

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

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

**ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΕΥΝΟΥΧΙΣΜΟΥ ΣΕ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΑ
ΚΑΙ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΡΣΕΝΙΚΩΝ
ΟΡΝΙΘΙΩΝ**

ΓΕΩΡΓΙΟΣ Κ. ΣΥΜΕΩΝ

Επιβλέπων: Ρογδάκης Ε. Καθηγητής

Αθήνα, Δεκέμβριος 2009

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

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

**ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΕΥΝΟΥΧΙΣΜΟΥ ΣΕ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΑ
ΚΑΙ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΡΣΕΝΙΚΩΝ
ΟΡΝΙΘΙΩΝ**

ΓΕΩΡΓΙΟΣ Κ. ΣΥΜΕΩΝ

Επιβλέπων: Ρογδάκης Ε. Καθηγητής

Αθήνα, Δεκέμβριος 2009

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΕΥΝΟΥΧΙΣΜΟΥ ΣΕ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΑ ΚΑΙ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΡΣΕΝΙΚΩΝ ΟΡΝΙΘΙΩΝ

ΓΕΩΡΓΙΟΣ Κ. ΣΥΜΕΩΝ

Τριμελής Συμβουλευτική Επιτροπή: Ρογδάκης Ε. Καθηγητής (Επιβλέπων)

Μπιζέλης Ι. Αν. Καθηγητής

Κομινάκης Α. Επ. Καθηγητής

Μέλη Επταμελούς Εξεταστικής Επιτροπής: Μενεγάτος Ι. Καθηγητής

Πανοπούλου Ε. Αν. Καθηγήτρια

Πολίτης Ι. Καθηγητής

Φεγγερός Κ. Καθηγητής

Αθήνα, Δεκέμβριος 2009

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΕΥΝΟΥΧΙΣΜΟΥ ΣΕ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΑ ΚΑΙ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΡΣΕΝΙΚΩΝ ΟΡΝΙΘΙΩΝ

ΓΕΩΡΓΙΟΣ Κ. ΣΥΜΕΩΝ

*Τμήμα Επιστήμης Ζωικής Παραγωγής και Υδατοκαλλιεργειών, Εργαστήριο
Γενικής και Ειδικής Ζωοτεχνίας, Ιερά οδός 75, Αθήνα, 118 55, e-mail:*

symeon@aua.gr

Περίληψη

Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν ο προσδιορισμός της επίδρασης του ευνουχισμού σε φυσιολογικά και παραγωγικά χαρακτηριστικά αρσενικών ορνιθίων. Για το σκοπό αυτό πραγματοποιήθηκαν τρία πειράματα. Στα πρώτα δύο πειράματα χρησιμοποιήθηκε ένα υβρίδιο κρεοπαραγωγής μέσης ανάπτυξης (Redbro) ενώ στο τρίτο πείραμα χρησιμοποιήθηκαν αρσενικά άτομα ενός ωοπαραγωγικού υβριδίου (Lohmann Silver). Ο χειρουργικός ευνουχισμός πραγματοποιήθηκε την 21^η ημέρα για το κρεοπαραγωγικό υβρίδιο και την 45^η ημέρα ηλικίας για το ωοπαραγωγικό.

Από τα παραγωγικά χαρακτηριστικά μετρήθηκαν η αύξηση του σωματικού βάρους και η κατανάλωση τροφής, το βάρος του ψυχρού σφαγίου, το βάρος των εσωτερικών οργάνων, των τεμαχίων του σφαγίου και των επιμέρους ιστών στα τεμάχια του μηρού, της κνήμης και του στήθους. Για την εκτίμηση της ποιότητας του κρέατος του μείζονος θωρακικού μυός προσδιορίστηκαν: Το pH₂₄, το χρώμα, η απώλεια οπού κατά το μαγείρεμα, η δύναμη διάτμησης και το ενδομυϊκό λίπος. Επίσης μετρήθηκαν: ο όγκος και ο αριθμός των λιποκυττάρων, η ενεργότητα των ενζύμων NADP-αφυδρογονάση του μηλικού και NADP-αφυδρογονάση του ισοκιτρικού οξέος στο ήπαρ και οι συγκεντρώσεις των λιποπρωτεϊνών (χοληστερόλη, τριγλυκερίδια, HDL- χοληστερόλη) και της τεστοστερόνης στον ορό του αίματος.

Ο ευνουχισμός είχε ως αποτέλεσμα τη δραστική μείωση των επιπέδων της τεστοστερόνης στο αίμα των ορνιθίων. Δεν επηρέασε, όμως, το τελικό σωματικό βάρος των ορνιθίων και την κατανάλωση τροφής. Αντίθετα, είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση της εναπόθεσης λίπους και τη μείωση του βάρους των μυών του ποδιού και της καρδιάς ενώ παρουσιάστηκε μία τάση αύξησης των μυών του στήθους. Επίσης, ο ευνουχισμός είχε ως αποτέλεσμα τη διαφοροποίηση του χρώματος του μείζονα θωρακικού μυός. Τα λιποκύτταρα των ευνουχισμένων ορνιθίων είχαν σημαντικά μεγαλύτερο όγκο σε σχέση με την ομάδα του μάρτυρα ενώ ο αριθμός τους δε μετεβλήθει. Παρουσιάστηκε μία αυξητική τάση των λιποπρωτεϊνών του αίματος ως αποτέλεσμα του ευνουχισμού ενώ η ενεργότητα της αφυδρογονάσης του μηλικού οξέως αυξήθηκε, όχι όμως πάντοτε στατιστικά σημαντικά.

Με βάση τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης προκύπτει ότι ο ευνουχισμός θα μπορούσε να εφαρμοστεί στην πράξη για την παραγωγή ορνιθίου σφαγίου «ειδικής ποιότητας», με τη χρήση υβριδίων βραδείας ανάπτυξης.

Λέξεις κλειδιά: ευνουχισμός, κρεοπαραγωγά ορνίθια, αρσενικά ωοπαραγωγής

EFFECTS OF CAPONIZATION ON SELECTED PRODUCTIVE AND PHYSIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF MALE CHICKENS

GEORGE K. SYMEON

*Department of Animal Science and Aquaculture, Laboratory of Animal Husbandry,
75 Iera odos, Athens, GR 118 55, e-mail: symeon@aua.gr*

Abstract

The aim of the present study was to evaluate the effects of caponization on physiological characteristics and carcass traits of cockerels. In order to achieve this purpose, three experiments were conducted. For the first two, a medium-growth meat type hybrid was used (Redbro) while for the third, the males from an egg-laying hybrid (Lohmann Silver) were used. Surgical caponization was performed at the age of 21 and 45 days for the meat and egg type hybrid, respectively.

For the evaluation of growth performance live weights and feed intake were recorded. At slaughter, cold carcass weight and carcass yield was recorded along with edible viscera weights, carcass parts weights and tissue weights (muscles, bones and skin plus visible fat) in the thigh, drumstick and breast. For the evaluation of breast meat quality, pH₂₄, colour, cook loss, shear values and intramuscular fat were measured. Abdominal adipose tissue cellularity was addressed in terms of chemical fat and lipocytes volume and number per g. Also, NADP-enzymes activity (isocitrate and malate dehydrogenase) was measured on hepatic samples. Serum concentrations of cholesterol, triglycericides, HDL-cholesterol and testosterone were also evaluated.

Caponization resulted in a drastical reduction of testosterone serum levels but it did not affect live weight and feed intake. On the contrary, caponization resulted in an increase of fat deposition, a decrease of foot muscle weight and a tendency for increased breast muscle weight. The colour of *Pectoralis major* muscle was significantly affected by the testectomy. In capons, lipocytes volume was greater in comparison to intact males while no difference was observed for lipocytes number. A tendency for increased serum lipoproteins concentrations was observed due to caponization while malate dehydrogenase activity was increased, but the difference was not always statistically significant.

Conclusively, caponization could be applied to some form of alternative farming in order to produce chicken meat of “special quality”.

Keywords: *caponization, broiler, male-layers*

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα μελέτη πραγματοποιήθηκε στο Εργαστήριο Γενικής και Ειδικής Ζωοτεχνίας του Τμήματος Επιστήμης Ζωικής Παραγωγής και Υδατοκαλλιεργειών του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, υπό την επιστημονική καθοδήγηση του Καθηγητή κ. Ε. Ρογδάκη τον οποίο θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά για την ουσιαστική αρωγή που μου προσέφερε κατά τη διάρκεια της μελέτης.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω θερμά τους κ.κ. Αν. Καθηγητή Ι. Μπιζέλη και Επ. Καθηγητή Α. Κομινάκη για την πολύτιμη βοήθειά τους και την άψογη συνεργασία τόσο κατά τη διάρκεια πραγματοποίησης της μελέτης όσο και κατά τη συγγραφή του παρόντος κειμένου.

Θερμές ευχαριστίες εκφράζονται στην Αν. Καθηγήτρια κ. Ε. Πανοπούλου για τη συμπαράσταση, τις πολύτιμες συμβουλές και την εμπιστοσύνη που μου παρέχει αδιάλειπτα τα τελευταία χρόνια.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω θερμά τους κ.κ. Καθηγητή Ι. Μενεγάτο, Καθηγητή Κ. Φεγγερό και Καθηγητή Ι. Πολίτη για τις καίριες παρατηρήσεις τους κατά τη συγγραφή του παρόντος κειμένου.

Η πραγματοποίηση της παρούσας μελέτης θα ήταν αδύνατη χωρίς την πολύτιμη βοήθεια του προσωπικού του Εργαστηρίου Ζωοτεχνίας και των υπαλλήλων του Κτηνοτροφείου και τους ευχαριστώ θερμά. Ιδιαίτερα ευχαριστώ τις κ. Α. Αγιουτάντη (μέλος Ε.Ε.ΔΙ.Π) και Μ. Χαρισμιάδου (Λέκτορας) για την βοήθειά τους, την υποστήριξη και τις συμβουλές που ποτέ δεν κουράστηκαν να μου παρέχουν. Επίσης, ευχαριστώ θερμά τον Καθηγητή κ. Σ. Δεληγεώργη για την βοήθειά του και τις συμβουλές του κατά τη διάρκεια της πειραματικής διαδικασίας.

Ευχαριστώ θερμά το Ίδρυμα Κρατικών Υποτροφιών (Ι.Κ.Υ.) για την οικονομική βοήθεια κατά την πραγματοποίηση της παρούσας μελέτης.

Τέλος, ένα μεγάλο ευχαριστώ στους ανθρώπους που είναι δίπλα μου, φίλους και συγγενείς, οι οποίοι με στήριξαν και συνεχίζουν να με στηρίζουν. Χωρίς τη συμπαράστασή τους η πραγματοποίηση της παρούσας μελέτης δεν θα ήταν δυνατή.

Γεώργιος Κ. Συμεών

Αθήνα, Δεκέμβριος 2009

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 3.1.1.1	Μέσοι όροι (και τ.σ.) του σωματικού βάρους του μάρτυρα (Μ), των ψευτοεγχειρισμένων (Ψ) και των ευνουχισμένων ορνιθίων (Ε) ανά ηλικία.	Σελ. 18
Πίνακας 3.1.4.1	Μέσοι όροι (και τ.σ.) του βάρους (g) του ψυχρού σφαγίου και των τεμαχίων του σφαγίου του μάρτυρα (Μ), των ψευτοεγχειρισμένων (Ψ) και των ευνουχισμένων (Ε) ορνιθίων σε ηλικία 6, 9, 12, 15 και 18 εβδομάδων.	Σελ. 23
Πίνακας 3.1.4.2	Μέσοι όροι (και τ.σ.) του βάρους (g) των εσωτερικών οργάνων του μάρτυρα (Μ), των ψευτοεγχειρισμένων (Ψ) και των ευνουχισμένων ορνιθίων (Ε) σε ηλικία 6, 9, 12, 15 και 18 εβδομάδων.	Σελ. 24
Πίνακας 3.1.5.1	Συντελεστές αλλομετρίας (b) και προσδιορισμού (R^2) του μάρτυρα (Μ) και των ευνουχισμένων ορνιθίων (Ε) από την 6 ^η έως την 18 ^η εβδομάδα ηλικίας.	Σελ. 26
Πίνακας 3.1.6.1	Μέσοι όροι (και τ.σ.) του βάρους (g) του μηρού και των επιμέρους ιστών (μύες, δέρμα [†] , οστά) του μάρτυρα (Μ), των ψευτοεγχειρισμένων (Ψ) και των ευνουχισμένων ορνιθίων (Ε) σε ηλικία 6, 9, 12, 15 και 18 εβδομάδων.	Σελ. 28
Πίνακας 3.1.6.2	Μέσοι όροι (και τ.σ.) του βάρους (g) της κνήμης και των επιμέρους ιστών (μύες, δέρμα [†] , οστά) του μάρτυρα (Μ), των ψευτοεγχειρισμένων (Ψ) και των ευνουχισμένων ορνιθίων (Ε) σε ηλικία 6, 9, 12, 15 και 18 εβδομάδων.	Σελ. 29
Πίνακας 3.1.6.3	Μέσοι όροι (και τ.σ.) του βάρους (g) των επιμέρους ιστών του στήθους (μύες, δέρμα [†] , οστά) του μάρτυρα (Μ), των ψευτοεγχειρισμένων (Ψ) και των ευνουχισμένων ορνιθίων (Ε) σε ηλικία 6, 9, 12, 15 και 18 εβδομάδων.	Σελ. 30
Πίνακας 3.1.7.1	Μέσοι όροι (και τ.σ.) των ποσοστών του λίπους στα εμπορικά τεμάχια και το συνολικό σφάγιο του μάρτυρα (Μ), των ψευτοεγχειρισμένων (Ψ) και των ευνουχισμένων ορνιθίων (Ε) σε ηλικία 6, 9, 12, 15 και 18 εβδομάδων.	Σελ. 31
Πίνακας 3.1.8.1	Μέσοι όροι (και τ.σ.) των ποιοτικών χαρακτηριστικών του μείζονος θωρακικού μυός του μάρτυρα (Μ), των ψευτοεγχειρισμένων (Ψ) και των ευνουχισμένων ορνιθίων (Ε) σε ηλικία 6, 9, 12, 15 και 18 εβδομάδων.	Σελ. 33
Πίνακας 3.1.9.1	Μέσοι όροι (και τ.σ.) της περιεκτικότητας του κοιλιακού λιπώδους ιστού σε χημικό λίπος (%), του	Σελ. 35

	αριθμού [$\text{Log}(n \cdot 10^6)$] και του όγκου των λιποκυττάρων του κοιλιακού λιπώδους ιστού [$\text{Log}(\rho_l)$] του μάρτυρα (M), των ψευτοεγχειρισμένων (Ψ) και των ευνουχισμένων ορνιθίων (E) σε ηλικία 6, 9, 12, 15 και 18 εβδομάδων.	
Πίνακας 3.1.10.1	Μέσοι όροι (και τ.σ.) της διαλυτής πρωτεΐνης, της ειδικής ενεργότητας της NADP-αφυδρογονάσης του ισοκιτρικού (NADP-ICDH) και της NADP-αφυδρογονάσης του μηλικού (NADP-MDH) στο ήπαρ του μάρτυρα (M), των ψευτοεγχειρισμένων (Ψ) και των ευνουχισμένων ορνιθίων (E) σε ηλικία 6, 9, 12, 15 και 18 εβδομάδων.	Σελ. 37
Πίνακας 3.2.3.1	Μέσοι όροι (και τ.σ.) του βάρους των τεμαχίων του σφαγίου, των εσωτερικών οργάνων (g) και της αποστέωσης των εμπορικών τεμαχίων καθώς και των ποσοστών λίπους στο σφάγιο του μάρτυρα (M) και των ευνουχισμένων ορνιθίων (E) σε ηλικία 24 εβδομάδων.	Σελ. 44
Πίνακας 3.2.4.1	Μέσοι όροι (και τ.σ.) των ποιοτικών χαρακτηριστικών του μυός του στήθους του μάρτυρα (M) και των ευνουχισμένων ορνιθίων (E) σε ηλικία 24 εβδομάδων.	Σελ. 46
Πίνακας 3.2.5.1	Μέσοι όροι (και τυπικά σφάλματα) των παραμέτρων του κοιλιακού λιπώδους ιστού, της ειδικής ενζυμικής ενεργότητας των NADP-αφυδρογονασών και της συγκέντρωσης των λιποπρωτεϊνών του αίματος του μάρτυρα (M) και των ευνουχισμένων ορνιθίων (E) σε ηλικία 24 εβδομάδων.	Σελ. 48
Πίνακας 3.3.2.1	Εκτιμήσεις (και τ.σ.) των παραμέτρων της συνάρτησης του Gompertz για το μάρτυρα (M) και τα ευνουχισμένα ορνίθια (E).	Σελ. 51
Πίνακας 3.3.3.1	Μέσοι όροι (και τ.σ.) του βάρους του ψυχρού σφαγίου (g) και της απόδοσης σε ψυχρό σφάγιο (%), του βάρους των εσωτερικών οργάνων (g) και του βάρους των τεμαχίων του σφαγίου (g) του μάρτυρα (M) και των ευνουχισμένων ορνιθίων (E) σε ηλικία 26, 30 και 34 εβδομάδων.	Σελ. 54
Πίνακας 3.3.4.1	Μέσοι όροι (και τ.σ.) του βάρους (g) των μυών, του δέρματος και των οστών του στήθους, του μηρού και της κνήμης του μάρτυρα (M) και των ευνουχισμένων ορνιθίων (E) σε ηλικία 26, 30 και 34 εβδομάδων.	Σελ. 57
Πίνακας 3.3.5.1	Μέσοι όροι (και τ.σ.) των ποσοστών του λίπους στα εμπορικά τεμάχια και το συνολικό σφάγιο του μάρτυρα (M) και των ευνουχισμένων ορνιθίων (E) σε ηλικία 26, 30 και 34 εβδομάδων.	Σελ. 59

Πίνακας 3.3.6.1	Μέσοι όροι (και τ.σ.) των ποιοτικών χαρακτηριστικών του μυός του στήθους του μάρτυρα (Μ) και των ευνουχισμένων ορνιθίων (Ε) στις 26, 30 και 34 εβδομάδες ηλικίας.	Σελ. 61
Πίνακας 3.3.7.1	Μέσοι όροι (και τ.σ.) της περιεκτικότητας του κοιλιακού λιπώδους ιστού σε χημικό λίπος (%), του αριθμού [$\text{Log}(n \cdot 10^6)$] και του όγκου των λιποκυττάρων (pl) του μάρτυρα (Μ) και των ευνουχισμένων ορνιθίων (Ε) σε ηλικία 26, 30 και 34 εβδομάδων.	Σελ. 64
Πίνακας 3.3.8.1	Μέσοι όροι (και τ.σ.) της διαλυτής πρωτεΐνης (mg/g) και της ειδικής ενεργότητας της NADP-αφυδρογονάσης του ισοκιτρικού (ICDH) και της NADP-αφυδρογονάσης του μηλικού (MDH) στο ήπαρ του μάρτυρα (Μ) και των ευνουχισμένων ορνιθίων (Ε) σε ηλικία 26, 30 και 34 εβδομάδων.	Σελ. 67
Πίνακας 3.3.9.1	Μέσοι όροι (και τ.σ.) της συγκέντρωσης των λιποπρωτεϊνών (mg/dl) στον ορό του αίματος του μάρτυρα(Μ) και των ευνουχισμένων ορνιθίων (Ε) σε ηλικία 26, 30 και 34 εβδομάδων.	Σελ. 69

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 3.1.1.1	Μέσοι όροι (και τ.σ.) της κατανάλωσης τροφής (g/ορνίθιο/εβδομάδα) του μάρτυρα (Μ), των ψευτοεγχειρισμένων (Ψ) και των ευνουχισμένων (Ε) ορνιθίων ανά ηλικία.	Σελ. 19
Διάγραμμα 3.1.2.1	Καμπύλες ανάπτυξης (συνεχείς γραμμές) και παρατηρούμενοι μέσοι όροι (σημεία) του μάρτυρα (Μ), των ψευτοεγχειρισμένων (Ψ) και των ευνουχισμένων ορνιθίων (Ε).	Σελ. 20
Διάγραμμα 3.1.3.1	Μέσοι όροι (και τ.σ.) των συγκεντρώσεων της τεστοστερόνης στον ορό του αίματος του μάρτυρα (Μ), των ψευτοεγχειρισμένων (Ψ) και των ευνουχισμένων ορνιθίων (Ε) σε ηλικία 6, 9, 12, 15 και 18 εβδομάδων (*, P<0,05).	Σελ. 21
Διάγραμμα 3.1.3.2	Μέσοι όροι (και τ.σ.) του βάρους των όρχεων (g) του μάρτυρα (Μ) και των ψευτοεγχειρισμένων ορνιθίων (Ψ) σε ηλικία 6, 9, 12, 15 και 18 εβδομάδων (*, P<0,05).	Σελ. 21
Διάγραμμα 3.2.2.1	Μέσοι όροι ± τ.σ. του σωματικού βάρους (g) του μάρτυρα (Μ) και των ευνουχισμένων ορνιθίων (Ε) ανά εβδομάδα (*, P<0,05).	Σελ. 42
Διάγραμμα 3.2.2.2	Μέσοι όροι ± τ.σ. της κατανάλωσης τροφής (g/ορνίθιο/εβδομάδα) του μάρτυρα (Μ) και των ευνουχισμένων ορνιθίων (Ε) ανά εβδομάδα.	Σελ. 42
Διάγραμμα 3.3.2.1	Καμπύλες ανάπτυξης (συνεχείς γραμμές) και παρατηρούμενοι μέσοι όροι (σημεία) του μάρτυρα (Μ) και των ευνουχισμένων ορνιθίων (Ε) (*P<0,05).	Σελ. 51
Διάγραμμα 3.3.2.2	Κατανάλωση τροφής (g/ορνίθιο/εβδομάδα) ανά ηλικία του μάρτυρα (Μ) και των ευνουχισμένων ορνιθίων (Ε).	Σελ. 52
Διάγραμμα 3.3.7.1	Επίδραση της ηλικίας στον αριθμό (*10 ⁶) και τον όγκο (nl) των λιποκυττάρων του κοιλιακού λιπώδους ιστού των ορνιθίων (Μέσοι όροι αρσενικών και θηλυκών ορνιθίων, από Hood, 1982).	Σελ. 65

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

A/A	Τίτλος	Σελίδα
A	Περίληψη	1
B	Abstract	2
1	Εισαγωγή	3
2	Υλικά και Μέθοδοι	8
2.1	Ζωικό υλικό και πειραματικός σχεδιασμός	8
2.2	Συνθήκες εκτροφής	8
2.3	Η τεχνική του ευνουχισμού	9
2.4	Προσδιορισμός του σωματικού βάρους και της κατανάλωσης τροφής	11
2.5	Προσδιορισμός της σύστασης του σφαγίου	11
2.6	Εκτίμηση της ποιότητας του κρέατος	12
2.6.1	pH ₂₄ και χρώμα	12
2.6.2	Απώλεια οπού κατά το μαγείρεμα και δύναμη διάτμησης	13
2.6.3	Ενδομυϊκό και χημικό λίπος	13
2.7	Προσδιορισμός βιοχημικών παραμέτρων	13
2.7.1	Αριθμός και όγκος λιποκυττάρων του κοιλιακού λιπώδους ιστού	13
2.7.2	Ενζυμική ενεργότητα	14
2.7.3	Λιποπρωτεΐνες ορού	14
2.7.4	Τεστοστερόνη ορού	15
2.7.5	Στατιστική επεξεργασία	15
3	Αποτελέσματα και σχολιασμός	17
3.1	Επίδραση του ευνουχισμού σε παραγωγικά και φυσιολογικά χαρακτηριστικά ορνιθίων υβριδίου κρεοπαραγωγής (Πείραμα 1 ^ο)	17
3.1.1	Σωματικό βάρος και κατανάλωση τροφής	17
3.1.2	Καμπύλες ανάπτυξης	19
3.1.3	Τεστοστερόνη	19

3.1.4		Σύσταση του σφαγίου	22
3.1.5		Συντελεστές αλλομετρίας	26
3.1.6		Σύσταση των εμπορικών τεμαχίων	27
3.1.7		Εναπόθεση λίπους στο σφάγιο	31
3.1.8		Ποιοτικά χαρακτηριστικά του κρέατος	32
3.1.9		Χημικό λίπος, όγκος και αριθμός λιποκυττάρων του κοιλιακού λιπώδους ιστού	34
3.1.10		Ενζυμική ενεργότητα	36
3.1.11		Λιποπρωτεΐνες αίματος	38
3.1.12		Θνησιμότητα	38
3.1.13		Συμπεράσματα	39
3.2		Επίδραση του ευνουχισμού σε παραγωγικά και φυσιολογικά χαρακτηριστικά ορνιθίων υβριδίου κρεοπαραγωγής σε ηλικία άνω των 18 εβδομάδων (Πείραμα 2 ^ο)	41
3.2.1		Εισαγωγή	41
3.2.2		Σωματικό βάρος και κατανάλωση τροφής	41
3.2.3		Σύσταση του σφαγίου, των εμπορικών τεμαχίων και εναπόθεση λίπους στο σφάγιο	43
3.2.4		Ποιοτικά χαρακτηριστικά του κρέατος	45
3.2.5		Παράμετροι κοιλιακού λιπώδους ιστού, ενζυμική ενεργότητα και λιποπρωτεΐνες αίματος	47
3.2.6		Θνησιμότητα	48
3.2.7		Συμπεράσματα	48
3.3		Μελέτη της επίδρασης του ευνουχισμού σε φυσιολογικά και παραγωγικά χαρακτηριστικά των αρσενικών ορνιθίων ενός υβριδίου ωοπαραγωγής (Πείραμα 3ο)	50
3.3.1		Εισαγωγή	50
3.3.2		Σωματικό βάρος και κατανάλωση τροφής	50
3.3.3		Σύσταση του σφαγίου	53

3.3.4	Σύσταση των εμπορικών τεμαχίων	56
3.3.5	Εναπόθεση λίπους στο σφάγιο	58
3.3.6	Ποιοτικά χαρακτηριστικά του κρέατος	60
3.3.7	Χημικό λίπος, όγκος και αριθμός λιποκυττάρων του κοιλιακού λιπώδους ιστού	63
3.3.8	Ενζυμική ενεργότητα	66
3.3.9	Λιποπρωτεΐνες αίματος	68
3.3.10	Θνησιμότητα	70
3.3.11	Συμπεράσματα	70
4	Γενικά συμπεράσματα	72
5	Βιβλιογραφία	75
6	Σύντομο βιογραφικό σημείωμα	84

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα ευνουχισμένα αρσενικά ορνίθια ονομάζονται «καπόνια» (carons). Η αφαίρεση των όρχεων οδηγεί στη δραστική μείωση των ανδρογόνων και τη θηλυκοποίηση των μορφολογικών χαρακτηριστικών του αρσενικού ορνιθίου. Το λοφίο και τα λειρία μειώνονται σε μέγεθος και αποκτούν ωχρή όψη, ενώ οι λαρυγγισμοί ομοιάζουν με αυτούς των ορνίθων. Ταυτόχρονα, προκαλούνται σημαντικές αλλαγές στη συμπεριφορά. Τα ορνίθια χάνουν την επιθετικότητα του αρσενικού, γίνονται λιγότερο ενεργητικά και αποκτούν ήπιο χαρακτήρα. Οι προστριβές μεταξύ των ατόμων εντός του σμήνους μειώνονται σημαντικά, καθώς παύουν να εκδηλώνονται έντονες συμπεριφορές, όπως είναι η διεκδίκηση της ιεραρχίας και η υπεράσπιση του προσωπικού χώρου (Jacob and Mather, 2000).

Ο ευνουχισμός στα αρσενικά ορνίθια θα πρέπει να πραγματοποιείται πριν από τη γενετήσια ωρίμαση, ώστε να έχει επίδραση στα χαρακτηριστικά του σφαγίου και του κρέατος. Δεδομένου ότι η γενετήσια ωρίμαση στα ορνίθια επιτυγχάνεται περίπου στους 3-4 μήνες, τίθεται ένα χρονικό όριο ως προς την ηλικία ευνουχισμού. Συνήθως, θεωρείται προτιμότερο ο ευνουχισμός να εφαρμόζεται, κατά το δυνατόν, σε νεαρή ηλικία, ώστε τα ορνίθια να έχουν το χρόνο να ανακάμψουν από την καταπόνηση της επέμβασης. Ωστόσο, ο χρόνος ευνουχισμού εξαρτάται κυρίως από το υβρίδιο. Συγκεκριμένα, υπάρχει μια σχέση αντιστρόφως ανάλογη μεταξύ της ηλικίας ευνουχισμού και της ταχύτητας ανάπτυξης του υβριδίου. Όσο περισσότερο βραδέως αναπτύσσεται ένα υβρίδιο, τόσο σε μεγαλύτερη ηλικία δύναται να πραγματοποιηθεί η επέμβαση. Υπάρχει, όμως, ένας περιορισμός στη χρήση ταχέως αναπτυσσόμενων υβριδίων. Η ελάχιστη διάρκεια εκτροφής των καπονιών ορίζεται από τον κανονισμό 543/2008 της Ε.Ε. στις 140 ημέρες, με την προϋπόθεση τα καπόνια να εκτρέφονται τουλάχιστον 77 ημέρες μετά τον ευνουχισμό. Τα ταχέως αναπτυσσόμενα υβρίδια δεν ανταπεξέρχονται σε αυτή τη διάρκεια εκτροφής λόγω του μεγάλου σωματικού βάρους που αποκτούν με αποτέλεσμα αρκετά προβλήματα εκτροφής, όπως προβλήματα στα άκρα. Η χρήση ταχέως αναπτυσσόμενων υβριδίων, συνεπώς, δε συνηθίζεται.

Σήμερα, το «καπόνι» ως εμπορικό προϊόν είναι σχεδόν άγνωστο στον καταναλωτή. Ωστόσο, η πρακτική του ευνουχισμού των αρσενικών ορνιθίων είναι αρκετά παλαιή καθώς φαίνεται ότι ήταν γνωστή στην αρχαία Κίνα. Οι πρώτες γραπτές αναφορές συναντώνται στη «Φυσική Ιστορία» του Αριστοτέλη, όπου αναφέρεται ότι ο ευνουχισμός πραγματοποιούνταν με τη βοήθεια ενός καυτού σιδήρου, χωρίς χειρουργική αφαίρεση. Αναφέρεται δε χαρακτηριστικά ότι εάν η επέμβαση γινόταν μετά τη γενετήσια ωρίμαση, διαφοροποιούνταν μόνο η συμπεριφορά. Αντίθετα, εάν η επέμβαση προηγούνταν της γενετήσιας ωρίμασης, η κρεοπαραγωγική ικανότητα αυξανόταν σημαντικά¹.

Μετά τον Αριστοτέλη, αρκετές αναφορές εντοπίζονται σε διάφορους Ρωμαίους συγγραφείς, όπως ο Varro και ο Piny, υποδηλώνοντας ότι η πρακτική επέζησε. Φαίνεται ότι γνώρισε μεγάλη ακμή στη διάρκεια της Αναγέννησης καθώς το καπόνι θεωρούνταν εκλεκτό προϊόν και συνηθίζονταν να σερβίρεται στα μεγάλα συμπόσια των Λόρδων και Επισκόπων της εποχής, στολισμένο με φύλλα χρυσού^{Δ1}.

Κατά το 17^ο και 18^ο αιώνα οι τεχνικές του ευνουχισμού εξελίσσονται και μοιάζουν πολύ με τις σύγχρονες. Ο Gervase Markham, στα 1653, γράφει ότι ενώ η τεχνική του ευνουχισμού είναι απλή και ασφαλής, θα πρέπει να διδάσκεται πρακτικά και μέσω παρατήρησης. Ο De Reaumur στο βιβλίο του «Η τέχνη της εκκόλαψης και της εκτροφής ορνιθίων» στα 1750, δίνει σημαντικά στοιχεία για τη συμπεριφορά των καπονιών, ενώ ο John Lawrence στα 1837, περιγράφει μια τεχνική ευνουχισμού παρόμοια με τη σημερινή. Ο Peter Boswell, στο βιβλίο του “The poultry Yard”, 1845, αναγνωρίζει ότι σκοπός της εφαρμογής του ευνουχισμού από την αρχαιότητα έως σήμερα ήταν η βελτίωση της ποιότητας του κρέατος^{Δ2}. Στον ελληνικό χώρο η τεχνική του ευνουχισμού δε χάθηκε, αφού ο Ν. Καζαντζάκης, στο βιβλίο του «Βίος και πολιτεία του Αλέξη Ζορμπά», αναφέρει ότι όταν οι Κρητικοί υποδέχτηκαν τον Γεώργιο τον Α΄ «μουνούχισαν όλους τους πετεινούς της επαρχίας» για να του προσφέρουν ένα ιδιαίτερο γεύμα, ενώ εκείνος αρχικά υπέθεσε ότι επρόκειτο για φασόλια.

Ο ευνουχισμός των ορνιθίων εξακολουθεί να εφαρμόζεται και σήμερα σε εκτροφές οικογενειακού επιπέδου σε αρκετές χώρες της Ευρώπης. Το καπόνι, όμως, ως εμπορικό προϊόν, διατηρείται μόνο στις χώρες όπου ενσωματώθηκε στη διατροφική παράδοση των κατοίκων, όπως στην Ιταλία, τη Γαλλία και την Ισπανία. Στις Η.Π.Α. ύστερα από μια εποχή άνθησης, γύρω στα 1950, έχει απομείνει πλέον μόνο μία παραγωγική μονάδα στην Αϊόβα με μέση ετήσια παραγωγή περίπου 1 εκατομμύριο καπόνια.

Ο ευνουχισμός έχει ως αποτέλεσμα τη δραστική μείωση των ανδρογόνων και συγκεκριμένα της τεστοστερόνης. Η τεστοστερόνη παράγεται από τα κύτταρα του Leydig στους όρχεις των ορνιθίων. Πρωταρχικός της ρόλος είναι η προαγωγή της σωστής ανάπτυξης και διατήρησης της λειτουργίας του αρσενικού γεννητικού συστήματος. Δευτερευόντως, καθορίζει τα δευτερογενή χαρακτηριστικά του αρσενικού φύλου, ενώ προάγει την πρωτεϊνοσύνθεση και κατά συνέπεια την ανάπτυξη των μυών. Για την έκκρισή της απαιτείται η επίδραση της ωχρινोटρόπου ορμόνης (LH) στα κύτταρα του Leydig, ενώ ο ρυθμός έκκρισής της ρυθμίζεται μέσω του μηχανισμού της αρνητικής παλίνδρομης ρύθμισης από τον άξονα υποθάλαμος-υπόφυση-γονάδα.

Ο φυλετικός διμορφισμός, όσον αφορά στην ανάπτυξη στα θηλαστικά, οφείλεται κυρίως στην επίδραση των ανδρογόνων. Τα ανδρογόνα, όταν χορηγούνται εξωγενώς σε μικρές ποσότητες στα θηλαστικά, εμφανίζουν αναβολική δράση στην πρωτεϊνοσύνθεση. Συγκεκριμένα, η δράση τους συνίσταται στην αύξηση του ρυθμού ανάπτυξης ή/και τη βελτίωση του συντελεστή μετατρεψιμότητας της τροφής (Coulston and Korte, 1976). Αντίστοιχες δράσεις των ανδρογόνων δεν έχουν παρατηρηθεί στα πτηνά και οι προσπάθειες για τη βελτίωση της ανάπτυξης με τη χρήση φυσικών ή συνθετικών ανδρογόνων δεν υπήρξαν επιτυχείς (Nesheim, 1976). Σε άλλες περιπτώσεις, η εξωγενής χορήγηση αυτών των παραγόντων πολλές φορές μείωσε την ανάπτυξη των ορνιθίων (Harvey and Scanes, 1978) με τη μείωση αυτή να αποδίδεται σε μια υπέρμετρη ανάπτυξη των δευτερευόντων χαρακτηριστικών του φύλου (Dube and Trembley, 1974). Η απουσία αναβολικής δράσης των ανδρογόνων στη σύνθεση μυϊκής μάζας στα πτηνά φαίνεται να υποστηρίζεται και από το γεγονός ότι σε αρκετές μελέτες,

ο ευνουχισμός δεν επηρέασε την ανάπτυξη των ορνηθίων (Mast *et al.*, 1981, Zanusso *et al.*, 2001, Muriel Duran, 2004, Chen *et al.*, 2005, Miguel *et al.*, 2008). Σε αντίθεση με τα προηγούμενα, οι Kuhn *et al.* (1996) αναφέρουν ότι σε φάσεις αντισταθμιστικής ανάπτυξης, παρατηρούνται υψηλά επίπεδα τεστοστερόνης στο πλάσμα του αίματος αρσενικών ορνηθίων. Άλλοι μηχανισμοί, πέραν της δράσης των ανδρογόνων, ίσως μπορούν να εξηγήσουν καλύτερα το φαινόμενο του φυλετικού διμορφισμού. Στους μηχανισμούς αυτούς συμπεριλαμβάνονται γενετικές διαφορές σε επίπεδο οργάνου ή σε επίπεδο κυτταρικής ανάπτυξης (Fennell *et al.*, 1990).

Τα επίπεδα των φυλετικών στεροειδών στο αίμα των ορνηθίων αυξάνονται σημαντικά κατά την ηλικία της γενετήσιας ωρίμασης και ασκούν σημαντική επίδραση στο μεταβολισμό του λίπους. Η τεστοστερόνη μειώνει σημαντικά τα επίπεδα των αποθεμάτων του λίπους στα αρσενικά ορνηθία, ενώ τα οιστρογόνα αυξάνουν την εναπόθεση λίπους στο σώμα των ορνηθίων (Snarir *et al.*, 1983). Η οιστραδιόλη-17β προάγει σημαντικά τη σύνθεση λιπαρών οξέων, το σχηματισμό των λιποπρωτεϊνών και την απελευθέρωσή τους από τα ηπατοκύτταρα (Coleman *et al.*, 1977, Dashti *et al.*, 1983). Έπειτα από τη χορήγηση οιστρογόνων σε αρσενικά ορνηθία, παρατηρήθηκε μείωση του ρυθμού ανάπτυξης και αύξηση της εναπόθεσης λίπους, παρόλο που το μέγεθος αυτών των φαινομένων εξαρτήθηκε σημαντικά από τη σύσταση της χορηγούμενης τροφής (Akiba *et al.*, 1982). Επομένως, φαίνεται ότι τα οιστρογόνα κατέχουν σημαντικό ρόλο στη εμφάνιση του φυλετικού διμορφισμού της ανάπτυξης στα πτηνά (Decuypere and Buysse, 2005).

Έχει παρατηρηθεί ότι η εξωγενής χορήγηση ανδρογόνων μετά τη γενετήσια ωρίμαση βελτίωσε την ανάπτυξη των πτηνών. Οι Wise and Ranaveera (1981) ανέφεραν βελτίωση της αύξησης του σωματικού βάρους μιας εκτροφής ινδιάνων όταν χορηγήθηκε συνθετικό ανδρογόνο μετά την ηλικία των 70 ή 84 ημερών, και μάλιστα παρατήρησαν μεγαλύτερη αύξηση στα θηλυκά άτομα. Οποιαδήποτε εφαρμογή, όμως, αυτών των αποτελεσμάτων στην πράξη στερείται ουσιαστικής σημασίας. Πέρα από ζητήματα καταναλωτικής προστασίας, τα εμπορικά κρεοπαραγωγικά υβρίδια σφάζονται στην ηλικία των 7 περίπου εβδομάδων, πολύ πριν από την επίτευξη της γενετήσιας ωρίμασης (Weppelman, 1984). Ορισμένοι ερευνητές πάντως πιστεύουν ότι δε θα πρέπει να αγνοείται ο ρόλος της τεστοστερόνης και των οιστρογόνων, ή καλύτερα του λόγου τους, τόσο στην προ- όσο και στη μεταεμβρυϊκή ανάπτυξη (Decuypere and Buysse, 2005).

Η σημαντικότερη ορμόνη η οποία ρυθμίζει την ανάπτυξη στα πτηνά είναι η αυξητική (GH). Όπως και στα θηλαστικά, η GH είναι απαραίτητη για τη σωστή ανάπτυξη των πτηνών (Buysse and Decuypere, 1999). Η έκκρισή της τελεί υπό τον έλεγχο των εκλυτικών και ανασταλτικών παραγόντων του υποθαλάμου και επηρεάζεται από πλήθος παραγόντων, όπως ο γονότυπος, το φύλο, η ηλικία και οι περιβαλλοντικές και διατροφικές συνθήκες. Η συγκέντρωσή της στο αίμα των ορνηθίων αυξάνεται γρήγορα μετά την εκκόλαψη, φθάνει στα υψηλότερα επίπεδα κατά την πρώιμη μεταεκκολαπτική περίοδο και μειώνεται σταδιακά έως τη γενετήσια ωρίμαση (Scanes *et al.*, 1992). Τα υψηλότερα επίπεδα της GH στο πλάσμα του αίματος παρατηρούνται

όταν μεγιστοποιείται ο ρυθμός ανάπτυξης. Επίσης, τα επίπεδα της ορμόνης στο πλάσμα των αρσενικών ορνιθίων είναι σημαντικά υψηλότερα από τα αντίστοιχα επίπεδα των θηλυκών. Όμως αρκετές ενδοπληθυσμιακές συγκρίσεις έχουν δείξει ότι τα επίπεδα της GH εμφανίζουν μηδενική ή ακόμη και αρνητική συσχέτιση με το ρυθμό ανάπτυξης (Decuyperre *et al.*, 1991). Κατά συνέπεια, η μέση συγκέντρωση της GH στο πλάσμα δεν αποτελεί απόλυτο δείκτη του ρυθμού ανάπτυξης στα πτηνά.

Σημαντικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ των ανδρογόνων και της αυξητικής ορμόνης δε προκύπτουν από τη βιβλιογραφία. Οι Scanes and Johnson (1984) παρατήρησαν ότι ο ευνουχισμός δεν επηρέασε τη μείωση των επιπέδων της GH αυξανόμενης της ηλικίας. Καθώς όμως στα ευνουχισμένα πτηνά η μείωση ήταν πιο έντονη σε νεαρότερη ηλικία, υπέθεσαν ότι η χορήγηση μικρών συγκεντρώσεων ανδρογόνων σε αυτή την ηλικία (1-8 εβδομάδες) πρέπει να διεγείρει την έκκριση της GH. Οι Fennell *et al.* (1990) παρατήρησαν μια μείωση στα επίπεδα της GH σε ευνουχισμένα πτηνά έπειτα από τοποθέτηση εμφυτευμάτων τεστοστερόνης. Η χορήγηση αυτή όμως δεν αύξησε τα επίπεδα της αυξητικής ορμόνης στα θηλυκά άτομα. Κατά συνέπεια, ενισχύεται η άποψη ότι ο ρόλος των ανδρογόνων στην ανάπτυξη θα πρέπει να είναι εξαιρετικά περιορισμένος.

Η αυξητική ορμόνη παρουσιάζει άμεσες επιδράσεις σε ορισμένες διαδικασίες του ενδιάμεσου μεταβολισμού όπως η λιπόλυση και η λιπογένεση. Ο ρυθμιστικός της ρόλος, όμως, όσον αφορά στην ανάπτυξη των μυών και των οστών λαμβάνει χώρα μέσω των IGF-I και IGF-II (Insulin-like Growth Factors) (Decuyperre and Buyse, 2005). Τα επίπεδα της IGF-I αυξάνονται σημαντικά με την ηλικία ενώ δε συμβαίνει το ίδιο με τα επίπεδα της IGF-II. Σε αντιστοιχία με τα αποτελέσματα για την αυξητική ορμόνη, δεν υπάρχει πάντα θετική συσχέτιση μεταξύ των επιπέδων της IGF-I και του ρυθμού ανάπτυξης (Buyse and Decuyperre, 1999). Η δράση της IGF-I συνίσταται στην αύξηση της πρόσληψης γλυκόζης και αμινοξέων από τα κύτταρα όπως επίσης και της πρωτεϊνοσύνθεσης ενώ παρουσιάζει αρνητική επίδραση στην εναπόθεση λίπους (Duclos *et al.*, 1999). Η IGF-II επίσης αυξάνει την πρόσληψη γλυκόζης, αλλά σε μικρότερο βαθμό από την IGF-I. Παρόλα αυτά όμως, η IGF-II δεν προάγει την αύξηση του σωματικού βάρους ενώ έχει βρεθεί ότι ενισχύει την εναπόθεση λίπους (Decuyperre and Buyse, 2005). Φαίνεται, επομένως, ότι οι δύο πρωτεϊνικοί παράγοντες έχουν ανταγωνιστική δράση αλλά ο ακριβής ρόλος τους και η συμμετοχή τους στην ανάπτυξη των πτηνών είναι ακόμη υπό έρευνα (Buyse and Decuyperre, 1999).

Οι επιδράσεις του ευνουχισμού στα πτηνά μελετήθηκαν αρκετά εντατικά παλαιότερα. Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, δε γίνεται σαφές εάν υπάρχει επίδραση του ευνουχισμού στην αύξηση του σωματικού βάρους. Οι Cason *et al.*, (1988) διαπίστωσαν ότι τα ευνουχισμένα ορνίθια ηλικίας 7 εβδομάδων ήταν ελαφρύτερα από αρσενικά ορνίθια της ίδιας ηλικίας. Οι Mast *et al.* (1981) αναφέρουν ότι δεν υπήρξαν διαφορές όσον αφορά το σωματικό βάρος μεταξύ ευνουχισμένων και αρσενικών ορνιθίων σε ηλικίες άνω των 18 εβδομάδων. Αντίθετα, άλλοι ερευνητές αναφέρουν ότι τα ευνουχισμένα ορνίθια ήταν βαρύτερα από τα αρσενικά ορνίθια στην ηλικία των 28 εβδομάδων (Tor *et al.*, 2002).

Σε αντίθεση με την αύξηση του σωματικού βάρους, η επίδραση του ευνουχισμού στην εναπόθεση του λίπους είναι πιο σαφής. Τα καπόνια εμφανίζουν αυξημένη εναπόθεση τόσο υποδόρια και ενδοκοιλιακά όσο και ενδομυϊκά (Cason *et al.*, 1988, Hsieh *et al.*, 2001, Tor *et al.*, 2002, Miguel *et al.*, 2008). Η αυξημένη, δε, εναπόθεση ενδομυϊκού λίπους έχει ως αποτέλεσμα να επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό η ποιότητα του κρέατος και συγκεκριμένα το χρώμα και η τρυφερότητα (Mast *et al.*, 1981, Hsu and Lin, 2003).

Η αύξηση της παραγωγικότητας των πτηνοτροφικών μονάδων τα τελευταία χρόνια στο επίπεδο της ποσότητας των παραγόμενων προϊόντων ήταν εντυπωσιακή, συχνά όμως σε βάρος της ποιότητας των προϊόντων αυτών. Ο ευνουχισμός φαίνεται ότι μπορεί να εφαρμοστεί σε μια μορφή εκτατικής εκτροφής για την παραγωγή προϊόντων «ειδικής ποιότητας». Η σχετική εμπειρία όμως φαίνεται να έχει χαθεί καθώς αφενός έχει περάσει σχεδόν μια εικοσαετία που ο ευνουχισμός δεν εφαρμόζεται και αφετέρου τα σημερινά εμπορικά υβρίδια αποτελούν ιδιαίτερα βελτιωμένο γενετικό υλικό. Βρίσκεται σε εξέλιξη, επομένως, μια προσπάθεια αξιολόγησης της εφαρμογής της τεχνικής με βάση τις σημερινές συνθήκες, γεγονός που αντικατοπτρίζεται σε έναν αριθμό σχετικών δημοσιεύσεων τα τελευταία χρόνια.

Με βάση τα παραπάνω, σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν ο προσδιορισμός της επίδρασης του ευνουχισμού σε παραγωγικά και φυσιολογικά χαρακτηριστικά αρσενικών ορνιθίων. Συγκεκριμένα, μελετήθηκε η επίδραση του ευνουχισμού στην αύξηση του σωματικού βάρους και την κατανάλωση της τροφής καθώς και στην ποιότητα του σφαγίου και του κρέατος. Τέλος, σε μια προσπάθεια εκτίμησης της διακίνησης και αποθήκευσης του λίπους στον οργανισμό, προσδιορίστηκαν οι μεταβολές στην κυτταρικότητα του κοιλιακού λιπώδους ιστού, στην ενεργότητα των NADP-ενζύμων της λιπογένεσης στο ήπαρ και στην συγκέντρωση των λιποπρωτεϊνών στο αίμα των ορνιθίων.

Η πρωτοτυπία της παρούσας μελέτης στηρίζεται στο γεγονός ότι για πρώτη φορά μελετήθηκε η επίδραση του ευνουχισμού: α) σε παραγωγικά και φυσιολογικά χαρακτηριστικά σύγχρονων εμπορικών υβριδίων κρεοπαραγωγής, β) στον όγκο και τον αριθμό των λιποκυττάρων του κοιλιακού λιπώδους ιστού και γ) στη σύσταση του σφαγίου, στην ποιότητα του κρέατος και σε φυσιολογικά χαρακτηριστικά αρσενικών ορνιθίων ωοπαραγωγής.

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1 Ζωικό υλικό και πειραματικός σχεδιασμός

Για την επίτευξη του σκοπού της μελέτης πραγματοποιήθηκαν τρία πειράματα. Στο πρώτο πείραμα χρησιμοποιήθηκε ένα υβρίδιο κρεοπαραγωγής μέσης ανάπτυξης (Redbro, Hubbard SAS). Οι πειραματικές ομάδες αποτελούνταν από 75 αρσενικά ορνίθια (ομάδα του μάρτυρα), 75 ψευτοεγχειρισμένα και 50 ευνουχισμένα ορνίθια. Στα ψευτοεγχειρισμένα ορνίθια πραγματοποιήθηκε η χειρουργική επέμβαση αλλά δεν αφαιρέθηκαν οι όρχεις. Η συμμετοχή τους στον πειραματικό σχεδιασμό κρίνεται απαραίτητη με βάση τη βιβλιογραφία, ώστε να εκτιμηθεί η επίδραση της καταπόνησης της χειρουργικής επέμβασης. Η διάρκεια εκτροφής ήταν 18 εβδομάδες, ενώ πραγματοποιήθηκαν 5 σφαγές στην ηλικία των 6, 9, 12, 15 και 18 εβδομάδων. Το πείραμα ξεκίνησε το Νοέμβριο του 2007, ολοκληρώθηκε το Μάρτιο του 2008 και πραγματοποιήθηκε στις πειραματικές εγκαταστάσεις του Εργαστηρίου Διατροφής, του Τμήματος Επιστήμης Ζωικής Παραγωγής και Υδατοκαλλιεργειών του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών.

Στο δεύτερο πείραμα χρησιμοποιήθηκε το ίδιο υβρίδιο κρεοπαραγωγής, αλλά η εκτροφή διήρκησε 24 εβδομάδες (Μάιος 2008-Οκτώβριος 2008). Πραγματοποιήθηκε μία σφαγή στο τέλος της εκτροφής. Χρησιμοποιήθηκαν 50 αρσενικά (ομάδα του μάρτυρα) και 25 ευνουχισμένα ορνίθια.

Στο τρίτο πείραμα χρησιμοποιήθηκαν τα αρσενικά άτομα ενός ωοπαραγωγικού υβριδίου (Lohmann, Lohmann Tierzucht). Οι πειραματικές ομάδες αποτελούνταν από 90 Μ και 60 Ε. Η εκτροφή διήρκησε 34 εβδομάδες (Σεπτέμβριος 2008-Μάιος 2009) και πραγματοποιήθηκαν 3 σφαγές στην ηλικία των 26, 30 και 34 εβδομάδων.

Η ομάδα των ψευτοεγχειρισμένων ορνιθίων δεν ενσωματώθηκε στο δεύτερο και το τρίτο πείραμα, καθώς βάσει των αποτελεσμάτων του πρώτου πειράματος, αυτό δε θεωρήθηκε απαραίτητο. Τα δύο αυτά πειράματα πραγματοποιήθηκαν στις πειραματικές εγκαταστάσεις του Εργαστηρίου Γενικής και Ειδικής Ζωοτεχνίας, του Τμήματος Επιστήμης Ζωικής Παραγωγής και Υδατοκαλλιεργειών του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών (Γεωγραφικό πλάτος 37° 58' 55'', Γεωγραφικό μήκος 23° 32' 14'').

2.2 Συνθήκες εκτροφής

Τα ορνίθια αμέσως μετά την παραλαβή τους, την 1^η ημέρα ηλικίας, ζυγίστηκαν ατομικά και σημάνθηκαν. Τοποθετήθηκαν σε ομάδες των 20 σε κελιά διαστάσεων 1 x 2 m, επί δαπέδου. Η πυκνότητα εκτροφής την πρώτη ημέρα ήταν 10 ορνίθια ανά m², ενώ καθόλη τη διάρκεια των πειραμάτων δεν υπερέβει τα 30 kg σωματικού βάρους ανά m². Ως στρωμνή χρησιμοποιήθηκε άχυρο σίτου. Η θερμοκρασία κατά την πρώτη ημέρα ρυθμίστηκε στους 32°C και σταδιακά, έως την 30^η ημέρα, μειώθηκε στους 20°C. Για την υπόλοιπη πειραματική περίοδο τα ορνίθια διατηρήθηκαν σε θερμοκρασίες

περιβάλλοντος. Η διάρκεια της φωτοπεριόδου ήταν 24 ώρες φωτός τις δύο πρώτες ημέρες, 23 ώρες φωτός και 1 ώρα σκότους από την 3^η έως την 21^η ημέρα, 18 ώρες φωτός από την 4^η έως την 8^η εβδομάδα και 16 ώρες φωτός και 8 ώρες σκότους έως το τέλος της πειραματικής φάσης. Το συγκεκριμένο πρόγραμμα φωτισμού επιλέχθηκε ώστε να επιτευχθεί υψηλός ρυθμός ανάπτυξης των ορνιθίων κατά το πρώτο στάδιο της εκτροφής και περιορισμός αυτού κατά τη συνέχεια ώστε τα ορνίθια να ανταπεξέλθουν στο μακρύ χρόνο εκτροφής.

Κατά παρέκκλιση του προαναφερθέντος σχεδιασμού, τα ορνίθια στο δεύτερο και τρίτο πείραμα, για τις πρώτες 35 ημέρες τοποθετήθηκαν σε κλωβούς τύπου batteries (100 cm x 50 cm x 40 cm- μήκος x πλάτος x ύψος). Η επιλογή αυτή έγινε προκειμένου να διασφαλιστούν καλύτερες συνθήκες υγιεινής την περίοδο πριν από και μετά τον ευνουχισμό με στόχο τη μείωση των απωλειών.

Η παροχή τροφής και νερού ήταν κατά βούληση. Χρησιμοποιήθηκαν συνολικά 3 σιτηρέσια, αναλόγως του σταδίου ανάπτυξης. Το εναρκτήριο σιτηρέσιο χορηγούνταν έως την 30^η ημέρα ηλικίας, το σιτηρέσιο 2 από την 5^η έως την 12^η εβδομάδα ενώ το σιτηρέσιο 3 από τη 13^η έως το τέλος της πειραματικής περιόδου. Όλα τα σιτηρέσια ήταν σε μορφή τριμμάτων συμπήκτων (crumbles). Η σύσταση και η χημική ανάλυση των σιτηρεσίων παρουσιάζεται στον πίνακα 2.2.1.

Τα ορνίθια εμβολιάστηκαν προληπτικά για τις ασθένειες Gumboro, λοιμώδη βρογχίτιδα και ψευδοπανώλη στην ηλικία των 15 ημερών. Η χορήγηση των εμβολίων έγινε με το πόσιμο νερό.

Η εκτροφή των ορνιθίων πραγματοποιήθηκε υπό τις οδηγίες του κανονισμού 86/609 της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την προστασία των ζώων που χρησιμοποιούνται για πειραματικούς και έτερους επιστημονικούς σκοπούς ενώ ο πειραματικός σχεδιασμός εγκρίθηκε από την Επιτροπή Βιοηθικής του τμήματος Επιστήμης Ζωικής Παραγωγής & Υδατ/ων, του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών.

2.3 Η τεχνική του ευνουχισμού

Ο χειρουργικός ευνουχισμός πραγματοποιήθηκε στην ηλικία των 21 ± 2 ημερών για το κρεοπαραγωγό υβρίδιο και των 45 ± 2 ημερών για το ωοπαραγωγό. Τα ορνίθια που επρόκειτο να ευνουχιστούν επιλέχθηκαν τυχαία. Η τροφή και το νερό απομακρύνθηκαν για 24 και 12 ώρες, αντίστοιχα, προκειμένου να μειωθεί ο όγκος του εντέρου και να είναι ευχερέστερος ο εντοπισμός των όρχεων εντός της κοιλιακής κοιλότητας. Δύο ημέρες πριν και πέντε ημέρες έπειτα από τον ευνουχισμό χορηγήθηκε υδατοδιαλυτό αντιβιοτικό σκεύασμα (Terramycin Soluble Powder, Pfizer) ώστε να μειωθεί ο κίνδυνος μολύνσεων. Ο χώρος πραγματοποίησης της επέμβασης επιλέχθηκε ώστε να έχει επαρκή φωτισμό και αερισμό και εξοπλίστηκε με τα απαραίτητα υλικά και τους χώρους για τη διαμονή των ορνιθίων πριν και έπειτα από τον ευνουχισμό. Προτιμήθηκε χώρος πλησίον του θαλάμου διαβίωσης των ορνιθίων ώστε να αποφευχθεί η καταπόνηση των ορνιθίων λόγω της μεταφοράς. Εφαρμόστηκε πρωτόκολλο αναισθητοποίησης με τη χρήση ξυλαζίνης (Rompun, Bayer HealthCare,

Πίνακας 2.2.1: Σύνθεση και χημική σύσταση των πειραματικών σιτηρεσίων

Συστατικά (%)	Σιτηρέσιο 1 (1-4 εβδ.)	Σιτηρέσιο 2 (5-12 εβδ.)	Σιτηρέσιο 3 (13 εβδ. –τελος)
Αραβόσιτος	58,23	67,90	56,00
Σογιάλευρο	23,00	25,80	22,00
Έλαιο σόγιας	2,00	-	-
Πρωτεΐνη σόγιας	12,50	2,50	-
Σίτος	-	-	9,00
Πίτυρα σίτου	-	-	6,00
Αφυδ. Μηδική	-	-	4,00
Φωσφ. Ασβέστιο	1,00	1,10	-
Ανθρ. Ασβέστιο	2,10	1,70	2,00
Λυσίνη	0,04	0,04	-
Μεθειονίνη	0,16	0,14	-
Αλάτι	0,42	0,33	0,45
Ισορροπιστής	0,30	0,25	0,50
Ανάλυση (%)			
Ολικές αζωτούχες	22,00	18,00	17,00
Ινώδεις ουσίες	3,25	3,35	4,95
Υγρασία	12,27	13,12	12,96
Τέφρα	6,17	5,60	5,61
Ολικές λιπαρές	5,68	3,32	3,16
Ασβέστιο	1,08	0,94	1,10
Φώσφορος ολικός	0,57	0,59	0,53
Φώσφορος διαθ.	0,29	0,31	0,21
Λυσίνη	1,37	1,00	0,86
Μεθειονίνη	0,57	0,44	0,28
Μεθ + Κυστ	0,95	0,77	0,59
ΜΕ (Mj / Kg)	12,31	11,69	11,23

Γερμανία) και κεταμίνης (Ketaset, Fort Dodge, Η.Π.Α.). Οι χορηγούμενες ενδομυϊκές δόσεις ήταν 1,5 και 23 mg/kg σωματικού βάρους αντίστοιχα (Krajca και Juranova, 1994, Muir et al., 2007). Το μέσο σωματικό βάρος (\pm τυπικό σφάλμα) του κρεοπαραγωγού υβριδίου στην ηλικία της επέμβασης ήταν 650 ± 19 g, ενώ των αρσενικών ωοπαραγωγής 615 ± 18 g.

Αρχικά αφαιρέθηκαν οι πτίλοι, καθαρίστηκε και απολυμάνθηκε η περιοχή της τομής με povidone iodine 10%, Betadine solution (Mundipharma, Ελβετία). Ακολούθησε πραγματοποίηση τομής μήκους 1-1,5 εκατοστού μεταξύ των δύο τελευταίων πλευρών. Η τομή δεν έγινε σε μεγάλο βάθος, ώστε να αποφευχθούν

σπλαχνικές εκδορές και αφού διανοίχτηκε με τη χρήση κατάλληλου διαστολέα, αφαιρέθηκε ο πλησιέστερος όρχις με τη χρήση ειδικής λαβίδας. Η αφαίρεση του δεύτερου όρχι πραγματοποιήθηκε με δεύτερη τομή από την άλλη πλευρά. Μετά την επέμβαση δε χρησιμοποιήθηκαν ράμματα καθώς η τομή κλείνει μόνη της λόγω της τάσης των πλευρών. Τα πτηνά ανέκαμπταν από τη νάρκωση σε περίπου μισή ώρα και ακολούθως τοποθετήθηκαν πίσω στο χώρο διαβίωσης με άμεση πρόσβαση σε τροφή και νερό.

Οι απώλειες κατά την επέμβαση στο 1^ο, 2^ο και 3^ο πείραμα κυμάνθηκαν στο 10, 7 και 5 %, αντίστοιχα. Κυριότερος λόγος αυτών των απωλειών ήταν εκτεταμένες αιμορραγίες κατά τη διάρκεια της επέμβασης. Με βάση στοιχεία από παραγωγούς ευνουχισμένων ορνιθίων από την Ιταλία (προσωπική επικοινωνία), φυσιολογικές θεωρούνται απώλειες της τάξεως του 3 % στην εφαρμογή αυτής της τεχνικής και εξαρτώνται κυρίως από την υγιεινή κατάσταση των ορνιθίων, το υβρίδιο και την εμπειρία του ατόμου που την πραγματοποιεί. Πέρα όμως από τις απώλειες, σε ένα ποσοστό περίπου 10 % των ευνουχισμένων ορνιθίων, ένα μέρος των όρχεων παραμένει και συνεχίζει να παράγει τεστοστερόνη. Το ορνίθιο τότε παρουσιάζει μια ενδιάμεση εικόνα μεταξύ αρσενικού και ευνουχισμένου και ονομάζεται slip. Τα ποσοστά εμφάνισης slips στο 1^ο, 2^ο και 3^ο πείραμα ήταν 20, 14 και 7 % αντίστοιχα. Τα πτηνά αυτά αναγνωρίστηκαν μακροσκοπικά (από το μέγεθος και το χρωματισμό των λειριών) περί την ηλικία των 10 εβδομάδων και απομακρύνθηκαν από τις πειραματικές ομάδες.

2.4 Προσδιορισμός του σωματικού βάρους και της κατανάλωσης τροφής

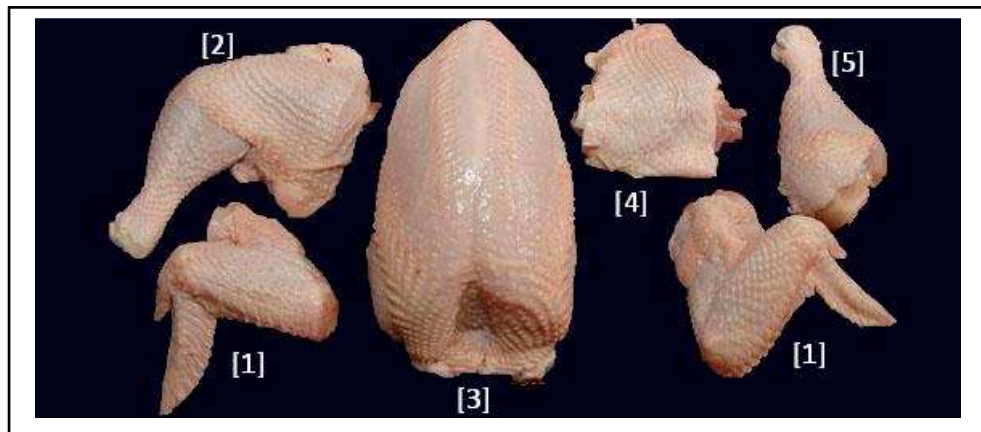
Το σωματικό βάρος των ορνιθίων προσδιοριζόταν με ατομική εβδομαδιαία ζύγιση. Ο προσδιορισμός της κατανάλωσης τροφής γινόταν ανά εβδομάδα και ανά κελί. Το ποσό της καταναλισκόμενης από τα ορνίθια τροφής προέκυπτε από τη διαφορά του συνόλου της τροφής που παρεχόταν κατά τη διάρκεια της εβδομάδας και της τροφής που έμενε στην ταΐστρα στο τέλος της εβδομάδας.

2.5 Προσδιορισμός της σύστασης του σφαγίου

Πριν από κάθε σφαγή η τροφή απομακρύνθηκε από τα πτηνά για 12 ώρες. Τα άτομα που επρόκειτο να σφαγούν (10 ανά πειραματική ομάδα) επιλέγονταν τυχαία. Πριν από τη σφαγή τα ορνίθια ζυγίστηκαν και αναισθητοποιήθηκαν με χρήση κατάλληλης συσκευής ηλεκτρικού ρεύματος (120V/50Hz για 5 δευτερόλεπτα). Ακολούθησε αποκοπή της κεφαλής στη βάση του ινιακού οστού και αφαίμαξη για χρονικό διάστημα 1 min. Στη συνέχεια τα ορνίθια εμβαπτίστηκαν σε δοχείο με νερό θερμοκρασίας 60° C για 2 min, αποπτιλώθηκαν με μηχανικό τρόπο και εκσπλαχίστηκαν. Τα σφάγια μετά τον καθαρισμό τους ζυγίστηκαν εκ νέου για τον προσδιορισμό του θερμού βάρους σφαγής. Τα εσωτερικά όργανα (καρδιά, ήπαρ, όρχις, μύδης στόμαχος και ενδοκοιλιακό λίπος) ζυγίστηκαν ξεχωριστά. Μετά την

ολοκλήρωση της διαδικασίας, τα σφάγια τοποθετήθηκαν σε σακούλες πολυαιθυλενίου και αποθηκεύτηκαν σε θερμοκρασία 4° C έως την επόμενη ημέρα.

Την επόμενη ημέρα, το ψυχρό σφάγιο ζυγίστηκε και ακολούθησε εμπορικός τεμαχισμός και αποστέωση των τεμαχίων του στήθους και του αριστερού μηρού και κνήμης. Ο τεμαχισμός του σφαγίου έγινε σύμφωνα με τον κανονισμό 543/2008 της Ευρωπαϊκής Ένωσης και προέκυψαν τα ακόλουθα τεμάχια: στήθος, πτέρυγες, πόδια και υπόλοιπο σφάγιο. Συγκεκριμένα, οι πτέρυγες απομακρύνθηκαν με τομή στην ωμοβραγχιόνια άρθρωση, τα πόδια με τομή στην ισχιακή άρθρωση ενώ το αριστερό πόδι με τομή στην μηριαιοκνημιαία άρθρωση χωρίστηκε σε μηρό και κνήμη. Το τεμάχιο του στήθους απομακρύνθηκε με τομή στον ώμο και κατά μήκος των αρθρώσεων των πλευρών, περιλαμβάνοντας το στέρνο και τις πλευρές ή μέρος αυτών καθώς και την υποκείμενη μυϊκή μάζα (εικόνα 2.5.1). Κάθε τεμάχιο ζυγίστηκε ξεχωριστά. Τα τεμάχια που αποστεώθηκαν διαχωρίστηκαν σε δέρμα (μαζί με το εμφανές λίπος), μυϊκή μάζα και οστά και ακολούθησε ζύγιση κάθε ιστού.



Εικόνα 2.5.1: Τεμάχια ορνίθιου σφαγίου (1=πτέρυγες, 2=πόδι, 3=στήθος, 4=μηρός, 5=κνήμη).

2.6 Εκτίμηση της ποιότητας του κρέατος

2.6.1 pH₂₄ και χρώμα

Το pH και το χρώμα μετρήθηκαν απευθείας στον αριστερό μείζονα θωρακικό μυ (*Pectoralis major*) 24 ώρες μετά τη σφαγή. Συγκεκριμένα το pH μετρήθηκε με τη χρήση φορητού πεχαμέτρου (Sentron 1001, Roden, Ολλανδία) μετά από ρύθμιση του μηχανήματος με τη χρήση ρυθμιστικών διαλυμάτων pH 4 και 7. Το χρώμα μετρήθηκε στην εξωτερική επιφάνεια του μυός με τη χρήση χρωματομέτρου (Miniscan XE, Hunterlab, Η.Π.Α.) ρυθμισμένου στο σύστημα CIE L a* b*. Το L συμβολίζει τη φωτεινότητα του κρέατος και 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.

2.6.2 Απώλεια οπού κατά το μαγείρεμα και δύναμη διάτμησης

Η απώλεια οπού κατά το μαγείρεμα και η δύναμη διάτμησης μετρήθηκαν στον αριστερό μείζονα θωρακικό μυ (*Pectoralis major*) 24 ώρες μετά τη σφαγή. Ο μυς αφαιρέθηκε από το σφάγιο, ζυγίστηκε, τοποθετήθηκε σε θερμοάντοχη σακούλα και εμβαπτίστηκε σε υδατόλουτρο θερμοκρασίας 85°C για 30 λεπτά. Έπειτα τοποθετήθηκε κάτω από τρεχούμενο νερό βρύσης για 15 λεπτά και αφέθηκε να κρυώσει σε θερμοκρασία περιβάλλοντος. Η απώλεια οπού υπολογίστηκε ως η επί της εκατό απώλεια βάρους των μαγειρεμένων μυών έναντι των νωπών. Για τον προσδιορισμό της δύναμης διάτμησης αποκόπηκαν από το κέντρο των μυών δύο λωρίδες πλάτους 1.9 cm (Cason et al., 1997). Η δύναμη μετρήθηκε με τη χρήση τρυφερόμετρου (Zwick Testing Machine Z2.5/TN1S, Zwick GmbH & Co, Γερμανία) συνδεδεμένου με ηλεκτρονικό υπολογιστή. Οι λωρίδες κόπηκαν κάθετα στη διεύθυνση των μυϊκών ινών. Για κάθε δείγμα καταγράφηκε η μέγιστη δύναμη διάτμησης (N/mm^2).

2.6.3 Ενδομυϊκό και χημικό λίπος

Για τον προσδιορισμό του ενδομυϊκού λίπους του μείζονος θωρακικού μυός (*Pectoralis major*) όπως και του χημικού λίπους του κοιλιακού λιπώδους ιστού χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος των Folch et al. (1957). Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν με τη διαδικασία της ψυχρής εκχύλισης του λίπους, με τη χρήση διαλύματος 2:1 (v/v) χλωροφορμίου: μεθανόλης.

2.7 Προσδιορισμός βιοχημικών παραμέτρων

2.7.1 Αριθμός και όγκος λιποκυττάρων του κοιλιακού λιπώδους ιστού

Κατά τη σφαγή των ορνιθίων και αμέσως μετά την αποπτίλωση έγινε λήψη δείγματος κοιλιακού λιπώδους ιστού και τοποθέτηση αυτού σε ρυθμιστικό διάλυμα Krebs-Ringer ($\text{pH}=7,4$ και θερμοκρασία 37°C) για τη μέτρηση του όγκου και τον υπολογισμό του αριθμού των λιποκυττάρων. Τα λιποκύτταρα απομονώθηκαν με κολλαγενάση σύμφωνα με τη μέθοδο του Rodbell (1964). Ακολούθησε μέτρηση της διαμέτρου 200 λιποκυττάρων στο μικροσκόπιο. Ο μέσος όγκος των λιποκυττάρων (V) υπολογίστηκε από τη μέση διάμετρό τους (d) και την διακύμανση της (s) σύμφωνα με την παρακάτω εξίσωση ($\pi=3,14$):

$$\bar{V} = \frac{\pi}{6}(\bar{d}^3 + 3\bar{d}s^2)$$

Το μέσο βάρος των λιποκυττάρων προέκυψε από το μέσο όγκο θεωρώντας ότι η πυκνότητά τους είναι αυτή των τριγλυκεριδίων (0,915). Τέλος υπολογίστηκε ο αριθμός των λιποκυττάρων ανά γραμμάριο λιπώδους ιστού διαιρώντας τη συνολική περιεκτικότητα σε λίπος προς το μέσο βάρος του λιποκυττάρου (Panopoulou et al., 1989). Οι μετρήσεις του όγκου και του αριθμού των λιποκυττάρων στον κοιλιακό λιπώδη ιστό πραγματοποιήθηκαν με σκοπό την εκτίμηση της επίδρασης του εννουχισμού στα φαινόμενα της υπερτροφίας και της υπερπλασίας των λιποκυττάρων, αντίστοιχα.

2.7.2 Ενζυμική ενεργότητα

Η μέτρηση της ενεργότητας των NADP-αφυδρογονασών του μηλικού (EC 1.1.1.40, NADP-MDH) και του ισοκιτρικού οξέως (EC 1.1.1.42, NADP-ICDH) πραγματοποιήθηκε σε εκχυλίσματα ηπατικού ιστού τα οποία ελήφθησαν με ομογενοποίηση 100 mg ιστού σε 10 ml 0,15 M KCL όπως περιγράφεται από τον Rogdakis (1974). Τόσο η ομογενοποίηση όσο και η φυγοκέντρωση έγιναν σε θερμοκρασία 4°C. Η ενζυμική ενεργότητα εκφράζεται είτε σε διεθνείς μονάδες ανά g ιστού (γενική ενεργότητα) ή ανά mg διαλυτής πρωτεΐνης (ειδική ενεργότητα). Ως διεθνής μονάδα (I.U.) ορίζεται η ποσότητα του ενζύμου που καταλύει 1 μmol υποστρώματος ανά min στους 37°C. Για την έκφραση των αποτελεσμάτων σε μονάδες ειδικής ενεργότητας μετρήθηκε η συγκέντρωση της διαλυτής πρωτεΐνης στα εκχυλίσματα σύμφωνα με τη μέθοδο των Lowry et al. (1951). Ως διάλυμα αναφοράς χρησιμοποιήθηκε καθαρή βόειος αλβουμίνη.

2.7.3 Λιποπρωτεΐνες ορού

Κατά τη διάρκεια της σφαγής των ορνιθίων ελήφθησαν δείγματα αίματος για τον προσδιορισμό της συγκέντρωσης της χοληστερόλης, των τριγλυκεριδίων και της HDL-χοληστερόλης. Τα δείγματα φυγοκεντρήθηκαν στις 5000 στροφές για 1 ώρα προκειμένου να παραληφθεί ο ορός του αίματος. Υποπολλαπλάσια δείγματα ορού τοποθετήθηκαν στους -80° C για τις μετρήσεις των λιποπρωτεϊνών με την εξαίρεση της HDL-χοληστερόλης, η οποία μετρήθηκε σε νοπά δείγματα εντός τριών ημερών λόγω της αδυναμίας συντήρησεώς της.

Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν με ενζυματικές χρωματομετρικές μεθόδους και τη χρήση εμπορικών πακέτων αντιδραστηρίων (Biosis, Αγ. Δημήτριος, Αθήνα). Συγκεκριμένα, υπό την επίδραση των ενζύμων εστεράση και οξειδάση στους εστέρες της χοληστερόλης και λιπάση, γλυκερολ-κινάση και γλυκερολ-3-P-οξειδάση στα τριγλυκερίδια, προέκυψε υπεροξείδιο του υδρογόνου. Το υπεροξείδιο, παρουσία αμινοφαιναζόνης και φαινολικών παραγώγων, υπό την επίδραση της υπεροξειδάσης μετατράπηκε σε έγχρωμο προϊόν η συγκέντρωση του οποίου προσδιορίστηκε φασματοφωτομετρικά, έναντι τυφλού, σε μήκος κύματος 510 nm. Για την μέτρηση της συγκέντρωσης της HDL-χοληστερόλης, αφού προηγήθηκε καταβύθιση των υπολοίπων κλασμάτων των λιποπρωτεϊνών παρουσία ιόντων Mg, ακολουθήθηκε διαδικασία

προσδιορισμού αντίστοιχη με εκείνη του προσδιορισμού της συγκέντρωσης της ολικής χοληστερόλης.

2.7.4 Τεστοστερόνη ορού

Ο προσδιορισμός της συγκέντρωσης της τεστοστερόνης στον ορό του αίματος πραγματοποιήθηκε με τη χρήση μιας ^{125}I -ραδιοανοσολογικής μεθόδου (Testo-gia-kit, Biosource Europe S.A., Βέλγιο). Η μέθοδος στηρίζεται στο φαινόμενο του ανταγωνισμού μεταξύ μιας σταθερής ποσότητας τεστοστερόνης σημασμένης με ^{125}I και της τεστοστερόνης που υπήρχε στα δείγματα. Τα δύο στεροειδή ανταγωνίστηκαν για μια σταθερή ποσότητα θέσεων αντισωμάτων υψηλής ειδικότητας, τα οποία ήταν ακινητοποιημένα στο τοίχωμα ενός σωληναρίου πολυστυρενίου. Έπειτα από επώαση τριών ωρών στους 37°C , η αντίδραση τερματίστηκε, τα σωληνάκια εκπλύθηκαν και η εκπεμπόμενη ακτινοβολία μετρήθηκε σε μετρητή ακτινοβολίας γ για 60 sec. Σχεδιάστηκε γραφικά μια καμπύλη βαθμονόμησης και η συγκέντρωση της τεστοστερόνης των δειγμάτων προσδιορίστηκε με την αναγωγή των συγκεντρώσεων από την καμπύλη βαθμονόμησης.

2.8 Στατιστική επεξεργασία

Τα δεδομένα που προέκυψαν από τον πειραματισμό (σωματικό βάρος, κατανάλωση τροφής, βάρη σφαγίου, τεμαχίων και ιστών, ποιοτικές παράμετροι κρέατος και βιοχημικές παράμετροι) υποβλήθηκαν σε ανάλυση διακύμανσης εφαρμόζοντας ως σταθερούς παράγοντες την επέμβαση και την ηλικία για το πρώτο και το τρίτο πείραμα, ενώ μόνο την επέμβαση για το δεύτερο πείραμα. Στις τιμές των παραμέτρων της τεστοστερόνης, του αριθμού και του όγκου των λιποκυττάρων και της χοληστερόλης στο πρώτο πείραμα, του όγκου των λιποκυττάρων στο δεύτερο πείραμα και του αριθμού των λιποκυττάρων στο τρίτο πείραμα πραγματοποιήθηκε λογαριθμική μετατροπή με στόχο να ικανοποιηθούν οι βασικές συνθήκες της ανάλυσης διακύμανσης (κανονική κατανομή και ομοιογένεια της διακύμανσης). Τα αποτελέσματα της ανάλυσης διακύμανσης παρουσιάζονται ως μέσοι όροι ελαχίστων τετραγώνων \pm τυπικό σφάλμα. Το κριτήριο του Bonferroni ($P < 0,05$) χρησιμοποιήθηκε για τις διορθώσεις των τιμών P κατά τη διαδικασία των πολλαπλών συγκρίσεων. Τα αποτελέσματα των συγκρίσεων των μέσων όρων επιβεβαιώθηκαν με μία a posteriori στατιστική δοκιμασία (Student-Newman-Keuls test).

Οι παράμετροι των καμπυλών ανάπτυξης εκτιμήθηκαν με τη βοήθεια της συνάρτησης του Gompertz στην ακόλουθη μορφή:

$$W_t = A \times \exp\left(-\exp(-B \times (t - M))\right)$$

Όπου:

W_t = το σωματικό βάρος στην ηλικία t,

A=η ασυμπτωτική τιμή του σωματικού βάρους όταν $t \rightarrow \infty$, δηλαδή το ώριμο σωματικό βάρος,

B=σταθερά του ρυθμού ανάπτυξης,

t=η ηλικία,

M=η ηλικία στο σημείο καμπής όπου παρατηρείται ο μέγιστος ρυθμός ανάπτυξης.

Η εκτίμηση των παραμέτρων της καμπύλης έγινε με την εφαρμογή μη γραμμικών προτύπων με τη βοήθεια της μη γραμμικής παλινδρόμησης (NLIN-Non Linear Regression).

Η εκτίμηση των συντελεστών αλλομετρίας (b) για το χρονικό διάστημα από την 6^η έως την 18^η εβδομάδα ηλικίας πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια της εξίσωσης του Huxley (1932):

$$\log_{10} Y = \log_{10} a + b * \log_{10} X$$

Όπου,

Y= βάρος τεμαχίου ή ιστού,

a= σταθερά,

b= ο συντελεστής αλλομετρίας

X= βάρος ψυχρού σφάγιου.

Η ανάλυση των δεδομένων έγινε με τη βοήθεια γραμμικής παλινδρόμησης (Linear Regression).

Όλες οι στατιστικές αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν με το στατιστικό πρόγραμμα SAS (SAS Institute,2005).

3. Αποτελέσματα και σχολιασμός

3.1 Επίδραση του ευνουχισμού σε παραγωγικά και φυσιολογικά χαρακτηριστικά ορνιθίων υβριδίου κρεοπαραγωγής (Πείραμα 1^ο)

3.1.1 Σωματικό βάρος και κατανάλωση τροφής

Η επίδραση του ευνουχισμού στην εξέλιξη του σωματικού βάρους των ορνιθίων παρουσιάζεται στον πίνακα 3.1.1.1. Ο ευνουχισμός είχε στατιστικώς σημαντική επίδραση στο σωματικό βάρος των ορνιθίων από την 4^η έως την 10^η εβδομάδα ηλικίας. Κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου τα ευνουχισμένα ορνίθια παρουσίασαν το χαμηλότερο σωματικό βάρος, ενώ τα ορνίθια της ομάδας του μάρτυρα το υψηλότερο. Τα ψευτοεγχειρισμένα ορνίθια παρουσίασαν ενδιάμεσες τιμές. Μετά την 10^η εβδομάδα, δε διαπιστώθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές όσον αφορά στο σωματικό βάρος των πειραματικών ομάδων.

Δεν υπήρξαν διαφορές στην κατανάλωση τροφής μεταξύ των πειραματικών ομάδων με εξαίρεση την εβδομάδα μετά τον ευνουχισμό (διάγραμμα 3.1.1.1). Ο συνολικός συντελεστής εκμετάλλευσης της τροφής την 18^η εβδομάδα ($\mu \pm \tau.σ.$) ανήλθε σε $4,0 \pm 0,4$ Kg τροφής ανά Kg σωματικού βάρους και είναι παρόμοιος με τους συντελεστές που αναφέρονται από άλλους ερευνητές για την ίδια ηλικία σφαγής (Welter, 1976, Mast et al., 1981). Η εταιρεία παραγωγής των υβριδίων Hubbard Breeders αναφέρει ένα τυπικό συντελεστή εκμετάλλευσης της τάξεως του 2,24-2,31 Kg τροφής ανά Kg σωματικού βάρους για την ηλικία των 9 εβδομάδων. Η απουσία επίδρασης του ευνουχισμού στην κατανάλωση τροφής επιβεβαιώνεται και από άλλους συγγραφείς (Mast et al., 1981, Chen et al., 2005).

Οι μελέτες σχετικά με την επίδραση του ευνουχισμού στο σωματικό βάρος παρουσιάζουν αντικρουόμενα αποτελέσματα. Οι Cason et al. (1987, 1988) παρατήρησαν ότι κρεοπαραγωγά ορνίθια που ευνουχίστηκαν κατά την 3^η εβδομάδα ηλικίας ήταν ελαφρύτερα από το μάρτυρα στην ηλικία των 7 εβδομάδων, ένα αποτέλεσμα που παρατηρήθηκε και στην παρούσα μελέτη. Όταν η επίδραση του ευνουχισμού στο σωματικό βάρος μελετήθηκε σε μεγαλύτερες ηλικίες, οι οποίες κυμαίνονταν από 12 έως 32 εβδομάδες, σε συμφωνία με τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας, δεν προέκυψαν σημαντικές διαφορές όσον αφορά στο σωματικό βάρος μεταξύ αρσενικών και ευνουχισμένων ορνιθίων (Mast et al., 1981, Snapir et al., 1983, Fennell and Scanes, 1992, Zanusso et al., 2001, Muriel Duran, 2004, Chen et al., 2005, Miguel et al., 2008). Σε άλλες μελέτες, όμως, παρατηρήθηκε θετική επίδραση του ευνουχισμού στο σωματικό βάρος (Welter, 1976, Lin and Hsu, 2002, Tor et al., 2002, Rahman et al., 2004, Chen et al., 2006).

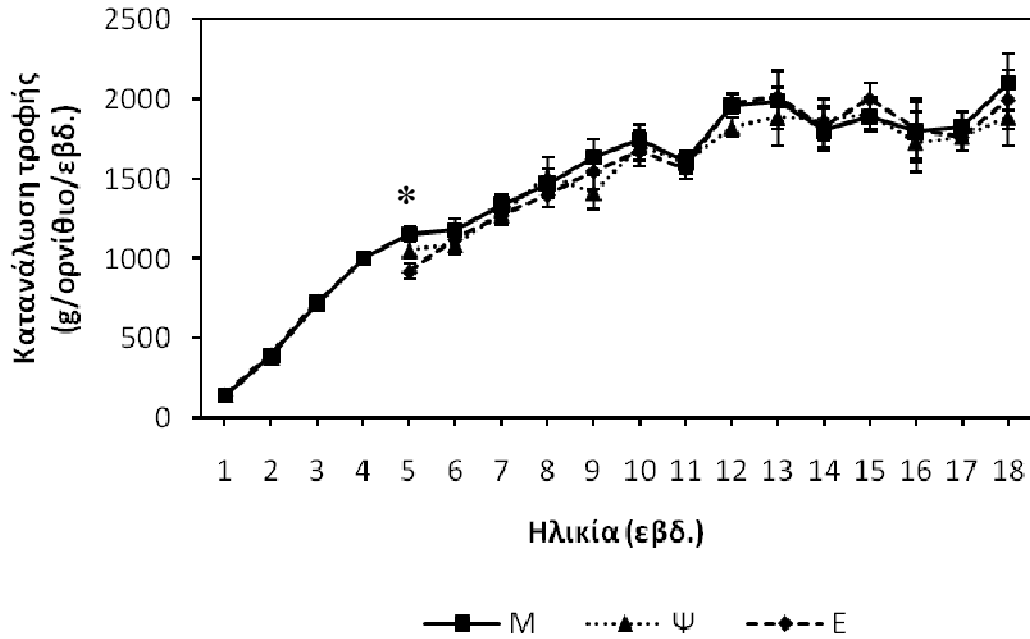
Όσον αφορά στο χρησιμοποιούμενο ζωικό υλικό, ακόμη και όταν επιλέγονται υβρίδια παρόμοιας παραγωγικής κατεύθυνσης, τα αποτελέσματα των μελετών παρουσιάζουν σημαντική παραλλακτικότητα. Τα ευνουχισμένα ορνίθια από εγχώριες

αβελτίωτες φυλές, σε ορισμένες μελέτες παρουσίασαν υψηλότερο σωματικό βάρος από τους μάρτυρες (Lin και Hsu, 2002, Tor et al., 2002, Rahman et al., 2004), ενώ σε άλλες δεν προέκυψαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές (Muriel Duran, 2004, Miguel et al., 2008). Εφόσον θεωρείται ότι τα ανδρογόνα δεν έχουν σημαντική αναβολική δράση στα ορνίθια (Fennell και Scanes, 1992), οι διαφορές αυτές θα πρέπει να οφείλονται πρωτίτως στο γενετικό υλικό και δευτερευόντως στις διαφορετικές συνθήκες εκτροφής ή και διατροφής.

Πίνακας 3.1.1.1: Μέσοι όροι (και τ.σ.) του σωματικού βάρους του μάρτυρα (Μ), των ψευτοεγχειρισμένων (Ψ) και των ευνουχισμένων ορνιθίων (Ε) ανά ηλικία

Ηλικία (εβδ.)	Σωματικό βάρος (g)		
	Μ	Ψ	Ε
0	40,7 ± 0,4	40,8 ± 0,4	41,3 ± 0,6
1	146,8 ± 1,9	149,2 ± 1,9	153,2 ± 2,8
2	366,0 ± 4,0	366,0 ± 4,0	374,4 ± 6,0
3	673,3 ± 7,3	676,7 ± 7,4	698,3 ± 10,9
4	1056,1 ^b ± 12,4	972,3 ^c ± 12,5	913,2 ^a ± 18,5
5	1448,1 ^b ± 17,2	1358,9 ^c ± 17,4	1246,4 ^a ± 25,6
6	1944,1 ^b ± 21,9	1871,3 ^c ± 22,2	1719,9 ^a ± 32,7
7	2455,3 ^b ± 28,0	2393,0 ^b ± 28,4	2252,4 ^a ± 43,8
8	2897,5 ^b ± 32,3	2875,0 ^b ± 32,8	2697,1 ^a ± 50,6
9	3399,8 ^b ± 39,8	3366,7 ^b ± 40,5	3202,7 ^a ± 66,3
10	3848,9 ^b ± 46,1	3814,7 ^b ± 47,3	3647,1 ^a ± 76,7
11	4251,5 ± 52,1	4224,4 ± 53,9	4047,7 ± 86,0
12	4666,9 ± 56,9	4575,6 ± 57,9	4451,6 ± 93,2
13	5030,8 ± 71,9	4991,7 ± 73,5	4871,6 ± 124,6
14	5299,7 ± 79,2	5180,0 ± 80,9	5240,3 ± 141,6
15	5519,1 ± 85,3	5394,8 ± 88,1	5469,6 ± 157,9
16	5808,5 ± 102,8	5533,2 ± 108,8	5993,0 ± 279,5
17	6026,6 ^a ± 107,0	5624,7 ^b ± 111,6	6296,0 ^{ab} ± 291,0
18	6258,6 ^a ± 108,0	5874,9 ^b ± 112,8	6527,0 ^{ab} ± 289,8

^{a, b, c} Μέσοι όροι με διαφορετικούς εκθέτες ανά γραμμή διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά (P<0,05)



Διάγραμμα 3.1.1.1: Μέσοι όροι (και τ.σ.) της κατανάλωσης τροφής του μάρτυρα (M), των ψευτοεγχειρισμένων (Ψ) και των ευνουχισμένων (E) ορνιθίων ανά ηλικία (*, $P < 0,05$)

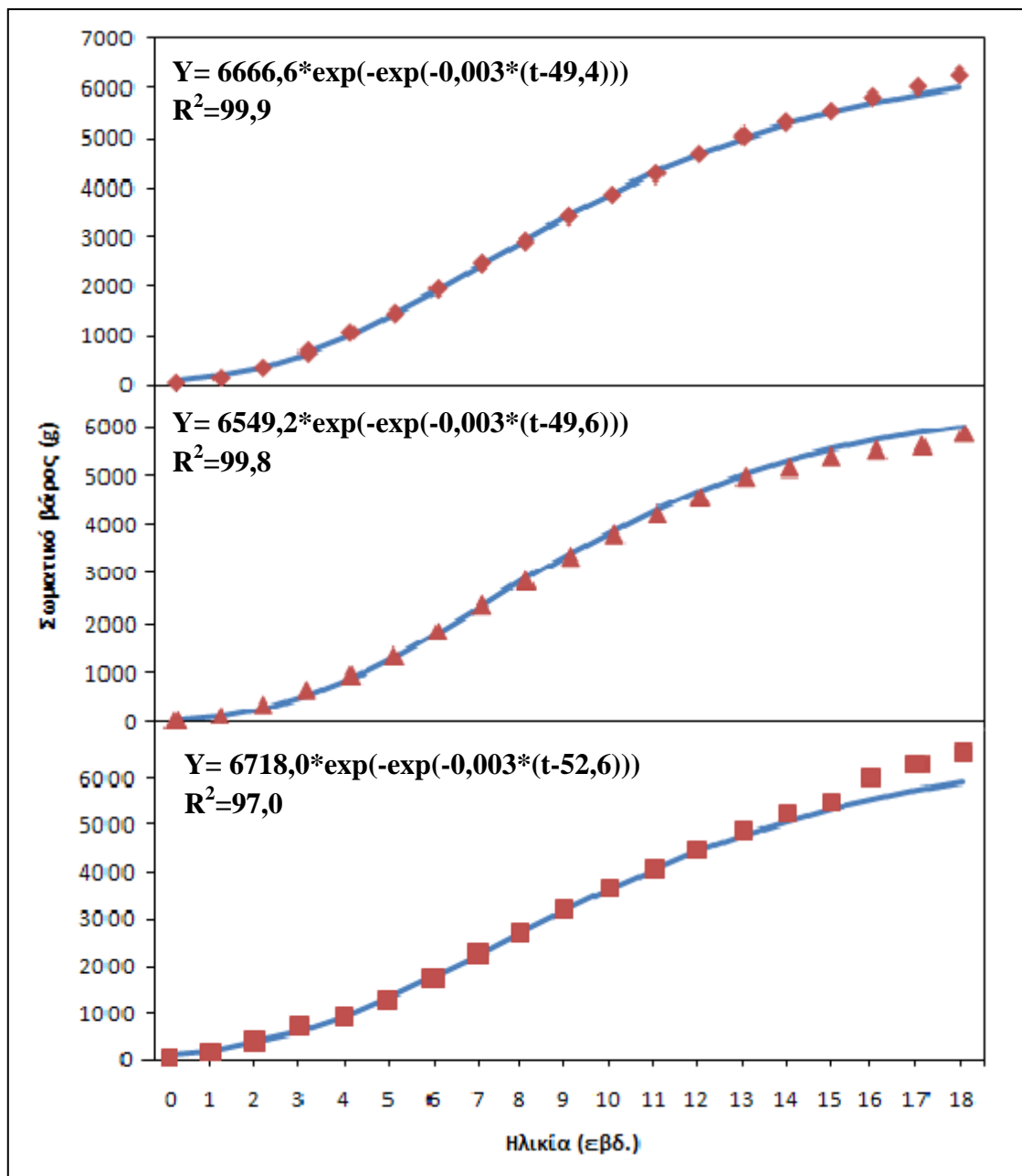
3.1.2 Καμπύλες ανάπτυξης

Οι καμπύλες ανάπτυξης και οι παρατηρούμενοι μέσοι όροι των τριών πειραματικών ομάδων παρουσιάζονται στο διάγραμμα 3.1.2.1. Το ώριμο σωματικό βάρος ανήλθε στα 6667 ± 31 , 6549 ± 37 και 6718 ± 63 g, ενώ η ηλικία στο σημείο καμψής στις $49,4 \pm 0,2$, $49,6 \pm 0,2$ και $52,6 \pm 0,4$ ημέρες για την ομάδα του μάρτυρα, τα ψευτοεγχειρισμένα και τα ευνουχισμένα ορνίθια, αντίστοιχα. Οι καμπύλες ανάπτυξης περιέγραψαν πολύ καλά τα δεδομένα όπως προκύπτει από τους υψηλούς συντελεστές προσδιορισμού (R^2) ($99,9$, $99,8$ και $97,0$ για την ομάδα του μάρτυρα, τα ψευτοεγχειρισμένα και τα ευνουχισμένα ορνίθια, αντίστοιχα).

3.1.3 Τεστοστερόνη

Στο διάγραμμα 3.1.3.1 παρουσιάζονται οι συγκεντρώσεις της τεστοστερόνης στον ορό του αίματος των πειραματικών ομάδων στις ηλικίες των 6, 9, 12, 15 και 18 εβδομάδων. Η συγκέντρωση της τεστοστερόνης αυξήθηκε σημαντικά από την 9^η στη 12^η εβδομάδα στις ομάδες του μάρτυρα και των ψευτοεγχειρισμένων ορνιθίων και ακολούθως παρέμεινε σταθερή. Αντίθετα, στα ευνουχισμένα ορνίθια παρέμεινε σε πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις προϊούσης της ηλικίας.

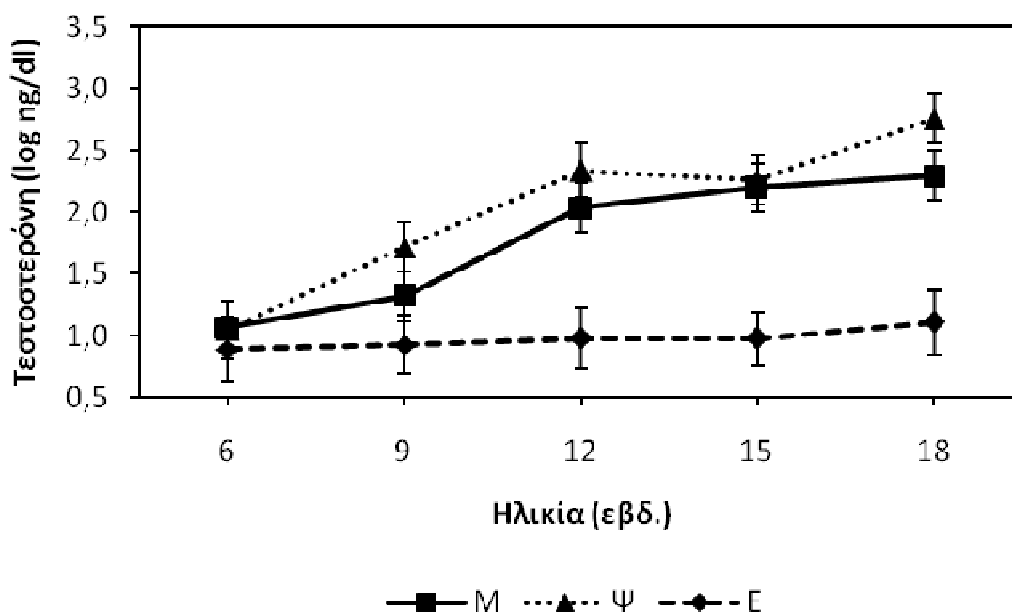
Μεταξύ της ομάδας του μάρτυρα και των ψευτοεγχειρισμένων ορνιθίων δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές σε καμία ηλικία. Τα ευνουχισμένα ορνίθια, όμως, από την 12^η μέχρι την 18^η εβδομάδα, παρουσίασαν στατιστικά σημαντικά



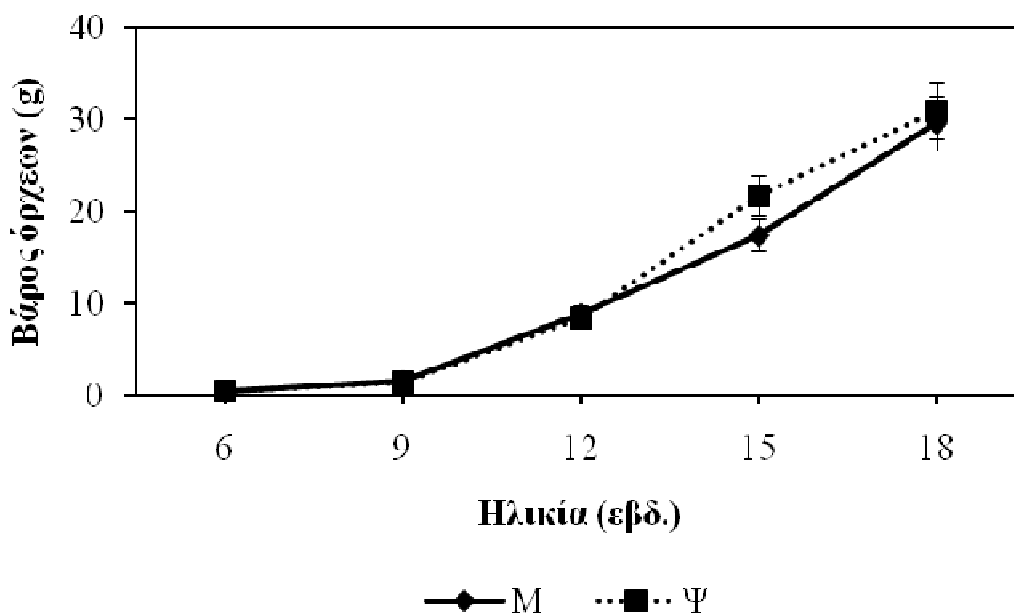
Διάγραμμα 3.1.2.1: Καμπύλες ανάπτυξης (συνεχείς γραμμές) και παρατηρούμενοι μέσοι όροι (σημεία) του μάρτυρα (M), των ψευτοεγχειρισμένων (Ψ) και των ευνουχισμένων ορνιθίων (E).

χαμηλότερες συγκεντρώσεις τεστοστερόνης από τα ψευτοεγχειρισμένα και τα ορνίθια της ομάδας του μάρτυρα ($P < 0,05$).

Στο διάγραμμα 3.1.3.2 παρουσιάζονται τα βάρη των όρχεων των ομάδων του μάρτυρα και των ψευτοεγχειρισμένων ορνιθίων στις ηλικίες των 6, 9, 12, 15 και 18 εβδομάδων. Το βάρος των όρχεων αυξήθηκε προϊούσης της ηλικίας ενώ δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων σε καμία ηλικία.



Διάγραμμα 3.1.3.1: Μέσοι όροι (και τ.σ.) των συγκεντρώσεων της τεστοστερόνης στον ορό του αίματος του μάρτυρα (Μ), των ψευτοεγχειρισμένων (Ψ) και των ευνουχισμένων ορνιθίων (Ε) σε ηλικία 6, 9, 12, 15 και 18 εβδομάδων (*, $P < 0,05$).



Διάγραμμα 3.1.3.2: Μέσοι όροι (και τ.σ.) του βάρους των όρχεων (g) του μάρτυρα (Μ) και των ψευτοεγχειρισμένων ορνιθίων (Ψ) σε ηλικία 6, 9, 12, 15 και 18 εβδομάδων (*, $P < 0,05$).

Όπως ήταν αναμενόμενο, ο ευνουχισμός είχε ως αποτέλεσμα τη δραστική μείωση των επιπέδων της τεστοστερόνης στον ορό του αίματος (Scanes and Johnson, 1984). Η ορμόνη, όμως, παρέμεινε σε ανιχνεύσιμες συγκεντρώσεις. Το εύρημα αυτό πιθανόν οφείλεται στις μικρές ποσότητες της ορμόνης που παράγονται από τα επινεφρίδια (McNabb et al., 1998). Άλλωστε, οι Rahman et al. (2004) παρατήρησαν ότι το μέγεθος των επινεφριδίων αυξήθηκε ως αποτέλεσμα του ευνουχισμού και το απέδωσαν στη ένταση της δραστηριότητας των αδένων.

3.1.4 Σύσταση του σφαγίου

Το βάρος του ψυχρού σφαγίου και το βάρος των τεμαχίων του σφαγίου των ορνιθίων των πειραματικών ομάδων σε ηλικία 6, 9, 12, 15 και 18 εβδομάδων παρουσιάζονται στον πίνακα 3.1.4.1. Όλα τα βάρη αυξήθηκαν συνεχώς προοίησης της ηλικίας ($P < 0,05$) ενώ δε βρέθηκαν σημαντικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ της ηλικίας και του ευνουχισμού.

Από την ανάγνωση του πίνακα προκύπτει ότι τα βάρη του ψυχρού και του υπόλοιπου σφαγίου δεν επηρεάστηκαν από τον ευνουχισμό. Τα ευνουχισμένα ορνίθια παρουσίασαν μικρότερο βάρος ποδιού (μηρός και κνήμη) τη 15^η εβδομάδα. Επίσης, τα ευνουχισμένα ορνίθια παρουσίασαν μικρότερο βάρος πτέρυγας την 6^η και τη 12^η εβδομάδα σε σχέση με την ομάδα του μάρτυρα. Το βάρος του στήθους ήταν σημαντικά υψηλότερο στα ευνουχισμένα σε σχέση με τα ψευτοεγχειρισμένα ορνίθια τη 18^η εβδομάδα ηλικίας.

Τα βάρη των εσωτερικών οργάνων των ορνιθίων παρουσιάζονται στον πίνακα 3.1.4.2. Για όλα τα βάρη των εσωτερικών οργάνων η αλληλεπίδραση ευνουχισμού και ηλικίας βρέθηκε στατιστικώς σημαντική ($P < 0,05$) με την εξαίρεση του βάρους του μωδούς στομάχου το οποίο αυξήθηκε συνεχώς μέχρι τη 15^η εβδομάδα και έπειτα παρέμεινε σταθερό. Το βάρος του ήπατος των ευνουχισμένων ορνιθίων αυξήθηκε σημαντικά τη 12^η εβδομάδα, δε μεταβλήθηκε τη 15^η και αυξήθηκε εκ νέου τη 18^η εβδομάδα. Στην ομάδα του μάρτυρα, το βάρος του ήπατος αυξήθηκε τόσο την 9^η όσο και την 12^η εβδομάδα και ακολούθως παρέμεινε σταθερό. Στην ομάδα των ψευτοεγχειρισμένων ορνιθίων το βάρος του ήπατος αυξήθηκε σημαντικά την 12^η εβδομάδα και έπειτα παρέμεινε σταθερό. Το βάρος της καρδιάς των ευνουχισμένων ορνιθίων αυξήθηκε σε κάθε σφαγή μέχρι τη 12^η εβδομάδα και έπειτα δε μεταβλήθηκε. Αντίθετα, το βάρος της καρδιάς στις ομάδες του μάρτυρα και των ψευτοεγχειρισμένων ορνιθίων αυξήθηκε συνεχώς μέχρι τη 18^η εβδομάδα. Το βάρος του κοιλιακού λίπους των ευνουχισμένων ορνιθίων παρουσίασε συνεχή αύξηση μέχρι τη 18^η εβδομάδα ενώ στις υπόλοιπες δύο πειραματικές ομάδες η αύξηση του βάρους του κοιλιακού λιπώδους ιστού ήταν συνεχής μέχρι την 12^η εβδομάδα, τη 15^η δεν παρατηρήθηκε μεταβολή ενώ νέα αύξηση έλαβε χώρα τη 18^η εβδομάδα.

Ο ευνουχισμός είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση του βάρους του ήπατος την 18^η εβδομάδα και τη μείωση του βάρους της καρδιάς τη 15^η και τη 18^η εβδομάδα ηλικίας.

Πίνακας 3.1.4.1: Μέσοι όροι (και τ.σ.) του βάρους (g) του ψυχρού σφαγίου και των τεμαχίων του σφαγίου του μάρτυρα (Μ), των ψευτοεγχειρισμένων (Ψ) και των ευνουχισμένων (Ε) ορνιθίων σε ηλικία 6, 9, 12, 15 και 18 εβδομάδων.

			Τεμάχια σφαγίου (g)				
			Ψ. σφάγιο	Στήθος	Πτέρυγα	Πόδι	Υπ. σφάγιο
Ηλικία (εβδ.)	6	M	1252 ± 58	357 ± 20	76 ^a ± 3	195 ± 10	351 ± 17
		Ψ	1298 ± 61	374 ± 21	74 ^a ± 3	203 ± 10	376 ± 18
		E	1121 ± 69	317 ± 24	63 ^b ± 3	180 ± 11	313 ± 20
	9	M	2221 ± 95	652 ± 32	127 ± 5	327 ± 13	654 ± 28
		Ψ	2161 ± 95	632 ± 32	127 ± 5	321 ± 13	638 ± 28
		E	1971 ± 114	557 ± 39	116 ± 6	298 ± 16	581 ± 33
	12	M	3433 ± 140	1025 ± 55	184 ^a ± 6	537 ± 20	979 ± 39
		Ψ	3284 ± 147	970 ± 58	173 ^{ab} ± 6	509 ± 21	946 ± 42
		E	2951 ± 167	847 ± 66	159 ^b ± 7	469 ± 23	856 ± 47
	15	M	4155 ± 119	1250 ± 49	208 ± 8	663 ^a ± 20	1172 ± 34
		Ψ	4122 ± 126	1232 ± 52	225 ± 9	639 ^a ± 21	1162 ± 36
		E	3793 ± 126	1153 ± 52	197 ± 9	571 ^b ± 21	1093 ± 36
	18	M	4723 ± 153	1486 ^{ab} ± 53	234 ± 8	770 ± 28	1252 ± 46
		Ψ	4455 ± 153	1342 ^b ± 53	222 ± 8	710 ± 28	1236 ± 46
		E	4846 ± 198	1560 ^a ± 68	243 ± 10	732 ± 36	1371 ± 59

^{a, b, c} Μέσοι όροι με διαφορετικούς εκθέτες ανά στήλη εντός της ίδιας ηλικίας διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά (P<0,05)

[†] Η επίδραση της ηλικίας βρέθηκε στατιστικώς σημαντική για όλα τα βάρη των τεμαχίων (P=0,000)

[‡] Δε βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ του ευνουχισμού και της ηλικίας (P>0,05)

Το βάρος του μυώδους στομάχου δεν επηρεάστηκε από την επέμβαση. Το βάρος του κοιλιακού λίπους των ευνουχισμένων ορνιθίων, ενώ την 6^η και την 9^η εβδομάδα βρέθηκε σημαντικά μικρότερο σε σχέση με τις άλλες δύο ομάδες, την 15^η και την 18^η εβδομάδα ηλικίας είναι μεγαλύτερο, αλλά η διαφορά αυτή δεν επιβεβαιώθηκε στατιστικά.

Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, ο ευνουχισμός έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση του βάρους του στήθους (Tor et al., 2002, Hsu and Lin, 2003, Muriel Duran, 2004, Miguel et al., 2008). Ως πιθανή εξήγηση αυτού του φαινομένου έχει προταθεί η σκέψη ότι η μείωση της συγκέντρωσης της τεστοστερόνης προκαλεί αλλαγές στο μεταβολισμό, οι οποίες ευνοούν την πρωιμότερη ανάπτυξη του στήθους, όπως έχει παρατηρηθεί στις

ορνίθες ωοπαραγωγικής κατεύθυνσης (Muriel Duran, 2004). Το βάρος της πτέρυγας, **Πίνακας 3.1.4.2:** Μέσοι όροι (και τ.σ.) του βάρους (g) των εσωτερικών οργάνων του μάρτυρα (Μ), των ψευτοεγχειρισμένων (Ψ) και των ευνουχισμένων ορνιθίων (Ε) σε ηλικία 6, 9, 12, 15 και 18 εβδομάδων.

			Εσωτερικά όργανα (g)			
			Ήπαρ	Καρδιά	Μυώδης στομάχος	Κοιλιακό λίπος
Ηλικία (εβδ.)	6	Μ	32,7 ± 1,2	9,5 ± 0,6	20,1 ± 1,1	38,7 ^a ± 3,4
		Ψ	35,8 ± 1,3	10,2 ± 0,7	19,2 ± 1,1	54,5 ^b ± 3,6
		Ε	34,5 ± 1,5	9,5 ± 0,8	19,2 ± 1,3	32,7 ^a ± 4,1
	9	Μ	46,4 ± 2,9	16,8 ± 0,7	23,0 ± 1,6	99,6 ^b ± 8,3
		Ψ	47,7 ± 2,9	15,2 ± 0,7	24,3 ± 1,6	78,3 ^{ab} ± 8,3
		Ε	42,6 ± 3,4	14,0 ± 0,9	24,8 ± 1,9	65,3 ^a ± 10,0
	12	Μ	59,9 ± 3,0	21,9 ± 0,9	29,5 ± 1,0	183,3 ± 15,4
		Ψ	63,6 ± 3,1	23,0 ± 0,9	29,5 ± 1,1	155,4 ± 16,2
		Ε	61,1 ± 3,6	20,5 ± 1,0	30,7 ± 1,2	134,4 ± 18,4
	15	Μ	68,2 ± 3,8	30,5 ^a ± 1,1	37,2 ± 2,0	201,4 ± 15,6
		Ψ	64,4 ± 4,0	30,6 ^a ± 1,2	34,6 ± 2,1	195,5 ± 16,4
		Ε	62,0 ± 4,0	24,2 ^b ± 1,2	37,9 ± 2,1	214,7 ± 16,4
	18	Μ	64,7 ^b ± 4,0	36,5 ^a ± 1,3	35,6 ± 1,8	279,8 ± 24,8
		Ψ	72,8 ^b ± 4,0	36,2 ^a ± 1,3	37,2 ± 1,8	280,5 ± 24,8
		Ε	91,0 ^a ± 5,2	28,1 ^b ± 1,6	33,7 ± 2,3	366,3 ± 32,0

^{a, b, c} Μέσοι όροι με διαφορετικούς εκθέτες ανά στήλη εντός της ίδιας ηλικίας διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά (P<0,05)

[†] Η επίδραση της ηλικίας βρέθηκε στατιστικώς σημαντική για όλα τα βάρη των εσωτερικών οργάνων (P=0,000)

[‡] Η αλληλεπίδραση επέμβασης και ηλικίας βρέθηκε στατιστικώς σημαντική για όλα τα βάρη των εσωτερικών οργάνων (P<0,05) πλην του μυώδους στομάχου (P=0,678)

σε ορισμένες μελέτες επηρεάζεται θετικά από τον ευνουχισμό (Hsu και Lin, 2003, Muriel Duran, 2004), ενώ σε άλλες είτε δεν επηρεάζεται (Miguel et al., 2008) είτε είναι υψηλότερο στην ομάδα του μάρτυρα (Tor et al., 2002).

Σε αντίθεση με την επίδραση του ευνουχισμού στο βάρος της πτέρυγας, η οποία δεν αποσαφηνίζεται με βάση τη βιβλιογραφία, για τα βάρη του ποδιού και του υπόλοιπου σφαγίου τα αποτελέσματα των μελετών συγκλίνουν περισσότερο προς την ίδια κατεύθυνση. Αρκετοί ερευνητές αναφέρουν ότι τα ορνίθια της ομάδας του μάρτυρα παρουσίασαν μία σαφή τάση για μεγαλύτερο βάρος ποδιού (Tor et al., 2002, Hsu και Lin, 2003, Muriel Duran, 2004), γεγονός το οποίο πιθανότατα οφείλεται στην μείωση

της σαρκογονίας στα ευνουχισμένα ορνίθια λόγω της μείωσης της συγκέντρωσης της τεστοστερόνης. Αντίθετα, το βάρος του υπόλοιπου σφαγίου δεν φαίνεται να επηρεάζεται από την επέμβαση (Muriel Duran, 2004). Θα πρέπει, όμως, να σημειωθεί ότι σε όλες τις προαναφερθείσες μελέτες έχουν χρησιμοποιηθεί εγχώριες αβελτίωτες φυλές (όπως οι Ισπανικές Penedesenca negra και Castellana negra) και οι σφαγές πραγματοποιήθηκαν σε μεγαλύτερες ηλικίες σε σύγκριση με την παρούσα μελέτη. Ίσως τόσο η έντονη επιλογή ως προς την κρεοπαραγωγή και την ομοιομορφία του σφαγίου που έχει εφαρμοστεί στα σύγχρονα εμπορικά υβρίδια όσο και η μικρότερη ηλικία σφαγής να ελλάτωσαν την εμφάνιση παρόμοιων σημαντικών διαφορών στα βάρη των τεμαχίων.

Σε συμφωνία με τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης, υψηλότερο βάρος ήπατος στα ευνουχισμένα ορνίθια αναφέρεται από τους Rahman et al. (2004). Το αντίθετο αποτέλεσμα παρουσιάζουν οι Miguel et al. (2008), ενώ οι Hsu and Lin (2003) δεν αναφέρουν διαφορές στο βάρος του ήπατος μεταξύ των ευνουχισμένων ορνιθίων και της ομάδας του μάρτυρα. Μια πιθανή εξήγηση για το αυξημένο βάρος του ήπατος στα ευνουχισμένα ορνίθια προκύπτει από τις αυξημένες ανάγκες λιποσύνθεσης. Το ήπαρ αποτελεί το πρωτεύον όργανο στο οποίο πραγματοποιείται η *de novo* σύνθεση των λιπαρών οξέων στα πτηνά (Mayes and Botham, 2003) και έχει παρατηρηθεί ότι στα μεγαλόσωμα υβρίδια, όταν υπάρχουν αυξημένες ανάγκες λιποσύνθεσης, το ήπαρ ανταποκρίνεται πρωτίστως με την αύξηση του μεγέθους του (Shapira et al., 1978).

Όσον αφορά στο βάρος της καρδιάς, έχει παρατηρηθεί και από άλλους ερευνητές ότι τα ευνουχισμένα ορνίθια παρουσιάζουν μικρότερο βάρος καρδιάς σε σχέση με την ομάδα του μάρτυρα (Miguel et al., 2008). Επίσης, έχει παρατηρηθεί ότι τα αρσενικά ορνίθια παρουσιάζουν βαρύτερη καρδιά σε σχέση με τα θηλυκά μετά την ηλικία των 34^{ων} ημερών (Thaxton, 2002, Santos et al., 2005, Marcato et al., 2006). Γενικότερα, το μικρότερο βάρος της καρδιάς που παρουσιάζουν τα ευνουχισμένα ορνίθια πιθανότατα οφείλεται στο γεγονός ότι είναι λιγότερα επιθετικά και δραστήρια σε σχέση με το μάρτυρα.

Αναφορικά με το βάρος του μυώδους στομάχου, φαίνεται ότι δεν επηρεάζεται από τον ευνουχισμό, εύρημα το οποίο επιβεβαιώνεται και σε άλλες αναφορές (Hsu και Lin, 2003, Miguel et al., 2008). Ορισμένοι συγγραφείς αναφέρουν ότι τα θηλυκά ορνίθια έχουν μεγαλύτερο μυώδη στόμαχο από τα αρσενικά (Santos et al., 2005, Marcato et al., 2006) ενώ άλλοι ερευνητές αναφέρουν το ακριβώς αντίθετο αποτέλεσμα (Ojedapo et al., 2008). Υπάρχουν, όμως, και αναφορές σχετικά με την απουσία επίδρασης του φύλου στο βάρος του μυώδους στομάχου (Hossain et al., 2006).

Αν και στην παρούσα μελέτη τα ευνουχισμένα ορνίθια παρουσίασαν την τάση να έχουν περισσότερο κοιλιακό λίπος από την 15^η εβδομάδα και έπειτα, η διαφορά αυτή δεν επιβεβαιώθηκε στατιστικώς. Παρόμοιο αποτέλεσμα αναφέρεται και από τους Zanusso et al. (2001). Αντίθετα, σε αρκετές μελέτες παρατηρήθηκε ότι το βάρος του κοιλιακού λιπώδους ιστού αυξήθηκε λόγω του ευνουχισμού (Snapir et al., 1983, Cason et al., 1988, Tor et al., 2002, Hsu and Lin, 2003, Chen et al., 2005, Chen et al., 2006,

Miguel et al., 2008), ένα αποτέλεσμα αναμενόμενο λόγω της μείωσης της συγκέντρωσης της τεστοστερόνης.

3.1.5 Συντελεστές αλλομετρίας

Οι συντελεστές αλλομετρίας των τεμαχίων του σφαγίου και των εσωτερικών οργάνων παρουσιάζονται στον πίνακα 3.1.5.1. Οι συντελεστές υπολογίστηκαν με βάση τα δεδομένα των σφαγίων και αφορούν στην ηλικία των 6-18 εβδομάδων. Όπως προκύπτει από τον πίνακα, τα εσωτερικά όργανα (καρδιά, ήπαρ και μυώδης στόμαχος), τα οστά των εμπορικών τεμαχίων και η πτέρυγα έχουν συντελεστές χαμηλότερους της μονάδας (από 0,45 έως 0,87), γεγονός το οποίο υποδηλώνει ότι το κύριο μέρος της ανάπτυξής τους έχει ολοκληρωθεί πριν την 6^η εβδομάδα ηλικίας.

Πίνακας 3.1.5.1: Συντελεστές αλλομετρίας (b) και προσδιορισμού (R^2) του μάρτυρα (M) και των ευνουχισμένων ορνιθίων (E) από την 6^η έως την 18^η εβδομάδα ηλικίας.

	b_M	R^2	b_E	R^2	$P\text{-value}^\dagger$
Ήπαρ	0,54 ± 0,04	80,32	0,61 ± 0,05	81,62	ns
Καρδιά	0,87 ± 0,04	90,99	0,76 ± 0,04	93,17	0,049
Μυώδης στόμαχος	0,46 ± 0,05	67,91	0,45 ± 0,06	66,01	ns
Κοιλιακό λίπος	1,44 ± 0,06	91,56	1,64 ± 0,09	90,57	0,054
Πόδι	1,04 ± 0,02	99,00	0,96 ± 0,02	99,13	0,001
Πτέρυγα	0,83 ± 0,02	98,34	0,90 ± 0,02	98,67	0,003
Υπόλοιπο σφάγιο	0,97 ± 0,02	98,93	1,00 ± 0,01	99,35	ns
Δέρμα υπολοίπου	1,04 ± 0,05	91,89	1,13 ± 0,06	91,30	ns
Μηρός	1,04 ± 0,02	97,58	0,95 ± 0,03	97,38	0,013
Μύες	1,09 ± 0,03	95,62	0,94 ± 0,03	97,11	0,001
Οστά	0,75 ± 0,08	63,52	0,79 ± 0,06	81,68	ns
Δέρμα	1,09 ± 0,05	89,69	1,08 ± 0,09	81,11	ns
Κνήμη	1,05 ± 0,02	98,48	0,96 ± 0,02	98,41	0,003
Μύες	1,08 ± 0,02	97,77	0,96 ± 0,02	97,91	0,001
Οστά	0,80 ± 0,04	90,10	0,78 ± 0,05	86,68	ns
Δέρμα	1,36 ± 0,06	91,07	1,33 ± 0,07	92,06	ns
Στήθος	1,08 ± 0,02	98,97	1,09 ± 0,02	99,13	ns
Μύες	1,11 ± 0,02	98,14	1,14 ± 0,02	99,15	ns
Οστά	0,73 ± 0,03	90,81	0,70 ± 0,04	89,70	ns

Δέρμα	1,22 ± 0,05	91,28	1,26 ± 0,07	91,42	ns
-------	-------------	-------	-------------	-------	----

[†]P-value= επίπεδο σημαντικότητας της διαφοράς των συντελεστών αλλομετρίας μεταξύ Μ και Ε

Το πόδι (μηρός και κνήμη) και το υπόλοιπο σφάγιο αναπτύσσονται σχεδόν ισομετρικά ($b \sim 1$), ενώ το στήθος ωριμάζει σχετικά αργά, εφόσον έχει συντελεστή αλλομετρίας μεγαλύτερο του 1 ($b=1,08$). Οι λιπώδεις ιστοί (το κοιλιακό λίπος και τα δέρματα των εμπορικών τεμαχίων) έχουν τους υψηλότερους σχετικούς ρυθμούς ανάπτυξης σε σχέση με το ψυχρό σφάγιο μετά την 6^η εβδομάδα ηλικίας ($b=1,04-1,64$).

Είναι γνωστό από τη βιβλιογραφία ότι τα εσωτερικά όργανα παρουσιάζουν χαμηλότερο σχετικό ρυθμό ανάπτυξης σε σχέση με το σφάγιο, με το μυώδη στόμαχο να ωριμάζει πρώτος, ακολουθούμενος από το ήπαρ και την καρδιά (Grey et al., 1982, Prescott et al., 1985). Χαμηλότερο σχετικό ρυθμό ανάπτυξης σε σχέση με το σφάγιο παρουσιάζουν, επίσης, τα οστά (Kwakkel et al., 1998, Γκολιομύτης, 2000). Το φαινόμενο αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι τα όργανα του σώματος και τα οστά πρέπει να ολοκληρώσουν την ανάπτυξή τους ταχύτερα ώστε να υποστηρίξουν φυσιολογικά και μηχανικά, αντίστοιχα, την περαιτέρω ανάπτυξη του σώματος. Αρκετές μελέτες αναφέρουν, επίσης, σε αντιστοιχία με τα αποτελέσματα της παρούσας, ότι το στήθος αποτελεί το τεμάχιο του σφαγίου που ωριμάζει αργότερα (Halvorson et al., 1970, Kang et al., 1985, Govaerts et al., 2000) ενώ το κοιλιακό λίπος έχει τον ταχύτερο σχετικό ρυθμό ανάπτυξης στο σφάγιο (Leclercq, 1984, Prescott et al., 1985, Cahaner et al., 1986, Govaerts et al., 2000).

Ο ευνουχισμός είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση του συντελεστή αλλομετρίας του κοιλιακού λίπους. Το αποτέλεσμα αυτό ήταν σχετικά αναμενόμενο αφενός διότι η καταπόνηση από τον ευνουχισμό συνέβαλε στην επιβράδυνση της ανάπτυξης (3^η -9^η εβδομάδα ηλικίας) και αφετέρου διότι ο ευνουχισμός έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της εναπόθεσης λίπους στο σφάγιο. Ταυτόχρονα, ο ευνουχισμός συνέβαλε στη μείωση των συντελεστών αλλομετρίας της καρδιάς και του ποδιού (του μηρού και της κνήμης και ιδιαίτερα των μυών). Τα αποτελέσματα αυτά, με βάση τα απόλυτα βάρη των τεμαχίων, υποδηλώνουν μια τάση του ευνουχισμού να μειώσει την εναπόθεση μυϊκής μάζας στο πόδι, αποτέλεσμα που όπως έχει ήδη αναφερθεί, παρουσιάζεται και από άλλους ερευνητές (Tor et al., 2002, Hsu and Lin, 2003, Muriel Duran, 2004). Είναι, άλλωστε, γνωστή η θετική επίδραση της τεστοστερόνης στην πρωτεϊνοσύνθεση. Όμως, η απουσία παρόμοιων αλλομετρικών δεδομένων από τη βιβλιογραφία δεν επιτρέπει την σύγκριση και την εξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων.

3.1.6 Σύσταση των εμπορικών τεμαχίων

Η σύσταση των εμπορικών τεμαχίων παρουσιάζεται στους πίνακες 3.1.6.1, 3.1.6.2 και 3.1.6.3 για το μηρό, την κνήμη και το στήθος, αντίστοιχα. Στο τεμάχιο του μηρού, το βάρος των μυών και το συνολικό βάρος του τεμαχίου αυξήθηκε συνεχώς προϊούσης της ηλικίας ενώ το βάρος των οστών αυξήθηκε μέχρι την 12^η εβδομάδα και ακολούθως δε μεταβλήθηκε. Βρέθηκε μία σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ της

ηλικίας και του ευνουχισμού στο βάρος του δέρματος όπου στα ευνουχισμένα ορνίθια παρατηρήθηκε μία συνεχής αύξηση προϊούσης της ηλικίας ενώ στην ομάδα του

Πίνακας 3.1.6.1: Μέσοι όροι (και τ.σ.) του βάρους (g) του μηρού και των επιμέρους ιστών (μύες, δέρμα[†], οστά) του μάρτυρα (M), των ψευτοεγχειρισμένων (Ψ) και των ευνουχισμένων ορνιθίων (E) σε ηλικία 6, 9, 12, 15 και 18 εβδομάδων.

			Μηρός	Μύες	Δέρμα	Οστά
Ηλικία (εβδ.)	6	M	103,8 ± 5,4	68,5 ± 3,8	18,4 ± 1,7	16,9 ± 1,3
		Ψ	110,5 ± 5,6	69,6 ± 4,0	24,0 ± 1,8	17,0 ± 1,3
		E	96,2 ± 6,4	61,5 ± 4,5	19,3 ± 2,0	15,4 ± 1,5
	9	M	167,4 ± 6,8	107,8 ± 5,2	32,2 ± 2,3	27,5 ± 2,1
		Ψ	164,1 ± 6,8	108,1 ± 5,2	30,6 ± 2,3	25,4 ± 2,1
		E	155,6 ± 8,1	100,2 ± 6,2	29,8 ± 2,7	25,6 ± 2,5
	12	M	287,6 ± 12,2	189,6 ± 8,8	57,0 ± 4,1	41,1 ± 2,3
		Ψ	269,9 ± 12,8	168,9 ± 9,3	59,8 ± 4,3	41,1 ± 2,4
		E	248,2 ± 14,6	155,8 ± 10,6	48,9 ± 4,9	43,5 ± 2,8
	15	M	353,9 ^a ± 11,9	241,7 ^a ± 9,0	70,6 ± 5,5	41,5 ± 2,2
		Ψ	329,7 ^{ab} ± 12,6	226,4 ^a ± 9,5	62,9 ± 5,8	40,5 ± 2,3
		E	298,2 ^b ± 12,6	193,0 ^b ± 9,5	65,8 ± 5,8	39,4 ± 2,3
18	M	407,5 ± 16,3	286,7 ± 13,4	75,7 ^a ± 6,9	45,1 ± 1,7	
	Ψ	369,5 ± 16,3	260,3 ± 13,4	65,4 ^a ± 6,9	43,9 ± 1,7	
	E	381,4 ± 21,1	236,5 ± 17,3	98,1 ^b ± 8,9	46,8 ± 2,2	

^{a, b} Μέσοι όροι με διαφορετικούς εκθέτες ανά στήλη εντός της ίδιας ηλικίας διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά (P<0,05)

[†] Το δέρμα ζυγίστηκε μαζί με το εμφανές λίπος

[‡] Η επίδραση της ηλικίας βρέθηκε στατιστικώς σημαντική για όλα τα βάρη (P=0,00)

[§] Η αλληλεπίδραση επέμβασης και ηλικίας βρέθηκε στατιστικώς σημαντική μόνο για το βάρος του δέρματος (P=0,006)

μάρτυρα και στην ομάδα των ψευτοεγχειρισμένων ορνιθίων η αύξηση διατηρήθηκε έως τη 12^η εβδομάδα και ακολούθως το βάρος του δέρματος δε μεταβλήθηκε.

Αναφορικά με το τεμάχιο της κνήμης, δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ της ηλικίας και του ευνουχισμού. Το βάρος των μυών και το συνολικό βάρος του τεμαχίου αυξήθηκαν συνεχώς προϊούσης της ηλικίας ενώ τα οστά και το δέρμα ολοκλήρωσαν την ανάπτυξή τους έως τη 15^η εβδομάδα καθώς τη 18^η δεν παρατηρήθηκαν μεταβολές στα βάρη τους.

Στο τεμάχιο του στήθους, το βάρος των μυών αυξήθηκε συνεχώς προϊούσης της ηλικίας ενώ το βάρος των οστών αυξήθηκε έως τη 12^η εβδομάδα, παρέμεινε σταθερό τη 15^η και αυξήθηκε εκ νέου τη 18^η εβδομάδα. Στατιστικώς σημαντική βρέθηκε η

Πίνακας 3.1.6.2: Μέσοι όροι (και τ.σ.) του βάρους (g) της κνήμης και των επιμέρους ιστών (μύες, δέρμα[†], οστά) του μάρτυρα (Μ), των ψευτοεγχειρισμένων (Ψ) και των ευνουχισμένων ορνιθίων (Ε) σε ηλικία 6, 9, 12, 15 και 18 εβδομάδων.

			Κνήμη	Μύες	Δέρμα	Οστά
Ηλικία (εβδ.)	6	M	83,6 ± 4,5	53,1 ± 3,1	8,9 ± 0,9	21,6 ± 1,0
		Ψ	85,3 ± 4,8	53,8 ± 3,2	9,0 ± 0,9	22,4 ± 1,1
		E	76,8 ± 5,4	48,1 ± 3,7	8,3 ± 1,1	20,4 ± 1,2
	9	M	152,3 ± 6,8	95,8 ± 4,7	16,0 ± 1,2	40,5 ± 2,3
		Ψ	150,7 ± 6,8	94,4 ± 4,7	16,2 ± 1,2	40,1 ± 2,3
		E	139,9 ± 8,2	88,7 ± 5,6	12,6 ± 1,4	38,5 ± 2,7
	12	M	240,7 ± 7,9	153,6 ^b ± 5,9	31,7 ± 2,1	55,4 ± 2,5
		Ψ	227,3 ± 8,3	146,7 ^b ± 6,3	29,7 ± 2,3	50,9 ± 2,6
		E	211,2 ± 9,4	125,2 ^a ± 7,1	29,5 ± 2,6	56,4 ± 3,0
	15	M	292,0 ^a ± 9,0	185,3 ^a ± 6,4	46,0 ± 3,8	60,8 ± 2,5
		Ψ	292,4 ^a ± 9,5	186,9 ^a ± 6,7	44,6 ± 4,0	60,9 ± 2,6
		E	256,8 ^b ± 9,5	159,7 ^b ± 6,7	39,8 ± 4,0	57,3 ± 2,6
18	M	336,2 ± 12,7	226,0 ± 9,4	46,3 ± 3,1	63,9 ± 2,4	
	Ψ	315,6 ± 12,7	207,0 ± 9,4	48,0 ± 3,1	60,5 ± 2,4	
	E	311,2 ± 16,3	197,3 ± 12,1	51,2 ± 4,0	62,8 ± 3,1	

^{a, b} Μέσοι όροι με διαφορετικούς εκθέτες ανά στήλη εντός της ίδιας ηλικίας διαφέρουν στατιστικά σημαντικά (P<0,05)

[†] Το δέρμα ζυγίστηκε μαζί με το εμφανές λίπος

^{*} Η επίδραση της ηλικίας βρέθηκε στατιστικά σημαντική για όλα τα βάρη (P=0,000)

[§] Δε βρέθηκαν στατιστικές σημαντικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ της ηλικίας και του ευνουχισμού (P>0,05)

αλληλεπίδραση ευνουχισμού και ηλικίας για το βάρος του δέρματος το οποίο και στις τρεις πειραματικές ομάδες αυξήθηκε σημαντικά και συνεχώς μετά τη 12^η εβδομάδα.

Ο ευνουχισμός είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση του βάρους του δέρματος στο μηρό και το στήθος. Δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές στο βάρος των οστών και στο βάρος των μυϊκών μαζών των τριών τεμαχίων αλλά παρατηρήθηκαν τάσεις αύξησης της μυϊκής μάζας του στήθους και μείωσης των μυϊκών μαζών του μηρού και της κνήμης ως αποτέλεσμα του ευνουχισμού.

Στη βιβλιογραφία υπάρχει μόνο μία πρόσφατη αναφορά στην οποία μελετάται η επίδραση του ευνουχισμού στη σύσταση των εμπορικών τεμαχίων. Η μελέτη αυτή πραγματοποιήθηκε στην Ισπανία και χρησιμοποιήθηκε μία εγχώρια αβελτίωτη φυλή

Πίνακας 3.1.6.3: Μέσοι όροι (και τ.σ.) του βάρους (g) των επιμέρους ιστών του στήθους (μύες, δέρμα[†], οστά) του μάρτυρα (M), των ψευτοεγχειρισμένων (Ψ) και των ευνουχισμένων ορνιθίων (E) σε ηλικία 6, 9, 12, 15 και 18 εβδομάδων.

			Μύες	Δέρμα	Οστά
Ηλικία (εβδ.)	6	M	243,5 ± 13,6	47,0 ± 4,0	58,5 ± 4,4
		Ψ	244,4 ± 14,3	57,2 ± 4,3	61,7 ± 4,6
		E	207,1 ± 16,2	45,0 ± 4,8	52,1 ± 5,3
	9	M	464,0 ± 25,0	84,0 ± 6,1	87,5 ± 4,1
		Ψ	447,5 ± 25,0	84,5 ± 6,1	85,5 ± 4,1
		E	397,9 ± 29,9	63,6 ± 7,3	80,0 ± 4,9
	12	M	749,0 ± 44,8	126,5 ± 7,8	125,0 ± 5,7
		Ψ	706,7 ± 47,2	126,7 ± 8,2	111,7 ± 6,0
		E	603,6 ± 53,5	115,0 ± 9,3	108,6 ± 6,8
	15	M	911,0 ± 37,9	178,0 ± 11,1	132,5 ± 7,3
		Ψ	900,0 ± 39,9	175,6 ± 11,7	126,7 ± 7,7
		E	830,0 ± 39,9	179,4 ± 11,7	120,0 ± 7,7
18	M	1036,5 ± 42,4	250,0 ^{ab} ± 14,1	156,5 ± 6,4	
	Ψ	942,5 ± 42,4	219,5 ^b ± 14,1	145,0 ± 6,4	
	E	1102,5 ± 54,7	282,5 ^a ± 18,2	140,0 ± 8,3	

^{a, b} Μέσοι όροι με διαφορετικούς εκθέτες ανά στήλη εντός της ίδιας ηλικίας διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά (P<0,05)

[†] Το δέρμα ζυγίστηκε μαζί με το εμφανές λίπος

[‡] Η επίδραση της ηλικίας βρέθηκε στατιστικώς σημαντική για όλα τα βάρη (P=0,000)

[§] Η αλληλεπίδραση ευνουχισμού και ηλικίας βρέθηκε στατιστικώς σημαντική μόνο για το βάρος του δέρματος (P=0,02)

ορνιθίων, η εκτροφή της οποίας διήρκησε 28 εβδομάδες (Tor et al., 2002). Σε συμφωνία με τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης, ο ευνουχισμός αύξησε την ποσοστιαία αναλογία του δέρματος στα τεμάχια και μείωσε την αντίστοιχη αναλογία των μυών, ενώ η αναλογία των οστών δεν επηρεάστηκε. Με τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν και παλαιότερες μελέτες οι οποίες κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι ο ευνουχισμός δεν επηρέασε το βάρος των οστών (Landauer, 1937) και είχε ως συνέπεια τη μείωση των μυϊκών μαζών του ποδιού (Ono et al., 1982). Η αύξηση του βάρους του δέρματος προκαλείται από την αύξηση της ποσότητας του υποδόριου λίπους και ανάγεται στη γενικότερη αύξηση της εναπόθεσης λίπους στο σφάγιο. Περαιτέρω έρευνα, όμως, είναι απαραίτητη για την επιβεβαίωση αυτών των παρατηρήσεων.

3.1.7 Εναπόθεση λίπους στο σφάγιο

Στον πίνακα 3.1.7.1 παρουσιάζονται τα ποσοστά του λίπους στο σφάγιο και τα εμπορικά τεμάχια. Το ποσοστό του λίπους στην κνήμη αυξήθηκε τη 12^η και τη 15^η εβδομάδα και ακολούθως παρέμεινε σταθερό. Αντίθετα, το ποσοστό του λίπους στο στήθος αυξήθηκε σημαντικά τη 18^η εβδομάδα, αποτελώντας έτσι το ποσοστό η αύξηση του οποίου καθυστέρησε περισσότερο χρονικά σε σχέση με τα υπόλοιπα.

Πίνακας 3.1.7.1: Μέσοι όροι (και τ.σ.) των ποσοστών του λίπους στα εμπορικά τεμάχια και το συνολικό σφάγιο του μάρτυρα (Μ), των ψευτοεγχειρισμένων (Ψ) και των ευνουχισμένων ορνιθίων (Ε) σε ηλικία 6, 9, 12, 15 και 18 εβδομάδων.

		Ποσοστά Λίπους (%)					
			Κοιλιακό [†]	Μηρός [‡]	Κνήμη [‡]	Στήθος [‡]	Σφάγιο [§]
Ηλικία (εβδ.)	6	Μ	3,1 ^a ± 0,2	18,1 ± 1,2	10,5 ± 0,8	13,5 ± 0,9	14,9 ^a ± 0,5
		Ψ	4,2 ^b ± 0,2	21,3 ± 1,2	10,5 ± 0,8	15,8 ± 0,9	17,4 ^b ± 0,6
		Ε	2,9 ^a ± 0,3	19,8 ± 1,4	10,7 ± 0,9	14,7 ± 1,0	14,7 ^a ± 0,6
	9	Μ	4,4 ± 0,3	19,0 ± 1,2	10,3 ± 0,7	13,0 ± 0,6	16,2 ± 0,7
		Ψ	3,6 ± 0,3	18,8 ± 1,2	10,9 ± 0,7	13,7 ± 0,6	15,7 ± 0,7
		Ε	3,2 ± 0,4	19,1 ± 1,5	9,0 ± 0,8	11,8 ± 0,7	14,5 ± 0,8
	12	Μ	5,3 ± 0,4	19,6 ± 1,1	13,1 ± 0,7	12,8 ± 0,5	18,2 ± 0,8
		Ψ	4,7 ± 0,4	22,3 ± 1,1	13,0 ± 0,7	13,3 ± 0,6	18,2 ± 0,9
		Ε	4,6 ± 0,5	19,6 ± 1,3	13,9 ± 0,8	13,9 ± 0,6	17,1 ± 1,0
	15	Μ	4,8 ± 0,4	19,8 ± 1,3	15,5 ± 1,0	14,7 ± 0,7	17,7 ± 0,8
		Ψ	5,1 ± 0,4	18,9 ± 1,4	15,2 ± 1,1	14,5 ± 0,7	17,9 ± 0,8
		Ε	5,7 ± 0,4	22,1 ± 1,4	15,4 ± 1,1	15,9 ± 0,7	19,3 ± 0,8
	18	Μ	5,9 ± 0,5	18,7 ^b ± 1,5	13,8 ± 0,8	17,4 ± 0,8	19,6 ^b ± 0,8
		Ψ	6,3 ± 0,5	17,6 ^b ± 1,5	15,2 ± 0,8	16,7 ± 0,8	19,6 ^b ± 0,8
		Ε	7,6 ± 0,6	25,6 ^a ± 1,9	16,4 ± 1,0	18,5 ± 1,0	23,2 ^a ± 1,1

^{a, b} Μέσοι όροι με διαφορετικούς εκθέτες ανά στήλη εντός της ίδιας ηλικίας διαφέρουν στατιστικά σημαντικά (P<0,05)

[†] (Βάρος κοιλιακού λίπους/βάρος ψυχρού σφάγιου)*100,

[‡] (Λίπος στο τεμάχιο/βάρος τεμαχίου)*100,

[§] (Βάρος κοιλιακού λίπους+Βάρη δέρματος εμπορικών τεμαχιδίων+Βάρος δέρματος υπόλοιπου σφάγιου/βάρος ψυχρού σφάγιου)*100

¹ Η επίδραση της ηλικίας βρέθηκε στατιστικώς σημαντική για όλα τα ποσοστά (P=0,000) πλην του ποσοστού του λίπους στο μηρό (P=0,606)

² Η αλληλεπίδραση ευνουχισμού και ηλικίας βρέθηκε στατιστικώς σημαντική για το ποσοστό του κοιλιακού λίπους (P=0,006), το ποσοστό του λίπους στο μηρό (P=0,022) και το ποσοστό του ολικού λίπους (P=0,006)

Στατιστικά σημαντικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ του ευνουχισμού και της ηλικίας βρέθηκαν για το ποσοστό του λίπους στο μηρό, το ποσοστό του κοιλιακού λίπους και το ποσοστό του ολικού λίπους στο σφάγιο. Το ποσοστό του λίπους στο μηρό στις ομάδες του μάρτυρα και των ψευτοεγχειρισμένων ορνιθίων δε μεταβλήθηκε σε σχέση με την ηλικία ενώ στην ομάδα των ευνουχισμένων ορνιθίων αυξήθηκε σημαντικά τη 18^η εβδομάδα. Το ποσοστό του κοιλιακού λίπους στα ευνουχισμένα ορνίθια αυξήθηκε τη 12^η εβδομάδα, στην ομάδα του μάρτυρα την 9^η ενώ στην ομάδα των ψευτοεγχειρισμένων ορνιθίων τη 15^η εβδομάδα. Τέλος, το ποσοστό του ολικού λίπους στο σφάγιο στα ευνουχισμένα ορνίθια αυξήθηκε σημαντικά τη 15^η και τη 18^η εβδομάδα ενώ στις υπόλοιπες δύο πειραματικές ομάδες αυξήθηκε τη 12^η εβδομάδα και ακολούθως παρέμεινε σταθερό.

Ο ευνουχισμός είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση των ποσοστών του λίπους στο μηρό και το συνολικό σφάγιο από την 15^η εβδομάδα αλλά η σημαντικότητα των διαφορών αυτών εξασφαλίστηκε την 18^η εβδομάδα. Επίσης, παρατηρήθηκε μία αυξητική τάση του ποσοστού του κοιλιακού λίπους. Αντίθετα, τα ποσοστά του λίπους στην κνήμη και το στήθος δεν επηρεάστηκαν σημαντικά από τον ευνουχισμό.

Με βάση τη σχετική βιβλιογραφία, είναι γνωστό ότι ο ευνουχισμός αυξάνει την εναπόθεση λίπους στο σφάγιο (Tor et al., 2002, Muriel Duran, 2004, Chen et al., 2005, Miguel et al., 2008). Η αύξηση αυτή οφείλεται στη δραστική μείωση της τεστοστερόνης, η οποία ασκεί λιπολυτική και παράλληλα πρωτεϊνοσυνθετική δράση στον οργανισμό (Snaipir et al., 1983, Moran, 1985). Παράλληλα, έπειτα από την ηλικία της γενετήσιας ωρίμασης, το μεγαλύτερο ποσοστό της αύξησης του σωματικού βάρους οφείλεται σε μια προοδευτική αύξηση των αποθεμάτων λίπους (Moran, 1985), οπότε και η επίδραση του ευνουχισμού καθίσταται εντονότερη. Επομένως, η ηλικία σφαγής αποτελεί σημαντικό παράγοντα κατά την εκτίμηση των επιδράσεων του ευνουχισμού στην αύξηση του σωματικού βάρους και την εναπόθεση του λίπους (Cason et al., 1988).

3.1.8 Ποιοτικά χαρακτηριστικά του κρέατος

Οι μετρήσεις των ποιοτικών χαρακτηριστικών του μείζονος θωρακικού μυός παρουσιάζονται στον πίνακα 3.1.8.1. Το pH₂₄ παρουσίασε μία μείωση την 9^η εβδομάδα, παρέμεινε σταθερό τη 12^η και τη 15^η και ακολούθως αυξήθηκε τη 18^η εβδομάδα (P<0,05). Η φωτεινότητα του κρέατος (L) δε μεταβλήθηκε σημαντικά προοίους της ηλικίας. Η ένταση του κόκκινου χρώματος (a*) ενώ την 9^η εβδομάδα αυξήθηκε έπειτα μειώθηκε και τη 18^η εβδομάδα προσέγγισε την αρχική της τιμή (P<0,05). Η ένταση του κίτρινου χρώματος (b*), αν και στα ευνουχισμένα ορνίθια δε μεταβλήθηκε σε σχέση με την ηλικία στις ομάδες του μάρτυρα και των ψευτοεγχειρισμένων ορνιθίων παρατηρήθηκε μία τάση μείωσης προοίους της ηλικίας. Η απώλεια οπού κατά το μαγείρεμα μειώθηκε σημαντικά τη 12^η εβδομάδα και έπειτα παρέμεινε σταθερή. Η δύναμη διάτμησης (ΔΔ) παρουσίασε κάποιες μεταβολές σε σχέση με την ηλικία εντός της κάθε ομάδας, καθώς η αλληλεπίδραση ηλικίας και ευνουχισμού ήταν στατιστικώς σημαντική (P<0,05), αλλά χωρίς κάποιο σταθερό πρότυπο. Τέλος, η περιεκτικότητα του

Πίνακας 3.1.8.1: Μέσοι όροι (και τ.σ.) των ποιοτικών χαρακτηριστικών του μείζονος θωρακικού μυός του μάρτυρα (Μ), των ψευτοεγχειρισμένων (Ψ) και των ενουχισμένων ορνιθίων (Ε) σε ηλικία 6, 9, 12, 15 και 18 εβδομάδων.

			pH ₂₄	L*	a*	b*	Απώλεια οπού (%)	ΔΔ*10 ² (N/mm ²)	ΕΝΛ (%)
Ηλικία (εβδ.)	6	Μ	6,05 ± 0,03	53,8 ± 1,1	5,3 ± 0,3	14,6 ± 0,4	16,72 ± 1,09	7,1 ± 0,5	-
		Ψ	6,06 ± 0,03	53,0 ± 1,1	5,8 ± 0,3	14,1 ± 0,4	18,88 ± 1,15	6,6 ± 0,5	-
		Ε	6,06 ± 0,03	52,7 ± 1,3	4,9 ± 0,4	13,9 ± 0,4	17,29 ± 1,31	7,6 ± 0,6	-
	9	Μ	5,86 ^b ± 0,02	54,5 ± 1,0	6,4 ± 0,4	12,7 ± 0,4	15,82 ± 0,96	7,5 ± 0,7	-
		Ψ	5,92 ^{ab} ± 0,02	53,0 ± 1,0	6,6 ± 0,4	12,42 ± 0,4	16,86 ± 1,04	7,6 ± 0,6	-
		Ε	5,95 ^a ± 0,03	54,4 ± 1,3	6,7 ± 0,5	14,0 ± 0,5	15,48 ± 1,81	7,0 ± 0,8	-
	12	Μ	5,91 ± 0,02	56,2 ± 0,7	3,9 ± 0,2	13,0 ± 0,4	13,69 ± 0,49	5,8 ± 0,3	1,31 ± 0,09
		Ψ	5,92 ± 0,02	54,2 ± 0,7	4,8 ± 0,3	13,0 ± 0,4	14,25 ± 0,52	5,8 ± 0,3	1,24 ± 0,09
		Ε	5,94 ± 0,03	53,9 ± 0,8	4,3 ± 0,3	13,8 ± 0,5	14,61 ± 0,59	5,7 ± 0,3	1,22 ± 0,09
	15	Μ	5,97 ± 0,04	53,7 ± 0,7	4,2 ± 0,3	11,5 ^b ± 0,5	14,05 ± 0,53	6,2 ± 0,4	1,17 ± 0,08
		Ψ	5,89 ± 0,05	52,6 ± 0,8	5,0 ± 0,3	12,5 ^{ab} ± 0,5	14,08 ± 0,56	6,8 ± 0,5	1,18 ± 0,10
		Ε	6,00 ± 0,05	54,8 ± 0,8	4,2 ± 0,3	13,6 ^a ± 0,5	14,17 ± 0,56	5,4 ± 0,5	1,10 ± 0,08
	18	Μ	5,97 ± 0,02	53,1 ± 0,6	5,1 ± 0,3	11,4 ^b ± 0,5	14,35 ± 0,56	6,2 ± 0,5	1,37 ^b ± 0,12
		Ψ	6,03 ± 0,02	51,4 ± 0,6	4,8 ± 0,3	10,8 ^b ± 0,5	14,97 ± 0,56	5,4 ± 0,5	1,42 ^b ± 0,11
		Ε	6,02 ± 0,02	53,6 ± 0,8	5,0 ± 0,4	13,8 ^a ± 0,6	14,11 ± 0,72	7,0 ± 0,6	2,21 ^a ± 0,16

^{a, b} Μέσοι όροι με διαφορετικούς εκθέτες ανά στήλη εντός της ίδιας ηλικίας διαφέρουν στατιστικά (P<0,05)

[†] Η επίδραση της ηλικίας βρέθηκε στατιστικώς σημαντική για το pH₂₄, την ένταση του κόκκινου χρώματος (a*) και την απώλεια οπού κατά το μαγείρεμα (P<0,05)

[‡] Η αλληλεπίδραση επέμβασης και ηλικίας βρέθηκε στατιστικώς σημαντική για το b* (P=0,013), την περιεκτικότητα σε ενδομυϊκό λίπος (P=0,006) και τη δύναμη διάτμησης (P=0,04)

μυός σε ενδομυϊκό λίπος (ENL) αυξήθηκε σημαντικά στην ομάδα των ευνουχισμένων ορνιθίων τη 18^η εβδομάδα, ενώ στις υπόλοιπες δύο ομάδες παρέμεινε σταθερή σε σχέση με την ηλικία.

Έπειτα από την 9^η εβδομάδα παρατηρήθηκε μία τάση μείωσης της έντασης του κίτρινου χρώματος (b*) στις ομάδες του μάρτυρα και των ψευτοεγχειρισμένων σε σχέση με την ομάδα των ευνουχισμένων ορνιθίων, οπότε προέκυψε μία διαφορά η οποία βρέθηκε στατιστικώς σημαντική τη 15^η και 18^η εβδομάδα. Επίσης, ο ευνουχισμός είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση του ποσοστού του ενδομυϊκού λίπους τη 18^η εβδομάδα. Το pH₂₄, η φωτεινότητα του κρέατος (L), η ένταση του κόκκινου χρώματος (a*), η απώλεια οπού κατά το μαγείρεμα και η δύναμη διάτμησης δεν επηρεάστηκαν από τον ευνουχισμό.

Σε συμφωνία με τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας, οι Hsu και Lin (2003) αναφέρουν ότι ο ευνουχισμός αύξησε την ένταση του κίτρινου χρώματος στο μυ του στήθους. Πιθανώς, το αποτέλεσμα αυτό οφείλεται στην μεγαλύτερη περιεκτικότητα του μυός σε ενδομυϊκό λίπος. Έχει παρατηρηθεί ότι όταν στο σιτηρέσιο των ορνιθίων συμμετέχουν τροφές πλούσιες σε καροτενοειδή, όπως ο αραβόσιτος στη συγκεκριμένη μελέτη, οι χρωστικές αυτές εναποτίθενται στο λίπος και εντείνουν τον κίτρινο χρωματισμό (Akiba et al., 2001, Toyomizu et al., 2001).

Δεν έχουν παρατηρηθεί σημαντικές επιδράσεις του ευνουχισμού στο pH₂₄ και την απώλεια οπού κατά το μαγείρεμα (Welter, 1976, Lin και Hsu, 2002, Miguel et al., 2008). Αντίθετα, τεκμηριώνεται επαρκώς η αυξητική επίδραση που παρουσιάζει στο ενδομυϊκό λίπος (Tor et al., 2002, Miguel et al., 2008). Συνήθως, η αυξημένη περιεκτικότητα ενός μυός σε ενδομυϊκό λίπος συνδέεται με χαμηλότερες τιμές για τη δύναμη διάτμησης, όμως το φαινόμενο αυτό δεν επιβεβαιώθηκε στην παρούσα μελέτη. Όταν οι Mast et al. (1981) και ο Muriel Duran (2004) εκτίμησαν την τρυφερότητα του κρέατος ευνουχισμένων ορνιθίων τόσο μηχανικά όσο και με την εφαρμογή οργανοληπτικών δοκιμασιών (panel test), παρατήρησαν ότι ενώ υπήρξαν τάσεις για τρυφερότερο κρέας, οι διαφορές δεν επιβεβαιώθηκαν πάντα στατιστικά. Είναι γνωστό ότι η τρυφερότητα ενός μυός εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την περιεκτικότητά του σε ενδομυϊκό λίπος αλλά εξαρτάται επίσης από την ηλικία σφαγής, τον τύπο των μυϊκών ινών και την ποσότητα και την ποιότητα του κολλαγόνου που περιέχει (Webb και O'Neil, 2008). Πιθανότατα, στη συγκεκριμένη εργασία, η αύξηση του ενδομυϊκού λίπους που παρατηρήθηκε, σε συνδυασμό με τις επιδράσεις των άλλων παραγόντων, δεν ήταν επαρκής ώστε να βελτιώσει την τρυφερότητα του μυός.

3.1.9 Χημικό λίπος, όγκος και αριθμός λιποκυττάρων του κοιλιακού λιπώδους ιστού

Στον πίνακα 3.1.9.1 παρουσιάζεται η εξέλιξη της περιεκτικότητας του κοιλιακού λιπώδους ιστού σε χημικό λίπος και η εξέλιξη του αριθμού και του όγκου των λιποκυττάρων σε σχέση με την ηλικία. Η περιεκτικότητα του κοιλιακού λιπώδους ιστού των πειραματικών ομάδων σε χημικό λίπος αυξήθηκε έως την 9^η εβδομάδα ηλικίας και

Πίνακας 3.1.9.1: Μέσοι όροι (και τ.σ.) της περιεκτικότητας του κοιλιακού λιπώδους ιστού σε χημικό λίπος (%), του αριθμού [Log(n*10⁶)] και του όγκου των λιποκυττάρων του κοιλιακού λιπώδους ιστού [Log(pl)] του μάρτυρα (M), των ψευτοεγχειρισμένων (Ψ) και των ευνουχισμένων ορνιθίων (E) σε ηλικία 6, 9, 12, 15 και 18 εβδομάδων.

			Χημικό λίπος (%)	Αριθμός λιποκυττάρων [Log(n*10 ⁶)]	Όγκος λιποκυττάρων [Log(pl)]
Ηλικία (εβδ.)	6	M	77,9 ± 1,3	1,95 ± 0,05	1,41 ± 0,06
		Ψ	79,3 ± 1,2	2,00 ± 0,06	1,36 ± 0,07
		E	76,6 ± 1,4	1,95 ± 0,06	1,35 ± 0,07
	9	M	85,6 ± 1,1	2,36 ± 0,05	1,45 ± 0,06
		Ψ	82,3 ± 1,2	2,15 ± 0,05	1,61 ± 0,06
		E	84,4 ± 1,4	2,17 ± 0,06	1,49 ± 0,07
	12	M	81,9 ± 1,4	2,54 ± 0,07	1,51 ± 0,06
		Ψ	83,7 ± 1,8	2,30 ± 0,05	1,60 ± 0,07
		E	83,6 ± 1,4	2,31 ± 0,07	1,66 ± 0,08
	15	M	85,1 ± 1,2	2,52 ± 0,05	1,67 ± 0,06
		Ψ	85,1 ± 1,2	2,38 ± 0,05	1,77 ± 0,06
		E	85,0 ± 1,2	2,47 ± 0,05	1,75 ± 0,06
	18	M	85,3 ± 1,2	2,58 ± 0,05	1,80 ± 0,06
		Ψ	84,3 ± 1,2	2,46 ± 0,05	1,90 ± 0,06
		E	85,9 ± 1,5	2,48 ± 0,07	2,00 ± 0,08

[†] Η επίδραση της ηλικίας βρέθηκε στατιστικώς σημαντική για την περιεκτικότητα του κοιλιακού λιπώδους ιστού σε χημικό λίπος και τον όγκο των λιποκυττάρων (P=0,000)

[‡] Η αλληλεπίδραση ευνουχισμού και ηλικίας βρέθηκε στατιστικώς σημαντική για τον αριθμό των λιποκυττάρων (P=0,003)

έκτοτε παρέμεινε σταθερή. Επίσης, παρατηρήθηκε μία αύξηση του αριθμού των λιποκυττάρων έως τη 12^η εβδομάδα ηλικίας ενώ ο όγκος τους βρέθηκε να αυξάνεται συνεχώς προϊούσης της ηλικίας. Μεταξύ των πειραματικών ομάδων δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές σε καμία ηλικία σφαγής.

Στην παρούσα εργασία παρατηρήθηκε ότι η ανάπτυξη του κοιλιακού λιπώδους ιστού πραγματοποιείται με υπερτροφία και υπερπλασία των κυττάρων μέχρι τη 12^η εβδομάδα ενώ για το επόμενο χρονικό διάστημα η υπερπλασία περιορίζεται και εντείνεται η υπερτροφία των λιποκυττάρων. Το φαινόμενο αυτό υποστηρίζεται από τη βιβλιογραφία καθώς έχει παρατηρηθεί ότι η υπερπλασία του λιπώδους ιστού στα

ορνίθια διαρκεί έως περίπου την 12^η με 14^η εβδομάδα ηλικίας (Pfaff και Austic, 1976, Hood, 1982, March et al., 1984). Αντίθετα, η υπερτροφία συνεχίζεται, σχεδόν αποκλειστικά, μετά την 14^η εβδομάδα (Leclercq, 1984, Cartwright, 1991).

Η επίδραση του ευνουχισμού στο μέγεθος και τον αριθμό των λιποκυττάρων του κοιλιακού λιπώδους ιστού δεν έχει μελετηθεί επαρκώς. Έχει παρατηρηθεί ότι στα πτηνά, η αυξημένη εναπόθεση λίπους, συσχετίζεται θετικά με την αύξηση του όγκου των λιποκυττάρων και όχι με την αύξηση του αριθμού τους (Cartwright, 1991). Κατά συνέπεια, εφόσον ο ευνουχισμός έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της εναπόθεσης λίπους, θα ήταν αναμενόμενο η αύξηση αυτή να αποτυπωθεί στον όγκο και όχι στον αριθμό των λιποκυττάρων. Το γεγονός αυτό δεν παρατηρήθηκε στην παρούσα μελέτη. Καθώς όμως το φαινόμενο είναι συσσωρευτικό, σε μεγαλύτερες ηλικίες, η αύξηση του όγκου των λιποκυττάρων αναμένεται να είναι περισσότερο έντονη.

3.1.10 Ενζυμική ενεργότητα

Στον πίνακα 3.1.10.1 παρουσιάζεται η εξέλιξη της περιεκτικότητας του ήπατος σε διαλυτή πρωτεΐνη και η εξέλιξη της ειδικής ενεργότητας των αφυδρογονασών του ισοκιτρικού και του μηλικού οξέως σε σχέση με την ηλικία.

Η περιεκτικότητα του ήπατος σε διαλυτή πρωτεΐνη παρουσίασε κάποιες αυξομειώσεις σε σχέση με την ηλικία αλλά χωρίς να παρατηρηθεί κάποιο σταθερό πρότυπο μεταβολής. Αντίθετα, η ενεργότητα της NADP-αφυδρογονάσης του ισοκιτρικού οξέος παρουσίασε μία τάση μείωσης προοιούσης της ηλικίας. Η ενεργότητα της NADP-αφυδρογονάσης του μηλικού οξέος παρουσίασε τις υψηλότερες τιμές της την 6^η και τη 18^η εβδομάδα. Στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των πειραματικών ομάδων, ως αποτέλεσμα του ευνουχισμού, δε βρέθηκαν για καμία από τις παραμέτρους του ήπατος, μέχρι τη 18^η εβδομάδα ηλικίας.

Οι Γκολιομύτης et al. (2002) παρατήρησαν ότι σε κρεοπαραγωγά ορνίθια ταχείας ανάπτυξης η ειδική ενεργότητα της NADP-MDH αυξήθηκε έως την 8^η εβδομάδα, στη συνέχεια παρέμεινε σταθερή έως την 12^η εβδομάδα και ακολούθως μειώθηκε εξαιτίας της μείωσης της κατανάλωσης τροφής, ένα φαινόμενο που δεν παρατηρήθηκε στην παρούσα μελέτη. Αναφορικά με την ενεργότητα της αφυδρογονάσης του ισοκιτρικού οξέος, είναι γνωστό ότι η συμμετοχή του συγκεκριμένου ενζύμου στη λιπογένεση στα ορνίθια είναι εξαιρετικά περιορισμένη (Goodridge, 1968, Shapira et al., 1978).

Το ήπαρ αποτελεί το κυριότερο λιποσυνθετικό όργανο στα πτηνά (Mayes και Botham, 2003). Η NADP-MDH είναι το βασικό ένζυμο για την παραγωγή του NADPH που απαιτείται για τη *de novo* σύνθεση λιπαρών οξέων (Shapira et al., 1978), ενώ σημαντικά επίσης ένζυμο για τη λιπογένεση είναι το ενζυμικό σύμπλοκο της συνθετάσης των λιπαρών οξέων και η ATP-κιτρική λυάση. Οι Chen et al. (2007) αναφέρουν ότι ο ευνουχισμός αύξησε την ενεργότητα της NADP-MDH την 22^η εβδομάδα ηλικίας. Το φαινόμενο αυτό δεν παρατηρήθηκε στην παρούσα μελέτη, με πιθανότερη αιτία τη μικρότερη ηλικία σφαγής. Οι Asante and Bulfield (1988)

παρατήρησαν ότι η ενεργότητα της αφυδρογονάσης του μηλικού οξέος σε μια λιπώδη και μια σαρκώδη σειρά ορνιθίων δε διέφερε σημαντικά, ένα φαινόμενο που θεωρείται ότι ισχύει γενικότερα για τις ενεργότητες των ενζύμων που συμμετέχουν στη λιπογένεση, με τις διαφορές να είναι συνήθως μικρές και μη σημαντικές (Hermier, 1997).

Πίνακας 3.1.10.1: Μέσοι όροι (και τ.σ.) της διαλυτής πρωτεΐνης, της ειδικής ενεργότητας της NADP-αφυδρογονάσης του ισοκιτρικού (NADP-ICDH) και της NADP-αφυδρογονάσης του μηλικού (NADP-MDH) στο ήπαρ του μάρτυρα (M), των ψευτοεχειρισμένων (Ψ) και των ευνουχισμένων ορνιθίων (E) σε ηλικία 6, 9, 12, 15 και 18 εβδομάδων.

			Διαλυτή πρωτεΐνη (mg/g)	Ειδική ενεργότητα (μmol/min/mg πρωτεΐνης)	
				NADP-ICDH	NADP-MDH
Ηλικία (εβδ.)	6	M	89,5 ± 3,2	0,74 ± 0,03	0,29 ± 0,02
		Ψ	86,6 ± 3,4	0,75 ± 0,03	0,36 ± 0,03
		E	94,2 ± 3,9	0,65 ± 0,04	0,29 ± 0,03
	9	M	99,4 ± 3,2	0,70 ± 0,03	0,22 ± 0,02
		Ψ	104,6 ± 3,2	0,73 ± 0,03	0,20 ± 0,02
		E	103,5 ± 3,9	0,72 ± 0,04	0,24 ± 0,03
	12	M	94,9 ± 3,2	0,67 ± 0,03	0,26 ± 0,02
		Ψ	90,8 ± 3,6	0,68 ± 0,03	0,29 ± 0,03
		E	94,5 ± 3,9	0,65 ± 0,04	0,29 ± 0,03
	15	M	100,3 ± 3,2	0,66 ± 0,03	0,23 ± 0,03
		Ψ	100,1 ± 3,3	0,61 ± 0,03	0,29 ± 0,03
		E	102,5 ± 3,4	0,65 ± 0,03	0,19 ± 0,03
	18	M	95,6 ± 3,2	0,68 ± 0,03	0,29 ± 0,02
		Ψ	100,8 ± 3,2	0,66 ± 0,03	0,29 ± 0,03
		E	91,4 ± 4,2	0,58 ± 0,04	0,37 ± 0,03

[†]Η επίδραση της ηλικίας βρέθηκε στατιστικώς σημαντική για την περιεκτικότητα του ήπατος σε διαλυτή πρωτεΐνη και την ενεργότητα της αφυδρογονάσης του μηλικού οξέος (P<0,05)

[‡]Η αλληλεπίδραση ευνουχισμού και ηλικίας βρέθηκε στατιστικώς σημαντική για την ενεργότητα της αφυδρογονάσης του ισοκιτρικού οξέος (P=0,007)

3.1.11 Λιποπρωτεΐνες αίματος

Στον πίνακα 3.1.11.1 παρουσιάζονται οι συγκεντρώσεις της χοληστερόλης, των τριγλυκεριδίων και της HDL-χοληστερόλης στον ορό του αίματος. Η συγκέντρωση της χοληστερόλης παρουσίασε τη μέγιστη τιμή της την 9^η εβδομάδα και η συγκέντρωση των τριγλυκεριδίων τη 15^η εβδομάδα, ενώ δε βρέθηκαν σημαντικές διαφορές για τις υπόλοιπες ηλικίες σφαγής. Επίσης, δεν παρατηρήθηκε σημαντική μεταβολή στη συγκέντρωση της HDL-χοληστερόλης προϊούσης της ηλικίας.

Αναφορικά με την επίδραση του ευνουχισμού, η ομάδα των ευνουχισμένων ορνιθίων παρουσίασε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις χοληστερόλης, σε σχέση με τις υπόλοιπες δύο ομάδες, τη 15^η και 18^η εβδομάδα αλλά η διαφορά ήταν στατιστικώς σημαντική μόνο τη 18^η (P<0,05). Επίσης, παρόμοιο φαινόμενο παρατηρήθηκε για τη συγκέντρωση των τριγλυκεριδίων, οι διαφορές όμως δεν εξασφάλισαν στατιστική σημαντικότητα. Τέλος, τα ευνουχισμένα ορνίθια παρουσίασαν μεγαλύτερες συγκεντρώσεις HDL-χοληστερόλης σε σχέση με τις ομάδες του μάρτυρα και των ψευτοεγχειρισμένων ορνιθίων από τη 12^η εβδομάδα και έπειτα, η διαφορά όμως ήταν στατιστικώς σημαντική μόνο τη 18^η εβδομάδα (P<0,05).

Παρόμοια αποτελέσματα με την παρούσα εργασία αναφέρουν οι Chen et al. (2005). Στη μελέτη αυτή, ο ευνουχισμός δεν επηρέασε τη συγκέντρωση της ολικής χοληστερόλης, αύξησε τη συγκέντρωση της HDL-χοληστερόλης και παρουσίασε μια τάση αύξησης των τριγλυκεριδίων. Επίσης, οι Hsieh et al. (2001) αναφέρουν ότι ο ευνουχισμός αύξησε τη συγκέντρωση των τριγλυκεριδίων στις 26 εβδομάδες ηλικίας. Έχει βρεθεί ότι η συγκέντρωση των λιποπρωτεϊνών πολύ χαμηλής πυκνότητας (VLDL) στο πλάσμα, οι οποίες αποτελούν τον κύριο τρόπο μεταφοράς των τριγλυκεριδίων, παρουσιάζει υψηλό δείκτη συσχέτισης με την εναπόθεση λίπους στο σώμα των ορνιθίων (Whitehead et al., 1982, Griffin et al., 1982), σε αντίθεση με την ενεργότητα των NADP-αφυδρογονασών της λιπογένεσης. Επίσης, τόσο οι συγκεντρώσεις των VLDL όσο και των HDL, παρουσιάζονται υψηλότερες στις λιπώδεις σειρές ορνιθίων (Leclercq, 1984).

3.1.12 Θνησιμότητα

Μέχρι την ηλικία των 3^{ων} εβδομάδων, οπότε και πραγματοποιήθηκε ο ευνουχισμός, οι απώλειες του σμήνους ήταν 1,3%. Οι απώλειες κατά την εφαρμογή της τεχνικής του ευνουχισμού αναφέρονται στο κεφάλαιο 2.3. Για την υπόλοιπη πειραματική περίοδο δεν παρατηρήθηκαν απώλειες στην ομάδα των ευνουχισμένων ορνιθίων. Αντίθετα, στην ομάδα του μάρτυρα και στην ομάδα των ψευτοεγχειρισμένων ορνιθίων καταγράφηκαν απώλειες 2,4% με κυριότερη αιτιολογία τις αψιμαχίες μεταξύ των αρσενικών και προβλήματα στα άκρα των ορνιθίων. Τα καταγραφέντα δεδομένα των ορνιθίων τα οποία απεβίωσαν πριν από το τέλος της πειραματικής διαδικασίας αφαιρέθηκαν από τη στατιστική επεξεργασία. Ο αριθμός των πειραματικών ομάδων που αναφέρεται στο κεφάλαιο 2.1 αποτελεί τον αριθμό των ορνιθίων ανά ομάδα τα οποία επιβίωσαν μέχρι το τέλος του πειράματος.

Πίνακας 3.1.11.1: Μέσοι όροι (και τ.σ.) των συγκεντρώσεων (mg/dl) της χοληστερόλης, των τριγλυκεριδίων και της HDL-χοληστερόλης στον ορό του αίματος του μάρτυρα (Μ), των ψευτοεγχειρισμένων (Ψ) και των ευνουχισμένων ορνιθίων (Ε) σε ηλικία 6, 9, 12, 15 και 18 εβδομάδων.

			Λιποπρωτεΐνες (mg/dl)		
			Χοληστερόλη	Τριγλυκερίδια	HDL-χοληστερόλη
Ηλικία (εβδ.)	6	Μ	113,6 ± 12,9	18,9 ± 4,7	56,7 ± 3,0
		Ψ	100,6 ± 14,6	14,2 ± 5,1	56,9 ± 3,4
		Ε	111,5 ± 15,8	27,9 ± 5,1	53,1 ± 3,7
	9	Μ	113,6 ± 10,4	23,9 ± 3,9	48,1 ± 2,9
		Ψ	120,5 ± 10,4	23,0 ± 3,9	52,2 ± 2,9
		Ε	122,3 ± 12,5	21,5 ± 4,7	55,8 ± 3,4
	12	Μ	109,0 ± 8,9	30,6 ± 3,9	54,6 ± 2,9
		Ψ	88,2 ± 9,3	27,9 ± 4,4	49,8 ± 3,0
		Ε	108,1 ± 10,6	28,9 ± 4,7	59,7 ± 3,4
	15	Μ	83,4 ± 6,6	24,2 ± 3,9	52,8 ± 2,9
		Ψ	87,7 ± 7,0	32,4 ± 3,9	53,2 ± 2,9
		Ε	93,1 ± 7,0	38,8 ± 4,1	58,1 ± 3,0
	18	Μ	89,9 ^b ± 6,3	22,3 ± 3,9	50,9 ^b ± 2,9
		Ψ	89,3 ^b ± 6,3	27,2 ± 3,9	50,4 ^b ± 2,9
		Ε	122,7 ^a ± 8,1	40,4 ± 5,1	68,9 ^a ± 3,7

^{a,b} Μέσοι όροι με διαφορετικούς εκθέτες ανά στήλη εντός της ίδιας ηλικίας διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά (P<0,05)

[†] Η επίδραση της ηλικίας βρέθηκε στατιστικώς σημαντική για τη συγκέντρωση της χοληστερόλης και των τριγλυκεριδίων (P<0,05)

[‡] Δε βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ του ευνουχισμού και της ηλικίας

3.1.13 Συμπεράσματα

Ο ευνουχισμός ενός υβριδίου μέσης ανάπτυξης, στην ηλικία των 3 εβδομάδων, δεν επηρέασε το τελικό σωματικό βάρος και την κατανάλωση τροφής των ορνιθίων έως την 18^η εβδομάδα ηλικίας. Τα αποτελέσματα αυτά ενισχύουν την άποψη ότι η συμμετοχή της τεστοστερόνης στον έλεγχο της ανάπτυξης είναι σχετικά περιορισμένη στα πτηνά.

Το βάρος των τεμαχίων του σφαγίου δεν επηρεάστηκε σημαντικά, ωστόσο παρατηρήθηκαν τάσεις αύξησης των μυϊκών μαζών του στήθους και μείωσης των μυϊκών μαζών του ποδιού. Αντίθετα, η εναπόθεση λίπους στο σφάγιο αυξήθηκε, κυρίως με τη μορφή υποδόριου (στο μηρό και το στήθος) και ενδομυϊκού λίπους. Η αύξηση αυτή του ενδομυϊκού λίπους είχε ως αποτέλεσμα τη διαφοροποίηση του χρώματος του μείζονος θωρακικού μυός.

Ο κοιλιακός λιπώδης ιστός δεν επηρεάστηκε από τον ευνουχισμό ούτε ως ποσοστό επί του σφαγίου ούτε σε κυτταρικό επίπεδο. Αντίθετα, ο ευνουχισμός είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση των συγκεντρώσεων της χοληστερόλης και της HDL-χοληστερόλης και μία αυξητική τάση της συγκέντρωσης των τριγλυκεριδίων στο αίμα τη 18^η εβδομάδα. Η ενεργότητα των NADP-ενζύμων της λιπογένεσης δεν παρουσίασε διαφορές μεταξύ των πειραματικών ομάδων.

3.2 Επίδραση του ευνουχισμού σε παραγωγικά και φυσιολογικά χαρακτηριστικά ορνιθίων υβριδίου κρεοπαραγωγής σε ηλικία άνω των 18 εβδομάδων (Πείραμα 2^ο)

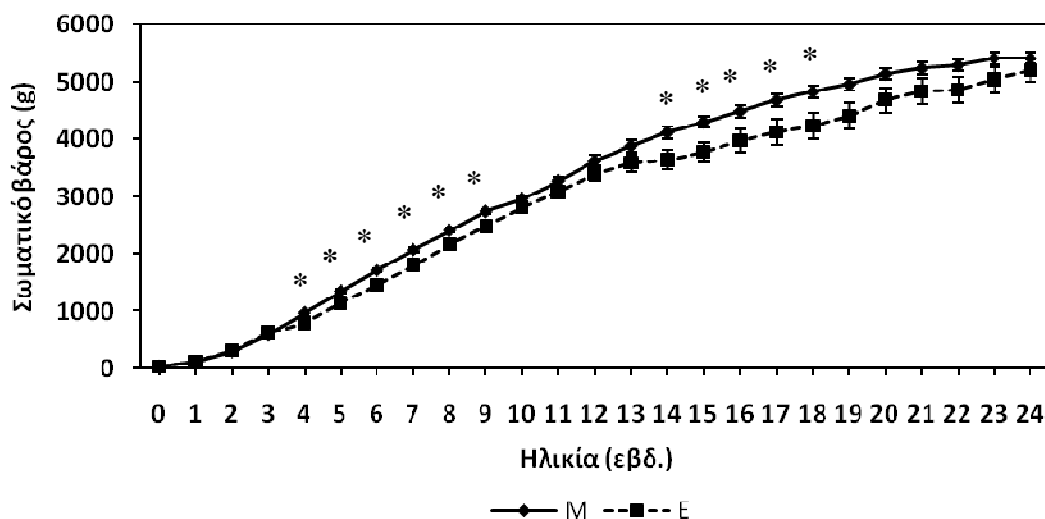
3.2.1 Εισαγωγή

Η κυριότερη επίδραση του ευνουχισμού είναι η αύξηση της εναπόθεσης λίπους στο σφάγιο. Στο πρώτο πείραμα, η αύξηση αυτή παρατηρήθηκε στα απόλυτα βάρη του υποδόριου λιπώδους ιστού και του ενδομυϊκού λίπους αλλά όχι σε κυτταρικό επίπεδο στον κοιλιακό λιπώδη ιστό. Επίσης, δεν παρατηρήθηκε η αύξηση που αναμενόταν στην ενεργότητα των ενζύμων της λιπογένεσης και τη συγκέντρωση των λιποπρωτεϊνών ενώ ενδιαφέρουσες τάσεις βρέθηκαν στην ανάπτυξη των μυϊκών μαζών. Είναι γνωστό ότι η ηλικία σφαγής αποτελεί σημαντικό παράγοντα για την εκτίμηση των επιδράσεων του ευνουχισμού (Cason et al., 1988). Για το λόγο αυτό διενεργήθηκε ένα δεύτερο πείραμα, με στόχο την εκτίμηση της επίδρασης του ευνουχισμού, ο οποίος πραγματοποιήθηκε στην ίδια ηλικία όπως και στον πρώτο πειραματισμό, σε όλες τις παραμέτρους που μετρήθηκαν στο πρώτο πείραμα, αλλά σε μεγαλύτερη ηλικία (24^{ωv} εβδομάδων). Στο πείραμα αυτό χρησιμοποιήθηκε το ίδιο υβρίδιο μέσης ανάπτυξης, ώστε το ζωικό υλικό να παραμείνει σταθερό, ενώ δεν συμπεριλήφθηκε η ομάδα των ψευτοεγχειρισμένων ορνιθίων (Ψ), καθώς στο πρώτο πείραμα δεν παρουσίασε σημαντικές διαφορές σε σχέση με το μάρτυρα.

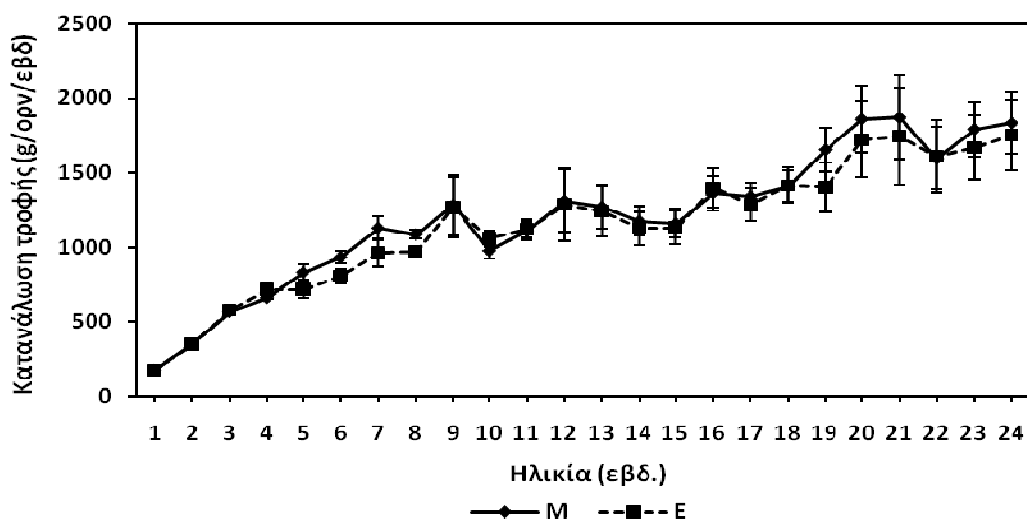
3.2.2 Σωματικό βάρος και κατανάλωση τροφής

Στα διαγράμματα 3.2.2.1 και 3.2.2.2 παρουσιάζονται η εξέλιξη του σωματικού βάρους και η κατανάλωση τροφής, αντίστοιχα. Η εξέλιξη του σωματικού βάρους των πειραματικών ομάδων παρουσίασε ένα παρόμοιο πρότυπο με αυτό του πρώτου πειράματος. Το μέσο σωματικό βάρος της ομάδας του μάρτυρα ήταν μεγαλύτερο σε σχέση με τα καπόνια από την 3^η έως την 9^η εβδομάδα, όπως και από την 14^η έως την 18^η εβδομάδα ($P < 0,05$). Το τελικό σωματικό βάρος την 24^η εβδομάδα δε διέφερε μεταξύ των ομάδων. Επίσης, δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές στην κατανάλωση της τροφής, όπως συνέβη και στο πρώτο πείραμα.

Οι διαφορές στο σωματικό βάρος των πειραματικών ομάδων από την 3^η έως την 9^η εβδομάδα αποδίδονται στην καθυστέρηση της ανάπτυξης των ευνουχισμένων ορνιθίων και είχαν παρατηρηθεί και στο πρώτο πείραμα. Αντίθετα, οι διαφορές στο σωματικό βάρος από την 14^η έως την 18^η εβδομάδα παρατηρήθηκαν για πρώτη φορά και πιθανότατα δε θα πρέπει να αποδοθούν στην επέμβαση αλλά περισσότερο σε περιβαλλοντικούς παράγοντες. Συγκεκριμένα, τα ορνίθια slips που παρέμεναν στα ίδια κελιά με τα ευνουχισμένα ορνίθια ήταν πιο επιθετικά και περιόριζαν τη δυνατότητα λήψης τροφής των δεύτερων. Τα slips απομακρύνθηκαν από τα κελιά όταν έγινε δυνατή η μακροσκοπική αναγνώρισή τους από τα λείρια και κατά συνέπεια τα ευνουχισμένα ορνίθια κατάφεραν να αντισταθμίσουν τον περιορισμό της ανάπτυξής τους από την 18^η εβδομάδα και ακολούθως.



Διάγραμμα 3.2.2.1: Μέσοι όροι \pm τ.σ. του σωματικού βάρους (g) του μάρτυρα (M) και των ευνουχισμένων ορνιθίων (E) ανά εβδομάδα (*, $P < 0,05$).



Διάγραμμα 3.2.2.2: Μέσοι όροι \pm τ.σ. της κατανάλωσης τροφής (g/ορνίθιο/εβδομάδα) του μάρτυρα (M) και των ευνουχισμένων ορνιθίων (E) ανά εβδομάδα.

Τα αποτελέσματα του δεύτερου πειράματος επιβεβαίωσαν την άποψη ότι δεν υπάρχει σημαντική επίδραση του ευνουχισμού στην ηλικία των τριών εβδομάδων στο σωματικό βάρος ενός υβριδίου μέσης ανάπτυξης μετά τη 10^η εβδομάδα.

3.2.3 Σύσταση του σφαγίου, των εμπορικών τεμαχίων και εναπόθεση λίπους στο σφάγιο

Στον πίνακα 3.2.3.1 παρουσιάζεται η σύσταση του σφαγίου και των εμπορικών τεμαχίων και η εναπόθεση λίπους στο σφάγιο. Το βάρος της πτέρυγας και του υπόλοιπου σφαγίου δεν επηρεάστηκαν από τον ευνουχισμό. Η ομάδα του μάρτυρα παρουσίασε σημαντικά βαρύτερη κνήμη ($P<0,05$) ενώ παρατηρήθηκε μία αυξητική τάση στο βάρος του στήθους ως αποτέλεσμα του ευνουχισμού.

Αναφορικά με το βάρος των εσωτερικών οργάνων, τα ευνουχισμένα ορνίθια παρουσίασαν σημαντικά ελαφρύτερη καρδιά ($P<0,05$). Επίσης, παρουσιάστηκε μια τάση αύξησης του βάρους του κοιλιακού λίπους και του ήπατος ως αποτέλεσμα του ευνουχισμού, ενώ δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές στο βάρος του μυώδους στομάχου μεταξύ των πειραματικών ομάδων.

Τα ευνουχισμένα ορνίθια παρουσίασαν μεγαλύτερο βάρος δέρματος-εμφανούς λίπους στο στήθος και στο μηρό, ενώ τα ορνίθια της ομάδας του μάρτυρα μεγαλύτερο βάρος μυών στην κνήμη ($P<0,05$). Το βάρος των μυϊκών μαζών του στήθους και του μηρού παρουσίασε την τάση να είναι μεγαλύτερο στα ευνουχισμένα ορνίθια και τα ορνίθια της ομάδας του μάρτυρα, αντίστοιχα. Τα βάρη των οστών δεν επηρεάστηκαν από τον ευνουχισμό.

Ο ευνουχισμός είχε ως αποτέλεσμα τη σημαντική αύξηση του ποσοστού του κοιλιακού λίπους στο σφάγιο καθώς και των αντίστοιχων ποσοστών στο μηρό, την κνήμη και το ψυχρό σφάγιο. Επίσης, παρατηρήθηκε μία αυξητική τάση στο ποσοστό του λίπους στο στήθος των ευνουχισμένων ορνιθίων.

Η σύσταση του σφαγίου δεν επηρεάστηκε στατιστικώς σημαντικά από τον ευνουχισμό, με την εξαίρεση του τεμαχίου της κνήμης. Παρόλα αυτά, η γενική εικόνα του σφαγίου ήταν παρόμοια με την αντίστοιχη του πρώτου πειράματος, με το βάρος του τεμαχίου του στήθους να παρουσιάζει μία αυξητική τάση και το βάρος του τεμαχίου του ποδιού τάση μείωσης στα ευνουχισμένα ορνίθια. Η αυξητική δε τάση του τεμαχίου του στήθους κρίνεται ιδιαίτερα σημαντική καθώς αποτελεί το πλέον εμπορικό από τα τεμάχια του σφαγίου.

Αναφορικά με τα βάρη των εσωτερικών οργάνων, τα αποτελέσματα του δεύτερου πειράματος επιβεβαίωσαν εκείνα του πρώτου, με τη διαφορά ότι δεν παρατηρήθηκε στατιστικώς σημαντική αύξηση του βάρους του ήπατος παρά μόνο μία αυξητική τάση. Κατά συνέπεια, η επίδραση της ηλικίας σφαγής στο βάρος των εσωτερικών οργάνων στερείται ουσιαστικής σημασίας, ένα αποτέλεσμα αναμενόμενο καθώς τα εσωτερικά όργανα, με την εξαίρεση του κοιλιακού λίπους, ολοκληρώνουν την ανάπτυξή τους

Πίνακας 3.2.3.1: Μέσοι όροι (και τ.σ.) του βάρους των τεμαχίων του σφαγίου, των εσωτερικών οργάνων (g) και της αποστέωσης των εμπορικών τεμαχίων καθώς και των ποσοστών λίπους στο σφάγιο του μάρτυρα (M) και των ευνουχισμένων ορνιθίων (E) σε ηλικία 24 εβδομάδων.

		M	E	
Τεμάχια σφαγίου(g)	Στήθος	1155,0 ± 28,6	1235,0 ± 38,7	
	Μηρός	310,1 ± 9,3	302,4 ± 11,6	
	Κνήμη	290,4 ^a ± 6,1	249,9 ^b ± 8,2	
	Πτέρυγα	200,9 ± 3,4	198,3 ± 4,6	
	Υπόλοιπο σφάγιο	1091,4 ± 30,2	1108,3 ± 40,9	
Εσωτερικά όργανα (g)	Ήπαρ	49,8 ± 1,9	53,5 ± 2,3	
	Καρδιά	26,3 ^a ± 1,4	21,1 ^b ± 1,8	
	Μυώδης στόμαχος	28,7 ± 1,8	32,4 ± 2,2	
	Κοιλιακό λίπος	118,6 ± 23,4	191,3 ± 29,4	
Αποστέωση (g)	Στήθος	Μύες	866,4 ± 22,8	920,8 ± 30,9
		Δέρμα	137,7 ^b ± 14,2	190,7 ^a ± 17,8
		Οστά	116,8 ± 4,8	115,0 ± 6,0
	Μηρός	Μύες	234,1 ± 6,9	212,1 ± 8,6
		Δέρμα	34,2 ^b ± 3,8	51,7 ^a ± 4,8
		Οστό	41,8 ± 1,5	38,5 ± 1,7
	Κνήμη	Μύες	195,0 ^a ± 5,4	167,7 ^b ± 6,8
		Δέρμα	36,2 ± 1,5	35,2 ± 2,0
		Οστά	59,2 ± 2,4	56,2 ± 3,0
Ποσοστά λίπους (%)	Κοιλιακό λίπος [†]	3,0 ^b ± 0,5	4,5 ^a ± 0,6	
	Μηρός [‡]	11,0 ^b ± 1,0	16,8 ^a ± 1,2	
	Κνήμη [‡]	12,4 ^b ± 0,5	14,6 ^a ± 0,6	
	Στήθος [‡]	11,9 ± 0,8	14,3 ± 1,0	
	Σφάγιο [§]	15,0 ^b ± 1,1	19,0 ^a ± 1,4	

^{a,b} Μέσοι όροι με διαφορετικούς εκθέτες ανά γραμμή διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά (P<0,05)

[†](Βάρος κοιλιακού λίπους/βάρος ψυχρού σφαγίου)*100

[‡](Λίπος στο τεμάχιο/βάρος τεμαχίου)*100

[§](Βάρος κοιλιακού λίπους+Βάρη δέρματος εμπορικών τεμαχιδίων+Βάρος δέρματος υπόλοιπου σφαγίου/βάρος ψυχρού σφαγίου)*100

αρκετά νωρίτερα σε σχέση με το σφάγιο όπως είχε αποτυπωθεί και στους συντελεστές αλλομετρίας που εκτιμήθηκαν στο πρώτο πείραμα.

Η αποστέωση των εμπορικών τεμαχίων στο δεύτερο πείραμα ανέδειξε τη σημαντική μείωση του βάρους των μυϊκών μαζών στην κνήμη εξαιτίας του ευνουχισμού, μία διαφορά η οποία στο πρώτο πείραμα είχε παρουσιαστεί ως τάση. Αντίθετα, η μείωση του βάρους των μυϊκών μαζών του μηρού και η αύξηση των μυϊκών μαζών του στήθους δεν επιβεβαιώθηκε στατιστικώς σημαντικά ούτε σε μεγαλύτερη ηλικία σε σχέση με το πρώτο πείραμα.

Η εναπόθεση λίπους στο σφάγιο (%) αυξήθηκε σημαντικά σχεδόν σε όλα τα εμπορικά τεμάχια, γεγονός το οποίο δεν κατέστη τόσο εμφανές στο πρώτο πείραμα. Από φυσιολογικής απόψεως, αυτό οφείλεται στη δραστική μείωση της συγκέντρωσης της τεστοστερόνης η οποία είναι γνωστό ότι μειώνει την εναπόθεση λίπους στο σφάγιο (Snarir et al., 1983). Στο συγκεκριμένο όμως πείραμα καταδεικνύεται η σημαντικότητα του παράγοντα ηλικία σφαγής, ο οποίος επηρέασε θετικά την εναπόθεση λίπους. Ως σημείο εναπόθεσης, το υποδόριο λίπος φαίνεται ότι επηρεάζεται πιο έντονα, καθώς παρουσιάστηκε μόνο μία αυξητική τάση του βάρους του κοιλιακού λίπους.

3.2.4 Ποιοτικά χαρακτηριστικά του κρέατος

Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του κρέατος παρουσιάζονται στον πίνακα 3.2.4.1. Σε άμεση αντιστοιχία με τα αποτελέσματα του πρώτου πειράματος, το pH₂₄ και η απώλεια οπού κατά το μαγείρεμα δεν παρουσίασαν διαφορές μεταξύ των πειραματικών ομάδων. Τα ευνουχισμένα ορνίθια είχαν περισσότερο ενδομυϊκό λίπος (%) από τα ορνίθια της ομάδας του μάρτυρα (1.80 και 1.13, αντίστοιχα) και χαμηλότερες τιμές για τη δύναμη διάτμησης. Επίσης, ο ευνουχισμός είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση της φωτεινότητας (L) και της έντασης του κίτρινου χρώματος (b*) και τη μείωση της έντασης του κόκκινου χρώματος (a*) του μείζονος θωρακικού μυός των ορνιθίων (P<0,05).

Η αύξηση της εναπόθεσης λίπους στο σφάγιο είχε ως συνέπεια την αύξηση του ποσοστού του ενδομυϊκού λίπους, όπως και στο πρώτο πείραμα. Σε αντίθεση όμως με τα αποτελέσματα του πρώτου πειράματος, η αύξηση αυτή επηρέασε αρνητικά τη δύναμη διάτμησης, βελτιώνοντας την τρυφερότητα του κρέατος. Ο Fletcher (2002) αναφέρει ότι ο χρωματισμός του κρέατος των ορνιθίων σε συνδυασμό με την τρυφερότητα αποτελούν τις δύο σημαντικότερες παράμετρους ποιότητας καθώς καθορίζουν αφενός την επιλογή του κρέατος από τον καταναλωτή και αφετέρου την ευχαρίστηση που λαμβάνει από την κατανάλωσή του και κατά συνέπεια την εκ νέου επιλογή του προϊόντος. Οι Zhao et al. (2007) βρήκαν ότι μία αύξηση της τάξεως του 0,15 στο ποσοστό του ενδομυϊκού λίπους του μυός του στήθους των ορνιθίων προκάλεσε τη σημαντική μείωση της δύναμης διάτμησης κατά 0,30 kg. Γενικότερα, έχει παρατηρηθεί ότι υπάρχει αρνητική συσχέτιση μεταξύ του ποσοστού του ενδομυϊκού λίπους και της δύναμης διάτμησης τόσο στο χοίρο (συντελεστής συσχέτισης: -0,11 έως -0,21, Van Laack et al., 2001) όσο και στο πρόβατο (συντελεστής συσχέτισης: -0,55, Okeudo και Moss, 2005), μία αρνητική συσχέτιση,

Πίνακας 3.2.4.1: Μέσοι όροι (και τ.σ.) των ποιοτικών χαρακτηριστικών του μυός του στήθους του μάρτυρα (M) και των ευνουχισμένων ορνιθίων (E) σε ηλικία 24 εβδομάδων.

	M	E
pH ₂₄	5,96 ± 0,02	5,97 ± 0,03
L	50,80 ^b ± 0,85	55,78 ^a ± 1,06
a*	5,61 ^a ± 0,37	4,22 ^b ± 0,44
b*	8,41 ^b ± 0,27	11,91 ^a ± 0,30
Απώλεια οπού κατά το μαγείρεμα (%)	12,08 ± 0,52	12,49 ± 0,65
Δύναμη διάτμησης*10 ² (N/mm ²)	9,9 ^a ± 0,5	8,1 ^b ± 0,5
Ενδομυϊκό λίπος (%)	1,13 ^b ± 0,15	1,80 ^a ± 0,18

^{a,b} Μέσοι όροι με διαφορετικούς εκθέτες ανά γραμμή διαφέρουν στατιστικά σημαντικά (P<0,05)

όμως, σχετικά μικρή και με αρκετά μεγάλες διαβαθμίσεις ανάλογα με το είδος του ζώου. Αντίστοιχα, έχει βρεθεί ότι το ποσοστό του ενδομυϊκού λίπους συσχετίζεται θετικά με την τρυφερότητα του κρέατος στη νήσσα (συντελεστής συσχέτισης: 0,43, Chartrin et al., 2006) και σε μικρότερο βαθμό στο χοίρο (συντελεστής συσχέτισης: 0,19, Huff-Lonergan et al., 2002). Οι Rincker et al. (2008) παρατήρησαν ότι στο χοίρο, η θετική συσχέτιση μεταξύ του ποσοστού του ενδομυϊκού λίπους και της τρυφερότητας εξηγούσε μόνο το 13 % της παραλακτικότητας και κατά συνέπεια αποτελούσε μία σχετικά αδύναμη συσχέτιση. Επομένως, η αύξηση του ποσοστού του ενδομυϊκού λίπους και μόνο αυτή, δεν είναι πάντα αρκετή για να βελτιώσει την τρυφερότητα του κρέατος, αλλά συνεπιδρά μαζί με άλλους, εξίσου σημαντικούς παράγοντες όπως η ποσότητα και η ποιότητα του κολλαγόνου και ο τύπος και το μέγεθος των μυϊκών ινών.

Οι Hsu και Lin (2003) και οι Miguel et al. (2008) παρατήρησαν ότι ο ευνουχισμός είχε ως αποτέλεσμα τη μείωση της έντασης του κόκκινου χρώματος στο κρέας, όπως παρατηρήθηκε στην παρούσα μελέτη. Το εύρημα αυτό οφείλεται πιθανώς στην αύξηση της περιεκτικότητας του μυός σε ενδομυϊκό λίπος, καθώς η αύξηση αυτή μειώνει αναλογικά το ποσοστό των αιμοφόρων αγγείων και κατά συνέπεια την ένταση του κόκκινου χρώματος. Επίσης, όπως έχει ήδη αναφερθεί, η αύξηση του ενδομυϊκού λίπους και η συσσώρευση καροτενίων από την τροφή αυξάνουν την ένταση του κίτρινου χρώματος στο μυ του στήθους. Ο συνδυασμός αυτών των διαφοροποιήσεων είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση της φωτεινότητας του κρέατος που παρατηρήθηκε στα ευνουχισμένα ορνίθια. Άλλωστε, αύξηση της έντασης του κίτρινου χρώματος και της φωτεινότητας του κρέατος ως συνέπεια της αύξησης του ποσοστού του ενδομυϊκού λίπους έχει παρατηρηθεί και σε νήσες (Chartrin et al., 2006).

3.2.5 Παράμετροι κοιλιακού λιπώδους ιστού, ενζυμική ενεργότητα και λιποπρωτεΐνες αίματος

Οι παράμετροι του κοιλιακού λιπώδους ιστού, η ενεργότητα των ενζύμων λιπογένεσης και οι συγκεντρώσεις των λιποπρωτεϊνών του αίματος παρουσιάζονται στον πίνακα 3.2.5.1. Ο ευνουχισμός είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση του όγκου των λιποκυττάρων του κοιλιακού λιπώδους ιστού και του ποσοστού του χημικού λίπους, ενώ ο αριθμός των λιποκυττάρων δεν επηρεάστηκε από την επέμβαση. Δεν καταγράφηκαν σημαντικές διαφορές στη συγκέντρωση των λιποπρωτεϊνών μεταξύ των ευνουχισμένων ορνιθίων και των ορνιθίων της ομάδας του μάρτυρα, παρόλο που παρατηρήθηκε μια τάση αύξησης των συγκεντρώσεων στα πρώτα. Αναφορικά με την ενζυμική ενεργότητα, ο ευνουχισμός είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση της ενεργότητας της αφυδρογονάσης του μηλικού ($P < 0,05$), ενώ η ενεργότητα της αφυδρογονάσης του ισοκιτρικού οξέος δεν επηρεάστηκε από την επέμβαση.

Η αύξηση της λιποπεριεκτικότητας του σφάγιου στην ηλικία των 24 εβδομάδων είχε ως συνέπεια την διαφοροποίηση των παραμέτρων του κοιλιακού λιπώδους ιστού. Η αύξηση αυτή αποτυπώθηκε στην υπερτροφία των λιποκυττάρων και όχι στην υπερπλασία του λιπώδους ιστού, σε συμφωνία με τα ευρήματα των Cartwright et al. (1986, 1988).

Σύμφωνα με άλλους ερευνητές (Hsieh et al., 2001, Chen et al., 2005), ο ευνουχισμός προκαλεί σημαντική αύξηση της συγκέντρωσης κυρίως της χοληστερόλης και των τριγλυκεριδίων στο αίμα των ορνιθίων. Αν και στην παρούσα μελέτη παρατηρήθηκε ότι τα ευνουχισμένα ορνίθια είχαν υψηλότερες τιμές συγκεντρώσεων σε σχέση με την ομάδα του μάρτυρα, εντούτοις οι διαφορές αυτές δεν ήταν στατιστικώς σημαντικές λόγω της μεγάλης παραλλακτικότητας των τιμών.

Οι Chen et al. (2007) αναφέρουν ότι ο ευνουχισμός είχε ως συνέπεια την αύξηση της ενεργότητας της αφυδρογονάσης του μηλικού οξέος στο ήπαρ των ορνιθίων, όπως παρατηρήθηκε στο δεύτερο πείραμα της παρούσας μελέτης. Το βάρος του ήπατος, όμως, στο πείραμα αυτό δε διέφερε σημαντικά μεταξύ των ευνουχισμένων ορνιθίων και της ομάδας του μάρτυρα. Το φαινόμενο αυτό έρχεται σε αντίθεση με τα αποτελέσματα του πρώτου πειράματος, όπου ενώ δεν είχαν παρατηρηθεί διαφορές στην ενεργότητα της αφυδρογονάσης του μηλικού οξέος εντούτοις το βάρος του ήπατος είχε αυξηθεί σημαντικά ως αποτέλεσμα του ευνουχισμού. Σίγουρα, η ηλικία σφαγής, η οποία ήταν μεγαλύτερη στο δεύτερο πείραμα, αποτελεί σημαντικό παράγοντα για την εκτίμηση των παραμέτρων και των διαφορών που σχετίζονται με την λιπογένεση. Πέραν τούτου, όμως, φαίνεται ότι το ήπαρ των πτηνών, προκειμένου να ανταποκριθεί σε αυξημένες ανάγκες λιπογένεσης προβαίνει είτε στην αύξηση του μεγέθους του είτε στην αύξηση της ενεργότητας των ενζύμων της λιπογένεσης, δίχως να μπορεί να αποκλειστεί και η δυνατότητα διατήρησης μιας δυναμικής ισορροπίας μεταξύ των δύο αυτών ενεργειών.

Αναφορικά με την αφυδρογονάση του ισοκιτρικού οξέος, η επαναλαμβανόμενη απουσία επίδρασης του ευνουχισμού στην ειδική ενεργότητά της επιβεβαιώνει την περιορισμένη συμμετοχή του συγκεκριμένου ενζύμου στη λιπογένεση στα ορνίθια.

Πίνακας 3.2.5.1: Μέσοι όροι (και τυπικά σφάλματα) των παραμέτρων του κοιλιακού λιπώδους ιστού, της ειδικής ενζυμικής ενεργότητας των NADP-αφυδρογονασών και της συγκέντρωσης των λιποπρωτεϊνών του αίματος του μάρτυρα (M) και των ευνουχισμένων ορνιθίων (E) σε ηλικία 24 εβδομάδων.

	M	E
Χημικό λίπος (%)	73,8 ^b ± 1,6	81,1 ^a ± 2,1
Αριθμός λιποκυττάρων (*10 ⁶)	331 ± 59	371 ± 80
Όγκος λιποκυττάρων (log pl)	1,3 ^b ± 0,07	1,7 ^a ± 0,09
Χοληστερόλη (mg/dl)	114,4 ± 5,1	124,3 ± 6,2
Τριγλυκερίδια (mg/dl)	18,8 ± 2,4	24,4 ± 1,9
HDL-Χοληστερόλη (mg/dl)	45,9 ± 1,4	47,0 ± 2,0
Διαλυτή πρωτεΐνη (mg/g)	63,3 ± 1,2	64,3 ± 1,4
NADP-ICDH (μmol/min/mg πρωτεΐνης)	1,21 ± 0,03	1,20 ± 0,04
NADP-MDH (μmol/min/mg πρωτεΐνης)	0,19 ^b ± 0,01	0,26 ^a ± 0,01

^{a,b}Μέσοι όροι με διαφορετικούς εκθέτες ανά γραμμή διαφέρουν στατιστικά σημαντικά (P<0,05)

3.2.6 Θνησιμότητα

Μέχρι την ηλικία των 3^{ov} εβδομάδων, οπότε και πραγματοποιήθηκε ο ευνουχισμός, οι απώλειες του σμήνους ήταν 1%. Οι απώλειες κατά την εφαρμογή της τεχνικής του ευνουχισμού αναφέρονται στο κεφάλαιο 2.3. Για την υπόλοιπη πειραματική περίοδο δεν παρατηρήθηκαν απώλειες στην ομάδα των ευνουχισμένων ορνιθίων. Στην ομάδα του μάρτυρα καταγράφηκαν απώλειες 2,1%. Τα καταγραφέντα δεδομένα των ορνιθίων τα οποία απεβίωσαν πριν από το τέλος της πειραματικής διαδικασίας αφαιρέθηκαν από τη στατιστική επεξεργασία. Ο αριθμός των πειραματικών ομάδων που αναφέρεται στο κεφάλαιο 2.1 αποτελεί τον αριθμό των ορνιθίων ανά ομάδα τα οποία επιβίωσαν μέχρι το τέλος του πειράματος.

3.2.7 Συμπεράσματα

Τα αποτελέσματα του δεύτερου πειράματος επιβεβαιώνουν την άποψη ότι η αύξηση της ηλικίας σφαγής έχει ως αποτέλεσμα τη σημαντική αύξηση της επίδρασης του ευνουχισμού στα χαρακτηριστικά του σφαγίου. Έτσι, οι διαφορές στο ποσοστό λίπους στο σφάγιο μεταξύ ευνουχισμένων και μη ορνιθίων αυξήθηκαν σε μεγαλύτερη ηλικία, ένα φαινόμενο που αποτυπώθηκε σε επιμέρους χαρακτηριστικά όπως η απόλυτη κατά βάρος αύξηση του υποδόριου και το ποσοστό του ενδομυϊκού λίπους, ο όγκος των λιποκυττάρων και η ενεργότητα της αφυδρογονάσης του μηλικού οξέος. Επίσης, σε μεγαλύτερη ηλικία, παρατηρήθηκαν εντονότερες διαφορές μεταξύ της ομάδας του

μάρτυρα και των ευνουχισμένων ορνιθίων αναφορικά με την ποιότητα του κρέατος, όπως η διαφοροποίηση του χρώματος και η βελτίωση της τρυφερότητας.

Τα αποτελέσματα του δεύτερου πειράματος συνηγορούν στην άποψη ότι η τεχνική του ευνουχισμού μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ορνίθιου κρέατος «ειδικής ποιότητας», με τη μορφή μιας ειδικής πτηνοτροφικής εκτροφής. Περιοριστικός παράγοντας αναφορικά με την εμπορικότητα της εκτροφής μπορεί να θεωρηθεί το υψηλό τελικό σωματικό βάρος των ορνιθίων, όταν χρησιμοποιηθεί το συγκεκριμένο υβρίδιο. Υπάρχουν, παρόλα αυτά, τρόποι αντιμετώπισης του συγκεκριμένου παράγοντα και συνίστανται α) στην επιλογή ενός υβριδίου μικρότερης ανάπτυξης, β) στην επιλογή εκτατικού τρόπου εκτροφής ή/και γ) στον περιορισμό της διατροφής ή την διαμόρφωση κατάλληλου σιτηρεσίου.

3.3 Μελέτη της επίδρασης του ευνουχισμού σε φυσιολογικά και παραγωγικά χαρακτηριστικά των αρσενικών ορνιθίων ενός υβριδίου ωοπαραγωγής (Πείραμα 3ο)

3.3.1 Εισαγωγή

Σκοπός των δύο πειραμάτων που προηγήθηκαν ήταν η μελέτη των επιδράσεων του ευνουχισμού στην ανάπτυξη, το σφάγιο και το μεταβολισμό του λίπους. Η χρησιμοποίηση ενός υβριδίου μέσης ανάπτυξης αν και ανέδειξε τις επιδράσεις αυτές, εντούτοις η δυνατότητα χρησιμοποιήσεώς του σε εμπορική κλίμακα κρίνεται περιορισμένη λόγω του υψηλού τελικού σωματικού βάρους των ορνιθίων. Μια εναλλακτική λύση θα αποτελούσε η χρησιμοποίηση ενός υβριδίου βραδείας ανάπτυξης. Το τρίτο, κατά σειρά, επομένως, πείραμα πραγματοποιήθηκε με σκοπό τη μελέτη της επίδρασης του ευνουχισμού σε φυσιολογικά και παραγωγικά χαρακτηριστικά ορνιθίων ενός υβριδίου βραδείας ανάπτυξης.

Η επιλογή των αρσενικών ατόμων ενός υβριδίου ωοπαραγωγής, αν και θεωρητικά φαίνεται αδόκιμη, παρουσιάζει δύο σημαντικά πλεονεκτήματα: α) Τα αρσενικά ωοπαραγωγής αποτελούν ένα ζωικό υλικό με ιδιαίτερα μικρή τιμή αγοράς καθώς δεν έχουν καμία χρήση στις μονάδες παραγωγής εμπορικών αυγών και μετά την εκκόλαψη απορρίπτονται και β) έχουν μικρό ρυθμό ανάπτυξης και σχετικά μικρό ώριμο σωματικό βάρος, οπότε θα μπορούσαν να προσαρμοστούν καλώς σε μία εκτροφή διάρκειας τουλάχιστων 5 μηνών, όπως ορίζεται για τα καπόνια από τον κανονισμό της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Στη συγκεκριμένη μελέτη η εκτροφή τους διήρκεσε 8,5 μήνες με σκοπό να πραγματοποιηθεί μια εκτενέστερη προσέγγιση στην επίδραση του ευνουχισμού στα φυσιολογικά και παραγωγικά τους χαρακτηριστικά, τα οποία παρουσιάζουν έντονο ενδιαφέρον διότι η συγκεκριμένη κατηγορία υβριδίων έχει επιλεγεί για ιδιότητες οι οποίες δε σχετίζονται με την κρεοπαραγωγική ικανότητα.

3.3.2 Σωματικό βάρος και κατανάλωση τροφής

Στον πίνακα 3.3.2.1 παρουσιάζονται οι παράμετροι της συνάρτησης του Gompertz ενώ στο διάγραμμα 3.3.2.1 παρουσιάζονται οι παρατηρούμενοι μέσοι όροι του σωματικού βάρους και οι καμπύλες ανάπτυξης για τις δύο πειραματικές ομάδες. Η κατανάλωση τροφής των πειραματικών ομάδων παρουσιάζεται στο διάγραμμα 3.3.2.2.

Το ώριμο σωματικό βάρος των ευνουχισμένων ορνιθίων εκτιμήθηκε στα 3324 ± 17 g και ήταν σημαντικά υψηλότερο από αυτό του μάρτυρα (3173 ± 11 g, $P < 0,05$). Επίσης, η ηλικία στο σημείο καμπής, όπου επιτυγχάνεται ο μέγιστος ρυθμός ανάπτυξης, ήταν μεγαλύτερη στα καπόνια σε σχέση με το μάρτυρα (70,3 προς 64,9 ημέρες, αντίστοιχα). Η συνάρτηση του Gompertz περιέγραψε πολύ καλά τα δεδομένα του σωματικού βάρους όπως αποτυπώνεται στους υψηλούς συντελεστές προσδιορισμού ($R^2 \sim 99\%$).

Πίνακας 3.3.2.1: Εκτιμήσεις (και τ.σ.) των παραμέτρων της συνάρτησης του Gompertz για το μάρτυρα (M) και τα ευνοησιμμένα ορνίθια (E).

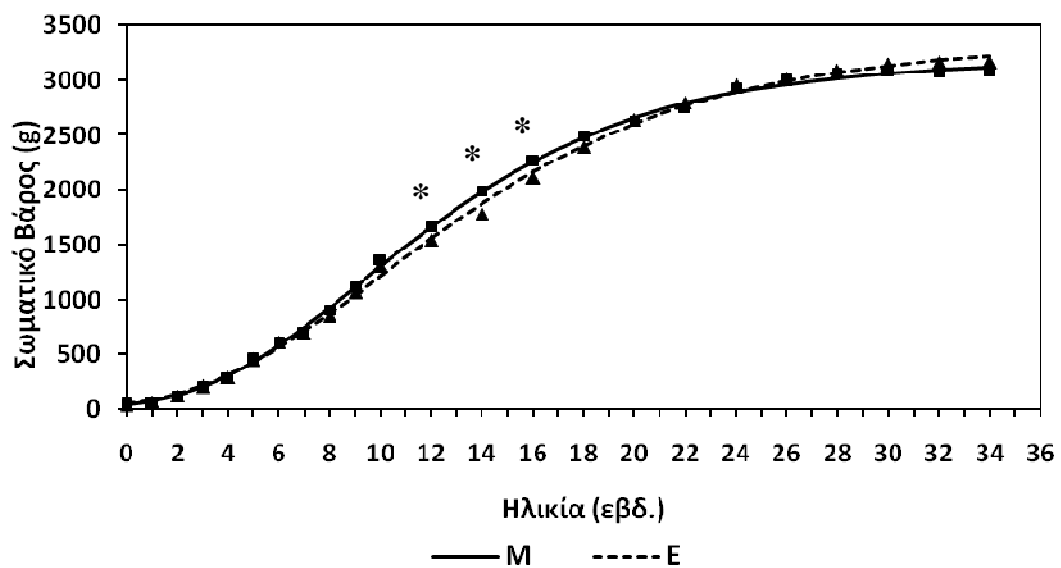
	M	E
A (g)	3173 ^b ± 11 (3152, 3195)	3324 ^a ± 17 (3290, 3358)
B	0,023 ± 0,0003 (0,023, 0,024)	0,020 ± 0,0003 (0,020, 0,021)
M (ημέρες)	64,9 ^b ± 0,3 (64,3, 65,5)	70,3 ^a ± 0,5 (69,3, 71,2)
R ²	98,46	98,68

^{a,b} Μέσοι όροι με διαφορετικούς εκθέτες ανά στήλη διαφέρουν στατιστικά σημαντικά (P<0,05)

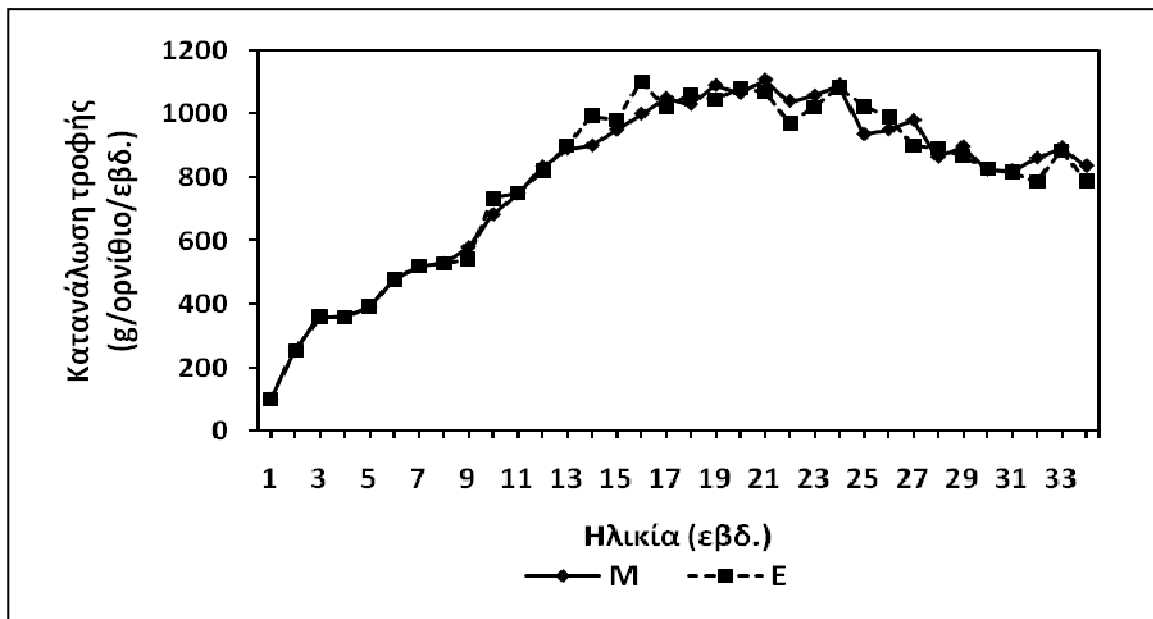
A= ώριμο σωματικό βάρος, B=σταθερά ρυθμού ανάπτυξης, M=ηλικία στο σημείο καμπής,

R²=συντελεστής προσδιορισμού

[†]Οι αριθμοί στις παρενθέσεις αντιπροσωπεύουν 95% διαστήματα εμπιστοσύνης



Διάγραμμα 3.3.2.1: Καμπύλες ανάπτυξης (συνεχείς γραμμές) και παρατηρούμενοι μέσοι όροι (σημεία) του μάρτυρα (M) και των ευνοησιμμένων ορνιθίων (E) (*P<0,05).



Διάγραμμα 3.3.2.2: Κατανάλωση τροφής (g/ornithio/εβδομάδα) ανά ηλικία του μάρτυρα (M) και των ευνουχισμένων ορνιθίων (E).

Οι παρατηρηθέντες μέσοι όροι του βάρους διέφεραν σημαντικά μόνο στις ηλικίες των 12, 14 και 16 εβδομάδων με το μάρτυρα να αποτελεί τη βαρύτερη ομάδα για εκείνη την περίοδο ($P < 0,05$).

Η κατανάλωση τροφής των δύο πειραματικών ομάδων ήταν παρόμοια. Ο συνολικός συντελεστής εκμετάλλευσης της τροφής ανήλθε σε 7,55 Kg τροφής ανά Kg σωματικού βάρους έως τις 34 εβδομάδες ηλικίας. Εάν ο υπολογισμός του συντελεστή πραγματοποιηθεί μέχρι την ηλικία των 24^{ων} εβδομάδων, που αποτελεί τη συνηθέστερη ηλικία σφαγής για τα ευνουχισμένα ορνίθια, τότε μειώνεται σε 5,60 Kg τροφής ανά Kg σωματικού βάρους, η οποία τιμή είναι αναμενόμενη για το συγκεκριμένο υβρίδιο και τη συγκεκριμένη ηλικία.

Το ώριμο βάρος των ευνουχισμένων ορνιθίων εκτιμήθηκε σημαντικά υψηλότερο σε σχέση με την ομάδα του μάρτυρα. Το αποτέλεσμα αυτό οφείλεται κυρίως στη συμπεριφορά των ορνιθίων. Τα ορνίθια της ομάδας του μάρτυρα ήταν περισσότερο δραστήρια σε σχέση με τα καπόνια ενώ από την 18^η και κυρίως μετά την 24^η εβδομάδα παρουσιάστηκαν έντονες αψιμαχίες μεταξύ των ορνιθίων με κύριες αιτίες τη διατήρηση της ιεραρχίας σε πρώτο βαθμό και την ικανοποίηση του γενετήσιου ενστίκτου σε δεύτερο. Οι αψιμαχίες αυτές φαίνεται ότι προκάλεσαν σημαντική μείωση στο ρυθμό ανάπτυξης με αποτέλεσμα τη μικρότερη εκτίμηση του ώριμου σωματικού βάρους για την ομάδα του μάρτυρα. Επιπροσθέτως, η συνηθέστερη ηλικία σφαγής των καπονιών είναι οι 6 μήνες, ηλικία στην οποία δεν υπήρξε σημαντική διαφορά στο σωματικό βάρος των δύο ομάδων. Κατά συνέπεια, το υψηλότερο ώριμο σωματικό βάρος των ευνουχισμένων ορνιθίων, εφόσον επιτυγχάνεται σε πολύ μεγαλύτερη ηλικία, δεν

φαίνεται να έχει κάποια πρακτική σημασία, όσον αφορά στην εμπορική εκμετάλλευση των αρσενικών ωοπαραγωγής.

Οι Chen et al. (2005) αναφέρουν ότι ο ευνουχισμός στην ηλικία των 12 εβδομάδων δεν επηρέασε το σωματικό βάρος αρσενικών ωοπαραγωγής ηλικίας 26 εβδομάδων. Παρόμοιο αποτέλεσμα παρατηρήθηκε επίσης από τους Miguel et al. (2008) και Muriel Duran (2004), οι οποίοι χρησιμοποίησαν εγχώριες ισπανικές φυλές βραδείας ανάπτυξης και κατέγραψαν το σωματικό βάρος των ορνιθίων έως την ηλικία των 29 και 32 εβδομάδων, αντίστοιχα. Αντίθετα, άλλοι ερευνητές που μελέτησαν φυλές βραδείας ανάπτυξης σε παρόμοιες ηλικίες, αναφέρουν ότι τα ευνουχισμένα ορνίθια είχαν υψηλότερο σωματικό βάρος σε σχέση με τα ορνίθια της ομάδας του μάρτυρα (Lin και Hsu, 2002, Tor et al., 2002, Rahman et al., 2004, Chen et al., 2006). Οι διαφορές αυτές, πιθανώς οφείλονται στο διαφορετικό ζωικό υλικό που χρησιμοποιήθηκε.

Τα αρσενικά ωοπαραγωγής, όπως ήταν αναμενόμενο, είχαν πολύ χαμηλότερο ώριμο βάρος από τα ορνίθια του υβριδίου μέσης ανάπτυξης που είχαν χρησιμοποιηθεί στα δύο προηγούμενα πειράματα. Το σωματικό βάρος τους στην ηλικία των 24 εβδομάδων ήταν περίπου 3 κιλά, το οποίο κρίνεται ικανοποιητικό αναφορικά με την εμπορικότητα του σφάγιου.

3.3.3 Σύσταση του σφαγίου

Στον πίνακα 3.3.3.1 παρουσιάζονται το βάρος του ψυχρού σφάγιου και η απόδοση σε ψυχρό σφάγιο, τα βάρη των εσωτερικών οργάνων και τα βάρη των τεμαχίων του σφαγίου των δύο πειραματικών ομάδων στις 26, 30 και 34 εβδομάδες ηλικίας.

Όπως φαίνεται στον πίνακα, παρατηρήθηκε στατιστικώς σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ του ευνουχισμού και της ηλικίας στο βάρος του ψυχρού σφαγίου καθώς τα ευνουχισμένα ορνίθια, ενώ παρουσίασαν χαμηλότερο βάρος σε σχέση με την ομάδα του μάρτυρα την 26^η εβδομάδα, εντούτοις την 34^η εβδομάδα το βάρος του ψυχρού σφαγίου τους ήταν υψηλότερο. Αντίθετα, δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές μεταβολές στην απόδοση σε ψυχρό σφάγιο προϊούσης της ηλικίας.

Αναφορικά με τα βάρη των εσωτερικών οργάνων, δε βρέθηκαν σημαντικές διαφορές στο βάρος της καρδιάς, του ήπατος και του μυώδους στομάχου σε σχέση με την ηλικία. Παρατηρήθηκε, όμως, σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ του ευνουχισμού και της ηλικίας στο βάρος του κοιλιακού λίπους, το οποίο ενώ την 30^η εβδομάδα αυξήθηκε και στις δύο πειραματικές ομάδες, ακολούθως, την 34^η εβδομάδα, μειώθηκε σημαντικά στα ορνίθια της ομάδας του μάρτυρα.

Στα τεμάχια του σφαγίου, το βάρος του ποδιού και του στήθους δε μεταβλήθηκε προϊούσης της ηλικίας. Αντίθετα, το βάρος της πτέρυγας αυξήθηκε σημαντικά την 34^η εβδομάδα ($P < 0,05$). Επίσης, παρατηρήθηκε σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ του ευνουχισμού και της ηλικίας στο βάρος του υπόλοιπου σφαγίου, το οποίο στα ευνουχισμένα ορνίθια αυξήθηκε την 30^η εβδομάδα και έπειτα παρέμεινε σταθερό ενώ

Πίνακας 3.3.3.1: Μέσοι όροι (και τ.σ.) του βάρους του ψυχρού σφάγιου (g) και της απόδοσης σε ψυχρό σφάγιο (%), του βάρους των εσωτερικών οργάνων (g) και του βάρους των τεμαχίων του σφαγίου (g) του μάρτυρα (M) και των ευνουχισμένων ορνιθίων (E) σε ηλικία 26, 30 και 34 εβδομάδων.

	Ηλικία (εβδ.)					
	26		30		34	
	M	E	M	E	M	E
Ψυχρό σφάγιο (g)	2158 ± 32	2022 ± 31	2171 ± 32	2082 ± 32	2110 ± 31	2160 ± 31
Απόδοση σε ψυχρό σφάγιο (%)	72,2 ^a ± 0,5	69,9 ^b ± 0,5	73,4 ^a ± 0,5	70,2 ^b ± 0,5	72,5 ^a ± 0,5	69,2 ^b ± 0,5
Εσωτερικά όργανα (g)						
Ήπαρ	28,5 ± 0,9	28,1 ± 0,9	26,9 ± 0,9	26,0 ± 0,9	28,1 ± 0,9	27,1 ± 0,9
Καρδιά	19,1 ^a ± 0,6	13,9 ^b ± 0,7	18,8 ^a ± 0,6	13,0 ^b ± 0,6	18,4 ^a ± 0,6	12,9 ^b ± 0,6
Μυώδης στόμαχος	30,2 ^b ± 1,5	39,5 ^a ± 1,7	29,4 ± 1,5	34,7 ± 1,5	27,2 ^b ± 1,5	37,9 ^a ± 1,5
Κοιλιακό λίπος	9,6 ^b ± 2,6	66,1 ^a ± 6,6	31,6 ^b ± 8,7	122,8 ^a ± 13,1	2,9 ^b ± 0,2	119,2 ^a ± 8,5
Τεμάχια σφαγίου (g)						
Πόδι	384 ^a ± 7	332 ^b ± 8	393 ^a ± 7	329 ^b ± 7	381 ^a ± 7	340 ^b ± 7
Πτέρυγα	121 ± 2	119 ± 3	126 ± 2	120 ± 2	130 ± 2	132 ± 2
Στήθος	506 ± 12	551 ± 12	534 ^b ± 12	584 ^a ± 12	493 ^b ± 12	566 ^a ± 12
Υπόλοιπο σφάγιο	635 ^a ± 11	563 ^b ± 11	645 ± 11	639 ± 11	600 ± 11	640 ± 11
Δέρμα υπόλοιπου σφαγίου	103 ± 6	86 ± 6	115 ± 6	122 ± 6	97 ^b ± 6	135 ^a ± 6

^{a,b} Μέσοι όροι με διαφορετικούς εκθέτες ανά γραμμή εντός της ίδιας ηλικίας διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά (P<0,05)

[†] Η επίδραση της ηλικίας βρέθηκε στατιστικώς σημαντική για το βάρος της πτέρυγας (P<0,05)

[‡] Η αλληλεπίδραση ευνουχισμού και ηλικίας βρέθηκε στατιστικώς σημαντική για το βάρος του ψυχρού σφαγίου (P=0,047), του κοιλιακού λίπους (P=0,002), του υπόλοιπου σφαγίου(P=0,000) και του δέρματος του υπόλοιπου σφαγίου (P=0,000)

στην ομάδα του μάρτυρα μειώθηκε την 34^η εβδομάδα. Όπως γίνεται φανερό από τον πίνακα 3.3.3.1, οι διαφοροποιήσεις αυτές στο βάρος του υπόλοιπου σφαγίου οφείλονταν κυρίως στο βάρος του δέρματος του τεμαχίου, το οποίο μειώθηκε σημαντικά στην ομάδα του μάρτυρα την 34^η εβδομάδα, ενώ στην ομάδα των ευνουχισμένων ορνιθίων αυξήθηκε σημαντικά την 30^η.

Ο ευνουχισμός είχε ως αποτέλεσμα τη μείωση της ποσοστιαίας απόδοσης σε ψυχρό σφάγιο ($P<0,05$) ενώ το βάρος του ψυχρού σφαγίου δεν επηρεάστηκε σημαντικά. Το βάρος της καρδιάς ήταν υψηλότερο στην ομάδα του μάρτυρα σε κάθε ηλικία ($P<0,05$) ενώ δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων στο βάρος του ήπατος. Τα ευνουχισμένα ορνίθια παρουσίασαν περισσότερο κοιλιακό λίπος σε κάθε ηλικία όπως και βαρύτερο μυώδη στόμαχο, αλλά η διαφορά στο βάρος του μυώδους στομάχου ήταν σημαντική την 26^η και την 34^η εβδομάδα.

Από τα αποτελέσματα του πίνακα 3.3.3.1 προκύπτει επίσης ότι ο ευνουχισμός επηρέασε σημαντικά τη σύσταση του σφαγίου. Το βάρος του ποδιού ήταν υψηλότερο στην ομάδα του μάρτυρα και στις τρεις ηλικίες σφαγής ενώ το βάρος του στήθους ήταν σημαντικά υψηλότερο στα ευνουχισμένα ορνίθια, με τη διαφορά να είναι στατιστικώς σημαντική την 30^η και την 34^η εβδομάδα ($P<0,05$). Δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων στο βάρος της πτέρυγας. Αντίθετα, τα ορνίθια της ομάδας του μάρτυρα παρουσίασαν το βαρύτερο υπόλοιπο σφάγιο την 26^η εβδομάδα, με το αποτέλεσμα αυτό να αντιστρέφεται την 34^η εβδομάδα.

Η σημαντική μείωση της απόδοσης σε ψυχρό σφάγιο των ευνουχισμένων ορνιθίων οφείλεται στο βάρος του κοιλιακού λίπους, το οποίο αφαιρέθηκε από τα σφάγια, πριν από τη ζύγισή τους. Το αποτέλεσμα αυτό δεν είχε παρατηρηθεί στα προηγούμενα πειράματα στα οποία χρησιμοποιήθηκε το κρεοπαραγωγικό υβρίδιο καθώς η διαφορά στο βάρος του κοιλιακού λίπους μεταξύ των ομάδων δεν ήταν σημαντική. Στο ωοπαραγωγό υβρίδιο η διαφορά αυτή ήταν πολύ μεγάλη, διευρυνόμενη προοίους της ηλικίας και συνίστατο σε 56,5 g την 26^η, 91,2 g την 30^η και 116,3 g την 34^η εβδομάδα.

Τα ευνουχισμένα ορνίθια παρουσίασαν μικρότερη καρδιά σε σχέση με το μάρτυρα, όπως είχε παρατηρηθεί και στα προηγούμενα πειράματα όπου είχε χρησιμοποιηθεί το κρεοπαραγωγικό υβρίδιο. Η μείωση αυτή, όπως έχει ήδη αναφερθεί, οφείλεται στον ήρεμο χαρακτήρα και την μικρότερη δραστηριότητα των ευνουχισμένων ορνιθίων σε σχέση με την ομάδα του μάρτυρα.

Το βάρος του ήπατος, το οποίο είχε παρουσιάσει σημαντική αύξηση ως αποτέλεσμα του ευνουχισμού την 18^η εβδομάδα, η οποία ήταν η τελική ηλικία σφαγής του πρώτου πειράματος με τη χρησιμοποίηση του κρεοπαραγωγικού υβριδίου, δεν επηρεάστηκε σημαντικά στα ορνίθια του ωοπαραγωγού υβριδίου. Έχει παρατηρηθεί ότι στα βαρύσωμα υβρίδια, οι αυξημένες ανάγκες λιποσύνθεσης που προκύπτουν ως συνέπεια του ευνουχισμού, καλύπτονται πρωτίστως με την αύξηση του μεγέθους του ήπατος (Shapira et al., 1978). Αντίθετα, παρόμοιο φαινόμενο δεν έχει παρατηρηθεί σε μικρόσωμα υβρίδια (Snapir et al., 1983, Hsu και Lin, 2003).

Τα ευνουχισμένα ορνίθια παρουσίασαν βαρύτερο μυώδη στόμαχο σε σχέση με την ομάδα του μάρτυρα, με τη διαφορά είναι στατιστικώς σημαντική την 26^η και την 34^η εβδομάδα. Σε καθαρές φυλές η διαφορά αυτή δεν έχει παρατηρηθεί. Συγκεκριμένα, τόσο οι Hsu και Lin (2003) όσο και οι Miguel et al. (2008) παρατήρησαν ότι ο ευνουχισμός δεν επηρέασε το βάρος του μυώδους στομάχου μίας εγχώριας φυλής από την Ταϊβάν και μιας εγχώριας Ισπανικής φυλής, αντίστοιχα. Αναφορικά με την επίδραση του φύλου στο βάρος του μυώδους στομάχου, οι Marcato et al. (2006) αναφέρουν ότι το βάρος του μυώδους στομάχου ήταν μεγαλύτερο σε θηλυκά ορνίθια κρεοπαραγωγής σε σχέση με τα αρσενικά, ενώ οι Figueiredo et al. (2002) παρατήρησαν το ακριβώς αντίθετο αποτέλεσμα. Επομένως, αν και ο ευνουχισμός φαίνεται να μην επηρεάζει το βάρος του μυώδους στομάχου, η επίδραση του φύλου δεν έχει πλήρως διερευνηθεί, οπότε ίσως σε αυτόν τον παράγοντα να οφείλονται οι διαφορές που παρατηρήθηκαν στην παρούσα μελέτη.

Ο ευνουχισμός είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση του βάρους του στήθους και τη μείωση του βάρους του ποδιού. Οι παρατηρήσεις αυτές έχουν πραγματοποιηθεί και από άλλους ερευνητές, μετά από τον ευνουχισμό εγχώριων μικρόσωμων φυλών ορνιθίων (Tor et al., 2002, Hsu και Lin, 2003, Muriel Duran, 2004, Miguel et al., 2008). Τα αποτελέσματα αυτά, όμως, σχολιάζονται στο επόμενο κεφάλαιο, όπου με τη βοήθεια της αποστέωσης προσδιορίστηκαν τα βάρη και οι διαφοροποιήσεις των επιμέρους ιστών κάθε τεμαχίου.

Οι διαφοροποιήσεις που παρατηρήθηκαν στη σύσταση του σφαγίου ως αποτέλεσμα του ευνουχισμού σε αυτό το πείραμα ήταν παρόμοιες με τις παρατηρήσεις στα δύο πειράματα που προηγήθηκαν. Πολλές όμως από αυτές, όταν μελετήθηκε το ωοπαραγωγικό υβρίδιο, ήταν στατιστικώς σημαντικές ενώ κατά τη μελέτη του κρεοπαραγωγικού υβριδίου δεν είχαν εξασφαλίσει στατιστική σημαντικότητα. Οι κυριότερες από αυτές τις διαφοροποιήσεις είναι η αύξηση του βάρους του κοιλιακού λίπους και του στήθους και η μείωση του βάρους του ποδιού. Το γεγονός αυτό οφείλεται, πιθανώς, στην έντονη επιλογή των κρεοπαραγωγικών υβριδίων ως προς την κρεοπαραγωγική ικανότητα, η οποία έχει μειώσει αναλογικά την επίδραση των φυλετικών στεροειδών στην σαρκογονία και την εναπόθεση λίπους στο σώμα των ορνιθίων ενώ έχει πιθανώς αυξήσει την επίδραση άλλων ορμονικών παραγόντων όπως η αυξητική ορμόνη ή/ και οι IGF.

3.3.4 Σύσταση των εμπορικών τεμαχίων

Η σύσταση των εμπορικών τεμαχίων, όπως προέκυψε μετά την αποστέωση, παρουσιάζεται στον πίνακα 3.3.4.1.

Όπως φαίνεται στον πίνακα το βάρος των μυών και των οστών του στήθους δε μεταβλήθηκε προϊούσης της ηλικίας. Το βάρος του δέρματος παρουσίασε μία αύξηση την 30^η εβδομάδα και στις δύο πειραματικές ομάδες και ακολούθως, την 34^η εβδομάδα, παρουσίασε μία μείωση στην ομάδα του μάρτυρα.

Πίνακας 3.3.4.1: Μέσοι όροι (και τ.σ.) του βάρους (g) των μυών, του δέρματος και των οστών του στήθους, του μηρού και της κνήμης του μάρτυρα (M) και των ευνουχισμένων ορνιθίων (E) σε ηλικία 26, 30 και 34 εβδομάδων.

	Ηλικία (εβδ.)					
	26		30		34	
	M	E	M	E	M	E
Στήθος	506 ± 12	551 ± 12	534 ^b ± 12	584 ^a ± 12	493 ^b ± 12	566 ^a ± 12
Μύες	372,0 ± 8,1	392,8 ± 8,6	393,0 ± 8,1	406,0 ± 8,1	379,0 ± 8,1	407,5 ± 8,1
Δέρμα [†]	46,0 ^b ± 4,8	73,3 ^a ± 5,1	55,5 ^b ± 4,8	88,9 ^a ± 5,1	37,7 ^b ± 4,8	87,9 ^a ± 4,8
Οστά	67,2 ± 2,8	66,7 ± 2,8	70,0 ± 2,6	68,0 ± 2,6	68,5 ± 2,6	74,5 ± 2,6
Μηρός	194,3 ^a ± 4,2	177,7 ^b ± 4,2	200,8 ^a ± 4,0	173,5 ^b ± 4,0	199,3 ^a ± 4,0	183,4 ^b ± 4,0
Μύες	148,9 ^a ± 3,2	123,1 ^b ± 3,2	158,9 ^a ± 3,0	118,0 ^b ± 3,0	158,0 ^a ± 3,0	124,0 ^b ± 3,0
Δέρμα [†]	15,7 ^b ± 1,8	23,2 ^a ± 1,9	16,1 ^b ± 1,8	27,5 ^a ± 1,8	14,1 ^b ± 1,8	30,6 ^a ± 1,8
Οστά	30,1 ± 1,1	28,1 ± 1,3	25,9 ± 1,1	28,0 ± 1,1	27,4 ± 1,1	28,9 ± 1,1
Κνήμη	179,1 ^a ± 3,5	145,9 ^b ± 3,7	183,0 ^a ± 3,5	147,1 ^b ± 3,5	173,0 ^a ± 3,5	148,1 ^b ± 3,5
Μύες	134,0 ^a ± 2,8	105,9 ^b ± 2,9	131,9 ^a ± 2,8	103,5 ^b ± 2,8	128,3 ^a ± 2,8	104,6 ^b ± 2,8
Δέρμα [†]	11,8 ± 0,9	9,1 ± 0,9	14,0 ± 0,9	12,7 ± 0,9	11,1 ± 0,9	10,2 ± 0,9
Οστά	33,4 ± 1,0	30,8 ± 1,1	34,5 ± 1,0	30,9 ± 1,0	33,5 ± 1,0	33,4 ± 1,0

^{a,b} Μέσοι όροι με διαφορετικούς εκθέτες ανά γραμμή εντός της ίδιας ηλικίας διαφέρουν στατιστικά σημαντικά (P<0,05)

[†] Το δέρμα ζυγίστηκε μαζί με το εμφανές λίπος

[‡] Η επίδραση της ηλικίας βρέθηκε στατιστικώς σημαντική για το βάρος των οστών του μηρού, του δέρματος της κνήμης και του δέρματος του στήθους (P<0,05)

[§] Η αλληλεπίδραση ευνουχισμού και ηλικίας βρέθηκε στατιστικώς σημαντική για το βάρος του δέρματος του μηρού (P=0,048)

Το βάρος των μυών και το συνολικό βάρος του μηρού δε μεταβλήθηκε σε σχέση με την ηλικία ενώ το βάρος των οστών παρουσίασε τη μικρότερη τιμή του την 30^η εβδομάδα. Σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ της ηλικίας και του ευνουχισμού βρέθηκε στο βάρος του δέρματος του μηρού, το οποίο στα ευνουχισμένα ορνίθια παρουσίασε μία αυξητική τάση σε σχέση με την ηλικία ενώ στην ομάδα του μάρτυρα παρουσίασε μία τάση μείωσης.

Το βάρος των οστών, των μυών και το συνολικό βάρος της κνήμης δε μεταβλήθηκαν προοιούσης της ηλικίας ενώ το βάρος του δέρματος, αφού αυξήθηκε την 30^η εβδομάδα, την 34^η εβδομάδα μειώθηκε στο επίπεδο της αρχικής τιμής.

Από την ανάγνωση του πίνακα 3.3.4.1 προκύπτει ότι το βάρος των τεμαχίων του μηρού και της κνήμης ήταν σημαντικά υψηλότερο στη ομάδα του μάρτυρα και στις τρεις ηλικίες σφαγής σε αντίθεση με το βάρος του στήθους, το οποίο ήταν υψηλότερο στην ομάδα των ευνουχισμένων ορνιθίων. Ο ευνουχισμός είχε, επίσης, ως αποτέλεσμα τη σημαντική μείωση του βάρους των μυών στο μηρό και την κνήμη ($P < 0,05$) ενώ παρατηρήθηκε μία αυξητική τάση της μυϊκής μάζας του στήθους. Το βάρος του δέρματος, μαζί με το εμφανές λίπος, του μηρού και του στήθους ήταν σημαντικά μεγαλύτερο στα ευνουχισμένα ορνίθια σε σχέση με την ομάδα του μάρτυρα και στις τρεις ηλικίες σφαγής. Αντίθετα, το βάρος του δέρματος της κνήμης δεν επηρεάστηκε από τον ευνουχισμό όπως και το βάρος των οστών των τριών τεμαχίων το οποίο δε διέφερε μεταξύ των ομάδων σε καμία ηλικία.

Οι Tor et al. (2002), οι οποίοι μελέτησαν μια εγχώρια ισπανική φυλή, αναφέρουν ότι ο ευνουχισμός είχε ως αποτέλεσμα τη μείωση του βάρους των μυϊκών μαζών του μηρού και της κνήμης και την αύξηση της μυϊκής μάζας του στήθους. Επίσης, μετά τον ευνουχισμό, η εναπόθεση λίπους στα τεμάχια αυξήθηκε ενώ το βάρος των οστών δεν επηρεάστηκε. Τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν σε μεγάλο βαθμό με τα ευρήματα της παρούσας μελέτης, ενώ μοναδική εξαίρεση αποτελεί το βάρος της μυϊκής μάζας του στήθους το οποίο στην παρούσα μελέτη δε διαφέρει σημαντικά μεταξύ των ομάδων αλλά παρουσιάζει μία αυξητική τάση.

Ως συμπέρασμα από τα παραπάνω προκύπτει ότι ο ευνουχισμός έχει ως συνέπεια τη μείωση της σαρκογονίας και ταυτόχρονα τη σημαντική αύξηση της εναπόθεσης λίπους. Η μείωση αυτή της σαρκογονίας εντοπίζεται στο πόδι και όχι στο στήθος όπου παρατηρείται το αντίθετο φαινόμενο. Μια πιθανή εξήγηση ίσως έγκειται στο γεγονός ότι το μυϊκό σύστημα του ποδιού των αρσενικών συμβάλλει στην αυξημένη δραστηριότητα που αυτά παρουσιάζουν, η οποία συνδέεται με την κυριαρχία εντός του σμήνους όπως και την διεκδίκηση και υπεράσπιση του χώρου.

3.3.5 Εναπόθεση λίπους στο σφάγιο

Στον πίνακα 3.3.5.1 παρουσιάζεται το ποσοστό του λίπους στο μηρό, την κνήμη το στήθος και το σφάγιο και το ποσοστό του κοιλιακού λίπους σε σχέση με το συνολικό βάρος του ψυχρού σφαγίου ανά ηλικία σφαγής.

Πίνακας 3.3.5.1: Μέσοι όροι (και τ.σ.) των ποσοστών του λίπους στα εμπορικά τεμάχια και το συνολικό σφάγιο του μάρτυρα (M) και των ευνουχισμένων ορνιθίων (E) σε ηλικία 26, 30 και 34 εβδομάδων.

	Ηλικία (εβδ.)					
	26		30		34	
Ποσοστά λίπους (%)	M	E	M	E	M	E
Κοιλιακό [†]	0,5 ^b ± 0,1	3,3 ^a ± 0,3	1,4 ^b ± 0,4	5,7 ^a ± 0,5	0,1 ^b ± 0,0	5,5 ^a ± 0,3
Μηρός [‡]	7,8 ^b ± 0,8	13,1 ^a ± 0,8	8,0 ^b ± 0,8	15,6 ^a ± 0,8	7,0 ^b ± 0,8	16,6 ^a ± 0,8
Κνήμη [‡]	6,6 ± 0,4	6,2 ± 0,5	9,1 ± 0,4	8,2 ± 0,5	6,4 ± 0,4	6,9 ± 0,4
Στήθος [‡]	9,1 ^b ± 0,8	13,3 ^a ± 0,8	10,3 ^b ± 0,8	16,2 ^a ± 0,8	7,6 ^b ± 0,8	15,1 ^a ± 0,8
Ολικό [§]	9,9 ^b ± 0,8	14,3 ^a ± 0,8	12,0 ^b ± 0,8	19,6 ^a ± 0,8	8,9 ^b ± 0,8	19,6 ^a ± 0,8

^{a, b} Μέσοι όροι με διαφορετικούς εκθέτες ανά γραμμή εντός της ίδιας ηλικίας διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά (P<0,05)

[†] (Βάρος κοιλιακού λίπους/βάρος ψυχρού σφάγιου)*100,

[‡] (Λίπος στο τεμάχιο/βάρος τεμαχίου)*100,

[§] (Βάρος κοιλιακού λίπους+Βάρη δέρματος εμπορικών τεμαχιδίων+Βάρος δέρματος υπόλοιπου σφάγιου/ βάρος ψυχρού σφάγιου)*100

¹ Η επίδραση της ηλικίας βρέθηκε στατιστικώς σημαντική για το ποσοστό του λίπους στην κνήμη και το στήθος (P<0,05)

² Η αλληλεπίδραση ευνουχισμού και ηλικίας βρέθηκε στατιστικώς σημαντική για το ποσοστό του λίπους στο μηρό (P=0,036), το ποσοστό του κοιλιακού λίπους (P=0,001) και το ποσοστό του ολικού λίπους στο σφάγιο (P=0,001)

Σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ του ευνουχισμού και της ηλικίας βρέθηκε για το ποσοστό του λίπους στο μηρό. Στην ομάδα του μάρτυρα αυξήθηκε την 30^η εβδομάδα και ακολούθως, την 34^η εβδομάδα, παρουσίασε μία τάση μείωσης ενώ αντίθετα στην ομάδα των ευνουχισμένων ορνιθίων παρουσίασε μία αυξητική τάση προιούσης της ηλικίας.

Το ποσοστό του κοιλιακού λίπους όπως και το ποσοστό του λίπους στο στήθος και το σφάγιο αυξήθηκε τόσο στα ευνουχισμένα ορνίθια όσο και στην ομάδα του μάρτυρα από την 26^η στην 30^η εβδομάδα ηλικίας. Ακολούθως, ενώ στα ευνουχισμένα ορνίθια παρέμεινε σταθερό, στην ομάδα του μάρτυρα παρατηρήθηκε μία μείωση. Το ποσοστό του λίπους στην κνήμη παρουσίασε και στις δύο πειραματικές ομάδες τη μέγιστη τιμή του την 30^η εβδομάδα.

Όπως προκύπτει από τον πίνακα 3.3.5.1 και όπως ήταν αναμενόμενο, ο ευνουχισμός είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση του ποσοστού του λίπους στα εμπορικά τεμάχια, με την εξαίρεση της κνήμης. Επίσης, τα ευνουχισμένα ορνίθια παρουσίασαν υψηλότερο ποσοστό κοιλιακού λίπους στο σφάγιο όπως και γενικότερα υψηλότερο συνολικό ποσοστό λίπους στο ψυχρό σφάγιο.

Οι μειώσεις που παρατηρήθηκαν στα ποσοστά του λίπους στην ομάδα του μάρτυρα την 34^η εβδομάδα οφείλονται στη συμπεριφορά των ορνιθίων. Τα ορνίθια, από την ηλικία των 20 εβδομάδων και έπειτα, με αυξανόμενο μάλιστα ρυθμό, πραγματοποιούσαν έντονες αψιμαχίες με σκοπό τη διατήρηση της ιεραρχίας και την ικανοποίηση του γενετήσιου ενστίκτου. Παρατηρήθηκε έντονη αύξηση της ενεργητικότητας και της επιθετικότητας τις τελευταίες εβδομάδες του πειράματος και το γεγονός αυτό είχε ως αποτέλεσμα την μείωση των αποθεμάτων λίπους των ορνιθίων αλλά και την αύξηση της θνησιμότητας στην ομάδα του μάρτυρα.

Σε απόλυτη αντιστοιχία με τα αποτελέσματα των προηγούμενων πειραμάτων αλλά και τη βιβλιογραφία, ο ευνουχισμός είχε ως αποτέλεσμα τη σημαντική αύξηση της εναπόθεσης λίπους στο σφάγιο. Η αύξηση αυτή δεν παρατηρείται στο τεμάχιο της κνήμης, όπου πιθανώς λόγω διάπλασης και διάταξης των μυών αλλά και λόγω της λειτουργικότητας των μυών του τεμαχίου, η δυνατότητα εναπόθεσης λίπους είναι περιορισμένη. Τέλος, το ποσοστό του συνολικού λίπους στο σφάγιο του κρεοπαραγωγικού και του ωοπαραγωγικού υβριδίου είναι παρόμοιο (19,0 και 19,6 αντίστοιχα).

3.3.6 Ποιοτικά χαρακτηριστικά του κρέατος

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων των ποιοτικών χαρακτηριστικών του κρέατος παρουσιάζονται στον πίνακα 3.3.6.1.

Το pH₂₄ και η απώλεια οπού κατά το μαγείρεμα αυξήθηκαν σημαντικά την 34^η εβδομάδα. Η φωτεινότητα του κρέατος (L) παρουσίασε μία προοδευτική τάση μείωσης στην ομάδα του μάρτυρα σε σχέση με την ηλικία ενώ στην ομάδα των ευνουχισμένων ορνιθίων δε μεταβλήθηκε. Η ένταση του κίτρινου χρώματος (b*) του κρέατος

Πίνακας 3.3.6.1: Μέσοι όροι (και τ.σ.) των ποιοτικών χαρακτηριστικών του μυός του στήθους του μάρτυρα (M) και των ευνουχισμένων ορνιθίων (E) στις 26, 30 και 34 εβδομάδες ηλικίας.

	Ηλικία (εβδ.)					
	26		30		34	
	M	E	M	E	M	E
pH ₂₄	6,05 ± 0,02	6,04 ± 0,03	6,09 ± 0,02	6,06 ± 0,02	6,22 ± 0,02	6,16 ± 0,02
L*	47,86 ± 1,45	51,93 ± 1,53	46,60 ± 1,45	51,90 ± 1,45	44,41 ^b ± 1,45	52,78 ^a ± 1,45
a*	8,30 ± 0,56	7,09 ± 0,59	9,10 ^a ± 0,56	6,08 ^b ± 0,56	9,84 ^a ± 0,56	6,01 ^b ± 0,56
b*	9,58 ^b ± 0,74	13,10 ^a ± 0,78	10,62 ^b ± 0,74	13,85 ^a ± 0,74	9,78 ^b ± 0,74	12,74 ^a ± 0,74
Απώλεια οπού κατά το μαγείρεμα (%)	13,4 ± 0,7	16,2 ± 0,7	15,6 ± 0,7	16,6 ± 0,7	20,1 ± 0,7	19,4 ± 0,7
Δύναμη διάτμησης *10 ² (N/mm ²)	13 ± 1	12 ± 1	9 ± 1	8 ± 1	14 ± 1	13 ± 1
Ενδομυϊκό λίπος (%)	0,82 ^b ± 0,06	1,19 ^a ± 0,07	0,88 ^b ± 0,06	1,12 ^a ± 0,06	0,80 ^b ± 0,06	1,28 ^a ± 0,06

^{a, b} Μέσοι όροι με διαφορετικούς εκθέτες ανά γραμμή εντός της ίδιας ηλικίας διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά (P<0,05)

[†] Η επίδραση της ηλικίας βρέθηκε στατιστικώς σημαντική για το pH₂₄, την απώλεια οπού κατά το μαγείρεμα και τη δύναμη διάτμησης (P<0,05)

[‡] Η αλληλεπίδραση ευνουχισμού και ηλικίας βρέθηκε στατιστικώς σημαντική για την ένταση του κόκκινου χρώματος (P=0,000)

παρέμεινε σταθερή προΐοισης της ηλικίας. Παρατηρήθηκε μία σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ του ευνουχισμού και της ηλικίας στην ένταση του κόκκινου χρώματος (a^*) η οποία ενώ στην ομάδα του μάρτυρα παρουσίασε μία αυξητική τάση εντούτοις στα ευνουχισμένα ορνίθια παρουσίασε μία τάση μείωσης. Η περιεκτικότητα του μυός του στήθους σε ενδομυϊκό λίπος δεν επηρεάστηκε από την ηλικία. Τέλος, η μικρότερη τιμή της δύναμης διάτμησης παρουσιάστηκε την 30^η εβδομάδα και στις δύο πειραματικές ομάδες ενώ δεν υπήρξε σημαντική διαφορά μεταξύ των τιμών την 26^η και 34^η εβδομάδα.

Αναφορικά με την επίδραση του ευνουχισμού στα ποιοτικά χαρακτηριστικά του μυός του στήθους, από την ανάγνωση του πίνακα 3.3.6.1 προκύπτει ότι το pH_{24} , η απώλεια οπύ κατά το μαγείρεμα και η δύναμη διάτμησης δε διέφεραν μεταξύ των ομάδων. Αντίθετα, ο ευνουχισμός είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση της περιεκτικότητας του μυός του στήθους σε ενδομυϊκό λίπος. Επίσης, βρέθηκε ότι τα ευνουχισμένα ορνίθια παρουσίασαν μεγαλύτερες τιμές για τη φωτεινότητα του κρέατος (L^*) και μικρότερες τιμές για την ένταση του κόκκινου χρώματος (a^*) σε όλες τις ηλικίες σφαγής, με τις δύο διαφορές να είναι στατιστικώς σημαντικές την 34^η εβδομάδα. Τέλος, η ένταση του κίτρινου χρώματος (b^*) ήταν σημαντικά μεγαλύτερη στα ευνουχισμένα ορνίθια σε σχέση με την ομάδα του μάρτυρα σε όλες τις ηλικίες σφαγής.

Το pH_{24} και η απώλεια οπύ κατά το μαγείρεμα αποτελούν δύο ποιοτικά χαρακτηριστικά τα οποία δεν επηρεάστηκαν από τον ευνουχισμό σε κανένα από τα τρία πειράματα. Παρόμοιο συμπέρασμα προκύπτει και από τις μελέτες άλλων ερευνητών σχετικά με τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του κρέατος των ευνουχισμένων ορνιθίων σε σχέση με τα αρσενικά ορνίθια υβριδίων ταχείας (Welter, 1976) και βραδείας ανάπτυξης (Lin και Hsu, 2002, Miguel et al., 2008).

Οι παράμετροι του χρώματος του μυός του στήθους παρουσίασαν σταθερές διαφοροποιήσεις εξαιτίας του ευνουχισμού και στα δύο υβρίδια που μελετήθηκαν. Η φωτεινότητα (L^*) και η ένταση του κίτρινου χρώματος (b^*) αυξήθηκαν ενώ η ένταση του κόκκινου χρώματος (a^*) μειώθηκε. Παρόμοια αποτελέσματα αναφέρουν οι Hsu και Lin (2003), όπως και οι Miguel et al. (2008), σε εγχώριες φυλές βραδείας ανάπτυξης. Οι διαφοροποιήσεις του χρώματος συνδέονται άμεσα με την αύξηση του ποσοστού του ενδομυϊκού λίπους του μυός του στήθους παράλληλα με την επίδραση της περιεκτικότητας του σιτηρεσίου σε τροφές πλούσιες σε καροτενοειδή.

Η σημαντική αύξηση του ενδομυϊκού λίπους ως συνέπεια του ευνουχισμού αποτελεί ένα κοινό εύρημα (Tor et al., 2002, Miguel et al., 2008). Η αναμενόμενη, όμως, αρνητική επίδραση της αύξησης αυτής στην δύναμη διάτμησης δεν επιβεβαιώνεται στατιστικώς στο πείραμα αυτό, όπως είχε συμβεί και στο πρώτο πείραμα, αλλά και όπως αναφέρεται από τους Mast et al. (1981) σε υβρίδια ταχείας και τον Muriel Duran (2004) σε υβρίδια βραδείας ανάπτυξης. Έχει ήδη αναφερθεί ότι η αύξηση της περιεκτικότητας του μυός σε ενδομυϊκό λίπος δεν συνεπάγεται απαραίτητως τη σημαντική βελτίωση της τρυφερότητας του κρέατος. Οι Van Laack et al. (2001), αφού μελέτησαν τη σχέση μεταξύ του ενδομυϊκού λίπους και της δύναμης διάτμησης σε τρεις γονότυπους χοίρων, παρατήρησαν ότι ενώ εντός του ενός

γονοτύπου βρέθηκε σημαντικά αρνητική συσχέτιση μεταξύ των δύο χαρακτηριστικών, με το ποσοστό του ενδομυϊκού λίπους να εξηγεί περίπου το 47 % της διακύμανσης της δύναμης διάτμησης, εντούτοις δε βρέθηκε παρόμοιο αποτέλεσμα για τους υπόλοιπους δύο γονότυπους. Κατέληξαν, επομένως στο συμπέρασμα ότι η σχέση μεταξύ του ενδομυϊκού λίπους και της δύναμης διάτμησης εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το εξεταζόμενο γενετικό υλικό. Εναλλακτικά, ίσως οι μικρές διαφορές που υπάρχουν στη συγκεκριμένη μελέτη να μην ανιχνεύονται με τον αριθμό των δειγμάτων που χρησιμοποιήθηκε.

3.3.7 Χημικό λίπος, όγκος και αριθμός λιποκυττάρων του κοιλιακού λιπώδους ιστού

Στον πίνακα 3.3.7.1 παρουσιάζονται η περιεκτικότητα του κοιλιακού λιπώδους ιστού σε χημικό λίπος, ο αριθμός των λιποκυττάρων ανά γραμμάριο λιπώδους ιστού και ο μέσος όγκος των λιποκυττάρων.

Παρατηρήθηκε μία σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ του ευνουχισμού και της ηλικίας αναφορικά με το ποσοστό του χημικού λίπους στον κοιλιακό λιπώδη ιστό. Στην ομάδα του μάρτυρα το ποσοστό αυξήθηκε από την 26^η στην 30^η εβδομάδα και ακολούθως μειώθηκε την 34^η σε χαμηλότερη τιμή σε σχέση με την πρώτη ηλικία σφαγής. Αντίθετα, το ποσοστό του χημικού λίπους των ευνουχισμένων ορνιθίων παρουσίασε μία αυξητική τάση προϊούσης της ηλικίας. Ο όγκος των λιποκυττάρων των δύο πειραματικών ομάδων αυξήθηκε από την 26^η στην 30^η εβδομάδα και έπειτα, την 34^η εβδομάδα, μειώθηκε, με τη μείωση αυτή να είναι περισσότερο έντονη για την ομάδα του μάρτυρα. Ο αριθμός των λιποκυττάρων της ομάδας του μάρτυρα παρέμεινε σταθερός προϊούσης της ηλικίας, ενώ στην ομάδα των ευνουχισμένων ορνιθίων παρουσιάστηκε μία τάση αύξησης.

Ο ευνουχισμός είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση της περιεκτικότητας του κοιλιακού λιπώδους ιστού σε χημικό λίπος, μία διαφορά η οποία παρατηρήθηκε και στις τρεις ηλικίες σφαγής ($P < 0,05$). Ο αριθμός των λιποκυττάρων ήταν μεγαλύτερος στα ευνουχισμένα ορνίθια σε σχέση με την ομάδα του μάρτυρα την 34^η εβδομάδα ενώ στις μικρότερες ηλικίες δεν υπήρξε στατιστικώς σημαντική διαφορά. Τέλος, τα ευνουχισμένα ορνίθια παρουσίασαν μεγαλύτερο όγκο λιποκυττάρων σε κάθε ηλικία ($P < 0,05$).

Η εναπόθεση λίπους αυξάνεται σημαντικά προϊούσης της ηλικίας στα κρεοπαραγωγά ορνίθια (Leenstra, 1986), ένα φαινόμενο που αντικατοπτρίζεται στο ποσοστό του χημικού λίπους και τον όγκο των λιποκυττάρων και των δύο πειραματικών ομάδων μέχρι την 30^η εβδομάδα. Στην ομάδα του μάρτυρα το φαινόμενο αυτό διαφοροποιήθηκε την 34^η εβδομάδα καθώς τόσο το ποσοστό του χημικού λίπους όσο και ο όγκος των λιποκυττάρων μειώθηκαν. Η μείωση αυτή, όπως έχει ήδη αναφερθεί, οφείλεται στην αύξηση της δραστηριότητας και της επιθετικότητας των ορνιθίων της ομάδας του μάρτυρα. Αντίθετα, στην ομάδα των ευνουχισμένων ορνιθίων,

Πίνακας 3.3.7.1: Μέσοι όροι (και τ.σ.) της περιεκτικότητας του κοιλιακού λιπώδους ιστού σε χημικό λίπος (%), του αριθμού [Log (n*10⁶)] και του όγκου των λιποκυττάρων (pl) του μάρτυρα (M) και των ευνουχισμένων ορνιθίων (E) σε ηλικία 26, 30 και 34 εβδομάδων.

	Ηλικία (εβδ.)					
	26		30		34	
	M	E	M	E	M	E
Χημικό λίπος (%)	59,4 ^b ± 1,7	78,8 ^a ± 1,8	69,5 ^b ± 1,7	82,2 ^a ± 1,7	45,6 ^b ± 1,7	83,6 ^a ± 1,7
Αριθμός λιποκυττάρων [log (n*10 ⁶)]	2,0 ± 0,1	2,3 ± 0,1	2,1 ± 0,1	2,3 ± 0,1	2,0 ^b ± 0,1	2,4 ^a ± 0,1
Όγκος λιποκυττάρων (pl)	57 ^b ± 13	306 ^a ± 48	189 ^b ± 38	574 ^a ± 49	21 ^b ± 6	410 ^a ± 29

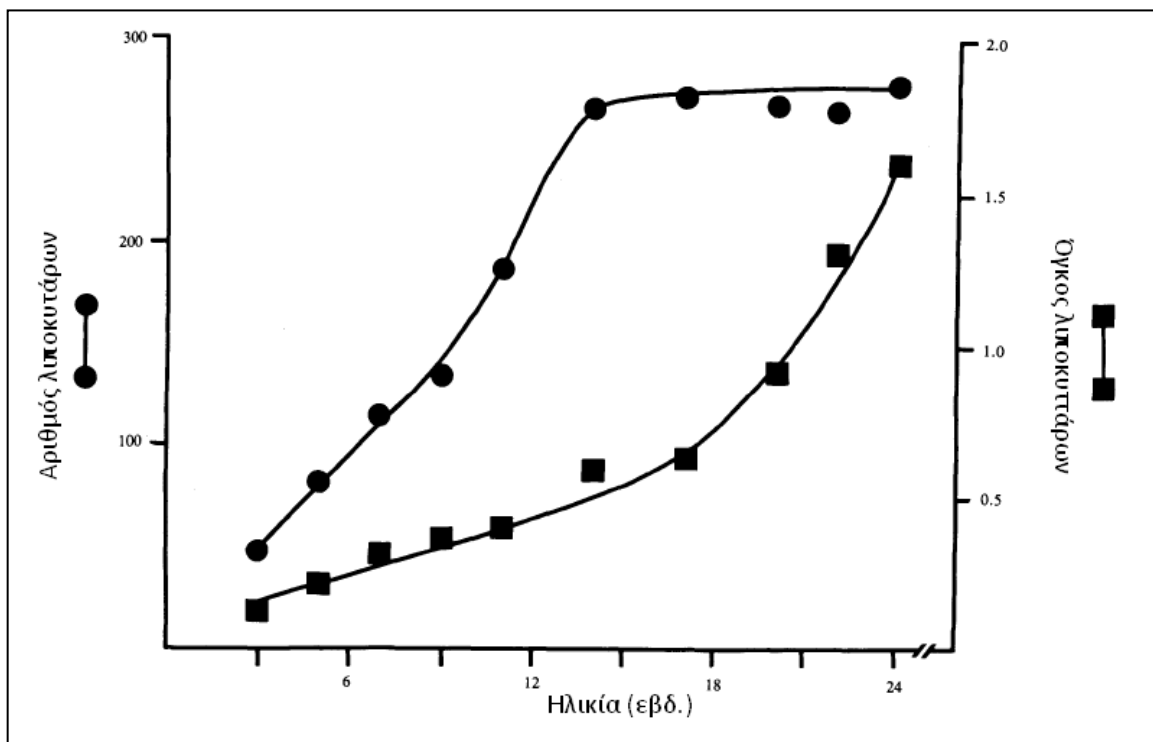
^{a, b} Μέσοι όροι με διαφορετικούς εκθέτες ανά γραμμή εντός της ίδιας ηλικίας διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά (P<0,05)

[†] Η επίδραση της ηλικίας βρέθηκε στατιστικώς σημαντική για τον όγκο των λιποκυττάρων (P<0,05)

[‡] Η αλληλεπίδραση ευνουχισμού και ηλικίας βρέθηκε στατιστικώς σημαντική για την περιεκτικότητα του κοιλιακού λιπώδους ιστού σε χημικό λίπος (P=0,000)

τα οποία παρουσιάζουν πιο ήρεμο χαρακτήρα, αντίστοιχο με το χαρακτήρα των θηλυκών ορνιθίων, τέτοια μείωση δεν παρατηρήθηκε. Αύξηση του όγκου των λιποκυττάρων ως αποτέλεσμα του ευνουχισμού έχει παρατηρηθεί, επίσης, στα βοοειδή (Robelin, 1986).

Ο αριθμός των λιποκυττάρων παρουσίασε μία αυξητική τάση στα ευνουχισμένα ορνίθια, διότι νέα λιποκύτταρα παρήχθησαν εξαιτίας της συνεχιζόμενης εναπόθεσης λίπους, και κατά συνέπεια ο μέσος όγκος τους μειώθηκε. Έχει βρεθεί ότι στους επίμνες (Hirsch and Han, 1969, Bjorntorp, 1982), τα βοοειδή (Hood and Allen, 1973), τα πρόβατα (Rogdakis et al., 1997) και τον άνθρωπο (Bjorntorp, 1974, Hirsch και Batchelor, 1976) όταν η εναπόθεση λίπους είναι αυξημένη και τα λιποκύτταρα αποκτήσουν ένα μέγιστο μέγεθος, τότε νέα λιποκύτταρα παράγονται από τους λιποβλάστες, ενώ παρόμοιο φαινόμενο θεωρείται ότι ισχύει και για τους χοίρους (Anderson and Kauffman, 1973). Στα πτηνά πιστεύεται ότι η αύξηση του λιπώδους ιστού με υπερπλασία διαρκεί περίπου μέχρι την 12^η-14^η εβδομάδα ενώ μετά την 15^η εβδομάδα η αύξηση περιορίζεται σχεδόν αποκλειστικά στην υπερτροφία των λιποκυττάρων (διάγραμμα 3.3.7.1) (Cartwright, et al., 1988). Παρόλα αυτά, υπερπλασία στο λιπώδη ιστό ώριμων ορνιθίων έχει παρατηρηθεί και από άλλους ερευνητές (March et al., 1984).



Διάγραμμα 3.3.7.1: Επίδραση της ηλικίας στον αριθμό (*10⁶) και τον όγκο (nl) των λιποκυττάρων του κοιλιακού λιπώδους ιστού των ορνιθίων (Μέσοι όροι αρσενικών και θηλυκών ορνιθίων, από Hood, 1982).

Παρόμοια δεδομένα για την επίδραση του ευνουχισμού στον αριθμό και τον όγκο των λιποκυττάρων του κοιλιακού λιπώδους ιστού ορνιθίων δε βρέθηκαν στη βιβλιογραφία. Τόσο, όμως, η αύξηση του χημικού λίπους όσο και η αύξηση του όγκου των λιποκυττάρων, αποτελούν, προφανώς, αποτελέσματα της αυξημένης εναπόθεσης λίπους στα ευνουχισμένα ορνίθια. Επιπροσθέτως, αυτές οι διαφορές ήταν περισσότερο εμφανείς στο ωοπαραγωγικό υβρίδιο σε σχέση με το κεοπαραγωγικό, καθώς η εναπόθεση λίπους, υπό φυσιολογικές συνθήκες, είναι μεγαλύτερη στο δεύτερο. Κάθε παράγοντας, επομένως, ο οποίος τροποποιεί αυτές τις συνθήκες, είτε θετικά είτε αρνητικά, προκαλεί πιθανότατα μεγαλύτερης έντασης διαφορές στο γονότυπο με τη μικρότερη εναπόθεση λίπους.

3.3.8 Ενζυμική ενεργότητα

Στον πίνακα 3.3.8.1 παρουσιάζεται η αναλογία της διαλυτής πρωτεΐνης και η ειδική ενεργότητα των NADP-αφυδρογονασών στο ήπαρ των ορνιθίων της ομάδας του μάρτυρα και των ευνουχισμένων ορνιθίων.

Η περιεκτικότητα του ήπατος σε διαλυτή πρωτεΐνη δε μεταβλήθηκε σε σχέση με την ηλικία. Η ενεργότητα τόσο της NADP-αφυδρογονάσης του ισοκιτρικού όσο και της NADP-αφυδρογονάσης του μηλικού οξέος αυξήθηκε προϊούσης της ηλικίας. Συγκεκριμένα, η ενεργότητα της αφυδρογονάσης του ισοκιτρικού αυξήθηκε σημαντικά την 36^η εβδομάδα ενώ η ενεργότητα της αφυδρογονάσης του μηλικού την 30^η εβδομάδα και ακολούθως παρέμεινε σταθερή. Ο ευνουχισμός δεν επηρέασε σημαντικά καμία από τις τρεις παραμέτρους.

Όπως και στα προηγούμενα πειράματα, η διαλυτή πρωτεΐνη στο ήπαρ δε μετεβλήθη σημαντικά προϊούσης της ηλικίας και δε διέφερε μεταξύ των ομάδων, γεγονός που επιτρέπει την παρουσίαση της ενεργότητας των ενζύμων σε μονάδες ειδικής ενεργότητας.

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, ο ρόλος της αφυδρογονάσης του ισοκιτρικού οξέος στη λιποσύνθεση θεωρείται περιορισμένος. Ορισμένοι ερευνητές υποστηρίζουν ότι το NADPH το οποίο παράγεται από τη δράση της χρησιμοποιείται στην αναγέννηση της γλουταθειόνης και άλλων συστημάτων τα οποία εμπλέκονται στη άμυνα των κυττάρων απέναντι σε οξειδωτικούς παράγοντες (Lee et al., 2001, Richards et al., 2003).

Σε αντίθεση με την αφυδρογονάση του ισοκιτρικού, η αφυδρογονάση του μηλικού οξέος αποτελεί σημαντικό ένζυμο για τη λιπογένεση (Richards et al., 2003) και αναμενόταν η ενεργότητά της να παρουσιάζεται αυξημένη στα ευνουχισμένα ορνίθια. Οι Chen et al. (2007) αναφέρουν ότι ο ευνουχισμός ορνιθίων της φυλής Leghorn είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση της ενεργότητας της αφυδρογονάσης του μηλικού οξέος ενώ δεν επηρέασε τις ενεργότητες της συνθετάσης των λιπαρών οξέων και της ATP-κιτρικής λύασης. Επίσης, οι Haug et al. (1985) παρατήρησαν ότι ο ευνουχισμός επίμυων είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση της ενεργότητας της αφυδρογονάσης του μηλικού οξέως.

Πίνακας 3.3.8.1: Μέσοι όροι (και τ.σ.) της διαλυτής πρωτεΐνης (mg/g) και της ειδικής ενεργότητας της NADP-αφυδρογονάσης του ισοκιτρικού (ICDH) και της NADP-αφυδρογονάσης του μηλικού (MDH) στο ήπαρ του μάρτυρα (M) και των ευνουχισμένων ορνιθίων (E) σε ηλικία 26, 30 και 34 εβδομάδων.

	Ηλικία (εβδ.)					
	26		30		34	
	M	E	M	E	M	E
Διαλυτή πρωτεΐνη (mg/g)	61,7 ± 3,0	63,5 ± 3,2	66,4 ± 3,0	66,7 ± 3,0	62,6 ± 3,0	60,2 ± 3,0
Ειδική ενεργότητα (μmol/min/mg πρωτεΐνης)						
NADP-ICDH	0,96 ± 0,06	0,94 ± 0,06	1,07 ± 0,06	1,11 ± 0,06	1,31 ± 0,06	1,32 ± 0,06
NADP-MDH	0,24 ± 0,02	0,22 ± 0,02	0,29 ± 0,02	0,29 ± 0,02	0,28 ± 0,02	0,29 ± 0,02

[†] Η επίδραση της ηλικίας βρέθηκε στατιστικώς σημαντική για την ειδική ενεργότητα των αφυδρογονασών του ισοκιτρικού και του μηλικού οξέως (P<0,05)

[‡] Δε βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ του ευνουχισμού και της ηλικίας

Αναφορικά με την επίδραση του φύλου των ορνιθίων στις ενεργότητες των ενζύμων που συμμετέχουν στη λιπογένεση, οι Grunder et al. (1987) αναφέρουν ότι οι ενεργότητες της αφυδρογονάσης του μηλικού οξέος και της ATP-κιτρικής λυάσης ήταν αυξημένες στα θηλυκά σε σχέση με τα αρσενικά ορνίθια, καθώς η εναπόθεση λίπους είναι περισσότερη στα θηλυκά άτομα λόγω της δράσης των οιστρογόνων. Ο Pearce (1972) παρατήρησε ότι η ενεργότητα της αφυδρογονάσης του μηλικού οξέος αυξήθηκε σημαντικά στο ήπαρ πουλάδων Leghorn όταν εισήλθαν στο στάδιο της ωοπααραγωγής όπου οι ανάγκες λιποσύνθεσης είναι αυξημένες. Ο ίδιος ερευνητής σε επόμενη μελέτη (1974) παρατήρησε ότι η ενεργότητα της αφυδρογονάσης του μηλικού οξέος διέφερε σημαντικά μεταξύ αρσενικών και θηλυκών ορνιθίων Leghorn μόνο όταν αυξήθηκε σημαντικά στα θηλυκά στο στάδιο της ωοπααραγωγής. Σε προηγούμενο πειραματισμό, όμως, στον οποίο οι Pearce και Brown (1971) χορήγησαν τεστοστερόνη σε πουλάδες Leghorn, δεν παρατήρησαν σημαντικές μεταβολές στην ενεργότητα της αφυδρογονάσης του μηλικού οξέος.

Όπως είναι φανερό, οι μεταβολές της ενεργότητας της αφυδρογονάσης του μηλικού οξέος δεν είναι πάντα ανάλογες με τις μεταβολές στο ρυθμό της λιπογένεσης. Ο Hermier (1997), αφού μελέτησε την έως τότε βιβλιογραφία, συμπέρανε ότι η αυξημένη λιποσύνθεση στα πτηνά δε συνεπάγεται πάντα τη σημαντική αύξηση της ενεργότητας της αφυδρογονάσης του μηλικού οξέος στα πτηνά, ενώ οι ενεργότητες της συνθετάσης των λιπαρών οξέων και της ATP-κιτρικής λυάσης φαίνεται ότι αντιδρούν πιο έντονα στην αύξηση του ρυθμού της λιποσύνθεσης.

3.3.9 Λιποπρωτεΐνες αίματος

Οι συγκεντρώσεις της χοληστερόλης, των τριγλυκεριδίων και της HDL-χοληστερόλης στο αίμα ανά ηλικία παρουσιάζονται στον πίνακα 3.3.9.1. Η συγκέντρωση της χοληστερόλης, ενώ αρχικά παρουσίασε μία πτώση στην ομάδα του μάρτυρα την 30^η εβδομάδα, ακολούθως αυξήθηκε σημαντικά και στις δύο ομάδες την 34^η εβδομάδα. Η συγκέντρωση των τριγλυκεριδίων αυξήθηκε σημαντικά την 30^η εβδομάδα και ακολούθως παρέμεινε σταθερή. Παρατηρήθηκε μία σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ της ηλικίας και του ευνουχισμού στη συγκέντρωση της HDL-χοληστερόλης. Στην ομάδα του μάρτυρα η συγκέντρωση αυξήθηκε σημαντικά την 30^η εβδομάδα και έπειτα δε μετεβλήθη. Αντίθετα, στην ομάδα των ευνουχισμένων ορνιθίων η συγκέντρωση αυξήθηκε από την 26^η στην 30^η εβδομάδα και κατόπιν μειώθηκε σημαντικά, προσεγγίζοντας τα επίπεδα της ομάδας του μάρτυρα.

Από τον πίνακα 3.3.9.1 προκύπτει ότι τα ευνουχισμένα ορνίθια παρουσίασαν σε κάθε ηλικία μεγαλύτερες συγκεντρώσεις χοληστερόλης στο αίμα σε σχέση με την ομάδα του μάρτυρα, αλλά η διαφορά ήταν στατιστικώς σημαντική μόνο την 30^η εβδομάδα ($P < 0,05$). Ένα παρόμοιο φαινόμενο παρατηρήθηκε και για τη συγκέντρωση των τριγλυκεριδίων, με τη διαφορά να είναι στατιστικώς σημαντική την 34^η εβδομάδα ($P < 0,05$). Η συγκέντρωση της HDL-χοληστερόλης ήταν σημαντικά υψηλότερη στα

Πίνακας 3.3.9.1: Μέσοι όροι (και τ.σ.) της συγκέντρωσης των λιποπρωτεϊνών (mg/dl) στον ορό του αίματος του μάρτυρα(M) και των ευνουχισμένων ορνιθίων (E) σε ηλικία 26, 30 και 34 εβδομάδων.

	Ηλικία (εβδ.)					
	26		30		34	
	M	E	M	E	M	E
Ολική χοληστερόλη (mg/dl)	84,8 ± 5,1	92,3 ± 5,3	68,6 ^b ± 5,1	95,9 ^a ± 5,1	99,4 ± 5,1	112,0 ± 5,1
Τριγλυκερίδια (mg/dl)	25,8 ± 2,7	30,5 ± 2,8	34,1 ± 2,7	39,6 ± 2,7	30,3 ^b ± 2,7	41,2 ^a ± 2,7
HDL-χοληστερόλη (mg/dl)	24,4 ± 1,2	26,2 ± 1,3	46,2 ^b ± 1,2	52,5 ^a ± 1,2	47,8 ± 1,2	47,2 ± 1,2

^{a, b} Μέσοι όροι με διαφορετικούς εκθέτες ανά γραμμή εντός της ίδιας ηλικίας διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά (P<0,05)

[†] Η επίδραση της ηλικίας βρέθηκε στατιστικώς σημαντική για τη συγκέντρωση της ολικής χοληστερόλης και των τριγλυκεριδίων (P<0,05)

[‡] Η αλληλεπίδραση ευνουχισμού και ηλικίας βρέθηκε στατιστικώς σημαντική μόνο για τη συγκέντρωση της HDL-χοληστερόλης (P=0,015)

ευνουχισμένα ορνίθια σε σχέση με την ομάδα του μάρτυρα την 30^η εβδομάδα ($P < 0,05$), αλλά την 34^η οι δύο ομάδες παρουσίασαν παρόμοιες τιμές.

Ο ευνουχισμός, αν και έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της εναπόθεσης λίπους στο σπάγιο, δεν συντελεί πάντα στην σημαντική αύξηση της συγκέντρωσης της χοληστερόλης και των τριγλυκεριδίων στο αίμα των πτηνών (Snapir et al., 1974, Miller et al., 1985). Σε μία πιο πρόσφατη μελέτη τους, οι Snapir et al. (1983) αναφέρουν ότι ο ευνουχισμός είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση της συγκέντρωσης των τριγλυκεριδίων αλλά όχι της συγκέντρωσης της χοληστερόλης. Οι Chen et al. (2005) παρατήρησαν ότι ο ευνουχισμός, αν και δεν επηρέασε τις συγκεντρώσεις της χοληστερόλης και της HDL-χοληστερόλης, εντούτοις παρουσίασε την τάση να αυξήσει τη συγκέντρωση των τριγλυκεριδίων. Επίσης, αυξημένη συγκέντρωση χοληστερόλης στο αίμα ευνουχισμένων επίμυων βρήκαν οι Haug et al. (1984). Κατά συνέπεια, από το σύνολο των λιποπρωτεϊνών, τα τριγλυκερίδια (VLDL) φαίνεται να αντιδρούν περισσότερο έντονα αυξητικά μετά τον ευνουχισμό. Άλλωστε, αναφέρεται ότι γενετικοί ή διατροφικοί παράγοντες που έχουν ως συνέπεια την αύξηση της εναπόθεσης λίπους στο σπάγιο συσχετίζονται θετικά με υψηλά επίπεδα τριγλυκεριδίων στο αίμα (Leclercq, 1984, Hermier, 1997).

3.3.10 Θνησιμότητα

Μέχρι την ηλικία των 3^{ων} εβδομάδων, οπότε και πραγματοποιήθηκε ο ευνουχισμός, οι απώλειες του σμήνους ήταν 1,2%. Οι απώλειες κατά την εφαρμογή της τεχνικής του ευνουχισμού αναφέρονται στο κεφάλαιο 2.3. Για την υπόλοιπη πειραματική περίοδο δεν παρατηρήθηκαν απώλειες στην ομάδα των ευνουχισμένων ορνιθίων. Αντίθετα, στην ομάδα του μάρτυρα καταγράφηκαν απώλειες 10%. Οι απώλειες αυτές εντοπίστηκαν κυρίως μετά τη 18^η εβδομάδα με αποκλειστική αιτία τις αψιμαχίες μεταξύ των αρσενικών για τη διατήρηση της ιεραρχίας εντός του σμήνους. Τα καταγραφέντα δεδομένα των ορνιθίων τα οποία απεβίωσαν πριν από το τέλος της πειραματικής διαδικασίας αφαιρέθηκαν από τη στατιστική επεξεργασία. Ο αριθμός των πειραματικών ομάδων που αναφέρεται στο κεφάλαιο 2.1 αποτελεί τον αριθμό των ορνιθίων ανά ομάδα τα οποία επιβίωσαν μέχρι το τέλος του πειράματος.

3.3.11 Συμπεράσματα

Τα σημαντικότερα αποτελέσματα του πειράματος μπορούν να συνοψιστούν στα εξής:

α) Το σωματικό βάρος των δύο ομάδων δε διέφερε σημαντικά μέχρι την ηλικία των 36 εβδομάδων, αλλά το ώριμο σωματικό βάρος των ευνουχισμένων ορνιθίων εκτιμήθηκε σε υψηλότερα επίπεδα σε σχέση με την ομάδα του μάρτυρα.

β) Το βάρος των μυών στο μηρό και την κνήμη ήταν σημαντικά υψηλότερο στην ομάδα του μάρτυρα σε σχέση με τα ευνουχισμένα ορνίθια.

γ) Ο ευνουχισμός είχε ως συνέπεια την αύξηση της εναπόθεσης λίπους στο σφάγιο. Η αύξηση αυτή αποτυπώθηκε τόσο στα απόλυτα βάρη των λιπιδίων ιστών (κοιλιακός, υποδόριος, ενδομυϊκός) όσο και στον όγκο των λιποκυττάρων και το ποσοστό του χημικού λίπους του κοιλιακού λιπώδους ιστού.

δ) Η ποιότητα του κρέατος διαφοροποιήθηκε σε επίπεδο χρώματος αλλά όχι σε επίπεδο τρυφερότητας.

ε) Οι ενεργότητες των NADP-αφυδρογονασών που μελετήθηκαν δεν επηρεάστηκαν από τον ευνουχισμό ενώ οι συγκεντρώσεις των λιποπρωτεϊνών του αίματος παρουσίασαν τάσεις αύξησης στην ομάδα των ευνουχισμένων ορνιθίων.

Τα ευνουχισθέντα αρσενικά ορνίθια ωοπαραγωγής προσαρμόστηκαν καλά στη συγκεκριμένη εκτροφή, καθώς είχαν μικρές απώλειες κατά τον ευνουχισμό αλλά και κατά τη συνολική διάρκεια της εκτροφής. Το βάρος του ψυχρού σφάγιου στις 24 εβδομάδες ηλικίας ανήλθε περί τα 2 kg, το οποίο αποτελεί ένα ικανοποιητικό εμπορεύσιμο βάρος. Δεδομένου ότι τα αρσενικά ωοπαραγωγής αποτελούν ένα ζωικό υλικό χαμηλού κόστους, θα μπορούσε να προταθεί η χρήση τους για την παραγωγή ενός πτηνοτροφικού προϊόντος «ειδικής ποιότητας».

4. Γενικά συμπεράσματα

Ο σκοπός της παρούσας μελέτης συνίστατο στον προσδιορισμό της επίδρασης του ευνουχισμού σε φυσιολογικά και παραγωγικά χαρακτηριστικά αρσενικών ορνιθίων. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκαν τα αρσενικά άτομα δύο υβριδίων, ενός κρεοπαραγωγικού μέσης ανάπτυξης και ενός ωοπαραγωγικού, τα οποία ευνουχίστηκαν την 3^η και 6^η εβδομάδα ηλικίας, αντίστοιχα. Η εκτροφή του κρεοπαραγωγικού υβριδίου διήρκησε 18 εβδομάδες στο πρώτο πείραμα και 24 εβδομάδες στο δεύτερο. Στο τρίτο πείραμα, η διάρκεια εκτροφής των αρσενικών ωοπαραγωγής ανήλθε στις 34 εβδομάδες. Τα σημαντικότερα συμπεράσματα από τους πειραματισμούς μπορούν να συνοψιστούν στα εξής:

- 1) Ο ευνουχισμός δεν επηρέασε το τελικό σωματικό βάρος των ορνιθίων την 24^η εβδομάδα ηλικίας για το κρεοπαραγωγικό και την 34^η εβδομάδα ηλικίας για το ωοπαραγωγικό υβρίδιο. Το ώριμο σωματικό βάρος των ευνουχισμένων αρσενικών ωοπαραγωγής, όμως, εκτιμήθηκε υψηλότερο σε σχέση με την ομάδα του μάρτυρα. Το αποτέλεσμα αυτό δε φαίνεται να έχει κάποια πρακτική σημασία όσον αφορά στην εμπορικότητα του σφαγίου καθώς τα αρσενικά ωοπαραγωγής προσεγγίζουν το ώριμο βάρος σε μεγάλη ηλικία, άνω των 34^{ων} εβδομάδων, ενώ η συνηθέστερη ηλικία σφαγής για τα ευνουχισμένα ορνίθια είναι οι 24 εβδομάδες.
- 2) Η κατανάλωση τροφής δεν επηρεάστηκε από τον ευνουχισμό. Ο συντελεστής εκμετάλλευσης της τροφής κυμάνθηκε από 4 έως 5, ανάλογα με το υβρίδιο, και θεωρείται εντός των ορίων που αντιστοιχούν σε μια εκτροφή ορνιθίων διάρκειας 6 μηνών. Η εμπορική παραγωγή ευνουχισμένων ορνιθίων σίγουρα συνεπάγεται ένα αυξημένο κόστος διατροφής το οποίο όμως δύναται να μειωθεί από την κατάλληλη προσαρμογή των σιτηρεσίων και να αντισταθμιστεί από την υψηλότερη τιμή πώλησης του προϊόντος.
- 3) Ο ευνουχισμός είχε ως συνέπεια την διαφοροποίηση της σύστασης του σφαγίου. Η εναπόθεση λίπους αυξήθηκε σημαντικά και αυτό είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση του βάρους του κοιλιακού και του υποδόριου λιπώδους ιστού. Η αύξηση αυτή αποτυπώθηκε επίσης στην ποσοστιαία αναλογία λίπους στο σφάγιο η οποία ήταν σημαντικά υψηλότερη στα ευνουχισμένα ορνίθια σε σχέση με την ομάδα του μάρτυρα. Επίσης, το βάρος των μυών του μηρού και της κνήμης των ορνιθίων μειώθηκε ή παρουσίασε την τάση να μειωθεί εξαιτίας του ευνουχισμού. Αντίθετα, το βάρος του μυός του στήθους παρουσίασε την τάση να αυξηθεί, ένα σημαντικό αποτέλεσμα καθώς το στήθος αποτελεί το πλέον εμπορικό τεμάχιο στα ορνίθια.
- 4) Ο ευνουχισμός είχε ως αποτέλεσμα τη μείωση του βάρους της καρδιάς των ορνιθίων. Το βάρος του ήπατος του κρεοπαραγωγικού υβριδίου, αυξήθηκε ή παρουσίασε μία αυξητική τάση, ένα αποτέλεσμα το οποίο δεν παρατηρήθηκε στο ωοπαραγωγικό υβρίδιο.
- 5) Ο ευνουχισμός διαφοροποίησε σημαντικά την ποιότητα του κρέατος του μυός του στήθους. Η ένταση του κίτρινου χρώματος (b^*), η φωτεινότητα (L^*) και η

περιεκτικότητα σε ενδομυϊκό λίπος αυξήθηκαν ενώ η ένταση του κόκκινου χρώματος μειώθηκε. Επίσης, παρουσιάστηκε μία τάση μείωσης της δύναμης διάτμησης του μυός αλλά οι διαφορές δεν εξασφάλισαν στατιστική σημαντικότητα σε κάθε περίπτωση.

6) Η περιεκτικότητα του κοιλιακού λιπώδους ιστού σε χημικό λίπος αυξήθηκε ως αποτέλεσμα του ευνουχισμού ενώ τα λιποκύτταρα των ευνουχισμένων ορνιθίων είχαν σημαντικά μεγαλύτερο όγκο σε σχέση με την ομάδα του μάρτυρα. Αντίθετα, ο μέσος αριθμός των λιποκυττάρων ανά μονάδα βάρους δεν επηρεάστηκε σημαντικά από τον ευνουχισμό παρά μόνο όταν στο ωοπαραγωγό υβρίδιο η λιποσύνθεση εντάθηκε αρκετά μετά την 26^η εβδομάδα, οπότε παρατηρήθηκε γένεση νέων λιποκυττάρων.

7) Η ενεργότητα της NADP-αφυδρογονάσης του ισοκιτρικού οξέως στο ήπαρ δεν επηρεάστηκε από τον ευνουχισμό, επιβεβαιώνοντας τον περιορισμένο ρόλο του συγκεκριμένου ενζύμου στη λιπογένεση. Η ενεργότητα της NADP-αφυδρογονάσης του μηλικού οξέως, ενώ παρουσίασε αύξηση στα ευνουχισμένα ορνίθια του κρεοπαραγωγού υβριδίου την 24^η εβδομάδα σε σχέση με την ομάδα του μάρτυρα, εντούτοις δεν παρατηρήθηκε παρόμοιο αποτέλεσμα στα ευνουχισμένα ορνίθια του ωοπαραγωγού υβριδίου. Συμπεραίνεται, επομένως, ότι οι τιμές της ενεργότητας της αφυδρογονάσης του μηλικού οξέως, παρά τη σπουδαιότητα του ενζύμου στη διαδικασία της λιπογένεσης, δεν αποτελούν απόλυτο δείκτη της αυξημένης λιποσύνθεσης στα ορνίθια.

8) Παρουσιάστηκε μία αυξητική τάση στις συγκεντρώσεις των λιποπρωτεϊνών στο αίμα των ευνουχισμένων ορνιθίων και των δύο υβριδίων αλλά οι διαφορές δεν εξασφάλισαν πάντα στατιστική σημαντικότητα. Όταν η εναπόθεση λίπους αυξάνεται, περισσότερο έντονα αυξητικά φαίνεται ότι αντιδρά η συγκέντρωση των τριγλυκεριδίων.

Με βάση τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης προκύπτει ότι η τεχνική του ευνουχισμού θα μπορούσε να εφαρμοστεί σε εμπορικό επίπεδο με σκοπό την παραγωγή ορνίθιου σφάγιου «ειδικής ποιότητας». Στον όρο «ειδική ποιότητα» συμπεριλαμβάνονται τόσο οι διαφοροποιήσεις του χρώματος και του ενδομυϊκού λίπους, όσο και η γενικότερη αύξηση της εναπόθεσης λίπους η οποία είναι γνωστό ότι προάγει τις οργανοληπτικές ιδιότητες του σφαγίου. Επιπλέον, η χρήση των αρσενικών ωοπαραγωγής φαίνεται ότι παρουσιάζει εμπορικό ενδιαφέρον δεδομένου ότι αποτελούν ένα ζωικό υλικό χαμηλού κόστους το οποίο προσαρμόστηκε καλά στη συγκεκριμένη εκτροφή.

Περαιτέρω έρευνα αναφορικά με την επίδραση του ευνουχισμού στα παραγωγικά χαρακτηριστικά των ορνιθίων δε θεωρείται απαραίτητη καθώς αφενός τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης συμφωνούν σε μεγάλο βαθμό με εκείνα που αναφέρονται στη βιβλιογραφία και αφετέρου οι επιδράσεις ήταν κοινές τόσο για το κρεοπαραγωγικό όσο και για το ωοπαραγωγικό υβρίδιο. Αντίθετα, ευρύτερο πεδίο για περαιτέρω έρευνα προσφέρουν τα φυσιολογικά χαρακτηριστικά τα οποία δεν

έχουν διερευνηθεί αρκετά. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι ορμονικοί μηχανισμοί που εμπλέκονται στην αύξηση του σωματικού βάρους και στη λιποσύνθεση στα ορνίθια όπως και τα ενζυμικά συστήματα της λιπογένεσης στο ήπαρ. Επιπροσθέτως, σημαντικό ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ των ορμονών (αυξητική ορμόνη, IGF, φυλετικά στεροειδή), ιδιαίτερα σε επίπεδο ιστού ή οργάνου.

5. Βιβλιογραφία

- Akiba Y., Jensen L. S., Lilburn M. S. (1982). Effect of estrogen implants on hepatic lipid deposition in chicks fed different isonitrogenous and isocaloric diets. *Journal of Nutrition*, 112: 189-196.
- Akiba Y., Sato K., Takahashi K., Toyomizu M., Matsushita K., Komiyama H. (2001). Meat color of broiler chickens as affected by age and feeding of yeast *phaffia rhodozyma* containing high concentrations of astaxanthin. *Animal Science Journal*, 72: 147-53.
- Anderson D. B., Kauffman R. G. (1973). Cellular and enzymatic changes in porcine adipose tissue during growth. *Journal of Lipid Research*, 14: 160-168.
- Asante E. A., Bulfield, G. (1988). Activities of NADPH-generating enzymes in genetically fat and lean chickens. In *Leanness in Domestic Birds*. Leclerq, B., Whitehead, C. C., ed. Butterwoths, Essex. pp 223-228.
- Bjorntorp, P. (1974). Effects of age, sex and clinical conditions on adipose tissue cellularity in man. *Metabolism*, 23: 1091-1102.
- Bjorntorp P., Karlsson M., Pettersson P. (1982). Expansion of adipose tissue storage capacity at different ages in rats. *Metabolism Clinical and Experimental*, 31: 366-373.
- Buyse J., Decuyper E. (1999). The role of the somatotrophic axis in the metabolism of the chicken. *Domestic Animal Endocrinology*, 17: 245-255.
- Cahaner A., Nitsan Z., Nir I. (1986). Weight and fat content of adipose and nonadipose tissues in broilers selected for or against abdominal adipose tissue. *Poultry Science*, 65: 215-222.
- Cartwright A. L. (1991). Adipose cellularity in *Gallus domesticus*: Investigations to control body composition in growing chickens. *Journal of Nutrition*, 121: 1486-1497.
- Cartwright A. L., Marks H. L., Campion D. R. (1986). Adipose tissue cellularity and growth characteristics of unselected and selected broilers: Implications for the development of body fat. *Poultry Science*, 65: 1021-1027.
- Cartwright A. L., Marks H. L., Campion D. R. (1988). Adipose cellularity in non-selected and selected broiler stocks: Measurements at equal weights and ages. *Poultry Science*, 67: 1338-1344.
- Cason J. A., Fletcher D. L., Burke W. H. (1987). Influence of caponization on skin pigmentation of male broilers. *Poultry Science*, 66: 433-438.
- Cason J. A., Fletcher D. L., Burke W. H. (1988). Research note: Effects of caponization on broiler growth. *Poultry Science*, 67: 979-981.
- Cason J. A., Lyon C. E., Papa C. M. (1997). Effect of muscle opposition during rigor on development of broiler meat tenderness. *Poultry Science*, 76: 785-787.

- Chartrin P., Meteau K., Juin H., Bernadet M. D., Guy G., Larzul C., Remignon H., Mourot J., Duclos M. J., Baeza E. (2006). Effects of intramuscular fat levels on sensory characteristics of duck breast meat. *Poultry Science*, 85: 914-922.
- Chen K. L., Chi W. T., Chu C., Chen R. S., Chiou P. W. S. (2007). Effect of caponization and testosterone implantation on hepatic lipids and lipogenic enzymes in male chickens. *Poultry Science*, 86: 1754-1759.
- Chen K. L., Hsieh C. Y., Chiou P. W. S. (2006). Caponization effects on growth performance and lipid metabolism in Taiwan country chicken cockerels. *Asian Australasian Journal of Animal Science*, 19: 438 (abstr.).
- Chen K., Chi W., Chiou P. (2005). Caponization and testosterone implantation effects on blood lipid and lipoprotein profile in male chickens. *Poultry Science*, 84: 547-552.
- Coleman R., Polokoff M. A., Bell R. M. (1977). Hypertriacylglycerolemia in the chick: Effect of estrogen on hepatic microsomal enzymes of triacylglycerol and phospholipid synthesis. *Metabolism Clinical and Experimental*, 26: 1123-1130.
- Commission Regulation (EC) 543. (2008). Marketing standards for poultry meat. Official Journal of the European Union.
- Coulston F., Korte, F. (1976). Anabolic agents in animal production. George Thieme Publishers, Stuttgart, Germany.
- Dashti N., Kelley J. L., Thayer R. H., Ontko J. A. (1983). Concurrent inductions of avian hepatic lipogenesis, plasma lipids, and plasma apolipoprotein B by estrogen. *Journal of Lipid Research*, 24: 368-380.
- Decuyper E., Buyse J. (2005). Endocrine control of postnatal growth in poultry. *Poultry Science*, 42: 1-13.
- Decuyper E., Leenstra F. R., Buyse J., Berghman L. (1991). Temporal secretory patterns of growth hormone in male meat-type chickens selected for body weight gain or food conversion. *British Poultry Science*, 32: 1121-1128.
- Dube J. Y., Trembley R. R. (1974). Androgen binding in cock's tissues: properties of ear lobe protein and determination of binding sites in head appendages and other tissues. *Endocrinology*, 95: 1105-1112.
- Duclos M. J., Beccavin C., Simon J. (1999). Genetic models for the study of insulin-like growth factors (IGF) and muscle development in birds compared to mammals. *Domestic Animal Endocrinology*, 17: 231-243.
- Fennell M. J., Scanes C. G. (1992). Inhibition of growth in chickens by testosterone, 5 α -dihydrotestosterone and 19-nortestosterone. *Poultry Science*, 71: 357-366.
- Fennell M. J., Johnson A. L., Scanes C. G. (1990). Influence of androgens on plasma concentrations of growth hormone in growing castrated and intact chickens. *General and Comparative Endocrinology*, 77: 466-475.

- Figueiredo E. A. P., Rosa O. S., Omm E. R., Boff J. Á., Bassi L. (2002). Peso e tamanho de órgãos de diferentes linhagens de frangos de corte. *Revista Brasileira Ciencia Avícola*, supl. 4: 95.
- Fletcher D. L. (2002). Poultry meat quality. *Worlds Poultry Science Journal*, 58: 131-145.
- Folch J., Lees M., Sloane Stanley G. H. (1957). A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *Journal of Biological Chemistry*, 226: 497-509.
- Goodridge A. G. (1968). Citrate-cleavage enzyme, malic enzyme and certain dehydrogenases in embryonic and growing chicks. *Journal of Biochemistry*, 108: 663-666.
- Govaerts T., Room G., Buyse J., Lippens M., De Groote G., Decuypere E. (2000). Early and temporary quantitative food restriction of broiler chickens. 2. Effects on allometric growth and growth hormone secretion. *British Poultry Science*, 41: 355-362.
- Grey T. C., Robinson D., Jones J. M. (1982). Effect of age and sex on the eviscerated yield, muscle and edible offal of a commercial broiler strain. *British Poultry Science*, 23: 363-368.
- Griffin H. D., Whitehead C. C., Broadbent L. A. (1982). The relationship between plasma triglyceride concentrations and body fat content in male and female broilers-a basis for selection? *British Poultry Science*, 23: 15-23.
- Grunder A. A., Chambers J. R., Fortin A. (1987). Plasma very low density lipoproteins, abdominal fat lipase and fatness during rearing in two strains of broiler chickens. *Poultry Science*, 66: 471-479.
- Halvorson D. B., Jacobson M. (1970). Variations in development of muscles in chickens. *Poultry Science*, 49: 132-136.
- Harvey S., Scanes C. G. (1978). Plasma concentrations of growth hormone during growth in normal and testosterone-treated chickens. *Journal of Endocrinology*, 79: 145-146.
- Haug A., Spydevold O., Hostmark A. T. (1984). Plasma lipoprotein responses to castration and androgen substitution in rats. *Metabolism*, 33: 465-470.
- Haug A., Spydevold O., Hostmark A. T. (1985). Effect of orchidectomy and testosterone substitution on enzyme activities and DNA content in rat liver and epididymal fat. *International Journal of Biochemistry*, 17: 31-36.
- Hermier D. (1997). Lipoprotein metabolism and fattening in poultry. *Journal of Nutrition*, 127: 805S-808S.
- Hirsch J., Batchelor B. (1976). Adipose tissue cellularity in human obesity. *Clinics in Endocrinology and Metabolism*, 5: 299-311.

- Hirsch J., Han P. W. (1969). Cellularity of rat adipose tissue: effects of growth, starvation and obesity. *Journal of Lipid Research*, 10: 70-82.
- Hood R. L. (1982). The cellular basis for growth of the abdominal fat pad in broiler-type chickens. *Poultry Science*, 61: 117-121.
- Hood R. L., Allen C. E. (1973). Cellularity of bovine adipose tissue. *Journal of Lipid Research*, 14: 605-610.
- Hossain M. A., Roy B. C., Islam M. M., Miah M. Y. (2006). Performance of broiler fed with different commercial compound feeds of Bangladesh. *Bangladesh Journal of Veterinary Medicine*, 4: 97-101.
- Hsieh C. Y., Chen K. L., Chiou P. W. S. (2001). The lipoprotein composition and structure of capon and incomplete caponized Taiwan country chicken. *Journal of Chinese Society of Animal Science*, 30: 229.
- Hsu J. C., Lin C. Y. (2003). Influence of caponization on the carcass characteristics in Taiwan country chicken cockerels. *Asian Australasian Journal of Animal Science*, 16: 575 (abstr.)
- Huff-Lonergan E., Baas T. J., Malek M., Dekkers J. C. M., Prusa K., Rothschild M. F. (2002). Correlations among selected pork quality traits. *Journal of Animal Science*, 80: 617-627.
- Huxley J. S. (1932). Problems of relative growth. New York (NY): Dial Press.
- Jacob J., Mather F. B. (2000). Capons. FACTSHEET PS-54, Department of Animal Sciences, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. <http://edis.ufl.edu>.
- Kang C. W., Sunde M. L., Swick R. W. (1985). Growth and protein turnover in the skeletal muscles of broiler chicks. *Poultry Science*, 64: 370-379.
- Krajca A., Juranova R. (1994). Anaesthesia in poultry. *Veterinarni Medicina*, 39: 23-27.
- Kuhn E. R., Darras V. M., Gysemans C., Decuypere E., Berghman L. R., Buyse J. (1996). The use of intermittent lighting in broiler raising. 2. Effect on the somatotrophic and thyroid axes and plasma testosterone levels. *Poultry Science*, 75: 595-600.
- Kwakkel R. P., Hof G., Zandstra T., Ducro B. J. (1998). Diphasic allometric growth of some skeletal bones and the digestive tract in white Leghorn pullets consuming ad libitum and restricted diets. *Poultry Science*, 77: 826-833.
- Landauer W. (1937). Studies on the creeper fowl XI. Castration and length of bones of the appendicular skeleton in normal and creeper fowl. *Anatomical Records*, 69: 247-253.
- Leclercq B. (1984). Adipose tissue metabolism and its control in birds. *Poultry Science*, 63: 2044-2054.

- Lee S. M., Huh T. L., Park J. W. (2001). Inactivation of NADP⁺-dependent isocitrate dehydrogenase by reactive oxygen species. *Biochimie*, 83: 1057–1065.
- Leenstra F. R. (1986). Effect of age, sex, genotype and environment on fat deposition in broiler chickens-A review. *Worlds Poultry Science Journal*, 42: 12-25.
- Lin C. Y., Hsu, J. C. (2002). Effects of surgical caponization on growth performance, foiber diameter and some physical properties of muscles in Taiwan country chicken cockerels. *Asian Australasian Journal of Animal Science*, 15:401 (abstr.).
- Lowry O. H., Rosenbrough N. J., Farr A. L., Randall R. J. (1951). Protein measurement with the folin phenol reagent. *Journal of Biological Chemistry*, 193: 265-275.
- Marcato S. M., Sakomura N. K., Piva G. H., Bonato M. A., Freitas E. C. (2006). Growth curves of broilers chickens organs of two strains. World's Poultry Science Association (WPSA), Beekbergen, Netherlands, EPC 2006 - 12th European Poultry Conference, Verona, Italy, 10-14 September, 2006, pp 186.
- March B. E., MacMillan C., Chu S. (1984). Characteristics of adipose tissue growth in broiler-type chickens to 22 weeks of age and the effects of dietary protein and lipid. *Poultry Science*, 63: 2207-2216.
- Mast M. G., Jordan H. C., Macneil J. H. (1981). The effect of partial and complete caponization on growth rate, yield and selected physical and sensory attributes of cockerels. *Poultry Science*, 60: 1827-1833.
- Mayes P. A., Botham K. M. (2003). Biosynthesis of fatty acids. Page 173 in Harper's Illustrated Biochemistry. Murray, R.K., Granner, D. K., Mayes, P. A. and V. W. Rodwell. Mc Graw-Hill, London. New York.
- McNabb F. M. A., Scanes C. G., Zeman M. (1998). The endocrine system. In: J.M. Starck and R.E. Ricklefs, Ed. Avian Growth and Development: Evolution within the Altricial–Precocial Spectrum, Oxford University Press, Oxford. Chapter 7, pp. 188–189.
- Miguel J. A., Ciria J., Asenjo B., Calvo J. L. (2008). Effect of caponisation on growth and on carcass and meat characteristics in Castellana negra native Spanish chickens. *Animal*, 2: 305-311.
- Miller L. E., Krista L. M., Brake J., Bolden S. L., McDaniel G. R., Mora E. (1985). Effects of caponisation on body weight, atherosclerosis and cardiovascular variables in hypertensive and hypotensive turkey lines. *Poultry Science*, 64: 1002-1014.
- Moran E. T. Jr. (1986). Variations in body composition of poultry. *Proceedings of Nutrition Society*, 45: 101-109.

- Muir W. W., Hubbell J. A. E., Bednarski R. M., Acamovic T., Skarda R. T. (2007). Anesthetic procedures in exotic animals: Avian anesthesia. In: Handbook of veterinary anesthesia. Fourth edition ed. USA: Mosby Elsevier, p 451.
- Muriel Duran A. (2004). The effect of caponization on production indices and carcass and meat characteristics in free-range extremena azul chickens. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 2: 211-216.
- Nesheim M. C. (1976). Some observations on the effectiveness of anabolic agents in increasing the growth rate of poultry. Pages 100-114 in: Anabolic agents in animal production. F. Coulston, ed. George Thieme Publishers, Stuttgart, Germany.
- Ojedapo L. O., Akinokun O., Adedeji T. A., Olayeni T. B., Ameen S. A., Amao S. R. (2008). Effect of strain and sex on carcass characteristics of three commercial broilers reared in deep litter system in the derived savannah area of Nigeria. *World Journal of Agricultural Sciences*, 4: 487-491.
- Okeudo N. J., Moss B.W. (2005). Interrelationships amongst carcass and meat quality characteristics of sheep. *Meat Science*, 69: 1-8.
- Ono Y., Iwamoto H., Takahara H. (1982). Studies on the growth of skeletal muscle in capons. 2. Effects of castration on muscle weights in different body parts and individual muscle weights. *Science Bulletin of the Faculty of Agriculture, Kyushu University*, 37: 23-30.
- Panopoulou E., Deligeorgis S. G., Papadimitriou T., Rogdakis E. (1989). Carcass composition, size of fat cells and NADPH-generating dehydrogenases activity in adipose tissue of the fat-tailed Chios and the thin-tailed Karagouniko sheep breed. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, 106: 51-58.
- Pearce J. (1972). Changes in the activities of the lipogenic enzymes ATP-citrate lyase and the "malic" enzyme, in the liver of the female domestic fowl (*Gallus domesticus*) from four weeks of age to adulthood. *Comparative Biochemistry and Physiology, part B*, 42: 721-724.
- Pearce J. (1974). A study of changes in the specific activities of enzymes of lipid and carbohydrate metabolism in the liver of the domestic fowl with the onset of sexual maturity. *International Journal of Biochemistry*, 5: 457-462.
- Pearce J., Brown W. O. (1971). A comparison of liver lipogenic enzyme activity in the immature female fowl treated with gonadal hormones and in the mature fowl. *International Journal of Biochemistry*, 2: 337-344.
- Pfaff F. E., Austic R. E. (1976). Influence of diet on development of the abdominal fat pad in the pullet. *Journal of Nutrition*, 106: 443-450.
- Prescott N. J., Wathes C. M., Kirkwood J. K., Perry G. C. (1985). Growth, food intake and development in broiler cockerels raised to maturity. *Animal Production*, 41: 239-245.

- Rahman M. M., Islam M. A., Ali M. Y., Khondaker M. E. A., Hossain M. M. (2004). Effect of caponization on body weight, hematological traits and blood cholesterol concentration of Nara chicken. *International Journal of Poultry Science*, 3: 284-286.
- Richards M. P., Poch S. M., Coon C. N., Rosebrough R. W., Ashwell C. M., McMurtry J. P. (2003). Feed restriction significantly alters lipogenic gene expression in broiler breeder chickens. *Journal of Nutrition*, 133: 707-715.
- Rincker P. J., Killefer J., Ellis M., Brewer M. S., McKeith F. K. (2008). Intramuscular fat content has little influence on the eating quality of fresh pork loin chops. *Journal of Animal Science*, 86: 730-737.
- Robelin J. (1986). Growth of adipose tissues in cattle: Partitioning between depots, chemical composition and cellularity. A review. *Livestock Production Science*, 14: 349-364.
- Rodbell M. (1964). Localisation of lipoprotein lipase in fat cells of rat adipose tissue. *Journal of Biological Chemistry*, 239: 753-755.
- Rogdakis E. (1974). Einfluss der selection nach der ruckenspeckdicke auf die activitat der NADP-abhangigen dehydrogenasen im fettgewebe des scweinnes. *Z. Tierzuchtg. Zuchtgsbiol.*, 91: 75-87.
- Rogdakis E., Charismiadou M., Orphanos S., Panopoulou E., Bizelis I. (1997). Cellularity and enzymatic activity of adipose tissue in the Karagouniko dairy breed of sheep from birth to maturity. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, 114: 385-396.
- Santos A. L., Sakomura N. K., Freitas E. R., Fortes C. M. S., Carrilho E. N. V. M. (2005). Comparison of free range broiler chicken strains raised in confined or semi-confined systems. *Revista Brasileira Ciencia Avícola*, 7: 85-92.
- SAS Institute Inc., Cary, NC, USA. (2005). Sas/Stat statistical analysis systems user's guide, version 9.1.3.
- Scanes C. G., Johnson A. L. (1984). Failure of castration to prevent the prepubescent decline in the circulating concentration of growth hormone in the domestic fowl. *General and Comparative Endocrinology*, 53: 398-401.
- Scanes C. G., Radecki S. V., Malamed S. (1992). Mechanisms involved in the avian patterns of growth hormone secretion during growth and development. *Ornis Scandinavica*, 23: 214-221.
- Shapira N., Nir I., Budowski P. (1978). Response of lipogenic enzymes to overfeeding in liver and adipose tissue of light and heavy breeds of chicks. *British Journal of Nutrition*, 39: 151-157.
- Snapir N., Nir I., Furuta F., Lepkovsky S. (1974). Effects of functional and surgical castration of white leghorn cockerels, and replacement therapy, on food intake,

- obesity, reproductive traits, and certain components of blood, liver, muscle and bone. *General and Comparative Endocrinology*, 24: 53-64.
- Snapir N., Robinzon B., Shalita B. (1983). The involvement of gonads and gonadal steroids in the regulation of food intake, body weight and adiposity in the white Leghorn cock. *Pharmacology Biochemistry and Behaviour*, 19: 617-624.
- Thaxton J. P. (2002). Heart growth in broilers. *British Poultry Science*, 43: 24-27.
- Tor M., Estany J., Villalba D., Molina E., Cubilo D. (2002). Comparison of carcass composition by parts and tissues between cocks and capons. *Animal Research*, 51: 421-31.
- Toyomizu M., Sato K., Taroda H., Kato T., Akiba Y. (2001). Effects of dietary spirulina on meat colour in muscle of broiler chickens. *British Poultry Science*, 42: 197-202.
- Van Laack R. L., Stevens S. G., Stalder K. J. (2001). The influence of ultimate pH and intramuscular fat content on pork tenderness and tenderization. *Journal of Animal Science*, 79: 392-397.
- Webb E. C., O'Neill H. A. (2008). The animal fat paradox and meat quality. *Meat Science*, 80: 28-36.
- Welter J. F. (1976). The effects of surgical caponization on production efficiency and carcass yield of roosters. *Poultry Science*, 55: 1372-1375.
- Weppelman R. M. (1984). Effects of gonadal steroids and adrenergic agonists on avian growth and efficiency. *Journal of Experimental Zoology*, 232: 461-464.
- Whitehead C. C., Griffin H. D. (1982). Plasma lipoprotein concentration as an indicator of fatness in broilers: effect of age and diet. *British Poultry Science*, 23: 299-305.
- Wise D. R., Ranaweera K. N. P. (1981). The effects of trienbolone acetate and other anabolic agents in growing turkeys. *British Poultry Science*, 22: 93-104.
- Zanusso J., Remignon H., Auvergne A., Molette C., Manse H., Babile R. (2001). Performance characteristics and quality of chicken meat: Comparisons between males, females and capons. *British Poultry Science*, 42(Suppl 1): S42-43.
- Zhao G. P., Chen J. L., Zheng M. Q., Wen J., Zhang Y. (2007). Correlated responses to selection for increased intramuscular fat in a Chinese quality chicken line. *Poultry Science*, 86: 2309-2314.
- Zhong C., Nakaue H. S., Hu C. Y., Mirosh L. W. (1995). Effect of full feed and early feed restriction on broiler performance, abdominal fat level, cellularity and fat metabolism in broiler chickens. *Poultry Science*, 74: 1636-1643.
- Γκολιομύτης Μ. (2000). Εξέλιξη του σωματικού βάρους και των επιμέρους τεμαχίων του σφαγίου, δύο υβριδίων κρεοπαραγωγικών ορνιθίων, από την εκκόλαψη έως

την ενηλικίωση. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Εργαστήριο Γενικής και Ειδικής Ζωοτεχνίας, *Διδακτορική Διατριβή*, Σελ. 62-64.

Γκολιομύτης Μ., Πανοπούλου Ε., Χαρισμιάδου Μ., Ρογδάκης Ε. (2002). Εξέλιξη του μεγέθους και του αριθμού των λιποκυττάρων στον κοιλιακό λιπώδη ιστό, καθώς και ενζύμων λιπογένεσης στον κοιλιακό λιπώδη ιστό και το ήπαρ ορνιθίων κρεοπαραγωγής, από την εκκόλαψη έως την ενηλικίωση. *Επιθεώρηση Ζωοτεχνικής Επιστήμης*, 30: 45-60.

Δ1, www.agriturismomantova.it/eng/APN000362.asp, The Mantuan capon trail.

Δ2, www.ksre.ksu.edu/pr_histpubs/pubs/SB274.pdf, Capon Production, Bulletin 315, Kansas state college of agriculture and applied science, May 1943

6. Σύντομο Βιογραφικό σημείωμα

Ο Γεώργιος Συμεών, του Κυριάκου και της Κυριακής, γεννήθηκε στην Αθήνα την 1^η Μαρτίου του 1980. Το 1997 αποφοίτησε από το Γενικό Λύκειο Λεχαινών του νομού Ηλείας και την ίδια χρονιά, μετά από την επιτυχή συμμετοχή του στις πανελλαδικές εξετάσεις, εισήλθε πρώτος στο Τμήμα Επιστήμης Ζωικής Παραγωγής και Υδατ/ων του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών. Η πτυχιακή του μελέτη εκπονήθηκε στο Εργαστήριο Γενικής και Ειδικής Ζωοτεχνίας και αφορούσε στην σύγκριση των παραμέτρων ανάπτυξης μεταξύ ενός υβριδίου κρεοπαραγωγής και των αρσενικών ενός υβριδίου ωοπαραγωγής. Το Μάιο του 2003 ορκίστηκε ως πτυχιούχος Γεωπόνος-Ζωοτέχνης και τον Οκτώβριο του ίδιου χρόνου έγινε δεκτός για μεταπτυχιακές σπουδές στο ΠΜΣ του τμήματος Επιστήμης Ζωικής Παραγωγής και Υδατ/ων. Η μεταπτυχιακή του διατριβή αφορούσε στην ποιότητα του ορνιθείου κρέατος και τις μεθόδους εκτιμήσεώς της. Το Νοέμβριο του 2004 ολοκλήρωσε τις υποχρεώσεις του μεταπτυχιακού προγράμματος και τον Ιανουάριο του 2005 έγινε δεκτός για την εκπόνηση διδακτορικής διατριβής στο Εργαστήριο Γενικής και Ειδικής Ζωοτεχνίας, υπό την εποπτεία του Καθ. Εμμ. Ρογδάκη. Από τον Νοέμβριο του 2007 έως τον Οκτώβριο του 2009, κατά τη διάρκεια εκπόνησης της διδακτορικής διατριβής, διατέλεσε υπότροφος του Ιδρύματος Κρατικών Υποτροφιών.

Δημοσιευμένες επιστημονικές εργασίες

- 1) Symeon G. K., Kominakis A., Panopoulou E., Rogdakis E. (2009). Comparison of physicochemical characteristics and consumers' acceptance of breast meat from retailed organic and conventional broiler chickens. *Επιθεώρηση Ζωοτεχνικής Επιστήμης*, (υπό δημοσίευση).
- 2) Symeon G. K., Zintilas C., Ayoutanti A., Bizelis J. A., Deligeorgis S. G. (2009). Effect of dietary oregano essential oil supplementation for an extensive fattening period on growth performance and breast meat quality of female medium-growing broilers. *Canadian Journal of Animal Science*, 89: 331-334.
- 3) Simitzis P. E., Symeon G. K., Charismiadou M. A., Bizelis J. A., Deligeorgis S. G. (2009). The effects of dietary oregano oil supplementation on pig meat characteristics. *Meat Science*, (article in press).

Ανακοινώσεις σε επιστημονικά συνέδρια

- 1) Πανοπούλου Ε., Συμεών Γ., Συριόπουλος Κ., Κομινάκης Α., Φεγγερός Κ. (2003). Σύγκριση των παραμέτρων ανάπτυξης μεταξύ υβριδίου κρεοπαραγωγής και των αρσενικών υβριδίου ωοπαραγωγής και στοιχεία σφαγίου αυτών. 19^ο Ετήσιο Επιστημονικό Συνέδριο Ελληνικής Ζωοτεχνικής Εταιρίας, Καρδίτσα, 8-10 Οκτωβρίου.

- 2) Συμεών Γ., Πανοπούλου Ε., Δεληγεώργης Σ., Μπιζέλης Ι. (2004). Ποιότητα ορνιθίου κρέατος και μέθοδοι εκτιμήσεώς της. 20^ο Ετήσιο Επιστημονικό Συνέδριο Ελληνικής Ζωοτεχνικής Εταιρίας, Τρίπολη, 6-8 Οκτωβρίου.
- 3) Συμεών Γ., Κομινάκης Α., Πανοπούλου Ε., Ρογδάκης Ε. (2006). Συγκριτική μελέτη οργανοληπτικών και φυσικοχημικών ιδιοτήτων του κρέατος ορνιθίων βιολογικής και συμβατικής εκτροφής. 22^ο Ετήσιο Επιστημονικό Συνέδριο Ελληνικής Ζωοτεχνικής Εταιρίας, Σπάρτη, 4-6 Οκτωβρίου.
- 4) Συμεών Γ., Πανοπούλου Ε., Μπιζέλης Ι., Κομινάκης Α., Ρογδάκης Ε. (2007). Επίδραση του ευνουχισμού σε παραμέτρους ανάπτυξης και ποιότητας σφαγίου σε αρσενικά ορνίθια κρεοπαραγωγής. 23^ο Ετήσιο Επιστημονικό Συνέδριο Ελληνικής Ζωοτεχνικής Εταιρίας, Βόλος, 3-5 Οκτωβρίου.
- 5) Ζιντίλας Κ., Συμεών Γ., Αγιουτάντη Α., Μπιζέλης Ι., Δεληγεώργης Σ. (2008). Επίδραση της χορήγησης ριγανελαίου στην ανάπτυξη, την ποιότητα του κρέατος και τη συμπεριφορά της διατροφής θηλυκών ορνιθίων κρεοπαραγωγής. 24^ο Ετήσιο Επιστημονικό Συνέδριο Ελληνικής Ζωοτεχνικής Εταιρίας, Άρτα, 15-17 Οκτωβρίου.
- 6) Σμιτζής Π., Συμεών Γ., Χαρισμιάδου Μ., Μπιζέλης Ι., Δεληγεώργης Σ. (2009). Επίδραση στα χαρακτηριστικά του χοιρινού κρέατος μετά από ενσωμάτωση διαφορετικών επιπέδων του αιθέριου ελαίου της ρίγανης στο σιτηρέσιο των χοίρων. 25^ο Ετήσιο Επιστημονικό Συνέδριο Ελληνικής Ζωοτεχνικής Εταιρίας, Ναύπλιο, 7-9 Οκτωβρίου.
- 7) Ζιντίλας Κ., Συμεών Γ., Μπιζέλης Ι., Δεληγεώργης Σ. (2009). Επίδραση χορήγησης ριγανελαίου στην συμπεριφορά της διατροφής θηλυκών ορνιθίων κρεοπαραγωγής. 25^ο Ετήσιο Επιστημονικό Συνέδριο Ελληνικής Ζωοτεχνικής Εταιρίας, Ναύπλιο, 7-9 Οκτωβρίου.
- 8) Παπαδημητροπούλου Δ., Συμεών Γ., Μάντης Φ., Μπιζέλης Ι., Κομινάκης Α., Ρογδάκης Ε. (2009). Επίδραση του ευνουχισμού σε παραμέτρους ανάπτυξης και ποιότητας σφαγίου και κρέατος αρσενικών ορνιθίων ωοπαραγωγής. 25^ο Ετήσιο Επιστημονικό Συνέδριο Ελληνικής Ζωοτεχνικής Εταιρίας, Ναύπλιο, 7-9 Οκτωβρίου.
- 9) Σιμητός Α., Συμεών Γ., Μάντης Φ., Χαρισμιάδου Μ., Μπιζέλης Ι., Κομινάκης Α., Ρογδάκης Ε. (2009). Επίδραση του ευνουχισμού σε παραμέτρους του κοιλιακού λιπώδους ιστού και την ενεργότητα των NADP-αφυδρογονασών της λιπογένεσης στο ήπαρ αρσενικών ορνιθίων ωοπαραγωγής. 25^ο Ετήσιο Επιστημονικό Συνέδριο Ελληνικής Ζωοτεχνικής Εταιρίας, Ναύπλιο, 7-9 Οκτωβρίου.