



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΧΗΜΕΙΑΣ

**Αντιοξειδωτικά επίπεδα πουλερικών ελεύθερης
βοσκής σε σύγκριση με αυτά συμβατικών**

ΜΑΡΙΑ-ΕΛΕΝΗ ΜΠΟΤΗ
ΧΗΜΙΚΟΣ, MSc

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΙΩΑΝΝΙΝΑ 2022



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΧΗΜΕΙΑΣ

**Αντιοξειδωτικά επίπεδα πουλερικών ελεύθερης
βοσκής σε σύγκριση με αυτά συμβατικών**

ΜΑΡΙΑ-ΕΛΕΝΗ ΜΠΟΤΗ
ΧΗΜΙΚΟΣ, MSc

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΙΩΑΝΝΙΝΑ 2022

Η διδακτορική διατριβή υλοποιήθηκε στο πλαίσιο της Δράσης «ΕΡΕΥΝΩ-ΔΗΜΙΟΥΡΓΩ-ΚΑΙΝΟΤΟΜΩ» και συγχρηματοδοτήθηκε από το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης (ΕΤΠΑ) της Ευρωπαϊκής Ένωσης και εθνικούς πόρους μέσω του Ε.Π. Ανταγωνιστικότητα, Επιχειρηματικότητα & Καινοτομία (ΕΠΑνΕΚ) (κωδικός έργου:Τ1ΕΔΚ-03939)



«Η έγκριση της διδακτορικής διατριβής από το Τμήμα Χημείας της Σχολής Θετικών Επιστημών, του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων δεν υποδηλώνει αποδοχή των γνώμων του συγγραφέα Ν. 5343/32, άρθρο 202, παράγραφος 2»

Ορισμός Τριμελούς συμβουλευτικής επιτροπής από την Γ.Σ.:973/27-03-2018
Μέλη τριμελούς συμβουλευτικής επιτροπής:

Επιβλέπων:

Δημόκριτος Τσουκάτος, Ομότιμος Καθηγητής Τμήματος Χημείας Πανεπιστημίου Ιωαννίνων

Μέλη:

Βασίλειος Τσίκαρης, Καθηγητής Τμήματος Χημείας Πανεπιστημίου Ιωαννίνων
Μαρία Λουλούδη, Καθηγήτρια Τμήματος Χημείας Πανεπιστημίου Ιωαννίνων

Ορισμός θέματος διδακτορικής διατριβής από την Γ.Σ.: 984/28-09-2018

Ορισμός Επταμελούς εξεταστικής επιτροπής από την Γ.Σ.: 1072/02-12-2022

1. Δημόκριτος Τσουκάτος, Ομότιμος Καθηγητής Τμήματος Χημείας Πανεπιστημίου Ιωαννίνων
2. Βασίλειος Τσίκαρης, Καθηγητής Τμήματος Χημείας Πανεπιστημίου Ιωαννίνων
3. Μαρία Λουλούδη, Καθηγήτρια Τμήματος Χημείας Πανεπιστημίου Ιωαννίνων
4. Γεράσιμος Μαλανδρίνος, Αναπληρωτής Καθηγητής Τμήματος Χημείας Πανεπιστημίου Ιωαννίνων
5. Άννα-Ειρήνη Κούκκου, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια Τμήματος Χημείας Πανεπιστημίου Ιωαννίνων
6. Βασίλειος Τσιούρης, Αναπληρωτής Καθηγητής της Κτηνιατρικής Σχολής του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης
7. Πηγή Λυμπέρη, Διευθύντρια Ερευνών στην Ανοσολογία, Υπεύθυνη Εργαστηρίου Ανοσολογίας του Ελληνικού Ινστιτούτου Παστέρ.

Έγκριση Διδακτορικής διατριβής με βαθμό «ΑΡΙΣΤΑ» στις 08-12-2022

Ο Πρόεδρος του Τμήματος Χημείας

Η Γραμματέας του Τμήματος

Ιωάννης Πλακατούρας

Ξανθή Τουτουνζόγλου



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΧΗΜΕΙΑΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ ΚΑΙ ΒΙΟΧΗΜΕΙΑΣ
45110 ΙΩΑΝΝΙΝΑ

Καθηγητής Δημόκριτος Τσουκάτος

E-mail: dtsoykat@uoi.gr

Τηλ.: +2651008368

Ιωάννινα, 08/12/2022

Προς
Το Τμήμα Χημείας
του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων

ΘΕΜΑ: «Απονομή Διδακτορικού διπλώματος στην κα. Μαρία-Ελένη Μπότη »

Η επταμελής εξεταστική επιτροπή που ορίστηκε από για την κρίση της Διδακτορικής Διατριβής της κα. **Μαρία-Ελένη Μπότη**, συνήλθε σε δημόσια συνεδρίαση στο Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων στις 8 Δεκεμβρίου 2022, όπου παρακολούθησε την υποστήριξη της Διατριβής με τίτλο: «**Αντιοξειδωτικά επίπεδα πουλερικών ελεύθερης βοσκής σε σύγκριση με αυτά συμβατικών**». Η επιτροπή έκρινε ομόφωνα ότι η Διατριβή είναι πρωτότυπη και αποτελεί ουσιαστική συμβολή στην πρόοδο της Επιστήμης. Κατόπιν αυτού η επιτροπή αποφάσισε να απομείνει στην κα. **Μαρία-Ελένη Μπότη** το Διδακτορικό Δίπλωμα Χημείας με βαθμό

« **Άριστα** » 10

ΤΑ ΜΕΛΗ ΤΗΣ ΕΠΤΑΜΕΛΟΥΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ

1. Δημόκριτος Τσουκάτος, Ομότιμος Καθηγητής Τμήματος Χημείας Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, Επιβλέπων Καθηγητής
2. Βασίλειος Τσικαράς, Καθηγητής Τμήματος Χημείας Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, Μέλος της Συμβουλευτικής Επιτροπής
3. Μαρία Λουλούδη, Καθηγήτρια Τμήματος Χημείας Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, Μέλος της Συμβουλευτικής Επιτροπής
4. Γεράσιμος Μαλανδρίνος, Αναπληρωτής Καθηγητής Τμήματος Χημείας Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, Μέλος της Εξεταστικής Επιτροπής
5. Άννα-Ειρήνη Κούκκου, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια Τμήματος Χημείας Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, Μέλος της Εξεταστικής Επιτροπής
6. Βασίλειος Τσιούρης, Αναπληρωτής Καθηγητής της Κτηνιατρικής Σχολής του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, Μέλος της Εξεταστικής Επιτροπής
7. Πηνελόπη Ασημένη, Διευθύντρια Ερευνών στην Ανοσολογία, Υπεύθυνη Εργαστηρίου Ανοσολογίας του Ελληνικού Ινστιτούτου Παστέρ, Μέλος της Εξεταστικής Επιτροπής

*Στα παιδιά μου Λάμπρο και
Ραφαήλ
και στον άνδρα μου
Βασίλη*

Πρόλογος

Η παρούσα διατριβή εκπονήθηκε στο Εργαστήριο της Βιοχημείας του Τομέα Οργανικής Χημείας και Βιοχημείας του Τμήματος Χημείας του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, κατά το χρονικό διάστημα Μάρτιος 2018- Νοέμβριος 2022 υπό την καθοδήγηση τριμελούς επιτροπής που αποτελείτο από τον Ομότιμο Καθηγητή κ. Δημόκριτο Τσουκάτο ως Επιβλέποντα Καθηγητή και τον Καθηγητή κ. Βασίλειο Τσίκαρη και την Καθηγήτρια κα. Μαρία Λουλούδη.

Η διατριβή υλοποιήθηκε στο πλαίσιο του ερευνητικού έργου «*Πρωτοποριακοί ιχνηλάτες ως νέοι δείκτες ορισμού συστημάτων «Ελεύθερης βοσκής»*» της Δράσης «*ΕΡΕΥΝΩ – ΔΗΜΙΟΥΡΓΩ – ΚΑΙΝΟΤΟΜΩ*» και συγχρηματοδοτήθηκε από το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης (ΕΤΠΑ) της Ευρωπαϊκής Ένωσης και εθνικούς πόρους μέσω του Ε.Π. Ανταγωνιστικότητα, Επιχειρηματικότητα & Καινοτομία (ΕΠΑνΕΚ) (κωδικός έργου: **TIEAK-03939**).

Θα ήθελα να εκφράσω την βαθύτατη ευγνωμοσύνη μου στον Επιβλέποντα κ. Δημόκριτο Τσουκάτο, Ομότιμο Καθηγητή για την άμεση του επίβλεψη, στήριξη σε δύσκολες στιγμές, καθοδήγηση και τις πολύτιμες συμβουλές του καθ' όλη τη διάρκεια της εκπόνησης της διατριβής.

Ευχαριστώ θερμά τον Καθηγητή κ. Βασίλειο Τσίκαρη και την Καθηγήτρια κα. Μαρία Λουλούδη, μέλη της τριμελούς συμβουλευτικής επιτροπής όχι μόνο για το ενδιαφέρον τους και τις πολύτιμες συμβουλές τους κατά την εκπόνηση της διατριβής μου, αλλά και για την συμπαράστασή τους στη καθημερινή αντιμετώπιση προβλημάτων, τόσο εντός όσο και εκτός εργαστηρίου. Δεν θα μπορούσα να παραλείψω στις ευχαριστίες μου στον Καθηγητή κ. Αλέξανδρο Τσελέπη, ο οποίος αποτέλεσε μέχρι πρόσφατα μέλος της τριμελούς μου επιτροπής, και ο οποίος συνέβαλε με την συμβολή του ώστε να ολοκληρωθεί η παρούσα διατριβή.

Ιδιαίτερα θερμές ευχαριστίες εκφράζονται στον Αναπληρωτή Καθηγητή κ. Βασίλειο Τσιούρη για το συνεχές ενδιαφέρον του αλλά και για τις πολύτιμες επισημάνσεις του σε θέματα της εκτροφής πουλερικών.

Ένα μεγάλο ευχαριστώ οφείλω στην κα. Πηγή Λυμπέρη, την οποία είχα την τύχη να γνωρίσω μέσω της παρούσας συνεργασίας, και η οποία με τις γνώσεις της συνέβαλε ώστε να υπάρξουν νέες προοπτικές στην έρευνα μου.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον Αναπληρωτή Καθηγητή κ. Γεράσιμο Μαλανδρίνο και την Αναπληρώτρια Καθηγήτρια κα. Άννα-Ειρήνη Κούκκου για τη

συμμετοχή τους τόσο στην επταμελή εξεταστική επιτροπή αλλά και για τις διορθώσεις τους κατά την ολοκλήρωση της διατριβής.

Θερμές ευχαριστίες εκφράζονται για τη δημιουργική συνεργασία και βοήθεια στις φίλες και συναδέλφους μου Ευγενία Φώτου, Βασιλική Μουλασιώτη, Δήμητρα Κυριάκου και Μαρία Παπαδάμη. Ιδιαίτερες ευχαριστίες εκφράζονται στους Αποστολή Πατσία, Χρυσάνθη Μπέλλου, Δημήτριο Φούκα και Ιωάννη Πατούνα οι οποίοι αποτέλεσαν τον «συνδετικό κρίκο» ανάμεσα στο Εργαστήριο μας και τον ΑΠΣΙ «Η ΠΙΝΔΟΣ» κατά τη διάρκεια της διατριβής μου.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον συνεργάτη, Κωνσταντίνο Τέλλη, μέλος Ε.ΔΙ.Π. του Τμήματος Χημείας, ο οποίος αποτέλεσε τον υπεύθυνο του Εργαστηρίου Βιοχημείας καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της διδακτορικής μου διατριβής.

Τέλος θα ήθελα να πω ένα τεράστιο «**ΕΥΧΑΡΙΣΤΩ**» στα δύο μου παιδιά, Λάμπρο και Ραφαήλ για την υπομονή τους αλλά και την υποστήριξη τους στις δύσκολες στιγμές όλα αυτά τα χρόνια.

Μαρία-Ελένη Μπότη

Ιωάννινα, Νοέμβριος 2022

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

TAC	Ολική Αντιοξειδωτική Ικανότητα Πλάσματος
DPFH	2,2-διφαινυλ-1-πικρυλυδραζύλ
TBARS	Θειοβαρβιτουρικό οξύ
MDA	Μηλονική διαλδεΰδη
TBA	Θειοβαρβιτουρικό οξύ
TCA	Τριγλωροξικό οξύ
LDL	Λιποπρωτεΐνη χαμηλής πυκνότητας

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Πρόλογος-

Συντομογραφίες

Σκοπός διατριβής 1

A. Θεωρητικό Μέρος 3

Κεφάλαιο 1^ο - Εισαγωγή 3

1.1. Γενικά για την όρνιθα ή κοινώς κότα 3

1.2. Το γονιδίωμα της οικόσιτης όρνιθας 4

1.3. Φυλές κρεατοπαραγωγικής κατεύθυνσης 6

1.4. Η Πτηνοτροφία 10

1.5. Η Πτηνοτροφία στην Ελλάδα 11

1.6. Η Πτηνοτροφία στην Ήπειρο 13

1.7. Η ιστορική εξέλιξη της πτηνοτροφίας στην Ελλάδα 13

1.8. Οι τύποι μεθόδων εκτροφής στην Πτηνοτροφία 14

1.9. Η ευζωία στην εκτροφή των πουλερικών 16

1.10. Ζωοτροφές-Φύραμα 17

1.11. Η σύγχρονη Πτηνοτροφική μονάδα 20

1.12. Οι δομικές μονάδες ενός σύγχρονου πτηνοτροφείου 22

Βιβλιογραφία 1^{ου} Κεφαλαίου 31

Κεφάλαιο 2^ο – Η κρεατοπαραγωγική πτηνοτροφία 35

2.1. Γενικά για την κρεατοπαραγωγική πτηνοτροφία 35

2.2. Τα κύρια χαρακτηριστικά της κρεατοπαραγωγικής ικανότητας 36

2.3. Οι παράμετροι εκτίμησης της κρεατοπαραγωγικής ικανότητας των πουλερικών 36

2.4. Οι παράγοντες που επηρεάζουν την κρεατοπαραγωγική ικανότητα 38

2.5. Ποιότητα κοτόπουλου - συντελεστές ποιότητας 40

2.6. Θερμική καταπόνηση (heat stress) και συνέπειες στα κρεατοπαράγωγα κοτόπουλα 42

2.7. Επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στην θερμική καταπόνηση των κοτόπουλων	48
Βιβλιογραφία 2ου Κεφαλαίου	51
Κεφάλαιο 3^ο - Αντιοξειδωτική κατάσταση-Οξειδωτικό στρες και ευζωία	55
3.1. Ελεύθερες ρίζες	55
3.2. Οι δραστικές μορφές του οξυγόνου (ROS)	56
3.3. Οι δραστικές μορφές του αζώτου (RNS)	57
3.4. Οι δραστικές μορφές του θείου (RSS)	58
3.5. Τρόπος παραγωγής των ελευθέρων ριζών	58
3.6. Οι θετικές και οι αρνητικές επιδράσεις από τις ελεύθερες ρίζες	59
3.7. Αντιοξειδωτικά μέσα	62
3.8. Αντιοξειδωτικοί μηχανισμοί	65
3.9. Οι ενζυμικοί μηχανισμοί της αντιοξειδωτικής άμυνας	66
3.10. Οι μη ενζυμικοί μηχανισμοί της αντιοξειδωτικής άμυνας	67
3.11. Οξειδωτικό στρες	67
3.12. Το οξειδωτικό στρες και η διαταραχή της υγείας των ζώων	69
3.13. Ευζωία των ζώων (<i>Welfare</i>)	70
3.14. Χρήση φαρμακευτικών /αρωματικών φυτών ως αντιοξειδωτικά	71
3.15. Χρήση υποπροϊόντων ελαιόλαδου ως αντιοξειδωτικά	75
3.16. Η χρήση αρωματικών/φαρμακευτικών φυτών στον κλάδο της Πτηνοτροφίας	76
Βιβλιογραφία 3ου Κεφαλαίου	77
Κεφάλαιο 4^ο - Οι μέθοδοι προσδιορισμού της αντιοξειδωτικής ικανότητας	81
4.1. Μέθοδοι μέτρησης της αντιοξειδωτικής ικανότητας	81
4.2. Μέθοδοι SET – Single Electron Transfer	83
4.3. Μέθοδοι HAT – Hydrogen Atom Transfer	88
Βιβλιογραφία 4ου Κεφαλαίου	95
B. Πειραματικό Μέρος	101
Κεφάλαιο 5^ο - Σχεδιασμός και διεξαγωγή πειραμάτων	101
5.1. Υλικά και μέθοδοι	101

5.2.	Διατροφή των πουλερικών	106
5.3.	Συσκευές και όργανα	110
5.4.	Μέθοδοι-Πειραματική πορεία	111
5.5.	Επεξεργασία Πειραματικών Αποτελεσμάτων	113
5.6.	Αξιολόγηση οργανοληπτικών ιδιοτήτων	114
5.7.	Αξιολόγηση επίδρασης μετεωρολογικών συνθηκών στην υγεία και την αντιοξειδωτική κατάσταση των πουλερικών	115
Κεφάλαιο 6^ο - Αποτελέσματα		117
6.1.	Εκτίμηση του οξειδοαναγωγικού προφίλ με την χρήση δεικτών οξειδωτικού στρες σε κρεατοπαραγωγικά πουλερικά	117
6.2.	Αποτελέσματα προσδιορισμού της α-τοκοφερόλης (βιταμίνη E) σε ορό κρεατοπαραγωγικών κοτόπουλων	117
6.3.	Αποτελέσματα προσδιορισμού επίπεδων οξείδωσης λιπιδίων (TBARS) σε ορό και σε ιστό των κρεατοπαραγωγικών πουλερικών	129
6.4.	Αποτελέσματα προσδιορισμού της ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας έναντι της DPPH σε ορό και ιστό των κρεατοπαραγωγικών πουλερικών	151
6.5.	Συγκεντρωτικά αποτελέσματα αντιοξειδωτικής κατάστασης σε ορό και σε ιστό των κρεατοπαραγωγικών πουλερικών ανά εποχή.	175
6.6.	Παράμετροι ανάπτυξης και αξιοποίησης της τροφής στα κοτόπουλα	182
Κεφάλαιο 7^ο - Συζήτηση αποτελεσμάτων–Συμπεράσματα		195
Βιβλιογραφία 7^ο Κεφαλαίου		209
Περίληψη		217
Abstract		221
Δημοσιεύσεις – ανακοινώσεις σε ελληνικά και διεθνή συνέδρια -συμμετοχή σε ερευνητικά προγράμματα		225
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ		
Κατάλογος πινάκων		
Κατάλογος σχημάτων		

ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ

Με το όρο «Πτηνοτροφία» ορίζουμε τον κλάδο της κτηνοτροφίας ο οποίος ασχολείται με την εκτροφή ορισμένων πτηνών. Η εκτροφή των παραγωγικών αυτών πτηνών έχει σαν στόχο είτε την παραγωγή κρέατος είτε αυγών στη μέγιστη δυνατή ποσότητα και στο συντομότερο χρονικό διάστημα. Η κρεατοπαραγωγός πτηνοτροφία είναι από τους πιο ανεπτυγμένους και οργανωμένους κλάδους της ζωικής παραγωγής στην Ελλάδα αλλά και παγκοσμίως.

Τα τελευταία χρόνια όλο και περισσότεροι καταναλωτές προτιμούν το κρέας πουλερικών αντί για άλλα προϊόντα κρέατος λόγω του γεγονότος ότι αποτελεί πηγή πλούσια σε πρωτεΐνη και χαμηλά λιπαρά. Ένας ακόμη λόγος αύξησης της κατανάλωσης κρέατος πουλερικών οφείλεται και στο γεγονός ότι εξαιτίας της οικονομικής κρίσης που ταλανίζει τον υφήλιο παραμένει σχετικά φθινό σε σχέση με άλλα προϊόντα κρέατος. Αυτός άλλωστε είναι ο βασικός λόγος της σημαντικής αύξησης της παραγωγής πουλερικών σε βιομηχανική κλίμακα με απώτερο σκοπό την μαζική διατροφή μέσω αύξησης της παραγωγικότητας καθώς επίσης και την εντατική αναπαραγωγή. Το γεγονός αυτό οδήγησε με τη σειρά του στην υιοθέτηση ταχέως αναπτυσσόμενων φυλών πουλερικών.

Αυτή όμως η «εντατικοποίηση» παραγωγής επηρέασε σημαντικά την καλή διαβίωση, καθώς και την ποιότητα του κρέατος αλλά και την απόδοση των κοτόπουλων. Τα κοτόπουλα που εκτρέφονται σε συστήματα εντατικής εκτροφής αναπτύσσουν οξειδωτικό στρες, το οποίο μπορεί να οδηγήσει σε διάφορες παθολογικές καταστάσεις. Όλα αυτά έχουν ως συνέπεια χαμηλές επιδόσεις κατά τις εκτροφές που επηρεάζουν τόσο το οικονομικό κέρδος των Πτηνοτροφικών επιχειρήσεων αλλά και την ίδια την ποιότητα του κρέατος με τελικό αποδέκτη όλων των παραπάνω τον καταναλωτή.

Η χρήση των αντιβιοτικών και άλλων αντιμικροβιακών παραγόντων για τη διατροφή των ζώων έχει εντελώς απαγορευτεί τα τελευταία χρόνια στην Ευρωπαϊκή Ένωση κυρίως λόγω της πιθανής μεταβίβασης στους ανθρώπους μέσω της τροφικής αλυσίδας. Αυτό είχε ως συνέπεια την αναζήτηση νέων εναλλακτικών τρόπων όπως είναι τα αρωματικά/φαρμακευτικά φυτά και τα εκχυλίσματά τους τα οποία εμφανίζουν μεγάλη αποδοχή στους καταναλωτές. Τα αρωματικά φυτά εμφανίζουν μικρή σχετικά τοξικότητα με αποτέλεσμα να αποτελούν ιδανικές πρόσθετες ύλες ζωοτροφών.

Οι υψηλές ή χαμηλές θερμοκρασίες του περιβάλλοντος στο οποίο εκτρέφονται τα κοτόπουλα επηρεάζουν σε σημαντικό βαθμό την παραγωγικότητα και τις αποδόσεις τους, εξαιτίας της μειωμένης πρόσληψης τροφής και θρεπτικών συστατικών, καθώς επίσης και τον ρυθμό ανάπτυξής τους και την αποδοτικότητα των χορηγούμενων ζωοτροφών.

Για όλους τους παραπάνω λόγους γίνεται προσπάθεια να αντιστραφούν οι πρακτικές αναπαραγωγής. Τα εναλλακτικά συστήματα αναπαραγωγής περιλαμβάνουν κοτόπουλα βραδείας ανάπτυξης, τα οποία έχουν την ευκαιρία και την επιλογή να μεγαλώσουν σε εσωτερικούς και εξωτερικούς χώρους. Είναι επίσης σημαντικό ότι μια δίαιτα με υψηλή περιεκτικότητα σε θρεπτικά συστατικά έχει θετικό αντίκτυπο στην υγεία του κοτόπουλου. Έτσι, η προσθήκη αντιοξειδωτικών θρεπτικών συστατικών και πρε/προβιοτικών είναι σημαντική ως προς τον γονότυπο και το σύστημα εκτροφής που χρησιμοποιείται.

Στόχος της παρούσας διατριβής ήταν η έρευνα -για πρώτη φορά σε βιομηχανική κλίμακα- της επίδρασης του εμπλουτισμένου με βότανα διατροφικού περιβάλλοντος της κότας ελευθέρας βοσκής, στα επίπεδα της αντιοξειδωτικής κατάστασης και συνεπώς στις αποδόσεις, στην ποιότητα του σφάγιου, στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του, καθώς επίσης και σε ορισμένες βιοχημικές παραμέτρους τόσο σε ορό αίματος όσο και σε ιστό των κοτόπουλων.

Απώτερος στόχος ήταν η ανάπτυξη μιας νέας διατροφικής μεθόδου εκτροφής κοτόπουλων για την αντιμετώπιση της θερμικής καταπόνησης λαμβάνοντας υπόψη και τις εποχιακές διακυμάνσεις.

Η παρούσα διδακτορική διατριβή διεξήχθη στο Εργαστήριο Βιοχημείας του Τμήματος Χημείας του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων. Πραγματοποιήθηκαν συνολικά δώδεκα (12) εκτροφές σε πτηνοθαλάμους παχύνσεως ελεύθερης βοσκής και συμβατικής εκτροφής συνεργαζόμενων πτηνοτρόφων του Αγροτικού Πτηνοτροφικού Συνεταιρισμού Ιωαννίνων "ΑΠΣΙ - Η ΠΠΝΔΟΣ". Οι έντεκα εκτροφές περιλάμβαναν τα συμβατικά σιτηρέσια και τα εμπλουτισμένα με αρωματικά βότανα ή εκχυλίσματα αυτών, ενώ στην ενδέκατη εκτροφή έγινε προσθήκη αλεύρου πάστας ελιάς ως πρόσθετο πλούσια σε πολυφαινόλες.

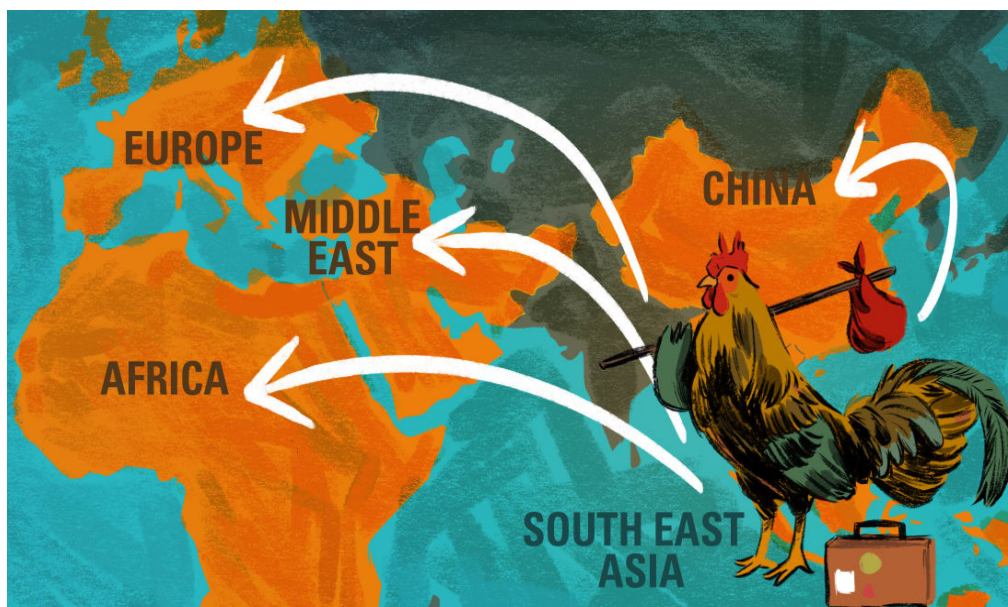
Στις εκτροφές μελετήθηκαν οροί και ιστοί από τρεις ομάδες πουλερικών: α) συμβατικής βοσκής, β) ελευθέρας βοσκής με συνηθισμένη διατροφή και γ) ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη με αρωματικά φυτά διατροφή

Α. Θεωρητικό Μέρος

Κεφάλαιο 1^ο -Εισαγωγή

1.1. Γενικά για την όρνιθα ή κοινώς κότα

Η « Όρνιθα ή κοινώς κότα», αποτελεί το πιο εξημερωμένο πτηνό και ταυτόχρονα το πιο διαδεδομένο οικόσιτο ζώο. Η κότα εκτιμάται ότι εξημερώθηκε στην Ινδία, ενώ πρόσφατα ανακαλύφθηκαν στοιχεία που υποδεικνύουν ότι η εξημέρωσή της είχε ξεκινήσει στο Βιετνάμ πριν από περίπου 10.000 χρόνια. Στη συνέχεια το εξημερωμένο πτηνό διαδόθηκε στην Περσία, τη Λυδία, μετά στη δυτική Μικρά Ασία και γύρω στον 9^ο-8^ο αιώνα π.Χ. έφτασε και στην Ελλάδα. Η κότα ήταν γνωστή στην Αίγυπτο από την 18η Δυναστεία, ως το πουλί που γεννάει ένα αυγό κάθε μέρα. Η κότα ήρθε στην Αίγυπτο από την Συρία και τη Βαβυλώνα, σύμφωνα με τα χρονικά του Τούθμωση Γ' (Σχήμα 1).



Σχήμα 1. Πορεία διάδοσης της όρνιθας στον κόσμο. [1,2]

(Πηγή: <https://firstwefeast.com/features/2016/04/fried-chicken-illustrated-history>)

Η εκτροφή της γίνεται από τον άνθρωπο τόσο για το κρέας της όσο και για τα αυγά της. Είναι ένα πτηνό παμφάγο το οποίο μπορεί να ζήσει ελεύθερο στη φύση μέχρι και δέκα χρόνια. Σε μια κρεατοπαραγωγική μονάδα η διάρκεια ζωής του περιορίζεται σημαντικά και δεν ξεπερνά τις δεκατέσσερις εβδομάδες ενώ σε μια αυγοπαραγωγική μονάδα η διάρκεια ζωής μπορεί να φτάσει και τις εκατό εβδομάδες. Πρόκειται για θερμόαιμα ζώα με υψηλό μεταβολικό ρυθμό ενώ η θερμοκρασία του σώματος τους

κυμαίνεται μεταξύ 40,5°C και 43°C. Επίσης εμφανίζει υψηλή πίεση αίματος και μεγάλο αριθμό καρδιακών παλμών. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται η συστηματική κατάταξη της όρνιθας (Πίνακας 1) [3.4].

Πίνακας 1. Συστηματική κατάταξη όρνιθας

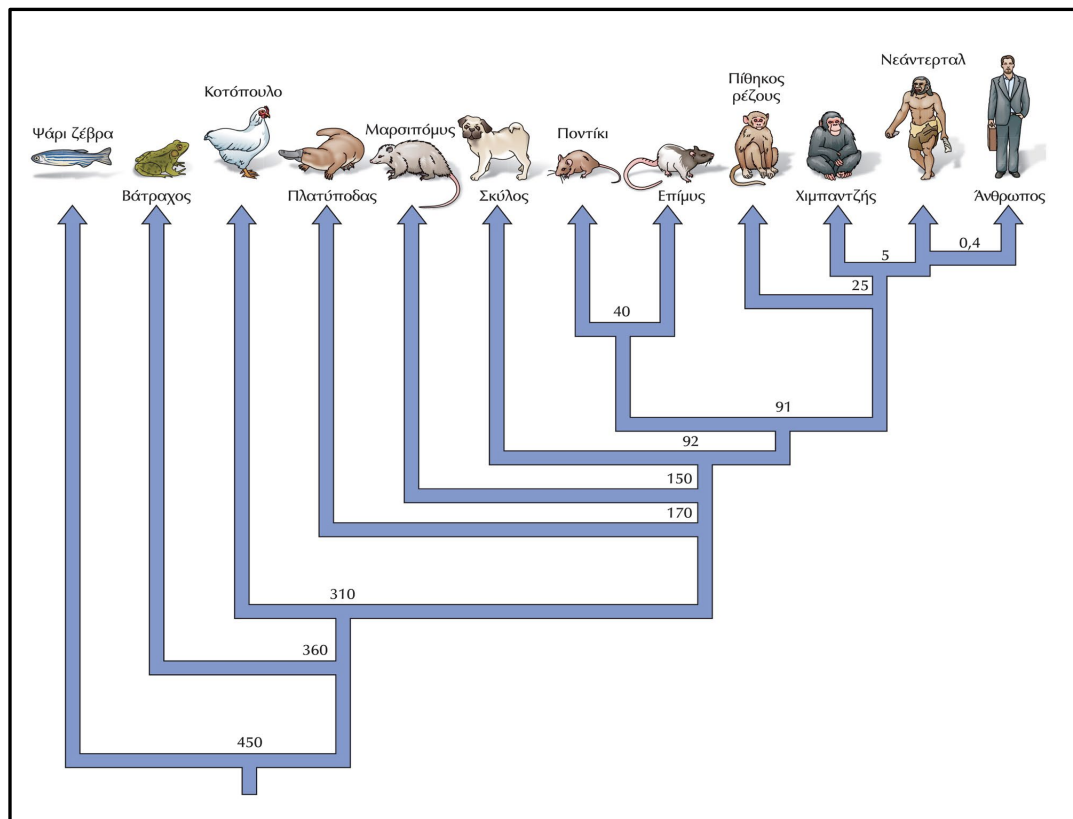
Βασίλειο	Animalia (Ζώα)
Συνομοταξία	Chordata (Χορδωτά)
Ομοταξία	Aves (Πτηνά)
Τάξη	Galliformes (Ορνιθόμορφα)
Οικογένεια	Phasianidae (Φασιανίδες)
Γένος	Gallus (Όρνιθα)
Είδος	G. gallus
Υποείδος	G. g. domesticus

(Πηγή: <http://www.gaiapedia.gr>)

1.2. Το γονιδίωμα της οικόσιτης όρνιθας

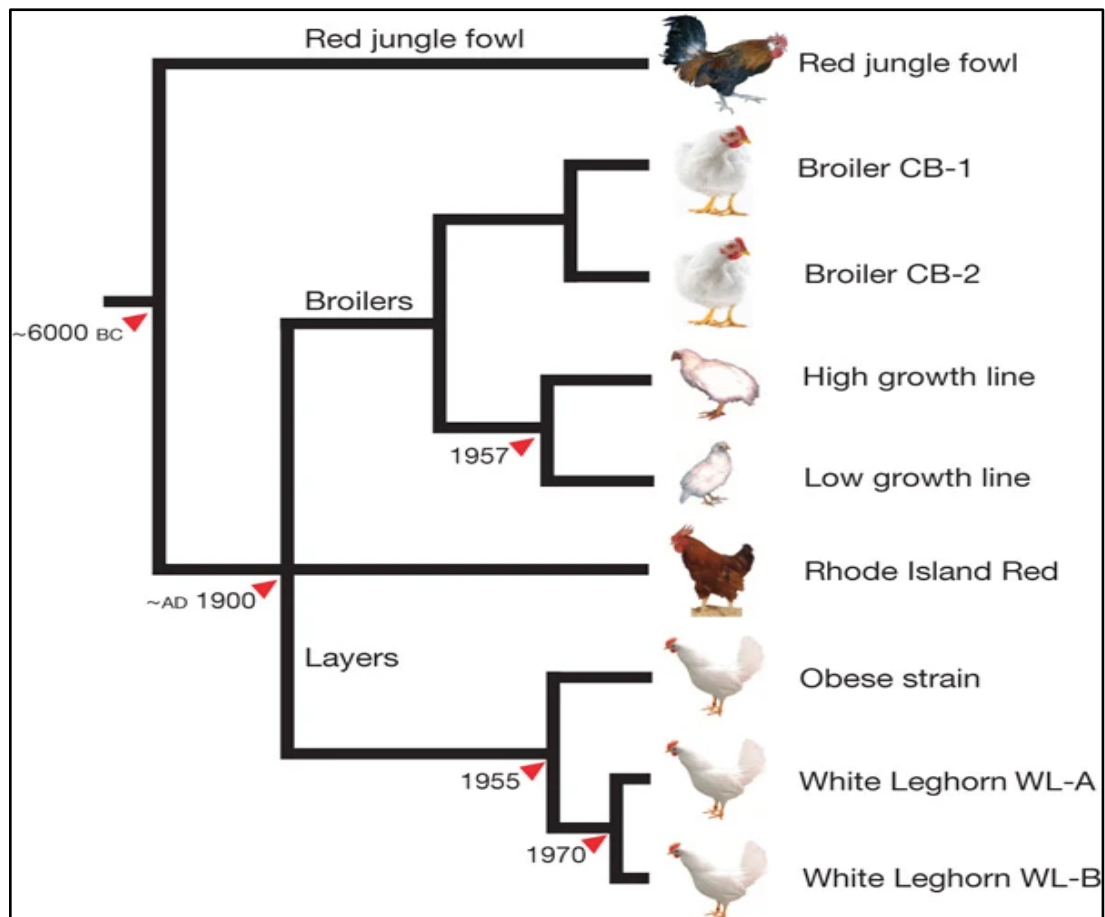
Το γονιδίωμα της οικόσιτης όρνιθας αποκωδικοποιήθηκε το 2004 από διεθνής επιστημονική ομάδα [5]. Το εντυπωσιακό της εν λόγω μελέτης έγκειται στο γεγονός ότι η εξελικτική πορεία της όρνιθας άρχισε πολύ πριν από την εμφάνιση των δεινοσαύρων. Για την αποκωδικοποίηση ελήφθη δείγμα του γενετικού υλικού της κόκκινης όρνιθας της ζούγκλας (λατινική ονομασία *Gallus gallus*) και αποτελεί προγονό της οικόσιτης όρνιθας. Το πρώτο σχέδιο του γονιδιώματος περιλάμβανε περίπου ένα δισεκατομμύριο ζεύγη βάσεων, τις δομικές μονάδες της γνωστής διπλής έλικας του DNA. Το συγκεκριμένο είδος διαθέτει 20 έως 30 χιλιάδες γονίδια, γεγονός που σημαίνει ότι έχει περίπου τον ίδιο αριθμό χρωμοσωμάτων με τον άνθρωπο.

Η λεπτομερής ανάλυση απέδειξε ότι ο άνθρωπος και η κότα, όπως και όλα τα σπονδυλωτά, είχαν κοινό πρόγονο ο οποίος υπολογίζεται ότι έζησε πριν από περίπου 300 εκατομμύρια χρόνια, δηλαδή πολύ πριν κάνουν την εμφάνιση τους οι δεινόσαυροι (Σχήμα 2)!



Σχήμα 2. Εξελικτική ιστορία σπονδυλωτών των οποίων έχουν προσδιοριστεί οι αλληλουχίες γονιδιώματος. [6,7]. (Πηγή: <https://eclass.upatras.gr/>)

Σήμερα, παρά την ύπαρξη μερικών κοινών αλληλουχιών βάσεων του DNA μεταξύ ανθρώπου και όρνιθας, είναι προφανές ότι στο σύνολό τους οι κώδικες είναι διαφορετικοί. Σε άλλη μελέτη ερευνητές συνέκριναν το γονιδίωμα του *Gallus gallus* με τρία είδη οικόσιτης κότας: της κρεατοπαραγωγού, της ωτόκου και της κινεζικής *silkie*. Όπως προέκυψε ο υπερκινητικός *Gallus gallus* και η κρεατοπαραγωγός κότα έχουν τόσες διαφορές στην εμφάνιση και τη συμπεριφορά που θα μπορούσαν να ανήκουν σε άλλα είδη ωστόσο η γενετική τους ομοιότητα είναι μεγάλη. Η ποικιλομορφία ακόμα και στο πιο μικρό τμήμα του γενετικού υλικού μπορεί να προκαλέσει σημαντικές αλλαγές στο φαινότυπο του ζώου. Τον τελευταίο αιώνα η εντατική ορνιθοτροφία οδήγησε στην δημιουργία εξειδικευμένων ρατσών κοτόπουλων, κάποιες από τις οποίες έχουν την δυνατότητα να παράγουν περισσότερα αυγά ή μεγαλύτερη ποσότητα κρέατος (Σχήμα 3) [8].



Σχήμα 3. Δημιουργία εξειδικευμένων ρατσών πουλερικών.

(Πηγή: <https://www.nature.com/articles/nature08832>)

1.3. Φυλές κρεατοπαραγωγικής κατεύθυνσης

Ως φυλή ορίζεται «μια ομάδα ζώων του ίδιου είδους, τα οποία βάσει της καταγωγής τους, ορισμένων μορφολογικών και φυσιολογικών χαρακτηριστικών τους και της χρησιμοποίησής τους από τον άνθρωπο εμφανίζουν στενή ομοιότητα μεταξύ τους. Οι σημαντικότεροι μηχανισμοί δημιουργίας και εξέλιξης μιας φυλής είναι η γεωγραφική απομόνωση πληθυσμών από άλλους, η φυσική και η τεχνητή επιλογή, η μετανάστευση και η γενετική παρέκκλιση. Η σύζευξη μεταξύ ατόμων διαφορετικών φυλών ονομάζεται διασταύρωση και το αποτέλεσμα αυτής λέγεται υβρίδιο. Η κατάταξη φυλών στην πτηνοτροφία μπορεί να γίνει με τρεις τρόπους [9,10].

- 1) Η παραγωγική κατεύθυνση δηλαδή αν χρησιμοποιούνται για το κρέας τους ή για την παραγωγή αυγών με βάση την οποία κατατάσσονται σε: α) Ωοπαραγωγικός τύπος, β) Κρεατοπαραγωγικός τύπος και γ) Μικτός τύπος.
- 2) Η διάπλαση του σώματος δηλαδή ανάλογα με το μέγεθος με βάση το οποίο κατατάσσονται σε: α) Μικρόσωμες, β) Μεσαίου μεγέθους γ) Μεγαλόσωμες

3) Η προέλευση τους με βάση την οποία κατατάσσονται σε: α) Αμερικάνικες β) Ασιατικές, γ) Αγγλικές και δ) Μεσογειακές.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι κυριότερες φυλές κρεατοπαραγωγικής κατεύθυνσης που χρησιμοποιούνται στην σύγχρονη Πτηνοτροφία καθώς και τα βασικά τους χαρακτηριστικά (Πίνακας 2) [11].

Πίνακας 2. Οι κυριότερες φυλές κρεατοπαραγωγικής κατεύθυνσης

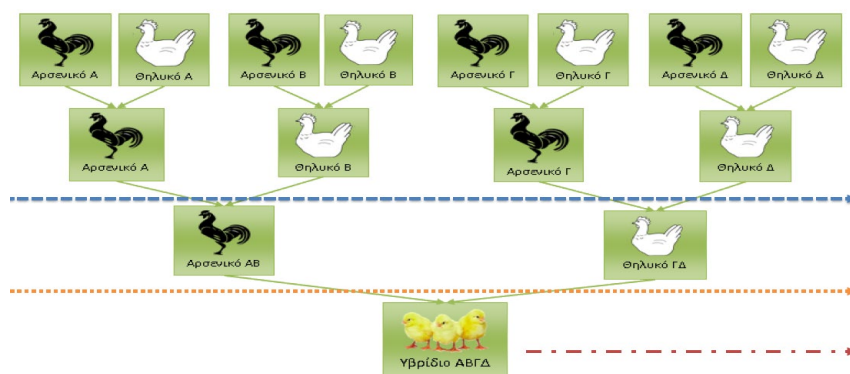
Όνομα	Προέλευση	Παραγωγική κατεύθυνση	Διάπλαση	Εικόνα
Plymouth Rock	Αμερικάνικη	Μικτός τύπος	Μέσου μεγέθους	
Rhode Island Red	Αμερικάνικη	Μικτός τύπος	Μέσου μεγέθους	
New Hampshire	Αμερικάνικη	Μικτός τύπος	Μέσου μεγέθους	
Jersey giant	Αμερικάνικη	Κρεατοπαραγωγικός	Βαρύσωμη	
Brahma	Ασιατική	Κρεατοπαραγωγικός	Βαρύσωμη	

Cochin	Ασιατική	Κρεατοπαραγωγικός	Βαρύσωμη	
Langshan	Ασιατική	Μικτός τύπος	Μέσου μεγέθους	
Cornish	Αγγλική	Κρεατοπαραγωγικός	Μέσου μεγέθους	
Sussex	Αγγλική	Μικτός τύπος	Μέσου μεγέθους	
Dorking	Αγγλική	Μικτός τύπος	Μέσου μεγέθους	
Andalusian	Αγγλική	Μικτός τύπος	Μέσου μεγέθους	

Araucana	Αμερικανική	Μικτός τύπος	Μέσου μεγέθους	
----------	-------------	--------------	----------------	---

Στην εμπορική παραγωγή πλέον δε χρησιμοποιούνται καθαρές φυλές. Η χρήση των καθαρών φυλών έχει περιοριστεί στην οικόσιτη παραγωγή. Πλέον χρησιμοποιούνται τόσο στην αυγοπαραγωγή όσο και στην κρεατοπαραγωγή 100% υβρίδια υψηλής παραγωγικότητας τα οποία παράγονται από εταιρίες κολοσσούς και αποτελούν «εμπορικά μυστικά». Η δομή του συστήματος παραγωγής και εμπορίας υβριδίων παγκοσμίως αποτελείται από τρεις πυλώνες: α) οι εταιρίες ανάπτυξης υβριδίων, οι οποίες παράγουν τα πατρογονικά (κρεατοπαραγωγής ή ωοπαραγωγής) μετά από διασταυρώσεις, β) οι αναπαραγωγικές επιχειρήσεις- εκκολαπτήρια οι οποίες διασταυρώνουν τα πατρογονικά και παράγουν τα εμπορικά υβρίδια ανά παραγωγική κατεύθυνση και γ) οι παραγωγοί που λαμβάνουν τα εμπορικά υβρίδια και παράγουν το τελικό προϊόν (Σχήμα 4).

Τα σύγχρονα υβρίδια αποτελούν προϊόντα διασταυρώσεων φυλών, καθαρών σειρών ή στελεχών μιας φυλής με επιθυμητές ιδιότητες. Οι αναπαραγωγικές επιχειρήσεις δεν μπορούν να παράγουν πατρογονικά διότι και αυτά είναι υβρίδια. Τα εμπορικά υβρίδια εάν αναπαραχθούν, λόγω διασχίσεως του γόνου, προκύπτει ανομοιομορφία και μείωση των επιθυμητών ιδιοτήτων.



Σχήμα 4. Τρόπος παραγωγής εμπορικών υβριδίων (μπλε γραμμή οι εταιρίες ανάπτυξης υβριδίων, κόκκινη γραμμή οι αναπαραγωγικές επιχειρήσεις- εκκολαπτήρια και μωβ γραμμή οι παραγωγοί)

(Πηγή: <https://eclass.teiwm.gr/modules/document/?course=TEG337>)

Ο τρόπος παραγωγής εμπορικών υβριδίων παρουσιάζει τόσο πλεονεκτήματα όσο και σημαντικά μειονεκτήματα. Τα κυριότερα πλεονεκτήματα είναι: α) η ταχύτατη μεταφορά γενετικής προόδου στον παραγωγό, β) η μεγάλη παραγωγικότητα και γ) η συνεχής βελτίωση επιθυμητών ιδιοτήτων. Το κυριότερο μειονέκτημα είναι η διά βίου εξάρτηση από τη μητρική εταιρία για την προμήθεια γενετικού υλικού. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι τρεις μεγάλες εταιρίες παραγωγής υβριδίων παγκοσμίως (Πίνακας 3)[12,13].

Πίνακας 3. Οι κυριότερες εταιρίες παραγωγής υβριδίων παγκοσμίως

Μητρική εταιρεία	Αναπαραγωγικές επιχειρήσεις
Erich Wesjohann Group (Aviagen)	Hi-Line, Lohmann, Ross, Arbor Acres, Hubbard
Hendrix Genetics	ISA, Babcock, Shaver, Hisex, Bovans, Dekalb
Tyson Foods	Cobb

1.4. Η Πτηνοτροφία

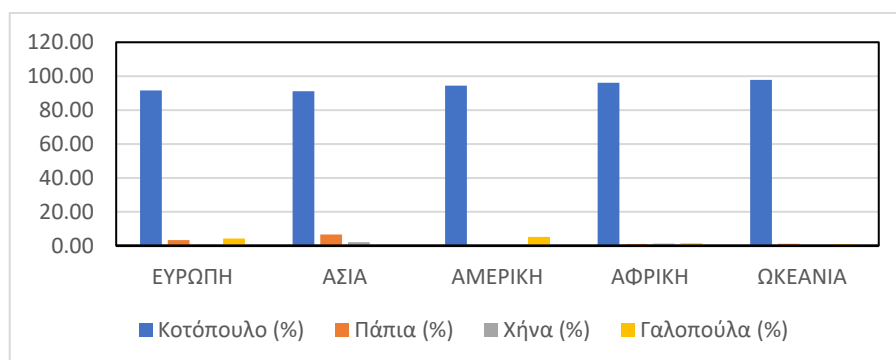
Η «Πτηνοτροφία» είναι ένας από τους πιο σημαντικούς κλάδους της Ζωικής Παραγωγής με αντικείμενο την εκτροφή των πτηνών τα οποία παρουσιάζουν οικονομικό όφελος για τον άνθρωπο. Στις μέρες μας ο όρος «Πτηνοτροφία» είναι άρρηκτα συνδεδεμένος με την εκτροφή του κοτόπουλου για αυτό και ο όρος "Πτηνοτροφία" είναι συνώνυμος με αυτόν της "Οрниθοτροφίας".

Οι εκτροφές των πτηνών αποσκοπούν στην παραγωγή διαφόρων πτηνοτροφικών προϊόντων τα κυριότερα των οποίων είναι το κρέας και τα αυγά.

Ωστόσο εκτός από το κοτόπουλο -η εκτροφή του οποίου γίνεται παγκοσμίως- υπάρχουν και άλλα είδη πτηνών που εκτρέφονται, με κυριότερα από αυτά να είναι η γαλοπούλα, η πάπια και η χήνα.

Η εκτροφή ωστόσο των τελευταίων εμφανίζει μία πιο εντοπισμένη ανάπτυξη, η οποία αποδίδεται στις διατροφικές συνήθειες που εμφανίζουν κατά τόπους οι διάφοροι πληθυσμοί (Πίνακας 4).

Πίνακας 4: Παγκόσμια κατανομή των εκτρεφόμενων πτηνών ανά είδος και ήπειρο για το 2018 (Πηγή: FAOSTAT)[14].



Οι βασικοί λόγοι για τους οποίους το κοτόπουλο κυριαρχεί στην αγορά είναι οι κάτωθι: α) Δεν συνδέεται με θρησκευτικές ή πολιτιστικές αποκλίσεις, β) έχει χαμηλή τιμή αγοράς, γ) ο χρόνος προετοιμασίας του γεύματος είναι σύντομος, δ) Κυκλοφορεί σε μία πλειάδα μεταποιημένων προϊόντων και ε) συχνά συνδέεται με την υγιεινή διατροφή. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται η παγκόσμια αγορά κρέατος κατά την τελευταία διετία 2020-22 από όπου προκύπτει η κυριαρχία της παραγωγής και κατανάλωσης ορνιθίου κρέατος (**Πίνακας 5**).

Πίνακας 5: Η θέση του ορνιθίου κρέατος (σε εκατομμύρια τόνοι) στην παγκόσμια αγορά την περίοδο 2020-22.

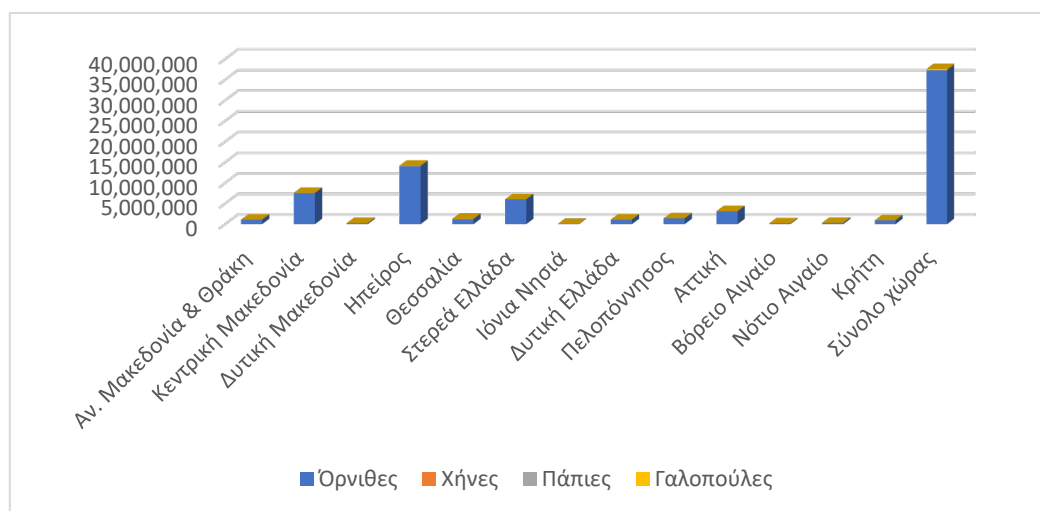
ΕΤΟΣ	2020	2021	2022	Μεταβολή %
Παραγωγή	340.3	355.5	360.5	1.4
Βοοειδές κρέας	72.0	72.5	73.2	1.0
Κρέας πουλερικών	136.0	137.8	138.8	0.8
Χοιρινό κρέας	109.8	122.5	125.6	2.5
Πρόβειο κρέας	16.1	16.4	16.6	1.0

1.5. Η Πτηνοτροφία στην Ελλάδα

Η πτηνοτροφία στην Ελλάδα είναι αποκλειστικά συνδεδεμένη με την εκτροφή του κοτόπουλου [15,16]. Με βάση τα στοιχεία της *ΕΛΣΤΑΤ* που δημοσίευσε για το 2017, στη χώρα μας εκτρέφονται συνολικά 37,5 εκατομμύρια κεφαλές πτηνών. από τις οποίες το 99,2% αφορά ωοπαραγωγικές κότες. Όσο αναφορά τα υπόλοιπα είδη πτηνών

καταγράφονται περίπου 257.000 γαλοπούλες, 25.000 πάπιες και 20.000 χήνες (Πίνακας 6).

Πίνακας 6: Κεφαλές πτηνών στην Ελλάδα για το έτος 2017 (Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ) [17].



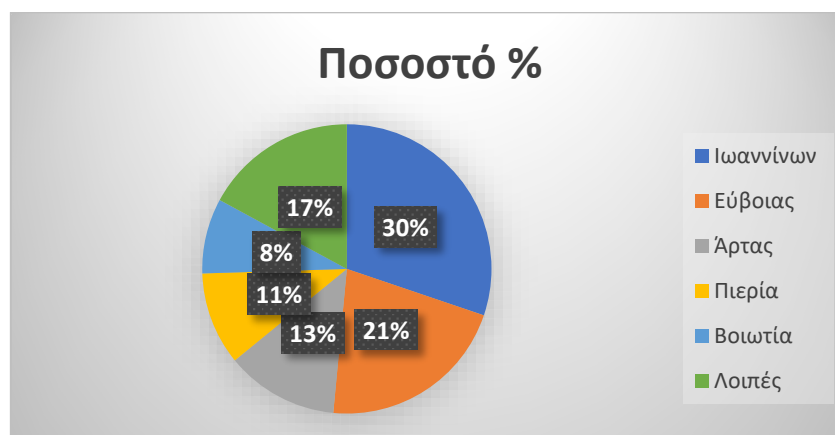
Η απουσία παραγωγής άλλων ειδών πτηνών στην Ελλάδα μπορεί να αποδοθεί στην μικρή διείσδυσή τους στις καθημερινές διατροφικές συνήθειες της ελληνικής οικογένειας. Μικρή εξαίρεση αποτελεί η γαλοπούλα, λόγω της κατανάλωσής της ως αλλαντικό αλλά και ως κρέας την ημέρα των Χριστουγέννων.

Τα τελευταία χρόνια η κρεατοπαραγωγός πτηνοτροφία αποτελεί έναν από τους πιο δυναμικά αναπτυσσόμενους κλάδους της ελληνικής κτηνοτροφίας.

Με βάση τα στοιχεία του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων η ετήσια παραγωγή κρέατος πουλερικών το 2020 υπολογίζεται ότι έφτασε περίπου στους 250 εκατομμύρια τόνους. Είναι ενδεικτικό ότι περίπου το 99% της παραγωγής αφορά σε κρέας ορνιθών. Επίσης το 80% της συνολικής παραγωγής κρέατος κοτόπουλων στην Ελλάδα παράγεται από μόλις δέκα επιχειρήσεις! (<http://www.minagric.gr>)

Με βάση την χωροταξική κατανομή ο μεγαλύτερος όγκος της παραγωγής του κρέατος ορνιθιών από συστηματικές εκτροφές εντοπίζεται σε τρεις περιφέρειες και συγκεκριμένα στην Ήπειρο, την Στερεά Ελλάδα και την Κεντρική Μακεδονία όπου παράγεται το 55,6%, το 18,8% και 20,1% αντίστοιχα της συνολικής παραγωγής στην Ελλάδα (Πίνακας 7)[18,19].

Πίνακας 7: Χωροταξική κατανομή παραγωγής κρέατος πουλερικών (Πηγή: Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων)



1.6. Η Πτηνοτροφία στην Ήπειρο

Η Πτηνοτροφία στην Ήπειρο αποτελεί τον πιο δυναμικό κλάδο της κτηνοτροφίας με την μεγαλύτερη καθετοποίηση. Η καθετοποίηση αναφέρεται στην επεξεργασία του αρχικού προϊόντος μέχρι την τελική διάθεση στον καταναλωτή. Οι επιχειρήσεις που ασχολούνται με την πτηνοτροφία στην Ήπειρο έχουν την έδρα και τις εγκαταστάσεις τους στο λεκανοπέδιο των Ιωαννίνων.

Οι πτηνοτροφικές μονάδες και εγκαταστάσεις στην Ήπειρο είναι από τις πιο σύγχρονες τεχνολογικά εγκαταστάσεις ανταποκρινόμενες στις αυστηρές προδιαγραφές της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Οι τέσσερις μεγαλύτερες επιχειρήσεις που καλύπτουν το 60% της Ελληνικής παραγωγής είναι:

1. Ο Αγροτικός Πτηνοτροφικός Συνεταιρισμός Ιωαννίνων «ΠΙΝΔΟΣ» με ποσοστό 27%
2. Η Θ. ΝΙΤΣΙΑΚΟΣ ΑΒΕΕ με ποσοστό 13%,
3. Η Η.Κ.Ε με ποσοστό 12%
4. Ο Αγροτικός Πτηνοτροφικός Συνεταιρισμός Άρτας με ποσοστό 8%.

1.7. Η ιστορική εξέλιξη της πτηνοτροφίας στην Ελλάδα

Τα πτηνοτροφικά προϊόντα που παρουσιάζουν εξαιρετική εμπορική αλλά κυρίως διατροφική αξία είναι το αυγό και το κρέας. Η αρχή της πτηνοτροφίας όπως προαναφέρθηκε ξεκίνησε στην Ινδία πριν από 2.000 χρόνια με την εξημέρωση της όρνιθας. Στην Ελλάδα μέχρι τον 2° παγκόσμιο πόλεμο η πτηνοτροφία

πραγματοποιούνταν με τον παραδοσιακό τρόπο παραμένοντας ουσιαστικά σε χωρικό επίπεδο. Οι κόττες αυγοπαραγωγής προέρχονταν από τον εγχώριο πληθυσμό και το κρέας πουλερικών ήταν συνέπεια της σφαγής των συγκεκριμένων πτηνών. Ωστόσο η παραπάνω μέθοδος εκτροφής άλλαξε την δεκαετία του 1950 με τη δημιουργία των πρώτων συστηματικών πτηνοτροφικών επιχειρήσεων.

Τα κυριότερα σημεία καμπής της πτηνοτροφίας μπορούν να συνοψιστούν στα παρακάτω τρία ορόσημα:

- ✓ Η ανακάλυψη των επωαστικών και εκκολαπτικών μηχανών (αρχές του 1900).
- ✓ Η ανακάλυψη των βιταμινών. Σεξάρισμα (δεκαετία 1920-1930).
- ✓ Η χρήση κλωβοστοιχειών. Εκμηχάνιση παραγωγής. Έλεγχος μικροκλίματος (Δεκαετία 1950-1960).

Καθοριστικό λοιπόν ρόλο στην ανάπτυξη της Πτηνοτροφίας έπαιξε η επιστημονική εξέλιξη στα πεδία της εκτροφής, της διατροφής και της υγιεινής των εκτρεφόμενων πτηνών [15].

1.8. Οι τύποι μεθόδων εκτροφής στην Πτηνοτροφία

Σήμερα εφαρμόζονται πλέον τέσσερις διαφορετικοί τύποι μεθόδων εκτροφής: α) η κλασική «οικόσιτη» εκτροφή, β) η «ημιεντατική» εκτροφή, γ) η «εντατική» και δ) η «βιολογική» ή «ελευθέρας βοσκής» εκτροφή [15].

➤ Οικόσιτη εκτροφή

Στις μέρες μας η οικόσιτη εκτροφή των ορνίθων περιορίζεται ολοένα και περισσότερο. Παρόλο ταύτα στην Ελλάδα, εξακολουθεί να υφίσταται ιδιαίτερα στην ύπαιθρο. Κατά την οικόσιτη εκτροφή, αρκετές αγροτικές οικογένειες εκτρέφουν κοντά στο σπίτι τους πτηνά. Τη νύχτα τα πτηνά διαμένουν σε οριοθετημένους χώρους (κοτέτσια) και την ημέρα βγαίνουν είτε στο προαύλιο είτε σε χώρους πέριξ της κατοικίας είτε σε ελεύθερους χώρους ή κι ακόμη σε γειτονικούς αργούς. Το μεγαλύτερο μέρος της τροφής λαμβάνεται μέσω της βόσκησης ωστόσο είναι απαραίτητη συχνά και η χορήγηση επιπλέον τροφής συμπληρωματικά. Η οικόσιτη εκτροφή αποσκοπεί στην κάλυψη των αναγκών της οικογένειας σε αυγά και κρέας και πολύ σπάνια γίνεται για βιοποριστικούς λόγους.

➤ Ημιεντατική εκτροφή

Η ημιεντατική εκτροφή βασίζεται στο γεγονός ότι τα προς εκτροφή πτηνά διατηρούνται καθ' όλο το 24ωρο σε περιφραγμένους χώρους. Η «ημιεντατική»

εκτροφή αποσκοπεί στην οικονομική αξιοποίηση των προϊόντων για την κάλυψη των βιοποριστικών αναγκών.

➤ Εντατική εκτροφή

Η εντατική εκτροφή προϋποθέτει την συνεχή παραμονή των πτηνών σε πτηνοτροφείο, το οποίο διαθέτει ελεγχόμενες συνθήκες μικροκλίματος. Οι εκτροφές, είναι δυναμικότητας από 30.000 έως 50.000 ορνίθων.

➤ Βιολογική ή ελεύθερας βοσκής εκτροφή

Τα τελευταία χρόνια η τάση που επικρατεί σε όλο και περισσότερους καταναλωτές είναι η κατανάλωση προϊόντων κρέατος που παράγονται υπό φυσικές συνθήκες και καλή μεταχείριση (welfare, ευζωία) των παραγωγικών ζώων. Για τον λόγο αυτό η πτηνοτροφία, έστρεψε το ενδιαφέρον της στην ανάπτυξη εναλλακτικών συστημάτων πτηνοτροφικών εκτροφών ανοικτού τύπου και αργής ανάπτυξης, όπου εφαρμόζονται πλέον οι εκτροφές ελεύθερης βόσκησης και βιολογικής παραγωγής.

Η βιολογική εκτροφή ορνίθων μοιάζει με την οικόσιτη και την ημιεντατική εκτροφή, αλλά πραγματοποιείται υπό συγκεκριμένες συνθήκες, οι οποίες σχετίζονται τόσο με τον χώρο και τον τρόπο εγκατάστασης, όσο και με άλλες παραμέτρους όπως ο γενότυπος, ο εξοπλισμός, η διατροφή και η υγεία των πτηνών.

Από τις παραπάνω εναλλακτικές εκτροφές, ιδιαίτερη ανάπτυξη τα τελευταία χρόνια έχει η ελεύθερη βοσκή, η οποία έχει συγκεντρώσει το ενδιαφέρον των μεγάλων πτηνοτροφικών εταιρειών, με διάρκεια εκτροφής 56-81 ημερών με ευδιάκριτες διαφορές όσον αφορά τις συνθήκες διατροφής και διαβίωσης των πτηνών.

Κρεατοπαραγωγικές πτηνοτροφικές εκτροφές

Οι εκτροφές κρεατοπαραγωγών κοτόπουλων στην Πτηνοτροφία γίνονται σε κλειστούς πτηνοθαλάμους με πλήρη έλεγχο των περιβαλλοντικών συνθηκών επί δαπέδου σε αριθμούς που κυμαίνονται από 5 μέχρι 40.000 ορνίθια. Η έναρξη της εκτροφής γίνεται με την παραλαβή νεοσσών ηλικίας μιας ημέρας από το εκκολαπτήριο και τοποθέτησή τους στη στρωμένη του θαλάμου εκτροφής το οποίο μπορεί να αποτελείται από άχυρο ή ροκανίδι ξύλου. Η εκτροφή διαρκεί περίπου 40 ημέρες οπότε και τα ζώα αποκτούν το σωματικό βάρος των 2,5kg. Μετά την ολοκλήρωση της κάθε εκτροφής ο θάλαμος καθαρίζεται, απολυμαίνεται και παραμένει άδειος για χρονικό διάστημα τουλάχιστον 15 ημερών ώστε να αποφευχθεί η μετάδοση ασθενειών από εκτροφή σε εκτροφή.

Ο σωστός έλεγχος των συνθηκών του μικροκλίματος του θαλάμου εκτροφής, η ισορροπημένη διατροφή και η τήρηση των κανόνων βιοασφάλειας είναι βασικές προϋποθέσεις για την επιτυχή εκτροφή των σύγχρονων υψηλού ρυθμού ανάπτυξης υβριδίων κρεατοπαραγωγής.

Η θερμοκρασία ξεκινάει την 1^η ημέρα από τους 32-33°C και μειώνεται σταδιακά κατά 2,8°C κάθε εβδομάδα για να φτάσουμε στους 20-21°C στο τέλος της εκτροφής. Η σχετική υγρασία που επικρατεί στο πτηνοτροφείο κυμαίνεται μεταξύ 50-70%.

Η φωτοπερίοδος ξεκινάει από είκοσι τρεις (23) ώρες φως για την πρώτη εβδομάδα της ζωής των νεοσσών και από την δεύτερη εβδομάδα μειώνεται σε δεκαοκτώ (18) ώρες φως και έξι (6) ώρες σκοτάδι σύμφωνα με τα όσα ορίζει η Ευρωπαϊκή οδηγία 2007/43/EK «*σχετικά με τον καθορισμό ελάχιστων κανόνων για την προστασία των κοτόπουλων που εκτρέφονται για την παραγωγή κρέατος*». Οι συγκεκριμένες συνθήκες διατηρούνται έως και την έκτη ημέρα πριν τη σφαγή οπότε και η διάρκεια της φωτεινής περιόδου αυξάνεται κατά μία ώρα ανά ημέρα έως τη σφαγή. Οι συνεχόμενες ώρες σκοταδιού έχουν θετική επίδραση στο ανοσοποιητικό σύστημα, ελαττώνουν τα ποσοστά θνησιμότητας και βελτιώνουν τη μετατρεψιμότητα της τροφής σε σωματικό βάρος (FCR). [15,20,21].

1.9 Η ευζωία στην εκτροφή των πουλερικών

Τα τελευταία χρόνια, όλο και περισσότεροι καταναλωτές ενδιαφέρονται για την ευζωία των παραγωγικών ζώων. Ως ευζωία ορίζεται «*η κατάσταση που βρίσκεται το ζώο κατά την προσπάθεια προσαρμογής στο περιβάλλον του αλλά και ένα χαρακτηριστικό που διαμορφώνεται μέσα από το γονότυπο και το περιβάλλον του κάθε ζώου*». Με βάση το Farm Animal Welfare Council (FAWC, 1993) η ευζωία προσδιορίστηκε ως ένα σύνολο υφιστάμενων προϋποθέσεων από τις οποίες θα πρέπει να εξυπηρετούνται οι βασικές ανάγκες των ζώων κατά τρία στάδια εκτροφής, μεταφοράς και σφαγής τους.

Οι προϋποθέσεις αυτές περιλαμβάνουν τις εξής πέντε “ελευθερίες” των ζώων: 1) *Απουσία πείνας ή δίψας*, 2) *Απουσία καταπόνησης από το περιβάλλον*, 3) *Απουσία τραυματισμού ή ασθένειας*, 4) *Δυνατότητα έκφρασης φυσιολογικής συμπεριφοράς*, και 5) *Απουσία φόβου ή στρες*.

Σε γενικές γραμμές, οι πολίτες επιθυμούν την αλλαγή των κτηνοτροφικών πρακτικών, ενώ οι περισσότεροι καταναλωτές αγοράζουν παρεμπιπτόντως μόνο το οικολογικά προϊόντα φιλικά προς τα ζώα [22-31].

Οι πτηνοτροφικές μονάδες θα πρέπει να βρίσκονται σε εκτάσεις εκτός σχεδίου πόλεως, και μάλιστα σε εκτάσεις όπου επιτρέπεται η κτηνοτροφία. Όλες οι μονάδες πρέπει να διαθέτουν έγκριση ίδρυσης και έγκριση ή γνωστοποίηση λειτουργίας. Οι εγκρίσεις αυτές εκδίδονται από τη Διεύθυνση Αγροτικής Οικονομίας και Κτηνιατρικής στην Περιφερειακή Ενότητα που ανήκουν. Η διαδικασία καθώς και τα απαιτούμενα δικαιολογητικά καθορίζονται από τον Ν. 4056/2012 (ΦΕΚ 52/Α/2012) στο άρθρο 6, όπως τροποποιήθηκε από το άρθρο 106 παράγραφο 2 του Ν. 4442/2016 (ΦΕΚ 230 Α άρθρο) μέσω του άρθρου 4 του Ν. 4711/2020 (ΦΕΚ 145/Α/2020).

Βάση της απόφαση 2307 (ΦΕΚ439/Β/2018) και της 65150/1780 του Υπουργού Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής (ΦΕΚ 3089/Β/2013), με την οποία αντικαταστάθηκε το Παράρτημα VII της ΥΑ 1958 (ΦΕΚ 21/Β/2012), οι πτηνοτροφικές μονάδες κατηγοριοποιούνται ως προς τις επιπτώσεις τους στο περιβάλλον και την υποχρέωσή τους στην έκδοση απόφασης περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Οι αποστάσεις των μονάδων εκτροφής πουλερικών από χώρους ενδιαφέροντος καθορίζονται ανάλογα με το είδος της μονάδας και το μέγεθός της [26].

1.10 Ζωοτροφές-Φύραμα

Ως ζωοτροφή χαρακτηρίζεται *«κάθε ύλη η οποία μετά την πρόσληψή της μπορεί να υποστεί πέψη, να απορριφθεί και να αξιοποιηθεί από τον οργανισμό του ζώου»*. Η ζωοτροφή είναι κάθε ύλη φυτικής, ζωικής ή ανόργανης προέλευσης, η οποία παράγεται φυσικά ή τεχνητά και προάγει το φαινόμενο της θρέψης, χωρίς ωστόσο να επηρεάζει την υγεία του ζώου. Οι ζωοτροφές πρέπει να περιέχουν όλα τα απαραίτητα θρεπτικά συστατικά και να μην περιέχουν βλαπτικούς παράγοντες για την υγεία του ζώου [15].

Τα θρεπτικά συστατικά είναι *«οι ουσίες που συμμετέχουν στον μεταβολισμό του ζωικού οργανισμού και του επιτρέπουν την εκδήλωση μιας ή περισσότερων από τις φυσιολογικές του λειτουργίες»*. Τα θρεπτικά συστατικά κατατάσσονται στις παρακάτω δύο κατηγορίες:

α) Δομικά συστατικά των ζωοτροφών

Στα δομικά συστατικά των ζωοτροφών περιλαμβάνονται οι υδατάνθρακες, οι πρωτεΐνες, τα λίπη, το νερό και τα μακροστοιχεία και συμβάλλουν στη διάπλαση των ιστών του σώματος.

β) Δυναμικά συστατικά των ζωοτροφών

Στα δυναμικά συστατικά των ζωοτροφών περιλαμβάνονται τα ιχνοστοιχεία και οι βιταμίνες. Τα συγκεκριμένα συστατικά αυτά περιέχονται στις ζωοτροφές σε πολύ μικρές ποσότητες και η φυσιολογική τους δράση χαρακτηρίζεται από δυναμική παρέμβαση στον κυτταρικό μεταβολισμό.

Τα αδρανή συστατικά μπορεί να περιέχονται στη ζωοτροφή ωστόσο δεν σχετίζονται με το φαινόμενο της πέψης των κοτόπουλων και κατ' επέκταση στις μεταβολικές διαδικασίες του οργανισμού.

Οι πρόσθετες ύλες είναι ουσίες οι οποίες προστίθενται στη ζωοτροφή με σκοπό την βελτίωση την ποσότητα ή την ποιότητα των παραγόμενων προϊόντων.

Οι πρόσθετες ύλες χωρίζονται σε τέσσερις κατηγορίες:

1. Στα συμπληρώματα θρεπτικών συστατικών που περιλαμβάνουν διάφορα θρεπτικά συστατικά και χρησιμοποιούνται ως πρόσθετα στις ζωοτροφές προκειμένου να τις συμπληρώσουν.

2. Στις βοηθητικές ουσίες οι οποίες προστίθενται στις ζωοτροφές για να βελτιώσουν τα φυσικοχημικά τους χαρακτηριστικά ή για να βελτιώσουν τα χαρακτηριστικά των παραγόμενων κτηνοτροφικών προϊόντων.

3. Στα βελτιωτικά πέψης που έχουν βοηθούν στην καλύτερη αξιοποίηση των συστατικών της τροφής στο πεπτικό σύστημα των ζώων, συμβάλλοντας στην καλύτερη εκμετάλλευση του σιτηρεσίου και στην αύξηση της παραγωγής του ζώου.

4. Στους προληπτικούς των ασθενειών παράγοντες οι οποίοι είναι φαρμακευτικές ουσίες που χρησιμοποιούνται για την πρόληψη των ασθενειών των ζώων.

Η διατροφή είναι σημαντικός παράγοντας στην πτηνοτροφία, καθώς επηρεάζει σημαντικά, εκτός από την υγεία και την παραγωγικότητα και το κόστος εκτροφής. Η επιλογή της κατάλληλης τροφής έχει ως στόχο την κάλυψη σε ενέργεια αλλά και θρεπτικά συστατικά που χρειάζονται τα κοτόπουλα, για την παραγωγή εξαιρετικής ποιότητας προϊόντων, όπως κρέας ή αυγά. Αυτός άλλωστε είναι ο λόγος που δεν επαρκεί μία ζωοτροφή, αλλά μείγματα, που είναι γνωστά ως «σιτηρέσια ή φυράματα». Ωστόσο η προμήθεια μεγάλων ποσοτήτων έτοιμων σιτηρεσίων και αποθήκευσή τους για μεγάλο χρονικό διάστημα δεν συνιστάται, διότι υπάρχει κίνδυνος μεγάλου ποσοστού των βιταμινών τους.

Τα κοτόπουλα ανήκουν στην κατηγορία των παμφάγων ζώων με συνέπεια να καταναλώνουν μεγάλη ποικιλία ζωοτροφών φυτικής και ζωικής προέλευσης. Τα

χαρακτηριστικά όμως του πεπτικού τους συστήματος (μικρή χωρητικότητα στομάχου, σχετικά γρήγορη διέλευση της τροφής) καθιστούν αναγκαία μια διατροφή που να περιλαμβάνει ζωοτροφές καλής ποιότητας και μικρού όγκου. Γι' αυτό προτιμώνται οι συμπυκνωμένες ζωοτροφές [37].

Τα κυριότερα συστατικά των φυραμάτων είναι τα κάτωθι:

- Καλαμπόκι, σιτάρι και κριθάρι. Οι συγκεκριμένοι καρποί είναι πλούσιοι σε ενέργεια και για αυτό άλλωστε αποτελούν τη βάση της διατροφής των πουλερικών. Στα περισσότερα μείγματα κυριαρχεί το καλαμπόκι.
- Πίτυρα σίτου και σογιάλευρο. Πρόκειται για γεωργικά υποπροϊόντα που περιέχουν μικρότερη ενέργεια σε σχέση με τα δημητριακά, ωστόσο υπερτερούν στην περιεκτικότητα πρωτεϊνών, οπότε αποτελούν τμήμα των σιτηρεσίων.
- Ιχθυάλευρα. Αποτελεί τη μοναδική ζωοτροφή ζωικής προέλευσης και παράγεται είτε από ολόκληρα ψάρια είτε μέρη αυτών. Είναι πλούσια σε πρωτεΐνες και χρησιμοποιούνται στα σιτηρέσια των νεοσσών.
- Ανόργανα στοιχεία και βιταμίνες (ισορροπιστές). Οι ισορροπιστές περιλαμβάνουν όλα τα ανόργανα στοιχεία και τις βιταμίνες που χρειάζονται τα πτηνά.

Μορφές σιτηρεσίων

Τα σιτηρέσια για τα κοτόπουλα είναι σε μορφή αλεύρου, διότι με τη μορφή αυτή τα συστατικά τους αναμειγνύονται καλύτερα και συνεπώς μπορούν να δοθούν σε κοτόπουλα κάθε ηλικίας. Μια άλλη μορφή σιτηρεσίων είναι τα τρίμματα συμπύκτων γνωστά και ως crumbles. Το συγκεκριμένο φύραμα παράγεται με ανάμιξη των συστατικών σε μορφή αλεύρου και το μείγμα οδηγείται στην σύμπτυξη. Στη συνέχεια τα σύμπηκτα σπάνε σε μικρότερα κομμάτια με την βοήθεια σε μύλων [32-37].

Διατροφή σε κάθε στάδιο ανάπτυξης

- Νεοσσοί ηλικίας ενός (1) μήνα

Ο πρώτος μήνας είναι ιδιαίτερα σημαντικός για τα κοτόπουλα, διότι εμφανίζουν υψηλή ευαισθησία. Δεν μπορούν να βόσκουν και συνεπώς η διατροφή τους βασίζεται αποκλειστικά στην παροχή σιτηρεσίου υψηλής ποιότητας.

- Κοτόπουλα ηλικίας ενός (1) έως τριών (3) μηνών.

Στην ηλικία αυτή για τα κοτόπουλα γίνεται η επιλογή έτοιμου σιτηρεσίου από την αγορά.

- Κοτόπουλα ηλικίας τριών (3) μηνών και άνω. Δεν διαφοροποιείται η διατροφή σε αυτή την ηλικία.

Στο σημείο αυτό πρέπει να τονιστεί ότι το σιτηρέσιο που χορηγείται στα κοτόπουλα πρέπει να καταναλώνεται την ίδια μέρα. Τα συμβατικά κοτόπουλα καταναλώνουν συνολικά περίπου τέσσερα (4) έως πέντε (5) κιλά έτοιμου σιτηρεσίου. Ένα κοτόπουλο βραδείας ανάπτυξης καταναλώνει συνολικά 6,5-7 κιλά έτοιμου σιτηρεσίου.

Τα είδη φυραμάτων που παράγονται στο εργοστάσιο ζωοτροφών του Αγροτικού Πτηνοτροφικού Συνεταιρισμού «ΠΙΝΔΟΣ» και χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα μελέτη ήταν τα εξής:

- A1: είναι για νεοσσούς κρεατοπαραγωγής ηλικίας 1-10 ημερών
- A2: είναι για κοτόπουλα κρεατοπαραγωγής ηλικίας 11-25 ημερών
- B: για κοτόπουλα κρεατοπαραγωγής ηλικίας 26-34 ημερών
- Γ: τελικό στάδιο εκτροφής κοτόπουλων κρεατοπαραγωγής 35 ημερών έως την ημέρα σφαγής
- ΑΕΒ: Α Ελευθέρας Βοσκής, περιέχει περισσότερο καλαμπόκι και είναι για 1-33 ημέρες των κοτόπουλων που εκτρέφονται ημιεντατικά
- ΒΕΒ: Β Ελευθέρας Βοσκής, περιέχει περισσότερο καλαμπόκι και είναι από 34 ημερών μέχρι τη σφαγή για κοτόπουλα που εκτρέφονται ημιεντατικά

1.11 Η σύγχρονη Πτηνοτροφική μονάδα

➤ Κτιριακές εγκαταστάσεις

Οι κτηριακές εγκαταστάσεις για την εκτροφή των πουλερικών, θα πρέπει να είναι κατασκευασμένες σύμφωνα με εγκεκριμένο τύπο κτηνοτροφικών στεγάστρων (ΠΔ 374 ΦΕΚ 251/Α/2001 που αφορά την προστασία των ζώων στα εκτροφεία) [26].

Κατά την κατασκευή θα πρέπει να ληφθούν υπόψη οι ανάγκες των πτηνών σε φωτισμό, αερισμό και καθαριότητα, να ληφθεί πρόβλεψη ύπαρξης τρόπου απομάκρυνσης της παραγόμενης κοπριάς καθώς και η εφαρμογής των απαιτούμενων μέτρων βιοασφάλειας.

Επιπλέον θα πρέπει να τηρούνται οι απαιτήσεις της οδηγίας 2007/43/ΕΚ (όπως ενσωματώθηκε στην εθνική νομοθεσία με την απόφαση 283329 (ΦΕΚ 1940/Β/2010) σχετικά με την ευζωία των ορνιθίων κρεατοπαραγωγής στην οποία πέρα των άλλων

ορίζεται και η μέγιστη πυκνότητα εκτροφής. Τέλος στην περίπτωση των βιολογικών εκτροφών ή άλλων εναλλακτικών συστημάτων εκτροφής θα πρέπει να τηρούνται τα αναφερόμενα στον Καν. (ΕΚ) 889/2008 (άρθρο 12 και Παράρτημα ΙΙΙ) και στον Καν. (ΕΚ) 543/2008 παράρτημα V αντίστοιχα. *(Πηγή Διεύθυνση συστημάτων εκτροφής ζώων, Τμήμα: Πτηνοτροφίας, Χοιροτροφίας, Κονικλοτροφίας & Γουνοφόρων, Βασίλης Κόλιας)*

Το ζωικό κεφάλαιο

Ο πτηνοτρόφος προμηθεύεται το αρχικό ζωικό κεφάλαιο για την εκμετάλλευση του ως νεοσσό ηλικίας μίας ημέρας. Η προμήθεια γίνεται από υπάρχουσες εκκολαπτικές επιχειρήσεις με έδρα είτε την Ελλάδα ή με απευθείας εισαγωγή από το εξωτερικό.

Τα κυριότερα υβρίδια ορνιθίων κρεατοπαραγωγικής κατεύθυνσης που διατίθενται στην αγορά είναι τα ROSS, COBB, SHAVER, BABCOCK, κ.λπ. Κάποια από αυτά τα υβρίδια είναι καταλληλότερα για εναλλακτικά συστήματα εκτροφής μικρής κλίμακας παρά για τις εντατικές εκτροφές.

Διατροφή

Η διατροφή των πτηνών βασίζεται στην χορήγηση φυράματος το οποίο μπορεί να περιέχει δημητριακούς καρπούς, σογιάλευρο, ηλιάλευρο, ανόργανα συστατικά, βιταμίνες, ιχνοστοιχεία και αμινοξέα. Η σύσταση του φυράματος αυτού πρέπει να είναι ισορροπημένη λαμβάνοντας υπόψη τόσο την ηλικία όσο και το στάδιο ανάπτυξής τους. Κάθε υβρίδιο συνοδεύεται από οδηγό εκτροφής στον οποίο πέρα από τα παραγωγικά του χαρακτηριστικά αναφέρονται και οι απαιτήσεις του σε θρεπτικά συστατικά ανά ηλικία. Οι οδηγίες αυτές μπορούν να αναζητηθούν μέσω των ιστοσελίδων των υβριδίων αυτών. Το χορηγούμενο στα πτηνά φύραμα ο ενδιαφερόμενος μπορεί να το προμηθεύεται από τις εταιρίες παραγωγής ζωοτροφών είτε εξ ολοκλήρου, είτε ως συμπύκνωμα [12,13].

Κρίσιμα σημεία στην εκτροφή – υποχρεώσεις

Τα κρίσιμα σημεία κατά την εκτροφή των πουλερικών περιλαμβάνει τα παρακάτω σημεία [26]:

- ✓ Την ποιότητα του ζωικού κεφαλαίου. Οι νεοσσοί θα πρέπει να είναι ομοιόμορφοι, ζωηροί και εμβολιασμένοι, προερχόμενοι από αξιόπιστο προμηθευτή.
- ✓ Οι εμβολιασμοί. Οι απαραίτητοι εμβολιασμοί θα πρέπει να γίνονται την κατάλληλη στιγμή και με τον πλέον κατάλληλο τρόπο.

- ✓ Η διατροφή. Οι ζωοτροφές θα πρέπει να είναι άριστης ποιότητας σύμφωνα με τις ανάγκες των πτηνών σε θρεπτικά συστατικά.
- ✓ Οι συνθήκες εκτροφής. Θα πρέπει να επικρατούν ιδανικές συνθήκες στο θάλαμο εκτροφής (όπως είναι ο φωτισμός, ο αερισμός και η σχετική υγρασία), τέτοιες που να διασφαλίζουν την καλύτερη ανάπτυξη των εκτρεφόμενων πτηνών.
- ✓ Ο εξοπλισμός του πτηνοτροφείου: Ο εξοπλισμός που χρησιμοποιείται θα πρέπει να είναι επαρκής ως προς τον αριθμό και να λειτουργεί σύμφωνα με τις προδιαγραφές του.
- ✓ Η τήρηση των μέτρων υγιεινής. Η τήρηση όλων των απαραίτητων μέτρων υγιεινής (π.χ. μυοκτονίες, απολυμάνσεις κ.λπ.) είναι απαραίτητη στο χώρο εκτροφής.
- ✓ Η τήρηση μέτρων βιοασφάλειας για διάφορες ζωνόσους.
- ✓ Η ημερήσια απομάκρυνση των νεκρών πουλιών.
- ✓ Οι επιθεωρήσεις. Οι τακτές επιθεωρήσεις είναι απαραίτητες για να αποφευχθούν σπατάλες τροφών έλλειψη νερού και να έγκαιρος εντοπισμός μολυσματικών ασθενειών.
- ✓ Η τήρηση μητρώου και ιστορικό της κάθε εκτροφής.
- ✓ Η τήρηση μητρώου που αφορά την φαρμακευτική αγωγή.
- ✓ Η εφαρμογή των απαιτούμενων αυτοελέγχων στο πλαίσιο του εθνικού προγράμματος ελέγχου της σαλμονέλλωσης [37].

1.12. Οι δομικές μονάδες ενός σύγχρονου πτηνοτροφείου

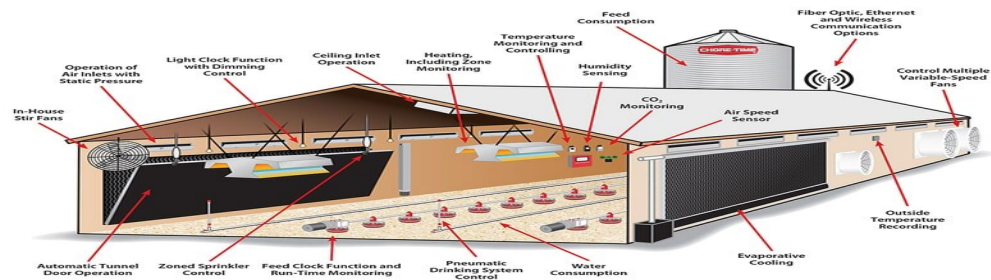
Η επιλογή του τόπου κατασκευής του πτηνοτροφείου είναι πολύ σημαντική. Θα πρέπει να επιλέγεται μία τοποθεσία σε υψόμετρο (ώστε να ελαχιστοποιείται ο κίνδυνος πλημμυρών) και σε μία περιοχή με καλή παρουσία ρευμάτων αέρα.

Το πτηνοτροφείο πρέπει να κατασκευάζεται με προσανατολισμό ανατολικό-δυτικό έτσι ώστε να αποφεύγεται όσο αυτό είναι εφικτό η έντονη επίδραση του ηλιακού φωτός. Αυτό κρίνεται απαραίτητο ώστε να περιοριστούν τυχόν διακύμανσης της θερμοκρασίας, ιδιαίτερα το καλοκαίρι. Η σωστή ρύθμιση της θερμοκρασίας οδηγεί στην βελτιώσει της εκμετάλλευσης της τροφής από τα πτηνά αλλά ταυτόχρονα βελτιώνει και την παραγωγικότητα [38-46].

Τα βασικά στοιχεία ενός σύγχρονου πτηνοτροφείου είναι τα εξής:

ι.η μόνωση,

- ii.το σύστημα εξαερισμού
- iii.το σύστημα θέρμανσης
- iv.το σύστημα δροσισμού
- v.το σύστημα υδροδότησης
- vi.το σύστημα παροχής τροφής
- vii.το σύστημα φωτισμού. (Σχήμα 5)



Σχήμα 5. Ένα σύγχρονο πτηνοτροφείο

(Πηγή: <https://eclass.teiwm.gr/modules/document/?course=TEG337>)

i. Μόνωση

Ένας σημαντικός παράγοντας για την επιτυχή έκβαση μίας εκτροφής είναι η παροχή στα πτηνά ενός σταθερού και ελεγχόμενου περιβάλλοντος. Η σωστή μόνωση του πτηνοτροφείου είναι απαραίτητη διότι προλαμβάνει τις απώλειες θερμότητας από το εσωτερικό προς το εξωτερικό περιβάλλον, προστατεύει από την θέρμανση του πτηνοτροφείου από τον ήλιο και τέλος αποφεύγεται η συμπύκνωση υδρατμών εντός του χώρου. Όλα τα παραπάνω μειώνουν το κόστος θέρμανσης και δροσισμού του πτηνοτροφείου αλλά ταυτόχρονα βελτιώνει τα οικονομικά αποτελέσματα της εκτροφής. (Σχήμα 6)



Σχήμα 6. Η εξωτερική μόνωση πτηνοτροφείου

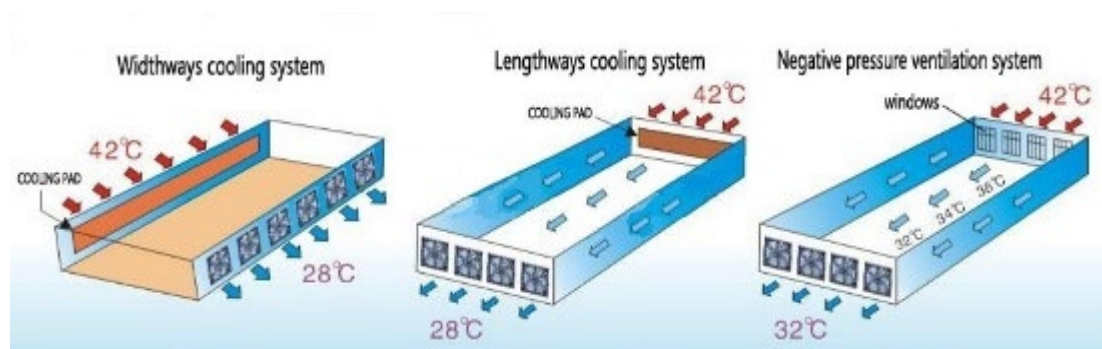
(Πηγή: <https://eclass.teiwm.gr/modules/document/?course=TEG337>)

ii. Σύστημα εξαερισμού

Το σύστημα εξαερισμού εξασφαλίζει την παροχή οξυγόνου στα πτηνά, το οποίο είναι απαραίτητο για την ομαλή και γρήγορη ανάπτυξή τους. Επίσης απομακρύνει από το εσωτερικό του πτηνοτροφείου τα ανεπιθύμητα στοιχεία όπως είναι η αμμωνία, το διοξείδιο του άνθρακα και η σκόνη. Ο καλός εξαερισμός συνδράμει στο στέγνωμα της στρωμνής απομακρύνοντας έτσι την περιττή υγρασία του θαλάμου.

Υπάρχουν δύο βασικοί τύποι συστημάτων εξαερισμού, το σύστημα τύπου τούνελ και το σύστημα πλευρικού εξαερισμού.

Τα βασικά στοιχεία ενός συστήματος εξαερισμού είναι: α) οι ανεμιστήρες εξαγωγής του αέρα, β) οι ανεμιστήρες κυκλοφορίας του αέρα, γ) οι οπές εισόδου του αέρα. Και δ) το ηλεκτρονικό πάνελ ελέγχου του εξαερισμού. **(Σχήμα 7)**

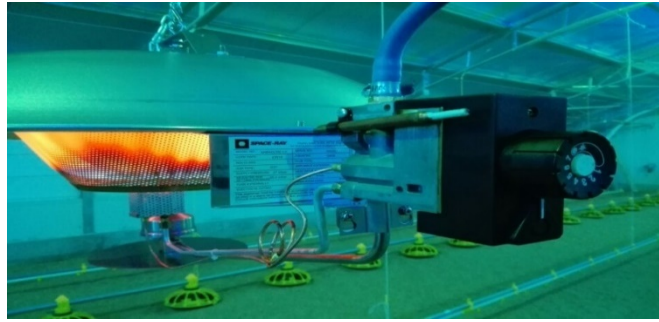


Σχήμα 7. Σύστημα εξαερισμού πτηνοτροφείου

(Πηγή: <https://eclass.teiwm.gr/modules/document/?course=TEG337>)

iii. το σύστημα θέρμανσης

Το κρίσιμο σημείο για τη μεγιστοποίηση των αποδόσεων είναι η παροχή ενός συνεκτικού περιβάλλοντος στέγασης το οποίο θα καλύπτει πλήρως τις ανάγκες των πτηνών ιδιαίτερα για τους νεοσσούς, για τους οποίους η σταθερή θερμοκρασία περιβάλλοντος είναι απαραίτητο για την ομαλή ανάπτυξη τους. Βασική παράμετρος για την σωστή θέρμανση ενός θαλάμου είναι η εξωτερική θερμοκρασία και η μόνωση του θαλάμου. Τα κυριότερα συστήματα θέρμανσης είναι: α) τα αερόθερμα, β) οι θερμομόνες οι οποίες και αποτελούν το πλέον παραδοσιακό σύστημα θέρμανσης των πτηνοτροφικών θαλάμων και γ) η ενδοδαπέδια θέρμανση. **(Σχήμα 8)**



Σχήμα 8. Σύστημα θέρμανσης πτηνοτροφείου

(Πηγή: <https://spacerav.com/poultry-animal-infrared-heaters/>)

iv. σύστημα δροσισμού

Τα συστήματα δροσισμού των πτηνοτροφικών θαλάμων είναι ιδιαίτερα απαραίτητα λόγω των υψηλών θερμοκρασιών που επικρατούν από το τέλος της άνοιξης και μέχρι το τέλος του καλοκαιριού. Υπάρχουν δύο βασικοί τύποι, τα διαβρεχόμενα πάνελ και τα συστήματα υδρονέφωσης τα οποία χρησιμοποιούν το νερό ως μέσο για να μειώσουν την θερμοκρασία του εξωτερικού αέρα. **(Σχήμα 9)**

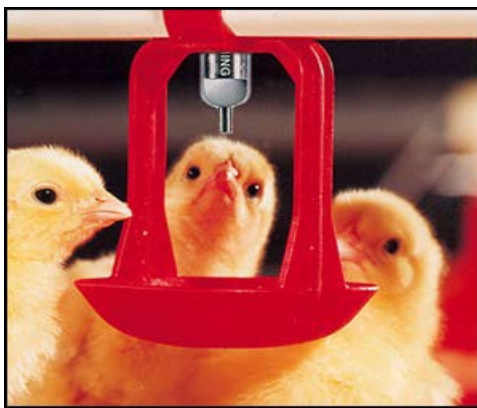


Σχήμα 9. Σύστημα δροσισμού πτηνοτροφείου

(Πηγή: <https://www.saramourtsis.com/index.php/el/ktinoptino>)

v. σύστημα υδροδότησης

Το σύστημα ύδρευσης είναι ιδιαίτερα σημαντικό διότι καλύπτει τόσο της ανάγκες κατανάλωσης νερού των πτηνών όσο και τις ανάγκες λειτουργίας των συστημάτων δροσισμού. Στην πράξη χρησιμοποιούνται ανοιχτά (καμπάνες) και κλειστά (πιπίλες) συστήματα παροχής νερού. **(Σχήμα 10)**



Σχήμα 10. Σύστημα υδροδότησης πτηνοτροφείου

(Πηγή: <https://eclass.teiwm.gr/modules/document/?course=TEG337>)

vi. Σύστημα παροχής τροφής

Το σύστημα παροχής τροφής έχει σκοπό την συνεχή παροχή του σιτηρεσίου στα πτηνά. Ο διαθέσιμος χώρος σίτισης των πτηνών είναι μία κρίσιμη παράμετρος. Τα κυριότερα συστατικά ενός συστήματος τροφοδοσίας είναι οι γραμμές ταϊστών, οι σωλήνες μεταφοράς και το σιλό. Το πιο διαδεδομένο σύστημα παροχής τροφής είναι οι στρογγυλές ταΐστρες (πλαστικές ή μεταλλικές). (Σχήμα 11)



Σχήμα 11. Σύστημα παροχής τροφής πτηνοτροφείου

(Πηγή: <https://www.saramourtsis.com/index.php/el/ktinoptino>)

Η σωστή ποιότητα κατασκευής, η τακτική συντήρηση, η ορθή διαχείριση αλλά και ο συνδυασμός όλων των ανωτέρω είναι προαπαιτούμενα για μία επιτυχημένη εκτροφή.

Τα πέντε σημεία κλειδιά ενός καλού πτηνοτροφείου συνοψίζονται:

1. Η οροφή να είναι καλά μονωμένη.
2. Το σύστημα θέρμανσης να έχει την απαιτούμενη δυναμικότητα σε συνάρτηση με το γενικότερο κλίμα της περιοχής.

3. Το σύστημα εξαερισμού να καλύπτει την παροχή οξυγόνου στα πτηνά, τη διατήρηση στεγνής στρωμνής και την ψύξη του πτηνοτροφείου, όταν απαιτείται.
4. Ο φωτισμός να παρέχει καλή κατανομή του απαραίτητου φωτός στο επίπεδο των πτηνών.
5. Η επιλογή όλων των ανωτέρω να είναι ενεργειακά αποδοτική.

Ειδικές προδιαγραφές για βιολογική εκτροφή

Η βιολογική πτηνοτροφία έχει ραγδαία ανάπτυξη τα τελευταία χρόνια τόσο στη Ελλάδα αλλά και παγκοσμίως. με σαφή ανοδική τάση. Ωστόσο για να θεωρηθεί μια εκτροφή πουλερικών «βιολογική» θα πρέπει να τηρούνται συγκεκριμένες προδιαγραφές-υποχρεώσεις που αφορούν τόσο την διατροφή όσο και την κτηνιατρική παρακολούθηση των πουλερικών. Επίσης θα πρέπει επιπλέον να τηρούνται όλα τα προαπαιτούμενα που περιγράφονται στο άρθρο 12 του παραρτήματος ΙΙΙ του Καν. (ΕΚ) 889/2008 (Πίνακας 8)[26].

Πίνακας 8. Ευρωπαϊκός κανονισμός 889/2008 (Παράρτημα ΙΙΙ)

Αριθ. Ζώων/ τ.μ. διαθέσιμου κλειστού χώρου	10 με ανώτατο όριο τα 21kg
Στρωμνή	Τουλάχιστον το 1/3 της επιφάνειας του δαπέδου
Μέγιστος αριθμός ζώων/ ενδιαίτημα	4.800 κοτόπουλα
Μέγιστη συνολική επιφάνεια ορνιθώνα ανά μονάδα παραγωγής	1600m ²
Πρόσβαση σε εξωτερικό χώρο	Οι ορνιθώνες πρέπει να είναι κατασκευασμένοι με τρόπο που να επιτρέπει την εύκολη πρόσβαση όλων των πτηνών σε υπαίθριο χώρο
Πρόσβαση σε εξωτερικό χώρο	Ανοίγματα συνολικού μήκους 4 μέτρα / 100m ² διαθέσιμου ενδιαιτήματος
Υπαίθριοι χώροι	4 κοτόπουλα κρέατος, φραγκόκοτες

(τ.μ. διαθέσιμου χώρου εκ περιτροπής / κεφαλή)	με την προϋπόθεση ότι τηρείται το όριο των 170kg αζώτου ανά εκτάριο ετησίως
Ελάχιστη ηλικία σφαγής	81 ημέρες κοτόπουλα

Ειδικές προδιαγραφές για εναλλακτικά συστήματα εκτροφής

Οι προαιρετικές ενδείξεις που επιτρέπονται και μπορούν να αναγράφονται στις συσκευασίες αφορούν μόνο: α) τον τρόπο διατροφής των κοτόπουλων και είνια της μορφής «έχει τραφεί με %.....» και β) τον τρόπο εκτροφής τους (εντατικής εκτροφής, ελευθέρας βοσκής, παραδοσιακής ελευθέρας βοσκής, απεριόριστης ελευθέρας βοσκής) (Πηγή: <http://www.agrocert.gr/pages/content.asp?cntID=28&catID=15>).

Οι απαραίτητες προϋποθέσεις εκμετάλλευσης παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα. (Πίνακας 9) [26].

Πίνακας 9. Ειδικές προδιαγραφές για εναλλακτικά συστήματα εκτροφής.

Είδος εκτροφής/ Προϋποθέσεις	Εκτατική	Ελευθέρας βοσκής	Παραδοσιακής ελευθέρας βοσκής
Συντελεστής επιφάνειας διαβίωσης / m ² επιφάνειας δαπέδου	<= 15 πτηνά που δεν υπερβαίνουν τα 25kg ZB	<= 13 πτηνά που δεν υπερβαίνει τα 27,5kg ZB	<= 12 κοτόπουλα που δεν υπερβαίνει τα 25kg
Ηλικία σφαγής	>=56 ημέρες	>=56 ημέρες	>=81 ημέρες
Έκταση βόσκησης	-	1 m ² / κοτόπουλο	
Έκταση ανοικτού αυλόγυρου η οποία καλύπτεται κυρίως από βλάστηση			2 m ² /κοτόπουλο
Μέγιστος αριθμός πτηνών ανά πτηνοτροφείο			4.800 κοτόπουλα
Ύπαρξη συνεχούς καθημερινής πρόσβασης σε ανοικτό αυλόγυρο από την ηλικία των			6 εβδομάδων

Τελικό στάδιο εγκλεισμού			<= 15 ημερών για τα κοτόπουλα μετά την 90ή ημέρα της ηλικίας τους
Παρατηρήσεις		Το πτηνοτροφείο να διαθέτει μικρές "πόρτες" για την κυκλοφορία των πουλερικών, το άθροισμα του μήκους των οποίων πρέπει να είναι ίσο τουλάχιστον με 4 m / 100m ² επιφάνειας του κτιρίου τα πουλερικά έχουν, κατά το ήμισυ τουλάχιστον της διάρκειας της ζωής τους, διαρκή καθημερινή πρόσβαση σε υπαίθριους χώρους, μέρος των οποίων είναι κυρίως καλυμμένο από βλάστηση ο τύπος ζωοτροφής που χρησιμοποιείται στο στάδιο της πάχυνσης περιλαμβάνει τουλάχιστον 70% δημητριακά	Η συνολική χρησιμοποιούμενη επιφάνεια πτηνοτροφείου για κάθε μία από τις εγκαταστάσεις παραγωγής δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 1600 m ² Ο τύπος ζωοτροφής που χρησιμοποιείται στο στάδιο της πάχυνσης περιλαμβάνει τουλάχιστον 70% δημητριακά το πτηνοτροφείο διαθέτει μικρές "πόρτες" για την κυκλοφορία των πουλερικών, το άθροισμα του μήκους των οποίων πρέπει να είναι ίσο τουλάχιστον με 4m / 100m ² επιφάνειας του κτιρίου τα προς πάχυνση πτηνά ανήκουν σε φυλή της οποίας η ανάπτυξη είναι αναγνωρισμένη ως βραδεία

Βιβλιογραφία 1^{ου} Κεφαλαίου

1. Higgs, E. S. (1964). A History of Domesticated Animals by F. E. Zeuner. London: Hutchinson, 1963. 560 pp., 355 figs. £4 4s. *Antiquity*, 38(149), 80–81. <https://doi.org/10.1017/S0003598X00068952>.
2. West, B., & Zhou, B.-X. (1988). Did chickens go North? New evidence for domestication. *Journal of Archaeological Science*, 15(5), 515–533. [https://doi.org/10.1016/0305-4403\(88\)90080-5](https://doi.org/10.1016/0305-4403(88)90080-5).
3. Crawford, R. D. (1990a). Origin and History of Poultry Species. Poultry Breeding and Genetics. Elsevier, Amsterdam.
4. Crawford, R. D. (1990b). Poultry genetic resources: evolution, diversity, and conservation. Elsevier.
5. Eriksson, J., Larson, G., Gunnarsson, U., Bedhom, B., Tixier-Boichard, M., Strömstedt, L., Wright, D., Jungerius, A., Vereijken, A., Randi, E., Jensen, P., & Andersson, L. (2008). Identification of the Yellow Skin Gene Reveals a Hybrid Origin of the Domestic Chicken. *PLoS Genetics*, 4(2), e1000010. <https://doi.org/10.1371/journal.pgen.1000010>.
6. Hickman C.P. Jr, Roberts L.S., Keen S.L., Larson A., I'Anson H. (2017). Ζωολογία – Ολοκληρωμένες αρχές. Α' τόμος, Εκδόσεις Utopia.
7. Miller S.A., Harley J.P, Zoology. McGraw-Hill. (2017).
8. Tallentire, C. W., Leinonen, I., & Kyriazakis, I. (2016). Breeding for efficiency in the broiler chicken: A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 36(4), 66. <https://doi.org/10.1007/s13593-016-0398-2>.
9. Ρογδάκης Ε. (2006). Γενική Ζωοτεχνία. Αθήνα: Εκδόσεις Σταμούλη.
10. <http://www.gaiapedia.gr/gaiapedia/index.php/Ορνιθες>.
11. http://www.gaiapedia.gr/gaiapedia/index.php/Φυλές_ορνιθων.
12. Aviagen ROSS broiler management handbook. http://en.aviagen.com/assets/Tech_Center/Ross_Broiler/Ross-Broiler-Handbook.2014i-EN.pdf.
13. Aviagen Managing the Rowan Ranger. <http://en.aviagen.com/assets/Uploads/RowanRangerManagement2016EN.pdf>.
14. <https://www.fao.org>
15. <https://oeclass.aua.gr> (ΠΙΘΝΟΤΡΟΦΕΙΟ Σημειώσεις Πτηνοτροφίας).
16. Dotas, V., Gourdouvelis, D., Hatzizisis, L., Kaimakamis, I., Mitsopoulos, I., & Symeon, G. (2021). Typology, Structural Characterization and Sustainability of

Integrated Broiler Farming System in Epirus, Greece. Sustainability, 13(23), 13084. <https://doi.org/10.3390/su132313084>.

17. Elstat, Hellenic Statistical Authority. 2018, www.statistics.gr.
18. Keramidou, I., Mimis, A., Pappa, E. (2011). Performance evaluation of the poultry sector in Greece. Journal of Food, Agriculture and Environment, 9, 431–437. <https://doi.org/10.1234/4.2011.2141>.
19. Koutoulis, K. Present and future of poultry industry in Greece. In Proceedings of the 12th Pan-Hellenic Veterinary Congress, Athens, Greece, 5–8 April (2012).
20. Βάσσος, Δ. Β.. Πτηνοτροφία, τόμος Β'. Άρτα: Τ.Ε.Ι Ηπείρου - Σ.Τ.Ε.Γ Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων (1997).
21. Βάσσος, Δ. Β.. Πτηνοτροφία, τόμος Α'. Άρτα: Τ.Ε.Ι Ηπείρου - Σ.Τ.Ε.Γ Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων (1999)
22. Moura, D., Nääs, I., Pereira, D., Silva, R., & Camargo, G. (2006). Animal welfare concepts and strategy for poultry production: a review. Revista Brasileira de Ciência Avícola, 8(3), 137–147. <https://doi.org/10.1590/S1516-635X2006000300001>.
23. Albright J.L. (1986). Animal welfare and animal rights. Phi Kappa Phi J.; 66, 34-37.
24. Baker J.R. (1948). The scientific basis of kindness to animals. Polter Bar (UK), Universities Federation of Animal Welfare, 3-11.
25. Council for Agricultural Science and Technology - CAST. Food from animals: quantity, quality and safety. Ames: Iowa; (1980). (Report, 82).
26. <http://www.minagric.gr>
27. Dawkins, M. S. (2008). The Science of Animal Suffering. Ethology, 114(10), 937–945. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0310.2008.01557.x>.
28. Dawkins, M. S. (1990). From an animal's point of view: Motivation, fitness, and animal welfare. Behavioral and Brain Sciences, 13(1), 1–9. <https://doi.org/10.1017/S0140525X00077104>.
29. Ewbank R. (1988). Animal welfare. In: Management and welfare of farm animals: the UFAW handbook. 3rd ed. London: Bailliere Tindall.
30. Fox M.W. (1994). Farm Animals: husbandry, behavior and veterinary practice: viewpoints of a critic. Baltimore: University Park Press.
31. Bessei, W. (2006). Welfare of broilers: a review. World's Poultry Science Journal, 62(03), 455. <https://doi.org/10.1017/S0043933906001085>.
32. Kwabla Dei, H. (2021). Advances in Poultry Nutrition Research-A Review.

In Advances in Poultry Nutrition Research. IntechOpen.
<https://doi.org/10.5772/intechopen.95990>.

33. Baurhoo, B., Ferket, P. R., & Zhao, X. (2009). Effects of diets containing different concentrations of mannanoligosaccharide or antibiotics on growth performance, intestinal development, cecal and litter microbial populations, and carcass parameters of broilers. *Poultry Science*, 88(11), 2262–2272.
<https://doi.org/10.3382/ps.2008-00562>
34. Hume, D. A., Whitelaw, C. B. A., & Archibald, A. L. (2011). The future of animal production: improving productivity and sustainability. *The Journal of Agricultural Science*, 149(S1), 9–16. <https://doi.org/10.1017/S0021859610001188>
35. Poultry Farming as a Business. A practical Guide by C.C. Kyarisiima (2011).
36. <http://www.gaiapedia.gr/>
37. <https://oeclass.aua.gr/eclass/modules/auth/opencourses.php?fc=28>
38. Oloyo A. (2018). The Use of Housing System in the Management of Heat Stress in Poultry Production in Hot and Humid Climate: a Review. *Poultry Science Journal*, 6(1), 1–9.
39. Pesti, G. M., Amato, S. v., & Minear, L. R. (1985). Water consumption of broiler chickens under commercial conditions. *Poultry Science*, 64(5), 803–808.
<https://doi.org/10.3382/ps.0640803>
40. Qureshi A.A. (2001). Open house tips for layers in hot climate zone. *World Poultry*, 17, 32–34.
41. Olanrewaju HA, Thaxton JP, Dozier WA, Purswell J, Roush WB, Branton SL. A Review of Lighting Programs for Broiler Production. *International Journal of Poultry Science*, 5(4), 301–308. <https://doi.org/10.3923/ijps.2006.301.308>
42. Gordon R.F. (1982). *Poultry Disease*. 2nd ed. London: Baillière Tindall, 370.
43. Mason I.L. (1984). *Evolution of Domesticated Animals*. London: Longman, 452.
44. Clark J.A., (2013). *Environmental Aspects of Housing for Animal Production*. 1st ed. London, Butterworths, 528.
45. Dagher N.J, (2008). *Poultry Production in Hot Climates*. 2nd ed. Wallingford: CAB International. 387.
46. Timmons M.B. (1989). Improving ventilation in open-type poultry housing. In: *Proceedings of the 1989 Poultry Symposium*, 1-8.

Κεφάλαιο 2^ο -Η κρεατοπαραγωγική πτηνοτροφία

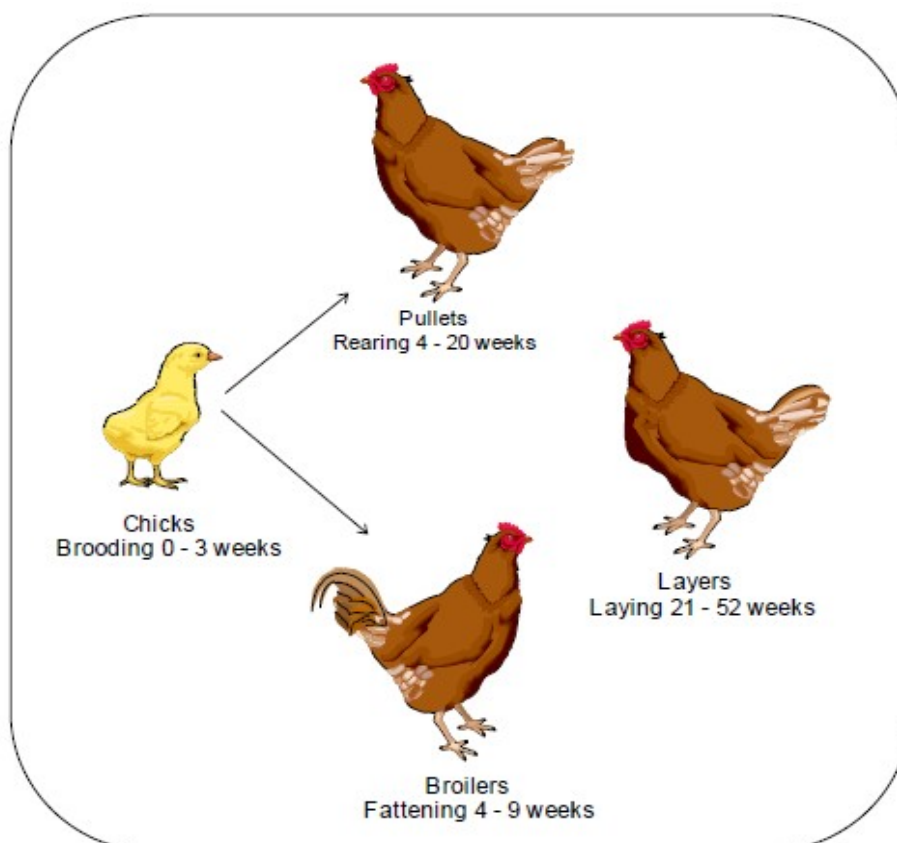
2.1 Γενικά για την κρεατοπαραγωγική πτηνοτροφία

Ο κρεατοπαραγωγικός πληθυσμός των πουλερικών διακρίνεται στις παρακάτω κατηγορίες:

α. Οι Νεοσσοί: είναι τα νεαρά πουλιά των πουλερικών, αρσενικά και θηλυκά, που το βάρος τους δεν ξεπερνά τα 185g.

β. Οι πουλάδες: είναι νεαρές όρνιθες, βάρους πάνω από 185g, και ηλικίας μέχρι να αποκτήσουν την πλήρη ωρίμανση (5-6 μηνών), οπότε θα αρχίσουν να γεννάνε αυγά. Διακρίνονται σε δύο κατηγορίες: i) πουλάδες αυγοπαραγωγής που προορίζονται να γίνουν όρνιθες για παραγωγή αυγών για ανθρώπινη κατανάλωση, ii) και σε πουλάδες αναπαραγωγής που προορίζονται να γίνουν όρνιθες για παραγωγή αυγών για την εκκόλαψη νεοσσών.

γ. Τα ορνίθια κρεατοπαραγωγής (ή ορνίθια πάχυνσης ή κρεατόπουλα ή broilers). Είναι νεαρά, αρσενικά και θηλυκά ορνίθια, ηλικίας μικρότερης από εκείνη της γενετήσιας ωρίμανσης των και προορίζονται για σφαγή. **(Σχήμα 12)**



Σχήμα 12. Κατηγορίες κρεατοπαραγωγικών πουλερικών

(Πηγή: <https://www.proagrimedia.com/livestock/poultry-farming-chapter-5-1-broilers-and-layers/>)

2.2 Τα κύρια χαρακτηριστικά της κρεατοπαραγωγικής ικανότητας

Τα κύρια χαρακτηριστικά της κρεατοπαραγωγικής ικανότητας των πουλερικών είναι τα εξής:

α. Αύξηση των πουλερικών

Το φαινόμενο κατά το οποίο με την πάροδο της ηλικίας των πουλερικών αυξάνεται και το σωματικό τους βάρος ορίζεται ως αύξηση. Πρόκειται για μια διαδικασία που πραγματοποιείται με διαδοχικό ζύγισμα των πουλερικών σε διάφορα στάδια της ανάπτυξης. Η εκτίμηση της αύξησης βασίζεται σε δύο παραμέτρους, την μέση ημερήσια αύξηση του βάρους και τον δείκτη ρυθμού αύξησης τους [47-49].

β. Ανάπτυξη

Ως ανάπτυξη ορίζεται η μεταβολή σε σχέση με τον χρόνο των κύριων μορφολογικών χαρακτηριστικών καθώς και της ιστολογικής σύστασης των πουλερικών. Η παραπάνω διαδικασία της ανάπτυξης εκδηλώνεται και με αλλαγές σε βασικές βιολογικές λειτουργίες. Τόσο η αύξηση όσο και η ανάπτυξη είναι δύο χαρακτηριστικά που η εξέλιξη τους διαφοροποιείται και εξαρτάται και από το φύλο και την ηλικία.

γ. Πρωιμότητα

Ως πρωιμότητα ορίζεται η δυνατότητα του πουλερικού να αποκτά σε σύντομο χρόνο σωματικό βάρος με στόχο να πλησιάζει αυτό του πλήρως ανεπτυγμένου οργανισμού. Ο τρόπος διατροφής βοηθάει στην πρόωπη εκδήλωση της πρωιμότητας χωρίς ωστόσο να την μεταβάλλει.

2.3 Οι παράμετροι εκτίμησης της κρεατοπαραγωγικής ικανότητας των πουλερικών

Οι βασικοί παράμετροι εκτίμησης της κρεατοπαραγωγικής ικανότητας των πουλερικών είναι οι κάτωθι:

1. Η αύξηση του σωματικού βάρους (Σ.Β.)

Η αύξηση του σωματικού βάρους (Σ.Β.) είναι η πιο απλή παράμετρο εκτίμησης της κρεατοπαραγωγικής ικανότητας των πουλερικών κατά το στάδιο της πάχυνσης. Τα πουλερικά αυξάνουν συνεχώς το σωματικό τους βάρος από το στάδιο της εκκόλαψης μέχρι την ημερομηνία σφαγής τους. Η διαφορά του σωματικού βάρους μεταξύ δύο διαδοχικών ζυγίσεων αποτελεί την αύξησή του. Μια απλή μέθοδος για την εκτίμηση της αύξησης του βάρους βασίζεται στην μεταβολή των μέσων τιμών του σωματικού βάρους σε συνάρτηση με την ηλικία.

Ο υπολογισμός του ρυθμού αύξησης του σωματικού βάρους υπολογίζεται από την παρακάτω σχέση:

$$\text{M.H.A.} = \text{B}_2 - \text{B}_1 / \text{T}_2 - \text{T}_1$$

όπου: M.H.A. = μέση ημερήσια αύξηση σωματικού βάρους

B₂ = το βάρος στην τελευταία ζύγιση

B₁ = το βάρος στην προηγούμενη ζύγιση

T₂ = ο χρόνος στην τελευταία ζύγιση

T₁ = ο χρόνος στην προηγούμενη ζύγιση

2. Ο συντελεστής μετατρεψιμότητας τροφής (Feed Conversion Ratio, FCR)

Ο συντελεστής μετατρεψιμότητας τροφής (Feed Conversion Ratio, FCR) αποτελεί ένα μέτρο για το πόσο καλά ένα κοπάδι πουλερικών μετατρέπει την προσλαμβανόμενη τροφή σε βάρος. Ο συντελεστής μετατρεψιμότητας τροφής αναφέρεται σε μια συγκεκριμένη χρονική περίοδο και δείχνει την καλύτερη (χαμηλή τιμή FCR) ή τη χειρότερη (υψηλή τιμή FCR) απόδοση. Ως συντελεστής μετατρεψιμότητας τροφής ορίζεται η ποσότητα της τροφής (σε kg) που απαιτείται για την παραγωγή ενός κιλού (kg) προσδοκώμενου σωματικού βάρους

$$\text{Συντελεστής μετατρεψιμότητας τροφής (FCR)} = \text{Τροφή (kg)} / \text{Αύξηση Σ.Β. (kg)}$$

3. Η θνησιμότητα

Η θνησιμότητα ορίζεται ως ο αριθμός των πουλερικών που «χάνονται» στην εκτροφή, εκφρασμένος ως % του αρχικού αριθμού των πουλερικών της εκτροφής και έχει άμεσο αντίκτυπο στο οικονομικό όφελος της εκτροφής. Όσο πιο μεγάλη είναι η θνησιμότητα, τόσο πιο μεγάλη είναι η οικονομική ζημιά.

4. Η υγιεινή κατάσταση του σφάγιου

Η υγεία των εκτρεφόμενων πουλερικών σχετίζεται με την παρουσία ή όχι παθογόνων μικροοργανισμών στο τελικό προϊόν. Επίσης η παρουσία διάφορων φαρμακευτικών ουσιών μπορούν να έχουν αρνητικές συνέπειες στον τελικό αποδέκτη, δηλαδή στον καταναλωτή.

5. Η ποιότητα του σφάγιου.

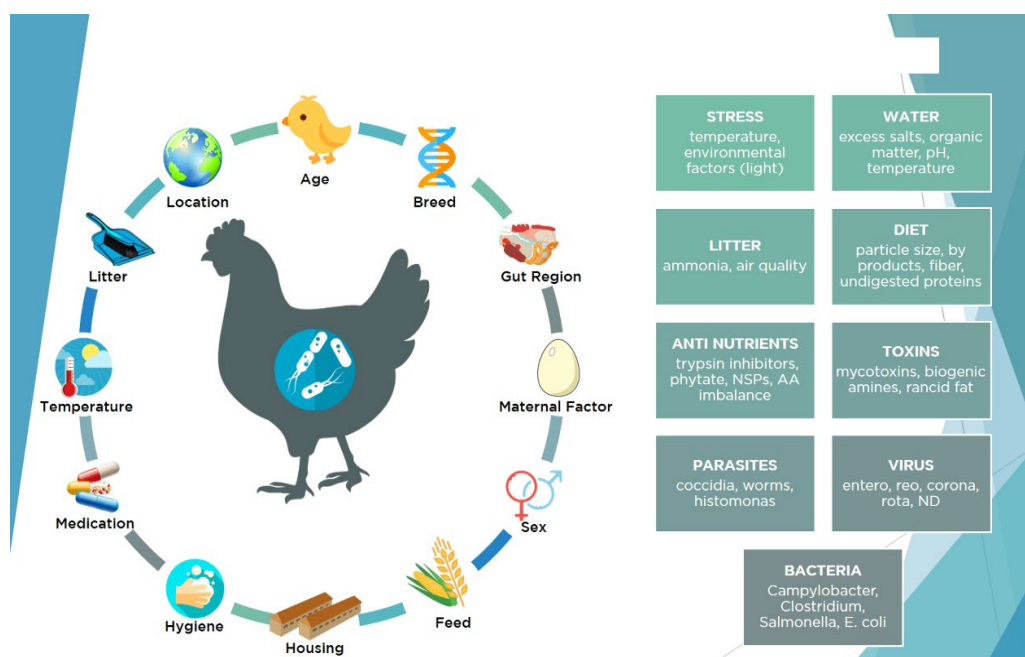
Η ποιότητα του σφαγίου βασίζεται σε κριτήρια με τους οποίους καθορίζεται η ποιότητά του.

Οι κυριότεροι παράγοντες είναι:

- α) Το βάρος του σφάγιου (Β.Σ.)
- β) Η απόδοση σε σφάγιο (Β.Σ./ Σ.Β. X100 μετά τη ζύγιση του βάρους του σφάγιου) αφού προηγουμένως γίνει η αφαίρεση των πτερόν, η αφαίρεση του πεπτικού σωλήνα, η αποκοπή του κεφαλιού.
- γ) Η μορφολογική διάπλαση του σφάγιου.
- δ) Ο βαθμός πάχυνσης.
- ε) Η χημική σύσταση του σφάγιου.
- ζ) Η εξωτερική εμφάνιση του σφάγιου.
- η) Η έκταση της μυϊκής κάλυψης

2.4 Οι παράγοντες που επηρεάζουν την κρεατοπαραγωγική ικανότητα

Οι παράγοντες που επηρεάζουν την κρεατοπαραγωγική ικανότητα είναι: α) ο γενότυπος, β) το φύλο, γ) η ηλικία, δ) η διατροφή, ε) η κατάσταση υγείας και στ) το περιβάλλον διαβίωσης. (Σχήμα 13)



Σχήμα 13. Παράγοντες που επηρεάζουν την κρεατοπαραγωγική ικανότητα.

(Πηγή: <https://www.novusint.com/th-th/pages/foodsafetyandguthealth>)

✓ Γενότυπος

Ο γενότυπος επηρεάζει σχεδόν όλα τα χαρακτηριστικά και όλες τις παραμέτρους εκτίμησης της κρεατοπαραγωγικής ικανότητας.

Επηρεάζει έντονα την πρωιμότητα, την ποιότητα σφαγίου και το ρυθμό αύξησης των πτηνών.

✓ Φύλο

Τα αρσενικά αυξάνονται γρηγορότερα σε σχέση με τα θηλυκά. Εμφανίζουν μεγαλύτερο ρυθμό αύξησης σωματικού βάρους ενώ παρουσιάζουν και καλύτερο δείκτη μετατρεψιμότητας τροφής. Το φύλο ωστόσο δεν παίζει ρόλο στην θνησιμότητά τους.

✓ Ηλικία

Η ηλικία επηρεάζει σχεδόν όλες τις παραμέτρους που σχετίζονται με την κρεατοπαραγωγική ικανότητα. Με την πάροδο της ηλικίας αυξάνεται το σωματικό βάρος, ο συντελεστής μετατρεψιμότητας τροφής και η κατανάλωση τροφής, ενώ μειώνεται η παρατηρούμενη θνησιμότητα.

✓ Διατροφή

Η διατροφή είναι ίσως ο σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει την κρεατοπαραγωγική ικανότητα. Η μη ενδεδειγμένη διατροφή μπορεί να οδηγήσει σε καθυστέρηση της πρωιμότητας, μείωση της σωματικής αύξησης καθώς μείωση του δείκτη μετατρεψιμότητας τροφής. Οι δύο διατροφικοί παράγοντες που επηρεάζουν την κρεατοπαραγωγική ικανότητα των πουλερικών είναι η ποσότητα και η ποιότητα της χορηγούμενης τροφής.

✓ Κατάσταση υγείας

Η κατάσταση της υγείας έχει άμεση επίδραση σε όλες τις παραμέτρους εκτίμησης της κρεατοπαραγωγικής ικανότητας. Κάθε ασθένεια έχει αρνητική επίδραση στην κρεατοπαραγωγική ικανότητα των πτηνών λόγω αύξησης της θνησιμότητας.

✓ Περιβάλλον διαβίωσης

Ως περιβάλλον διαβίωσης των πουλερικών νοείται ο χώρος όπου πτηνά εκτρέφονται, καθώς και το αντίστοιχο μικρόκλιμα που δημιουργείται σε αυτόν τον χώρο. Στο χώρο της εγκατάστασης των πουλερικών θα πρέπει να τηρούνται οι κατάλληλες τεχνικές προδιαγραφές.

Το μικρόκλιμα του χώρου επηρεάζεται από τις συνθήκες θερμοκρασίας, την σχετική υγρασία, τον φωτισμό και τον αερισμό του χώρου και για το λόγο αυτό θα

πρέπει να επιλέγονται οι βέλτιστες. Οι συνθήκες αυτές βρίσκονται σε στενή αλληλεξάρτηση μεταξύ τους.

2.5 Ποιότητα κοτόπουλου - συντελεστές ποιότητας

Με τον όρο ποιότητα ενός τρόφιμου ορίζονται εκείνα τα χαρακτηριστικά που συμβάλουν στον καθορισμό του βαθμού που αυτό γίνεται αποδεκτό από τον καταναλωτή. Παρόλο που αυτό γίνεται συνήθως μέσω των αισθήσεων υπάρχει και μια πληθώρα άλλων συντελεστών. Συνεπώς η ποιότητα ενός τρόφιμου μπορεί να αποτελείται από διάφορους «συντελεστές ποιότητας». Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά ενός τρόφιμου ταξινομούνται στα λεγόμενα «οργανοληπτικά χαρακτηριστικά» δηλαδή τα οποία είναι δυνατόν να αξιολογηθούν εύκολα με τις αισθήσεις, και στα «μη εμφανή χαρακτηριστικά» τα οποία δεν μπορούν να αξιολογηθούν με τα αισθητήρια όργανα. Ο προσδιορισμός των ποιοτικών χαρακτηριστικών μπορεί να πραγματοποιηθεί με φυσικές, χημικές, μικροβιολογικές ή οργανοληπτικές μεθόδους [50-53].

Ταξινόμηση χαρακτηριστικών ή συντελεστών ποιότητας κοτόπουλου:

✓ Ποσοτικά χαρακτηριστικά

Τα σπουδαιότερα ποσοτικά χαρακτηριστικά είναι:

- 1) η αναλογία των συστατικών
- 2) το βάρος και
- 3) η απόδοση

✓ Μη εμφανή χαρακτηριστικά

Ως μη εμφανή θεωρούνται εκείνα τα χαρακτηριστικά τα οποία «δεν μπορούν να εκτιμηθούν απ' ευθείας από τον καταναλωτή, αλλά μόνο μετά από εργαστηριακό έλεγχο».

Τα σπουδαιότερα από αυτά είναι:

- 1) η θρεπτική αξία

Τα θρεπτικά συστατικά διακρίνονται στις εξής δύο κατηγορίες: α) στα μακροθρεπτικά συστατικά όπως είναι οι πρωτεΐνες και οι υδατάνθρακες, τα οποία απαιτούνται σε μεγάλες ποσότητες και β) στα μικροθρεπτικά συστατικά όπως είναι οι βιταμίνες και ανόργανα στοιχεία τα οποία απαιτούνται σε μικρότερες ποσότητες.

- 2) η νοθεία

Η νοθεία είναι «η προσθήκη στα τρόφιμα ουσιών των οποίων απαγορεύεται η χρήση». Οι νοθείες ταξινομούνται σε δύο είδη: α) στις «επικίνδυνες» για την υγεία του

καταναλωτή και β) στις «ακίνδυνες» οι οποίες όμως έχουν οικονομική επίπτωση στον καταναλωτή.

3) η υγιεινή κατάσταση

Σημαντικό κριτήριο ποιότητας είναι η υγιεινή κατάσταση των τροφίμων, δηλαδή η απουσία κινδύνων είτε μικροβιολογικών είτε χημικών.

4) η διατηρησιμότητα

Η διατηρησιμότητα είναι *«η ιδιότητα των τροφίμων να διατηρούν αναλλοίωτα τα χαρακτηριστικά τους με την πάροδο του χρόνου»*.

✓ Οργανοληπτικά χαρακτηριστικά

Τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά ίσως αποτελούν το κυριότερο κριτήριο ποιότητας, αφού καθορίζουν σε μεγάλο βαθμό την αποδοχή των τροφίμων από τους καταναλωτές.

Τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά αξιολογούνται από τους καταναλωτές με τις αισθήσεις και αποτελούνται από τα παρακάτω:

➤ Το χρώμα

Το χρώμα είναι το «σημαντικότερο χαρακτηριστικό» της εμφάνισης των τροφίμων και είναι συνήθως το πρώτο χαρακτηριστικό που αντιλαμβάνεται κανείς με συνέπεια να αποτελεί καθοριστικό παράγοντα τόσο για την επιλογή όσο και για την αξιολόγηση της ποιότητας των τροφίμων.

➤ Μέγεθος - Σχήμα

Το μέγεθος-σχήμα αποτελεί σημαντικό ποιοτικό συντελεστή αφού επηρεάζει την εμφάνιση των τροφίμων.

➤ Ελαττώματα

Τα ελαττώματα διαπιστώνονται σχετικά εύκολα και αποτελούν σημαντικό δείκτη «ποιότητας» δεδομένου ότι υποβαθμίζουν συνήθως την ποιότητα των τροφίμων.

2) Υφή

Ως υφή ορίζεται *«το άθροισμα των ιδιοτήτων οι οποίες προκύπτουν από τα δομικά στοιχεία (μοριακά, μικροσκοπικά, μακροσκοπικά) και τον τρόπο με τον οποίο αυτά επιδρούν στα αισθητήρια όργανα»*.

3) Ιξώδες

Το ιξώδες είναι *«χαρακτηριστικό της εμφάνισης και έχει ιδιαίτερη σημασία για τα υγρά τρόφιμα»*.

4) Γεύση - Οσμή

Η γεύση και η οσμή είναι χαρακτηριστικά τα οποία αξιολογεί ο καταναλωτής με τα αισθητήρια γεύσης και οσμής. Η γεύση χρησιμοποιείται πολύ συχνά στον έλεγχο ποιότητας των τροφίμων αφού οι πληροφορίες που δίνονται με τη γεύση είναι πολύ γρήγορες. Η γεύση είναι ένα «τετραδιάστατο αίσθημα» που γίνεται αντιληπτό σε τέσσερις αποκλίσεις: γλυκό, αλμυρό, ξινό, και πικρό.

Με βάση τα παραπάνω, τα κυριότερα χαρακτηριστικά της ποιότητας κρέατος πουλερικών είναι η εμφάνιση, η υφή, η γεύση και η λειτουργικότητα του κρέατος. Η εμφάνιση και η υφή θεωρούνται τα πιο σημαντικά αφού αποτελούν το βασικό κριτήριο επιλογής για τους περισσότερους καταναλωτές. (Σχήμα 14)



Σχήμα 14. Παράγοντες που επηρεάζουν την ποιότητα του κρέατος κοτόπουλου.

(Πηγή: http://meatexpert.blogspot.com/2012/02/blog-post_3648.html)

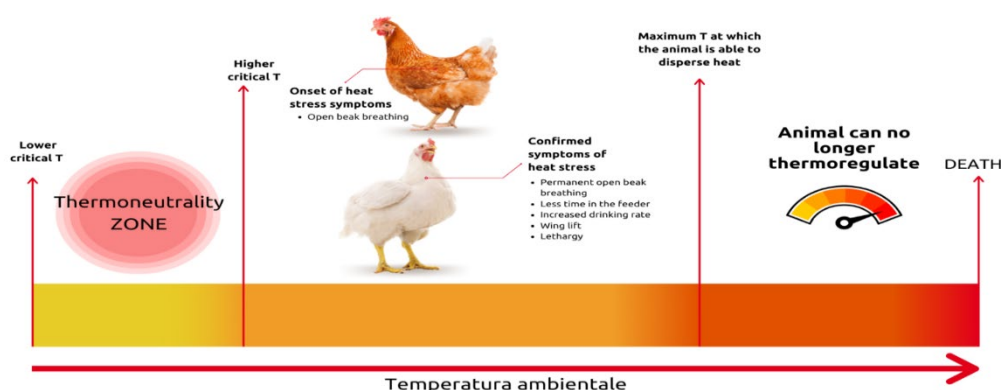
2.6 Θερμική καταπόνηση (heat stress) και συνέπειες στα κρεατοπαράγωγα κοτόπουλα

Ως θερμική καταπόνηση (heat stress) ορίζεται «η κατάσταση του ζώου κατά την οποία, εξαιτίας της υπερβολικής ανόδου της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος, και παρά τις προσπάθειες που καταβάλλει να προσαρμοστεί μέσω των μηχανισμών που διαθέτει, οδηγεί είτε σε μείωση των αποδόσεων του ζώου είτε στο θάνατό του» [54-57].

Η θερμική καταπόνηση διακρίνεται σε δύο κατηγορίες: α) την οξεία (heat stress) ή θερμοπληξία (thermal shock), η οποία εμφανίζεται τους θερμούς μήνες σε περιοχές με εύκρατο κλίμα, όταν παρατηρείται γρήγορη και απότομη άνοδος της

θερμοκρασίας (θερμοκρασίες άνω των 30°C) και οδηγεί σε υψηλή θνησιμότητα και β) την χρόνια η οποία παρατηρείται σε χώρες όπου σημειώνονται θερμοκρασίες υψηλότερες των 25°C και για μεγάλα χρονικά διαστήματα με μικρή θνησιμότητα αλλά με σημαντική μείωση στις αποδόσεις [58].

Η φυσιολογική θερμοκρασία των πουλερικών κυμαίνεται από 40,5°C έως 41,5°C, εξαιτίας της διαδικασίας της θερμορύθμισης, που πραγματοποιείται με δύο μηχανισμούς: την θερμογένεση και την θερμόλυση. Κατά την θερμογένεση η παραγωγή θερμότητας πραγματοποιείται εξαιτίας του βασικού μεταβολισμού και της φυσικής δραστηριότητας, ενώ κατά την θερμόλυση αποβολή της πλεονάζουσας θερμότητας πραγματοποιείται μέσω θερμορυθμιστικών μηχανισμών. Σχετικά με τη θερμοκρασία στο περιβάλλον της εκτροφής των κρεατοπαραγωγών κοτόπουλων, όταν αυτή ανέβει πάνω από ένα όριο (26°C) τότε παρατηρείται μείωση του σωματικού τους βάρους καθώς και της πρόληψης τροφής και νερού (Σχήμα 15).



Σχήμα 15. Ουδέτερη θερμική ζώνη πουλερικών

(Πηγή: <https://tecnozoo.it/en/heat-stress-in-poultry/>)

Η αντοχή των κρεατοπαραγωγικών κοτόπουλων έναντι θερμικών επιδράσεων μπορεί να βελτιωθεί μέσω του εγκλιματισμού τους σε υψηλές θερμοκρασίες περιβάλλοντος, συνιστώντας πλεονέκτημα απέναντι στα προβλήματα που οφείλονται στην θερμική καταπόνηση. Ενώ έχουν γίνει πολλές μελέτες που αφορούν στην επίδραση που έχει η θερμική καταπόνηση στα κρεατοπαραγωγικά κοτόπουλα παρόλα ταύτα δεν υπάρχει συστηματική καταγραφή των αποτελεσμάτων σχετικά με τον εγκλιματισμό αυτών τόσο πριν όσο και μετά την εκκόλαψή τους. Αυτό θα μπορούσε να οδηγήσει στην εξαγωγή αποτελεσμάτων όσον αφορά την ανθεκτικότητα που παρουσιάζουν σε υψηλές θερμοκρασίες.

Διάφορες μελέτες υποστηρίζουν ότι η υψηλή θερμοκρασία περιβάλλοντος επηρεάζει σημαντικά την ποιότητα του κρέατος που αποδίδουν τα κρεατοπαραγωγά ορνίθια.

Τα τελευταία χρόνια έχουν εφαρμοστεί διάφορες μέθοδοι εκτροφής ώστε να αντιμετωπιστούν οι αρνητικές επιδράσεις της θερμικής καταπόνησης στα κρεατοπαραγωγικά κοτόπουλα. Η πλέον χρησιμοποιούμενη μέθοδος είναι αυτή που ονομάζεται «θερμική εξισορρόπηση ή εθισμός σε νεαρή ηλικία» [**early-age thermal conditioning (TC)**] και η οποία αποσκοπεί στο να ρυθμίσουμε την προσαρμογή τους στις υψηλές θερμοκρασίες ακόμη και πριν από την εκκόλαψή τους. Οι νεοσσοί δεν έχουν τη δυνατότητα να ρυθμίζουν τη θερμοκρασία του σώματός τους για τις πρώτες πέντε (5) ημέρες της ζωής τους και αποκτούν αυτή την ικανότητα πλήρως μετά την (14) ημέρα ηλικίας συνεπώς είναι πολύ σημαντικό κατά τις πρώτες ημέρες της τοποθέτησης η θερμοκρασία να είναι 30-32°C στο θάλαμο (**Πίνακας 10**).

Πίνακας 10. Βέλτιστη θερμοκρασία για τα πτηνά βάσει της ηλικίας τους

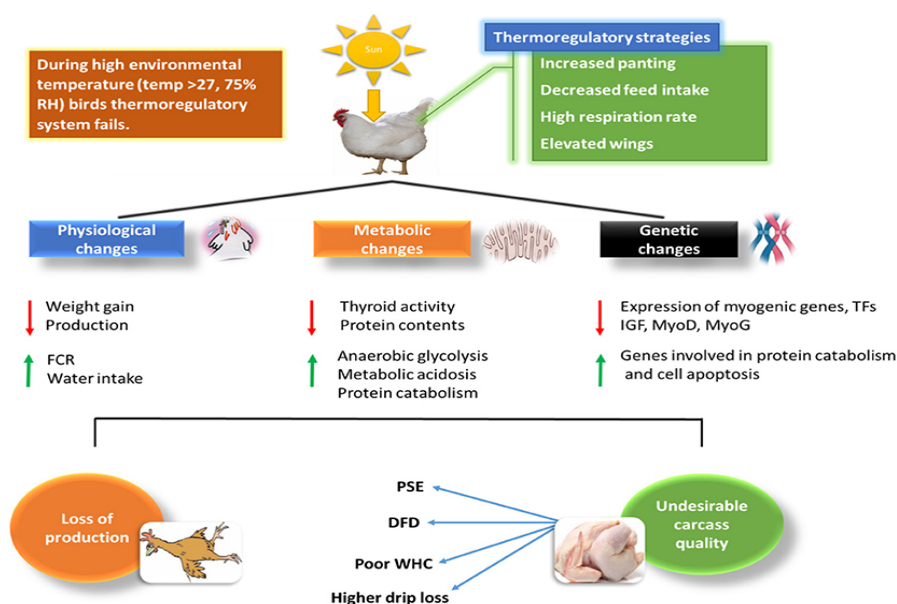
Ηλικία	Θερμοκρασία σε °C
1η – 2η ημέρα	35–36
3η – 4η ημέρα	33–34
5η – 7η ημέρα	31–32
2η εβδομάδα	28–29
3η εβδομάδα	26–27
4η εβδομάδα	22–24
Από την 5η εβδομάδα	18–20

Η βέλτιστη θερμοκρασία σώματος για τους νεοσσούς είναι 40–41°C.

(Πηγή: <https://lohmann-breeders.com> > media > 2020/08)

Οι συνθήκες του περιβάλλοντος και η διατροφή με σιτηρέσιο επηρεάζουν τόσο τον συντελεστή εκμεταλλεύσεως της τροφής όσο και την αποτελεσματικότητα της διατροφής των ζώων. Τα κοτόπουλα κρεατοπαραγωγής έχουν περιορισμένη ικανότητα να ανταποκρίνονται στις μεταβολές της θερμοκρασίας λόγω της απουσίας ιδρωτοποιών αδένων συνεπώς μπορούν να δεχθούν ένα στενό εύρος θερμοκρασίας 18-24°C εντός της θερμοουδέτερης ζώνης τους. Στη θερμοουδέτερη ζώνη, η θερμοκρασία του σώματος του κοτόπουλου παραμένει σταθερή και η όποια απώλεια θερμότητας γίνεται

με ελεγχόμενο ρυθμό χωρίς ενόχληση. Το θερμικό στρες στα κοτόπουλα κρεατοπαραγωγής έχει ως αποτέλεσμα θνησιμότητα ή μειωμένη αύξηση βάρους, μειωμένη παραγωγή, μειωμένη αναπαραγωγή και μειωμένη απόδοση ανάπτυξης. Όλα τα παραπάνω έχουν άμεσο αντίκτυπο στην ευημερία τους. Στην περίπτωση που η θερμοκρασία του περιβάλλοντος είναι υψηλή, τα κοτόπουλα κρεατοπαραγωγής αναγκάζονται να ρυθμίζουν τη θερμοκρασία του σώματός τους με διάφορους τρόπους όπως είναι το λαχάνιασμα, η ανάπαυση, το πόσιμο νερό και μείωση της φυσικής δραστηριότητας για να εξισορροπηθεί η παραγωγή θερμότητας έναντι της απώλειας θερμότητας και να διατηρηθεί μια σχετικά σταθερή θερμοκρασία σώματος (Σχήμα 16).



Σχήμα 16. Επίδραση του θερμικού στρες στις φυσιολογικές και βιοχημικές αλλαγές στο κοτόπουλο και στην ποιότητα του κρέατος των κοτόπουλων κρεατοπαραγωγής.

(Πηγή: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fvets.2021.699081/full>)

Η επαναφορά στη φυσιολογική κατάσταση μετά από θερμική καταπόνηση πραγματοποιείται με δύο τρόπους. Ο πρώτος γίνεται με την αποβολή της πλεονάζουσας ζωικής θερμότητας στο περιβάλλον και ο δεύτερος με την μείωση της παραγόμενης ζωικής θερμότητας.

Κατά τον πρώτο τρόπο το πτηνό προσπαθεί να αποβάλει από το σώμα του την πλεονάζουσα θερμότητα, ενώ με το δεύτερο τρόπο το πτηνό επιδιώκει να μειώσει την παραγόμενη στο σώμα του θερμότητα με τη μειωμένη λήψη τροφής. Με τη μειωμένη όμως κατανάλωση τροφής μειώνεται ή και αναστέλλεται πλήρως η αύξηση του βάρους

των παχυνομένων νεοσσών με επακόλουθο την παράταση της διάρκειας της πάχυνσης και με προφανή δυσμενή οικονομική επίπτωση στην εκτροφή.

Ο ρυθμός αναπτύξεως και η κατανάλωση της τροφής μειώνονται, ενώ ο συντελεστής εκμεταλλεύσεως χειροτερεύει όταν επικρατούν υψηλές θερμοκρασίες. Η μείωση είναι ιδιαίτερα έντονη σε θερμοκρασίες μεγαλύτερες των 30°C καθώς σε αυτήν την περίπτωση το κοτόπουλο βρίσκεται σε κατάσταση έντονης θερμικής καταπόνησης.

Η θερμοκρασία η οποία προκαλεί την θερμική καταπόνηση, σε συνδυασμό με τη σχετική υγρασία του περιβάλλοντος, εξαρτάται άμεσα τόσο από την ηλικία, το σωματικό βάρος και το γενετικό υλικό των κοτόπουλων.

Η φυσιολογική αντίδραση των παχυνομένων ορνιθίων που διαβιούν σε υψηλές θερμοκρασίες εμφανίζεται με αιματολογικές αλλαγές ή μεταβολές στις τιμές βιοχημικών παραμέτρων. Μεταξύ των ερευνητικών εργασιών που αναφέρονται στη φυσιολογική συμπεριφορά των πτηνών και την αντιμετώπιση του θερμικού στρες πρωτεύουσα θέση κατέχει η μελέτη που αφορά στη διατροφή των πτηνών.

Η θετική συμβολή τέτοιων σιτηρεσιών αποδίδεται σε παραγωγή και κατ' ακολουθίαν σε αποβολή μικρότερης ζωικής θερμότητας, με σκοπό το πτηνό να καταναλώσει μεγαλύτερη ποσότητα τροφής και να χρησιμοποιήσει τα θρεπτικά συστατικά για αναβολικούς σκοπούς [59-65].

Στον παρακάτω πίνακα δίνονται οι βέλτιστες θερμοκρασίες που πρέπει να επικρατούν κατά την διάρκεια εκτροφών με σύστημα συμβατικής και με ελευθέρας βοσκής (Πίνακας 11)[66].

Πίνακας 11. Βέλτιστες θερμοκρασίες κατά την διάρκεια εκτροφών με σύστημα συμβατικής και με ελευθέρας βοσκής.

Ηλικία- ημέρες	Θερμοκρασία θαλάμου (°C) Ελευθέρας Βοσκής	Θερμοκρασία θαλάμου (°C) Συμβατικά
0	32	31
1	32	30,8
2	31,5	30,5
3	31,5	30,3
4	31	30,0

5	31	29,8
6	30,5	29,5
7	30	29,3
8	29,8	29,0
9	29,6	28,8
10	29,4	28,5
11	29,2	28,3
12	29	28,0
13	28,8	27,8
14	28,6	27,5
15	28,4	27,3
16	28,2	27,0
17	28	26,8
18	27,8	26,5
19	27,6	26,3
20	27,4	26,0
21	27,2	25,8
22	27	25,5
23	26,8	25,3
24	26,6	25,0
25	26,4	24,8
26	26,2	24,5
27	26	24,3
28	25,8	24,0
29	25,6	23,8
30	25,4	23,5
31	25,2	23,3
32	25	23,0
33	24,8	22,8
34	24,6	22,5
35	24,4	22,3
36	24,2	22,0

37	24	21,8
38	23,8	21,5
39	23,6	21,3
40	23,4	21,0
41	23,2	20,8
42	23	20,5
43	22,8	20,3
44	22,6	20,0
45	22,4	19,8
46	22,2	19,5
47	22	19,3
48	21,8	19,0
49	21,6	18,8
50	21,4	18,5
51-70	21	-

2.7 Επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στην θερμική καταπόνηση των κοτόπουλων

Εξαιτίας της κλιματικής αλλαγής, τα περιστατικά θερμικού στρες αναμένεται να γίνονται όλο και πιο συχνά στα κοτόπουλα κρεατοπαραγωγής, με τις αυξημένες θερμοκρασίες περιβάλλοντος να έχουν αρνητικό αντίκτυπο στην παραγωγή, την αναπαραγωγή, την απόδοση ανάπτυξης, την υγεία και την ευζωία γενικότερα των κοτόπουλων. Υπάρχει συνεπώς μεγάλη ανησυχία για τον αντίκτυπο της κλιματικής αλλαγής στην παραγωγή κοτόπουλων κρεατοπαραγωγής, αφού με συντηρητικές προβλέψεις έως το έτος 2100, η μέση θερμοκρασία θα αυξηθεί κατά 2-6°C, γεγονός που αποτελεί σοβαρή πρόκληση για τη βιώσιμη παραγωγή κοτόπουλων κρεατοπαραγωγής. Η κλιματική αλλαγή θα επηρεάσει σημαντικά τόσο τον τύπο όσο και την πολυπλοκότητα των συστημάτων στέγασης κοτόπουλων αφού θα αλλάξουν σημαντικά οι ανάγκες για την παραγωγή κοτόπουλων κρεατοπαραγωγής. Οι παραγωγικές και οι οικονομικές αποδόσεις των κοτόπουλων κρεατοπαραγωγής έχουν άμεση σχέση με τα συστήματα στέγασης και τις κλιματικές συνθήκες. Συνεπώς είναι επιτακτική ανάγκη η προσαρμογή των συστημάτων στέγασης κοτόπουλων κρεατοπαραγωγής σύμφωνα με την έκταση της κλιματικής αλλαγής ώστε να

ελαχιστοποιηθούν οι δυσμενείς επιπτώσεις της στη βιομηχανία κοτόπουλων κρεατοπαραγωγής [67].

Το θερμικό στρες προάγει τις αλλαγές στην συμπεριφορά, την φυσιολογία και την βιοχημεία στα κοτόπουλα κρεατοπαραγωγής, με αποτέλεσμα να υπάρχουν μεγάλες οικονομικές απώλειες.

Για την αντιμετώπιση της θερμικής καταπόνησης κρίνεται απαραίτητη η βελτιστοποίηση πολλών παραμέτρων κατά την διάρκεια της εκτροφής [68,69].

➤ Έλεγχος του μικροκλίματος

Η βιομηχανική παραγωγή κοτόπουλων κρεατοπαραγωγής περιλαμβάνει τον έλεγχο του εσωτερικού μικροκλίματος που καθοδηγείται από τις θερμικές ροές που συμβαίνουν στο εσωτερικό του κοτόπουλου και τις απαιτήσεις των κοτόπουλων κρεατοπαραγωγής σε όλα τα στάδια ανάπτυξής τους.

Τα συστήματα θέρμανσης, εξαερισμού και κλιματισμού χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο της θερμοκρασίας στο κοτόπουλα. Το χειμώνα, ο μηχανικός αερισμός χρησιμοποιείται τόσο για την κυκλοφορία του αέρα καθώς και την απομάκρυνση των συσσωρευμένων αερίων. Το καλοκαίρι, εξαερισμός και διάφορες μορφές ενεργού ψύξης χρησιμοποιούνται για τη διατήρηση της εσωτερικής θερμοκρασίας κάτω από ένα ορισμένο όριο.

➤ Επιλογές προσαρμογής

Τα συστήματα στέγασης κρεατοπαραγωγής παρέχουν επαρκή θερμοκρασία και σχετική υγρασία, συν τη βέλτιστη κυκλοφορία του αέρα. Σε συστήματα κλειστού περιβλήματος, η θερμοκρασία και η υγρασία ελέγχονται πλήρως με χρήση ομίχλης, ανεμιστήρες σήραγγας, ανεμιστήρες και αντλίες ομίχλης.

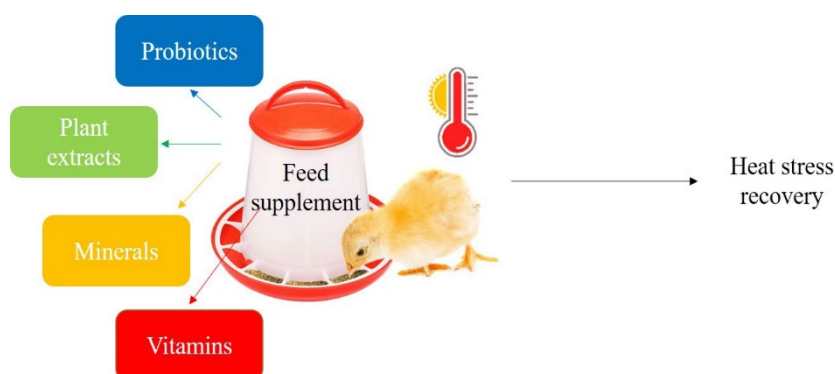
Επιπλέον, ο προσανατολισμός και η πολυπλοκότητα των οικιστικών μονάδων, τοίχων, δαπέδων και τύπων στέγης για στέγαση κοτόπουλων κρεατοπαραγωγής θα πρέπει να ληφθούν υπόψη για την ελαχιστοποίηση των δυσμενών επιπτώσεων μιας αυξημένης θερμοκρασίας περιβάλλοντος:

Αυτές οι επιπτώσεις θα μπορούσαν να δημιουργήσουν νέους κινδύνους για τη βιωσιμότητα της παραγωγής κοτόπουλων κρεατοπαραγωγής οδηγώντας στην απαίτηση επιπλέον πόρων για τον έλεγχο της θερμοκρασίας στα κοτόπουλα κρεατοπαραγωγής.

➤ Διατροφή των πουλερικών

Οι διατροφικές λύσεις είναι από τους πιο πρακτικούς και φθηνότερους τρόπους για την προστασία των κοτόπουλων από την θερμική καταπόνηση. Συνήθως περιλαμβάνουν την επιλογή θρεπτικών ουσιών που οδηγούν σε χαμηλή αύξηση της θερμότητας ή στην παροχή πρόσθετων βιοδραστικών συστατικών που βελτιώνουν τις φυσιολογικές δυσλειτουργίες των ζώων όπως είναι το οξειδωτικό στρες. Συνεπώς κρίνεται απαραίτητος ο εντοπισμός τέτοιων πρόσθετων διατροφής που θα βελτιώνουν την απόδοση των κοτόπουλων.

Τα φυτοβιοτικά αντιπροσωπεύουν μια νέα γενιά φυσικών συμπληρωμάτων, τα οποία περιλαμβάνουν αρωματικά φυτά, φυτικά εκχυλίσματα και αιθέρια έλαια, και χαρακτηρίζονται από πολυάριθμες βιολογικές ιδιότητες. Η προσθήκη τους στη διατροφή των ορνίθων έχει θετική επίδραση στην βελτίωση της οξειδωτικής κατάσταση των κοτόπουλων και αισθητή μείωση της θνησιμότητας. Επίσης μελέτες δείχνουν ότι πιθανόν να αποτελούν εναλλακτική ώστε να αντιμετωπίσει τις επιπτώσεις από την θερμική καταπόνηση (Σχήμα 17).



Σχήμα 17. Πρόσθετα διατροφής στην δίαιτα των πουλερικών για την αντιμετώπιση της θερμικής καταπόνησης.

(Πηγή: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/jpn.13496>)

Συνεπώς είναι ζωτικής σημασίας για τον κλάδο της Πτηνοτροφίας να διερευνηθούν οι επιπτώσεις της διατροφής με αρωματικά φυτά, σε συμβατικά και σε ελευθέρως βοσκής κοτόπουλα, αλλά και η επίδραση τους στην αντιοξειδωτική κατάσταση.

Βιβλιογραφία 2^{ου} Κεφαλαίου

47. Mir, N. A., Rafiq, A., Kumar, F., Singh, V., & Shukla, V. (2017). Determinants of broiler chicken meat quality and factors affecting them: a review. *Journal of Food Science and Technology*, 54(10), 2997–3009. <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2789-z>
48. Ingr I. (1989). Meat quality: defining the term by modern standards. *Fleischwirtschaft*, 69, 1268–1277.
49. Fletcher, D. L. (2002). Poultry meat quality. *World's Poultry Science Journal*, 58(2), 131–145. <https://doi.org/10.1079/WPS20020013>
50. Willems, O. W., Miller, S. P., & Wood, B. J. (2013). Aspects of selection for feed efficiency in meat producing poultry. *World's Poultry Science Journal*, 69(1), 77–88. <https://doi.org/10.1017/S004393391300007X>
51. Skinner-Noble, D., & Teeter, R. (2003). Components of feed efficiency in broiler breeding stock: energetics, performance, carcass composition, metabolism, and body temperature. *Poultry Science*, 82(7), 1080–1090. <https://doi.org/10.1093/ps/82.7.1080>
52. Dransfield, E., & Sosnicki, A. (1999). Relationship between muscle growth and poultry meat quality. *Poultry Science*, 78(5), 743–746. <https://doi.org/10.1093/ps/78.5.743>
53. Luiting, P. (1990). Genetic variation of energy partitioning in laying hens: causes of variation in residual feed consumption. *World's Poultry Science Journal*, 46(2), 133–152. <https://doi.org/10.1079/WPS19900017>
54. Teyssier, J.-R., Brugaletta, G., Sirri, F., Dridi, S., & Rochell, S. J. (2022). A review of heat stress in chickens. Part II: Insights into protein and energy utilization and feeding. *Frontiers in Physiology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fphys.2022.943612>
55. Thornton, P., Nelson, G., Mayberry, D., & Herrero, M. (2021). Increases in extreme heat stress in domesticated livestock species during the twenty-first century. *Global Change Biology*, 27(22), 5762–5772. <https://doi.org/10.1111/gcb.15825>
56. Oliveira, P. T. L., Amaro, A. L. N., Yanagi Júnior, T., Ferraz, G. A. S., & Yanagi, S. N. M. (2019). Bioclimatic zoning and trend analysis applied to broilers. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 71(5), 1631–1638. <https://doi.org/10.1590/1678-4162-10831>
57. Saeed, M., Abbas, G., Alagawany, M., Kamboh, A. A., Abd El-Hack, M. E., Khafaga, A. F., & Chao, S. (2019). Heat stress management in poultry farms: A

- comprehensive overview. *Journal of Thermal Biology*, 84, 414–425.
<https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2019.07.025>
58. Liu, L., Ren, M., Ren, K., Jin, , Yuanchang, & Yan, M. (2020). Heat stress impacts on broiler performance: a systematic review and meta-analysis. *Poultry Science*, 99(11), 6205–6211. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.08.019>
 59. Greene, E. S., Cauble, R., Kadhim, H., de Almeida Mallmann, B., Gu, I., Lee, S.-O., Orlowski, S., & Dridi, S. (2021). Protective effects of the phytogenic feed additive “comfort” on growth performance via modulation of hypothalamic feeding- and drinking-related neuropeptides in cyclic heat-stressed broilers. *Domestic Animal Endocrinology*, 74, 106487. <https://doi.org/10.1016/j.domaniend.2020.106487>
 60. Syafwan, S., Kwakkel, R. P., & Verstegen, M. W. A. (2011). Heat stress and feeding strategies in meat-type chickens. *World’s Poultry Science Journal*, 67(4), 653–674. <https://doi.org/10.1017/S0043933911000742>
 61. Nascimento, S. T., Maia, A. S. C., Gebremedhin, K. G., & Nascimento, C. C. N. (2017). Metabolic heat production and evaporation of poultry. *Poultry Science*, 96(8), 2691–2698. <https://doi.org/10.3382/ps/pex094>
 62. Wasti, S., Sah, N., & Mishra, B. (2020). Impact of Heat Stress on Poultry Health and Performances, and Potential Mitigation Strategies. *Animals*, 10(8), 1266. <https://doi.org/10.3390/ani10081266>
 63. Bhadauria P., KatariaJ. M., Majumdar S., Bhanja Divya S. K., & Kolluri G. (2014). Impact of Hot Climate on Poultry Production System-A Review. *Journal of Poultry Science and Technology*, 2(4), 56–63.
 64. Gous, R. M., & Morris, T. R. (2005). Nutritional interventions in alleviating the effects of high temperatures in broiler production. *World’s Poultry Science Journal*, 61(3), 463–475. <https://doi.org/10.1079/WPS200568>
 65. Lara, L., & Rostagno, M. (2013). Impact of Heat Stress on Poultry Production. *Animals*, 3(2), 356–369. <https://doi.org/10.3390/ani3020356>
 66. Collier, R. J., & Gebremedhin, K. G. (2015b). Thermal Biology of Domestic Animals. *Annual Review of Animal Biosciences*, 3(1), 513–532. <https://doi.org/10.1146/annurev-animal-022114-110659>
 67. Gregory, N. G. (2010). How climatic changes could affect meat quality. *Food Research International*, 43(7), 1866–1873.
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2009.05.018>

68. Yalçın, S., Bağdatlıoğlu, N., Bruggeman, V., Babacanoğlu, E., Uysal, İ., Buyse, J., Decuypere, E., & Siegel, P. B. (2008). Acclimation to Heat During Incubation. 2. Embryo Composition and Residual Egg Yolk Sac Fatty Acid Profiles in Chicks. *Poultry Science*, 87(6), 1229–1236. <https://doi.org/10.3382/ps.2007-00436>
69. Akşit, M., Yalçın, S., Özkan, S., Metin, K., & Özdemir, D. (2006). Effects of Temperature During Rearing and Crating on Stress Parameters and Meat Quality of Broilers. *Poultry Science*, 85(11), 1867–1874. <https://doi.org/10.1093/ps/85.11.1867>

Κεφάλαιο 3^ο - Αντιοξειδωτική κατάσταση-Οξειδωτικό στρες και ευζωία

3.1. Ελεύθερες ρίζες

Με την έννοια «ελεύθερη ρίζα» έως και σχετικά πρόσφατα (τέλη 19^{ου} αιώνα), οριζόταν ένα τμήμα ενός μορίου το οποίο «διέθετε» ανεξάρτητη ύπαρξη. Ωστόσο η ανάπτυξη της θεωρίας του δεσμού και ιδιαίτερα το γεγονός ότι άνθρακας εμφανίζεται ως τετρασθενής, οδήγησε στην αναθεώρηση της έννοιας «ελεύθερη ρίζα»[70-73].

Ως «ελεύθερη ρίζα, *Free radical*» πλέον θεωρούμε «οποιοδήποτε άτομο ή μόριο ή ομάδα ατόμων (ανόργανα ή οργανικά μόρια) το οποίο διαθέτει ένα ή περισσότερα «ασύζευκτα, *unpaired*» ηλεκτρόνια στην εξωτερική του στιβάδα».

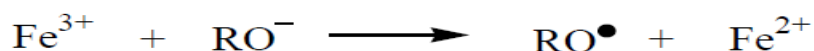
Σχηματισμός των «Ελευθέρων Ριζών»

Ο σχηματισμός των ελευθέρων ριζών είναι δυνατόν να προκύψει με δυο τρόπους: α) από διάφορες οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις και β) από την «ομολυτική» σχάση ενός ομοιοπολικού δεσμού και τον επακόλουθο διαμοιρασμό του ζεύγους των ηλεκτρονίων του ομοιοπολικού δεσμού. Για την πραγματοποίηση της ομολυτικής διάσπασης απαιτείται η παροχή κάποιας μορφής ενέργειας όπως είναι η θερμότητα (θερμόλυση) ή η ακτινοβολίας (φωτόλυση). Οι βασικοί τρόποι παραγωγής ελευθέρων ριζών είναι οι παρακάτω:

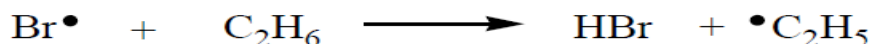
α. «Ομολυτικές» διασπάσεις με ομολυτικό διαχωρισμό του ζεύγους ηλεκτρονίων:



β. Οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις μέσω μεταφοράς του ηλεκτρονίου:



γ. Αντίδραση ριζών με οργανικές ενώσεις:



Η «ομολυτική» διάσπαση χρειάζεται μικρότερο ποσό ενέργειας σε σχέση με την «ετερολυτική» διάσπαση και συνεπώς είναι πιο εύκολο να γίνει η ομολυτική διάσπαση ένας δεσμού.

Ο ρόλος που επιτελούν οι ελεύθερες ρίζες έχει αποσαφηνιστεί τα τελευταία χρόνια μέσω της συσχέτισής τους με μηχανισμούς που σχετίζονται με παθολογικές καταστάσεις [74-76].

Με βάση το κεντρικό άτομο που διαθέτουν υπάρχουν τέσσερις τύποι δραστικών μορφών (Reactive species):

1. Δραστικές μορφές του οξυγόνου (ROS, Reactive Oxygen Species),
2. Δραστικές μορφές του αζώτου (RNS, Reactive Nitrogen Species),
3. Δραστικές μορφές του θείου (RSS, Reactive Sulphur Species) και
4. Δραστικές μορφές του χλωρίου (RCS, Reactive Chlorine Species)

3.2 Οι δραστικές μορφές του οξυγόνου (ROS)

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον εμφανίζουν οι «ελεύθερες ρίζες οξυγόνου» αφού αποτελούν την κυριότερη ομάδα ελευθέρων ριζών που συναντώνται στους ζωντανούς οργανισμούς. Η ύπαρξη του «ασύζευκτου» ηλεκτρονίου παρέχει στις ρίζες οξυγόνου ιδιαίτερη δραστικότητα με συνέπεια να μπορούν να αποβάλλουν ένα ηλεκτρόνιο ή να προσλαμβάνουν ένα ηλεκτρόνιο από άλλα μόρια. Έτσι μπορούν να δρουν είτε ως οξειδωτικά ή αναγωγικά μέσα. Υπάρχουν όμως και ενώσεις του οξυγόνου, όπως είναι το μοριακό οξυγόνο (O_2) αλλά και το υπεροξειδίο του υδρογόνου (H_2O_2), οι οποίες αν και δεν είναι ελεύθερες ρίζες συμπεριφέρονται παρόμοια λόγω της μεγάλης δραστικότητας που εμφανίζουν με συνέπεια να οδηγούν στο σχηματισμό ελευθέρων ριζών [77-81].

- Μοριακό οξυγόνο (O_2)

Στο μοριακό οξυγόνο (O_2) παρατηρείται μια μοναδική ηλεκτρονική διαμόρφωση, η οποία το καθιστά ελεύθερη ρίζα. Λόγω του γεγονότος ότι τα δύο «ασύζευκτα» ηλεκτρόνια του έχουν την ίδια ιδιοστροφορμή (spin), μπορεί να αντιδράσει με ένα μόνο ηλεκτρόνιο κάθε φορά, με συνέπεια να περιορίζεται η δραστικότητά του. Στην περίπτωση ωστόσο που ένα από τα «ασύζευκτα» ηλεκτρόνια διεγερθεί και αλλάξει ιδιοστροφορμή (spin), προκύπτει το μονήρες οξυγόνο, το οποίο εμφανίζει υψηλή δραστικότητα δεδομένου ότι τα δύο ηλεκτρόνια με αντίθετη ιδιοστροφορμή (spin) έχουν την τάση να αντιδρούν γρήγορα με άλλα ζεύγη ηλεκτρονίων.

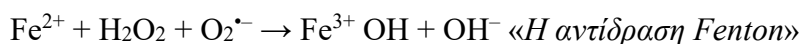
- Το ανιόν του υπεροξειδίου (O_2^-)

Η προσθήκη ενός ηλεκτρονίου στο μοριακό οξυγόνο οδηγεί στην δημιουργία της αντίστοιχης ελεύθερης ρίζας που είναι το ανιόν του υπεροξειδίου (O_2^-). Η παραγωγή του ανιόντος του υπεροξειδίου γίνεται *in vivo* είτε με τρόπο ενζυμικό ή μη ενζυμικό. Τα μιτοχόνδρια είναι η κύρια κυτταρική πηγή ανιόντος του υπεροξειδίου [82-84].

- Ρίζα του υδροξυλίου ($\cdot OH$)

Η ρίζα του υδροξυλίου ($\cdot\text{OH}$) εμφανίζει μεγάλη δραστηριότητα, με συνέπεια όταν παράγεται *in vivo* να έχει την δυνατότητα να αντιδρά κοντά στη θέση σχηματισμού της.

Η δέσμευση του σιδήρου έχει ως στόχο την απουσία ελεύθερου σιδήρου στον ενδοκυττάριο χώρο. Σε καταστάσεις στρες, η περίσσεια $\text{O}_2^{\cdot-}$ ελευθερώνει σίδηρο από τις πρωτεΐνες που περιέχουν σίδηρο. Υπό συνθήκες στρες, το $\text{O}_2^{\cdot-}$ λειτουργεί ως «οξειδωτικό μέσο» για τα μεταλλοένζυμα και βοηθάει στην παραγωγή OH από το H_2O_2 , «δίνοντας» τα ιόντα σιδήρου που απαιτούνται κατά την «αντίδραση Fenton».



Το $\text{O}_2^{\cdot-}$ συμμετέχει στην αντίδραση «*Haber-Weiss*» ($\text{O}_2^{\cdot-} + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{O}_2 + \text{OH} + \text{OH}^-$), η οποία συνδυάζει την αντίδραση Fenton με αναγωγή του τρισθενούς σιδήρου Fe^{3+} από το $\text{O}_2^{\cdot-}$ προς δισθενή σίδηρο Fe^{2+} και μοριακό οξυγόνο ($\text{Fe}^{3+} + \text{O}_2^{\cdot-} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + \text{O}_2$).

Ο σίδηρος που απελευθερώνεται μπορεί να συμμετάσχει στην «αντίδραση Fenton» ($\text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{Fe}^{3+} + \text{OH} + \text{OH}^-$), οδηγώντας στη δημιουργία πολύ δραστικών ριζών υδροξυλίου οι οποίες είναι δυνατόν να οξειδώσουν μεγάλο αριθμό οργανικών υποστρωμάτων.

- Ρίζες υπεροξειδίου ($\text{ROO}\cdot$).

Η απλούστερη ρίζα υπεροξειδίου είναι η $\text{HOO}\cdot$, η οποία αποτελεί πρωτονιωμένη μορφή του $\text{O}_2^{\cdot-}$ και είναι γνωστή ως ρίζα υδροϋπεροξειδίου και ευθύνεται για την υπεροξείδωση των λιπιδίων [85-88].

3.3 Οι δραστικές μορφές του αζώτου (RNS)

Οι δραστικές μορφές του αζώτου (RNS) αποτελούν μια οικογένεια ενώσεων με κοινό «παρανομαστή» το μονοξείδιο του αζώτου (NO). Η ρίζα του μονοξειδίου του αζώτου ($\text{NO}\cdot$) διαθέτει ένα «ασύζευκτο» ηλεκτρόνιο με συνέπεια να συγκαταλέγεται στις ελεύθερες ρίζες. Η σύνθεση του γίνεται μέσω της οξείδωσης της L-αργινίνης προς κιτρουλίνη, μια διεργασία η οποία καταλύεται από συνθετάσες του μονοξειδίου του αζώτου (NOSs). Μπορεί να μετατραπεί σε πολλές άλλες δραστικές ρίζες αζώτου, όπως είναι το (NO^+), το (NO^-) και το υπεροξυνιτρώδες (ONOO^-). Το υπεροξυνιτρώδες (ONOO^-) παράγεται μέσω της αντίδρασης του μονοξειδίου του αζώτου (NO) με το ανιόν του υπεροξειδίου σύμφωνα με την παρακάτω αντίδραση $\text{NO} + \text{O}_2^{\cdot-} \rightarrow \text{ONOO}^-$ [89].

3.4 Οι δραστικές μορφές του θείου (RSS)

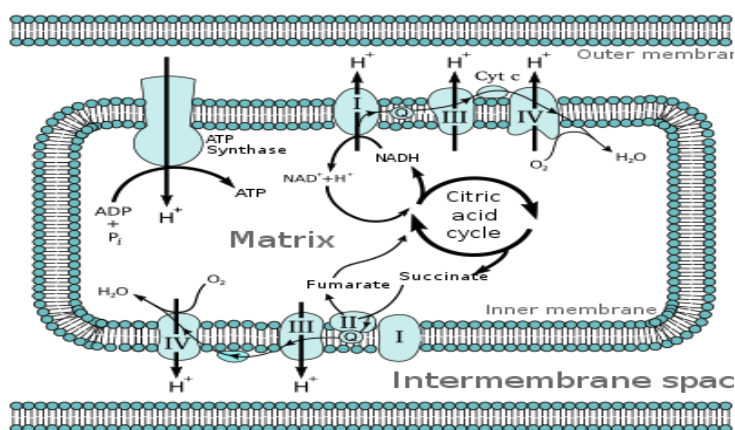
Το θείο (S) λόγω της συμμετοχής σε πολλά μεταβολικά μονοπάτια παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στην οξειδοαναγωγική βιολογία. Είναι βασικό συστατικό διάφορων βασικών αμινοξέων όπως είναι η κυστεΐνη (Cysteine, Cys) και η μεθειονίνη (Methionine, Met) ενώ ταυτόχρονα επηρεάζει και τη δραστηριότητα πολλών ενζύμων (π.χ καταλάση). Οι κυριότερες δραστικές μορφές του θείου (RSS) είναι: η ρίζα του θειωλίου ($RS\bullet$), το σουλφενικό οξύ ($RSOH$), το σουλφινικό οξύ (RSO_2H) και τα δισουλφίδια ($RSSR$) [90-92].

3.5 Τρόπος παραγωγής των ελευθέρων ριζών

Ο σχηματισμός των ελεύθερων ριζών είναι δυνατόν να πραγματοποιηθεί είτε μέσω ενδογενών είτε μέσω εξωγενών πηγών.

- Οι ενδογενείς πηγές

Κύρια πηγή παραγωγής μεγάλης ποσότητας ελευθέρων ριζών με τρόπο ενδογενή είναι μέσω της διαδικασίας της οξειδωτικής φωσφορυλίωσης η οποία λαμβάνει χώρα στην εσωτερική μεμβράνη των μιτοχονδρίων [84]. Κατά την παραγωγή του ATP, ηλεκτρόνια διαφεύγουν από την αναπνευστική αλυσίδα με συνέπεια την δημιουργία ελευθέρων ριζών ως παραπροϊόντα. Εξαιτίας του γεγονότος ότι πραγματοποιείται κατανάλωση οξυγόνου κατά την οξειδωτική φωσφορυλίωση, οι ελεύθερες ρίζες ανήκουν στις ROS. (Σχήμα 18)



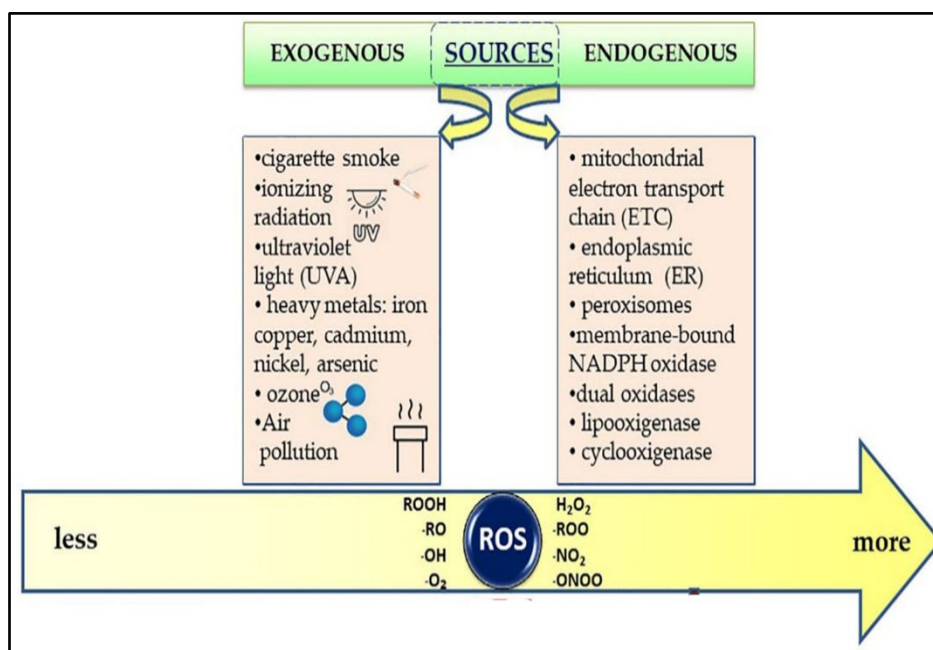
Σχήμα 18. Παραγωγή ελευθέρων ριζών-ενδογενείς πηγές.

(Πηγή: https://el.wikipedia.org/wiki/Οξειδωτική_φωσφορυλίωση)

- Οι εξωγενείς πηγές

Στις εξωγενείς πηγές παραγωγής ελευθέρων ριζών συγκαταλέγονται η ατμοσφαιρική ρύπανση, η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, τα βιομηχανικά απόβλητα,

το όζον, ο καπνός του τσιγάρου, η ηλικία, τα φάρμακα, και τέλος η διατροφή που φαίνεται συνδράμει στην παραγωγή ελευθέρων ριζών. (Σχήμα 19)



Σχήμα 19. Παραγωγή ελευθέρων ριζών-εξωγενείς πηγές.

(Πηγή: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fphys.2020.00694/full>)

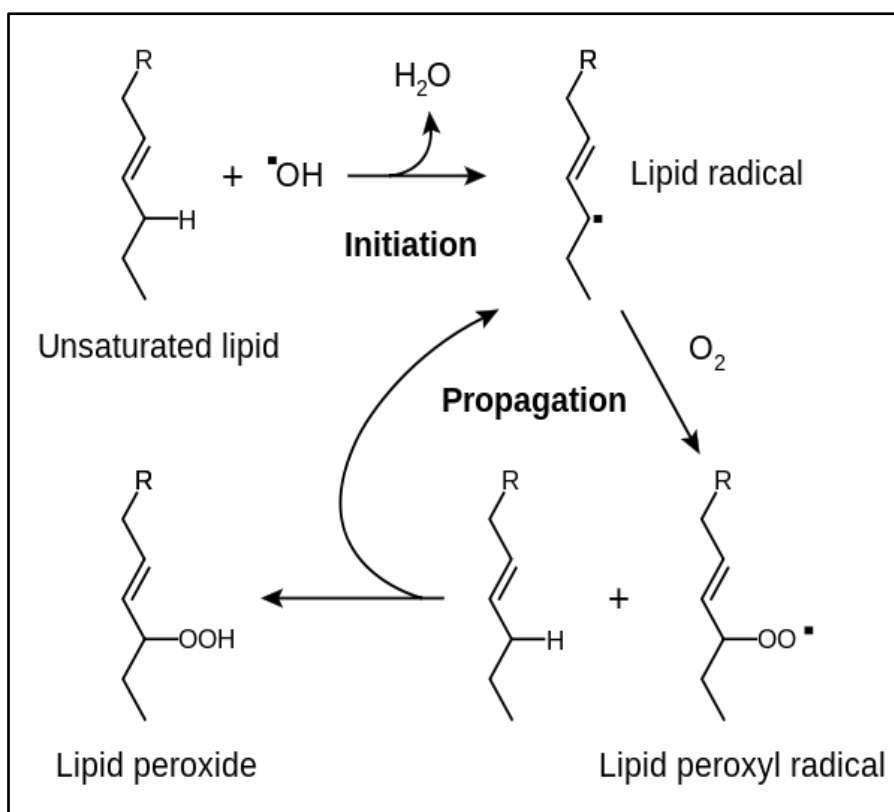
3.6 Οι θετικές και οι αρνητικές επιδράσεις από τις ελεύθερες ρίζες

✓ Αρνητικές επιδράσεις

Η υπερβολική παραγωγή των ελευθέρων ριζών έχει συνδεθεί με προβλήματα στην λειτουργία του ανοσοποιητικού συστήματος, την μυϊκή καταστροφή αλλά και την εμφάνιση κόπωσης. Η αλληλεπίδραση των ελευθέρων ριζών με πρωτεΐνες, με λιπίδια και με δεοξυριβονουκλεϊκό οξύ (DNA) έχει ως αποτέλεσμα την αλλαγή στην δομή τους, με συνέπεια πολλές φορές να χάνουν πλήρως να λειτουργικότητά τους [87].

α) Λιπίδια

Οι κυτταρικές μεμβράνες αποτελούνται από λιπίδια, τα οποία εμφανίζουν υψηλή ευαισθησία σε οξείδωση. Η λιπιδική υπεροξειδωση αποτελεί την κυριότερη διαδικασία δράσης των ελευθέρων ριζών στα φωσfolιπίδια της μεμβράνης (Σχήμα 20).

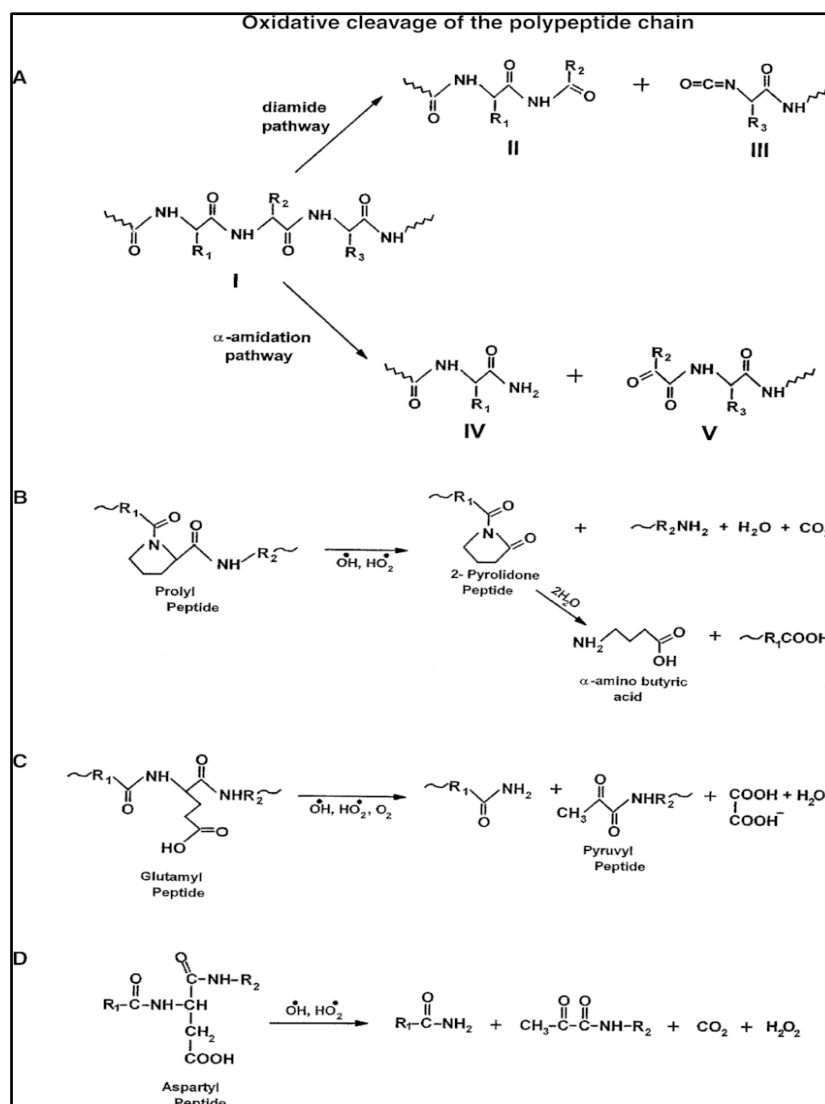


Σχήμα 20. Η λιπιδική υπεροξείδωση

(Πηγή: https://en.wikipedia.org/wiki/Lipid_peroxidation)

β) Πρωτεΐνες

Οι πρωτεΐνες είναι δυνατόν να υποστούν οξείδωση από «ελεύθερες ρίζες» με συνέπεια την παραγωγή πρωτεϊνικών καρβονυλίων και οξειδωμένων αμινοξέων, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν «βιοδείκτες» του οξειδωτικού στρες. Συνήθως κατά την παραπάνω διαδικασία τα αμινοξέα λυσίνη (Lys), θρεονίνη (Thr), προλίνη (Pro) και αργινίνη (Arg) μετατρέπονται σε αλδεϋδικές και κετονικές ομάδες ενώ η θειολομαδα της παράπλευρης αλυσίδας της κυστεΐνης (Cys), μπορεί να οδηγήσει σε ανεπιθύμητους δισουλφιδικούς δεσμούς [89] (Σχήμα 21).

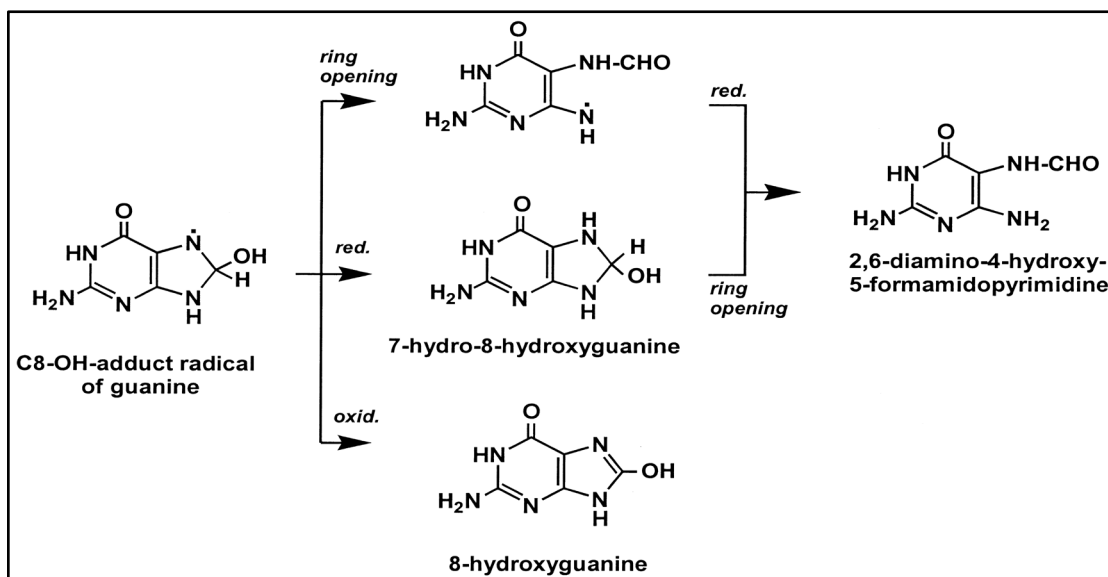


Σχήμα 21. Οξείδωση πρωτεϊνών από τις ελεύθερες ρίζες

(Πηγή: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00726-003-0011-2>)

γ) Νουκλεϊκά οξέα

Το δεοξυριβονουκλεϊκό οξύ (DNA) αποτελεί ένα σταθερό μόριο αλλά και αυτό μπορεί να υποστεί οξειδωτική καταστροφή από την επίδραση των ελευθέρων. Αντίθετα το ριβονουκλεϊκό οξύ (RNA) είναι περισσότερο ευαίσθητο στην οξειδωτική βλάβη σε σχέση με το δεοξυριβονουκλεϊκό οξύ (DNA), λόγω της μονόκλωνης δομής του (Σχήμα 22) [90].



Σχήμα 22. Οξείδωση της γουανιδίνης από τις ελεύθερες ρίζες.

(Πηγή: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0079610767900053>)

✓ Θετικές συνέπειες

Οι «ελεύθερες ρίζες» έχει βρεθεί ότι έχουν θετική επίδραση σε διάφορες φυσιολογικές διαδικασίες του οργανισμού. Σημαντικός κρίνεται ο ρόλος που παίζουν στη λειτουργία του ανοσοποιητικού συστήματος έναντι των αντιγόνων όταν λαμβάνει χώρα η φαγοκυττάρωση. Παρόμοια είναι η δράση τους και κατά τη δημιουργία της φλεγμονής, η οποία μπορεί να εμφανιστεί μετά από έντονη άσκηση και μπορεί να οδηγήσει σε μυϊκό τραυματισμό. Επίσης έχει αποδειχθεί ότι οι ελεύθερες ρίζες λειτουργούν ως σηματοδοτικά μόρια, τόσο σε ενδοκυττάριο όσο και σε διακυττάριο επίπεδο [93,94].

3.7 Αντιοξειδωτικά μέσα

Ο όρος «αντιοξειδωτικό» αναφερόταν μέχρι τα τέλη του 19^{ου} αιώνα σε ένα συγκεκριμένο στοιχείο, το οποίο δεν επέτρεπε την κατανάλωση του μοριακού οξυγόνου. Ωστόσο στις αρχές του 20^{ου} αιώνα, τα «αντιοξειδωτικά» αποτέλεσαν το πεδίο έρευνας που ασχολείτο με την οξείδωση των μετάλλων.

Η χρήση αντιοξειδωτικών στη διατροφή είχε ως στόχο την παρεμπόδιση της οξείδωσης των μη κορεσμένων λιπαρών. Η ταυτοποίηση ωστόσο των βιταμινών A, C και E, καθώς επίσης και των καροτενοειδών έδωσε μια νέα διάσταση στην συνεισφορά που έχουν οι συγκεκριμένες ουσίες στη βιολογία.

Τα αντιοξειδωτικά αποτελούν χημικές ενώσεις που έχουν την ικανότητα να μειώνουν το ρυθμό των αντιδράσεων οξείδωσης. Πέρα των φυσικών αντιοξειδωτικών υπάρχουν και συνθετικά τα οποία προστατεύουν από την διαδικασία της οξείδωσης.

Τα αντιοξειδωτικά έχουν την ικανότητα να παρεμβαίνουν στη διαδικασία της οξείδωσης με τους εξής τρόπους: με δέσμευση οξυγόνου και με παρεμπόδιση της οξείδωσης στα πρώτα στάδια.

Η συγκεκριμένη κατηγορία αντιοξειδωτικών συμπεριλαμβάνει φυσικά υλικά όπως είναι οι τοκοφερόλες και τα έλαια καθώς και συμβατικά αντιοξειδωτικά, όπως είναι το BHA και το BHT.

Ουσίες που δεσμεύουν οξυγόνο είναι εκείνες οι οποίες μπορούν να αντιδράσουν απευθείας με το οξυγόνο και να το αφαιρέσουν από το σύστημα. Στη συγκεκριμένη κατηγορία αντιοξειδωτικών ανήκει κυρίως το ασκορβικό οξύ .

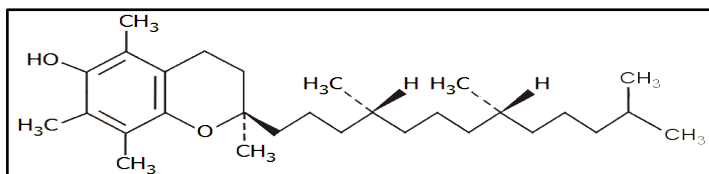
Ως ανταγωνιστές οξείδωσης στα πρώτα στάδια της λειτουργούν ουσίες, όπως είναι το κιτρικό οξύ ή το φωσφορικό οξύ που έχουν την ικανότητα να δεσμεύουν τα ιόντα των μετάλλων τα οποία δρουν ως καταλύτες στην αντίδραση της αυτοοξείδωσης.

Τα τελευταία χρόνια παρουσιάζεται μία ιδιαίτερη προτίμηση για τροφές φυσικής προέλευσης, με φυσικά συστατικά που καθιστά απαραίτητη τη χρήση των φυσικών αντιοξειδωτικών. Τα αντιοξειδωτικά είναι προτιμότερο να προστίθενται στις τροφές κατά τα πρώτα στάδια της οξείδωσης για να έχουν το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα.

Στην περίπτωση που η συγκέντρωση ελευθέρων ριζών ξεπεράσει την αμυντική αντιοξειδωτική ικανότητα του οργανισμού, επέρχεται καταστροφή των κύτταρων και των ιστών. Συνεπώς είναι πολύ σημαντικό ο οργανισμός να διατρέφεται με τροφές οι οποίες έχουν αντιοξειδωτικές ιδιότητες ώστε να αναπληρώνονται τα κενά στην αντιοξειδωτική άμυνα του οργανισμού.

Μόρια τα οποία περιέχονται σε τροφές όπως είναι η α-τοκοφερόλη, τα καροτενοειδή και τα φλαβονοειδή έχουν την ικανότητα να δεσμεύουν ελεύθερες ρίζες με αποτέλεσμα την δημιουργία αντιοξειδωτικών στη θέση τους. Από τις παραπάνω ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η α-τοκοφερόλη (βιταμίνη E).

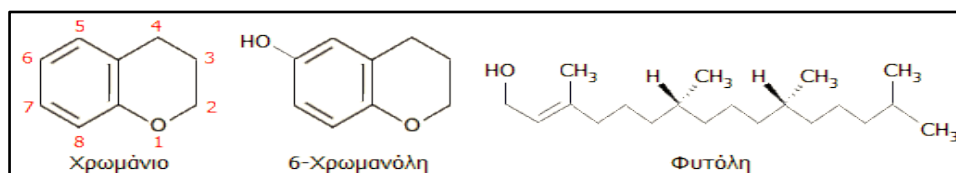
Η α-τοκοφερόλη είναι μία αντιοξειδωτική «λιποδιαλυτή» βιταμίνη και παρέχει αποτελεσματική προστασία έναντι της δράσης των ελευθέρων ριζών. Η ονομασία της προέρχεται από τις ελληνικές λέξεις «τόκος» (γέννα) και «φέρω», διότι η απουσία της έχει αναφερθεί ότι συσχετίζεται με προβλήματα στη γονιμότητα. (Σχήμα 23)



Σχήμα 23. Χημικός τύπος της α-τοκοφερόλης (βιταμίνη E)

(Πηγή: http://195.134.76.37/chemicals/chem_tocopherol.htm)

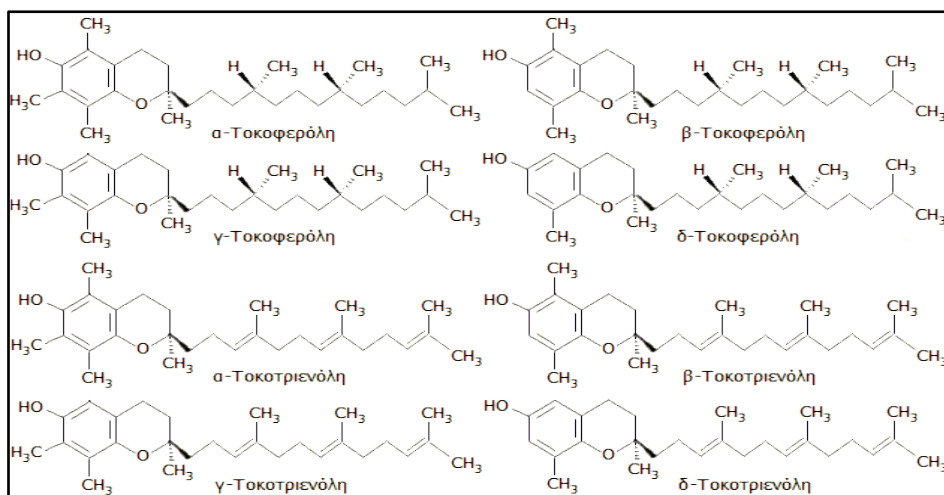
«Το 1922, ο Αμερικανός γιατρός Herbert McLean Evans (1882-1972, Ιατρική Σχολή, Πανεπιστήμιο της Καλιφόρνιας) και η Katharine J. Scott Bishop (1889-1976), μετά από διατροφικά πειράματα που πραγματοποίησαν σε αρουραίους, οδηγήθηκαν στο συμπέρασμα ότι πέραν από τις μέχρι τότε γνωστές βιταμίνες, θα έπρεπε να υπάρχει ακόμη άλλη μία βιταμίνη, που σχετίζεται με την κανονική λειτουργία του αναπαραγωγικού συστήματος. Το 1936 ο Evans απομόνωσε από φυτικά έλαια μια λιπαρή ουσία με χημικό τύπο $C_{29}H_{50}O_2$, την οποία ονόμασε “τοκοφερόλη” λόγω της φυσιολογικής της δράσης. Ως κύρια φυσική πηγή τοκοφερόλης χρησιμοποίησε το σιτέλαιο, ένα φυτικό έλαιο που βρίσκεται στα φύτρα σιταριού, τα οποία είναι ιδιαίτερα πλούσια σε α-τοκοφερόλη, αλλά και τις άλλες τοκοφερόλες. Στη συνέχεια διαπιστώθηκε ότι υπήρχαν και άλλες ενώσεις με παραπλήσια δομή οι οποίες διαφοροποιούνται στον αριθμό και στις θέσεις των μεθυλίων, που συλλογικά ονομάστηκαν τοκοφερόλες και διακρίνονται μεταξύ τους με προθήματα ελληνικών γραμμάτων. Όλες οι τοκοφερόλες (α-, β-, γ- και δ-τοκοφερόλη) διαθέτουν μια ομάδα χρωμανίου, η οποία διαθέτει στη θέση 6 ένα φαινολικό υδροξύλιο, οδηγώντας στην δημιουργία της 6-χρωμανόλης, και στη θέση 2 μία πλευρική αλειφατική αλυσίδα η οποία είναι γνωστή ως ουρά φυτυλίου. (Σχήμα 24)



Σχήμα 24. Κοινό χαρακτηριστικό των τοκοφερολών.

(Πηγή: http://195.134.76.37/chemicals/chem_tocopherol.htm)

Η αντιοξειδωτική δράση των τοκοφερολών αποδίδεται στο φαινολικό υδροξύλιο του χρωμανίου, ενώ η λιποφιλικότητα τους και μη διαλυτότητά τους στο νερό στην ουρά φυτυλίου. Η α-τοκοφερόλη, μία από τις τέσσερις τοκοφερόλες, είναι η μεγαλύτερη σε αναλογία και αποτελεί την πλέον ενεργή από βιολογική άποψη. Η δ-τοκοφερόλη παρουσιάζει την εντονότερη αντιοξειδωτική δράση». (Σχήμα 25)



Σχήμα 25. Τα είδη των τοκοφερολών

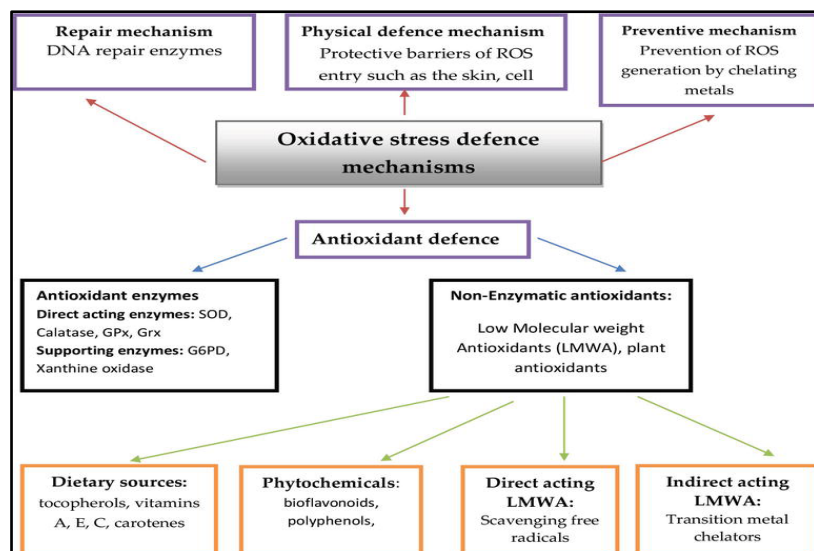
(Πηγή: http://195.134.76.37/chemicals/chem_tocopherol.htm)

3.8 Αντιοξειδωτικοί μηχανισμοί

Η παρατεταμένη έκθεση στην δράση των ελευθέρων ριζών είχε ως συνέπεια οι οργανισμοί να αναπτύξουν μια σειρά προστατευτικών «αντιοξειδωτικών» μηχανισμών. Οι συγκεκριμένοι μηχανισμοί αποσκοπούν τόσο στην πρόληψη, την επιδιόρθωση καθώς και στην ενίσχυση του οργανισμού έναντι της δράσης των ελευθέρων ριζών. Οι μηχανισμοί που δρουν τα αντιοξειδωτικά είναι είτε ενζυμικοί είτε μη ενζυμικοί. Κοινό γνώρισμα των μηχανισμών δράσης είναι ότι: α) παρεμποδίζουν την δημιουργία των ριζών, β) τις αδρανοποιούν μετατρέποντάς τις σε μη δραστικά παράγωγα και γ) συνδράμουν στην διόρθωση βλαβών που προκαλούνται από τις ελεύθερες ρίζες (**Σχήμα 26**).

Με βάση τα παραπάνω οι μηχανισμοί δράσης ταξινομούνται ως εξής:

- άμεση εξουδετέρωση των ελευθέρων ριζών ως δότες ηλεκτρονίων.
- ανάκτηση σταθερών μορίων με την προσφορά ατόμων υδρογόνου.
- αναστολή της δράσης των οξειδωτικών ενζύμων.
- περιορισμός της διαθεσιμότητας του σιδήρου και χαλκού.
- επιδιόρθωση οξειδωτικών βλαβών στα βιομόρια



Σχήμα 26. Οι μηχανισμοί δράσης των αντιοξειδωτικών

(Πηγή: <https://www.intechopen.com/chapters/60884>)

3.9 Οι ενζυμικοί μηχανισμοί της αντιοξειδωτικής άμυνας

Οι «ενζυμικοί» μηχανισμοί της αντιοξειδωτικής άμυνας διακρίνονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες.

α) οι πρωτογενείς, οι οποίοι αδρανοποιούν απευθείας τις ελεύθερες ρίζες. Η κατηγορία αυτή περιλαμβάνει την υπεροξειδική δισμουτάση (-SOD), την καταλάση (-CAT) και την υπεροξειδάση της γλουταθειόνης (-GPx), ένζυμα της οδού της φωσφορικής πεντόζης.

β) οι δευτερογενείς, οι οποίοι δρουν έμμεσα βοηθώντας άλλα ενδογενή αντιοξειδωτικά. Η κατηγορία αυτή περιλαμβάνει την αναγωγή της γλουταθειόνης (-GR).

- Η υπεροξειδική δισμουτάση (-SOD) καταλύει τη μετατροπή των ανιόντων του υπεροξειδίου σε υπεροξειδίο του υδρογόνου.
- Η καταλάση (-CAT) καταλύει τη μετατροπή του υπεροξειδίου του υδρογόνου σε νερό και οξυγόνο και πραγματοποιείται σε δύο στάδια.
- Τα ένζυμα της οδού της φωσφορικής πεντόζης, καταλύουν τις αντιδράσεις της μεταβολικής οδού της φωσφορικής πεντόζης.
- Η αναγωγή της γλουταθειόνης οδηγεί σε παραγωγή οξειδωμένης γλουταθειόνης (GSSG).
- Οι υπεροξειδάσες της γλουταθειόνης καταλύουν την αναγωγή του υπεροξειδίου του υδρογόνου ή των υδροϋπεροξειδίων των λιπιδίων με αναγωγικό μέσο τη γλουταθειόνη.

- Η υπεροξειδάση της θειορεδοξίνης ανάγει το υπεροξείδιο του υδρογόνου και τα αλκυλ-υδροϋπεροξειδία μαζί με την αναγωγή της θειορεδοξίνης, τη θειορεδοξίνη και τη NADPH.
- Το συνένζυμο Q αποτελεί πηγή ιόντων O_2^- όταν έχει αναχθεί υπό τη μορφή της ημικινόνης.

3.10 Οι μη ενζυμικοί μηχανισμοί της αντιοξειδωτικής άμυνας

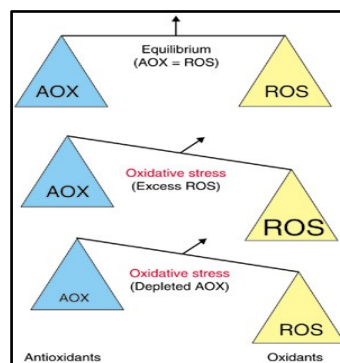
Μη ενζυμικοί μηχανισμοί της αντιοξειδωτικής άμυνας περιλαμβάνουν ουσίες που διαθέτουν αντιοξειδωτικές ικανότητες όπως είναι η βιταμίνη E και η βιταμίνη C.

- Η γλουταθειόνη είναι ένα τριπεπτίδιο με αναγωγικές ικανότητες και είναι η κύρια αντιοξειδωτική θειόλη και ο κύριος ρυθμιστής της ενδοκυττάριας οξειδοαναγωγικής ομοιόστασης.
- Οι θειοαναγωγάσες είναι μικρές σουλφυδρυλικές πρωτεΐνες με δράση οξειδοαναγωγάσης.
- Η βιταμίνη C συμμετέχει στη σύνθεση του κολλαγόνου και βοηθάει στη φυσιολογική λειτουργία του ανοσοποιητικού συστήματος.
- Η κύρια αντιοξειδωτική δράση της βιταμίνης E σχετίζεται με την προστασία κατά της υπεροξείδωσης των λιπιδίων.
- Τα καροτενοειδή υπάρχουν στα φυτά και σε μικροοργανισμούς, αλλά δεν μπορούν να συντεθούν από τα ζώα.
- Οι πολυφαινόλες είναι αντιοξειδωτικές ουσίες, που σταθεροποιούν τις ελεύθερες ρίζες λειτουργώντας ως δότες ηλεκτρονίου ή ατόμου υδρογόνου. Με αυτό τον τρόπο σταματούν την αλυσιδωτή οξειδωτική αντίδραση.
- Ουβικινόνη ή συνένζυμο Q. Το συνένζυμο Q (CoQ, ουβικινόνη) δρα είτε άμεσα μέσω της εξουδετέρωσης των ριζών υπεροξυλίου ή έμμεσα οδηγώντας στην «αναγέννηση» των βιταμινών C και E.
- Ουρικό οξύ. Το ουρικό οξύ δρα έναντι των ριζών υπεροξυλίου, O_2 , HOCL και ONOO.

3.11 Οξειδωτικό στρες

Ο όρος «οξειδωτικό στρες» διατυπώθηκε για πρώτη φορά από τον Helmut Sies (1991) και «ορίζεται ως μια σοβαρή δυσαναλογία ανάμεσα στην παραγωγή δραστικών

μορφών οξυγόνου (ROS) και τον αντιοξειδωτικό μηχανισμό του οργανισμού». Αποτελεί μια διαταραχή στην προ-οξειδωτική και αντιοξειδωτική ισορροπία του οργανισμού που μπορεί να προκαλέσει την καταστροφή διαφόρων βιομορίων. Η παραπάνω ανισορροπία αφορά την παραγωγή δραστικών ειδών καθώς και την ικανότητα του οργανισμού να τα εξουδετερώσει και αποδίδεται τόσο στην αυξημένη παραγωγή των ελευθέρων ριζών όσο και στην μειωμένη αντιοξειδωτική άμυνα ή και σε συνδυασμό των παραπάνω (Σχήμα 27).



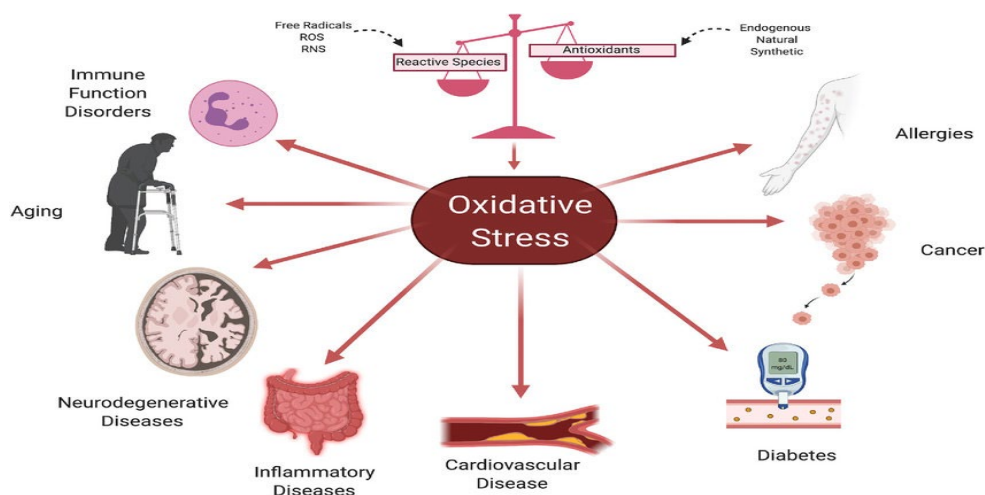
Σχήμα 27. Η αντιοξειδωτική ισορροπία του οργανισμού.

(Πηγή: <https://genomebiology.biomedcentral.com/articles/10.1186/gb-2002-3-7-reviews1019>)

Επιδράσεις του οξειδωτικού στρες στον οργανισμό

Όπως είναι γνωστό η οξείδωση είναι μια φυσιολογική διαδικασία που λαμβάνει χώρα στους περισσότερους οργανισμούς. Το οξειδωτικό στρες αντίθετα, λαμβάνει χώρα όταν δεν υπάρχει ισορροπία ανάμεσα στη δράση των ελεύθερων ριζών και την αντιοξειδωτική δράση. Στην περίπτωση που οι ελεύθερες ρίζες λειτουργούν σωστά βοηθούν όπως αναφέρθηκε παραπάνω στην καταπολέμηση των παθογόνων παραγόντων που προκαλούν τις λοιμώξεις.

Όταν υπάρχουν περισσότερες ελεύθερες ρίζες αυτές μπορεί να προκαλέσουν βλάβες σε διάφορες ουσίες και την εμφάνιση μεγάλου αριθμού νοσημάτων όπως είναι οι φλεγμονώδεις καταστάσεις, η αθηροσκλήρωση κλπ.(Σχήμα 28)



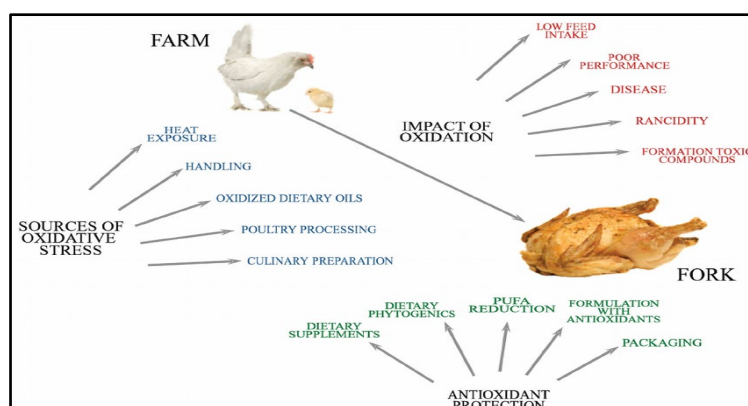
Σχήμα 28. Βλάβες λόγω οξειδωτικού στρες.

(Πηγή: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666154321000090?via%3Dihub>)

3.12 Το οξειδωτικό στρες και η διαταραχή της υγείας των ζώων

Μελέτες σε κτηνοτροφικά ζώα έδειξαν ότι το οξειδωτικό στρες σχετίζεται με πολλές παθολογικές καταστάσεις, όπως είναι η σήψη, η μαστίτιδα, η εντερίτιδα, η πνευμονία αλλά και φλεγμονές της αναπνευστικής οδού. Καθώς και σε καταστάσεις που σχετίζονται με τη ζωική παραγωγή και την ευζωία [95]. Παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν την ευζωία των ζώων μπορούν να είναι είτε φυσικοί, είτε χημικοί, είτε ψυχολογικοί και βιολογικοί. Τέτοιοι παράγοντες είναι οι ακραίες μεταβολές της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος, η διαβίωση σε συνθήκες απουσίας φωτός ή αέρα, ο υπερπληθυσμός των ζώων και η κακή διατροφή. Όλα τα παραπάνω μπορούν να οδηγήσουν στην εμφάνιση οξειδωτικού στρες με συνέπεια να επηρεάσουν την παραγωγική και αναπαραγωγική απόδοση, απειλώντας την υγεία των ζώων [96,97].

(Σχήμα 29)



Σχήμα 29. Οξειδωτικό στρες και διαταραχή της υγείας των πουλερικών

(Πηγή: <https://ars.els-cdn.com/content/image/1-s2.0-S0032579119319303-gr1.jpg>)

Η βελτίωση της οξειδοαναγωγικής κατάστασης των ζώων μπορεί να επιτευχθεί με την χορήγηση συμπληρωμάτων διατροφής που περιέχουν φυσικά αντιοξειδωτικά. Πρόκειται για έναν σχετικά οικονομικό τρόπο αντιμετώπισης του οξειδωτικού στρες ενώ φαίνεται να συμβάλλει τόσο στην παράταση του προσδόκιμου χρόνου ζωής των ζώων καθώς και στην παραγωγή καλύτερης ποιότητας κρέατος και γάλακτος. Η υπερβολική χορήγηση αντιοξειδωτικών μορίων μπορεί ωστόσο να έχει αρνητικό αντίκτυπο στην ευζωία των ζώων, λειτουργώντας ως προ-οξειδωτικοί παράγοντες [97].

Η χρήση αντιοξειδωτικών είναι δυνατόν να λειτουργήσουν ως μια εναλλακτική λύση για να αντιμετωπιστούν παθολογικές καταστάσεις που οφείλονται στο οξειδωτικό στρες ιδιαίτερα στα νεαρά ζώα [95]. Σε μελέτες που πραγματοποιήθηκαν σε κοτόπουλα κρεατοπαραγωγής διαπιστώθηκε ότι η λήψη εμπλουτισμένης διατροφής σε πολυφαινόλες οδήγησε σε βελτίωση της οξειδωτικής κατάστασης.

3.13 Ευζωία των ζώων (*Welfare*)

Η ευζωία, αποτελεί ένα χαρακτηριστικό που διαμορφώνεται μέσα από το γονότυπο και το περιβάλλον του κάθε ζώου. Ως ευζωία ορίζεται η κατάσταση στην οποία βρίσκεται το ζώο κατά την προσπάθεια προσαρμογής στο περιβάλλον του. «*Ευζωία των ζώων είναι ο τρόπος με τον οποίο ένα ζώο αντεπεξέρχεται στις συνθήκες στις οποίες ζει*». Ένα ζώο ζει σε ένα καλό επίπεδο ευζωίας όταν είναι υγιές, διαβιεί σε καλό περιβάλλον, σιτίζεται ορθά, είναι ασφαλές, ικανό να εκφράσει την έμφυτη εγγενή συμπεριφορά του και δεν υποφέρει από δυσάρεστες καταστάσεις όπως πόνο, φόβο ή αγωνία.

Στο «*Πρωτόκολλο για την Προστασία και την Ορθή Μεταχείριση των ζώων*» (συνθήκη του Άμστερνταμ) αναγνωρίζεται ότι τα ζώα είναι ευαίσθητα όντα («τα ζώα αισθάνονται») και επιβάλλει στα ευρωπαϊκά θεσμικά όργανα να λαμβάνουν υπόψη τις απαιτήσεις της ορθής μεταχείρισης των ζώων στη διαμόρφωση και την εφαρμογή της ευρωπαϊκής νομοθεσίας. Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει ένα από τα αυστηρότερα νομοθετικά πλαίσια και ίσως τα υψηλότερα πρότυπα στην ευζωία προστατεύοντας δισεκατομμύρια ζώων που εκτρέφονται, μετακινούνται και σφάζονται στο έδαφος της. Βάσει του «*Farm Animal Welfare Council στη Μ. Βρετανία (FAWC, 2001)*» η ευζωία περιγράφεται μέσα από ένα σύνολο προϋποθέσεων που πρέπει υφίστανται, έτσι ώστε να εξυπηρετούνται οι βασικές ανάγκες των ζώων, τόσο στο επίπεδο της εκτροφής τους, όσο και κατά τη μεταφορά και τη σφαγή τους. Η Ευρωπαϊκή νομοθεσία αντανακλά τις

«Πέντε Ελευθερίες» έτσι όπως αυτές καθορίστηκαν από το «Συμβούλιο Ευζωίας των παραγωγικών ζώων» χωρίς ωστόσο αυτές να αποτελούν είναι δείκτες ευζωίας.

Συγκεκριμένα οι «Πέντε Ελευθερίες» όπως διατυπώθηκαν από τον Boitreau, καθώς και οι παράγοντες που τις εξασφαλίζουν παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα. **(Πίνακας 12)**

Πίνακας 12. Οι πέντε ελευθερίες της «Ευζωίας»

Πέντε Ελευθερίες	Παράγοντες που τις εξασφαλίζουν
Ελευθερία από πείνα, δίψα και κακή διατροφή	Άμεση πρόσβαση σε φρέσκο νερό και σιτηρέσιο που εξασφαλίζει πλήρη υγεία και σφρίγος
Ελευθερία από ταλαιπωρία ή δυσφορία	Κατάλληλο περιβάλλον που περιλαμβάνει κατάλυμα και άνετο χώρο ξεκούρασης
Ελευθερία από πόνο, τραύματα ή ασθένεια	Πρόληψη νοσημάτων ή γρήγορη διάγνωση και θεραπεία
Ελευθερία να εκφραστεί η φυσιολογική συμπεριφορά του είδους	Αρκετός χώρος, σωστός εξοπλισμός και ύπαρξη άλλων ζώων του ίδιου είδους «παρέα»
Ελευθερία από φόβο και αγωνία	Ασφαλείς συνθήκες και απομάκρυνση παραγόντων που προκαλούν ψυχική καταπόνηση

3.14 Χρήση φαρμακευτικών /αρωματικών φυτών ως αντιοξειδωτικά

Από τα αρχαία χρόνια ο άνθρωπος κάλυπτε της βασικές του ανάγκες σε τροφή σε φυσικούς και ζωικούς πόρους. Στις μέρες μας αυτός ο τρόπος ζωής παρόλες τις αλλαγές που έχουν επέλθει παραμένει ο βασικός τρόπος κάλυψης των αναγκών του. Τα αρωματικά φυτά χρησιμοποιήθηκαν από την αρχαιότητα δεδομένου ότι είχαν πολλαπλή χρήση στην καθημερινότητα του ανθρώπου όπως για την ωραία γεύση που προσέδιδε στα φαγητά αλλά και στην συντήρησή τους καθώς επίσης και για τις θεραπευτικές τους ιδιότητες [98].

Οι αρχαίοι Έλληνες με πρωτοπόρους τον Ιπποκράτη και τον Αριστοτέλη συνέβαλαν σημαντικά στην αξιοποίηση των αρωματικών φυτών ως θεραπεία. Ο Ιπποκράτης συγκεκριμένα αναφέρει ότι τα βότανα εκτός από τροφή μπορεί να

αποτελέσουν και φάρμακο «*κάνε την τροφή φάρμακό σου και το φάρμακο τροφή σου*». Στις μέρες μας η χρήση των αρωματικών φυτών έχει πλέον καθιερωθεί ως μια «εναλλακτική θεραπεία» διαφόρων ασθενειών.

Ως «*αρωματικά*» φυτά χαρακτηρίζονται τα φυτά που εμφανίζουν υψηλή συγκέντρωση πτητικών συστατικών και διαθέτουν την ικανότητα να εξαερωθούν προσδίδοντας μια ευχάριστη και χαρακτηριστική οσμή. Η οσμή αποδίδεται σε ένα μίγμα πτητικών ουσιών που παράγουν τα φυτά και ονομάζονται «*αιθέρια έλαια*».

Ως «*φαρμακευτικά*» φυτά χαρακτηρίζονται τα φυτά που κάποιο μέρος τους παράγει χημικές ενώσεις με θεραπευτικές ιδιότητες για τον άνθρωπο. Χωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες, στα αυτοφυή και στα καλλιεργούμενα φυτά. Κοινά χαρακτηριστικά γνωρίσματα όλων των αιθέριων ελαίων είναι η πτητικότητα τους, η μη διαλυτότητα τους στο νερό καθώς και η χαρακτηριστική τους οσμή [99].

Στην Ελλάδα φύεται ένας μεγάλος αριθμός αρωματικών φυτών, είτε σε ένα βιότοπο, είτε εξαπλώνονται σε μία μικρή περιοχή. Τα είδη που απαντώνται σε όλη τη χώρα παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη ποικιλότητα σε ότι αφορά την απόδοση τους σε αιθέρια έλαια σε αντίθεση με τα ενδημικά είδη. Έχουν καταγραφεί περίπου 2000 είδη φυτών που παράγουν αιθέρια έλαια. Η οικογένεια με τον μεγαλύτερο αριθμό αρωματικών φυτών στην Ελλάδα είναι η οικογένεια των Χειλανθών (Lamiaceae).

Στην Ελλάδα φύονται πολλά είδη της οικογένειας των Χειλανθών τα οποία χρησιμοποιούνται όχι μόνο ως αρωματικά αλλά και ως φαρμακευτικά, αρτυματικά, καλλωπιστικά και μελισσοτροφικά.

Τα πιο κοινά είδη είναι: το Θυμάρι (Thymus capitatus), Θρούμπι (Satureja thymbra), Φασκόμηλο (Salvia fruticosa), Ρίγανη (Origanum vulgare), Δίκταμος (O. dictamnus), Μελισσοβότανο (Melissa officinalis), Λεβάντα (Lavandula stoechas), τσάι του βουνού (Sideritis scardica), Μέντα (Mentha spicata), Δενδρολίβανο (Rosmarinus officinalis) [100-102].

Τα κυριότερα αρωματικά/φαρμακευτικά φυτά που καλλιεργούνται/-συλλέγονται στην Ελλάδα παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 13).

Πίνακας 13. Τα κυριότερα αρωματικά/φαρμακευτικά φυτά στην Ελλάδα

Επιστημονική ονομασία	Κοινή ονομασία
Coriandrum sativum	Κόλιανδρο

<i>Crocus sativus</i>	ζαφορά, κρόκος
<i>Cuminum cyminum</i>	Κίμινο
<i>Foeniculum vulgare</i>	Μάραθο
<i>Humulus lupulus</i>	Λυκίσκος
<i>Laurus nobilis</i>	Δάφνη
<i>Lavandula angustifolia</i>	Λεβάντα
<i>Matricaria recutita</i>	Χαμομήλι
<i>Melissa officinalis</i>	Μέλισσα φαρμακευτική
<i>Mentha spp.</i>	Μέντα, δυόσμος
<i>Ocimum basilicum</i>	Βασιλικός
<i>Origanum dictamnus</i>	Δίκταμος
<i>Origanum vulgare</i>	Ρίγανη
<i>Pimpinella anisum</i>	Γλυκάνισο
<i>Pistacia lentiscus</i>	Μαστίχα
<i>Salvia fruticosa</i>	Φασκόμηλο
<i>Sideritis spp.</i>	Τσάι του βουνού
<i>Thymus capitatus</i>	Θυμάρι

Τα δύο κυριότερα είδη αρωματικών φυτών που εντοπίζονται στην Ελλάδα είναι η ρίγανη και το θυμάρι.

✓ **Θυμάρι (Thyme στα αγγλικά)**

Το θυμάρι ανήκει όπως αναφέρθηκε παραπάνω στην οικογένεια των Χειλανθών. Υπάρχουν δύο είδη θυμαριού που είναι αυτοφυή στην Ελλάδα, το *Thymus capitatus* L. και το *Thymus striatus*. Το καλλιεργούμενο είδος στην Ελλάδα είναι το *Thymus vulgaris* L. Πρόκειται για μικρό θάμνο που το ύψος του δεν ξεπερνά τα σαράντα (40) εκατοστά. Έχει χρώμα γκριζωπό πράσινο και τα στελέχη του είναι ξυλώδη, ανορθωμένα, πολύ διακλαδισμένα ενώ τα φύλλα του είναι μικρά και ωοειδή (**Εικόνα 1**).



Εικόνα 1. Θυμάρι (Thyme)

(Πηγή: <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%98%CF%85%CE%BC%CE%AC%CF%81%CE%B9>)

Ρίγανη (Oregano στα αγγλικά)

Η ρίγανη ανήκει και αυτή στην οικογένεια των Χειλανθών. Τα κυριότερα είδη είναι το *Origanum heracleoticum* L. και το *Origanum vulgare* L. ενώ το καλλιεργούμενο είδος στην Ελλάδα είναι το *Origanum vulgare*. Διαθέτει βλαστό όρθιο και τετραγωνικό, πολύκλαδο ενώ το ύψος του κυμαίνεται από 30 έως 80 εκατοστά. Τα φύλλα του είναι πράσινα και τα άνθη του άσπρα (**Εικόνα 2**).



Εικόνα 2. Ρίγανη (Oregano)

(Πηγή: https://en.wikipedia.org/wiki/File:%CE%A1%CE%AF%CE%B3%CE%B1%CE%BD%CE%B7_%28Greek_oregano%29_2682.JPG)

3.15 Χρήση υποπροϊόντων ελαιόλαδου ως αντιοξειδωτικά

Κατά τη διάρκεια επεξεργασίας του καρπού της ελιάς υπάρχουν τρία κύρια υπολείμματα: το πυρηνόξυλο, τα κλαδιά και τα φύλλα και τέλος τα απόβλητα ελαιουργείων. Το πυρηνόξυλο αποτελεί το υλικό που απομένει αφού αφαιρεθεί το μεγαλύτερο μέρος του ελαιόλαδου από την πάστα ελιάς.

Ένα προϊόν από υποπροϊόντα του ελαιόλαδου είναι το «Sparta INNOLIVE» το οποίο «είναι ένα καινοτόμο φυσικό προϊόν σε μορφή αλεύρου με χαρακτηριστική ελαιώδη οσμή και σκούρο πράσινο χρώμα το οποίο παράγεται με βάση την πάστα ελιάς και χρησιμοποιείται ως σύνθετη συμπληρωματική ζωοτροφή σε συγκεκριμένο ποσοστό, ανάλογα με το εκτρεφόμενο ζώο. Διαθέτει υψηλή διατροφική και ενεργειακή αξία, με ιδιαίτερα υψηλά ποσοστά φυσικών πολυφαινολών και ελαϊκού οξέος, τα οποία προσδίδουν στο προϊόν αλλά και στην ζωοτροφή, βιολειτουργικότητα και ισχυρή αντιοξειδωτική δράση. Το «Sparta INNOLIVE» είναι σύνθετη συμπληρωματική ζωοτροφή, που παράγεται με καινοτόμο παραγωγική διαδικασία. Ως πρώτες ύλες χρησιμοποιούνται, πάστα ελιάς και αρωματικά βότανα».

(<https://www.spartalife.gr/proionta/sparta-innolive>)

3.16 Η χρήση αρωματικών/φαρμακευτικών φυτών στον κλάδο της Πτηνοτροφίας

Η θεραπευτική χρήση των αντιβιοτικών φαρμάκων χρησιμοποιήθηκε ευρύτατα στο παρελθόν για ζώα που έπασχαν από διάφορες ασθένειες. Για πρώτη φορά χρησιμοποιήθηκαν αντιβιοτικά σε ζώα κατά την διάρκεια του 2^{ου} Παγκοσμίου Πολέμου. Η μεγάλη παραγωγή της πενικιλίνης για τις ανάγκες του πολέμου έδωσε ταυτόχρονα την δυνατότητα σε κτηνιάτρους να την χρησιμοποιήσουν για τη θεραπεία της μαστίτιδας των βοοειδών όπου εμφάνισε μεγάλη αποτελεσματικότητα. Τα επόμενα χρόνια φάρμακα όπως είναι η πενικιλίνη και η οξυτετρακυκλίνη, χρησιμοποιήθηκαν ως πρόσθετα ζωοτροφών σε πουλερικά. Η χρήση αντιβιοτικών ωστόσο προκάλεσε μεγάλα οφέλη και σε αναπαραγωγικό επίπεδο και βοήθησε στην αντιμετώπιση της αυξανόμενης ανάγκης σε τρόφιμα [99].

Η Ευρωπαϊκή Ένωση ωστόσο το 2006 προχώρησε στην απαγόρευση της χρήσης αντιβιοτικών στη σίτιση των πουλερικών. Η νέα και πιο αυστηρή νομοθεσία απαγόρευσε τη χρήση αντιβιοτικών ως αυξητικούς παράγοντες στα ζώα ωστόσο άφησε την δυνατότητα χρήση τους για λόγους θεραπείας μετά από υπόδειξη κτηνιάτρου

Μια εναλλακτική λύση, που γνωρίζει μεγάλη ανάπτυξη τα τελευταία χρόνια, είναι η χρήση των αρωματικών φυτών. Η χρήση των αρωματικών φυτών στα πτηνά είναι γνωστή εδώ και δεκάδες χρόνια. Τα αρωματικά φυτά σε αντίθεση με τα αντιβιοτικά που είναι συνθετικές οργανικές χημικές ουσίες δεν εμφανίζουν υψηλή τοξικότητα, και για το λόγο αυτό χρησιμοποιούνται πλέον ως πρόσθετα στις ζωοτροφές.

Η προσθήκη των αρωματικών φυτών στις ζωοτροφές γίνεται με τους εξής τρόπους:

- α) ολόκληρα ή ως επεξεργασμένα μέρη φυτών
- β) ως αιθέρια έλαια που είναι τα προϊόντα απόσταξης με υδρατμούς
- γ) ως ολεορεσίνες που αποτελούν τα εκχυλίσματα που λαμβάνονται με τη χρήση μη υδατικών διαλυτών.

Στην περίπτωση των αρωματικών φυτών θα πρέπει να τηρούνται όλοι κανονισμοί ασφαλείας τόσο για το ζώο όσο και για τον καταναλωτή και το περιβάλλον.

Η επίδραση των αρωματικών φυτών στα πουλερικά και ο τρόπος δράσης τους είναι πολυεπίπεδος και μπορεί να συνοψιστεί στα παρακάτω:

- βελτιώνουν τη γεύση του κρέατος
- επηρεάζουν την πρόσληψη τροφής
- διεγείρουν την έκκριση γαστρικών υγρών και πεπτικών ενζύμων
- βελτιώνουν την απόδοση και την υγεία των ζώων
- έχουν ευεργετική επίδραση στο ανοσοποιητικό σύστημα των πουλερικών
- αυξάνουν την παραγωγή αντισωμάτων
- ενισχύουν τη φαγοκυττάρωση και την παραγωγή ιντερφερόνης
- ενεργοποιούν τα λεμφοκύτταρα
- βοηθούν στην καλύτερη απορρόφηση των θρεπτικών ουσιών
- εξουδετερώνουν τις ελεύθερες ρίζες

Βιβλιογραφία 3^{ου} Κεφαλαίου

70. Wöhler, & Liebig. (1832). Untersuchungen über das Radikal der Benzoessäure. *Annalen Der Pharmacie*, 3(3), 249–282. <https://doi.org/10.1002/jlac.18320030302>
71. Michaelis, L. (1939). Free radicals as intermediate steps of oxidation-reduction. *Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology*, 7(0), 33–49. <https://doi.org/10.1101/SQB.1939.007.01.003>
72. Fenton, H. J. H. (1894a). LXXIII.—Oxidation of tartaric acid in presence of iron. *J. Chem. Soc., Trans.*, 65(0), 899–910. <https://doi.org/10.1039/CT8946500899>
73. Haber, F., & Willstätter, R. (1931). Unpaarigkeit und Radikalketten im Reaktionsmechanismus organischer und enzymatischer Vorgänge. *Berichte Der Deutschen Chemischen Gesellschaft (A and B Series)*, 64(11), 2844–2856. <https://doi.org/10.1002/cber.19310641118>
74. Halliwell, B. (1996). Antioxidants in Human Health and Disease. *Annual Review of Nutrition*, 16(1), 33–50. <https://doi.org/10.1146/annurev.nu.16.070196.000341>
75. Kohen, R., & Nyska, A. (2002). Invited Review: Oxidation of Biological Systems: Oxidative Stress Phenomena, Antioxidants, Redox Reactions, and Methods for Their Quantification. *Toxicologic Pathology*, 30(6), 620–650. <https://doi.org/10.1080/01926230290166724>
76. Halliwell, B., & Gutteridge, J. M. C. (2015). *Free Radicals in Biology and Medicine*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780198717478.001.0001>
77. Genestra, M. (2007). Oxyl radicals, redox-sensitive signalling cascades and antioxidants. *Cellular Signalling*, 19(9), 1807–1819. <https://doi.org/10.1016/j.cellsig.2007.04.009>
78. Beyer, W., Imlay, J., & Fridovich, I. (1991). Superoxide Dismutases (pp. 221–253). [https://doi.org/10.1016/S0079-6603\(08\)60843-0](https://doi.org/10.1016/S0079-6603(08)60843-0)
79. Bielski, B. H. J., & Cabelli, D. E. (1995). Superoxide and Hydroxyl Radical Chemistry in Aqueous Solution. In *Active Oxygen in Chemistry* (pp. 66–104). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-007-0874-7_3
80. Bielski, B. H. J., Cabelli, D. E., Arudi, R. L., & Ross, A. B. (1985). Reactivity of HO₂/O₂ Radicals in Aqueous Solution. *Journal of Physical and Chemical Reference Data*, 14(4), 1041–1100. <https://doi.org/10.1063/1.555739>

81. Bedwell, S., Dean, R. T., & Jessup, W. (1989). The action of defined oxygen-centred free radicals on human low-density lipoprotein. *Biochemical Journal*, 262(3), 707–712. <https://doi.org/10.1042/bj2620707>
82. Guo, C.-H., & Che, P.-C. (2012). Mitochondrial Free Radicals, Antioxidants, Nutrient Substances, and Chronic Hepatitis C. In *Antioxidant Enzyme*. InTech. <https://doi.org/10.5772/51315>
83. de Grey, A. D. N. J. (2002). HO 2 •: The Forgotten Radical. *DNA and Cell Biology*, 21(4), 251–257. <https://doi.org/10.1089/104454902753759672>
84. di Meo, S., & Venditti, P. (2001). Mitochondria in Exercise-Induced Oxidative Stress. *Neurosignals*, 10(1–2), 125–140. <https://doi.org/10.1159/000046880>
85. Halliwell, B., & Gutteridge, J. M. C. (2015). *Free Radicals in Biology and Medicine*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780198717478.001.0001>
86. Sharifi-Rad, M., Anil Kumar, N. v., Zucca, P., Varoni, E. M., Dini, L., Panzarini, E., Rajkovic, J., Tsouh Fokou, P. V., Azzini, E., Peluso, I., Prakash Mishra, A., Nigam, M., el Rayess, Y., Beyrouthy, M. el, Polito, L., Iriti, M., Martins, N., Martorell, M., Docea, A. O., ... Sharifi-Rad, J. (2020). Lifestyle, Oxidative Stress, and Antioxidants: Back and Forth in the Pathophysiology of Chronic Diseases. *Frontiers in Physiology*, 11. <https://doi.org/10.3389/fphys.2020.00694>
87. Halliwell, B., & Gutteridge, J. M. C. (1986). Oxygen free radicals and iron in relation to biology and medicine: Some problems and concepts. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 246(2), 501–514. [https://doi.org/10.1016/0003-9861\(86\)90305-X](https://doi.org/10.1016/0003-9861(86)90305-X)
88. Yin, H., Xu, L., & Porter, N. A. (2011). Free Radical Lipid Peroxidation: Mechanisms and Analysis. *Chemical Reviews*, 111(10), 5944–5972. <https://doi.org/10.1021/cr200084z>
89. Salvi, A., Carrupt, P.-A., Tillement, J.-P., & Testa, B. (2001). Structural damage to proteins caused by free radicals: assessment, protection by antioxidants, and influence of protein binding. Abbreviations: AAPH, 2,2'-azobis(2-amidinopropane) 2 HCl; and HSA, human serum albumin. *Biochemical Pharmacology*, 61(10), 1237–1242. [https://doi.org/10.1016/S0006-2952\(01\)00607-4](https://doi.org/10.1016/S0006-2952(01)00607-4)
90. Müller, A. (1967). The formation of radicals in nucleic acids, nucleoproteins, and their constituents by ionizing radiations. *Progress in Biophysics and Molecular Biology*, 17, 99–147. [https://doi.org/10.1016/0079-6107\(67\)90005-3](https://doi.org/10.1016/0079-6107(67)90005-3)

91. Malm, C. (2001). Exercise-induced muscle damage and inflammation: fact or fiction? *Acta Physiologica Scandinavica*, 171(3), 233–239. <https://doi.org/10.1046/j.1365-201x.2001.00825.x>.
92. Hunyadi, A. (2019). The mechanism(s) of action of antioxidants: From scavenging reactive oxygen/nitrogen species to redox signaling and the generation of bioactive secondary metabolites. *Medicinal Research Reviews*, 39(6), 2505–2533. <https://doi.org/10.1002/med.21592>
93. Pisoschi, A. M., Pop, A., Iordache, F., Stanca, L., Predoi, G., & Serban, A. I. (2021). Oxidative stress mitigation by antioxidants - An overview on their chemistry and influences on health status. *European Journal of Medicinal Chemistry*, 209, 112891. <https://doi.org/10.1016/j.ejmech.2020.112891>
94. Sies, H. (1991). Oxidative stress: From basic research to clinical application. *The American Journal of Medicine*, 91(3), S31–S38. [https://doi.org/10.1016/0002-9343\(91\)90281-2](https://doi.org/10.1016/0002-9343(91)90281-2)
95. Lykkesfeldt, J., & Svendsen, O. (2007). Oxidants and antioxidants in disease: Oxidative stress in farm animals. *The Veterinary Journal*, 173(3), 502–511. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2006.06.005>.
96. Surai, Kochish, Fisinin, & Kidd. (2019). Antioxidant Defence Systems and Oxidative Stress in Poultry Biology: An Update. *Antioxidants*, 8(7), 235. <https://doi.org/10.3390/antiox8070235>
97. Abuelo, A., Hernández, J., Benedito, J. L., & Castillo, C. (2015). The importance of the oxidative status of dairy cattle in the periparturient period: revisiting antioxidant supplementation. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 99(6), 1003–1016. <https://doi.org/10.1111/jpn.12273>
98. Estévez, M. (2021). Critical overview of the use of plant antioxidants in the meat industry: Opportunities, innovative applications and future perspectives. *Meat Science*, 181, 108610. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2021.108610>
99. Righi, F., Pitino, R., Manuelian, C. L., Simoni, M., Quarantelli, A., de Marchi, M., & Tsiplakou, E. (2021). Plant Feed Additives as Natural Alternatives to the Use of Synthetic Antioxidant Vitamins on Poultry Performances, Health, and Oxidative Status: A Review of the Literature in the Last 20 Years. *Antioxidants*, 10(5), 659. <https://doi.org/10.3390/antiox10050659>

100. Solomou, A. D., Martinos, K., Skoufogianni, E., & Danalatos, N. G. (2016). Medicinal and Aromatic Plants Diversity in Greece and Their Future Prospects: A Review. *Agricultural Science*, 4(1), 9–20. <https://doi.org/10.12735/as.v4i1p09>
101. Georghiou, K., & Delipetrou, P. (2010). Patterns and traits of the endemic plants of Greece. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 162(2), 130–153. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8339.2010.01025.x>
102. Strid A. (1986). *Mountain flora of Greece*. Cambridge: Cambridge University Press.

Κεφάλαιο 4^ο – Οι μέθοδοι προσδιορισμού της αντιοξειδωτικής ικανότητας

4.1 Μέθοδοι μέτρησης της αντιοξειδωτικής ικανότητας

Η εκτίμηση της αντιοξειδωτικής ικανότητας δειγμάτων βιολογικής προέλευσης μπορεί να γίνει με διάφορους μεθόδους οι οποίοι διαφοροποιούνται τόσο ως προς την εκτίμηση της αντιοξειδωτικής ικανότητας του δείγματος καθώς επίσης και ως προς την πολυπλοκότητα που εμφανίζουν, στον εργαστηριακό εξοπλισμό που απαιτείται και στον χρόνο που χρειάζεται [103].

α) Αντιοξειδωτική Δράση και Ικανότητα

Κατά την αξιολόγηση μιας ουσίας ως αντιοξειδωτικό είναι απαραίτητο να οριστούν δύο σημαντικές έννοιες που είναι η αντιοξειδωτική δράση και ικανότητα.

Η αντιοξειδωτική ικανότητα υποδεικνύει την ποσότητα μιας ορισμένης ελεύθερης ρίζας που είναι δυνατόν να δεσμευτεί από το δείγμα του αντιοξειδωτικού.

Συνεπώς για να επιλεγεί η μέθοδος προσδιορισμού των αντιοξειδωτικών ιδιοτήτων μιας ουσίας θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι παραπάνω παράμετροι.

β) Μηχανισμός Δράσης των Αντιοξειδωτικών

Ο μηχανισμός δράσης των αντιοξειδωτικών μέσω ελεύθερων ριζών εξαρτάται άμεσα από την δραστικότητα και την χημική δομή των ελεύθερων ριζών. Ωστόσο σημαντικό ρόλο παίζει και το περιβάλλον εντός του οποίου σχηματίζονται οι ελεύθερες ρίζες.

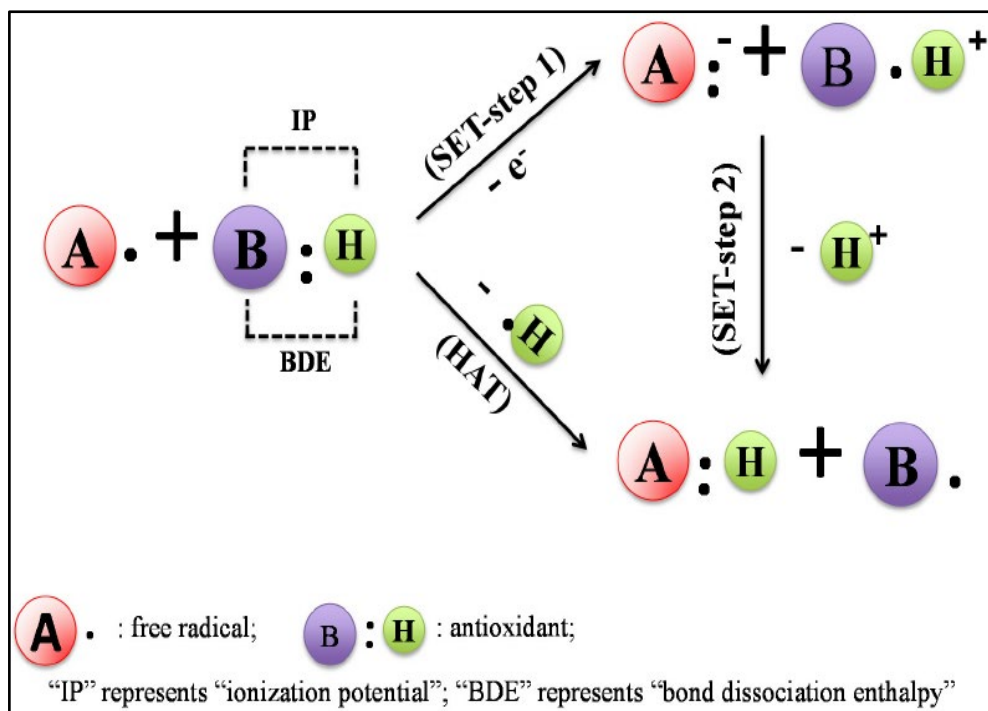
Οι αντιοξειδωτικές ενώσεις είναι δυνατόν να δράσουν με δύο μηχανισμούς:

α) είτε με μεταφορά του ατόμου υδρογόνου (Hydrogen Atom Transfer, HAT)

β) είτε με μεταφορά ενός ηλεκτρονίου (Single Electron Transfer, SET)

Μέσω της δέσμευσης των ελεύθερων ριζών αναστέλλεται η έναρξη της αλυσιδωτής αντίδρασης τους. Αυτό γίνεται είτε μέσω της εξουδετέρωσής τους είτε μέσω της παροχής σε αυτές ηλεκτρονίων. Με αυτό τον τρόπο οι αντιοξειδωτικές ουσίες μετατρέπονται σε ελεύθερες ρίζες. Οι «νέες» αυτές ρίζες είναι πιο σταθερές και λιγότερο δραστικές σε σχέση με τις αρχικές. Με αυτό τον τρόπο εξουδετερώνονται εύκολα από άλλα αντιοξειδωτικά. Ένας τρόπος δράσης τους βασίζεται και στην αναστολή του σχηματισμού υδροϋπεροξειδίων των λιπιδίων.

Με βάση τον μηχανισμό με τον οποίο δρουν, οι μέθοδοι διακρίνονται σε τρεις μεγάλες κατηγορίες. Η πρώτη μέθοδος βασίζεται στην μεταφορά ενός ατόμου υδρογόνου (HAT μέθοδοι), η δεύτερη στην μεταφορά ηλεκτρονίου (SET μέθοδοι) ενώ η τρίτη βασίζεται τόσο σε μηχανισμούς αντίδρασης SET και HAT (**Σχήμα 30**).



Σχήμα 30. Μηχανισμός Δράσης των Αντιοξειδωτικών: με μεταφορά ενός ατόμου υδρογόνου (μέθοδοι HAT) και με μεταφορά ενός ηλεκτρονίου (μέθοδοι SET).

(Πηγή: <https://www.mdpi.com/1420-3049/19/11/19180>)

Οι μέθοδοι με μεταφορά ενός ατόμου υδρογόνου στηρίζεται στην ικανότητα που διαθέτει το αντιοξειδωτικό σώμα να «χάνει» ένα άτομο υδρογόνου οδηγώντας στην καταστροφή των ελεύθερων ριζών και την παρεμπόδιση των αλυσιδωτών αντιδράσεων που προκαλούνται από την παραγωγή των ελεύθερων ριζών. Στην κατηγορία αυτή ανήκει η μέθοδος ORAC [104].

Στην δεύτερη μέθοδο δηλαδή μέσω μεταφοράς ηλεκτρονίου, στηρίζεται στην ικανότητα που διαθέτει το «αντιοξειδωτικό» να μεταφέρει ένα ηλεκτρόνιο σε ένα οξειδωτικό σώμα με συνέπεια αυτό υφίσταται αναγωγή. Η αναγωγή του αντιδραστηρίου συνοδεύεται από αλλαγή του χρώματος του. Η αλλαγή του χρώματος εξαρτάται από την συγκέντρωση των αντιοξειδωτικών που υπάρχουν στο προς μέτρηση δείγμα,

Με τον μηχανισμό αντίδρασης SET δρουν οι παρακάτω μέθοδοι:

- FRAP (Ferric Reducing Ability of Plasma),
- Folin-C (Folin-Ciocalteu),
- TEAC (Trolox Equivalent Antioxidant Capacity) και
- DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl radical scavenging)

Με τον μηχανισμό αντίδρασης HAT δρουν οι παρακάτω μέθοδοι:

- ORAC (Oxygen Radical Absorbance Capacity),
- μέθοδοι φώτο-χημειοφωταύγειας (Photo-Chemiluminescence),
- μέθοδος αποχρωματισμού β-καροτενίου
- αναστολή της υπεροξειδωσής των λιπιδίων.

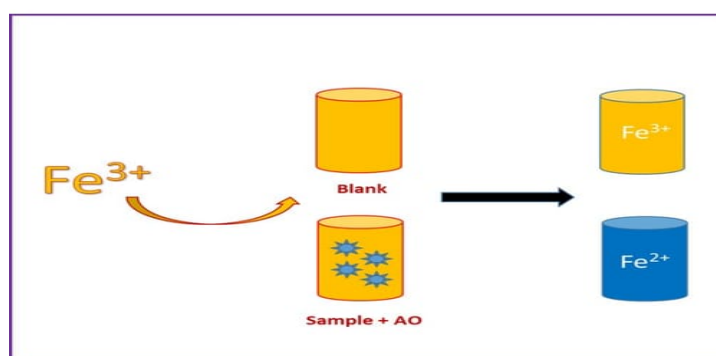
Από τις παραπάνω μεθόδους, οι μέθοδοι DPPH, TEAC και Folin-C αξιοποιούν και τους δύο μηχανισμούς αντίδρασης.

Υπάρχουν ωστόσο και περιπτώσεις όπου η δράση των αντιοξειδωτικών λαμβάνει χώρα μέσω πολλαπλών μηχανισμών ή μέσω ενός μηχανισμού. Στην συγκεκριμένη κατηγορία αυτή ανήκουν τα καροτενοειδή [105].

4.2 Μέθοδοι SET (Single Electron Transfer)

➤ Μέθοδος FRAP – (Ferric Reducing Antioxidant Power)

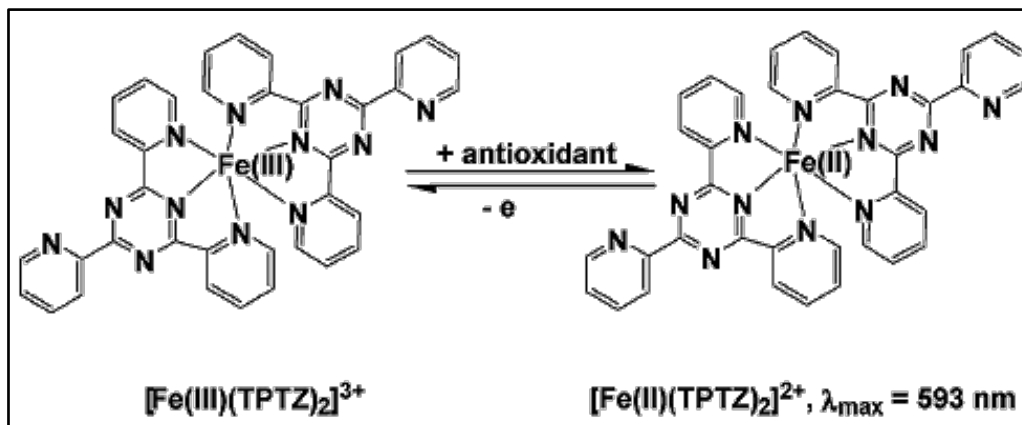
Η μέθοδος *FRAP* (Ferric Reducing Antioxidant Power) προσδιορίζει την ικανότητα αναγωγής του σιδήρου σε εκχυλίσματα από αντιοξειδωτικές ενώσεις [106]. Όταν το pH είναι χαμηλό η αναγωγή του συμπλόκου Fe^{3+} -TPTZ (2,4,6-τριπυριδυλο-s-τριαζίνη) από δείγμα αντιοξειδωτικού σε ιόν σιδήρου Fe^{2+} παρακολουθείτε μέσω αλλαγής χρώματος (έντονο μπλε) και εμφανίζει μέγιστη απορρόφηση στα 593nm. (Σχήμα 31)



Σχήμα 31. Δημιουργία δισθενούς ιόντος σιδήρου Fe^{2+} συνοδευόμενη από αλλαγή του χρώματος σε έντονο μπλε.

(Πηγή: https://www.gbiosciences.com/Bioassays/Cell_Health_Assay/Oxidative_Stress_Assays/FRAP_Assay)

Ο υπολογισμός της ποσότητας του δισθενούς σιδήρου Fe^{2+} που δημιουργείται από την αναγωγή του τρισθενούς σιδήρου Fe^{3+} από το αντιοξειδωτικό γίνεται με την βοήθεια πρότυπης καμπύλη διαλύματος FeSO_4 και εκφράζεται ως ο λόγος $\text{mg Fe}^{2+}/100 \text{ g}$ ξηρού δείγματος (Σχήμα 32).

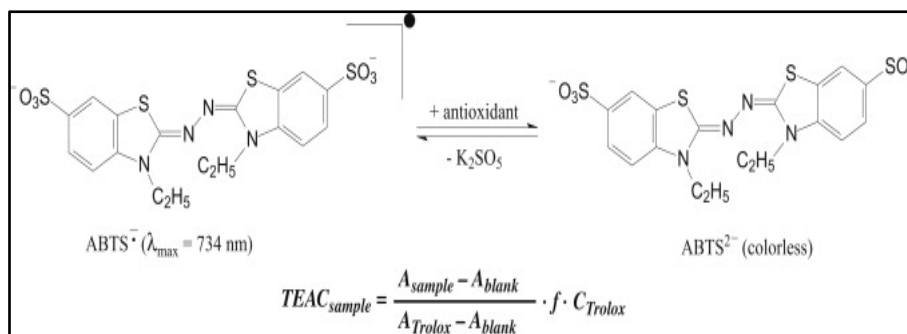


Σχήμα 32. Αναγωγή του συμπλόκου $\text{Fe}^{3+}\text{TPTZ}$ σε $\text{Fe}^{2+}\text{TPTZ}$ παρουσία αντιοξειδωτικού (Πηγή: DOI 10.5897/AJPP2013. 3474)

Η συγκεκριμένη μέθοδος είναι μια απλή και γρήγορη μέθοδος για τον ποσοτικό προσδιορισμό δειγμάτων που περιέχουν είτε υδρόφιλες είτε λιπόφιλες αντιοξειδωτικές ενώσεις. Εξαίρεση αποτελούν διάφορες φαινολικές ενώσεις που αργούν να αντιδράσουν και απαιτούν μεγαλύτερο χρόνο [107,108].

➤ Μέθοδος TEAC (Trolox Equivalent Antioxidant Capacity)

Με την μέθοδο *TEAC* (Trolox Equivalent Antioxidant Capacity) γίνεται εκτίμηση της αντιοξειδωτικής ικανότητας ενός αντιοξειδωτικού μέσου, δηλαδή η ποσότητα των ελεύθερων ριζών που μπορεί να δεσμεύσει. Πραγματοποιείται με προσθήκη στο υπό εξέταση δείγμα ενός διαλύματος που περιέχει την ρίζα του μορίου ABTS [2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)]. Ύστερα από λίγο χρόνο η συγκέντρωση της απομείνας ρίζας $\text{ABTS}^\cdot$ υπολογίζεται φασματομετρικά. Η μείωση στην συγκέντρωση της ρίζας $\text{ABTS}^\cdot$ που προκαλείται σχετίζεται με την μείωση που προκαλεί το αντιοξειδωτικό Trolox και με αυτό τον τρόπο ορίζεται η τιμή TEAC του αντιοξειδωτικού (Σχήμα 33) [106].



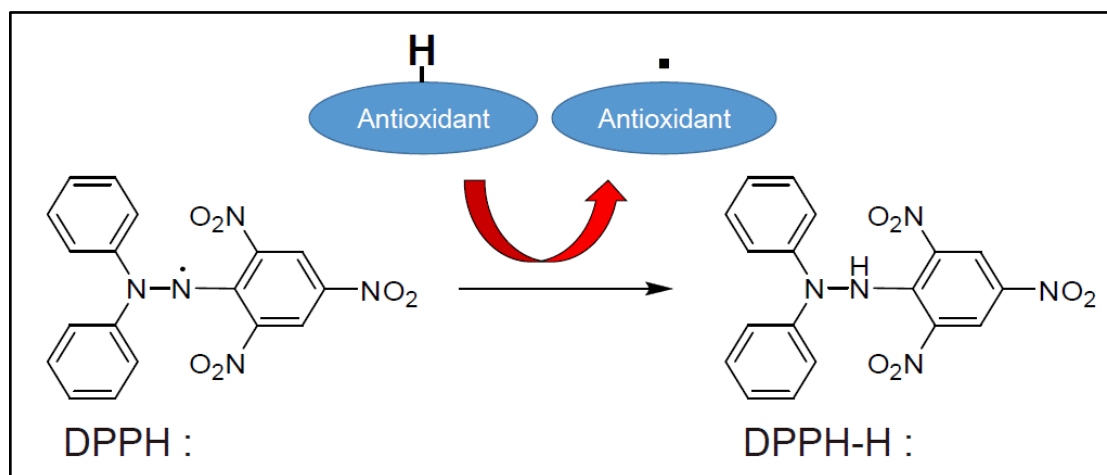
Σχήμα 33. Η μέθοδος TEAC (Trolox Equivalent Antioxidant Capacity)

(Πηγή: <https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/trolox-equivalent-antioxidant-capacity>)

Πρόκειται για μία σχετικά απλή και γρήγορη μέθοδος που μπορεί να εφαρμοστεί είτε σε υδατοδιαλυτά είτε σε λιποδιαλυτά αντιοξειδωτικά μέσα [109].

➤ Μέθοδος DPPH – (Free Radical Scavenging Assay)

Με την μέθοδο DPPH (Free Radical Scavenging Assay) προσδιορίζεται η ικανότητα ενός αντιοξειδωτικού μέσου να δεσμεύει την ελεύθερη ρίζα DPPH. Η συγκεκριμένη μέθοδος είναι από τις πλέον απλές χρωματομετρικές μεθόδους. (Σχήμα 34)



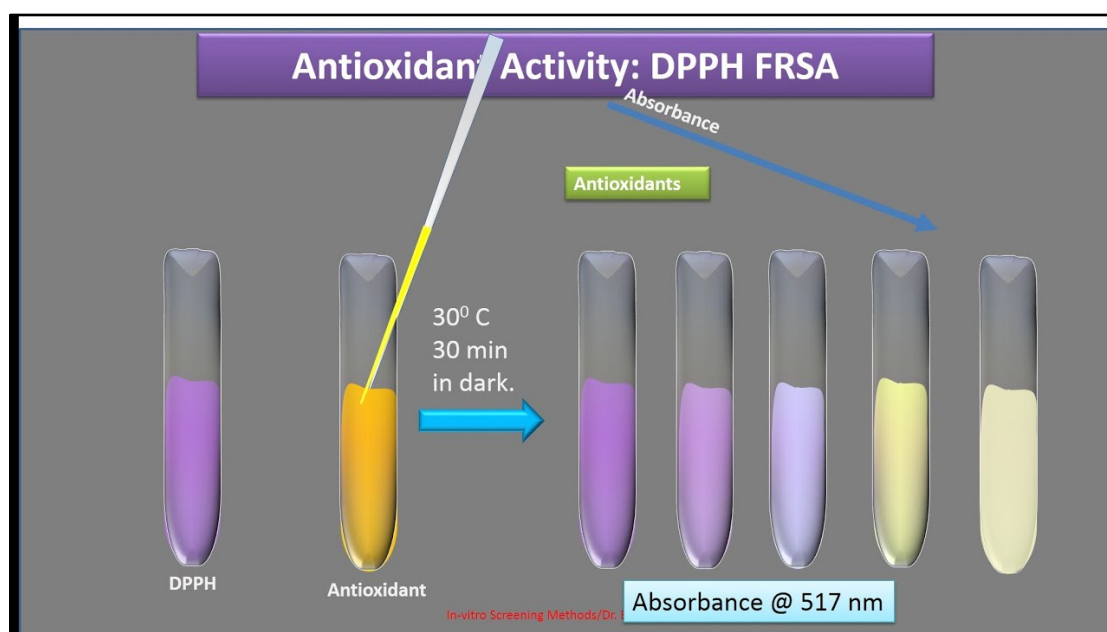
Σχήμα 34. Μετατροπή της ρίζας DPPH• σε παράγωγα υδραζίνης παρουσία ενός αντιοξειδωτικού

(Πηγή: <https://www.dojindo.eu.com/DPPH-Antioxidant-Assay-Kit.aspx>)

Κατά την συγκεκριμένη μέθοδο η ρίζα DPPH, η οποία είναι σταθερή ρίζα και σε διάλυμα μεθανόλης έχει μωβ χρώμα με μέγιστη απορρόφηση στα 515nm, όταν

δέχεται ένα άτομο υδρογόνο από μία αντιοξειδωτική ένωση ανάγεται σε DPPH₂, με συνέπεια την αλλαγή χρώματος από μωβ σε κίτρινο συνοδευόμενη από μείωση της απορρόφησης στα 515nm. Η αντιοξειδωτική δράση με την συγκεκριμένη μέθοδο εκφράζεται και ως EC₅₀ (συγκέντρωση του αντιοξειδωτικού ώστε να μειωθεί η αρχική συγκέντρωση της DPPH·στο ήμισυ) [110].

Ως TEC₅₀ ορίζεται ως ο χρόνος που χρειάζεται ώστε να επιτευχθεί η συγκέντρωση αντιοξειδωτικού EC₅₀. Η σχέση: $AE = (1/EC_{50}) TEC_{50}$ συνδέει τις δύο παραπάνω έννοιες (ΑΕ. Antiradical Efficiency, αντιριζική ικανότητα του αντιοξειδωτικού). (Σχήμα 35)



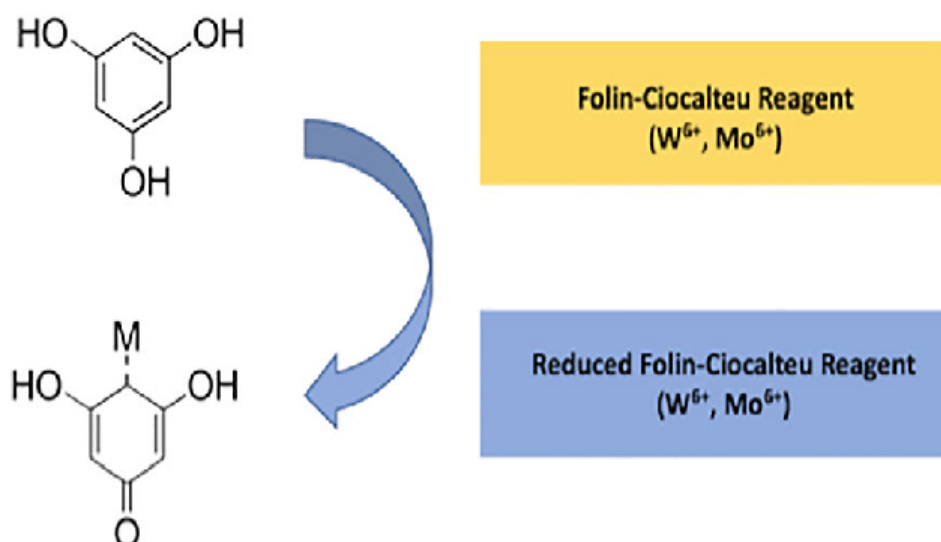
Σχήμα 35: Αναγωγή της ρίζας DPPH.

(Πηγή: <https://www.youtube.com/watch?v=YN6-SmxSDOk>)

➤ Μέθοδος Folin-C (Total Phenolic Content by Folin-Ciocalteu)

Η μέθοδος Folin-C (Total Phenolic Content by Folin-Ciocalteu) χρησιμοποιείται για τον ποσοτικό προσδιορισμό των πολυφαινόλων που εμπεριέχονται σε διάφορα τρόφιμα. Οι φαινόλες αφού εξαχθούν και διαλυθούν στο νερό, οξειδώνονται σε αλκαλικό διάλυμα με την χρήση του αντιδραστηρίου Folin-C, (φωσφοβολφραμικά και φωσφομολυβδενικά ετεροπολυμερή οξέα), παρουσία ανθρακικού νατρίου δημιουργώντας ένα μπλε σύμπλοκο. Σε pH περίπου 10 (λόγω των βασικών συνθηκών) πραγματοποιείται ο ιοντισμός του «φαινολικού» υδρογόνου με συνέπεια τον

σχηματισμό του αντίστοιχου φαινολικού ιόντος, το οποίο μπορεί να ανάγει το αντιδραστήριο Folin-C. Ο ποσοτικός προσδιορισμός γίνεται με μέτρηση της απορρόφησης του δείγματος στα 765nm. Για την πρότυπη καμπύλη χρησιμοποιείται το γαλλικό οξύ σε συγκεκριμένο εύρος συγκεντρώσεων [111-114].(Σχήμα 36)



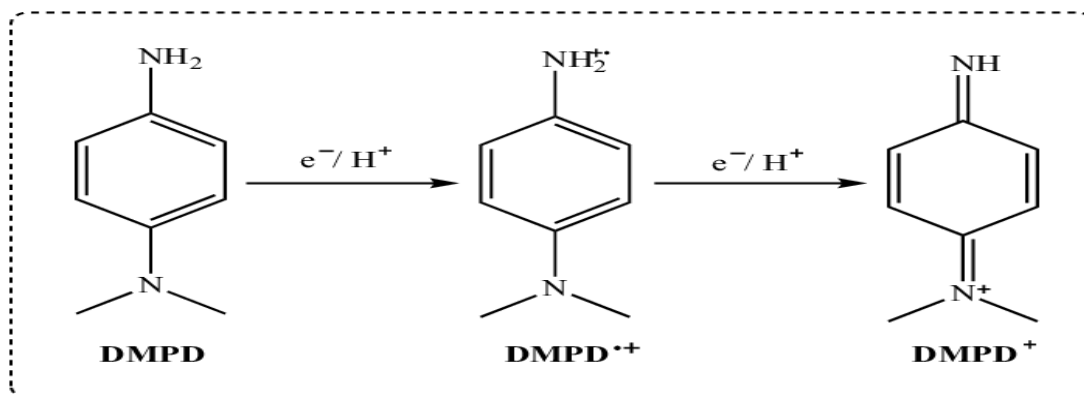
Σχήμα 36: Απόσπαση του φαινολικού υδρογόνου με αποτέλεσμα τον σχηματισμό του φαινολικού ιόντος και ανάγωγή από το αντιδραστήριο Folin-C.

(Πηγή: <https://analyticalsciencejournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/pca.2851>)

Ο προσδιορισμός των ολικών φαινολικών με την συγκεκριμένη μέθοδο είναι δυνατόν να οδηγήσει σε λανθασμένες μετρήσεις λόγω της ύπαρξης και άλλων ενώσεων που μπορούν να ανάγουν το αντιδραστήριο Folin-C π.χ. αμινοξέα.

➤ Μέθοδος DMPD (Radical Cation Decolorization Assay)

Η μέθοδος αποχρωματισμού της διμεθυλο-4-φαινυλενοδιαμίνης (DMPD) χρησιμοποιείται για να εκτιμηθεί η αντιοξειδωτική δράση και στηρίζεται στην παραγωγή του κατιόντος της ρίζας $\text{DMPD}^{\cdot+}$, μέσω της αντίδρασης μεταξύ DMPD και υπερθειικού καλίου [107]. Η ρίζα ανάγεται από τα αντιοξειδωτικά, τα οποία παρέχουν το υδρογόνο με μέγιστη απορρόφηση μεταξύ 517,4 και 552nm. Η μείωση της συγκέντρωσης του κατιόντος της ρίζας $\text{DMPD}^{\cdot+}$ μετά την προσθήκη των αντιοξειδωτικών εξαρτάται τόσο από την συγκέντρωση των αντιοξειδωτικών, όσο και από την αντιοξειδωτική τους δράση καθώς και από τον χρόνο της αντίδρασης.(Σχήμα 37)



Σχήμα 37: Παραγωγή του κατιόντος της ρίζας DMPD•⁺

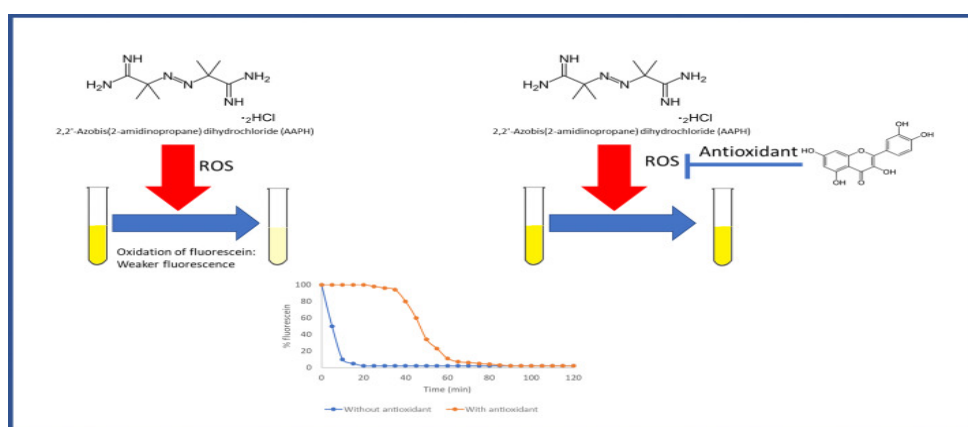
(Πηγή: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00204-020-02689-3>)

4.3 Μέθοδοι HAT – Hydrogen Atom Transfer

➤ Μέθοδος ORAC – Oxygen Radical Absorbance Capacity

Η μέθοδος ORAC στηρίζεται στην ανίχνευση της χημικής βλάβης που υφίσταται η φλουορεσκεΐνη, η οποία οδηγεί σε μείωση της έντασης εκπομπής φθορισμού. Όταν η φλουορεσκεΐνη εκτεθεί σε ρίζες υπεροξειδίου οι οποίες δημιουργούνται κατά την θερμική αποσύνθεση του μορίου AAPH (2,2'-Azobis(2-amidinopropane) dihydrochloride), παρατηρείται μείωση της έντασης του φθορισμού της η οποία εμφανίζει γραμμική σχέση με τον χρόνο.

Η αντιοξειδωτική δράση της υπό μελέτη ένωσης γίνεται με εκτίμηση μέσω της σύγκρισης της περιοχής (ολοκλήρωμα) κάτω από την καμπύλη έντασης του φθορισμού (AUC, Area Under the Curve) του δείγματος σε σχέση με την αντίστοιχη του τυφλού δείγματος το οποίο δεν περιέχει το αντιοξειδωτικό [115,116]. (Σχήμα 38)



Σχήμα 38: Ανίχνευση της χημικής βλάβης της φλουορεσκεΐνης

(Πηγή: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128159729000378>)

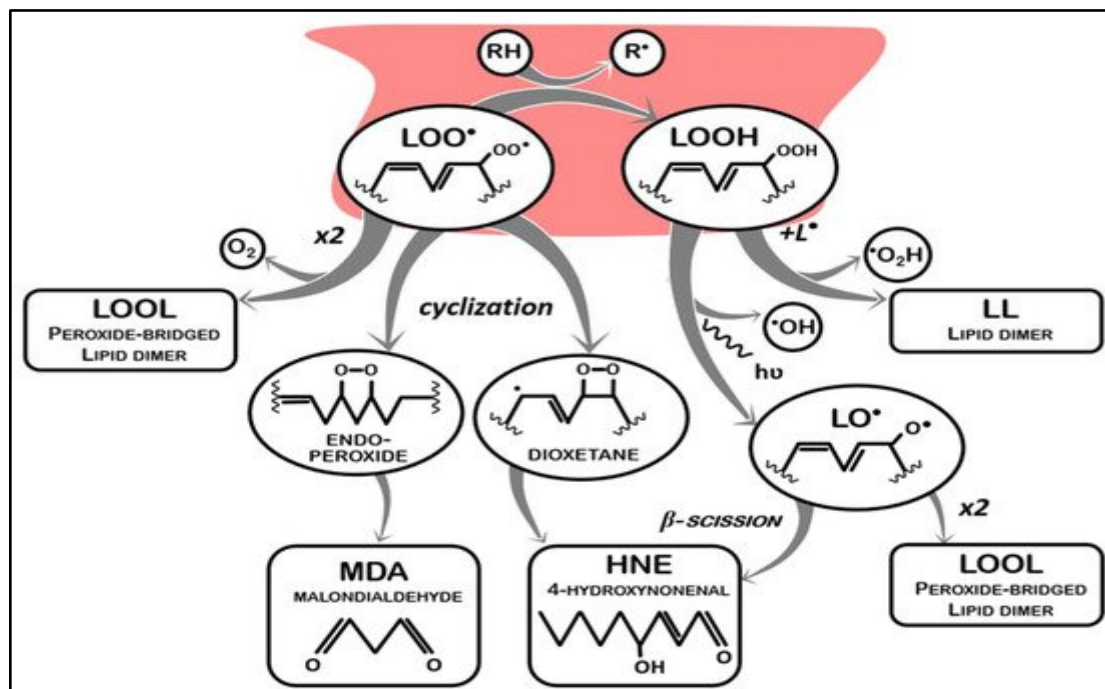
➤ Μέθοδος TRAP –Total Peroxyl Radical Trapping Potential

Η μέθοδος TRAP χρησιμοποιείται για την εκτίμηση του χρόνου που απαιτείται για την πλήρη κατανάλωση της ποσότητας των αντιριζικών ενώσεων που υπάρχουν σε ένα δείγμα και βασίζεται στην οξείδωση της λουμινόλης από το μόριο AAPH, το οποίο παράγει τις ελεύθερες ρίζες.

Η οξείδωση της λουμινόλης από το υπεροξειδίο του υδρογόνου (παρουσία μεταβατικού μετάλλου ως καταλύτη) οδηγεί στον σχηματισμό του 3-αμινοφθαλικού οξέος και μοριακού αζώτου συνοδευόμενη από εκπομπή φθορισμού στα 420nm.

➤ Μέθοδος LPIC – Lipid Peroxidation Inhibition Capacity

Η μέθοδος LPIC (Lipid Peroxidation Inhibition Capacity) προσδιορίζει την ικανότητα αναστολής της υπεροξειδωσής των λιπιδίων. Ταυτόχρονα καταγράφεται η ικανότητα των αντιοξειδωτικών να επεμβαίνουν στην διαδικασία αυτή και να λειτουργούν προστατευτικά στις κυτταρικές μεμβράνες, χωρίς την βοήθεια του αίματος ή του ιστού [117,118]. Η αντιοξειδωτική δράση προσδιορίζεται ή με ανάμειξη των αντιοξειδωτικών ουσιών με τα προσχηματισμένα λιποσώματα ή με την ενσωμάτωσή τους στο λιποσωματικό σύστημα. (Σχήμα 39)

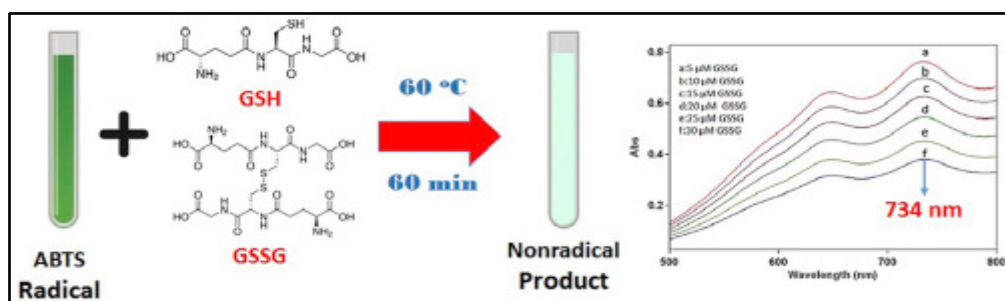


Σχήμα 39: Ικανότητα αναστολής της υπεροξειδωσης των λιπιδίων

(Πηγή: <https://www.mdpi.com/2076-3921/9/3/231>)

➤ Μέθοδος ABTS – Radical Cation Decolorization Assay

Η μέθοδος ABTS (Radical Cation Decolorization Assay) περιλαμβάνει την δημιουργία του κατιόντος της ρίζας ABTS $\cdot^+$ (ABTS $^{+}$) χρώματος μπλε ή πράσινου, που προκύπτει από την αντίδραση του ABTS με το υπερθειικό κάλιο. Το κατιόν της ρίζας ABTS $^{+}$ παρουσιάζει μέγιστη απορρόφηση στα μήκη κύματος 645nm, 734nm και 815nm. Με την προσθήκη των αντιοξειδωτικών ουσιών, οι οποίες παρέχουν στο προσχηματισμένο κατιόν ρίζας ABTS $^{+}$ άτομο υδρογόνου, αυτή υφίσταται αναγωγή η έκταση της οποίας εξαρτάται από την συγκέντρωση των αντιοξειδωτικών, την αντιοξειδωτική τους δράση και τον χρόνο της αντίδρασης. Η αναγωγή του κατιόντος της ρίζας ABTS $^{+}$ συνοδεύεται από τον αποχρωματισμό του. (Σχήμα 40)

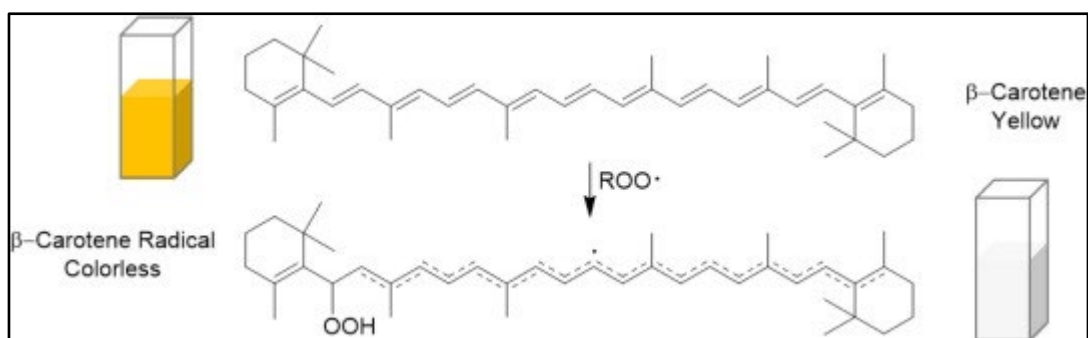


Σχήμα 40. Η παραγωγή του κατιόντος της ρίζας ABTS $\cdot^+$ (ABTS $^{+}$)

(Πηγή: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0039914020305038>)

➤ Μέθοδος αποχρωματισμού β-καροτενίου

Η μέθοδος αποχρωματισμού του β-καροτενίου είναι μία από τις πιο κλασικές μεθόδους για την εκτίμηση της αντιοξειδωτικής δράσης τροφίμων [119-121]. Η μέθοδος στηρίζεται στον αποχρωματισμό του διαλύματος β-καροτενίου χρώματος κίτρινου, λόγω της προσθήκης λιπιδίου (L $\cdot$) ή υπεροξειδικής ρίζας λιπιδίου (LOO $\cdot$) η οποία συνοδεύεται από ταυτόχρονη σχάση του διπλού δεσμού C=C του β-καροτενίου, ενώ οι ελεύθερες ρίζες δημιουργούνται από την αυτοοξειδωση του λινολεϊκού οξέος μέσω θέρμανσης. (Σχήμα 41)



Σχήμα 41. Η μέθοδος αποχρωματισμού του β-καροτενίου

(Πηγή: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S001085452100549X>)

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι κυριότερες μέθοδοι προσδιορισμού αντιοξειδωτικής κατάστασης σε βιολογικά υγρά και τρόφιμα [122-152].(Πίνακας 14)

Πίνακας 14. Οι κυριότερες μέθοδοι προσδιορισμού αντιοξειδωτικής κατάστασης

Μέθοδος	Τρόπος δράσης (Μηχανισμός)	Μέθοδος προσδιορισμού τελικού προϊόντος
Scavenging of superoxide radical formation by alkaline	HAT	Φασματομετρία/Χρωματομετρία
N,N-dimethyl-p-phenylene diamine dihydrochloride	SET	Φασματομετρία/Χρωματομετρία
Ferric reducing power	SET	Φασματομετρία/Χρωματομετρία
DPPH radical scavenging activity	SET	Φασματομετρία/Χρωματομετρία
Total phenols by Folin-Ciocalteu	SET	Φασματομετρία/Χρωματομετρία
Copper (II) reduction capacity	SET	Φασματομετρία/Χρωματομετρία
Scavenging of hydrogen peroxide	HAT	Φασματομετρία/Χρωματομετρία

Trolox equivalent antioxidant capacity	SET	Trolox standard curve (Trolox equivalents in mM)
ABTS scavenging activity	HAT	Φασματομετρία/Χρωματομετρία
β-carotene scavenging activity	SET	Φασματομετρία/Χρωματομετρία
Scavenging of hydroxyl	HAT	Φασματομετρία/ απώλεια φθορισμού της φλουορεσκεΐνης
Oxygen radical absorbance capacity	HAT	Φασματομετρία/ απώλεια φθορισμού της φλουορεσκεΐνης
Scavenging of nitric oxide	HAT	Φασματομετρία/Χρωματομετρία (reaction is taken place with Griess reagent)
Cupric ion reducing antioxidant capacity	SET	Φασματομετρία/Χρωματομετρία
Scavenging of xanthine oxidase	SET	Φασματομετρία/Χρωματομετρία
Scavenging of thiobarbituric acid	HAT	Malondialdehyde
Scavenging of ferric thiocyanate	SET	Φασματομετρία/Χρωματομετρία
Scavenging of phosphomolybdenum	SET	UV φασματομετρία
Total radical-trapping antioxidant	HAT	Φασματομετρία/χημειοφωτάγεια
Peroxynitrite radical scavenging activity	SET	Φθορισμός/φασματοφωτόμετρο
Lipid peroxidation inhibition capacity	HAT	Malondialdehyde
Inhibited oxygen uptake	HAT	Πολαρογραφία
Gas chromatography	Ανακατανομή μεταξύ μιας υγρής στατικής	Ανίχνευση ιονισμού φλόγας ή θερμικής αγωγιμότητας

	φάσης και μιας αέριας κινητής φάσης	
High-performance liquid chromatography	Ανακατανομή μεταξύ μιας στερεάς στατικής φάσης και μιας υγρής κινητής φάσης με διαφορετικές πολικότητες	Ανίχνευση UV–VIS, φθορισμός, φασματομετρία μάζας ή ηλεκτροχημική ανίχνευση.

Βιβλιογραφία 4^{ου} Κεφαλαίου

103. Apak, R., Capanoglu, E., & Shahidi, F. (Eds.). (2017). Measurement of antioxidant activity and capacity: Recent trends and applications.
104. Huang, D., Ou, B., & Prior, R. L. (2005). The Chemistry behind Antioxidant Capacity Assays. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(6), 1841–1856. <https://doi.org/10.1021/jf030723c>
105. Milani, A., Basirnejad, M., Shahbazi, S., & Bolhassani, A. (2017). Carotenoids: biochemistry, pharmacology and treatment. *British Journal of Pharmacology*, 174(11), 1290–1324. <https://doi.org/10.1111/bph.13625>
106. Arts, M. J. T. J., Sebastiaan Dallinga, J., Voss, H.-P., Haenen, G. R. M. M., & Bast, A. (2004). A new approach to assess the total antioxidant capacity using the TEAC assay. *Food Chemistry*, 88(4), 567–570. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.02.008>
107. Benzie, I. F. F., & Devaki, M. (2017). The ferric reducing/antioxidant power (FRAP) assay for non-enzymatic antioxidant capacity: concepts, procedures, limitations and applications. In *Measurement of Antioxidant Activity & Capacity* (pp. 77–106). John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/9781119135388.ch5>
108. Benzie, I. F. F., & Strain, J. J. (1996). The Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAP) as a Measure of “Antioxidant Power”: The FRAP Assay. *Analytical Biochemistry*, 239(1), 70–76. <https://doi.org/10.1006/abio.1996.0292>
109. Forrest, V. J., Kang, Y.-H., McClain, D. E., Robinson, D. H., & Ramakrishnan, N. (1994). Oxidative stress-induced apoptosis prevented by trolox. *Free Radical Biology and Medicine*, 16(6), 675–684. [https://doi.org/10.1016/0891-5849\(94\)90182-1](https://doi.org/10.1016/0891-5849(94)90182-1)
110. Mishra, K., Ojha, H., & Chaudhury, N. K. (2012). Estimation of antiradical properties of antioxidants using DPPH assay: A critical review and results. *Food Chemistry*, 130(4), 1036–1043. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.07.127>
111. Kupina, S., Fields, C., Roman, M. C., & Brunelle, S. L. (2018). Determination of Total Phenolic Content Using the Folin-C Assay: Single-Laboratory Validation, First Action 2017.13. *Journal of AOAC INTERNATIONAL*, 101(5), 1466–1472. <https://doi.org/10.5740/jaoacint.18-0031>
112. Luís, Â., Domingues, F., Gil, C., & Duarte, A. P. (2009). Antioxidant activity of extracts of Portuguese shrubs: *Pterospartum tridentatum*, *Cytisus scoparius* and *Erica* spp. *Journal of Medicinal Plants Research*, 3(11), 886–893.

113. Sánchez-Rangel, J. C., Benavides, J., Heredia, J. B., Cisneros-Zevallos, L., & Jacobo-Velázquez, D. A. (2013). The Folin–Ciocalteu assay revisited: improvement of its specificity for total phenolic content determination. *Analytical Methods*, 5(21), 5990. <https://doi.org/10.1039/c3ay41125g>
114. Francenia Santos-Sánchez, N., Salas-Coronado, R., Villanueva-Cañongo, C., & Hernández-Carlos, B. (2019). Antioxidant Compounds and Their Antioxidant Mechanism. In *Antioxidants*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.85270>
115. Dávalos, A., Gómez-Cordovés, C., & Bartolomé, B. (2004). Extending Applicability of the Oxygen Radical Absorbance Capacity (ORAC–Fluorescein) Assay. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(1), 48–54. <https://doi.org/10.1021/jf0305231>.
116. Zulueta, A., Esteve, M. J., & Frígola, A. (2009). ORAC and TEAC assays comparison to measure the antioxidant capacity of food products. *Food Chemistry*, 114(1), 310–316. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.09.033>.
117. Onur Yaman, S., & Ayhanci, A. (2021). Lipid Peroxidation. In *Accenting Lipid Peroxidation*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.95802>.
118. Zhang, J., Stanley, R. A., & Melton, L. D. (2006). Lipid peroxidation inhibition capacity assay for antioxidants based on liposomal membranes. *Molecular Nutrition & Food Research*, 50(8), 714–724. <https://doi.org/10.1002/mnfr.200600018>.
119. Feng, W., Hao, Z., & Li, M. (2017). Isolation and Structure Identification of Flavonoids. In *Flavonoids - From Biosynthesis to Human Health*. InTech. <https://doi.org/10.5772/67810>.
120. Farouk Musa, A. (2021). Tocotrienol: An Underrated Isomer of Vitamin E in Health and Diseases. <https://doi.org/10.5772/intechopen.96451>.
121. Jukić Špika, M., Kraljić, K., & Škevin, D. (2016). Tocopherols: Chemical Structure, Bioactivity, and Variability in Croatian Virgin Olive Oils. In *Products from Olive Tree*. InTech. <https://doi.org/10.5772/64658>.
122. Ziyatdinova, G., Snegureva, Y., & Budnikov, H. (2017). Novel approach for the voltammetric evaluation of antioxidant activity using DPPH -modified electrode. *Electrochimica Acta*, 247, 97–106. <https://doi.org/10.1016/j.electacta.2017.06.155>.
123. Firuzi, O., Lacanna, A., Petrucci, R., Marrosu, G., & Saso, L. (2005). Evaluation of the antioxidant activity of flavonoids by “ferric reducing antioxidant power” assay and cyclic voltammetry. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - General Subjects*, 1721(1–3), 174–184. <https://doi.org/10.1016/j.bbagen.2004.11.001>.

124. Freinbichler, W., Colivicchi, M. A., Stefanini, C., Bianchi, L., Ballini, C., Misini, B., Weinberger, P., Linert, W., Varešlija, D., Tipton, K. F., & della Corte, L. (2011). Highly reactive oxygen species: detection, formation, and possible functions. *Cellular and Molecular Life Sciences*, 68(12), 2067–2079. <https://doi.org/10.1007/s00018-011-0682-x>.
125. Huang, D., Ou, B., Hampsch-Woodill, M., Flanagan, J. A., & Deemer, E. K. (2002). Development and Validation of Oxygen Radical Absorbance Capacity Assay for Lipophilic Antioxidants Using Randomly Methylated β -Cyclodextrin as the Solubility Enhancer. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(7), 1815–1821. <https://doi.org/10.1021/jf0113732>.
126. Kaurinovic, B., & Vastag, D. (2019). Flavonoids and Phenolic Acids as Potential Natural Antioxidants. In *Antioxidants*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.83731>.
127. Kaushik, V., Chaudhary, G., Ahmad, S., & Saini, V. (2015). Assays for Natural Antioxidant. *Global Journal of Biology Agriculture and Health Sciences*, 4(3), 130–136.
128. Kelly, K. A., Havrilla, C. M., Brady, T. C., Abramo, K. H., & Levin, E. D. (1998). Oxidative stress in toxicology: established mammalian and emerging piscine model systems. *Environmental Health Perspectives*, 106(7), 375–384. <https://doi.org/10.1289/ehp.98106375>.
129. Kohen, R., Beit-Yannai, E., Berry, E. M., & Tirosh, O. (1999). Overall low molecular weight antioxidant activity of biological fluids and tissues by cyclic voltammetry (pp. 285–296). [https://doi.org/10.1016/S0076-6879\(99\)00135-4](https://doi.org/10.1016/S0076-6879(99)00135-4).
130. Maillard, M.-N., Soum, M.-H., Boivin, P., & Berset, C. (1996). Antioxidant Activity of Barley and Malt: Relationship with Phenolic Content. *LWT - Food Science and Technology*, 29(3), 238–244. <https://doi.org/10.1006/fstl.1996.0035>
131. Mareček, V., Mikyška, A., Hampel, D., Čejka, P., Neuwirthová, J., Malachová, A., & Cerkal, R. (2017). ABTS and DPPH methods as a tool for studying antioxidant capacity of spring barley and malt. *Journal of Cereal Science*, 73, 40–45. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2016.11.004>.
132. Ndhhlala, A., Moyo, M., & van Staden, J. (2010). Natural Antioxidants: Fascinating or Mythical Biomolecules? *Molecules*, 15(10), 6905–6930. <https://doi.org/10.3390/molecules15106905>.
133. Pereira, X., Souza, F., da S. Almeida, J. R. G., de Lima, J. T., Arajo Ribeiro, L. A. de, Quintans Jnior, L. J., & Barbosa Filho, J. M. (2012). Biological Oxidations and

Antioxidant Activity of Natural Products. In *Phytochemicals as Nutraceuticals - Global Approaches to Their Role in Nutrition and Health*. InTech. <https://doi.org/10.5772/26956>.

134. Oliveira, S. de, Souza, G. A. de, Eckert, C. R., Silva, T. A., Sobral, E. S., Fávero, O. A., Ferreira, M. J. P., Romoff, P., & Baader, W. J. (2014). Evaluation of antiradical assays used in determining the antioxidant capacity of pure compounds and plant extracts. *Química Nova*, 37(3). <https://doi.org/10.5935/0100-4042.20140076>.

135. Olszowy, M., & Dawidowicz, A. L. (2018). Is it possible to use the DPPH and ABTS methods for reliable estimation of antioxidant power of colored compounds? *Chemical Papers*, 72(2), 393–400. <https://doi.org/10.1007/s11696-017-0288-3>.

136. Piazzon, A., Forte, M., & Nardini, M. (2010). Characterization of Phenolics Content and Antioxidant Activity of Different Beer Types. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(19), 10677–10683. <https://doi.org/10.1021/jf101975q>

137. Pinchuk, I., Shoval, H., Dotan, Y., & Lichtenberg, D. (2012). Evaluation of antioxidants: Scope, limitations and relevance of assays. *Chemistry and Physics of Lipids*, 165(6), 638–647. <https://doi.org/10.1016/j.chemphyslip.2012.05.003>

138. Rahal, A., Kumar, A., Singh, V., Yadav, B., Tiwari, R., Chakraborty, S., & Dhama, K. (2014). Oxidative Stress, Prooxidants, and Antioxidants: The Interplay. *BioMed Research International*, 2014, 1–19. <https://doi.org/10.1155/2014/761264>

139. Raudonis, R., Raudone, L., Jakstas, V., & Janulis, V. (2012). Comparative evaluation of post-column free radical scavenging and ferric reducing antioxidant power assays for screening of antioxidants in strawberries. *Journal of Chromatography A*, 1233, 8–15. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2012.02.019>

140. Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., & Rice-Evans, C. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine*, 26(9–10), 1231–1237. [https://doi.org/10.1016/S0891-5849\(98\)00315-3](https://doi.org/10.1016/S0891-5849(98)00315-3)

141. Rodríguez-Bonilla, P., Gandía-Herrero, F., Matencio, A., García-Carmona, F., & López-Nicolás, J. M. (2017). Comparative Study of the Antioxidant Capacity of Four Stilbenes Using ORAC, ABTS+, and FRAP Techniques. *Food Analytical Methods*, 10(9), 2994–3000. <https://doi.org/10.1007/s12161-017-0871-9>

142. Sachdeva, M., Karan, M., Singh, T., & Dhingra, S. (2014). Oxidants and Antioxidants in Complementary and Alternative Medicine: A Review. *Spatula DD -*

Peer Reviewed Journal on Complementary Medicine and Drug Discovery, 4(1), 1.
<https://doi.org/10.5455/spatula.20140131074751>.

143. Scalzo, R., Morassut, M., & Rapisarda, P. (2012). Oxygen radical scavenging capacity of phenolic and non-phenolic compounds in red and white wines. *Open Life Sciences*, 7(1), 146–158. <https://doi.org/10.2478/s11535-011-0095-8>
144. Schlesier, K., Harwat, M., Böhm, V., & Bitsch, R. (2002). Assessment of Antioxidant Activity by Using Different In Vitro Methods. *Free Radical Research*, 36(2), 177–187. <https://doi.org/10.1080/10715760290006411>
145. Shahidi, F., & Zhong, Y. (2015). Measurement of antioxidant activity. *Journal of Functional Foods*, 18, 757–781. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2015.01.047>
146. Shalaby, A. (2013). Antioxidant compounds, assays of determination and mode of action. *African Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 7(10), 528–539. <https://doi.org/10.5897/AJPP2013.3474>
147. Tirzitis, G., & Bartosz, G. (2010). Determination of antiradical and antioxidant activity: basic principles and new insights. *Acta Biochimica Polonica*, 57(2), 139–142.
148. Ueno, H., Yamakura, S., Arastoo, R. S., Oshima, T., & Kokubo, K. (2014). Systematic Evaluation and Mechanistic Investigation of Antioxidant Activity of Fullerenols Using β -Carotene Bleaching Assay. *Journal of Nanomaterials*, 2014, 1–7. <https://doi.org/10.1155/2014/802596>
149. Verde, V., Fogliano, V., Ritieni, A., Maiani, G., Morisco, F., & Caporaso, N. (2002). Use of N, N -dimethyl- p -phenylenediamine to Evaluate the Oxidative Status of Human Plasma. *Free Radical Research*, 36(8), 869–873. <https://doi.org/10.1080/1071576021000005302>
150. Wang, C. C., Chu, C. Y., Chu, K. O., Choy, K. W., Khaw, K. S., Rogers, M. S., & Pang, C. P. (2004). Trolox-Equivalent Antioxidant Capacity Assay Versus Oxygen Radical Absorbance Capacity Assay in Plasma. *Clinical Chemistry*, 50(5), 952–954. <https://doi.org/10.1373/clinchem.2004.031526>
151. Wolfe, K. L., & Liu, R. H. (2007). Cellular Antioxidant Activity (CAA) Assay for Assessing Antioxidants, Foods, and Dietary Supplements. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(22), 8896–8907. <https://doi.org/10.1021/jf0715166>
152. Wolfe, K. L., Kang, X., He, X., Dong, M., Zhang, Q., & Liu, R. H. (2008). Cellular Antioxidant Activity of Common Fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(18), 8418–8426. <https://doi.org/10.1021/jf801381y>.

B. Πειραματικό Μέρος

Κεφάλαιο 5^ο-Σχεδιασμός και διεξαγωγή πειραμάτων

5.1 Υλικά και μέθοδοι

Κατά την διάρκεια της παρούσας διατριβής πραγματοποιήθηκαν συνολικά δώδεκα (12) εκτροφές σε πτηνοθαλάμους παχύνσεως ελεύθερης βοσκής και συμβατικής εκτροφής συνεργαζόμενων πτηνοτρόφων του Αγροτικού Πτηνοτροφικού Συνεταιρισμού Ιωαννίνων "ΑΠΣΙ - Η ΠΙΝΔΟΣ", καθ' όλη τη διάρκεια του έτους.

Στις έντεκα (11) εκτροφές, που πραγματοποιήθηκαν στο πλαίσιο του ερευνητικού έργου «*Πρωτοποριακοί ιχνηλάτες ως νέοι δείκτες ορισμού συστημάτων «Ελεύθερης βοσκής»*», προστέθηκαν τα κάτωθι πρόσθετα διατροφής:

- α) Ρίγανη και θυμάρι (1^η εκτροφή)
- β) Προμίγμα ρίγανης με ριγανέλαιο (2^η,3^η,4^η,6^η,7^η,8^η,9^η,10^η,11^η εκτροφή)
- γ) Υδατικό εκχύλισμα τριών αρωματικών φυτών (5^η εκτροφή)

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να σημειωθεί ότι η 11^η εκτροφή παρουσιάζεται στην παρούσα διατριβή μόνο για λόγους σύγκρισης αφού έχει συμπεριληφθεί στην διατριβή της μεταπτυχιακής φοιτήτριας κα. Μαρίας Παπαδάμη στο πλαίσιο υλοποίησης του ερευνητικού προγράμματος.

Η πιλοτική εκτροφή (12^η) πραγματοποιήθηκε για την διερεύνηση της επίδρασης της προσθήκης αλευρου από πάστα ελαιόκαρπου (ποσοστό 2.5% και 5%) στην αντιοξειδωτική κατάσταση και τις αποδόσεις ορνιθίων κρεατοπαραγωγής σε συνθήκες πτηνοτροφικής μονάδας.

Για τον σκοπό αυτό τα ορνίθια ομαδοποιήθηκαν ανάλογα με τη διατροφή τους ως εξής:

- 1) Ομάδα ελέγχου όπου τα ορνίθια διατρέφονταν με συμβατική τροφή και
- 2) Ομάδα αλεύρου πάστας ελαιόκαρπου όπου τα ορνίθια διατρέφονταν με συμβατική τροφή κατά την εναρκτήριο περίοδο, όμως έλαβαν συμπλήρωμα 2.5% και 5% «*Sparta INNOLIVE*» κατά την ανάπτυξη και την τελική περίοδο αντίστοιχα.

Οι τροφές με τις οποίες ταΐστηκαν τα πουλερικά παρασκευάστηκαν στο εργοστάσιο ζωοτροφών του Αγροτικού Πτηνοτροφικού Συνεταιρισμού Ιωαννίνων "ΑΠΣΙ - Η ΠΙΝΔΟΣ" υπό την επίβλεψη του κ. Κωνσταντίνου Θεοχάρη. Κάθε εκτροφή περιλάμβανε τα συμβατικά σιτηρέσια και τα εμπλουτισμένα με αρωματικά βότανα ή εκχυλίσματα αυτών. Επίσης έγινε ο εμπλουτισμός της χλωρίδας του περιβάλλοντος

χώρου με αρωματικά φυτά υπό την επίβλεψη του κ. Δημήτριου Φούκα, Γεωπόνος στην «ΠΙΝΔΟ».

Σε κάθε εκτροφή μελετήθηκαν οροί και ιστοί από τρεις ομάδες πουλερικών:

- α) συμβατικής βοσκής,
- β) ελευθέρας βοσκής με συνηθισμένη διατροφή και
- γ) ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη με αρωματικά φυτά διατροφή

Πραγματοποιήθηκαν αιμοληψίες και αναλύθηκε ο ορός του αίματος και πραγματοποιήθηκαν αναλύσεις ELISA και PCR για διερεύνηση προσβολής από άλλα παθογόνα βακτήρια και ιούς. Με την ολοκλήρωση της κάθε εκτροφής έγινε έλεγχος σε ποιοτικά χαρακτηριστικά, απόδοση, περιεκτικότητα του ψυχρού σφαγίου σε εδώδιμο ιστό και οστά, περιεκτικότητα του εδώδιμου ιστού σε ολικές πρωτεΐνες, λίπος, υγρασία και τέφρα και προσδιορισμός των ινωδών ουσιών. Επιπλέον πραγματοποιήθηκαν εργαστηριακές αναλύσεις διαθρεπτικής αξίας του κρέατος, βακτηριολογικοί έλεγχοι και μελέτες διατηρησιμότητας σε προϊόντα της κάθε εκτροφής.

Όλες οι παραπάνω αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν στο «Χημικό Μικροβιολογικό Εργαστήριο» του Αγροτικού Πτηνοτροφικού Συνεταιρισμού Ιωάννινων "ΑΠΣΙ - Η ΠΙΝΔΟΣ" υπό την επίβλεψη του κ. Απόστολου Πατσιά και της κα. Χρυσάνθης Μπέλλου τους οποίους ευχαριστώ θερμά για την βοήθεια τους και στην διάθεση των αποτελεσμάτων τους.

Τέλος ομάδα οργανοληπτικής αξιολόγησης του Αγροτικού Πτηνοτροφικού Συνεταιρισμού Ιωάννινων "ΑΠΣΙ - Η ΠΙΝΔΟΣ" αξιολόγησε τα τελικά οργανοληπτικά χαρακτηριστικά.

Για την λήψη δειγμάτων ορού (αίματος) κοτόπουλου, οι οποίες πραγματοποιήθηκαν από κτηνιάτρους του Αγροτικού Πτηνοτροφικού Συνεταιρισμού Ιωαννίνων "ΑΠΣΙ - Η ΠΙΝΔΟΣ", ακολουθήθηκε η παρακάτω διαδικασία :

Ι. Δείγματα ορών (αίματος)

Ελήφθησαν συνολικά 15 δείγματα αίματος από πτηνά στον κάθε ορνιθώνα.

Συγκεκριμένα η αιμοληψία των πουλερικών περιλάμβανε τα παρακάτω βήματα-στάδια:

- α) ολοκλήρωση της εκτροφής (56 ημέρες για τα ελεύθερης βοσκής και 35-49 ημέρες για τα συμβατικά) των πτηνών
- β) αναισθητοποίηση τους (με ασθενές ηλεκτρικό ρεύμα) ή με ακινητοποίηση του ζωντανού πτηνού και χρήση αποστειρωμένης σύριγγας αιμοληψίας.

γ) σφαγή (τομή στις καρωτίδες) και αφαίμαξη (συλλογή περίπου 7-10ml αίμα από κάθε πτηνό χωριστά σε γυάλινους δοκιμαστικούς σωλήνες φυγοκέντρου).

δ) φυγοκέντρωση 2500rpm για πέντε (5) λεπτά (φυγόκεντρος SIGMA 416G, GAM 15-16) ώστε να παραληφθεί στο υπερκείμενο ο ορός του αίματος.

Κατά την διάρκεια της παραπάνω διαδικασίας ελήφθη ειδικά μέριμνα για την αποφυγή αιμόλυσης του ορού. Η αιμοληψία στα ζωντανά πτηνά έγινε ασηπτικά στο φτερό (βραχίονια φλέβα).

Αναλυτικότερα:

- 15 δείγματα αίματος από κοτόπουλα ελευθέρως βοσκής με εμπλουτισμένη με αρωματικά φυτά διατροφή,
- 15 δείγματα αίματος από κοτόπουλα ελευθέρως βοσκής με συνηθισμένη διατροφή,
- 15 δείγματα αίματος από συμβατικά κοτόπουλα.

Η επιλογή των πτηνών έγινε από όλη την έκταση του ορνιθώνα. Ο δειγματολήπτης κινούνταν κατά μήκος του θαλάμου και λάμβανε σε ίσα περίπου διαστήματα ένα πτηνό. Μετά την ακινητοποίηση πραγματοποιήθηκε η αφαίμαξη και ελήφθησαν περίπου 5ml αίματος. Το δείγμα τοποθετήθηκε σε κατάλληλο δοκιμαστικό σωλήνα με πώμα και μεταφέρθηκε στο εργαστήριο. Με φυγοκέντρωση ελήφθη ο ορός του αίματος και διαχωρίστηκε σε ισόποσα δείγματα. Τα δείγματα αποθηκευτήκαν αμέσως στους -20°C

Η δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε μετά την ολοκλήρωση πάχυνσης του σμήνους με διατροφή εμπλουτισμένη με αρωματικά φυτά (7-8 εβδομάδες).

II. Δείγματα Ιστών και οργανοληπτικού ελέγχου:

Κατά την διάρκεια της σφαγής του σμήνους ελήφθησαν τυχαία 50 κοτόπουλα από όλη τη διάρκεια της σφαγής (αρχή-μέση-τέλος).

Από τα κοτόπουλα αυτά ελήφθησαν τα παρακάτω δείγματα μυϊκού ιστού:

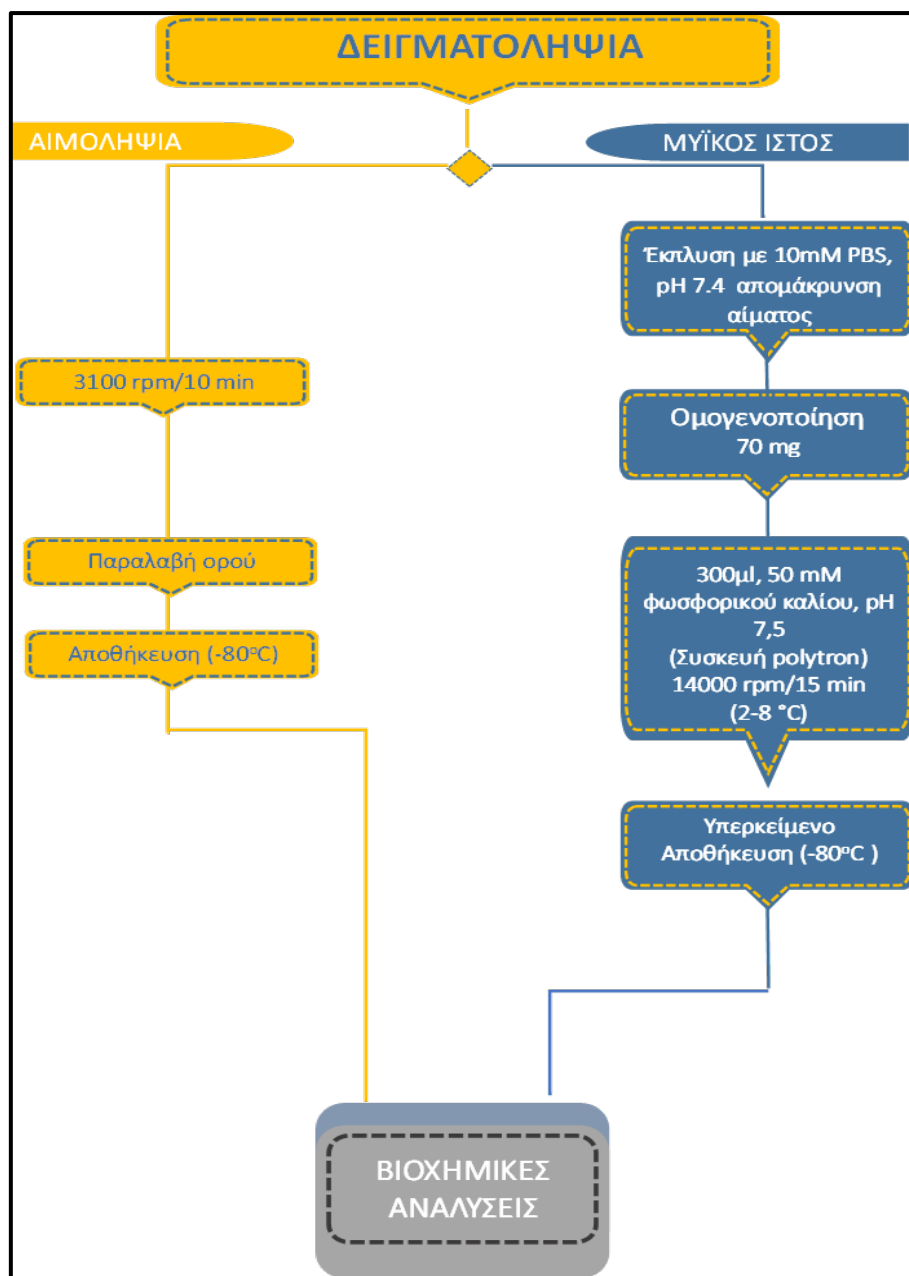
- 40 δείγματα ιστού από κοτόπουλα ελευθέρως βοσκής με εμπλουτισμένη με αρωματικά φυτά διατροφή,
- 40 δείγματα ιστού από κοτόπουλα ελευθέρως βοσκής με συνηθισμένη διατροφή,
- 40 δείγματα ιστού από συμβατικά κοτόπουλα

Το κάθε δείγμα του μυϊκού ιστού ελήφθη από το μπούτι. Αποτελείται από 5g μυϊκού ιστού (χωρίς συνδετικό ιστό, δέρμα, κλπ.). Τα δείγματα καταψύχθηκαν αμέσως στους -20°C και απεστάλησαν σε συνθήκες ψύξης στο εργαστήριο για ανάλυση (μέγιστος χρόνος αποστολής 30 λεπτά).

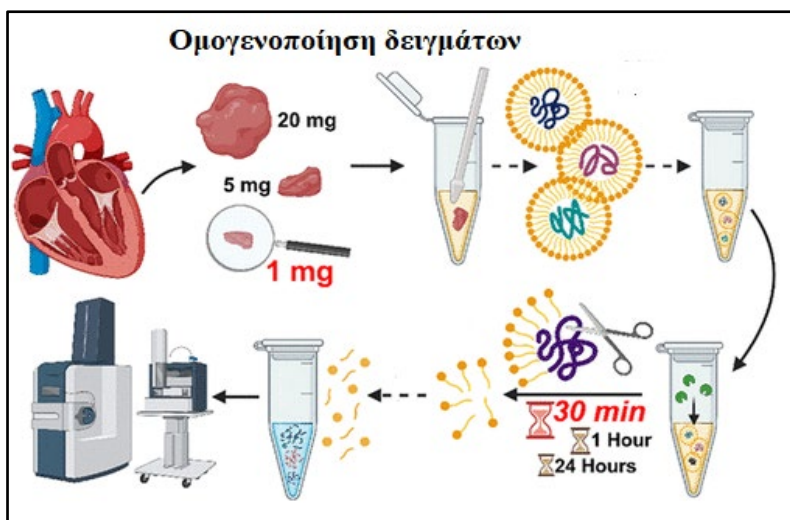
Η παραπάνω διαδικασία έγινε μία φορά σε κάθε εκτροφή με την ολοκλήρωση της ανάπτυξης του σμήνους. Τα δείγματα ελήφθησαν αμέσως μετά τη σφαγή και την ψύξη του σφαγίου. Τα δείγματα που προορίζονταν για οργανοληπτικό έλεγχο προέρχονται από τα παραπάνω 50 κοτόπουλα. Όλα τα δείγματα φυλάχθηκαν σε ειδικές κασέτες σε υγρό άζωτο, μέχρι την τελική τους αποθήκευση σε υπερκατάψυξη (-80°C), όπου και παρέμειναν μέχρι την ανάλυσή τους.

Όλες οι διαδικασίες πραγματοποιήθηκαν σύμφωνα με το «*Ολοκληρωμένο Εταιρικό Πρότυπο Ευζωίας*» που εφαρμόζει ο Αγροτικός Πτηνοτροφικός Συνεταιρισμός Ιωάννινων "ΑΠΣΙ - Η ΠΙΝΔΟΣ" για την ομαλή και ισορροπημένη ανάπτυξη των πτηνών σε πλήρη αρμονία με το φυσικό περιβάλλον.

Στα παρακάτω σχήματα περιγράφεται η επεξεργασία των δειγμάτων που παραλήφθηκαν από τις δειγματοληψίες (**Σχήμα 42**).



Σχήμα 42. Α) Διαδικασία επεξεργασίας δειγμάτων αίματος και μυϊκού ιστού.



Σχήμα 42. Β) Ομογενοποίηση δειγμάτων μυϊκού ιστού.

5.2 Διατροφή των πουλερικών

Για να καλυφθούν οι ανάγκες σε θρεπτικά συστατικά των νεοσσών κρεατοπαραγωγής κατά τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου, διαμορφώθηκαν τέσσερις πλήρεις βασικές δίαιτες η καθεμία για την έναρξη (0-10 ημέρες), την ανάπτυξη (11-24 ημέρες), τον τερματισμό 1 (25-39 ημέρες) και τον τερματισμό 2 (40 ημέρες έως σφαγή) περίοδος αντίστοιχα. Η σύνθεση της τροφής και η χημική ανάλυση των σιτηρεσίων παρουσιάζονται στον **Πίνακα 15**. Δεν χρησιμοποιήθηκαν αντιβιοτικοί αυξητικοί παράγοντες, οργανικά οξέα και φυτοβιοτικά. Τροφή και πόσιμο νερό προσφέρθηκαν σε όλα τα πτηνά κατά βούληση καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος. Το υβρίδιο είναι Ross308, η διατροφή, η διαχείριση και η ανάπτυξή του πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με τα ενδεδειγμένα εγχειρίδια της εταιρείας Aviagen.

Πίνακας 15. Η σύνθεση της τροφής και η χημική ανάλυση των σιτηρεσίων.

		1ης Ηλικίας (starter)		2ης Ηλικίας (grower)		Finisher 1		Finisher 2	
Ηλικία	Ημέρα	0-10		11-24		25-39		40-σφαγή	
μεταβολιστέα ενέργεια	Kcal/ kg	3.000		3.100		3.200		3.200	
Αμινοξέα		Total	Digest	Total	Digest	Total	Digest	Total	Digest
Λυσίνη	%	1.44	1.28	1.29	1.15	1.15	1.02	1.08	0.96

Μεθιονίνη +Κυστεΐνη	%	1.08	0.95	0.99	0.87	0.90	0.80	0.85	0.75
Μεθιονίνη	%	0.56	0.51	0.51	0.47	0.47	0.43	0.44	0.40
Θρεονίνη	%	0.97	0.86	0.88	0.77	0.78	0.68	0.73	0.64
Βαλίνη	%	1.10	0.96	1.00	0.87	0.89	0.78	0.84	0.73
Ισολευκίνη	%	0.97	0.86	0.89	0.78	0.80	0.70	0.75	0.66
Αργινίνη	%	1.52	1.37	1.37	1.37	1.21	1.09	1.14	1.03
Τρυπτοφάνη	%	0.23	0.20	0.21	0.18	0.18	0.16	0.17	0.15
Λευκόνη	%	1.58	1.41	1.42	1.27	1.26	1.12	1.19	1.06
Ολική πρωτεΐνη	%	23.0		21.5		19.5		18.3	
Ελάχιστες προδιαγραφές									
Χολίνη / kg	mg	1700		1600		1500		1450	
Λινολεϊκό οξύ	%	1.25		1.20		1.00		1.00	
Μέταλλα (%) ¹ , Ίχνη μετάλλων/ Kg (mg) ¹ , Βιταμίνες/ Kg (IU) ¹									

¹**Μέταλλα (%)**: Calcium: 0.96; grower: 0.87; finisher 1: 0.78; finisher 2: 0.75; Available Phosphorus: 0.480; grower: 0.435; finisher 1: 0.390; finisher 2: 0.375; Magnesium: starter; grower; finisher 1; finisher 2: 0.05-0.50; Sodium: starter; grower: 0.16-0.23; finisher 1; finisher 2: 0.16-0.20; Chloride: starter; grower; finisher 1; finisher 2: 0.16-0.23; Potassium: starter: 0.40-1.00; **Προστιθέμενα ίχνη μετάλλων/Kg (mg)**: Copper: starter; grower; finisher 1; finisher 2: 16; Iodine: starter; grower; finisher 1; finisher 2: 1.25; Iron: starter; grower; finisher 1; finisher 2: 20; Manganese: starter; grower; finisher 1; finisher 2: 120; Selenium: starter; grower; finisher 1; finisher 2: 0.30; Zinc: starter; grower; finisher 1; finisher 2: 110; **Προστιθέμενες βιταμίνες/Kg (IU)**: Vitamin A: starter: Wheat based feed: 13,000; Maize based feed: 12,000; grower: Wheat based feed: 11,000; Maize based feed: 10,000; finisher 1: Wheat based feed: 10,000; Maize based feed: 9000; finisher 2: Maize based feed: 10,000; Maize based feed: 9000; Vitamin D3: starter: Wheat based feed; Maize based feed: 5000; grower: Wheat based feed; Maize based feed: 4500; finisher 1: Wheat based feed; Maize based feed: 4000; finisher 2: Maize based feed; Maize based feed: 4000; Vitamin E: starter: Wheat based feed; Maize based feed: 80; grower: Wheat based feed; Maize based feed: 65; finisher 1: Wheat based feed; Maize based feed: 55; finisher 2: Maize based feed; Maize based feed: 55; Vitamin K (Menadione) (mg): starter: Wheat based feed; Maize based feed: 3.2; grower: Wheat based feed; Maize based feed: 3.0; finisher 1: Wheat based feed; Maize based feed: 2.2; finisher 2: Maize based feed; Maize based feed: 2.2; Thiamin (B1) (mg): starter: Wheat based feed; Maize based feed: 3.2; grower: Wheat based feed; Maize based feed: 2.5; finisher 1: Wheat based feed; Maize based feed: 2.2; finisher 2: Maize based feed; Maize based feed: 2.2; Riboflavin (B2) (mg): starter: Wheat based feed; Maize based feed: 8.6; grower: Wheat based feed; Maize based feed: 6.5; finisher 1: Wheat based feed; Maize based feed: 5.4; finisher 2: Maize based feed; Maize based feed: 5.4; Niacin (mg): starter: Wheat based feed: 60; Maize based feed: 65; grower: Wheat based feed: 55; Maize based feed: 60; finisher 1: Wheat based feed: 40; Maize based feed: 45; finisher 2: Maize based feed: 40; Maize based feed: 45; Pantothenic Acid (mg): starter: Wheat based feed: 17; Maize based feed: 20; grower: Wheat based feed: 15; Maize based feed: 18; finisher 1: Wheat based feed: 13; Maize based feed: 15; finisher 2: Maize based feed: 13; Maize based feed: 15; Pyridoxine (B6) (mg): starter: Wheat based feed: 5.4; Maize based feed: 4.3; grower: Wheat based feed: 4.3; Maize based feed: 3.2; finisher 1: Wheat based feed: 3.2; Maize based feed: 2.2; finisher 2: Maize based feed: 3.2; Maize based feed: 2.2; Bioin (mg): starter: Wheat based feed: 0.30; Maize based feed: 0.22; grower: Wheat based feed: 0.25; Maize based feed: 0.18; finisher 1: Wheat based feed: 0.20; Maize based feed: 0.15; finisher 2: Maize based feed: 0.20; Maize based feed: 0.15; Folic Acid (mg): starter: Wheat based feed; Maize based feed: 2.20; grower: Wheat based feed; Maize based feed: 1.90; finisher 1: Wheat based feed; Maize based feed: 1.60; finisher 2: Maize based feed; Maize based feed: 1.60; Vitamin B12 (mg): starter: Wheat based

feed; Maize based feed: 0.017; grower: Wheat based feed; Maize based feed: 0.017; finisher 1: Wheat based feed; Maize based feed: 0.011; finisher 2: Maize based feed; Maize based feed: 0.011;

Πίνακας 16. Διατροφή κοτόπουλων ελευθέρως βοσκής με αρωματικά φυτά

<u>Πρώτες ύλες</u>	<u>ΦΔ65 E11-17 HM</u>	<u>ΦΔ65 E218-36</u>
Καλαμπόκι	313	400
Σιτάρι	282	235,3
Σογιάλευρο	295	257
Φωσφορικό	6	6,4
Μάρμαρο	13	12,2
Φοινικέλαιο	0	9,4
Σογιέλαιο	16	8,5
Προμίγμα ΠΙΝΔΟΣ ¹	75,1	71,2
Σύνολο	1000	1000

¹ Μίγμα βιταμινών-ιχνοστοιχείων-ανόργανες ύλες- αμινοξέα- μυκοδεσμευτικά- οργανικά οξέα-αιθέρια ελαία κλπ.+ προμίγμα εμπλουτισμένο α) ρίγανης και θυμάρι β) ρίγανη και ριγανέλαιο

Πίνακας 17. Δοσολογία με αρωματικά φυτά ανά εκτροφή κοτόπουλων ελευθέρως βοσκής.

Εκτροφή (Ημερομηνία τοποθέτησης- σφαγής)	Ονομασία είδους	Ποσότητα πουλερικών	Πρόσθετα	Δοσολογία
1^η Φθινόπωρο (28/09/2018-05/12/2018)	Νεοσσοί εκτατικής εκτροφής	3.000	ρίγανη + θυμάρι	2kg ρίγανη + 1kg θυμάρι
2^η Χειμώνας (14/12/2018-21/02/2019)	Νεοσσοί εκτατικής εκτροφής	3.000	Προμίγμα ρίγανης με ριγανέλαιο	120 ppm ριγανέλαιου + 15gr/kg υπολείμματα ρίγανης
3^η Άνοιξη (08/03/2018-01/05/2019)	Νεοσσοί εκτατικής εκτροφής	3.000	Προμίγμα ρίγανης με ριγανέλαιο	120 ppm ριγανέλαιου + 15gr/kg υπολείμματα ρίγανης

4^η Καλοκαίρι (22/05/2019-01/07/2019)	Νεοσσοί εκτατικής εκτροφής	3.000	- (δεν ελήφθησαν δείγματα)	- (δεν ελήφθησαν δείγματα)
5^η Φθινόπωρο (09/08/2019-01/10/2019)	Νεοσσοί εκτατικής εκτροφής	3.000	Εκχύλισμα τριών αρωματικών φυτών	-
6^η Χειμώνας (06/11/2019-10/01/2020)	Νεοσσοί εκτατικής εκτροφής	3.000	Προμίγμα ρίγανης με ριγανέλαιο	120 ppm ριγανέλαιου + 15gr/kg υπολείμματα ρίγανης
7^η Άνοιξη (28/01/2020-02/04/2020)	Νεοσσοί εκτατικής εκτροφής	3.000	Προμίγμα ρίγανης με ριγανέλαιο	120 ppm ριγανέλαιου + 15gr/kg υπολείμματα ρίγανης
8^η Καλοκαίρι (21/04/2020-24/06/2020)	Νεοσσοί εκτατικής εκτροφής	3.000	Προμίγμα ρίγανης με ριγανέλαιο	120 ppm ριγανέλαιου + 15gr/kg υπολείμματα ρίγανης
9^η Καλοκαίρι (08/07/2020-15/09/2020)	Νεοσσοί εκτατικής εκτροφής	3.000	Προμίγμα ρίγανης με ριγανέλαιο	120 ppm ριγανέλαιου + 15gr/kg υπολείμματα ρίγανης
10^η Φθινόπωρο (22/09/2020-30/11/2020)	Νεοσσοί εκτατικής εκτροφής	3.000	Προμίγμα ρίγανης με ριγανέλαιο	120 ppm ριγανέλαιου + 15gr/kg υπολείμματα ρίγανης
11^η Χειμώνας (01/01/2020-11/03/2021)	Νεοσσοί εκτατικής εκτροφής	3.000	Προμίγμα ρίγανης με ριγανέλαιο	120 ppm ριγανέλαιου + 15gr/kg

				υπολείμματα ρίγανης
--	--	--	--	------------------------

Πίνακας 18. Χημική ανάλυση του συμπληρώματος με άλευρο πάστας ελαιόκαρπου (Olive Paste Flour)

Χημική ανάλυση	%
Πρωτεΐνες	9.5
Ολικό Λίπος	16.0
Ολικοί Υδατάνθρακες	62.9
σάκχαρα	0.7
Ολική τέφρα	6.4
Ολικές ίνες	22.5
Άλας	0.46
Υγρασία	5.23
Λυσίνη	0.105
Θρεονίνη	0.468

Πίνακας 19. Διαιτητικό σχήμα για την πιλοτική εκτροφή με των υπό δοκιμή ομάδων πουλερικών

Συστατικό (kg/ton)	0-10 ^η μέρα		11 ^η -24 ^η μέρα		25 ^η -39 ^η μέρα		40 ^η μέρα έως σφαγή	
Καλαμπόκι	200 ^a	200 ^b	200 ^a	200 ^b	0 ^a	0 ^b	0 ^a	0 ^b
Σιτάρι	385 ^a	385 ^b	391 ^a	401 ^b	660 ^a	700 ^b	689 ^a	719 ^b
Σόγια-γεύμα	340 ^a	340 ^b	312 ^a	327 ^b	220 ^a	230 ^b	195 ^a	215 ^b
Άλευρο πάστας ελαιόκαρπου*	0 ^a	- ^b	25 ^a	- ^b	50 ^a	- ^b	50 ^a	- ^b
Φοινικέλαιο	5 ^a	5 ^b	12 ^a	12 ^b	22	22 ^b	25 ^a	25 ^b
Λάδι σόγιας	30 ^a	30 ^b	27 ^a	27 ^b	17 ^a	17 ^b	13 ^a	13 ^b
Ασβεστόλιθος	14 ^a	14 ^b	13 ^a	13 ^b	12 ^a	12 ^b	12 ^a	12 ^b
Προμίγμα	26 ^a	26 ^b	20 ^a	20 ^b	19 ^a	19 ^b	16 ^a	16 ^b

a = Ομάδα αλεύρου πάστας ελαιόκαρπου; b = ομάδα ελέγχου

***(Sparta INNOLIVE)**

5.3 Συσκευές και όργανα

Για τις απαραίτητες μετρήσεις χρησιμοποιήθηκαν τα κάτωθι όργανα του Εργαστηρίου Βιοχημείας του Τμήματος Χημείας του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων:

- Φασματοφθορισμόμετρο, τύπου FP-8300, του οίκου JASCO

- Φασματοφωτόμετρο ορατού - υπεριώδους (UV-Vis) πραγματικής διπλής δέσμης, τύπου V-730iRM, του οίκου JASCO
- Ψυχόμενη Φυγόκεντρος, τύπου Z-326K, του οίκου HERMLE

Για την κατεργασία των δειγμάτων του ιστού χρησιμοποιήθηκε ομοιογενοποιητής Polytron System PT 1200 E (KINEMATICA AG), και Polytron Biotrona PT-DA 03/2EC-E050, PT 1300D, Dispersing Aggregate 3mm coupling type C (KINEMATICA AG).

5.4 Μέθοδοι-Πειραματική πορεία

- Προσδιορισμός α-τοκοφερόλης

Αντιδραστήρια

α-τοκοφερόλη ((2R)-2,5,7,8-Tetramethyl-2-[(4R,8R)-4,8,12-trimethyltridecyl]-3,4-dihydro-2H-1-benzopyran-6-ol)

Διηθημένη αιθανόλη (CH₃CH₂OH)

Εξάνιο (C₆H₁₄)

Διαλύματα εργασίας

Τυφλό: H₂O

Πρότυπο διάλυμα βιταμίνης E, 2000 μg/ml: 500 mg α-τοκοφερόλης διαλύονται σε 100 ml διηθημένης αιθανόλης και έπειτα σε 250 ml.

Διάλυμα εργασίας βιταμίνης E, 20 μg/ml: 1 ml πρότυπου διαλύματος βιταμίνης E διαλύεται σε 100 ml διηθημένης αιθανόλης.

Πειραματική Πορεία

Σε σωλίνες φυγοκέντρωσης των 15ml (με πώμα), προστίθενται τα ακόλουθα:

Για την προετοιμασία του τυφλού δείγματος προστίθενται σε 1,2ml απεσταγμένου H₂O 2 ml διηθημένης αιθανόλης υπό ανάδευση.

Για την προετοιμασία του πρότυπου δείγματος σε 0,2ml δ/τος εργασίας προστίθενται 1,2ml απεσταγμένου H₂O και αναμιγνύονται για 30 δευτερόλεπτα. Στη συνέχεια ακολουθεί προσθήκη υπό ανάδευση 1,8ml διηθημένης αιθανόλης.

Για την προετοιμασία του άγνωστου δείγματος: σε πλάσμα αίματος 0,2ml, προστίθεται 1ml απεσταγμένου H₂O και αναμιγνύεται για 30 δευτερόλεπτα. Κατόπιν προστίθενται 2ml διηθημένης αιθανόλης υπό ανάδευση.

Στη συνέχεια, οι σωλήνες αναδεύονται για 30 δευτερόλεπτα, προστίθενται 5ml εξανίου και ανακινούνται καλά για 5 λεπτά στο Vortex. Οι σωλήνες φυγοκεντρούνται για 5 λεπτά στις 2000rpm. Η οργανική στιβάδα του εξανίου, από κάθε σωλήνα, μεταφέρεται στην κυψελίδα φθορισμού και μετράται η απορρόφηση στα 330nm.

- **Προσδιορισμός της Ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας (TAC)**

Αντιδραστήρια

DPPH (2,2-διφαινυλ-1-πικρυλνυδραζύλ, C₁₈H₁₂N₅O₆)

Μεθανόλη (CH₃OH)

Φωσφορικό νάτριο (Na₃PO₄)

Διαλύματα εργασίας

Για το διάλυμα 0,1mM DPPH διαλύονται 4mg DPPH σε 100ml μεθανόλης (CH₃OH).

Για το ρυθμιστικό διάλυμα φωσφορικού νατρίου (Na₃PO₄) 10 mM (pH=7.4) ζυγίζονται 114,76mg στερεού Na₃PO₄ τα οποία διαλύονται σε 50ml H₂O. Ακολουθεί ρύθμιση του pH με πεχάμετρο και χρήση πρότυπων διαλυμάτων HCl και NaOH.

Πειραματική Πορεία

Σε σωλήνα προστίθενται 20μl πλάσματος αίματος σε 480μl ρυθμιστικού διαλύματος φωσφορικού νατρίου 10mM (pH=7.4) αντίστοιχα. Ακολουθεί προσθήκη 500μl διαλύματος 0,1mM DPPH/CH₃OH. Στη συνέχεια τα δείγματα επωάζονται για 30 λεπτά στους 21°C και καταγράφεται η απορρόφηση στα 520nm. Το δείγμα αναφοράς περιέχει μόνο διάλυμα DPPH και φωσφορικό ρυθμιστικό διάλυμα.

- **Προσδιορισμός των δραστικών συστατικών του θειοβαρβιτουρικού οξέος (TBARS)**

Αντιδραστήρια

Τριχλωροξικό οξύ (TCA, C₂HCl₃O₂)

Θειοβαρβιτουρικό οξύ (TBA, C₄H₄N₂O₂S)

Μηλονική διαλδεϋδη (MDA, C₃H₄O₂)

LDL (λιποπρωτεΐνη χαμηλής πυκνότητας)

oxLDL (Οξειδωμένη LDL)

Διαλύματα εργασίας

Για το διάλυμα 10% TCA διαλύονται 10 g TCA σε 100ml d H₂O.

Για το διάλυμα 0,67% (w/v)TBA: 0,7539g TBA διαλύονται σε περίπου 80ml d H₂O υπό θέρμανση. Το διάλυμα αφήνεται να έρθει σε θερμοκρασία δωματίου και ο όγκος συμπληρώνεται στα 100ml με προσθήκη d H₂O.

Για το διάλυμα 6mM MDA. Ένα μέρος του πυκνού MDA αραιώνεται 1000 φορές με την προσθήκη d H₂O, δίνοντας διάλυμα 6mM.

Για το πρότυπο διάλυμα 200μM MDA: 30μl διαλύματος 6mM MDA προστίθενται σε 870μl d H₂O δίνοντας δ/μα 200μM MDA.

Πειραματική Πορεία

✓ Προετοιμασία δειγμάτων

Για τη μέτρηση των TBARS σε διάφορες μορφές LDL (φυσική, oxLDL και MDA-LDL), ποσότητα φυσικής ή τροποποιημένης LDL μεταφέρεται σε γυάλινο σωλήνα (15ml) που περιέχει 10μg πρωτεΐνης. Ο όγκος συμπληρώνεται στα 100μl με d H₂O.

✓ Προετοιμασία Προτύπων

Σε 6 γυάλινους σωλήνες προστίθενται 0, 5 ,10, 15, 20 και 25μl διαλύματος 200μM MDA. Ο όγκος συμπληρώνεται στα 100μl με d H₂O.

Κατεργασία Δειγμάτων και Προτύπων δ/των

Σε κάθε σωλήνα που περιέχει δείγμα ή πρότυπο διάλυμα MDA, προστίθεται 1ml δ/τος 10% TCA και 1ml διαλύματος 0,67% TBA. Τα δείγματα αναδεύονται ισχυρά με Vortex, σκεπάζονται με αλουμινόχαρτο και τοποθετούνται σε υδρόλουτρο 75°C για 60min και αφήνονται μέχρι να αποκτήσουν θερμοκρασία περιβάλλοντος.

✓ Φωτομέτρηση Δειγμάτων και Προτύπων

Τα δείγματα φυγοκεντρούνται στα 3100rpm (1500 x g) για 15min, για καταβύθιση των πρωτεϊνών που προκαλούν θόλωμα. Αφαιρείται προσεκτικά από το υπερκείμενο μία ποσότητα, η οποία μεταφέρεται στην κυψελίδα. Η απορρόφηση μετράται στα 532nm.

5.5 Επεξεργασία Πειραματικών Αποτελεσμάτων

✓ Επεξεργασία Αποτελεσμάτων α-τοκοφερόλης

Ο υπολογισμός της α-τοκοφερόλης γίνεται με την εξίσωση:

$$\mu\text{g ελεύθερης βιταμίνης E/ml} = [(F_x - F_b) / (F_s - F_b)] * 20$$

Όπου F_x = απορρόφηση άγνωστου, F_s = πρότυπη απορρόφηση, F_b = απορρόφηση τυφλού.

✓ Επεξεργασία Αποτελεσμάτων TAC

Η αξιολόγηση της αντιοξειδωτικής ικανότητας των δειγμάτων, πραγματοποιείται με τον υπολογισμό της % Δραστικότητας Δέσμευσης Ελευθέρων Ριζών (Radical Scavenging Activity) από τον τύπο:

$$[(\text{Absorbance}_{\text{Control}} - \text{Absorbance}_{\text{Sample}} / \text{Absorbance}_{\text{Control}})] * 100.$$

Η συνολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) αντιπροσωπεύει τα mmol του DPPH• τα οποία ανάγονται σε DPPH:H, σε σχέση με τα υπάρχοντα αντιοξειδωτικά του δείγματος.

✓ Επεξεργασία Αποτελεσμάτων TBARS

Από τις απορροφήσεις των προτύπων, σχεδιάζεται η πρότυπη καμπύλη και από την εξίσωσή της και από τις απορροφήσεις των δειγμάτων, υπολογίζονται τα nmol ισοδύναμων MDA / ml πλάσματος.

✓ Στατιστική επεξεργασία αποτελεσμάτων

Για την στατιστική επεξεργασία των συνολικών αποτελεσμάτων οι συγκρίσεις έγιναν μεταξύ δύο ξεχωριστών ομάδων: α) συμβατικών κοτόπουλων και κοτόπουλων ελεύθερης βοσκής και β) κοτόπουλων ελεύθερης βοσκής και κοτόπουλων ελεύθερης βοσκής με αρωματικά φυτά. Τα αποτελέσματα των μετρήσεων εμφανίζονται ως μέσος όρος, ενώ η τυπική απόκλιση (SD), το τυπικό σφάλμα του μέσου όρου (SEM) και η στατιστική σημαντικότητα (p) προσδιορίστηκαν σύμφωνα με την κανονικότητα και υπολογίστηκαν με το ανεξάρτητο ή μη παραμετρικό t-test, ενώ για την στατιστική επεξεργασία των επιμέρους εκτροφών χρησιμοποιήθηκε η στατιστική μέθοδος ANOVA. Για τη στατιστική χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό IBM® SPSS® Statistics 26.

5.6 Αξιολόγηση οργανοληπτικών ιδιοτήτων

Στο τέλος του πειράματος (45η ημέρα), 30 πτηνά ανά ομάδα σφάχτηκαν στο σφαγείο της «ΠΙΝΔΟΥ» για την αξιολόγηση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών τους.

Τα στήθη κοτόπουλου κάθε ομάδας ψήθηκαν στους 200°C για 30 λεπτά και προσφέρθηκαν σε οκτώ διαφορετικά άτομα για να διερευνηθούν οι πιθανές οργανοληπτικές διαφορές. Τα δείγματα παρουσιάστηκαν ένα ζευγάρι τη φορά και με τυχαία σειρά σε κάθε δοκιμαστή. Ζητήθηκε από τους γευστιγνώστες να κρίνουν για «περισσότερο», «λιγότερο» ή «καμία διαφορά» για τη γεύση, την οσμή, το χρώμα, τη συνοχή και την υφή του κρέατος.

Κανένα από τα ζώα δεν προοριζόταν για διάθεση στην αγορά/κατανάλωση.

5.7 Αξιολόγηση επίδρασης μετεωρολογικών συνθηκών στην υγεία και την αντιοξειδωτική κατάσταση των πουλερικών

Κατά την χρονική περίοδο Νοέμβριος 2018-Μάρτιος 2021 συλλέχθηκαν δεδομένα για τις μετεωρολογικές συνθήκες που επικράτησαν στα Ιωάννινα (Πηγή: <https://tckctck.org/>, www.meteo.gr, www.hnms.gr). Τα στοιχεία που περιγράφουν συνήθως τις μετεωρολογικές συνθήκες μια περιοχής είναι η θερμοκρασία, η βροχόπτωση και η ταχύτητα του ανέμου. Καταγράφηκαν οι μέγιστες και οι ελάχιστες θερμοκρασίες καθώς και η μέση θερμοκρασία, το ύψος βροχής και τέλος η ταχύτητα του ανέμου που επικράτησαν την συγκεκριμένη περίοδο.

✓ Η ημερήσια θερμοκρασία εκφράζει τη θερμοκρασία της μίας ημέρας ενός τόπου και υπολογίζεται με τους εξής τρόπους:

α) Προκύπτει από τον μέσο όρο της μέγιστης και της ελάχιστης θερμοκρασίας του 24ώρου [$(\max - \min)/2$], β) Καταγράφοντας τις ωριαίες μετρήσεις κάθε 24ώρου, αθροίζοντάς τις και διαιρώντας τις με το 24. Με αυτόν τον τρόπο δίνεται η πιο αξιόπιστη τιμή της ημερήσιας θερμοκρασίας. γ) Υπολογίζοντας το μέσο όρο των παρατηρήσεων συγκεκριμένων ωρών της ημέρας (οι ώρες αυτές είναι 8:00, 14:00 και 20:00).

✓ Η μηνιαία θερμοκρασία εκφράζει το μέσο όρο των ημερήσιων θερμοκρασιών κάθε μήνα.

✓ Το ύψος βροχής εκφράζεται ως το ύψος που θα είχε η στάθμη του νερού της βροχής στο αντίστοιχο χρονικό διάστημα, αν έπεφτε επάνω σε μία οριζόντια επιφάνεια θεωρώντας ότι δεν υπάρχει απορροή, απορρόφηση και εξάτμιση.

✓ Η ένταση του Ανέμου εκφράζεται είτε με την πίεση την οποία ασκεί ο άνεμος στην επιφάνεια των διαφόρων σωμάτων, είτε με την ταχύτητα με την οποία αυτός κινείται.

Δημιουργήθηκαν συγκριτικοί πίνακες για κάθε μια παράμετρο ανά εποχή και για όλα τα έτη.

Κεφάλαιο 6^ο – Αποτελέσματα

6.1 Εκτίμηση του οξειδοαναγωγικού προφίλ με την χρήση δεικτών οξειδωτικού στρες σε πουλερικά κρεατοπαραγωγής

Για την εκτίμηση του οξειδοαναγωγικού προφίλ των κρεατοπαραγωγικών πουλερικών αξιοποιήθηκαν συνολικά τρεις βιοδείκτες.

Οι δύο βιοδείκτες αφορούν την εκτίμηση της αντιοξειδωτικής ικανότητας τόσο στο αίμα όσο και στον ιστό και περιλάμβανε τον προσδιορισμό της α -τοκοφερόλης (μόνο σε ορό) και της ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας (TAC), ενώ ο τρίτος την αποτίμηση των οξειδωτικών βλαβών σε λιπίδια (TBARS).

Συνολικά πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις σε τρεις κατηγορίες κρεατοπαραγωγικών πουλερικών τόσο σε αίμα όσο και σε ιστούς:

- α) Συμβατικά κοτόπουλα,
- β) Κοτόπουλα ελευθέρως βοσκής και
- γ) Κοτόπουλα ελευθέρως βοσκής με εμπλουτισμένη ζωοτροφή.

Για την στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων οι συγκρίσεις έγιναν μεταξύ δύο ξεχωριστών ομάδων:

- α) συμβατικών κοτόπουλων και κοτόπουλων ελεύθερης βοσκής και β) κοτόπουλων ελεύθερης βοσκής και κοτόπουλων ελεύθερης βοσκής με εμπλουτισμένη ζωοτροφή.

6.2 Αποτελέσματα προσδιορισμού της α -τοκοφερόλης (βιταμίνη E) σε ορό κρεατοπαραγωγικών κοτόπουλων

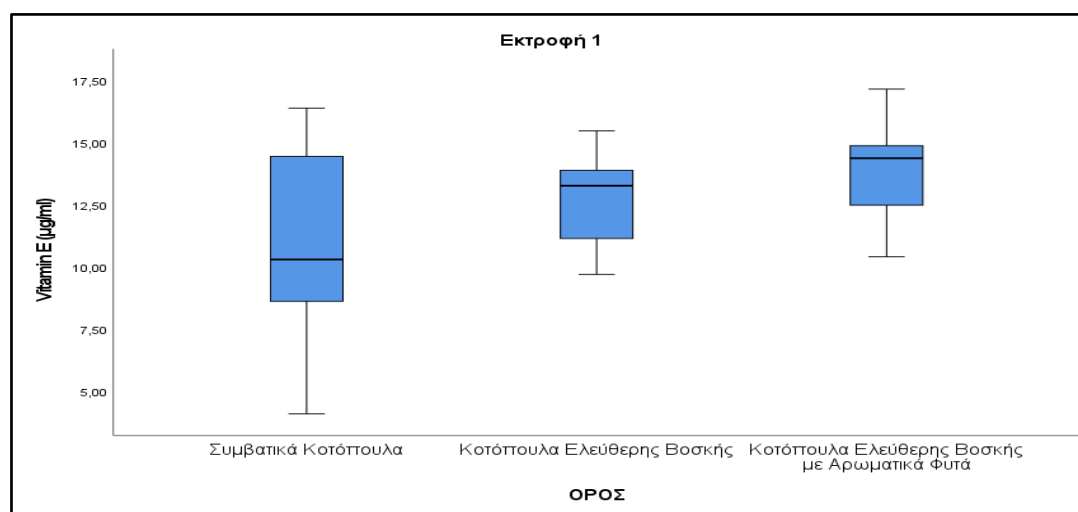
Στους Πίνακες 20 έως 40 παρουσιάζονται οι συγκεντρώσεις της α -τοκοφερόλης (βιταμίνη E) σε δείγματα ορού συμβατικών, Ελευθέρως βοσκής και Ελευθέρως βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα και τα αντίστοιχα σχήματα 43 έως 53 με τα επίπεδα της βιταμίνης E για τις διάφορες εκτροφές.

Πίνακας 20. Συγκεντρώσεις της α-τοκοφερόλης (μg/ml) σε δείγματα ορού συμβατικών και Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα. (Φθινόπωρο-εκτροφή 1^η)

α-τοκοφερόλη (μg/ml)		Μέσος Όρος	Τυπικό Σφάλμα (SEM)	Τυπική Απόκλιση (SD)	Τιμή p
	Συμβατικά	10,99	1,01	3,93	>0,05
	Ελευθέρας βοσκής	12,66	0,48	1,87	

Πίνακας 21. Συγκεντρώσεις της α-τοκοφερόλης (μg/ml) σε δείγματα ορού Ελευθέρας βοσκής και Ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα. (Φθινόπωρο-εκτροφή 1^η)

α-τοκοφερόλη (μg/ml)		Μέσος Όρος	Τυπικό Σφάλμα (SEM)	Τυπική Απόκλιση (SD)	Τιμή p
	Ελευθέρας βοσκής	12,66	0,48	1,87	>0,05
	Ελευθέρας βοσκής με αρωματικά φυτά	13,89	0,49	1,89	



Σχήμα 43. Επίπεδα α-τοκοφερόλης (Βιταμίνη Ε) (μg/ml) σε ορό συμβατικών, ελευθέρας βοσκής και ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλων. (Φθινόπωρο-εκτροφή 1^η)

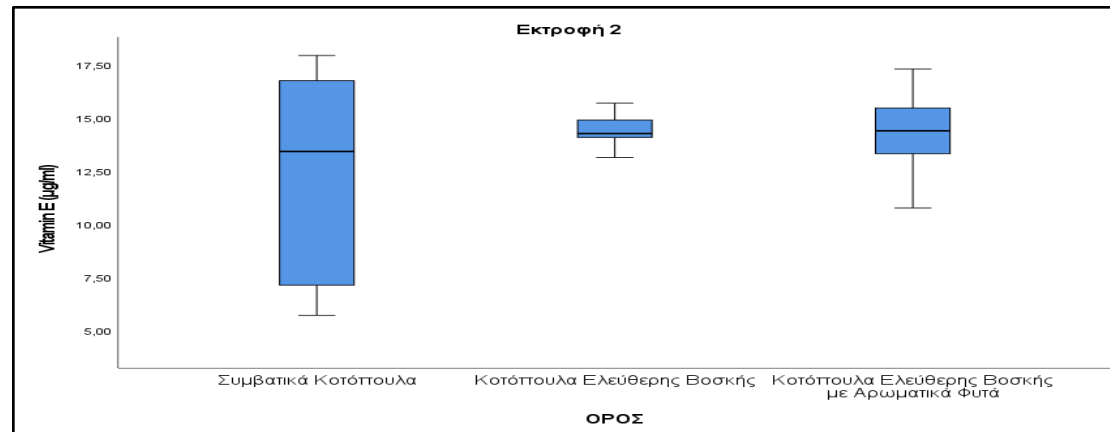
Με βάση την στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p > 0,05$) ανάμεσα στα Συμβατικά και τα Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα. Επίσης δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p > 0,05$) ανάμεσα στα Ελευθέρας βοσκής και τα Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα με εμπλουτισμένη διατροφή.

Πίνακας 22. Συγκεντρώσεις της α-τοκοφερόλης (μg/ml) σε δείγματα ορού συμβατικών και Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα. (Χειμώνας-εκτροφή 2^η)

α-τοκοφερόλη (μg/ml)		Μέσος Όρος	Τυπικό Σφάλμα (SEM)	Τυπική Απόκλιση (SD)	Τιμή p
Συμβατικά		12,18	1,23	4,75	>0,05
Ελευθέρας βοσκής		14,41	0,21	0,74	

Πίνακας 23. Συγκεντρώσεις της α-τοκοφερόλης (μg/ml) σε δείγματα ορού Ελευθέρας βοσκής και Ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα (Χειμώνας-εκτροφή 2^η)

α-τοκοφερόλη (μg/ml)		Μέσος Όρος	Τυπικό Σφάλμα (SEM)	Τυπική Απόκλιση (SD)	Τιμή p
Ελευθέρας βοσκής		14,41	0,21	0,74	>0,05
Ελευθέρας βοσκής με αρωματικά φυτά		14,33	0,49	1,89	



Σχήμα 44. Επίπεδα α-τοκοφερόλης (Βιταμίνη Ε) (μg/ml) σε ορό συμβατικών, ελευθέρας βοσκής και ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλων. (Χειμώνας-εκτροφή 2^η)

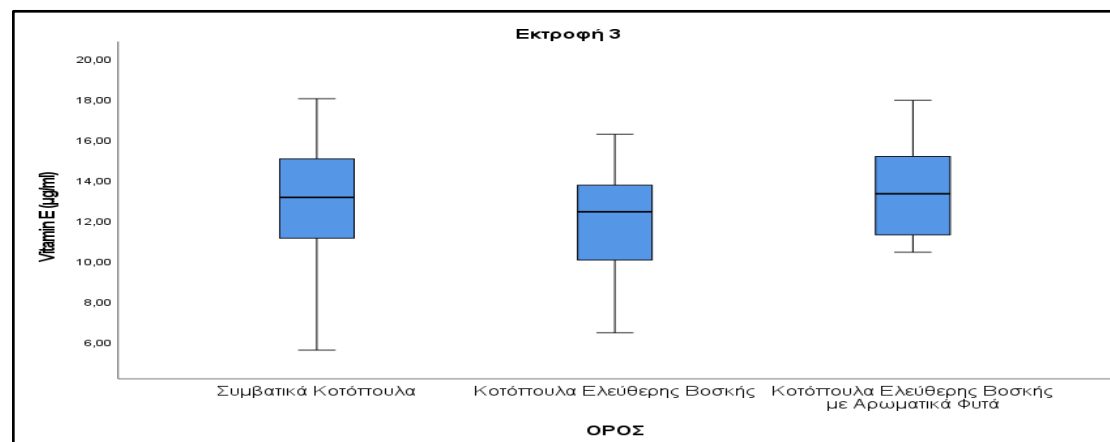
Με βάση την στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p > 0,05$) ανάμεσα στα Συμβατικά και τα Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα καθώς και ανάμεσα στα Ελευθέρας βοσκής και τα Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα με εμπλουτισμένη διατροφή.

Πίνακας 24. Συγκεντρώσεις της α-τοκοφερόλης (μg/ml) σε δείγματα ορού συμβατικών και Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα. (Άνοιξη-εκτροφή 3^η)

α-τοκοφερόλη (μg/ml)		Μέσος Όρος	Τυπικό Σφάλμα (SEM)	Τυπική Απόκλιση (SD)	Τιμή p
Συμβατικά		12,76	0,91	3,53	>0,05
Ελευθέρας βοσκής		11,72	0,76	2,93	

Πίνακας 25. Συγκεντρώσεις της α-τοκοφερόλης (μg/ml) σε δείγματα ορού Ελευθέρας βοσκής και Ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα (Άνοιξη-εκτροφή 3^η)

α-τοκοφερόλη (μg/ml)		Μέσος Όρος	Τυπικό Σφάλμα (SEM)	Τυπική Απόκλιση (SD)	Τιμή p
Ελευθέρας βοσκής		11,72	0,76	2,93	>0,05
Ελευθέρας βοσκής με αρωματικά φυτά		13,39	0,59	2,28	



Σχήμα 45. Επίπεδα α-τοκοφερόλης (Βιταμίνη Ε) (μg/ml) σε ορό συμβατικών, ελευθέρας βοσκής και ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλων. (Άνοιξη-εκτροφή 3^η)

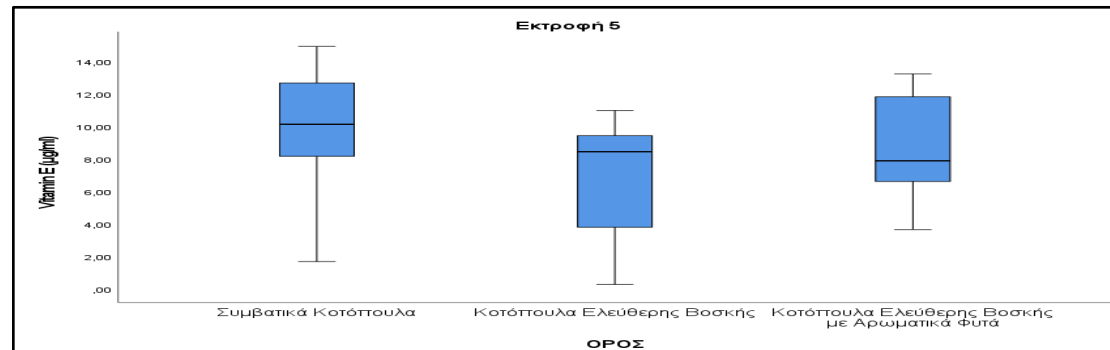
Με βάση την στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p > 0,05$) ανάμεσα στα Συμβατικά και τα Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα καθώς επίσης και ανάμεσα στα Ελευθέρας βοσκής και τα Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα με εμπλουτισμένη διατροφή.

Πίνακας 26. Συγκεντρώσεις της α -τοκοφερόλης ($\mu\text{g/ml}$) σε δείγματα ορού συμβατικών και Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα. (Φθινόπωρο-εκτροφή 5^η)

α -τοκοφερόλη ($\mu\text{g/ml}$)		Μέσος Όρος	Τυπικό Σφάλμα (SEM)	Τυπική Απόκλιση (SD)	Τιμή p
Συμβατικά		9,95	1,06	3,83	<0,001
Ελευθέρας βοσκής		6,50	0,95	3,68	

Πίνακας 27. Συγκεντρώσεις της α -τοκοφερόλης ($\mu\text{g/ml}$) σε δείγματα Ελευθέρας βοσκής και Ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα. (Φθινόπωρο-εκτροφή 5^η)

α -τοκοφερόλη ($\mu\text{g/ml}$)		Μέσος Όρος	Τυπικό Σφάλμα (SEM)	Τυπική Απόκλιση (SD)	Τιμή p
Ελευθέρας βοσκής		6,50	0,95	3,68	>0,05
Ελευθέρας βοσκής με αρωματικά φυτά		8,83	0,81	3,13	



Σχήμα 46. Επίπεδα α -τοκοφερόλης (Βιταμίνη E) ($\mu\text{g/ml}$) σε ορό συμβατικών, ελευθέρας βοσκής και ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλων. (Φθινόπωρο-εκτροφή 5^η)

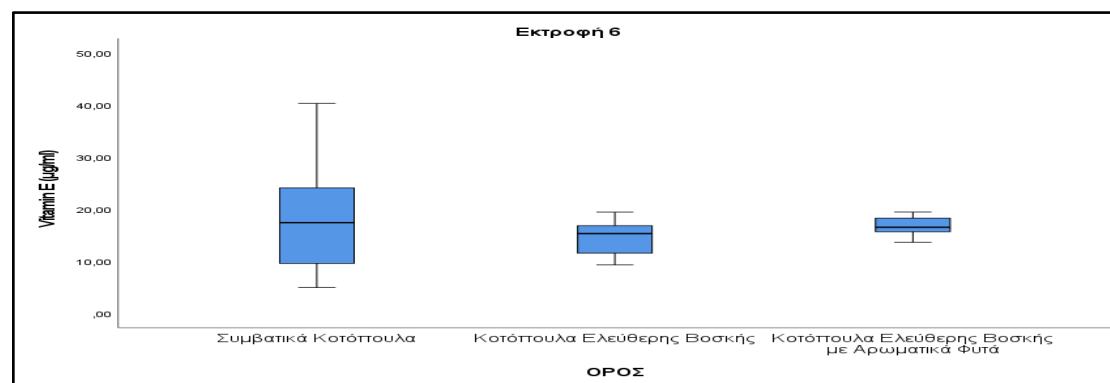
Με βάση την στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p < 0,001$) ανάμεσα στα Συμβατικά και τα Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα. Αντίθετα δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p > 0,05$) ανάμεσα στα Ελευθέρας βοσκής και τα Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα με εμπλουτισμένη διατροφή.

Πίνακας 28. Συγκεντρώσεις της α-τοκοφερόλης (μg/ml) σε δείγματα ορού συμβατικών και Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα. (Χειμώνας-εκτροφή 6^η)

α-τοκοφερόλη (μg/ml)		Μέσος Όρος	Τυπικό Σφάλμα (SEM)	Τυπική Απόκλιση (SD)	Τιμή p
	Συμβατικά	18,64	2,75	10,66	>0,05
	Ελευθέρας βοσκής	14,61	0,94	3,51	

Πίνακας 29. Συγκεντρώσεις της α-τοκοφερόλης (μg/ml) σε δείγματα ορού Ελευθέρας βοσκής και Ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα. (Χειμώνας-εκτροφή 6^η)

α-τοκοφερόλη (μg/ml)		Μέσος Όρος	Τυπικό Σφάλμα (SEM)	Τυπική Απόκλιση (SD)	Τιμή p
	Ελευθέρας βοσκής	14,61	0,94	3,51	>0,05
	Ελευθέρας βοσκής με αρωματικά φυτά	16,72	0,47	1,76	



Σχήμα 47. Επίπεδα α-τοκοφερόλης (Βιταμίνη Ε) (μg/ml) σε ορό συμβατικών, ελευθέρας βοσκής και ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλων. (Χειμώνας-εκτροφή 6^η)

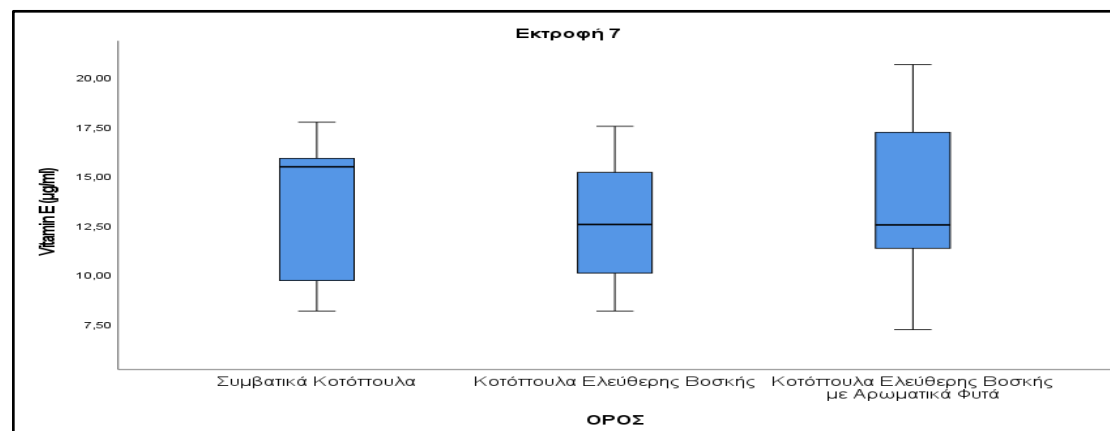
Με βάση την στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p > 0,05$) ανάμεσα στα Συμβατικά και τα Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα. Επίσης δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p < 0,05$) ανάμεσα στα Ελευθέρας βοσκής και τα Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα με εμπλουτισμένη διατροφή.

Πίνακας 30. Συγκεντρώσεις της α-τοκοφερόλης (μg/ml) σε δείγματα ορού συμβατικών και Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα. (Ανοιξη-εκτροφή 7^η)

α-τοκοφερόλη (μg/ml)		Μέσος Όρος	Τυπικό Σφάλμα (SEM)	Τυπική Απόκλιση (SD)	Τιμή p
Συμβατικά		13,95	0,89	3,34	>0,05
Ελευθέρας βοσκής		12,63	0,78	3,01	

Πίνακας 31. Συγκεντρώσεις της α-τοκοφερόλης (μg/ml) σε δείγματα ορού Ελευθέρας βοσκής και Ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα. (Ανοιξη-εκτροφή 7^η)

α-τοκοφερόλη (μg/ml)		Μέσος Όρος	Τυπικό Σφάλμα (SEM)	Τυπική Απόκλιση (SD)	Τιμή p
Ελευθέρας βοσκής		12,63	0,78	3,01	>0,05
Ελευθέρας βοσκής με αρωματικά φυτά		13,81	1,00	15,07	



Σχήμα 48. Επίπεδα α-τοκοφερόλης (Βιταμίνη Ε) (μg/ml) σε ορό συμβατικών, ελευθέρας βοσκής και ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλων. (Ανοιξη-εκτροφή 7^η)

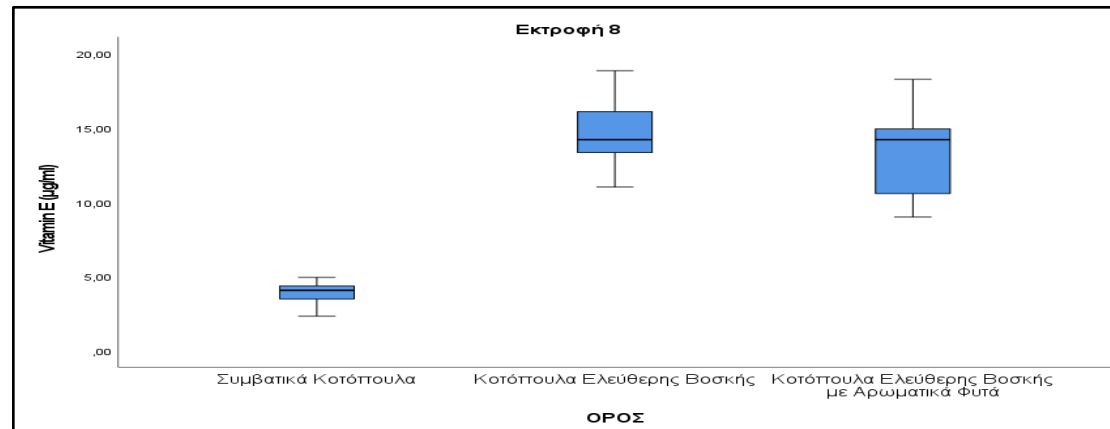
Με βάση την στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p > 0,05$) ανάμεσα στα Συμβατικά και τα Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα. Επίσης δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p > 0,05$) ανάμεσα στα Ελευθέρας βοσκής και τα Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα με εμπλουτισμένη διατροφή.

Πίνακας 32. Συγκεντρώσεις της α-τοκοφερόλης (μg/ml) σε δείγματα ορού συμβατικών και Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα. (Καλοκαίρι-εκτροφή 8^η)

α-τοκοφερόλη (μg/ml)		Μέσος Όρος	Τυπικό Σφάλμα (SEM)	Τυπική Απόκλιση (SD)	Τιμή p
Συμβατικά		3,85	0,22	0,82	<0,001
Ελευθέρας βοσκής		14,57	0,55	2,12	

Πίνακας 33. Συγκεντρώσεις της α-τοκοφερόλης (μg/ml) σε δείγματα ορού Ελευθέρας βοσκής και Ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα. (Καλοκαίρι-εκτροφή 8^η)

α-τοκοφερόλη (μg/ml)		Μέσος Όρος	Τυπικό Σφάλμα (SEM)	Τυπική Απόκλιση (SD)	Τιμή p
Ελευθέρας βοσκής		14,57	0,55	2,12	>0,05
Ελευθέρας βοσκής με αρωματικά φυτά		12,91	0,74	2,87	



Σχήμα 49. Επίπεδα α-τοκοφερόλης (Βιταμίνη Ε) (μg/ml) σε ορό συμβατικών, ελευθέρας βοσκής και ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλων. (Καλοκαίρι-εκτροφή 8^η)

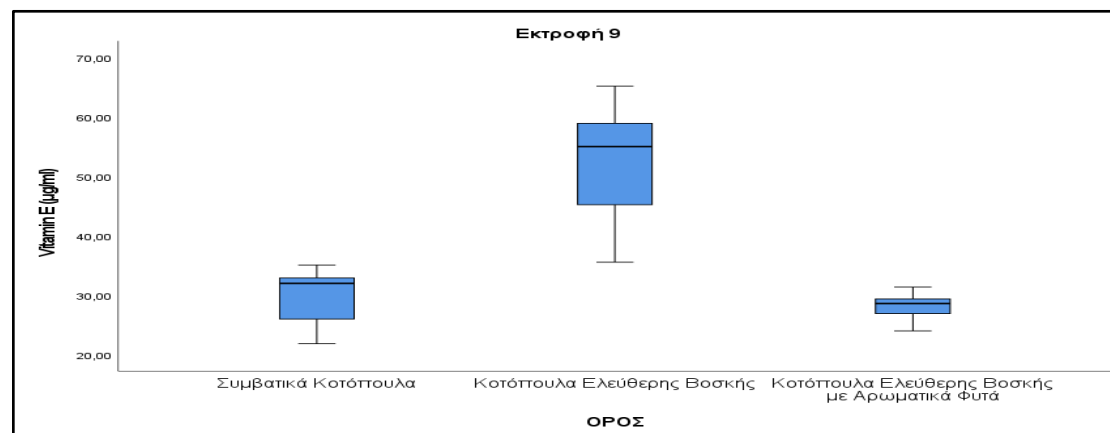
Με βάση την στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p < 0,001$) ανάμεσα στα Συμβατικά και τα Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα. Αντίθετα δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p > 0,05$) ανάμεσα στα Ελευθέρας βοσκής και τα Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα με εμπλουτισμένη διατροφή.

Πίνακας 34. Συγκεντρώσεις της α-τοκοφερόλης (μg/ml) σε δείγματα ορού συμβατικών και Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα. (Καλοκαίρι-εκτροφή 9^η)

α-τοκοφερόλη (μg/ml)		Μέσος Όρος	Τυπικό Σφάλμα (SEM)	Τυπική Απόκλιση (SD)	Τιμή p
Συμβατικά		29,91	1,05	4,08	<0,001
Ελευθέρας βοσκής		52,41	2,32	9,00	

Πίνακας 35. Συγκεντρώσεις της α-τοκοφερόλης (μg/ml) σε δείγματα ορού Ελευθέρας βοσκής και Ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα. (Καλοκαίρι-εκτροφή 9^η)

α-τοκοφερόλη (μg/ml)		Μέσος Όρος	Τυπικό Σφάλμα (SEM)	Τυπική Απόκλιση (SD)	Τιμή p
Ελευθέρας βοσκής		52,41	2,32	9,00	<0,001
Ελευθέρας βοσκής με αρωματικά φυτά		27,73	0,76	2,93	



Σχήμα 50. Επίπεδα α-τοκοφερόλης (Βιταμίνη Ε) (μg/ml) σε ορό συμβατικών, ελευθέρας βοσκής και ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλων. (Καλοκαίρι-εκτροφή 9^η)

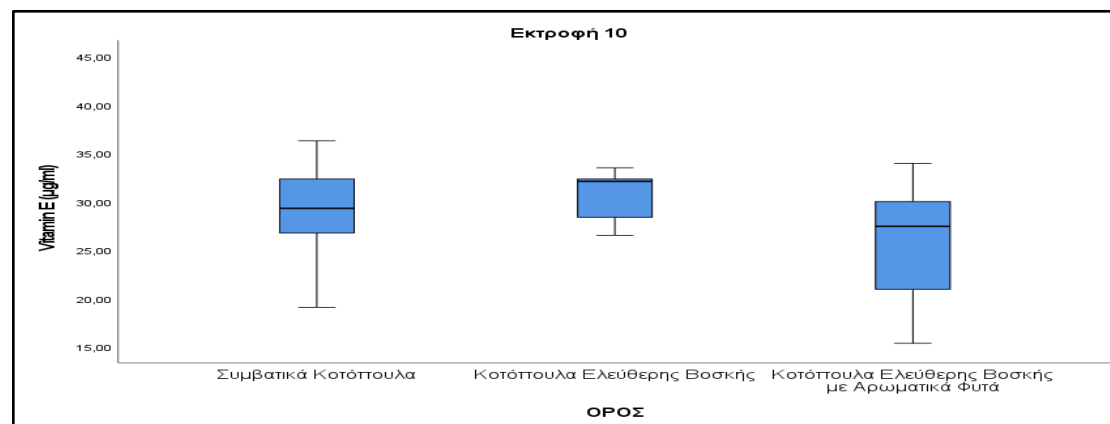
Με βάση την στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p < 0,001$) ανάμεσα στα Συμβατικά και τα Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα. Επίσης παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p < 0,001$) ανάμεσα στα Ελευθέρας βοσκής και τα Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα με εμπλουτισμένη διατροφή.

Πίνακας 36. Συγκεντρώσεις της α-τοκοφερόλης (μg/ml) σε δείγματα ορού συμβατικών και Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα. (Φθινόπωρο-εκτροφή 10^η)

α-τοκοφερόλη (μg/ml)		Μέσος Όρος	Τυπικό Σφάλμα (SEM)	Τυπική Απόκλιση (SD)	Τιμή p
	Συμβατικά	29,55	1,53	5,91	>0,05
	Ελευθέρας βοσκής	30,26	0,91	3,52	

Πίνακας 37. Συγκεντρώσεις της α-τοκοφερόλης (μg/ml) σε δείγματα ορού Ελευθέρας βοσκής και Ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα. (Φθινόπωρο-εκτροφή 10^η)

α-τοκοφερόλη (μg/ml)		Μέσος Όρος	Τυπικό Σφάλμα (SEM)	Τυπική Απόκλιση (SD)	Τιμή p
	Ελευθέρας βοσκής	30,26	0,91	3,52	>0,05
	Ελευθέρας βοσκής με αρωματικά φυτά	25,58	1,53	5,92	



Σχήμα 51. Επίπεδα α-τοκοφερόλης (Βιταμίνη E) (μg/ml) σε ορό συμβατικών, ελευθέρας βοσκής και ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλων. (Φθινόπωρο-εκτροφή 10^η)

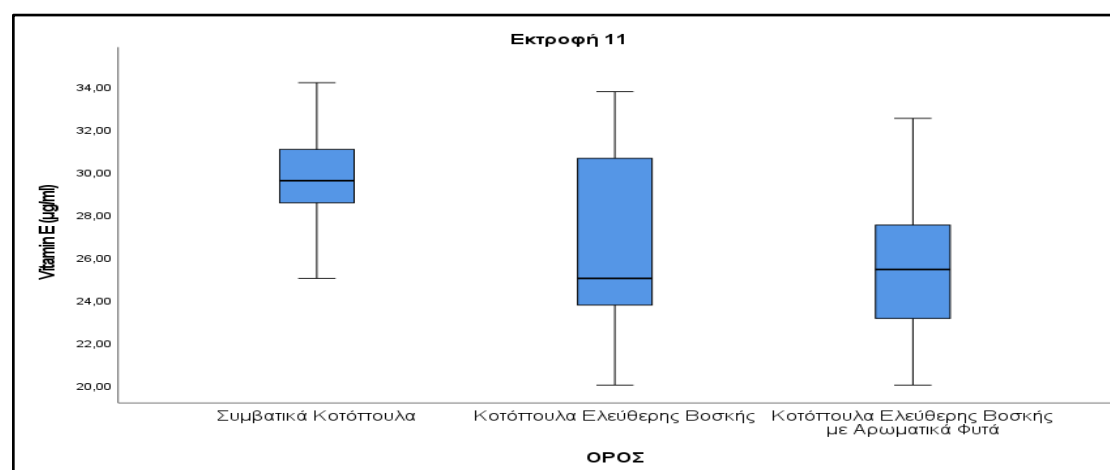
Με βάση την στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p > 0,05$) ανάμεσα στα Συμβατικά και τα Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα. Επίσης δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p > 0,05$) ανάμεσα στα Ελευθέρας βοσκής και τα Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα με εμπλουτισμένη διατροφή.

Πίνακας 38. Συγκεντρώσεις της α-τοκοφερόλης (μg/ml) σε δείγματα ορού συμβατικών και Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα. (Χειμώνας-εκτροφή 11^η)

α-τοκοφερόλη (μg/ml)		Μέσος Όρος	Τυπικό Σφάλμα (SEM)	Τυπική Απόκλιση (SD)	Τιμή p
	Συμβατικά	29,58	0,70	2,72	>0,05
	Ελευθέρας βοσκής	26,92	1,15	4,47	

Πίνακας 39. Συγκεντρώσεις της α-τοκοφερόλης (μg/ml) σε δείγματα ορού Ελευθέρας βοσκής και Ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα (Χειμώνας-εκτροφή 11^η)

α-τοκοφερόλη (μg/ml)		Μέσος Όρος	Τυπικό Σφάλμα (SEM)	Τυπική Απόκλιση (SD)	Τιμή p
	Ελευθέρας βοσκής	26,92	1,15	4,47	>0,05
	Ελευθέρας βοσκής με αρωματικά φυτά	25,58	0,89	3,43	

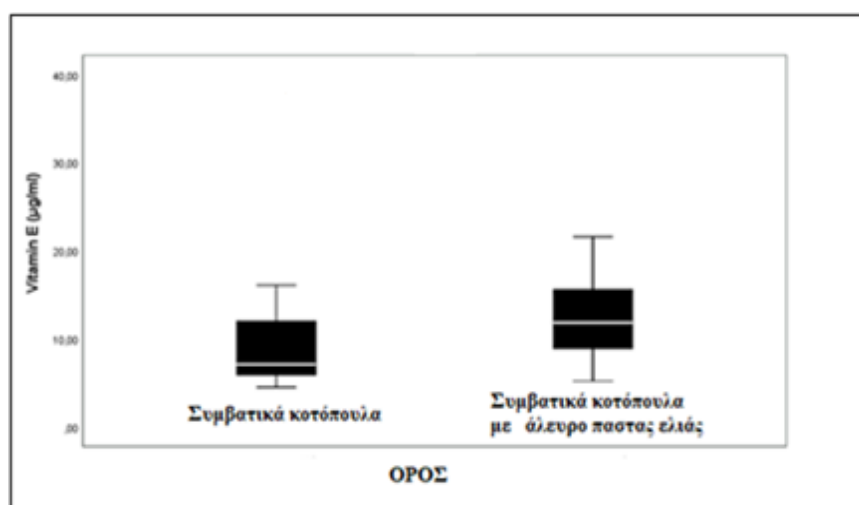


Σχήμα 52. Επίπεδα α-τοκοφερόλης (Βιταμίνη E) (μg/ml) σε ορό συμβατικού, ελευθέρας βοσκής και ελευθέρας βοσκής κοτόπουλο με αρωματικά φυτά. (Χειμώνας-εκτροφή 11^η)

Με βάση την στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p > 0,05$) ανάμεσα στα Συμβατικά και τα Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα. Επίσης δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p > 0,05$) ανάμεσα στα Ελευθέρας βοσκής και τα Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα με εμπλουτισμένη διατροφή.

Πίνακας 40. Συγκεντρώσεις της α-τοκοφερόλης (μg/ml) σε δείγματα ορού συμβατικών και συμβατικών με εμπλουτισμένη διατροφή (άλευρο πάστας ελιάς). (εκτροφή 12^η)

α-τοκοφερόλη (μg/ml)		Μέσος Όρος	Τυπικό Σφάλμα (SEM)	Τυπική Απόκλιση (SD)	Τιμή p
	Συμβατικά	9,0	0,8	4	≤0.05
	Συμβατικά με άλευρο πάστας ελιάς	13,2	1,5	6,7	



Σχήμα 53. Επίπεδα α-τοκοφερόλης (Βιταμίνη E) (μg/ml) σε ορό συμβατικών και συμβατικών με άλευρο πάστας ελιάς κοτόπουλων (p<0,05). (εκτροφή 12^η)

Με βάση την στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p > 0,05$) ανάμεσα στα Συμβατικά και τα Συμβατικά με άλευρο πάστας ελιάς κοτόπουλα.

6.3 Αποτελέσματα προσδιορισμού επίπεδων οξείδωσης λιπιδίων (TBARS) σε ορό και σε ιστό των κρεατοπαραγωγικών πουλερικών

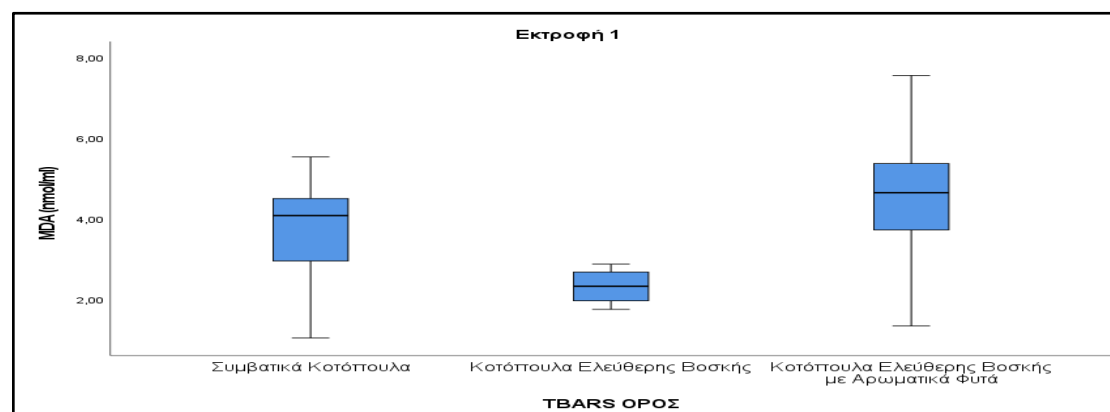
Στους Πίνακες 41 έως 80 παρουσιάζονται οι συγκεντρώσεις της μηλονικής διαλδεΐδης (nmol/ml MDA) σε δείγματα ορού και ιστού συμβατικών, Ελευθέρας βοσκής και Ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα και τα αντίστοιχα σχήματα 54 έως 73 με τα επίπεδα της μηλονικής διαλδεΐδης για τις διάφορες εκτροφές.

Πίνακας 41. Συγκεντρώσεις της μηλονικής διαλδεΐδης (TBARS) (nmol/ml MDA) σε δείγματα ορού συμβατικών και Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα. **(Φθινόπωρο-εκτροφή 1^η)**

μηλονική διαλδεΐδη (nmol/ml)		Μέσος Όρος	Τυπικό Σφάλμα (SEM)	Τυπική Απόκλιση (SD)	Τιμή p
Συμβατικά		3,60	0,37	1,33	0,036
Ελευθέρας βοσκής		2,34	0,12	0,40	

Πίνακας 42. Συγκεντρώσεις της μηλονικής διαλδεΐδης (TBARS) (nmol/ml MDA) σε δείγματα ορού Ελευθέρας βοσκής και Ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα **(Φθινόπωρο-εκτροφή 1^η)**

μηλονική διαλδεΐδη (nmol/ml)		Μέσος Όρος	Τυπικό Σφάλμα (SEM)	Τυπική Απόκλιση (SD)	Τιμή p
Ελευθέρας βοσκής		2,34	0,12	0,40	0,001
Ελευθέρας βοσκής με αρωματικά φυτά		4,42	0,46	1,59	



Σχήμα 54. Επίδραση της διατροφής στα επίπεδα οξείδωσης λιπιδίων (μηλονικής διαλδεΰδης, TBARS) σε ορό συμβατικών, ελευθέρως βοσκής και σε ελευθέρως βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλων. (Φθινόπωρο-εκτροφή 1^η)

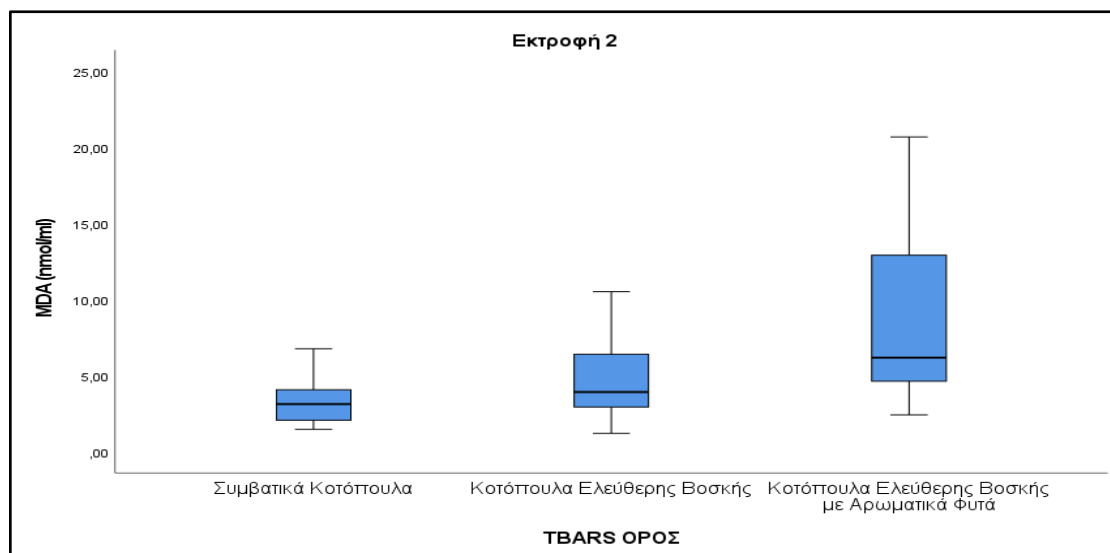
Με βάση την στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p = 0,036$) ανάμεσα στα Συμβατικά και τα Ελευθέρως βοσκής κοτόπουλα. Επίσης παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p = 0,001$) ανάμεσα στα Ελευθέρως βοσκής και τα Ελευθέρως βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή.

Πίνακας 43. Συγκεντρώσεις της μηλονικής διαλδεΰδης (TBARS) (nmol/ml MDA) σε δείγματα ορού συμβατικών και Ελευθέρως βοσκής κοτόπουλων. (Χειμώνας-εκτροφή 2^η)

μηλονική διαλδεΰδη (nmol/ml)		Μέσος Όρος	Τυπικό Σφάλμα (SEM)	Τυπική Απόκλιση (SD)	Τιμή p
	Συμβατικά	3,28	0,40	1,51	>0,05
	Ελευθέρως βοσκής	4,67	0,69	2,66	

Πίνακας 44. Συγκεντρώσεις της μηλονικής διαλδεΰδης (TBARS) (nmol/ml MDA) σε δείγματα ορού Ελευθέρως βοσκής και Ελευθέρως βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα (Χειμώνας-εκτροφή 2^η)

μηλονική διαλδεΰδη (nmol/ml)		Μέσος Όρος	Τυπικό Σφάλμα (SEM)	Τυπική Απόκλιση (SD)	Τιμή p
	Ελευθέρως βοσκής	4,67	0,69	2,66	>0,05
	Ελευθέρως βοσκής με αρωματικά φυτά	8,74	1,71	6,17	



Σχήμα 55. Επίδραση της διατροφής στα επίπεδα οξείδωσης λιπιδίων (μηλονικής διαλδεΐδης, TBARS) σε ορό συμβατικών, ελευθέρως βοσκής και σε ελευθέρως βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλων. **(Χειμώνας-εκτροφή 2^η)**

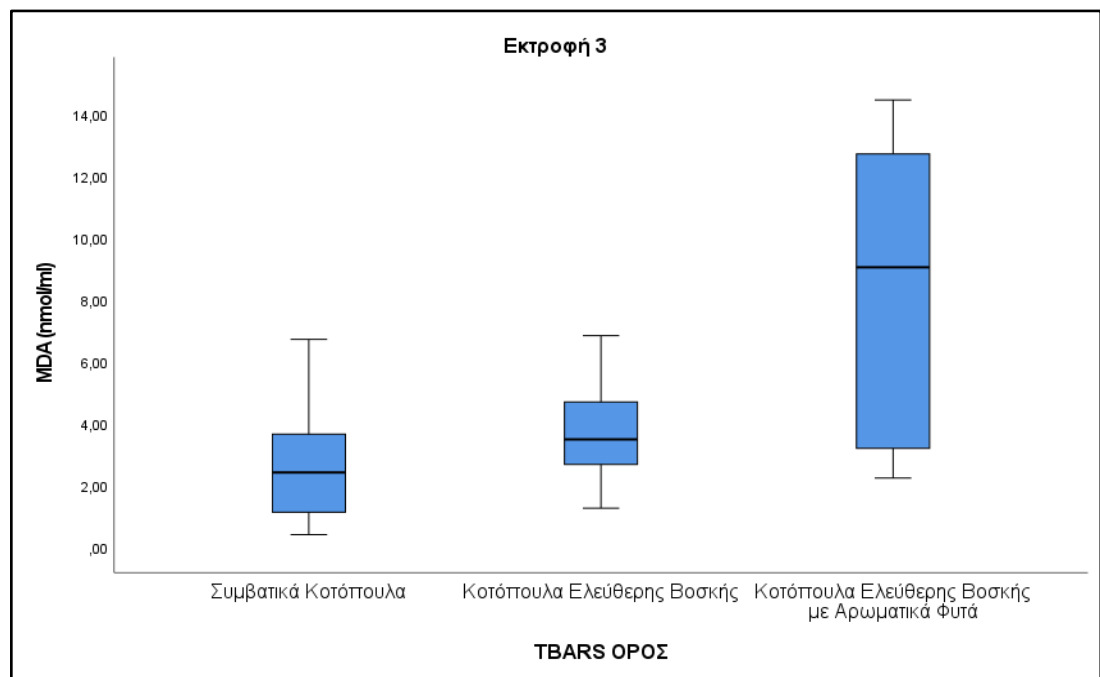
Με βάση την στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p > 0,05$) ανάμεσα στα Συμβατικά και τα Ελευθέρως βοσκής κοτόπουλα. Επίσης δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p > 0,05$) ανάμεσα στα Ελευθέρως βοσκής και τα Ελευθέρως βοσκής κοτόπουλα με εμπλουτισμένη διατροφή.

Πίνακας 45. Συγκεντρώσεις της μηλονικής διαλδεΐδης (TBARS) (nmol/ml MDA) σε δείγματα ορού συμβατικών και Ελευθέρως βοσκής κοτόπουλα. **(Άνοιξη-εκτροφή 3^η)**

μηλονική διαλδεΐδη (nmol/ml)		Μέσος Όρος	Τοπικό Σφάλμα (SEM)	Τοπική Απόκλιση (SD)	Τιμή p
	Συμβατικά	2,59	0,48	1,80	>0,05
	Ελευθέρως βοσκής	3,57	0,39	1,52	

Πίνακας 46. Συγκεντρώσεις της μηλονικής διαλδεΐδης (TBARS) (nmol/ml MDA) σε δείγματα ορού Ελευθέρως βοσκής και Ελευθέρως βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα **(Άνοιξη-εκτροφή 3^η)**

μηλονική διαλδεΐδη (nmol/ml)		Μέσος Όρος	Τυπικό Σφάλμα (SEM)	Τυπική Απόκλιση (SD)	Τιμή p
	Ελευθέρας βοσκής	3,57	0,39	1,52	>0,05
	Ελευθέρας βοσκής με αρωματικά φυτά	8,13	1,21	4,71	



Σχήμα 56. Επίδραση της διατροφής στα επίπεδα οξείδωσης λιπιδίων (μηλονικής διαλδεΐδης, TBARS) σε ορό συμβατικών, ελευθέρας βοσκής και σε ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλων. (Άνοιξη-εκτροφή 3^η).

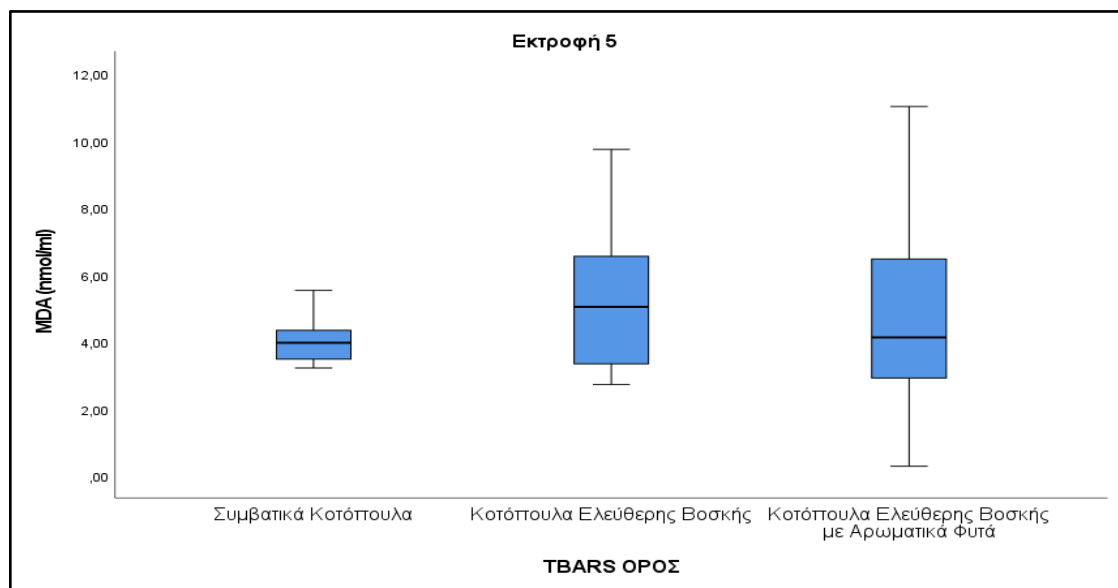
Με βάση την στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p > 0,05$) ανάμεσα στα Συμβατικά και τα Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα. Επίσης δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p > 0,05$) ανάμεσα στα Ελευθέρας βοσκής και τα Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα με εμπλουτισμένη διατροφή.

Πίνακας 47. Συγκεντρώσεις της μηλονικής διαλδεΐδης (TBARS) (nmol/ml MDA) σε δείγματα ορού συμβατικών και Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα. (Φθινόπωρο-εκτροφή 5^η)

μηλονική διαλδεΰδη (nmol/ml)		Μέσος Όρος	Τυπικό Σφάλμα (SEM)	Τυπική Απόκλιση (SD)	Τιμή p
	Συμβατικά	4,01	0,19	0,67	>0,05
	Ελευθέρως βοσκής	5,27	0,55	2,05	

Πίνακας 48. Συγκεντρώσεις της μηλονικής διαλδεΰδης (TBARS) (nmol/ml MDA) σε δείγματα ορού Ελευθέρως βοσκής και Ελευθέρως βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα (Φθινόπωρο-εκτροφή 5^η)

μηλονική διαλδεΰδη (nmol/ml)		Μέσος Όρος	Τυπικό Σφάλμα (SEM)	Τυπική Απόκλιση (SD)	Τιμή p
	Ελευθέρως βοσκής	5,27	0,55	2,05	>0,05
	Ελευθέρως βοσκής με αρωματικά φυτά	4,90	0,73	2,84	



Σχήμα 57. Επίδραση της διατροφής στα επίπεδα οξείδωσης λιπιδίων (μηλονικής διαλδεΰδης, TBARS) σε ορό συμβατικών, ελευθέρως βοσκής και σε ελευθέρως βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλων. (Φθινόπωρο-εκτροφή 5^η)

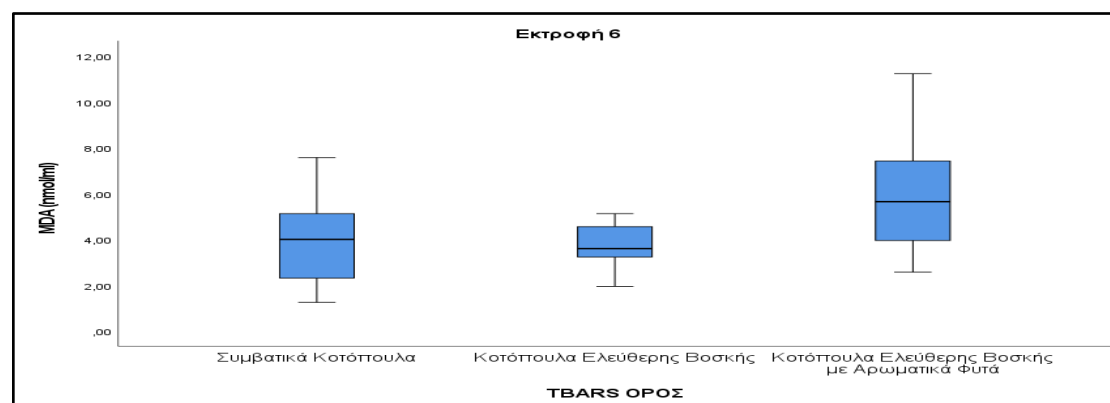
Με βάση την στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p > 0,05$) ανάμεσα στα Συμβατικά και τα Ελευθέρως βοσκής κοτόπουλα. Επίσης δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p > 0,05$) ανάμεσα στα Ελευθέρως βοσκής και τα Ελευθέρως βοσκής κοτόπουλα με εμπλουτισμένη διατροφή.

Πίνακας 49. Συγκεντρώσεις της μηλονικής διαλδεΐδης (TBARS) (nmol/ml MDA) σε δείγματα ορού συμβατικών και Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα. (Χειμώνας-εκτροφή 6^η)

μηλονική διαλδεΐδη (nmol/ml)		Μέσος Όρος	Τυπικό Σφάλμα (SEM)	Τυπική Απόκλιση (SD)	Τιμή p
	Συμβατικά	3,83	0,49	1,88	>0,05
	Ελευθέρας βοσκής	3,70	0,24	0,90	

Πίνακας 50. Συγκεντρώσεις της μηλονικής διαλδεΐδης (TBARS) (nmol/ml MDA) σε δείγματα ορού Ελευθέρας βοσκής και Ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα (Χειμώνας-εκτροφή 6^η)

μηλονική διαλδεΐδη (nmol/ml)		Μέσος Όρος	Τυπικό Σφάλμα (SEM)	Τυπική Απόκλιση (SD)	Τιμή p
	Ελευθέρας βοσκής	3,70	0,24	0,90	0,009
	Ελευθέρας βοσκής με αρωματικά φυτά	5,89	0,64	2,47	



Σχήμα 58. Επίδραση της διατροφής στα επίπεδα οξείδωσης λιπιδίων (μηλονικής διαλδεΐδης, TBARS) σε ορό συμβατικών, ελευθέρας βοσκής και σε ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλων. (Χειμώνας-εκτροφή 6^η)

Με βάση την στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p > 0,05$) ανάμεσα στα Συμβατικά και τα Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα. Αντίθετα παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά (p

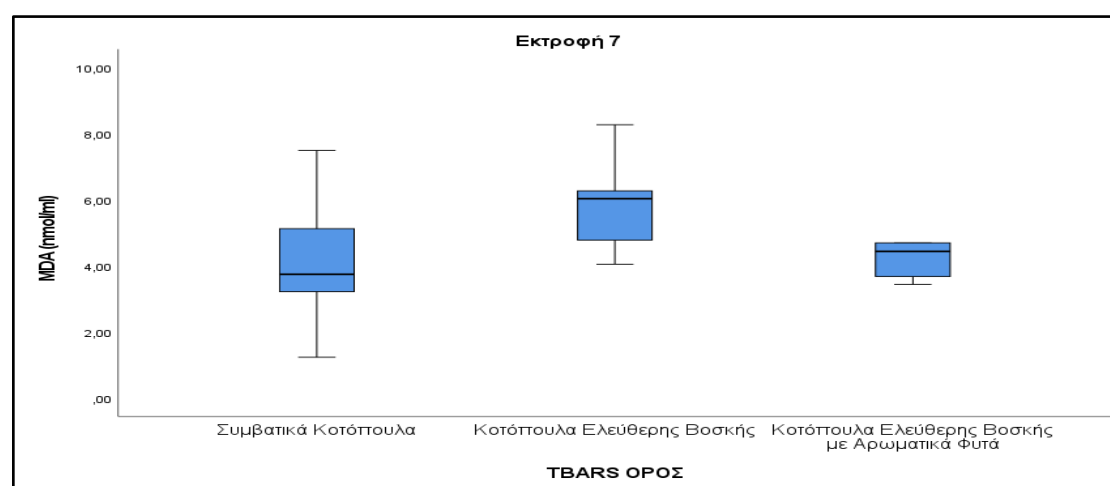
=0,009) ανάμεσα στα Ελευθέρως βοσκής και τα Ελευθέρως βοσκής κοτόπουλα με εμπλουτισμένη διατροφή.

Πίνακας 51. Συγκεντρώσεις της μηλονικής διαλδεΰδης (TBARS) (nmol/ml MDA) σε δείγματα ορού συμβατικών και Ελευθέρως βοσκής κοτόπουλα. (Ανοιξη-εκτροφή 7^η)

μηλονική διαλδεΰδη (nmol/ml)		Μέσος Όρος	Τυπικό Σφάλμα (SEM)	Τυπική Απόκλιση (SD)	Τιμή p
	Συμβατικά	4,09	0,44	1,70	0,005
	Ελευθέρως βοσκής	5,95	0,36	1,34	

Πίνακας 52. Συγκεντρώσεις της μηλονικής διαλδεΰδης (TBARS) (nmol/ml MDA) σε δείγματα ορού Ελευθέρως βοσκής και Ελευθέρως βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα (Ανοιξη-εκτροφή 7^η)

μηλονική διαλδεΰδη (nmol/ml)		Μέσος Όρος	Τυπικό Σφάλμα (SEM)	Τυπική Απόκλιση (SD)	Τιμή p
	Ελευθέρως βοσκής	5,95	0,36	1,34	0,036
	Ελευθέρως βοσκής με αρωματικά φυτά	4,50	0,37	1,40	



Σχήμα 59. Επίδραση της διατροφής στα επίπεδα οξείδωσης λιπιδίων (μηλονικής διαλδεΰδης, TBARS) σε ορό συμβατικών, ελευθέρως βοσκής και σε ελευθέρως βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλων. (Ανοιξη-εκτροφή 7^η)

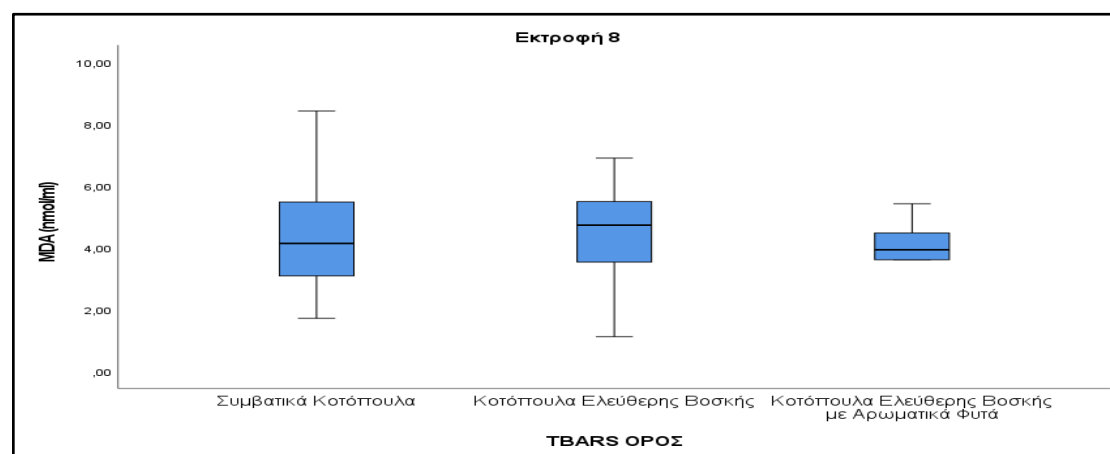
Με βάση την στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p = 0,005$) ανάμεσα στα Συμβατικά και τα Ελευθέρως βοσκής κοτόπουλα. Επίσης παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p = 0,036$) ανάμεσα στα Ελευθέρως βοσκής και τα Ελευθέρως βοσκής κοτόπουλα με εμπλουτισμένη διατροφή.

Πίνακας 53 Συγκεντρώσεις της μηλονικής διαλδεΰδης (TBARS) (nmol/ml MDA) σε δείγματα ορού συμβατικών και Ελευθέρως βοσκής κοτόπουλα. (Καλοκαίρι-εκτροφή 8^η)

μηλονική διαλδεΰδη (nmol/ml)		Μέσος Όρος	Τυπικό Σφάλμα (SEM)	Τυπική Απόκλιση (SD)	Τιμή p
	Συμβατικά	4,48	0,52	1,95	>0,05
	Ελευθέρως βοσκής	4,49	0,40	1,55	

Πίνακας 54. Συγκεντρώσεις της μηλονικής διαλδεΰδης (TBARS) (nmol/ml MDA) σε δείγματα ορού Ελευθέρως βοσκής και Ελευθέρως βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα (Καλοκαίρι-εκτροφή 8^η)

μηλονική διαλδεΰδη (nmol/ml)		Μέσος Όρος	Τυπικό Σφάλμα (SEM)	Τυπική Απόκλιση (SD)	Τιμή p
	Ελευθέρως βοσκής	4,49	0,40	1,55	>0,05
	Ελευθέρως βοσκής με αρωματικά φυτά	3,79	0,37	1,35	



Σχήμα 60. Επίδραση της διατροφής στα επίπεδα οξείδωσης λιπιδίων (μηλονικής διαλδεΰδης, TBARS) σε ορό συμβατικών, ελευθέρως βοσκής και σε ελευθέρως βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλων. (Καλοκαίρι-εκτροφή 8^η)

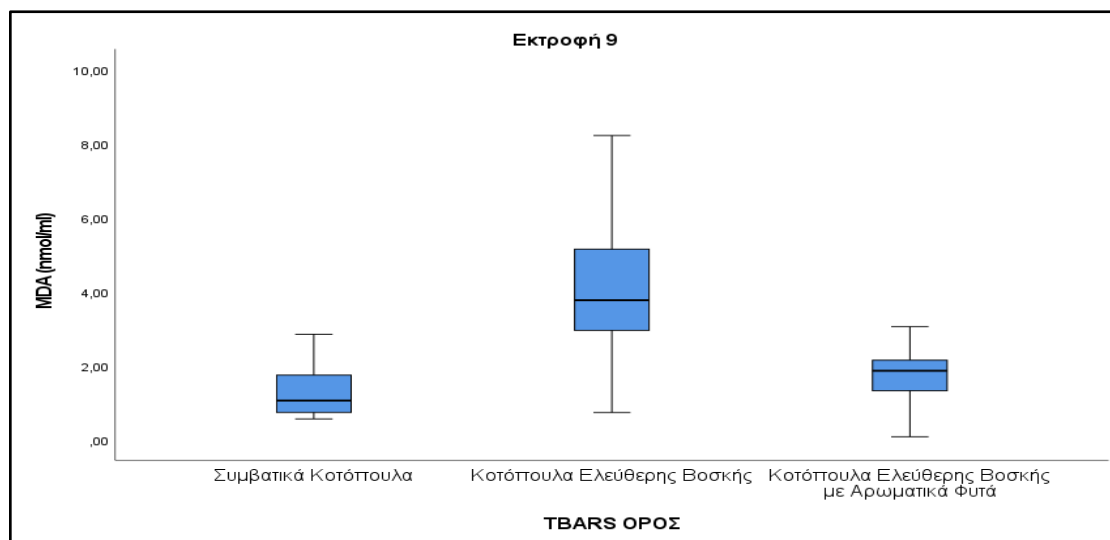
Με βάση την στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p > 0,05$) ανάμεσα στα Συμβατικά και τα Ελευθέρως βοσκής κοτόπουλα. Επίσης δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p > 0,05$) ανάμεσα στα Ελευθέρως βοσκής και τα Ελευθέρως βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή.

Πίνακας 55. Συγκεντρώσεις της μηλονικής διαλδεΰδης (TBARS) (nmol/ml MDA) σε δείγματα ορού συμβατικών και Ελευθέρως βοσκής κοτόπουλα. (Καλοκαίρι-εκτροφή 9^η)

μηλονική διαλδεΰδη (nmol/ml)		Μέσος Όρος	Τυπικό Σφάλμα (SEM)	Τυπική Απόκλιση (SD)	Τιμή p
	Συμβατικά	1,29	0,18	0,69	<0,001
	Ελευθέρως βοσκής	4,16	0,53	2,06	

Πίνακας 56. Συγκεντρώσεις της μηλονικής διαλδεΰδης (TBARS) (nmol/ml MDA) σε δείγματα ορού Ελευθέρως βοσκής και Ελευθέρως βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα (Καλοκαίρι-εκτροφή 9^η)

μηλονική διαλδεΰδη (nmol/ml)		Μέσος Όρος	Τυπικό Σφάλμα (SEM)	Τυπική Απόκλιση (SD)	Τιμή p
	Ελευθέρως βοσκής	4,16	0,53	2,06	<0,001
	Ελευθέρως βοσκής με αρωματικά φυτά	1,81	0,27	0,97	



Σχήμα 61. Επίδραση της διατροφής στα επίπεδα οξείδωσης λιπιδίων (μηλονικής διαλδεΐδης, TBARS) σε ορό συμβατικών, ελευθέρως βοσκής και σε ελευθέρως βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλων. (Καλοκαίρι-εκτροφή 9^η)

Με βάση την στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p < 0,001$) ανάμεσα στα Συμβατικά και τα Ελευθέρως βοσκής κοτόπουλα. Επίσης παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p < 0,001$) ανάμεσα στα Ελευθέρως βοσκής και τα Ελευθέρως βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή.

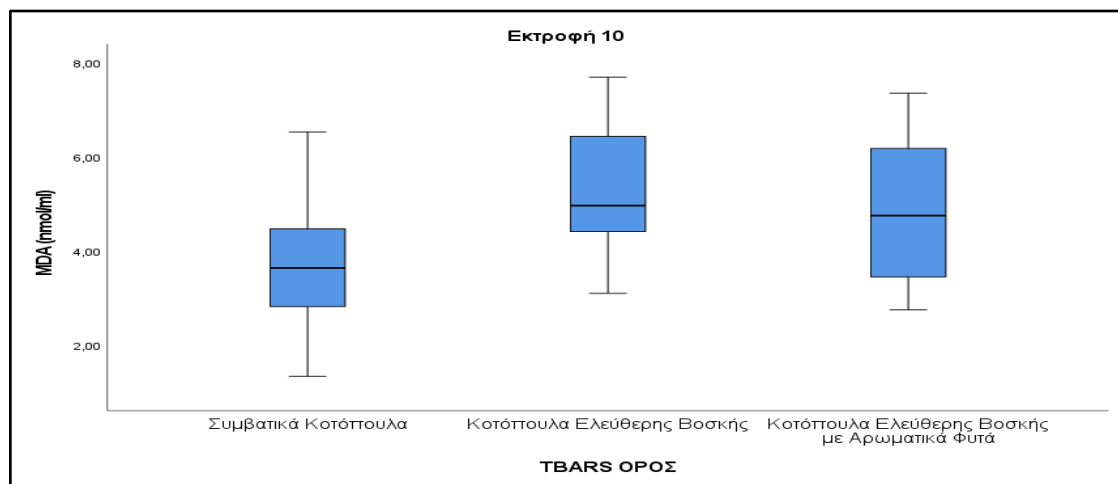
Πίνακας 57. Συγκεντρώσεις της μηλονικής διαλδεΐδης (TBARS) (nmol/ml MDA) σε δείγματα ορού συμβατικών και Ελευθέρως βοσκής κοτόπουλα. (Φθινόπωρο-εκτροφή 10^η)

μηλονική διαλδεΐδη (nmol/ml)		Μέσος Όρος	Τυπικό Σφάλμα (SEM)	Τυπική Απόκλιση (SD)	Τιμή p
	Συμβατικά	3,67	0,37	1,43	0,014
	Ελευθέρως βοσκής	5,31	0,40	1,53	

Πίνακας 58. Συγκεντρώσεις της μηλονικής διαλδεΐδης (TBARS) (nmol/ml MDA) σε δείγματα ορού Ελευθέρως βοσκής και Ελευθέρως βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα (Φθινόπωρο-εκτροφή 10^η)

μηλο νική διωλ		Μέσος Όρος	Τυπικό Σφάλμα (SEM)	Τυπική Απόκλιση (SD)	Τιμή p
----------------------	--	---------------	------------------------	-------------------------	-----------

	Ελευθέρας βοσκής	5,31	0,40	1,53	>0,05
	Ελευθέρας βοσκής με αρωματικά φυτά	4,84	0,43	1,56	



Σχήμα 62. Επίδραση της διατροφής στα επίπεδα οξείδωσης λιπιδίων (μηλονικής διαλδεΰδης, TBARS) σε ορό συμβατικών, ελευθέρας βοσκής και σε ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλων. (Φθινόπωρο-εκτροφή 10^η)

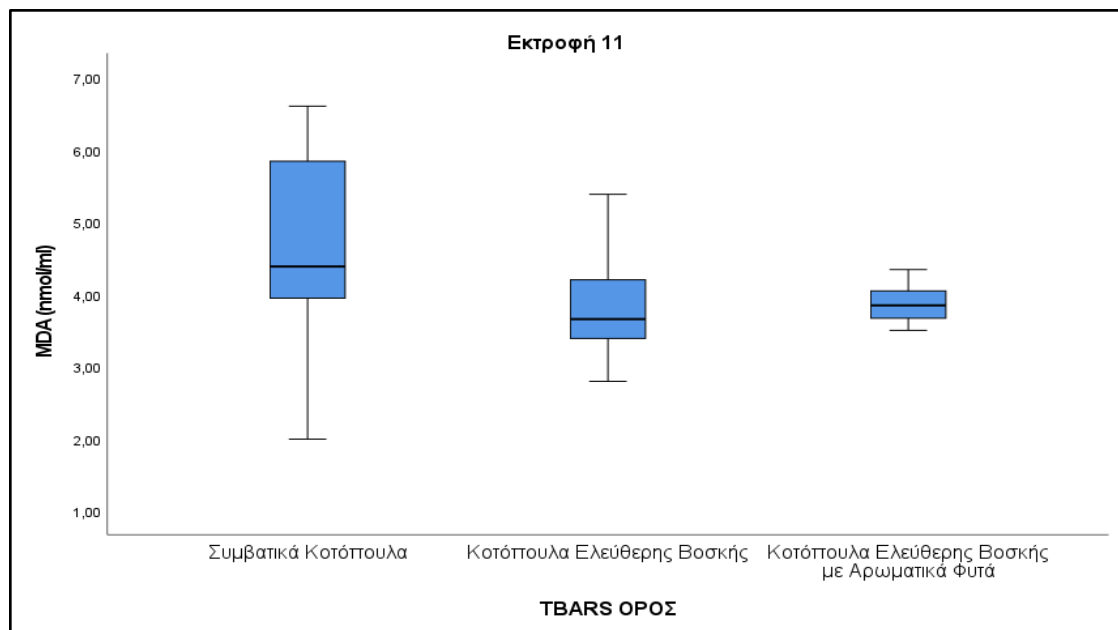
Με βάση την στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p = 0,014$) ανάμεσα στα Συμβατικά και τα Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα. Αντίθετα δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p > 0,05$) ανάμεσα στα Ελευθέρας βοσκής και τα Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα με εμπλουτισμένη διατροφή.

Πίνακας 59. Συγκεντρώσεις της μηλονικής διαλδεΰδης (TBARS) (nmol/ml MDA) σε δείγματα ορού συμβατικών και Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα. (Χειμώνας-εκτροφή 11^η)

μηλονική διαλδεΰδη (nmol/ml)		Μέσος Όρος	Τοπικό Σφάλμα (SEM)	Τοπική Απόκλιση (SD)	Τιμή p
	Συμβατικά	4,62	0,37	1,45	>0,05
	Ελευθέρας βοσκής	3,82	0,18	0,69	

Πίνακας 60. Συγκεντρώσεις της μηλονικής διαλδεΰδης (TBARS) (nmol/ml MDA) σε δείγματα ορού Ελευθέρας βοσκής και Ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα (Χειμώνας-εκτροφή 11^η)

μηλονική διαλδεΐδη (nmol/ml)		Μέσος Όρος	Τυπικό Σφάλμα (SEM)	Τυπική Απόκλιση (SD)	Τιμή p
	Ελευθέρως βοσκής	3,82	0,18	0,69	>0,05
	Ελευθέρως βοσκής με αρωματικά φυτά	3,97	0,16	0,56	



Σχήμα 63. Επίδραση της διατροφής στα επίπεδα οξείδωσης λιπιδίων (μηλονικής διαλδεΐδης ,TBARS) σε ορό συμβατικών, ελευθέρως βοσκής και σε ελευθέρως βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλων. (Χειμώνας-εκτροφή 11^η)

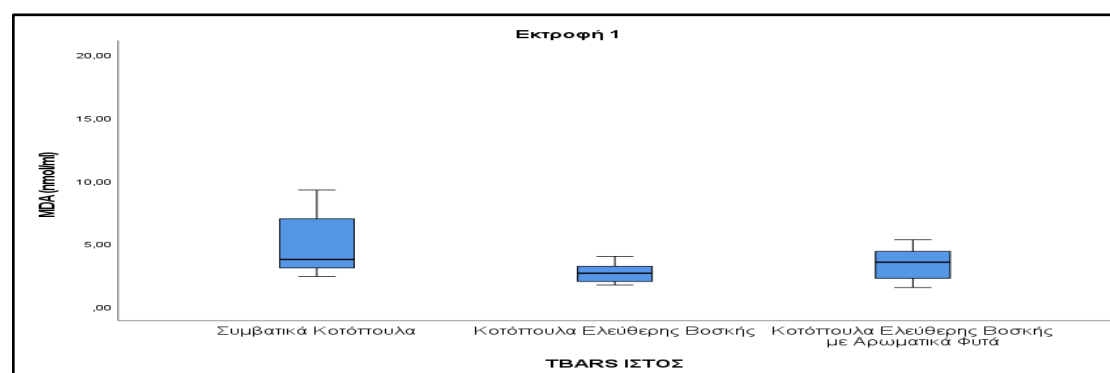
Με βάση την στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p > 0,05$) ανάμεσα στα Συμβατικά και τα Ελευθέρως βοσκής κοτόπουλα. Επίσης δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p > 0,05$) ανάμεσα στα Ελευθέρως βοσκής και τα Ελευθέρως βοσκής κοτόπουλα με εμπλουτισμένη διατροφή.

Πίνακας 61. Συγκεντρώσεις της μηλονικής διαλδεΐδης (TBARS) (nmol/ml MDA) σε δείγματα ιστού συμβατικών και Ελευθέρως βοσκής κοτόπουλα. (Φθινόπωρο-εκτροφή 1^η)

μηλονική διαλδεΐδη (nmol/ml)		Μέσος Όρος	Τυπικό Σφάλμα (SEM)	Τυπική Απόκλιση (SD)	Τιμή p
	Συμβατικά	5,23	0,79	3,52	0,002
	Ελευθέρως βοσκής	2,75	0,19	0,84	

Πίνακας 62. Συγκεντρώσεις της μηλονικής διαλδεΐδης (TBARS) (nmol/ml MDA) σε δείγματα ιστού Ελευθέρας βοσκής και Ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα (Φθινόπωρο-εκτροφή 1^η)

μηλονική διαλδεΐδη (nmol/ml)		Μέσος Όρος	Τυπικό Σφάλμα (SEM)	Τυπική Απόκλιση (SD)	Τιμή p
	Ελευθέρας βοσκής	2,75	0,19	0,84	>0,05
	Ελευθέρας βοσκής με αρωματικά φυτά	3,53	0,36	1,61	



Σχήμα 64. Επίδραση της διατροφής στα επίπεδα οξείδωσης λιπιδίων (μηλονικής διαλδεΐδης, TBARS) σε ιστό συμβατικών, ελευθέρας βοσκής και σε ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλων. (Φθινόπωρο-εκτροφή 1^η)

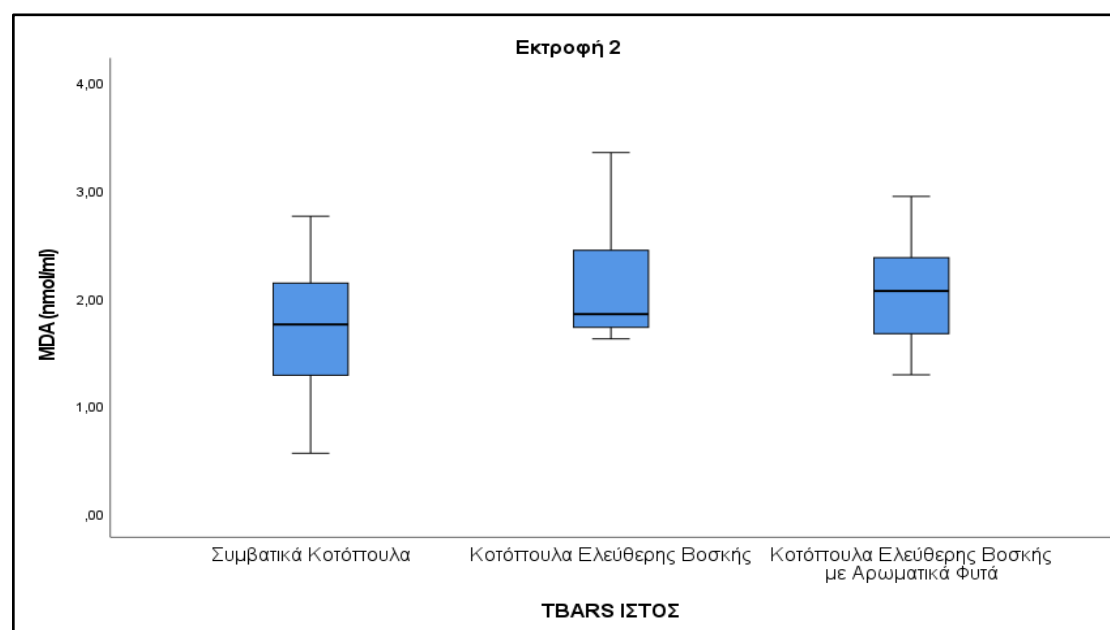
Με βάση την στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p = 0,002$) ανάμεσα στα Συμβατικά και τα Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα. Αντίθετα δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p > 0,05$) ανάμεσα στα Ελευθέρας βοσκής και τα Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα με εμπλουτισμένη διατροφή.

Πίνακας 63. Συγκεντρώσεις της μηλονικής διαλδεΐδης (TBARS) (nmol/ml MDA) σε δείγματα ιστού συμβατικών και Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα. (Χειμώνας-εκτροφή 2^η)

μηλονική διαλδεΐδη (nmol/ml)η		Μέσος Όρος	Τυπικό Σφάλμα (SEM)	Τυπική Απόκλιση (SD)	Τιμή p
	Συμβατικά	1,74	1,22	0,55	>0,05
	Ελευθέρας βοσκής	2,11	0,12	0,52	

Πίνακας 64. Συγκεντρώσεις της μηλονικής διαλδεΐδης (TBARS) (nmol/ml MDA) σε δείγματα ιστού Ελευθέρας βοσκής και Ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα (Χειμώνας-εκτροφή 2^η)

μηλονική διαλδεΐδη (nmol/ml)		Μέσος Όρος	Τυπικό Σφάλμα (SEM)	Τυπική Απόκλιση (SD)	Τιμή p
	Ελευθέρας βοσκής	2,11	0,12	0,52	>0,05
	Ελευθέρας βοσκής με αρωματικά φυτά	2,10	1,29	0,58	



Σχήμα 65. Επίδραση της διατροφής στα επίπεδα οξείδωσης λιπιδίων (μηλονικής διαλδεΐδης, TBARS) σε ιστό συμβατικών, ελευθέρας βοσκής και σε ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλων. (Χειμώνας-εκτροφή 2^η)

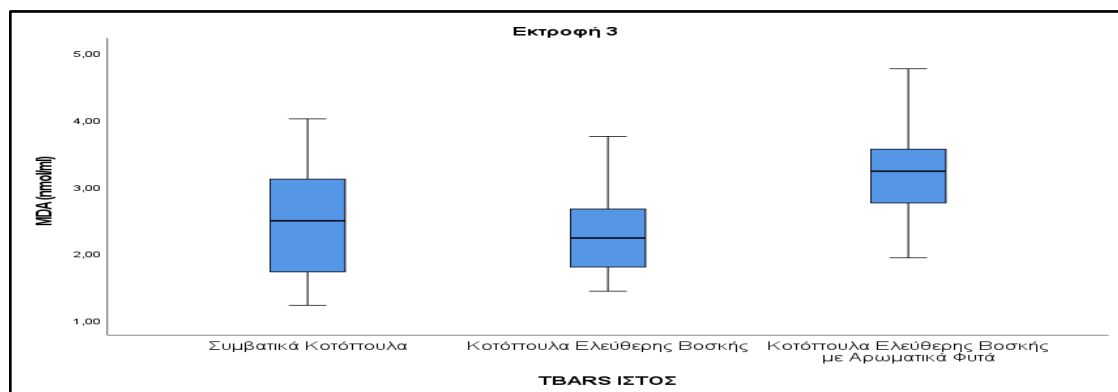
Με βάση την στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p > 0,05$) ανάμεσα στα Συμβατικά και τα Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα. Επίσης δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p > 0,05$) ανάμεσα στα Ελευθέρας βοσκής και τα Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα με εμπλουτισμένη διατροφή.

Πίνακας 65. Συγκεντρώσεις της μηλονικής διαλδεΐδης (TBARS) (nmol/ml MDA) σε δείγματα ιστού συμβατικών και Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα. (Ανοιξη-εκτροφή 3^η)

μηλονική διαλδεΰδη (nmol/ml)		Μέσος Όρος	Τυπικό Σφάλμα (SEM)	Τυπική Απόκλιση (SD)	Τιμή p
	Συμβατικά	2,50	1,82	0,82	>0,05
	Ελευθέρας βοσκής	2,39	0,15	0,68	

Πίνακας 66. Συγκεντρώσεις της μηλονικής διαλδεΰδης (TBARS) (nmol/ml MDA) σε δείγματα ιστού Ελευθέρας βοσκής και Ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα (Ανοιξη-εκτροφή 3^η)

μηλονική διαλδεΰδη (nmol/ml)		Μέσος Όρος	Τυπικό Σφάλμα (SEM)	Τυπική Απόκλιση (SD)	Τιμή p
	Ελευθέρας βοσκής	2,39	0,15	0,68	0,002
	Ελευθέρας βοσκής με αρωματικά φυτά	3,27	0,18	0,81	



Σχήμα 66. Επίδραση της διατροφής στα επίπεδα οξείδωσης λιπιδίων (μηλονικής διαλδεΰδης, TBARS) σε ιστό συμβατικών, ελευθέρας βοσκής και σε ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλων. (Ανοιξη-εκτροφή 3^η)

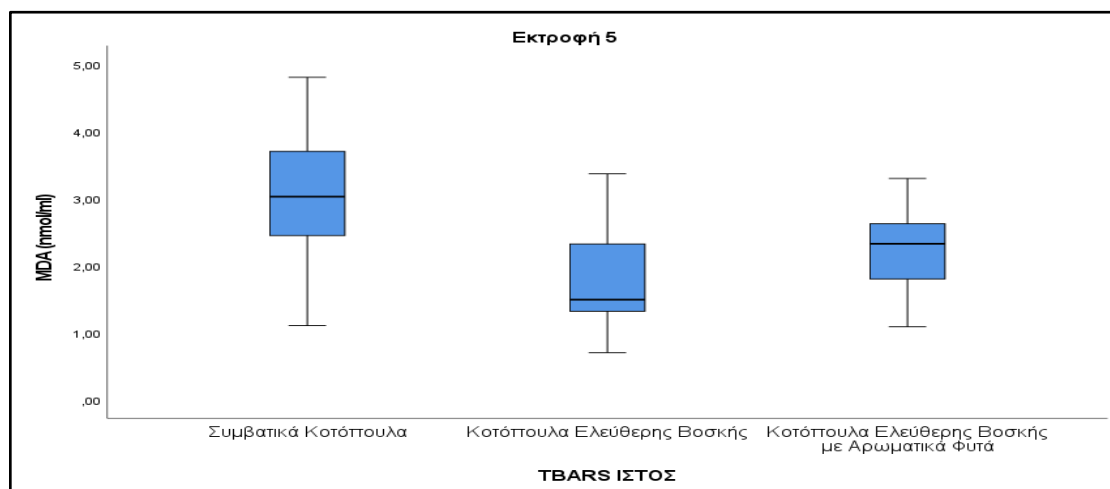
Με βάση την στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p > 0,05$) ανάμεσα στα Συμβατικά και τα Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα. Αντίθετα παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p = 0,002$) ανάμεσα στα Ελευθέρας βοσκής και τα Ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή.

Πίνακας 67. Συγκεντρώσεις της μηλονικής διαλδεΰδης (TBARS) (nmol/ml MDA) σε δείγματα ιστού συμβατικών και Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα. (Φθινόπωρο-εκτροφή 5^η)

μηλονική διαλδεΐδη (nmol/ml)		Μέσος Όρος	Τυπικό Σφάλμα (SEM)	Τυπική Απόκλιση (SD)	Τιμή p
	Συμβατικά	3,16	0,21	0,93	<0,001
	Ελευθέρας βοσκής	1,77	0,15	0,66	

Πίνακας 68. Συγκεντρώσεις της μηλονικής διαλδεΐδης (TBARS) (nmol/ml MDA) σε δείγματα ιστού Ελευθέρας βοσκής και Ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα (Φθινόπωρο-εκτροφή 5^η)

μηλονική διαλδεΐδη (nmol/ml)		Μέσος Όρος	Τυπικό Σφάλμα (SEM)	Τυπική Απόκλιση (SD)	Τιμή p
	Ελευθέρας βοσκής	1,77	0,15	0,66	>0,05
	Ελευθέρας βοσκής με αρωματικά φυτά	2,22	0,13	0,59	



Σχήμα 67. Επίδραση της διατροφής στα επίπεδα οξείδωσης λιπιδίων (μηλονικής διαλδεΐδης, TBARS) σε ιστό συμβατικών, ελευθέρας βοσκής και σε ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλων. (Φθινόπωρο-εκτροφή 5^η)

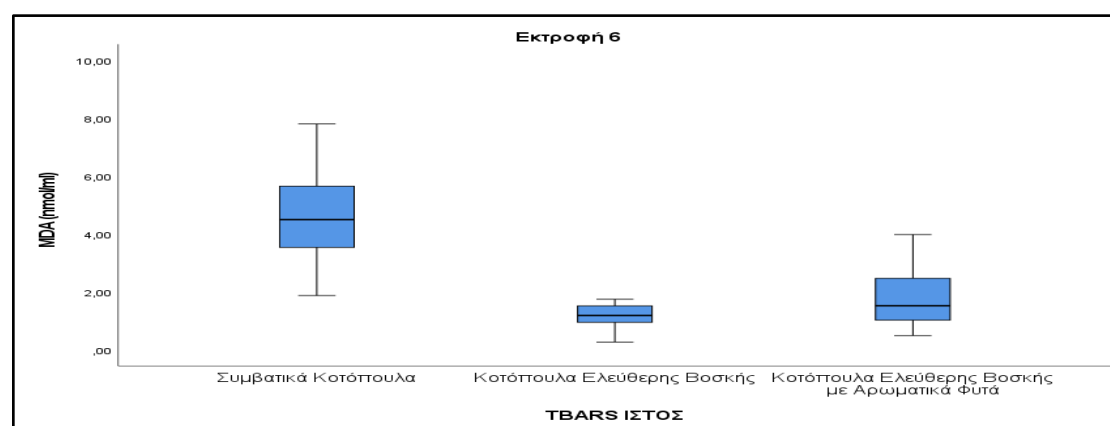
Με βάση την στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p < 0,001$) ανάμεσα στα Συμβατικά και τα Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα. Αντίθετα δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p > 0,05$) ανάμεσα στα Ελευθέρας βοσκής και τα Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα με εμπλουτισμένη διατροφή.

Πίνακας 69. Συγκεντρώσεις της μηλονικής διαλδεΐδης (TBARS) (nmol/ml MDA) σε δείγματα ιστού συμβατικών και Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα. (Χειμώνας-εκτροφή 6^η)

μηλονική διαλδεΐδη (nmol/ml)		Μέσος Όρος	Τυπικό Σφάλμα (SEM)	Τυπική Απόκλιση (SD)	Τιμή p
	Συμβατικά	4,92	0,41	1,85	<0,001
	Ελευθέρας βοσκής	1,30	0,16	0,73	

Πίνακας 70. Συγκεντρώσεις της μηλονικής διαλδεΐδης (TBARS) (nmol/ml MDA) σε δείγματα ιστού Ελευθέρας βοσκής και Ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα (Χειμώνας-εκτροφή 6^η)

μηλονική διαλδεΐδη (nmol/ml)		Μέσος Όρος	Τυπικό Σφάλμα (SEM)	Τυπική Απόκλιση (SD)	Τιμή p
	Ελευθέρας βοσκής	1,30	0,16	0,73	>0,05
	Ελευθέρας βοσκής με αρωματικά φυτά	1,72	0,20	0,91	



Σχήμα 68. Επίδραση της διατροφής στα επίπεδα οξείδωσης λιπιδίων (μηλονικής διαλδεΐδης, TBARS) σε ιστό συμβατικών, ελευθέρας βοσκής και σε ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλων. (Χειμώνας-εκτροφή 6^η)

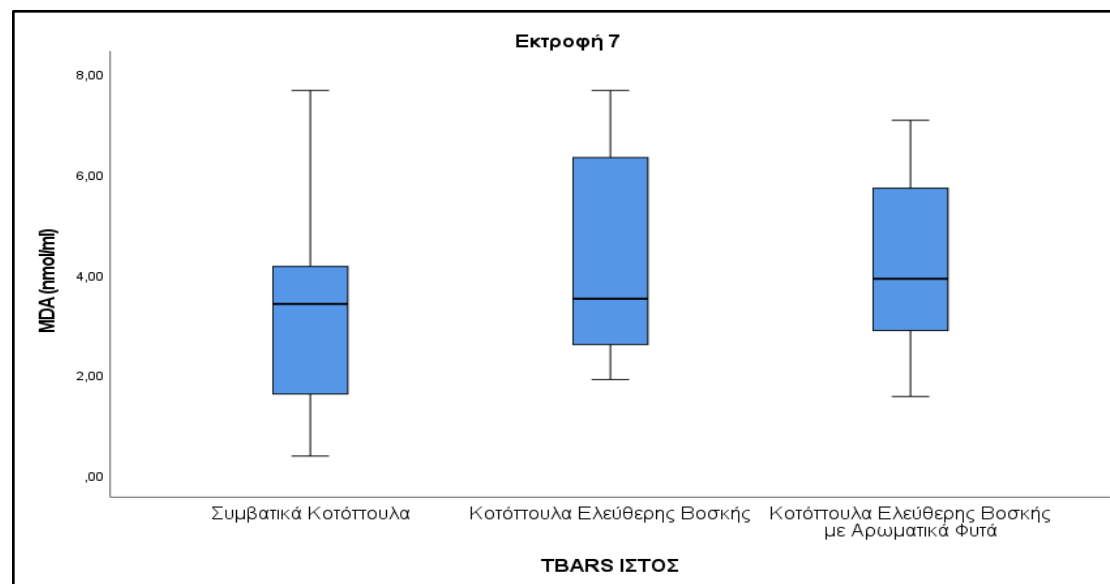
Με βάση την στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p < 0,001$) ανάμεσα στα Συμβατικά και τα Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα. Αντίθετα δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p > 0,05$) ανάμεσα στα Ελευθέρας βοσκής και τα Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα με εμπλουτισμένη διατροφή.

Πίνακας 71. Συγκεντρώσεις της μηλονικής διαλδεΐδης (TBARS) (nmol/ml MDA) σε δείγματα ιστού συμβατικών και Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα. (Άνοιξη-εκτροφή 7^η)

μηλονική διαλδεΐδη (nmol/ml)		Μέσος Όρος	Τυπικό Σφάλμα (SEM)	Τυπική Απόκλιση (SD)	Τιμή p
	Συμβατικά	3,13	0,39	1,73	>0,05
	Ελευθέρας βοσκής	4,15	0,46	1,99	

Πίνακας 72. Συγκεντρώσεις της μηλονικής διαλδεΐδης (TBARS) (nmol/ml MDA) σε δείγματα ιστού Ελευθέρας βοσκής και Ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα (Άνοιξη-εκτροφή 7^η)

μηλονική διαλδεΐδη (nmol/ml)		Μέσος Όρος	Τυπικό Σφάλμα (SEM)	Τυπική Απόκλιση (SD)	Τιμή p
	Ελευθέρας βοσκής	4,15	0,46	1,99	>0,05
	Ελευθέρας βοσκής με αρωματικά φυτά	4,16	0,38	1,69	



Σχήμα 69. Επίδραση της διατροφής στα επίπεδα οξείδωσης λιπιδίων (μηλονικής διαλδεΐδης, TBARS) σε ιστό συμβατικών, ελευθέρας βοσκής και σε ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλων. (Άνοιξη-εκτροφή 7^η)

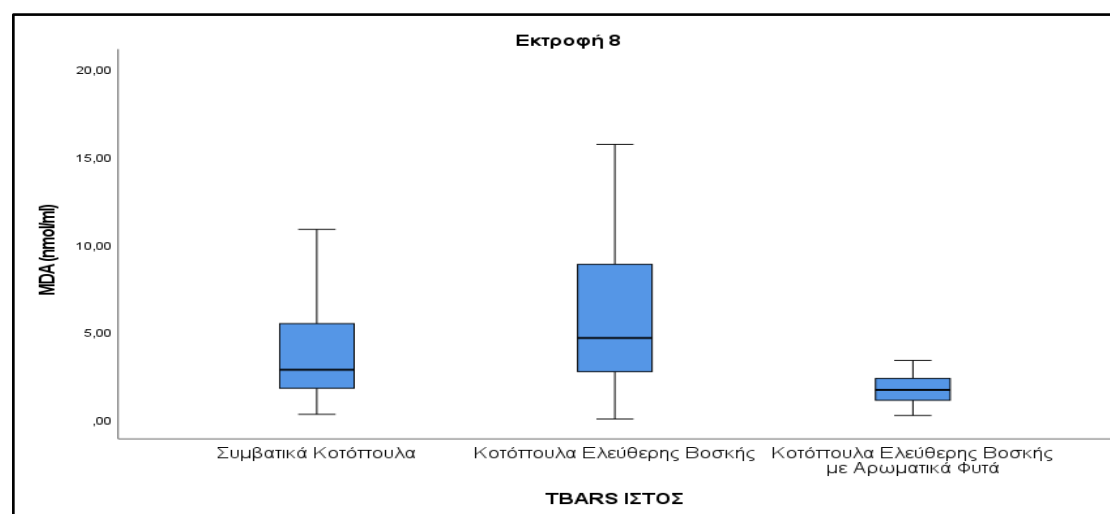
Με βάση την στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p > 0,05$) ανάμεσα στα Συμβατικά και τα Ελευθέρως βοσκής κοτόπουλα. Επίσης δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p > 0,05$) ανάμεσα στα Ελευθέρως βοσκής και τα Ελευθέρως βοσκής κοτόπουλα με εμπλουτισμένη διατροφή.

Πίνακας 73. Συγκεντρώσεις της μηλονικής διαλδεΐδης (TBARS) (nmol/ml MDA) σε δείγματα ιστού συμβατικών και Ελευθέρως βοσκής κοτόπουλα. (Καλοκαίρι-εκτροφή 8^η)

μηλονική διαλδεΐδη (nmol/ml)		Μέσος Όρος	Τυπικό Σφάλμα (SEM)	Τυπική Απόκλιση (SD)	Τιμή p
	Συμβατικά	4,12	0,76	3,40	>0,05
	Ελευθέρως βοσκής	5,64	0,99	4,44	

Πίνακας 74. Συγκεντρώσεις της μηλονικής διαλδεΐδης (TBARS) (nmol/ml MDA) σε δείγματα ιστού Ελευθέρως βοσκής και Ελευθέρως βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα (Καλοκαίρι-εκτροφή 8^η)

μηλονική διαλδεΐδη (nmol/ml)		Μέσος Όρος	Τυπικό Σφάλμα (SEM)	Τυπική Απόκλιση (SD)	Τιμή p
	Ελευθέρως βοσκής	5,64	0,99	4,44	0,005
	Ελευθέρως βοσκής με αρωματικά φυτά	1,89	0,32	1,40	



Σχήμα 70. Επίδραση της διατροφής στα επίπεδα οξείδωσης λιπιδίων (μηλονικής

διαλδεΐδης, TBARS) σε ιστό συμβατικών, ελευθέρως βοσκής και σε ελευθέρως βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλων. **(Καλοκαίρι-εκτροφή 8^η)**

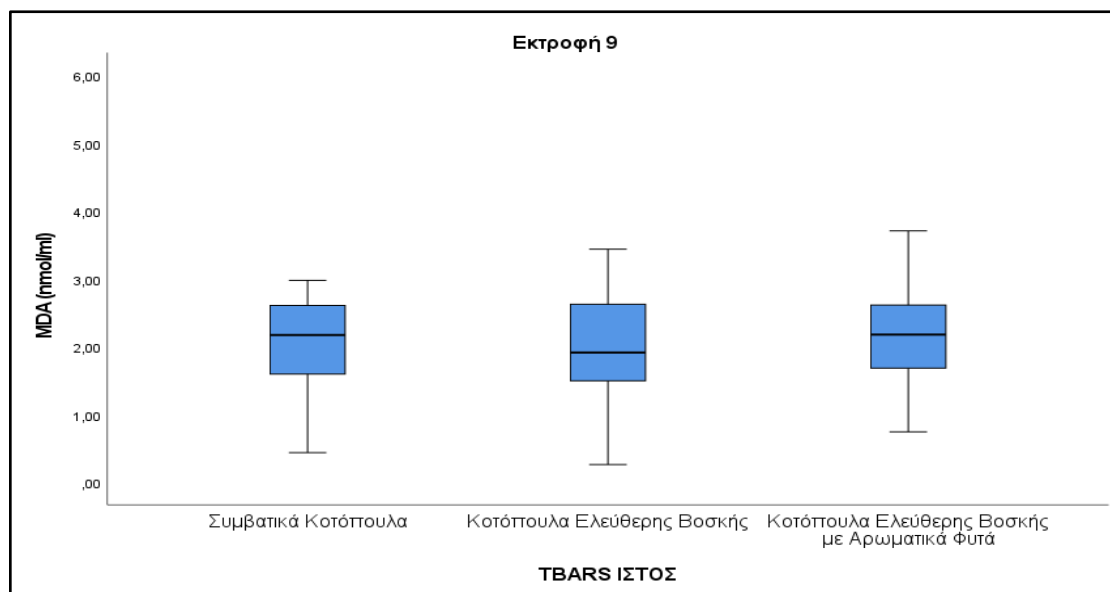
Με βάση την στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p > 0,05$) ανάμεσα στα Συμβατικά και τα Ελευθέρως βοσκής κοτόπουλα. Αντίθετα παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p = 0,005$) ανάμεσα στα Ελευθέρως βοσκής και τα Ελευθέρως βοσκής κοτόπουλα με εμπλουτισμένη διατροφή.

Πίνακας 75. Συγκεντρώσεις της μηλονικής διαλδεΐδης (TBARS) (nmol/ml MDA) σε δείγματα ιστού συμβατικών και Ελευθέρως βοσκής κοτόπουλα. (Καλοκαίρι-εκτροφή 9^η)

μηλονική διαλδεΐδη (nmol/ml)		Μέσος Όρος	Τυπικό Σφάλμα (SEM)	Τυπική Απόκλιση (SD)	Τιμή p
	Συμβατικά	2,16	0,24	1,05	>0,05
	Ελευθέρως βοσκής	1,92	0,19	0,78	

Πίνακας 76. Συγκεντρώσεις της μηλονικής διαλδεΐδης (TBARS) (nmol/ml MDA) σε δείγματα ιστού Ελευθέρως βοσκής και Ελευθέρως βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα (Καλοκαίρι-εκτροφή 9^η)

μηλονική διαλδεΐδη (nmol/ml)		Μέσος Όρος	Τυπικό Σφάλμα (SEM)	Τυπική Απόκλιση (SD)	Τιμή p
	Ελευθέρως βοσκής	1,92	0,19	0,78	>0,05
	Ελευθέρως βοσκής με αρωματικά φυτά	2,16	0,20	0,80	



Σχήμα 71. Επίδραση της διατροφής στα επίπεδα οξειδωσης λιπιδίων (μηλονικής διαλδεΰδης, TBARS) σε ιστό συμβατικών, ελευθέρως βοσκής και σε ελευθέρως βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλων. (Καλοκαίρι-εκτροφή 9^η)

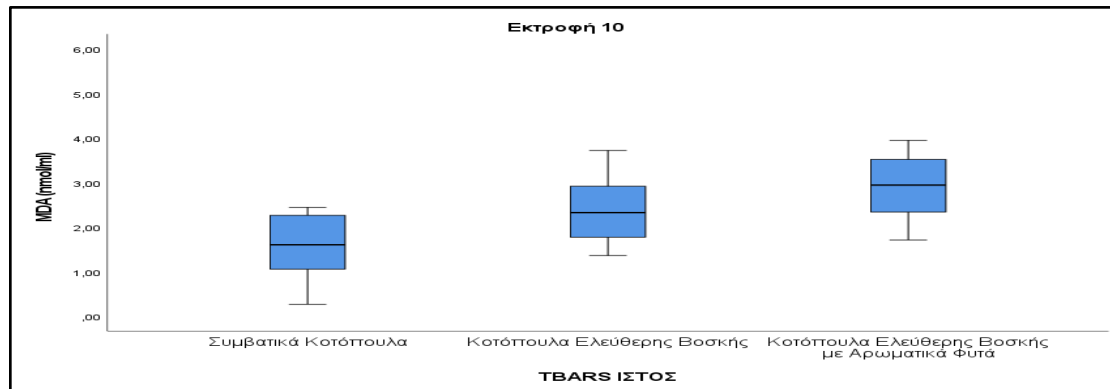
Με βάση την στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p > 0,05$) ανάμεσα στα Συμβατικά και τα Ελευθέρως βοσκής κοτόπουλα. Επίσης δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p > 0,05$) ανάμεσα στα Ελευθέρως βοσκής και τα Ελευθέρως βοσκής κοτόπουλα με εμπλουτισμένη διατροφή.

Πίνακας 77. Συγκεντρώσεις της μηλονικής διαλδεΰδης (TBARS) (nmol/ml MDA) σε δείγματα ιστού συμβατικών και Ελευθέρως βοσκής κοτόπουλα. (Φθινόπωρο-εκτροφή 10^η)

μηλονική διαλδεΰδη (nmol/ml)		Μέσος Όρος	Τοπικό Σφάλμα (SEM)	Τοπική Απόκλιση (SD)	Τιμή p
	Συμβατικά	1,71	0,22	0,99	0,025
	ελευθέρως βοσκής	2,49	0,22	0,92	

Πίνακας 78. Συγκεντρώσεις της μηλονικής διαλδεΰδης (TBARS) (nmol/ml MDA) σε δείγματα ιστού Ελευθέρως βοσκής και Ελευθέρως βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα. (Φθινόπωρο-εκτροφή 10^η)

μηλονική διαλδεΐδη (nmol/ml)		Μέσος Όρος	Τυπικό Σφάλμα (SEM)	Τυπική Απόκλιση (SD)	Τιμή p
	Ελευθέρως βοσκής	2,49	0,22	0,92	>0,05
	Ελευθέρως βοσκής με αρωματικά φυτά	2,88	1,87	0,75	



Σχήμα 72. Επίδραση της διατροφής στα επίπεδα οξείδωσης λιπιδίων (μηλονικής διαλδεΐδης, TBARS) σε ιστό συμβατικών, ελευθέρως βοσκής και σε ελευθέρως βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλων. (Φθινόπωρο-εκτροφή 10^η)

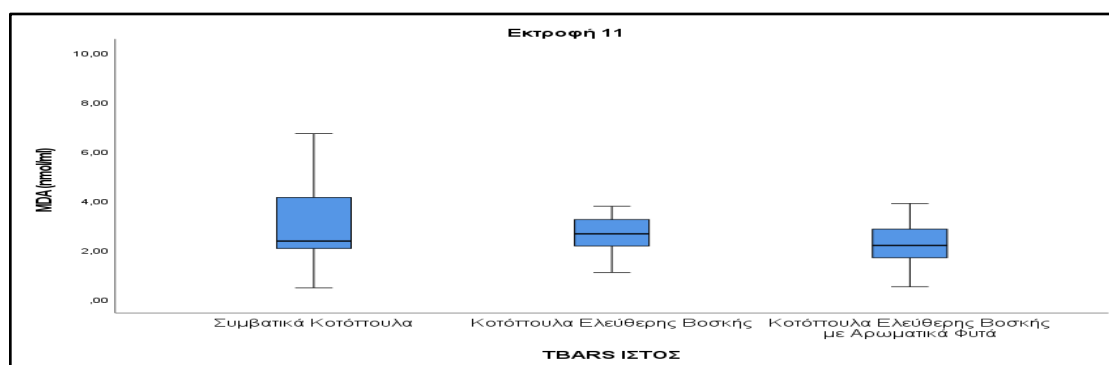
Με βάση την στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p = 0,025$) ανάμεσα στα Συμβατικά και τα Ελευθέρως βοσκής κοτόπουλα. Αντίθετα δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p > 0,05$) ανάμεσα στα Ελευθέρως βοσκής και τα Ελευθέρως βοσκής κοτόπουλα με εμπλουτισμένη διατροφή.

Πίνακας 79. Συγκεντρώσεις της μηλονικής διαλδεΐδης (TBARS) (nmol/ml MDA) σε δείγματα ιστού συμβατικών και Ελευθέρως βοσκής κοτόπουλα. (Χειμώνας-εκτροφή 11^η)

μηλονική διαλδεΐδη (nmol/ml)		Μέσος Όρος	Τυπικό Σφάλμα (SEM)	Τυπική Απόκλιση (SD)	Τιμή p
	Συμβατικά	3,31	0,47	2,09	>0,05
	Ελευθέρως βοσκής	2,55	0,19	0,81	

Πίνακας 80. Συγκεντρώσεις της μηλονικής διαλδεΐδης (TBARS) (nmol/ml MDA) σε δείγματα ιστού Ελευθέρως βοσκής και Ελευθέρως βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα. (Χειμώνας-εκτροφή 11^η)

μηλονική διαλδεΐδη (nmol/ml)		Μέσος Όρος	Τυπικό Σφάλμα (SEM)	Τυπική Απόκλιση (SD)	Τιμή p
	Ελευθέρως βοσκής	2,55	0,19	0,81	>0,05
	Ελευθέρως βοσκής με αρωματικά φυτά	2,25	0,22	0,88	



Σχήμα 73. Επίδραση της διατροφής στα επίπεδα οξείδωσης λιπιδίων (μηλονικής διαλδεΐδης, TBARS) σε ιστό συμβατικών, ελευθέρως βοσκής και σε ελευθέρως βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλων. (Χειμώνας-εκτροφή 11^η)

Με βάση την στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p > 0,05$) ανάμεσα στα Συμβατικά και τα Ελευθέρως βοσκής κοτόπουλα. Επίσης δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p > 0,05$) ανάμεσα στα Ελευθέρως βοσκής και τα Ελευθέρως βοσκής κοτόπουλα με εμπλουτισμένη διατροφή.

6.4 Αποτελέσματα προσδιορισμού της ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας έναντι της DPPH σε ορό και ιστό των κρεατοπαραγωγικών πουλερικών

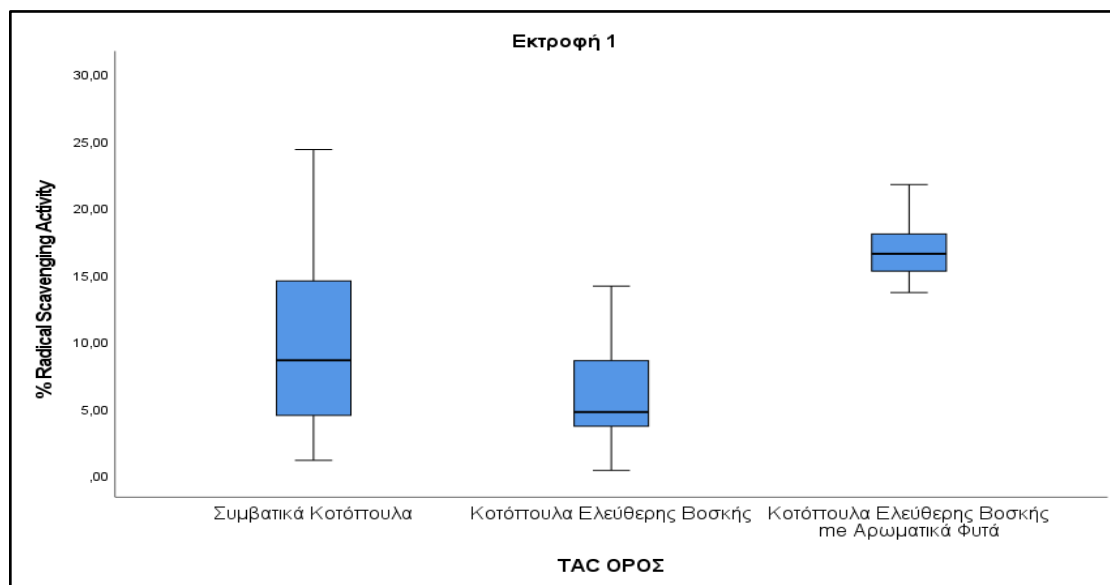
Στους Πίνακες 81 έως 121 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας σε δείγματα ορού και ιστού συμβατικών, Ελευθέρως βοσκής και Ελευθέρως βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα και τα αντίστοιχα σχήματα 74 έως 95 της ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας έναντι της DPPH για τις διάφορες εκτροφές.

Πίνακας 81. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) σε δείγματα ορού συμβατικών και Ελευθέρως βοσκής κοτόπουλων. (Φθινόπωρο-εκτροφή 1^η)

Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (%)		Μέσος Όρος	Τυπικό Σφάλμα (SEM)	Τυπική Απόκλιση (SD)	Τιμή p
	Συμβατικά	9,87	1,64	6,37	>0,05
	Ελευθέρως βοσκής	6,86	1,40	5,43	

Πίνακας 82. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) σε δείγματα ορού Ελευθέρως βοσκής και Ελευθέρως βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλων. (Φθινόπωρο-εκτροφή 1^η)

Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (%)		Μέσος Όρος	Τυπικό Σφάλμα (SEM)	Τυπική Απόκλιση (SD)	Τιμή p
	Ελευθέρως βοσκής	6,86	1,40	5,43	<0,001
	Ελευθέρως βοσκής με αρωματικά φυτά	17,08	0,82	3,16	



Σχήμα 74. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα έναντι της DPPH σε ορό συμβατικών, ελευθέρως βοσκής και σε ελευθέρως βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλων. (Φθινόπωρο-εκτροφή 1^η)

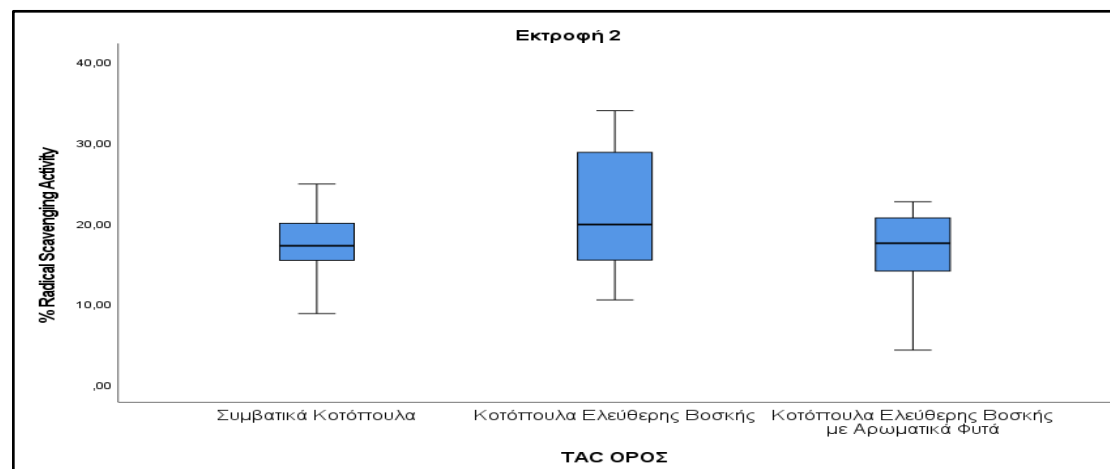
Με βάση την στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p > 0,05$) ανάμεσα στα Συμβατικά και τα Ελευθέρως βοσκής κοτόπουλα. Αντίθετα παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p < 0,001$) ανάμεσα στα Ελευθέρως βοσκής και τα Ελευθέρως βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή.

Πίνακας 83. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) σε δείγματα ορού συμβατικών και Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα. (Χειμώνας-εκτροφή 2^η)

Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (%)		Μέσος Όρος	Τυπικό Σφάλμα (SEM)	Τυπική Απόκλιση (SD)	Τιμή p
	Συμβατικά	17,06	1,35	5,23	>0,05
	Ελευθέρας βοσκής	22,04	2,09	8,10	

Πίνακας 84. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) σε δείγματα ορού Ελευθέρας βοσκής και Ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα. (Χειμώνας-εκτροφή 2^η)

Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (%)		Μέσος Όρος	Τυπικό Σφάλμα (SEM)	Τυπική Απόκλιση (SD)	Τιμή p
	Ελευθέρας βοσκής	22,04	2,09	8,10	>0,05
	Ελευθέρας βοσκής με αρωματικά φυτά	17,23	1,76	6,83	



Σχήμα 75. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα έναντι της DPPH σε ορό συμβατικών, ελευθέρας βοσκής και σε ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλων. (Χειμώνας-εκτροφή 2^η)

Με βάση την στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p > 0,05$) ανάμεσα στα Συμβατικά και τα Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα. Επίσης δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά (p

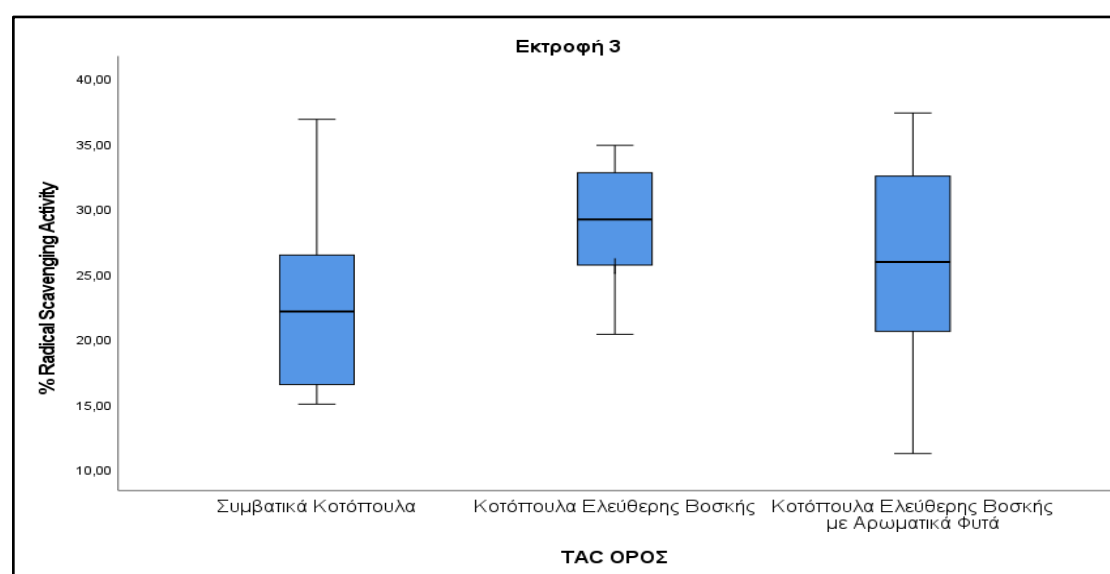
>0,05) ανάμεσα στα Ελευθέρως βοσκής και τα Ελευθέρως βοσκής κοτόπουλα με εμπλουτισμένη διατροφή.

Πίνακας 85. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) σε δείγματα ορού συμβατικών και Ελευθέρως βοσκής κοτόπουλα. (Άνοιξη-εκτροφή 3^η)

Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (%)		Μέσος Όρος	Τυπικό Σφάλμα (SEM)	Τυπική Απόκλιση (SD)	Τιμή p
	Συμβατικά	22,73	1,66	6,45	0,050
	Ελευθέρως βοσκής	28,83	1,14	4,41	

Πίνακας 86. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) σε δείγματα ορού Ελευθέρως βοσκής και Ελευθέρως βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα. (Άνοιξη-εκτροφή 3^η)

Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (%)		Μέσος Όρος	Τυπικό Σφάλμα (SEM)	Τυπική Απόκλιση (SD)	Τιμή p
	Ελευθέρως βοσκής	28,83	1,14	4,41	>0,05
	Ελευθέρως βοσκής με αρωματικά φυτά	25,87	2,20	8,50	



Σχήμα 76. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα έναντι της DPPH σε ορό συμβατικών, ελευθέρως βοσκής και σε ελευθέρως βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλων. (Άνοιξη-εκτροφή 3^η)

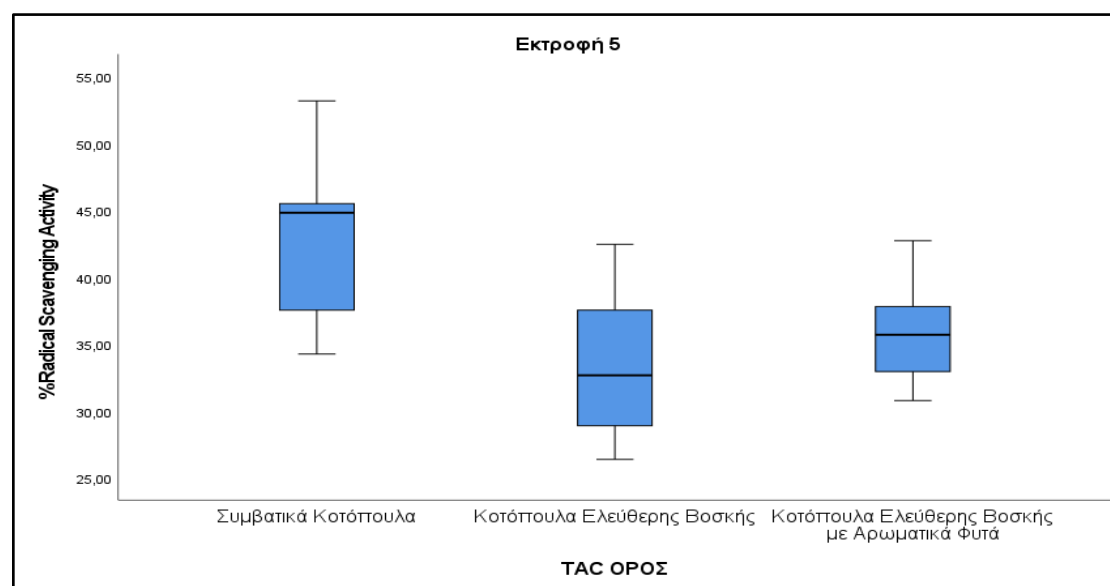
Με βάση την στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p = 0,05$) ανάμεσα στα Συμβατικά και τα Ελευθέρως βοσκής κοτόπουλα. Επίσης δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p > 0,05$) ανάμεσα στα Ελευθέρως βοσκής και τα Ελευθέρως βοσκής κοτόπουλα με εμπλουτισμένη διατροφή.

Πίνακας 87. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) σε δείγματα ορού συμβατικών και Ελευθέρως βοσκής κοτόπουλα. (Φθινόπωρο-εκτροφή 5^η)

Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (%)		Μέσος Όρος	Τυπικό Σφάλμα (SEM)	Τυπική Απόκλιση (SD)	Τιμή p
	Συμβατικά	42,68	1,44	5,58	<0,001
	Ελευθέρως βοσκής	33,17	1,32	5,13	

Πίνακας 88. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) σε δείγματα ορού Ελευθέρως βοσκής και Ελευθέρως βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα. (Φθινόπωρο-εκτροφή 5^η)

Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (%)		Μέσος Όρος	Τυπικό Σφάλμα (SEM)	Τυπική Απόκλιση (SD)	Τιμή p
	Ελευθέρως βοσκής	33,17	1,32	5,13	>0,05
	Ελευθέρως βοσκής με αρωματικά φυτά	33,74	0,90	3,47	



Σχήμα 77. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα έναντι της DPPH σε ορό συμβατικών, ελευθέρως βοσκής και σε ελευθέρως βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλων. (Φθινόπωρο-εκτροφή 5^η)

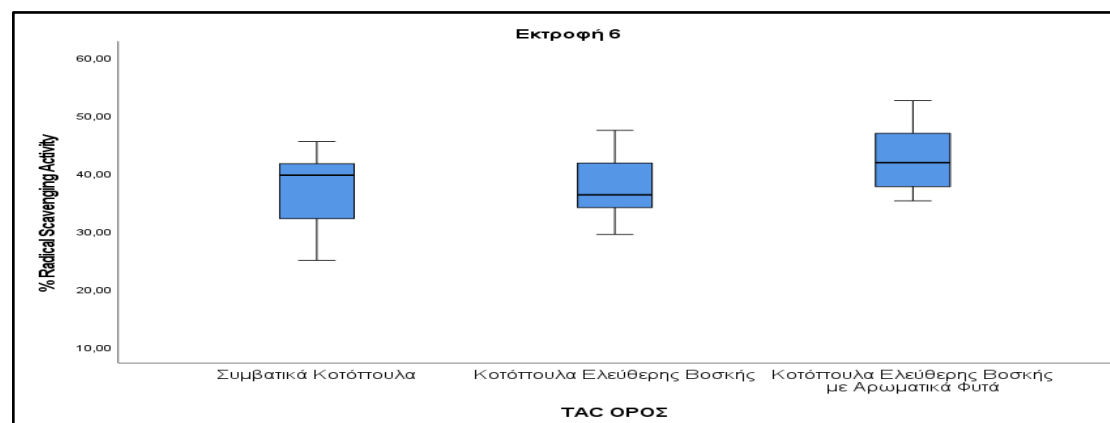
Με βάση την στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p < 0,001$) ανάμεσα στα Συμβατικά και τα Ελευθέρως βοσκής κοτόπουλα. Επίσης δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p > 0,05$) ανάμεσα στα Ελευθέρως βοσκής και τα Ελευθέρως βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή.

Πίνακας 89. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) σε δείγματα ορού συμβατικών και Ελευθέρως βοσκής κοτόπουλα. (Χειμώνας-εκτροφή 6^η)

Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (%)		Μέσος Όρος	Τυπικό Σφάλμα (SEM)	Τυπική Απόκλιση (SD)	Τιμή p
	Συμβατικά	36,92	1,73	6,68	>0,05
	Ελευθέρως βοσκής	37,54	1,46	5,65	

Πίνακας 90. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) σε δείγματα ορού Ελευθέρως βοσκής και Ελευθέρως βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα. (Χειμώνας-εκτροφή 6^η)

Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (%)		Μέσος Όρος	Τυπικό Σφάλμα (SEM)	Τυπική Απόκλιση (SD)	Τιμή p
	Ελευθέρως βοσκής	37,54	1,46	5,65	>0,05
	Ελευθέρως βοσκής με αρωματικά φυτά	42,86	2,28	8,83	



Σχήμα 78. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα έναντι της DPPH σε ορό συμβατικών, ελευθέρως βοσκής και σε ελευθέρως βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλων. (Χειμώνας-εκτροφή 6^η)

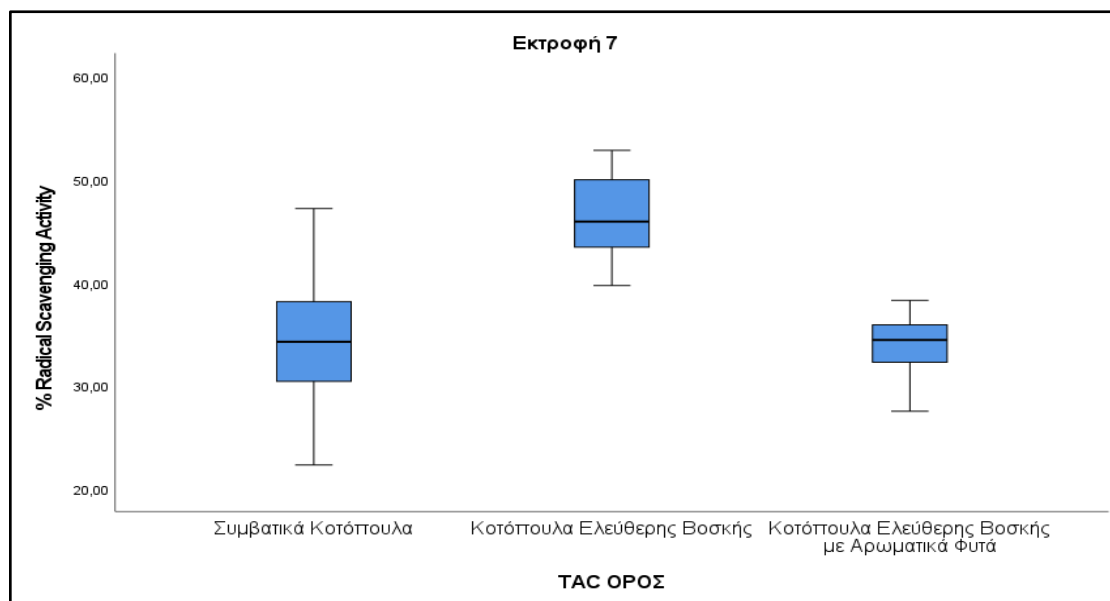
Με βάση την στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p > 0,05$) ανάμεσα στα Συμβατικά και τα Ελευθέρως βοσκής κοτόπουλα. Επίσης δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p > 0,05$) ανάμεσα στα Ελευθέρως βοσκής και τα Ελευθέρως βοσκής κοτόπουλα με εμπλουτισμένη διατροφή.

Πίνακας 91. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) σε δείγματα ορού συμβατικών και Ελευθέρως βοσκής κοτόπουλα. (Άνοιξη-εκτροφή 7^η)

Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (%)		Μέσος Όρος	Τυπικό Σφάλμα (SEM)	Τυπική Απόκλιση (SD)	Τιμή p
	Συμβατικά	35,24	1,99	7,69	<0,001
	Ελευθέρως βοσκής	46,41	1,13	4,39	

Πίνακας 92. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) σε δείγματα ορού Ελευθέρως βοσκής και Ελευθέρως βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα. (Άνοιξη-εκτροφή 7^η)

Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (%)		Μέσος Όρος	Τυπικό Σφάλμα (SEM)	Τυπική Απόκλιση (SD)	Τιμή p
	Ελευθέρως βοσκής	46,41	1,13	4,39	<0,001
	Ελευθέρως βοσκής με αρωματικά φυτά	33,14	1,06	4,10	



Σχήμα 79. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα έναντι της DPPH σε ορό συμβατικών, ελευθέρως βοσκής και σε ελευθέρως βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλων. **(Άνοιξη-εκτροφή 7^η)**

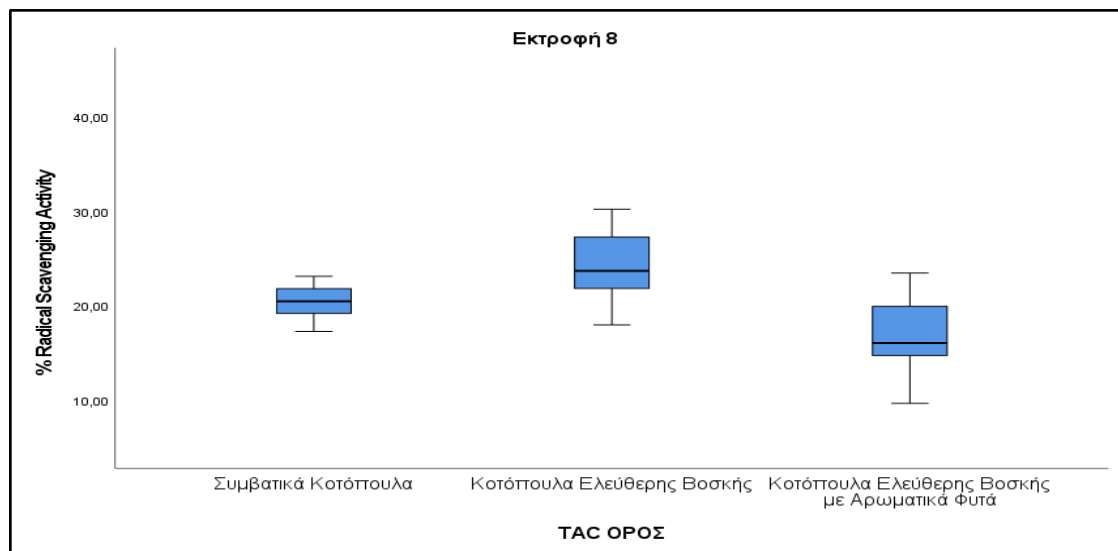
Με βάση την στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p < 0,001$) ανάμεσα στα Συμβατικά και τα Ελευθέρως βοσκής κοτόπουλα. Επίσης παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p < 0,001$) ανάμεσα στα Ελευθέρως βοσκής και τα Ελευθέρως βοσκής κοτόπουλα με εμπλουτισμένη διατροφή.

Πίνακας 93. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) σε δείγματα ορού συμβατικών και Ελευθέρως βοσκής κοτόπουλα. **(Καλοκαίρι-εκτροφή 8^η)**

Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (%)		Μέσος Όρος	Τυπικό Σφάλμα (SEM)	Τυπική Απόκλιση (SD)	Τιμή p
	Συμβατικά	19,95	0,64	2,49	>0,05
	Ελευθέρως βοσκής	24,20	0,96	3,73	

Πίνακας 94. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) σε δείγματα ορού Ελευθέρως βοσκής και Ελευθέρως βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα. **(Καλοκαίρι-εκτροφή 8^η)**

Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (%)		Μέσος Όρος	Τυπικό Σφάλμα (SEM)	Τυπική Απόκλιση (SD)	Τιμή p
	Ελευθέρως βοσκής	24,20	0,96	3,73	<0,001
	Ελευθέρως βοσκής με αρωματικά φυτά	19,29	2,39	9,26	



Σχήμα 80. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα έναντι της DPPH σε ορό συμβατικών, ελευθέρως βοσκής και σε ελευθέρως βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλων. (Καλοκαίρι-εκτροφή 8^η)

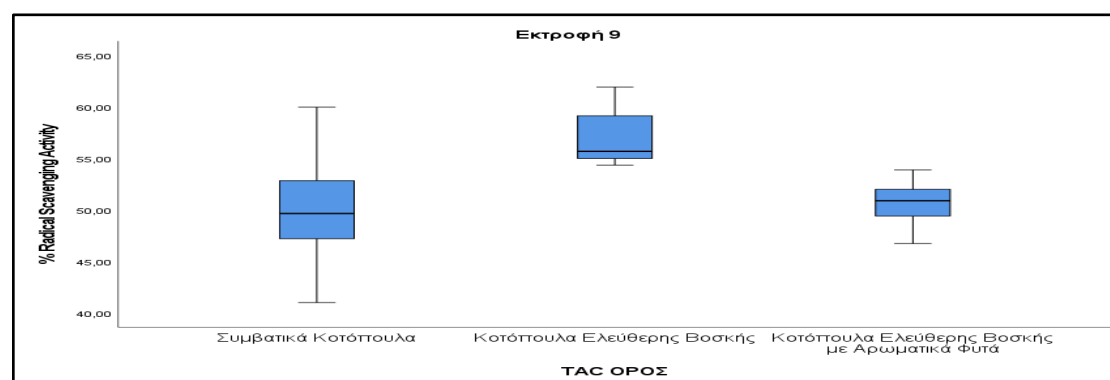
Με βάση την στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p > 0,05$) ανάμεσα στα Συμβατικά και τα Ελευθέρως βοσκής κοτόπουλα. Αντίθετα παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p < 0,001$) ανάμεσα στα Ελευθέρως βοσκής και τα Ελευθέρως βοσκής κοτόπουλα με εμπλουτισμένη διατροφή.

Πίνακας 95. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) σε δείγματα ορού συμβατικών και Ελευθέρως βοσκής κοτόπουλα. (Καλοκαίρι-εκτροφή 9^η)

Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (%)		Μέσος Όρος	Τυπικό Σφάλμα (SEM)	Τυπική Απόκλιση (SD)	Τιμή p
	Συμβατικά	50,39	1,36	5,25	<0,001
	Ελευθέρως βοσκής	56,95	0,69	2,59	

Πίνακας 96. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) σε δείγματα ορού Ελευθέρας βοσκής και Ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα. (Καλοκαίρι-εκτροφή 9^η)

Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (%)		Μέσος Όρος	Τυπικό Σφάλμα (SEM)	Τυπική Απόκλιση (SD)	Τιμή p
	Ελευθέρας βοσκής	56,95	0,69	2,59	<0,001
	Ελευθέρας βοσκής με αρωματικά φυτά	50,53	0,50	1,95	



Σχήμα 81. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα έναντι της DPPH σε ορό συμβατικών, ελευθέρας βοσκής και σε ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλων. (Καλοκαίρι-εκτροφή 9^η)

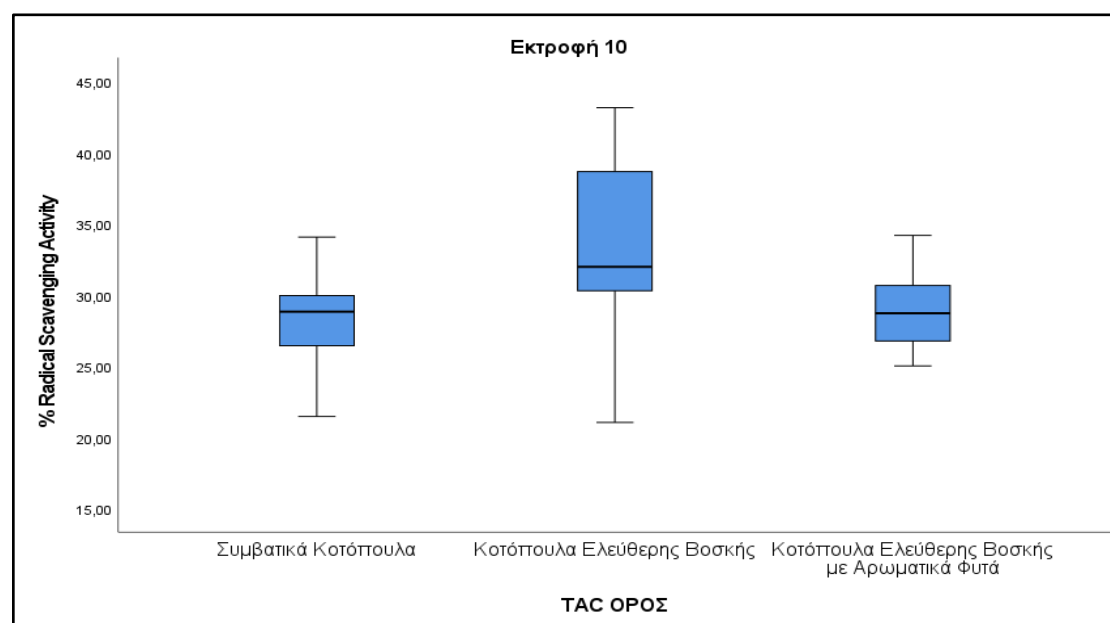
Με βάση την στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p < 0,001$) ανάμεσα στα Συμβατικά και τα Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα. Επίσης παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p < 0,001$) ανάμεσα στα Ελευθέρας βοσκής και τα Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα με εμπλουτισμένη διατροφή.

Πίνακας 97. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) σε δείγματα ορού συμβατικών και Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα. (Φθινόπωρο-εκτροφή 10^η)

Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (%)		Μέσος Όρος	Τυπικό Σφάλμα (SEM)	Τυπική Απόκλιση (SD)	Τιμή p
	Συμβατικά	27,49	1,10	4,25	0,014
	Ελευθέρας βοσκής	32,93	1,80	6,72	

Πίνακας 98. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) σε δείγματα ορού Ελευθέρας βοσκής και Ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα. (Φθινόπωρο-εκτροφή 10^η)

Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (%)		Μέσος Όρος	Τυπικό Σφάλμα (SEM)	Τυπική Απόκλιση (SD)	Τιμή p
	Ελευθέρας βοσκής	32,93	1,80	6,72	0,048
	Ελευθέρας βοσκής με αρωματικά φυτά	28,41	0,91	3,52	



Σχήμα 82. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα έναντι της DPPH σε ορό συμβατικών, ελευθέρας βοσκής και σε ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλων. (Φθινόπωρο-εκτροφή 10^η)

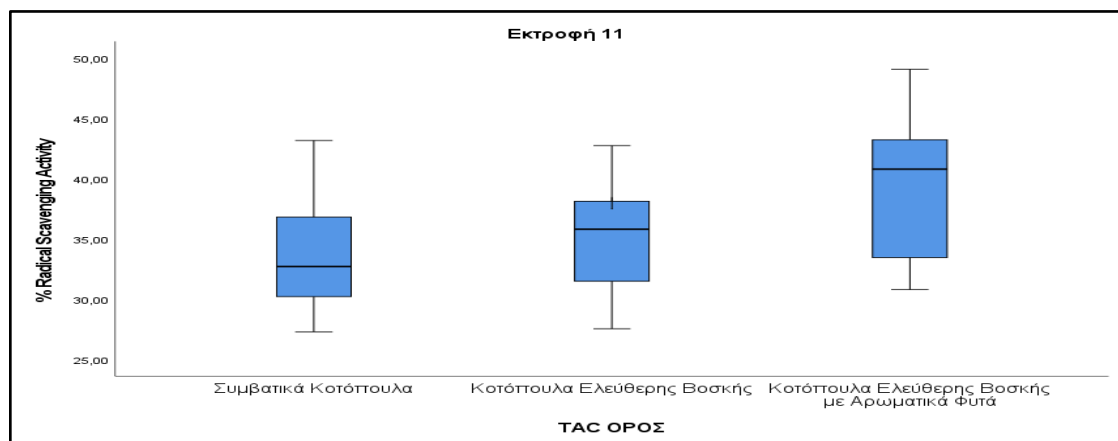
Με βάση την στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p = 0,014$) ανάμεσα στα Συμβατικά και τα Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα. Επίσης παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p = 0,048$) ανάμεσα στα Ελευθέρας βοσκής και τα Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα με εμπλουτισμένη διατροφή.

Πίνακας 99. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) σε δείγματα ορού συμβατικών και Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα. (Χειμώνας-εκτροφή 11^η)

Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (%)		Μέσος Όρος	Τυπικό Σφάλμα (SEM)	Τυπική Απόκλιση (SD)	Τιμή p
	Συμβατικά	33,88	1,22	4,71	>0,05
	Ελευθέρως βοσκής	35,16	1,22	4,58	

Πίνακας 100. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) σε δείγματα ορού Ελευθέρως βοσκής και Ελευθέρως βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα. (Χειμώνας-εκτροφή 11^η)

Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (%)		Μέσος Όρος	Τυπικό Σφάλμα (SEM)	Τυπική Απόκλιση (SD)	Τιμή p
	Ελευθέρως βοσκής	35,16	1,22	4,58	0,035
	Ελευθέρως βοσκής με αρωματικά φυτά	39,59	1,55	6,01	

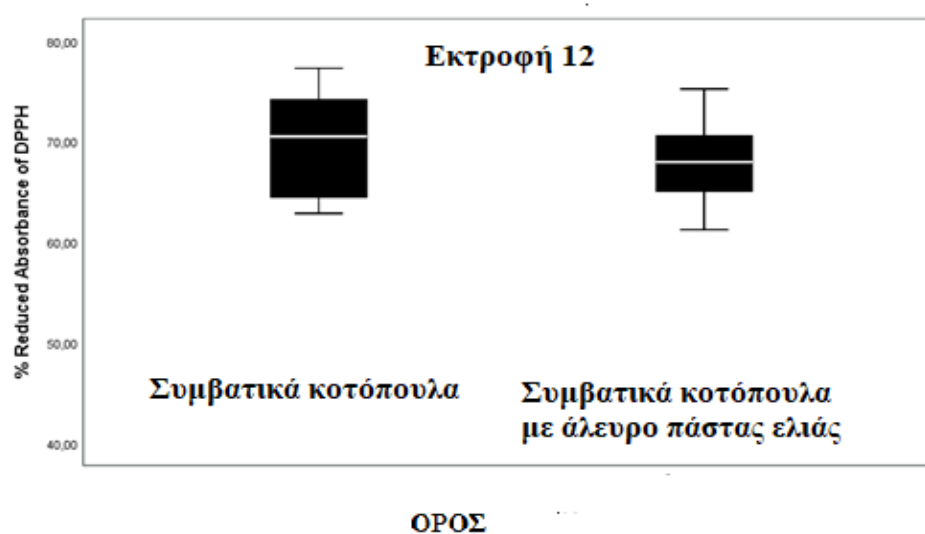


Σχήμα 83. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα έναντι της DPPH σε ορό συμβατικών, ελευθέρως βοσκής και σε ελευθέρως βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλων. (Χειμώνας- εκτροφή 11^η)

Με βάση την στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p > 0,05$) ανάμεσα στα Συμβατικά και τα Ελευθέρως βοσκής κοτόπουλα. Αντίθετα παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p = 0,035$) ανάμεσα στα Ελευθέρως βοσκής και τα Ελευθέρως βοσκής κοτόπουλα με εμπλουτισμένη διατροφή.

Πίνακας 101. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) σε δείγματα ορού συμβατικών και συμβατικών με εμπλουτισμένη διατροφή (άλευρο πάστας ελιάς). (εκτροφή 12^η)

Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (%)		Μέσος Όρος	Τυπικό Σφάλμα (SEM)	Τυπική Απόκλιση (SD)	Τιμή p
	Συμβατικά	70,6	2	4,8	>0.05
	Συμβατικά με εμπλουτισμένη διατροφή	64	3	11,09	



Σχήμα 84. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα έναντι της DPPH σε ορό συμβατικών και συμβατικών με άλευρο πάστας ελιάς κοτόπουλων. (εκτροφή 12^η)

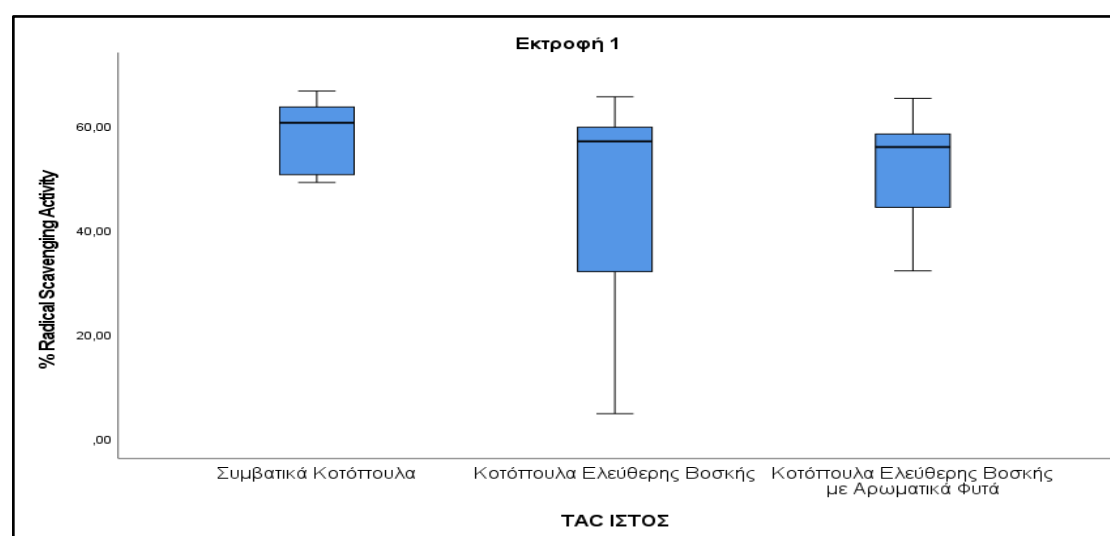
Με βάση την στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p > 0,05$) ανάμεσα στα συμβατικά και τα συμβατικά με άλευρο πάστας ελιάς κοτόπουλα.

Πίνακας 102. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) σε δείγματα ιστού συμβατικών και Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα. (Φθινόπωρο-εκτροφή 1^η)

Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (%)		Μέσος Όρος	Τυπικό Σφάλμα (SEM)	Τυπική Απόκλιση (SD)	Τιμή p
	Συμβατικά	55,12	3,16	14,14	0,04
	Ελευθέρας βοσκής	46,75	4,47	20,01	

Πίνακας 103. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) σε δείγματα ιστού Ελευθέρας βοσκής και Ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα. (Φθινόπωρο-εκτροφή 1^η)

Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (%)		Μέσος Όρος	Τυπικό Σφάλμα (SEM)	Τυπική Απόκλιση (SD)	Τιμή p
	Ελευθέρας βοσκής	46,75	4,47	20,01	0,000
	Ελευθέρας βοσκής με αρωματικά φυτά	50,68	2,73	12,21	



Σχήμα 85. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα έναντι της DPPH σε ιστό συμβατικών, ελευθέρας βοσκής και σε ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλων. (Φθινόπωρο-εκτροφή 1^η)

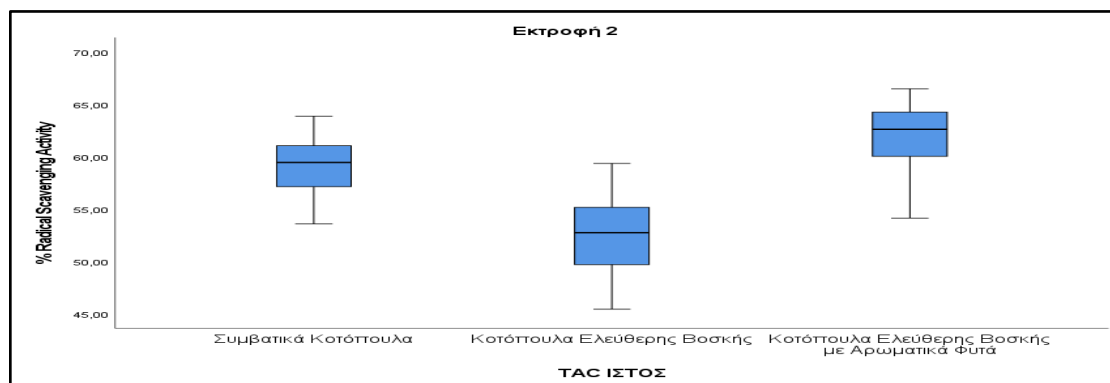
Με βάση την στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p = 0,04$) ανάμεσα στα Συμβατικά και τα Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα. Αντίθετα δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p = 0,000$) ανάμεσα στα Ελευθέρας βοσκής και τα Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα με εμπλουτισμένη διατροφή.

Πίνακας 104. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) σε δείγματα ιστού συμβατικών και Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα. (Χειμώνας-εκτροφή 2^η)

Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (%)		Μέσος Όρος	Τυπικό Σφάλμα (SEM)	Τυπική Απόκλιση (SD)	Τιμή p
	Συμβατικά	59,45	0,75	3,34	0,000
	Ελευθέρας βοσκής	52,91	1,02	4,57	

Πίνακας 105. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) σε δείγματα ιστού Ελευθέρας βοσκής και Ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα. (Χειμώνας-εκτροφή 2^η)

Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (%)		Μέσος Όρος	Τυπικό Σφάλμα (SEM)	Τυπική Απόκλιση (SD)	Τιμή p
	Ελευθέρας βοσκής	52,91	1,02	4,57	0,000
	Ελευθέρας βοσκής με αρωματικά φυτά	62,07	0,68	3,06	



Σχήμα 86. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα έναντι της DPPH σε ιστό συμβατικών, ελευθέρας βοσκής και σε ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλων. (Χειμώνας-εκτροφή 2^η)

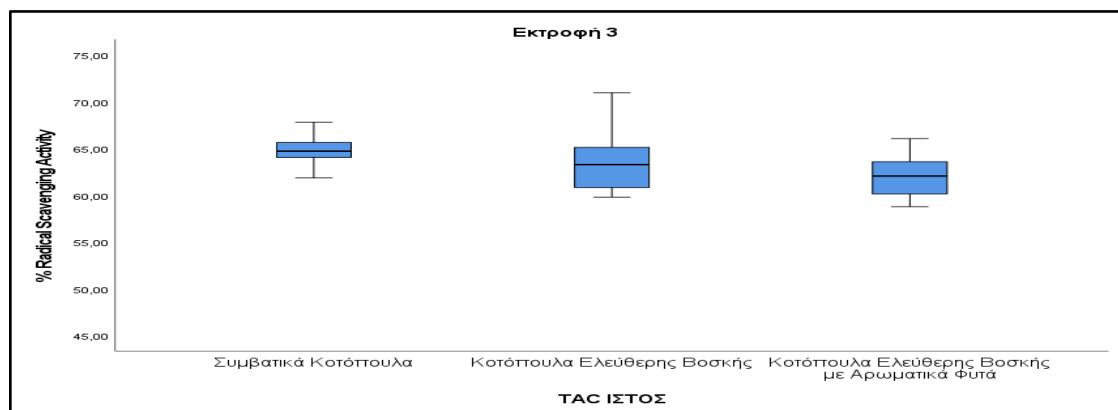
Με βάση την στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p = 0,000$) ανάμεσα στα Συμβατικά και τα Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα. Επίσης δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p = 0,000$) ανάμεσα στα Ελευθέρας βοσκής και τα Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα με εμπλουτισμένη διατροφή.

Πίνακας 106. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) σε δείγματα ιστού συμβατικών και Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα. (Άνοιξη-εκτροφή 3^η)

Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (%)		Μέσος Όρος	Τυπικό Σφάλμα (SEM)	Τυπική Απόκλιση (SD)	Τιμή p
	Συμβατικά	64,85	0,36	1,63	>0,05
	Ελευθέρως βοσκής	63,35	0,63	2,81	

Πίνακας 107. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) σε δείγματα ιστού Ελευθέρως βοσκής και Ελευθέρως βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα. (Άνοιξη-εκτροφή 3^η)

Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (%)		Μέσος Όρος	Τυπικό Σφάλμα (SEM)	Τυπική Απόκλιση (SD)	Τιμή p
	Ελευθέρως βοσκής	63,35	0,63	2,81	>0,05
	Ελευθέρως βοσκής με αρωματικά φυτά	61,06	0,95	2,24	



Σχήμα 87. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα έναντι της DPPH σε ιστό συμβατικών, ελευθέρως βοσκής και σε ελευθέρως βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλων. (Άνοιξη-εκτροφή 3^η)

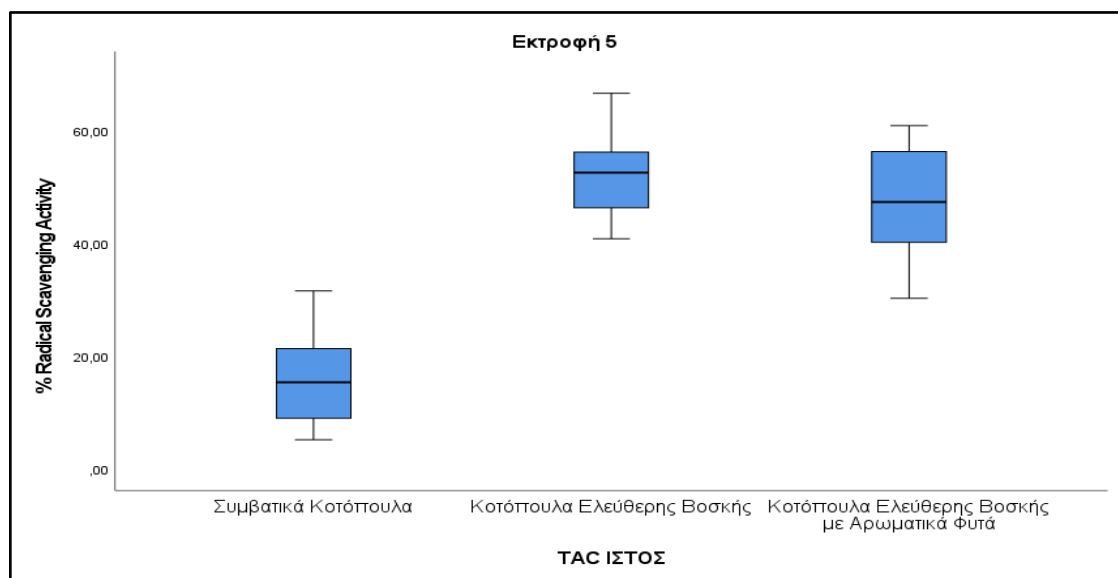
Με βάση την στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p > 0,05$) ανάμεσα στα Συμβατικά και τα Ελευθέρως βοσκής κοτόπουλα. Επίσης δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p > 0,05$) ανάμεσα στα Ελευθέρως βοσκής και τα Ελευθέρως βοσκής κοτόπουλα με εμπλουτισμένη διατροφή.

Πίνακας 108. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) σε δείγματα ιστού συμβατικών και Ελευθέρως βοσκής κοτόπουλα. (Φθινόπωρο-εκτροφή 5^η)

Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (%)		Μέσος Όρος	Τυπικό Σφάλμα (SEM)	Τυπική Απόκλιση (SD)	Τιμή p
	Συμβατικά	15,81	1,72	7,70	0,000
	Ελευθέρως βοσκής	51,37	2,02	9,05	

Πίνακας 109. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) σε δείγματα ιστού Ελευθέρως βοσκής και Ελευθέρως βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα. (Φθινόπωρο-εκτροφή 5^η)

Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (%)		Μέσος Όρος	Τυπικό Σφάλμα (SEM)	Τυπική Απόκλιση (SD)	Τιμή p
	Ελευθέρως βοσκής	51,37	2,02	9,05	>0,05
	Ελευθέρως βοσκής με αρωματικά φυτά	47,96	1,95	8,71	



Σχήμα 88. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα έναντι της DPPH σε ιστό συμβατικών, ελευθέρως βοσκής και σε ελευθέρως βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλων. (Φθινόπωρο-εκτροφή 5^η)

Με βάση την στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p = 0,000$) ανάμεσα στα Συμβατικά και τα Ελευθέρως βοσκής κοτόπουλα. Επίσης δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά (p

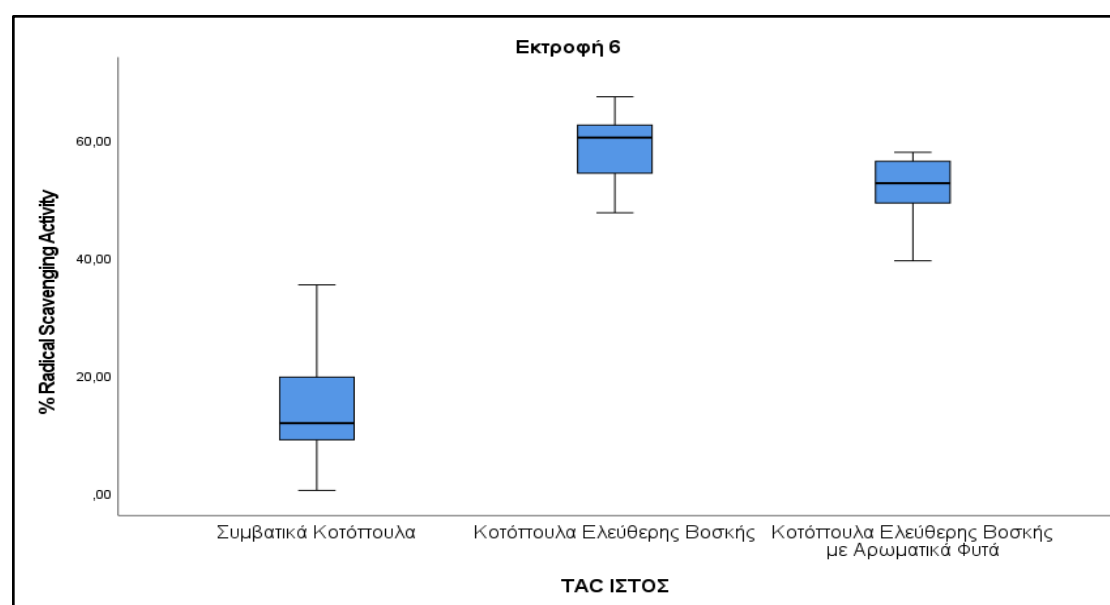
>0,05) ανάμεσα στα Ελευθέρως βοσκής και τα Ελευθέρως βοσκής κοτόπουλα με εμπλουτισμένη διατροφή.

Πίνακας 110. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) σε δείγματα ιστού συμβατικών και Ελευθέρως βοσκής κοτόπουλα. (Χειμώνας-εκτροφή 6^η)

Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (%)		Μέσος Όρος	Τυπικό Σφάλμα (SEM)	Τυπική Απόκλιση (SD)	Τιμή p
	Συμβατικά	15,59	2,48	11,09	0,000
	Ελευθέρως βοσκής	57,17	1,89	8,45	

Πίνακας 111. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) σε δείγματα ιστού Ελευθέρως βοσκής και Ελευθέρως βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα. (Χειμώνας-εκτροφή 6^η)

Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (%)		Μέσος Όρος	Τυπικό Σφάλμα (SEM)	Τυπική Απόκλιση (SD)	Τιμή p
	Ελευθέρως βοσκής	57,17	1,89	8,45	0,000
	Ελευθέρως βοσκής με αρωματικά φυτά	51,13	1,44	6,42	



Σχήμα 89. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα έναντι της DPPH σε ιστό συμβατικών, ελευθέρως βοσκής και σε ελευθέρως βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλων. (Χειμώνας-εκτροφή 6^η)

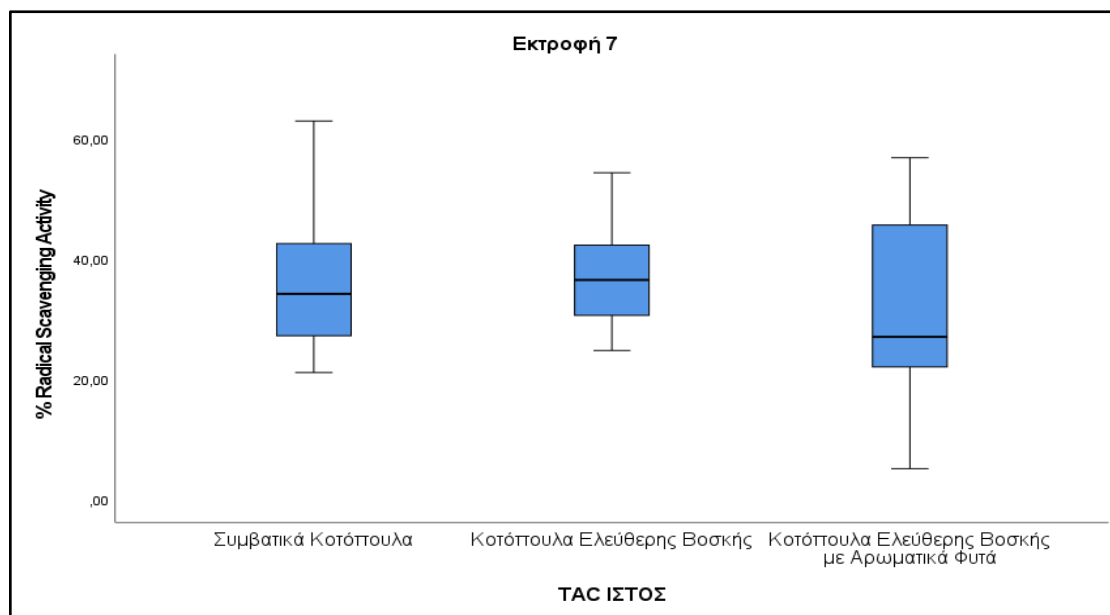
Με βάση την στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p=0,000$) ανάμεσα στα Συμβατικά και τα Ελευθέρως βοσκής κοτόπουλα. Επίσης παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p=0,000$) ανάμεσα στα Ελευθέρως βοσκής και τα Ελευθέρως βοσκής κοτόπουλα με εμπλουτισμένη διατροφή.

Πίνακας 112. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) σε δείγματα ιστού συμβατικών και Ελευθέρως βοσκής κοτόπουλα. (Άνοιξη-εκτροφή 7^η)

Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (%)		Μέσος Όρος	Τυπικό Σφάλμα (SEM)	Τυπική Απόκλιση (SD)	Τιμή p
	Συμβατικά	35,24	2,40	10,71	>0,05
	Ελευθέρως βοσκής	37,45	2,00	8,92	

Πίνακας 113. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) σε δείγματα ιστού Ελευθέρως βοσκής και Ελευθέρως βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα. (Άνοιξη-εκτροφή 7^η)

Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (%)		Μέσος Όρος	Τυπικό Σφάλμα (SEM)	Τυπική Απόκλιση (SD)	Τιμή p
	Ελευθέρως βοσκής	37,45	2,00	8,92	>0,05
	Ελευθέρως βοσκής με αρωματικά φυτά	32,37	3,38	15,11	



Σχήμα 90. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα έναντι της DPPH σε ιστό συμβατικών, ελευθέρως βοσκής και σε ελευθέρως βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλων. (Ανοιξη-εκτροφή 7^η)

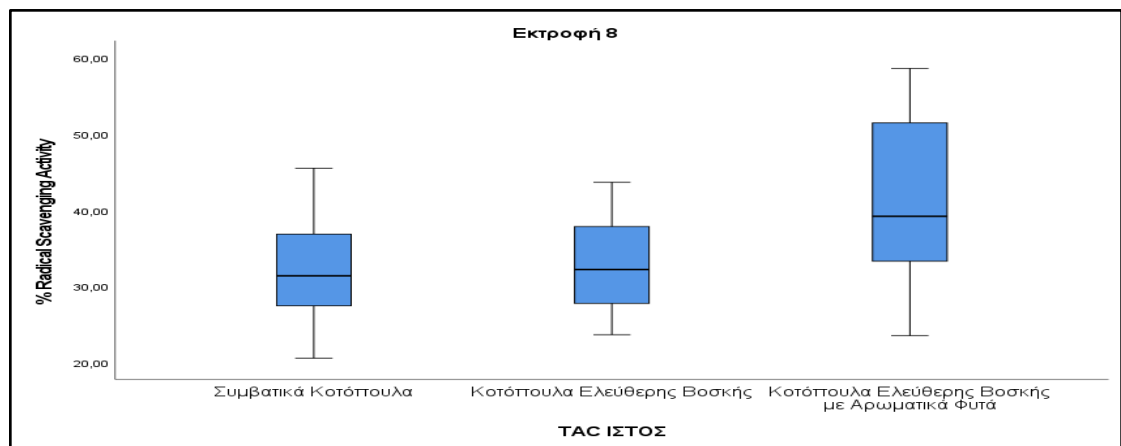
Με βάση την στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p > 0,05$) ανάμεσα στα Συμβατικά και τα Ελευθέρως βοσκής κοτόπουλα. Επίσης δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p > 0,05$) ανάμεσα στα Ελευθέρως βοσκής και τα Ελευθέρως βοσκής κοτόπουλα με εμπλουτισμένη διατροφή.

Πίνακας 114. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) σε δείγματα ιστού συμβατικών και Ελευθέρως βοσκής κοτόπουλα. (Καλοκαίρι-εκτροφή 8^η)

Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (%)		Μέσος Όρος	Τυπικό Σφάλμα (SEM)	Τυπική Απόκλιση (SD)	Τιμή p
	Συμβατικά	32,78	1,88	8,41	>0,05
	Ελευθέρως βοσκής	33,37	1,83	8,18	

Πίνακας 115. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) σε δείγματα ιστού Ελευθέρως βοσκής και Ελευθέρως βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα. (Καλοκαίρι-εκτροφή 8^η)

Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (%)		Μέσος Όρος	Τυπικό Σφάλμα (SEM)	Τυπική Απόκλιση (SD)	Τιμή p
	Ελευθέρως βοσκής	33,37	1,83	8,18	0,002
	Ελευθέρως βοσκής με αρωματικά φυτά	41,59	2,35	10,49	



Σχήμα 91. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα έναντι της DPPH σε ιστό συμβατικών, ελευθέρως βοσκής και σε ελευθέρως βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλων. (Καλοκαίρι-εκτροφή 8^η)

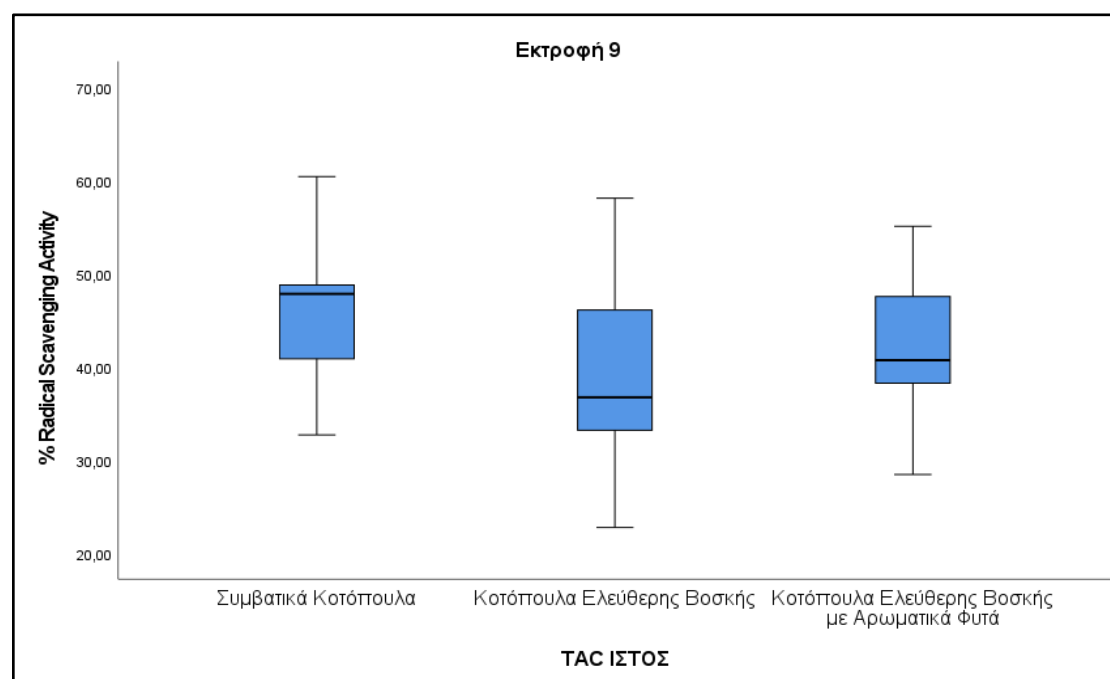
Με βάση την στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p > 0,05$) ανάμεσα στα Συμβατικά και τα Ελευθέρως βοσκής κοτόπουλα. Αντίθετα παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p = 0,002$) ανάμεσα στα Ελευθέρως βοσκής και τα Ελευθέρως βοσκής κοτόπουλα με εμπλουτισμένη διατροφή.

Πίνακας 116. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) σε δείγματα ιστού συμβατικών και Ελευθέρως βοσκής κοτόπουλα. (Καλοκαίρι-εκτροφή 9^η)

Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (%)		Μέσος Όρος	Τυπικό Σφάλμα (SEM)	Τυπική Απόκλιση (SD)	Τιμή p
	Συμβατικά	46,55	1,76	7,85	0,018
	Ελευθέρως βοσκής	39,05	2,10	9,40	

Πίνακας 117. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) σε δείγματα ιστού Ελευθέρας βοσκής και Ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα. (Καλοκαίρι-εκτροφή 9^η)

Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (%)		Μέσος Όρος	Τυπικό Σφάλμα (SEM)	Τυπική Απόκλιση (SD)	Τιμή p
	Ελευθέρας βοσκής	39,05	2,10	9,40	>0,05
	Ελευθέρας βοσκής με αρωματικά φυτά	41,94	1,72	7,51	



Σχήμα 92. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα έναντι της DPPH σε ιστό συμβατικών, ελευθέρας βοσκής και σε ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλων. (Καλοκαίρι-εκτροφή 9^η)

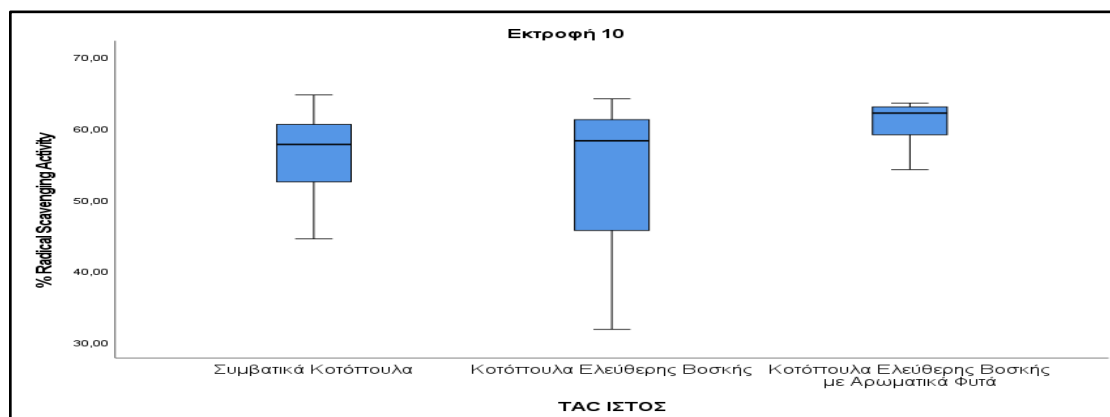
Με βάση την στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p = 0,018$) ανάμεσα στα Συμβατικά και τα Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα. Αντίθετα δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p > 0,05$) ανάμεσα στα Ελευθέρας βοσκής και τα Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα με εμπλουτισμένη διατροφή.

Πίνακας 118. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) σε δείγματα ιστού συμβατικών και Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα. (Φθινόπωρο-εκτροφή 10^η)

Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (%)		Μέσος Όρος	Τυπικό Σφάλμα (SEM)	Τυπική Απόκλιση (SD)	Τιμή p
	Συμβατικά	55,80	1,64	7,32	>0,05
	Ελευθέρως βοσκής	53,75	2,25	10,04	

Πίνακας 119. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) σε δείγματα ιστού Ελευθέρως βοσκής και Ελευθέρως βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα. (Φθινόπωρο-εκτροφή 10^η)

Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (%)		Μέσος Όρος	Τυπικό Σφάλμα (SEM)	Τυπική Απόκλιση (SD)	Τιμή p
	Ελευθέρως βοσκής	53,75	2,25	10,04	0,032
	Ελευθέρως βοσκής με αρωματικά φυτά	60,42	0,76	3,31	



Σχήμα 93. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα έναντι της DPPH σε ιστό συμβατικών, ελευθέρως βοσκής και σε ελευθέρως βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλων. (Φθινόπωρο-εκτροφή 10^η)

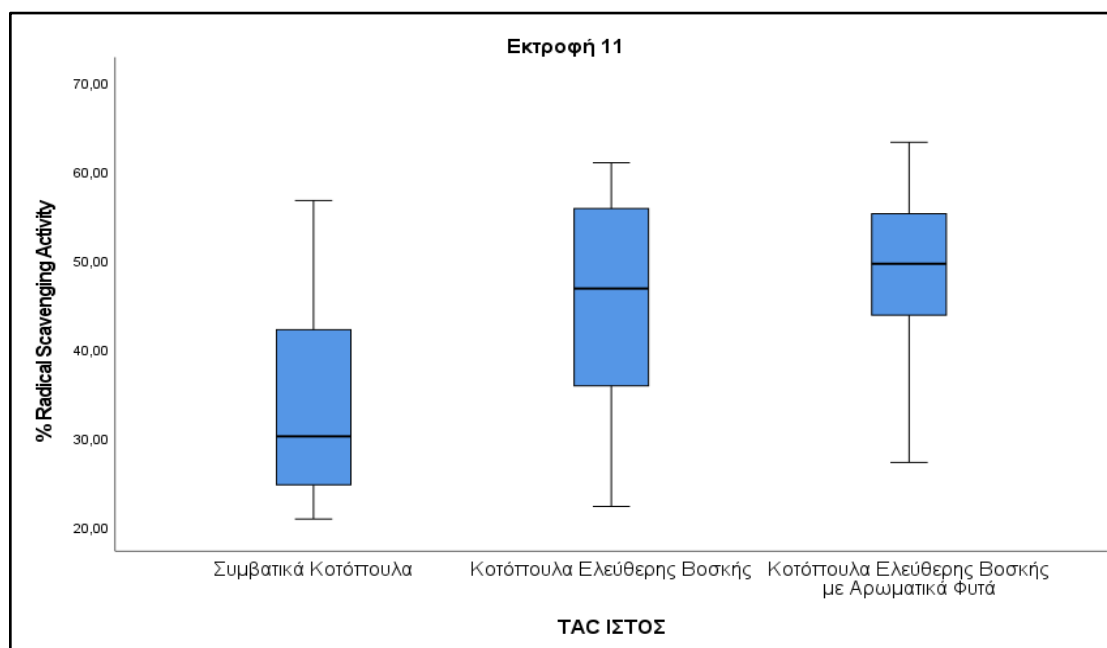
Με βάση την στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p > 0,05$) ανάμεσα στα Συμβατικά και τα Ελευθέρως βοσκής κοτόπουλα. Αντίθετα παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p = 0,032$) ανάμεσα στα Ελευθέρως βοσκής και τα Ελευθέρως βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή.

Πίνακας 120. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) σε δείγματα ιστού συμβατικών και Ελευθέρως βοσκής κοτόπουλα. (Χειμώνας-εκτροφή 11^η)

Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (%)		Μέσος Όρος	Τυπικό Σφάλμα (SEM)	Τυπική Απόκλιση (SD)	Τιμή p
	Συμβατικά	33,41	2,51	11,22	0,015
	Ελευθέρας βοσκής	45,60	2,68	11,98	

Πίνακας 121. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) σε δείγματα ιστού Ελευθέρας βοσκής και Ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα. (Χειμώνας-εκτροφή 11^η)

Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (%)		Μέσος Όρος	Τυπικό Σφάλμα (SEM)	Τυπική Απόκλιση (SD)	Τιμή p
	Ελευθέρας βοσκής	45,60	2,68	11,98	>0,05
	Ελευθέρας βοσκής με αρωματικά φυτά	47,92	2,45	10,69	



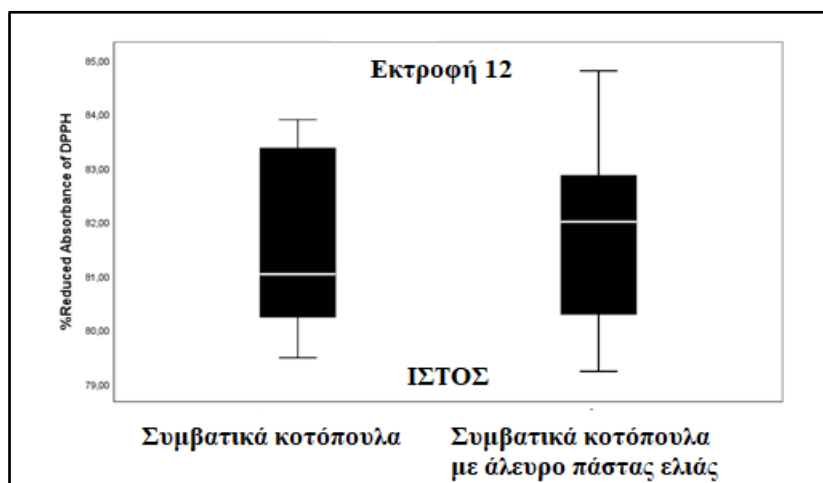
Σχήμα 94. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα έναντι της DPPH σε ιστό συμβατικών, ελευθέρας βοσκής και σε ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλων. (Χειμώνας-εκτροφή 11^η)

Με βάση την στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p = 0,015$) ανάμεσα στα Συμβατικά και τα Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα. Αντίθετα δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά (p

>0,05) ανάμεσα στα Ελευθέρως βοσκής και τα Ελευθέρως βοσκής κοτόπουλα με εμπλουτισμένη διατροφή.

Πίνακας 122. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) σε δείγματα ιστού συμβατικών και συμβατικών με εμπλουτισμένη διατροφή (άλευρο πάστας ελιάς). (εκτροφή 12^η)

Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (%)		Μέσος Όρος	Τυπικό Σφάλμα (SEM)	Τυπική Απόκλιση (SD)	Τιμή p
	Συμβατικά	81,6	0,53	1,67	>0.05
	Συμβατικά με εμπλουτισμένη διατροφή	81,8	0,65	2,05	



Σχήμα 95. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα έναντι της DPPH σε ιστό συμβατικών και συμβατικών με άλευρο πάστας ελιάς κοτόπουλων. (εκτροφή 12^η)

Με βάση την στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p > 0,05$) ανάμεσα στα συμβατικά και τα συμβατικά με άλευρο πάστας ελιάς κοτόπουλα.

6.5 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα αντιοξειδωτικής κατάστασης στο ορό και σε ιστό των κρεατοπαραγωγικών πουλερικών ανά εποχή.

Στον Πίνακα 123 παρουσιάζονται οι συγκεντρώσεις της α-τοκοφερόλης (βιταμίνη Ε) σε δείγματα ορού συμβατικών, Ελευθέρως βοσκής και Ελευθέρως βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά/άλευρο πάστας ελιάς) για τις διάφορες εκτροφές ανά εποχή.

Πίνακας 123. Συγκεντρωτικά αποτελέσματα για την α-τοκοφερόλη σε δείγματα ορού συμβατικών, Ελευθέρας βοσκής (ΕΒ) και Ελευθέρας βοσκής (με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα (ΕΒΕ)).

α-τοκοφερόλη (Βιταμίνη Ε)- Ορός				
Εποχή	Εκτροφή	Μέσος όρος	Μέσος όρος	Τιμή p
Φθινόπωρο	1 ^η	Συμβατικά (10,99)	ΕΒ (12,66)	p>0,05
			ΕΒΕ (13,89)	p<0,05
		ΕΒ (12,66)	ΕΒΕ (13,89)	p>0,05
Χειμώνας	2 ^η	Συμβατικά (12,18)	ΕΒ (14,4)	p>0,05
			ΕΒΕ (14,33)	p>0,05
		ΕΒ (14,4)	ΕΒΕ (14,33)	p>0,05
Άνοιξη	3 ^η	Συμβατικά (12,76)	ΕΒ (11,72)	p>0,05
			ΕΒΕ (13,39)	p>0,05
		ΕΒ (11,72)	Αρωματικά (13,39)	p>0,05
Φθινόπωρο	5 ^η	Συμβατικά (9,95)	ΕΒ (6,50)	p<0,001
			ΕΒΕ (8,83)	p>0,05
		ΕΒ (17,48)	ΕΒΕ (8,83)	p>0,05
Χειμώνας	6 ^η	Συμβατικά (18,64)	ΕΒ (14,61)	p>0,05
			ΕΒΕ (16,72)	p>0,05
		ΕΒ (14,61)	ΕΒΕ (16,72)	p>0,05
Άνοιξη	7 ^η	Συμβατικά (13,95)	ΕΒ (12,63)	p>0,05
			ΕΒΕ (13,81)	p>0,05
		ΕΒ (12,63)	ΕΒΕ (13,81)	p>0,05
Καλοκαίρι	8 ^η	Συμβατικά (3,85)	ΕΒ (14,41)	p<0,05
			ΕΒΕ (12,91)	p<0,05
		ΕΒ (14,57)	ΕΒΕ (12,91)	p>0,05
Καλοκαίρι	9 ^η	ΕΒ (52,41)	ΕΒΕ (27,73)	p<0,05
			Συμβατικά (29,94)	p<0,05
		Συμβατικά (29,94)	ΕΒΕ (27,73)	p>0,05

Φθινόπωρο	10 ^η	Συμβατικά (29,95)	EB (30,26)	p>0,05
			EBE (25,58)	p>0,05
		EB (30,26)	EBE (25,58)	p>0,05
Χειμώνας	11 ^η	Συμβατικά (29,58)	EB (26,92)	p>0,05
			EBE (25,58)	p>0,05
		EB (26,92)	Αρωματικά (25,58)	p>0,05
Πιλοτική	12 ^η	Συμβατικά (13,2)	Συμβατικά με άλευρο πάστας ελιάς (9,0)	p≤0.05

Στον Πίνακα 124 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας σε δείγματα ορού συμβατικών, Ελευθέρας βοσκής (EB) και Ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα για τις διάφορες εκτροφές ανά εποχή (EBE).

Πίνακας 124. Συγκεντρωτικά αποτελέσματα για την ολική αντιοξειδωτική ικανότητα σε δείγματα ορού συμβατικών, Ελευθέρας βοσκής (EB) και Ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα (EBE).

Εποχή	Εκτροφή	Μέσος όρος	Μέσος όρος	Τιμή p
Φθινόπωρο	1 ^η	Συμβατικά (9,87)	EB (4,32)	p>0,05
			EBE (17,08)	p>0,05
		EB (6,86)	EBE (17,08)	p<0,001
Χειμώνας	2 ^η	Συμβατικά (17,06)	EB (22,04)	p>0,05
			EBE (17,32)	p>0,05
		EB (22,04)	EBE (17,32)	p>0,05
Άνοιξη	3 ^η	Συμβατικά (22,73)	EB (28,83)	p<0,05
			EBE (25,87)	p>0,05
		EB (28,83)	EBE (25,87)	p>0,05
Φθινόπωρο	5 ^η	Συμβατικά (42,68)	EB (33,17)	p<0,001
			EBE (33,74)	p<0,05
		EB (33,17)	EBE (33,74)	p>0,05
Χειμώνας	6 ^η	Συμβατικά (36,92)	EB (37,54)	p>0,05

			EBE (42,86)	p<0,05
		EB (37,54)	EBE (42,86)	p>0,05
Άνοιξη	7 ^η	Συμβατικά (35,24)	EB (46,41)	p<0,001
			EBE (35,29)	p>0,05
		EB (46,41)	EBE (35,29)	p<0,05
Καλοκαίρι	8 ^η	Συμβατικά (19,95)	EB (24,20)	p>0,05
			EBE (19,29)	p<0,05
		EB (24,20)	EBE (19,29)	p<0,01
Καλοκαίρι	9 ^η	EB (56,95)	EBE (50,53)	p<0,001
			Συμβατικά (50,39)	p<0,05
		Συμβατικά (50,39)	EBE (50,53)	p>0,05
Φθινόπωρο	10 ^η	Συμβατικά (27,49)	EB (32,93)	p<0,05
			EBE (28,41)	p>0,05
		EB (32,93)	EBE (28,41)	p<0,05
Χειμώνας	11 ^η	Συμβατικά (33,88)	EB (35,16)	p>0,05
			EBE (39,59)	p<0,05
		EB (35,16)	EBE (39,59)	p<0,05
Πιλοτική	12 ^η	Συμβατικά (70,6)	Συμβατικά με άλευρο πάστας ελιάς (64)	p>0.05

Στον Πίνακα 125 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας σε δείγματα ιστού συμβατικών, Ελευθέρας βοσκής και Ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα για τις διάφορες εκτροφές ανά εποχή.

Πίνακας 125. Συγκεντρωτικά αποτελέσματα για την ολική αντιοξειδωτική ικανότητα σε δείγματα ιστού συμβατικών, Ελευθέρας βοσκής (EB) και Ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα (EBE).

Εποχή	Εκτροπή	Μέσος όρος	Μέσος όρος	Τιμή p
Φθινόπωρο	1 ^η	Συμβατικά (55,12)	EB (46,75)	P=0,04
			EBE (50,68)	p<0,05
		EB (46,75)	EBE (50,68)	p>0,05
Χειμώνας	2 ^η	Συμβατικά (59,54)	EB (52,91)	0,000
			EBE (62,07)	p<0,05
		EB (52,91)	EBE (62,07)	0,000
Άνοιξη	3 ^η	Συμβατικά (64,85)	EB (63,35)	p>0,05
			EBE (61,06)	p>0,05
		EB (63,35)	EBE (61,06)	p>0,05
Φθινόπωρο	5 ^η	Συμβατικά (15,81)	EB (52,60)	0,000
			EBE (47,96)	p<0,05
		EB (51,37)	EBE (47,96)	p>0,05
Χειμώνας	6 ^η	Συμβατικά (15,59)	EB (57,17)	0,000
			EBE (51,13)	0,000
		EB (57,17)	EBE (51,13)	p<0,05
Άνοιξη	7 ^η	Συμβατικά (35,24)	EB (37,45)	p>0,05
			EBE (32,37)	p>0,05
		EB (37,45)	EBE (32,37)	p>0,05
Καλοκαίρι	8 ^η	Συμβατικά (32,78)	EB (33,37)	p>0,05
			EBE (41,00)	p>0,05
		EB (33,37)	EBE (41,00)	p=0,002
Καλοκαίρι	9 ^η	Συμβατικά (46,55)	EBE (41,94)	P=0,018
			EB (39,05)	p<0,05
		EB (39,05)	EBE (41,94)	p>0,05
Φθινόπωρο	10 ^η	Συμβατικά (55,80)	EB (53,75)	p>0,05
			EBE (60,42)	p<0,05
		EB (53,75)	EBE (60,42)	p=0,032
Χειμώνας	11 ^η	Συμβατικά (33,41)	EB (45,60)	p=0,015

			EBE (47,92)	p<0,05
		EB (45,60)	EBE (47,92)	p>0,05

Στον Πίνακα 126 παρουσιάζονται οι συγκεντρώσεις της μηλονικής διαλδεϋδης σε δείγματα ορού συμβατικών, Ελευθέρας βοσκής (EB) και Ελευθέρας βοσκής (EBE) με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα για τις διάφορες εκτροφές ανά εποχή.

Πίνακας 126. Συγκεντρωτικά αποτελέσματα της μηλονικής διαλδεϋδης σε δείγματα ορού συμβατικών, Ελευθέρας βοσκής (EB) και Ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα (EBE).

Εποχή	Εκτροφή	Μέσος όρος	Μέσος όρος	Τιμή p
Φθινόπωρο	1 ^η	Συμβατικά (3,60)	EB (2,34)	p=0,036
			EBE (4,42)	p>0,05
		EB (2,34)	EBE (4,42)	p=0,001
Χειμώνας	2 ^η	Συμβατικά (3,28)	EB (4,67)	p>0,05
			EBE (8,74)	p<0,05
		EB (4,67)	EBE (8,74)	p>0,05
Άνοιξη	3 ^η	Συμβατικά (2,59)	EB (3,45)	p>0,05
			EBE (8,13)	p<0,05
		EB (3,57)	EBE (8,13)	p>0,05
Φθινόπωρο	5 ^η	Συμβατικά (4,01)	EB (5,27)	p>0,05
			EBE (4,90)	p>0,05
		EB (5,27)	EBE (4,90)	p>0,05
Χειμώνας	6 ^η	Συμβατικά (3,83)	EB (3,70)	p>0,05
			EBE (5,89)	p<0,05
		EB (3,70)	EBE (5,89)	p=0,009
Άνοιξη	7 ^η	Συμβατικά (4,09)	EB (5,95)	p=0,005
			EBE (4,50)	p>0,05
		EB (5,95)	EBE (4,50)	p=0,036

Καλοκαίρι	8 ^η	Συμβατικά (4,48)	EB (4,49)	p>0,05
			EBE (3,79)	p>0,05
		EB (4,49)	EBE (3,79)	p>0,05
Καλοκαίρι	9 ^η	Συμβατικά (1,29)	EBE (1,81)	p<0,001
			EB (4,16)	p<0,05
		EB (4,16)	EBE (1,84)	p<0,001
Φθινόπωρο	10 ^η	Συμβατικά (3,67)	EB (5,31)	p=0,014
			EBE (4,84)	p>0,05
		EB (5,31)	EBE (4,84)	p>0,05
Χειμώνας	11 ^η	Συμβατικά (4,62)	EB (3,82)	p>0,05
			EBE (3,97)	p>0,05
		EB (3,82)	EBE (3,97)	p>0,05

Στον Πίνακα 127 παρουσιάζονται οι συγκεντρώσεις της μηλονικής διαλδεΰδης σε δείγματα ιστού συμβατικών, Ελευθέρας βοσκής (EB) και Ελευθέρας βοσκής (EBE) με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα για τις διάφορες εκτροφές ανά εποχή.

Πίνακας 127. Συγκεντρωτικά αποτελέσματα της μηλονικής διαλδεΰδης σε δείγματα ιστού συμβατικών, Ελευθέρας βοσκής (EB) και Ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα (EBE).

Εποχή	Εκτροφή	Μέσος όρος	Μέσος όρος	Τιμή p
Φθινόπωρο	1 ^η	Συμβατικά (5,23)	EB (2,75)	p=0,002
			EBE (3,53)	p>0,05
		EB (2,75)	EBE (3,53)	p>0,05
Χειμώνας	2 ^η	Συμβατικά (1,74)	EB (2,11)	p>0,05
			EBE (2,10)	p>0,05
		EB (2,11)	EBE (2,10)	p>0,05
Άνοιξη	3 ^η	Συμβατικά (2,50)	EB (2,39)	p>0,05
			EBE (3,27)	p>0,05

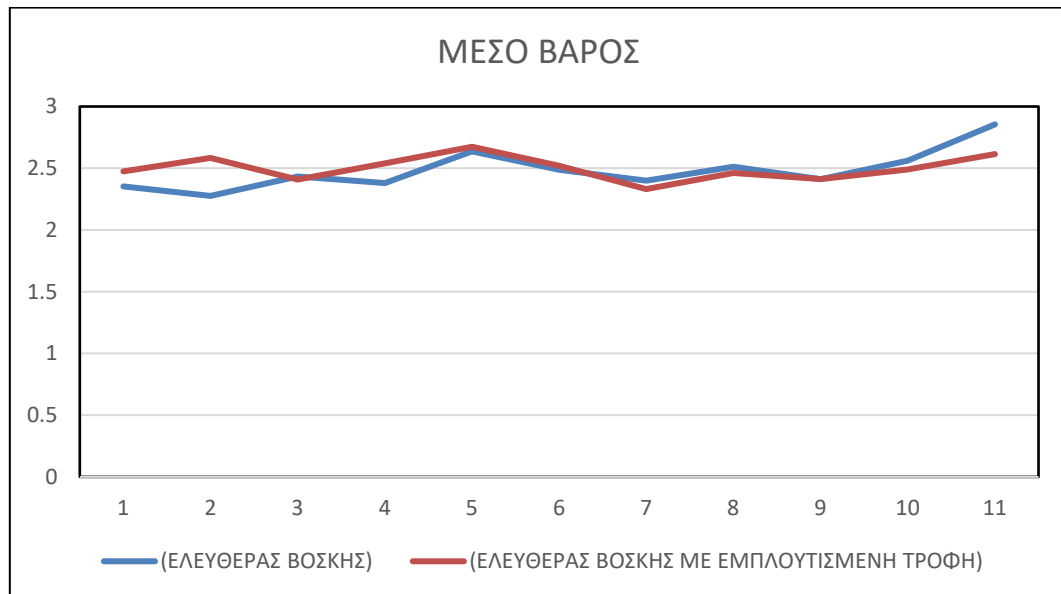
		EB (2,39)	EBE (3,27)	p=0,002
Φθινόπωρο	5 ^η	Συμβατικά (3,16)	EB (1,77)	p<0,001
			EBE (2,22)	p<0,05
		EB (1,77)	EBE (2,22)	p>0,05
Χειμώνας	6 ^η	Συμβατικά (4,92)	EB (1,30)	p<0,001
			EBE (1,72)	p<0,05
		EB (1,30)	EBE (1,72)	p>0,05
Άνοιξη	7 ^η	Συμβατικά (3,13)	EB (4,15)	p>0,05
			EBE (4,16)	p>0,05
		EB (4,15)	EBE (4,16)	p>0,05
Καλοκαίρι	8 ^η	Συμβατικά (4,12)	EB (5,64)	p>0,05
			EBE (1,89)	p<0,05
		EB (5,64)	EBE (1,89)	p=0,005
Καλοκαίρι	9 ^η	Συμβατικά (2,16)	EB (1,92)	p>0,05
			EBE (2,16)	p>0,05
		EB (1,92)	EBE (2,16)	p>0,05
Φθινόπωρο	10 ^η	Συμβατικά (1,71)	EB (2,55)	p<0,05
			EBE (2,88)	p<0,05
		EB (2,55)	EBE (2,88)	p>0,05
Χειμώνας	11 ^η	Συμβατικά (3,31)	EB (2,55)	p>0,05
			EBE (2,25)	p>0,05
		EB (2,55)	EBE (2,25)	p>0,05

6.6 Παράμετροι ανάπτυξης και αξιοποίησης της τροφής στα κοτόπουλα

Η μέτρηση του σωματικού βάρους (Body Weight, BW) πραγματοποιήθηκε στο τέλος των εκτροφών συγκεκριμένα την 45^η ημέρας της ηλικίας τους για τα συμβατικά κοτόπουλα και την 70^η ημέρα της ηλικίας τους για τα ελευθέρως βοσκής. Ο λόγος μετατροπής τροφής (FCR) υπολογίστηκε αθροιστικά για τη συνολική περίοδο παραγωγής ως πρόσληψη τροφής διαιρεμένη με το κέρδος σωματικού βάρους. Η θνησιμότητα καταγραφόταν καθημερινά, ενώ ο Συντελεστής Απόδοσης Παραγωγής ή συντελεστής παραγωγικής αποτελεσματικότητας (EEF) υπολογίστηκε στο τέλος του

πειράματος, σύμφωνα με τον τύπο: $(\text{Βάρος (kg)} \times \text{Βιωσιμότητα (\%)} \times 100) / (\text{FCR} \times \text{ηλικία σφαγής})$. Η πρόσληψη τροφής υπολογίστηκε ανά φάση ανάπτυξης.

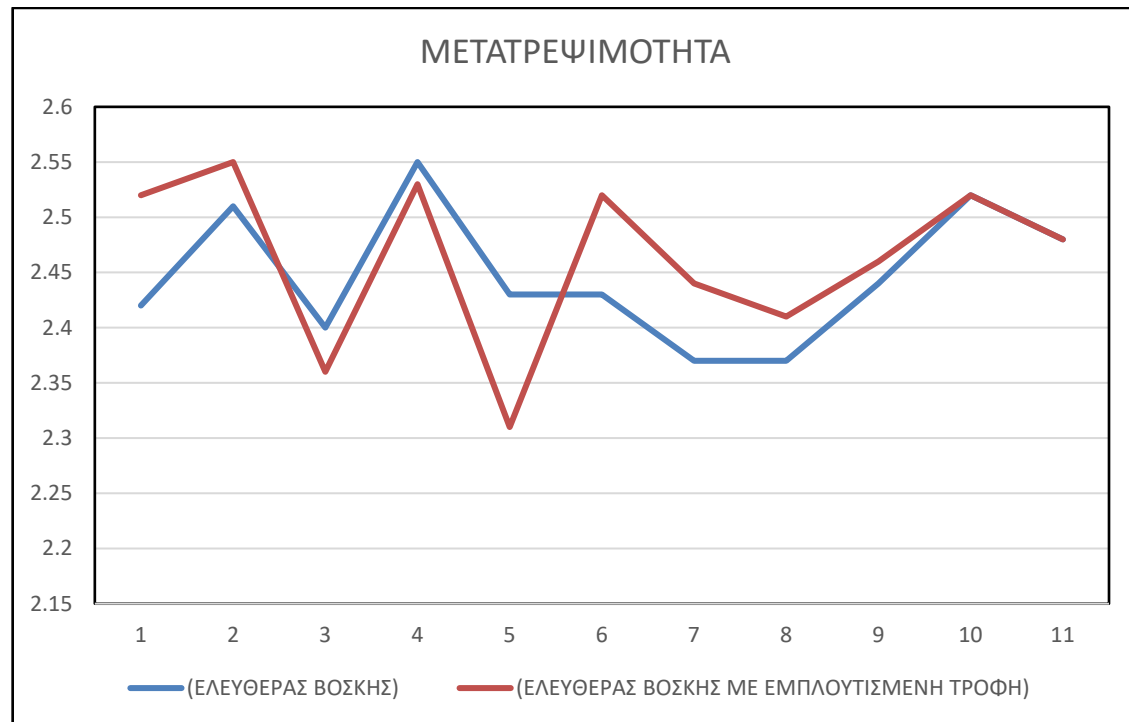
Σχήμα 96. Αποτελέσματα μέτρησης μέσου σωματικού βάρους για τα ελευθέρως βοσκής και ελευθέρως βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα.



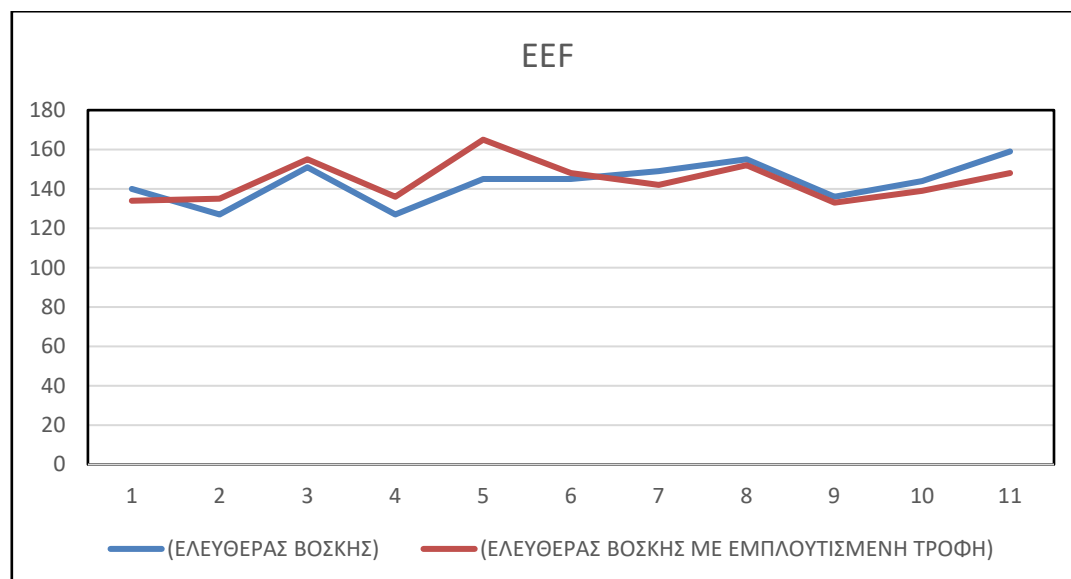
Σχήμα 97. Απώλειες % για τα ελευθέρως βοσκής και ελευθέρως βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα.



Σχήμα 98. Αποτελέσματα για τον δείκτη μετατρεψιμότητας της τροφής για τα ελευθέρως βοσκής και ελευθέρως βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα.



Σχήμα 99. Αποτελέσματα του Συντελεστή Απόδοσης Παραγωγής ή συντελεστής παραγωγικής αποτελεσματικότητας (EEF) για τα ελευθέρως βοσκής και ελευθέρως βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα.



Με βάση τα παραπάνω αποτελέσματα των αποδόσεων ανάπτυξης, τα κοτόπουλα ελευθέρως βοσκής και τα κοτόπουλα ελευθέρως βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή δεν παρουσίασαν σημαντικές διαφοροποιήσεις στις παραμέτρους ανάπτυξης και αξιοποίησης της τροφής. Αντίθετα τα κοτόπουλα ελευθέρως βοσκής παρουσίασαν συνολικά αυξημένες τιμές του Συντελεστή Μετατρεψιμότητας της Τροφής (FCR), χαμηλότερες τιμές του Συντελεστή Απόδοσης Παραγωγής (EEF) και του σωματικού βάρους σε σύγκριση με τα κοτόπουλα με συμβατική εκτροφή (ταχείας ανάπτυξης), ενώ η θνησιμότητα δεν παρουσίασε ιδιαίτερες διαφορές

Χημικές αναλύσεις κρέατος

Με την ολοκλήρωση κάθε εκτροφής στο «Χημικό Μικροβιολογικό εργαστήριο» του Αγροτικού Πτηνοτροφικού Συνεταιρισμού «ΑΠΣΙ-ΠΙΝΔΟΣ» πραγματοποιήθηκε έλεγχος σε ποιοτικά χαρακτηριστικά, απόδοση, περιεκτικότητα του ψυχρού σφαγίου σε εδώδιμο ιστό και οστά, περιεκτικότητα του εδώδιμου ιστού σε ολικές πρωτεΐνες, λίπος, υγρασία και τέφρα και προσδιορισμός των ινωδών ουσιών. Επιπλέον πραγματοποιήθηκαν εργαστηριακές αναλύσεις διαθρεπτικής αξίας του κρέατος, βακτηριολογικοί έλεγχοι και μελέτες διατηρησιμότητας σε προϊόντα της κάθε εκτροφής. Επίσης πραγματοποιήθηκε η χημική ανάλυση της περιεκτικότητας του μυϊκού ιστού στήθους και μηρού των ορνιθίων σε πρωτεΐνες, λιπαρές ουσίες, ανόργανη ουσία και υγρασία.

Πίνακας 128. Χημική ανάλυση κρέατος

Χημικές Αναλύσεις / Εκτροφή	Πρωτεΐνη (%)	Λίπος (%)	Υγρασία (%)	Τέφρα (%)	Υπολείμματα αντιμικροβιακών ουσιών	pH
Ελευθέρως βοσκής κοτόπουλα εμπλουτισμένα αρωματικά φυτά	22,3	12,4	65,3	1,2	αρνητικό	5,39
Ελευθέρως βοσκής κοτόπουλα	21,2	12,2	65,2	1,1	αρνητικό	5,2

Συμβατικό Κοτόπουλα	20,9	13,2	66,2	1,2	αρνητικό	5,6
--------------------------------	------	------	------	-----	----------	-----

Η χημική ανάλυση κρέατος έδειξε ότι τα κοτόπουλα ελευθέρως βοσκής εμφάνισαν υψηλότερες τιμές πρωτεΐνης σε σύγκριση με τα συμβατικά κοτόπουλα, και χαμηλότερες τιμές λίπους, υγρασίας, τέφρας, ικανότητα συγκράτησης νερού (WHC) και pH. Τα κοτόπουλα ελευθέρως βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή κατά την χημική ανάλυση κρέατος εμφάνισαν ακόμα πιο βελτιωμένα χαρακτηριστικά πρωτεΐνης (κατά 1,1%), λίπος (κατά 0,2%), υγρασία (κατά 0,1%), τέφρα (κατά 0,1%), WHC (κατά 0,15%) και pH (κατά 0,2 μονάδες), σε σύγκριση τα κοτόπουλα ελευθέρως βοσκής.

Πίνακας 129. Αποτελέσματα μικροβιολογικού ελέγχου εκτροφής

Ελευθέρως βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα	
Salmonella spp (PCR)	Δεν ανιχνεύτηκε
NDV (ELISA)	Τίτλος=1500, CV=30
IBV (ELISA)	Τίτλος=1700, CV=35
MAREKS (PCR)	Δεν ανιχνεύτηκε
OMX (cfu/64CM2/30min)	2800
Ζύμες Μύκητες (cfu/64CM2/30min)	150
Ελευθέρως βοσκής κοτόπουλα	
Salmonella spp (PCR)	Δεν ανιχνεύτηκε
NDV (ELISA)	Τίτλος=1200, CV=35
IBV (ELISA)	Τίτλος=1600, CV=37
MAREKS (PCR)	Δεν ανιχνεύτηκε
OMX (cfu/64CM2/30min)	3800
Ζύμες Μύκητες (cfu/64CM2/30min)	250
Συμβατικό κοτόπουλο	
Salmonella spp (PCR)	Δεν ανιχνεύτηκε
NDV (ELISA)	Τίτλος=1300, CV=35
IBV (ELISA)	Τίτλος=1680, CV=372
MAREKS (PCR)	Δεν ανιχνεύτηκε
OMX (cfu/64CM2/30min)	1800

Ζύμες Μύκητες (cfu/64CM2/30min)	350
---------------------------------	-----

Όσο αναφορά τα αποτελέσματα μικροβιακού ελέγχου, φάνηκε πως δεν υπάρχει σημαντική απόκλιση στους τίτλους αντισωμάτων μετά από εμβολιασμό για ιούς IBV, NDV μεταξύ κοτόπουλων Ελευθέρας βοσκής, Ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) και Συμβατικών. Πιθανότατα η ειδική ανοσολογική απόκριση έχει μικρή διακύμανση από τους συγκεκριμένους τρόπους εκτροφής. Παθογόνοι μικροοργανισμοί (*Salmonella* spp και Mareks Disease Virus) επίσης δεν ανιχνεύθηκαν σε κανένα από τα συστήματα εκτροφής. Αντίστοιχα η μικροβιολογική εικόνα του αέρα πτηνοτροφείου εκτροφής (Ολική Μεσόφιλη Χλωρίδα (OMX) και Ζύμες Μύκητες) ήταν σε παρόμοια επίπεδα με την OMX να είναι οριακά υψηλότερη στα σμήνη Ελεύθερης Βοσκής.

Αποτελέσματα οργανοληπτικού ελέγχου

Για την αξιολόγηση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών ψήθηκαν μηροί κοτόπουλου από τις τρεις ομάδες στους 200°C για 30 λεπτά και δόθηκαν σε οκτώ γευσιγνώστες με τυχαία σειρά. Οι γευσιγνώστες βαθμολόγησαν τη γεύση, την οσμή, τη γεύση, την τρυφερότητα, το χρώμα και την υφή του κρέατος σε μια κλίμακα από 0 έως 5 βαθμούς. Η ομάδα οργανοληπτικής αξιολόγησης αξιολόγησε τα τελικά οργανοληπτικά χαρακτηριστικά. Ακολούθησε η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων και σύγκριση διαφορετικών τρόπων εκτροφής

Πίνακας 130. Αποτελέσματα των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών των ψημένων κοτόπουλων.

Ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή	1	2	3	4	5	6	7	8	Μέσος όρος
Οσμή	5	5	5	5	5	5	5	4	4,88
Γεύση	5	5	5	5	3,5	5	5	4	4,69
Τρυφερότητα	5	5	5	5	4	5	5	5	4,88
Χρώμα	4	4	5	5	4	5	5	5	4,63
Υφή	5	5	5	5	4	5	4	5	4,75
Συνολική αξιολόγηση									23,81

Ελευθέρας βοσκής	1	2	3	4	5	6	7	8	Μέσος όρος
Οσμή	5	4	5	5	5	5	5	4	4,75
Γεύση	4	5	5	4	3	4	5	4	4,25
Τρυφερότητα	5	5	5	5	4	5	5	5	4,88
Χρώμα	4	4	5	5	3	5	4	4	4,25
Υφή	5	5	5	5	4	5	5	5	4,88
Συνολική αξιολόγηση									23,00

Συμβατικά	1	2	3	4	5	6	7	8	Μέσος όρος
Οσμή	4	3	4	5	3	4	4	4	3,88
Γεύση	4	3	4	5	4	5	4	4	4,13
Τρυφερότητα	5	5	5	5	5	5	5	5	5,00
Χρώμα	5	4	4	5	3	4	4	3	4,00
Υφή	5	5	4	5	3	4	4	5	4,38
Συνολική αξιολόγηση									21,38

Κλίμακα: 0-5 0= απαράδεκτο, 5=άριστο

Τα αποτελέσματα του οργανοληπτικού ελέγχου έδειξαν ότι τα κοτόπουλα ελευθέρας βοσκής συγκέντρωσαν συνολικά υψηλότερη βαθμολογία σε σύγκριση με τα συμβατικά κοτόπουλα, εκτός από έναν δείκτη αυτόν της τρυφερότητας. Ακόμα πιο βελτιωμένα αποτελέσματα στον οργανοληπτικό έλεγχο παρουσίασαν τα κοτόπουλα ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή όσο αφορά την οσμή και τη γεύση. Εξάιρεση αποτέλεσε η υφή ενώ η τρυφερότητα ήταν παρόμοια.

Επιπλέον, πραγματοποιήθηκαν εργαστηριακές αναλύσεις διαθρεπτικής αξίας του κρέατος, βακτηριολογικοί έλεγχοι και μελέτες διατηρησιμότητας σε προϊόντα της κάθε εκτροφής.

Πίνακας 131. Βακτηριολογικοί έλεγχοι και μελέτες διατηρησιμότητας.

Α) Ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα

Ημέρες συντήρησης στο ψυγείο	0	2	6	8
OMX	10.000	80.000	170.000	3.800.000
Pseudomonads	2.300	50.000	90.000	3.000.000
Lactic acid bacteria	0			1.800.000
Cl. Perfringens				
E.coli	200	250	3.000	15.000
Listeria monocytogenes	δεν ανιχνεύτηκε	δεν ανιχνεύτηκε	δεν ανιχνεύτηκε	δεν ανιχνεύτηκε
Salmonella spp	δεν ανιχνεύτηκε	δεν ανιχνεύτηκε	δεν ανιχνεύτηκε	δεν ανιχνεύτηκε

Β) Ελευθέρως βοσκής κοτόπουλα

Ημέρες συντήρησης στο ψυγείο	0	2	6	8
OMX	20.000	90.000	270.000	800.0000
Pseudomonads	5.300	70.000	190.000	7.000.000
Lactic acid bacteria	0			1.500.000
Cl. Perfringens				
E.coli	300	450	1.200	35.000
Listeria monocytogenes	δεν ανιχνεύτηκε	δεν ανιχνεύτηκε	δεν ανιχνεύτηκε	δεν ανιχνεύτηκε
Salmonella spp	δεν ανιχνεύτηκε	δεν ανιχνεύτηκε	δεν ανιχνεύτηκε	δεν ανιχνεύτηκε

Γ) Συμβατικά κοτόπουλα

Ημέρες συντήρησης στο ψυγείο	0	2	6	8
OMX	40.000	80.000	37.000	9.000.000
Pseudomonads	5.000	60.000	200.000	8.000.000
Lactic acid bacteria	0			2.500.000
Cl. Perfringens				
E.coli	300	800	1.800	55.000
Listeria monocytogenes	δεν ανιχνεύτηκε	δεν ανιχνεύτηκε	δεν ανιχνεύτηκε	δεν ανιχνεύτηκε
Salmonella spp	δεν ανιχνεύτηκε	δεν ανιχνεύτηκε	δεν ανιχνεύτηκε	δεν ανιχνεύτηκε

Κατά τη μελέτη διατηρησιμότητας του κρέατος φάνηκε ότι η Ολική Μεσόφιλη Χλωρίδα (OMX) στα κοτόπουλα Ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) είναι οριακά καλύτερη από τα κοτόπουλα Ελευθέρας βοσκής. Οι μικροβιολογικοί δείκτες (OMX, Pseudomonads και E.coli) παρουσίασαν οριακά αργότερο ρυθμό ανάπτυξης κατά την αποθήκευση του αντίστοιχου κρέατος στο ψυγείο. Ενδεχομένως ο εμπλουτισμός της διατροφής να συνεισφέρει και στην ελάχιστη αύξηση του χρόνου αποθήκευσης αντίστοιχων προϊόντων.

Μετεωρολογικά δεδομένα

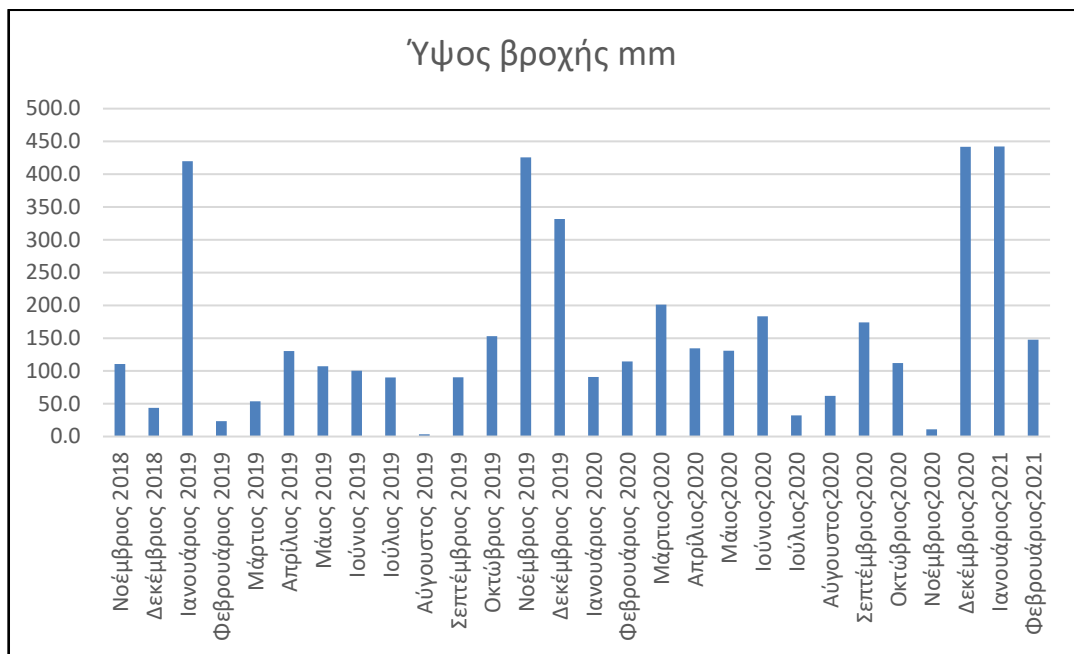
Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα μετεωρολογικά δεδομένα για την πόλη των Ιωαννίνων.

Πίνακας 132. Μετεωρολογικά δεδομένα για τα Ιωάννινα (Περίοδος 2018-2021)

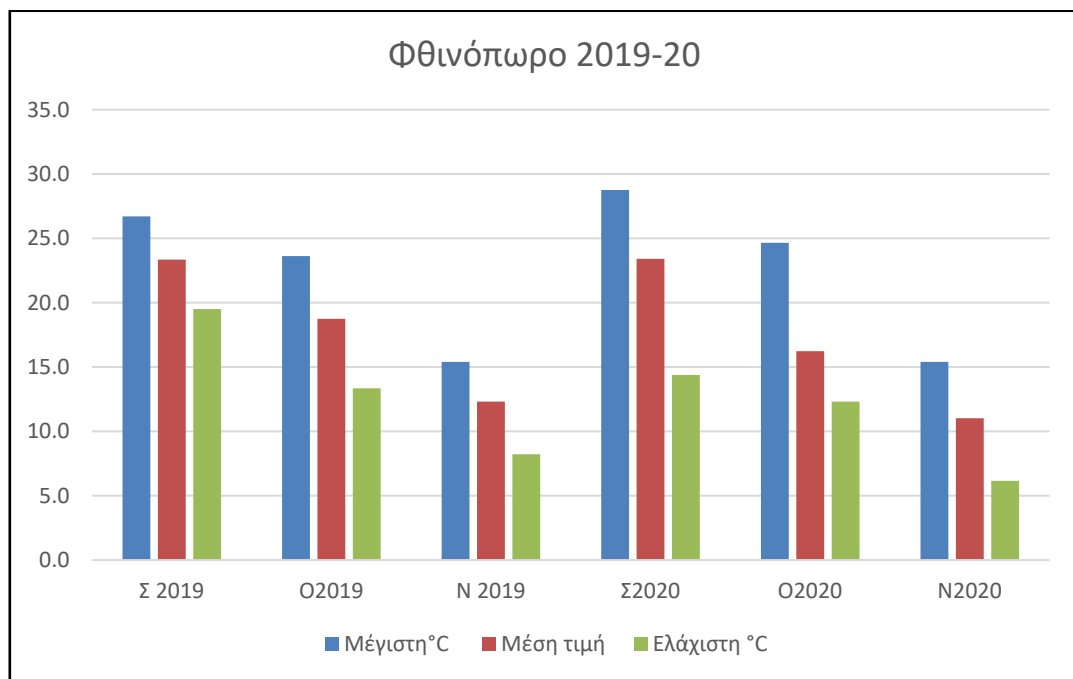
Μήνας	Μέγιστη °C	Μέση θερμοκρασία	Ελάχιστη °C	Ύψος βροχής (mm)	Ταχύτητα ανέμου (km/h)
Νοέμβριος 2018	19,5	10,7	4,1	110,7	7
Δεκέμβριος 2018	8,2	4,7	1,0	43,8	5,7
Ιανουάριος 2019	6,2	1,8	-5,2	420,0	7,0
Φεβρουάριος 2019	11,3	5,5	0,0	23,5	8,2
Μάρτιος 2019	15,4	10,2	5,1	53,8	6,9
Απρίλιος 2019	21,6	12,9	8,2	130,5	6,3
Μάιος 2019	21,6	15,3	8,2	107,2	6,5
Ιούνιος 2019	28,8	24,4	13,4	100,3	6,0
Ιούλιος 2019	31,8	26,3	16,4	90,1	5,8
Αύγουστος 2019	31,8	29,0	25,7	3,4	6,4
Σεπτέμβριος 2019	26,7	23,4	19,5	90,3	5,0
Οκτώβριος 2019	23,6	18,8	13,4	153,0	4,8
Νοέμβριος 2019	15,4	12,3	8,2	425,7	6,4
Δεκέμβριος 2019	11,3	6,9	-1,0	331,6	6,3
Ιανουάριος 2020	8,2	5,2	0,0	90,8	5,2
Φεβρουάριος 2020	11,3	6,7	1,0	114,6	5,7
Μάρτιος 2020	15,4	9,5	5,1	201,1	6,1
Απρίλιος 2020	19,5	12,8	6,2	134,5	6,4
Μάιος 2020	31,8	19,7	14,4	130,7	6,1
Ιούνιος 2020	27,7	21,1	14,4	183,4	5,4
Ιούλιος 2020	31,8	26,7	23,6	32,3	5,1
Αύγουστος 2020	31,8	27,4	22,6	62,1	5,4
Σεπτέμβριος 2020	28,8	23,4	14,4	174,0	7,0
Οκτώβριος 2020	24,7	16,2	12,3	112,0	5,6
Νοέμβριος 2020	15,4	11,0	6,2	11,1	5,2
Δεκέμβριος 2020	11,3	8,3	6,2	441,8	6,4

Ιανουάριος 2021	10,4	6,4	2,3	442,4	5,3
Φεβρουάριος 2021	13,8	6,8	0,9	147,8	4,9
Μάρτιος 2021	14,2	7,5	1,2	74,6	4,9

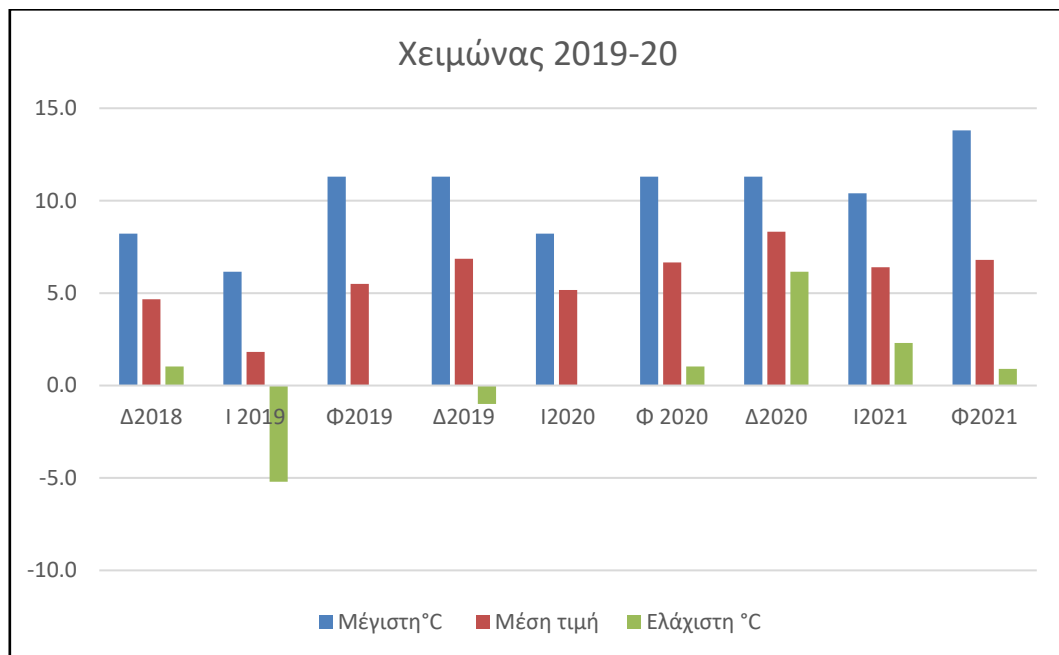
Πίνακας 133. Μηνιαίο ύψος βροχής (Περίοδος 2018-2021)



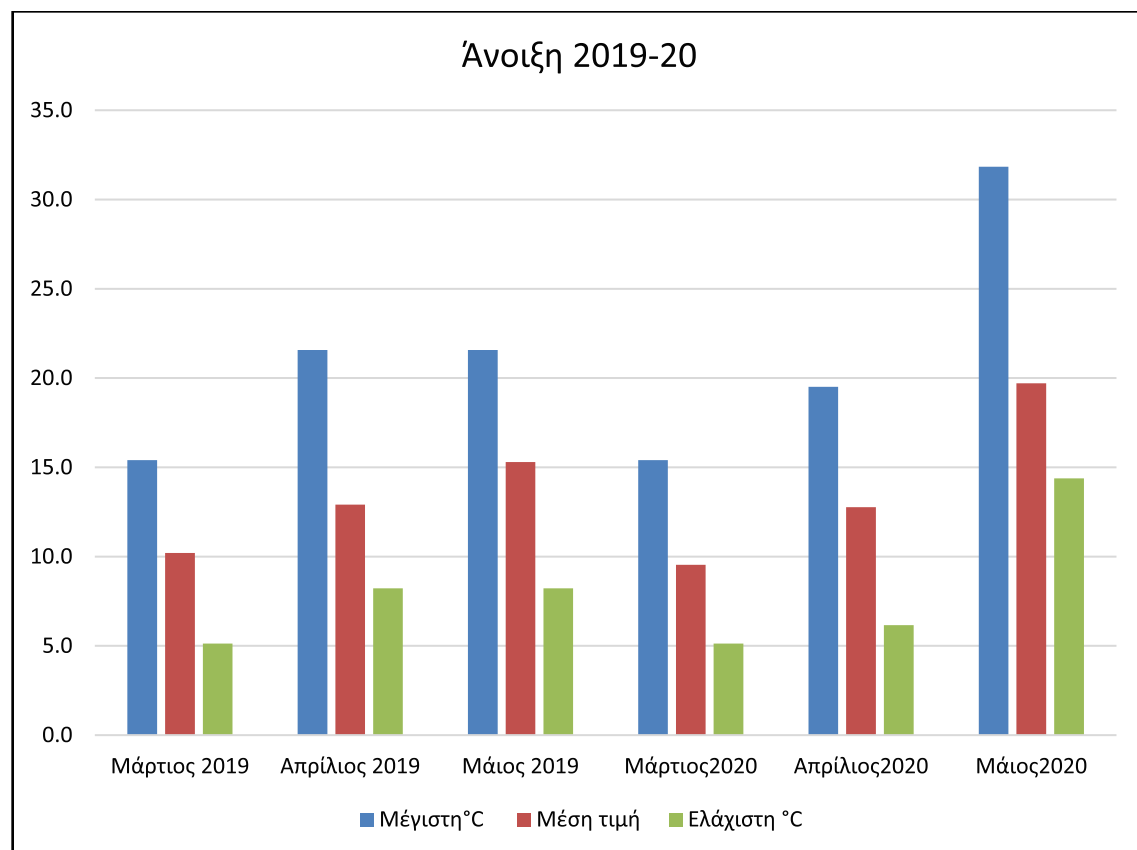
Πίνακας 134. Θερμοκρασίες Φθινόπωρο (Περίοδος 2018-2021)



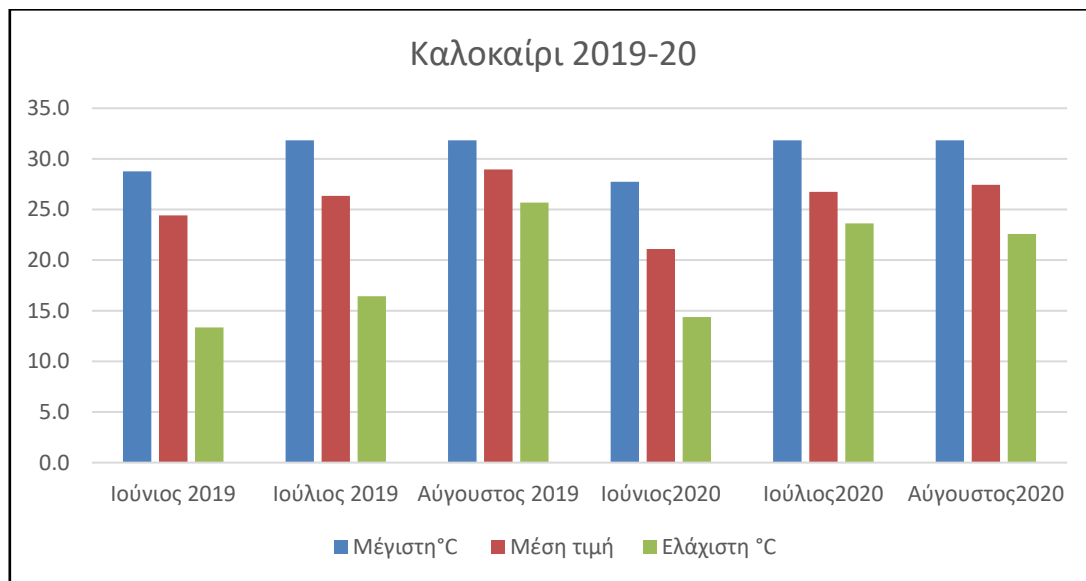
Πίνακας 135: Θερμοκρασίες Χειμώνας (Περίοδος 2018-2021)



Πίνακας 136. Θερμοκρασίες Άνοιξη (Περίοδος 2018-2021)



Πίνακας 137. Θερμοκρασίες Καλοκαίρι (Περίοδος 2018-2021)



Κεφάλαιο 7^ο

7.1 Συζήτηση αποτελεσμάτων-Συμπεράσματα

Τα τελευταία χρόνια, υπάρχει έντονη ανησυχία στους καταναλωτές σχετικά με την παρουσία αντιβιοτικών στα πουλερικά γεγονός που έχει οδηγήσει στην αναζήτηση εναλλακτικών συμπληρωμάτων διατροφής στον κλάδο της πτηνοτροφίας.

Για τον λόγο αυτό παρατηρείται μία αυξημένη τάση αξιοποίησης φυτικών σκευασμάτων με στόχο την προστασία της υγείας τόσο των πουλερικών όσο και των καταναλωτών. Η αξιοποίηση φυτικών πρόσθετων στην διατροφή των πουλερικών αποσκοπεί τόσο στην βελτίωση της υγείας του πουλερικού όσο και στην αύξηση της παραγωγής τους. Ο πρωταρχικός στόχος αυτής της εναλλακτικής στρατηγικής είναι η πρόληψη τόσο της παθογένειας της μικροχλωρίδας όσο και η ρύθμιση του μικροβιακού οικοσυστήματος του εντέρου, έτσι ώστε να βελτιώνεται η συνολική κατάσταση της υγείας και της ανοσίας τους [153]. Πληθώρα μελετών έδειξαν ότι η σίτιση πουλερικών με αντιοξειδωτικά συστατικά πιθανώς ενισχύουν τις οξειδωτικές τους ιδιότητες [154,155].

Οι βιολογικές ιδιότητες των δύο αρωματικών φυτών της ρίγανης και του θυμαριού αποδίδονται γενικά στα δύο κύρια συστατικά τους που είναι η καρβακρόλη και η θυμόλη [156]. Τα δύο αυτά συστατικά έχουν λάβει πλέον την ένδειξη ως «γενικά αναγνωρισμένα ως ασφαλή» από την Υπηρεσία Τροφίμων και Φαρμάκων [157]. Η καρβακρόλη, μια μονοτερπενοειδής φαινόλη, φαίνεται να εμφανίζει θετική επίδραση τόσο στον μεταβολισμό των πουλερικών όσο και ισχυρή αντιοξειδωτική δράση στο κρέας πουλερικών όταν συμπληρώνονται στη τροφή [158]. Επιπλέον, η καρβακρόλη λειτουργεί και ως φυσικό αντιοξειδωτικό μειώνοντας την υπεροξειδωση των λιπιδίων. Παρόμοια δράση παρουσιάζει και η θυμόλη, μια φαινολική ένωση, που χρησιμοποιείται επίσης ως φυσικός αυξητικός παράγοντας.

Αρκετές μελέτες κατέδειξαν την βιολογική σημασία της καρβακρόλης και της θυμόλης ως πρόσθετα ζωοτροφών και τον αντίκτυπό τους στη διατροφή των πουλερικών. Η ημερήσια αύξηση σωματικού βάρους και η αναλογία μετατροπής της τροφής βελτιώθηκαν κατά 8,1% και 7,7%, αντίστοιχα λόγω της προσθήκης καρβακρόλης στα 300 mg/kg διαίτας στα πουλερικά. Σε άλλη μελέτη παρατηρήθηκε αυξημένη αποτελεσματικότητα λόγω της χρήσης της θυμόλης και καρβακρόλης [159].

Αντίστοιχα και ο Hernandez και οι συνεργάτες του παρατήρησαν παρόμοια αποτελέσματα στις αποδόσεις των ορνίθων που τράφηκαν με θυμόλη και καρβακρόλη [160]. Παρόμοια αποτελέσματα κατέγραψαν και ο Jaafari και οι συνεργάτες του οι

οποίοι παρατήρησαν μειωμένη πρόσληψη τροφής και αύξηση βάρους αλλά και βελτίωση στην μετατρεψιμότητα της τροφής των θηλυκών κοτόπουλων κρεατοπαραγωγής που τρέφονταν με 200ppm καρβακρόλης [161].

Στον αντίποδα ο Lee και οι συνεργάτες του παρατήρησαν μη σημαντική επίδραση της καρβακρόλης, της θυμόλης και των οργανικών οξέων στο σωματικό βάρος, στην κατανάλωση τροφής, και στην μετατρεψιμότητα της τροφής των κοτόπουλων κρεατοπαραγωγής [162].

Η Botsoglou και οι συνεργάτες της παρατήρησαν επαγόμενες ανοσοαποκρίσεις κοτόπουλων που τρέφονταν με καρβακρόλη [163].

Τέλος ο Hashemipour και οι συνεργάτες του αξιολόγησαν την επίδραση ενός ισομοριακού μείγματος θυμόλης και καρβακρόλης (60, 100 και 200 mg/kg διατροφής) στην απόδοση, τις αντιοξειδωτικές ενζυμικές δραστηριότητες, τη σύνθεση λιπαρών οξέων, τις δραστηριότητες πεπτικών ενζύμων και το ανοσοποιητικό σύστημα απόκρισης στα κοτόπουλα κρεατοπαραγωγής. Η προθήκη θυμόλης και καρβακρόλης (200mg/kg) στο σιτηρέσιο μείωσε γραμμικά ($p < 0,05$) την πρόσληψη τροφής και ταυτόχρονα οδήγησε σε αύξηση του σωματικού βάρους και της αποτελεσματικότητας πρόσληψης της ($p < 0,05$). Το πρόσθετο αύξησε γραμμικά ($p < 0,05$) την δράση της υπεροξειδάσης της γλουταθειόνης και μείωσε ($p < 0,05$) την περιεκτικότητα σε μηλονοδιαδεΐδη [164].

Η χρήση τέλος της καρβακρόλης και της θυμόλης θεωρήθηκε ως πιθανή εναλλακτική λύση για την μείωση του συνολικού αριθμού βακτηρίων στα κοτόπουλα κρεατοπαραγωγής [165].

Η χρήση αρωματικών φυτών, όπως είναι η ρίγανη και το θυμάρι, φαίνεται να έχει θετική επίδραση τόσο στην βελτίωση της εκτροφής όσο και στην ποιότητα του κρέατος στα κοτόπουλα, ωστόσο δεν προσδιορίζεται ακόμη οι κατάλληλες δοσολογίες που να οδηγούν στην μέγιστη απόδοση.

Τα απόβλητα που προκύπτουν σε όλα τα στάδια της παραγωγής ελαιόλαδου στα ελαιοτριβεία, συνιστούν ένα σημαντικό περιβαλλοντικό πρόβλημα στην Ελλάδα όπου παράγονται μεγάλες ποσότητες σε σύντομα χρονικά διαστήματα. Τα περισσότερα ελαιοτριβεία δεν διαθέτουν τους πόρους για να καλύψουν το κόστος επεξεργασίας των αποβλήτων τους, με συνέπεια την ανεξέλικτη διάθεση των αποβλήτων χωρίς καμία απολύτως επεξεργασία σε ποτάμια, εδάφη και θάλασσα.

Τα παραπροϊόντα τα οποία παράγονται κατά τον διαχωρισμό του λαδιού είναι ο ελαιοπυρήνας καθώς και τα υγρά απόβλητα (olive mill waste water, OMWW). Η

επεξεργασία των υγρών αποβλήτων είναι πολύ δύσκολη λόγω της παρουσίας πλήθους οργανικών συστατικών όπως είναι οι φαινόλες, τη χαμηλή συγκέντρωση αζώτου καθώς και την παρουσία ενώσεων όπως είναι οι τανίνες και τα λιπίδια.

Η πάστα ελιάς, εκτός από τις γνωστές εφαρμογές της ως καύσιμο και συστατικό για την παρασκευή κομπόστ ή ως λίπασμα για γεωργικά εδάφη [166], έχει προσελκύσει τα τελευταία χρόνια την προσοχή της ως φυσική πηγή βιοδραστικών ενώσεων, κυρίως πολυφαινολών, που γενικά συμβάλλουν στην βελτίωση της υγείας των ζώων [167,168].

Η πάστα ελιάς αναγνωρίζεται πλέον ως πιθανή αρχική ύλη χαμηλού κόστους, πλούσια σε φαινολικές ενώσεις, η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως φυσικό αντιοξειδωτικό σε διάφορους τομείς.

Οι κύριες φαινολικές ενώσεις που προσδιορίζονται στα απόβλητα ελιάς είναι: η υδροξυτυροσόλη, η τυροσόλη, η κατεχόλη, η 4-μεθυλοκατεχόλη, το πυδροξυβενζοϊκό οξύ, το βανιλικό οξύ, το συριγικό οξύ, το γαλλικό οξύ, η κατεχίνη, η απιγενίνη, η κατεολενόλη, η κερκετίνη, η κυανιδίνη, και μερικές πολυμερείς ενώσεις [169-172]. Επιδημιολογικά δεδομένα υπογραμμίζουν τον ρόλο των ενώσεων της ελιάς στην πρόληψη διαφόρων ασθενειών. Τα ευεργετικά αποτελέσματα φαίνεται να αποδίδονται στην περιεκτικότητά της σε δευτερογενείς μεταβολίτες.

Οι υψηλές ή χαμηλές θερμοκρασίες του περιβάλλοντος στο οποίο εκτρέφονται τα κρεατοπαραγωγικά κοτόπουλα (κυρίως τα Ελευθέρας Βοσκής) επηρεάζουν σημαντικά τόσο την παραγωγικότητα όσο και τις αποδόσεις τους, εξαιτίας της μειωμένης πρόσληψης τροφής και θρεπτικών συστατικών, καθώς επίσης και τον ρυθμό ανάπτυξής τους και την αποδοτικότητα των ζωοτροφών, με αποτέλεσμα να υπάρχουν τεράστιες οικονομικές απώλειες στον κλάδο της Πτηνοτροφίας.

Η απώλεια θερμότητας στα κοτόπουλα πραγματοποιείται με τέσσερις διαφορετικούς τρόπους (μεταγωγή, εξάτμιση, ακτινοβολία και αγωγή), ωστόσο οι τρόποι με τις οποίες εκδηλώνεται η απώλεια θερμότητας όταν επικρατούν υψηλές θερμοκρασίες (καύσωνας), είναι η μεταγωγή και η εξάτμιση.

Οι περισσότερες μέθοδοι που εφαρμόζονται έχουν ως στόχο την διατροφή των πουλερικών, και αποσκοπούν στην μετρίαση των αρνητικών συνεπειών της θερμικής καταπόνησης. Συνήθως συνοδεύεται από πρόσθετα διατροφής φυτικής προέλευσης ή χορήγηση διαφόρων ιχνοστοιχείων (βιταμίνες και μέταλλα) με στόχο την σταθερή πρόσληψη τροφής, την ισορροπία ηλεκτρολυτών και το ισοζύγιο νερού σε περιόδους χαμηλών ή υψηλών θερμοκρασιών.

Οι περιβαλλοντικοί παράγοντες όπως είναι η θερμοκρασία του περιβάλλοντος, η σχετική υγρασία και η ταχύτητα κίνησης του αέρα επηρεάζουν την συμπεριφορά των ελευθέρως βοσκής κοτόπουλων με αποτέλεσμα την τελική απόδοση και ποιότητα του κρέατος.

Μελέτες έχουν δείξει ότι τα κοτόπουλα κρεατοπαραγωγής (υπό βιομηχανικές συνθήκες) που υπόκεινται σε χρόνια θερμική καταπόνηση μείωσαν σημαντικά την πρόσληψη τροφής και παρουσίασαν χαμηλότερο σωματικό βάρος και υψηλότερους λόγους μετατρεψιμότητας της τροφής. [173]. Έχει επίσης αναγνωριστεί η έκθεση σε υψηλές θερμοκρασίες αποτελεί έναν από τους περιβαλλοντικούς παράγοντες με την μεγαλύτερη επιρροή στην ποιότητα του κρέατος [174].

Οι κλιματολογικές συνθήκες είναι μια σημαντική παράμετρος στο σύστημα «ελευθέρως βοσκής», δεδομένου ότι αφενός δεν μπορούν ελεγχθούν και αφετέρου επηρεάζουν σημαντικά την κατανάλωση της τροφής.

Οι περιβαλλοντικές συνθήκες φαίνεται να επηρεάζουν σημαντικά την ανάπτυξη και την ποιότητα κοτόπουλων που παράγονται σε εκτροφές ελευθέρως βοσκής. Λόγω του γεγονότος ότι ζουν το ήμισυ της ζωής τους σε εξωτερικούς χώρους οι κλιματικές συνθήκες έχουν σημαντική επίδραση στην υγεία τους. Υπάρχουν ενδείξεις από μελέτες ότι το θερμικό στρες κατά τις θερμότερες περιόδους επηρεάζει αρνητικά την ποιότητα του κρέατος τους.

Κατά την διάρκεια της εκτροφής, η παραμονή των κοτόπουλων στον εξωτερικό χώρο του πτηνοτροφείου προάγει μεν την μεγαλύτερη άνεση όσο αναφορά την διαβίωσή τους και ως εκ τούτου διασφαλίζει την ευζωία τους, ωστόσο δεν έχουν γίνει εκτεταμένες μελέτες για την επίδραση που έχουν οι καιρικές συνθήκες στην υγεία και την απόδοση των κοτόπουλων κρεατοπαραγωγής ελεύθερης βοσκής [175].

Στη σύγχρονη εμπορικής κλίμακας παραγωγή κοτόπουλων ελευθέρως βοσκής, οι εξωτερικοί χώροι διαθέτουν μεγάλους ανοιχτούς χώρους αλλά πολλές φορές διαθέτουν περιορισμένους χώρους σκίασης και προστασίας από καιρικές συνθήκες, όπως για παράδειγμα προστασία από τον ήλιο ή τον αέρα.

Ωστόσο συχνά τα διαθέσιμα προστατευτικά «καταφύγια» μπορεί να μην εκπληρώνουν πλήρως τον ρόλο τους στη συγκεκριμένη γεωγραφική και κλιματική ζώνη [176].

Επίσης μία από τις άγνωστες ακόμα πτυχές είναι εάν η δραστηριότητα των πουλερικών σχετίζεται με τις επικρατούσες συνθήκες [176,177].

Δεδομένου του γεγονότος ότι οι περισσότερες μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί έχουν γίνει σε μικρό αριθμό δειγμάτων ή σε μικρές πειραματικές εκτροφές, κρίθηκε αναγκαία η πραγματοποίηση της παρούσας έρευνας πεδίου σε βιομηχανική κλίμακα για την κατανόηση και διευκρίνιση όλων των παραπάνω μεταβλητών στα συστήματα εκτροφής Ελευθέρας βοσκής.

Στην παρούσα διατριβή μελετήθηκε η επίδραση τριών διαφορετικών συστημάτων εκτροφής (α) ελευθέρας βοσκής (ΕΒ), β) ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (ΕΒΕ) και γ) συμβατικών (Σ) κοτόπουλων στην αντιοξειδωτική τους κατάσταση, την απόδοση ανάπτυξης, την ποιότητα του κρέατος και τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των κοτόπουλων στη βιομηχανική παραγωγή.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των αποδόσεων ανάπτυξης, τα κοτόπουλα ελευθέρας βοσκής (αργής ανάπτυξης) παρουσίασαν συνολικά αυξημένες τιμές του Συντελεστή Μετατρεψιμότητας της Τροφής (FCR), χαμηλότερες τιμές του Συντελεστή Απόδοσης Παραγωγής (EEF) και του σωματικού βάρους σε σύγκριση με κοτόπουλα με συμβατική εκτροφή (ταχείας ανάπτυξης), ενώ η θνησιμότητα δεν παρουσίασε ιδιαίτερες διαφορές.

Τα αποτελέσματα έρχονται σε συμφωνία με προηγούμενες μελέτες, κατά τις οποίες συγκρίθηκαν οι αποδόσεις αρσενικών κοτόπουλων φυλής Sasso και Ross 308, εκτός από τη θνησιμότητα που βρέθηκε υψηλότερη στα κοτόπουλα φυλής Ross 308. Παρόμοια ευρήματα αναφέρθηκαν και σε άλλες μελέτες [178-180].

Επιπλέον, στη μελέτη μας, τα κοτόπουλα ελευθέρας βοσκής που τρέφονταν με εμπλουτισμένη διατροφή που αποτελούνταν είτε από μίγμα ρίγανης και θυμαριού είτε προμίσγμα ρίγανης με ριγανέλαιο είτε υδατικό εκχύλισμα τριών αρωματικών φυτών, δεν παρουσίασαν σημαντικές διαφορές στις παραμέτρους παραγωγής σε σύγκριση με τα κοτόπουλα ελευθέρας βοσκής. Τα αποτελέσματα αυτά είναι σε συμφωνία και με προηγούμενες μελέτες κατά τις οποίες παρατηρήθηκε ότι η προσθήκη της ρίγανης στη διατροφή των ζώων δεν επηρέασε ούτε το σωματικό βάρος ούτε τον Συντελεστή Μετατρεψιμότητας της Τροφής (FCR) ούτε τη θνησιμότητα [181,182]. Υπάρχουν ωστόσο, και άλλες μελέτες οι οποίες ανέφεραν βελτίωση στην απόδοση των πτηνών όταν η τροφή τους ήταν εμπλουτισμένη με ριγανέλαιο ή με φύλλα ρίγανης [183-186].

Η χημική ανάλυση κρέατος έδειξε ότι τα κοτόπουλα ελευθέρας βοσκής εμφάνισαν υψηλότερες τιμές πρωτεΐνης σε σύγκριση με τα συμβατικά κοτόπουλα, και χαμηλότερες τιμές λίπους, υγρασίας, τέφρας, ικανότητα συγκράτησης νερού (WHC) και pH.

Παρόμοια με τα ευρήματά μας, δηλαδή αυξημένα ποσοστά πρωτεΐνης, χαμηλότερες τιμές λίπους και συγκράτησής νερού για τα κοτόπουλα βραδείας ανάπτυξης έχουν παρατηρηθεί και σε προηγούμενες μελέτες, παρόλο που υπάρχει απόκλιση στις τιμές του pH που είτε ήταν υψηλότερη είτε χαμηλότερη [187,188].

Τα κοτόπουλα ελευθέρως βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή κατά την χημική ανάλυση κρέατος εμφάνισαν ακόμα πιο βελτιωμένα χαρακτηριστικά πρωτεΐνης (κατά 1,1%), λίπος (κατά 0,2%), υγρασία (κατά 0,1%), τέφρα (κατά 0,1%), WHC (κατά 0,15%) και pH (κατά 0,2 μονάδες), σε σύγκριση τα κοτόπουλα ελευθέρως βοσκής.

Η ποιότητα του κρέατος περιλαμβάνει μια σειρά από παραμέτρους. Ιδιαίτερα για τους καταναλωτές η «ποιότητα» βασίζεται κυρίως σε υποκειμενικά κριτήρια όπως είναι η τρυφερότητα, η γεύση και το χρώμα.

Συνεπώς είχε ιδιαίτερο ενδιαφέρον πέρα από την καταγραφή όλων των βασικών δεικτών αξιολόγησης της αντιοξειδωτικής κατάστασης, να γίνει και αξιολόγηση ποιοτικών χαρακτηριστικών που παίζουν βασικό ρόλο στην αποδοχή ή μη του κρέατος από τους καταναλωτές [189].

Ο οργανοληπτικός έλεγχος του κρέατος περιλαμβάνει την εξέταση του από ένα πάνελ γευσιγνωστών μέσω των αισθήσεών τους και στην συνέχεια τη μέτρηση και τη στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων.

Όσο αφορά τα αποτελέσματα του οργανοληπτικού ελέγχου, τα κοτόπουλα ελευθέρως βοσκής συγκέντρωσαν συνολικά υψηλότερη βαθμολογία σε σύγκριση με τα συμβατικά κοτόπουλα, εκτός από έναν δείκτη αυτόν της τρυφερότητας. Το αποτέλεσμα αυτό ωστόσο ήταν αναμενόμενο λόγω του γεγονότος ότι τα κοτόπουλα ελευθέρως βοσκής παρουσιάζουν μεγαλύτερη κινητική δραστηριότητα εξαιτίας της διαβίωσης τους και σε χώρους εκτός Πτηνοτροφείου λόγω του μεγαλύτερου χρόνου ζωής [190]. Ακόμα πιο βελτιωμένα αποτελέσματα στον οργανοληπτικό έλεγχο παρουσίασαν τα κοτόπουλα ελευθέρως βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή, όσον αφορά την οσμή και τη γεύση με μόνη εξαίρεση αυτή της υφής (η τρυφερότητα ήταν παρόμοια).

Η αντιοξειδωτική κατάσταση όλων των κοτόπουλων εκτιμήθηκε μέσω της μέτρησης της συγκέντρωσης της βιταμίνης E στο πλάσμα, της ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας (TAC) και της αντίδρασης ουσιών με θειοβαρβιτουρικό οξύ (TBARS) στο πλάσμα και τον μυϊκό ιστό.

Ο προσδιορισμός της συνολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας (TAC) έχει το βασικό πλεονέκτημα ότι επιτρέπει τον προσδιορισμό της αντιοξειδωτικής ικανότητας στο σύνολο ενός δείγματος.

Τα επίπεδα TBARS είναι ένα από τους πλέον σημαντικούς βιοδείκτες στην αξιολόγηση της αντιοξειδωτικής κατάστασης. Μας δείχνει τα επίπεδα της υπεροξειδωσής των λιπιδίων το οποίο αποτελεί ένα από τα κύρια χαρακτηριστικά του οξειδωτικού στρες καθώς επηρεάζει σημαντικά τόσο την θρεπτική αξία όσο και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του κρέατος, κυρίως της οσμής και της γεύσης.

Όσο αφορά τα επίπεδα της βιταμίνης E, πρέπει να τονιστεί ότι είναι γενικά δύσκολος ο προσδιορισμός της, στο πλάσμα ή τον ορό του αίματος λόγω του γεγονότος ότι μεταφέρεται ενωμένη με λιποπρωτεΐνες.

Τα αποτελέσματα για την ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) έδειξαν υψηλότερες τιμές στο ορό ελευθέρας βοσκής κοτόπουλων σε σύγκριση με τα συμβατικά κοτόπουλα, ενώ στο μυϊκό ιστό τα αποτελέσματα αντιστράφηκαν. Παρόμοια αποτελέσματα καταγράφηκαν και για τα ελευθέρως βοσκής κοτόπουλα με εμπλουτισμένη διατροφή.

Τα επίπεδα TBARS στον ορό ήταν σημαντικά χαμηλότερα για τα συμβατικά σε σύγκριση με τα ελευθέρως βοσκής κοτόπουλα και αντίστοιχα με τα ελευθέρως βοσκής κοτόπουλα με εμπλουτισμένη διατροφή.

Τα επίπεδα TBARS στον μυϊκό ιστό δεν παρουσίασαν σημαντικές διαφορές, ωστόσο θα πρέπει να σημειωθεί ότι τα ελευθέρως βοσκής κοτόπουλα με εμπλουτισμένη διατροφή παρουσίασαν τα χαμηλότερα επίπεδα.

Το γεγονός ότι στα συμβατικά κοτόπουλα τα επίπεδα TBARS στο ορό ήταν χαμηλότερα σε σχέση με αυτά που παρατηρήθηκαν στα κοτόπουλα ελευθέρως βοσκής, μπορεί να αποδοθεί στο γεγονός ότι τα τελευταία εμφανίζουν υψηλότερο οξειδωτικό στρες λόγω του τρόπου εκτροφής (συνθήκες βοσκής σε εξωτερικό χώρο και υψηλή κινητική δραστηριότητα) κάτι το οποίο παρατηρήθηκε και σε προγενέστερες μελέτες [191,192].

Η διαφοροποίηση στα αποτελέσματα των επιπέδων TBARS που παρατηρούνται στον ορό και στον μυϊκό ιστό μπορεί να αποδοθεί στο γεγονός ότι η οξείδωση των λιπιδίων είναι μια δυναμική διαδικασία συνεπώς και τα επίπεδα στο κρέας μπορεί να αυξηθούν κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης έως ότου φτάσουν την μέγιστη τιμή και στη συνέχεια να μειωθούν [193].

Οι συγκεντρώσεις της α-τοκοφερόλης (βιταμίνη E) στο πλάσμα όλων των υπό εξέταση κοτόπουλων δεν έδειξε σημαντικές διαφορές μεταξύ των υπό δοκιμή συστημάτων εκτροφής, αποτέλεσμα αναμενόμενο δεδομένου ότι σε καμία διατροφή δεν υπήρξε εμπλουτισμός της διατροφής με βιταμίνη E.

Συμπερασματικά από την στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων για την αντιοξειδωτική κατάσταση των δύο διαφορετικών συστημάτων εκτροφής προκύπτει ότι ανάμεσα στα συμβατικά και τα ελευθέρως βοσκής τα τελευταία εμφάνισαν καλύτερη ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) στον ορό σε σχέση με τα συμβατικά, η οποία ήταν στατιστικά σημαντική. Από τα αποτελέσματα της μηλονικής διαλδεύδης στον μυϊκό ιστό δεν προέκυψε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο συστημάτων.

Από την επεξεργασία των αποτελεσμάτων ανάμεσα στα ελευθέρως βοσκής και τα ελευθέρως βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή προκύπτει ότι η ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) στον μυϊκό ιστό των τελευταίων ήταν καλύτερη. Τα επίπεδα μηλονικής διαλδεύδης δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο ομάδων.

Όσο αναφορά τα αποτελέσματα μικροβιακού ελέγχου, φάνηκε πως δεν υπάρχει σημαντική απόκλιση στους τίτλους αντισωμάτων μετά από εμβολιασμό για ιούς IBV, NDV μεταξύ κοτόπουλων Ελευθέρως βοσκής, Ελευθέρως βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) και Συμβατικών. Πιθανότατα η ειδική ανοσολογική απόκριση έχει μικρή διακύμανση από τους συγκεκριμένους τρόπους εκτροφής. Παθογόνοι μικροοργανισμοί (*Salmonella* spp Και Mareks Disease Virus επίσης δεν ανιχνεύτηκαν σε κανένα από τα συστήματα εκτροφής. Αντίστοιχα η μικροβιολογική εικόνα του αέρα πτηνοτροφείου εκτροφής (OMX και Ζύμες Μύκητες) ήταν σε παρόμοια επίπεδα με την OMX να είναι οριακά υψηλότερη στα σμήνη Ελεύθερης Βοσκής.

Κατά τη μελέτη διατηρησιμότητας του κρέατος φάνηκε ότι η OMX στα κοτόπουλα Ελευθέρως βοσκής με αρωματικά φυτά να είναι οριακά καλύτερη από τα κοτόπουλα Ελευθέρως βοσκής. Οι μικροβιολογικοί δείκτες (OMX, *Pseudomonads* και *E.coli*) παρουσίασαν οριακά μικρότερο ρυθμό ανάπτυξης κατά την αποθήκευση του αντίστοιχου κρέατος στο ψυγείο. Ενδεχομένως ο εμπλουτισμός της διατροφής να συνεισφέρει και στην ελάχιστη αύξηση του χρόνου αποθήκευσης αντίστοιχων προϊόντων.

Όσο αναφορά την επίδραση των περιβαλλοντικών παραγόντων στα κοτόπουλα ελευθέρως βοσκής φαίνεται ότι η επίδραση της θερμοκρασίας παίζει σημαντικό ρόλο στην αποτελεσματικότητα των εκτροφών.

Με βάση τα αποτελέσματα της διατριβής τα κοτόπουλα κατά τις εκτροφές που πραγματοποιήθηκαν τις ψυχρές περιόδους (Φθινόπωρο, Χειμώνα) εμφάνισαν

μεγαλύτερα σωματική βάρη σε σχέση με αυτές θερμών περιόδων (Άνοιξη, Καλοκαίρι). Τα αποτελέσματα αποδεικνύουν ότι η θερμοκρασία του περιβάλλοντος είναι ένας από τους αβιοτικούς παράγοντες που επηρεάζουν σημαντικά το μεταβολισμό και στη συνέχεια την ανάπτυξη του κοτόπουλων [194]. Έχει παρατηρηθεί ότι όταν αυξάνεται η θερμοκρασία παρατηρείται μείωση του βάρους λόγω της αδυναμίας αποβολής της εσωτερικής θερμότητας. Αυτό έχει ως συνέπεια την μειωμένη πρόσληψη τροφής και συνεπώς μικρότερο σωματικό βάρος [195]. Τα πτηνά που υποβάλλονται σε συνθήκες θερμικής καταπόνησης διαθέτουν λιγότερο χρόνο σίτισης και περισσότερο χρόνο κατανάλωσης. Επιπλέον λόγω της αυξημένης θερμοκρασίας τα κοτόπουλα αφιερώνουν λιγότερο χρόνο για μετακίνηση ή περπάτημα, και περισσότερο χρόνο σε ανάπαυση. Η μειωμένη κατανάλωση τροφής έχει αποδειχθεί και σε άλλες μελέτες, όπου παρατηρήθηκε ότι η αύξηση της θερμοκρασίας κατά την φάση ανάπτυξης των κοτόπουλων κρεατοπαραγωγής οδήγησε στη μείωση πρόσληψης τροφής και κατά επέκταση και καθυστέρηση στην ανάπτυξη [196,173].

Ωστόσο, οι πληροφορίες σχετικά για τον ακριβή τρόπο με τον οποίο οι καιρικές συνθήκες επηρεάζουν την παραγωγή σε υπαίθριες περιοχές είναι γενικά περιορισμένες γεγονός που μπορεί να αιτιολογήσει τις διαφορές που διαπιστώθηκαν σε σύγκριση με προγενέστερες μελέτες [197,198].

Επίσης τα επίπεδα TBARS σε κοτόπουλα κρεατοπαραγωγής ελεύθερης βοσκής ήταν σημαντικά υψηλότερα στη ζεστή περίοδο σε σύγκριση με την κρύα περίοδο, υποδηλώνοντας υψηλότερα επίπεδα οξειδωσης των λιπιδίων και αντίστοιχα του οξειδωτικού στρες που προκαλούνται εξαιτίας της έκθεσης σε υψηλές θερμοκρασίες.

Ωστόσο, αυτή η παρατήρηση δεν συσχετίστηκε με την ποιότητα και την παραγωγικότητα του κρέατος στις συγκεκριμένες συνθήκες.

Συμπερασματικά, τα αποτελέσματα δείχνουν ότι ο τύπος του συστήματος εκτροφής στη βιομηχανική κλίμακα παραγωγής επηρεάζει την απόδοση, την αντιοξειδωτική ικανότητα, τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά και την ποιότητα του κρέατος των κοτόπουλων. Η μελέτη μας αποκαλύπτει σημαντικά ευρήματα σχετικά με τα συστήματα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τις βιομηχανίες πουλερικών για την προώθηση της καλής μεταχείρισης των ζώων, των επιδόσεων και της ποιότητας του κρέατος. Αυτά τα ευρήματα είναι πολύ σημαντικά λόγω της μεγάλης κλίμακας εκτίμησής τους σε τρία διαφορετικά συστήματα παραγωγής.

Προσπαθώντας να βρούμε τρόπο εμπλουτισμού της διατροφής των πουλερικών με ενώσεις πλούσιες σε πολυφαινόλες, ώστε να βελτιωθεί η αντιοξειδωτική τους

κατάσταση, πραγματοποιήσαμε μια πειραματική εκτροφή σε κοτόπουλα συμβατικής εκτροφής με την προσθήκη άλευρου πάστα ελιάς το οποίο περιέχει υψηλά ποσοστά σε φυσικές πολυφαινόλες και ελαϊκού οξέος.

Τα αποτελέσματα της παρούσας διατριβής έδειξαν ότι η ενσωμάτωση πάστας ελιάς στην διατροφή των συμβατικών κοτόπουλων αυξάνει τα επίπεδα α-τοκοφερόλης στο πλάσμα τους. Από τα αποτελέσματα προκύπτει ότι η α-τοκοφερόλη μπορεί να μεταφερθεί από την ελιά στην επεξεργασμένη ζωοτροφή (άλευρο από πάστα ελιάς) και τελικά στο πλάσμα των κοτόπουλων. Τα αποτελέσματα έρχονται σε συμφωνία με προγενέστερη μελέτη που διεξήχθη από τους Raíva-Martins και τους συνεργάτες του, που διαπίστωσαν ότι η ενσωμάτωση 5% ή 10% φύλλων ελιάς στη διατροφή του χοίρου αυξάνει την περιεκτικότητα του κρέατος σε α-τοκοφερόλη [199].

Επίσης μελέτες ανέφεραν ότι συμπλήρωμα βιταμίνης E σε δίαιτες κοτόπουλων κρεατοπαραγωγής οδηγεί στην αύξηση της συγκέντρωσης της α-τοκοφερόλης τόσο στο πλάσμα του κοτόπουλου όσο και στον ιστό [200,201].

Η συνολική αντιοξειδωτική ικανότητα δεν παρουσίασε σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο ομάδων στο πλάσμα των κοτόπουλων ($p>0,05$). Τα αποτελέσματα συμφωνούν με μια μελέτη που διεξήχθη σε μικρή κλίμακα και η οποία έδειξε ότι δεν επήλθε μεταβολή στην ολική αντιοξειδωτική κατάσταση στο αίμα κοτόπουλων στα οποία είχε γίνει προσθήκη πολτού ελιάς στη διατροφή τους σε διάφορες αναλογίες [202].

Σε άλλη μελέτη αναφέρθηκε ότι η αντιοξειδωτική κατάσταση στο πλάσμα και η οξείδωση των λιπιδίων στα κοτόπουλα κρεατοπαραγωγής δεν μεταβλήθηκε σημαντικά με την ενσωμάτωση φυσικών αντιοξειδωτικών στη διατροφή των κοτόπουλων [203].

Σε αντίθεση με τα αποτελέσματά της παρούσας διατριβής, έχει προταθεί ότι τα λύματα ελαιοτριβείου (OMWW) με 1% ελαιόλαδο μπορεί να βελτιώσουν την οξειδωτική κατάσταση των κοτόπουλων [204]. Η συμπληρωματική διαίτα που χρησιμοποιήθηκε στην παραπάνω μελέτη ενδέχεται να περιέχει περισσότερες αντιοξειδωτικές ενώσεις και βιταμίνη E από το άλευρο πάστας ελιάς που χρησιμοποιήθηκε στις εκτροφές.

Επιπλέον, τα δεδομένα μας δεν έδειξαν σημαντικές διαφορές στην ολική αντιοξειδωτική κατάσταση (TAC) στα εκχυλίσματα μυϊκού ιστού το οποίο μπορεί να αποδοθεί στο γεγονός ότι ο ρόλος της βιταμίνης E στον ιστό εξαρτάται από την ηλικία των πτηνών [205]. Για τη διερεύνηση του συγκεκριμένου ζητήματος, προτείνεται σε

μελλοντικά πειράματα που θα διεξαχθούν να ληφθούν δείγματα από πτηνά μικρότερης ηλικίας.

Η επίδραση του συμπληρώματος βιταμίνης Ε στις τιμές της ολικής αντιοξειδωτικής κατάστασης TAC μπορεί να αποδοθεί τόσο στην προστιθέμενη ποσότητα καθώς και στην διάρκεια χορήγησης του συμπληρώματος με βάση την ελιά ή της βιταμίνης Ε, καθώς και άλλων παραγόντων κατά την εκτροφή των πουλερικών όπως είναι η σύνθεση του σιτηρεσίου και οι συνθήκες διαβίωσης [201,202].

Ο πιο σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει την ολική αντιοξειδωτική κατάσταση (TAC) είναι οι διαφορές στην περιεκτικότητα σε φαινολικά συστατικά μεταξύ των εξεταζόμενων προϊόντων με βάση την ελιά [206]. Η προσθήκη βιταμίνης Ε (>100 mg/kg) από την έναρξη της εκτροφής έως την σφαγή μπορεί να οδηγήσει σε βελτίωση της ολικής αντιοξειδωτικής κατάστασης των πουλερικών [201]. Στην παρούσα μελέτη πραγματοποιήθηκε σταδιακή μείωση του τυπικού εμπορικού συμπληρώματος βιταμίνης Ε από τον αρχικό έως τον τελικό. Αυτό μπορεί να υποδεικνύει ότι παρόλο που η συγκέντρωση της α-τοκοφερόλης στο πλάσμα ήταν αυξημένη με την προσθήκη OPF (από αρχικά 2,5 σε 5%), δεν ήταν τόσο αποτελεσματική.

Η αξιολόγηση ποιότητας του κρέατος κοτόπουλου και των δύο ομάδων έδειξε ότι τα ενισχυμένα με άλευρο πάστας ελιάς κοτόπουλα είχαν βελτιωμένα χαρακτηριστικά γεύσης και οσμής. Αυτό μπορεί να αποδοθεί στα αυξημένα επίπεδα λιπαρών οξέων, τα οποία επηρεάζουν τη θρεπτική αξία του κρέατος πουλερικών [207]. Και οι δύο ομάδες παρουσίασαν το ίδιο χρώμα κρέατος καθώς και την ίδια συνοχή και υφή που μπορεί να αποδοθεί στο σύστημα παραγωγής που χρησιμοποιείται για την εκτροφή των νεοσσών, στον γονότυπο, τη διαδικασία επεξεργασίας των κρεάτων, τις συνθήκες σφαγής και τη γενική υγεία και διατροφή των πουλερικών [208].

Τα αποτελέσματα της μελέτης καταδεικνύουν ότι η εισαγωγή του αλευρου πάστας ελιάς, στη διατροφή των κοτόπουλων κρεατοπαραγωγής, αυξάνει τον δείκτη FCR. Επιπλέον, η τιμή EEF μειώθηκε στα κοτόπουλα με εμπλουτισμένη διατροφή. Αυτή η διαφορά θα μπορούσε να οφείλεται στο υψηλότερο FCR ή στο σημαντικά χαμηλότερο σωματικό βάρος της ομάδας με εμπλουτισμένη διατροφή. Ωστόσο, η μειωμένη τιμή EEF δεν μπορεί να αποδοθεί στη βιωσιμότητα καθώς αυτή η παράμετρος δεν ήταν σημαντικά διαφορετική σε δύο ομάδες.

Η προσθήκη με υποπροϊόντα της ελιάς σε ποσοστό της τάξεως του 5% στη διατροφή των κοτόπουλων κρεατοπαραγωγής, έχει βρεθεί ως η συνιστάμενη ποσότητα στη διατροφή των κοτόπουλων κρεατοπαραγωγής για μεγαλύτερη απόδοση [208].

Οι διαφορές στις τιμές των FCR και EEF, μπορεί να οφείλονται στις διακυμάνσεις της συγκέντρωσης της α-τοκοφερόλης στη τροφή των κοτόπουλων, αλλά και στις διαφορετικές συνθήκες εκτροφής κοτόπουλων [209].

Επίσης, οι διαφορές στις αποδόσεις θα μπορούσαν να αποδοθούν στη διαφορετική περιεκτικότητα σε ακατέργαστες ίνες μεταξύ των διαφορετικών υποπροϊόντων ελιάς, δεδομένου ότι ορισμένη περιεκτικότητα σε ίνες μπορεί να σχετίζεται με καλύτερη πεπτικότητα και άλλες παραμέτρους απόδοσης.

Ως εκ τούτου, η υψηλή περιεκτικότητα σε ακατέργαστες ίνες στο συμπλήρωμα άλευρου πάστας ελιάς που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα μελέτη, θα μπορούσε να δικαιολογήσει την αυξημένη πρόσληψη ζωοτροφών και κατά συνέπεια την υψηλότερη τιμή FCR.

Η παρούσα διατριβή αποτέλεσε κομμάτι μιας μεγάλης ερευνητικής προσπάθειας που πραγματοποιήθηκε το χρονικό διάστημα 2018-2022 στο πλαίσιο του ερευνητικού έργου «Πρωτοποριακοί ιχνηλάτες ως νέοι δείκτες ορισμού συστημάτων «Ελεύθερης βοσκής»» της Δράσης «ΕΡΕΥΝΩ – ΔΗΜΙΟΥΡΓΩ – ΚΑΙΝΟΤΟΜΩ» και συγχρηματοδοτήθηκε από το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης (ΕΤΠΑ) της Ευρωπαϊκής Ένωσης και εθνικούς πόρους μέσω του Ε.Π. Ανταγωνιστικότητα, Επιχειρηματικότητα & Καινοτομία (ΕΠΑνΕΚ) (κωδικός έργου: **TIEAK-03939**), με απώτερο στόχο την ανάπτυξη μεθόδων, μηχανισμών και εργαλείων εξακρίβωσης της γνησιότητας της εκτροφής ελευθέρως βοσκής κοτόπουλων.

Για τον σκοπό αυτό έγινε προσπάθεια να προσδιοριστούν για πρώτη φορά σε συνθήκες βιομηχανικής εκτροφής βιοδείκτες αξιολόγησης της αντιοξειδωτικής κατάστασης, οι οποίοι θα μπορούσαν να αποτελέσουν ένα αξιόπιστο μέτρο για τη διαφοροποίηση του συστήματος ελευθέρως βοσκής σε σχέση με τα συμβατικά συστήματα εκτροφής.

Επιπλέον πραγματοποιήθηκαν μελέτες για την επίδραση τόσο της διατροφής όσο και των περιβαλλοντικών συνθηκών στην κατάσταση ευζωίας του συστήματος εκτροφής «Ελευθέρως βοσκής».

Τα ερευνητικά αποτελέσματα απέδειξαν ότι το σύστημα ελεύθερης βοσκής έχει θετική επίδραση στην απόδοση ανάπτυξης, την ποιότητα του κρέατος και τέλος

παρουσιάζει βελτιωμένα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά. Ο εμπλουτισμός με την προσθήκη φυτικών εκχυλισμάτων στο διαιτητικό σχήμα εκτροφής των κοτόπουλων ελευθέρας βοσκής φαίνεται να έχει ευεργετική επίδραση στην υγεία των ζώων με άμεσο αντίκτυπο στην απόδοση και την ποιότητα του κρέατος. Περαιτέρω μελέτες ωστόσο κρίνονται αναγκαίες για την εύρεση της βέλτιστης συγκέντρωσης τους στην τροφή των πουλερικών προκειμένου να αποτελέσει ένα αξιόπιστο πρωτόκολλο διατροφής συστήματα ελευθέρας βοσκής.

Τα ιδιαίτερα ενθαρρυντικά αποτελέσματα από την χρήση πάστας ελιάς ως πρόσθετο στη διατροφή των πουλερικών με συμβατική εκτροφή οδήγησαν στο σχεδιασμό νέων πειραματικών εκτροφών

Ωστόσο η μεγάλη πρόκληση για τις μελλοντικές μελέτες στο συγκεκριμένο πεδίο αποτελεί η διερεύνηση των διαφόρων «μηχανισμών» για την επίδραση που έχουν οι διαφορετικοί εμπλουτισμοί στην διατροφή καθώς και οι περιβαλλοντικοί παράγοντες στην εκτροφή των κοτόπουλων. Όλα τα παραπάνω μπορούν να οδηγήσουν στην ανάπτυξη μιας υψηλής διατροφικής αξίας πρότασης διατροφής για τον σύγχρονο καταναλωτή.

Κλείνοντας θα ήθελα να αναφερθώ και στα σημαντικά προβλήματα που αντιμετωπίσαμε λόγω της έλευσης της πανδημίας του κορονοϊού κατά την διάρκεια της παρούσας διατριβής, τα οποία οδήγησαν στον περιορισμό της δυνατότητας άσκησης πρωτογενούς έρευνας πεδίου και της πρόσβασης στην απαιτούμενη υλικοτεχνική υποδομή. Ωστόσο χάρη στις φιλότιμες προσπάθειες όλων των εμπλεκόμενων φορέων και συνεργατών της παρούσας έρευνας, και στους οποίους είμαι ευγνώμων για αυτό, καταφέραμε να ολοκληρώσουμε με επιτυχία μία τόσο σημαντική έρευνα για τον κλάδο της Πτηνοτροφίας με θετικό αντίκτυπο τόσο σε τοπικό όσο και σε εθνικό επίπεδο.

Μελλοντικές προοπτικές-Στόχοι

1. Δοκιμές νέων συνδυαστικών εκτροφών που να περιέχουν μίγματα αρωματικών φυτών και πάστας ελιάς με στόχο την βελτιστοποίηση της αντοξιδωτικής κατάστασης.
2. Σχεδιασμό νέων στρατηγικών που να αποσκοπούν στη βελτίωση της ευζωίας κοτόπουλων ελευθέρας βοσκής λαμβάνοντας υπόψη τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής.

3. Χρήση παραπροϊόντων πλούσιων σε πολυφαινόλες ή αντιοξειδωτικές ουσίες ως πρόσθετα διατροφής με στόχο την επίτευξη του στόχου κυκλικής οικονομίας.
4. Διερεύνηση νέων βιοδεικτών για την ενίσχυση της γνησιότητας της εκτροφής ελευθέρως βοσκής κοτόπουλων και προστασίας των καταναλωτών από απάτη ή νοθεία σε τρόφιμα.

Βιβλιογραφία 7^{ου} Κεφαλαίου

153. Pathak, M., Mandal, G. P., Patra, A. K., Samanta, I., Pradhan, S., & Haldar, S. (2017). Effects of dietary supplementation of cinnamaldehyde and formic acid on growth performance, intestinal microbiota and immune response in broiler chickens. *Animal Production Science*, 57(5), 821. <https://doi.org/10.1071/AN15816>
154. Karre, L., Lopez, K., & Getty, K. J. K. (2013). Natural antioxidants in meat and poultry products. *Meat Science*, 94(2), 220–227. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.01.007>
155. Haselmeyer, A., Zentek, J., & Chizzola, R. (2015). Effects of thyme as a feed additive in broiler chickens on thymol in gut contents, blood plasma, liver and muscle. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95(3), 504–508. <https://doi.org/10.1002/jsfa.6758>
156. Bozkurt, M., Ege, G., Aysul, N., Akşit, H., Tüzün, A. E., Küçükyılmaz, K., Borum, A. E., Uygun, M., Akşit, D., Aypak, S., Şimşek, E., Seyrek, K., Koçer, B., Bintaş, E., & Orojpour, A. (2016). Effect of anticoccidial monensin with oregano essential oil on broilers experimentally challenged with mixed *Eimeria* spp. *Poultry Science*, 95(8), 1858–1868. <https://doi.org/10.3382/ps/pew077>
157. Reiner, G. N., Labuckas, D. O., & García, D. A. (2009). Lipophilicity of some GABAergic phenols and related compounds determined by HPLC and partition coefficients in different systems. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 49(3), 686–691. <https://doi.org/10.1016/j.jpba.2008.12.040>
158. Barreto, M., Menten, J., Racanicci, A., Pereira, P., & Rizzo, P. (2008). Plant extracts used as growth promoters in broilers. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, 10(2), 109–115. <https://doi.org/10.1590/S1516-635X2008000200006>
159. Lee, K.-W., Everts, H., Kappert, H. J., Frehner, M., Losa, R., & Beynen, A. C. (2003). Effects of dietary essential oil components on growth performance, digestive enzymes and lipid metabolism in female broiler chickens. *British Poultry Science*, 44(3), 450–457. <https://doi.org/10.1080/0007166031000085508>
160. Hernández, F., Madrid, J., García, V., Orengo, J., & Megías, M. D. (2004). Influence of two plant extracts on broilers performance, digestibility, and digestive organ size. *Poultry Science*, 83(2), 169–174. <https://doi.org/10.1093/ps/83.2.169>
161. Jaafari, A., Tilaoui, M., Mouse, H. A., M'bark, L. A., Aboufatima, R., Chait, A., Lepoivre, M., & Ziad, A. (2012). Comparative study of the antitumor effect of

- natural monoterpenes: relationship to cell cycle analysis. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 22(3), 534–540. <https://doi.org/10.1590/S0102-695X2012005000021>
162. Lee KW, Eerts H, Kappert HJ, Beynen AC. (2004). Growth Performance of Broiler Chickens Fed a Carboxymethyl Cellulose Containing Diet with Supplemental Carvacrol and/or Cinnamaldehyde. *International Journal of Poultry Science*, 3(9), 619–622. <https://doi.org/10.3923/ijps.2004.619.622>
 163. Botsoglou, N. A., Florou-Paneri, P., Christaki, E., Fletouris, D. J., & Spais, A. B. (2002). Effect of dietary oregano essential oil on performance of chickens and on iron-induced lipid oxidation of breast, thigh and abdominal fat tissues. *British Poultry Science*, 43(2), 223–230. <https://doi.org/10.1080/00071660120121436>
 164. Hashemipour, H., Kermanshahi, H., Golian, A., & Veldkamp, T. (2013). Effect of thymol and carvacrol feed supplementation on performance, antioxidant enzyme activities, fatty acid composition, digestive enzyme activities, and immune response in broiler chickens. *Poultry Science*, 92(8), 2059–2069. <https://doi.org/10.3382/ps.2012-02685>
 165. Reis, J. H., Gebert, R. R., Barreta, M., Baldissera, M. D., dos Santos, I. D., Wagner, R., Campigotto, G., Jaguezski, A. M., Gris, A., de Lima, J. L. F., Mendes, R. E., Fracasso, M., Boiago, M. M., Stefani, L. M., dos Santos, D. S., Robazza, W. S., & da Silva, A. S. (2018). Effects of phytogenic feed additive based on thymol, carvacrol and cinnamic aldehyde on body weight, blood parameters and environmental bacteria in broilers chickens. *Microbial Pathogenesis*, 125, 168–176. <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2018.09.015>
 166. Di Giovacchino, L. (2010). Technologies of processing of olives to the mill. *New Techniques*, Milan, 80, 12–14.
 167. Cardinali, A., Pati, S., Minervini, F., D’Antuono, I., Linsalata, V., & Lattanzio, V. (2012). Verbascoside, Isoverbascoside, and Their Derivatives Recovered from Olive Mill Wastewater as Possible Food Antioxidants. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60(7), 1822–1829. <https://doi.org/10.1021/jf204001p>.
 168. Scognamiglio, M., D’Abrosca, B., Pacifico, S., Fiumano, V., de Luca, P. F., Monaco, P., & Fiorentino, A. (2012). Polyphenol characterization and antioxidant evaluation of *Olea europaea* varieties cultivated in Cilento National Park (Italy). *Food Research International*, 46(1), 294–303. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.12.022>
 169. D’Antuono, I., Kontogianni, V. G., Kotsiou, K., Linsalata, V., Logrieco, A. F., Tasioula-Margari, M., & Cardinali, A. (2014). Polyphenolic characterization of olive

mill wastewaters, coming from Italian and Greek olive cultivars, after membrane technology. *Food Research International*, 65, 301–310.

<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.09.033>

170. de Marco, E., Savarese, M., Paduano, A., & Sacchi, R. (2007). Characterization and fractionation of phenolic compounds extracted from olive oil mill wastewaters. *Food Chemistry*, 104(2), 858–867. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.10.005>.

171. El-Abbassi, A., Kiai, H., & Hafidi, A. (2012). Phenolic profile and antioxidant activities of olive mill wastewater. *Food Chemistry*, 132(1), 406–412. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.11.013>

172. Fernández-Bolaños, J., Rodríguez, G., Rodríguez, R., Guillén, R., & Jiménez, A. (2006). Extraction of interesting organic compounds from olive oil waste. *Grasas y Aceites*, 57(1). <https://doi.org/10.3989/gya.2006.v57.i1.25>

173. Sohail, M. U., Hume, M. E., Byrd, J. A., Nisbet, D. J., Ijaz, A., Sohail, A., Shabbir, M. Z., & Rehman, H. (2012). Effect of supplementation of prebiotic mannan-oligosaccharides and probiotic mixture on growth performance of broilers subjected to chronic heat stress. *Poultry Science*, 91(9), 2235–2240. <https://doi.org/10.3382/ps.2012-02182>

174. Zaboli, G., Huang, X., Feng, X., & Ahn, D. U. (2019). How can heat stress affect chicken meat quality? – a review. *Poultry Science*, 98(3), 1551–1556. <https://doi.org/10.3382/ps/pey399>

175. Santos, M., Pandorfi, H., Rabello, C., Silva, E., Torres, T., Santos, P., Morril, W., & Duarte, N. (2014). Performance of free-range chickens reared in production modules enriched with shade net and perches. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, 16(1), 19–27. <https://doi.org/10.1590/S1516-635X2014000100003>

176. Stadig, L. M., Rodenburg, T. B., Ampe, B., Reubens, B., & Tuytens, F. A. M. (2017). Effects of shelter type, early environmental enrichment and weather conditions on free-range behaviour of slow-growing broiler chickens. *Animal*, 11(6), 1046–1053. <https://doi.org/10.1017/S1751731116002172>

177. Taylor, P., Hemsworth, P., Groves, P., Gebhardt-Henrich, S., & Rault, J.-L. (2017). Ranging Behaviour of Commercial Free-Range Broiler Chickens 1: Factors Related to Flock Variability. *Animals*, 7(7), 54. <https://doi.org/10.3390/ani7070054>

178. Al-Hijazeen, M., Lee, E., Mendonca, A., & Ahn, D. (2016). Effect of Oregano Essential Oil (*Origanum vulgare* subsp. *hirtum*) on the Storage Stability and Quality

- Parameters of Ground Chicken Breast Meat. *Antioxidants*, 5(2), 18.
<https://doi.org/10.3390/antiox5020018>
179. Fanatico, A. C., Pillai, P. B., Emmert, J. L., & Owens, C. M. (2007). Meat Quality of Slow- and Fast-Growing Chicken Genotypes Fed Low-Nutrient or Standard Diets and Raised Indoors or with Outdoor Access. *Poultry Science*, 86(10), 2245–2255.
<https://doi.org/10.1093/ps/86.10.2245>
180. Mikulski, D., Celej, J., Jankowski, J., Majewska, T., & Mikulska, M. (2011). Growth Performance, Carcass Traits and Meat Quality of Slower-growing and Fast-growing Chickens Raised with and without Outdoor Access. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 24(10), 1407–1416.
<https://doi.org/10.5713/ajas.2011.11038>
181. Karimi, A., Yan, F., Coto, C., Park, J. H., Min, Y., Lu, C., Gidden, J. A., Lay, J. O., & Waldroup, P. W. (2010). Effects of level and source of oregano leaf in starter diets for broiler chicks. *Journal of Applied Poultry Research*, 19(2), 137–145.
<https://doi.org/10.3382/japr.2009-00088>
182. Ibarra-Espain, J. I., Carmona-Gasca, C. A., Escalera-Valente, F., & Avila-Ramos, F. (2020). Efecto del propóleo y aceite de orégano adicionados en la dieta sobre parámetros productivos, leucocitos, metabolitos en sangre y estabilidad oxidativa de la pechuga de pollo. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 11(1), 153–166.
<https://doi.org/10.22319/rmcp.v11i1.4882>
183. He, X., Hao, D., Liu, C., Zhang, X., Xu, D., Xu, X., Wang, J., & Wu, R. (2017). Effect of Supplemental Oregano Essential Oils in Diets on Production Performance and Relatively Intestinal Parameters of Laying Hens. *American Journal of Molecular Biology*, 07(01), 73–85. <https://doi.org/10.4236/ajmb.2017.71006>
184. Fazhana Ismail. (2017, May 17). Effect of Dietary Dried Oregano Leaves Supplementation on Broiler Performance. May 17-18, 2017 Istanbul (Turkey).
<https://doi.org/10.15242/DIRPUB.DIR0517218>
185. Ruan, D., Fan, Q., Fouad, A. M., Sun, Y., Huang, S., Wu, A., Lin, C., Kuang, Z., Zhang, C., & Jiang, S. (2021). Effects of dietary oregano essential oil supplementation on growth performance, intestinal antioxidative capacity, immunity, and intestinal microbiota in yellow-feathered chickens. *Journal of Animal Science*, 99(2). <https://doi.org/10.1093/jas/skab033>
186. Eler, G., Gomes, A. V. C., Trindade, B. S., Almeida, L. S. L., Dilelis, F., Cardoso, V. S., & Lima, C. A. R. (2019). Oregano essential oil in the diet of broilers:

- performance, carcass characteristics, and blood parameters. *South African Journal of Animal Science*, 49(4), 753. <https://doi.org/10.4314/sajas.v49i4.17>
187. Duy Hoan, N., and M. A. Khoa. (2016). Meat Quality Comparison Between Fast Growing Broiler Ross 308 and Slow Growing Sasso Laying Males Reared in Free Range System. *J. Sci. Devel* 14, 101–108.
188. Lichovníková, M., Jandásek, J., Jůzl, M., & Dračková, E. (2009). The meat quality of layer males from free range in comparison with fast growing chickens. *Czech Journal of Animal Science*, 54(No. 11), 490–497. <https://doi.org/10.17221/3/2009-CJAS>
189. Skaperda, Z., Argyriadou, A., Nechalioti, P. M., Alvanou, M., Makri, S., Bouroutzika, E., Kyriazis, I. D., Tekos, F., Veskoukis, A. S., Kallitsis, T., Mesnage, R., Arsenos, G., & Kouretas, D. (2021). Redox Biomarker Baseline Levels in Cattle Tissues and Their Relationships with Meat Quality. *Antioxidants*, 10(6), 958. <https://doi.org/10.3390/antiox10060958>
190. da Silva, D. C. F., de Arruda, A. M. V., & Gonçalves, A. A. (2017). Quality characteristics of broiler chicken meat from free-range and industrial poultry system for the consumers. *Journal of Food Science and Technology*, 54(7), 1818–1826. <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2612-x>
191. Castellini, C., Mugnai, C., & Dal Bosco, A. (2002). Effect of organic production system on broiler carcass and meat quality. *Meat Science*, 60(3), 219–225. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(01\)00124-3](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(01)00124-3)
192. Michiels, J., Tagliabue, M. M., Akbarian, A., Ovyne, A., & de Smet, S. (2014). Oxidative Status, Meat Quality and Fatty Acid Profile of Broiler Chickens Reared under Free-range and Severely Feed-restricted Conditions Compared with Conventional Indoor Rearing. *Avian Biology Research*, 7(2), 74–82. <https://doi.org/10.3184/175815514X13950522688554>
193. Hang, T. T. T., Molee, W., Khempaka, S., & Paraksa, N. (2018). Supplementation with curcuminoids and tuna oil influenced skin yellowness, carcass composition, oxidation status, and meat fatty acids of slow-growing chickens. *Poultry Science*, 97(3), 901–909. <https://doi.org/10.3382/ps/pex385>
194. Blahová, J., Dobšíková, R., Straková, E., & Suchý, P. (2007). Effect of Low Environmental Temperature on Performance and Blood System in Broiler Chickens (*Gallus domesticus*). *Acta Veterinaria Brno*, 76(8), S17–S23. <https://doi.org/10.2754/avb200776S8S017>

195. Xu, Y., Lai, X., Li, Z., Zhang, X., & Luo, Q. (2018). Effect of chronic heat stress on some physiological and immunological parameters in different breed of broilers. *Poultry Science*, 97(11), 4073–4082. <https://doi.org/10.3382/ps/pey256>
196. Lin, H., Jiao, H. C., Buyse, J., & Decuyper, E. (2006). Strategies for preventing heat stress in poultry. *World's Poultry Science Journal*, 62(1), 71–86. <https://doi.org/10.1079/WPS200585>
197. Michalczyk, M., Łukasiewicz, M., Zdanowska-Sąsiadek, Ż., & Niemiec, J. (2014). Comparison of Selected Quality Attributes of Chicken Meat as Affected by Rearing Systems. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 64(2), 121–126. <https://doi.org/10.2478/v10222-012-0096-y>
198. Bianchi, M., Petracci, M., Sirri, F., Folegatti, E., Franchini, A., & Meluzzi, A. (2007). The Influence of the Season and Market Class of Broiler Chickens on Breast Meat Quality Traits. *Poultry Science*, 86(5), 959–963. <https://doi.org/10.1093/ps/86.5.959>
199. Paiva-Martins, F., Barbosa, S., Pinheiro, V., Mourão, J. L., & Outor-Monteiro, D. (2009). The effect of olive leaves supplementation on the feed digestibility, growth performances of pigs and quality of pork meat. *Meat Science*, 82(4), 438–443. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2009.02.014>.
200. Kim, Y. J., Park, W. Y., & Choi, I. H. (2010). Effects of dietary α -tocopherol, selenium, and their different combinations on growth performance and meat quality of broiler chickens. *Poultry Science*, 89(3), 603–608. <https://doi.org/10.3382/ps.2009-00280>
201. Surai, P. F., & Kochish, I. I. (2019). Nutritional modulation of the antioxidant capacities in poultry: the case of selenium. *Poultry Science*, 98(10), 4231–4239. <https://doi.org/10.3382/ps/pey406>
202. Pappas AC, Tsiplakou E, Papadomichelakis G, Sotirakoglou K, Mitsiopolou C, Mpekeli V, Haroutounian SA, Zervas G, Fegeros K (2019) Effects of olive pulp addition to broiler diets on performance, selected biochemical parameters and antioxidant enzymes. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*, 70(3), 1687. <https://doi.org/10.12681/jhvms.21793>
203. Vossen, E., Ntawubizi, M., Raes, K., Smet, K., Huyghebaert, G., Arnouts, S., & de Smet, S. (2011). Effect of dietary antioxidant supplementation on the oxidative status of plasma in broilers. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 95(2), 198–205. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0396.2010.01041.x>

204. Gerasopoulos, K., Stagos, D., Kokkas, S., Petrotos, K., Kantas, D., Goulas, P., & Kouretas, D. (2015). Feed supplemented with byproducts from olive oil mill wastewater processing increases antioxidant capacity in broiler chickens. *Food and Chemical Toxicology*, 82, 42–49. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2015.04.021>
205. Jankowski, J., Juśkiewicz, J., Zduńczyk, P., Kosmala, M., Zieliński, H., Antoszkiewicz, Z., & Zduńczyk, Z. (2016). Antioxidant status of blood and liver of turkeys fed diets enriched with polyunsaturated fatty acids and fruit pomaces as a source of polyphenols. *Polish Journal of Veterinary Sciences*, 19(1), 89–98. <https://doi.org/10.1515/pjvs-2016-0012>
206. Frankel, E., Bakhouché, A., Lozano-Sánchez, J., Segura-Carretero, A., & Fernández-Gutiérrez, A. (2013). Literature Review on Production Process To Obtain Extra Virgin Olive Oil Enriched in Bioactive Compounds. Potential Use of Byproducts as Alternative Sources of Polyphenols. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61(22), 5179–5188. <https://doi.org/10.1021/jf400806z>
207. Wood, J. D., Richardson, R. I., Nute, G. R., Fisher, A. V., Campo, M. M., Kasapidou, E., Sheard, P. R., & Enser, M. (2004). Effects of fatty acids on meat quality: a review. *Meat Science*, 66(1), 21–32. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(03\)00022-6](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(03)00022-6)
208. Arreza IJ (2019) Comparison between the organoleptic qualities of native and commercial broiler chicken meat: a review. *BSA Animal Science I*
209. Al-Harthi, M. A. (2016). The efficacy of using olive cake as a by-product in broiler feeding with or without yeast. *Italian Journal of Animal Science*, 15(3), 512–520. <https://doi.org/10.1080/1828051X.2016.1194173>

Περίληψη

Τα τελευταία χρόνια όλο και περισσότεροι καταναλωτές προτιμούν το κρέας πουλερικών αντί για άλλα προϊόντα κρέατος επειδή συνιστά πηγή πλούσια σε πρωτεΐνη και χαμηλά λιπαρά. Ένας ακόμη λόγος αύξησης της κατανάλωσης κρέατος πουλερικών οφείλεται και στο γεγονός ότι λόγω της οικονομικής κρίσης που ταλανίζει την υφήλιο παραμένει σχετικά φθηνό σε σχέση με άλλα προϊόντα κρέατος. Αυτός άλλωστε είναι ο βασικός λόγος της σημαντικής αύξησης της παραγωγής πουλερικών από τη βιομηχανία με απώτερο σκοπό την μαζική διατροφή μέσω αύξησης της παραγωγικότητας καθώς επίσης και την εντατική αναπαραγωγή. Το γεγονός αυτό οδήγησε με την σειρά του στην υιοθέτηση ταχέως αναπτυσσόμενων φυλών πουλερικών.

Αυτή όμως η «εντατικοποίηση» παραγωγής επηρέασε σημαντικά τόσο την καλή διαβίωση, όσο και την ποιότητα του κρέατος και την απόδοση των ζώων. Τα κοτόπουλα που εκτρέφονται σε συστήματα εντατικής εκτροφής αναπτύσσουν οξειδωτικό στρες, το οποίο μπορεί να οδηγήσει σε διάφορες παθολογικές καταστάσεις. Όλα αυτά έχουν ως συνέπεια χαμηλές αποδόσεις κατά τις εκτροφές που επηρεάζουν τόσο το οικονομικό κέρδος των Πτηνοτροφικών επιχειρήσεων αλλά και την ίδια την ποιότητα του κρέατος με τελικό αποδέκτη όλων των παραπάνω τον καταναλωτή.

Τα τελευταία χρόνια γίνεται μια προσπάθεια να αντιστραφούν οι πρακτικές αναπαραγωγής. Τα εναλλακτικά συστήματα αναπαραγωγής περιλαμβάνουν κοτόπουλα βραδείας ανάπτυξης, τα οποία έχουν την ευκαιρία και την επιλογή να μεγαλώσουν σε εσωτερικούς και εξωτερικούς χώρους. Είναι επίσης σημαντικό ότι μια δίαιτα με υψηλή περιεκτικότητα σε θρεπτικά συστατικά έχει θετικό αντίκτυπο στην υγεία του κοτόπουλου. Έτσι, η προσθήκη αντιοξειδωτικών θρεπτικών συστατικών και προβιοτικών είναι σημαντική ως προς τον γονότυπο και το σύστημα εκτροφής που χρησιμοποιείται.

Ταυτόχρονα η αυξανόμενη απαίτηση των καταναλωτών για πιο υγιεινά πτηνοτροφικά προϊόντα, τα οποία να προέρχονται από συστήματα εκτροφής πιο συμβατά με την ευζωία των πουλερικών, οδήγησε στην εντατικοποίηση της επιστημονικής έρευνας για τη δυνατότητα αποτελεσματικής εφαρμογής της εκτροφής σε συνθήκες Ελεύθερης Βοσκής. Τα τελευταία χρόνια η χρήση διαφόρων αντιβιοτικών ουσιών στη διατροφή έχουν ήδη απαγορευτεί στις χώρες της Ε.Ε., λόγω της πιθανής δημιουργίας ανθεκτικότητας.

Η χρήση των αρωματικών φυτών από τον άνθρωπο εξαιτίας των ευεργετικών τους ιδιοτήτων είναι γνωστές από την αρχαιότητα. Στις μέρες μας η χρήση τους έχει βρει ευρεία εφαρμογή και στη διατροφή των ζώων. Πολλά αρωματικά βότανα, όπως δενδρολίβανο, φασκόμηλο, θυμάρι, ρίγανη, ή εκχυλίσματα αυτών, συγκεντρώνουν μεγάλο ερευνητικό ενδιαφέρον για τις αντιοξειδωτικές ιδιότητες τους.

Υπάρχουν πολλές μελέτες που αναφέρουν την επίδραση του συστήματος εκτροφής και της προσθήκης αντιοξειδωτικών στη διατροφή των ζώων, στην υγεία, την απόδοση και την ποιότητα του κρέατος των κοτόπουλων. Ωστόσο, οι περισσότερες από τις μελέτες έχουν διεξαχθεί σε εκτροφές μικρής κλίμακας (πειραματικής κλίμακας) γεγονός που δεν μπορεί να δώσει ασφαλή συμπεράσματα.

Στο πλαίσιο της παρούσας διδακτορικής διατριβής έγινε προσπάθεια-για πρώτη φορά σε συνθήκες εκτροφής βιομηχανικής κλίμακας-να γίνει μια συστηματική μελέτη στην επίδραση που έχουν εμπλουτισμένα με αρωματικά φυτά διαιτητικά σχήματα στα συστήματα εκτροφής «ελευθέρας βοσκής» με απώτερο σκοπό την εκτίμηση της επίδρασης στην αντιοξειδωτική κατάσταση, την απόδοση, την ποιότητα του κρέατος και τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των κοτόπουλων σε βιομηχανική κλίμακα. Επιπλέον έγινε μια προσπάθεια εκτίμησης της επίδρασης των περιβαλλοντικών παραγόντων στην θερμική καταπόνηση και συνεπώς στην ευζωία των κοτόπουλων ελευθέρας βοσκής.

Τελικός στόχος ήταν, αξιοποιώντας τα αποτελέσματα της έρευνας, να αναπτυχθούν μέθοδοι και εργαλεία που να βοηθούν στην εξακρίβωση της γνησιότητας της εκτροφής ελευθέρας βοσκής κοτόπουλων. Για την επίτευξη των παραπάνω χρησιμοποιήθηκε ως εκτροφή «σύγκρισης» συμβατικά κοτόπουλα ταχέως αναπτυσσόμενα τα οποία δοκιμάστηκαν για τις ίδιες παραμέτρους.

Κάθε εκτροφή ελευθέρας εκτροφής περιλάμβανε τα συμβατικά σιτηρέσια και τα εμπλουτισμένα με αρωματικά βότανα ή εκχυλίσματα αυτών. Συγκεκριμένα χρησιμοποιήθηκαν ως πρόσθετα στις διάφορες εκτροφές α) Ρίγανη και θυμάρι, β) Προμίγμα ρίγανης με ριγανέλαιο και γ) Υδατικό εκχύλισμα τριών αρωματικών φυτών. Πραγματοποιήθηκε και μια πιλοτική εκτροφή για την διερεύνηση της επίδρασης της προσθήκης αλεύρου από πάστα ελαιόκαρπου (Olive Paste Flour, OPF) στην αντιοξειδωτική κατάσταση και τις αποδόσεις ορνιθίων κρεατοπαραγωγής σε συνθήκες πτηνοτροφικής μονάδας.

Σε κάθε εκτροφή μελετήθηκαν οροί και ιστοί από τρεις ομάδες πουλερικών:

α) συμβατικής βοσκής,

β) ελευθέρας βοσκής με συνηθισμένη διατροφή και

γ) ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη με αρωματικά φυτά διατροφή

Η αντιοξειδωτική κατάσταση εκτιμήθηκε με τη μέτρηση της συγκέντρωσης της α-τοκοφερόλης (βιταμίνη E) στο πλάσμα, της εκτίμησης των οξειδωτικών βλαβών στα λιπίδια (TBARS) με μέτρηση των ουσιών που αντιδρούν με το θειοβαρβιτουρικό οξύ των κυττάρων καθώς και της συνολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας (TAC) στο πλάσμα και τον μυϊκό ιστό.

Συμπερασματικά από την στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων για την αντιοξειδωτική κατάσταση των διαφορετικών συστημάτων εκτροφής προκύπτει ότι:

- ✓ τα ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα εμφάνισαν καλύτερη ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) στον μυϊκό ιστό σε σχέση με τα συμβατικά, η οποία ήταν στατιστικά σημαντική.
- ✓ δεν προέκυψε στατιστικά σημαντική διάφορα μεταξύ των δύο συστημάτων για τα αποτελέσματα της μηλονικής διαλδεΰδης (TBARS) στον μυϊκό ιστό.
- ✓ ανάμεσα στα ελευθέρας βοσκής και τα ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή προκύπτει ότι η ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) στον μυϊκό ιστό των τελευταίων ήταν καλύτερη. Τα επίπεδα μηλονικής διαλδεΰδης δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο ομάδων.
- ✓ τα επίπεδα TBARS στο όρο ήταν σημαντικά χαμηλότερα για τα συμβατικά σε σύγκριση με τα ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα και αντίστοιχα με τα ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα με εμπλουτισμένη διατροφή.
- ✓ οι συγκεντρώσεις της α-τοκοφερόλης (βιταμίνη E) στο πλάσμα όλων των υπό εξέταση κοτόπουλων δεν έδειξε σημαντικές διαφορές μεταξύ των υπό δοκιμή συστημάτων εκτροφής
- ✓ η προσθήκη άλευρου πάστας ελιάς στη διατροφή των κοτόπουλων συμβατικής εκτροφής αύξησε σημαντικά τη συγκέντρωση της α-τοκοφερόλης στο πλάσμα.
- ✓ η θνησιμότητα ήταν παρόμοια για όλες τις ομάδες.

Λέξεις κλειδιά: σύστημα εκτροφής «ελευθέρας βοσκής», α-τοκοφερόλη, συνολική αντιοξειδωτική ικανότητα, αρωματικά φυτά, πάστα ελιάς, ευζωία

Abstract

In recent years, more and more consumers prefer poultry meat rather than other meat products because it is a source rich in protein and low fat. A further reason for the increase in the consumption of poultry meat is that due to the global economic crisis it remains relatively cheap compared to other meat products. This is the main reason for the significant increase in poultry production by the industry with the aim of mass feeding through increased productivity as well as intensive breeding. However, this "intensification" of production has significantly affected the welfare, the quality of the meat and the performance of the animals. Broilers reared in intensive farming systems develop oxidative stress, which leads to various pathological conditions. Therefore, there has been an attempt to reverse breeding practices. Alternative breeding systems include slow-growing chickens, which have the opportunity and choice to grow indoor and outdoor.

Another important issue in poultry farming is the balanced diet which must have a high nutrient content to a positive impact on the health of the chicken. The addition of antioxidant nutrients and probiotics is important in terms of the genotype and the rearing system. The increasing demand of consumers for healthier poultry products, has led to the intensification of scientific research on the possibility of effective application of farming in free range conditions.

In recent years the use of various antibiotics in the diet has already been banned in the E.E. countries, due to the potential creation of resistance and the fear of passing this resistance on to humans via the food chain. The use of aromatic plants by humans have been known since ancient times. Nowadays, their use has also been extended to the feeding of animals to exploit their various beneficial properties. Many aromatic herbs, such as rosemary, sage, thyme, and oregano or their extracts are very promising feed additives because of their antioxidant properties. Many studies report the effect of the rearing system and the addition of antioxidants to animal nutrition on the health, performance and quality of chicken meat. However, most of the studies were performed in small (experimental) breeds, which maybe influence the results.

In the context of this thesis, an effort was made - for the first time in industrial-scale breeding conditions - to conduct a systematic study of the effect of aromatic plants enriched in the dietary on free-range breeding systems to assess the impact on the antioxidant status, performance, meat quality and organoleptic characteristics of chickens on an industrial scale.

In addition, an attempt was made to assess the impact of environmental factors on thermal stress and consequently on the welfare of free-range chickens.

The aim was to develop novel methods and tools to establish the authenticity of free-range poultry breeding, using the results of the research.

Based on the above, in this research attempt we tried to investigate the effect of three different rearing systems, a) free-range, b) free-range enhanced diet with aromatic plants or extracts, and c) conventional fast-growing chickens, on the chickens' antioxidant status, performance, meat quality and organoleptic characteristics in industrial-scale production. The evaluation of the antioxidant status was measured through to the total antioxidant capacity (TAC) and Thiobarbituric Acid Reactive Substances (TBARS) in plasma and muscle tissue, and the concentration of α -tocopherol levels in plasma.

The two rearing systems included the conventional diet and the aromatic herbs or their extracts. They were used as additives in the various breeds (a) Oregano and thyme, (b) oregano premix and essential oil of oregano and (c) aqueous extracts of three aromatic plants.

In a pilot study we also investigated the effect of olive paste flour (OPF) on the antioxidant status and performance of broiler chickens raised in field conditions. The antioxidant status was assessed by measuring the plasma concentration of α -tocopherol (vitamin E), the lipid oxidative damage assessment (TBARS) by measuring substances that react with the cell thiobarbituric acid, and the total antioxidant capacity (TAC) in plasma and muscle tissue.

In conclusion, the statistical analysis of the results on the antioxidant status of the different rearing systems shows that:

- free-range chicken showed a better total antioxidant capacity (TAC) in muscle tissue than conventional chickens, which was statistically significant.
- no statistically significant difference was found between the two systems for the effects of malonic dialdehyde (TBARS) on muscle tissue.
- between free range and free range with enriched diet, the total antioxidant capacity (TAC) in the muscle tissue of the latter was better. Levels of malonic dialdehyde did not show a statistically significant difference between the two groups.

- TBARS levels were significantly lower for conventional chickens compared to free-range chickens and correspondingly to free-range chickens with enriched diet.
- plasma concentrations of α -tocopherol (vitamin E) of all chickens showed no significant differences between the different breeding systems
- the addition of olive paste flour to the feed of conventional chickens significantly increased the plasma concentration of α -tocopherol.
- sustainability was similar for all groups.

**ΔΗΜΟΣΙΕΥΣΕΙΣ – ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΕΙΣ ΣΕ ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΚΑΙ ΔΙΕΘΝΗ
ΣΥΝΕΔΡΙΑ-ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ ΣΕ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ**

➤ **Δημοσιεύσεις σε επιστημονικά περιοδικά**

1. Influence of dietary olive paste flour on the performance and oxidative stress in chickens raised in field conditions. Fotou E., Moulasioti V., Angelis I., Tsiouris, V., Patsias A., Tellis C., Moussis, V., **Boti, M.**, & Tsoukatos, D. (2021). Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society, 72(3), 3239–3248.
<https://doi.org/10.12681/jhvms.28520>

➤ **Ερευνητικά προγράμματα**

1. «Πρωτοποριακοί ιχνηλάτες ως νέοι δείκτες ορισμού συστημάτων «ελεύθερης βοσκής» με επιστημονικό υπεύθυνο τον κ. Δημόκριτο Τσουκάτο, Καθηγητή του Τμήματος Χημείας του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων από 04/02/2019 έως 26/12/2022.
2. «Ανάπτυξη πρότυπης μονάδας βιομηχανικής πτηνοτροφικής εκτροφής» με επιστημονικό υπεύθυνο τον κ. Δημόκριτο Τσουκάτο, Καθηγητή του Τμήματος Χημείας του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων από 18/09/2019 έως 23/09/2022.

➤ **Ομιλίες / Posters σε συνέδρια**

1. “Effect of Olive Paste Flour on α-tocopherol and performance in broilers of a poultry farm unit” (poster) E. Fotou, V. Moulasioti, I. Angelis, V. Tsiouris, A. Patsias, C. Tellis, V. Moussis, **M.E. Boti**, D. Tsoukatos. 26th World's Poultry Congress, 7-11/8/2022, Paris, France. 2022
2. “Growth performance, meat quality and organoleptic characteristics in chickens raised under commercial production systems” (poster) V. Moulasioti, E. Fotou, C. Tellis, D. Kyriakou, M. Papadami, A. Patsias, V. Moussis, **M.E. Boti**, I. Sarrigeorgiou, P. Lymberi, V. Tsikaris, V. Tsiouris, D. Tsoukatos. 26th World's Poultry Congress, 7-11/8/2022, Paris, France. 2022

3. “Antioxidant status and growth performance of conventional, free-range, and free-range fed with aromatic plants broilers under industrial scale production” (poster) E. Fotou, V. Moulasioti, C. Tellis, D. Kyriakou, M. Papadami, A. Patsias V. Moussis, **M.E. Boti**, I. Sarrigeorgiou, P. Lymberi, V. Tsikaris, V. Tsiouris, D. Tsoukatos. 26th World's Poultry Congress, 7-11/8/2022, Paris, France. 2022
4. “The effect of oxidative stress at the warm season in free-range poultry chickens raised in field conditions” (poster) C. Tellis, M. Papadami, V. Moulasioti, E. Fotou, D. Kyriakou, I. Sarrigeorgiou, A. Patsias, V. Moussis, **M.E. Boti**, V. Tsiouris, V. Tsikaris, P. Lymberi, D. Tsoukatos. 26th World's Poultry Congress, 7-11/8/2022, Paris, France. 2022
5. "Antioxidant status, growth performance and meat quality in chickens raised under conventional and alternative commercial production systems”. (poster) V. Moulasioti, E. Fotou, M. Papadami, C. Tellis, D. Kyriakou, A. Patsias, V. Moussis, **M.E. Boti**, I. Sarrigeorgiou, P. Lymberi, V. Tsikaris, V. Tsiouris, D. Tsoukatos. 7th Mediterranean Poultry Summit, 8-10/6/2022, Spain.
6. “Comparison of the antioxidant status of conventional and free-range poultry production systems in industrial-scale production”. (Oral presentation) E. Fotou, V. Moulasioti, C. Tellis, D. Kyriakou, M. Papadami, A. Patsias, V. Moussis, **M.E. Boti**, I. Sarrigeorgiou, P. Lymberi, V. Tsikaris, V. Tsiouris, D. Tsoukatos. 3rd International and 12th National Animal Science Conference, 27-28/11/2021, Turkey.

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1. Συστηματική κατάταξη όρνιθας

Πίνακας 2. Οι κυριότερες φυλές κρεατοπαραγωγικής κατεύθυνσης

Πίνακας 3. Οι κυριότερες εταιρίες παραγωγής υβριδίων παγκοσμίως

Πίνακας 4. Παγκόσμια κατανομή των εκτρεφόμενων πτηνών ανά είδος και ήπειρο για το 2018

Πίνακας 5. Η θέση του ορνιθίου κρέατος (σε εκατομμύρια τόνοι) στην παγκόσμια αγορά την περίοδο 2022-22.

Πίνακας 6. Κεφαλές πτηνών στην Ελλάδα για το έτος 2017

Πίνακας 7. Χωροταξική κατανομή παραγωγής κρέατος πουλερικών

Πίνακας 8. Ευρωπαϊκός κανονισμός 889/2008 (Παράρτημα ΙΙΙ)

Πίνακας 9: Ειδικές προδιαγραφές για εναλλακτικά συστήματα εκτροφής.

Πίνακας 11. Βέλτιστες θερμοκρασίες κατά την διάρκεια εκτροφών με σύστημα συμβατικής και με ελευθέρας βοσκής

Πίνακας 12. Οι πέντε ελευθερίες της «Ευζωίας»

Πίνακας 13. Τα κυριότερα αρωματικά/φαρμακευτικά φυτά στην Ελλάδα

Πίνακας 14. Οι κυριότερες μέθοδοι προσδιορισμού αντιοξειδωτικής κατάστασης

Πίνακας 15. Η σύνθεση της τροφής και η χημική ανάλυση των σιτηρεσίων.

Πίνακας 16. Διατροφή κοτόπουλων ελευθέρας βοσκής με αρωματικά φυτά

Πίνακας 17. Δοσολογία με αρωματικά φυτά ανά εκτροφή κοτόπουλων ελευθέρας βοσκής

Πίνακας 18. Χημική ανάλυση του συμπληρώματος με άλευρο πάστας ελαιόκαρπου (Olive Paste Flour)

Πίνακας 19. Διαιτητικό σχήμα για την πιλοτική εκτροφή με των υπό δοκιμή ομάδων πουλερικών

Πίνακας 20. Συγκεντρώσεις της α-τοκοφερόλης (μg/ml) σε δείγματα ορού συμβατικών και Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα. (Φθινόπωρο-εκτροφή 1^η)

Πίνακας 21. Συγκεντρώσεις της α-τοκοφερόλης (μg/ml) σε δείγματα ορού Ελευθέρας βοσκής και Ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα. (Φθινόπωρο -εκτροφή 1^η)

Πίνακας 22. Συγκεντρώσεις της α-τοκοφερόλης (μg/ml) σε δείγματα ορού συμβατικών και Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα. (Χειμώνας-εκτροφή 2^η)

Πίνακας 23. Συγκεντρώσεις της α-τοκοφερόλης (μg/ml) σε δείγματα ορού Ελευθέρας βοσκής και Ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα (Χειμώνας-εκτροφή 2^η)

Πίνακας 24. Συγκεντρώσεις της α-τοκοφερόλης (μg/ml) σε δείγματα ορού συμβατικών και Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα. (Άνοιξη-εκτροφή 3^η)

Πίνακας 25. Συγκεντρώσεις της α-τοκοφερόλης (μg/ml) σε δείγματα ορού Ελευθέρας βοσκής και Ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα (Άνοιξη-εκτροφή 3^η)

Πίνακας 26. Συγκεντρώσεις της α-τοκοφερόλης (μg/ml) σε δείγματα ορού συμβατικών και Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα. (Φθινόπωρο-εκτροφή 5^η)

Πίνακας 27. Συγκεντρώσεις της α-τοκοφερόλης (μg/ml) σε δείγματα Ελευθέρας βοσκής και Ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα. (Φθινόπωρο-εκτροφή 5^η)

Πίνακας 28. Συγκεντρώσεις της α-τοκοφερόλης (μg/ml) σε δείγματα ορού συμβατικών και Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα. (Χειμώνας-εκτροφή 6^η)

Πίνακας 29. Συγκεντρώσεις της α-τοκοφερόλης (μg/ml) σε δείγματα ορού Ελευθέρας βοσκής και Ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα. (Χειμώνας-εκτροφή 6^η)

Πίνακας 30. Συγκεντρώσεις της α-τοκοφερόλης (μg/ml) σε δείγματα ορού συμβατικών και Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα. (Άνοιξη-εκτροφή 7^η)

Πίνακας 31. Συγκεντρώσεις της α-τοκοφερόλης (μg/ml) σε δείγματα ορού Ελευθέρας βοσκής και Ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα. (Άνοιξη-εκτροφή 7^η)

Πίνακας 32. Συγκεντρώσεις της α-τοκοφερόλης (μg/ml) σε δείγματα ορού συμβατικών και Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα. (Καλοκαίρι-εκτροφή 8^η)

Πίνακας 33. Συγκεντρώσεις της α-τοκοφερόλης (μg/ml) σε δείγματα ορού Ελευθέρας βοσκής και Ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα. (Καλοκαίρι- εκτροφή 8^η)

Πίνακας 34. Συγκεντρώσεις της α-τοκοφερόλης (μg/ml) σε δείγματα ορού συμβατικών και Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα. (Καλοκαίρι-εκτροφή 9^η)

Πίνακας 35. Συγκεντρώσεις της α-τοκοφερόλης (μg/ml) σε δείγματα ορού Ελευθέρας βοσκής και Ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα. (Καλοκαίρι- εκτροφή 9^η)

Πίνακας 36. Συγκεντρώσεις της α-τοκοφερόλης (μg/ml) σε δείγματα ορού συμβατικών και Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα. (Φθινόπωρο-εκτροφή 10^η)

Πίνακας 37. Συγκεντρώσεις της α-τοκοφερόλης (μg/ml) σε δείγματα ορού Ελευθέρας βοσκής και Ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα. (Φθινόπωρο-εκτροφή 10^η)

Πίνακας 38. Συγκεντρώσεις της α-τοκοφερόλης (μg/ml) σε δείγματα ορού συμβατικών και Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα. (Χειμώνας-εκτροφή 11^η)

Πίνακας 39. Συγκεντρώσεις της α-τοκοφερόλης (μg/ml) σε δείγματα ορού Ελευθέρας βοσκής και Ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα (Χειμώνας-εκτροφή 11^η)

Πίνακας 40. Συγκεντρώσεις της α-τοκοφερόλης (μg/ml) σε δείγματα ορού συμβατικών και συμβατικών με εμπλουτισμένη διατροφή (άλευρο πάστας ελιάς). (εκτροφή 12^η)

Πίνακας 41. Συγκεντρώσεις της μηλονικής διαλδεϋδης (TBARS) (nmol/ml MDA) σε δείγματα ορού συμβατικών και Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα. (Φθινόπωρο-εκτροφή 1^η)

Πίνακας 42. Συγκεντρώσεις της μηλονικής διαλδεϋδης (TBARS) (nmol/ml MDA) σε δείγματα ορού Ελευθέρας βοσκής και Ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα (Φθινόπωρο-εκτροφή 1^η)

Πίνακας 43. Συγκεντρώσεις της μηλονικής διαλδεϋδης (TBARS) (nmol/ml MDA) σε δείγματα ορού συμβατικών και Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα. (Χειμώνας-εκτροφή 2^η)

Πίνακας 44. Συγκεντρώσεις της μηλονικής διαλδεϋδης (TBARS) (nmol/ml MDA) σε δείγματα ορού Ελευθέρας βοσκής και Ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα (Χειμώνας-εκτροφή 2^η)

Πίνακας 45. Συγκεντρώσεις της μηλονικής διαλδεϋδης (TBARS) (nmol/ml MDA) σε δείγματα ορού συμβατικών και Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα. (Άνοιξη-εκτροφή 3^η)

Πίνακας 46. Συγκεντρώσεις της μηλονικής διαλδεϋδης (TBARS) (nmol/ml MDA) σε δείγματα ορού Ελευθέρας βοσκής και Ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα (Άνοιξη-εκτροφή 3^η)

Πίνακας 47. Συγκεντρώσεις της μηλονικής διαλδεϋδης (TBARS) (nmol/ml MDA) σε δείγματα ορού συμβατικών και Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα. (Φθινόπωρο-εκτροφή 5^η)

Πίνακας 48. Συγκεντρώσεις της μηλονικής διαλδεϋδης (TBARS) (nmol/ml MDA) σε δείγματα ορού Ελευθέρας βοσκής και Ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα (Φθινόπωρο-εκτροφή 5^η)

Πίνακας 49. Συγκεντρώσεις της μηλονικής διαλδεϋδης (TBARS) (nmol/ml MDA) σε δείγματα ορού συμβατικών και Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα. (Χειμώνας-εκτροφή 6^η)

Πίνακας 50. Συγκεντρώσεις της μηλονικής διαλδεϋδης (TBARS) (nmol/ml MDA) σε δείγματα ορού Ελευθέρας βοσκής και Ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα (Χειμώνας-εκτροφή 6^η)

Πίνακας 51. Συγκεντρώσεις της μηλονικής διαλδεϋδης (TBARS) (nmol/ml MDA) σε δείγματα ορού συμβατικών και Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα. (Άνοιξη-εκτροφή 7^η)

Πίνακας 52. Συγκεντρώσεις της μηλονικής διαλδεϋδης (TBARS) (nmol/ml MDA) σε δείγματα ορού Ελευθέρας βοσκής και Ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα (Άνοιξη-εκτροφή 7^η)

Πίνακας 53. Συγκεντρώσεις της μηλονικής διαλδεϋδης (TBARS) (nmol/ml MDA) σε δείγματα ορού συμβατικών και Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα. (Καλοκαίρι-εκτροφή 8^η)

Πίνακας 54. Συγκεντρώσεις της μηλονικής διαλδεϋδης (TBARS) (nmol/ml MDA) σε δείγματα ορού Ελευθέρας βοσκής και Ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα (Καλοκαίρι-εκτροφή 8^η)

Πίνακας 55. Συγκεντρώσεις της μηλονικής διαλδεϋδης (TBARS) (nmol/ml MDA) σε δείγματα ορού συμβατικών και Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα. (Καλοκαίρι-εκτροφή 9^η)

Πίνακας 56. Συγκεντρώσεις της μηλονικής διαλδεϋδης (TBARS) (nmol/ml MDA) σε δείγματα ορού Ελευθέρας βοσκής και Ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα (Καλοκαίρι-εκτροφή 9^η)

Πίνακας 57. Συγκεντρώσεις της μηλονικής διαλδεϋδης (TBARS) (nmol/ml MDA) σε δείγματα ορού συμβατικών και Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα. (Φθινόπωρο-εκτροφή 10^η)

Πίνακας 58. Συγκεντρώσεις της μηλονικής διαλδεϋδης (TBARS) (nmol/ml MDA) σε δείγματα ορού Ελευθέρας βοσκής και Ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα (Φθινόπωρο-εκτροφή 10^η)

Πίνακας 59. Συγκεντρώσεις της μηλονικής διαλδεϋδης (TBARS) (nmol/ml MDA) σε δείγματα ορού συμβατικών και Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα. (Χειμώνας-εκτροφή 11^η)

Πίνακας 60. Συγκεντρώσεις της μηλονικής διαλδεϋδης (TBARS) (nmol/ml MDA) σε δείγματα ορού Ελευθέρας βοσκής και Ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα (Χειμώνας-εκτροφή 11^η)

Πίνακας 61. Συγκεντρώσεις της μηλονικής διαλδεϋδης (TBARS) (nmol/ml MDA) σε δείγματα ιστού συμβατικών και Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα. (Φθινόπωρο-εκτροφή 1^η)

Πίνακας 62. Συγκεντρώσεις της μηλονικής διαλδεϋδης (TBARS) (nmol/ml MDA) σε δείγματα ιστού Ελευθέρας βοσκής και Ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα (Φθινόπωρο- εκτροφή 1^η)

Πίνακας 63. Συγκεντρώσεις της μηλονικής διαλδεϋδης (TBARS) (nmol/ml MDA) σε δείγματα ιστού συμβατικών και Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα. (Χειμώνας-εκτροφή 2^η)

Πίνακας 64. Συγκεντρώσεις της μηλονικής διαλδεϋδης (TBARS) (nmol/ml MDA) σε δείγματα ιστού Ελευθέρας βοσκής και Ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα (Χειμώνας-εκτροφή 2^η)

Πίνακας 65. Συγκεντρώσεις της μηλονικής διαλδεϋδης (TBARS) (nmol/ml MDA) σε δείγματα ιστού συμβατικών και Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα. (Άνοιξη-εκτροφή 3^η)

Πίνακας 66. Συγκεντρώσεις της μηλονικής διαλδεϋδης (TBARS) (nmol/ml MDA) σε δείγματα ιστού Ελευθέρας βοσκής και Ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα (Άνοιξη-εκτροφή 3^η)

Πίνακας 67. Συγκεντρώσεις της μηλονικής διαλδεϋδης (TBARS) (nmol/ml MDA) σε δείγματα ιστού συμβατικών και Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα. (Φθινόπωρο-εκτροφή 5^η)

Πίνακας 68. Συγκεντρώσεις της μηλονικής διαλδεϋδης (TBARS) (nmol/ml MDA) σε δείγματα ιστού Ελευθέρας βοσκής και Ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα (Φθινόπωρο-εκτροφή 5^η)

Πίνακας 69. Συγκεντρώσεις της μηλονικής διαλδεϋδης (TBARS) (nmol/ml MDA) σε δείγματα ιστού συμβατικών και Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα. (Χειμώνας-εκτροφή 6^η)

Πίνακας 70. Συγκεντρώσεις της μηλονικής διαλδεϋδης (TBARS) (nmol/ml MDA) σε δείγματα ιστού Ελευθέρας βοσκής και Ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα (Χειμώνας-εκτροφή 6^η)

Πίνακας 71. Συγκεντρώσεις της μηλονικής διαλδεϋδης (TBARS) (nmol/ml MDA) σε δείγματα ιστού συμβατικών και Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα. (Άνοιξη-εκτροφή 7^η)

Πίνακας 72. Συγκεντρώσεις της μηλονικής διαλδεϋδης (TBARS) (nmol/ml MDA) σε δείγματα ιστού Ελευθέρας βοσκής και Ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα (Άνοιξη-εκτροφή 7^η)

Πίνακας 73. Συγκεντρώσεις της μηλονικής διαλδεϋδης (TBARS) (nmol/ml MDA) σε δείγματα ιστού συμβατικών και Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα. (Καλοκαίρι-εκτροφή 8^η)

Πίνακας 74. Συγκεντρώσεις της μηλονικής διαλδεϋδης (TBARS) (nmol/ml MDA) σε δείγματα ιστού Ελευθέρας βοσκής και Ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα (Καλοκαίρι-εκτροφή 8^η)

Πίνακας 75. Συγκεντρώσεις της μηλονικής διαλδεϋδης (TBARS) (nmol/ml MDA) σε δείγματα ιστού συμβατικών και Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα. (Καλοκαίρι-εκτροφή 9^η)

Πίνακας 76. Συγκεντρώσεις της μηλονικής διαλδεϋδης (TBARS) (nmol/ml MDA) σε δείγματα ιστού Ελευθέρας βοσκής και Ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα (Καλοκαίρι-εκτροφή 9^η)

Πίνακας 77. Συγκεντρώσεις της μηλονικής διαλδεϋδης (TBARS) (nmol/ml MDA) σε δείγματα ιστού συμβατικών και Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα. (Φθινόπωρο-εκτροφή 10^η)

Πίνακας 78. Συγκεντρώσεις της μηλονικής διαλδεϋδης (TBARS) (nmol/ml MDA) σε δείγματα ιστού Ελευθέρας βοσκής και Ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα (Φθινόπωρο-εκτροφή 10^η)

Πίνακας 79. Συγκεντρώσεις της μηλονικής διαλδεϋδης (TBARS) (nmol/ml MDA) σε δείγματα ιστού συμβατικών και Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα. (Χειμώνας-εκτροφή 11^η)

Πίνακας 80. Συγκεντρώσεις της μηλονικής διαλδεϋδης (TBARS) (nmol/ml MDA) σε δείγματα ιστού Ελευθέρας βοσκής και Ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα (Χειμώνας-εκτροφή 11^η)

Πίνακας 81. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) σε δείγματα ορού συμβατικών και Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα. (Φθινόπωρο-εκτροφή 1^η)

Πίνακας 82. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) σε δείγματα ορού Ελευθέρας βοσκής και Ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα. (Φθινόπωρο-εκτροφή 1^η)

Πίνακας 83. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) σε δείγματα ορού συμβατικών και Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα. (Χειμώνας-εκτροφή 2^η)

Πίνακας 84. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) σε δείγματα ορού Ελευθέρας βοσκής και Ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα. (Χειμώνας-εκτροφή 2^η)

Πίνακας 85. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) σε δείγματα ορού συμβατικών και Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα. (Άνοιξη-εκτροφή 3^η)

Πίνακας 86. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) σε δείγματα ορού Ελευθέρας βοσκής και Ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα. (Άνοιξη-εκτροφή 3^η)

Πίνακας 87. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) σε δείγματα ορού συμβατικών και Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα. (Φθινόπωρο-εκτροφή 5^η)

Πίνακας 88. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) σε δείγματα ορού Ελευθέρας βοσκής και Ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα. (Φθινόπωρο-εκτροφή 5^η)

Πίνακας 89. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) σε δείγματα ορού συμβατικών και Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα. (Χειμώνας-εκτροφή 6^η)

Πίνακας 90. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) σε δείγματα ορού Ελευθέρας βοσκής και Ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα. (Χειμώνας-εκτροφή 6^η)

Πίνακας 91. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) σε δείγματα ορού συμβατικών και Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα. (Άνοιξη-εκτροφή 7^η)

Πίνακας 92. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) σε δείγματα ορού Ελευθέρας βοσκής και Ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα. (Άνοιξη-εκτροφή 7^η)

Πίνακας 93. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) σε δείγματα ορού συμβατικών και Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα. (Καλοκαίρι-εκτροφή 8^η)

Πίνακας 94. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) σε δείγματα ορού Ελευθέρας βοσκής και Ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα. (Καλοκαίρι-εκτροφή 8^η)

Πίνακας 95. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) σε δείγματα ορού συμβατικών και Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα. (Καλοκαίρι-εκτροφή 9^η)

Πίνακας 96. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) σε δείγματα ορού Ελευθέρας βοσκής και Ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα. (Καλοκαίρι-εκτροφή 9^η)

Πίνακας 97. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) σε δείγματα ορού συμβατικών και Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα. (Φθινόπωρο-εκτροφή 10^η)

Πίνακας 98. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) σε δείγματα ορού Ελευθέρας βοσκής και Ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα. (Φθινόπωρο-εκτροφή 10^η)

Πίνακας 99. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) σε δείγματα ορού συμβατικών και Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα. (Χειμώνας-εκτροφή 11^η)

Πίνακας 100. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) σε δείγματα ορού Ελευθέρας βοσκής και Ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα. (Χειμώνας-εκτροφή 11^η)

Πίνακας 101. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) σε δείγματα ορού συμβατικών και συμβατικών με εμπλουτισμένη διατροφή (άλευρο πάστας ελιάς). (εκτροφή 12^η)

Πίνακας 102. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) σε δείγματα ιστού συμβατικών και Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα. (Φθινόπωρο-εκτροφή 1^η)

Πίνακας 103. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) σε δείγματα ιστού Ελευθέρας βοσκής και Ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα. (Φθινόπωρο-εκτροφή 1^η)

Πίνακας 104. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) σε δείγματα ιστού συμβατικών και Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα. (Χειμώνας-εκτροφή 2^η)

Πίνακας 105. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) σε δείγματα ιστού Ελευθέρας βοσκής και Ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα. (Χειμώνας-εκτροφή 2^η)

Πίνακας 106. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) σε δείγματα ιστού συμβατικών και Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα. (Άνοιξη-εκτροφή 3^η)

Πίνακας 107. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) σε δείγματα ιστού Ελευθέρας βοσκής και Ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα. (Άνοιξη-εκτροφή 3^η)

Πίνακας 108. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) σε δείγματα ιστού συμβατικών και Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα. (Φθινόπωρο-εκτροφή 5^η)

Πίνακας 109. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) σε δείγματα ιστού Ελευθέρας βοσκής και Ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα. (Φθινόπωρο-εκτροφή 5^η)

Πίνακας 110. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) σε δείγματα ιστού συμβατικών και Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα. (Χειμώνας-εκτροφή 6^η)

Πίνακας 111. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) σε δείγματα ιστού Ελευθέρας βοσκής και Ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα. (Χειμώνας-εκτροφή 6^η)

Πίνακας 112. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) σε δείγματα ιστού συμβατικών και Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα. (Άνοιξη-εκτροφή 7^η)

Πίνακας 113. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) σε δείγματα ιστού Ελευθέρας βοσκής και Ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα. (Άνοιξη-εκτροφή 7^η)

Πίνακας 114. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) σε δείγματα ιστού συμβατικών και Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα. (Καλοκαίρι-εκτροφή 8^η)

Πίνακας 115. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) σε δείγματα ιστού Ελευθέρας βοσκής και Ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα. (Καλοκαίρι-εκτροφή 8^η)

Πίνακας 116. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) σε δείγματα ιστού συμβατικών και Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα. (Καλοκαίρι-εκτροφή 9^η)

Πίνακας 117. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) σε δείγματα ιστού Ελευθέρας βοσκής και Ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα. (Καλοκαίρι-εκτροφή 9^η)

Πίνακας 118. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) σε δείγματα ιστού συμβατικών και Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα. (Φθινόπωρο-εκτροφή 10^η)

Πίνακας 119. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) σε δείγματα ιστού Ελευθέρας βοσκής και Ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα. (Φθινόπωρο-εκτροφή 10^η)

Πίνακας 120. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) σε δείγματα ιστού συμβατικών και Ελευθέρας βοσκής κοτόπουλα. (Χειμώνας-εκτροφή 11^η)

Πίνακας 121. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) σε δείγματα ιστού Ελευθέρας βοσκής και Ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα. (Χειμώνας-εκτροφή 11^η)

Πίνακας 122. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα (TAC) σε δείγματα ιστού συμβατικών και συμβατικών με εμπλουτισμένη διατροφή (άλευρο πάστας ελιάς). (εκτροφή 12^η)

Πίνακας 123. Συγκεντρωτικά αποτελέσματα για τις συγκεντρώσεις της α-τοκοφερόλης σε δείγματα ορού συμβατικών, Ελευθέρας βοσκής (EB) και Ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα (EBE).

Πίνακας 124. Συγκεντρωτικά αποτελέσματα της ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας σε δείγματα ορού συμβατικών, Ελευθέρας βοσκής (EB) και Ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα (EBE).

Πίνακας 125. Συγκεντρωτικά αποτελέσματα της ολικής αντιοξειδωτικής ικανότητας σε δείγματα ιστού συμβατικών, Ελευθέρας βοσκής και Ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα (EBE).

Πίνακας 126. Συγκεντρωτικά αποτελέσματα συγκεντρώσεων της μηλονικής διαλδεϋδης σε δείγματα ορού συμβατικών, Ελευθέρας βοσκής και Ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα (EBE).

Πίνακας 127. Συγκεντρωτικά αποτελέσματα συγκεντρώσεων της μηλονικής διαλδεϋδης σε δείγματα ιστού συμβατικών, Ελευθέρας βοσκής (EB) και Ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα(EBE).

Πίνακας 128. Χημική ανάλυση κρέατος

Πίνακας 129. Αποτελέσματα μικροβιολογικού ελέγχου εκτροφής

Πίνακας 130. Αποτελέσματα των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών των ψημένων κοτόπουλων.

Πίνακας 131. Βακτηριολογικοί έλεγχοι και μελέτες διατηρησιμότητας.

Πίνακας 132. Μετεωρολογικά δεδομένα για τα Ιωάννινα (Περίοδος 2018-2021)

Πίνακας 133. Μηνιαίο ύψος βροχής (Περίοδος 2018-2021)

Πίνακας 134. Θερμοκρασίες Φθινόπωρο (Περίοδος 2018-2021)

Πίνακας 135. Θερμοκρασίες Χειμώνας (Περίοδος 2018-2021)

Πίνακας 136. Θερμοκρασίες Άνοιξη (Περίοδος 2018-2021)

Πίνακας 137. Θερμοκρασίες Καλοκαίρι (Περίοδος 2018-2021)

Κατάλογος Σχημάτων

Σχήμα 1. Πορεία διάδοσης της όρνιθας στον κόσμο

Σχήμα 2. Εξελικτική ιστορία σπονδυλωτών των οποίων έχουν προσδιοριστεί οι αλληλουχίες γονιδιώματος.

Σχήμα 3. Δημιουργία εξειδικευμένων ρατσών πουλερικών.

Σχήμα 4. Τρόπος παραγωγής εμπορικών υβριδίων

Σχήμα 5. Ένα σύγχρονο πτηνοτροφείο

Σχήμα 6. Η εξωτερική μόνωση πτηνοτροφείου

Σχήμα 7. Σύστημα εξαερισμού πτηνοτροφείου

Σχήμα 8. Σύστημα θέρμανσης πτηνοτροφείου

Σχήμα 9. Σύστημα δροσισμού πτηνοτροφείου

Σχήμα 10. Σύστημα υδροδότησης πτηνοτροφείου

Σχήμα 11. Σύστημα παροχής τροφής πτηνοτροφείου

Σχήμα 12. Κατηγορίες κρεατοπαραγωγικών πουλερικών

Σχήμα 13. Παράγοντες που επηρεάζουν την κρεατοπαραγωγική ικανότητα

Σχήμα 14. Παράγοντες που επηρεάζουν την ποιότητα του κρέατος κοτόπουλου.

Σχήμα 15. Ουδέτερη θερμική ζώνη πουλερικών

Σχήμα 16. Επίδραση του θερμικού στρες στις φυσιολογικές και βιοχημικές αλλαγές στο κοτόπουλο και στην ποιότητα του κρέατος των κοτόπουλων κρεατοπαραγωγής.

Σχήμα 17. Πρόσθετα διατροφής στην δίαιτα των πουλερικών για την αντιμετώπιση της θερμικής καταπόνησης

Σχήμα 18. Παραγωγή ελευθέρων ριζών-ενδογενείς πηγές

Σχήμα 19. Παραγωγή ελευθέρων ριζών-εξωγενείς πηγές

Σχήμα 20. Η λιπιδική υπεροξείδωση

Σχήμα 21. Οξείδωση πρωτεϊνών από τις ελεύθερες ρίζες

Σχήμα 22. Οξειδωση της γουανιδίνης από τις ελεύθερες ρίζες

Σχήμα 23. Χημικός τύπος της α-τοκοφερόλης (βιταμίνη E)

Σχήμα 24. Κοινό χαρακτηριστικό των τοκοφερολών

Σχήμα 25. Τα είδη των τοκοφερολών

Σχήμα 26. Οι μηχανισμοί δράσης των αντιοξειδωτικών

Σχήμα 27. Η αντιοξειδωτική ισορροπία του οργανισμού

Σχήμα 28. Βλάβες λόγω οξειδωτικού στρες

Σχήμα 29. Οξειδωτικό στρες και διαταραχή της υγείας των πουλερικών

Σχήμα 30. Μηχανισμός Δράσης των Αντιοξειδωτικών: με μεταφορά ενός ατόμου υδρογόνου (HAT μέθοδοι) και με μεταφορά ενός ηλεκτρονίου (SET μέθοδοι).

Σχήμα 31. Δημιουργία δισθενούς ιόντος σιδήρου Fe^{2+} συνοδευόμενη από αλλαγή του χρώματος σε έντονο μπλε.

Σχήμα 32. Αναγωγή του συμπλόκου Fe^{3+} -TPTZ σε Fe^{2+} -TPTZ παρουσία αντιοξειδωτικού

Σχήμα 33. Η μέθοδος TEAC (Trolox Equivalent Antioxidant Capacity)

Σχήμα 34. Μετατροπή της ρίζας DPPH• σε παράγωγα της υδραζίνης παρουσία ενός αντιοξειδωτικού

Σχήμα 35. Αναγωγή της ρίζας DPPH.

Σχήμα 36. Απόσπαση του φαινολικού υδρογόνου με αποτέλεσμα τον σχηματισμό του φαινολικού ιόντος και ανάγωγή από το αντιδραστήριο Folin-C

Σχήμα 37. Παραγωγή του κατιόντος της ρίζας $DMPD^{\cdot+}$

Σχήμα 38. Ανίχνευση της χημικής βλάβης της φλουορεσκεΐνης

Σχήμα 39. Ικανότητα αναστολής της υπεροξειδωσης των λιπιδίων

Σχήμα 40. Η παραγωγή του κατιόντος της ρίζας ABTS• (ABTS⁺)

Σχήμα 41. Η μέθοδος αποχρωματισμού του β-καροτενίου

Σχήμα 42. Α) Διαδικασία επεξεργασίας δειγμάτων αίματος και μυϊκού ιστού. Β) Ομογενοποίηση δειγμάτων μυϊκού ιστού.

Σχήμα 43. Επίπεδα α-τοκοφερόλης (Βιταμίνη Ε) (μg/ml) σε ορό συμβατικών, ελευθέρως βοσκής και ελευθέρως βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλων. (Φθινόπωρο-εκτροφή 1^η)

Σχήμα 44. Επίπεδα α-τοκοφερόλης (Βιταμίνη Ε) (μg/ml) σε ορό συμβατικών, ελευθέρως βοσκής και ελευθέρως βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλων. (Χειμώνας-εκτροφή 2^η)

Σχήμα 45. Επίπεδα α-τοκοφερόλης (Βιταμίνη Ε) (μg/ml) σε ορό συμβατικών, ελευθέρως βοσκής και ελευθέρως βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλων. (Άνοιξη-εκτροφή 3^η)

Σχήμα 46. Επίπεδα α-τοκοφερόλης (Βιταμίνη Ε) (μg/ml) σε ορό συμβατικών, ελευθέρως βοσκής και ελευθέρως βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλων. (Φθινόπωρο-εκτροφή 5^η)

Σχήμα 47. Επίπεδα α-τοκοφερόλης (Βιταμίνη Ε) (μg/ml) σε ορό συμβατικών, ελευθέρως βοσκής και ελευθέρως βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλων. (Χειμώνας-εκτροφή 6^η)

Σχήμα 48. Επίπεδα α-τοκοφερόλης (Βιταμίνη Ε) (μg/ml) σε ορό συμβατικών, ελευθέρως βοσκής και ελευθέρως βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλων. (Άνοιξη-εκτροφή 7^η)

Σχήμα 49. Επίπεδα α-τοκοφερόλης (Βιταμίνη Ε) (μg/ml) σε ορό συμβατικών, ελευθέρως βοσκής και ελευθέρως βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλων. (Καλοκαίρι-εκτροφή 8^η)

Σχήμα 50. Επίπεδα α-τοκοφερόλης (Βιταμίνη Ε) (μg/ml) σε ορό συμβατικών, ελευθέρως βοσκής και ελευθέρως βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλων. (Καλοκαίρι-εκτροφή 9^η)

Σχήμα 51. Επίπεδα α-τοκοφερόλης (Βιταμίνη Ε) (μg/ml) σε ορό συμβατικών, ελευθέρως βοσκής και ελευθέρως βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλων. (Φθινόπωρο-εκτροφή 10^η)

Σχήμα 52. Επίπεδα α-τοκοφερόλης (Βιταμίνη Ε) (μg/ml) σε ορό συμβατικών, ελευθέρως βοσκής και ελευθέρως βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλων. (Χειμώνας-εκτροφή 11^η)

Σχήμα 53. Επίπεδα α-τοκοφερόλης (Βιταμίνη Ε) (μg/ml) σε ορό συμβατικών και συμβατικών με άλευρο πάστας ελιάς κοτόπουλων. (εκτροφή 12^η)

Σχήμα 54. Επίδραση της διατροφής στα επίπεδα οξείδωσης λιπιδίων (μηλονικής διαλδεϋδης, TBARS) σε ορό συμβατικών, ελευθέρως βοσκής και σε ελευθέρως βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλων. (Φθινόπωρο-εκτροφή 1^η)

Σχήμα 55. Επίδραση της διατροφής στα επίπεδα οξείδωσης λιπιδίων (μηλονικής διαλδεϋδης, TBARS) σε ορό συμβατικών, ελευθέρως βοσκής και σε ελευθέρως βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλων. (Χειμώνας-εκτροφή 2^η)

Σχήμα 56. Επίδραση της διατροφής στα επίπεδα οξείδωσης λιπιδίων (μηλονικής διαλδεϋδης, TBARS) σε ορό συμβατικών, ελευθέρως βοσκής και σε ελευθέρως βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλων. (Άνοιξη-εκτροφή 3^η)

Σχήμα 57. Επίδραση της διατροφής στα επίπεδα οξείδωσης λιπιδίων (μηλονικής διαλδεϋδης, TBARS) σε ορό συμβατικών, ελευθέρως βοσκής και σε ελευθέρως βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλων. (Φθινόπωρο-εκτροφή 5^η)

Σχήμα 58. Επίδραση της διατροφής στα επίπεδα οξείδωσης λιπιδίων (μηλονικής διαλδεϋδης, TBARS) σε ορό συμβατικών, ελευθέρως βοσκής και σε ελευθέρως βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλων. (Χειμώνας-εκτροφή 6^η)

Σχήμα 59. Επίδραση της διατροφής στα επίπεδα οξείδωσης λιπιδίων (μηλονικής διαλδεϋδης, TBARS) σε ορό συμβατικών, ελευθέρως βοσκής και σε ελευθέρως βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλων. (Άνοιξη-εκτροφή 7^η)

Σχήμα 60. Επίδραση της διατροφής στα επίπεδα οξείδωσης λιπιδίων (μηλονικής διαλδεϋδης, TBARS) σε ορό συμβατικών, ελευθέρως βοσκής και σε ελευθέρως βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλων. (Καλοκαίρι-εκτροφή 8^η)

Σχήμα 61. Επίδραση της διατροφής στα επίπεδα οξείδωσης λιπιδίων (μηλονικής διαλδεϋδης, TBARS) σε ορό συμβατικών, ελευθέρως βοσκής και σε ελευθέρως βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλων. (Καλοκαίρι-εκτροφή 9^η)

Σχήμα 62. Επίδραση της διατροφής στα επίπεδα οξείδωσης λιπιδίων (μηλονικής διαλδεϋδης, TBARS) σε ορό συμβατικών, ελευθέρας βοσκής και σε ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλων. (Φθινόπωρο-εκτροφή 10^η)

Σχήμα 63. Επίδραση της διατροφής στα επίπεδα οξείδωσης λιπιδίων (μηλονικής διαλδεϋδης, TBARS) σε ορό συμβατικών, ελευθέρας βοσκής και σε ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλων. (Χειμώνας-εκτροφή 11^η)

Σχήμα 64. Επίδραση της διατροφής στα επίπεδα οξείδωσης λιπιδίων (μηλονικής διαλδεϋδης, TBARS) σε ιστό συμβατικών, ελευθέρας βοσκής και σε ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλων. (Φθινόπωρο-εκτροφή 1^η)

Σχήμα 65. Επίδραση της διατροφής στα επίπεδα οξείδωσης λιπιδίων (μηλονικής διαλδεϋδης, TBARS) σε ιστό συμβατικών, ελευθέρας βοσκής και σε ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλων. (Χειμώνας-εκτροφή 2^η)

Σχήμα 66. Επίδραση της διατροφής στα επίπεδα οξείδωσης λιπιδίων (μηλονικής διαλδεϋδης, TBARS) σε ιστό συμβατικών, ελευθέρας βοσκής και σε ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλων. (Άνοιξη-εκτροφή 3^η)

Σχήμα 67. Επίδραση της διατροφής στα επίπεδα οξείδωσης λιπιδίων (μηλονικής διαλδεϋδης, TBARS) σε ιστό συμβατικών, ελευθέρας βοσκής και σε ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλων. (Φθινόπωρο-εκτροφή 5^η)

Σχήμα 68. Επίδραση της διατροφής στα επίπεδα οξείδωσης λιπιδίων (μηλονικής διαλδεϋδης, TBARS) σε ιστό συμβατικών, ελευθέρας βοσκής και σε ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλων. (Χειμώνας-εκτροφή 6^η)

Σχήμα 69. Επίδραση της διατροφής στα επίπεδα οξείδωσης λιπιδίων (μηλονικής διαλδεϋδης, TBARS) σε ιστό συμβατικών, ελευθέρας βοσκής και σε ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλων. (Άνοιξη-εκτροφή 7^η)

Σχήμα 70. Επίδραση της διατροφής στα επίπεδα οξείδωσης λιπιδίων (μηλονικής διαλδεϋδης, TBARS) σε ιστό συμβατικών, ελευθέρας βοσκής και σε ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλων. (Καλοκαίρι-εκτροφή 8^η)

Σχήμα 71. Επίδραση της διατροφής στα επίπεδα οξείδωσης λιπιδίων (μηλονικής διαλδεΰδης, TBARS) σε ιστό συμβατικών, ελευθέρως βοσκής και σε ελευθέρως βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλων. (Καλοκαίρι-εκτροφή 9^η)

Σχήμα 72. Επίδραση της διατροφής στα επίπεδα οξείδωσης λιπιδίων (μηλονικής διαλδεΰδης, TBARS) σε ιστό συμβατικών, ελευθέρως βοσκής και σε ελευθέρως βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλων. (Φθινόπωρο-εκτροφή 10^η)

Σχήμα 73. Επίδραση της διατροφής στα επίπεδα οξείδωσης λιπιδίων (μηλονικής διαλδεΰδης, TBARS) σε ιστό συμβατικών, ελευθέρως βοσκής και σε ελευθέρως βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλων. (Χειμώνας-εκτροφή 11^η)

Σχήμα 74. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα έναντι της DPPH σε ορό συμβατικών, ελευθέρως βοσκής και σε ελευθέρως βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλων. (Φθινόπωρο-εκτροφή 1^η)

Σχήμα 75. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα έναντι της DPPH σε ορό συμβατικών, ελευθέρως βοσκής και σε ελευθέρως βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλων. (Χειμώνας-εκτροφή 2^η)

Σχήμα 76. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα έναντι της DPPH σε ορό συμβατικών, ελευθέρως βοσκής και σε ελευθέρως βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλων. (Άνοιξη-εκτροφή 3^η)

Σχήμα 77. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα έναντι της DPPH σε ορό συμβατικών, ελευθέρως βοσκής και σε ελευθέρως βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλων. (Φθινόπωρο-εκτροφή 5^η)

Σχήμα 78. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα έναντι της DPPH σε ορό συμβατικών, ελευθέρως βοσκής και σε ελευθέρως βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλων. (Χειμώνας-εκτροφή 6^η)

Σχήμα 79. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα έναντι της DPPH σε ορό συμβατικών, ελευθέρως βοσκής και σε ελευθέρως βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλων. (Άνοιξη-εκτροφή 7^η)

Σχήμα 80. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα έναντι της DPPH σε ορό συμβατικών, ελευθέρας βοσκής και σε ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλων. (Καλοκαίρι-εκτροφή 8^η)

Σχήμα 81. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα έναντι της DPPH σε ορό συμβατικών, ελευθέρας βοσκής και σε ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλων. (Καλοκαίρι-εκτροφή 9^η)

Σχήμα 82. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα έναντι της DPPH σε ορό συμβατικών, ελευθέρας βοσκής και σε ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλων. (Φθινόπωρο-εκτροφή 10^η)

Σχήμα 83. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα έναντι της DPPH σε ορό συμβατικού, ελευθέρας βοσκής και σε ελευθέρας βοσκής κοτόπουλο με αρωματικά φυτά. (Χειμώνας-εκτροφή 11^η)

Σχήμα 84. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα έναντι της DPPH σε ορό συμβατικών και συμβατικών με άλευρο πάστας ελιάς κοτόπουλων. (εκτροφή 12^η)

Σχήμα 85. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα έναντι της DPPH σε ιστό συμβατικών, ελευθέρας βοσκής και σε ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλων. (Φθινόπωρο-εκτροφή 1^η)

Σχήμα 86. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα έναντι της DPPH σε ιστό συμβατικών, ελευθέρας βοσκής και σε ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλων. (Χειμώνας-εκτροφή 2^η)

Σχήμα 87. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα έναντι της DPPH σε ιστό συμβατικών, ελευθέρας βοσκής και σε ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλων. (Άνοιξη-εκτροφή 3^η)

Σχήμα 88. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα έναντι της DPPH σε ιστό συμβατικών, ελευθέρας βοσκής και σε ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλων. (Φθινόπωρο-εκτροφή 5^η)

Σχήμα 89. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα έναντι της DPPH σε ιστό συμβατικών, ελευθέρας βοσκής και σε ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλων. (Χειμώνας-εκτροφή 6^η)

Σχήμα 90. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα έναντι της DPPH σε ιστό συμβατικών, ελευθέρας βοσκής και σε ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλων. (Άνοιξη-εκτροφή 7^η)

Σχήμα 91. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα έναντι της DPPH σε ιστό συμβατικών, ελευθέρας βοσκής και σε ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλων. (Καλοκαίρι-εκτροφή 8^η)

Σχήμα 92. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα έναντι της DPPH σε ιστό συμβατικών, ελευθέρας βοσκής και σε ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλων. (Καλοκαίρι-εκτροφή 9^η)

Σχήμα 93. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα έναντι της DPPH σε ιστό συμβατικών, ελευθέρας βοσκής και σε ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλων. (Φθινόπωρο-εκτροφή 10^η)

Σχήμα 94. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα έναντι της DPPH σε ιστό συμβατικών, ελευθέρας βοσκής και σε ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλων. (Χειμώνας-εκτροφή 11^η)

Σχήμα 95. Ολική αντιοξειδωτική ικανότητα έναντι της DPPH σε ιστό συμβατικών και συμβατικών με άλευρο πάστας ελιάς κοτόπουλων.(εκτροφή 12^η)

Σχήμα 96. Αποτελέσματα μέτρησης μέσου σωματικού βάρους για τα ελευθέρας βοσκής και ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα

Σχήμα 97. Απώλειες % για τα ελευθέρας βοσκής και ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα

Σχήμα 98. Αποτελέσματα για τον δείκτη μετατρεψιμότητας της τροφής για τα ελευθέρας βοσκής και ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα

Σχήμα 99. Αποτελέσματα του Συντελεστή Απόδοσης Παραγωγής ή συντελεστής παραγωγικής αποτελεσματικότητας (EEF) για τα ελευθέρας βοσκής και ελευθέρας βοσκής με εμπλουτισμένη διατροφή (αρωματικά φυτά) κοτόπουλα.