

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ**  
**ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΙΧΘΥΟΛΟΓΙΑΣ & ΥΔΑΤΙΝΟΥ**  
**ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

**ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ & ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ**

**ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ**  
**«ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ, ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΖΩΙΚΗΣ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗΣ»**

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**«Μελέτη μικροχλωρίδας κρέατος και κοπράνων πουλερικών μετά την  
προσθήκη αντιοξειδωτικών φυτικών υποπροϊόντων στην διατροφή τους»**

**ΠΑΠΠΑΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ**

**ΒΟΛΟΣ 2025**

**UNIVERSITY OF THESSALY**  
**SCHOOL OF AGRICULTURAL SCIENCES**  
**DEPARTMENT OF ICHTHYOLOGY AND AQUATIC ENVIRONMENT**  
**DEPARTMENT OF FOOD SCIENCE AND NUTRITION**

**INTERDEPARTMENTAL POSTGRADUATE PROGRAMME**  
**“TECHNOLOGY, QUALITY AND SAFETY OF ANIMAL ORIGIN FOODS”**

**POSTGRADUATE MASTER’S THESIS**

**“STUDY OF THE MICROBIOTA OF MEAT AND FECES OF POYLTRY**  
**AFTER SUPPLEMENTATION OF ANTIOXIDANT PLANT BY-**  
**PRODUCTS IN ANIMAL FEED”**

**PAPPAS NIKOLAOS**

**VOLOS 2025**

### **ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗ**

1. Γιαβάσης Ιωάννης (επιβλέπων): Αναπληρωτής καθηγητής Μικροβιολογίας τροφίμων και Μικροβιακές Ζυμώσεις για την παραγωγή Βιοπολυμερών, Τμήμα Επιστήμης Τροφίμων και Διατροφής, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
2. Κακαγιάννη Μυρσίνη : Επίκουρη καθηγήτρια Τεχνολογία, Ποιότητα και Ασφάλεια τροφίμων ζωικής προέλευσης, Τμήμα Επιστήμης Τροφίμων και Διατροφής Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
3. Γεωργόπουλος Θεοφάνης : Λέκτορας Εφαρμογών Τεχνολογία και Ποιοτικός έλεγχος Σιτηρών και Αρτοσκευασμάτων, Τμήμα Επιστήμης Τροφίμων και Διατροφής Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Με το πέρας της διπλωματικής μου διατριβής θα ήθελα πρώτα να ευχαριστήσω θερμά τον καθηγητή μου και επιβλέποντα κ. Ιωάννη Γιαβάση Αναπληρωτή Καθηγητή και Πρόεδρου του τμήματος Επιστήμης Τροφίμων και Διατροφής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας για την ευκαιρία που μου έδωσε να εργαστώ κοντά του, την εμπιστοσύνη που μου έδειξε συμπεριλαμβάνοντας με σε αυτήν την έρευνα, για την καθοδήγηση του σε αυτήν και για τις πολύτιμες συμβουλές που μου έχει προσφέρει σε ερευνητικό και επαγγελματικό επίπεδο.

Τον κ. Σεραφείμ Παπαδόπουλο Καθηγητή του τμήματος Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος για την στήριξη και τις συμβουλές του που με ακολουθούν σε όλη μου την επαγγελματική διαδρομή.

Την υποψήφια διδάκτορα Χρυσάνθη Μιτσάγγα που ως φίλη και συνεργάτης στο εργαστήριο Μικροβιολογίας του Τμήματος Επιστήμης Τροφίμων και Διατροφής ήταν εκεί καθημερινά να με στηρίζει με την πολύτιμη βοήθεια της και τις ερευνητικές γνώσεις.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου που χωρίς αυτούς δεν θα βρισκόμουν σήμερα σε αυτή την θέση και τους στενούς μου φίλους που πάντα βρίσκονται κοντά μου, πιστεύουν σε εμένα και στηρίζουν τις προσπάθειες μου.

Παπάς Νικόλαος

## Περιεχόμενα

|                                                                                                              |        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| ΠΕΡΙΛΗΨΗ .....                                                                                               | - 1 -  |
| ABSTRACT.....                                                                                                | - 2 -  |
| Κεφάλαιο 1: Παρούσα κατάσταση στην βιομηχανία εκτροφής πουλερικών .....                                      | - 3 -  |
| 1.1 Εισαγωγή .....                                                                                           | - 3 -  |
| 1.2 Η Σημασία των Πουλερικών στη Ζωική Παραγωγή.....                                                         | - 4 -  |
| 1.3 Συστήματα Εκτροφής Πουλερικών .....                                                                      | - 5 -  |
| 1.3.1 Εντατικά Συστήματα Εκτροφής .....                                                                      | - 6 -  |
| 1.3.2 Ημι- Εντατικά συστήματα Εκτροφής .....                                                                 | - 7 -  |
| 1.3.3 Εκτροφή Ελευθέρας Βοσκής.....                                                                          | - 8 -  |
| 1.4 Καταναλωτικές Τάσεις .....                                                                               | - 9 -  |
| 1.5 Φυλές και Γενετική των Πουλερικών.....                                                                   | - 10 - |
| 1.5.1 Κοτόπουλα Κρεατοπαραγωγής.....                                                                         | - 11 - |
| 1.5.2 Κοτόπουλα ωοπαραγωγής .....                                                                            | - 12 - |
| 1.6 Διατροφή και Σίτιση .....                                                                                | - 13 - |
| 1.6.1 Διαμόρφωση Σιτηρεσίων .....                                                                            | - 15 - |
| 1.7 Πρόσθετα Ζωοτροφών .....                                                                                 | - 16 - |
| 1.8 Μικροθρεπτικά Μακροθρεπτικά Συστατικά στο Κρέας Πουλερικών .....                                         | - 19 - |
| 1.9 Ποιότητα Κρέατος Πουλερικών (pH, Τρυφερότητα, Οξείδωση).....                                             | - 20 - |
| 1.10 Ευπάθεια του Κρέατος Πουλερικών σε Μικροβιακή Αλλοίωση .....                                            | - 21 - |
| 1.10.1 Φυσιολογική Εντερική Μικροχλωρίδα στα Κοτόπουλα .....                                                 | - 22 - |
| 1.10.2 Ρόλος της Εντερικής Μικροχλωρίδας των Πουλερικών στην Υγεία των Ζώων και στην Ασφάλεια Τροφίμων ..... | - 24 - |
| 1.11 Πρότυπα Ευζωίας των Ζώων .....                                                                          | - 25 - |
| 1.12 Κανονισμοί Ασφάλειας Τροφίμων Στην Βιομηχανία Πουλερικών.....                                           | - 26 - |

|                                                                                                                                      |      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Κεφάλαιο 2: Διατροφικά και Υγειονομικά Οφέλη του Εκχυλίσματος Ελιάς, της Σκόνης Στέμφυλων και του Φλοιού Ροδιού .....                | 28 - |
| 2.1 Εισαγωγή στα βιολειτουργικά φυτικά πρόσθετα.....                                                                                 | 28 - |
| 2.2 Λυοφιλωμένο Εκχύλισμα Ελιάς .....                                                                                                | 29 - |
| 2.3 Σκόνη Στέμφυλων.....                                                                                                             | 31 - |
| 2.4 Η σημασία της αξιοποίησης φυσικών παραπροϊόντων .....                                                                            | 32 - |
| 2.5 Αντιοξειδωτικές Ιδιότητες .....                                                                                                  | 33 - |
| 2.6 Ανάλυση Διατροφικών Χαρακτηριστικών ως προς την Υγεία .....                                                                      | 33 - |
| 2.7 Σκοπός Διπλωματικής Εργασίας .....                                                                                               | 34 - |
| Κεφάλαιο 3: Υλικά και Μέθοδοι .....                                                                                                  | 36 - |
| 3.1 Μεθοδολογία Πειράματος .....                                                                                                     | 36 - |
| 3.2 Μικροβιολογική Ανάλυση σε Δείγματα Κοπράνων.....                                                                                 | 37 - |
| 3.3 Μικροβιολογική Ανάλυση σε Δείγματα Κρέατος .....                                                                                 | 39 - |
| 3.4 Μέτρηση Ολικών Φαινολών με την Μέθοδο Folin – Ciocalteu.....                                                                     | 41 - |
| 3.5 Μέτρηση Χρώματος .....                                                                                                           | 43 - |
| 3.6 Μέτρηση pH .....                                                                                                                 | 44 - |
| Κεφάλαιο 4: Αποτελέσματα .....                                                                                                       | 45 - |
| 4.1 Αποτελέσματα Μικροβιολογικών Αναλύσεων στον Εντερικό Σωλήνα...                                                                   | 45 - |
| 4.2 Μέτρηση Ολικών Φαινολών στο Εντερικό περιεχόμενο .....                                                                           | 51 - |
| 4.3 Αποτελέσματα Μικροβιολογικών Αναλύσεων στο Κρέας.....                                                                            | 52 - |
| 4.4 Μέτρηση Ολικών Φαινολών Στο Κρέας.....                                                                                           | 56 - |
| 4.5 Μέτρηση Χρώματος .....                                                                                                           | 57 - |
| 4.6 Μέτρηση pH .....                                                                                                                 | 61 - |
| Κεφάλαιο 5: Συζήτηση .....                                                                                                           | 63 - |
| 5.1 Εντερική μικροχλωρίδα .....                                                                                                      | 63 - |
| 5.2 Ποιότητα κρέατος .....                                                                                                           | 64 - |
| 5.3 Φαινολικά συστατικά.....                                                                                                         | 65 - |
| 5.4 Χρώμα.....                                                                                                                       | 66 - |
| 5.5 pH.....                                                                                                                          | 67 - |
| Κεφάλαιο 6: Συμπεράσματα .....                                                                                                       | 68 - |
| 6.1 Μελέτη της μικροχλωρίδας έπειτα από την κατανάλωση εμπλουτισμένου σιτηρέσιου με φυτικά υπολείμματα .....                         | 68 - |
| 6.2 Μελέτη της αλλοιογόνου / παθογόνου μικροχλωρίδας έπειτα από την κατανάλωση εμπλουτισμένου σιτηρέσιου με φυτικά υπολείμματα ..... | 68 - |

|                                              |        |
|----------------------------------------------|--------|
| 6.3 Μέτρηση Ολικών Φαινολών στο Έντερο ..... | - 69 - |
| 6.4 Μέτρηση Χρώματος στο Κρέας .....         | - 69 - |
| 6.5 Μέτρηση pH .....                         | - 69 - |
| Βιβλιογραφία .....                           | - 72 - |

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία διερεύνησε την επίδραση φυτικών υποπροϊόντων μέσω της διατροφής τα οποία προστέθηκαν στο βασικό σιτηρέσιο των κοτόπουλων, συγκεκριμένα λυοφιλωμένου εκχυλίσματος ελιάς και λυοφιλωμένων στέμφυλων, στο εντερικό μικροβίωμα και στη μικροχλωρίδα κρέατος κρεατοπαραγωγών κοτόπουλων. Η χορήγηση εκχυλίσματος ελιάς προκάλεσε μείωση των αναερόβιων βακτηρίων στη νήστιδα, αλλά αύξηση του προβιοτικού βακτηρίου *Enterococcus faecium*. Παράλληλα, παρατηρήθηκε μείωση της Ολικής Μεσόφιλης Χλωρίδας στο κρέας και μικρή μείωση πληθυσμών *Pseudomonas*. Τα στέμφυλα μείωσαν σημαντικά τον πληθυσμό του παθογόνου βακτηρίου *Escherichia coli* και συνέβαλαν επίσης σε χαμηλότερες τιμές της Ολικής Μεσόφιλης Χλωρίδας όπου αποτελεί δείκτη αλλοίωσης. Επιπλέον, τα φυτικά πρόσθετα αύξησαν τις συγκεντρώσεις ολικών φαινολών στο έντερο. Στο κρέας καταγράφηκε μικρή αύξηση της ερυθρότητας, ενώ δεν παρατηρήθηκαν διαφοροποιήσεις στο pH. Συνολικά, τα αποτελέσματα καταδεικνύουν τη δυνητική συμβολή των φυτικών υποπροϊόντων στη ρύθμιση του εντερικού μικροβιώματος και στη βελτίωση της μικροβιακής σταθερότητας και ποιοτικών χαρακτηριστικών του κρέατος.

## ABSTRACT

This study investigated the impact of dietary plant by-products in the basic chicken feed, specifically freeze-dried olive extract and freeze-dried grape skin, on the intestinal microbiome and the meat microbiota of broiler chickens. Administration of olive extract resulted in a reduction of anaerobic bacteria in the jejunum, but an increase in the probiotic bacterium *Enterococcus faecium*. Concurrently, a decrease in the Total Mesophilic Count (TMC) in meat was observed, along with a slight reduction in *Pseudomonas* populations. Grape pomace significantly reduced the population of the pathogenic bacterium *Escherichia coli* and also contributed to lower values of the Total Mesophilic Count, which is considered an indicator of spoilage. Moreover, the plant additives increased the concentrations of total phenolic compounds in the intestine. In meat, a slight increase in redness was recorded, whereas no differences were observed in pH values. Overall, the results highlight the potential role of plant by-products in modulating the intestinal microbiome and enhancing both microbial stability and quality attributes of poultry meat.

# **Κεφάλαιο 1: Παρούσα κατάσταση στην βιομηχανία εκτροφής πουλερικών**

## **1.1 Εισαγωγή**

Ο κλάδος της πτηνοτροφίας συγκαταλέγεται στις μεγαλύτερες και πιο αναπτυγμένες εμπορικές βιομηχανίες παγκοσμίως. Ήδη από το 3000 π.Χ., υπήρχαν τεκμηριωμένες γεωργικές καταγραφές σε περιοχές όπως η κοιλάδα του Νείλου και η Μεσοποταμία. Ωστόσο, οι πρώτες οργανωμένες πτηνοτροφικές μονάδες φαίνεται να εμφανίστηκαν στη Μεσοποταμία μεταξύ του 1400 και 1200 π.Χ. Στους αιώνες που ακολούθησαν, ιδιαίτερα κατά τον 18ο και 19ο αιώνα, καταγράφηκαν αξιοσημείωτες πρόοδοι στους τομείς της γενετικής βελτίωσης, της διατροφής, της υγειονομικής φροντίδας, των συνθηκών εκτροφής και της συνολικής διαχείρισης των πτηνών. Η σύγχρονη μορφή της πτηνοτροφικής βιομηχανίας διαμορφώθηκε στον δυτικό κόσμο στις αρχές του 20ού αιώνα. Μέχρι τα μέσα του αιώνα, παράγοντες όπως το μέγεθος των εκτροφών, τα γενετικά προγράμματα αναπαραγωγής και η δομή της παραγωγής είχαν εδραιωθεί σε παγκόσμιο επίπεδο, γεγονός που αντικατοπτρίζει τη συνολική βελτίωση του τομέα (Mehta et al., 2008).

Το μέλλον της παραγωγής πουλερικών θα εξαρτηθεί από δύο κύριους παράγοντες:

1. Την ικανότητα των εταιρειών γενετικής βελτίωσης να συνεχίσουν να αναπτύσσουν καλύτερες γενετικές γραμμές που να ανταποκρίνονται στις μεταβαλλόμενες ανάγκες της βιομηχανίας.
2. Τη διαρκώς αυξανόμενη ζήτηση για βιολογικό κρέας πουλερικών σε παγκόσμιο επίπεδο, η οποία αντιπροσωπεύει μια εναλλακτική επιλογή αγοράς για πολλούς παραγωγούς .

Η ζήτηση από τους καταναλωτές είναι ο βασικός μοχλός της αυξανόμενης δημοτικότητας των βιολογικών πουλερικών. Η κατανάλωση βιολογικών προϊόντων

πουλερικών που ορίζεται από τον κανονισμό (ΕΚ) αριθ. 848/2018 έχει αυξηθεί σταθερά τα τελευταία 50 χρόνια, παρουσιάζοντας ανοδική παραγωγική τάση από **3% το 2017 σε σχεδόν 8% το 2019** (Guarino & Castellini, 2022).

## **1.2 Η Σημασία των Πουλερικών στη Ζωική Παραγωγή**

Λόγω του σύντομου αναπαραγωγικού κύκλου, των σχετικά χαμηλών απαιτήσεων σε χώρο και της αποδοτικότητας τους σε κρέας σε σχέση με την τροφή που καταναλώνουν, τα πουλερικά θεωρούνται σημαντική πηγή ζωικής πρωτεΐνης σε πολλές περιοχές του κόσμου (Korver, 2023). Ένα βασικό πλεονέκτημα της κατανάλωσης κοτόπουλου είναι ότι δεν σχετίζεται με διατροφικές ιδιαιτερότητες όπως κουλτούρες λαών (θρήσκευμα), οι οποίες επηρεάζουν την κατανάλωση άλλων ειδών κρέατος, όπως το χοιρινό και το βοδινό. Αν και το ψάρι αποτελεί παραδοσιακά σημαντική πηγή πρωτεΐνης, υπάρχουν ανησυχίες για τη συσσώρευση ρύπων, όπως το υπερχλωρικό άλας, ο υδράργυρος και άλλοι περιβαλλοντικοί ρύποι, σε επίπεδα που ενδέχεται να είναι επιβλαβή για τη δημόσια υγεία (Ali et al., 2021).

Καθώς τα κοτόπουλα εκτρέφονται παγκοσμίως σε σχεδόν όλες τις χώρες του κόσμου, η διανομή τους δεν στηρίζεται σε λίγα μόνο κράτη και, επιπλέον, δεν υπάρχουν σημαντικά εμπορικά εμπόδια που να περιορίζουν σημαντικά την πρόσβαση των καταναλωτών στα προϊόντα κοτόπουλου. Αυτοί οι σημαντικοί λόγοι έχουν συμβάλει στην εντυπωσιακή και σταθερή αύξηση της κατανάλωσης κοτόπουλου παγκοσμίως τις τελευταίες δεκαετίες. Η πλειοψηφία των καταναλωτών πιστεύουν πλέον ακράδαντα ότι το κοτόπουλο αποτελεί πιο υγιεινή διατροφική επιλογή σε σύγκριση με το κόκκινο κρέας, κυρίως λόγω των σημαντικά χαμηλότερων επιπέδων λιπαρών, κορεσμένων λιπαρών οξέων και χοληστερόλης, χαρακτηριστικά που καθιστούν το κρέας των πουλερικών ελκυστικό για άτομα που επιδιώκουν μια πιο υγιεινή διατροφή (Dal et al., 2022).

### 1.3 Συστήματα Εκτροφής Πουλερικών

Τα τρία κύρια συστήματα εκτροφής που υπάρχουν παγκοσμίως στην πτηνοτροφία είναι το εντατικό, ημι-εντατικό και το ελευθέρως βοσκής (Wilson et al., 2022). Η διαφορά μεταξύ αυτών και η διάκριση τους βασίζεται στις υποδομές στέγασης, το μέγεθος του πληθυσμού, τον τύπο της διατροφής, το επίπεδο εντατικοποίησης και τον βαθμό εγκλεισμού των πτηνών.

Το εντατικό σύστημα, το οποίο αντιπροσωπεύει το 70–75% της παγκόσμιας παραγωγής, χαρακτηρίζεται από πλήρη περιορισμό και εγκλεισμό των πτηνών καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής τους, χρήση κλειστών θαλάμων και αποκλειστική διατροφή με σύνθετα μείγματα τροφής, απασχόληση μεσαίων έως υψηλής απόδοσης εμπορικών φυλών, μεγάλο μέγεθος πληθυσμού, και απουσία οποιασδήποτε οικιακής ή μικρής κλίμακας εκτροφής.

Αντίθετα, το ημι-εντατικό σύστημα περιλαμβάνει μερικό περιορισμό των πτηνών, μικρότερους πληθυσμούς, χρήση εμπορικών μειγμάτων τροφής σε συνδυασμό με ελεύθερη βοσκή, και συνδυασμό φυλών μικρής, μεσαίας και υψηλής απόδοσης.

Το σύστημα ελευθέρως βοσκής επιτρέπει στα πτηνά να βόσκουν ελεύθερα στο ύπαιθρο κατά το μεγαλύτερο, αν όχι όλο, το διάστημα της ζωής τους· η ύπαρξη τυπικών εγκαταστάσεων στέγασης απουσιάζει· το μέγεθος του πληθυσμού είναι συνήθως μικρό και υπάρχει ελάχιστη ή καθόλου συμπληρωματική διατροφή με εμπορικές τροφές. Το σύστημα αυτό βασίζεται κυρίως στη χρήση τοπικών, μη βελτιωμένων φυλών για εμπορική ή οικιακή χρήση (Alders et al., 2018).

Η μετάβαση από το ένα σύστημα στο άλλο προϋποθέτει κεφάλαιο, τεχνογνωσία, τεχνολογία, σταθερή και προσιτή παροχή τροφής και πρόσβαση σε αγορές. Ωστόσο, ο περιορισμένος επενδυτικός προϋπολογισμός σε συνδυασμό με την έλλειψη τεχνικής

κατάρτισης οδηγεί στην παραμονή της πλειονηφίας των παραγωγών σε μικρής κλίμακας ή οικιακά συστήματα. Τα εντατικά, ημι-εντατικά και εκτατικά συστήματα εφαρμόζονται τόσο σε αγροτικές όσο και σε αστικές περιοχές.

Πέρα από τις διαφορές στην παραγωγική ικανότητα, τα συστήματα διαφοροποιούνται σημαντικά ως προς τον βαθμό ελέγχου του φυσικού περιβάλλοντος των πουλερικών, τη βιοασφάλεια, την ποιότητα, ποσότητα και ισορροπία των παρεχόμενων θρεπτικών συστατικών. Ως εκ τούτου, τα πουλερικά που εκτρέφονται σε εντατικά συστήματα είναι σε θέση να εκφράσουν πλήρως το γενετικό τους δυναμικό και να παράγουν αποτελεσματικά, ενώ στα ημι-εντατικά και εκτατικά συστήματα, συχνά υπάρχουν σημαντικοί περιορισμοί που εμποδίζουν αυτή την απόδοση (Dal et al., 2021). Υπάρχουν επίσης σημαντικές διαφοροποιήσεις στους στόχους παραγωγής, όπως η ενίσχυση του αγροτικού εισοδήματος, η τήρηση αρχείων, η υιοθέτηση βελτιωμένων τεχνολογιών και η συμμετοχή σε ομάδες παραγωγών, ανάλογα με το σύστημα εκτροφής.

### **1.3.1 Εντατικά Συστήματα Εκτροφής**

Τα εντατικά συστήματα πτηνοτροφίας περιορίζουν μεγάλους αριθμούς πτηνών σε ελεγχόμενα περιβάλλοντα (**Εικόνα 1**), σχεδιασμένα για υψηλή παραγωγικότητα και αποδοτική χρήση των πόρων. Τέτοιες εκβιομηχανισμένες μονάδες καλύπτουν τη μεγαλύτερη παγκόσμια ζήτηση για κρέας και αυγά. Ο όρος «εντατικό» διαφοροποιεί αυτά τα συστήματα από άλλες μεθόδους εκτροφής. Οι ανησυχίες για την ευζωία των ζώων που συνδέονται με την εντατική εκτροφή έχουν αυξήσει τη ζήτηση των καταναλωτών για εναλλακτικές μορφές παραγωγής. Ως αποτέλεσμα, πολλοί παραγωγοί στρέφονται σε ημι-εντατικά ή εκτατικά συστήματα, τα οποία ανταποκρίνονται καλύτερα σε ζητήματα ποιότητας ζωής. Παρ' όλα αυτά, η εντατικοποίηση παραμένει η πλέον διαδεδομένη πρακτική παγκοσμίως, καθώς μπορεί

να ανταποκριθεί στις αυξανόμενες ανάγκες πρωτεΐνης ενός ραγδαία αυξανόμενου πληθυσμού (Alders et al., 2018).



**Εικόνα 1:** Εντατικό Σύστημα εκτροφής

(<https://komoagroserviceblog.wordpress.com>)

### **1.3.2 Ημι- Εντατικά συστήματα Εκτροφής**

Τα ημι-εντατικά συστήματα εκτροφής αποτελούν ένα ενδιάμεσο μοντέλο που συνδυάζει στοιχεία τόσο από την εντατική όσο και από την εκτατική εκτροφή (Wilson et al., 2022). Το μοντέλο αυτό προσφέρει στα πτηνά μεγαλύτερο χώρο και πρόσβαση σε περιβαλλοντικά ερεθίσματα (**Εικόνα 2**), ενώ παράλληλα εξασφαλίζει υψηλότερα επίπεδα παραγωγικότητας σε σχέση με την εκτροφή ελεύθερας βοσκής. Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται ισορροπία ανάμεσα στις απαιτήσεις για ευζωία των ζώων και στην ανάγκη για αυξημένη παραγωγή (Chaiban et al., 2020). Τα ημι-εντατικά συστήματα εφαρμόζονται κυρίως σε περιπτώσεις όπου οι περιορισμοί δεν επιτρέπουν την υιοθέτηση εντατικής εκτροφής, αλλά η ζήτηση είναι αρκετά υψηλή ώστε να δικαιολογεί μεγαλύτερα επίπεδα παραγωγής.



**Εικόνα 2:** Ημι- Εντατικό σύστημα εκτροφής

(<https://komoagroserviceblog.wordpress.com>)

### **1.3.3 Εκτροφή Ελευθέρας Βοσκής**

Στις εκτροφές ελευθέρας βοσκής, τα πτηνά ανατρέφονται υπό συνθήκες σχεδόν φυσικής παραγωγής, με πρόσβαση σε εξωτερικούς χώρους (**Εικόνα 3**) που τους επιτρέπουν την κίνηση και την εκδήλωση φυσικών συμπεριφορών όπως η αναζήτηση τροφής (Wilson et al., 2022). Η προσέγγιση αυτή, η οποία εφαρμόζεται κυρίως σε μικρής κλίμακας πτηνοτροφικές μονάδες, αποσκοπεί στην επίτευξη ισορροπίας μεταξύ υψηλής ευζωίας των ζώων και ικανοποιητικής παραγωγής. Τέτοια συστήματα αποκτούν ολοένα και μεγαλύτερη απήχηση στους καταναλωτές, οι οποίοι είναι πρόθυμοι να πληρώσουν υψηλότερες τιμές, ανταποκρινόμενοι στις αυξανόμενες ανησυχίες για την καλή διαβίωση των ζώων και την ποιότητα των προϊόντων (Alders et al., 2018).



**Εικόνα 3:** Κοτόπουλα Ελευθέρας βοσκής

(<https://komoagroserviceblog.wordpress.com>)

#### **1.4 Καταναλωτικές Τάσεις**

Η σημαντικότερη τάση στις καταναλωτικές συνήθειες κρέατος τα τελευταία χρόνια είναι η ραγδαία αύξηση της κατανάλωσης κρέατος κοτόπουλου. Η άνοδος αυτή οφείλεται σε μεταβολές στις διατροφικές συνήθειες, με στροφή προς πιο υγιεινά πρότυπα, καθώς και στην ανάπτυξη της μεσαίας τάξης σε παγκόσμιο επίπεδο. Η αυξημένη γνώση γύρω από τη διατροφή οπου σε μεγάλο βαθμό έχει συμβάλλει το διαδίκτυο οδηγεί τους καταναλωτές στη μείωση της κατανάλωσης κόκκινου κρέατος και στην αντικατάστασή του με λευκά κρέατα, όπως το κοτόπουλο. Ένας ακόμη παράγοντας που συμβάλλει στη διαρκώς αυξανόμενη ζήτηση προϊόντων πουλερικών είναι η προτίμηση των καταναλωτών για τρόφιμα που απαιτούν σύντομο χρόνο προετοιμασίας και μαγειρέματος, γεγονός που ανταποκρίνεται στις σύγχρονες

απαιτήσεις του τρόπου ζωής. Έτσι η κατανάλωση κυρίως κοτόπουλου έχει αυξηθεί απότομα (Geiker et al.2021).

Το κρέας κοτόπουλου αποτελεί την πλέον καταναλισκόμενη πηγή πρωτεΐνης παγκοσμίως. Παρά τη συνεχή ετήσια αύξηση της κατανάλωσης, η κατά κεφαλήν κατανάλωση βοδινού, χοιρινού και αρνίσιου κρέατος έχει μειωθεί. Στις Ηνωμένες Πολιτείες, η συνολική κατανάλωση πουλερικών έχει αυξηθεί πάνω από 55% τα τελευταία 30 χρόνια (από 45 σε 70 κιλά ανά άτομο ετησίως). Η αύξηση των εισοδημάτων των καταναλωτών, η εξάπλωση των σύγχρονων συστημάτων παραγωγής, η αντίληψη ότι το κρέας πουλερικών είναι «υγιεινό» και τα συγκριτικά πλεονεκτήματα στην τιμή παρά το γεγονός ότι οι τιμές άλλων κρεάτων διατηρήθηκαν ή ακόμα και μειώθηκαν έχουν συμβάλει στην άνοδο της κατανάλωσης. Το κοτόπουλο κρεοτοπαραγωγής (broiler) έχει εξελιχθεί σε ολόένα και σημαντικότερο μέρος της διατροφής στις ΗΠΑ, με την κατανάλωσή του να αυξάνεται ιδιαίτερα μετά το 1960 (Unveren, 2019).

### **1.5 Φυλές και Γενετική των Πουλερικών**

Οι φυλές πουλερικών επιλέγονται ανάλογα με τις πρακτικές εκτροφής. Οι γενετικές γραμμές κρεοτοπαραγωγής (broilers) έχουν αναπτυχθεί για την παραγωγή κρέατος, ενώ οι γραμμές ωοπαραγωγής (layers) εξειδικεύονται στην παραγωγή αυγών. Αυτές οι γραμμές έχουν υποστεί εκτεταμένες διασταυρώσεις, οδηγώντας σε μεγάλη ποικιλία υβριδίων. Οι καθαρές φυλές, που δεν έχουν διασταυρωθεί, αναφέρονται συχνά ως παραδοσιακές ή «αυτόχθονες φυλές». Φυλές προσαρμοσμένες σε συγκεκριμένες περιβαλλοντικές συνθήκες και συστήματα εκτροφής εξακολουθούν να χρησιμοποιούνται σε πολλές περιοχές (Dal et al., 2021). Οι πρόοδοι στη γενετική βελτίωση των πουλερικών έχουν συμβάλει ουσιαστικά στην παροχή υψηλής

διατροφικής αξίας και οικονομικά προσιτής ζωικής πρωτεΐνης σε παγκόσμιο επίπεδο. Ο κλάδος είναι ιδιαίτερα οργανωμένος, με εξειδικευμένες εταιρείες γενετικής βελτίωσης να επικεντρώνονται στην παραγωγή γενετικού υλικού για κοτόπουλα κρεοτοπαραγωγής και ωοπαραγωγής. Η ζήτηση των καταναλωτών επηρεάζει διαρκώς τις κατευθύνσεις γενετικής βελτίωσης. Παράλληλα, οι αλυσίδες εφοδιασμού περιορίζονται σημαντικά λόγω απαιτήσεων απόδοσης, περιβαλλοντικών περιορισμών και κανονισμών για την ανάπτυξη ζωικών ειδών (Wiredu et al.2024).

Οι δραστηριότητες γενετικής βελτίωσης βασίζονται σε τεχνολογικές πλατφόρμες που περιλαμβάνουν αυτοματοποίηση, ρομποτική και εκτεταμένη διαχείριση δεδομένων, διευκολύνοντας την επίτευξη υψηλών προτύπων απόδοσης. Οι γενετικές βελτιώσεις ανταποκρίνονται σε εξειδικευμένες αγορές, όπως η βιολογική παραγωγή, ενώ ενισχύουν τη βιωσιμότητα μέσω της μείωσης του ανθρακικού αποτυπώματος. Η ταχέως αυξανόμενη παγκόσμια πληθυσμιακή αύξηση, κυρίως στις αναπτυσσόμενες χώρες, έχει επιφέρει αλλαγές στις πρακτικές ζωικής παραγωγής. Η πτηνοτροφία είναι ιδιαίτερα ευαίσθητη και επηρεάζεται από διάφορες συνθήκες εκτροφής, όπως η ποιότητα και ποσότητα ζωοτροφών και τα περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά (Nawaz et al., 2021).

### **1.5.1 Κοτόπουλα Κρεοτοπαραγωγής**

Τα κοτόπουλα κρεοτοπαραγωγής αποτελούν την κυρίαρχη πηγή λευκού κρέατος παγκοσμίως και αναμένεται να παραμείνουν κυρίαρχα και στο μέλλον. Το υβρίδιο τρίτης γενιάς Ross 308 (**Εικόνα 4**) εξακολουθεί να κυριαρχεί στην αγορά, προσφέροντας εξαιρετική αύξηση βάρους, υψηλή αποδοτικότητα στη χρήση τροφής, ανώτερους ρυθμούς ανάπτυξης και αυξημένη απόδοση άπαχου κρέατος (Maharjan et al., 2021). Ο οικονομικός αντίκτυπος της παραγωγής κοτόπουλου στις Ηνωμένες

Πολιτείες υπερβαίνει σήμερα τα 40 δισεκατομμύρια δολάρια. Λόγω της αποδοτικότητας παραγωγής κρέατος με διατροφικά χαρακτηριστικά σχεδόν συγκρίσιμα με το κόκκινο κρέας, πολλές πτηνοτροφικές επιχειρήσεις επέκτειναν τις εγκαταστάσεις τους από τη δεκαετία του 1990.



**Εικόνα 4:** Κοτόπουλα κρεατοπαραγωγής Ross 308 (<https://www.wikipedia.org>)

Ανάμεσα σε όλα τα εμπορικά υβρίδια broilers, η πρώτη γενιά διασταύρωσης που χρησιμοποιήθηκε ευρέως από τα τέλη της δεκαετίας του 1930 έως τις αρχές της δεκαετίας του 1970, αντικαταστάθηκε μέσα σε μία δεκαετία από το γονότυπο Ross 308. Αυτή η μετατόπιση οφειλόταν στη βελτιωμένη βιωσιμότητα, στη βέλτιστη σύσταση σφαγίων και στην υψηλή απόδοση κρέατος. Ιδιότητες που μέχρι και σήμερα καλύπτονται από απόγονους του Ross 308, οι οποίοι συνεχίζουν να τροφοδοτούν τη ζήτηση για ταχύτερα αναπτυσσόμενα κοτόπουλα με ανώτερη ποιότητα σφαγίων (Neeteson et al., 2023).

### **1.5.2 Κοτόπουλα ωοπαραγωγής**

Οι ωοπαραγωγές όρνιθες αποτελούν τη μοναδική κατηγορία εκτροφής που διατηρείται αποκλειστικά για την παραγωγή αυγών. Τροφοδοτούν μια βιομηχανία που παράγει περίπου 68 εκατομμύρια τόνους αυγών ετησίως, αντιστοιχώντας σχεδόν στο 6% της

συνολικής παγκόσμιας προσφοράς ζωικής πρωτεΐνης, παρά το σχετικά περιορισμένο εύρος ειδών στο οποίο βασίζεται ο κλάδος (Gautron et al., 2022). Στον εμπορικό τομέα παραγωγής αυγών διατίθενται πολλές διαφορετικές γενετικές γραμμές ωοπαραγωγών όρνιθων εκ των οποίων μια από αυτές είναι οι Brown Leghorn (**Εικόνα 5**). Χρησιμοποιείται επίσης μεγάλος αριθμός συστημάτων εκτροφής, που εκτείνονται από τα παραδοσιακά οικιακά συστήματα με κλωβούς μέχρι τα σύγχρονα, υψηλής τεχνολογίας πτηνοτροφεία. Η παραγωγή κρέατος από «εξαντλημένες» ωοπαραγωγές όρνιθες και υβρίδια αυτών συμβάλλει σε μικρότερο ποσοστό, ωστόσο το προϊόν αυτό είναι γνωστό ως «καφέ κρέας» (brown-meat).



**Εικόνα 5:** Κοτόπουλα ωοπαραγωγής Brown Leghorn (<https://www.wikipedia.org>)

## 1.6 Διατροφή και Σίτιση

Τα κοτόπουλα χρειάζονται επαρκή θρεπτικά συστατικά για να υποστηρίξουν την ανάπτυξη, την αναπαραγωγή και την παραγωγή. Για παράδειγμα, η παμφάγα διατροφή ενός κοτόπουλου κρεατοπαραγωγής πρέπει να παρέχει ισορροπημένα συστατικά για

την ανάπτυξη και τη διατήρηση μυών, οστών και δέρματος, ενώ μια ωοπαραγωγός κότα απαιτεί συστατικά που στηρίζουν το σώμα και παράλληλα παρέχουν αναπαραγωγικά προϊόντα όπως τα αυγά.

Η τροφή αποτελεί το μεγαλύτερο κόστος παραγωγής και η διαμόρφωση μιας ισορροπημένης διαίτας προϋποθέτει γνώση της σύστασης των πρώτων υλών, των θρεπτικών αναγκών των πτηνών και σωστό υπολογισμό σε όλα τα στάδια. Απαραίτητη προϋπόθεση είναι η αξιόπιστη συλλογή δειγμάτων και η προσεκτική ανάλυσή τους για ξηρά ουσία, ίνες, ανόργανα στοιχεία, ενέργεια, αμινοξέα, βιταμίνες και τοξίνες (Zampiga et al., 2021).

Η διαθεσιμότητα ποικίλων πρώτων υλών, όπως γεύμα κράμβης και ιχθυάλευρο, με διαφορετικά προφίλ θρεπτικών συστατικών, προσφέρει σημαντικές δυνατότητες βελτίωσης της πτηνοτροφικής διατροφής (Saadaoui et al., 2021). Τα συστήματα παρασκευής ζωοτροφών περιλαμβάνουν αναμικτήρες παρτίδων, συνεχείς αναμικτήρες και μηχανισμούς ανάμιξης. Η σίτιση των ωοπαραγωγών όρνιθων καλύπτει κυρίως ανάγκες συντήρησης, επιδιόρθωσης ιστών, θερμορύθμισης, ενέργειας και αναπαραγωγής. Περίπου το 80% της τροφής χρησιμοποιείται για συντήρηση και ενέργεια, αφήνοντας μόλις 20% διαθέσιμο για την παραγωγή αυγών. Οι όρνιθες απαιτούν συστατικά από έξι κύριες κατηγορίες: νερό, ανόργανα στοιχεία, πρωτεΐνες, υδατάνθρακες, λίπη και βιταμίνες. Το νερό είναι απολύτως απαραίτητο για τις σωματικές λειτουργίες και αποτελεί πάνω από το μισό της σύνθεσης του αυγού.

Η επικερδής πτηνοτροφική παραγωγή απαιτεί καλό γενετικό υλικό, κατάλληλη στέγαση, σωστή διατροφή, υγιεινή και ορθή διαχείριση. Η παραμέληση ενός από αυτούς τους παράγοντες μπορεί να οδηγήσει σε μη ικανοποιητικά αποτελέσματα (Bryden et al., 2021).

### 1.6.1 Διαμόρφωση Σιτηρεσίων

Στόχος της διαμόρφωσης σιτηρεσίων είναι η χρήση της λιγότερο δαπανηρής δίαιτας που καλύπτει πλήρως τις θρεπτικές ανάγκες των πτηνών. Η επιλογή πρώτων υλών, οι τεχνικές διαμόρφωσης και οι μέθοδοι παρασκευής ζωοτροφών διευκολύνουν αυτή τη διαδικασία. Οι θρεπτικές απαιτήσεις καθορίζονται είτε με εμπειρικές μεθόδους (δοκιμές δόσης–απόκρισης) είτε με παραγοντικές μεθόδους. Η βιοδιαθεσιμότητα των θρεπτικών συστατικών επηρεάζει άμεσα την ποσότητα που πρέπει να ενσωματωθεί στο μείγμα. Τα σιτηρέσια διαμορφώνονται με βάση την αρχή του ελάχιστου κόστους, λαμβάνοντας υπόψη περιορισμούς όπως τα φυσικά χαρακτηριστικά των pellets και τους παραγωγικούς στόχους. Οι θρεπτικές απαιτήσεις για τα πουλερικά δημοσιεύονται από οργανισμούς όπως το NRC, το NRC Canada και ο FAO, και είναι διαθέσιμες σε διάφορα λογισμικά. Τα διαμορφωμένα σιτηρέσια μπορούν επίσης να ενισχυθούν με πρόσθετα, όπως αντιβιοτικά, ένζυμα και φυτογενή πρόσθετα, για τη βελτίωση της απόδοσης, της υγείας και της ευζωίας (Alhotan, 2021).

Υπάρχουν διάφορες μέθοδοι σίτισης:

Η τροφή τύπου mash είναι μια μορφή ζωοτροφής που παρασκευάζεται από λεπτοαλεσμένα δημητριακά, πρωτεΐνες και άλλα θρεπτικά συστατικά. Αναμιγνύονται ώστε να αποκτήσουν μια μαλακή, χαλαρή και κοκκώδη υφή, παρόμοια με αυτή του καλαμποκάλευρου.

- All-mash system: Παρέχει πλήρες σιτηρέσιο με όλα τα απαραίτητα θρεπτικά συστατικά. Μειώνει τις απαιτήσεις σε εργασία και διαχείριση, ειδικά με τη χρήση αυτόματων τροφοδοτών, αλλά έχει υψηλότερο κόστος και μπορεί να προκαλέσει προβλήματα στα κοτόπουλα όπως διάρροια και συχνή ούρηση. Η μετάβαση από την

αρχική τροφή νεοσσών σε all-mash ξεκινά στις 10 εβδομάδες, με την προσθήκη pellets για ενίσχυση της κατανάλωσης.

- **Mash and controlled grain system:** Συνδυάζει mash που παρέχεται ελεύθερα με δημητριακά που δίνονται χειροκίνητα σε συγκεκριμένη αναλογία. Συνήθως μειώνει το κόστος τροφής και επιτρέπει καλύτερο έλεγχο της πρόσληψης θρεπτικών συστατικών, αλλά απαιτεί περισσότερη εργασία και δεξιότητα. Επίσης, μπορεί να μειωθεί η ομοιομορφία στο χρώμα του κρόκου. Η σίτιση με δημητριακά αρχίζει στις 8 εβδομάδες, με αντικατάσταση της αρχικής τροφής από laying mash στις 10 εβδομάδες, ενώ περιορίζεται καθημερινά μετά την έναρξη της ωοπαραγωγής.
- **Cafeteria system:** Παρέχει ελεύθερη επιλογή διατροφής στα κοτόπουλα σε mash και δημητριακά. Συνήθως χρησιμοποιείται mash υψηλότερης περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη, με αναλογία περίπου 1/3 mash προς 2/3 δημητριακά (Horváth et al., 2024).

## 1.7 Πρόσθετα Ζωοτροφών

Τα πρόσθετα ζωοτροφών αποτελούν μια ευρεία κατηγορία υλικών που προστίθενται σε μικρές ποσότητες στα βασικά σιτηρέσια των πουλερικών. Χρησιμοποιούνται ευρέως στη ζωική παραγωγή για να βελτιώσουν την πέψη των θρεπτικών συστατικών, να ενισχύσουν το ανοσοποιητικό σύστημα και συχνά να λειτουργήσουν ως εναλλακτικές λύσεις στους αυξητικούς αντιβιοτικούς παράγοντες (Nusairat et al., 2022).

Τα κύρια πρόσθετα που χρησιμοποιούνται είναι: αντιβιοτικά, προβιοτικά, πρεβιοτικά και ένζυμα (Abd et al., 2022).

- **Αντιβιοτικά:** αν και οι ακριβείς μηχανισμοί τους παραμένουν ασαφείς, θεωρείται ότι βελτιώνουν την υγεία και την παραγωγική απόδοση μέσω δράσης

στο έντερο. Σύμφωνα όμως με το άρθρο 107.1 του κανονισμού της Ε.Ε 2019/6 τα αντιβιοτικά δεν μπορούν να χρησιμοποιούνται ως προληπτικά μέσα και ενισχυτικά στην απόδοση της βιομηχανίας χωρίς να υπάρχει σοβαρή αιτία που θα δικαιολογεί την χρήση τους από αρμόδιο φορέα. Τον ίδιο κανονισμό ασπάζονται και οι περισσότερες χώρες στον κόσμο όπως η ΗΠΑ και ο Καναδάς με σημαντική εξαίρεση χώρες τις Λατινικής Αμερικής όπως η Αργεντινή, η Βραζιλία, η Χιλή , η Ουρουγουάη και η Κολομβία οι οποίες συνεχίζουν να κάνουν χρήση αντιβιοτικών για πρόληψη και δυο εξ αυτών για ενίσχυση στην απόδοση (**Εικόνα 6**).

| Categories                          | Argentina    | Brazil       | Colombia     | Chile        | Uruguay      |
|-------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Marketing authorization             | Strong       | Strong       | Strong       | Strong       | Strong       |
| Container labelling and advertising | Intermediate | Intermediate | Intermediate | Intermediate | Intermediate |
| Distributors                        | Intermediate | Intermediate | Strong       | Intermediate | Strong       |
| Prescribers                         | Weak         | Strong       | Intermediate | Strong       | Intermediate |
| Therapeutic use                     | Weak         | Strong       | Intermediate | Strong       | Intermediate |
| Metaphylactic use                   | Weak         | Strong       | Intermediate | Strong       | Intermediate |
| Preventive use                      | Weak         | Intermediate | Weak         | Intermediate | Weak         |
| Growth promotion use                | Strong       | Intermediate | Strong       | Strong       | Intermediate |
| Off-label use                       | Intermediate | Intermediate | Intermediate | Strong       | Intermediate |
| Food animal producer                | Strong       | Intermediate | Strong       | Strong       | Strong       |
| Monitoring and surveillance         | Strong       | Strong       | Strong       | Intermediate | Weak         |
| Pharmacovigilance                   | Intermediate | Intermediate | Intermediate | Strong       | Intermediate |

**Εικόνα 6 :** Το επίπεδο σοβαρότητας της νομοθεσίας στα αντιβιοτικά για κάθε χρήση (Da Silva et al., 2023)

- **Προβιοτικά:** ωφέλιμοι μικροοργανισμοί του εντέρου που μπορούν να αποικίσουν το πεπτικό σύστημα.

- **Πρεβιοτικά:** μη αποικοδομήσιμοι ολιγοσακχαρίτες που λειτουργούν ως υπόστρωμα για τους ωφέλιμους μικροοργανισμούς.
- **Ενδογενή ένζυμα** (όπως καρβοϋδράσες και πρωτεάσες): αυξάνουν τη δυνατότητα πέψης της τροφής στο έντερο.
- **Φυτογενή πρόσθετα ζωοτροφών (Phytogenic Feed Additives, PFAs):** περιλαμβάνουν βότανα, φυτικά εκχυλίσματα, αιθέρια έλαια και ελαιορητίνες. Έχουν αντιμικροβιακές, αντιοξειδωτικές, ανοσοενισχυτικές και ρυθμιστικές ιδιότητες στη λειτουργία του εντέρου (Abdelli et al., 2021).

Η ενσωμάτωση ενζύμων στις ζωοτροφές των πουλερικών διευκολύνει την αποτελεσματική αξιοποίηση της ενέργειας από συστατικά πλούσια σε ίνες. Οι κύριες πηγές υδατανθράκων στις δίαιτες με βάση το καλαμπόκι και το σιτάρι είναι το άμυλο και οι πολυσακχαρίτες κυτταρικών τοιχωμάτων, με τους διαλυτούς μη αμυλούχους πολυσακχαρίτες (NSP) να ευθύνονται για προβλήματα ιξώδους που παρατηρούνται στο σιτάρι και σε άλλα δημητριακά. Τα ένζυμα καρβοϋδράσες, όπως η ξυλανάση, βελτιώνουν την πρόσβαση στο μη αξιοποιημένο άμυλο και σε άλλα θρεπτικά συστατικά, αυξάνοντας την ενέργεια που θα ληφθεί από την τροφή. Η ξυλανάση διασπά τους μη αμυλούχους πολυσακχαρίτες (NSP) σε ολιγοσακχαρίτες που έχουν πρεβιοτικές ιδιότητες, προάγοντας τον πολλαπλασιασμό ωφέλιμων βακτηρίων ανθεκτικών στα χολικά άλατα, όπως τα *Bifidobacteria* και οι *Lactobacilli* (Kouzounis et al., 2021).

Δεδομένου ότι η σχέση μικροβιώματος του εντέρου και υγείας των ζώων επηρεάζεται από τη διατροφή και το περιβάλλον, η πρόιμη σίτιση με προβιοτικά αποτελεί κρίσιμο εργαλείο για την ανάπτυξη υγιούς μικροχλωρίδας, μειώνοντας τον αποικισμό παθογόνων και βελτιώνοντας την αναπτυξιακή απόδοση (Krysiak et al., 2021).

## **1.8 Μικροθρεπτικά και Μακροθρεπτικά Συστατικά στο Κρέας Πουλερικών**

Το κρέας πουλερικών περιέχει πολλά μικροθρεπτικά συστατικά σημαντικά για την υγεία. Μεταξύ αυτών περιλαμβάνονται οι βιταμίνες του συμπλέγματος Β, οι λιποδιαλυτές βιταμίνες D και Ε, καθώς και ανόργανα στοιχεία όπως φώσφορος, ασβέστιο, κάλιο, νάτριο, μαγνήσιο, σίδηρος και ψευδάργυρος. Τα θρεπτικά συστατικά παρουσιάζονται αναλυτικά παρακάτω στην **Εικόνα 7**.

Εκτός από βιταμίνες, τα πουλερικά αποτελούν πολύτιμη πηγή πρωτεϊνών και λιπών, που είναι απαραίτητα μακροθρεπτικά συστατικά για τη συνολική υγεία. Οι πρωτεΐνες του κρέατος πουλερικών είναι υψηλής ποιότητας και περιέχουν όλα τα απαραίτητα αμινοξέα για τη σωστή λειτουργία του οργανισμού, την αποκατάσταση ιστών και τη διατήρηση της μυϊκής μάζας. Τα λίπη που βρίσκονται στο κρέας πουλερικών είναι κυρίως ακόρεστα, και όταν καταναλώνονται με μέτρο μπορούν να υποστηρίξουν την υγεία της καρδιάς (Alagawany et al., 2021).

|                  | Whole | Breast |                              | Whole | Breast |
|------------------|-------|--------|------------------------------|-------|--------|
| Water (g)        | 70.3  | 75.4   | Vitamins                     |       |        |
| Energy (kcal)    | 167   | 112    | Vitamin B <sub>1</sub> (mg)  | 0.1   | 0.1    |
| Protein (g)      | 20.0  | 21.8   | Vitamin B <sub>2</sub> (mg)  | 0.15  | 0.15   |
| Total fat (g)    | 9.7   | 2.8    | Niacin eq. (mg)              | 10.4  | 14     |
| SFA (g)          | 2.6   | 0.76   | Vitamin B <sub>6</sub> (mg)  | 0.3   | 0.42   |
| MUFA (g)         | 4.4   | 1.3    | Biotin (μg)                  | 2.0   | 2.0    |
| PUFA (g)         | 1.8   | 0.52   | Folic acid (μg)              | 10    | 12     |
| PUFA/SFA         | 0.69  | 0.69   | Vitamin B <sub>12</sub> (μg) | 0.4   | 0.4    |
| Cholesterol (mg) | 110   | 69     | Vitamin C (mg)               | —     | —      |
| Minerals         |       |        | Vit. A: Eq. Retinol (μg)     | 9     | 16     |
| Calcium (mg)     | 13    | 14     | Vitamin D (μg)               | 0.2   | 0.2    |
| Iron (mg)        | 1.1   | 1.0    | Vitamin E (mg)               | 0.2   | 0.29   |
| Iodine (μg)      | 0.4   | 0.4    | Vitamin K (μg)               | —     | —      |
| Magnesium (mg)   | 22    | 23     |                              |       |        |
| Zinc (mg)        | 1     | 0.7    |                              |       |        |
| Selenium (μg)    | 6     | 7      |                              |       |        |
| Sodium (mg)      | 64    | 81     |                              |       |        |
| Potassium (mg)   | 248   | 320    |                              |       |        |
| Phosphorus (mg)  | 147   | 173    |                              |       |        |

**Εικόνα 7:** Μακροθρεπτικά και μικροθρεπτικά συστατικά σε κρέας κοτόπουλου

(Moreiras et al., 2005) (Moreiras et al., 2005)

### 1.9 Ποιότητα Κρέατος Πουλερικών (pH, Τρυφερότητα, Οξείδωση)

Η ποιότητα του κρέατος πουλερικών εξαρτάται από ορισμένα βασικά χαρακτηριστικά, κυρίως τα επίπεδα pH, την τρυφερότητα και τους ρυθμούς οξείδωσης. Το κρέας υψηλής ποιότητας πρέπει να πληροί αυστηρά πρότυπα, τα οποία περιλαμβάνουν την πλήρη απουσία αιματωμάτων, το χαρακτηριστικό και ελκυστικό χρώμα, καθώς και φυσικά γνωρίσματα που διασφαλίζουν την ασφάλεια και παρατείνουν τη διάρκεια ζωής στο ράφι. Ωστόσο, τα σφάγια μπορεί να εμφανίσουν προβλήματα, όπως μώλωπες, αιματώματα και ακόμη πιο σοβαρές αιμορραγίες, που προκαλούνται κυρίως κατά τη διαδικασία αναισθητοποίησης. Αυτές οι αλλοιώσεις είναι μη αναστρέψιμες και μπορεί να εμφανιστούν σε σημαντικό ποσοστό πτηνών, επηρεάζοντας αρνητικά τη συνολική ποιότητα.

Επιπλέον, η αντίληψη των καταναλωτών για την ποιότητα του κρέατος είναι πολυπαραγοντική και επηρεάζεται από την ηλικία, το φύλο, το εισόδημα, τον τρόπο ζωής και το επίπεδο εκπαίδευσης αυτών, τα οποία διαμορφώνουν τις προτιμήσεις και τις προσδοκίες τους απέναντι στα προϊόντα πουλερικών. Η κατανόηση αυτών των διαφορών είναι κρίσιμη για τους παραγωγούς που επιδιώκουν να ανταποκριθούν στις απαιτήσεις της αγοράς (Grzybowska-Brzezińska et al., 2023).

### **1.10 Ευπάθεια του Κρέατος Πουλερικών σε Μικροβιακή Αλλοίωση**

Το νωπό κρέας πουλερικών είναι ιδιαίτερα ευπαθές. Ανάμεσα στους παράγοντες που μπορούν να προκαλέσουν την αλλοίωσή του, η μικροβιακή αλλοίωση είναι από τις πιο σοβαρές. Η αλλοίωση του νωπού κρέατος οφείλεται στην ανάπτυξη μικροοργανισμών και στη συσσώρευση μεταβολιτών τους, οι οποίοι προκαλούν αλλαγές στην υφή, δυσάρεστες οσμές και γεύσεις, καθώς και την παραγωγή ανεπιθύμητων αερίων. Ως αποτέλεσμα, το κρέας αποκτά μη φυσιολογική εμφάνιση, οσμή και γεύση, οδηγώντας σε απόρριψή του από τους καταναλωτές και μεγάλες οικονομικές απώλειες.

Πολλές μελέτες έχουν δείξει ότι οι αλλοιωγόνοι μικροοργανισμοί είναι υπεύθυνοι για την παραγωγή μεταβολιτών που ξεπερνούν τα οργανοληπτικά όρια αποδοχής. Ιδιαίτερα, η αύξηση της πυκνότητας των *Pseudomonadaceae* κατά την αποθήκευση έχει συνδεθεί με αλλοίωση του κρέατος, υποδεικνύοντας ότι ο αποικισμός και ο πολλαπλασιασμός αυτής της οικογένειας βακτηρίων αποτελούν κύρια αιτία αλλοίωσης του κρέατος πουλερικών σε αερόβιες συνθήκες. Έχουν ταυτοποιηθεί και απομονωθεί οι επικρατούντες μικροοργανισμοί αλλοίωσης σε κοτόπουλο που φυλάσσεται σε ψύξη υπό αερόβιες συνθήκες (Saenz-García et al., 2020). Γονιδιωματικές αναλύσεις έχουν δείξει ότι οι αλλοιωγόνοι μικροοργανισμοί έχουν αναπτύξει ανθεκτικά χαρακτηριστικά που τους επιτρέπουν να επιβιώνουν σε ψυχρά και εχθρικά περιβάλλοντα, όπως το

κρέας πουλερικών, χαρακτηριστικά που έχουν αναφερθεί σε μέλη της οικογένειας *Pseudomonadaceae*. Απαιτούνται περαιτέρω μελέτες για να εκτιμηθεί η επίδραση αυτών των αλλοιωγόνων μικροοργανισμών στην ποιότητα του κρέατος και στη μικροβιακή ποικιλότητα, καθώς τα δεδομένα αυτά είναι απαραίτητα για τον σχεδιασμό στρατηγικών μείωσης της αλλοίωσης.

Το κρέας πουλερικών είναι από τα πιο ευπαθή τρόφιμα, ακόμα και υπό ψύξη. Κατά συνέπεια, είναι ιδιαίτερα ευάλωτο σε μικροβιακή επιμόλυνση και αλλοίωση κατά την επεξεργασία (Zhu et al., 2022). Οι πιο κοινοί μικροοργανισμοί αλλοίωσης στο κρέας περιλαμβάνουν τα γένη *Pseudomonas* spp., *Bacillus* spp., *Salmonella* spp. και *Campylobacter*. Συγκεκριμένα, τα *Pseudomonas fluorescens*, *Aeromonas salmonicida* και *Serratia liquefaciens* έχουν συνδεθεί με αλλοίωση νωπού κοτόπουλου αποθηκευμένου στους 8°C για 4 ημέρες. Άλλοι μικροοργανισμοί αλλοίωσης, όπως οι εντερόκοκκοι ή τα γαλακτικά βακτήρια, έχουν ανιχνευθεί σπανιότερα σε προϊόντα πουλερικών.

Στο κοτόπουλο, οι μικροοργανισμοί αλλοίωσης όπως τα *Pseudomonas fragilis*, *Pseudomonas fluorescens* και *Pseudomonas aeruginosa*, οποία παράγουν βλέννα και εξωκυτταρικά ένζυμα που μαλακώνουν το κρέας. Επιπλέον, βακτήρια όπως τα *Serratia* spp., *Micrococcus* spp. και *Brucella* spp. συσχετίζονται συχνά με παραγωγή βλέννας και αλλοίωση της υφής κατά την αποθήκευση (Zhu et al., 2022).

#### **1.10.1 Φυσιολογική Εντερική Μικροχλωρίδα στα Κοτόπουλα**

Ο εντερικός σωλήνας των κοτόπουλων (**Εικόνα 8**) φιλοξενεί μια πυκνή και ποικιλόμορφη μικροβιακή κοινότητα, με τα βακτήρια να αποτελούν το πολυπληθέστερο και καλύτερα μελετημένο τμήμα της. Στους νεοσσούς, τα εντερικά

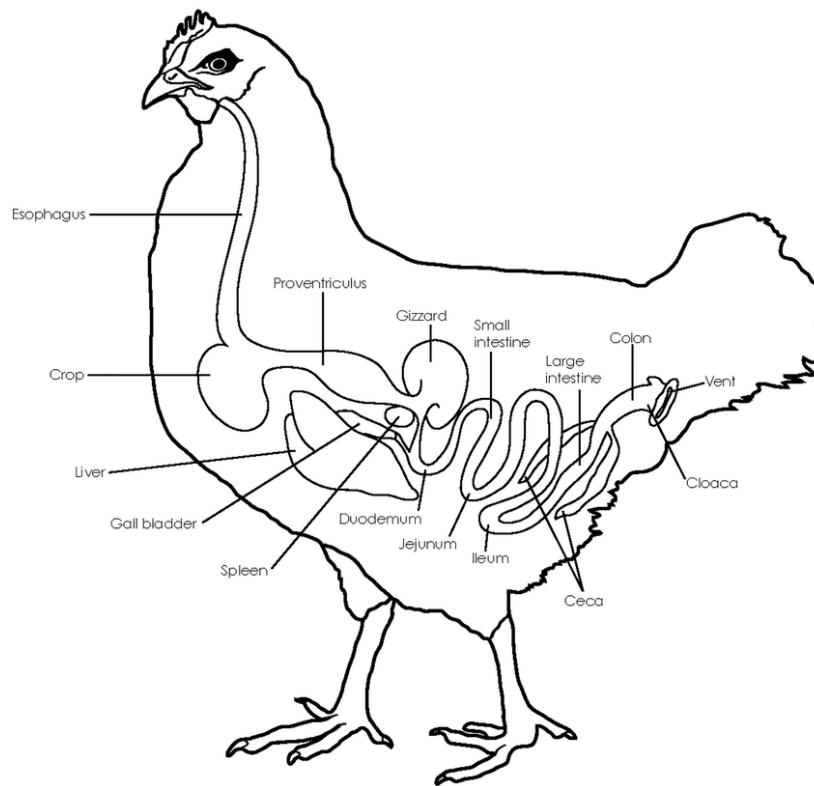
βακτήρια αποικίζουν ταχέως το πεπτικό σύστημα και πολλαπλασιάζονται γρήγορα, φτάνοντας σε πληθυσμούς περίπου  $10^8 - 10^9$  CFU/g περιεχομένου στον ειλεό και  $10^{10} - 10^{11}$  CFU/g στο τυφλό. Η πλήρης εντερική μικροβιακή κοινότητα ενηλίκου κοτόπουλου εγκαθίσταται μεταξύ 3ης και 4ης εβδομάδας μετά την εκκόλαψη, με σημαντικές αλλαγές στη σύνθεση να συνεχίζονται έως την 8η εβδομάδα ζωής, γεγονός που δείχνει ότι η μικροχλωρίδα των νεαρών πτηνών διαφέρει σημαντικά από εκείνη των ώριμων (Stamilla et al., 2021).

Αρχικά, η εντερική μικροχλωρίδα κυριαρχείται από τα φύλα *Firmicutes* και *Proteobacteria*, αλλά μέχρι το τέλος της πρώτης εβδομάδας τα *Firmicutes* υπερτερούν των *Proteobacteria* για το υπόλοιπο της ζωής του πτηνού (Novoa Rama et al., 2023). Δεδομένα σχετικής αφθονίας δείχνουν ότι τα *Firmicutes* αποτελούν το **58–80%** και τα *Proteobacteria* το **7–25%** στο ειλεό κατά την πρώτη εβδομάδα, ενώ στο τυφλό τα *Firmicutes* αντιστοιχούν σε **46–64%** και τα *Proteobacteria* περίπου στο **5%**. Τα *Bacteroidetes* συγκαταλέγονται σταθερά στις τρεις κυρίαρχες ομάδες του τυφλού σε όλες τις εβδομάδες εκτροφής των κοτόπουλων ενώ κατατάσσονται τέταρτα στο ειλεό.

Στα νεαρά κοτόπουλα κρεατοπαραγωγής, η μικροχλωρίδα του ειλεού περιλαμβάνει σε σημαντικό ποσοστό προαιρετικά αναερόβια βακτήρια, όπως *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Enterococcus*, *Staphylococcus* και *Clostridium*. Η ετερογένεια στις αναπνευστικές διεργασίες αντικατοπτρίζει τη μεταβλητή διαθεσιμότητα οξυγόνου στον ειλεό, υποστηρίζοντας τον πολλαπλασιασμό τόσο προαιρετικών όσο και υποχρεωτικών αναεροβίων καθώς το πτηνό μεγαλώνει.

Το τυφλό, που χαρακτηρίζεται από πιο σταθερή μικροβιακή κοινότητα, εμφανίζει τη μεγαλύτερη ποικιλομορφία ειδών. Με την πάροδο των εβδομάδων, τα *Firmicutes* και τα *Bacteroidetes* κυριαρχούν στη μικροχλωρίδα του τυφλού, τόσο σε κοτόπουλα

κρεατοπαραγωγής και συμβατικής εκτροφής όσο και σε κοτόπουλα κρεατοπαραγωγής χωρίς χρήση αντιβιοτικών.



**Εικόνα 8:** Εντερικός σωλήνας κοτόπουλου (Clavijo et al., 2018)

### **1.10.2 Ρόλος της Εντερικής Μικροχλωρίδας των Πουλερικών στην Υγεία των Ζώων και στην Ασφάλεια Τροφίμων**

Η εντερική μικροβιακή κοινότητα (μικροβίωμα) διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο στη διατήρηση της υγείας και της ευζωίας των πουλερικών, καθώς αποτελεί ένα οικοσύστημα που υποστηρίζει σημαντικές φυσιολογικές λειτουργίες, όπως η πέψη, η θρέψη και ο αποκλεισμός παθογόνων. Σημαντικά τμήματα του εντεροηπατικού κύκλου εξαρτώνται από αυτό το μικροβιακό οικοσύστημα: τα βακτήρια μετατρέπουν τα χολικά οξέα, τα οποία με τη σειρά τους επηρεάζουν τον μεταβολισμό των λιπιδίων και τη λειτουργία του εντέρου, ενώ άλλα βακτήρια παράγουν πτητικά λιπαρά οξέα βραχείας αλυσού (βουτυρικό και οξικό οξύ), που αποτελούν πηγή ενέργειας για το εντερικό

επιθήλιο και ρυθμίζουν την έκκριση, την κινητικότητα και τη διαπερατότητα. Τα βακτήρια του εντέρου προστατεύουν επίσης τον ξενιστή περιορίζοντας τις θέσεις αποικισμού των παθογόνων, αποκλείοντας ανταγωνιστικά τους εισβάλλοντες μικροοργανισμούς μέσω σύνθεσης αντιβακτηριακών ουσιών, καθώς και με τον ανταγωνισμό για συγκεκριμένα μεταβολικά υποστρώματα. Τέλος, το μικροβίωμα του εντέρου είναι κρίσιμο για την ανάπτυξη του ανοσοποιητικού συστήματος (Aruwa et al., 2021).

Ένα υγιές έντερο επιτρέπει στα πτηνά να φτάσουν το γενετικό τους δυναμικό παραγωγικότητας, καθώς το μικροβίωμα συμβάλλει στη σωστή απορρόφηση και αξιοποίηση των θρεπτικών συστατικών, στην ανάπτυξη ανοσίας, στην προστασία από εντερικές ασθένειες και, ως συνέπεια, στη βελτιωμένη ασφάλεια τροφίμων. Τα τελευταία 20 χρόνια, η πτηνοτροφική βιομηχανία έχει γνωρίσει σημαντική μεταμόρφωση στα συστήματα εκτροφής, με μετάβαση από την ελεύθερη εκτροφή σε συστήματα κλωβοστοιχίας. Αυτό απαίτησε από τους διατροφολόγους τον σχεδιασμό νέων στρατηγικών σίτισης και από τους ειδικούς υγείας την ανάπτυξη νέων καθεστώτων φροντίδας, λόγω του κρίσιμου ρόλου τους στη διατήρηση της βέλτιστης υγείας του εντέρου και της συνολικής απόδοσης.

### **1.11 Πρότυπα Ευζωίας των Ζώων**

Υπάρχει έλλειψη κανονιστικής κάλυψης για τα πουλερικά στο πλαίσιο της υφιστάμενης ομοσπονδιακής νομοθεσίας για την ευζωία των ζώων και των νόμων επισημάνσης προϊόντων πουλερικών. Παρ' όλα αυτά, άλλοι ρυθμιστικοί φορείς διαδραματίζουν ρόλο στην εποπτεία των προϊόντων πουλερικών. Ο Νόμος περί Ευζωίας των Ζώων (Animal Welfare Act, AWA) τροποποιήθηκε το 1970 ώστε να συμπεριλάβει τα θερμόαιμα ζώα που χρησιμοποιούνται για έρευνα ή ως κατοικίδια στις ΗΠΑ (<https://www.animallaw.info/statute/us-public-law-91-579-awa-1970>). Ο Νόμος

για Ανθρωπιστικές Μεθόδους Σφαγής (Humane Methods of Slaughter Act, HMSA) του 1958 καθορίζει διατάξεις που αφορούν τα ζώα κτηνοτροφίας και εξουσιοδοτεί τον Υπουργό Γεωργίας των ΗΠΑ να ορίζει αποδεκτές μεθόδους σφαγής και χειρισμού. Ωστόσο, η Εταιρεία για την Πρόληψη της Βίας στα Ζώα των ΗΠΑ υποστήριξε ότι τα περισσότερα ζώα που σφάζονται για κατανάλωση σε εγκαταστάσεις επιθεωρούμενες από το United States Department of Agriculture (USDA) στερούνται νομοθετικής προστασίας.

Επιπλέον, η Υπηρεσία Ελέγχου Ασφάλειας και Επιθεώρησης Τροφίμων (FSIS) των ΗΠΑ απαιτεί από τους παραγωγούς την υποβολή λεπτομερών πρωτοκόλλων που διασφαλίζουν την εγκυρότητα των ισχυρισμών παραγωγής από τη γέννηση έως τη σφαγή. Οι νομοθεσίες αυτές, στην παρούσα τους μορφή, επιτρέπουν τη μη ανθρωπιστική μεταχείριση των πουλερικών, κυρίως λόγω της απουσίας ομοσπονδιακής προστασίας. Η διεύρυνση του ορισμού του «ζώου» στον AWA ώστε να περιλαμβάνει και τα πουλερικά, καθώς και τα παραγωγικά ζώα, θεωρείται απαραίτητη για τη βελτίωση της ευζωίας των πουλερικών (Smith, 2018).

### **1.12 Κανονισμοί Ασφάλειας Τροφίμων Στην Βιομηχανία Πουλερικών**

Οι κανονισμοί ασφάλειας τροφίμων στη βιομηχανία πουλερικών των Ηνωμένων Πολιτειών ακολούθησαν τα στάδια ανάπτυξης των μονάδων επεξεργασίας (Thames & Theradiyil, 2020). Η πιο σημαντική πρόοδος σημειώθηκε με την εισαγωγή των σχεδίων Ανάλυσης Κινδύνων και Κρίσιμων Σημείων Ελέγχου στα τέλη της δεκαετίας του 1990, τα οποία απαιτούσαν από κάθε μονάδα την ανάπτυξη προγράμματος για τη μείωση του επιπέδου παθογόνων στο επεξεργασμένο προϊόν (Handley, 2018). Αντιστοίχα στην Ε.Ε τα πεδία αυτά καλύπτονται από τον κανονισμό (ΕΚ) αριθ. 1234/2007 που καθορίζει τους κανόνες για την εμπορία κρέατος και αυγών πουλερικών. Τα κρίσιμα σημεία ελέγχου είναι στάδια όπου μπορεί να εφαρμοστεί έλεγχος και είναι απαραίτητα για την

πρόληψη ή τη μείωση ενός κινδύνου ασφάλειας τροφίμων. Στη συνέχεια, ενσωματώθηκαν μικροβιολογικά κριτήρια σε κανονισμούς όπως ο κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 2073/2005, που καθόρισαν τα επιτρεπτά επίπεδα παρουσίας συγκεκριμένων βακτηρίων, για την αξιολόγηση των διαδικασιών.

Ο κύριος στόχος ελέγχου στην επεξεργασία πουλερικών αφορά τη *Salmonella* και την *Escherichia coli*. Κατά την αρχική εφαρμογή του προγράμματος επαλήθευσης της USDA για τη *Salmonella*, περίπου το 23% των δειγμάτων κοτόπουλου κρεοπαραγωγής βρέθηκαν θετικά κατά μέσο όρο. Μέσα στα επόμενα 12 χρόνια επιτεύχθηκε σημαντική μείωση των θετικών δειγμάτων, με αποτέλεσμα τη διατήρηση ενός πολύ χαμηλότερου επιπέδου βάσης, χάρη στις συντονισμένες προσπάθειες της βιομηχανίας. Οι επιχειρήσεις επεξεργασίας πουλερικών συνεχίζουν να συνεργάζονται με το USDA για τη διατήρηση των ποσοστών θετικής ανίχνευσης *Salmonella* κάτω από το εθνικό όριο. Το προηγούμενο πρότυπο απόδοσης για την ταχεία ανίχνευση *Salmonella* σε εγκαταστάσεις πουλερικών όριζε ότι ο μέγιστος αριθμός θετικών δειγμάτων δεν μπορούσε να ξεπερνά τα 12 από τα 51, που αντιστοιχεί σε περίπου 20% θετική επικράτηση σε μια παρτίδα παραγωγής (O'Bryan et al., 2022).

## **Κεφάλαιο 2: Διατροφικά και Υγειονομικά Οφέλη του Εκχύλισματος Ελιάς και της Σκόνης Στέμφυλων**

### **2.1 Εισαγωγή στα βιολειτουργικά φυτικά πρόσθετα**

Το εκχύλισμα ελιάς και η σκόνη από στέμφυλα έχουν αυξήσει την παρουσία τους στις αγορές συμπληρωμάτων υγείας, τροφίμων και ποτών, λόγω των ωφελειών τους στη διατροφική ποιότητα και την ανθρώπινη υγεία. Τα υλικά αυτά είναι πλούσια σε πολύτιμα πολυφαινολικά συστατικά, ικανά να μειώσουν τον κίνδυνο χρόνιων νοσημάτων και να προσδώσουν ευεργετικές λειτουργικές ιδιότητες κατά την επεξεργασία (Azmat et al., 2024). Το εκχύλισμα ελιάς προέρχεται από αποξηραμένους και θρυμματισμένους καρπούς ελιάς καθώς και από παραπροϊόντα αποβλήτων ελαιοτριβείων, ενώ η σκόνη από φλοιό σταφυλιού ανακτάται από τον φλοιό σταφυλιών *Vitis vinifera* μετά την έκθλιψη του χυμού, με ξέπλυμα, αποξήρανση σε φούρνο και άλεση. Δεδομένου ότι οι βιομηχανίες παράγουν μεγάλες ποσότητες παραπροϊόντων από ελιά και σταφύλι τα υλικά αυτά παρουσιάζουν υποσχόμενη δυναμική ως φυσικές πηγές αντιοξειδωτικών και ενώσεων προστιθέμενης αξίας για τρόφιμα και συμπληρώματα υγείας. Η δημιουργία σκόνης φλοιού σταφυλιού είναι ιδιαίτερα σημαντική, καθώς το υλικό αυτό δεν έχουν χρησιμοποιηθεί και αξιοποιηθεί επαρκώς παρά το ευρύ φάσμα βιοδραστικών ενώσεων που περιέχει.

Για παράδειγμα, ο καρπός της ελιάς περιέχει βιοδραστικές ενώσεις και αντιοξειδωτικά που προσφέρουν οφέλη υγείας ή μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την πρόληψη της εξέλιξης μεταβολικών και καρδιαγγειακών νοσημάτων. Το εκχύλισμα ελιάς ενσωματώνεται ευρέως σε τρόφιμα και ποτά με στόχο την αύξηση της αντιοξειδωτικής και αντιφλεγμονώδους δράσης, καθώς και τον εμπλουτισμό τους με απαραίτητα θρεπτικά συστατικά (Sorrenti et al., 2023).

Η σκόνη φλοιού σταφυλιού περιέχει αντιοξειδωτικά και αποτελεί πλούσια πηγή αντιοξειδωτικών, διαιτητικών ινών και πολυφαινολικών ενώσεων, ικανών να επηρεάσουν μηχανισμούς που σχετίζονται με την ανάπτυξη και εξέλιξη ελεύθερων ριζών, καθώς και με παράγοντες κινδύνου καρδιαγγειακών νοσημάτων (Lopes et al., 2025). Χρησιμοποιείται ως λειτουργικό συστατικό στη βιομηχανία τροφίμων και φαρμάκων για τη βελτίωση του λιπιδαιμικού προφίλ και την πρόληψη της εμφάνισης και εξέλιξης καρκινικών κυττάρων, ενώ συμβάλλει και στη διατήρηση ενός υγιούς ανοσοποιητικού συστήματος.

Με την ανάλυση των μελετών που αφορούν το διατροφικό προφίλ και τα οφέλη για την υγεία του εκχύλισματος ελιάς και της σκόνης φλοιού σταφυλιού η παρούσα εργασία παρέχει σημαντικές γνώσεις για τις πιθανές εφαρμογές τους σε τρόφιμα και ποτά και τον ρόλο τους στο μέλλον της ανάπτυξης λειτουργικών τροφίμων.

## **2.2 Λυοφιλωμένο Εκχύλισμα Ελιάς**

Το εκχύλισμα ελιάς (**Εικονά 9**) αποτελεί πολύτιμη πηγή ωφέλιμων φαινολικών ενώσεων, όπως η απιγενίνη, η λουτεολίνη και η ρουτίνη, καθώς και απαραίτητων θρεπτικών συστατικών, όπως οι βιταμίνες Α και Ε και το σίδηρο. Το εκχύλισμα αποτελεί επίσης εξαιρετική πηγή διαιτητικών ινών, οι οποίες συμβάλλουν στη διαδικασία της πέψης και στην απορρόφηση των θρεπτικών συστατικών (Cádiz-Gurrea et al., 2021).

Η ελαιοευρωπαϊνή (*oleuropein*), το κύριο φαινολικό συστατικό που ανευρίσκεται στο εκχύλισμα ελιάς, έχει τεκμηριωθεί εκτενώς για τις αντιοξειδωτικές και αντιφλεγμονώδεις ιδιότητές της, οι οποίες διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην πρόληψη των καρδιαγγειακών νοσημάτων (Bucciantini et al., 2021).

Το εκχύλισμα ελιάς περιέχει ποικιλία βιοδραστικών ενώσεων που ανήκουν σε διάφορες χημικές κατηγορίες και παρουσιάζει τεκμηριωμένη διατροφική αξία· οι ελιές καλής ποιότητας χαρακτηρίζονται από υψηλή περιεκτικότητα σε έλαιο (~18–24%) και περιέχουν υδατάνθρακες, πρωτεΐνες και τέφρα (Azmat et al., 2024). Τα οφέλη του εκχυλίσματος ελιάς για την υγεία τεκμηριώνονται εκτενώς στη διεθνή βιβλιογραφία, αποδιδόμενα κυρίως στις αντιοξειδωτικές, καρδιοπροστατευτικές και αντιφλεγμονώδεις ιδιότητές του (E. El-Hadary & Taha, 2020). Χρησιμοποιείται ευρέως σε παρασκευάσματα τροφίμων, ως διαιτητικό συμπλήρωμα, αλλά και στη βιομηχανία καλλυντικών, όπου εκτιμάται ιδιαίτερα για τις φυσικές αντιοξειδωτικές του ιδιότητες, που συμβάλλουν στην πρόληψη της οξειδωτικής υποβάθμισης και προσφέρουν προστασία της υγείας.



**Εικόνα 9:** Λυοφιλωμένο Εκχύλισμα Ελιάς

(<https://www.tradeindia.com/products/olive-leaf-powder-extract-c8841106.html>)

### 2.3 Σκόνη Στέμφυλων

Η σκόνη στέμφυλων (**Εικόνα 10**) είναι πλούσια σε απαραίτητα θρεπτικά συστατικά, περιλαμβάνοντας πολυφαινόλες, διαιτητικές ίνες, ποικιλία μετάλλων και πολλαπλές βιταμίνες. Η σκόνη αυτή παρουσιάζει εξαιρετικά υψηλή αντιοξειδωτική ικανότητα, η οποία είναι καθοριστική για την αντιμετώπιση του οξειδωτικού στρες στον οργανισμό. Λόγω των εκτεταμένων οφελών της για την υγεία, αναδεικνύεται ως σημαντικός προληπτικός παράγοντας έναντι διαφόρων καταστάσεων, όπως τα καρδιαγγειακά νοσήματα και ορισμένοι τύποι καρκίνου. Ως αποτέλεσμα των ευεργετικών αυτών ιδιοτήτων, η σκόνη φλοιού σταφυλιού έχει βρει ευρεία εφαρμογή όχι μόνο στον γαστρονομικό τομέα, αλλά και στη ραγδαία αναπτυσσόμενη βιομηχανία των βιολειτουργικών τροφίμων, όπου αυξάνεται συνεχώς η ζήτηση για προϊόντα υγείας και διατροφής (Szabó et al., 2021; Mollica et al., 2021).



**Εικόνα 10:** Σκόνη Στέμφυλων (<https://sanxinpharmaceutical.en.made-in-china.com/product/RQpYMqgjasrU/China-Natural-10-Resveratrol-Grape-Skin-Extract-Powder-Purple-Grape-Peel-Extract-Powder.html>)

## 2.4 Η σημασία της αξιοποίησης φυσικών παραπροϊόντων

Τα απόβλητα τροφίμων αποτελούν σήμερα μία από τις σημαντικότερες προκλήσεις, εξαιτίας τόσο των περιβαλλοντικών τους επιπτώσεων όσο και της απώλειας οικονομικής τους αξίας. Μεταξύ των παραπροϊόντων τροφίμων, η ανάκτηση βιοδραστικών ουσιών για εφαρμογές στον τομέα της υγείας, της χημικής βιομηχανίας και της βιομηχανίας τροφίμων συνιστά στρατηγική ζωτικής σημασίας για την αξιοποίηση των απορριπτόμενων υλικών και τη δημιουργία οικονομικού οφέλους.

Τα παραπροϊόντα δύο σημαντικών μεσογειακών καλλιεργειών, της ελιάς και του αμπελιού, υπολογίζονται ετησίως ότι φτάνουν τους 25.155.000 τόνους παγκοσμίως (Cequier et al., 2019 ; Dávila et al., 2017), είναι πλούσια σε βιοδραστικές ενώσεις και έχουν ήδη μελετηθεί εκτενώς για ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών. Η ελιά (*Olea europaea* L.) έχει ισχυρό κοινωνικό και οικονομικό αποτύπωμα στη Μεσόγειο. Η σημασία της επεξεργασίας του ελαιόκαρπου και, ιδίως, της παραγωγής ελαιόλαδου αναδεικνύεται από τη ραγδαία ανάπτυξη του κλάδου και την εκτεταμένη χρήση διαφορετικών μεθόδων εκχύλισης και δευτερογενών διαδικασιών. Τα παραπροϊόντα της ελιάς και της ελαιοπαραγωγής, τα οποία παράγονται διάσπαρτα σε ολόκληρη τη Μεσογειακή λεκάνη, αποτελούν σημαντική πηγή βιοδραστικών ουσιών με πολλαπλές εφαρμογές (Abbattista et al., 2021).

Αντίστοιχα, το αμπέλι (*Vitis vinifera* L.) καλλιεργείται εκτεταμένα παγκοσμίως και αποτελεί σημαντική πρώτη ύλη για ποικίλα τελικά προϊόντα, με κυριότερο το κρασί. Τα παραπροϊόντα της οινοποίησης, όπως οι σπόροι και άλλα μέρη του σταφυλιού, μπορούν να αποτελέσουν πολύτιμη πηγή βιοδραστικών ενώσεων (Silva et al., 2023).

## **2.5 Αντιοξειδωτικές Ιδιότητες**

Τα φαινολικά εκχυλίσματα που προέρχονται από ελιά και φλοιό σταφυλιού έχουν αποδειχθεί ότι διαθέτουν σημαντική ικανότητα δέσμευσης ελευθέρων ριζών και διαδραματίζουν καίριο ρόλο στη ρύθμιση της απελευθέρωσης φλεγμονωδών δεικτών. Μεταξύ αυτών, τα εκχυλίσματα φλοιού σταφυλιού εμφανίζουν τη μεγαλύτερη αντιοξειδωτική δραστηριότητα, επιδεικνύοντας υψηλή αποτελεσματικότητα στην καταπολέμηση του οξειδωτικού στρες (Baroi et al., 2022).

Η ενσωμάτωση εκχυλισμάτων ελιάς σε διάφορα προϊόντα τροφίμων μειώνει σημαντικά την οξείδωση των λιπιδίων, ενώ παράλληλα ενισχύει τη φυσική σταθερότητα, το χρώμα και τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά σε ένα ευρύ φάσμα γαστρονομικών εφαρμογών (Wang et al., 2021). Επιπλέον, η προσθήκη σκόνης στέμφυλων σε τρόφιμα όχι μόνο ενισχύει την αντιοξειδωτική ικανότητα, αλλά διασφαλίζει και τη διατήρηση των οργανοληπτικών και ρεολογικών ιδιοτήτων τους.

## **2.6 Ανάλυση Διατροφικών Χαρακτηριστικών ως προς την Υγεία**

Μια συγκριτική αξιολόγηση των διατροφικών χαρακτηριστικών και των υγειονομικών οφελών του εκχυλίσματος ελιάς και της σκόνης φλοιού σταφυλιού αναδεικνύει τις διακριτές αλλά και συμπληρωματικές ιδιότητες καθενός, όπως τεκμηριώνεται στις προηγούμενες ενότητες. Το εκχύλισμα ελιάς προσφέρει ισορροπημένη σύσταση πρωτεϊνών, λιπών και ινών, καθώς και φρουκτόζη, γλυκόζη και ευρύ φάσμα μετάλλων και βιταμινών. Προερχόμενο από νωπούς ελαιόκαρπους, περιλαμβάνει πολυφαινόλες, ελαιοευρωπαΐνη, μασλινικό οξύ, υδροξυτυροσόλη, τριτερπενοειδή και τοκοφερόλες, προσδίδοντας αντιοξειδωτική και αντιφλεγμονώδη δράση (Rufino-Palomares et al., 2022).

Η σκόνη φλοιού σταφυλιού, που παράγεται από νωπό φλοιό και σπόρους σταφυλιών, χαρακτηρίζεται από υψηλά επίπεδα σιδήρου, ψευδαργύρου, ασβεστίου και μαγνησίου, ενώ περιέχει επίσης αξιόλογες ποσότητες πρωτεΐνης, λίπους και σακχάρων. Περιλαμβάνει πολυφαινόλες, φλαβονοειδή, προκυανιδίνες και ανθοκυανίνες, οι οποίες συμβάλλουν στην αντιοξειδωτική δράση και συνδέονται με μειωμένο κίνδυνο καρδιαγγειακών νοσημάτων και ορισμένων μορφών καρκίνου (Lopes et al., 2025).

Συνολικά, τα υλικά αυτά παρουσιάζουν σημαντικές δυνατότητες ενσωμάτωσης σε τρόφιμα, ζωοτροφές και προϊόντα υγειονομικής περίθαλψης. Η ανάλυση επιβεβαιώνει έτσι τον συμπληρωματικό ρόλο του εκχυλίσματος ελιάς και της σκόνης φλοιού σταφυλιού ως πολυλειτουργικά συστατικά, σε πλήρη ευθυγράμμιση με τις καταναλωτικές τάσεις και τις ρυθμιστικές απαιτήσεις.

## **2.7 Σκοπός Διπλωματικής Εργασίας**

Σκοπός της Διπλωματικής Εργασίας είναι:

1. Η αξιοποίηση γεωργικών υποπροϊόντων που δυνητικά ρυπαίνουν το περιβάλλον ή έχουν μικρή εμπορική αξία (π.χ. ως λίπασμα) ως φυσικά, βιολειτουργικά πρόσθετα ζωοτροφών.
2. Η αξιολόγηση των επιπτώσεων της χρήσης λυοφιλιωμένου εκχυλίσματος ελιάς και λυοφιλιωμένων στέμφυλων στη διατροφή των κοτόπουλων κρεατοπαραγωγής.

3. Η διερεύνηση της επίδρασης των φυσικών αυτών προσθέτων στην υγεία των κοτόπουλων και στην ποιότητα του κρέατος.

## Κεφάλαιο 3: Υλικά και Μέθοδοι

### 3.1 Μεθοδολογία Πειράματος

Τα βέλτιστα φυτικά βιολειτουργικά πρόσθετα που προέκυψαν από το προηγούμενο στάδιο της εργαστηριακής κλίμακας χορηγήθηκαν σε ομάδες πουλερικών στις παραγωγικές εγκαταστάσεις του συνεταιρισμού ΠΙΝΔΟΣ (Εικόνα 11). Η φυλή που χρησιμοποιήθηκε για της ανάγκες του πειράματος ήταν η Ross η οποία αφορά κοτόπουλα κρεατοπαραγωγής. Στο σύνολο του ερευνητικού προγράμματος συμμετείχαν στην συμβατική ομάδα (μάρτυρας) αποτελούνταν από 17340 κοτόπουλα, η ομάδα στην οποία χορηγήθηκε λυοφιλωμένη σκόνη εκχυλίσματος καρπού ελιάς (χορηγία της εταιρίας Polyhealth, Λάρισα) αποτελούνταν από 8313 κοτόπουλα ενώ η ομάδα στην οποία χορηγήθηκε λυοφιλωμένη σκόνη στέμφυλων (τα στέμφυλα ήταν χορηγία του οινοποιείου Κοντοζήση, Καρδίτσα) αποτελούνταν από 9690 κοτόπουλα. Και στις 2 ομάδες τα φυσικά βιολειτουργικά πρόσθετα προστέθηκαν στο συμβατικό σιτηρέσιο σε συγκέντρωση 500ppm. Η διάρκεια της χορήγησης των φυτικών προσθέτων ήταν 41 ημέρες. Στο τέλος της χορήγησης, τα κοτόπουλα σφαγιάστηκαν και συλλέχθηκαν δείγματα κοπράνων από το έντερο και πιο συγκεκριμένα από το τυφλό και την νήστιδα καθώς επίσης και από το στήθος και το μπούτι για την πραγματοποίηση μικροβιολογικών και χημικών αναλύσεων. Στο τυφλό και την νήστιδα πραγματοποιήθηκαν μικροβιολογικές αναλύσεις για την ανίχνευση και καταμέτρηση παθογόνων μικροοργανισμών και δεικτών υγιεινής κατάστασης στα κόπρανα καθώς επίσης και καταμέτρηση προβιοτικών βακτηρίων στα κόπρανα. Στα δείγματα κρέατος (στήθος και μπούτι) πραγματοποιήθηκαν εκτός από τις μικροβιολογικές αναλύσεις για την καταμέτρηση αλλοιογόνων μικροοργανισμών, μετρήσεις για τις ολικές φαινόλες, το χρώμα και το pH.



**Εικόνα 11:** Εγκαταστάσεις του συνεταιρισμού ΠΙΝΔΟΣ (πτηνοτροφείο, τυποποιητήριο) (<https://www.chicken.pindos-apsi.gr>)

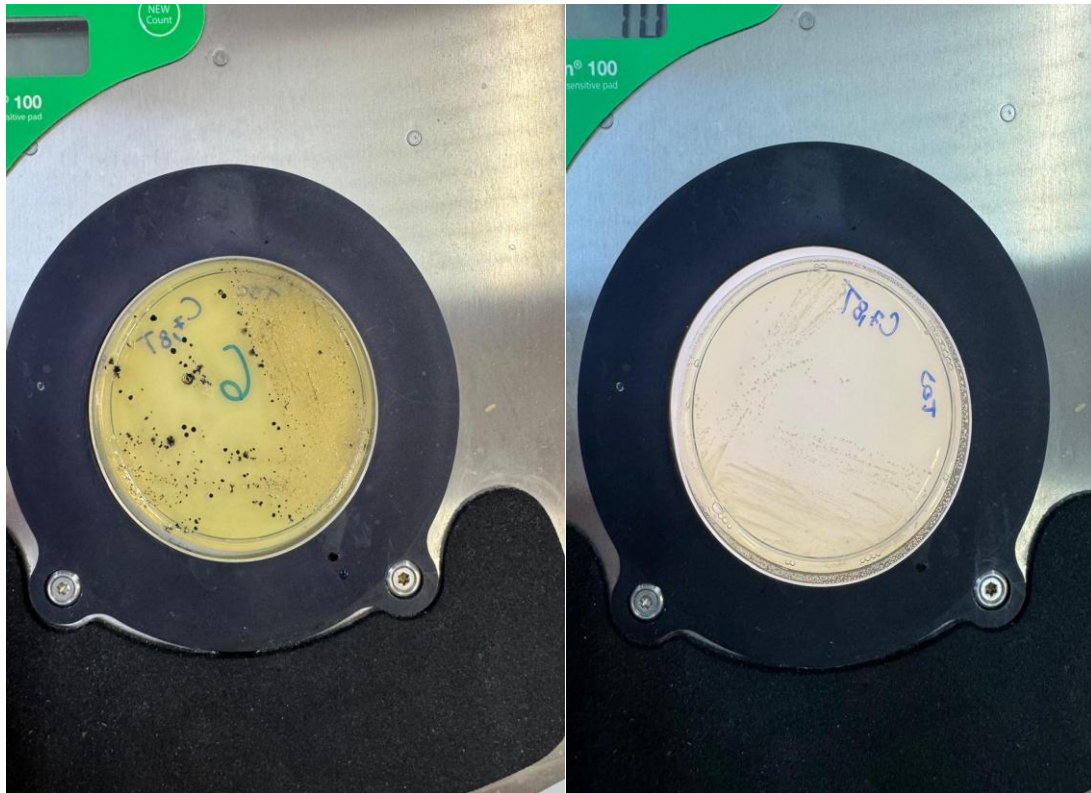
### 3.2 Μικροβιολογική Ανάλυση σε Δείγματα Κοπράνων

Για τις αναλύσεις της εντερικής μικροχλωρίδας αναλύθηκαν 10 έντερα (τυφλό και νήστιδα) από την κάθε ομάδα. Αρχικά, 1 g δείγματος κοπράνων (**Εικόνα 12**) συλλέχθηκε και ομογενοποιήθηκε με 9 mL στείρου υδατικού διαλύματος πεπτόνης 0,1%. Στη συνέχεια, για τη βακτηριακή αρίθμηση όλων των δειγμάτων, χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος Miles and Misra Plate (επιφανειακή επίστρωση) (Bonos et al., 2022) και κάθε δείγμα αραιώθηκε μέσω 10πλάσιων αραιώσεων (από 10<sup>-1</sup> έως 10<sup>-12</sup>) χρησιμοποιώντας τυπικές πλάκες 96 βοθρίων για μικροαραιώσεις. 10μl από κάθε αραιώση εμβολιάστηκαν στα κατάλληλα υποστρώματα και επώαστηκαν ως εξής: οι συνολικές αερόβιες και αναερόβιες μετρήσεις προσδιορίστηκαν χρησιμοποιώντας το υπόστρωμα Plate Count Agar (PCA, Oxoid), ενώ τα τρυβλία επώαστηκαν στους 30 °C αερόβια για 48 ώρες και στους 37 °C αναερόβια για 48 – 72 ώρες αντίστοιχα. Τα υποστρώματα MacConkey και Kanamycin aesculin azide (KAA) (Merck, Darmstadt, Germany), αντίστοιχα, χρησιμοποιήθηκαν για την απομόνωση, την απαρίθμηση και την ταυτοποίηση των *Escherichia coli* και των εντερόκοκκων ενώ τα τρυβλία

επωάστηκαν αερόβια στους 37 °C για 24 - 48 ώρες. Τα θρεπτικά υποστρώματα De Man, Rogosa και Sharpe (MRS) (Oxoid) για την απομόνωση, την απαρίθμηση και την ταυτοποίηση των *Lactobacillus* ενώ τα τρυβλία επωάστηκαν στους 37 °C σε αναερόβιες συνθήκες. Η απαρίθμηση των *Bifidobacterium* πραγματοποιήθηκε σε θρεπτικό υπόστρωμα TOS Propionate agar (TOS, Merck) (**Εικόνα 13**) στο οποίο προστέθηκε οξικό οξύ (1%, v/v) και mupirocin (100 µL/mL) και επωάστηκαν αναερόβια στους 37 °C για 72 ώρες. Οι μετρήσεις βακτηρίων εκφράστηκαν ως log<sub>10</sub> μονάδες σχηματισμού αποικιών (CFU) ανά 1 g δείγματος υγρού βάρους.



**Εικόνα 12:** Συλλογή δειγμάτων κοπράνων από έντερο (νήστιδα και τυφλό) για την καταμέτρηση μικροοργανισμών (Προσωπικό αρχείο)



**Εικόνα 13:** Καταμέτρηση *Bifidobacterium* σε τρυβλία (Προσωπικό αρχείο)

### 3.3 Μικροβιολογική Ανάλυση σε Δείγματα Κρέατος

Για την καταμέτρηση του αριθμού των βακτηρίων στο κρέας (στήθος – μπούτι) (**Εικόνα 14**) χρησιμοποιήθηκαν οι μέσες τιμές από 5 μεμονωμένα κοτόπουλα κρεατοπαραγωγής από κάθε ομάδα και υπολογίστηκε η τυπική απόκλιση για κάθε μικροβιακό πληθυσμό. Πιο συγκεκριμένα, 10 g κρέατος ομογενοποιήθηκαν σε Bagmixer 400 (Interscience, Γαλλία) με 90 ml αποστειρωμένου αραιωτικού υγρού (MRD) (Oxoid, Basingstoke, Ηνωμένο Βασίλειο). Κάθε δείγμα αραιώθηκε 10 φορές χρησιμοποιώντας γυάλινους δοκιμαστικούς σωλήνες με 9 ml αποστειρωμένου MRD. Από την κατάλληλη αραιώση ενοφθαλμίστηκε είτε 1 ml είτε 0,1 ml σε τρυβλία για την καταμέτρηση του αριθμού των βακτηρίων. Οι μικροοργανισμοί που εξετάστηκαν ήταν η *Escherichia coli*, η οποία καλλιεργήθηκε στο υπόστρωμα Tryptone Bile X-Glucuronide (TBX) (Oxoid, Basingstoke, Ηνωμένο Βασίλειο) και επώαστηκε αερόβια

στους 37°C για 24 ώρες. Η Ολική Μεσόφιλη Χλωρίδα καταμετρήθηκε στο υπόστρωμα Plate Count (PCA) (Oxoid, Basingstoke, Ηνωμένο Βασίλειο) (**Εικόνα 15**) στους 30°C για 48 ώρες υπό αερόβιες συνθήκες ενώ οι *Pseudomonads sp* καταμετρήθηκαν στο υπόστρωμα *Pseudomonas* Agar Base (Neogen, Heywood, Ηνωμένο Βασίλειο) στο οποίο προστέθηκε και ο εκλεκτικός παράγοντας Cetrimide, Fucidin, and Cephaloridine (CFC) και επώαστηκαν στους 25°C για 72 ώρες υπό αερόβιες συνθήκες. Όλα τα δείγματα εξετάστηκαν για την παρουσία *Salmonella* spp. και *Listeria monocytogenes* ανά 25 g κρέατος στήθους και μπουτιού χρησιμοποιώντας αντίστοιχα τις μεθόδους ISO 6579:2002 και ISO 11290-1/-2. Τα τρυβλία Petri επώαστηκαν σε επωαστικούς θαλάμους Binder BD 115.



**Εικόνα 14:** Δείγματα κρέατος (στήθος και μπούτι ) (πάνω Μάρτυρας, κάτω αριστερά ομάδα Ελιάς και κάτω δεξιά ομάδα Στέμφυλων) (Προσωπικό αρχείο).

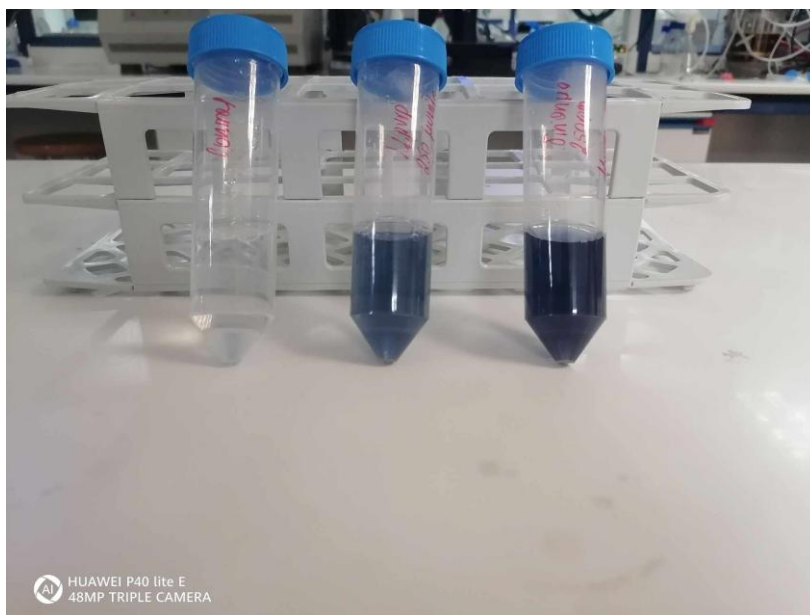


**Εικόνα 15:** Αποικίες Ολικής Μεσόφιλης Χλωρίδας (Προσωπικό αρχείο)

### 3.4 Μέτρηση Ολικών Φαινολών με την Μέθοδο Folin – Ciocalteu.

Για την μέτρηση των ολικών πολυφαινολών χρησιμοποιήθηκαν οι μέσες τιμές από 8 μεμονωμένα κοτόπουλα κρεατοπαραγωγής από κάθε ομάδα και υπολογίστηκε η τυπική απόκλιση για κάθε μικροβιακό πληθυσμό. Πιο συγκεκριμένα, 5g δείγματος (στήθος / μπούτι / κόπρانا) ομογενοποιήθηκαν με 45ml απιονισμένο νερό. Από το διάλυμα αυτό μεταφέρθηκαν 0,2ml σε falcon των 50ml όπου προστέθηκαν 10,8ml απιονισμένο νερό, 8ml  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  και 1ml από το αντιδραστήριο Folin – Ciocalteu.

Παράλληλα, παρασκευάστηκε και μάρτυρας ο οποίος στην θέση του δείγματος περιείχε 0,2ml απιονισμένο νερό με τα υπόλοιπα αντιδραστήρια να παραμένουν ίδια. Στην συνέχεια, τοποθετήθηκαν στο vortex για να ομογενοποιηθεί το διάλυμα. Τα δείγματα τοποθετήθηκαν σε σκοτεινό μέρος σε θερμοκρασία περιβάλλοντος για 1 ώρα (**Εικόνα 16**). Μετά το πέρας της 1 ώρας τα δείγματα φασματοφωτομετρήθηκαν σε φασματοφωτόμετρο ορατού – υπεριώδους φωτός (Implen NanoPhotometer NP80, Germany) (**Εικόνα 17**). Πριν τοποθετήσουμε τα δείγματα μας το φασματοφωτόμετρο ρυθμίστηκε στα 750nm και στην συνέχεια μηδενίστηκε με τον μάρτυρα που είχαμε παρασκευάσει. Τα αποτελέσματα υπολογίστηκαν με βάση την εξίσωση  $y = 0.5318x - 0.0326$ ,  $R^2 = 0.99$  (βλέπε παράρτημα).



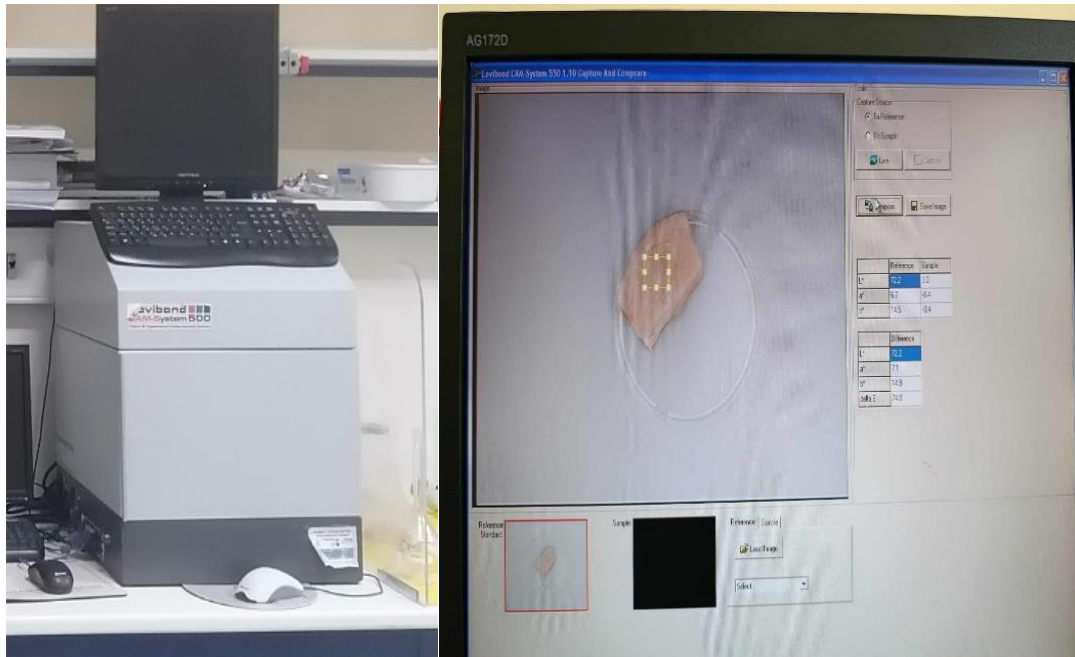
**Εικόνα 16:** Μέτρηση Ολικών Φαινολών (Προσωπικό αρχείο)



**Εικόνα 17:** Φασματοφωτόμετρο Implen NanoPhotometer NP80 (Προσωπικό αρχείο)

### **3.5 Μέτρηση Χρώματος**

Για την μέτρηση του χρώματος του κρέατος και πιο συγκεκριμένα του στήθους και του μπουτιού το οποίο εξήλθε του ψυγείου με θερμοκρασία 4°C, πάχος 2 cm και χρόνο αναμονής 10-15 λεπτών πριν την μέτρηση. Αναλύθηκαν 5 μεμονωμένα κοτόπουλα κρεατοπαραγωγής από κάθε ομάδα με το χρωματόμετρο CAM-System 500 (Lovibond, Amesbury, UK) (**Εικόνα 18**). Αξιολογήθηκε ο χρωματικός χώρος « $L^*a^*b^*$ » των δειγμάτων, ο οποίος αντιπροσωπεύει τις τιμές φωτεινότητας ( $L$ ), ερυθρότητας ( $a$ ) και κίτρινου χρώματος ( $b$ ), αντίστοιχα.



**Εικόνα 18:** Χρωματόμετρο Lovibond CAM System 500 που χρησιμοποιήθηκε κατά την διάρκεια των πειραμάτων για την μέτρηση του χρώματος (Προσωπικό αρχείο)

### 3.6 Μέτρηση pH

Για την μέτρηση του pH χρησιμοποιήθηκε το pHμετρό στερεών (Foodcare, Hanna instruments) (**Εικόνα 19**) του οποίου η ακίδα τοποθετήθηκε στην σάρκα (στήθος – μπούτι) και παρέμεινε έως ότου η μέτρηση ήταν σταθερή. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν εις οκταπλούν.

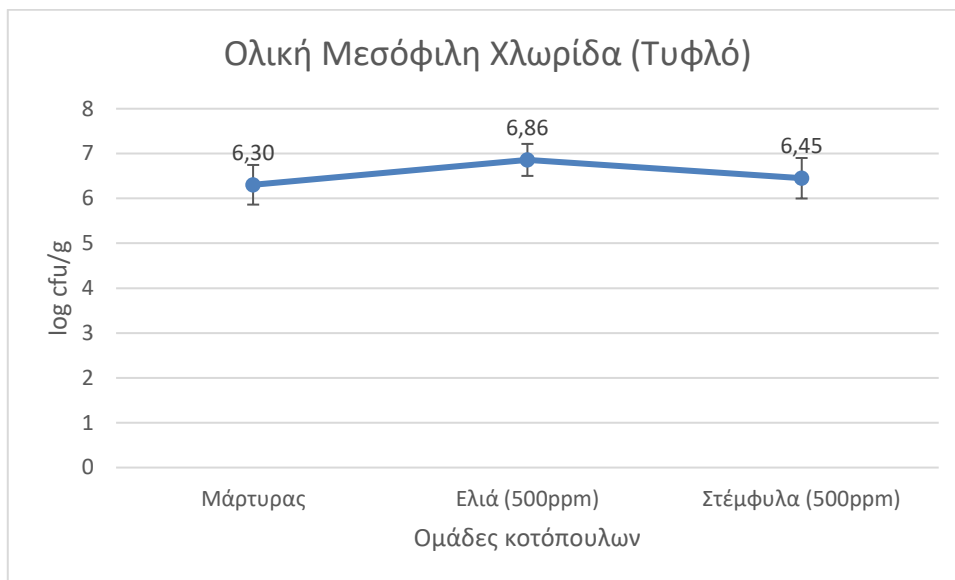


**Εικόνα 19:** Μέτρηση pH σε μπούτι (Προσωπικό αρχείο)

## Κεφάλαιο 4: Αποτελέσματα

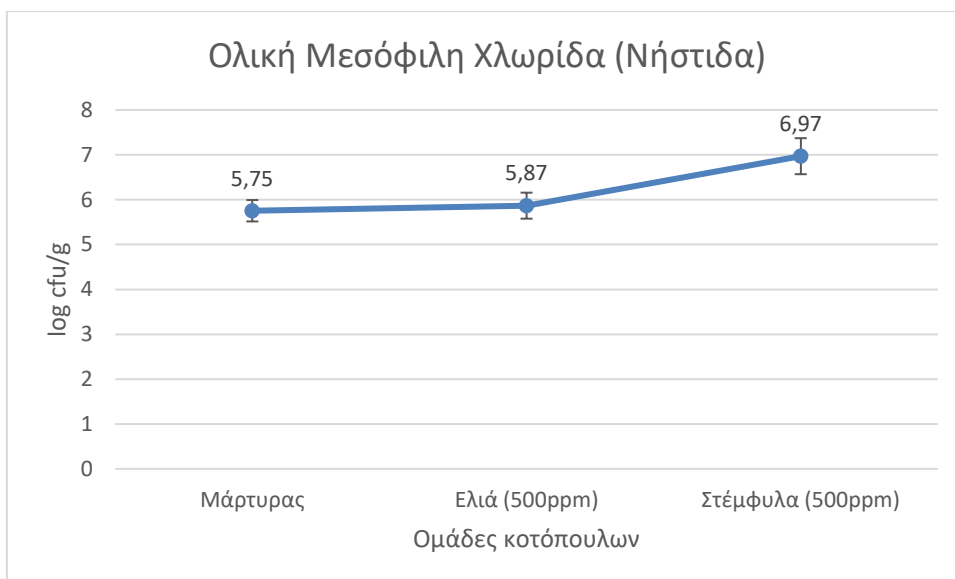
### 4.1 Αποτελέσματα Μικροβιολογικών Αναλύσεων στον Εντερικό Σωλήνα

Στα παρακάτω **Διαγράμματα 1–11** παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των μικροβιολογικών αναλύσεων που πραγματοποιήθηκαν στο περιεχόμενο του εντερικού σωλήνα των κοτόπουλων.



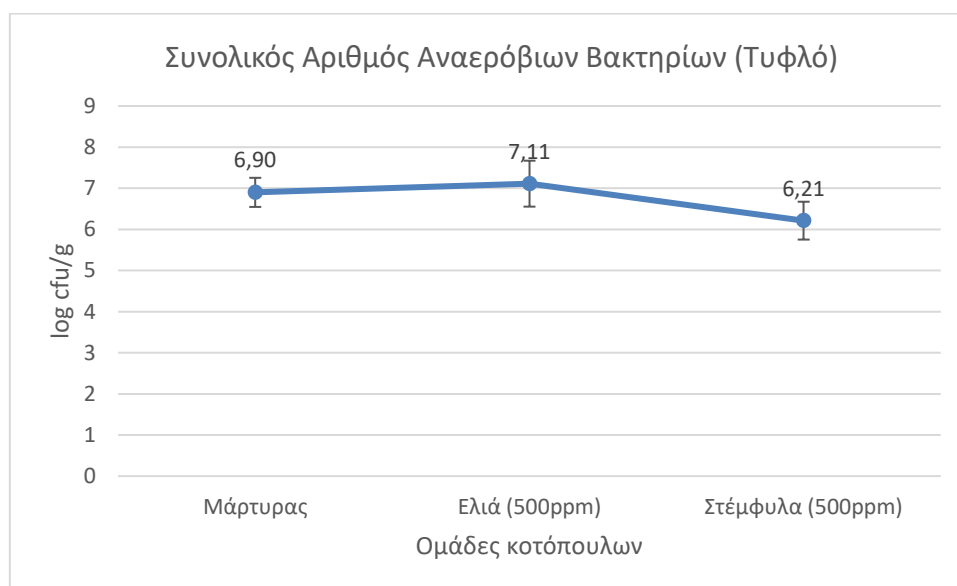
**Διάγραμμα 1:** Καταμέτρηση Ολικής Μεσόφιλης Χλωρίδας στο τυφλό έντερο των κοτόπουλων

Στο παραπάνω **Διάγραμμα 1** δεν παρατηρούμε σημαντικές διαφορές στον πληθυσμό της Ολικής Μεσόφιλης Χλωρίδας μεταξύ των ομάδων.



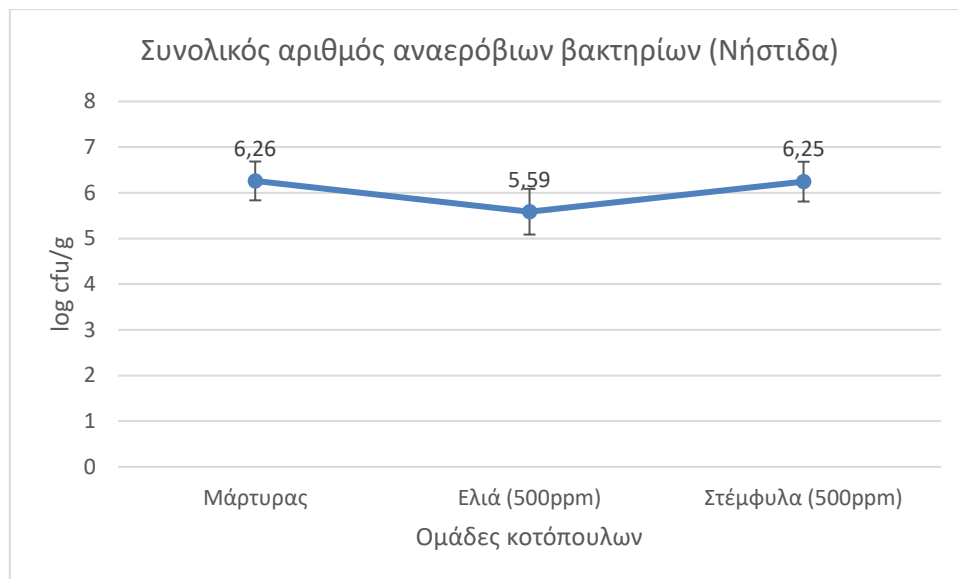
**Διάγραμμα 2:** Καταμέτρηση Ολικής Μεσόφιλης Χλωρίδας στη νήστιδα των κοτόπουλων

Σύμφωνα με το παραπάνω **Διάγραμμα 2** παρατηρούμε μια αύξηση στον πληθυσμό της Ολικής Μεσόφιλης Χλωρίδας κατά **~1,22log** στην ομάδα που κατανάλωσε το **σιτηρέσιο εμπλουτισμένο με στέμφυλα** σε σχέση με την ομάδα του μάρτυρα.



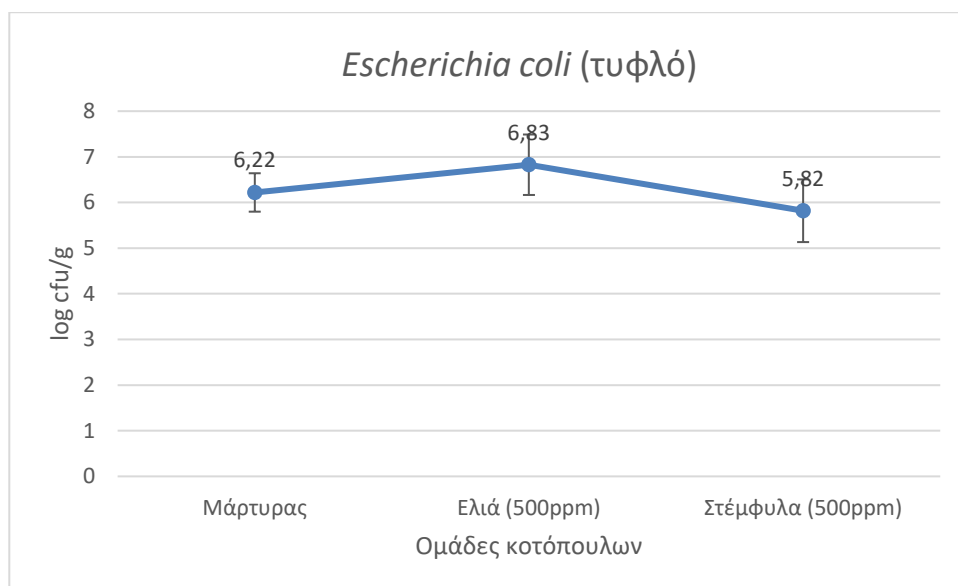
**Διάγραμμα 3:** Καταμέτρηση Συνολικού Αριθμού Αναερόβιων Βακτηρίων στο τυφλό έντερο των κοτόπουλων

Στο παραπάνω **Διάγραμμα 3** δεν παρατηρούμε σημαντικές διαφορές στον πληθυσμό των Συνολικών Αναερόβιων Βακτηρίων μεταξύ των ομάδων στο τυφλό έντερο.



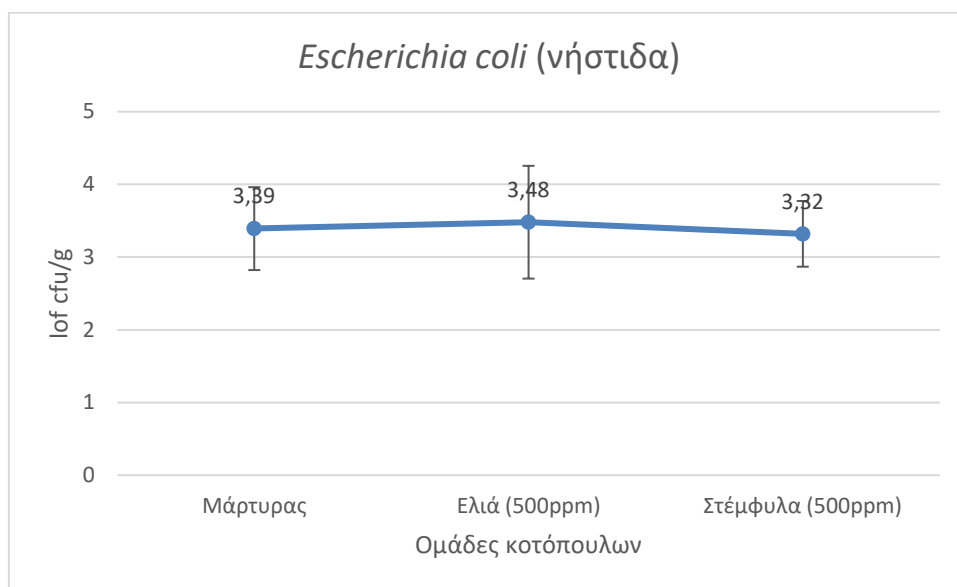
**Διάγραμμα 4:** Καταμέτρηση Συνολικού Αριθμού Αναερόβιων Βακτηρίων στη νήστιδα των κοτόπουλων

Στο παραπάνω **Διάγραμμα 4** μείωση στον πληθυσμό των Συνολικών Αναερόβιων Βακτηρίων κατά  $\sim 0,71\log$  στην ομάδα που κατανάλωσε το εμπλουτισμένο σιτηρέσιο με λυοφιλιωμένο εκχύλισμα ελιάς σε σχέση με τον μάρτυρα.



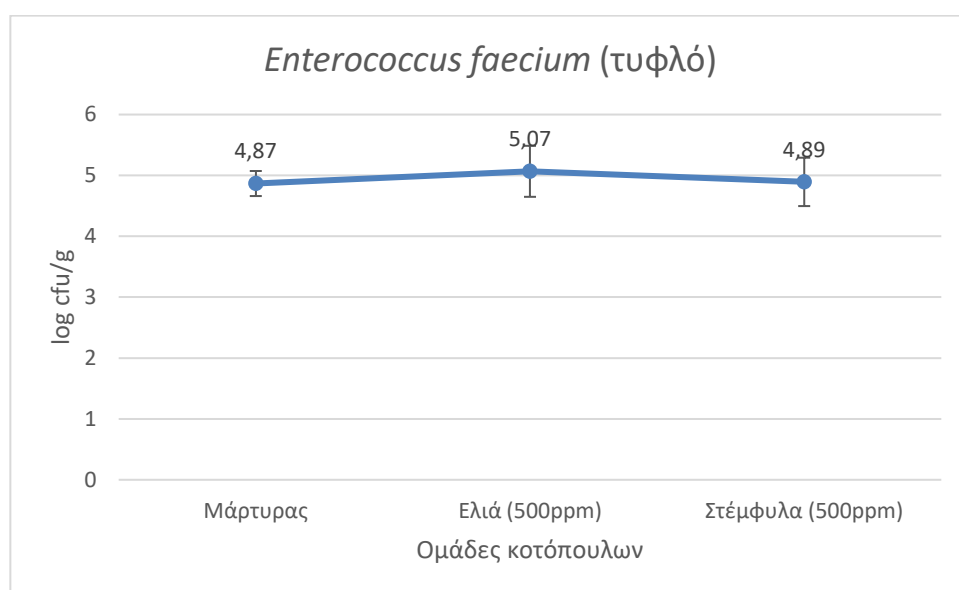
**Διάγραμμα 5:** Καταμέτρηση *Escherichia coli* στο τυφλό έντερο των κοτόπουλων.

Στο παραπάνω **Διάγραμμα 5** παρατηρούμε μια μικρή μείωση ομάδα που κατανάλωσε το σιτηρέσιο εμπλουτισμένο με τα στέμφυλα.



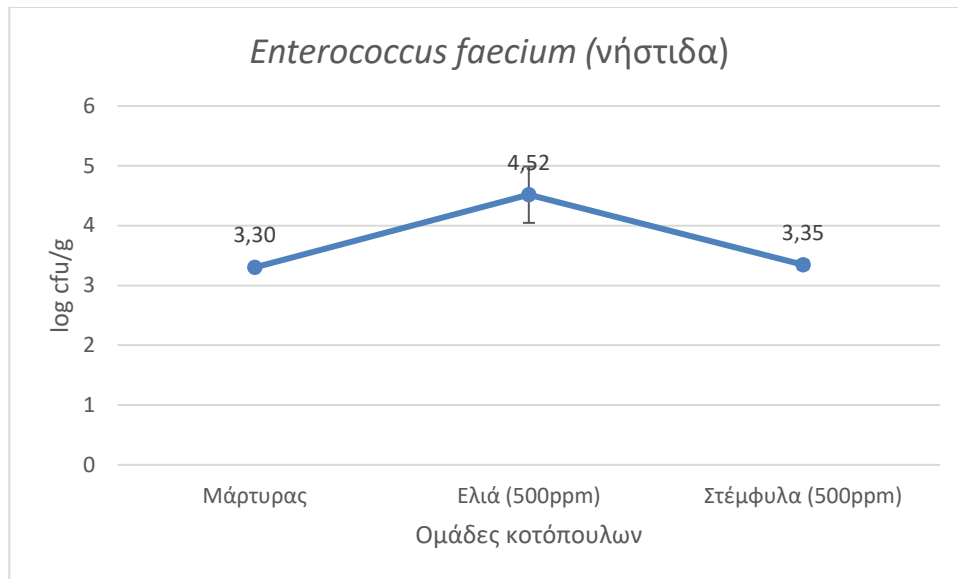
**Διάγραμμα 6:** Καταμέτρηση *Escherichia coli* στη νήστιδα των κοτόπουλων

Στο παραπάνω **Διάγραμμα 6** δεν παρατηρούνται σημαντικές διαφορές στον πληθυσμό της *Escherichia coli* μεταξύ των ομάδων.



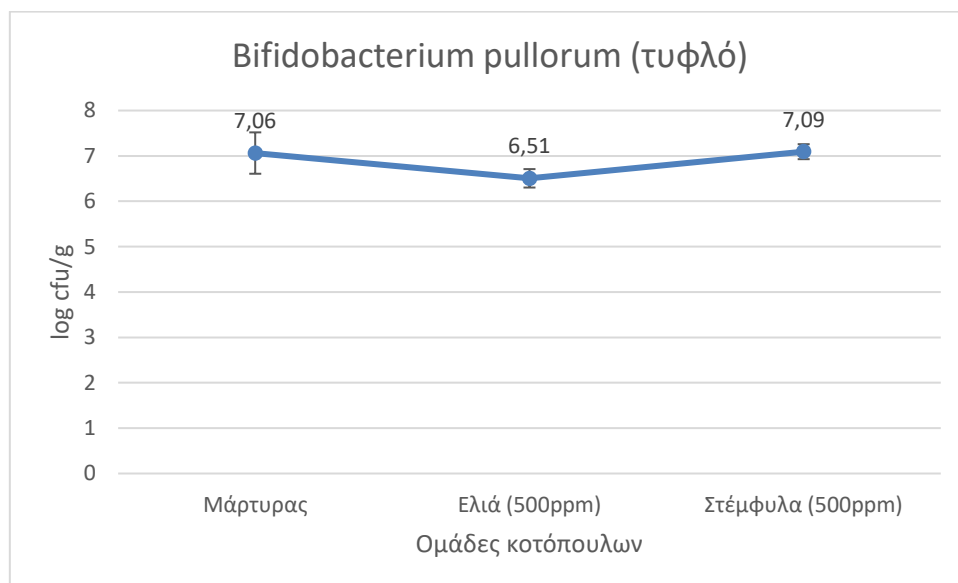
**Διάγραμμα 7:** Καταμέτρηση *Enterococcus faecium* στο τυφλό έντερο των κοτόπουλων

Στο παραπάνω **Διάγραμμα 7** δεν παρατηρούνται σημαντικές διαφορές στον πληθυσμό του *Enterococcus faecium* μεταξύ των ομάδων



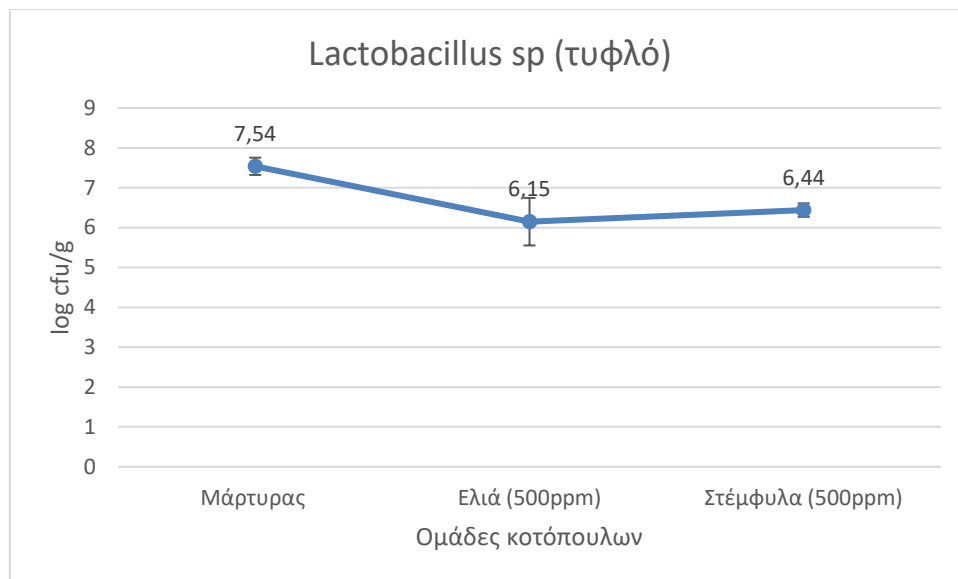
**Διάγραμμα 8:** Καταμέτρηση *Enterococcus faecium* στη νήστιδα των κοτόπουλων.

Στο παραπάνω **Διάγραμμα 8** παρατηρούμε μια αύξηση κατά **1,21log** στην ομάδα που κατανάλωσε το εμπλουτισμένο σιτηρέσιο με ελιά σε σχέση με την ομάδα του μάρτυρα.



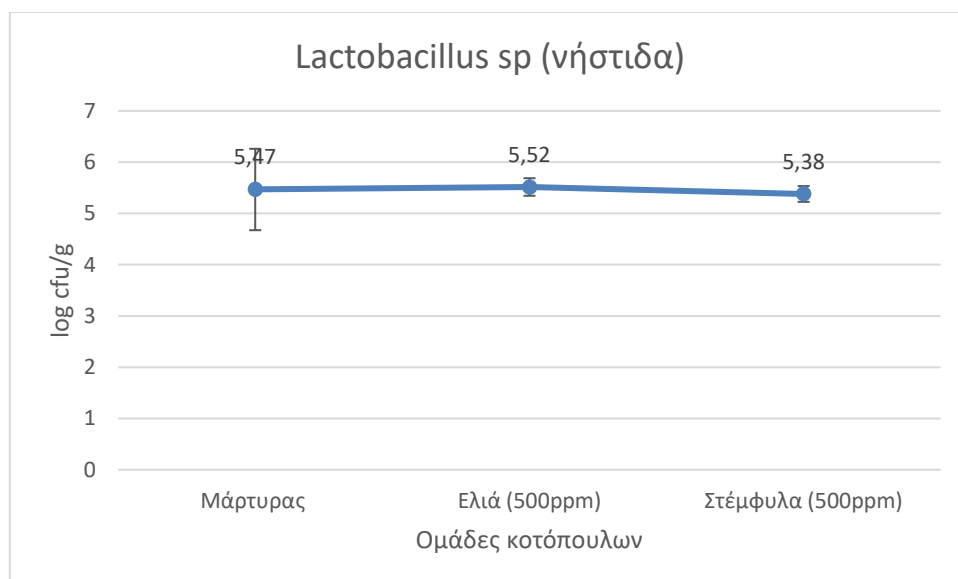
**Διάγραμμα 9:** Καταμέτρηση *Bifidobacterium pullorum* στο τυφλό έντερο των κοτόπουλων

Στο παραπάνω **Διάγραμμα 9** παρατηρούμε μια μείωση στον πληθυσμό του *Bifidobacterium pullorum* κατά 0,61log στην ομάδα που κατανάλωσε το εμπλουτισμένο σιτηρέσιο με ελιά σε σχέση με τον μάρτυρα (7,06log).



**Διάγραμμα 10:** Καταμέτρηση *Lactobacillus sp* στο τυφλό έντερο των κοτόπουλων

Στο παραπάνω **Διάγραμμα 10** παρατηρείται μείωση στον συνολικό αριθμό των *Lactobacillus* και στις δυο ομάδες που κατανάλωσαν το βιολειτουργικό σιτηρέσιο.

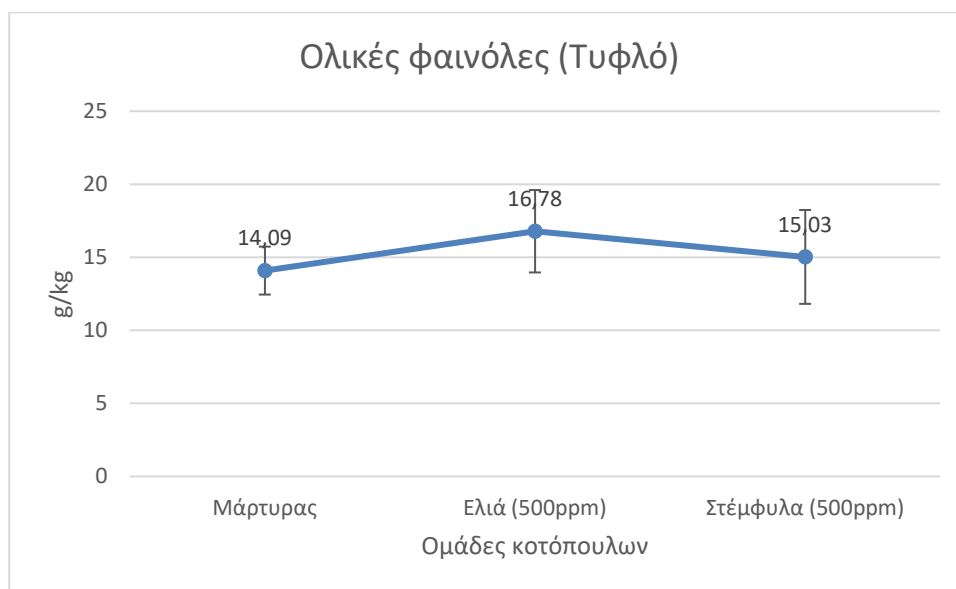


**Διάγραμμα 11:** Καταμέτρηση *Lactobacillus sp* στην νήστιδα των κοτόπουλων

Στο παραπάνω **Διάγραμμα 11** δεν παρατηρείται σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων.

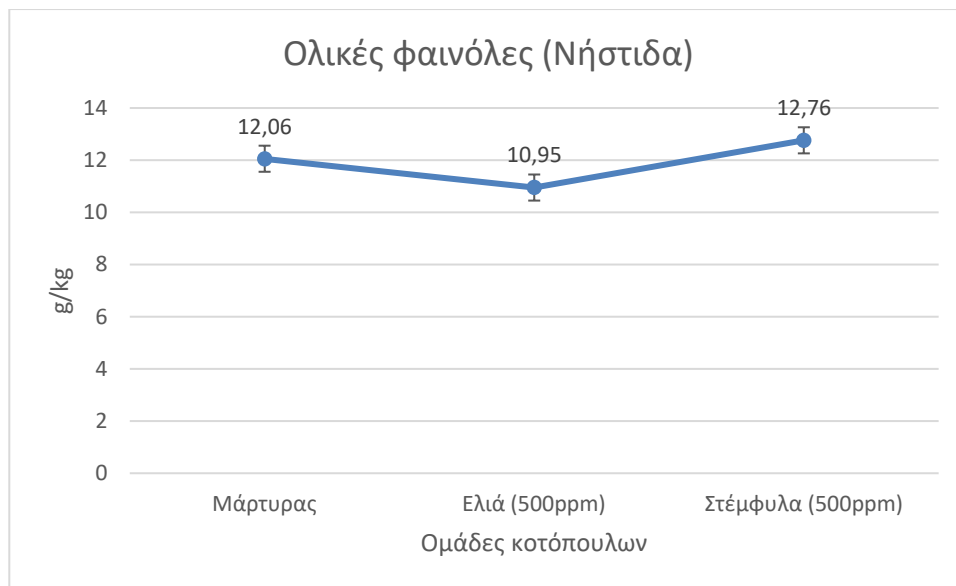
#### 4.2 Μέτρηση Ολικών Φαινολών στο Εντερικό περιεχόμενο

Στα **Διαγράμματα 12 και 13** παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των ολικών φαινολών που πραγματοποιήθηκαν στο έντερο των κοτόπουλων.



**Διάγραμμα 12:** Συγκέντρωση ολικών φαινολών στο τυφλό έντερο

Σύμφωνα με το παραπάνω **Διάγραμμα 12** παρατηρούμε μια αύξηση στην συγκέντρωση των ολικών φαινολών στην ομάδα που κατανάλωσε το **βιολειτουργικό σιτηρέσιο με την ελιά (16,78g/kg)** αλλά και στην ομάδα που κατανάλωσε το **βιολειτουργικό σιτηρέσιο με τα στέμφυλα (15,03g/kg)** σε σχέση με την ομάδα του μάρτυρα (14,09g/kg).

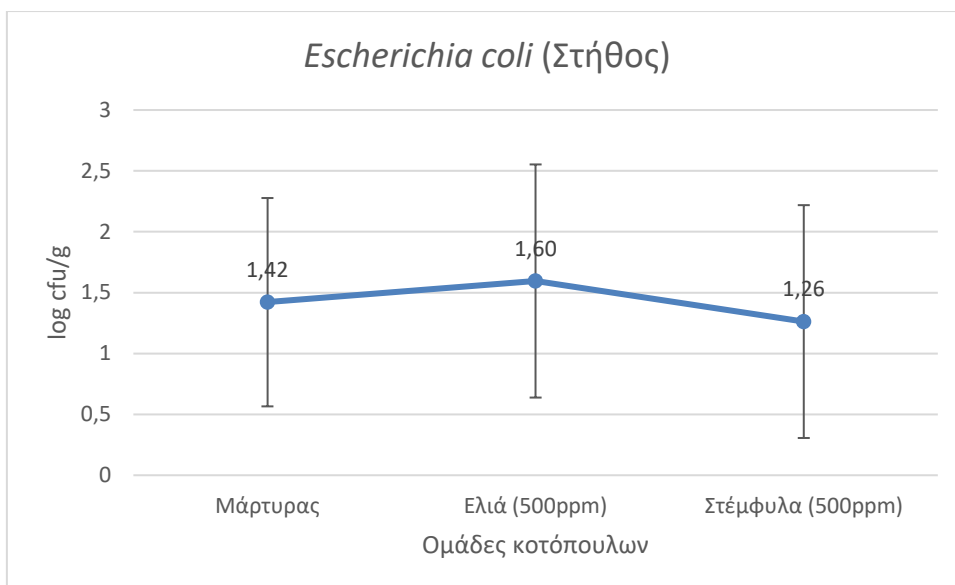


**Διάγραμμα 13:** Συγκέντρωση ολικών φαινολών στη νήστιδα

Σύμφωνα με το παραπάνω **Διάγραμμα 13** παρατηρούμε μια μείωση στην συγκέντρωση των ολικών φαινολών στην ομάδα που κατανάλωσε το **βιολειτουργικό σιτηρέσιο με εκχύλισμα ελιάς (10,95g/kg)** σε σχέση με τον μάρτυρα (12,06g/kg).

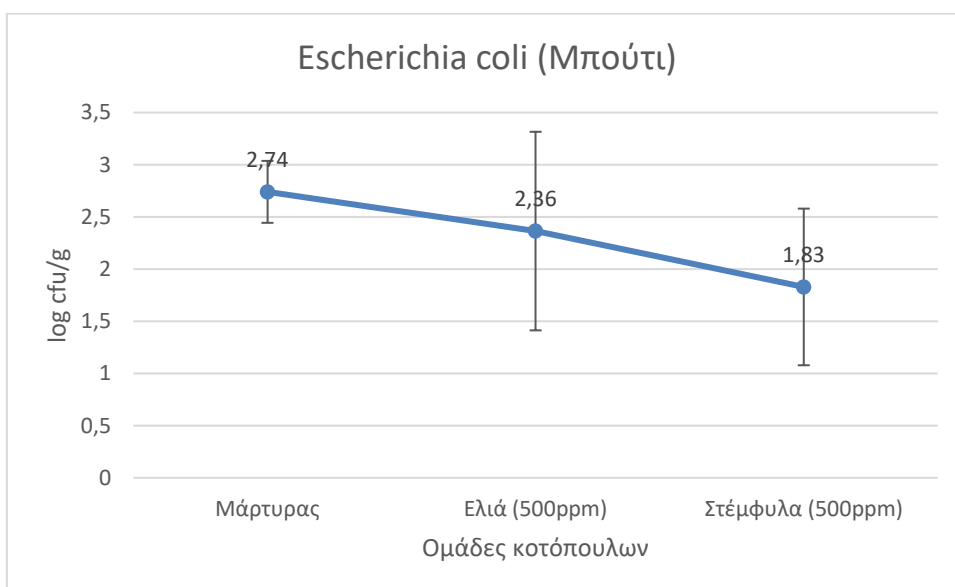
#### **4.3 Αποτελέσματα Μικροβιολογικών Αναλύσεων στο Κρέας**

Στα παρακάτω **Διαγράμματα 14 – 19** παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των μικροβιολογικών αναλύσεων που πραγματοποιήθηκαν στο κρέας (στήθος – μπούτι) των κοτόπουλων.



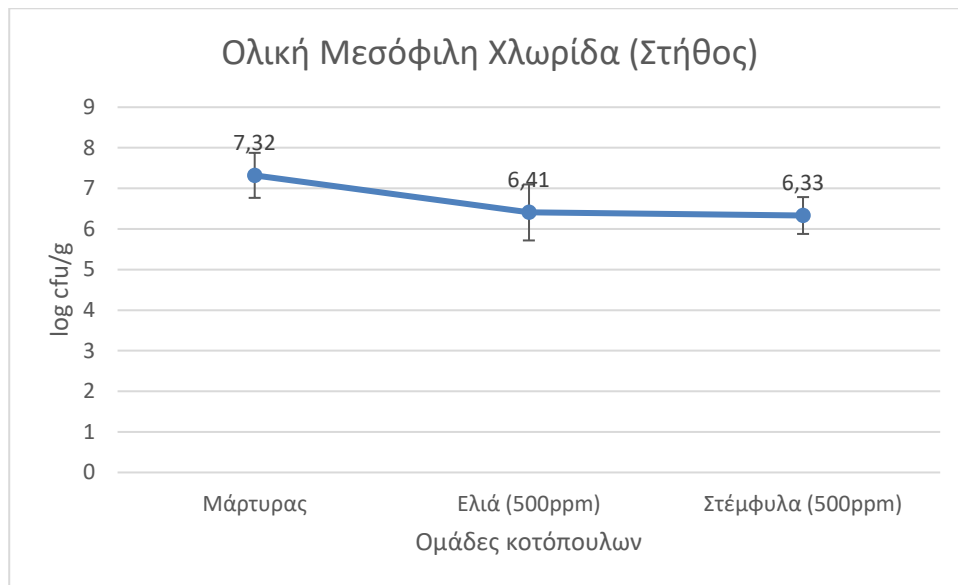
**Διάγραμμα 14:** Καταμέτρηση *Escherichia coli* στο στήθος των κοτόπουλων

Σύμφωνα με το παραπάνω **Διάγραμμα 14** δεν παρατηρούνται σημαντικές διαφορές στον πληθυσμό της *Escherichia coli* μεταξύ των 3 ομάδων.



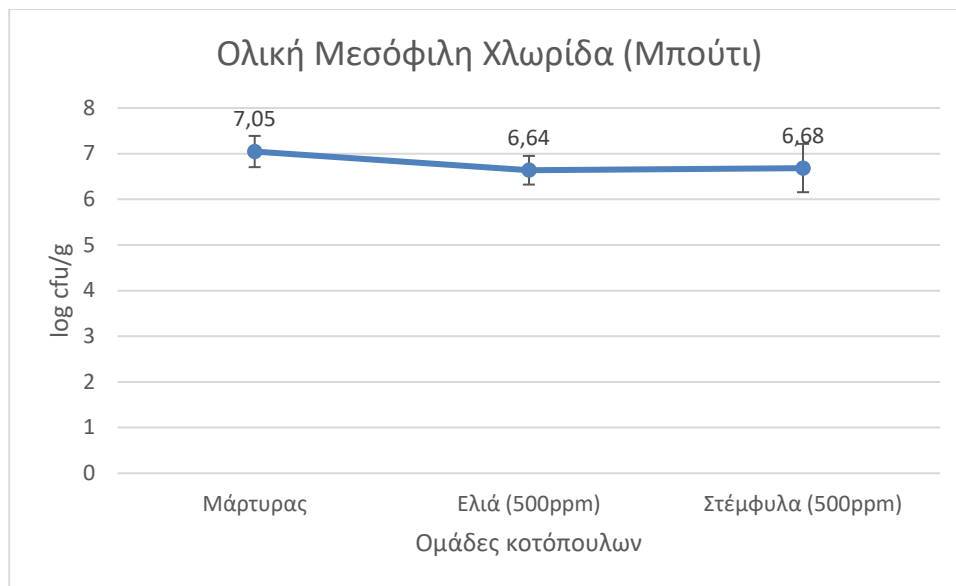
**Διάγραμμα 15:** Καταμέτρηση *Escherichia coli* στο μπούτι των κοτόπουλων

Σύμφωνα με το **Διάγραμμα 15** παρατηρούμε μια μείωση στον πληθυσμό της *Escherichia coli* κατά **0,9log** στην ομάδα που κατανάλωσε το εμπλουτισμένο σιτηρέσιο με στέμφυλα σε σχέση με την ομάδα του μάρτυρα.



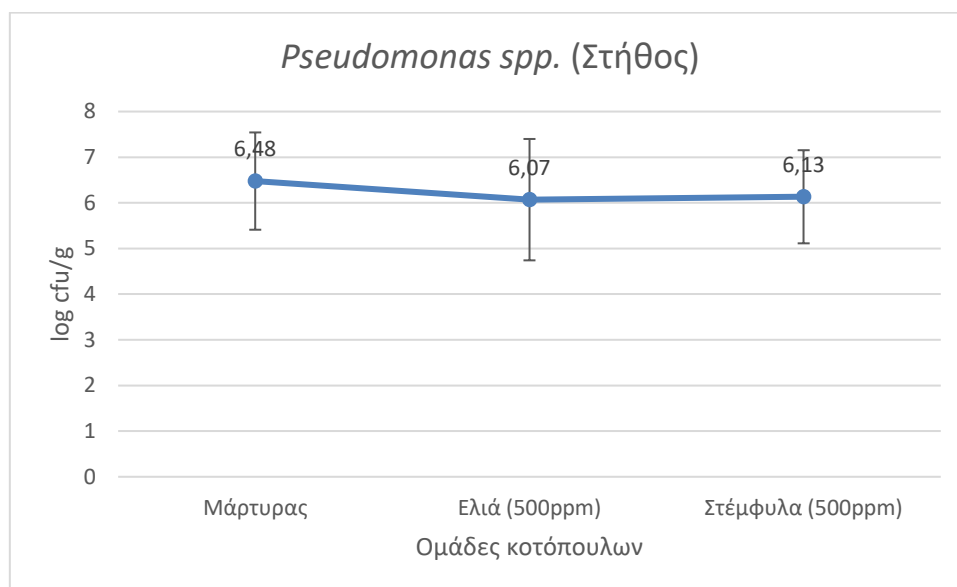
**Διάγραμμα 16:** Καταμέτρηση Ολικής Μεσόφιλης Χλωρίδας στο στήθος των κοτόπουλων

Με βάση το **Διάγραμμα 16** παρατηρούμε μια μείωση στον πληθυσμό της Ολικής Μεσόφιλης Χλωρίδας κατά **0,9log** στην ομάδα που κατανάλωσε **το σιτηρέσιο με την ελιά** και κατά **1log** στην ομάδα που κατανάλωσε το σιτηρέσιο με τα στέμφυλα σε σχέση με τον μάρτυρα.



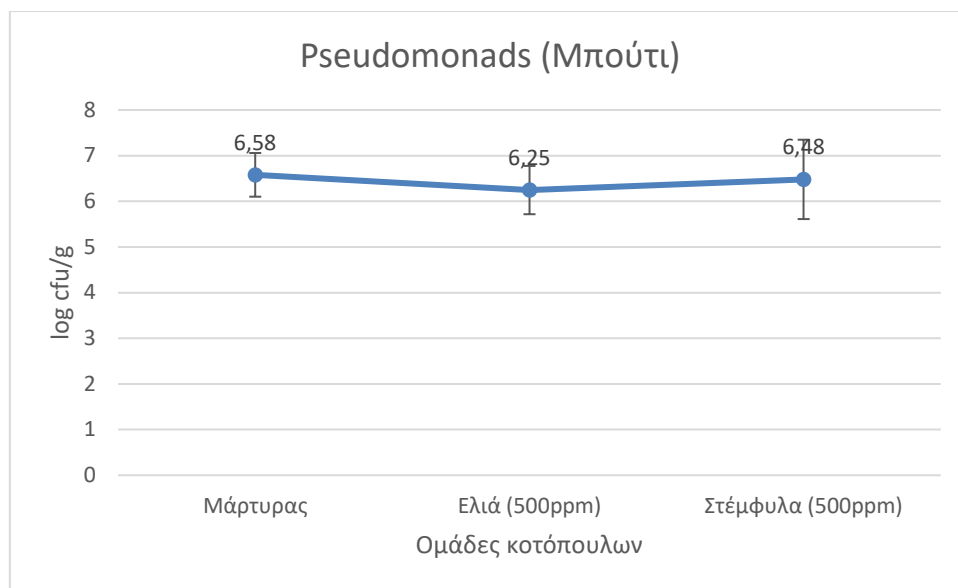
**Διάγραμμα 17:** Καταμέτρηση Ολικής Μεσόφιλης Χλωρίδας στο μπούτι των κοτόπουλων

Σύμφωνα με το παραπάνω **Διάγραμμα 17** δεν παρατηρούνται σημαντικές διαφορές στον πληθυσμό της Ολικής Μεσόφιλης Χλωρίδας μεταξύ των 3 ομάδων.



**Διάγραμμα 18:** Καταμέτρηση *Pseudomonas* sp στο στήθος των κοτόπουλων

Σύμφωνα με το παραπάνω **Διάγραμμα 18** δεν παρατηρούνται σημαντικές διαφορές στον πληθυσμό των *Pseudomonas* sp μεταξύ των 3 ομάδων.

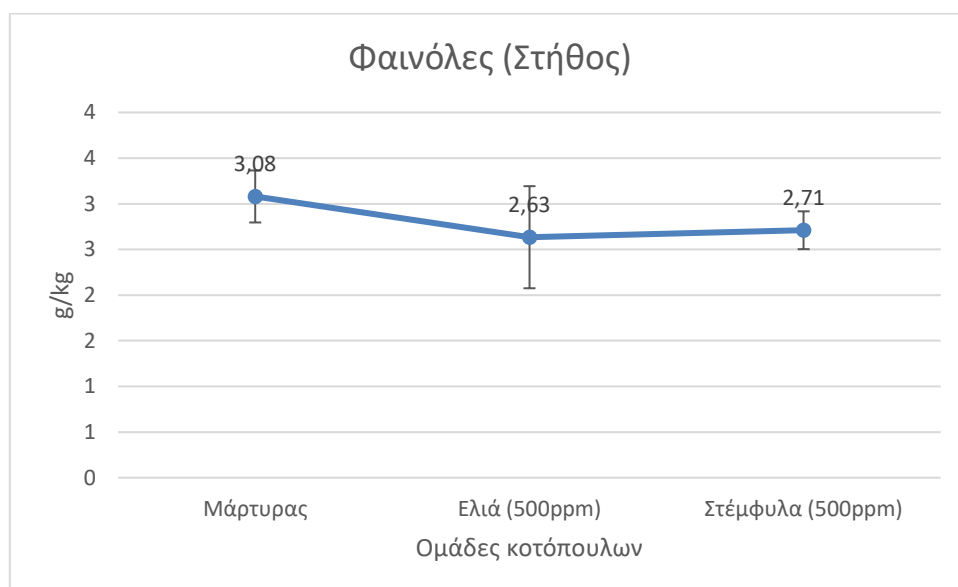


**Διάγραμμα 19:** Καταμέτρηση *Pseudomonas* sp στο μπούτι των κοτόπουλων

Σύμφωνα με το παραπάνω **Διάγραμμα 19** δεν παρατηρούνται σημαντικές διαφορές στον πληθυσμό των *Pseudomonas* sp μεταξύ των 3 ομάδων.

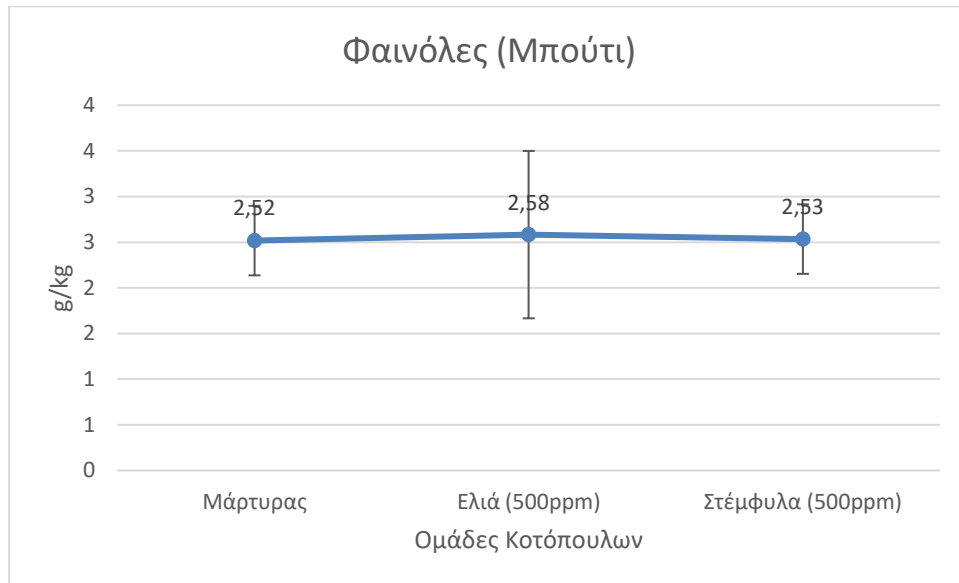
#### 4.4 Μέτρηση Ολικών Φαινόλων Στο Κρέας

Στα **Διαγράμματα 20 και 21** παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των ολικών φαινόλων που πραγματοποιήθηκαν στο κρέας (στήθος-μούτι) των κοτόπουλων.



**Διάγραμμα 20:** Συγκέντρωση ολικών φαινόλων στο στήθος των κοτόπουλων

Σύμφωνα με το παραπάνω **Διάγραμμα 20** παρατηρούμε μια μικρή μείωση στις ολικές φαινόλες στις ομάδες που κατανάλωσαν τα βιολειτουργικά πρόσθετα σε σχέση με την ομάδα του μάρτυρα.

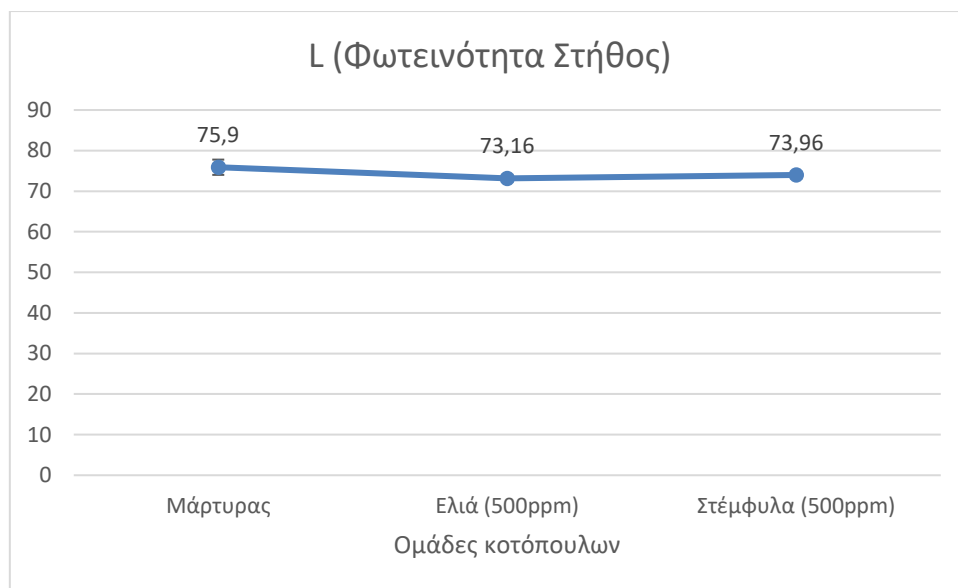


**Διάγραμμα 21:** Συγκέντρωση ολικών φαινολών στο μπούτι των κοτόπουλων.

Με βάση το παραπάνω **Διάγραμμα 21** δεν παρατηρούνται σημαντικές διαφορές στις ολικές φαινόλες μεταξύ των 3 ομάδων.

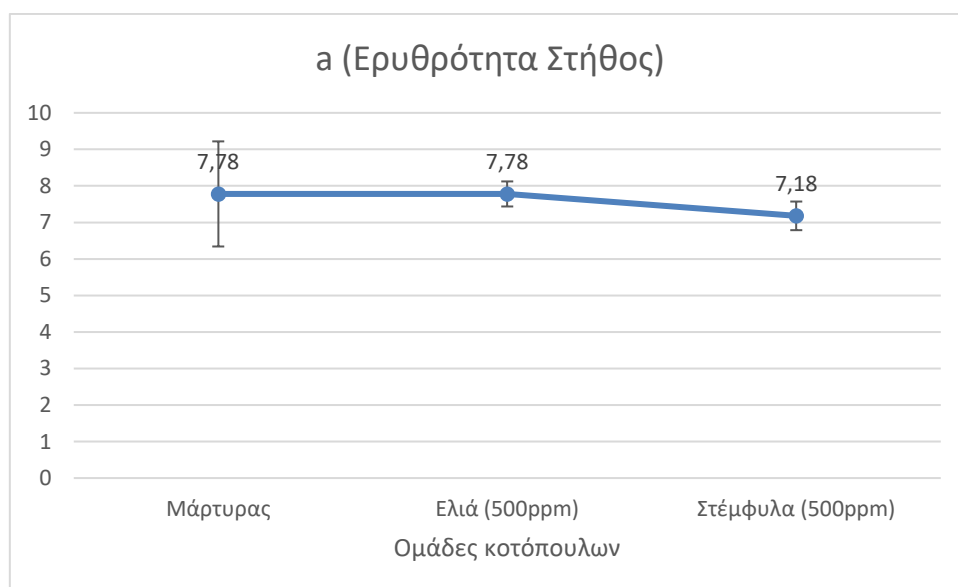
#### 4.5 Μέτρηση Χρώματος

Στα **Διαγράμματα 22-27** παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της μέτρησης χρώματος στο κρέας (μούτι-στήθος).



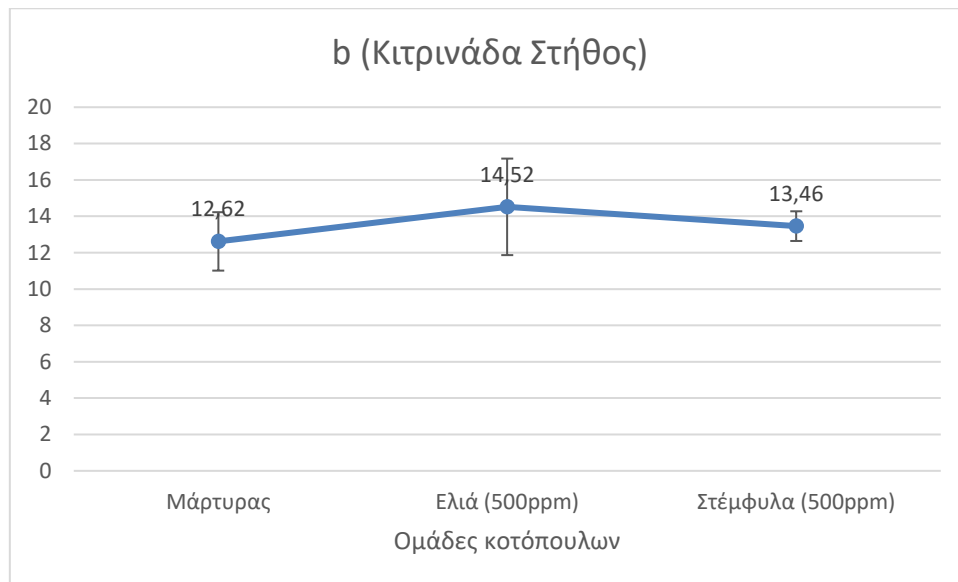
**Διάγραμμα 22:** Μέτρηση τιμής  $L$  (φωτεινότητα) στο στήθος των κοτόπουλων

Στο **Διάγραμμα 22** παρατηρείται μια μικρή μείωση στην τιμή  $L$  (φωτεινότητα) στην ομάδα που κατανάλωσε το εμπλουτισμένο σιτηρέσιο με την ελιά (73,16) και στην ομάδα που κατανάλωσε το εμπλουτισμένο σιτηρέσιο με τα στέμφυλα (73,96) σε σχέση με τον μάρτυρα που κατανάλωσε το συμβατικό σιτηρέσιο (75,9).



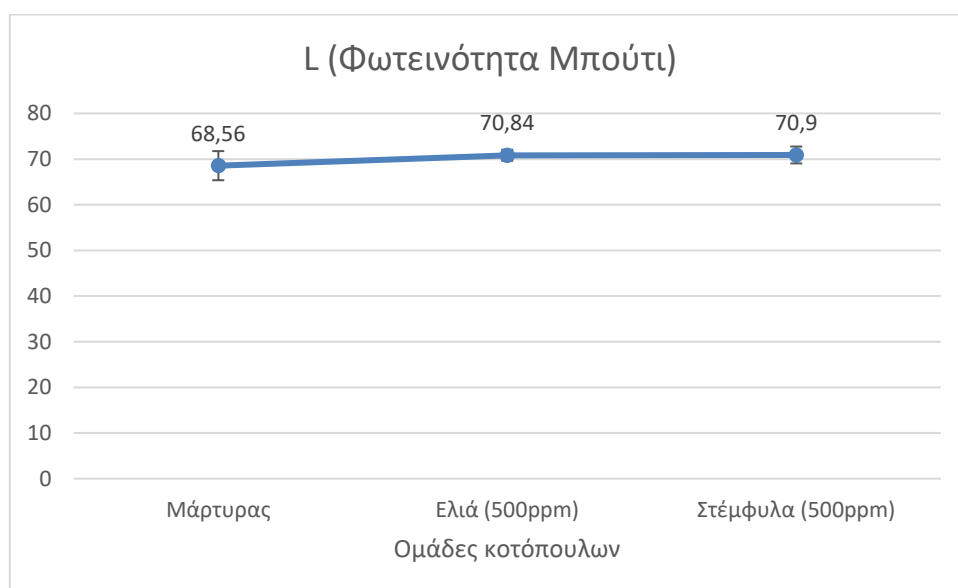
**Διάγραμμα 23:** Μέτρηση τιμής  $a$  (ερυθρότητα) στο στήθος των κοτόπουλων

Στο παραπάνω **Διάγραμμα 23** παρατηρείται μια μικρή μείωση στην τιμή  $a$  (ερυθρότητα) στην ομάδα που κατανάλωσε το εμπλουτισμένο σιτηρέσιο με στέμφυλα σε σχέση με τις άλλες 2 ομάδες.



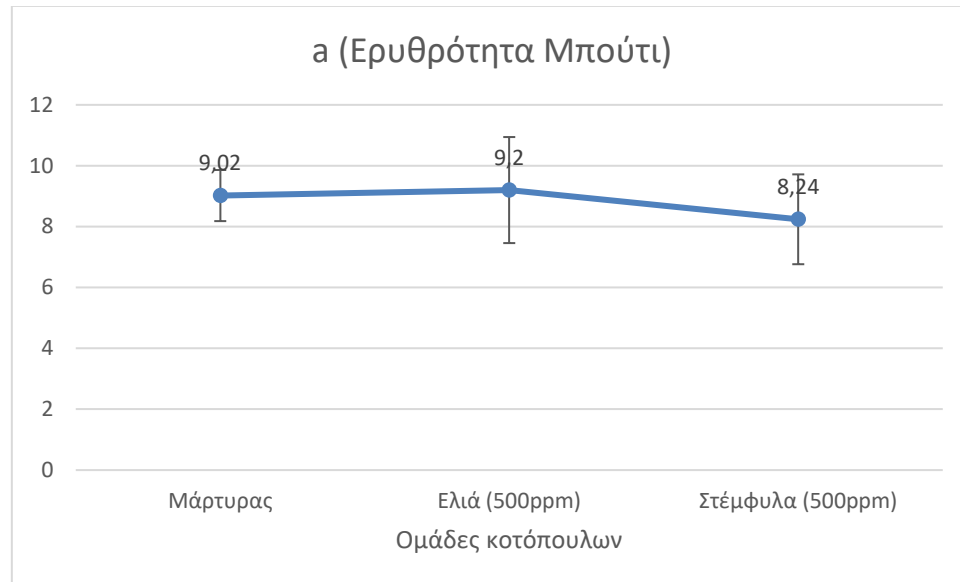
**Διάγραμμα 24:** Μέτρηση τιμής  $b$  (κιτρινάδας) στο στήθος των κοτόπουλων

Σύμφωνα με το **Διάγραμμα 24** παρατηρείται μια αύξηση στην τιμή  $b$  (κιτρινάδα) στις και στις 2 ομάδες που κατανάλωσαν τα βιολειτουργικά πρόσθετα σε σχέση με τον μάρτυρα.



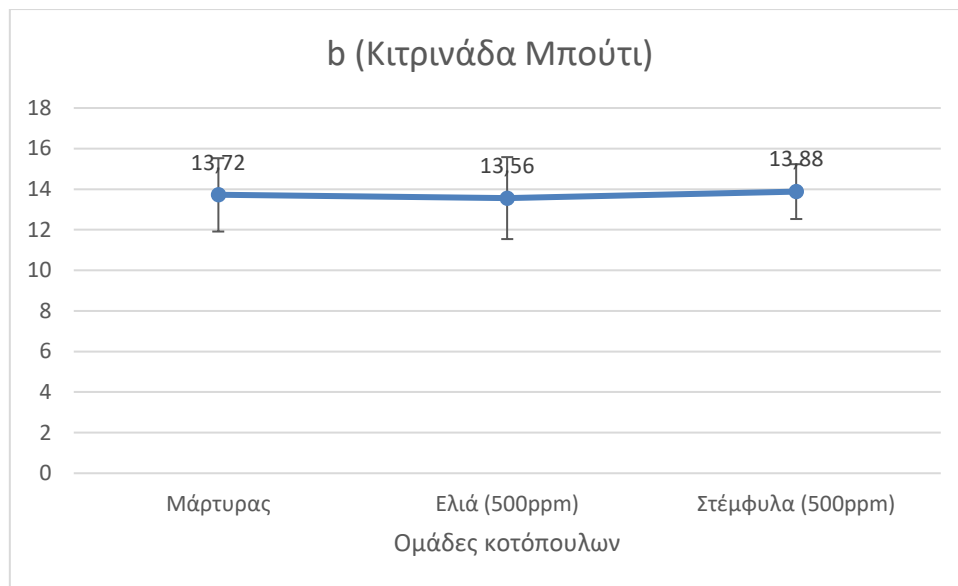
**Διάγραμμα 25:** Μέτρηση τιμής  $L$  (φωτεινότητα) στο μπούτι των κοτόπουλων

Στο **Διάγραμμα 25** παρατηρείται μια αύξηση στην τιμή  $L$  (φωτεινότητα) στην ομάδα που κατανάλωσε το εμπλουτισμένο σιτηρέσιο με την ελιά (70,84) και στην ομάδα που κατανάλωσε το εμπλουτισμένο σιτηρέσιο με τα στέμφυλα (70,9) σε σχέση με τον μάρτυρα που κατανάλωσε το συμβατικό σιτηρέσιο (68,56).



**Διάγραμμα 26:** Μέτρηση τιμής  $a$  (ερυθρότητα) στο μπούτι των κοτόπουλων

Στο παραπάνω **Διάγραμμα 26** παρατηρείται μια μικρή μείωση στην τιμή  $a$  (ερυθρότητα) στην ομάδα που κατανάλωσε το εμπλουτισμένο σιτηρέσιο με στέμφυλα σε σχέση με τις άλλες 2 ομάδες.

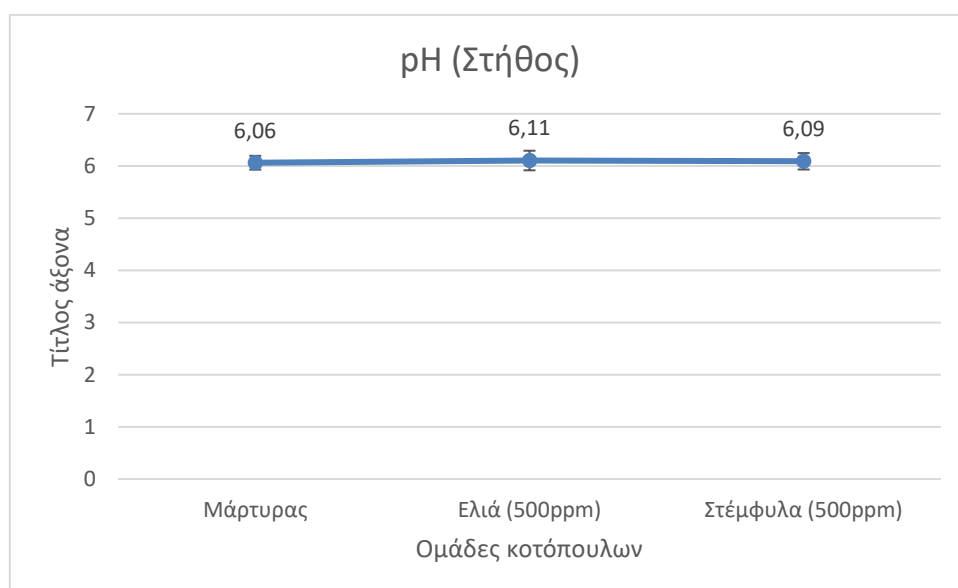


**Διάγραμμα 27:** Μέτρηση τιμής *b* (κιτρινάδας) στο μπούτι των κοτόπουλων

Στο **Διάγραμμα 27** δεν παρατηρούνται σημαντικές διαφορές στην τιμή *b* (κιτρινάδα) μεταξύ των 3 ομάδων.

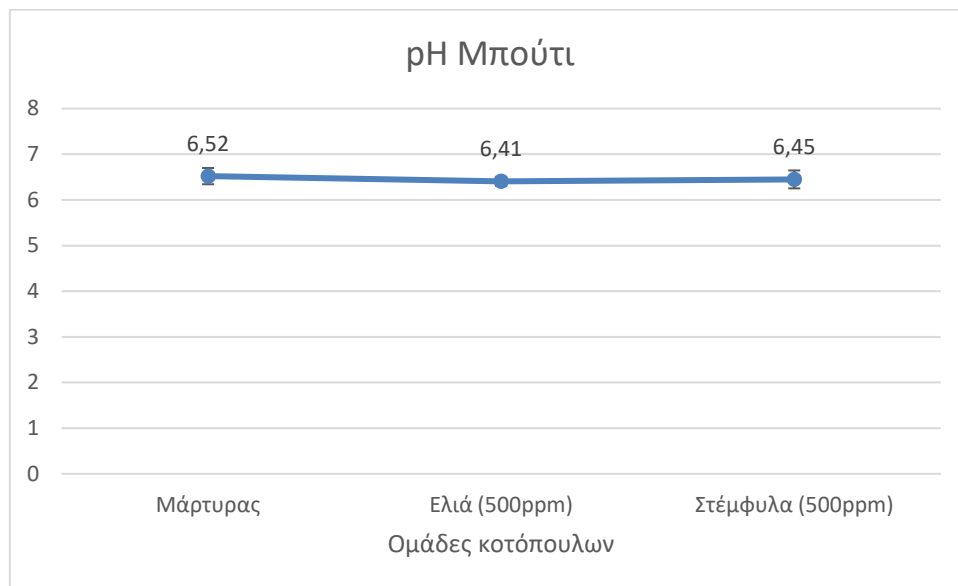
#### 4.6 Μέτρηση pH

Στα **Διαγράμματα 28 και 29** παρουσιάζονται οι μετρήσεις pH στο κρέας (μούτι-στήθος).



**Διάγραμμα 28:** Μέτρηση pH στο στήθος των κοτόπουλων

Σύμφωνα με το παραπάνω **Διάγραμμα 28** δεν παρατηρούνται σημαντικές διαφορές στο pH μεταξύ των 3 ομάδων.



**Διάγραμμα 29:** Μέτρηση pH στο μπούτι των κοτόπουλων

Σύμφωνα με το παραπάνω **Διάγραμμα 29** δεν παρατηρούνται σημαντικές διαφορές στο pH μεταξύ των 3 ομάδων.

## Κεφάλαιο 5: Συζήτηση

Η παρούσα μελέτη εξέτασε την επίδραση φυτικών υποπροϊόντων, συγκεκριμένα εκχυλίσματος ελιάς και φλοιού στέμφυλων, τα οποία λυοφιλιώθηκαν και ενσωματώθηκαν στο βασικό σιτηρέσιο κοτόπουλων κρεατοπαραγωγής. Η εφαρμογή πραγματοποιήθηκε σε πιλοτικό επίπεδο στις παραγωγικές εγκαταστάσεις του συνεταιρισμού Πίνδος, επιτρέποντας μια πιο ολοκληρωμένη αξιολόγηση υπό πραγματικές βιομηχανικές συνθήκες. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η προσθήκη των φυτικών υποπροϊόντων βελτίωσε το εντερικό μικροβίωμα, με αύξηση των προβιοτικών βακτηρίων όπως *Enterococcus faecium* και μείωση των παθογόνων μικροοργανισμών. Παράλληλα, στο κρέας παρατηρήθηκε μείωση αλλοιωγόνων και παθογόνων, οδηγώντας σε βελτίωση της ποιότητάς του.

### 5.1 Εντερική μικροχλωρίδα

Τα 2 φυτικά πρόσθετα (λυοφιλιωμένο εκχύλισμα ελιάς και λυοφιλιωμένα στέμφυλα) είχαν επίδραση στην εντερική μικροχλωρίδα των κοτόπουλων κρεατοπαραγωγής τόσο στο τυφλό όσο και στην νήστιδα. Πιο συγκεκριμένα στην καταμέτρηση της Ολικής Μεσόφιλης Χλωρίδας στο τυφλό δεν παρατηρήθηκε καμία σημαντική διαφορά στον πληθυσμό μεταξύ των ομάδων ενώ αντίθετα στη νήστιδα παρατηρήθηκε αύξηση στον πληθυσμό της Ολικής Μεσόφιλης Χλωρίδας κατά  $1,22\log$  στην ομάδα που κατανάλωσε το εμπλουτισμένο σιτηρέσιο με στέμφυλα σε σχέση με τον μάρτυρα. Επιπλέον στην αρίθμηση του συνολικού αριθμού αναερόβιων βακτηρίων στο τυφλό δεν παρατηρούνται σημαντικές διαφορές στον πληθυσμό μεταξύ των ομάδων. Από την άλλη πλευρά όμως, η προσθήκη λυοφιλιωμένου εκχυλίσματος ελιάς στο σιτηρέσιο των κοτόπουλων κρεατοπαραγωγής μείωσε κατά  $0,7\log$  τον πληθυσμό αναερόβιων βακτηρίων στη νήστιδα ( $5,58\log$ ) σε σχέση με τον μάρτυρα ( $6,26\log$ ). Στην

καταμέτρηση του παθογόνου βακτηρίου *Escherichia coli* στο τυφλό έντερο παρατηρήθηκε μια μικρή μείωση στον πληθυσμό στην ομάδα που κατανάλωσε το εμπλουτισμένο σιτηρέσιο με στέμφυλα σε σχέση με τον μάρτυρα ενώ στην νήστιδα στον ίδιο μικροοργανισμό δεν παρατηρήθηκε καμία σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων. Στην καταμέτρηση του προβιοτικού βακτηρίου *Enterococcus faecium* στο τυφλό έντερο δεν παρατηρήθηκαν διαφορές μεταξύ των ομάδων ενώ η προσθήκη λυοφιλιωμένων στέμφυλων στο σιτηρέσιο των κοτόπουλων αύξησε κατά 1,22log το προβιοτικό βακτήριο *Enterococcus faecium* (4,52log) σε σχέση με τον μάρτυρα ο οποίος είχε πληθυσμό (3,30log). Αυτό ενισχύει την υπόθεση ότι τα πολυφαινολικά εκχυλίσματα δρουν ως πρεβιοτικά, ενθαρρύνοντας την ανάπτυξη ευεργετικών μικροοργανισμών (Xie et al., 2020; Almuhayawi et al., 2023). Αντίστοιχα, τα στέμφυλα φαίνεται να επηρεάζουν τη σύνθεση του μικροβιώματος μέσω της μικροβιακής μετατροπής πολυφαινολών σε βιοδραστικούς μεταβολίτες (Chamorro et al., 2019). Σύμφωνα με τον Gungor et al., (2021), η χρήση σπόρων σταφυλιού και ζυμούμενων παραγώγων τους αύξησε σημαντικά τα επίπεδα *Lactobacillus* και μείωσε παθογόνα βακτήρια, όπως ο *Staphylococcus aureus*. Ακόμα, η προσθήκη λυοφιλιωμένου εκχυλίσματος ελιάς μείωσε κατά 0,6log τον πληθυσμό του προβιοτικού βακτηρίου *Bifidobacterium pullorum* στο τυφλό έντερο. Το *Bifidobacterium pullorum* δεν καταμετρήθηκε στα δείγματα της νήστιδας. Τέλος, ο πληθυσμός του προβιοτικού βακτηρίου *Lactobacillus* sp μειώθηκε τόσο στο τυφλό έντερο στις ομάδες που κατανάλωσαν τα λειτουργικά υποπροϊόντα ενώ στην νήστιδα δεν παρατηρήθηκε καμία διαφορά στον πληθυσμό μεταξύ των ομάδων.

## 5.2 Ποιότητα κρέατος

Η προσθήκη των λυοφιλιωμένων φυτικών υποπροϊόντων επηρέασε θετικά την ποιότητα του κρέατος καθώς παρατηρήθηκε μείωση των αλλοιογόνων

μικροοργανισμών που μειώνουν την διατηρησιμότητα του κρέατος. Ειδικότερα, η σημαντική μείωση της Ολικής Μεσόφιλης Χλωρίδας στο στήθος κατά 0,92log στην ομάδα που κατανάλωσε το εμπλουτισμένο σιτηρέσιο με εκχύλισμα ελιάς και στο μπούτι κατά 1log στην ομάδα που κατανάλωσε το εμπλουτισμένο σιτηρέσιο με στέμφυλα αποδεικνύει τη μικροβιολογική σταθεροποίηση του κρέατος. Ακόμα, όσον αφορά τον πληθυσμό του παθογόνου βακτηρίου *Escherichia coli* στα δείγματα του κρέατος δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των 3 ομάδων. Από την άλλη πλευρά, στο μπούτι παρατηρήθηκε μείωση στον πληθυσμό της *Escherichia coli* κατά 0,92log στην ομάδα που κατανάλωσε το λειτουργικό σιτηρέσιο με τα στέμφυλα σε σχέση με τον μάρτυρα. Ο πληθυσμός των *Pseudomonas* sp δεν επηρεάστηκε καθόλου έπειτα από την προσθήκη των λειτουργικών προσθέτων τόσο στο μπούτι όσο και στο στήθος. Η μείωση αλλοιογόνων βακτηρίων μεταφράζεται σε παράταση της διάρκειας ζωής και βελτίωση της ασφάλειας του κρέατος (Negm et al., 2022; Herrero-Encinas et al., 2020). Επιπλέον, τα πολυφαινολικά εκχυλίσματα έχουν συσχετιστεί με χαμηλότερη λιπιδική οξείδωση, μειώνοντας τον σχηματισμό πτητικών ενώσεων που σχετίζονται με αλλοιώσεις (Hadidi et al., 2022).

### 5.3 Φαινολικά συστατικά

Η αυξημένη συγκέντρωση ολικών φαινολών στο τυφλό και τη νήστιδα αποδεικνύει ότι τα υποπροϊόντα ελιάς και σταφυλιού εμπλουτίζουν το εντερικό περιβάλλον με αντιοξειδωτικές ενώσεις. Πιο συγκεκριμένα, παρατηρήθηκε στο τυφλό αύξηση των ολικών φαινολικών στις ομάδες που κατανάλωσαν το εκχύλισμα της ελιάς (16,78g/kg) και τα στέμφυλα (15,03g/kg) σε σχέση με την ομάδα του μάρτυρα που κατανάλωσε το συμβατικό σιτηρέσιο (14,09g/kg). Τα ευρήματα αυτά συνάδουν με τα αποτελέσματα των Chamorro et al., (2019), οι οποίοι κατέγραψαν αυξημένη παρουσία μικροβιακών μεταβολιτών φαινολών στα κόπρανα πτηνών που κατανάλωσαν εκχυλίσματα

σταφυλιού. Ο Gungor et al., (2021) τόνισε ότι οι πολυφαινόλες μπορούν να ενισχύσουν την αντιοξειδωτική ικανότητα του ορού και να αυξήσουν την κατακράτηση γλουταθειόνης, περιορίζοντας την οξειδωτική καταπόνηση. Από την άλλη πλευρά, στην νήστιδα παρατηρήθηκε μείωση στην συγκέντρωση των ολικών φαινολών στην ομάδα που κατανάλωσε το λυοφιλιωμένο εκχύλισμα ελιάς (10,95g/kg) σε σχέση με τον μάρτυρα (12,06g/kg) ενώ μεταξύ της ομάδας των στέμφυλων και του μάρτυρα δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές στην συγκέντρωση των ολικών φαινολών. Όσον αφορά, την συγκέντρωση των ολικών φαινολών στο κρέας και συγκεκριμένα στο στήθος, παρατηρήθηκε μείωση στην συγκέντρωση έπειτα από την προσθήκη των λειτουργικών προσθέτων σε σχέση με τον μάρτυρα ενώ στο μπούτι δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές στην συγκέντρωση των ολικών φαινολών μεταξύ των ομάδων. Ανάλογα αποτελέσματα έχουν αναφερθεί και σε άλλες ζωικές πρωτεΐνες, όπου οι πολυφαινόλες συνδέονται με βελτίωση της σταθερότητας του κρέατος και μείωση της υπεροξειδωσης λιπιδίων (Hadidi et al., 2022).

#### **5.4 Χρώμα**

Γενικά, δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές στην φωτεινότητα, ερυθρότητα και κιτρινάδα μεταξύ των 3 ομάδων τόσο στο μπούτι όσο και στο στήθος. Υπήρξε μια μικρή αύξηση της ερυθρότητας ( $a^*$ ) στο μπούτι με το εκχύλισμα ελιάς (9,2) σε σχέση με τον μάρτυρα (9,02) το οποίο μπορεί να σχετίζεται με τη δράση των φαινολών ως σταθεροποιητών της μυοσφαιρίνης, οδηγώντας σε πιο έντονο κόκκινο χρώμα. Ο Xie et al., (2020) ανέφερε ότι το εκχύλισμα ελιάς αύξησε την ερυθρότητα στο κρέας, ενώ οι Gungor et al., (2021) κατέγραψε μείωση του δείκτη  $b^*$  (κιτρινάδα), βελτιώνοντας την εμφάνιση. Το χρώμα αποτελεί σημαντικό δείκτη ποιότητας για τον καταναλωτή, και

ακόμα και μικρές βελτιώσεις μπορούν να επηρεάσουν θετικά την αποδοχή στην αγορά (Erna et al., 2021).

## **5.5 pH**

Δεν καταγράφηκαν διαφορές στο pH μεταξύ ομάδων τόσο στο μπούτι όσο και στο στήθος, γεγονός που συμφωνεί με μελέτες όπου η προσθήκη εκχυλισμάτων ελιάς ή στέμφυλων δεν επέφερε μεταβολές (Herrero-Encinas et al., 2020). Ωστόσο, σε άλλες έρευνες (Gungor et al., 2021) το pH βρέθηκε αυξημένο σε ομάδες με σπόρους σταφυλιού, γεγονός που υποδηλώνει εξάρτηση από τον τύπο και τη δοσολογία του εκχυλίσματος. Το pH παραμένει κρίσιμο για τη σταθερότητα του κρέατος, καθώς επηρεάζει την ανάπτυξη μικροοργανισμών και την ικανότητα συγκράτησης νερού (Puolanne & Peltonen et al., 2013).

## Κεφάλαιο 6: Συμπεράσματα

### 6.1 Μελέτη της μικροχλωρίδας έπειτα από την κατανάλωση εμπλουτισμένου σιτηρέσιου με φυτικά υπολείμματα

Τα φυτικά πρόσθετα (λυοφιλωμένο εκχύλισμα ελιάς και λυοφιλωμένα στέμφυλα) είχαν επίδραση στο εντερικό μικροβίωμα και πιο συγκεκριμένα:

- **Λυοφιλωμένο εκχύλισμα καρπού ελιάς:**
  - ✓ Μείωση του πληθυσμού των αναερόβιων βακτηρίων στη νήστιδα (**5,58log**), σε σχέση με τον μάρτυρα (**6,26log**).
  - ✓ Αύξηση του οξυγαλακτικού βακτηρίου *Enterococcus faecium* στη νήστιδα (**4,52log**) σε σχέση με τον μάρτυρα (**3,30log**).

### 6.2 Μελέτη της αλλοιογόνου / παθογόνου μικροχλωρίδας έπειτα από την κατανάλωση εμπλουτισμένου σιτηρέσιου με φυτικά υπολείμματα

Τα φυτικά πρόσθετα (λυοφιλωμένο εκχύλισμα ελιάς και λυοφιλωμένα στέμφυλα) είχαν επίδραση στην αλλοιογόνο / παθογόνο μικροχλωρίδα του κρέατος και πιο συγκεκριμένα:

- **Λυοφιλωμένο εκχύλισμα καρπού ελιάς:**
  - ✓ Μείωση του πληθυσμού της Ολικής Μεσόφιλης Χλωρίδας στο στήθος (**6,40log**) σε σχέση με τον μάρτυρα (**7,32log**).
  - ✓ Μείωση του πληθυσμού της Ολικής Μεσόφιλης Χλωρίδας στο μπούτι (**6,63log**) σε σχέση με τον μάρτυρα (**7,04log**).
  - ✓ Μικρή μείωση του πληθυσμού των *Pseudomonas* sp στο στήθος (**6,06log**) σε σχέση με τον μάρτυρα (**6,47log**).

- **Λυοφυλιωμένα στέμφυλα:**
- Μείωση του παθογόνου βακτηρίου *Escherichia coli* στο μπούτι (1,82log) σε σχέση με τον μάρτυρα (2,74log).
- Μείωση του πληθυσμού της Ολικής Μεσόφιλης Χλωρίδας στο στήθος (6,33log) σε σχέση με τον μάρτυρα (7,32log).

### 6.3 Μέτρηση Ολικών Φαινολών στο Έντερο

#### Τυφλό:

- Αύξηση στη συγκέντρωση των ολικών φαινολών στις ομάδες που κατανάλωσαν τα φυτικά πρόσθετα. Πιο συγκεκριμένα η ομάδα που κατανάλωσε το σιτηρέσιο εμπλουτισμένο με ελιά είχε 16,78g/kg φαινόλες, και τέλος η ομάδα που κατανάλωσε το σιτηρέσιο με τα στέμφυλα είχε 15,03g/kg φαινόλες.

#### Νήστιδα:

- Αύξηση στη συγκέντρωση των ολικών φαινολών στην ομάδα που κατανάλωσε το εμπλουτισμένο σιτηρέσιο με στέμφυλα (12,76g/kg).

### 6.4 Μέτρηση Χρώματος στο Κρέας

#### Μπούτι:

- Μικρή αύξηση στην ερυθρότητα στην ομάδα που κατανάλωσε το εμπλουτισμένο σιτηρέσιο με ελιά (α 9.2).

### 6.5 Μέτρηση pH

**Στήθος – Μπούτι:** Δεν παρατηρήθηκε καμία διαφορά μεταξύ των ομάδων.

## **Προτάσεις βελτίωσης:**

Με βάση τα αποτελέσματα της έρευνας, προτείνονται οι εξής βελτιώσεις:

- 1. Βελτιστοποίηση δοσολογιών και μελέτη συνεργιστικής δράσης με άλλα φυτικά υποπροϊόντα:** Διερεύνηση διαφορετικών ποσοστών προσθήκης στεμφύλων και εκχυλίσματος ελιάς στην τροφή, καθώς και μελέτη συνεργιστικής δράσης με άλλα φυτικά εκχυλίσματα (π.χ. ρόδι, δενδρολίβανο, θυμάρι) για μεγιστοποίηση της αντιμικροβιακής και αντιοξειδωτικής δράσης.
- 2. Μελέτη του τρόπου χορήγησης των λειτουργικών υποπροϊόντων:** Η μελλοντική έρευνα θα πρέπει να εστιάσει στη βελτιστοποίηση του τρόπου χορήγησης των φυτικών υποπροϊόντων, καθώς η αποτελεσματικότητά τους εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τη βιοδιαθεσιμότητα των βιοδραστικών συστατικών. Στην παρούσα φάση, τα λυοφιλωμένα στέμφυλα και το εκχύλισμα ελιάς προστέθηκαν απευθείας στην τροφή, ωστόσο θα πρέπει να εξεταστούν εναλλακτικές μορφές, όπως η ενθυλάκωση των ουσιών ή η τοποθέτηση τους στο νερό που καταναλώνουν τα κοτόπουλα. Οι τεχνικές αυτές μπορούν να βελτιώσουν τη σταθερότητα των φαινολικών ενώσεων, τη στοχευμένη αποδέσμευση και τελικά την αποτελεσματικότητα των ζωοτροφών.
- 3. Επέκταση σε άλλες ζωικές κατηγορίες:** Εφαρμογή των ίδιων στρατηγικών σε χοίρους ή μηρυκαστικά, για τη διερεύνηση συγκριτικών αποτελεσμάτων και ενίσχυση της γενικότητας του μοντέλου.
- 4. Ανάπτυξη προϊόντων καθαρής ετικέτας:** Προώθηση της χρήσης φυσικών προσθέτων για παραγωγή κρέατος χωρίς συνθετικά αντιοξειδωτικά ή αντιβιοτικά, ενισχύοντας την καταναλωτική εμπιστοσύνη.

## **Συνολική εκτίμηση και Μελλοντικές προοπτικές**

Με βάση τα αποτελέσματα των μικροβιολογικών και χημικών αναλύσεων, αναδείχθηκαν σημαντικές δυνατότητες αξιοποίησης αγροτικών υποπροϊόντων ως λειτουργικών προσθέτων σε εμπλουτισμένες ζωοτροφές, με στόχο τη βελτίωση της υγείας των ζώων, καθώς και της ποιότητας και ασφάλειας του παραγόμενου κρέατος. Η προσθήκη λυοφιλιωμένων στέμφυλων και εκχυλίσματος ελιάς αποδείχθηκε ιδιαίτερα αποτελεσματική, καθώς οδήγησε σε σημαντική μείωση παθογόνων μικροοργανισμών στην εντερική μικροχλωρίδα και περιορισμό της αλλοιογόνου μικροχλωρίδας του κρέατος. Επιπλέον, καταγράφηκε αύξηση των φαινολικών ενώσεων, γεγονός που ενίσχυσε τη συγκέντρωση αντιοξειδωτικών συστατικών και τη σταθερότητα του προϊόντος. Η αξιοποίηση αυτών των φυτικών υποπροϊόντων, που αφθονούν στις Μεσογειακές χώρες, συνάδει πλήρως με τις αρχές της κυκλικής οικονομίας και της βιώσιμης αγροδιατροφικής ανάπτυξης. Τέλος, η ενσωμάτωσή τους στις ζωοτροφές αναμένεται να ενισχύσει την ανταγωνιστικότητα των πτηνοτροφικών μονάδων, καθώς οι σύγχρονοι καταναλωτές στρέφονται ολοένα και περισσότερο προς τρόφιμα καθαρής ετικέτας, δηλαδή χωρίς τη χρήση αντιβιοτικών ή χημικών συντηρητικών.

## ***Βιβλιογραφία***

Abbattista, R., Ventura, G., Calvano, C. D., Cataldi, T. R., & Losito, I. (2021). Bioactive compounds in waste by-products from olive oil production: Applications and structural characterization by mass spectrometry techniques. *Foods*, 10(6), 1236.

Abd El-Hack, M. E., El-Saadony, M. T., Salem, H. M., El-Tahan, A. M., Soliman, M. M., Youssef, G. B., ... & Swelum, A. A. (2022). Alternatives to antibiotics for organic poultry production: types, modes of action and impacts on bird's health and production. *Poultry science*, 101(4), 101696.

Abd El-Hack, Mohamed E., Mohamed T. El-Saadony, Heba M. Salem, Amira M. El-Tahan, Mohamed M. Soliman, Gehan BA Youssef, Ayman E. Taha et al. "Alternatives to antibiotics for organic poultry production: types, modes of action and impacts on bird's health and production." *Poultry science* 101, no. 4 (2022): 101696.

Abdelli, N., Solà-Oriol, D., & Pérez, J. F. (2021). Phytogenic feed additives in poultry: achievements, prospective and challenges. *Animals*, 11(12), 3471.

Ain, H. B. U., Tufail, T., Bashir, S., Ijaz, N., Hussain, M., Ikram, A., ... & Saewan, S. A. (2023). Nutritional importance and industrial uses of pomegranate peel: A critical review. *Food Science & Nutrition*, 11(6), 2589-2598.

Alagawany, M., Elnesr, S. S., Farag, M. R., Tiwari, R., Yatoo, M. I., Karthik, K., ... & Dhama, K. (2021). Nutritional significance of amino acids, vitamins and minerals as nutraceuticals in poultry production and health—a comprehensive review. *Veterinary Quarterly*, 41(1), 1-29.

Alders, R. G., Dumas, S. E., Rukambile, E., Magoke, G., Maulaga, W., Jong, J., & Costa, R. (2018). Family poultry: Multiple roles, systems, challenges, and options for sustainable contributions to household nutrition security through a planetary health lens. *Maternal & child nutrition*, 14, e12668.

Alhotan, R. A. (2021). Commercial poultry feed formulation: Current status, challenges, and future expectations. *World's Poultry Science Journal*, 77(2), 279-299.

Ali, M. M., Hossain, D., Khan, M. S., Begum, M., & Osman, M. H. (2021). Environmental pollution with heavy metals: A public health concern. In *Heavy metals-their environmental impacts and mitigation*. IntechOpen. <https://www.intechopen.com/chapters/76739>

Aruwa, C. E., Pillay, C., Nyaga, M. M., & Sabiu, S. (2021). Poultry gut health—microbiome functions, environmental impacts, microbiome engineering and advancements in characterization technologies. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 12(1), 119.

Azmat, F., Safdar, M., Ahmad, H., Khan, M. R. J., Abid, J., Naseer, M. S., ... & Suleria, H. A. R. (2024). Phytochemical profile, nutritional composition of pomegranate peel and peel extract as a potential source of nutraceutical: A comprehensive review. *Food Science & Nutrition*, 12(2), 661-674.

- Barbut, S., & Leishman, E. M. (2022). Quality and processability of modern poultry meat. *Animals*, 12(20), 2766.
- Baroi, A. M., Popitiu, M., Fierascu, I., Sărdărescu, I. D., & Fierascu, R. C. (2022). Grapevine wastes: A rich source of antioxidants and other biologically active compounds. *Antioxidants*, 11(2), 393.
- Blackburn, H. D., & Krehbiel, B. C. (2023). A gene bank's collection of genetic diversity among minor chicken breeds. *Poultry Science*, 102(8), 102827.
- Bonos, E., Skoufos, I., Petrotos, K., Giavasis, I., Mitsagga, C., Fotou, K., ... & Tzora, A. (2022). Innovative use of olive, winery and cheese waste by-products as functional ingredients in broiler nutrition. *Veterinary Sciences*, 9(6), 290.
- Bryden, W. L., Li, X., Ruhnke, I., Zhang, D., & Shini, S. (2021). Nutrition, feeding and laying hen welfare. *Animal Production Science*, 61(10), 893-914.
- Bucciantini, M., Leri, M., Nardiello, P., Casamenti, F., & Stefani, M. (2021). Olive polyphenols: Antioxidant and anti-inflammatory properties. *Antioxidants*, 10(7), 1044.
- Cadiz-Gurrea, M. D. L. L., Pinto, D., Delerue-Matos, C., & Rodrigues, F. (2021). Olive fruit and leaf wastes as bioactive ingredients for cosmetics—A preliminary study. *Antioxidants*, 10(2), 245.
- Cartoni Mancinelli, A., Mattioli, S., Twining, C., Dal Bosco, A., Donoghue, A. M., Arsi, K., ... & Castellini, C. (2022). Poultry meat and eggs as an alternative source of n-3 long-chain polyunsaturated fatty acids for human nutrition. *Nutrients*, 14(9), 1969.
- Cequier, E., Aguilera, J., Balcells, M., & Canela-Garayoa, R. (2019). Extraction and characterization of lignin from olive pomace: a comparison study among ionic liquid, sulfuric acid, and alkaline treatments. *Biomass Conversion and Biorefinery*, 9, 241–252.
- Chaiban, C., Robinson, T. P., Fèvre, E. M., Ogola, J., Akoko, J., Gilbert, M., & Vanwambeke, S. O. (2020). Early intensification of backyard poultry systems in the tropics: a case study. *animal*, 14(11), 2387-2396.
- Chamorro, S., Romero, C., Brenes, A., Sánchez-Patán, F., Bartolomé, B., Viveros, A., & Arija, I. (2019). Impact of a sustained consumption of grape extract on digestion, gut microbial metabolism and intestinal barrier in broiler chickens. *Food & function*, 10(3), 1444-1454.
- Clavijo, V., & Flórez, M. J. V. (2018). The gastrointestinal microbiome and its association with the control of pathogens in broiler chicken production: A review. *Poultry science*, 97(3), 1006-1021.
- Dal Bosco, A., Cartoni Mancinelli, A., Vaudo, G., Cavallo, M., Castellini, C., & Mattioli, S. (2022). Indexing of fatty acids in poultry meat for its characterization in healthy human nutrition: a comprehensive application of the scientific literature and new proposals. *Nutrients*, 14(15), 3110.
- Dal Bosco, A., Mattioli, S., Cartoni Mancinelli, A., Cotozzolo, E., & Castellini, C. (2021). Extensive rearing systems in poultry production: The right chicken for the right

farming system. A review of twenty years of scientific research in Perugia University, Italy. *Animals*, 11(5), 1281.

Dávila, I., Robles, E., Egüés, I., Labidi, J., & Gullón, P. (2017). The biorefinery concept for the industrial valorization of grape processing by-products. In *Handbook of grape processing by-products* (pp. 29-53). Academic Press.

Erna, K. H., Rovina, K., & Mantihal, S. (2021). Current detection techniques for monitoring the freshness of meat-based products: A review. *Journal of Packaging Technology and Research*, 5(3), 127-141.

Gautron, J., Dombre, C., Nau, F., Feidt, C., & Guillier, L. (2022). Production factors affecting the quality of chicken table eggs and egg products in Europe. *Animal*, 16, 100425.

Geiker, N. R. W., Bertram, H. C., Mejbørn, H., Dragsted, L. O., Kristensen, L., Carrascal, J. R., ... & Astrup, A. (2021). Meat and human health—Current knowledge and research gaps. *Foods*, 10(7), 1556.

Grzybowska-Brzezińska, M., Banach, J. K., & Grzywińska-Rapca, M. (2023). Shaping poultry meat quality attributes in the context of consumer expectations and preferences—A case study of Poland. *Foods*, 12(14), 2694.

Guarino Amato, M., & Castellini, C. (2022). Adaptability challenges for organic broiler chickens: a commentary. *Animals*, 12(11), 1354.

Gungor, E., Altop, A., & Erener, G. (2021). Effect of raw and fermented grape seed on growth performance, antioxidant capacity, and cecal microflora in broiler chickens. *Animal*, 15(4), 100194.

Hadidi, M., Orellana-Palacios, J. C., Aghababaei, F., Gonzalez-Serrano, D. J., Moreno, A., & Lorenzo, J. M. (2022). Plant by-product antioxidants: Control of protein-lipid oxidation in meat and meat products. *Lwt*, 169, 114003.

Handley, J. A., Park, S. H., Kim, S. A., & Ricke, S. C. (2018). Microbiome profiles of commercial broilers through evisceration and immersion chilling during poultry slaughter and the identification of potential indicator microorganisms. *Frontiers in Microbiology*, 9, 345.

Herrero-Encinas, J., Blanch, M., Pastor, J. J., Mereu, A., Ipharraguerre, I. R., & Menoyo, D. (2020). Effects of a bioactive olive pomace extract from *Olea europaea* on growth performance, gut function, and intestinal microbiota in broiler chickens. *Poultry Science*, 99(1), 2-10.

Horváth, B., Striffler, P., Such, N., Wágner, L., Dublec, K., Baranyay, H., ... & Pál, L. (2024). Developing a more sustainable protein and amino acid supply of laying hens in a split feeding system. *Animals*, 14(20), 3006.

Kacprzak, M., Malińska, K., Grosser, A., Sobik-Szołtysek, J., Wystalska, K., Drózd, D., ... & Meers, E. (2023). Cycles of carbon, nitrogen and phosphorus in poultry manure management technologies—environmental aspects. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 53(8), 914-938.

- Knöblsdorfer, I., & Qaim, M. (2023). Cheap chicken in Africa: Would import restrictions be pro-poor?. *Food Security*, 15(3), 791-804.
- Ko, K., Dadmohammadi, Y., & Abbaspourrad, A. (2021). Nutritional and bioactive components of pomegranate waste used in food and cosmetic applications: A review. *Foods*, 10(3), 657.
- Korver, D. R. (2023). Current challenges in poultry nutrition, health, and welfare. *animal*, 17, 100755.
- Kouzounis, D., Hageman, J. A., Soares, N., Michiels, J., & Schols, H. A. (2021). Impact of xylanase and glucanase on oligosaccharide formation, carbohydrate fermentation patterns, and nutrient utilization in the gastrointestinal tract of broilers. *Animals*, 11(5), 1285.
- Krysiak, K., Konkol, D., & Korczyński, M. (2021). Overview of the use of probiotics in poultry production. *Animals*, 11(6), 1620.
- Lopes, J. D. C., Madureira, J., Margaça, F. M., & Cabo Verde, S. (2025). Grape pomace: A review of its bioactive phenolic compounds, health benefits, and applications. *Molecules*, 30(2), 362.
- Maharjan, P., Martinez, D. A., Weil, J., Suesuttajit, N., Umberson, C., Mullenix, G., ... & Coon, C. N. (2021). Physiological growth trend of current meat broilers and dietary protein and energy management approaches for sustainable broiler production. *Animal*, 15, 100284.
- Mehta, R., Narrod, C., & Tiongco, M. (2008). Livestock industrialization, trade and social-health-environment impacts in developing countries: a case of Indian poultry sector. [https://mpira.ub.uni-muenchen.de/32678/1/MPRA\\_paper\\_32678.pdf](https://mpira.ub.uni-muenchen.de/32678/1/MPRA_paper_32678.pdf)
- Mollica, A., Scioli, G., Della Valle, A., Cichelli, A., Novellino, E., Bauer, M., ... & Stefanucci, A. (2021). Phenolic analysis and in vitro biological activity of red wine, pomace and grape seeds oil derived from *Vitis vinifera* L. cv. Montepulciano d'Abruzzo. *Antioxidants*, 10(11), 1704.
- Nawaz, A. H., Amoah, K., Leng, Q. Y., Zheng, J. H., Zhang, W. L., & Zhang, L. (2021). Poultry response to heat stress: Its physiological, metabolic, and genetic implications on meat production and quality including strategies to improve broiler production in a warming world. *Frontiers in veterinary science*, 8, 699081.
- Neeteson, A. M., Avendaño, S., Koerhuis, A., Duggan, B., Souza, E., Mason, J., ... & Bailey, R. (2023). Evolutions in commercial meat poultry breeding. *Animals*, 13(19), 3150.
- Neeteson, A. M., Avendaño, S., Koerhuis, A., Duggan, B., Souza, E., Mason, J., ... & Bailey, R. (2023). Evolutions in commercial meat poultry breeding. *Animals*, 13(19), 3150.
- Negm, M. H., Aldhalmi, A. K., Ashour, E. A., Mohamed, L. A., Youssef, I. M., Kamal, M., ... & Swelum, A. A. (2025). Consequences of dietary olive leaf powder supplementation on growth performance, carcass traits, blood biochemical parameters and gut microbiota in broilers. *Poultry science*, 104(6), 105087.

Nusairat, B., Odetallah, N., & Wang, J. J. (2022). Live performance and microbial load modulation of broilers fed a direct-fed microbials (DFM) and xylanase combination. *Veterinary Sciences*, 9(3), 142.

O'Bryan, C. A., Ricke, S. C., & Marcy, J. A. (2022). Public health impact of *Salmonella* spp. on raw poultry: Current concepts and future prospects in the United States. *Food Control*, 132, 108539.

Puolanne, E., & Peltonen, J. (2013). The effects of high salt and low pH on the water-holding of meat. *Meat science*, 93(2), 167-170.

Rama, E. N., Bailey, M., Kumar, S., Leone, C., den Bakker, H. C., Thippareddi, H., & Singh, M. (2023). Characterizing the gut microbiome of broilers raised under conventional and no antibiotics ever practices. *Poultry Science*, 102(8), 102832.

Rufino-Palomares, E. E., Pérez-Jiménez, A., García-Salguero, L., Mokhtari, K., Reyes-Zurita, F. J., Peragón-Sánchez, J., & Lupiáñez, J. A. (2022). Nutraceutical role of polyphenols and triterpenes present in the extracts of fruits and leaves of *Olea europaea* as antioxidants, anti-infectives and anticancer agents on healthy growth. *Molecules*, 27(7), 2341.

Saadaoui, I., Rasheed, R., Aguilar, A., Cherif, M., Al Jabri, H., Sayadi, S., & Manning, S. R. (2021). Microalgal-based feed: promising alternative feedstocks for livestock and poultry production. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 12(1), 76.

Saenz-García, C. E., Castañeda-Serrano, P., Mercado Silva, E. M., Alvarado, C. Z., & Nava, G. M. (2020). Insights into the identification of the specific spoilage organisms in chicken meat. *Foods*, 9(2), 225.

Silva, A., Silva, V., Igrejas, G., Aires, A., Falco, V., Valentão, P., & Poeta, P. (2023). Phenolic compounds classification and their distribution in winemaking by-products. *European Food Research and Technology*, 249(2), 207-239.

Singh, J., Kaur, H. P., Verma, A., Chahal, A. S., Jajoria, K., Rasane, P., ... & Durul, M. S. (2023). Pomegranate peel phytochemistry, pharmacological properties, methods of extraction, and its application: a comprehensive review. *ACS omega*, 8(39), 35452-35469.

Smith, L. (2017). The Fowl Practice of Human Labeling: Proposed Amendments to Federal Standards Governing Chicken Welfare and Poultry Labeling Practices. *Sustainable Dev. L. & Pol'y*, 18, 17.

Sorrenti, V., Burò, I., Consoli, V., & Vanella, L. (2023). Recent advances in health benefits of bioactive compounds from food wastes and by-products: Biochemical aspects. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(3), 2019.

Stamilla, A., Ruiz-Ruiz, S., Artacho, A., Pons, J., Messina, A., Lucia Randazzo, C., ... & Moya, A. (2021). Analysis of the microbial intestinal tract in broiler chickens during the rearing period. *Biology*, 10(9), 942.

Szabó, É., Marosvölgyi, T., Szilágyi, G., Kőrösi, L., Schmidt, J., Csepregi, K., ... & Bóna, Á. (2021). Correlations between total antioxidant capacity, polyphenol and fatty

acid content of native grape seed and pomace of four different grape varieties in Hungary. *Antioxidants*, 10(7), 1101.

Teixeira, A., & Rodrigues, S. (2021). Consumer perceptions towards healthier meat products. *Current opinion in food science*, 38, 147-154.

Thames, H. T., & Theradiyil Sukumaran, A. (2020). A review of Salmonella and Campylobacter in broiler meat: emerging challenges and food safety measures. *Foods*, 9(6), 776.

Unveren, H. (2019). Comprehensive Poultry Supply Chain Model with Vertical and Horizontal Linkages: Implication of Domestic and International Shocks.

Wang, M., Zhang, S., Zhong, R., Wan, F., Chen, L., Liu, L., ... & Zhang, H. (2021). Olive fruit extracts supplement improve antioxidant capacity via altering colonic microbiota composition in mice. *Frontiers in Nutrition*, 8, 645099.

Wilson, W. C., Slingerland, M., Oosting, S., Baijukya, F. P., Smits, A. J., & Giller, K. E. (2022). The diversity of smallholder chicken farming in the Southern Highlands of Tanzania reveals a range of underlying production constraints. *Poultry Science*, 101(10), 102062.

Wiredu, J., Yang, Q., Sampene, A. K., Gyamfi, B. A., & Asongu, S. A. (2024). The effect of green supply chain management practices on corporate environmental performance: Does supply chain competitive advantage matter?. *Business Strategy and the Environment*, 33(3), 2578-2599.

Xie, P., Deng, Y., Huang, L., & Zhang, C. (2022). Effect of olive leaf (*Olea europaea* L.) extract addition to broiler diets on the growth performance, breast meat quality, antioxidant capacity and caecal bacterial populations. *Italian Journal of Animal Science*, 21(1), 1246-1258.

Zampiga, M., Calini, F., & Sirri, F. (2021). Importance of feed efficiency for sustainable intensification of chicken meat production: implications and role for amino acids, feed enzymes and organic trace minerals. *World's Poultry Science Journal*, 77(3), 639-659.

Zhu, Y., Wang, W., Li, M., Zhang, J., Ji, L., Zhao, Z., ... & Chen, L. (2022). Microbial diversity of meat products under spoilage and its controlling approaches. *Frontiers in Nutrition*, 9, 1078201.

## ***Βιβλιογραφία από ιστοσελίδες***

<https://komoagroserviceblog.wordpress.com>

<https://www.wikipedia.org>

<https://www.animallaw.info/statute/us-public-law-91-579-awa-1970>

<https://www.tradeindia.com/products/olive-leaf-powder-extract-c8841106.html>

<https://sanxinpharmaceutical.en.made-in-china.com/product/RQpYMggjasrU/China-Natural-10-Resveratrol-Grape-Skin-Extract-Powder-Purple-Grape-Peel-Extract-Powder.html>

<https://www.chicken.pindos-apsi.gr>

## Παράρτημα

Πρότυπη καμπύλη Folin Ciocalteu

