

Τα κουνέλια, ιδιαίτερα των βελτιωμένων φυλών, παρουσιάζουν δυσκολίες στην αντιμετώπιση των απότομων αλλαγών της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος.

Η σχετική υγρασία συνιστάται να είναι σταθερή και όχι κατώτερη των 55%. Το κουνέλι ευκολότερα ανέχεται τους υψηλούς αλλά σταθερούς βαθμούς υγρασίας από

ό,τι τους χαμηλούς. Υψηλή σχετική υγρασία σε συνδυασμό με υψηλή θερμοκρασία, που πλησιάζει εκείνη του σώματος, προκαλεί στο κουνέλι δυσφορία, ταχύπνοια και αναπνευστικά προβλήματα (Σφαιρόπουλος, 1993).

Σε πείραμα που πραγματοποιήθηκε ο Van der Horst *et al.* (1999) σύγκρινε την στέγαση των κουνελιών σε 2 διαφορετικούς τύπους, τον κλασικό με 16 κουνέλια /m<sup>2</sup>, έναντι σε 8 κουνέλια/m<sup>2</sup>. Οι μετρήσεις έδειξαν ότι τα ζώα που μεγαλώνουν σε ομάδες των 8/m<sup>2</sup>, είχαν χαμηλότερο ρυθμό ανάπτυξης και μικρότερες αποδόσεις εξαιτίας της φυσικής δραστηριότητας. Κατά συνέπεια είχαν μεγαλύτερη διάρκεια πάχυνσης και σφάζονταν αργότερα.

Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του κρέατος επηρεάζονται λιγότερο από τις θερμοκρασιακές συνθήκες. Οι Chiericato *et al.* (1996a) παρατήρησαν ότι τα κουνέλια που εκτρέφονται σε υψηλή θερμοκρασία, σε σύγκριση με εκείνα που εκτρέφονται στη θερμοουδέτερη ζώνη, παρουσιάζουν κρέας πιο χλωμό και με λιπίδια που έχουν υψηλότερο ποσοστό κορεσμένων λιπαρών οξέων.

### 2.5.7 Συνθήκες πριν από τη σφαγή

Η επίδραση των συνθηκών πριν από τη σφαγή στην ποιότητα του κρέατος κουνελιών δεν έχει διερευνηθεί πλήρως. Σε πείραμα που έγινε με νηστεία (νερού, φαγητού) δεν βρέθηκαν σημαντικές επιδράσεις. Το μόνο που παρατηρήθηκε ήταν μια μεταβολή στο τελικό pH του μύος, το οποίο αυξήθηκε και μείωση στη φωτεινότητα του κρέατος, λόγω της νηστείας (Ouhayoun and Lebas, 1994). Επίσης, οι Masoero *et al.* (1992) παρατήρησαν μια θετική μείωση του pH σε νηστικά κουνέλια. Ο χειρισμός πριν από τη σφαγή και συγκεκριμένα κατά τη μεταφορά μπορεί να αυξήσει την απώλεια σωματικού βάρους (Masoero *et al.*, 1992) από 1,4 έως 4,6% με την αύξηση της μεταφοράς από 1 έως 7 ώρες (Luzi *et al.*, 1994). Το κρέας που προέρχεται από κουνέλια που είχαν μεταφερθεί σε μεγάλες αποστάσεις παρουσίασε συχνότερα υψηλότερο pH και κατά συνέπεια μεγαλύτερη ΙΣΝ, ήταν πιο σκοτεινό και εμφάνισε και μικρή αύξηση της τρυφερότητας (Ouhayoun and Lebas, 1994, Dalle Zotte 1995). Τα αποτελέσματα αυτά δείχνουν ότι οι επεμβάσεις πριν από τη σφαγή δεν οδηγούν σε σημαντικές τροποποιήσεις στην ποιότητα του κρέατος ή σε ανωμαλίες, όπως τύπος κρέατος PSE ή DFD. Αντίθετα, η βραχυπρόθεσμη μεταφορά μπορεί να βελτιώσει τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του κρέατος των κουνελιών, καθιστώντας το πιο τρυφερό και πιο χυμώδες.

### 2.5.8 Μέθοδοι αναισθητοποίησης

Όποια μέθοδος αναισθητοποίησης και να χρησιμοποιηθεί έχει σαν αποτέλεσμα την εμφάνιση κατάστασης στρες, το οποίο γίνεται εμφανές από την απελευθέρωση κατεχολαμινών που σχετίζονται με την εξάντληση ενεργειακών αποθεμάτων και την μείωση του επιπέδου οξύτητας (pH) (Hulot and Ouhayoun, 1999).

Η ηλεκτροαναισθησία σε υψηλή συχνότητα (4000 Hz) αν συγκριθεί με το ηλεκτροσόκ (270 V, 50 Hz) μπορεί να αυξήσει την έκκριση αδρεναλίνης επιταχύνοντας την εμφάνιση της νεκρικής ακαμψίας, χωρίς να τροποποιηθεί το pH. Ωστόσο, η πρώτη μέθοδος, είναι πολύ επικίνδυνη για το χειριστή καθώς και για το κουνέλι είναι επίσης οδυνηρή και προκαλεί μετέπειτα μυϊκές συσπάσεις οι οποίες μπορεί να προκαλέσουν κατάγματα στα οστά. Για τους παραπάνω λόγους, η ηλεκτροαναισθησία σε υψηλή συχνότητα δεν χρησιμοποιείται στην πράξη. Σήμερα, η πιο κοινή νόμιμη μέθοδος αναισθητοποίησης στην κονικλοτροφία είναι το ηλεκτροσόκ (μέχρι και 320 V, 50 Hz) ακολουθούμενη από την κοπή της σφαγίτιδας και της καρωτίδας. Σε σύγκριση με την απευθείας κοπή του λαιμού και την εξάρθρωση του λαιμού, το ηλεκτροσόκ ευνοεί την μείωση των μυϊκών αποθεμάτων ενέργειας (ATP, PC, γλυκογόνο) και προκαλεί την βράχυνση του σαρκομεριδίου αλλά δεν φαίνεται να έχει επίδραση στο pH, στην διαδικασία ωρίμανσης και στην τρυφερότητα του κρέατος (Ouhayoun, 1988).

### **2.5.9 Βάρος σφαγίου**

Οι αναλογίες των διαφόρων τύπων μυϊκών ινών μεταβάλλονται καθώς αυξάνει το σωματικό βάρος του ζώου. Από βιοχημικής πλευράς οι μεταβολές αυτές αντιστοιχούν σε μείωση της οξειδωτικής ενζυμικής ενεργότητας, προς όφελος της γλυκολυτικής. Μετά τον απογαλακτισμό, η γλυκολυτική ενεργότητα αυξάνει στους λευκούς μύες των κουνελιών, ενώ η οξειδωτική μειώνεται αισθητά στους ερυθρούς (Τσιτσάμης, 1995).

### **2.5.10 Τεχνολογικοί παράγοντες**

Η μετάβαση από το μυ στο κρέας συνοδεύεται από αλλαγές σε πολλούς μεταβολίτες όπως (γλυκογόνο, γαλακτικό οξύ, ATP, φωσφατάση) και φυσικοχημικές ιδιότητες (pH, συστατικότητα). Ο τύπος ψύξης μπορεί να επηρεάσει σε μέτριο βαθμό το σωματικό βάρος κρέατος, τη βιοχημική εξέλιξη του μυός σε κρέας και την ανάπτυξη βακτηρίων. Όλα αυτά εξαρτώνται από το πόσο επηρεάζεται η επίτευξη του τελικού pH. Για λόγους υγιεινής τα σφάγια πρέπει αμέσως να ψύχονται. Όσο πιο γρήγορα ψύχεται ένα σφάγιο τόσο πιο χαμηλός είναι ο ρυθμός που επιτυγχάνεται το τελικό pH, και ενδεχομένως τόσο πιο υψηλή είναι η ικανότητα συγκράτησης νερού με θετικό αντίκτυπο στην απόδοση σε σφάγιο. Όμως, επηρεάζεται και η σύσταση του μυός. Όταν η ψύξη γίνει σε θερμοκρασία κάτω από τους 0° C η εξάντληση του ATP και η νεκρική ακαμψία επιταχύνεται εξαιτίας μιας ανωμαλίας στο μεταβολισμό της ενέργειας των γλυκολυτικών ινών. Επίσης, πρέπει να λαμβάνεται υπόψη και η διάρκεια της ψύξης. Η επίδραση της διάρκειας ψύξης στο κρέας φάνηκε να αφορά πιο άμεσα τους καταναλωτές σε σχέση με το χρόνο έναρξης της ψύξης (Cabanes et al., 1996).

Το κρέας του κουνελιού μπορεί να αλλάξει εμφάνιση με το χρόνο αποθήκευσης, μπορεί να γίνει πιο σκούρο και σκληρό ή υγρό ανάλογα με το πώς είναι συσκευασμένο. Αυτό έχει συνέπειες στην αποδοχή που έχει από τους καταναλωτές. Στην

πραγματικότητα ο καταναλωτής συσχετίζει την ποιότητα και την φρεσκάδα με το καλό χρώμα του άπαχου κρέατος. Για αυτούς τους λόγους οι συνθήκες αποθήκευσης θα πρέπει να ληφθούν υπόψη για να αξιολογηθούν οι μέθοδοι συσκευασίας. Το κρέας του κουνελιού θεωρείται από τον παραδοσιακό καταναλωτή ότι έχει σωστές (οργανοληπτικές) ιδιότητες, είναι τρυφερό άπαχο και έχει λεπτή γεύση. Παρόλα αυτά ο κύριος λόγος μη αποδοχής του είναι η γεύση κυνηγιού που έχει εξαιτίας της περιεκτικότητάς του σε λιπαρά και της σύνθεσης των λιπαρών οξέων.

## Δ. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

### 1. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

#### 1.1 Γενικά

##### 1.1.1 Ζωικό υλικό

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε σε πειραματικές εγκαταστάσεις του Εργαστηρίου Γενικής και Ειδικής Ζωοτεχνίας και του Εργαστηρίου Φυσιολογίας Θρέψεως και Διατροφής του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών.

Χρησιμοποιήθηκαν είκοσι έξι κονικλομητέρες υβρίδιο Hyla με κύριο γενετικό υλικό Νέας Ζηλανδίας (Εικόνα 3), και πιο συγκεκριμένα το υβριδίου HylaNG ( Hyla Nouvelle Generation), ηλικίας 7 μηνών (η προμήθεια έγινε από τη Φάρμα Τρομπέτα), δεύτερης γαλακτικής περιόδου.

Τα ζώα, την ημέρα της παραλαβής τους στον πειραματικό χώρο σημάνθηκαν και ζυγίστηκαν ατομικά πριν από την έναρξη του πειράματος. Προηγήθηκε τριήμερη προπειραματική περίοδος για την ομαλή προσαρμογή των ζώων στις νέες συνθήκες. Την πρώτη ημέρα στις κονικλομητέρες χορηγήθηκε τροφή ίδια με αυτήν που ταΐζονταν στην εκμετάλλευση προέλευσής τους και η διατροφική τους προσαρμογή στο νέο σιτηρέσιο έγινε σταδιακά σε χρονικό διάστημα τριών ημερών.

Μετά την τριήμερη περίοδο προσαρμογής επαναπροσδιορίστηκε το σωματικό βάρος των ζώων και έγινε τεχνητή σπερματέγχυση σε όλα τα ζώα (Εικόνα 1 και 2) με 0,5 ml σπέρματος / κονικλομητέρα. Η προέλευση του σπέρματος ήταν από κονίκλους του υβριδίου ♂ HylaMax που γενετικά προέρχονταν κυρίως από τη φυλή Καλιφορνίας. Αμέσως μετά τη σπερματέγχυση έγινε ορμονικός χειρισμός με ενδομυϊκή χορήγηση στο μηρό δραστικής ουσίας μπουσερελίνης, ανάλογη της GnRH (Receptal, Intervet, ενέσιμο σκεύασμα), για την πρόκληση ωοθυλακιωρρηξίας. Η τεχνητή σπερματέγχυση πραγματοποιήθηκε στις 10.00 π.μ.



Εικόνα 1: Τεχνητή σπερματέγχυση



Εικόνα 2: Εξοπλισμός τεχνητής σπερματέγχυσης

Η διάγνωση κυοφορίας πραγματοποιήθηκε την 10<sup>η</sup> και την 13<sup>η</sup> ημέρα της κυοφορίας με ψηλάφηση. Το ποσοστό συλλήψεων ανήλθε σε 96% (ένα μόνο ζώο δε συνέλαβε και απομακρύνθηκε από το πείραμα).

Ο χώρος εκτροφής τόσο των κονικλομητέρων όσο και των παχυνόμενων κονικλιδίων, πριν από την άφιξη των ζώων, είχε καθαρισθεί και απολυμανθεί, ενώ εφαρμόστηκε και εντομοκτονία-μυοκτονία. Η απολύμανση των χώρων εκτροφής έγινε με το απολυμαντικό CID 20 για ιούς, βακτήρια και μύκητες. Η εντομοκτονία έγινε με το εντομοκτόνο Fendona 6 SC, που είναι πυρεθρινοειδές εντομοκτόνο επαφής και στομάχου, για την καταπολέμηση ερπόντων και ιπτάμενων εντόμων, καθώς και των προνυμφικών τους σταδίων.

### 1.1.2 Επεμβάσεις- Συνθήκες εκτροφής

Οι κονικλομητέρες χωρίστηκαν τυχαία σε δύο ισάριθμες ομάδες. Η κάθε ομάδα περιελάμβανε 13 ζώα εκ των οποίων, η μία αποτελούσε τον μάρτυρα (Μ) και η δεύτερη την ομάδα που πραγματοποιήθηκε η επέμβαση (Υ) με μειωμένη χορήγηση τροφής η οποία κάλυπτε ποσοτικά το 75% των αναγκών συντήρησης από την 7<sup>η</sup> έως την 27<sup>η</sup> ημέρα της κυοφορίας. Όλα τα ζώα κατά την διάρκεια της πειραματικής φάσης είχαν στη διάθεσή τους νερό, σε 24ωρη βάση.



Εικόνα 3: Κονικλομητέρα υβριδίου HylaNG



Εικόνα 4: Συγκρότημα κλωβοστοιχίας

Οι κονικλομητέρες τοποθετήθηκαν σε ατομικούς κλωβούς και εφαρμόστηκε ατομική διατροφή, όπως παρουσιάζεται στην Εικόνα 4. Υπήρξαν δύο συγκροτήματα κλωβοστοιχιών, διαστάσεων 240 x 200 x Υ 115 cm, με δώδεκα ατομικά διαμερίσματα διαστάσεων 40 x 100 x Υ 39 cm. Οι κλωβοί διέθεταν αυτόματο σύστημα ποτίσματος με πιπίλες, ατομική ταΐστρα καθώς και προσαρμοσμένη φωλιά, ώστε τα διαμερίσματα να τροποποιούνται σε κλωβούς τοκετών. Η απομάκρυνση της κόπρου πραγματοποιούνταν καθημερινά και ο χώρος απολυμαινόταν ανά δεκαπενθήμερο με το απολυμαντικό CID 20. Δύο επιπλέον ατομικοί κλωβοί βρισκόνταν στον ίδιο χώρο για την εκτροφή των δύο, επιπλέον των 24, κονικλομητέρων. Καθημερινά γινόταν καταγραφή της μέγιστης και ελάχιστης θερμοκρασίας. Ο αερισμός ήταν φυσικός και η μέση θερμοκρασία είχε ελάχιστη τιμή 12±4,7 °C και μέγιστη 19,3±5,2 °C καθόλη τη διάρκεια της εκτροφής. Η διάρκεια φωτισμού ήταν 16 ώρες φως (από τις 6 το πρωί μέχρι τις 10 το βράδυ) και 8 ώρες σκοτάδι.



### 1.1.3 Προσδιορισμός κατανάλωσης τροφής και σωματικού βάρους

Καθόλη τη διάρκεια της εκτροφής των κονικλομητέρων (κυοφορία 30-32 ημέρες, γαλουχία 35 ημέρες) γινόταν καθημερινή καταγραφή της κατανάλωσης τροφής και προσδιορισμός του σωματικού βάρους δύο φορές εβδομαδιαίως, πριν από τη χορήγηση της τροφής κατά τις πρωινές ώρες, όπως φαίνεται στην Εικόνα 5.



Εικόνα 5: Ζύγιση κονικλομητέρας



Εικόνα 6: Αιμοληψία

### 1.1.4 Προσδιορισμός βιοχημικών δεικτών

Μία φορά εβδομαδιαίως τόσο κατά την κυοφορία όσο και κατά τη γαλουχία, πριν από τη χορήγηση τροφής, γινόταν αιμοληψία από την κεντρική ωτική αρτηρία (Εικόνα 6) για τον προσδιορισμό της συγκέντρωσης της γλυκόζης στο αίμα.

Η αιμοληψία (5 ml) γινόταν με απλή βελόνα 22g, σε γυάλινα σωληνάκια που περιείχαν 0,1 ml ηπαρίνη ως αντιπηκτικό (Heparin LEO 5000 i.u/ml).

Πριν από την αρτηριοκέντηση γινόταν τοπική εξωτερική εφαρμογή ξυλόλης, για τη διευκόλυνση της αιμοληψίας, λόγω της αγγειοδιαστολής που προκαλεί. Μετά την αιμοληψία γινόταν αμέσως αιμόσταση μηχανικά και τοπική εφαρμογή αλοιφής Beranthol για αποφυγή ερεθισμού προκαλούμενου από την ξυλόλη.

Τα δείγματα αίματος φυγοκεντρούνταν, εντός μίας ώρας από την αιμοληψία, σε ταχύτητα 2000 g στους 4°C για 15 λεπτά για τη λήψη του πλάσματος του αίματος και τον άμεσο προσδιορισμό της γλυκόζης. Η γλυκόζη προσδιορίστηκε ενζυμικά με τη μέθοδο που περιγράφεται από το Trinder (1969). Για την ανάλυση αυτή χρησιμοποιήθηκε τυποποιημένη σειρά αντιδραστηρίων της εταιρίας Biosis.

## 1.2 Περίοδος κυοφορίας

### 1.2.1 Διατροφή

Η ποσότητα της χορηγούμενης τροφής στην ομάδα της επέμβασης κάλυπτε το 75% των αναγκών συντήρησης. Υπολογίστηκε με βάση τις ενεργειακές ανάγκες συντήρησης των κονικλομητέρων που ήταν 430 KJ/ημέρα/kg ΣΒ<sup>0,75</sup> (Xiccato and

Trocino, 2010) και το ενεργειακό περιεχόμενο της χορηγούμενης τροφής. Το ποσό της χορηγούμενης τροφής αντιστοιχούσε στο 75% της ποσότητας τροφής, ενός εμπορικού σιτηρεσίου κνοφορίας κονικλομητέρων. Οι υπολογισμοί έγιναν ατομικά για κάθε ζώο με βάση το σωματικό βάρος στην αρχή της πειραματικής περιόδου.

Η σύνθεση και η χημική σύσταση των σιτηρεσίων που χρησιμοποιήθηκαν κατά τον πειραματισμό παρουσιάζονται στους πίνακες 1 και 2, αντίστοιχα.

**Πίνακας 1:** Ποσοστιαία σύνθεση των σιτηρεσίων κατά τη διάρκεια του πειράματος

Συστατικά	Ποσοστό %		
	Κνοφορίας και Γαλουχίας <sup>1</sup>	Απογαλακτισμο <sup>2</sup>	Πάχυνσης <sup>3</sup>
<b>Κριθάρι</b>	25	11	17
<b>Πίτυρα Σίτου</b>	14	20	23
<b>Σογιάλευρο 44%</b>	9	5	7
<b>Ηλιάλευρο 28%</b>	10	11	11
<b>Μηδικάλευρο 18%</b>	20	31	20
<b>Στέμφυλα σακχαροτεύτων</b>	15	15	15
<b>Σογιέλαιο</b>	1	1	1
<b>Μελάσα</b>	3	3	3
<b>Μαρμαρόσκονη</b>	1	1	1
<b>Φωσφορικό μονο-ασβέστιο</b>	1	1	1
<b>Αλάτι</b>	0,3	0,3	0,4
<b>Λυσίνη HCL 78 %</b>	0,1	0,1	0,1
<b>Μεθειονίνη 99%</b>	0,1	0,1	0,1
<b>Θρεονίνη 99%</b>	0,05	0,05	0,05
<b>Χολίνη CI 60%</b>	0,15	0,15	0,15
<b>Κοκκιδιοστατικό CY</b>	0,1	0,1	0
<b>Ισοροπιστής βιταμινών και ιχνοστοιχείων 0,2%*</b>	0,2	0,2	0,2

<sup>1</sup> Το σιτηρέσιο κνοφορίας-γαλουχίας χορηγήθηκε στις κονικλομητέρες από την τεχνητή σπερματέγχυση έως την 25<sup>η</sup> ημέρα της γαλουχίας.

<sup>2</sup> Το σιτηρέσιο απογαλακτισμού χορηγήθηκε στις κονικλομητέρες από την 26<sup>η</sup> ημέρα της γαλουχίας μέχρι και τον απογαλακτισμό των κονικλιδίων τους.

<sup>3</sup> Το σιτηρέσιο πάχυνσης χορηγήθηκε στα κονικλιδία από την 14<sup>η</sup> ημέρα της πάχυνσης (49<sup>η</sup> ημέρα ζωής) έως τη σφαγή (72<sup>η</sup> ημέρα ζωής).

\*Προσέθεσε ανά kg τροφής: Βιταμίνη Α (Ρετινόλη) 12.500 I.U., Βιταμίνη D<sub>3</sub> (Χολοκαλσιφερόλη) 2.000 I.U., Βιταμίνη Ε (α-τοκοφερόλη) 75 mg, Βιταμίνη Κ<sub>3</sub> (Μεναδιόνη) 3 mg, Βιταμίνη Β<sub>1</sub> (Θειαμίνη) 2 mg, Βιταμίνη Β<sub>2</sub> (Ριβοφλαβίνη) 6 mg, Βιταμίνη Β<sub>6</sub> (Πυριδοξίνη) 3 mg, Βιταμίνη Β<sub>12</sub> (Κυανοκοβαλαμίνη) 20 mcg, Νικοτινικό οξύ 60 mg, Παντοθενικό οξύ 15 mg, Φολικό οξύ 1,50 mg, Βιοτίνη 250 mcg, Ζn (Ψευδάργυρος): ΖnOxide 90 mg, Μn (Μαγγάνιο): Μn(II)Oxide 80 mg, Fe (Σίδηρος): Fe(II)Sulphate 80

mg, Cu (Χαλκός):  $CuSO_4 \cdot 5H_2O$  15 mg, I (Ιώδιο): K-Iodide 1,50 mg, Co (Κοβάλτιο): Co(II)Carbonate 1 mg, Se (Σελήνιο): Na-Selenite 0,10 mg.

**Πίνακας 2 :** Εκτιμώμενη χημική σύσταση (%) και ενεργειακό περιεχόμενο (MJ/Kg) των σιτηρεσίων κατά τη διάρκεια του πειράματος

Ανάλυση	Ποσοστό % του δείγματος		
	Κυοφορίας και Γαλουχίας <sup>1</sup>	Απογαλακτισμο <sup>2</sup>	Πάχυνση <sup>3</sup>
<b>Ξηρά Ουσία</b>	91,26	90,96	90,77
<b>Τέφρα</b>	7,82	9,08	8,52
<b>Πεπτή Ενέργεια</b>	11,3	10,46*	10,67*
<b>Ολικές αζωτούχες ουσίες</b>	16,58	16,38	15,67
<b>Ολικές λιπαρές ουσίες</b>	4,27	4,13	4,20
<b>Ινώδεις ουσίες</b>	18,00	17,30	18,36
<b>Υγρασία*</b>	12,00	12,00	12,00
<b>Ασβέστιο (Ca)*</b>	1,20	1,25	1,15
<b>Φώσφορος (P)*</b>	0,67	0,68	0,64
<b>Νάτριο (Na)*</b>	0,24	-	0,24

<sup>1</sup> Το σιτηρέσιο κυοφορίας-γαλουχίας χορηγήθηκε στις κωνικλομητέρες από την τεχνητή σπερματέγχυση έως την 25<sup>η</sup> ημέρα της γαλουχίας.

<sup>2</sup> Το σιτηρέσιο απογαλακτισμού χορηγήθηκε στις κωνικλομητέρες από την 26<sup>η</sup> ημέρα της γαλουχίας μέχρι και τον απογαλακτισμό των κωνικλιδίων τους.

<sup>3</sup> Το σιτηρέσιο πάχυνσης χορηγήθηκε στα κωνικλίδια από την 14<sup>η</sup> ημέρα της πάχυνσης (49<sup>η</sup> ημέρα ζωής) έως τη σφαγή (72<sup>η</sup> ημέρα ζωής).

\*υπολογισθείσες τιμές

Την πρώτη εβδομάδα κυοφορίας σε όλα τα ζώα η διατροφή ήταν κατά βούληση. Στα ζώα της ομάδας της επέμβασης (Υ) ξεκίνησε ο υποσιτισμός, που κάλυπτε το 75% των αναγκών συντήρησης, την έκτη ημέρα της κυοφορίας. Ο υποσιτισμός των κωνικλομητέρων κατά την διάρκεια της κυοφορίας διήρκεσε 20 ημέρες, δηλαδή έως την 26<sup>η</sup> ημέρα και έκτοτε τα ζώα καταλάωναν τροφή κατά βούληση.

Τα σιτηρέσια που χρησιμοποιήθηκαν κατά την διάρκεια του πειράματος, προέρχονταν από την εταιρεία BIOZΩKAT. Η τροφή χορηγούνταν υπό την μορφή συμπύκτων.

### 1.2.2 Προετοιμασία «φωλιάς» πριν από τον τοκετό

Τρεις ημέρες πριν από τον αναμενόμενο τοκετό προετοιμάστηκαν οι φωλιές στους κλωβούς των κονικλομητέρων. Τοποθετήθηκε πριονίδι σε ύψος 10 cm. Οι κονικλομητέρες μία ή δύο ημέρες πριν από τον τοκετό ξεκίνησαν να μαδούν το τρίχωμα, το οποίο είχε χαλαρώσει, κυρίως από την κοιλιά τους και να στρώνουν με αυτό τη φωλιά.

### 1.3 Περίοδος γαλουχίας

#### 1.3.1 Παρατηρήσεις στον τοκετό

Από τα 25 ζώα που έφθασαν στον τοκετό, τα 5 ζώα γέννησαν την 30<sup>η</sup> ημέρα της κυοφορίας, τα 16 την 31<sup>η</sup> ημέρα και τα 4 την 32<sup>η</sup>. Εντός των 12 πρώτων ωρών από τον τοκετό έγινε καταμέτρηση του αριθμού και του βάρους της τοκετοομάδας. Η θερμοκρασία μέσα στην φωλιά κυμαινόταν από 30-31 °C.



Εικόνα 7: Κονικλίδια την ημέρα της γέννησης



Εικόνα 8: Κονικλίδια ηλικίας 8 ημερών

Για τρεις ημέρες μετά το τοκετό, χορηγήθηκε προληπτικά αντιβιοτικό σε ενέσιμη μορφή 0,5 ml Baytril 5%/κονικλομητέρα, υποδόρια στην περιοχή του τραχήλου.

Στην Εικόνα 7 και 9 εμφανίζονται η τοκετοομάδα και οι κλωβοστοιχίες την 1<sup>η</sup> ημέρα μετά τον τοκετό, ενώ στην Εικόνα 8 παρουσιάζονται κονικλίδια 8 ημερών εντός της φωλιάς.

Την επόμενη ημέρα από τον τοκετό, οι φωλιές των ζώων καθαρίστηκαν από τα επιλόχεια υγρά, και η στρωμνή της φωλιάς αντικαταστάθηκε με νέα. Κατά τον καθαρισμό της στρωμνής των φωλιών και την αντικατάστασή της με νέα στρωμνή δόθηκε ιδιαίτερη προσοχή στα κονικλίδια. Στη νέα στρωμνή εναιωρήθηκε αντιβιοτική σκόνη για την αποφυγή ανάπτυξης μικροβίων.

### 1.3.2 Διαχείριση κονικλιδίων, υιοθεσίες

Το μέγεθος των τοκετοομάδων παρουσίασε παραλλακτικότητα. Για το λόγο αυτό εφαρμόστηκε υιοθεσία την ημέρα γέννησης των κονικλιδίων εντός της κάθε επέμβασης με στόχο, όλες οι κονικλομητέρες να γαλουχούν 9 κονικλίδια.

Τρεις ημέρες μετά τον πρώτο τοκετό ζυγίστηκαν όλες οι τοκετοομάδες με βάση την τοκετοομάδα υιοθεσίας.

Τα κονικλίδια από την ηλικία των 10 ημερών άνοιγαν τα μάτια τους και από την 15<sup>η</sup> ημέρα εξέρχονταν από τη φωλιά και ξεκίνησαν σταδιακά την κατανάλωση τροφής.

Την 14<sup>η</sup> ημέρα μετά τον τοκετό προσδιορίστηκε το βάρος τοκετοομάδας με ατομική ζύγιση των κονικλιδίων.

### 1.3.3 Διατροφή

Μετά τον τοκετό, οι κονικλομητέρες διατρέφονταν κατά βούληση.



Εικόνα 9: Οι κονικλομητέρες μετά τον τοκετό



Εικόνα 10: Οι κονικλομητέρες και τα κονικλίδια

πριν από τον απογαλακτισμό

Από την 26<sup>η</sup> ημέρα της γαλουχίας χορηγήθηκε σταδιακά μίγμα απογαλακτισμού, η σύνθεση του οποίου εμφανίζεται στον Πίνακα 1 και η χημική σύστασή του σύμφωνα με την αναλυτική τακτική Weende, στον Πίνακα 2. Από την 25<sup>η</sup> ημέρα της γαλουχίας χορηγήθηκε, μέσω του νερού, αντιβίωση Neo-Terramycin με ρυθμό 3 ημερών χορήγησης 3 ημερών διακοπής έως τον απογαλακτισμό, για την προληπτική αντιμικροβιακή προστασία των κονικλιδίων.

## 1.4 Περίοδος πάχυνσης

### 1.4.1 Ζωικό υλικό - Επεμβάσεις

Ο απογαλακτισμός των κονικλιδίων πραγματοποιήθηκε σε ηλικία 35 ημερών (Εικόνα 10). Την ημέρα του απογαλακτισμού έγινε σήμανση κάθε ζώου ατομικά, προσδιορίστηκε το σωματικό βάρος και πραγματοποιήθηκε φυλοδιάγνωση. Επιλέχθηκαν τυχαία 144 κουνέλια, και πιο συγκεκριμένα 72 κουνέλια (36 αρσενικά και 36 θηλυκά) ανά επέμβαση, προς πάχυνση για χρονικό διάστημα 37 ημερών έως την ηλικία των 72 ημερών.

Τα κουνέλια μεταφέρθηκαν σε νέες εγκαταστάσεις εκτροφής παχυνόμενων κονικλιδίων και τοποθετήθηκαν σε ατομικούς κλωβούς με ατομική μεταλλική ταΐστρα και ποτίστρα για κάθε ζώο, όπως φαίνεται στις Εικόνες 11 και 12. Οι διαστάσεις των κλωβών ήταν 41 x 33 x Υ 28,5 cm και 37 x 26 x Υ 28 cm. Καθημερινά γινόταν καταγραφή της μέγιστης και ελάχιστης θερμοκρασίας και της σχετικής υγρασίας. Η θερμοκρασία είχε ελάχιστη τιμή  $20,3 \pm 2,3$  °C και μέγιστη  $29,2 \pm 2$  °C καθόλη τη διάρκεια του, ενώ η σχετική υγρασία ήταν κατά μέσο όρο  $68,2 \pm 9$  %. Ο αερισμός ήταν τεχνητός. Η διάρκεια φωτοπεριόδου ήταν 12 ώρες φως και 12 ώρες σκοτάδι.



Εικόνες 11, 12: Ατομικοί κλωβοί πάχυνσης κουνελιών

Ανά δεκαήμερο γινόταν απολύμανση και εντομοκτονία του χώρου εκτροφής.

### 1.4.2 Διατροφή

Σε όλη τη διάρκεια της πάχυνσης εκτός των πρώτων 4 ημερών η διατροφή ήταν κατά βούληση. Τις πρώτες 4 ημέρες η χορήγηση τροφής έγινε σταδιακά και σε ελεγχόμενες ποσότητες, για να την ομαλή διατροφική προσαρμογή από τη διατροφή με μητρικό γάλα και στερεά τροφή, στην κατανάλωση εξ ολοκλήρου στερεάς τροφής. Τα κουνέλια μετά τον απογαλακτισμό διατρέφονταν με το σιτηρέσιο απογαλακτισμού για τις πρώτες 14 ημέρες. Τις επόμενες 23 ημέρες μέχρι τη σφαγή, χορηγήθηκε σιτηρέσιο πάχυνσης κουνελιών. Η σύνθεση εμφανίζεται στον Πίνακα 1, ενώ η χημική σύσταση του σιτηρεσίου, φαίνεται στον Πίνακα 2.

Τις δύο πρώτες ημέρες από τον απογαλακτισμού και στα μέσα της περιόδου πάχυνσης των κουνελιών, την 13<sup>η</sup> και 14<sup>η</sup> ημέρα της πάχυνσης, χορηγήθηκε προληπτικά αντιβίωση (Neo-Terramycin) με το πόσιμο νερό (1g αντιβίωση/1l νερό) .

#### **1.4.3 Προσδιορισμός σωματικού βάρους και κατανάλωσης τροφής**

Το σωματικό βάρος των κονίκλων προσδιοριζόταν με ατομική ζύγιση εβδομαδιαία κατά τις πρωινές ώρες.

Ο προσδιορισμός της κατανάλωσης τροφής γινόταν ατομικά εβδομαδιαία σε κάθε ζώο και υπολογίστηκε ο συντελεστής εκμετάλλευσης της τροφής, ως kg καταναλισκόμενης τροφής ανά kg αύξησης σωματικού βάρους.

#### **1.4.4 Αιμοληψία-Προσδιορισμός γλυκόζης**

Επιλέχθηκαν τυχαία 32 κονικλίδια (8 αρσενικά και 8 θηλυκά) ανά επέμβαση, για αιμοληψία και προσδιορισμό της γλυκόζης του αίματος. Η αιμοληψία λάμβανε χώρα εβδομαδιαία, πρωινή ώρα, και η διαδικασία είναι όμοια με αυτή που εφαρμοζόταν στις κονικλομητέρες. Πραγματοποιήθηκαν συνολικά τέσσερις αιμοληψίες κατά τη διάρκεια πάχυνσης των κονικλιδίων.

#### **1.4.5 Σφαγή κουνελιών**

Στην ηλικία των 72 ημερών, πραγματοποιήθηκε σφαγή 48 ζώων και πιο συγκεκριμένα 24 ζώων (12 αρσενικά και 12 θηλυκά) ανά επέμβαση, εκ των οποίων τα 32 ζώα ήταν εκείνα που είχαν επιλεγεί για αιμοληψία και άλλα 16 ζώα τυχαία, σε ίδια αναλογία ανά επέμβαση και φύλο, με σκοπό την εκτίμηση των ποιοτικών χαρακτηριστικών του κρέατος και του σφάγιου. Τα κουνέλια ζυγίστηκαν πριν από τη σφαγή και θανατώθηκαν με ηλεκτροαναισθησία και στη συνέχεια ακολούθησε κοπή της τραχηλικής φλέβας και καρωτίδας. Μετρήθηκαν τα βάρη του ήπατος, του λιπώδους ιστού της ωμοπλάτης και του περινεφρικού λιπώδους ιστού (Εικόνα 13). Στο σφάγιο παρέμεινε το δέρμα των άκρων κάτω από τις χώρες των καρπών και των ταρσών. Μετά από παραμονή στους 4°C για 24 ώρες, από τα σφάγια λήφθηκε δείγμα του επιμήκους ραχιαίου μυός (*Longissimus lumborum*) για την εκτίμηση της ποιότητας του κρέατος, αφού προηγουμένως ζυγίστηκε το ψυχρό σφάγιο για υπολογισμό της απόδοσης του σωματικού βάρους σε σφάγιο.



Εικόνα 13: Σφάγια κουνελιών



Εικόνα 14: Τρυφερόμετρο

## 1.4.6 Εκτίμηση της ποιότητας του κρέατος

### 1.4.6.1 pH

Η μέτρηση του pH έγινε απευθείας στο μυ *Longissimus lumborum* εις διπλούν, με τη βοήθεια φορητού pH-μέτρου (Sentron 1001 pH system, Εικόνα 15) 24 ώρες μετά τη σφαγή, σε τομή του μυός. Η ρύθμιση του pH-μέτρου έγινε με ρυθμιστικά διαλύματα pH 4 και 7.



Εικόνα 15: pH-μετρο



Εικόνα 16: Χρωματόμετρο

### 1.4.6.2 Χρώμα

Η μέτρηση έγινε με τη βοήθεια φορητού χρωματόμετρου (Hunter Lab Miniscan XE D65/10, Εικόνα 16) 24 ώρες μετά τη σφαγή ( απευθείας στον επιμήκη ραχιαίο μυ). Το χρωματόμετρο ρυθμίστηκε στην αρχή της διαδικασίας με τη βοήθεια λευκού και μαύρου πλακιδίου με 20 επαναλήψεις ανά πλακίδιο. Για κάθε δείγμα πραγματοποιήθηκαν τρεις μετρήσεις σύμφωνα με την κλίμακα της CIELab. Το L\*, που συμβολίζει τη φωτεινότητα του κρέατος, παίρνει τιμές από 0 για το μαύρο έως 100 για



το απόλυτο λευκό. Το  $a^*$ , εκφράζει την ένταση του κόκκινου χρώματος εάν είναι θετικό και την ένταση του πράσινου χρώματος εάν είναι αρνητικό. Τέλος, το  $b^*$  συμβολίζει την ένταση του κίτρινου χρώματος εάν είναι θετικό και την ένταση του μπλε χρώματος εάν είναι αρνητικό.

#### **1.4.6.3 Ικανότητα συγκράτησης νερού**

Η ικανότητα συγκράτησης νερού (ΙΣΝ) υπολογίστηκε με την μέθοδο της πίεσης. Τοποθετήθηκαν 300 mg κρέατος (Α) μεταξύ δύο απορροφητικών χαρτιών και τοποθετήθηκε δοχείο βάρους 2,250 κιλών για 5 λεπτά. Στη συνέχεια το κρέας ξαναζυγίστηκε (Β) και η ΙΣΝ υπολογίστηκε ως η απώλεια βάρους του κρέατος ως ποσοστό της αρχικής ποσότητας. Δηλαδή,  $ΙΣΝ = (A-B/A)*100$  (Ouhayoun and Dalle Zotte, 1996).

#### **1.4.6.4 Απώλεια οπού κατά το μαγείρεμα**

Η απώλεια οπού κατά το μαγείρεμα (Α.Ο.Μ.) προσδιορίστηκε στον μυ *Longissimus lumborum*. Οι μύες αφαιρέθηκαν από το σφάγιο 24 ώρες μετά την σφαγή. Καθαρίστηκαν από το ορατό λίπος και ζυγίστηκαν (Β1). Στην συνέχεια τοποθετήθηκαν σε θερμοάντοχες σακούλες και εμβαπτίστηκαν σε υδατόλουτρο θερμοκρασίας (80° C) για 1 ώρα. Ακολούθως αφέθηκαν να ψυχθούν κάτω από τρεχούμενο νερό για 15 λεπτά μέχρι να αποκτήσουν θερμοκρασία περιβάλλοντος και ζυγίστηκαν πάλι (Β2).

Η απώλεια οπού κατά το μαγείρεμα υπολογίστηκε από τη διαφορά του βάρους των μυών πριν και μετά το μαγείρεμα και εκφράστηκε επί τοις εκατό του αρχικού βάρους, δηλαδή  $A.O.M. = (B1-B2)*100/B1$  (Ouhayoun and Dalle Zotte, 1996).

#### **1.4.6.5 Τρυφερότητα**

Η τρυφερότητα μετρήθηκε μέσω υπολογισμού της δύναμης διάτμησης. Η μέτρηση πραγματοποιήθηκε σε τρυφερόμετρο (Zwick Testing Machine Z2.5/TN1S, Zwick GmbH & Co, Γερμανία) συνδεδεμένου με ηλεκτρονικό υπολογιστή, με λεπίδα Warner Bratzler (Εικόνα 14).

Για τον προσδιορισμό της δύναμης διάτμησης αποκόπηκαν (μετά το μαγείρεμα) από το κέντρο του μύος *Longissimus lumborum* 3 δοκίμια ανά ζώο, 1x1x4 cm. Η τομή πραγματοποιήθηκε κάθετα στις μυϊκές ίνες με ταχύτητα 100 mm/min. Συγκεκριμένα υπολογίστηκε η μέγιστη δύναμη (N) που απαιτείται για τη διενέργεια της τομής (Ouhayoun and Dalle Zotte, 1996).

#### 1.4.6 Ενδομυϊκό λίπος

Η μέτρηση έγινε σύμφωνα με την μέθοδο των Folch et al. (1957). Τα δείγματα ομογενοποιήθηκαν σε διάλυμα 2:1 χλωροφόρμιου:μεθανόλης, σε 20πλάσιο όγκο από αυτό του αρχικού δείγματος, έως ότου πραγματοποιήθηκε η διάλυση του δείγματος. Αργότερα το ομογενοποιημένο διάλυμα παρέμεινε 60 λεπτά σε θερμοκρασία δωματίου και συνέχεια αναδεύτηκε με αποσταγμένο νερό σε αναλογία 5:1 για 20 λεπτά. Το παραγόμενο διάλυμα διαχωρίστηκε σε δύο φάσεις, αφού παρέμεινε σε προχοΐδα για 24h. Το ενδομυϊκό λίπος παραλήφθηκε από την κατώτερη στιβάδα, σε προζυγισμένο ποτηράκι ζέσεως, το οποίο τοποθετήθηκε σε κλίβανο (70°C), ώστε να εξατμιστεί το χλωροφόρμιο. Το ποτηράκι ζυγίστηκε πάλι και το λίπος υπολογίστηκε βάσει της διαφοράς του βάρους του ποτηριού πριν και μετά την εξάτμιση (% του αρχικού βάρους του δείγματος).

#### 1.4.7 Στατιστική ανάλυση

Ο πειραματικός σχεδιασμός έγινε σύμφωνα με το εντελώς τυχαιοποιημένο σχέδιο με ανεξάρτητη μεταβλητή τη διατροφική επέμβαση, δηλαδή τον περιορισμό της χορηγούμενης τροφής στο 75% των αναγκών συντήρησης. Η ομάδα των ζώων που διατρέφονταν κατά βούληση αποτελούσε το μάρτυρα. Η πειραματική μονάδα τόσο για τα αναπαραγωγικά χαρακτηριστικά των κονικλομητέρων όσο και για τα παραγωγικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά των κονικλιδίων ήταν το ζώο. Όλες οι αναλύσεις έγιναν με το μικτό γραμμικό πρότυπο, Proc Mixed, του στατιστικού προγράμματος SAS (SAS, 2005).

Πιο συγκεκριμένα η στατιστική ανάλυση των παραμέτρων που μετρήθηκαν στις κονικλομητέρες έγινε με σταθερή επίδραση τον υποσιτισμό.

Η στατιστική ανάλυση των μετρήσεων στα κονικλίδια έγινε με σταθερές επιδράσεις τον υποσιτισμό, το φύλο και την αλληλεπίδρασή τους, ενώ η κονικλομητέρα, εντός του υποσιτισμού, ήταν ο τυχαίος παράγοντας στο μικτό γραμμικό πρότυπο που εφαρμόστηκε.

Για τη στάθμη της γλυκόζης στο αίμα των κονικλομητέρων και των κονικλιδίων και τις παραγωγικές παραμέτρους στα κονικλίδια δηλαδή, το σωματικό βάρος, τη κατανάλωση τροφής, και το συντελεστή εκμετάλλευσης της τροφής η ανάλυση έγινε με το προαναφερθέν μικτό γραμμικό πρότυπο με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις. Ο επαναλαμβανόμενος παράγοντας ήταν η ηλικία των ζώων.

Παράμετροι που εκφράζονται σε ποσοστά αναλύθηκαν μετά από λογαριθμική μετατροπή ώστε να ικανοποιούνται οι προϋποθέσεις που απαιτούνται για την ανάλυση διακύμανσης.

Το επίπεδο σημαντικότητας ορίστηκε σε  $P=0,05$ . Όπου έγιναν πολλαπλές συγκρίσεις μέσω των όρων αυτές έγιναν με τη μέθοδο Bonferroni.

Όλα τα αποτελέσματα παρουσιάζονται ως μέσοι όροι ελαχίστων τετραγώνων  $\pm$  τυπικό σφάλμα.

Το πρωτόκολλο πειραματισμού εγκρίθηκε από την επιτροπή Βιοηθικής και Δεοντολογίας του Τμήματος Επιστήμης Ζωικής Παραγωγής και Υδατοκαλλιεργειών του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών.

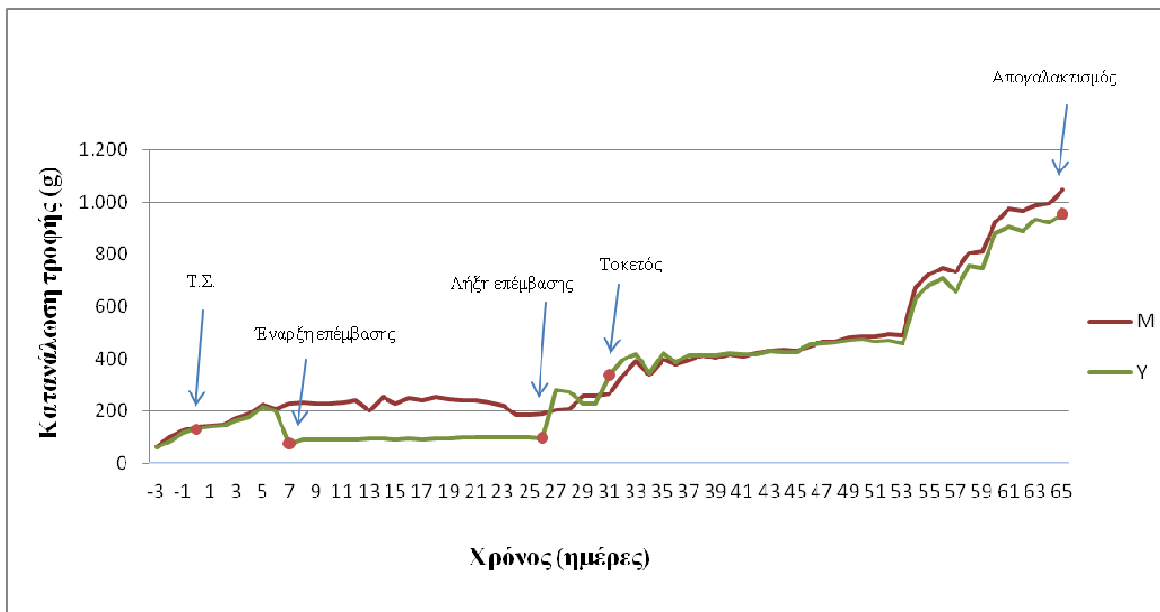
## 2. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ

### Α. Παραγωγικά και αναπαραγωγικά χαρακτηριστικά κονικλομητέρων

#### 2.1. Κατανάλωση τροφής

Στο διάγραμμα 2.1.1. παρουσιάζεται η μέση ημερήσια κατανάλωση τροφής των κονικλομητέρων από την ημέρα παραλαβής τους μέχρι και τον απογαλακτισμό των κονικλιδίων τους. Οι κονικλομητέρες τις πρώτες ημέρες καταλάωναν περιορισμένη ποσότητα τροφής, λόγω της καταπόνησης της μεταφοράς και της αλλαγής περιβάλλοντος, έως ότου να προσαρμοστούν στο νέο τους χώρο. Από την ημέρα 0, που ορίζεται η ημερομηνία της τεχνητής σπερματέγχυσης (Τ.Σ.), μέχρι την 6<sup>η</sup> ημέρα της κυοφορίας πραγματοποιήθηκε μια σταδιακή αύξηση της κατανάλωσης τροφής και στις δύο ομάδες, χωρίς να παρατηρηθούν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων ( $P>0,05$ ).

**Διάγραμμα 2.1.1** Εξέλιξη της μέσης ατομικής ημερήσιας κατανάλωσης τροφής των κονικλομητέρων (και των τοκετοομάδων τους μετά την 46<sup>η</sup> ημέρα) στις δύο πειραματικές ομάδες, από την ημέρα παραλαβής τους μέχρι τον απογαλακτισμό των κονικλιδίων.



*M: κατά βούληση διατροφή, Y : διατροφή στο 75% των αναγκών συντήρησης*

Από την 7<sup>η</sup> ημέρα αρχίζει η εφαρμογή της επέμβασης στην ομάδα του υποσιτισμού, με αποτέλεσμα να παρατηρείται μία απότομη πτώση της ημερήσιας κατανάλωσης τροφής για τα υποσιτιζόμενα ζώα έως την 27<sup>η</sup> ημέρα ( $P<0,05$ ). Έκτοτε η διάθεση τροφής ήταν κατά βούληση, με συνέπεια οι υποσιτιζόμενες κονικλομητέρες να καταναλώσουν μεγαλύτερη ποσότητα τροφής την 28<sup>η</sup> και 29<sup>η</sup> ημέρα ( $P<0,05$ ). Στη

συνέχεια και έως τον απογαλακτισμό δεν παρατηρήθηκαν διαφορές στην κατανάλωση τροφής ( $P>0,05$ ).

Στο πείραμα των Mizoguchi *et al.*, (2010) που πραγματοποιήθηκε σε έγκυες και μη έγκυες κονικλομητέρες παρατηρήθηκε ότι ενώ οι έγκυες κονικλομητέρες κατανάλωναν περισσότερη ποσότητα τροφής σε σχέση με τις μη έγκυες μέχρι την 18<sup>η</sup> ημέρα της κυοφορίας, από την 18<sup>η</sup> έως την 28<sup>η</sup> ημέρα παρατηρήθηκε μία σημαντική μείωση της κατανάλωσης τροφής κατά 30%. Τα αποτελέσματα αυτά φαίνεται να συμφωνούν με το παρόν πείραμα όσον αφορά τις κονικλομητέρες της ομάδας του μάρτυρα, όπου μετά την 23<sup>η</sup> ημέρα εμφανίζουν μια μικρή μείωση της κατανάλωσης τροφής έως τον τοκετό, και συγκεκριμένα από 240-250 g/ημέρα σε 180-200 g/ημέρα (Διάγραμμα 2.1.1).

Μετά τον τοκετό και σε όλη την γαλακτική περίοδο, παρατηρείται αύξηση της κατανάλωσης τροφής και στις δύο ομάδες λόγω, τόσο των αυξημένων αναγκών των ζώων (ανάγκες συντήρησης και γαλουχίας) όσο και λόγω της έναρξης κατανάλωσης στερεάς τροφής πλέον και από τα κονικλίδια μετά την 15<sup>η</sup> ημέρα της γαλακτικής περιόδου (46<sup>η</sup> στο διάγραμμα 2.1.1). Επίσης, από την 25<sup>η</sup> ημέρα της γαλακτικής περιόδου (56<sup>η</sup> στο διάγραμμα 2.1.1) μέχρι τον απογαλακτισμό, η ομάδα του μάρτυρα φαίνεται ότι κατανάλωνε περισσότερη τροφή από την ομάδα της επέμβασης χωρίς όμως οι διαφορές να είναι σημαντικές ( $P>0,05$ ).

Στον Πίνακα 2.1.1 παρουσιάζεται η αθροιστική κατανάλωση τροφής των κονικλομητέρων ανά διατροφική επέμβαση στις διάφορες περιόδους κατά τη διάρκεια του πειράματος. Από την ημέρα της εφαρμογής της τεχνητής σπερματέγχυσης μέχρι την έναρξη της επέμβασης του υποσιτισμού (7<sup>η</sup> ημέρα), δεν παρατηρήθηκε καμία στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο ομάδων στην κατανάλωση της τροφής ( $P>0,05$ ). Από την έναρξη της επέμβασης του υποσιτισμού (στο 75% των ενεργειακών αναγκών), η ομάδα της επέμβασης παρουσίασε μειωμένη κατανάλωση τροφής η οποία διαφέρει στατιστικώς σημαντικά από την ομάδα, όπου τα ζώα διατρέφονταν κατά βούληση ( $P<0,0001$ ). Μετά την παύση του υποσιτισμού την 27<sup>η</sup> ημέρα, παρατηρείται μια αύξηση της κατανάλωσης της τροφής στην ομάδα που υποσιτίστηκε, αφού η διατροφή τους ήταν κατά βούληση. Οι κονικλομητέρες της επέμβασης Y κατανάλωσαν περισσότερη τροφή από την ομάδα M, στο χρονικό διάστημα από τη λήξη του υποσιτισμού έως τον τοκετό. Τα υποσιτιζόμενα ζώα προσπάθησαν να αντισταθμίσουν τις διατροφικές απώλειες της προηγούμενης περιόδου μέσα στο επόμενο χρονικό διάστημα των πέντε ημερών, μέχρι δηλαδή τον τοκετό. Όπως φαίνεται και στον Πίνακα 2.1.1 εμφανίζεται στατιστικώς σημαντική διαφορά στην κατανάλωση της τροφής στο διάστημα αυτό ( $P<0,0001$ ). Το αποτέλεσμα αυτό συμφωνεί με την εργασία των Rommers *et al.* (2004) στην οποία οι κονικλομητέρες που υποσιτίστηκαν τις πρώτες δέκα ημέρες της κυοφορίας κατανάλωσαν περισσότερη τροφή κατά 34 g/ημέρα, σε σχέση με την ομάδα του μάρτυρα μετά τη λήξη του υποσιτισμού, από την 11<sup>η</sup> έως την 17<sup>η</sup> ημέρα της κυοφορίας και κατά 20 g/ημέρα από την 18<sup>η</sup> έως την 24<sup>η</sup> ημέρα της κυοφορίας. Την τελευταία εβδομάδα όμως πριν από τον τοκετό, η μέση κατανάλωση τροφής ήταν η ίδια και για τις δύο ομάδες. Επίσης, σε πείραμα των Manal *et al.*, (2010)

παρατηρήθηκε αυξημένη κατανάλωση τροφής μετά τη λήξη του υποσιτισμού στο τελευταίο στάδιο της κυοφορίας στις κονικλομητέρες, των οποίων η διατροφή τους περιορίστηκε στο 1,32 των αναγκών συντήρησης κατά το διάστημα από 15 έως 20 πρώτες ημέρες της κυοφορίας τους.

**Πίνακας 2.1.1 :** Συνολική κατανάλωση τροφής των κονικλομητέρων ανά παραγωγικό στάδιο και διατροφική επέμβαση (ΜΟ ελαχίστων τετραγώνων  $\pm$  τυπικό σφάλμα) .

Στάδιο (ημέρες)	Κατανάλωση τροφής (g)		P
	M	Y	
Αρχή κυοφορίας (0-6)	1229.9 $\pm$ 28.6	1169.6 $\pm$ 31.1	0.1676
Μέσο κυοφορίας (7-26)	4572.3 <sup>a</sup> $\pm$ 75.7	1898.3 <sup>b</sup> $\pm$ 82.3	<.0001
Τέλος κυοφορίας (27-31)	1383.0 <sup>a</sup> $\pm$ 65.9	1898.7 <sup>b</sup> $\pm$ 71.6	<.0001
Γαλουχία Α <sup>1</sup> (31-45)	5708.7 $\pm$ 180.2	5820.5 $\pm$ 195.9	0.6786
Γαλουχία Β <sup>2</sup> (45-66)	13760 $\pm$ 415.2	12937 $\pm$ 451.4	0.1935

*M: κατά βούληση διατροφή, Y : διατροφή στο 75% των αναγκών συντήρησης,*

*ΜΟ σε κάθε γραμμή με διαφορετικούς εκθέτες διαφέρουν σημαντικά (P<0.05)*

*31<sup>η</sup> ημέρα: τοκετός, 45<sup>η</sup> ημέρα: 14<sup>η</sup> ημέρα γαλουχίας, 66<sup>η</sup> ημέρα: απογαλακτισμός*

*<sup>1</sup> αποκλειστικά από κονικλομητέρες, <sup>2</sup> τόσο από κονικλομητέρες, όσο και από κονικλίδια*

Στη συνέχεια της πειραματικής διαδικασίας δεν παρουσιάζεται καμία στατιστικώς σημαντική διαφορά στην κατανάλωση τροφής των κονικλομητέρων. Αξίζει να σημειωθεί ότι από την 14<sup>η</sup> ημέρα της γαλακτικής περιόδου, όπου πραγματοποιείται η έναρξη της κατανάλωσης στερεάς τροφής πλέον και από τα κονικλίδια, παρατηρείται στην ομάδα Μ μεγαλύτερη κατανάλωση τροφής. Το γεγονός αυτό πιθανόν οφείλεται στο διαφορετικό μέγεθος τοκετοομάδας μεταξύ των δύο επεμβάσεων λόγω θνησιμότητας κονικλιδίων στην υποσιτιζόμενη ομάδα μέχρι τον απογαλακτισμό (Πίνακα 2.3.1). Παρόλα αυτά, δεν είναι στατιστικώς σημαντική η διαφορά στην κατανάλωση τροφής στο χρονικό διάστημα από την 14<sup>η</sup> ημέρα της γαλακτικής περιόδου έως τον απογαλακτισμό των κονικλιδίων.

## 2.2 Σωματικό βάρος

Στον Πίνακα 2.2.1 παρουσιάζονται τα μέσα σωματικά βάρη των κονικλομητέρων από την ημέρα παραλαβής μέχρι τον απογαλακτισμό των κονικλιδίων τους. Καθ' όλη τη διάρκεια της επέμβασης του υποσιτισμού, εκτός από τις τρεις τελευταίες ημέρες, δεν εμφανίζεται καμία στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ των μετρήσεων (P>0,05). Την 24<sup>η</sup> ημέρα παρατηρείται τάση μείωσης στο μέσο σωματικό βάρος (P=0,071) μεταξύ των δύο ομάδων, με Σ.Β. 4628g  $\pm$  98,87 και 4359g  $\pm$  102,9 για τα ζώα της ομάδας του μάρτυρα και της επέμβασης, αντίστοιχα. Η διαφορά αυτή

γίνεται πιο εμφανής την 27<sup>η</sup> ημέρα, όπου τα μέσα σωματικά βάρη διαφέρουν σε επίπεδο σημαντικότητας  $P < 0,05$ . Αυτό το αποτέλεσμα μπορεί να δικαιολογηθεί από το γεγονός ότι στο τελευταίο τρίτο της κυοφορίας τα έμβρυα αναπτύσσονται με πολύ έντονο ρυθμό, οπότε οι ανάγκες τους αυτό το διάστημα είναι ιδιαίτερα αυξημένες και γίνεται εμφανής η επίδραση της διατροφικής επέμβασης. Μετά τον τοκετό το σωματικό βάρος των κονικλομητέρων δεν διέφερε στατιστικώς σημαντικά μεταξύ των ομάδων.

**Πίνακας 2.2.1 :** Εξέλιξη του σωματικού βάρους (g) των κονικλομητέρων κατά τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου ανά διατροφική επέμβαση (ΜΟ ελαχίστων τετραγώνων  $\pm$  τυπικό σφάλμα).

Χρόνος (ημέρες)	Σωματικό βάρος (g)		P
	M	Y	
-3	4422 $\pm$ 110.73	4677 $\pm$ 115.25	0.124
0	4262 $\pm$ 100.85	4485 $\pm$ 104.97	0.140
6	4137 $\pm$ 95.35	4400 $\pm$ 99.24	0.069
10	4230 $\pm$ 92.19	4319 $\pm$ 95.95	0.511
13	4368 $\pm$ 95.12	4358 $\pm$ 99.00	0.942
17	4417 $\pm$ 93.62	4410 $\pm$ 97.44	0.960
20	4449 $\pm$ 94.21	4327 $\pm$ 98.06	0.380
24	4628 $\pm$ 98.87	4359 $\pm$ 102.90	0.071
27	4762 $\pm$ 108.52 <sup>a</sup>	4405 $\pm$ 112.96 <sup>b</sup>	0.032
31	4382 $\pm$ 98.89	4440 $\pm$ 102.93	0.686
Μετά τον τοκετό	4293 $\pm$ 99.09	4421 $\pm$ 103.14	0.380
34	4503 $\pm$ 95.57	4516 $\pm$ 99.47	0.923
38	4521 $\pm$ 86.58	4595 $\pm$ 90.12	0.563
41	4641 $\pm$ 86.43	4683 $\pm$ 89.96	0.736
45	4609 $\pm$ 88.38	4653 $\pm$ 91.98	0.735
48	4622 $\pm$ 91.24	4688 $\pm$ 94.96	0.619
52	4592 $\pm$ 84.12	4697 $\pm$ 87.55	0.399
55	4602 $\pm$ 86.46	4681 $\pm$ 89.99	0.531
59	4553 $\pm$ 93.26	4655 $\pm$ 97.07	0.457
62	4517 $\pm$ 90.00	4622 $\pm$ 93.67	0.427
69	4443 $\pm$ 90.78	4579 $\pm$ 94.49	0.310

*M: κατά βούληση διατροφή, Y : διατροφή στο 75% των αναγκών συντήρησης, ΜΟ σε κάθε γραμμή με διαφορετικούς εκθέτες διαφέρουν σημαντικά ( $P < 0.05$ )*

Στο Διάγραμμα 2.2.1 απεικονίζεται σχηματικά η εξέλιξη του μέσου σωματικού βάρους των κονικλομητέρων κατά τη διάρκεια του πειράματος. Όπως φαίνεται, τόσο στο παραπάνω διάγραμμα όσο και στον Πίνακα 2.2.1, οι κονικλομητέρες και των δύο ομάδων κατά το διάστημα από την ημέρα παραλαβής τους μέχρι και την έναρξη της επέμβασης, παρουσιάζουν απώλεια βάρους λόγω της αλλαγής περιβάλλοντος και προσαρμογής στο νέο. Στην ομάδα του μάρτυρα, από την 3<sup>η</sup> μέχρι και την 27<sup>η</sup> ημέρα

κυοφορίας, παρατηρείται αύξηση του σωματικού βάρους. Από την 27<sup>η</sup> ημέρα μέχρι και τις πρώτες ημέρες μετά τον τοκετό, στα ζώα της ομάδας του μάρτυρα παρατηρείται μείωση του σωματικού τους βάρους λόγω του ότι οι κονικλομητέρες της ομάδας του μάρτυρα μείωσαν κατά 20-30 g κατά μέσο όρο την κατανάλωση τροφής τους λίγες ημέρες πριν από τον τοκετό (Διάγραμμα 2.1.1). Κατά τον τοκετό το Σ.Β. των κονικλομητέρων της ομάδας του μάρτυρα μειώθηκε περίπου 300g λόγω του βάρους της τοκετοομάδας κατά τη γέννηση καθώς και στην αποβολή επιλόχειων υγρών. Σε αντίθεση, στην ομάδα της επέμβασης δεν παρατηρήθηκε μείωση, αλλά μικρή αύξηση του σωματικού βάρους, που πιθανόν να οφείλεται στην αυξημένη κατανάλωση τροφής μετά τον υποσιτισμό, λόγω του αντισταθμιστικού φαινομένου ώστε να αναπληρωθούν οι ανάγκες τους σε θρεπτικά συστατικά. Ωστόσο, αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι στην ομάδα του υποσιτισμού παρατηρείται μια πιο σταθερή εξέλιξη του σωματικού βάρους καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος σε σύγκριση με την ομάδα του μάρτυρα που παρουσιάζει έντονες αυξομειώσεις.

Οι Nafeaa *et al.* (2011) εφάρμοσαν υποσιτισμό κονικλομητέρων στο 60% της κατανάλωσης του μάρτυρα κατά την περίοδο του πρώτου μισού της κυοφορίας με μέση ημερήσια ποσότητα τροφής 111g και του δεύτερου μισού της κυοφορίας με ποσότητα 120g και παρατήρησαν ότι ο περιορισμός της τροφής κατά τη διάρκεια του πρώτου μισού της κυοφορίας δεν επηρέασε το σωματικό βάρος των κονικλομητέρων, ενώ περιορισμός της τροφής κατά τη διάρκεια του δεύτερου μισού της κυοφορίας συνοδεύτηκε με σημαντική μείωση του σωματικού βάρους των κονικλομητέρων τόσο κατά την 4<sup>η</sup> εβδομάδα της κυοφορίας όσο και κατά τον τοκετό. Κατά συνέπεια, όταν εφαρμόστηκε κατά βούληση κατανάλωση τροφής στις κονικλομητέρες που προηγουμένως είχαν υποσιτισθεί, η αύξηση του σωματικού βάρους ήταν σημαντικά υψηλότερη από ό,τι στην ομάδα του μάρτυρα η οποία τρεφόταν κατά βούληση καθ' όλη την περίοδο της κυοφορίας (Petreire *et al.*, 1993, Nafeaa *et al.*, 2011). Αντίστοιχα, σε άλλες έρευνες καταγράφεται ότι μετά τον τοκετό, η ομάδα του μάρτυρα εμφάνισε υψηλότερο σωματικό βάρος σε σχέση με τις υποσιτιζόμενες κονικλομητέρες, αλλά στον απογαλακτισμό, όπως και στο παρόν πείραμα, όλες τις κονικλομητέρες είχαν παρόμοια σωματικά βάρη (Rizzi *et al.*, 2008).

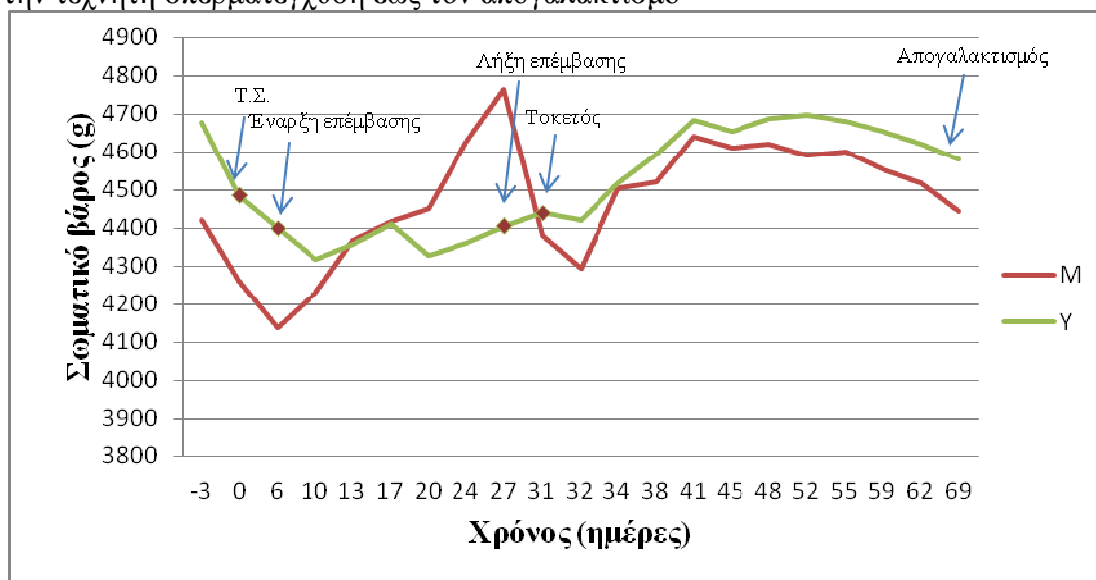
Στο πείραμα των Petreire *et al.* (1993) που πραγματοποιήθηκε υποσιτισμός των κονικλομητέρων κατά την 6<sup>η</sup> έως την 18<sup>η</sup> ημέρα της κυοφορίας, παρατηρήθηκε ότι στις ομάδες που χορηγείτο τροφή 15g και 75 g, εμφανίστηκε μείωση του σωματικού βάρους των μητέρων (πραγματική απώλεια βάρους) σε σύγκριση με τις ομάδες που διατρέφονταν είτε κατά βούληση είτε με 150g ημερησίως. Επίσης, παρατηρήθηκε ότι στην ομάδα που διατρέφονταν με 15g/ημέρα κατά την περίοδο του υποσιτισμού, η κατανάλωση νερού μειώθηκε σημαντικά σε σχέση με την ομάδα της κατά βούλησης διατροφής.

Στο πείραμα των Matsuoka *et al.* (2006) με υποσιτισμό των κονικλομητέρων κατά την κυοφορία, παρατηρήθηκε μείωση του σωματικού βάρους των κονικλομητέρων στις ομάδες που υποσιτίστηκαν, ανεξάρτητα από το βαθμό και το χρονικό διάστημα του υποσιτισμού, σε σχέση με την ομάδα του μάρτυρα. Επίσης,



παρατηρήθηκε έντονη αύξηση και ανάκτηση σωματικού βάρους στις κονικλομητέρες μετά τον υποσιτισμό που διήρκησε από την 6<sup>η</sup> έως την 19<sup>η</sup> ημέρα της κυοφορίας που διατρέφονταν με 60 και 20 g/ημέρα στο διάστημα αυτό. Οι κονικλομητέρες μετά τον υποσιτισμό εμφάνισαν μεγαλύτερη κατανάλωση τροφής σε σχέση με την ομάδα του μάρτυρα. Οπότε, οι δυσμενείς επιδράσεις κατά την περίοδο του υποσιτισμού μπορούν να διορθωθούν και ο μητρικός οργανισμός να επανέλθει στη φυσική του κατάσταση, όταν χορηγηθεί αυξημένη ποσότητα τροφής σύμφωνα με τις ανάγκες αμέσως μετά τον υποσιτισμό (Matsuoka *et al.*, 2006). Η μείωση της κατανάλωσης τροφής αποτελεί σημαντικότερη αιτία για την πρόκληση αποβολών ή πρόωρων γεννήσεων (εμβρυϊκή θνησιμότητα) στα κουνέλια σε σύγκριση με τη μείωση του σωματικού βάρους των κονικλομητέρων (Matsuoka *et al.*, 2006).

**Διάγραμμα 2.2.1 :** Εξέλιξη του μέσου σωματικού βάρους (g) των κονικλομητέρων από την τεχνητή σπερματέγχυση έως τον απογαλακτισμό



M: κατά βούληση διατροφή, Y: διατροφή στο 75% των αναγκών συντήρησης

Στο πείραμα των Matsuoka *et al.* (2009), σε κονικλομητέρες οι οποίες υποσιτίστηκαν κατά την 6<sup>η</sup> έως 28<sup>η</sup> ημέρα της κυοφορίας τους με 20 g τροφής/ημέρα, παρατηρήθηκε μείωση του σωματικού τους βάρους σε όλη τη διάρκεια του υποσιτισμού κατά 0,3 kg, σε σύγκριση με τις κονικλομητέρες που τρέφονταν κατά βούληση στις οποίες παρατηρήθηκε αύξηση του σωματικού βάρους τους κατά 0,4 kg.

Οι Carron *et al.* (2005) πραγματοποίησαν πείραμα με υποσιτισμό των κονικλομητέρων κατά τις ημέρες 7-19 της κυοφορίας, και παρατήρησαν ότι το σωματικό βάρος των κονικλομητέρων ήταν στατιστικώς σημαντικά μειωμένο στις ομάδες που την περίοδο της επέμβασης διατρέφονταν με 55, 35 και 15 g/ ημέρα σε σύγκριση με τις ομάδες που διατρέφονταν με 150, 110 και 75 g/ημέρα. Η αύξηση σωματικού βάρους κατά την κυοφορία ήταν μειωμένη σε όλες τις ομάδες που υποσιτίστηκαν, ανεξάρτητα από την ποσότητα της καταναλωθείσας τροφής ανά ομάδα. Συγκεκριμένα, στην ομάδα στην οποία οι κονικλομητέρες κατανάλωναν 15 g/ημέρα, το σωματικό τους βάρος μειώθηκε κατά 7% από την 7<sup>η</sup> -20<sup>η</sup> ημέρα της κυοφορίας. Η

αύξηση του σωματικού βάρους των κονικλομητέρων ήταν στατιστικώς σημαντικά μεγαλύτερη την περίοδο μετά τον υποσιτισμό (20<sup>η</sup> -29<sup>η</sup> ημέρα κυοφορίας) και συγκεκριμένα κατά 15 g/ημέρα σε κάθε ομάδα.

Σε μελέτη του Rasmussen (1998), ο οποίος χρησιμοποίησε υποσιτιζόμενους επίμυες, κινητοποιήθηκε σωματικό λίπος και παρατηρήθηκε μειωμένη κατανάλωση ενέργειας για συντήρηση και δραστηριότητα, ιδίως όταν ο περιορισμός της τροφής ελάμβανε χώρα λίγο πριν από τον τοκετό. Αυτό θα μπορούσε να αποτελέσει την αιτία της σημαντικής μείωσης στα σωματικά βάρη των υποσιτιζόμενων κονικλομητέρων οι οποίες υπέστησαν περιορισμό τροφής κατά το δεύτερο ήμισυ της κυοφορίας μέχρι τον τοκετό (Nafeaa *et al.*, 2011). Ωστόσο, από την 27<sup>η</sup> ημέρα της κυοφορίας και μετά, εφαρμόστηκε στις υποσιτιζόμενες κονικλομητέρες κατά βούληση διατροφή οπότε ήταν σε θέση να καλύψουν τη διαφορά με την ομάδα του μάρτυρα την 15<sup>η</sup> ημέρα της γαλακτικής περιόδου. Αυτό θα μπορούσε να δικαιολογηθεί από το γεγονός ότι το ζώο κάτω από ποσοτικό και ποιοτικό περιορισμό τροφής, παρουσιάζει αντισταθμιστική ανάπτυξη, ως αποτέλεσμα της αυξημένης πρόσληψης τροφής μετά την περιορισμένη σίτιση (Rizzi *et al.*, 2008).

Σε προβατίνες οι οποίες υποσιτίστηκαν από την 26<sup>η</sup> έως την 135<sup>η</sup> ημέρα της κυοφορίας τους στο 70% των αναγκών συντήρησης, παρατηρήθηκε μείωση του δείκτη της θρεπτικής κατάστασης στο μισό, σε σύγκριση με τις προβατίνες οι οποίες διατρέφονταν με το 100% των αναγκών και είχαν από την τεχνητή σπερματέγχυση μέχρι τέλους δείκτη θρεπτικής κατάστασης 2,5 (Osgerby *et al.*, 2002). Επίσης, σε προβατίνες που υποσιτίστηκαν στο 50% των αναγκών τους από την 28<sup>η</sup> έως την 78<sup>η</sup> ημέρα της κυοφορίας τους, παρατηρήθηκε την 78<sup>η</sup> ημέρα μείωση του σωματικού τους βάρους κατά 7,4%, σε αντίθεση με τις προβατίνες οι οποίες διατρέφονταν στο 100% . Προβατίνες, οι οποίες διατρέφονταν με σιτηρέσιο το οποίο κάλυπτε το 90% των αναγκών συντήρησης στην κυοφορία, εμφάνισαν χαμηλότερο μέσο σωματικό βάρος από τις προβατίνες που το σιτηρέσιο κάλυπτε το 110% των αναγκών σε ενέργεια, συντήρηση και κυοφορία, ενώ μετά τον τοκετό παρουσιάστηκε το αντισταθμιστικό φαινόμενο για τα υποσιτιζόμενα ζώα (Χαρισμιάδου, 1997).

## 2.3 Χαρακτηριστικά τοκετοομάδας

### 2.3.1 Παρατηρήσεις από τον τοκετό έως την υιοθεσία

Στον Πίνακα 2.3.1 παρουσιάζονται οι αναπαραγωγικές παράμετροι των κονικλομητέρων μεταξύ των δύο ομάδων.

**Πίνακας 2.3.1:** Η επίδραση του υποσιτισμού των κονικλομητέρων από την 7<sup>η</sup> έως την 27<sup>η</sup> ημέρα της κυοφορίας στις αναπαραγωγικές παραμέτρους (ΜΟ ελαχίστων τετραγώνων ± τυπικό σφάλμα).

Μεταβλητές	Επεμβάσεις		P
	M	Y	
Διάρκεια κυοφορίας σε ημέρες	31.08 ± 0.17	30.83 ± 0.18	0.330

Μέγεθος τοκετοομάδας στον τοκετό	9.54 ± 1.05	9.75 ± 1.10	0.891
Αριθμός ζωντανών κονικλιδίων στον τοκετό	8.77 ± 1.24	7.67 ± 1.29	0.544
Θνησιγενή κονικλίδια	0.77 ± 0.81	2.08 ± 0.84	0.272
Θνησιγενή κονικλίδια %, log+1	0.32 ± 0.02	0.35 ± 0.02	0.187
Θνησιγενή κονικλίδια %	9%	24%	
Βάρος τοκετοομάδας στον τοκετό (N+Z) (g)	647.23 ± 57.33	489.25 ± 59.67	0.069
Βάρος ζωντανών (Z) κονικλιδίων στον τοκετό (g)	620.54 ± 71.21	416.25 ± 74.12	0.059
Ατομικό βάρος γέννησης κονικλιδίων (g)	70.90 ± 2.63	55.15 ± 3.38	0.0020
Ατομικό βάρος γέννησης ζωντανών κονικλιδίων (g)	71.46 ± 2.54	56.17 ± 3.39	0.0024
Ατομικό βάρος γέννησης νεκρών κονικλιδίων (g)	32.00 ± 26.60	38.80 ± 13.08	0.8335
Βάρος τοκετοομάδας στην υιοθεσία (g)	770.92 ± 42.55	623.64 ± 46.25	0.029
Ατομικό βάρος κονικλιδίων στην υιοθεσία (g)	87.90 ± 3.19	77.36 ± 3.53	0.038
Μέγεθος τοκετοομάδας στην υιοθεσία	8.85 ± 0.41	8.36 ± 0.45	0.435
Βάρος τοκετοομάδας την 14 <sup>η</sup> ημέρα της γαλακτικής περιόδου (g)	2429.31 ± 123.48	2065.64 ± 134.23	0.059
Ατομικό βάρος κονικλιδίων την 14 <sup>η</sup> ημέρα της γαλακτικής περιόδου (g)	283.99 ± 14.38	285.63 ± 15.79	0.940
Μέγεθος τοκετοομάδας την 14 <sup>η</sup> ημέρα της γαλακτικής περιόδου	8.62 ± 0.43	7.55 ± 0.46	0.103
Αύξηση βάρους τοκετοομάδας (0-14 <sup>η</sup> ημέρα)	1658.38 ± 87.99	1442.00 ± 95.66	0.110
Βάρος τοκετοομάδας στον απογαλακτισμό (g)	9182.38 ± 420.08	8018.55 ± 456.67	0.074
Μέγεθος τοκετοομάδας κατά τον απογαλακτισμό	8.62 ± 0.43	7.45 ± 0.46	0.078
Θνησιμότητα έως τον απογαλακτισμό %, log+2	0.3083 ± 0.00585	0.3215 ± 0.00636	0.138
Θνησιμότητα έως τον απογαλακτισμό %	3%	10%	

\*M: κατά βούληση διατροφή, Y: διατροφή στο 75% των αναγκών συντήρησης, N: νεκρά κονικλίδια, Z: ζωντανά κονικλίδια.

Όπως φαίνεται στον Πίνακα 2.3.1, η *διάρκεια της κυοφορίας* δεν διέφερε μεταξύ της ομάδας του μάρτυρα και της επέμβασης. Συγκεκριμένα, η κυοφορία διήρκεσε 31,08 και 30,83 ημέρες, αντίστοιχα. Από τις 25 κονικλομητέρες σε κυοφορία, οι τρεις γέννησαν όλα τα κονικλίδια νεκρά, εκ των οποίων οι δύο ανήκαν στην ομάδα της επέμβασης και η μία στην ομάδα του μάρτυρα.

Από το *μέγεθος της τοκετοομάδας* κατά τη γέννηση φαίνεται ότι το ποσοστό απορροφηθέντων εμβρύων, δεν διέφερε μεταξύ των επεμβάσεων. Η παρούσα μελέτη έδειξε ότι ο υποσιτισμός των κονικλομητέρων κατά το διάστημα από την 7<sup>η</sup> έως την 27<sup>η</sup> ημέρα της κυοφορίας δεν επέδρασε στατιστικώς σημαντικά ούτε στο μέγεθος της τοκετοομάδας κατά τη γέννηση ούτε στον *αριθμό των ζωντανών κονικλιδίων*, αν και οι τιμές ήταν μεγαλύτερες στην ομάδα που τρέφονταν κατά βούληση. (Πίνακας 2.3.1).

Στο παρόν πείραμα δεν παρατηρήθηκαν δυσμορφίες στα κονικλίδια (εξωτερικές, σπλαχνικές ή σκελετικές) που να σχετίζονται με την απώλεια σωματικού βάρους των μητέρων τους, λόγω υποσιτισμού. Τα παραπάνω αποτελέσματα βρίσκονται σε συμφωνία και με τις μελέτες των Petrere *et al.* (1993), των Woodall *et al.* (1996), των Rommers *et al.* (2004), των Carron *et al.* (2005) και των Nafeaa *et al.* (2011), οι οποίοι μελέτησαν την επίδραση του υποσιτισμού των κονικλομητέρων σε διάφορα στάδια της κυοφορίας τους, στην ανάπτυξη των εμβρύων. Μια πιθανή εξήγηση για τα αποτελέσματα αυτά είναι ότι οι νεαρές κονικλομητέρες μπορούν να διατηρούν φυσιολογική την παροχή του αίματος στα έμβρυα κατά τη διάρκεια του υποσιτισμού όπως αποδεικνύεται από αιματολογικά αποτελέσματα σε μελέτη των Nafeaa *et al.* (2011).

Τα *θνησιγενή κονικλίδια* στην ομάδα του μάρτυρα ανήλθαν σε ποσοστό 9%, ενώ στην ομάδα της επέμβασης σε ποσοστό 24%, χωρίς όμως να υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ τους. Ωστόσο, παρατηρήθηκε μια τάση μεγαλύτερων τιμών στην ομάδα M, τόσο στο *βάρος της τοκετοομάδας (N+Z) κατά τη γέννηση* όσο και στο *βάρος των ζωντανών κονικλιδίων κατά τη γέννηση* ( $P=0,069$  και  $P=0,059$ , αντίστοιχα). Στην ομάδα του μάρτυρα το βάρος γέννησης πλησίαζε τα 650 g και στην υποσιτιζόμενη ομάδα ήταν σχεδόν 490 g. Το συνολικό *βάρος των ζωντανών κονικλιδίων* κατά τη γέννηση ήταν μεγαλύτερο στην ομάδα του μάρτυρα σε σύγκριση με την ομάδα της επέμβασης (620.54 g και 416.25 g, αντίστοιχα). Οι διαφορές που παρατηρήθηκαν αποδίδονται περισσότερο στο διαφορετικό ατομικό βάρος των κονικλιδίων μεταξύ των ομάδων ( $P<0,05$ ) και λιγότερο στο διαφορετικό μέγεθος των τοκετοομάδων ( $P>0,05$ ). Πιο συγκεκριμένα, το *ατομικό βάρος γέννησης των κονικλιδίων* της ομάδας M υπερέιχε της ομάδας Y με στατιστικώς σημαντική διαφορά (70,90 g έναντι 55,15 g,  $P<0,01$ ). Επίσης, στο *ατομικό βάρος γέννησης των ζωντανών κονικλιδίων* παρατηρείται στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο ομάδων (71,46 g έναντι 56,17 g,  $P<0,01$ ), εν αντιθέσει με το *ατομικό βάρος γέννησης των νεκρών κονικλιδίων* που δεν διέφερε μεταξύ των επεμβάσεων ( $P>0,05$ , Πίνακας 2.3.1).

Σε μελέτη των Petrere *et al.* (1993) με κονικλομητέρες πραγματοποιήθηκε ευθανασία και νεκροψία των ζώων την 30<sup>η</sup> ημέρα της κυοφορίας. Σε δύο κονικλίδια μιας κονικλομητέρας η οποία διατρέφονταν κατά βούληση, παρατηρήθηκαν

δυσπλασίες στην καρδιά και στη χοληδόχο κύστη. Αντίθετα, σε πείραμα των Carron *et al.* (2005), παρατηρήθηκε αυξημένη συχνότητα εμφάνισης εμβρύων με μη οστεοποιημένα στερνίδια (5 ή 6) σε υποσιτιζόμενες κονικλομητέρες κατά την κυοφορία με αυξημένη παρουσία μη οστεοποιημένων μεταταρσίων, μετακαρπίων και των κοκκυγικών σπονδύλων, χωρίς όμως να υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά. Ο υποσιτισμός των κονικλομητέρων κατά την περίοδο της κυοφορίας μπορεί να οδηγήσει σε ανωμαλίες κατά την οργανογένεση οι οποίες εκφράζονται με αποβολές, μειωμένο βάρος στα έμβρυα καθώς και με μεταβολές στην οστεοποίηση (Rommers, 2003). Επίσης, η παρούσα εργασία συμφωνεί, όσον αφορά το μειωμένο βάρος γέννησης των κονικλιδίων, με τα αποτελέσματα του Rommers (2003).

Σε πείραμα των Matsuoka *et al.*, (2009) σε κονικλομητέρες οι οποίες υποσιτίστηκαν από την 6<sup>η</sup> έως την 28<sup>η</sup> ημέρα της κυοφορίας τους με 20 g/ ημέρα, παρατηρήθηκε ότι τα μισά από τα ζώα που υποσιτίστηκαν, απέβαλαν από την 23<sup>η</sup> -27<sup>η</sup> ημέρα της κυοφορίας. Οι αποβολές, λόγω περιορισμένης σίτισης των κονικλομητέρων στην κυοφορία, οφείλονται στο χαμηλό επίπεδο θρεπτικών συστατικών, στην ανισορροπία παραγόντων που σχετίζονται με την πήξη του αίματος και στις χαμηλές συγκεντρώσεις προγεστερόνης στο αίμα. Στο πείραμα των Petreire *et al.* (1993) που πραγματοποιήθηκε υποσιτισμός (15g/ημέρα) των κονικλομητέρων κατά το διάστημα 6<sup>ης</sup> - 18<sup>ης</sup> ημέρας της κυοφορίας, παρατηρήθηκε ότι στην ομάδα του υποσιτισμού εμφανίστηκαν αποβολές σε τρία ζώα. Το ποσοστό γονιμοποίησης καθώς και ο αριθμός των ζωντανών και νεκρών εμβρύων ήταν παρόμοια μεταξύ των ομάδων (κατά βούληση, 150g, 75g, 15g). Επίσης, στο πείραμα των Matsuoka *et al.*, (2006) παρατηρήθηκαν αποβολές σε όλες τις κονικλομητέρες, οι οποίες διατρέφονταν με 20g/ημέρα από την 6<sup>η</sup> έως την 28<sup>η</sup> ημέρα της κυοφορίας. Στην ίδια εργασία παρατηρήθηκε αυξημένη εμβρυϊκή θνησιμότητα και στην ομάδα των κονικλομητέρων που διατρέφονταν με 20g/ημέρα από την 6<sup>η</sup> έως την 18<sup>η</sup> ημέρα της κυοφορίας σε σχέση με την ομάδα που διατρέφονταν με 60g/ημέρα στο ίδιο χρονικό διάστημα. Επίσης, σε έμβρυα που προέρχονταν από την ομάδα των κονικλομητέρων που διατρέφονταν με 20g/ημέρα από την 19<sup>η</sup> έως την 28<sup>η</sup> ημέρα της κυοφορίας, παρατηρήθηκε παρεμπόδιση της ανάπτυξής τους. Σε αντίθεση με τα παραπάνω, στην παρούσα εργασία δεν παρατηρήθηκαν αποβολές, γεγονός που πιθανόν οφείλεται στο μη έντονο βαθμό υποσιτισμού των κονικλομητέρων κατά την κυοφορία.

Ο υποσιτισμός των κονικλομητέρων μειώνει την εγκατάσταση εμβρύων στη μήτρα και την αύξηση του σωματικού τους βάρους. Παρόλο που παρατηρείται μείωση του σωματικού βάρους των κονικλομητέρων που κυοφορούν, φαίνεται η απότομη πτώση της κατανάλωσης τροφής κατά την περίοδο της κυοφορίας να σχετίζεται περισσότερο με την εμφάνιση αποβολών ή πρόωρων γεννήσεων και όχι τόσο με το μειωμένο σωματικό βάρος των μητέρων (Carron *et al.*, 2005). Στο πείραμα του Carron *et al.* (2005), 6 από τις 15 κονικλομητέρες από την ομάδα που διατρέφονταν με 15 g/ημέρα και 1 από τις 15 κονικλομητέρες από την ομάδα με ποσότητα τροφής 55g/ημέρα, απέβαλαν. Παρατηρήθηκε ότι απέβαλαν τα ζώα που είχαν τη μεγαλύτερη απώλεια σωματικού βάρους κατά την περίοδο του υποσιτισμού, χωρίς όμως ο υποσιτισμός να επηρεάσει τη βιωσιμότητα των εμβρύων. Αυτό βρίσκεται σε συμφωνία

τόσο με την παρούσα εργασία όσο και με το πείραμα των Petrere *et al.* (1993) ο οποίος υποσίτισε κονικλομητέρες από την 6<sup>η</sup> έως την 18<sup>η</sup> ημέρα της κυοφορίας με 15g και 75g/ημέρα.

Σε μελέτη των Nafeaa *et al.* (2011), ο υποσιτισμός των κονικλομητέρων κατά τη διάρκεια του πρώτου μισού της κυοφορίας, δεν εμφάνισε διαφορές στο βάρος της τοκετοομάδας στη γέννηση σε σύγκριση με την ομάδα του μάρτυρα. Αντίθετα ο υποσιτισμός στο δεύτερο μισό της κυοφορίας είχε ως συνέπεια το μικρότερο βάρος τοκετοομάδας, το οποίο είναι σε συμφωνία με την παρούσα μελέτη και μπορεί να αποδοθεί πιθανόν στη σημαντικά μειωμένη συνολική συγκέντρωση πρωτεΐνης η οποία προσδιορίστηκε στον ορό του αίματος των κονικλομητέρων. Είναι γνωστό ότι η σύνθεση του σώματος της μητέρας και το επίπεδο διατροφής της, επηρεάζουν την εμβρυϊκή ανάπτυξη ως αποτέλεσμα των επιδράσεων της διαθεσιμότητας θρεπτικών στοιχείων για το έμβρυο καθώς και των αλλαγών της λειτουργίας και της δομής του πλακούντα (Godfrey, 2002).

Επίσης, σε άλλες μελέτες όπου διερευνήθηκε η επίδραση του επιπέδου διατροφής κατά την πρώτη κυοφορία νεαρών κονικλομητέρων στις αναπαραγωγικές τους αποδόσεις, παρατηρήθηκε μειωμένος αριθμός ζωντανών νεογνών ως αποτέλεσμα του χαμηλού επιπέδου διατροφής κατά στην αρχή της κυοφορίας, καθώς το μέγεθος της τοκετοομάδας αυξάνεται με την αύξηση του σωματικού βάρους των κονικλομητέρων (Rommers, 2003). Σε μελέτη των Matsuzawa *et al.* (1981) παρατηρήθηκε αύξηση του αριθμού των νεκρών εμβρύων λόγω υποσιτισμού στο χρονικό διάστημα των 6-20 ημερών της κυοφορίας με χορηγηθείσα ποσότητα τροφής 20 g/ημέρα (το ποσοστό νεκρών 45,5%) και 60 g/ημέρα (ποσοστό νεκρών 15,4%). Επίσης, οι Clark *et al.* (1986) αναφέρουν αύξηση στην εμβρυϊκή θνησιμότητα κονικλομητέρων που υποσιτίστηκαν από την 6<sup>η</sup> έως την 18<sup>η</sup> ημέρα της κυοφορίας με 15 και 50 g/ημέρα (15,7% και 13,6% νεκρά ή απορροφημένα έμβρυα, αντίστοιχα). Σε πείραμα των Coudert και Lebas (1985) βρέθηκε ότι χαμηλού επιπέδου διατροφή κατά την πρώιμη κυοφορία (στο 75% της κατά βούληση διατροφής μέχρι την 13<sup>η</sup> ημέρα) η οποία επανήλθε στην κατά βούληση διατροφή μέχρι τον τοκετό, οδήγησε σε μειωμένο αριθμό ζωντανών κονικλιδίων.

Από τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας και αντίστοιχων μελετών στη βιβλιογραφία φαίνεται ότι η βιωσιμότητα των εμβρύων τελικά καθορίζεται τόσο από το επίπεδο του υποσιτισμού όσο και από την έναρξη και διάρκεια εφαρμογής του. Όσο πιο μεγάλο το επίπεδο του υποσιτισμού και μεγαλύτερης διάρκειας μετά το δεύτερο μισό της κυοφορίας τόσο μεγαλύτερη η εμβρυϊκή θνησιμότητα.

Στην πειραματική εργασία των Petrere *et al.* (1993), οι κονικλομητέρες που διατρέφονταν με 15 g/ημέρα, το μέσο βάρος των εμβρύων ήταν χαμηλότερο από εκείνο της ομάδας που διατρέφονταν 150 g/ημέρα και της ομάδας που η διατροφή ήταν κατά βούληση καθ' όλη την περίοδο της κυοφορίας. Αυτό είναι σε συμφωνία με την

παρούσα εργασία, αφού τα κονικλίδια της ομάδας της επέμβασης εμφάνισαν χαμηλότερες τιμές στο ατομικό βάρος κατά τον τοκετό.

Σε άλλες μελέτες, παρουσιάζεται σημαντική μείωση στα βάρη των νεογνών από υποσιτιζόμενες κονικλομητέρες για διάφορες χρονικές περιόδους κατά τη διάρκεια της κυοφορίας. Στις περισσότερες περιπτώσεις, το επίπεδο ενέργειας του σιτηρεσίου των κονικλομητέρων επηρεάζει το βάρος γέννησης (υψηλότερο επίπεδο ενέργειας, είχε ως αποτέλεσμα μεγαλύτερο σωματικό βάρος απογόνων στον τοκετό) (Rommers *et al.*, 2001). Αντίστοιχα αποτελέσματα αναφέρουν και οι, Nafeaa *et al.*, (2011). Παρόμοια αποτελέσματα ελήφθησαν και σε προηγούμενες μελέτες, οι οποίες καταγράφουν ότι οι απόγονοι υποσιτισμένων ομάδων κονικλομητέρων εμφάνισαν σημαντικά μικρότερα μεγέθη τοκετοομάδας στη γέννηση και ήταν στατιστικά σημαντικά λιγότερο ζωηρά σε όλες τις ηλικίες ανεξάρτητα από τη διατροφή τους μετά τη γέννηση (Vickers *et al.*, 2003).

Στη μελέτη των Rommers *et al.* (2004), ο υποσιτισμός των κονικλομητέρων τις δέκα πρώτες ημέρες της κυοφορίας δεν επηρέασε το μέγεθος τοκετοομάδας, ενώ η μειωμένη πρόσληψη τροφής κατά την τελευταία εβδομάδα της κυοφορίας επηρέασε το ποσοστό βιωσιμότητας των νεογνών καθώς και το βάρος γέννησής τους. Η ελεύθερη πρόσβαση στην τροφή την τελευταία εβδομάδα της κυοφορίας, έχει θετική επίδραση στην επιβίωση των κονικλιδίων καθώς και στην αύξηση του βάρους γέννησης.

Παρόμοια αποτελέσματα καταγράφηκαν σε πολλές έρευνες που διαπίστωσαν ότι τα κονικλίδια υστερούν στο ρυθμό αύξησης του βάρους του σώματος καθ' όλη την περίοδο της κυοφορίας, ως αποτέλεσμα του υποσιτισμού, αλλά είναι σε θέση να καλύψουν τη διαφορά αυτή, μεταγενέστερα (κυοφορία και γαλουχία), όταν οι μητέρες καλύπτουν πλήρως τις διατροφικές τους ανάγκες, σε σχέση με την ομάδα που τρέφονταν κατά βούληση (Matsuzawa *et al.*, 1981, Clark *et al.*, 1986, Petrere *et al.*, 1993, Woodall *et al.*, 1996, Cappon *et al.* 2005, Nafeaa *et al.*, 2011,)

Επίσης, στο πείραμα των Manal *et al.*, (2010) με υποσιτισμό κονικλομητέρων στις πρώτες 15 και 20 ημέρες της κυοφορίας στις 1,32 φορές των αναγκών συντήρησης, παρατηρήθηκε εμφάνιση στη συνέχεια καλύτερης μητρικής συμπεριφοράς, αυξημένο βάρος κονικλομητέρων στη γέννηση με αυξημένο βάρος τοκετοομάδας και ατομικού βάρους κονικλιδίων, καθώς επίσης μεγαλύτερο βάρος τοκετοομάδας απογαλακτισμού σε σύγκριση με τις αντίστοιχες μετρήσεις της ομάδας του μάρτυρα που διατρέφονταν κατά βούληση σε όλο το διάστημα της κυοφορίας. Ο υποσιτισμός των κονικλομητέρων κατά τις 15 ή 20 πρώτες ημέρες της κυοφορίας δεν είχε καμία επίδραση στα επίπεδα της προγεστερόνης και στην εμβρυϊκή θνησιμότητα.

### **2.3.2 Παρατηρήσεις από την υιοθεσία έως τον απογαλακτισμό**

Οι υιοθεσίες πραγματοποιήθηκαν την ημέρα του τοκετού εντός των ομάδων και τα κονικλίδια ζυγίστηκαν για τον προσδιορισμό του ατομικού βάρους υιοθεσίας, εντός των τριών πρώτων ημερών από τον πρώτο τοκετό. Κατά την υιοθεσία ο αριθμός

κονικλιδίων ανά κονικλομητέρα ήταν σχεδόν ίδιος για όλα τα ζώα (8,85 και 8,36 κονικλίδια ανά τοκετοομάδα για την ομάδα Μ και Υ, αντίστοιχα). Όπως φαίνεται και από τον Πίνακα 2.3.1., παρατηρούνται στατιστικώς σημαντικές διαφορές ( $P < 0,05$ ) για το μέσο βάρος των κονικλιδίων υιοθεσίας, με την ομάδα του υποσιτισμού να έχει μικρότερη τιμή κατά 10,54 g. Συγκεκριμένα το μέσο βάρος τοκετοομάδας κατά την υιοθεσία ήταν 770,92 g για την Μ και 623,64 g για την ομάδα Υ. Ουσιαστικά η διαφορά στο βάρος της τοκετοομάδας στη γέννηση μεταξύ των ομάδων παρατηρήθηκε και στην υιοθεσία, όπως αναμενόταν, αφού οι υιοθεσίες πραγματοποιήθηκαν εντός των ομάδων.

Η στατιστικώς σημαντική διαφορά στο βάρος της τοκετοομάδας υιοθεσίας μεταξύ των δύο ομάδων συνεχίζεται μέχρι και την 14<sup>η</sup> ημέρα μετά τον τοκετό. Το βάρος τοκετοομάδας των κονικλιδίων που ανήκαν στην ομάδα Μ ήταν 2429.31 g, έναντι της ομάδας Υ όπου η τοκετοομάδα είχε βάρος 2065.64 g την 14<sup>η</sup> ημέρα της γαλουχίας. Παρατηρείται διαφορά 364 g, που είναι οριακά στατιστικώς σημαντική ( $P = 0.059$ ), χωρίς αυτή η διαφορά να παρατηρείται μεταξύ των δύο ομάδων στο μέσο ατομικό βάρος των κονικλιδίων την 14<sup>η</sup> ημέρα γαλουχίας. Στα κονικλίδια της ομάδας της επέμβασης παρατηρήθηκε ότι αναπλήρωσαν το βάρος τους μέσω της κατανάλωσης μητρικού γάλακτος μέχρι την 14<sup>η</sup> ημέρα. Η διαφορά στο συνολικό βάρος της τοκετοομάδας την 14<sup>η</sup> ημέρα μετά τον τοκετό, παρόλο που το ατομικό βάρος των κονικλιδίων είναι το ίδιο για τις δύο ομάδες, πιθανόν οφείλεται στο μεγαλύτερο μέγεθος της τοκετοομάδας την 14<sup>η</sup> ημέρα στην ομάδα του μάρτυρα, κατά 0,9 κονικλίδια, αν και η διαφορά δεν εμφανίστηκε στατιστικά σημαντική ( $P = 0,103$ ).

Οι διαφορές στη γαλακτοπαραγωγή εκτιμούνται από τις διαφορές που παρατηρήθηκαν στο ρυθμό ανάπτυξης των κονικλιδίων (Partridge *et al.*, 1986). Στον Πίνακα 2.3.1 παρουσιάζεται και η αύξηση βάρους της τοκετοομάδας από την ημέρα του τοκετού μέχρι την 14<sup>η</sup> για την εκτίμηση της γαλακτοπαραγωγής των κονικλομητέρων των δύο επεμβάσεων όπου η ομάδα του μάρτυρα αναπτύχθηκε γρηγορότερα τις πρώτες 14 ημέρες γαλουχίας από την ομάδα του υποσιτισμού, χωρίς όμως να είναι στατιστικώς σημαντική η διαφορά ( $P > 0,05$ ).

Κατά την ημέρα του απογαλακτισμού (36 ημέρες μετά τον τοκετό), παρατηρήθηκε τάση για μεγαλύτερο βάρος τοκετοομάδας στην ομάδα του μάρτυρα (9182.38 g, έναντι 8018.55 g της ομάδας Υ,  $P = 0,074$ ). Αυτό μπορεί να αποδοθεί στο μικρότερο μέγεθος της τοκετοομάδας κατά ένα κονικλίδιο, περίπου, στην ομάδα του υποσιτισμού κατά τον απογαλακτισμό (8,62 και 7,45 αντίστοιχα,  $P = 0,078$ ). Το ποσοστό θνησιμότητας έως τον απογαλακτισμό ήταν 10% και 3% για την ομάδα της επέμβασης και του μάρτυρα, αντίστοιχα ( $P > 0,05$ ).

Σε συμφωνία με τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης ανευρίσκονται και εκείνα των Nafeaa *et al.* (2011), σχετικά με το ποσοστό θνησιμότητας (%) των απογόνων από τη γέννηση έως τον απογαλακτισμό, τα κονικλίδια που προέρχονταν από υποσιτιζόμενες κονικλομητέρες, κατά τη διάρκεια του δεύτερου μισού της κύησης, έδειξαν ένα σημαντικά υψηλότερο ποσοστό θνησιμότητας (%) από κονικλίδια των οποίων οι μητέρες ανήκαν στην ομάδα του μάρτυρα. Το αποτέλεσμα στην μελέτη των



Nafeaa *et al.* (2011), θα μπορούσε να αποδοθεί στο σημαντικά μειωμένο βάρος τοκετοομάδας κατά τον τοκετό και όχι στην ποσότητα της πρόσληψης του γάλακτος (αφού δεν καταγράφηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ μάρτυρα και υποσιτισμένων κονικλομητέρων στις συγκεντρώσεις προλακτίνης). Επιπλέον, στο πείραμα των Nafeaa *et al.* (2011), ο περιορισμός της τροφής κατά τη διάρκεια του πρώτου μισού της κυοφορίας, αύξησε το μέσο βάρος των νεογνών στο χρονικό διάστημα από τη γέννηση μέχρι τον απογαλακτισμό, σε σύγκριση με αυτά της ομάδας του μάρτυρα, χωρίς όμως να είναι στατιστικώς σημαντικές οι διαφορές. Σύμφωνα με τους Serizawa *et al.* (2006), ανάλογα με τη φυλή του κουνελιού υπάρχει στενή συσχέτιση μεταξύ του βάρους της τοκετοομάδας καθώς και της βιωσιμότητάς τους. Ωστόσο, το αποτέλεσμα αυτό είναι αντίθετο με μια προηγούμενη έρευνα των Rizzi *et al.* (2008), στην οποία καταγράφηκε ανάλογος αριθμός κονικλιδίων κατά τον απογαλακτισμό, καθώς και παρόμοια ποσοστά θνησιμότητας για όλες τις ομάδες (νεογνά που προέρχονταν από την ομάδα του μάρτυρα και νεογνά των οποίων οι μητέρες υποσιτίστηκαν κάτω από διαφορετικά επίπεδα διατροφής).

Σε έμβρυα προβάτων τα οποία υποσιτίστηκαν στο 70% των αναγκών συντήρησης από την 26<sup>η</sup> έως την 135<sup>η</sup> ημέρα της κύησής τους, δεν παρατηρήθηκε σημαντική μεταβολή του σωματικού τους βάρους λόγω μειωμένης κάλυψης των διατροφικών αναγκών των μητέρων τους την 135<sup>η</sup> ημέρα κυοφορίας, σε σχέση με τα έμβρυα της ομάδας των οποίων οι μητέρες διατρέφονταν στο 100% των καθημερινών αναγκών (Osgerby *et al.*, 2002). Ωστόσο, τα υποσιτιζόμενα έμβρυα έτειναν προς χαμηλότερα σωματικά βάρη, χωρίς να υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά. Σε μελέτες που πραγματοποιήθηκαν σε υποσιτισμένες προβατίνες κατά την κυοφορία βρέθηκαν παρόμοια αποτελέσματα με την παρούσα μελέτη (Nordby *et al.*, 1987, Kimberly *et al.*, 2003, Fahey *et al.*, 2005, Krausgrill *et al.*, 1999, Χαρισμάδου 1997, Gopalakrishnan *et al.*, 2004), ενώ στη μελέτη των Baker *et al.* (1993), βρέθηκε ότι ο υποσιτισμός της μητέρας στους ανθρώπους κατά το πρώτο εξάμηνο της κύησης, ο οποίος ακολουθείται στη συνέχεια από επαρκή διατροφή, οδήγησε σε βρέφη με φυσιολογικό βάρος γέννησης, αλλά με αυξημένο μήκος και αυξημένη ισχύτητα.

## Β. Παραγωγικά χαρακτηριστικά κονικλιδίων

### 2.4 Βάρος απογαλακτισμού

Στον Πίνακα 2.4.1 παρουσιάζεται το μέσο βάρος απογαλακτισμού (στις 36 ημέρες μετά τον τοκετό) των κονικλιδίων ανά επέμβαση, φύλο και της αλληλεπίδρασής τους. Όπως φαίνεται δεν παρατηρείται καμιά επίδραση τόσο του φύλου και του επιπέδου υποσιτισμού όσο και της αλληλεπίδρασής τους στο βάρος απογαλακτισμού ( $P>0,05$ ). Τα κονικλίδια που προέρχονταν από κονικλομητέρες, οι οποίες υποσιτίστηκαν από την 7<sup>η</sup> έως την 27<sup>η</sup> ημέρα της κυοφορίας τους (ομάδα Υ), παρόλο που είχαν μικρότερο βάρος στη γέννησή τους (Πίνακας 2.3.1), αντιστάθμισαν τη διαφορά κατά τη γαλουχία, ήδη από την 14<sup>η</sup> ημέρα, και απογαλακτίστηκαν με όμοιο βάρος με τα κονικλίδια της ομάδας Μ.

**Πίνακας 2.4.1 :** Η επίδραση του υποσιτισμού των κονικλομητέρων, του φύλου των κονικλιδίων και της αλληλεπίδρασής τους, στο μέσο σωματικό βάρος απογαλακτισμού των κονικλιδίων στις δύο επεμβάσεις (Μέσοι όροι ελαχίστων τετραγώνων  $\pm$  τυπικό σφάλμα) .

Επεμβάσεις		Βάρος απογαλακτισμού (g)
Υποσιτισμός	M	1076.21 $\pm$ 17.83
	Y	1063.39 $\pm$ 20.63
Φύλο	♀	1072.30 $\pm$ 15.98
	♂	1067.30 $\pm$ 16.04
Υποσιτισμός*	M	♀ 1076.54 $\pm$ 20.88
	♂	1075.88 $\pm$ 20.74
Φύλο	Y	♀ 1068.06 $\pm$ 24.20
	♂	1058.73 $\pm$ 24.47
P		
Υποσιτισμός		0.643
Φύλο		0.766
Υποσιτισμός* Φύλο		0.796

\*M: κατά βούληση διατροφή, Y: διατροφή στο 75% των αναγκών συντήρησης

## 2.5 Παρατηρήσεις από τον απογαλακτισμό έως τη σφαγή των κονικλιδίων (πάχυνση)

Κατά την περίοδο της πάχυνσης (36<sup>η</sup> – 72<sup>η</sup> ημέρα) υπήρξαν τέσσερις απώλειες ζώων από τα 144 κονικλιδία (2 από την ομάδα του μάρτυρα και 2 από την ομάδα της επέμβασης), οπότε τελικά εσφάγησαν 140 ζώα. Στον Πίνακα 2.5.1 παρουσιάζονται: α) το μέσο σωματικό βάρος (g), β) η μέση ημερήσια κατανάλωση τροφής (g) και γ) ο συντελεστής εκμετάλλευσης της τροφής ανά επέμβαση, ανά ηλικία, ανά φύλο και η αλληλεπίδρασή τους, καθ' όλη τη διάρκεια της πάχυνσης.

Τα παραγωγικά χαρακτηριστικά από τον απογαλακτισμό έως τη σφαγή δεν διέφεραν ούτε μεταξύ των ομάδων ούτε μεταξύ των φύλων (P>0,05). Όμως, παρατηρείται στατιστικώς σημαντική επίδραση της ηλικίας στο σωματικό βάρος, στην κατανάλωση της τροφής και στο συντελεστή εκμετάλλευσης της τροφής, όπως ήταν αναμενόμενο.

**Πίνακας 2.5.1:** Η επίδραση του υποσιτισμού των κονικλομητέρων, της ηλικίας και του φύλου των κονικλιδίων, στο σωματικό βάρος (g), στην κατανάλωση τροφής (g) και στο συντελεστή εκμετάλλευσης της τροφής στις δύο πειραματικές επεμβάσεις κατά την περίοδο της πάχυνσης των κονικλιδίων (με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις) (Μέσοι όροι ελαχίστων τετραγώνων ± τυπικό σφάλμα).

Επεμβάσεις		Μεταβλητές		
		Σωματικό βάρος (g)	Κατανάλωση τροφής (g)	Συντελεστής εκμετάλλευσης τροφής
Υποσιτισμός	M	2001.62 ± 20.50	156.30 ± 2.45	2.58 ± 0.02
	Y	2004.43 ± 20.48	151.30 ± 2.45	2.59 ± 0.02
Ηλικία	36	1069.60 ± 10.37		
	45	1515.51 ± 15.09	127.11 ± 1.56	2.02 ± 0.02
	52	1887.03 ± 19.81	143.46 ± 2.13	2.34 ± 0.03
	59	2229.58 ± 22.35	161.29 ± 2.33	2.63 ± 0.02
	66	2551.41 ± 24.52	168.06 ± 2.65	2.84 ± 0.02
	72	2765.00 ± 24.65	169.06 ± 2.38	3.08 ± 0.02
Φύλο	♀	2009.12 ± 20.21	154.77 ± 2.39	2.60 ± 0.02
	♂	1996.93 ± 20.76	152.83 ± 2.51	2.57 ± 0.02
Υποσιτισμός	M ♀	1995.74 ± 23.62	158.44 ± 3.12	2.60 ± 0.03

*Φύλο	♂	2007.49 ± 24.75	154.15 ± 3.35	2.56 ± 0.03
	♀	2022.49 ± 23.78	151.10 ± 3.15	2.60 ± 0.03
	Y ♂	1986.36 ± 24.53	151.50 ± 3.31	2.57 ± 0.03
P				
Υποσιτισμός		0.877	0.096	0.817
Ηλικία		<.0001	<.0001	<.0001
Φύλο		0.503	0.517	0.262
Υποσιτισμός *Φύλο		0.189	0.434	0.998

\*M: κατά βούληση διατροφή, Y : διατροφή στο 75% των αναγκών συντήρησης

Στον Πίνακα 2.5.2 παρουσιάζονται η κατανάλωση τροφής, το σωματικό βάρος και ο συντελεστής εκμετάλλευσης της τροφής στις ηλικίες καταγραφής των παραμέτρων αυτών καθ' όλη τη διάρκεια της πάχυνσης των κονικλιδίων. Όπως φαίνεται δεν παρατηρείται επίδραση στατιστικώς σημαντική της επέμβασης, του φύλου και της αλληλεπίδρασή τους. Η ομάδα του μάρτυρα παρουσίασε υψηλότερη κατανάλωση τροφής και υψηλότερο σωματικό βάρος ανά ηλικία σε σύγκριση με την ομάδα της επέμβασης, χωρίς ωστόσο να είναι στατιστικώς σημαντική η διαφορά αυτή ( $P>0,05$ ). Το τελικό σωματικό βάρος σφαγής ανήλθε σε 2811,2g και 2735,7g για τις ομάδες M και Y αντίστοιχα, ενώ οι αντίστοιχες τιμές για την εκμετάλλευση της τροφής ήταν 3,09 και 3,07.

**Πίνακας 2.5.2 :** Η επίδραση του υποσιτισμού των κονικλομητέρων, του φύλου των κονικλιδίων και της αλληλεπίδρασής τους, στο σωματικό βάρος (g), στην κατανάλωση τροφής (g) και στο συντελεστή εκμετάλλευσης της τροφής στις δύο πειραματικές επεμβάσεις, ανά ηλικία (σε ημέρες) κατά την περίοδο πάχυνσης των κονικλιδίων (Μέσοι όροι ελαχίστων τετραγώνων  $\pm$  τυπικό σφάλμα).

Ηλικία (ημέρες)	Επεμβάσεις	Μεταβλητές				
		Σωματικό βάρος (g)	Κατανάλωση τροφής ( g)	Αθροιστι κή εκμετάλλ ευση τροφής		
36	Υποσιτισμός	M	1079.15 $\pm$ 18.45			
		Y	1062.64 $\pm$ 19.59			
	Φύλο	♀	1069.81 $\pm$ 16.39			
		♂	1071.97 $\pm$ 17.18			
	Υποσιτισμός *Φύλο	M	♀	1073.05 $\pm$ 22.57		
			♂	1085.24 $\pm$ 24.04		
		Y	♀	1066.57 $\pm$ 23.77		
			♂	1058.70 $\pm$ 24.55		
	P					
	Υποσιτισμός		0.546			
Φύλο		0.915				
Υποσιτισμός *Φύλο		0.618				
45	Υποσιτισμός	M	1539.76 $\pm$ 31.10	130.12 $\pm$ 3.84	1.99 $\pm$ 0.04	
		Y	1493.81 $\pm$ 33.90	124.16 $\pm$ 4.28	2.04 $\pm$ 0.04	
	Φύλο	♀	1508.79 $\pm$ 26.33	127.75 $\pm$ 3.11	2.04 $\pm$ 0.03	
		♂	1524.79 $\pm$ 27.24	126.53 $\pm$ 3.17	1.99 $\pm$ 0.04	
	Υποσιτισμός *Φύλο	M	♀	1534.40 $\pm$ 35.84	131.66 $\pm$ 4.18	2.00 $\pm$ 0.05
			♂	1545.12 $\pm$ 37.59	128.59 $\pm$ 4.32	1.98 $\pm$ 0.05
		Y	♀	1483.17 $\pm$ 38.59	123.83 $\pm$ 4.60	2.08 $\pm$ 0.05
			♂	1504.45 $\pm$ 39.42	124.48 $\pm$ 4.66	2.01 $\pm$ 0.05
	P					
	Υποσιτισμός		0.329	0.311	0.417	
Φύλο		0.561	0.632	0.264		
Υποσιτισμός *Φύλο		0.848	0.464	0.635		
52	Υποσιτισμός	M	1912.39 $\pm$ 43.42	146.91 $\pm$ 5.07	2.32 $\pm$ 0.04	
		Y	1863.58 $\pm$ 47.69	140.00 $\pm$ 5.62	2.35 $\pm$ 0.04	
	Φύλο	♀	1874.35 $\pm$ 36.19	142.40 $\pm$ 4.14	2.37 $\pm$	

	Υποσιτισμός *Φύλο	M	♂	1901.63 ± 37.27	144.52 ± 4.24	2.31 ± 0.04	
			♀	1900.77 ± 49.07	146.68 ± 5.58	2.35 ± 0.05	
		Y	♂	1924.01 ± 51.18	147.15 ± 5.78	2.29 ± 0.06	
			♀	1847.92 ± 53.22	138.11 ± 6.12	2.38 ± 0.06	
			♂	1879.25 ± 54.20	141.89 ± 6.20	2.32 ± 0.06	
	P						
	Υποσιτισμός			0.458	0.372	0.572	
	Φύλο			0.440	0.556	0.286	
	Υποσιτισμός *Φύλο			0.909	0.645	0.940	
	59	Υποσιτισμός	M		2271.22 ± 47.90	164.25 ± 5.37	2.61 ± 0.04
Y				2197.33 ± 52.50	158.88 ± 5.96	2.64 ± 0.04	
Φύλο		♀		2239.51 ± 40.03	161.39 ± 4.37	2.62 ± 0.04	
		♂		2229.04 ± 41.10	161.74 ± 4.45	2.64 ± 0.04	
Υποσιτισμός *Φύλο		M	♀		2283.38 ± 54.50	164.78 ± 5.90	2.60 ± 0.05
			♂		2259.07 ± 56.46	163.71 ± 6.06	2.63 ± 0.05
		Y	♀		2195.65 ± 58.66	158.00 ± 6.44	2.63 ± 0.05
			♂		2199.01 ± 59.75	159.76 ± 6.52	2.65 ± 0.05
P							
Υποσιτισμός				0.310	0.511	0.612	
Φύλο			0.790	0.926	0.553		
Υποσιτισμός *Φύλο			0.724	0.700	0.906		
66	Υποσιτισμός	M		2597.03 ± 56.43	172.62 ± 5.83	2.84 ± 0.03	
		Y		2519.87 ± 62.59	163.66 ± 6.44	2.85 ± 0.03	
	Φύλο	♀		2546.49 ± 46.30	168.30 ± 4.81	2.85 ± 0.03	

	Υποσιτισμός *Φύλο	M	♂	2570.42 ± 47.47	167.98 ± 4.94	2.84 ± 0.03	
			♀	2589.33 ± 62.64	173.46 ± 6.53	2.86 ± 0.03	
		Y	♂	2604.74 ± 64.51	171.78 ± 6.73	2.82 ± 0.04	
			♀	2503.65 ± 68.20	163.14 ± 7.07	2.84 ± 0.04	
			♂	2536.09 ± 69.66	164.19 ± 7.23	2.85 ± 0.04	
	P						
	Υποσιτισμός			0.370	0.314	0.844	
	Φύλο			0.562	0.943	0.682	
	Υποσιτισμός *Φύλο			0.836	0.759	0.490	
	72	Υποσιτισμός	M		2811.20 ± 57.50	173.09 ± 5.36	3.09 ± 0.04
Y				2735.72 ± 63.90	168.19 ± 5.96	3.07 ± 0.04	
Φύλο		♀		2760.54 ± 46.97	170.37 ± 4.37	3.09 ± 0.03	
		♂		2786.37 ± 48.09	170.91 ± 4.47	3.07 ± 0.03	
Υποσιτισμός *Φύλο		M	♀		2810.82 ± 63.46	174.67 ± 5.90	3.10 ± 0.04
			♂		2811.57 ± 65.25	171.51 ± 6.06	3.07 ± 0.04
		Y	♀		2710.26 ± 69.26	166.07 ± 6.44	3.09 ± 0.04
			♂		2761.18 ± 70.65	170.30 ± 6.57	3.06 ± 0.05
P							
Υποσιτισμός				0.390	0.547	0.793	
Φύλο			0.526	0.886	0.421		
Υποσιτισμός *Φύλο			0.538	0.324	0.927		

\*M: κατά βούληση διατροφή, Y : διατροφή στο 75% των αναγκών συντήρησης

Στον Πίνακα 2.5.3 παρουσιάζεται η επίδραση του επιπέδου του υποσιτισμού, του φύλου και της αλληλεπίδρασής τους, στο συντελεστή εκμετάλλευσης της τροφής στον απογαλακτισμό και συνολικά έως τη σφαγή, συνυπολογίζοντας και την

κατανάλωση τροφής των κονικλομητέρων στις δύο πειραματικές ομάδες. Όπως φαίνεται δεν παρατηρείται καμία επίδραση των ανεξάρτητων υπό μελέτη μεταβλητών στο, σταθμισμένο ως προς την κατανάλωση των κονικλομητέρων, συντελεστή εκμετάλλευσης των κονικλιδίων ( $P>0,05$ ). Παρόλο που οι κονικλομητέρες στην ομάδα του υποσιτισμού διατρέφονταν για ένα εικοσαήμερο με τη μισή σχεδόν ποσότητα τροφής σε σχέση με την ομάδα του μάρτυρα αυτό δεν αποτυπώθηκε στο συντελεστή εκμετάλλευσης της τροφής των απογόνων τους. Αυτό κατά ένα μέρος οφείλεται στην αυξημένη κατανάλωση τροφής μετά τη λήξη της επέμβασης που τελικά αντιστάθμισε εν μέρει τη μειωμένη κατανάλωση κατά τη διάρκεια της διατροφικής επέμβασης, και περισσότερο στο μικρότερο, κατά ένα περίπου κονικλίδιο, μέγεθος τοκετοομάδας κατά τον απογαλακτισμό για την ομάδα των υποσιτιζόμενων κονικλομητέρων, 7,45 έναντι 8,62 κονικλίδια για την ομάδα του μάρτυρα (Πίνακας 2.3.1).

Ο συντελεστής εκμετάλλευσης της τροφής αποτελεί από πρακτική και οικονομική άποψη, την παράμετρο για την εκτίμηση της αξιοποίησης της τροφής και υπολογίζεται στην περίοδο της πάχυνσης ως ο λόγος της ποσότητας τροφής που κατανάλωσε το κουνέλι/kg αύξησης του σωματικού βάρους του (βάρος σφαγής - βάρος απογαλακτισμού) (Maertens, 2009). Οι παράγοντες που επηρεάζουν το συντελεστή εκμετάλλευσης της τροφής στο κουνέλι είναι η ποιότητα της τροφής, η θνησιμότητα και η διαχείριση της εκτροφής. Όταν η θνησιμότητα μετά τον απογαλακτισμό είναι μέχρι 10% τότε ο συντελεστής εκμετάλλευσης κυμαίνεται από 3,07 έως 4,03. Αν η θνησιμότητα εμφανίζεται σε πρώιμο στάδιο πάχυνσης, έχει ως αποτέλεσμα μια μικρή αύξηση του συντελεστή εκμετάλλευσης της τροφής. Ωστόσο, αν οι απώλειες (θνησιμότητα) εμφανίζονται στο τέλος της περιόδου πάχυνσης ο συντελεστής εκμετάλλευσης της τροφής είναι 11,2% και 26,1% υψηλότερος για ένα ποσοστό θνησιμότητας από 10 και 20%, αντίστοιχα

**Πίνακας 2.5.3 :** Η επίδραση του υποσιτισμού των κονικλομητέρων, του φύλου των κονικλιδίων και της αλληλεπίδρασής τους, στο συντελεστή εκμετάλλευσης της τροφής στον απογαλακτισμό και συνολικά, συνυπολογίζοντας την κατανάλωση τροφής των κονικλομητέρων στις δύο πειραματικές επεμβάσεις (Μέσοι όροι ελαχίστων τετραγώνων  $\pm$  τυπικό σφάλμα).

Επεμβάσεις		Μεταβλητές	
		Εκμετάλλευση τροφής έως τον απογαλακτισμό (35 <sup>η</sup> ημέρα)	Συνολική εκμετάλλευση τροφής έως τη σφαγή (72 <sup>η</sup> ημέρα)
Υποσιτισμός	M	2.88 $\pm$ 0.06	3.00 $\pm$ 0.03
	Y	2.96 $\pm$ 0.07	3.02 $\pm$ 0.04
Φύλο	♀	2.93 $\pm$ 0.06	3.02 $\pm$ 0.03
	♂	2.91 $\pm$ 0.06	3.00 $\pm$ 0.03
Υποσιτισμός *Φύλο	M ♀	2.91 $\pm$ 0.08	3.02 $\pm$ 0.04
	M ♂	2.86 $\pm$ 0.08	2.99 $\pm$ 0.04
	Y ♀	2.95 $\pm$ 0.08	3.03 $\pm$ 0.04



	♂	2.97 ± 0.08	3.01 ± 0.04
<b>P</b>			
Υποσιτισμός		0.426	0.808
Φύλο		0.828	0.230
Υποσιτισμός *Φύλο		0.580	0.763

\*M: κατά βούληση διατροφή, Y: διατροφή στο 75% των αναγκών συντήρησης

Στην κονικλοτροφία, ανάλογα με την ημέρα του απογαλακτισμού και το βάρος σφαγής, το 50-60% της ποσότητας της τροφής περίπου καταναλώνεται στην περίοδο της πάχυνσης και το 40-50% την περίοδο που βρίσκονται στη μονάδα αναπαραγωγής μαζί με τις κονικλομητέρες (Maertens, 2009). Ωστόσο, δεν υπάρχουν αρκετές μελέτες που να υπολογίζουν συνολικά το συντελεστή εκμετάλλευσης της τροφής σε μια κονικλοτροφική μονάδα. Παρόλο αυτά, στη μελέτη του Maertens (2009) η συνολική εκμετάλλευση της τροφής με συνυπολογισμό της τροφής των κονικλομητέρων και των κονικλιδίων τους μέχρι τη σφαγή τους στην ηλικία των 72 ημερών υπολογίστηκε στο 2,79, ενώ την τελευταία εβδομάδα της πάχυνσης των κονικλιδίων πριν τη σφαγή (65<sup>η</sup> - 72<sup>η</sup> ημέρα) ήταν 2,94 (με σιτηρέσιο το οποίο περιείχε 10 MJ ΠΕ/ Kg). Όταν ο συντελεστής εκμετάλλευσης τροφής κυμαίνεται στο 3 και κάτω από αυτό, η εκτροφή είναι ιδιαίτερα αποδοτική.

## 2.6 Βάρος και απόδοση σφάγιου

Στον Πίνακα 2.6.1 παρουσιάζονται το σωματικό βάρος πριν από τη σφαγή, το βάρος του ψυχρού σφάγιου και η απόδοση σε σφάγιο για τις 2 πειραματικές ομάδες. Δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές για τις δύο ομάδες (P>0,05). Επίσης, δεν εμφανίστηκε κάποια αξιολογη διαφορά μεταξύ των φύλων, με τα αρσενικά να υπερέχουν ελάχιστα (P>0,05).

Το βάρος του ψυχρού σφάγιου για την ομάδα του μάρτυρα (M) υπολογίστηκε 1,599 kg και για την ομάδα της επέμβασης (Y) 1,545 kg. Όσον αφορά την απόδοση σε σφάγιο, αυτή υπολογίστηκε σε 57,1% και 54,9% για τον μάρτυρα και για την ομάδα του υποσιτισμού, αντίστοιχα.

Στο πείραμα των Yalcin *et al.*, (2006), δεν παρατηρήθηκε στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ των αρσενικών και των θηλυκών ζώων, όσον αφορά το βάρος σφαγής και το βάρος ψυχρού σφάγιου, παρόλο που υπήρχε μία τάση τα θηλυκά να εμφανίζουν μεγαλύτερες τιμές στις παραπάνω παραμέτρους, όταν τα ζώα εσφάγησαν στην ηλικία των 11 εβδομάδων.

Σύμφωνα με τους Warnes *et al.* (1998), αρνιά με χαμηλό σωματικό βάρος γέννησης που προέρχονται από υποσιτιζόμενες μητέρες, κατάφεραν να ανακτήσουν το σωματικό τους βάρος και να υπερτερούν των αμνών εκείνων που γεννήθηκαν με υψηλότερο σωματικό βάρος. Η τάση αυτή ήταν πιο εμφανής κατά τις δύο πρώτες εβδομάδες μετά τον τοκετό, που σχετίζεται με την υψηλότερη κατανάλωση τροφής αφ'

ενός πλούσιου ενεργειακά τροφίμου, που αποτελεί το μητρικό γάλα, και αφ' ετέρου των υψηλότερων ενεργειακών απαιτήσεων που έχουν τα υποσιτιζόμενα αρνιά κατά την κύηση. Αυτό φαίνεται να συνάδει με την παρατήρηση ότι ο υποσιτισμός, κατά το τελευταίο στάδιο της κυοφορίας ενεργοποιεί τη λεπτίνη η οποία ρυθμίζει την έκφραση του νευροπεπτιδίου Y (NPY) στον υποθάλαμο του εμβρύου, που προκαλεί μια δυνατή διέγερση της όρεξης μέσω του άξονα υποθάλαμος-υπόφυση-επινεφρίδια και οδηγεί σε υψηλότερα σωματικά βάρη κατά την πάχυνση και ακολούθως πιο βαρύ σφάγιο.

Αντίθετα, σε 2 μελέτες για πρόβατα, κατά τη διάρκεια του υποσιτισμού της μητέρας στο πρώτο εξάμηνο της κυοφορίας τους, παρατηρήθηκε μικρή επίδραση στο βάρος και στα ποιοτικά χαρακτηριστικά του σφάγιου των απογόνων τους που σφάζονταν στα 35 kg (Krausgrill et al., 1999) ή 56 kg (Nordby et al., 1987).

**Πίνακας 2.6.1 :** Η επίδραση του υποσιτισμού των κωνικλομητέρων, του φύλου των κωνικλιδίων και της αλληλεπίδρασής τους, στο μέσο σωματικό βάρος των απογόνων τους πριν από τη σφαγή την 72 ημέρα, στο ψυχρό βάρος σφάγιου και στην απόδοση σφάγιου (Μέσοι όροι ελαχίστων τετραγώνων  $\pm$  τυπικό σφάλμα).

Επεμβάσεις		Μεταβλητές			
		Σωματικό Βάρος (Kg)	Βάρος ψυχρού σφάγιου (Kg)	Απόδοση σφάγιου (%)	
Υποσιτισμός	M	2.80 $\pm$ 0.06	1.60 $\pm$ 0.04	57.15 $\pm$ 0.96	
	Y	2.82 $\pm$ 0.06	1.54 $\pm$ 0.04	54.94 $\pm$ 1.05	
Φύλο	♀	2.80 $\pm$ 0.05	1.56 $\pm$ 0.03	55.76 $\pm$ 0.86	
	♂	2.82 $\pm$ 0.05	1.58 $\pm$ 0.03	56.33 $\pm$ 0.89	
Υποσιτισμός *Φύλο	M	♀	2.76 $\pm$ 0.07	1.57 $\pm$ 0.04	56.98 $\pm$ 1.21
		♂	2.84 $\pm$ 0.08	1.62 $\pm$ 0.04	57.33 $\pm$ 1.25
	Y	♀	2.83 $\pm$ 0.08	1.54 $\pm$ 0.04	54.55 $\pm$ 1.23
		♂	2.79 $\pm$ 0.08	1.54 $\pm$ 0.04	55.33 $\pm$ 1.26
<b>P</b>					
Υποσιτισμός		0.897	0.322	0.137	
Φύλο		0.772	0.508	0.582	
Υποσιτισμός *Φύλο		0.351	0.481	0.833	

\*Μ: κατά βούληση διατροφή, Υ: διατροφή στο 75% των αναγκών συντήρησης

Οι Greenwood *et al.*, (2005) μελέτησαν τις παραγωγικές αποδόσεις και σε μωσχάρια τα οποία γεννήθηκαν από αγελάδες οι οποίες υποσιτίστηκαν σοβαρά κατά τη διάρκεια του δεύτερου και του τρίτου τριμήνου της κυοφορίας τους. Τόσο το σωματικό βάρος τους πριν από τη σφαγή, όσο και το βάρος του σφάγιου ήταν μικρότερα σε σύγκριση με τα ζώα που διατρέφθηκαν επαρκώς. Αυτό σχετίστηκε με το σημαντικά αργό ρυθμό ανάπτυξης, πριν και μετά τον απογαλακτισμό που υποδηλώνει ότι ο προγεννητικός διατροφικός περιορισμός μπορεί να περιορίζει την ικανότητα των απογόνων για αντισταθμιστική ανάπτυξη αργότερα σε μόσχου και είναι σε συμφωνία με προηγούμενη μελέτη τους με πρόβατα (Greenwood *et al.* 1998).

## 2.7. Βάρος εσωτερικών οργάνων

Στους πίνακες 2.7.1, 2.7.2 και 3.7.3 παρουσιάζονται τα βάρη του ήπατος, του λιπώδους ιστού της ωμοπλάτης και του περινεφρικού λιπώδους ιστού.

### 2.7.1. Βάρος ήπατος

Τα βάρη του ήπατος για τις δύο ομάδες κυμάνθηκαν από 87,87 g για την ομάδα μάρτυρα, και 87,94 g για την ομάδα της επέμβασης (Πίνακας 2.7.1). Η στατιστική επεξεργασία έδειξε ότι ο υποσιτισμός των κονικλομητέρων δεν επηρέασε στατιστικώς σημαντικά το βάρος του ήπατος για τις 2 ομάδες. Επίσης, δεν παρατηρείται καμία επίδραση του φύλου καθώς και της αλληλεπίδρασής τους για το βάρος του ήπατος, στην ηλικία σφαγής των κονικλιδίων στις 72 ημέρες.

Στο πείραμα των Yalcin *et al.* (2006), δεν παρατηρήθηκε καμία διαφορά μεταξύ των αρσενικών και των θηλυκών ζώων, όσον αφορά το βάρος του ήπατος, όταν τα κονικλιδία σφάγησαν στην ηλικία των 11 εβδομάδων.

Τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας συμφωνούν με αυτά των Gardner *et al.* (2005), οι οποίοι παρατήρησαν ότι ο υποσιτισμός σε προβατίνες στο 50% των αναγκών, κατά το πρώτο και το τελευταίο διάστημα της κυοφορίας τους (30 ημέρες), δεν είχε καμία επίδραση στο βάρος του ήπατος των απογόνων ηλικίας ενός έτους σε σύγκριση με την ομάδα του μάρτυρα που διατρέφονταν στο 100% των αναγκών.

Σε αντίθεση είναι τα αποτελέσματα του πειράματος των Gopalakrishnan *et al.* (2004) σε προβατίνες που υποσιτίστηκαν από την 1<sup>η</sup> έως την 95<sup>η</sup> ημέρα της κυοφορίας τους στο 50% των αναγκών τους σε μεταβολιστέα ενέργεια, όπου παρατηρήθηκε στατιστικώς σημαντική διαφορά στο βάρος του ήπατος των απογόνων τους σε ηλικία 3 ετών, σε σύγκριση με την ομάδα στην οποία οι ανάγκες σε ενέργεια κάλυπταν το 100%. Στη μελέτη αυτή, τα ζώα από την ομάδα του υποσιτισμού εμφάνισαν μικρότερο βάρος ήπατος. Σε συμφωνία με τους Gopalakrishnan *et al.* βρίσκονται και οι Daniel *et al.* (2007), όπου στο πείραμά τους με αρνιά ηλικίας 24 εβδομάδων των οποίων οι μητέρες υποσιτίστηκαν στο 50% των αναγκών κατά την 30<sup>η</sup> έως την 70<sup>η</sup> ημέρα της κυοφορίας

τους, παρατήρησαν στατιστικώς σημαντική διαφορά στο βάρος του ήπατος και συγκεκριμένα τα ζώα της επέμβασης εμφάνισαν χαμηλότερη τιμή. Επίσης, η επέμβαση επέδρασε σημαντικά ( $P < 0,001$ ) μεταξύ των δύο φύλων στο βάρος του ήπατος, με τα αρσενικά να υπερέχουν. Ωστόσο, σε άλλο πείραμα των Daniel *et al.* (2007), σε αρνιά ηλικίας 17 εβδομάδων των οποίων οι μητέρες υποσιτίστηκαν στο 50% των αναγκών κατά την 30<sup>η</sup> έως την 85<sup>η</sup> ημέρα της κυοφορίας τους, δεν παρατηρήθηκε διαφορά στο βάρος του ήπατος σε σύγκριση με την ομάδα του μάρτυρα, αλλά παρουσιάστηκε διαφορά μεταξύ των δύο φύλων, με τα αρσενικά ζώα να εμφανίζουν μεγαλύτερο βάρος ήπατος.

**Πίνακας 2.7.1 :** Η επίδραση του υποσιτισμού των κωνικλομητέρων, του φύλου των κωνικλιδίων και της αλληλεπίδρασής τους, στο μέσο βάρος ήπατος στο σφάλιο των απογόνων τους (Μέσοι όροι ελαχίστων τετραγώνων  $\pm$  τυπικό σφάλμα)

Επεμβάσεις		Μεταβλητές			
		Ήπαρ (g)	Ήπαρ %*	Ήπαρ %*, log	
Υποσιτισμός	M	87.87 $\pm$ 3.11	3.11	0.4927 $\pm$ 0.0106	
	Y	87.94 $\pm$ 3.19	3.16	0.4996 $\pm$ 0.0107	
Φύλο	♀	87.03 $\pm$ 2.98	3.09	0.4900 $\pm$ 0.0105	
	♂	88.79 $\pm$ 2.98	3.18	0.5024 $\pm$ 0.0105	
Υποσιτισμός *Φύλο	M	♀	84.12 $\pm$ 4.19	3.02	0.4805 $\pm$ 0.0148
		♂	91.63 $\pm$ 4.28	3.20	0.5049 $\pm$ 0.0149
	Y	♀	89.94 $\pm$ 4.23	3.16	0.4995 $\pm$ 0.0148
		♂	85.95 $\pm$ 4.16	3.16	0.4998 $\pm$ 0.0147
<b>P</b>					
Υποσιτισμός		0.988		0.655	
Φύλο		0.660		0.400	
Υποσιτισμός *Φύλο		0.154		0.413	

\*το ποσοστό %= g ήπατος/ g ΣΒ, M: κατά βούληση διατροφή, Y : διατροφή στο 75% των αναγκών συντήρησης

Επίσης, σε έμβρυα προβάτων τα οποία υποσιτίστηκαν στο 70% των αναγκών συντήρησης από την 26<sup>η</sup> ημέρα της κύησής τους, δεν παρατηρήθηκε σημαντική μεταβολή του βάρους του ήπατος λόγω μειωμένης κάλυψης των διατροφικών αναγκών των μητέρων τους έως την 135<sup>η</sup> ημέρα κυοφορίας, σε σχέση με τα έμβρυα της ομάδας των οποίων οι μητέρες διατρέφονταν στο 100% των καθημερινών αναγκών (Osgerby *et al.*, 2002). Ωστόσο, στα υποσιτιζόμενα έμβρυα την 135<sup>η</sup> ημέρα της κύησής τους εμφανίστηκε μία μείωση του βάρους του ήπατος κατά 23 g σε σχέση με την ομάδα του μάρτυρα, χωρίς όμως να υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά.

Σε έμβρυα από προβατίνες οι οποίες υποσιτίστηκαν στο 50% των αναγκών τους από την 28<sup>η</sup> έως την 78<sup>η</sup> ημέρα της κυοφορίας τους, παρατηρήθηκε την 78<sup>η</sup> ημέρα

μειωμένο βάρος ήπατος στην ομάδα του υποσιτισμού. Ωστόσο παρατηρήθηκε αυξημένο βάρος ήπατος ανά μονάδα βάρους του εμβρύου, σε σχέση με τα έμβρυα από προβατίνες οι οποίες διατρέφονταν στο 100% των αναγκών τους (Kimberly *et al.*, 2003). Αυτό μπορεί να εξηγηθεί λόγω της αυξημένης μεταβολικής δράσης του ήπατος, ως επιτακτική ανάγκη για την ανάπτυξη του εμβρύου. Έχει αναφερθεί ότι οι απαιτήσεις σε γλυκόζη λόγω της ανάπτυξης του εμβρύου στο πρόβατο καλύπτονται σε μεγάλο βαθμό από την πρόσληψη της γλυκόζης της μητέρας μέσω του πλακούντα, και ότι οι συγκεντρώσεις της γλυκόζης στο αίμα μεταξύ μητέρας και εμβρύου συσχετίζονται σε μεγάλο βαθμό (Hay *et al.*, 1981). Οι Lemons *et al.* (1986) πραγματοποίησαν μελέτη στην οποία προβατίνες παρέμειναν νηστικές το διάστημα 120-125 ημέρες της κυοφορίας, με ελεύθερη πρόσβαση στο νερό και μετά εσφάγησαν για να ληφθούν εμβρυϊκοί και μητρικοί λιπώδεις ιστοί καθώς και όργανα (ήπαρ και νεφροί) για προσδιορισμό ορισμένων ενζύμων που προάγουν την γλυκονεογένεση. Κατέληξαν ότι τα ένζυμα 6-γλυκοζοφωσφατάση, πυροσταφυλική καρβοξυλάση, 1,6-φρουκτοζοδιφωσφατάση, φωσφοροενολοπυροσταφυλική καρβοξικινάση, γλουταμινο-οξαλοξική αμινοτρανσφεράση και γλουταμινο-πυροσταφυλλική αμινοτρανσφεράση αυξάνονται στο ήπαρ του εμβρύου, λόγω των απαιτήσεων των εμβρύων να καλύψουν τις ανάγκες τους σε γλυκόζη, μέσω της γλυκονεογένεσης.

### 2.7.2 Βάρος λιπώδη ιστού ωμοπλάτης

Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης όσον αφορά το λιπώδη ιστό της ωμοπλάτης καταλήγουν στο ότι στα κονικλίδια που προέρχονταν από κονικλομητέρες που διατρέφονταν κατά βούληση ο λιπώδης ιστός είχε μέσο βάρος 7,33 g, ενώ στα κονικλίδια από κονικλομητέρες που υποσιτίστηκαν στο διάστημα της κυοφορίας ο λιπώδης ιστός ζύγιζε 8,18 g ( Πίνακας 2.7.2.).

Η στατιστική επεξεργασία έδειξε ότι το βάρος του λιπώδους ιστού της ωμοπλάτης δεν επηρεάστηκε τόσο από το επίπεδο του υποσιτισμού όσο και από το φύλο και την αλληλεπίδρασή τους ( $P>0,050$ ).

**Πίνακας 2.7.2 :** Η επίδραση του υποσιτισμού των κονικλομητέρων, του φύλου και της αλληλεπίδρασής τους, στο μέσο βάρος λιπώδους ιστού ωμοπλάτης στο σφάγιο των απογόνων τους (Μέσοι όροι ελαχίστων τετραγώνων  $\pm$  τυπικό σφάλμα).

Επεμβάσεις		Μεταβλητές			
		Λιπώδης ιστός Ωμοπλάτης (g)	Λιπώδης ιστός Ωμοπλάτης %*	Λιπώδης ιστός Ωμοπλάτης %*, log+1	
Υποσιτισμός	M	7.3 $\pm$ 0.9	0,25	0.0986 $\pm$ 0.0094	
	Y	8.2 $\pm$ 0.9	0,28	0.1081 $\pm$ 0.0100	
Φύλο	♀	7.4 $\pm$ 0.8	0,26	0.1006 $\pm$ 0.0088	
	♂	8.1 $\pm$ 0.8	0,28	0.1061 $\pm$ 0.0092	
Υποσιτισμός *Φύλο	M	♀	7.4 $\pm$ 1.1	0,26	0.1011 $\pm$ 0.0122
		♂	7.2 $\pm$ 1.2	0,25	0.0960 $\pm$ 0.0130
	Y	♀	7.4 $\pm$ 1.2	0,26	0.1000 $\pm$ 0.0127
		♂	8.9 $\pm$ 1.2	0,31	0.1162 $\pm$ 0.0131
<b>P</b>					
Υποσιτισμός		0.511		0.493	
Φύλο		0.555		0.635	
Υποσιτισμός *Φύλο		0.448		0.368	

\*λιπώδης ιστός ωμοπλάτης %= g λιπώδη ιστού ωμοπλάτης / g ΣΒ, M: κατά βούληση διατροφή, Y : διατροφή στο 75% των αναγκών συντήρησης

### 2.7.3 Βάρος περινεφρικού λιπώδη ιστού

Στον Πίνακα 2.7.3 παρουσιάζεται το μέσο βάρος του περινεφρικού λιπώδους ιστού, το οποίο δεν παρουσίασε στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων του μάρτυρα και της επέμβασης, με τιμές 25,10 g και 27,59 g, αντίστοιχα. Ωστόσο, εμφανίστηκε στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο φύλων (P= 0,0485) για το βάρος του περινεφρικού λιπώδους ιστού. Συγκεκριμένα τα θηλυκά κουνέλια είχαν υψηλότερη βιοσύνθεση λιπαρών οξέων, αφού το βάρος του περινεφρικού λιπώδους ιστού ήταν 28,92 g, έναντι 23,77 g για τα αρσενικά.

Τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας συμφωνούν με αυτά των Nordby *et al.* (1987), οι οποίοι σε προβατίνες που υποσιτίστηκαν στο 70% των αναγκών για τις

πρώτες 100 ημέρες κυοφορίας, δεν παρατήρησαν στους απογόνους τους καμία διαφορά στο ποσοστό του περινεφρικού λίπους σε σχέση με την ομάδα του μάρτυρα όπου τα ζώα κάλυπταν με τη διατροφή τους το 100% των αναγκών τους. Ωστόσο, παρατηρήθηκε στατιστικώς σημαντική διαφορά στο ποσοστό του περινεφρικού λίπους μεταξύ θηλυκών και ευνουχισμένων αρσενικών, με τα θηλυκά να εμφανίζουν υψηλότερο ποσοστό. Επίσης, και στο πείραμα των Daniel *et al.* (2007), σε αρνιά ηλικίας 24 εβδομάδων των οποίων οι μητέρες υποσιτίστηκαν στο 50% των αναγκών κατά την 30<sup>η</sup> έως την 70<sup>η</sup> ημέρα της κυοφορίας τους, δεν παρατηρήθηκε διαφορά στο βάρος του περινεφρικού λιπώδους ιστού σε σχέση με τα ζώα που προέρχονταν από μητέρες οι οποίες διατρέφονταν κατά βούληση. Ωστόσο, μεταξύ των δύο φύλων παρουσιάστηκε στατιστικώς σημαντική διαφορά στο βάρος του περινεφρικού λιπώδους ιστού, με τα θηλυκά να έχουν αυξημένο βάρος με επίπεδο σημαντικότητας  $P < 0,001$ . Σε άλλο πείραμα των Daniel *et al.* (2007), σε αρνιά ηλικίας 17 εβδομάδων των οποίων οι μητέρες υποσιτίστηκαν στο 50% των αναγκών κατά την 30<sup>η</sup> έως την 85<sup>η</sup> ημέρα της κυοφορίας τους, δεν παρατηρήθηκε διαφορά στο βάρος του περινεφρικού λιπώδους ιστού σε σύγκριση με την ομάδα του μάρτυρα, αλλά παρουσιάστηκε διαφορά μεταξύ των δύο φύλων, με τα θηλυκά ζώα να εμφανίζουν μεγαλύτερο βάρος περινεφρικού λιπώδους ιστού.

**Πίνακας 2.7.3 :** Η επίδραση του υποσιτισμού των κονικλομητέρων, του φύλου και της αλληλεπίδρασής τους, στο μέσο βάρος περινεφρικού λιπώδη ιστού στο σφάλιο των απογόνων τους (Μέσοι όροι ελαχίστων τετραγώνων  $\pm$  τυπικό σφάλμα).

Επεμβάσεις		Μεταβλητές			
		Περινεφρικός λιπώδης ιστός (g)	Περινεφρικός λιπώδης ιστός %*	Περινεφρικός λιπώδης ιστός %*, log+1	
Υποσιτισμός	M	25.1 $\pm$ 2.3	0,88	0.2733 $\pm$ 0.0148	
	Y	27.6 $\pm$ 2.4	0,94	0.2883 $\pm$ 0.0156	
Φύλο	♀	28.9 $\pm$ 2.1	1.01	0.3027 $\pm$ 0.0136	
	♂	23.8 $\pm$ 2.1	0,82	0.2589 $\pm$ 0.0137	
Υποσιτισμός *Φύλο	M	♀	27.0 $\pm$ 2.9	0,96	0.2924 $\pm$ 0.0191
		♂	23.2 $\pm$ 3.0	0,80	0.2542 $\pm$ 0.0198
	Y	♀	30.9 $\pm$ 2.9*	1.06	0.3129 $\pm$ 0.0194
		♂	24.3 $\pm$ 2.9	0,83	0.2636 $\pm$ 0.0190
<b>P</b>					
Υποσιτισμός		0.4614		0.4972	
Φύλο		<b>0.0485</b>		<b>0.0128</b>	
Υποσιτισμός *Φύλο		0.5708		0.7425	

\*περινεφρικός λιπώδης ιστός % = g περινεφρικού λιπώδους ιστού / g ΣΒ

M: κατά βούληση διατροφή, Y: διατροφή στο 75% των αναγκών συντήρησης

Σε αντίθεση με τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας είναι οι Gardner *et al.* (2005), Gopalakrishnan *et al.* (2004) και Ford *et al.* (2007). Σε πείραμα με πρόβατα των Gardner *et al.* (2005), παρατηρήθηκε ότι ο υποσιτισμός των μητέρων στο 50% των αναγκών, κατά το τελευταίο διάστημα της κυοφορίας τους (30 ημέρες), είχε επίδραση στο σπλαχνικό και περινεφρικό λιπώδη ιστό των απογόνων ηλικίας ενός έτους σε σύγκριση με την ομάδα του μάρτυρα που διατρέφονταν στο 100% των αναγκών. Το ποσοστό του σπλαχνικού και περινεφρικού λιπώδους ιστού ήταν σημαντικά υψηλότερο στην ομάδα που υποσιτίστηκε τις τελευταίες 30 ημέρες της κυοφορίας σε σύγκριση με την ομάδα που υποσιτίστηκε της πρώτες 30 ημέρες της κυοφορίας και της ομάδας που διατρέφονταν στο 100% των αναγκών. Στο πείραμα των Gopalakrishnan *et al.* (2004), σε προβατίνες που υποσιτίστηκαν από την 1<sup>η</sup> έως την 95<sup>η</sup> ημέρα της κυοφορίας τους στο 50% των αναγκών τους σε μεταβολιστέα ενέργεια, παρατηρήθηκε διαφορά στο βάρος του συνολικού λιπώδους ιστού στο σώμα των απογόνων τους σε ηλικία 3 ετών, σε σύγκριση με την ομάδα στην οποία οι ανάγκες σε ενέργεια κάλυπταν το 100%. Η ομάδα του υποσιτισμού είχε μεγαλύτερο βάρος στο λιπώδη ιστό, χωρίς όμως η διαφορά να είναι στατιστικώς σημαντική. Και οι Ford *et al.* (2007) σε αρσενικά αρνιά ηλικίας 280 ημερών τα οποία προέρχονταν από προβατίνες οι οποίες υποσιτίστηκαν στο 50% των αναγκών από την 28<sup>η</sup> έως την 78<sup>η</sup> ημέρα της κυοφορίας τους, παρατήρησαν αυξημένο βάρος περινεφρικού και πυελικού λιπώδους ιστού σε σχέση με τα αρνιά των οποίων οι μητέρες διατρέφονταν στο 100% των αναγκών. Αυτό είναι σε συμφωνία και με τους Zhu *et al.* (2006) οι οποίοι υποσίτησαν προβατίνες στο 50% των αναγκών συντήρησης κατά το χρονικό διάστημα τις 28<sup>ης</sup> έως της 78<sup>ης</sup> ημέρας.

## Γ. Ποιοτικά χαρακτηριστικά κρέατος των κονικλιδίων

### 2.8 Ενδομυϊκό λίπος

Το περιεχόμενο σε ενδομυϊκό λίπος θεωρείται γενικά ένας από τους κύριους παράγοντες που επηρεάζουν την ποιότητα του κρέατος (Wood *et al.*, 2008). Στον Πίνακα 2.8.1. παρουσιάζεται το ποσοστό του ενδομυϊκού λίπους στον επιμήκη ραχιαίο μυ, το οποίο δεν παρουσίασε στατιστικώς σημαντικές διαφορές ούτε μεταξύ των πειραματικών ομάδων ούτε μεταξύ των φύλων. Οι τιμές κυμάνθηκαν από 0,93-0,95 %.

Ανεπάρκεια θρεπτικών συστατικών στα μέσα έως και το τέλος της κυοφορίας σε μηρυκαστικά μειώνει τον αριθμό των λιποκυττάρων του ενδομυϊκού λιπώδους ιστού και το μέγεθος των μυϊκών ινών στους απογόνους (Du *et al.*, 2010). Στα ζώα κρεοπαραγωγής, το στάδιο της εμβρυϊκής τους ανάπτυξης είναι ζωτικής σημασίας για την ανάπτυξη των σκελετικών μυών, λόγω του ότι δεν υφίσταται υπερπλασία των μυϊκών ινών μετά τη γέννηση (Zhu *et al.*, 2004), με συνέπεια τη διαρκή μείωση της μυϊκής μάζας και επομένως τη μειωμένη απόδοση των ζώων σε κρέας. Το ενδομυϊκό



λίπος είναι ζωτικής σημασίας για τη γευστικότητα του κρέατος, και η εμβρυϊκή περίοδος αποτελεί ένα σημαντικό στάδιο για την δημιουργία των λιποκυττάρων του ενδομυϊκού λιπώδους ιστού (Tong *et al.*, 2008), κατά την περίοδο της πάχυνσης ( π.χ. βοοειδή). Η ποσότητα του ενδομυϊκού λιπώδους ιστού, καθορίζεται από τον αριθμό και το μέγεθος των ενδομυϊκών λιποκυττάρων. Ο υποσιτισμός των μητέρων μειώνει τη λιπογένεση.

Σε μοσχάρια των οποίων οι μητέρες υποσιτίστηκαν στο 70% των θρεπτικών απαιτήσεων, παρατηρήθηκε μικρότερο ποσοστό ενδομυϊκού λίπους καθώς και υποδόριου, σε σύγκριση με μοσχάρια των οποίων οι μητέρες διατρέφονταν στο 100% των αναγκών (Tong *et al.*, 2008).

**Πίνακας 2.8.1 :** Η επίδραση του υποσιτισμού των κωνικλομητέρων, του φύλου των κωνικλιδίων και της αλληλεπίδρασής τους, στο ενδομυϊκό λίπος στο σφάγιο των απογόνων τους (ΜΟ ελαχίστων τετραγώνων ± τυπικό σφάλμα).

Επεμβάσεις		Μεταβλητές		
		Ενδομυϊκό λίπος%	Ενδομυϊκό λίπος %, log	
Υποσιτισμός	M	0.93	0.2846 ± 0.0118	
	Y	0.95	0.2895 ± 0.0131	
Φύλο	♀	0.94	0.2885 ± 0.0111	
	♂	0.93	0.2856 ± 0.0112	
Υποσιτισμός *Φύλο	M	♀	0.94	0.2869 ± 0.0155
		♂	0.92	0.2824 ± 0.0153
	Y	♀	0.95	0.2901 ± 0.0157
		♂	0.94	0.2889 ± 0.0163
<b>P</b>				
Υποσιτισμός		0.7855		
Φύλο		0.8354		
Υποσιτισμός *Φύλο		0.9027		

\*M: κατά βούληση διατροφή, Y : διατροφή στο 75% των αναγκών συντήρησης

## 2.9 pH, Χρώμα, Δύναμη Διάτμησης, ΙΣΝ και Απώλεια οπού

Οι μετρήσεις των ποιοτικών χαρακτηριστικών του επιμήκους ραχιαίου μυός (*Longissimus lumborum*) παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.9.1.

### 2.9.1 pH

Το pH του κρέατος για την ομάδα του μάρτυρα ήταν 5,83 και για την ομάδα του υποσιτισμού 5,79. Μεταξύ των δύο ομάδων και των δύο φύλων δεν παρατηρήθηκε στατιστικώς σημαντική διαφορά. Παρόλ' αυτά, η αλληλεπίδραση της επέμβασης με το φύλο, φαίνεται να επηρεάζει την παράμετρο του pH. Συγκεκριμένα, η τιμή του pH παρουσίασε στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο φύλων μόνο στην ομάδα του υποσιτισμού όπου τα αρσενικά ζώα είχαν μικρότερη τιμή pH από τα θηλυκά (5,77 και 5,83, αντίστοιχα,  $P < 0,05$ , Πίνακας 2. 9.1).

Διάφορες μελέτες που ασχολήθηκαν με τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του κρέατος κονικλιδίων κατέληξαν ότι το φύλο έχει επίδραση στο pH του κουνελίσσιου κρέατος, με μεγαλύτερες τιμές στα αρσενικά σε σύγκριση με τα θηλυκά ( Pla *et al.* 1997, Yalçın *et al.*, 2006, Gašperlin *et al.*, 2006). Σε αντίθεση με τις παραπάνω εργασίες είναι η μελέτη των Carrilho *et al.* (2009) όπου σε πείραμά τους με κουνέλια του υβριδίου Hyla, έδειξαν ότι σε περίοδο πάχυνσης  $34 \pm 3$  ημερών δεν παρατηρήθηκε καμία διαφορά μεταξύ των δύο φύλων στο pH του κρέατος.

Σύμφωνα με τους Dalle Zotte *et al.* (2005) και τους Tũmoná *et al.* (2006), το pH του κρέατος στην οσφυϊκής χώρα δεν επηρεάστηκε από τον περιορισμό της διατροφής.

Το κρέας θηλυκών κουνελιών έχει ένα ελαφρώς πιο όξινο pH και συγκερατεί περισσότερο νερό ( Pla *et al.*, 1998).

Σε πείραμα με πρόβατα των Krausgrill *et al.* (1999), στους απογόνους που σφάχτηκαν στο βάρος των 35 Kg, των οποίων οι μητέρες υποσιτίστηκαν κατά το πρώτο εξάμηνο της κυοφορίας τους, δεν παρατηρήθηκε στατιστικώς σημαντική διαφορά σε σχέση με την ομάδα του μάρτυρα, όσον αφορά τις τιμές του pH.

### 2.9.2 Χρώμα

Όσον αφορά το χρώμα, η φωτεινότητα (L) του κρέατος, η ένταση του κόκκινου χρώματος ( $a^*$ ) καθώς και η ένταση του κίτρινου χρώματος ( $b^*$ ) του επιμήκους ραχιαίου μυός των κονίκλων δεν διέφεραν στατιστικά σημαντικά ούτε μεταξύ των ομάδων ούτε μεταξύ των φύλων. Συγκεκριμένα, η φωτεινότητα υπολογίστηκε 52,08 για την ομάδα M και 51,92 για την Y. Οι τιμές του  $a^*$  για την ομάδα M ήταν 4,7 ενώ για την ομάδα Y ήταν στο 4,8. Όσο για την τιμή του  $b^*$  κυμάνθηκαν και για τις 2 ομάδες από 9,43 με 9,49. Το φύλο και ο συνδυασμός της επίδρασης φύλου και επέμβασης δεν επηρέασαν τις παραμέτρους  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  του χρώματος στο κουνελίσσιο κρέας (Πίνακας 2.9.1).

Σε πείραμα των Gašperlin *et al.* (2006) παρατηρήθηκε πιο έντονο χρώμα όσον αφορά την ένταση του κόκκινου, στα θηλυκά ζώα σε σύγκριση με τα αρσενικά κουνέλια σε ηλικία σφαγής 77 και 90 ημερών.

Οι Carrilho *et al.* (2009) σε πείραμά τους με κουνέλια του υβριδίου Hyla, έδειξαν ότι σε περίοδο πάχυνσης 34±3 ημερών δεν παρατηρήθηκε καμία διαφορά μεταξύ των δύο φύλων στο χρώμα του κρέατος.

Σε πείραμα των Blasco *et al.* (2012), σε κουνέλια βρέθηκε αρνητική συσχέτιση μεταξύ σωματικού βάρους, του βάρους σφάγιου και του βάρους του λίπους με την παράμετρο του χρώματος L\*.

### 2.9.3 Δύναμη Διάτμησης

Η δύναμη διάτμησης στον επιμήκη ραχιαίο μυ των κονικλιδίων της παρούσας εργασίας ήταν μεγαλύτερη στην ομάδα του μάρτυρα με τιμή 21,4 N, ενώ στην ομάδα της επέμβασης ανήλθε σε 20,2 N. Ωστόσο, δεν παρατηρήθηκε στατιστικώς σημαντική διαφορά ούτε μεταξύ των επεμβάσεων ούτε μεταξύ των φύλων (Πίνακα 2.9.1).

Σε πείραμα με πρόβατα των Krausgrill *et al.* (1999), στους απογόνους που εσφάγησαν στο βάρος των 35 Kg, των οποίων οι μητέρες υποσιτίστηκαν κατά το πρώτο εξάμηνο της κυοφορίας τους, παρατηρήθηκαν χαμηλότερες τιμές δύναμης διάτμησης σε σχέση με την ομάδα του μάρτυρα.

### 2.9.4 ΙΣΝ και Απώλεια οπού κατά το μαγείρεμα

Η ικανότητα συγκράτησης νερού (Ι.Σ.Ν.) και η απώλεια οπού κατά το μαγείρεμα παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.9.1. Όσον αφορά την ΙΣΝ των κονικλιδίων δεν επηρεάστηκε από τον υποσιτισμό των μητέρων στην κυοφορία ούτε το φύλο.

Σε συμφωνία με την παρούσα εργασία και για ζώα αντίστοιχου γενετικού υλικού οι Carrilho *et al.* (2009) σε πείραμά τους με κουνέλια του υβριδίου Hyla, έδειξαν ότι σε περίοδο πάχυνσης 34±3 ημερών δεν παρατηρήθηκε καμία διαφορά μεταξύ των δύο φύλων στην ικανότητα συγκράτησης νερού.

**Πίνακας 2.9.1 :** Η επίδραση του υποσιτισμού των κονικλομητέρων, του φύλου των κονικλιδίων και της αλληλεπίδρασής τους, στα ποιοτικά χαρακτηριστικά του κρέατος των απογόνων τους σε σφάγιο ηλικίας 72 ημερών (ΜΟ ελαχίστων τετραγώνων ± τυπικό σφάλμα).

Επεμβάσεις		Μεταβλητές						
		pH	L	a*	b*	ΙΣΝ %	Δύναμη Διάτμησης (N)	Απώλεια Οπού (%)
Υποσιτισμός	Μ	5.83 ± 0.02	52.08 ± 0.48	4.73 ± 0.21	9.43 ± 0.10	22.23 ± 0.73	21.38 ± 0.62	25.81 ± 0.92
	Υ	5.80 ± 0.02	51.93 ± 0.52	4.82 ± 0.22	9.50 ± 0.11	22.62 ± 0.74	20.23 ± 0.64	25.58 ± 0.92
Φύλο	♀	5.82 ± 0.02	52.33 ± 0.41	4.63 ± 0.18	9.49 ± 0.10	22.98 ± 0.69	20.58 ± 0.57	23.76 ± 0.92 <sup>a</sup>
	♂	5.81 ± 0.02	51.69 ± 0.42	4.92 ± 0.18	9.43 ± 0.10	21.87 ± 0.70	21.03 ± 0.57	27.62 ± 0.92 <sup>b</sup>

Υποσιτισμός	M	♀	5.82 ± 0.03	52.38 ± 0.57	4.65 ± 0.25	9.48 ± 0.13	23.48 ± 0.98	21.37 ± 0.79	25.69 ± 1.30
		♂	5.85 ± 0.03	51.79 ± 0.59	4.80 ± 0.26	9.38 ± 0.14	20.98 ± 1.02	21.39 ± 0.84	25.94 ± 1.30
*Φύλο	Y	♀	5.83 ± 0.03 <sup>a</sup>	52.27 ± 0.59	4.61 ± 0.25	9.50 ± 0.14	22.48 ± 0.98	19.79 ± 0.81	21.84 ± 1.30 <sup>a</sup>
		♂	5.77 ± 0.03 <sup>b</sup>	51.58 ± 0.58	5.04 ± 0.25	9.49 ± 0.13	22.76 ± 0.97	20.68 ± 0.79	29.31 ± 1.30 <sup>b</sup>
P									
Υποσιτισμός			0.265	0.826	0.750	0.6626	0.715	0.212	0.856
Φύλο			0.482	0.137	0.124	0.6416	0.239	0.528	0.0047**
Υποσιτισμός *Φύλο			0.033*	0.903	0.432	0.7126	0.141	0.551	0.0079**

M: κατά βούληση διατροφή, Y : διατροφή στο 75% των αναγκών συντήρησης,

a, b, μέσοι όροι ελαχίστων τετραγώνων με διαφορετικούς εκθέτες σε κάθε στήλη ανά επέμβαση και στην περίπτωση αλληλεπίδρασης εντός της επέμβασης του υποσιτισμού διαφέρουν ( $P < 0,05$ )

Η απώλεια οπού κατά το μαγείρεμα δεν επηρεάστηκε σημαντικά από την επέμβαση του υποσιτισμού με μέσες τιμές 25,81% και 25,57%, για τις ομάδες M και Y, αντίστοιχα. Ωστόσο, το φύλο και η αλληλεπίδρασή του με τη διατροφική επέμβαση, είχαν σημαντική επίδραση ( $P < 0,05$ ). Τα θηλυκά κονικλίδια ηλικίας 72 ημερών παρουσίασαν 23,76% απώλεια οπού και τα αρσενικά 27,62%, με διαφορά μεταξύ τους 3,86% κάτω από τις ίδιες συνθήκες εκτροφής ( $P = 0,0047$ ). Η ύπαρξη αλληλεπίδρασης μεταξύ της διατροφικής επέμβασης και του φύλου ( $P < 0,05$ ) των κονικλιδίων αποτυπώνεται στη διαφορά μεταξύ των δύο φύλων στην ομάδα των υποσιτιζόμενων ζώων ( $P < 0,05$ ) που δεν παρατηρείται στην ομάδα του μάρτυρα όπου η απώλεια οπού κατά το μαγείρεμα δε διαφέρει μεταξύ των δύο φύλων ( $P > 0,05$ ). Η αυξημένη απώλεια οπού κατά το μαγείρεμα των αρσενικών ζώων σε σχέση με τα θηλυκά στην ομάδα Y πιθανόν συνδέεται με το χαμηλότερο pH στο κρέας των αρσενικών ζώων στην ίδια ομάδα (Πίνακας 2.9.1) Παρόλα αυτά το χαμηλότερο pH στα αρσενικά ζώα δεν είχε, την αναμενόμενη, επίδραση στην ΙΣΝ όπως αυτή προσδιορίστηκε στην παρούσα εργασία.

Σε πείραμα των Yalcin *et al.* (2006), παρατηρήθηκε ότι σε κουνέλια ηλικίας σφαγής 11 εβδομάδων δεν εμφανίζεται διαφορά στην απώλεια οπού κατά το μαγείρεμα μεταξύ των δύο φύλων. Επίσης, οι Pla *et al.* (1998) αναφέρουν ότι απώλεια οπού κατά το μαγείρεμα είναι υψηλότερη στα ελαφρύτερα κουνέλια και μικρότερη στο βαρύτερα.

Σε πείραμα με πρόβατα των Krausgrill *et al.* (1999), στους απογόνους που σφάχτηκαν στο βάρος των 35 Kg, των οποίων οι μητέρες υποσιτίστηκαν κατά το πρώτο εξάμηνο της κυοφορίας τους, δεν παρατηρήθηκε στατιστικώς σημαντική διαφορά σε σχέση με την ομάδα του μάρτυρα, όσον αφορά τις τιμές της απώλειας οπού κατά το μαγείρεμα.

## Δ. Συγκέντρωση επιπέδων γλυκόζης

### 2.10 Συγκέντρωση γλυκόζης κονικλομητέρων

Στον Πίνακα 2.10.1 παρουσιάζεται η μέση συγκέντρωση της γλυκόζης στο πλάσμα του αίματος των κονικλομητέρων από την ημέρα εφαρμογής της επέμβασης μέχρι και την επόμενη ημέρα του απογαλακτισμού των κονικλιδίων. Συνολικά, σε όλη τη διάρκεια της εκτροφής, μεταξύ της ομάδας του μάρτυρα και της επέμβασης δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές, με επίπεδα 106,22 και 107,11 mg γλυκόζης/dl, αντίστοιχα ( $P > 0,05$ ). Ωστόσο, η συγκέντρωση της γλυκόζης μεταβάλλεται με την πάροδο του χρόνου ( $P < 0,05$ ). Την 6<sup>η</sup> ημέρα από την τεχνητή σπερματέγχυση, η γλυκόζη εμφανίζει τη μέγιστη μέση τιμή (124,65 mg/dl). Στην επόμενη δειγματοληψία, τη 13<sup>η</sup> ημέρα της κυοφορίας, η συγκέντρωση γλυκόζης παρουσιάζει την ελάχιστη τιμή της (90,32 mg/dl). Το υπόλοιπο χρονικό διάστημα η μέση συγκέντρωση γλυκόζης παραμένει λίγο έως πολύ σταθερή με τιμές κυμαινόμενες από 101,56 mg/dl την 59<sup>η</sup> ημέρα έως 110 mg/dl μετά τον απογαλακτισμό ( Πίνακας 2.10.1).

Αντίστοιχα και ανά ημέρα δειγματοληψίας δεν υπάρχει επίδραση του υποσιτισμού στη στάθμη της γλυκόζης στο αίμα των κονικλομητέρων (Πίνακας 2.10.2).

Τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας συμφωνούν με αυτά των Matsuoka *et al.* (2009). Σε κονικλομητέρες οι οποίες υποσιτίστηκαν κατά την 6<sup>η</sup>-28<sup>η</sup> ημέρα της κυοφορίας τους με 20 g/ημέρα δεν παρατηρήθηκε καμία διαφορά στη συγκέντρωση της γλυκόζης στο πλάσμα του αίματος, σε σύγκριση με κονικλομητέρες που είχαν ελεύθερη πρόσβαση στην κατανάλωση τροφής καθ' όλη τη διάρκεια της κυοφορίας. Ωστόσο, και στην ομάδα που διατρέφονταν κατά βούληση και στην υποσιτιζόμενη ομάδα κατά την κυοφορία, παρουσιάστηκε μείωση της γλυκόζης από την 6<sup>η</sup> έως την 28<sup>η</sup> ημέρα κυοφορίας. Επίσης και στο πείραμα των Jean-Blain και Durix (1985) δεν βρέθηκε καμία επίδραση στα επίπεδα γλυκόζης στο πλάσμα του αίματος μεταξύ κονικλομητέρων οι οποίες υποσιτίστηκαν στο 50% των αναγκών συντήρησης από την 21<sup>η</sup> έως την 25<sup>η</sup> ημέρα της κυοφορίας τους και στη συνέχεια παρέμειναν νηστικά, σε σύγκριση με τα ζώα που διατρέφονταν κατά βούληση.

Σε πείραμα των Mizoguchi *et al.* (2010) μεταξύ έγκυων και μη έγκυων κονικλομητέρων, η συγκέντρωση της γλυκόζης του πλάσματος μειώθηκε σημαντικά στα μέσα καθώς και στα τέλη της κυοφορίας στις έγκυες κονικλομητέρες. Η ελάττωση της συγκέντρωσης της γλυκόζης στον ορό του αίματος (13<sup>η</sup> έως 18<sup>η</sup> ημέρα κυοφορίας) με την πάροδο της κυοφορίας θα μπορούσε να οφείλεται στην αύξηση της νεογλυκογένεσης λόγω των αυξημένων αναγκών για την ανάπτυξη των εμβρύων. Πάντως, σε μελέτη της Al- Eissa (2011) μεταξύ έγκυων και μη έγκυων κονικλομητέρων κατά την 24<sup>η</sup> -26<sup>η</sup> ημέρα της κυοφορίας βρέθηκε ότι η γλυκόζη έγκυων ζώων ήταν σημαντικά μεγαλύτερη από των μη έγκυων (113.94 και 103.16 mg/dl, αντίστοιχα). Επίσης, το πείραμα των Cetin *et al.* (2009) έδειξε ότι μεταξύ της 22<sup>ης</sup> – 25<sup>ης</sup> ημέρας κυοφορίας των κονικλομητέρων, τα επίπεδα της γλυκόζης είναι αυξημένα σε σύγκριση με μη έγκυα ζώα.

Σε πείραμα με υποσιτιζόμενες προβατίνες στις οποίες χορηγούνταν σιτηρέσιο το οποίο κάλυπτε το 90% των αναγκών συντήρησης καθ' όλη τη διάρκεια της κυοφορίας τους, παρατηρήθηκε ότι η συγκέντρωση της γλυκόζης στο πλάσμα του επηρεάστηκε σε σημαντικό βαθμό από το επίπεδο διατροφής, κατά τις τελευταίες 10 ημέρες της κυοφορίας. Οι προβατίνες της ομάδας του μάρτυρα στις οποίες καλύπτονταν οι ανάγκες κυοφορίας κατ 110% παρουσίασαν υψηλότερα επίπεδα συγκέντρωσης της γλυκόζης, συγκριτικά με τις υποσιτιζόμενες προβατίνες (Χαρισμιάδου, 1997).

**Πίνακας 2.10.1:** Η επίδραση του υποσιτισμού κατά την κυοφορία (6-26 ημέρα) στη μέση συγκέντρωση γλυκόζης στο πλάσμα του αίματος των κωνικλομητέρων από την ημέρα εφαρμογής της επέμβασης μέχρι και την επόμενη ημέρα του απογαλακτισμού των κωνικλιδίων (στατιστική ανάλυση με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις) (ΜΟ ελαχίστων τετραγώνων  $\pm$  τυπικό σφάλμα).

Επεμβάσεις		Μεταβλητή
		Γλυκόζη (mg/dl)
Υποσιτισμός	M	106.2 $\pm$ 1.6
	Y	107.1 $\pm$ 1.7
Χρόνος από την ΤΣ (ημέρες)	6	124.7 <sup>a</sup> $\pm$ 5.2
	13	90.3 <sup>b</sup> $\pm$ 3.6
	20	106.3 <sup>cd</sup> $\pm$ 3.7
	27	104.6 <sup>cd</sup> $\pm$ 3.4
	34	104.7 <sup>cd</sup> $\pm$ 3.3
	44	106.4 <sup>cd</sup> $\pm$ 3.4
	59	101.6 <sup>c</sup> $\pm$ 2.9
	67	111.5 <sup>d</sup> $\pm$ 3.4
69	110.0 <sup>d</sup> $\pm$ 2.4	
P		
Υποσιτισμός		0.568
Χρόνος		<i>&lt;.0001</i>

M: κατά βούληση διατροφή, Y : διατροφή στο 75% των αναγκών συντήρησης

ΤΣ: Τεχνητή σπερματέγχυση

Μέσοι όροι ελαχίστων τετραγώνων ανά επέμβαση με διαφορετικούς εκθέτες διαφέρουν σημαντικά ( $P < 0.05$ ).

Σε υποσιτιζόμενες προβατίνες στο 70% των αναγκών συντήρησης μεταξύ της 27<sup>ης</sup> και 132<sup>ης</sup> ημέρα της κυοφορίας παρατηρήθηκαν χαμηλότερες συγκεντρώσεις γλυκόζης στο πλάσμα του αίματος σε σύγκριση με τα αντίστοιχα ζώα της ομάδας του μάρτυρα (100% ανάγκες συντήρησης) (Osgerby *et al.*, 2002).

Επίσης, σε προβατίνες που υποσιτίστηκαν στο 50% των αναγκών τους από την 28<sup>η</sup> έως την 78<sup>η</sup> ημέρα της κυοφορίας τους, παρατηρήθηκε μείωση της συγκέντρωσης της γλυκόζης στο πλάσμα του αίματος, σε σύγκριση με τις προβατίνες οι οποίες διατρέφονταν στο 100% των αναγκών τους (Kimberly *et al.*, 2003). Επίσης, και στα έμβρυα των υποσιτιζόμενων προβατίνων εμφανίστηκε μείωση της συγκέντρωσης της γλυκόζης.

**Πίνακας 2.10.2:** Συγκέντρωση γλυκόζης στο πλάσμα του αίματος κωνικλομητέρων στις δύο πειραματικές ομάδες (M και Y), ανά ηλικία από την ημέρα παραλαβής τους μέχρι και μία ημέρα μετά τον απογαλακτισμό των κωνικλιδίων (ΜΟ ελαχίστων τετραγώνων ± τυπικό σφάλμα).

Χρόνος (ημέρες)	Γλυκόζη (mg/dl)		
	Υποσιτισμός		
	M	Y	P
6	121.6 ± 5.7	125.7 ± 5.7	0.629
13	90.7 ± 5.1	89.4 ± 5.6	0.866
20	104.4 ± 4.3	109.1 ± 4.7	0.474
27	105.3 ± 5.9	104.0 ± 6.2	0.881
34	104.5 ± 3.7	105.2 ± 4.0	0.893
44	104.8 ± 3.8	108.7 ± 4.3	0.499
59	99.1 ± 2.4	104.6 ± 2.7	0.142
67	108.8 ± 6.4	115.3 ± 7.3	0.507
69	111.3 ± 2.3	108.1 ± 2.7	0.374

M: κατά βούληση διατροφή, Y: διατροφή στο 75% των αναγκών συντήρησης

## 2.11 Συγκέντρωση της γλυκόζης κωνικλιδίων κατά την περίοδο της πάχυνσης

Η μέση συγκέντρωση της γλυκόζης στο πλάσμα του αίματος των κωνικλιδίων κατά την περίοδο της πάχυνσης παρουσιάζεται στον Πίνακα 2.11.1. Δεν παρατηρήθηκε επίδραση του υποσιτισμού των μητέρων στη στάθμη της γλυκόζης στο αίμα των απογόνων (126,82 και 127 mg/dl για την την ομάδα M και Y, αντίστοιχα, P>0,05). Ωστόσο, φαίνεται να υπάρχει επίδραση της ηλικίας των κωνικλιδίων (P<0,05) στη συγκέντρωση της γλυκόζης. Πιο συγκεκριμένα η συγκέντρωση της γλυκόζης αυξάνεται έως την ηλικία των 60 ημερών (από 122,15 σε 143,34 mg/ dl) και στη συνέχεια στην ηλικία των 67 ημερών μειώνεται σε 111,93 mg/dl. Το φύλο των ζώων δεν επηρέασε το επίπεδο της γλυκόζης στο αίμα (P>0,05) .

Στον Πίνακα 2.11.2 παρουσιάζεται η μέση συγκέντρωση γλυκόζης στο πλάσμα του αίματος των κωνικλιδίων ανά ηλικία κατά την περίοδο της πάχυνσης και φαίνεται

ότι η διατροφική επέμβαση στις μητέρες δεν επηρεάζει τη συγκέντρωση της γλυκόζης στο πλάσμα του αίματος μεταξύ των δύο ομάδων.

**Πίνακας 2.11.1 :** Η επίδραση του υποσιτισμού των κωνικλομητέρων, του φύλου και της αλληλεπίδρασής τους, στη συγκέντρωση γλυκόζης στο πλάσμα του αίματος των κωνικλιδίων κατά την περίοδο της πάχυνσης (από τον απογαλακτισμό μέχρι τη σφαγή, με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις) (ΜΟ ελαχίστων τετραγώνων  $\pm$  τυπικό σφάλμα).

		Μεταβλητές
		Γλυκόζη (mg/ dl)
Επέμβαση	M	126.8 $\pm$ 2.5
	Y	127.0 $\pm$ 2.5
Χρόνος (ημέρες)	46	122.2 <sup>a</sup> $\pm$ 2.8
	53	130.2 <sup>b</sup> $\pm$ 2.3
	60	143.3 <sup>c</sup> $\pm$ 4.8
	67	111.9 <sup>d</sup> $\pm$ 2.5
Φύλο	♀	128.2 $\pm$ 2.5
	♂	125.7 $\pm$ 2.5
P		
Επέμβαση		0.957
Χρόνος		<.0001
Φύλο		0.466

M: κατά βούληση διατροφή, Y: διατροφή στο 75% των αναγκών συντήρησης

Τιμές με διαφορετικούς εκθέτες διαφέρουν σημαντικά ( $P < 0.05$ )

Σε υποσιτιζόμενα έμβρυα προβάτου, των οποίων οι μητέρες υποσιτίστηκαν στο 70% των αναγκών συντήρησης, εμφανίστηκαν, από την 90<sup>η</sup> έως την 135<sup>η</sup> ημέρα της κύησής τους, χαμηλότερα επίπεδα συγκέντρωσης γλυκόζης στο πλάσμα του αίματος σε σύγκριση με τα αντίστοιχα ζώα της ομάδας του μάρτυρα (100% ανάγκες συντήρησης) (Osgerby *et al.*, 2002). Ωστόσο, αυτή η διαφορά δεν ήταν στατιστικώς σημαντική.

Με τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης συμφωνούν και οι Gopalakrishnan *et al.* (2004), Gardner *et al.*, (2005) που προσδιόρισαν γλυκόζη σε αμνούς προερχόμενους από υποσιτιζόμενες ή μη προβατίνες κατά την κνοφορία. Απ' την άλλη οι Effertz *et al.*, (2007) παρατήρησαν αλλαγή στο μεταβολισμό της γλυκόζης προβάτων που προέρχονταν από υποσιτιζόμενες μητέρες στην κνοφορία. Οι Fowden και Hill (2001) έδειξαν ότι μεταβολές στο ενδομήτριο περιβάλλον σε επίπεδο θρεπτικών



συστατικών, προκαλεί μεταβολές στη δομή και τη λειτουργία των νησίδων του παγκρέατος στα τρωκτικά. Η αλλοίωση των νησίδων του παγκρέατος έχει ως αποτέλεσμα τη προδιάθεση για την εμφάνιση δυσανεξίας στη γλυκόζη και διαβήτη. Παρόλο αυτά, στο παρόν πείραμα δεν παρατηρήθηκε κάποια επίδραση στη συγκέντρωση της γλυκόζης στο πλάσμα του αίματος στους απογόνους των κονικλομητέρων που υποσιτίστηκαν κατά την κυοφορία.

**Πίνακας 2.11.2:** Η επίδραση του υποσιτισμού των κονικλομητέρων, του φύλου και της αλληλεπίδρασής τους, στη συγκέντρωση γλυκόζης στο πλάσμα του αίματος των κονικλιδίων ανά ηλικία κατά την περίοδο της πάχυνσης (από τον απογαλακτισμό μέχρι τη σφαγή) (ΜΟ ελαχίστων τετραγώνων  $\pm$  τυπικό σφάλμα).

Μεταβλητές				
Υποσιτισμός	Χρόνος (ημέρες)	Γλυκόζη (mg/ dl)		
		M	Y	P
	46	123.1 $\pm$ 3.9	121.2 $\pm$ 4.0	0.732
	53	129.9 $\pm$ 3.2	130.6 $\pm$ 3.2	0.881
	60	142.1 $\pm$ 7.3	144.2 $\pm$ 7.4	0.840
	67	111.8 $\pm$ 3.5	112.0 $\pm$ 3.5	0.969

*M: κατά βούληση διατροφή, Y : διατροφή στο 75% των αναγκών συντήρησης*

## Ε. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- Η εφαρμογή της επέμβασης του υποσιτισμού κατά το διάστημα 7-27 ημερών της κυοφορίας διαφοροποίησε στατιστικά σημαντικά την κατανάλωση τροφής των κονικλομητέρων όπως ήταν αναμενόμενο ( $P < 0,05$ ), ενώ στο διάστημα από τη λήξη του υποσιτισμού μέχρι τον τοκετό τα ζώα της υποσιτιζόμενης ομάδας είχαν μεγαλύτερη κατανάλωση τροφής από την ομάδα της κατά βούληση διατροφής με τη διαφορά να είναι στατιστικά σημαντική.
- Στο σωματικό βάρος των κονικλομητέρων δεν παρατηρήθηκε διαφορά μεταξύ των ομάδων, εκτός από την 27<sup>η</sup> ημέρα της κυοφορίας κατά την οποία η ομάδα του μάρτυρα υπερείχε της επέμβασης ως συνέπεια της περιορισμένης διατροφής στα υποσιτιζόμενα ζώα το προηγούμενο διάστημα.
- Όσον αφορά στις αναπαραγωγικές παραμέτρους στα υποσιτιζόμενα ζώα παρατηρήθηκαν χαμηλότερες τιμές ( $P < 0,05$ ) για το βάρος της τοκετοομάδας, το βάρος της τοκετοομάδας των ζωντανών κονικλιδίων, το μέσο ατομικό βάρος γέννησης των κονικλιδίων καθώς και το μέσο ατομικό βάρος γέννησης των ζωντανών κονικλιδίων. Ωστόσο, στην ηλικία απογαλακτισμού το σωματικό βάρος των κονικλιδίων των υποσιτιζόμενων μητέρων δεν διέφερε από αυτό των κονικλιδίων της ομάδας του μάρτυρα. Η κάλυψη της διαφοράς επιτεύχθηκε μέσω της αντισταθμιστικής ανάπτυξης. Το μέγεθος της τοκετοομάδας, το ποσοστό των θνησιγενών κονικλιδίων το ατομικό βάρος γέννησης των νεκρών κονικλιδίων και η θνησιμότητα κατά τη γαλουχία δεν διέφεραν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ των ομάδων. Ο υποσιτισμός των κονικλομητέρων δεν είχε επίδραση στο ρυθμό αύξησης του βάρους της τοκετοομάδας έως την 14<sup>η</sup> ημέρα.
- Κατά την πάχυνση των κονικλιδίων δεν παρουσιάστηκε στατιστικώς σημαντική διαφορά στα παραγωγικά χαρακτηριστικά όπως το σωματικό βάρος, η κατανάλωση τροφής και ο συντελεστής εκμετάλλευσης της τροφής, τόσο μεταξύ των ομάδων, όσο και μεταξύ των φύλων.
- Επίσης δεν επηρεάστηκαν η απόδοση σε σφάγιο, το βάρος του ήπατος, του λιπώδους ιστού της ωμοπλάτης, του περινεφρικού λιπώδους ιστού των κονικλιδίων.
- Όσον αφορά στα ποιοτικά χαρακτηριστικά του κρέατος των κονικλιδίων η συγκέντρωση ενδομυϊκού λίπους, το χρώμα, η ικανότητα συγκράτησης νερού, και η δύναμη διάτμησης του επιμήκους ραχιαίου μυός δεν επηρεάστηκαν σημαντικά από τον υποσιτισμό των κονικλομητέρων τους κατά την κυοφορία. Αν και δεν παρατηρήθηκε επίδραση του υποσιτισμού για την απώλεια οπού κατά το μαγείρεμα και το pH, παρατηρήθηκε στατιστικώς σημαντική διαφοροποίηση στην αλληλεπίδραση του φύλου με τον υποσιτισμό με συνέπεια

τα θηλυκά ζώα στην ομάδα Y να εμφανίζουν υψηλότερο pH και χαμηλότερη απώλεια οπού κατά το μαγείρεμα.

- Η συγκέντρωση της γλυκόζης στο πλάσμα του αίματος τόσο στις κονικλομητέρες όσο και στα κονικλίδια κατά την πάχυνση, δεν διαφοροποιήθηκε στατιστικώς σημαντικά μεταξύ των ομάδων.

## **ΣΤ. Βιβλιογραφία**

### **Ελληνική**

- Ζέρβας Γ.Π., (2005), Φυσιολογία θρέψης Παραγωγικών Ζώων, Εκδόσεις Αθ. Σταμούλης, Αθήνα.
- Μάγρα Ιωάννου Ν., (1992), Εμβρυολογία των κατοικιδίων ζώων, Πανεπιστημιακές παραδόσεις, Εκδοτικός Οίκος αδελφών Κυριακίδη, Θεσσαλονίκη.
- Πανοπούλου-Διαμαντοπούλου Ε., (1998). Εκτροφή Αγροτικών Ζώων ΙΙ Κονικλοτροφία (Πανεπιστημιακές παραδόσεις), Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών Τμήμα Ζωικής Παραγωγής, Εργαστήριο Γενικής & Ειδικής Ζωοτεχνίας, Αθήνα.
- Παπαδομιχελάκης Γ., (2008), Το κουνέλι, η διατροφή του, εγκαταστάσεις και εξοπλισμός εκτροφής, Περιοδικό Γεωργία-Κτηνοτροφία, τεύχος 6, σελ.: 82-90.
- Πλύτας Φρ. Μ., Η Κονικλοτροφία, (1993), Υπουργείο Γεωργίας, Αθήνα.
- Ρογδάκης Εμμ., Γενική Ζωοτεχνία, (2006), Εκδόσεις Αθ. Σταμούλης, Αθήνα.
- Σφαιρόπουλος Α., (2008), “Κονικλοτροφία”, Εκδόσεις Αφοί Κυριακίδη, Θεσσαλονίκη.
- Σφαιρόπουλος Κ., Κονικλοτροφία, (1993), Αφοί Κυριακίδη, Θεσσαλονίκη.
- Τσιτσάμης Σ.Δ., (1995), Το κρέας του κουνελιού από ποιοτική και διατροφική άποψη, 1<sup>η</sup> Ελληνο-Ιταλική επιστημονική διημερίδα « Εκτροφή Κουνελιών», Θεσσαλονίκη.
- Χαρισμιάδου Μ., (1997), Μεταβολικές προσαρμογές κατά την περιγεννητική περίοδο στο γαλακτοπαραγωγό πρόβατο σε σχέση με το επίπεδο διατροφής κατά την κνοφορία και το δυναμικό γαλακτοπαραγωγής, Διδακτορική διατριβή, Αθήνα.
- Χατζηόλος Β., (1941), Το πρόβλημα της Κτηνοτροφίας εν Ελλάδι, Αθήνα
- Χατζηπαναγιώτου Αστέριος Μ., Αναπληρωτής καθηγητής Α.Π.Θ., (1996), Εισαγωγή στη Βιοχημεία της ζωικής παραγωγής, , εκδόσεις Πήγασος Α.Σιμώνη-Σ. Χατζηπάντου Ο.Ε., Θεσσαλονίκη.
- Delvin Thomas M., (2007), Βιοχημεία Κλινικοί Συσχετισμοί ΙΙ, Εκδόσεις Π.Χ. Πασχαλίδης.
- Nelson David L., Cox Michael M., (2007), Lehninger Βασικές Αρχές Βιοχημείας 2, Ιατρικές Εκδόσεις Π.Χ. Πασχαλίδης.

### **Ξενόγλωσση**

- Alasnier, H. Remignon and G. Gandemer (1996), Lipid characteristics associated with oxidative and glycolytic fibres in rabbit muscles. Meat Sci. 43 3-4, 213-224.

- AL-Eissa M. S., (2011), Effect of Gestation and Season on the Haematological and Biochemical Parameters in Domestic Rabbit (*Oryctolagus cuniculus*), British Biotechnology Journal 1(1): 10-17,.
- Allen C., Russell S., Fletcher D., (1997). "The relationship of broiler breast meat color and pH to shelf-life and odor development". Poultry Science, 76: no7:1042-1046.
- Allingham K, von Saldern C, Brennan PA, Distel H, Hudson R (1998) Endogenous expression of c-Fos in hypothalamic nuclei of neonatal rabbits coincides with their circadian pattern of suckling-associated arousal. Brain Res 783:210–218.
- Almond Kayleigh, (2011), The influence of maternal diet on offspring development and liver metabolism.
- Aquaron and G. Serratrice (1972). Phosphorylase, Aldolase, Lactico-deshydrogenase et ses isoenzymes, Creatinekinase et taux du glucogene dans les muscles rouges et blancs chez le lapin normal. CRS Biol. 166, 653-661.
- Arino, B., Hernandez, P., Blasco, A., (2006), Comparison of texture and biochemical characteristics of free rabbit lines selected for litter size or growth rate. Meat Sci., 73,: 687–692.
- Babile, R., M. Candau M., A. Auvergne, R. Frahi R., (1982), Effects de l' environnement post-natal sur la reproduction des lapines. Premiers resultants. 3emes Journees de la Recherche Cunicole, Paris 8-9 decembre 1882, Communication no.30.
- Barany K., Reckard T. and Volpe A. (1965), Myosin of fast and slow muscles of the rabbit. Arch. Biochem. Biophys. 109, 185-191.
- Barbut S., (1993). "Colour measurements for evaluating the pale soft exudative (PSE) occurrence in turkey meat". Food Research International, 26: 39-43.
- Barker D.J., Winter P.D., Osmond C., Margetts B., Simmonds S.J. (1989). Weight in infancy and death from ischaemic heart disease. Lancet, 2: 577–580.
- Barker, D.J.P. & Clark, P. M. (1997) Fetal undernutrition and disease in later life. Rev. Reprod. 2: 105–112.
- Barker, D.J.P., C.N. Martyn, C. Osmond, C.N. Hales, and C.H.D. Fall. (1993). Growth in utero and serum cholesterol concentration in adult life. Br. Med. J. 307:1524-1527.
- Battaglini, M. B., C. Castellini, and P. Lattaioili (1994). Rabbit carcass and meat quality: Effect of strain, rabbitry and age. Ital. J. Food Sci. 6:157.
- Bautista A, Mendoza-Degante M, Coureaud G, Martínez-Gómez M, Hudson R (2005) Scramble competition in newborn domestic rabbits for an unusually restricted milk supply. Anim Behav 70:1011–1021.

- Beaudoin S., Barbet P., Bargo F., (2003), Developmental stages in the rabbit embryo: guidelines to choose an appropriate experimental model. *Fetal Diagn Ther.*, Nov-Dec; 18(6): 422-7.
- Belkacemi Louiza , Nelson D. Michael , Desai Mina and Ross Michael G. , (2010) Maternal Undernutrition Influences Placental-Fetal Development, *Biology of Reproduction* September, vol. 83 no. 3325-331.
- Bell A. W., (2006), Prenatal programming of postnatal productivity and health of livestock: a brief review, *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 46, 725-732.
- Bernardini M., Battaglini, C. Castellini and P. Lattaioli (1994), Rabbit carcass and meat quality: effect of strain, rabbitry and age. *Ital. J. Food Sci.* 2, 157-166.
- Bianchi M., Petracci M., Pascual M., Cavani M., (2007). "Comparison between Allo-Kramer and Warner-Bratzler devices to assess rabbit meat tenderness" *Journal Animal Science*, 6: 749-751.
- Bielanski P., J. Zajar and J. Fijal (2000), Effect of genetic variation of growth rate and meat quality in rabbits., 561-566.
- Bízková Z., Tůmová E., (2010), Physical Characteristics Of Rabbit Meat: A Review, *Scientia Agriculturae Bohemica*, 41, (4): 236–241.
- Blasco A. and Piles M. (1990), Muscular pH of the rabbit. *Ann. Zootech.* 39, 133-136.
- Blasco, A., and J. Ouhayoun. (1996). Harmonization of criteria and terminology in rabbit meat research. Revised proposal. *World Rabbit Sci.* 4:93.
- Blasco, A., C. Zomeño, and P. Hernández., (2012), Divergent Selection For Intramuscular Fat In Rabbits. Direct and Correlated Responses to Selection. Preliminary Results.
- Boulianne, King, (1995). "Biochemical and Color Characteristics of Skinless Boneless Pale Chicken Breast." *Poultry Science*, 74:1693-1698.
- Boulianne, King, (1998). "Meat Color and Biochemical Characteristics of Unacceptable Dark-colored Broiler Chicken Carcasses". *Journal of Food Science*, 63:759-762.
- Caba M, Roviro MJ, Silver R (2003) Suckling and genital stroking induces Fos expression in hypothalamic oxytocinergic neurons of rabbit pups. *Dev Brain Res* 143:119–128.
- Cabanes A., Ouhayoun J., Gilbert S., (1996), Congelation de la viande de lapin. Influence de la duree de conservation sur les proprietes physicochimiques et sensorielles (3, 6, 9, 12, 18 mois). *Viandes Prod. Carnes* (17): 166-171.

- Cabanes-Roiron, A., Ouhayoun, J., (1994). Influence de l' age a l' abattage sur la valeur bouchere et les caracteristiques de la viande de lapins abattus au meme poids vif. Proceeding of the 6emes Journees de la Recherche Cunicole, La Rochelle, France, 2, 385-391.
- Cabanes-Roiron, A., Ouhayoun, J., Gilbert, S., (1994). Qualite de la viande de lapin. Influence de trios modes de conervation sur l'evolution des proprietes microbiologiques, physic-chimiques et sensorielles. Proceeding of the 6emes Journees de la Recherche Cunicole, La Rochelle,2, 393-402.
- Caldelas I, Chimal-Monroy J, Martínez-Gómez M, Hudson R (2005) Non-photoc circadian entrainment in mammals: a brief review and proposal for study during development. *Biol Rhythm Res* 36:23–37.
- Calvert D. T., Knight, C. H., (1982), Rate of milk secretion during the long suckling interval in the rabbit. *J. Physiol.*, 334, 65-66.
- Cappon G.D., Fleeman T.L., Chapin R.E., Hurtt M.E., (2005), Effects of feed restriction during organogenesis on embryo-fetal development in rabbit, *Birth Defects Research Part B: Developmental and Reproductive Toxicology*, Volume 74, Issue 5, pages 424–430, October.
- Carrilho M.C., Campo M.M., Olleta J.L., Beltrán J.A., López M., (2009), Effect of diet, slaughter weight and sex on instrumental and sensory meat characteristics in rabbits, *Meat Science* 82, 37–43.
- Casado C., Piquer O., Cervera C., Pascual J.J., (2006), Modelling the lactation curve of rabbit does: Towards a model including fit suitability and biological interpretation. *Livestock Prod. Sci.*, 99, 39-49.
- Castellini C., Dal Bosco A., Bernardini M., Cyril H.W., (1999), “Effetto dell'integrazione alimentare di acidi grassi polinsaturi della serie (n-3) sulla composizione lipidica e sulla stabilita ossidativa della carne di coniglio.”. *Zoot.Nutr.Anim.*25, 63-70.
- Cavani, C., Bianchi, M., Lazzaroni, C., Luzi, F., Minelli, G., Petracchi, M., (2000), Influence of type of rearing, slaughter age and sex on fattening rabbits. II. Meat quality. *World Rabbit Sci.*, 8, 567–572.
- Cervera, C., J. Fernandez-Carmona, P. Viudes, E. Blas. (1993). Effect of re-mating interval and diet on the performances of female rabbits and their litters. *Anim. Prod.* 56: 399-405.
- Cervera, C., M. J. Alberich, E. Blas, J. B. Simplicio. (1988). Evaluation of diet and re-mating interval after parturition on the growth of litters of different size. In: *Proc. 4<sup>th</sup> World Rabbit Congress*, Budapest, Hungary. Pp. 30-35.

- Cervera, C., Blas, E., Fernandez-Carmona, J., (1997). Growth of rabbits under different environmental temperatures using high fat diets. *World Rabbit Sci.* 5 (2), 71–75.
- Çetin N., Bekyürek T., Çetin E., (2009), Effects of Sex, Pregnancy and Season on some Haematological and Biochemical Blood Values in Angora Rabbits, *Scandinavian Journal of Laboratory Animal Science*, Vol. 36 No. 2.
- Chiericato, G.M., Rizzi C., Rostellato, V., (1996a). Meat quality of rabbits of different genotypes reared in different environmental conditions. In: *Proceeding of the 6th World Rabbit Congress, Toulouse, France, 3*, pp. 141–145.
- Christensen M., Purslow P., Larsen L.,(2000). “The effect of cooking temperature on mechanical properties of whole meat, single muscle fibres and perimysial connective tissue”. *Meat Science*, 55: 301-307.
- Clark RL, Robertson RT, Peter CP, Bland JA, Nolan TE, Oppenheimer L, Bokelman DL. (1986). Association between adverse maternal and embryo-fetal effects in norflaxin-treated and food-deprived rabbits. *Fund Appl Toxicol* 7:272–286.
- Colin M., (1999), *La cuniculture europeenne*. *Cuniculture* 150 26(6), 299-301.
- Combes, S., J. Lepetit, B. Darche, and F. Lebas. (2004). “Effect of cooking temperature and cooking time on Warner-Bratzler tenderness measurement and collagen content in rabbit meat.” *Meat Science*, 66:91–96.
- Coudert P, Lebas F. ,(1985), Production et morbidit  de lapines reproductrices. Part I. Effects du rationnement alimentaire avant et pendant la première gestation. *Ann. Zootech.* 34(1), 31–48.
- Coureaud G, Schaal B, Coudert P, Rideaud P, Fortun-Lamothe L, Hudson R, Orgeur P (2000), Immediate postnatal suckling in the rabbit: its influence on pup survival and growth. *Rep Nutricion et Development* 40:19–32.
- D’Agata, M., Preziuso, G., Russo, C., Dalle Zotte, A., Mourvaki, E., Paci, G., (2009), Effect of an outdoor rearing system on the welfare, growth performance, carcass and meat quality of a slow-growing rabbit population. *Meat Sci.*, 83, 691–696.
- Dal Bosco A., C. Castellini and M. Bernardini (2000). Productive performance and carcass meat characteristics of cage- or pen-raised rabbits, 579-583.
- Dal Bosco, A., Castellini, C., Bernardini, M., (1997), Effect of transportation and stunning method on some characteristics of rabbit carcasses and meat. *World Rabbit Sci.*, 5, 115–116.
- Dalle Zotte A. and J. Ouhayoun, (1998), Effect of genetic origin, diet and weaning weight on carcass composition, muscle physicochemical and histochemical traits in the rabbit. *Meat Sci.* 50 4, 471-478.



Dalle Zotte A., J. Ouhayoun, R. Parigi Bini and G. Xiccato, (1996), Effect of age, diet and sex on muscle energy metabolism and on related physicochemical traits in the rabbit. *Meat Sci.* 43, 15-24.

Dalle Zotte A., Proprietes specifiques de la viande de lapin, (2000), 101-110.

Dalle Zotte A., R. Parigi Bini , G. Xiccato and S. Simionato, (1995), Proprieta tecnologice e sensoriali della carne di coniglio. Influenza dello stress da trasporto, del sesso e dell' eta di macellazione. *Coniglicoltura* 6, 33-39.

Dalle Zotte, A., Ouhayoun, J., (1995), Post-weaning evolution of muscle energy metabolism and related physico-chemical traits in the rabbit. *Meat Sci.* 39, 395–401.

Dalle Zotte, A., Parigi Bini, R., Xiccato, G., Cossu, M.E., (1997), Effetto della dieta e della durata del post-svezzamento sulla qualita` della carcassa e della carne di coniglio. In: *Proceeding of the XII Congresso Nazionale A.S.P.A., Pisa, Italy*, pp. 383–384.

Dalle Zotte A., Remignon H., Ouhayoun J. (2005): Effect of feed rationing during post-weaning growth on meat quality, muscle energy metabolism and fibre properties of Biceps femoris muscle in the rabbits. *Meat Sci.*, 70, 301–306.

Dalle Zotte, A., (2002). Perception of rabbit meat quality and major factors influencing the rabbit carcass and meat quality. *Livestock Production Science*, 75, 11–32.

Daniel Z. C. T. R., Brameld J. M., Craigon J., Scollan N. D. and Buttery P. J., (2007), Effect of maternal dietary restriction during pregnancy on lamb carcass characteristics and muscle fiber composition, *J ANIM SCI*, 85:1565-1576.

Davey L., Gilbert K., (1974). "Temperature-dependent cooking toughness in beef". *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 25: 931-938.

De Blas J.C., Taboada E., Mateos G.G., Nicodemus N., Méndez J., (1995), Effect of substitution of starch for fiber and fat in isoenergetic diets on nutrient digestibility and reproductive performance of rabbits. *J. Anim. Sci.*, 73, 1131-1137.

Distel H, Hudson R (1985) The contribution of the olfactory and tactile modalities to the nipple-search behaviour of newborn rabbits. *J Comp Physiol A* 157:599–605.

Drummond H, Vázquez E, Sánchez-Colón S, Martínez-Gómez M, Hudson R (2000) Competition for milk in the domestic rabbit: survivors benefit from littermate deaths. *Ethology* 106:511–526.

Du M., Tong J., Zhao J., Underwood K. R., Zhu M., Ford S. P., and Nathanielsz P. W., (2010), Fetal programming of skeletal muscle development in ruminant animals, *J. Anim. Sci.* 88(E. Suppl.):E51–E60.

Effertz, C. M., J. S. Caton, C. J. Hammer, J. S. Luther, T. L. Neville, J. J. Reed, D. A. Redmer, L. P. Reynolds, and K. A. Vonnahme. (2007). Glucose tolerance of offspring

born from ewes receiving differing nutritional levels during pregnancy. *J. Anim. Sci.* 85(Suppl. 2):79.

Escobar C, Hudson R, Martínez-Gómez M, Aguilar-Roblero R (2000) Metabolic correlates of the circadian pattern of suckling-associated arousal in young rabbits. *J Comp Physiol A* 186:33–38.

Fahey A. J., J. M. Brameld, T. Parr and P. J. Buttery, (2005), The effect of maternal undernutrition before muscle differentiation on the muscle fiber development of the newborn lamb, *J. Anim. Sci.*, 83:2564–2571.

Fernández-Carmona J., Blas E., Cervera C., Pascual J.J., (2006), The measure of milk rabbit. *World Rabbit Sci.*, 14(sp), 58.

Fernández-Carmona J., Santiago S., Alqedra I., Cervera C., Pascual J.J., (2000), Effect of lucerne-based diets on the reproductive performance of rabbit does at high environmental temperatures. In *Proc.: 7 th World Rabbit Congr.*, Valencia, Spain, C, 203-208.

Ferreira R.G., Carregal R.G., (1996), A note on carcass characteristics of rabbit fed on a restricted system. *Proceeding of the 6<sup>th</sup> World Rabbit Congress*, Toulouse, France 3, 163-165.

Fischer B, Chavatte-Palmer P, Viebahn C, Navarrete Santos A, Duranthon V., (2012), Rabbit as a reproductive model for human health, *US National Library of Medicine National Institutes of Health*, 2012 Jul;144(1):1-10. *Reproduction*: 144(1);1-10 PMID:22580370.

Fleischhauer H., Schlolaut W., Lange K., (1985), Influence of number of teats on rearing performance of rabbits. *J. Appl. Rabbit Res.*, 8, 174-176.

Fletcher Thomas F., Weber Alvin F., (2012), *Veterinary Developmental Anatomy Veterinary Embryology Class Notes (CVM 6100)*.

Folch, J., Lees, M. and Sloane-Stanley, G. H., (1957), A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.*, 226, 497-509.

Ford S. P., Hess B. W., Schwoppe M. M., Nijland M. J., Gilbert J. S., Vonnahme K. A., Means W. J., Han H. and Nathanielsz P. W., (2007), Maternal undernutrition during early to mid-gestation in the ewe results in altered growth, adiposity, and glucose tolerance in male offspring, *J. Anim. Sci.*, 85:1285–1294.

Fortun, L., Prunier, A., Etienne, M., Lebas, F., (1994), Influence of the nutritional deficit of foetal survival and growth and plasma metabolites in rabbit does. *Reprod. Nutr. Dev.* 34, 201-211.

- Fortun-Lamothe L, Lebas F., (1996), Effects of dietary energy level and source on foetal development and energy balance in concurrently pregnant and lactating primiparous rabbit does. *Anim. Sci.*, 62, 615-620.
- Fortun-Lamothe L., Gidenne T., (2000), The effects of size of suckled litter on intake behaviour, performance and health status of young and reproducing rabbits. *Ann. Zootech.*, 49, 517-529.
- Fortun-Lamothe L., Sabater F., (2003), Estimation de la production laitière à partir de la croissance des lapereaux. In Proc.: 10 èmes Journ. Rech. Cunicole, Paris, ITAVI Ed., Paris, 69-72.
- Fowden, A. L., and D. J. Hill. (2001), Intra-uterine programming of the endocrine pancreas. *Br. Med. Bull.* 60:123–142.
- Fraga M.J., Lorente M., Carabano M., De Blas J.C., (1989), Effect of diet and of remating interval on milk production and milk composition of the doe rabbit. *Anim. Prod.*, 48, 459-466.
- Fuchs AR, Cubile L, Dawood MY, Jorgensen FS (1984) Release of oxytocin and prolactin by suckling in rabbits throughout lactation. *Endocrinology* 114:462–469.
- Fushy, D., Alt, M., BEUTLING, D., (2006), Quality parameters of rabbit meat. *Fleischwirtschaft*, 86, 115–117.
- Gachev E.P., (1971), Diurnal change in the rate of milk formation. *C.R. Acad. Bulgare Sci.*, 24, 1567-1570.
- Gardner, D. S., K. Tingey, B. W. M. Van Bon, S. E. Ozanne, V. Wilson, J. Dandrea, D. H. Keisler, T. Stephenson, and M. E. Symonds, (2005), Programming of glucose-insulin metabolism in adult sheep after maternal undernutrition. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 289: R947–R954.
- Gašperlin L., Polak T., Rajar A., SkvarĀa M., lender B., (2006), Effect of genotype, age at slaughter and sex on chemical composition and sensory profile of rabbit meat, *World Rabbit Sci.*, 14: 157 – 166.
- Gault, N. S. F., (1985), The relationship between water-holding capacity and cooked meat tenderness in some beef muscles as influenced by acidic conditions below the ultimate pH. *Meat Sci.*, 15, 15–30.
- Gidenne, T. Lebas, F., (2005), Le comportement alimentaire du lapin. In: Proc. 11èmes Journées Recherche Cunicole, 29-30 novembre, Paris, France, pp. 183-196.
- Godfrey K. M., (2002 ),“The role of the placenta in fetal programming,” *Placenta*, vol. 23, no. 1, pp. S20–S27.
- Gondret F. and M. Bonneau (1998). Mise en place des caracteristiques du muscle chez le lapin et incidence sur la qualite de la viande. *INRA Prod. Anim.* 11 5, 335-347.

- Gondret F. Lebas F. and Bonneau M., (1999), Effet d' une restriction alimentaire en fin d' engraissement sur les caracteristiques biochimiques, cellulaires et metaboliques des muscles chez le lapin, 97-100.
- Gopalakrishnan, G. S., D. S. Gardner, S. M. Rhind, M. T. Rae, C. E. Kyle, A. N. Brooks, R. M. Walker, M. M. Ramsay, D. H. Keisler, T. Stephenson, and M. E. Symonds, (2004), Programming of adult cardiovascular function after early maternal undernutrition in sheep. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 287: R12–R20.
- Greenwood PL, Cafe LM, Hearnshaw H, Hennessy DW (2005) Consequences of nutrition and growth retardation early in life for growth and composition of cattle and eating quality of beef. *Recent Advances in Animal Nutrition in Australia* 15, 183–195.
- Greenwood PL, Hunt AS, Hermanson JW, Bell AW (1998) Effects of birth weight and postnatal nutrition on neonatal sheep: I. Body growth and composition, and some aspects of energetic efficiency. *Journal of Animal Science* 76, 2354–2367.
- Greenwood, P. L., H. Hearnshaw, L. M. Cafe, D. W. Hennessy, and G. S. Harper. (2004), Nutrition in utero and pre-weaning has longterm consequences for growth and size of Piedmontese and Wagyu-sired steers. *J Anim. Sci.* 82, Suppl. 1. 722.
- Gyovai M., Szendrő Zs., Maertens L., Biró-Németh E., Radnai I., Matics Zs., Gerencsér Zs., Princz Z., Horn P., (2004), Effect of the rearing method on the performance of rabbit does (Preliminary results). *Proc. 8 th World Rabbit Congress, Puebla, Mexico*, 281-287.
- Haddad, B., Maertens, L., Demeyer, D., Uytterhaen, L., (1994). Evolution post mortale du muscle Longissimus dorsi et qualite de la viande de lapin en fonction du mode de refroidissement. *Proceeding of the 6emes Journees de la Recherche Cunicole. La Rochelle, France, II*, 403-408.
- Hafez, E.S.E, D. R. Lindsay, L. A. Moustafa. (1967), Effect of feed intake of pregnant rabbits on nutritional reserves of neonates. *Am. J. Vet. Res.* 28 (125): 1153-1159.
- Hay W.W. Jr, Sparks J.W., Quissell B.J., Battaglia F.C., Meschia G., (1981), Simultaneous measurements of umbilical uptake, fetal utilization rate, and fetal turnover rate of glucose. *Am J Phys*, 240:E662–E668.
- Heird, C.E., E.K. Wittorff, J. M. Rakes, Z. B. Johnson. (1987), Effects of dietary fructose on doe weight, litter size and weight and liver weight of kits. *Appl. Rabbit Res.* 10(2):76-78.
- Hernández P., Aliaga S., Pla M. and Blasco A., (2004), The effect of selection for growth rate and slaughter age on carcass composition and meat quality traits in rabbits, *American Society of Animal Science*, 82:3138–3143.

- Hernández P., M. Pla and A. Blasco (1998), Carcass characteristics and meat quality of rabbit lines selected for different objectives: II, Relationships between meat characteristics. *Livest. Pro. Sci.* 54, 125-131.
- Holland, M.D. and K.G. Odde. (1991), Factors affecting calf birth weight: a review. *Theriogenology*. 38:769-798.
- Hoy S., Selzer D., (2002), Frequency and time of nursing in wild and domestic rabbits housed outdoors in free range. *World Rabbit Sci.*, 10, 77-84.
- Hudson R, Bilkó Á, Altbäcker V (1996) Nursing, weaning and the development of independent feeding in the rabbit (*Oryctolagus cuniculus*). *Z Säugetierkde* 61:39–48.
- Hudson R, Cruz Y, Lucio RL, Ninomiya J, Martínez-Gómez M (1999a), Temporal and behavioral patterning of parturition in rabbits and rats. *Physiol Behav* 66:599–604.
- Hudson R, Distel H., (1982), The pattern of behaviour of rabbit pups in the nest. *Behaviour* 79:255–272.
- Hudson R, Distel H., (1983), Nipple location by newborn rabbits: behavioural evidence for pheromonal guidance. *Behaviour* 85:260–275.
- Hudson R, Distel H., (1984), Nipple-search pheromone in rabbits: dependence on season and reproductive state. *J Comp Physiol A* 155:13–17.
- Hudson R, Distel H., (1990), Sensitivity of female rabbits to changes in photoperiod as measured by pheromone emission. *J Comp Physiol A* 167:225–230.
- Hudson R, Müller A, Kennedy GA, (1995a), Parturition in the rabbit is compromised by daytime nursing: the role of oxytocin. *Biol Rep* 53:519–524.
- Hudson R., Schaal B., Martínez-Gómez M., Distel H., (2000), Mother-young relations in the European rabbit: physiological and behavioural locks and keys. *World Rabbit Sci.*, 8, 85-90.
- Hudson Robyn, Miller Astrid, and Kennedy Gerard A., (1995), Parturition in the Rabbit Is Compromised by Daytime Nursing: The Role of Oxytocin, *BIOLOGY OF REPRODUCTION* 53, 519-524.
- Hulot, F., Ouhayoun, J., (1999), Muscular pH and related traits in of rabbits: a review. *World Rabbit Sci.* 7 (1), 15–36.
- Jean-Blain C., Durix Andree, (1985), Ketone body metabolism during pregnancy in the rabbit, *Reprod. Nutr. Develop.*, 25 (3), 545-554.
- Jerome N., Mousset J.L. and Messenger B., (1998), Existe-t-il un mode de rationnement a conseiller, *Cuniculture* 143 25(5), 228-233.

- Jilge B., (1993), The ontogeny of circadian rhythms in the rabbit. *J Biol Rhythms* 8:247–260.
- Jilge B., (1995), Ontogeny of the rabbit's circadian rhythms without an external zeitgeber. *Physiol Behav* 58:131–140.
- Jilge B, Hudson R., (2001), Diversity and development of circadian rhythms in the European rabbit. *Chronobiology Int* 18:1–26.
- Jilge B, Kuhnt B, Landerer W, Rest S., (2000), Circadian thermoregulation in suckling rabbit pups. *J Biol Rhythms* 15:329–335.
- Karadag A, Sakurai R, Wang Y, Guo P, Desai M, Ross MG, Torday JS, Rehan VK., (2009), Effect of maternal food restriction on fetal rat lung lipid differentiation program. *Pediatr Pulmonol*, 44:635–644.
- Kay J.K., Weber W.J., Moore C.E., Bauman D.E., Hansen L.B., Chester-Jones H., Crooker B.A., Baumgard L.H., (2005), Effects of week of lactation and genetic selection for milk yield on fatty acid composition in Holstein cows. *J. Dairy Sci.*, 88, 3886-3893.
- Khalil M.H., Mehaia M.A., Al-Homidan A.H., Al-Sobayil K.A., (2005), Genetic analysis for milk yield and components and milk conversion ratio in crossing of Saudi rabbits with V-line. *World Rabbit Sci.*, 13, 52-53.
- Kimberly A. Vonnahme, Bret W. Hess, Thomas R. Hansen, Richard J. McCormick, Daniel C. Rule, Gary E. Moss, William J. Murdoch, Mark J. Nijland, Donal C. Skinner, Peter W. Nathanielsz, and Stephen P. Ford, (2003), Maternal Undernutrition from Early- to Mid-Gestation Leads to Growth Retardation, Cardiac Ventricular Hypertrophy, and Increased Liver Weight in the Fetal Sheep, *BIOLOGY OF REPRODUCTION* 69, 133–140.
- King JC., (2003), The risk of maternal nutritional depletion and poor outcomes increases in early or closely spaced pregnancies. *J Nutr*, 133:1732S-1736S.
- Kramer, A., (1951), What is quality and how can it be measured: From a food technology point of view. *Mktg. Research Workshop Report*, Michigan State College.
- Krausgrill DI, Tulloh NM, Shorthose WR, Sharpe K., (1999), Effects of weight loss in ewes in early pregnancy on muscles and meat quality of lambs. *Journal of Agricultural Science, Cambridge* 132, 103–116.
- Kustos K., Szendrő Zs., Csapó J., Biró H., Radnai I., Biró-Németh E., Bálint Á., (1996), Effect of lactation stage and pregnancy status on milk composition. In *Proc.: 6 th World Rabbit Congr.*, Toulouse, France, 2, 187-190.
- Lambertini L., M.C. Benassi and G. Zaghini, (1990), Effecto di sesso e peso sulle caratteristiche qualitative della carcassa di coniglio., *Coniglicoltura* 27 4, 33-39.

- Lambertini, L., Vignola, G., Badiani, A., Zaghini, G., Formigoni, A., (2006), The effect of journey time and stocking density during transport on carcass and meat quality in rabbits. *Meat Sci.*, 72, 641–646.
- Lauridsen C., Danielsen V., (2004), Lactational dietary fat levels and sources influence milk composition and performance of sows and their progeny. *Livestock Prod. Sci.*, 91, 95-105.
- Lebas F., (1968), Mesure quantitative de la production laitière chez la lapine *Ann. Zootech.*, 17, 169-182.
- Lebas F., (1969), Alimentation lactée et croissance pondérée du lapin avant sevrage. *Ann. Zootech.*, 18, 197-208.
- Lebas F., (1970), Description d'une machine à traire les lapines *Ann. Zootech.*, 19, 223-228.
- Lebas F., (1971), Composition chimique du lait de lapine, evolution au cours de la traite et en fonction du stade de la lactation. *Ann. Zootech.*, 20, 185-191.
- Lebas F., (1972), Effet de la simultanéité de la lactation et de la gestation sur les performances laitières chez la lapine. *Ann. Zootech.*, 21, 129-131.
- Lebas F., (1976), Relations entre la forme de courbe de lactation maternelle et la croissance des lapereaux. Etude sur 975 courbes individuelles. In *Proc.: 1rst World Rabbit Congr., Dijon, France, Communic.*, 9, 4.
- Lebas F., (1987), Influence de la taille de la portée et de la production laitière sur la quantité d'aliment ingérée par la lapine allaitante. *Reprod. Nutr. Dévelop.*, 27 (1 B), 207-208.
- Lebas F., Besancon P., Abouyoub A., (1971), Composition minérale du lait de lapine. Variations en fonction du stade de lactation. *Ann. Zootech.*, 20, 487-495.
- Lebas, F. (1989), Nutrient requirements of various categories of rabbits. In: *Piva, G. and Wiseman, J. (eds) Proceedings of the First International Feed Production Conference. Piacenza, Italy, pp. 297–332.*
- Lebas, F., Laplace J.P., Droumenq P., (1982). "Effets de la teneur en energie de l'aliment chez le lapin. Variation en fonction de l'age des animaux et de la sequence des regimes alimentaires". *Ann Zootech.* 31:233-256.
- Lebas, F., P. Coudert, R. Rouvier, H. De Rochambeau., (1986), The rabbit Husbandry, health and production. *FAO Animal Production and Health Series no. 21, Rome.*
- Lebas F., Lamboley B., Fortun-Lamothe L., (1996), Effects of dietary energy level and origin (starch vs oil) on gross and fatty acid composition of rabbit milk. In *Proc.: 6th World Rabbit Congr., Toulouse, France, 1, 223-226.*

- Lee Y.C., Ahn H.S. (1977). "Studies on lipids and proteins of rabbit meat." *Korean J. Nutr.*, 10:78-86.
- Lemons JA, Moorehead HC, Hage GP., (1986), Effects of fasting on gluconeogenic enzymes in the ovine fetus. *Pediatr Res*, 20:676–679.
- Lincoln DW., (1974), Suckling: a time constant in the nursing behaviour of the rabbit. *Physiol Behav* 13:711–714.
- Liste, G., Vilarroel, M., Chacon, G., Sanudo, C., Olleta, J. L., Garcia-Belenguer, S., Alierta, S., Maria, G. A., (2009), Effect of lairage duration on rabbit welfare and meat quality. *Meat Sci.*, 82, 71–76.
- Lloyd Louise J. , Foster Thomas , Rhodes Phillip , Rhind Stewart M. and Gardner David S., (2012), Protein-energy malnutrition during early gestation in sheep blunts fetal renal vascular and nephron development and compromises adult renal function, *The Journal of Physiology*, 590, 377-393.
- Lukefahr S., Cheeke P.R., Patton N.M., (1996), Heritability of milk production and 21-day litter weight and litter size in purebred and crossbred rabbits using an animal model . In *Proc.: 6 th World Rabbit Congr.*, Toulouse, France, 2, 319-324.
- Lukefahr S., Hohenboken W.D., Cheeke P.R., Patton N.M., (1983), Characterization of straightbred and crossbred rabbits for milk production and associative traits. *J. Anim. Sci.*, 57, 1100-1107.
- Luzi, F., Heinzl, E., Crimella, C., Verga, M., (1994), Influence des conditions de transport sur la qualite' des carcasses. *Cuniculture* 120 (21(6)), 277–279.
- Maertens L. and Coudert, (2006), *Recent Advances in Rabbit Sciences*, Published by Institute for Agricultural and Fisheries Research (ILVO) Animal Science Unit, Belgium.
- Maertens L., De Groote G., (1988), The influence of the dietary energy content on the performances of post-partum breeding does. In *Proc.: 4 th World Rabbit Congr.*, Budapest, Hungary, 3, 42-53.
- Maertens L., De Groote G., (1990), Comparison of feed intake and milk yield of does under normal and high ambient temperature. *J. Appl. Rabbit Res.*, 13, 159 -162.
- Maertens L., De Groote G., (1991), The nutrition of highly productive rabbit does and kits before weaning. *Revue de l'Agriculture*, 44, 725-737.
- Maertens L., (2009), Possibilities to reduce the feed conversion in rabbit production, *Giornate di Coniglicoltura ASIC*.
- Maertens, L., (1993), De voedingsbehoeften van konijnen voor de vleesproductie (Feed requirements for rabbits in commercial rabbit production). CVB-documentatie rapport nr. 8.



- Magee TR, Han G, Cherian B, Khorram O, Ross MG, Desai M., (2008), Downregulation of transcription factor peroxisome proliferator-activated receptor in programmed hepatic lipid dysregulation and inflammation in intrauterine growth-restricted offspring. *Am J Obstet Gynecol*, 199: 271.e1–271.e5.
- Malandro MS, Beveridge MJ, Kilberg MS, Novak DA., (1996), Effect of low-protein diet-induced intrauterine growth retardation on rat placental amino acid transport. *Am J Physiol*, 271:C295-C303.
- Manal A.F., M.A. Tonb, O.H. Ezzo, (2010), Feed restriction of pregnant nulliparous rabbit does: consequences on reproductive performance and maternal behavior, *Animal Reproduction Science* 120, 179–186.
- Marcus G.E., Shum T.F., Goldman S.L., (1990), A device for collecting milk from rabbits. *Lab. Anim. Sci.*, 40, 219-221.
- Maria, G. A., Buil, T. , Liste, G., Villarroel, M., Sanudo, C., Olleta, J. L., (2006), Effects of transport time and season on aspects of rabbit meat quality. *Meat Sci.*, 72, 773–777.
- Martínez-Gómez M, Lucio RA, Carro M, Pacheco P, Hudson R., (1997), Striated muscles and scent glands associated with the vaginal tract of the rabbit. *Anatom Rec* 247:486–495.
- Masoero, G., Riccioni, L., Bergoglio, G., Napolitano, F., (1992), Implications of fasting and of transportation for a high quality rabbit meat product. In: *Proceeding of the 5th World Rabbit Congress, Corvallis, Oregon, Vol. B*, pp. 841–847.
- Matics Zs., Szendrő Zs., Hoy St., Nagy I., Radnai I., Biró-Németh E., Gyovai M., (2004), Effect of different management methods on the nursing behaviour of rabbits. *World Rabbit Sci.*, 12, 95-108.
- Matsuoka T, Mizuguchi H, Mizoguchi Y, Endho T, Kamata R, Fukuda K, Ishikawa T, Asano Y., (2009), Effects of restricted feeding on blood parameters in pregnant rabbits, *The Journal of Toxicological Sciences*, Vol.34, No. 1, 129-137.
- Matsuoka T., Mizoguchi Y, Serizawa K, Ishikura T, Mizuguchi H, Asano Y., (2006), Effects of stage and degree of restricted feeding on pregnancy outcome in rabbits, *The Journal of Toxicological Sciences*, Vol. 31, No2 , 169-175.
- Matsuzawa T, Nakata NI, Goto I, Tsushima M., (1981), Dietary deprivation induces fetal loss and abortion in rabbits. *Toxicology*22:255–259.
- McMillen IC, Robinson JS, (2005), Developmental origins of the metabolic syndrome: prediction, plasticity, and programming. *Physiological Reviews* 85, 571–633.
- McNitt J.I., Lukefahr S.D., (1990), Effect of breed, parity, day of lactation and number of kits on milk production of rabbits. *J. Anim. Sci.*, 68, 1505-1512.

- Milisits G., R. Romvari, Z.s. Szendro, G. Masoero and G. Bergoglio, (2000), The effect of age and weight on slaughter traits and meat composition of Pannon White growing rabbits. 629-636.
- Mizoguchi Yasumoto, Matsuoka Tetsuya, Mizoguchi Hiroyasu, Endoh Takako, Kamata Ryo, Fukuda Kazuya, Ishikawa Tsutomu and Asano Yuzo, (2010), Changes in blood parameters in New Zealand White rabbits during pregnancy, *Laboratory Animals* 44: 33–39.
- Mohamed M.M.A., Szendrő Zs., (1992), Studies on nursing and milk production of does and milk intake and suckling behaviour of their kits. *J. Appl. Rabbit Res.*, 15, 708-716.
- Nafeaa Abeer , Souad Abd Elfattah Ahmed and Said Fat Hallah, (2011), Effect of Feed Restriction during Pregnancy on Performance and Productivity of New Zealand White Rabbit Does, *Veterinary Medicine International*, Article ID 839737, 5 pages.
- Ninomiya-Alarcón JG, Hudson R, Reyes-Guerrero G, Barrera-Mera B, Guevara-Guzmán R., (2004), Effect of photoperiod on the mechanical response of the pregnant rabbit uterus to oxytocin. *Am J Physiol: Regulative, Integrative, Comp Physiol* 287:R174–R180.
- Nogues J., A.M. Rous and P. Vigneron, (1974), Etude de la variation du nombre et des dimensions des fibres musculaires chez trois races de lapin et leurs croisements reciproques. *Ann. Biol. Anim. Biochem. Biophys*, 14 2, 293-311.
- Nordby DJ, Field RA, Riley ML, Kercher CJ., (1987), Effects of maternal undernutrition during early pregnancy on growth, muscle cellularity, fiber type and carcass composition in lambs. *Journal of Animal Science* 64, 1419–1427.
- Oliver, M. A., Guerrero, L., Diaz, I., Gispert, M., Pla, M., Blasco, A., (1997), The effect of fat-enriched diets on the perirenal fat quality and sensory characteristics of meat from rabbits. *Meat Sci.*, 47, 95–103.
- Osgerby J. C., Wathes D. C., Howard D. and Gadd T. S., (2002), The effect of maternal undernutrition on ovine fetal growth, *Journal of Endocrinology* 173, 131–141.
- Ouhayoun J, Gidenne T, Demarne Y.,(1985), “Postnatal development of the fatty acid composition of lipids of adipose and muscle tissue in rabbits on a low-fat diet” *Reprod Nutr Dev.*,25(3):505-519.
- Ouhayoun J. and S. Cheriet, (1983), Valorisation compare d’ aliments a niveaux proteiques different, par des lapins selectionnes sur la vitesse de croissance et par des lapins provenent d’ elevages traditionnels. 1. Etude des performances de croissance et de la composition du gain de poids. *Ann. Zootech.* 32 3 257-276.
- Ouhayoun J., Lebas F., Demas D., (1986), “The effects of feeding regimes on growth and carcass quality in rabbit”. *Cuni-Sciences* 3(2): 7-21.

- Ouhayoun, J., (1988), Influence des conditions d'abattage sur la qualite' de la viande de lapin. *Cuniculture* 80 (15(2)), 86–91.
- Ouhayoun, J., (1989), "La composition corporelle du lapin facteurs de variations". *INRA. Prod. Anim.* 2:215-226.
- Ouhayoun, J., and D. Delmas. (1988), Meat quality of rabbit. I. Differences between muscles in post mortem pH. *Proc. 4th World Rabbit Congr.* 2:412.
- Ouhayoun, J., Dalle Zotte, A., (1993), "Muscular energy and related traits in rabbit". *World Rabbit Sci.* 1 (3), 96–107.
- Ouhayoun J. and Dalle Zotte A. (1996), Harmonization of muscle and meat criteria in rabbit meat research, *World rabbit science* 4(4), 211-218.
- Ouhayoun, J., Lebas, F., (1994), Effets de la die'te hydrique, du transport et de l'attente avan l'abattage sur les composantes du rendement et sur les caracte'ristiques physico-chimiques. In: *Proceeding of the 6e'mes Journe'es de la Recherche Cunicole, La Rochelle, France, 2*, pp. 443–448.
- Ouhayoun, J., Dalle Zotte, A., (1996), "Harmonization in rabbit meat research muscle and meat criteria". *Proc. of 6th World Rabbit Congress, Toulouse, France.* 217-224.
- Ouhayoun, J., Rouvier, R., (1973), "Composition corporelle et degre'e de maturite' en poids de lapereaux de plusieurs ge'notypes". *Proceeding of the Journees de Recherches avicoles et cunicoles, Paris.*
- Pacheco-Cobos L, Rosetti M, Distel H, Hudson R., (2003), To stay or not to stay: the contribution of tactile and thermal cues to coming to rest in newborn rabbits. *J Comp Physiol A* 189:383–389.
- Parigi Bini R., G. Xiccato, M. Cinetto and A. Dalle Zotte, (1992a), Effetto dell' eta e peso di macellazione e del sesso sulla qualita della carcassa e della carne cunicola. 1. Rilievi di macellazione e qualita della carcassa. *Zoot. Nutr. Anim.* 18 157-172.
- Parigi Bini R., Xiccato G., (1998), Energy metabolism and requirements. In: De Blas and Wiseman (Eds.), *The nutrition of the Rabbit*, CABI Publishing, Wallingford, UK, pp.103-131.
- Parigi-Bini, R., G. Xiccato, M. Cinetto, A. Dalle Zotte. (1992), Energy and protein utilization and partition in rabbit does concurrently pregnant and lactating. *Anim. Prod.* 55:153-162.
- Partridge G.G., Daniels Y. and Fordyce R.A., (1986), The effects of energy intake during pregnancy in doe rabbits on pup birth weight, milk output and maternal body composition change in the ensuing lactation, *J. agric. Sci., Camb.*, 107, 697-708.

- Pascual J.J., Cervera C., Blas E., Fernández–Carmona J., (1996), Milk yield and composition in rabbit does using high fat diets. Proc. 6 th World Rabbit Congr. Toulouse, France, Vol 1, 259-262.
- Pascual J.J., Cervera C., Fernández–Carmona J., (2002b), A feeding programme for young rabbit does based on lucerne. World Rabbit Sci. 10, 7-13.
- Pascual J.J., Motta W., Cervera C., Quevedo F., Blas E. and FernándezCarmona J., (2002a), Effect of dietary energy source on the performance and perirenal fat thickness evolution of primiparous rabbit does. Anim. Sci., 75, 267-279.
- Pascual J.J., Tolosa C., Cervera C., Blas E., Fernández-Carmona J., (1999b), Effect of diets with different digestible energy content on the performance of rabbit does. Anim. Feed Sci. Technol., 81, 105-117.
- Perrier G. and Ouhayoun J., (1996), Effect de diferentes modalidades de racionnement a l' engraissement sur les qualites boucheres du lapin, Cuniculture 23 147-154.
- Perrier G.,(1998), Influence de deux niveaux et de deux durees de restriction alimentaire sur l' efficacite productive du lapin et les caracteristiques boucheres de la carcasse, 179-182.
- Petersen J., Buscher K., Lammers H.J., (1989), Das Sauge- und Saugverhalten von Kaninchen und die Milchaufnahme. Proc. 6. Arbeitstagung über Haltung und Krankheiten der Kaninchen, Pelztiere und Heimtiere, Celle, 59-67.
- Petracci M., Capozzi F., Cavani C., (1999), M.A. Cremonini and G. Minelli, Influence of slaughter weight and sex on meat quality of rabbits slaughtered at the same age. 650-652.
- Petracci, M. , Baeza, E., (2007), Harmonization of methodology of assessment of meat quality features. In: Proc. XVIII European Symp. on the Quality of Poultry Meat and XII Euro pean Symp. on the Quality of Eggs and Eggs Products, Prague, pp. 175–180.
- Petrere, J. A., Rohn, W. R., Grantham, L. E., II, and Anderson, J. A., (1993), Food Restriction during Organogenesis in Rabbits: Effects on Reproduction and the Offspring, Fundam. Appl. Toxicol. 21, 517–522.
- Pla, M. and C. Cervera. (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., L. Guerrero, D. Guardia, M. A. Oliver and A. Blasco. (1998), Carcass characteristics and meat quality of rabbit lines selected for different objectives: I. Between lines comparison. Livest. Prod. Sci. 54:115-123.
- Pla, M., (2008), A comparison of the carcass trans and meat quality of conventionally and organically produced rabbits. Livestock Sci., 115, 1–12.

- Pongrácz P, Altbäcker V., (1999), The effect of early handling is dependent upon the state of the rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) pups around nursing. *Dev Psychobiol* 35:241–251.
- Pongrácz P, Altbäcker V., (2003), Arousal, but not nursing, is necessary to elicit a decreased fear reaction towards humans in rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) pups. *Dev Psychobiol* 43:192–199.
- Prud'hon, M., (1976), “Comportement alimentaire du lapin soumis aux températures de 10, 20 e 30°C”. In: *Proceeding of the 1er Congr. Int. Cunicole, Dijon. Comm. 14*, pp. 1–6.
- Rafai P., Papp Z., (1984), Temperature requirement of does for optimal performance. *Arch. Exper. Vet. Med., Leipzig*, 38, 450-457.
- Rao D. R., G. R. Sunki, W. M. Johnson, C. P. Chen., (1977), Postnatal growth of New Zealand White rabbit (*Oryctolagus cuniculus*). *J. Anim. Sci.* 44 (6): 1021-1025.
- Rasmussen K. M., (1998), “Effects of under- and overnutrition on lactation in laboratory rats,” *Journal of Nutrition*, vol. 128, no. 2, pp. 390–393.
- Rich-Edwards J., (2004), Epidemiology of the fetal origins of adult disease: cohort studies of birthweight and cardiovascular disease. In ‘Fetal nutrition and adult disease’. (Ed. SC Langley-Evans) pp. 87–104.
- Rizzi C., Chiericato G. M., and Dalle A., (2008), “Reproductive and physiological responses of rabbit does under different nutritive levels before the first parturition,” in *Proceedings of the 9th World Rabbit Congress*, pp. 437–441, Verona, Italy.
- Ristic, M., Zimmermann E., (1992), Slaughter value of young rabbits from fattening hybrides and pure breeding animals. *J. Appl. Rabbit Sci.*, 15, 827–831.
- Rochambeau de H., (1998), La femelle parentale issue des souches expérimentales de l’INRA: évolutions génétiques et perspectives. *Proc. 7 émes Journ. Rech. Cunicole, Lyon, France, ITAVI Ed.*, 3-14.
- Rochambeau de H., Tudela F., Chabert J., (1988), Some results about number of teats in 3 strains of rabbits. *Proc. 4 th World Rabbit Congr., Budapest Hungary, Vol. 2*, 261-268.
- Rochambeau de, H., (1997), “Genetics of the rabbit for meat production: what’s new since the world rabbit congress held in Budapest in 1988? A review”. *World Rabbit Sci.* 5 (2), 77–82.
- Roiron, A., Ouhayoun, J., Delmas, D., (1992), Effets du poids et de l’âge d’abattage sur les carcasses et la viande de lapin. *Cuniculture* 19 (3), 143–146.
- Rommers J. M., Kemp B., Meijerhof R., and Noordhuizen J. P. T. M., (2001), “The effect of litter size before weaning on subsequent body development, feed intake, and

reproductive performance of young rabbit does,” *Journal of Animal Science*, vol. 79, no. 8, pp. 1973–1982.

Rommers J. M., Meijerhof R., Noordhuizen J. P. T. M., and Kemp B., (2004), “The effect of level of feeding in early gestation on reproductive success in young rabbit does,” *Animal Reproduction Science*, vol. 81, no. 1-2, pp. 151–158.

Rommers J. M., (2003), *Strategies for rearing of rabbit does*, Dissertation thesis, Wageningen University, no. 3486 21.

Rommers J.M., (2004), Breeding of young female does. Proc. 8<sup>th</sup> World Rabbit Congr., Puebla, Mexico, 1518-1531.

Rommers J.M., Kemp B., Meijerhof R., Noordhuizen J.P.T.M., (2001), The effect of litter size before weaning on subsequent body development, feed intake, and reproductive performance of young rabbit does. *J. Anim. Sci.*, 79, 1973-1982.

Rouvier R., (1970), “Variabilité génétique du rendement a l'abattage et de la composition anatomique de lapins de trois races”. *Ann. Génét. Sél. Anim.* 2: 325–346.

Salvini S., M. Parpinel, P. Gnagnarella, P. Maisonneuve and A.Turrini, (1998), Banca dati di composizione degli alimenti per studi epideliologici in Italia, Istituto Europeo di Oncologia, Milano, Italy p.958.

SAS Institute Inc., (2005), *User’s Guide, Version 9.3.1.*, SAS Institute Inc., Cary, NC.

Schley P., (1975), Kaninchenmilk-Zusammensetzung und Probennahme. *Tierärztliche Wochenschrift*, 88, 171-173.

Serizawa K., Mizoguchi Y., and Matsuoka T., (2006), “Effects of stage and degree of restricted feeding on pregnancy outcome in rabbits,” *Journal of Toxicological Sciences*, vol. 31, no. 2, pp. 69–75.

Snyder JM, Rodgers HF, O'Brien JA, Mahli N, Magliato SA, Durham PL,(1992), Glucocorticoid effects on rabbit fetal lung maturation in vivo: an ultrastructural morphometric study. *Anat Rec*, 232: 133 140.

Szendrő Zs., Maertens L., (2001), Maternal effect during pregnancy and lactation in rabbits (a review). *Acta Agraria Kaposváriensis*, 5 (2), 1-21.

Szendrő Zs., Papp Z., Kustos K., (1999a), Effect of environmental temperature and restricted feeding on production of rabbit does. In Proc.: 2<sup>nd</sup> Int. Conf. on Rabbit Production in Hot Climates. In: *Cahiers Options Méditerranéennes*, 41, 11-17.

Szendrő Zs., Szabó S. Kustos K., (1985), Studies on milk production, weight change and feed consumption of rabbit does during suckling period. In Proc.: 13<sup>th</sup> Conference on meat rabbit breeding, Nitra, 105-117.

- Szendro, Zs., J. Palos, I. Radnai, E. Biro-Nemeth, R. Romavari., (1996), Effect of litter size and birth weight on the mortality and weight gain of suckling and growing rabbits. In: Proc. 6<sup>th</sup> World Rabbit Congress, Toulouse, France. Pp. 365-369.
- Taboada E., Mendez J., Mateos G.G., De Blas J.C., (1994), The response of highly productive rabbits to dietary lysine content. *Livest. Prod. Sci.*, 40, 329-337.
- Tong, J., M. J. Zhu, K. R. Underwood, B. W. Hess, S. P. Ford, and M. Du. (2008), AMP-activated protein kinase and adipogenesis in sheep fetal skeletal muscle and 3T3-L1 cells. *J. Anim. Sci.* 86:1296–1305.
- Trinder P. (1969). *Ann. Clin. Bioch.* 6 24.
- Tudela F., Hurtaud J., Garreau H., De Rochambeau H., (2003), Comparaison des performances zootechniques de femelles parentales issues d'une souche témoin et d'une souche sélectionnée pour la productivité numérique. In Proc.: 10 èmes Journ. Rech. Cunicole, Paris, ITAVI Ed., Paris, 53-56.
- Tůmová E., Zita L., Štolc L., (2006), Carcass quality in restricted and ad libitum fed rabbits, *Czech J. Anim. Sci.*, 51, (5): 214–219.
- Van Der Horst, F., Jehl, N., Koehl, P.F., (1999). "Influence du moded'e'levage (cage ou parc) sur les performances de croissance et les qualite's bouche`res des lapins de race Normande". Proceeding of the 8e`mes Journe'es Recherche Cunicole, Paris, France, pp. 71–74.
- Vásquez Martínez R., Petersen J., Mennicken L., (1999), Milk performance of does depending on their litter weight at birth and on the number of kids assigned after a complete kid exchange. *Arch. Geflügelk.*, 63, 169-173.
- Veziñhet A., and J. Nouges. (1977), "Evolution postnatale de la lipogenesedans le tissu adipeux du foie du mouton et du lapin." *Ann.Biol. Anim. Biochim. Biophys.* 17:851–863.
- Vicente J.S., Garcia-Ximénez F., (1992), Growth limitations of suckling rabbits. Proposal of a method to evaluate the numerical performance of rabbit does until weaning. In Proc.: 5 th World Rabbit Congr., Oregon, USA. In: *J. Applied Rabbit Res.*, 15, 848-855.
- Vickers M. H., Breier B. H., McCarthy D., and Gluckman P. D., (2003), "Sedentary behavior during postnatal life is determined by the prenatal environment and exacerbated by postnatal hypercaloric nutrition," *American Journal of Physiology—Regulatory Integrative and Comparative Physiology*, vol. 285, no. 1, pp. R271–R273.
- Vigneron P., F. Bacou and C.R. Ashmore, (1976) Distribution heterogeneity of muscle fiber types in the rabbit longissimus muscle. *J. Anim. Sci.* 43 5 985-988.

- Villena, P., Garcia-Rebollar, P., Rebollar, P. G., Nunez, N., Nicodemus, N., MARGÜENDA, I., (2008), Effect of high fibrous diet in the finishing period on carcass yield and meat quality of rabbits. In: Proc. 9th World Rabbit Congr., Verona, Italy, June 10–13.
- Warnes KE, Morris MJ, Symonds ME, Phillips ID, Clarke IJ, et al., (1998), Effects of increasing gestation, cortisol and maternal undernutrition on hypothalamic neuropeptide Y expression in the sheep fetus. *Journal of Neuroendocrinology* 10, 51–57.
- Wood J.D., Enser M., Fisher A.V., Nute G.R., Sheard P.R., Richardson R.I., Hughes S.I., Whittington F.M., (2008), Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. *Meat Sci.*, 78, 343–358.
- Woodall S.M. , Breier B.H. , Johnston B.M. and Gluckman P.D. , (1996), A model of intrauterine growth retardation caused by chronic maternal undernutrition in the rat: effects on the somatotrophic axis and postnatal growth, *Journal of Endocrinology* 150, 231–242.
- Wu Guoyao, Bazer Fuller W., Cudd Timothy A., Cynthia J. Meininger, and Thomas E. Spencer, (2004), *Maternal Nutrition and Fetal Development*, American Society for Nutritional Sciences, 134: 2169–2172.
- Xiccato G., Cinetto M., Dalle Zotte A., (1993), “Influenza del piano alimentare e dell’eta di macellazione sulle prestazioni e sulla qualita della carcassa di coniglio. 572-578.
- Xiccato, G., Cossu, M.E., Trocino, A., Queaque, P.I., (1998), Influence du rapport amidon/fibre et de l’addition de graisse en post-sevrage sur la digestion, les performances zootechniques et la qualite’ bouche`res du lapin. In: *Proceeding of the 7e`mes Journe`es de la Recherche Cunicole*, Lyon, France, pp. 159–162.
- Xiccato G., Parigi-Bini R., Dalle Zotte A., Carazzolo A., Cossu M.E., (1995), Effect of dietary energy level, addition of fat and physiological state on performance and energy balance of lactating and pregnant rabbit does. *Anim. Sci.*, 61, 387-398.
- Xiccato G., Trocino A., Boiti C., Brecchia G., (2005), Reproductive rhythm and litter weaning age as they affect rabbit doe performance and body energy balance. *Anim. Sci.*, 81, 289-296.
- Xiccato G., Trocino A., Sartori A., Queaque P.I., (2004), Effect of parity order and litter weaning age on the performance and body energy balance of rabbit does. *Livest. Prod. Sci.*, 85, 239-251.
- Xiccato, G., Parigi Bini, R., Cinetto, M., Converso, R., (1990), Variazioni del pH muscolare in carcasse refrigerate di coniglio. *Proceeding of the S.I.S.Vet.Congress*, Stresa, Italy, Vol.XLIV, 577-581.



Xiccato, G., R. Parigi-Bini, A. Dalle-Zotte, and A. Carazzolo, (1994), Effect of age, sex and transportation on the composition and sensory properties of rabbit meat. Proc. Of the 40<sup>th</sup> International Congress of Meat Science and Technology. Paper no. 21. The Hague, Holland.

Xiccato, G., Verga M., Trocino A., Ferrante V., Queaque P., Sartori A., (1999), “Influence de l’effectif et de la densité par cage sur les performances productives, la qualité bouchère et le comportement chez le lapin”. Proc. 8th J. Rech. Cunicole, Paris, France, pp 59-62.

Xiccato, G. and Trocino, A., (2010), Energy and Protein Metabolism and Requirements, Nutrition of the Rabbit, 2nd Edition (eds C. de Blas and J. Wiseman).

Yalçın S., Onbaşlar E. E. and Onbaşlar İ., (2006), Effect of Sex on Carcass and Meat Characteristics of New Zealand White Rabbits Aged 11 Weeks, J. Anim. Sci., Vol. 19, No. 8 : 1212 – 1216.

Zarrow M.X., Denenberg V.H., Anderson C.O., (1965), Rabbit: Frequency of suckling in the pup. Science, 150, 1835-1836.

Zhu Mei J., Ford Stephen P., Means Warrie J., Hess Bret W., Nathanielsz Peter W. and Du Min, (2006), Maternal nutrient restriction affects properties of skeletal muscle in offspring, J Physiol 575.1, pp 241–250.

Zhu, M. J., S. P. Ford, P. W. Nathanielsz, and M. Du, (2004), Effect of maternal nutrient restriction in sheep on the development of fetal skeletal muscle. Biol. Reprod. 71:1968–1973.

Zimmermann, E., J. Jutta, L. Dempfle. (1988), Relation between litter size (number weaned) and later body weight gain in the New Zealand White rabbit. In: Proc. 4<sup>th</sup> World Rabbit Congress, Budapest, Hungary. Pp. 209-214.

Zotte AD, Réminon H, Chiericato GM., (2005), Influence of maternal feed rationing on metabolic and contractile properties of Longissimus lumborum muscle fibres in the rabbit offspring, Meat Science 70: 573-577.

[http://php.med.unsw.edu.au/embryology/index.php?title=Rabbit\\_Development](http://php.med.unsw.edu.au/embryology/index.php?title=Rabbit_Development)