



**ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ & ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΟΥ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΖΩΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΝΙΚΗΣ & ΕΙΔΙΚΗΣ ΖΩΟΤΕΧΝΙΑΣ**

**ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΓΑΛΑΚΤΟΣ
ΚΑΙ ΓΑΛΑΚΤΟΚΟΜΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ**

Μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία

Επίδραση της ενσωμάτωσης ενός μίγματος φυτικών βιοενεργών συστατικών στο σιτηρέσιο των προβατινών επί του επιπέδου της γαλακτοπαραγωγής, της χημικής σύστασης και της οξειδωτικής σταθερότητας του πρόβειου γάλακτος

Αγορή Δ. Καραγεώργου

Επιβλέπων καθηγητής:

Παναγιώτης Σιμιτζής, Επίκουρος Καθηγητής ΓΠΑ

ΑΘΗΝΑ 2022

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ & ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΟΥ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΖΩΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΝΙΚΗΣ & ΕΙΔΙΚΗΣ ΖΩΟΤΕΧΝΙΑΣ

Μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία

Επίδραση της ενσωμάτωσης ενός μίγματος φυτικών βιοενεργών συστατικών στο σιτηρέσιο των προβατινών επί του επιπέδου της γαλακτοπαραγωγής, της χημικής σύστασης και της οξειδωτικής σταθερότητας του πρόβειου γάλακτος

Effect of dietary supplementation with a mixture of plant bioactive components on milk production, chemical composition and oxidative stability in dairy ewes

Αγορή Δ. Καραγεώργου

Εξεταστική επιτροπή:

Σιμιτζής Παναγιώτης : Επίκουρος Καθηγητής (επιβλέπων)

Χαρισμιάδου Μαρία : Επίκουρη Καθηγήτρια

Γελασάκης Αθανάσιος : Επίκουρος Καθηγητής

Επίδραση της ενσωμάτωσης ενός μίγματος φυτικών βιοενεργών συστατικών στο σιτηρέσιο των προβατινών επί του επιπέδου της γαλακτοπαραγωγής, της χημικής σύστασης και της οξειδωτικής σταθερότητας του πρόβειου γάλακτος

ΠΜΣ Ολοκληρωμένη Διαχείριση Παραγωγής Γάλακτος και Γαλακτοκομικών Προϊόντων
Τμήμα Επιστήμης Τροφίμων & Διατροφής του ανθρώπου
Τμήμα Επιστήμης Ζωικής Παραγωγής
Εργαστήριο Γενικής & Ειδικής Ζωοτεχνίας

A. ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στο πλαίσιο του περιορισμού της χρήσης των αντιβιοτικών γίνονται συνεχώς προσπάθειες εύρεσης φυσικών βιοενεργών συστατικών, τα οποία μπορούν να δράσουν προληπτικά και προστατευτικά, βελτιώνοντας την υγιεινή κατάσταση του μαστού καθώς και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του παραγόμενου γάλακτος. Σκοπός λοιπόν του συγκεκριμένου πειραματισμού ήταν η αξιολόγηση των επιπτώσεων ενός Μίγματος Φυτικών Βιοενεργών συστατικών (ΜΦΒ) στη γαλακτοπαραγωγή, στη σύσταση και στην οξειδωτική σταθερότητα του πρόβειου γάλακτος. Χρησιμοποιήθηκαν 36 προβατίνες, περίπου 100 ημέρες μετά τον τοκετό, τυχαία κατανεμημένες σε 3 πειραματικές επεμβάσεις, στις οποίες χορηγήθηκαν 3 σιτηρέσια, (α) χωρίς την προσθήκη του μίγματος-μάρτυρας (C), (β) εμπλουτισμένο με ΜΦΒ (B1) και (γ) με προστατευμένο ΜΦΒ (B2) στα επίπεδα των 0,5%. Το πείραμα είχε διάρκεια 12 εβδομάδων και σε εβδομαδιαία βάση, καταγραφόταν η γαλακτοπαραγωγή, ενώ συλλεγόταν ατομικά δείγματα γάλακτος για τον προσδιορισμό της σύστασης, της οξειδωτικής σταθερότητας, του pH και της ηλεκτρικής αγωγιμότητας. Όπως παρατηρήθηκε η γαλακτοπαραγωγή ήταν υψηλότερη στην ομάδα B2 σε σχέση με τις άλλες ομάδες μεταξύ 7ης και 9ης εβδομάδας ($P < 0,05$), ενώ δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφοροποιήσεις όσον αφορά στη σύσταση του γάλακτος, με εξαίρεση την 7η εβδομάδα, όπου τα επίπεδα της πρωτεΐνης, των ΣΥΑΛ και της λακτόζης ήταν χαμηλότερα στις ομάδες που έλαβαν το ΜΦΒ. Η οξειδωτική σταθερότητα ήταν γενικά βελτιωμένη στις ομάδες, όπου λάμβαναν το ΜΦΒ, με στατιστικά σημαντικές διαφορές την 3η, 7η, 10η και 11η εβδομάδα ($P < 0,05$). Συμπερασματικά, η προσθήκη του ΜΦΒ είχε θετική επίδραση στο επίπεδο της γαλακτοπαραγωγής και στην οξειδωτική σταθερότητα του πρόβειου γάλακτος, χωρίς αρνητικές επιπτώσεις στην σύσταση του.

Επιστημονική περιοχή: Επιστήμη Ζωικής Παραγωγής

Λέξεις-Κλειδιά: μίγμα φυτικών βιοενεργών συστατικών (ΜΦΒ), πολυφαινόλες, αντιοξειδωτικά, γαλακτοπαραγωγή, οξειδωτική σταθερότητα, pH

Effect of dietary supplementation with a mixture of plant bioactive components on milk production, chemical composition and oxidative stability in dairy ewes

MSc Integrated Management of Milk Production and Dairy Products
Department of Food Science & Human Nutrition
Department of Animal Sciences
Laboratory of General & Special Animal husband

B. Abstract

Due to the limitation in the use of antibiotics, scientists are constantly seek on natural bioactive ingredients (NBI) that could improve udder health status but also milk quality characteristics. Therefore, the purpose of the present experiment was to evaluate the effects of a mixture of plant bioactive components (MPBC) on milk yield, composition and oxidative stability. 36 ewes were used, approximately 100 days after birth, and were randomly allocated into 3 experimental treatments, which were provided with 3 diets: without the addition of the control mixture (C), and supplemented with MPBC (B₁) and with protected MPBC (B₂) at the levels of 0,05%. The duration of the experiment was 12 weeks, milk production was weekly recorded, while individual milk samples for the determination of composition, oxidative stability, pH and electric conductivity were collected. It was observed that milk production was higher in B₂ group, with significant differences between 7th and 9th week, while no significant differences were observed concerning milk composition, with the exception of 7th week, when protein, non-fat solids and lactose levels were lower in MPBC groups. Oxidative stability was improved in the groups that received the MPBC, with significant differences at the 3rd, 7th, 10th, 11th week. In conclusion, the MPBC addition had a positive effect on sheep milk yield and oxidative stability, without any negative effect on its composition.

Research subject: Animal Science

Key Words: mixture of plant bioactive compounds (MPBC); polyphenols; antioxidants; milk yield; oxidative stability; pH

ΔΗΛΩΣΗ ΕΡΓΟΥ

Η κάτωθι υπογεγραμμένη, ΑΓΟΡΗ ΚΑΡΑΓΕΩΡΓΟΥ δηλώνω ότι το κείμενο της μελέτης αποτελεί δικό μου, μη υποβοηθούμενο πόνημα. Υποβάλλεται σε μερική εκπλήρωση των απαιτήσεων για την απόκτηση του Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης στην «Ολοκληρωμένη Διαχείριση Παραγωγής Γάλακτος και Γαλακτομικών Προϊόντων» του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών. Δεν έχει υποβληθεί ποτέ πριν για οποιοδήποτε λόγο ή εξέταση σε οποιοδήποτε άλλο Πανεπιστήμιο ή εκπαιδευτικό ίδρυμα της χώρας ή του εξωτερικού. Με την άδεια μου, η παρούσα εργασία ελέγχθηκε από τη Εξεταστική Επιτροπή από λογισμικό ανίχνευσης λογοκλοπής που διαθέτει το ΓΠΑ και διασταυρώθηκε η εγκυρότητα και η πρωτοτυπία της

ΚΑΡΑΓΕΩΡΓΟΥ ΑΓΟΡΗ

5 ΔΕΚΕΜΕΒΡΙΟΥ 2022

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα διπλωματική μελέτη εκπονήθηκε στο Εργαστήριο Γενικής και Ειδικής Ζωοτεχνίας και στο Εργαστήριο Ανατομίας και & Φυσιολογίας Αγροτικών Ζώων, του Τμήματος Επιστήμης Ζωικής Παραγωγής του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών υπό την επίβλεψη του Επίκουρου Καθηγητή Παναγιώτη Σιμιτζή, κατά το ακαδημαϊκό έτος 2022.

Πρώτα απ' όλα, θέλω να ευχαριστήσω θερμά τον Επίκουρο Καθηγητή κ. Σιμιτζή Παναγιώτη για την δυνατότητα που μου έδωσε να πραγματοποιήσω την διπλωματική μου εργασία, για την αδιάκοπη συμπαράσταση, τις ουσιώδεις συμβουλές και για τη πολύτιμη βοήθεια και ενθάρρυνση που μου παρείχε καθ' όλη τη διάρκεια της Μεταπτυχιακής μου εργασίας, καθώς επίσης και για την εμπιστοσύνη και την εκτίμηση που έδειξε στο πρόσωπό μου.

Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω το προσωπικό του Εργαστηρίου Ανατομίας και ιδιαίτερα τον Επίκουρο Καθηγητή κ. Γελασάκη Αθανάσιο που μου παραχώρησε τη συσκευή Lactoscan Combo, ώστε να καταφέρω να πραγματοποιήσω τις αναλύσεις της διπλωματικής μου εργασίας καθώς και για τις σημαντικές υποδείξεις και συμβουλές του, οι οποίες με κατεύθυναν σ' ένα σωστό τρόπο σκέψης.

Επιπρόσθετα, θα ήθελα να πω ένα μεγάλο ευχαριστώ στη Επίκουρη Καθηγήτρια κ. Χαρισσιάδου Μαρία για την ανιδιοτελή προσφορά, για τις πολύτιμες πληροφορίες που με μετέδωσε καθ' όλη τη διάρκεια της συγγραφής της εργασίας μου. Επίσης, από τη πρώτη στιγμή που με γνώρισε με ενθάρρυνε και με βοήθησε να εξελίσομαι συνεχώς.

Επίσης, ευχαριστώ πολύ τον Επίκουρο Καθηγητή κ. Γκολιομύτη Μιχαήλ για την στατιστική επεξεργασία.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω και το προσωπικό του στάβλου, καθώς κατά τη διάρκεια της πειραματικής μελέτης βοήθησαν, τόσο στο τάισμα των ζώων, όσο και στη συλλογή των δειγμάτων.

Ένα μεγάλο ευχαριστώ θα ήθελα να πω στην οικογένειά μου που αποδέχθηκαν τις επιλογές μου και μου παρείχαν στήριξη όλο αυτό το διάστημα. Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω πάρα πολύ τον πολυαγαπημένο μου παππού Τριαντάφυλλο και την λατρεμένη μου γιαγιά Ουρανία, στους οποίους οφείλω ό,τι έχω καταφέρει μέχρι σήμερα.

Περιεχόμενα

A.Περίληψη.....	1
B.Abstract	2
ΔΗΛΩΣΗ ΕΡΓΟΥ.....	3
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	4
ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....	10
1 Εισαγωγή.....	10
2 Ταξινόμηση και προέλευση.....	12
3 Στατιστικά στοιχεία για την προβατοτροφία	14
3.1 Η αιγοπροβατοτροφία στην Ελλάδα.....	14
3.2 Η αιγοπροβατοτροφία στην Ε.Ε.	17
3.3 Η αιγοπροβατοτροφία σε παγκόσμιο επίπεδο	21
4 Παράγοντες που επηρεάζουν την γαλακτοπαραγωγική ικανότητα.....	25
5. Φυλή Χίου.	27
6. Γάλα.	29
6.1.Ορισμός γάλακτος.....	29
6.2 Σύσταση και ποιότητα του γάλακτος.....	30
6.3 Δομή του γάλακτος.....	31
6.4 Συστατικά γάλακτος.....	32
6.4.1 Λιπίδια και λίπος γάλακτος.	32
6.4.1.1 Χημικές ιδιότητες των λιπιδίων του γάλακτος.....	34
6.4.1.2 Βιοσύνθεση του λίπους του γάλακτος	35
6.4.1.3 Αλλοιώσεις του λίπους του γάλακτος.....	36
6.4.1.4 Λιπόλυση-Υδρολυτική τάγγιση.....	36
6.4.1.5 Οξείδωση.....	36
6.5 Πρωτείνες του γάλακτος	38
6.5.1 Κατηγορίες πρωτεϊνών του γάλακτος	38
6.6 Λακτόζη	39
6.7 Άλατα του γάλακτος.....	40
6.7.1 Παράγοντες που επηρεάζουν τα επίπεδα των κύριων αλάτων του γάλακτος.	42
6.8 Αρωματικές ουσίες στο γάλα.	43
7. Αντιοξειδωτικά στη διατροφή των ζώων.....	44
8. Πρόσθετες ύλες ζωοτροφών.....	46
8.1 Φυτικά Βιοενεργά συστατικά.....	46
8.2 Πολυφαινόλες.....	48

9. Θυμάρι (<i>Thymus vulgaris</i>).....	50
10. Γλυκάνισος (<i>Pimpinella anisum</i>).....	52
11. Εσπεριδοειδή	54
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....	56
12 Σκοπός του πειράματος.....	56
13 Ζωικό υλικό και πειραματικός σχεδιασμός	56
13.1 Επεμβάσεις.....	58
13.2 Προετοιμασία των δειγμάτων.....	60
13.3 Μετρήσεις ποιοτικών χαρακτηριστικών	62
13.4 Μέτρηση βαθμού οξείδωσης των λιπών	64
13.5 Στατιστική ανάλυση.....	64
14. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	65
14.1 Γαλακτοπαραγωγή	65
14.2 Λιποεπιεκτικότητα (%).....	66
14.3 Πρωτεΐνη (%)	67
14.4 ΣΥΑΛ (%).....	67
14.5 Λακτόζη	68
14.6 pH	69
14.7 Οξειδωτική Σταθερότητα (MDA ng/g).....	70
14.8 Ηλεκτρική Αγωγιμότητα (mS/cm)	71
14.9 Ανόργανα Στοιχεία (%)	72
15. ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ	74
16. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	78
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	79

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ	Σελίδες
Εικόνα 1 Προβατοστάσιο ΓΠΑ	10
Εικόνα 2 Πρόβατα της φυλής Χίου	27
Εικόνα 3 Γάλα	29
Εικόνα 4 Θυμάρι	50
Εικόνα 5 Γλυκάνισος	52
Εικόνα 6 Εσπεριδοειδή	54
Εικόνες 7 Εγκαταστάσεις προβατοστασίου Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών	57
Εικόνα 8 Τα τσουβάλια με το πράσινο χρώμα είναι το μίγμα χωρίς την προσθήκη του μίγματος-μάρτυρας (C), το τσουβάλι με το κόκκινο χρώμα είναι το μίγμα με το εμπλουτισμένο με ΜΦΒ (B1) και το τσουβάλι με το άσπρο χρώμα είναι το μίγμα με προστατευμένο ΜΦΒ (B2) στα επίπεδα των 0,5%..	57
Εικόνα 9 Ζύγισμα ζωοτροφών	59
Εικόνα 10 Ζύγισμα ζωοτροφών	59
Εικόνα 11 Άρμεγμα προβάτων στο αρμεκτήριο του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών	60
Εικόνα 12 Χωρισμός των δειγμάτων γάλακτος	61
Εικόνα 13 Χωρισμός των δειγμάτων γάλακτος και εισαγωγή μέσα στους συλλέκτες	61
Εικόνα 14 Εισαγωγή δειγμάτων γάλακτος στους συλλέκτες	62
Εικόνα 15 Συσκευή Lactoscan Combo	63

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ	Σελίδες
Πίνακας 1 Βασικές κατηγορίες προβάτων, κατά περιφέρεια το 2019	16
Πίνακας 2 Εκμεταλλεύσεις με πρόβατα κατά τάξεις μεγέθους και περιφέρεια το 2019	17
Πίνακας 3 Μέση χημική σύσταση (%) του γάλακτος διαφόρων ειδών ζώων	31
Πίνακας 4 Τα κυριότερα λιπαρά οξέα των λιπιδίων του πρόβειου γάλακτος	33,34
Πίνακας 5 Κατηγοριοποίηση πρωτεϊνών	39
Πίνακας 6 Μέση συγκέντρωση ανόργανων στοιχείων (mg/l) του γάλακτος προβάτου, αίγας και αγελάδας	40,41
Πίνακας 7 Διάφορα φυτικά είδη και η κυριότερη βιοδραστική ουσία που περιέχουν	47
Πίνακας 8 Αποτελέσματα Μέσης Γαλακτοπαραγωγής πρόβειου γάλακτος	65
Πίνακας 9 Αποτελέσματα Λιποπεριεκτικότητας πρόβειου γάλακτος (%)	66
Πίνακας 10 Αποτελέσματα Πρωτεϊνοπεριεκτικότητας πρόβειου γάλακτος (%)	67
Πίνακας 11 Αποτελέσματα ΣΥΑΛ πρόβειου γάλακτος (%)	68
Πίνακας 12 Αποτελέσματα λακτόζης πρόβειου γάλακτος	69
Πίνακας 13 Αποτελέσματα pH πρόβειου γάλακτος	70
Πίνακας 14 Οξειδωτική Σταθερότητα (MDA ng/g)	71
Πίνακας 15 Αποτελέσματα ηλεκτρικής αγωγιμότητας πρόβειου γάλακτος (mS/cm)	72
Πίνακας 16 Αποτελέσματα Ανόργανων Στοιχείων πρόβειου γάλακτος (%)	72

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ	Σελίδες
Διάγραμμα 1 Αριθμός προβάτων στην Ελλάδα (1961-2019)	15
Διάγραμμα 2 Παραγόμενη ποσότητα πρόβειου γάλακτος σε tn (1961-2019)	15
Διάγραμμα 3 Αριθμός προβάτων στην Ε.Ε. (1961-2019)	18
Διάγραμμα 4 Παραγόμενη ποσότητα πρόβειου γάλακτος στην Ε.Ε σε tn (1961-2019)	18

Διάγραμμα 5 Παραγόμενη ποσότητα πρόβειου γάλακτος στην Ε.Ε. σε tn το 2019	19
Διάγραμμα 6 Παραγόμενη ποσότητα πρόβειου γάλακτος στην Ε.Ε. σε tn το 2019	19
Διάγραμμα 7 Παραγόμενα τυριά από πρόβειο γάλα στην Ε.Ε το 2018	20
Διάγραμμα 8 Παραγόμενη ποσότητα τυριών από πρόβειο γάλα στην Ε.Ε σε tn (1961-2018)	20
Διάγραμμα 9 Αριθμός προβάτων σε παγκόσμιο επίπεδο (1961-2019)	21
Διάγραμμα 10 Αριθμός προβάτων σε παγκόσμιο επίπεδο για το 2019	22
Διάγραμμα 11 Παραγόμενη ποσότητα πρόβειου γάλακτος σε παγκόσμιο επίπεδο σε tn (1961-2019)	22
Διάγραμμα 12 Παραγόμενη ποσότητα πρόβειου γάλακτος σε tn για το 2019	23
Διάγραμμα 13 Παραγόμενη ποσότητα τυριών από πρόβειο γάλα σε παγκόσμιο επίπεδο σε tn (1961-2018)	24

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

1. Εισαγωγή

Τα αιγοπρόβατα είναι από τα πρώτα ζώα που εξημέρωσε ο άνθρωπος και συνδέθηκαν με την εξέλιξη και τον πολιτισμό του. Έγιναν περιζήτητα από την αρχαιότητα για τα προϊόντα τους, όπως το γάλα, το κρέας, το έριο και το δέρμα τους. Σύμφωνα με την Ελληνική Μυθολογία, ο Απόλλωνας, ο Ερμής και η Άρτεμις θεωρούνταν οι θεοί των ποιμνίων. Ο Δίας ανατράφηκε από την αίγα Αμάλθεια, το δέρμα και τα κέρατα της οποίας είχαν θαυματουργικές ιδιότητες. Ο Ασκληπιός συνοδευόταν από μία αίγα, το γάλα της οποίας προσέφερε στους ασθενείς. Ο Όμηρος περιγράφει τις συνθήκες εκτροφής των αιγοπροβάτων και τη διαδικασία της τυροκόμησης στα Έπη της Ιλιάδας και της Οδύσσειας (Κύκλωπας Πολύφημος). Αλλά και ο Αριστοτέλης στο «Περί Ζώων Ιστορία» δίνει πληροφορίες για τα αιγοπρόβατα (ηλικία ενήβωσης, διάρκεια κυοφορίας κτλ) και αναφέρεται στην πυτιά (πήξιμο γάλακτος) (Σμιτζής, 2021).



Εικόνα 1: Προβατοστάσιο ΓΠΑ

Σημαντικό ρόλο στη ζωή των ανθρώπων έχει διαδραματίσει η εξημέρωση των προβάτων, καθώς επίσης, και η συστηματική εκτροφή τους. Η αιγοπροβατοτροφία στην Ελλάδα ασκείται παραδοσιακά εδώ και χιλιάδες χρόνια. Σήμερα καλείται να αντιμετωπίσει τις προκλήσεις ενός ραγδαία εξελισσόμενου και απαιτητικού περιβάλλοντος. Η προβατοτροφία είναι ζωτικής σημασίας για τη χώρα μας, αφού απασχολεί σημαντικό ποσοστό του εργατικού δυναμικού (μέλη χιλιάδων οικογενειών), αποτελεί την κύρια ή σημαντική σταθερή πηγή εισοδήματος για πολλές ορεινές, νησιωτικές και απομονωμένες (μειονεκτικές) περιοχές της χώρας μας, παράγει προϊόντα υψηλής βιολογικής αξίας (γάλα, γιαούρτι, τυρί) για τη διατροφή του πληθυσμού και παρέχει την πρώτη ύλη σε μεταποιητικές μονάδες (γαλακτοβιομηχανίες, τυροκομεία) (Σιμιτζής, 2021).

Τα πρόβατα και οι αίγες σε σχέση με τα υπόλοιπα μηρυκαστικά αξιοποιούν περισσότερο αποτελεσματικά τη φτωχή φυσική βλάστηση μεγάλων εκτάσεων και την μετατρέπουν σε πολύτιμα προϊόντα για τον άνθρωπο. Η εκτροφή των προβάτων παρατηρείται σε ημιορεινές και ορεινές εκτάσεις διάφορων υποανάπτυκτων ή σε ανάπτυξη ευρισκόμενων χωρών, σε βελτιωμένες ημιορεινές ή λοφώδεις, σε αροτριάιες εκτάσεις πολλών αναπτυγμένων και με παράδοση στην προβατοτροφία, χωρών της Γης (Αυστραλία, Ν. Ζηλανδία, Μ. Βρετανία, Γαλλία κτλ.) στην αγροτική οικονομία των οποίων συμβάλλουν αποφασιστικά, με την εμπορία των παραγόμενων από αυτά προϊόντων (Ζυγογιάννης, 2014).

Όπως, γνωρίζουμε τα τελευταία χρόνια οι απαιτήσεις των καταναλωτών ολοένα και αυξάνονται διαρκώς και επιζητούν υγιεινά και ποιοτικά ζωϊκά προϊόντα (Serra et al, 2021). Έτσι, λοιπόν γίνεται προσπάθεια μέσω των διατροφικών συμπληρωμάτων να διασφαλιστεί η υγεία και οι αποδόσεις των ζώων (Salami et al, 2016). Αξίζει να επισημανθεί πως μολονότι στις περισσότερες Ευρωπαϊκές χώρες η αγελαδοτροφία υπερτερεί σε σχέση με την προβατοτροφία, στην Ελλάδα συμβαίνει ακριβώς το αντίθετο. Τα τελευταία 30 χρόνια, στη προβατοτροφία παρατηρούνται σημαντική πρόοδος στη διαχείριση των λειμώνων, στη διατροφή, στη διαχείριση της αναπαραγωγής και της υγείας των ζώων, έτσι ώστε να βελτιωθεί η ποιότητα των προϊόντων και να αυξηθεί η παραγωγικότητα των προβάτων (Ζυγογιάννης, 2014).

Πρέπει να σημειωθεί πως η προβατοτροφία είναι αρκετά σημαντική, τόσο για την χώρα μας, όσο και για ολόκληρο τον κόσμο, γιατί εάν το σύστημα της καταρρεύσει ή μειωθεί τότε τεράστιες εκτάσεις θα εκκενωθούν και οι άνθρωποι και ο πολιτισμός που έχουν επιβιώσει με τις λιγότερες μεταβολές από οποιαδήποτε άλλη δραστηριότητα του ανθρώπου, θα χαθούν (Ζυγογιάννης, 2014).

2. Ταξινόμηση και προέλευση

Τα εκτρεφόμενα πρόβατα ανήκουν στο υποείδος *Ovis ammon aries*. Το γένος *Ovis* υπάγεται στη φυλή *Caprini*, στην υπο-οικογένεια *Caprinae*, στην οικογένεια *Bovidae*, στην υπο-τάξη *Ruminata*, στην υποτάξη *Ruminantia* και στην τάξη *Artiodactyla*. Κάποιοι επιστήμονες υποστηρίζουν πως το γένος *Ovis* περιλαμβάνει 6 είδη, ενώ άλλοι υποστηρίζουν πως περιλαμβάνει 5 (Ζυγογιάννης, 2014).

Τα είδη είναι τα ακόλουθα:

1. *Ovis orientalis* (mouflon) με δύο υποείδη, *O.o. laristanica*, το ασιατικό mouflon και *O.o. musimon*, το ευρωπαϊκό mouflon
2. *Ovis ammon* (argali)
3. *Ovis canadensis*
4. *Ovis nivicola*
5. *Ovis dalli*

Τα 3 τελευταία είδη δεν κατοικιδιοποιήθηκαν ποτέ. Το ευρωπαϊκό mouflon μάλλον αποτελεί ημίαιμο μορφή κατοικίδιου προβάτου. Πιθανολογείται πως το *urial* αποτελεί τον κύριο πρόγονο του κατοικίδιου προβάτου, το mouflon πως έχει συμβάλει στην εξέλιξη των ευρωπαϊκών προβάτων και το argali στην εξέλιξη των ασιατικών φυλών. Επίσης, η επιστημονική ονομασία του κατοικίδιου προβάτου είναι *Ovis ammon forma aries* (Ρογδάκης, 2006).

Πολλά υποείδη του είδους *O. ammon* εξημερώθηκαν και διασταυρώθηκαν μεταξύ τους, και έτσι δημιουργήθηκε το υποείδος *O. ammon aries*. Τα κυριότερα από αυτά, άτομα των οποίων ζουν ακόμη και σήμερα σε άγρια κατάσταση και ολιγάριθμες ομάδες, είναι τα παρακάτω:

- *O. ammon musimon*, το άγριο πρόβατο της Ευρωπαϊκής ή μουφλόν
- *O. ammon orphion*, το κυπριακό ουριάλ
- *O. ammon gmelini*, το αρμενικό ουριάλ
- *O. ammon orientalis*, το ουριάλ της περιοχής του Έλμπουργ
- *O. ammon cycloceros*, το ουριάλ του Πεντζάμπ
- *O. ammon ammon*, το αργκαλί του Αλτάι
- *O. ammon nigrimontana*, το αργκαλί του Κάρα Ταού
- *O. ammon polii*, το αργκαλί του Παμίρ.

Το ευρωπαϊκό άγριο πρόβατο είναι βραχύουρο, ενώ τα ασιατικά μακρύουρα και λεπτούρα ή πλατύουρα (Ζυγογιάννης, 2014).

Σύμφωνα λοιπόν, με τα διάφορα ευρήματα ανασκαφών φαίνεται πως το πρόβατο εξημερώθηκε για πρώτη φορά το 9.000 π.Χ. κοντά στην περιοχή του Sawi Shanibar του Ιράκ και αργότερα στις περιοχές Tere Sarab (8.000 π.Χ.) και Jarmo του Ιράν (7.000 π.Χ.). Όμως, ως παραγωγικό ζώο άρχισε να εκτρέφεται το 4.000 π.Χ. Ο άνθρωπος πρώτα εξημέρωσε το σκύλο και έπειτα το πρόβατο και τη αίγα. Βέβαια, δε είναι ακόμη ακριβές εάν εξημέρωσε πρώτα το πρόβατα και έπειτα τη αίγα, ή εάν συνέβη το αντίθετο. Αξίζει να σημειωθεί πως οι αίγες βοηθούσαν τον άνθρωπο να διασχίσει και να καλλιεργήσει τις δασικές περιοχές, καθώς ‘άνοιγαν’ και καθάριζαν τις δασικές εκτάσεις. Γι’ αυτό τον λόγο θεωρούνταν πως έχουν μεγαλύτερο ενδιαφέρον από τα πρόβατα. Βέβαια, στη πορεία διαπιστώθηκε πως τα πρόβατα έχουν μεγαλύτερο οικονομικό συμφέρον (Ζυγογιάννης, 2014).

Στην Ελλάδα το πρώτο πρόβατο που εξημερώθηκε ήταν στην Κρήτη περίπου το 6.500 π.Χ.) και έπειτα εμφανίστηκε στην Ήπειρο το 6.000 π.Χ. Στην υπόλοιπη Ευρώπη τα εξημερωμένα πρόβατα, διαδόθηκαν αργότερα ακολουθώντας 3 διαφορετικούς δρόμους με κοινή αφετηρία τη Μ. Ασία. :

- i. Αντίθετα προς τη ροή του ποταμού Δούναβη,
- ii. αντίθετα προς τη ροή του ποταμού Αξιού και
- iii. κατά μήκος των μεσογειακών ακτών και στη συνέχεια εκείνων του Ατλαντικού Ωκεανού μέχρι τα βρετανικά νησιά.

Σήμερα τα πρόβατα παρουσιάζουν μεγάλη παραλλακτικότητα στα μορφολογικά και τα παραγωγικά τους χαρακτηριστικά εξαιτίας κυρίως της επίδρασης του περιβάλλοντος και της διαφορετικής κατεύθυνσης που δόθηκε σε κάθε περιοχή στην τεχνητή επιλογή (Ζυγογιάννης, 2014).

3. Στατιστικά στοιχεία για την προβατοτροφία

3.1 Η προβατοτροφία στην Ελλάδα

Η αιγοπροβατοτροφία στην Ελλάδα ασκείται παραδοσιακά εδώ και χιλιάδες χρόνια. Σήμερα καλείται να αντιμετωπίσει τις προκλήσεις ενός ραγδαία εξελισσόμενου και απαιτητικού περιβάλλοντος. Οι ιδιάζουσες εδαφοκλιματικές και κοινωνικοοικονομικές συνθήκες της χώρας μας επιτρέπουν την εκτροφή προβάτων γαλακτοπαραγωγής κατεύθυνσης με χαμηλές αποδόσεις στο σύνολο τους. Η αιγοπροβατοτροφία στην Ελλάδα, ασκείται για την παραγωγή κρέατος και κυρίως γάλακτος, το οποίο χρησιμοποιείται για την παραγωγή τυροκομικών (80%) και άλλων γαλακτοκομικών (20%) προϊόντων. Το σύστημα εκτροφής που έχει επικρατήσει κυρίως είναι το ημικτατικό.

Η προβατοτροφία ισοδυναμεί με το περίπου με το 30% της συνολικής Ακαθάριστης Αξίας της Ζωικής Παραγωγής και συμβάλλει κατά 20% περίπου στο συνολικό αγροτικό εισόδημα. Στην Ελλάδα εκτρέφονται 8,4 εκ πρόβατα σε 84.000 εκμεταλλεύσεις και 3,6 εκ αίγες σε 64.000 εκμεταλλεύσεις (ΕΛΣΤΑΤ, 2021).

Η αιγοπροβατοτροφία ασκείται σε μεγάλο ποσοστό (85% των ζώων και 80% των εκμεταλλεύσεων περίπου) στις ορεινές και μειονεκτικές περιοχές της χώρας, οι οποίες αποτελούν το 85% του συνόλου της επιφάνειάς της, αξιοποιώντας κατ' αυτόν τον τρόπο εκτάσεις που από τη φύση τους δεν προσφέρονται για εντατική εκμετάλλευση, όπως ορεινές, ημιορεινές, με έντονη κλίση, με φτωχή βλάστηση κ.λπ.

Τα τελευταία χρόνια, παρατηρείται, μια τάση για ανάπτυξη της συστηματικής – σταβλισμένης αιγοπροβατοτροφίας σε ορισμένες πεδινές περιοχές της χώρας.

Οι διαθέσιμες εκτάσεις της Ελλάδας είναι:

Δάση 20%

Καλλιέργειες 30%

Βοσκότοποι 40%

Άλλες χρήσεις 10% .

Ανάλογα με το υψόμετρο, οι βοσκότοποι διακρίνονται ως εξής:

Πεδινόι 18%

Ημιορεινοί 31%

Ορεινοί 51%.

Σύμφωνα με τα στοιχεία του FAO (2021), ο αριθμός προβάτων στην Ελλάδα παρουσίασε μείωση έως το 1970, συνέχεια άρχισε να αυξάνει και από το 2015 και έπειτα παρατηρείται πάλι μία μικρή μείωση του πληθυσμού του, όπως διαπιστώνεται και στο Διάγραμμα 1.



Διάγραμμα 1: Αριθμός προβάτων στην Ελλάδα (1961-2019)

Σύμφωνα με τα στοιχεία του FAO (2021), η ποσότητα του πρόβειου γάλακτος στην Ελλάδα από το 1961-2019 αυξάνεται συνεχώς, όπως διαπιστώνεται και στο Διάγραμμα 2.



Διάγραμμα 2: Παραγόμενη ποσότητα πρόβειου γάλακτος σε tn (1961-2019)

Σύμφωνα με την ΕΛΣΤΑΤ, στον Πίνακα 1 παρατηρείται το σύνολο των προβάτων ανά περιφέρεια το έτος 2019. Την 1η θέση καταλαμβάνει η Θεσσαλία, την 2η η Δυτική Ελλάδα και την 3η η Κρήτη.

Πίνακας 1: Βασικές κατηγορίες προβάτων, κατά περιφέρεια το 2019

Βασικές κατηγορίες προβάτων, κατά περιφέρεια, έτος 2019 (ΕΛΣΤΑΤ, 2021)							
Περιφέρειες	Σύνολο Προβάτων	Θηλυκά γαλακτο- παραγωγής	Λοιπά θηλυκά αναπαραγωγής	Θηλυκά αντικατά- στασης	Λοιπά θηλυκά	Αρσενικά αναπαρα- γωγής	Λοιπά αρσενικά
Σύνολο	8.427.196	6.201.764	303.507	522.565	599.400	319.314	480.647
Ανατολική Μακεδονία και Θράκη	535.484	440.351	27.514	32.332	10.540	20.871	3.876
Κεντρική Μακεδονία	812.923	655.915	23.417	58.255	20.471	29.928	24.937
Δυτική Μακεδονία	374.740	297.680	19.032	27.478	12.712	14.500	3.337
Θεσσαλία	1.130.929	947.940	8.155	34.933	56.344	31.419	52.138
Ήπειρος	659.773	538.038	8.152	31.136	32.835	28.930	20.682
Ιόνια Νησιά	111.510	60.493	4.462	17.529	19.063	5.281	4.682
Δυτική Ελλάδα	1.401.920	1.005.477	26.795	105.064	128.816	60.213	75.554
Στερεά Ελλάδα	518.465	379.083	9.952	29.255	51.885	22.454	25.836
Πελοπόννησος	450.958	310.020	4.235	19.345	55.015	18.650	43.693
Αττική	69.862	55.174	4.041	3.276	2.233	4.033	1.105
Βόρειο Αιγαίο	422.085	349.782	3.897	44.079	5.444	16.936	1.948
Νότιο Αιγαίο	168.104	110.175	43.735	4.709	3.010	6.058	416
Κρήτη	1.770.444	1.051.636	120.121	115.171	201.031	60.042	222.443

Σύμφωνα με την ΕΛΣΤΑΤ, στον Πίνακα 2 παρατηρείται το σύνολο των εκμεταλλεύσεων των προβάτων κατά τάξεις μεγέθους και περιφέρειας το 2019.. Την 1η θέση καταλαμβάνει η Δυτική Ελλάδα, την 2η η Ήπειρος και την 3η η Θεσσαλία.

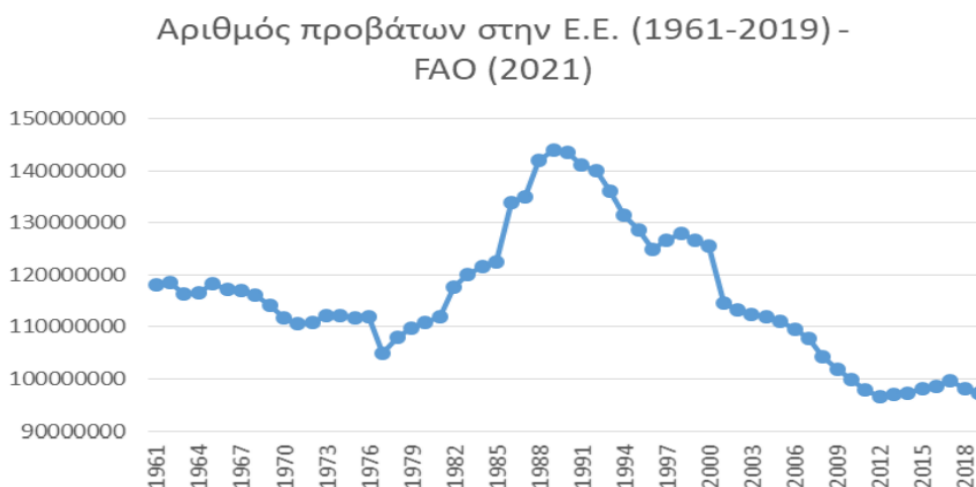
Πίνακας 2: Εκμεταλλεύσεις με πρόβατα κατά τάξεις μεγέθους και περιφέρεια το 2019

Εκμεταλλεύσεις με πρόβατα κατά τάξεις μεγέθους και περιφέρεια, έτος 2019					
Περιφέρειες	Σύνολο	1-9	10-49	50-99	100 και άνω
Σύνολο	83.856	14.900	28.720	12.973	27.263
Ανατολική Μακεδονία & Θράκη	3.765	266	924	609	1.966
Κεντρική Μακεδονία	4.876	370	955	750	2.801
Δυτική Μακεδονία	2.589	198	665	367	1.359
Θεσσαλία	8.713	1.157	2.974	1.113	3.469
Ήπειρος	9.024	1.188	3.923	1.793	2.120
Ιόνια Νησιά	2.104	928	639	161	376
Δυτική Ελλάδα	16.400	2.531	5.549	3.137	5.183
Στερεά Ελλάδα	8.261	1.853	3.693	1.132	1.583
Πελοπόννησος	7.465	2.564	2.431	937	1.533
Αττική	798	159	323	115	201
Βόρειο Αιγαίο	4.136	544	1.400	757	1.435
Νότιο Αιγαίο	3.383	616	1.765	565	437
Κρήτη	12.342	2.526	3.479	1.537	4.800

3.2 Η προβατοτροφία στην Ε.Ε.

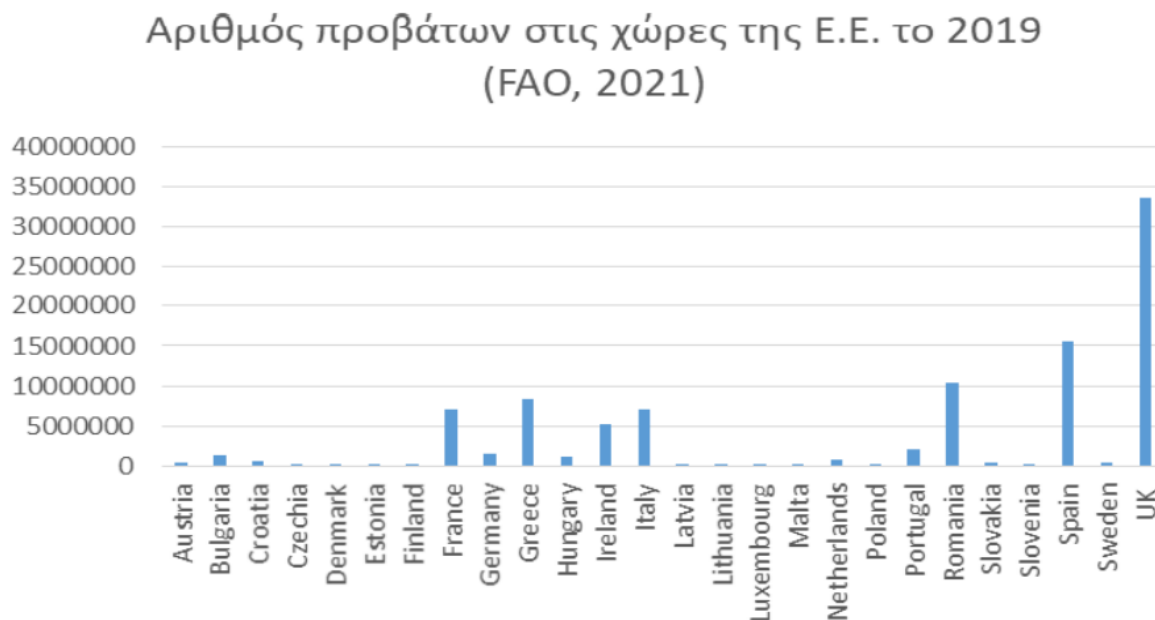
Στη Ευρώπη από το 2001 και έπειτα ακολούθησε μία μείωση του πληθυσμού των προβάτων εξαιτίας των επιδημιών αφθώδους πυρετού. Η αυτάρκεια σε κρέας στην Ε.Ε. είναι περίπου 80% (ετήσια κατά κεφαλήν κατανάλωση 3,5kg). Η εισαγωγή του πρόβειου και του αίγιου κρέατος γίνονται από Νέα Ζηλανδία, Αυστραλία, Αργεντινή, Ουρουγουάη και Χιλή. Ενώ, οι εξαγωγές γίνονται κυρίως από τη Μ. Βρετανία προς Νορβηγία, Ρωσία και Ελβετία.

Σύμφωνα με τα στοιχεία του FAO (2021), ο αριθμός προβάτων στην Ε.Ε. παρουσίασε μικρή μείωση ~1976, στη συνέχεια μέχρι το 1989-1990 άρχισε να αυξάνεται και έπειτα παρατηρείται μείωση του πληθυσμού του, όπως διαπιστώνεται και στο Διάγραμμα 3.



Διάγραμμα 3: Αριθμός προβάτων στην Ε.Ε. (1961-2019)

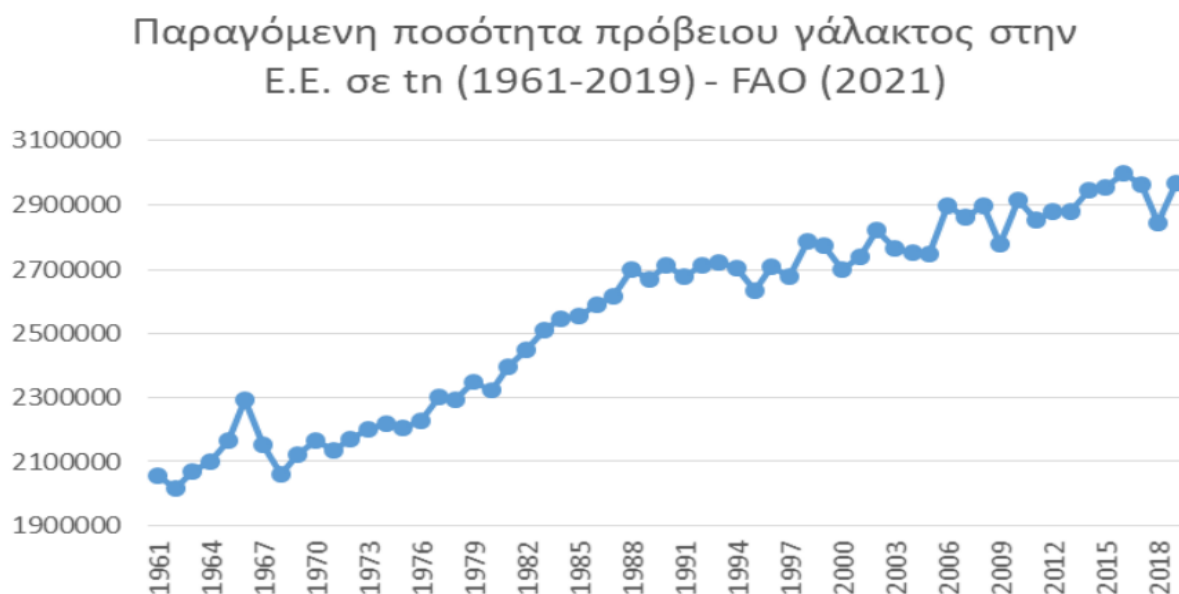
Στο Διάγραμμα 4 παρουσιάζονται οι χώρες Ε.Ε. με τον μεγαλύτερο αριθμό προβάτων το έτος 2019. Διαπιστώνεται λοιπόν ότι την 1η θέση καταλαμβάνει το Ηνωμένο Βασίλειο, την 2η η Ισπανία, την 3η η Ρουμανία, την 4η η Ελλάδα και την 5η η Γαλλία και την 6η η Ιταλία.



Διάγραμμα 4: Αριθμός προβάτων στις χώρες της Ε.Ε. το 2019

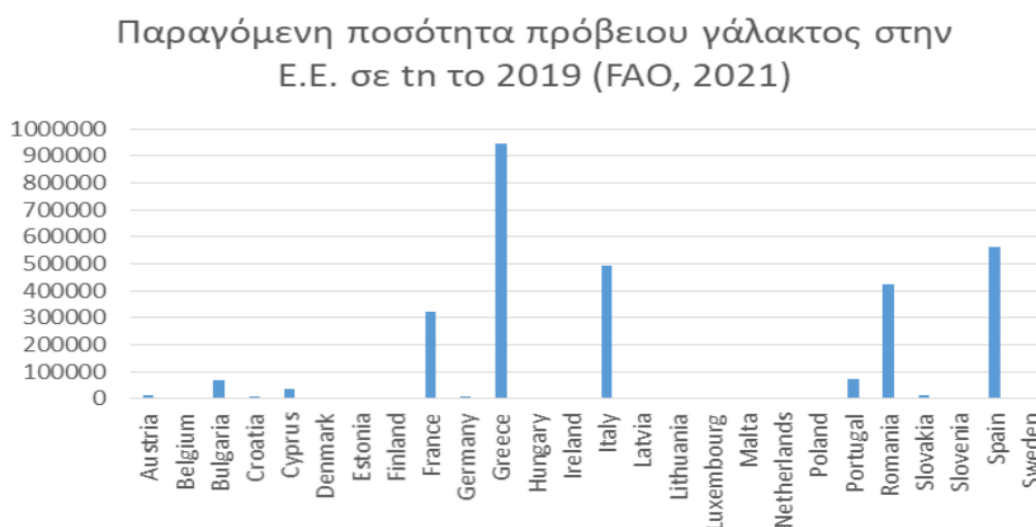
Σύμφωνα με τα στοιχεία του FAO (2021), η παραγόμενη ποσότητα πρόβειου γάλακτος στην Ε.Ε. παρουσίασε άνοδο μέχρι το 1996, από το 1996 μέχρι το 1968 μειώθηκε και στη

συνέχεια άρχισε να παρατηρείται αύξηση (με μικρές διακυμάνσεις), όπως διαπιστώνεται και στο Διάγραμμα 5.



Διάγραμμα 5: Παραγόμενη ποσότητα πρόβειου γάλακτος στην Ε.Ε σε tn (1961-2019)

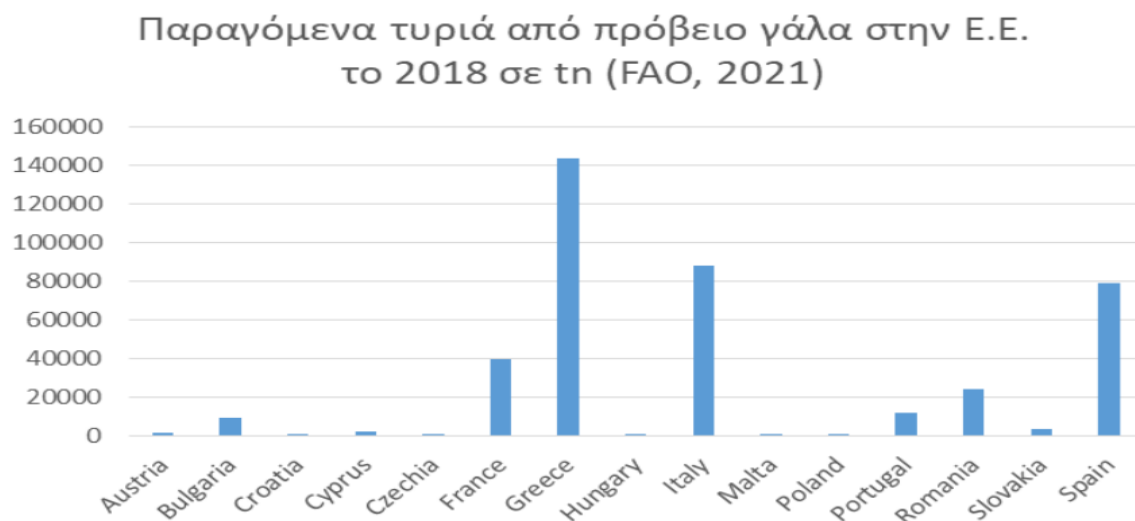
Στο Διάγραμμα 6 παρουσιάζονται οι χώρες Ε.Ε. με την μεγαλύτερη παραγωγή πρόβειου γάλακτος κατά το έτος 2019. Διαπιστώνεται λοιπόν ότι την 1η θέση καταλαμβάνει η Ελλάδα, την 2η η Ισπανία, την 3η η Ιταλία, την 4η η Ρουμανία και την 5η η Γαλλία. Ακολουθούν η Βουλγαρία, η Πορτογαλία, η Κύπρος και η Σλοβακία.



Διάγραμμα 6: Παραγόμενη ποσότητα πρόβειου γάλακτος στην Ε.Ε. σε tn το 2019

Στο Διάγραμμα 7 παρουσιάζονται οι χώρες Ε.Ε. με την μεγαλύτερη παραγωγή τυριού από πρόβειο γάλα κατά το έτος 2018. Διαπιστώνεται λοιπόν ότι την 1η θέση καταλαμβάνει η

Ελλάδα, την 2η η Ιταλία, την 3η η Ισπανία, την 4η η Γαλλία και την 5η η Ρουμανία. Ακολουθούν η Βουλγαρία, η Πορτογαλία, η Σλοβακία και η Κύπρος.



Διάγραμμα 7: Παραγόμενα τυριά από πρόβειο γάλα στην Ε.Ε το 2018

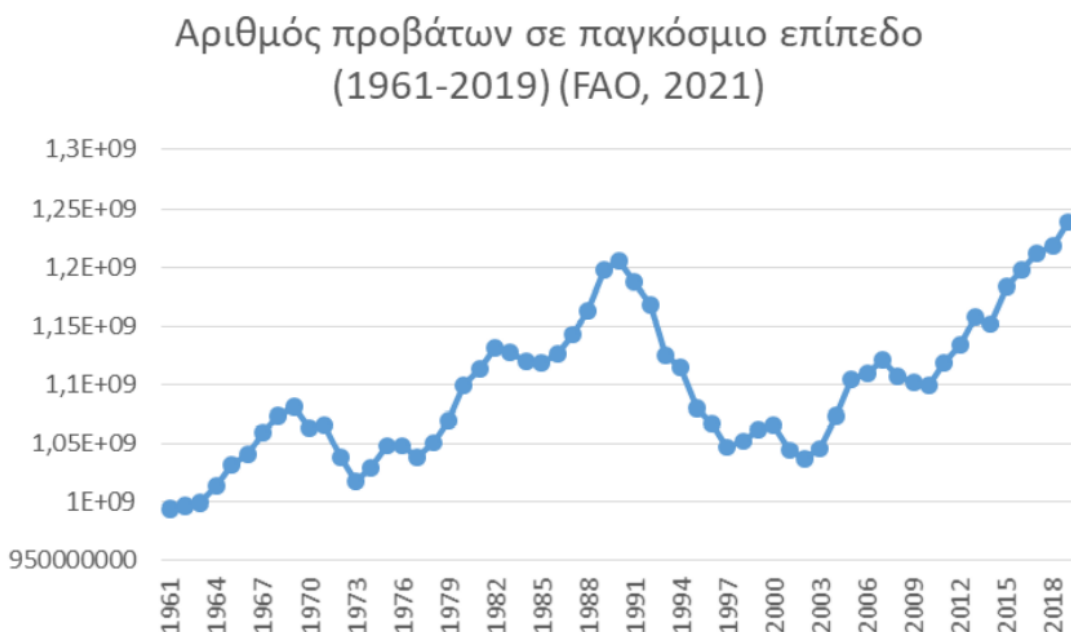
Σύμφωνα με τα στοιχεία του FAO (2021), η παραγόμενη ποσότητα τυριών από πρόβειο γάλα στην Ε.Ε. παρουσίασε άνοδο μέχρι το 1989-1990, στη συνέχεια 1990 άρχισε να παρατηρείται μία μικρή μείωση, έπειτα διαπιστώνεται μία σταθερότητα έως το ~2010, μειώνεται έως το 2015 και στη συνέχεια βλέπουμε μία άνοδο, όπως διαπιστώνεται και στο Διάγραμμα 8.



Διάγραμμα 8: Παραγόμενη ποσότητα τυριών από πρόβειο γάλα στην Ε.Ε σε τν (1961-2018)

3.3 Η προβατοτροφία σε παγκόσμιο επίπεδο

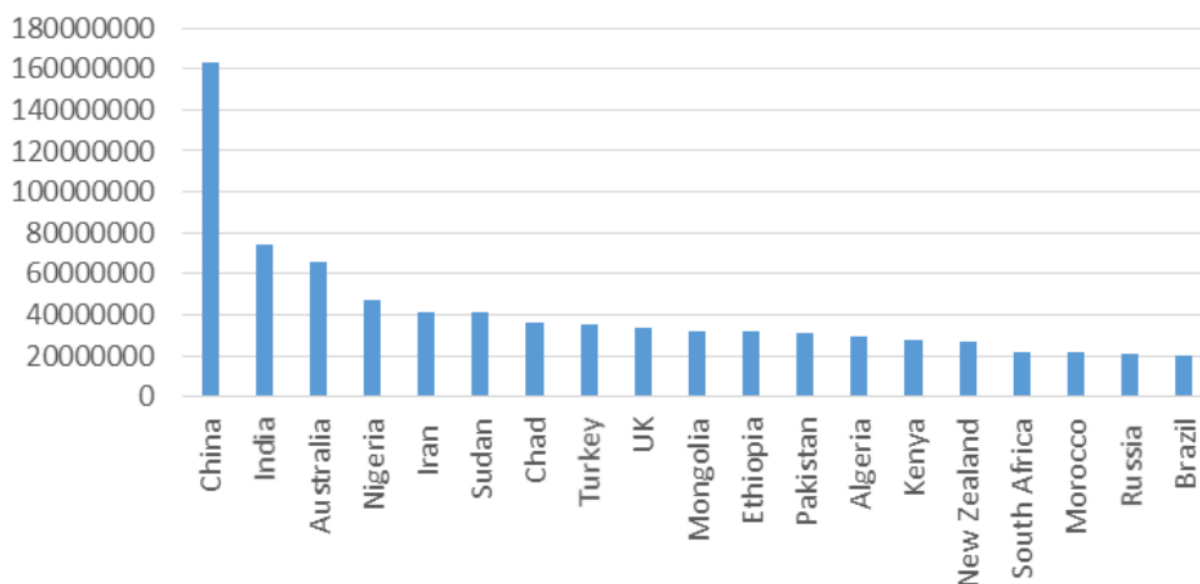
Σύμφωνα με τα στοιχεία του FAO (2021), ο αριθμός προβάτων σε παγκόσμιο επίπεδο παρουσίασε αρκετές διακυμάνσεις. Αρχικά, διαπιστώνεται μικρή αύξηση περίπου έως το 1969, στη συνέχεια παρατηρείται μείωση μέχρι το 1973, έπειτα το ~1990 παρατηρείται αύξηση του πληθυσμού, μέχρι το 2000 μειώνεται αρκετά και έπειτα αρχίζει να αυξάνεται, όπως διαπιστώνεται και στο Διάγραμμα 9.



Διάγραμμα 9 : Αριθμός προβάτων σε παγκόσμιο επίπεδο (1961-2019)

Στο Διάγραμμα 10 παρουσιάζονται οι χώρες Παγκοσμίως με την μεγαλύτερη παραγωγή πρόβειου γάλακτος κατά το έτος 2019. Διαπιστώνεται λοιπόν ότι την 1η θέση καταλαμβάνει η Κίνα, την 2η η Ινδία, την 3η η Αυστραλία, την 4η η Νιγηρία και την 5η το Ιράν.

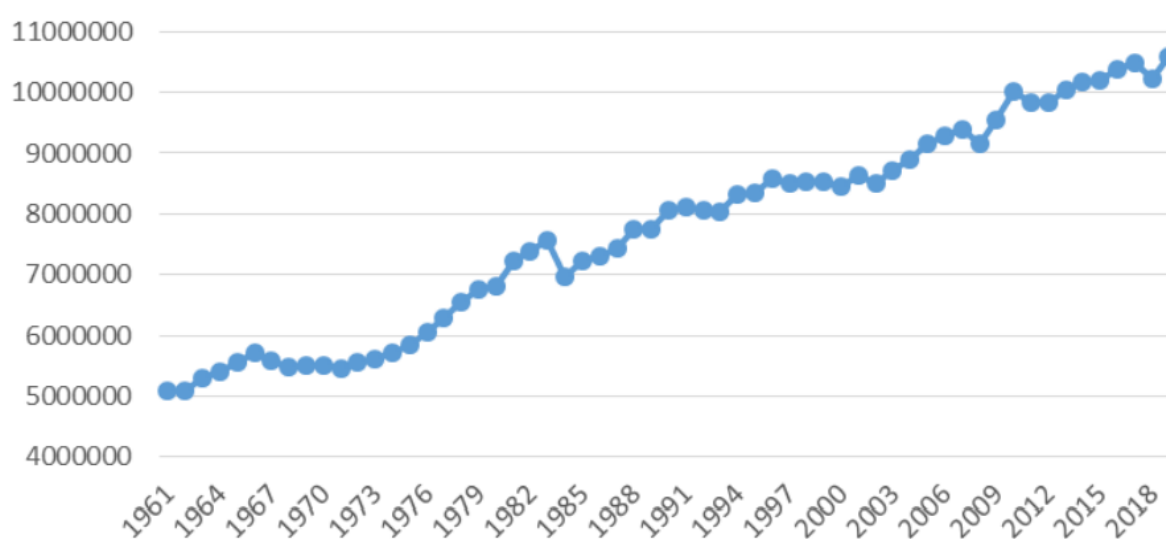
Αριθμός προβάτων σε παγκόσμιο επίπεδο για το 2019 (FAO, 2021)



Διάγραμμα 10 : Αριθμός προβάτων σε παγκόσμιο επίπεδο για το 2019

Σύμφωνα με τα στοιχεία του FAO (2021), η παραγόμενη ποσότητα πρόβειου γάλακτος σε Παγκόσμιο επίπεδο παρουσιάζει σταδιακή αύξηση, όπως διαπιστώνεται και στο Διάγραμμα 11.

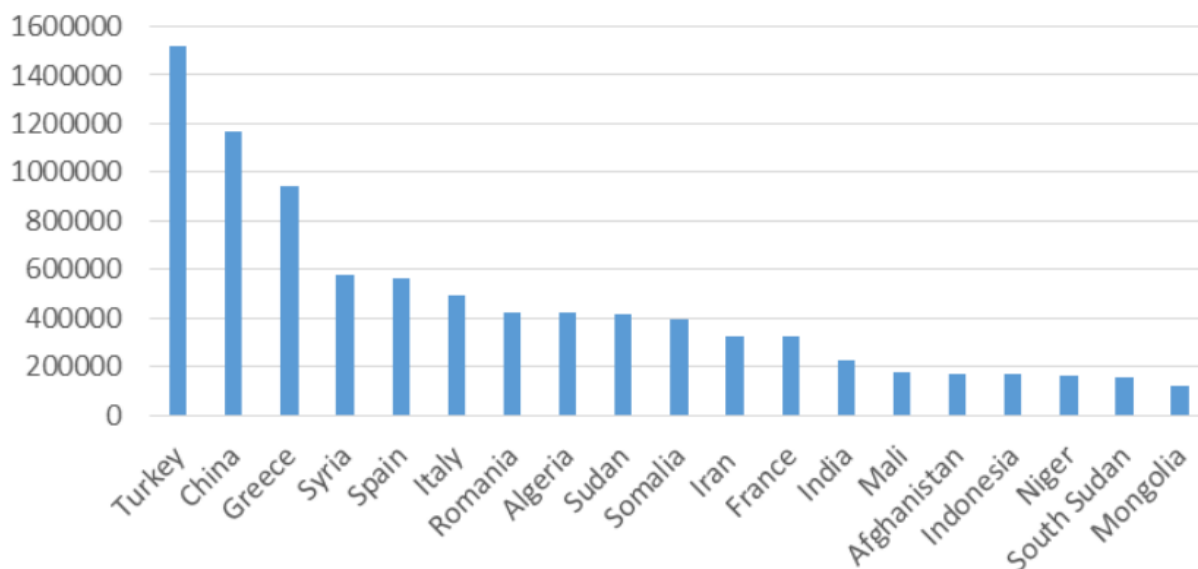
Παραγόμενη ποσότητα πρόβειου γάλακτος σε παγκόσμιο επίπεδο σε τη (1961-2019) (FAO, 2021)



Διάγραμμα 11: Παραγόμενη ποσότητα πρόβειου γάλακτος σε παγκόσμιο επίπεδο σε τη (1961-2019)

Στο Διάγραμμα 12 παρουσιάζονται οι χώρες με την μεγαλύτερη παραγωγή πρόβειου γάλακτος κατά το έτος 2019. Διαπιστώνεται λοιπόν ότι την 1η θέση καταλαμβάνει η Τουρκία, την 2η η Κίνα, την 3η η Ελλάδα, την 4η η Συρία και την 5η η Ισπανία. Ακολουθούν η Ιταλία, η Ρουμανία, η Αλγερία και το Σουδάν.

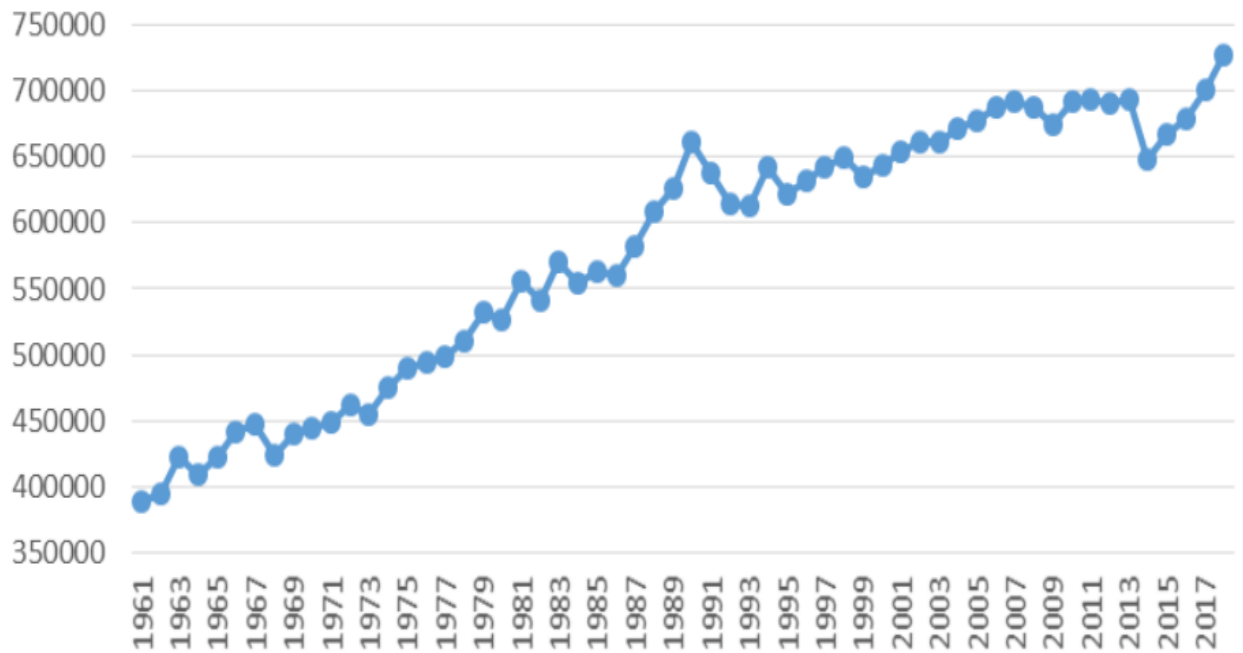
Παραγόμενη ποσότητα πρόβειου γάλακτος σε tn για το 2019 (FAO, 2021)



Διάγραμμα 12: Παραγόμενη ποσότητα πρόβειου γάλακτος σε tn για το 2019

Σύμφωνα με τα στοιχεία του FAO (2021), η παραγόμενη ποσότητα τυριών από πρόβειο γάλα σε Παγκόσμιο επίπεδο, παρουσίασε άνοδο μέχρι το 1989-1990, στη συνέχεια 1990 άρχισε να παρατηρείται μία μικρή μείωση μέχρι το 1993, έπειτα διαπιστώνεται μικρή αύξηση μέχρι το 2013, μειώνεται έως το 2014 και στη συνέχεια από το 2014 και μετά βλέπουμε μία αύξηση, όπως διαπιστώνεται και στο Διάγραμμα 13.

Παραγωγή τυριών με βάση το πρόβειο γάλα σε παγκόσμιο επίπεδο σε τν (1961-2018) (FAO, 2021)



Διάγραμμα 13: Παραγόμενη ποσότητα τυριών από πρόβειο γάλα σε παγκόσμιο επίπεδο σε τν (1961-2018)

4. Παράγοντες που επηρεάζουν την γαλακτοπαραγωγική ικανότητα

Η γαλακτοπαραγωγική ικανότητα των προβατινών επηρεάζεται από πολλούς φυσιολογικούς και περιβαλλοντικούς παράγοντες. Αυτοί οι παράγοντες αλληλοεπιδρούν μεταξύ τους. Οι κυριότεροι είναι οι εξής (Ρογδάκης 2006, Ζυγογιάννης, 2014):

- i. Αριθμός κυοφορούμενων εμβρύων. Στο τέλος τη κυοφορίας, ο μαστός των προβατινών που κυοφορούν μόνο ένα έμβρυο, είναι λιγότερο αναπτυγμένος από εκείνον των προβατινών που κυοφορούν περισσότερα από ένα έμβρυα.
- ii. Ο αριθμός των γαλουχούμενων αρνιών. Οι προβατίνες που γεννούν και γαλουχούν δίδυμα αρνιά, παράγουν 40% περίπου περισσότερο γάλα σε σχέση με εκείνες που γεννούν και γαλουχούν ένα μόνο αρνί. Στις αμελγόμενες, η γαλουχία των δίδυμων αρνιών δρα ευνοϊκά μέχρι με τον απογαλακτισμό τους ή συνεχίζεται και κατά την περίοδο αρμέγματος, οπότε έχει ως επακόλουθο την απόληψη μέχρι και 10% περισσότερου γάλακτος.
- iii. Το φύλο και το σωματικό βάρος του αρνιού στη γέννηση. Οι διαφορές ως προς τη ποσότητα του παραγόμενου γάλακτος δεν έχουν εξακριβωθεί πλήρως. Κατά γενικό κανόνα, όμως, τα αρσενικά αρνιά είναι βαρύτερα στη γέννηση από τα θηλυκά. Όταν τα αρνιά γεννιούνται με υψηλό σωματικό βάρος τότε προκαλείται αύξηση της γαλακτοπαραγωγής μέχρι και 10%.
- iv. Το σωματικό μέγεθος και η θρεπτική κατάσταση των προβατινών. Η παραγωγή γάλακτος των μεγαλόσωμων προβατινών είναι περισσότερη από τις μικρόσωμες. Όμως, όταν πρόκειται για ζώα του ίδιου γενοτύπου, τόσο τα αδύνατα, όσο και τα πολύ παχιά παράγουν λιγότερο γάλα από εκείνα που βρίσκονται στη κατάλληλη θρεπτική κατάσταση. Σε ό,τι αφορά τη θρεπτική κατάσταση των προβατινών και την παραγόμενη από αυτές ποσότητα γάλακτος, το επίπεδο της παραγωγής καθορίζεται από το είδος του σιτηρεσίου που καταναλώνουν.
- v. Ο αριθμός της γαλακτικής περιόδου. Με τη πάροδο της ηλικίας η ποσότητα του παραγόμενου γάλακτος κατά την γαλακτική περίοδο αυξάνει. Στο μέγιστο φτάνει κατά την 3^η γαλακτική περίοδο, όπου παραμένει μέχρι και την 6^η και στη συνέχεια μειώνεται.
- vi. Ο αριθμός των κατά 24ωρο αρμεγμάτων. Οι προβατίνες αρμέγονται συνήθως δύο φορές το 24ωρο. Εάν το διάστημα μεταξύ αυτών των δύο αρμεγμάτων υπερβαίνει τις 8 ώρες τότε δε προκύπτει κανένα ουσιαστικό όφελος. Αξίζει να σημειωθεί πως το ίδιο ισχύει και για το επαναληπτικό άρμεγμα μία φορά το 24ωρο. Το επαναληπτικό άρμεγμα του ποιμνίου μόλις τελειώσει το κανονικό πρωινό άρμεγμα, πολύ λίγο αυξάνει την ποσότητα του προσλαμβανόμενου συνολικού γάλακτος.

- vii. Η διατροφή. Από το τελευταίο στάδιο της κυοφορίας μέχρι το τελευταίο στάδιο της γαλακτικής περιόδου η διατροφή επηρεάζει τη γαλακτοπαραγωγική ικανότητα. Η διατροφή ελέγχει τη διάρκεια της γαλακτικής περιόδου, το επίπεδο της γαλακτοπαραγωγής, ακόμα και τη σύνθεση του παραγόμενου στο μαστό γάλακτος. Επιπλέον, η χημική σύνθεση γάλακτος επηρεάζεται και από τη χημική σύνθεση του σιτηρεσίου.
- viii. Ο γονότυπος. Αυτός είναι ο κυριότερος από τους παράγοντες, ο οποίος έχει επίδραση στην γαλακτοπαραγωγική ικανότητα και στα χαρακτηριστικά των προβατινών.
- ix. Η υγεία . Όλα τα νοσήματα προκαλούν και μείωση της γαλακτοπαραγωγής. Ιδιαίτερη προσοχή χρειάζεται στις μαστίτιδες, οι οποίες στις οξείες μορφές τους, μπορούν να προκαλέσουν στέρηση ή απώλεια του μαστικού αδένου, αλλά και την παραγωγή ακατάλληλου γάλακτος στις υποκλινικές μορφές τους.

5. Φυλή Χίου

Τα πρόβατα της φυλής Χίου (Εικόνα 2) προέρχονται από το νησί της Χίου. Τα πρόβατα που εκτρέφονται στα μικρασιατικά παράλια (δηλαδή απέναντι από το νησί της Χίου), ονομάζονται Σακίζ. Θεωρείται πως ίσως η φυλή της Χίου είναι διασταύρωση των εγχώριων ομοιομάλλων λεπτούρων προβάτων με τα μικρασιατικά αναμικτόμαλλα πλατύουρα (Ζυγογιάννης, 2014).



Εικόνα 2: Πρόβατα της φυλής Χίου (<https://astraparis.gr/diaprepei-pantoy-ektos-tis-chioy-to-chiotiko-provato/>)

Στην ηπειρωτική Ελλάδα το Χιώτικο πρόβατο εντοπίζεται κυρίως στην Κεντρική Μακεδονία και συγκεκριμένα στους νομούς Χαλκιδικής, Θεσσαλονίκης, Ημαθίας και Πέλλας. Επίσης, η φυλή εκτρέφεται και στη Μαγνησία, στη Αργολίδα, τη Θάσο και στη τη Δράμα (Ρογδάκης, 2006).

Επιπροσθέτως, τα πρόβατα της φυλής Χίου έχουν ορισμένα χαρακτηριστικά που τα κάνουν να ξεχωρίζουν από της υπόλοιπες φυλές. Αρχικά, είναι μεγαλόσωμα και εκτός από το κεφάλι, τα άκρα, τη κάτω κοιλιακή χώρα, το όσχεο και τον μαστό που είναι εξολοκλήρου μαύρα ή φέρουν μαύρες κηλίδες διαφορετικής έκτασης, τα υπόλοιπα σημεία του σώματος τους είναι λευκά. Τα κριάρια φέρουν αναπτυγμένα ισχυρά ελικοειδή και μαύρα κέρατα. Το επιρρίνιο είναι κυρτό. Τα αυτά είναι σχετικά μεγάλα, κατευθύνονται προς τα πλάγια και κάμπτονται ελαφρά προς τα κάτω. Η ουρά έχει σχήμα κώνου και πλάτος στη βάση της ουράς περίπου 9 cm περίπου. Όμως, πλατιά είναι μόνο κατά το ανώτερο τμήμα της, ενώ το κατώτερο είναι, αναλογικά λεπτό και σχηματίζει μια ανοιχτή έλικα. Αξίζει να σημειωθεί πως αυτό το χαρακτηριστικό παρουσιάζει

μεγάλη παραλλακτικότητα, καθώς, εξαρτάται από την ποσότητα του υποδόριου λίπους που έχει εναποτεθεί (Ζυγογιάννης, 2014, Ρογδάκης, 2006).

Ο μαστός είναι αναπτυγμένος. Μερικές φορές μπορεί να είναι κρεμασμένος με μικρές θηλές. Το κεφάλι, τα άκρα, το κάτω τμήμα του τραχήλου και του κορμού είναι γυμνά, ενώ το υπόλοιπο τμήμα του σώματος καλύπτονται από μαλλί (αδρύ ομοιόμαλλο μέχρι αναμικτόμαλλο). Τέλος, παραλλακτικότητα εντοπίζεται στην πυκνότητα του πόκου και το μήκος των πλοκάμων (Ζυγογιάννης, 2014).

Οι ζυγούρες έχουν τη δυνατότητα να γονιμοποιηθούν από την ηλικία των 8 μηνών, καθώς εμφανίζουν πρόωμη γενετική ωριμότητα. Συνήθως, τα πρόβατα της φυλής αυτής, επειδή εμφανίζουν πρόωμη γενετική ωριμότητα πραγματοποιούν σε 2 χρόνια 3 τοκετούς. Οι πιθανότητες τρίδυμων αρνιών είναι πολλή συνηθισμένη (ο δείκτης πολυδυμίας είναι περίπου 1,6-2,0). Η γαλακτοπαραγωγή διαρκεί περίπου 190 ημέρες και φτάνει τα 275-350 kg γάλακτος. (Ζυγογιάννης, 2014, Ρογδάκης, 2006).

Το γάλα των προβάτων της φυλής Χίου έχει λιποπεριεκτικότητα 7,9%, πρωτεΐνοπεριεκτικότητα 6,2%, λακτόζη 4,66%, συνολικά στερεά 19,08 και τέφρα 0,92 (Μάντης και συν., 2015).

Τέλος, οι αποδόσεις των θηλυκών είναι υψηλές μέχρι την 4η γαλακτική περίοδο. Μετά από αυτό το χρονικό διάστημα τα θηλυκά απομακρύνονται από το ποίμνιο. Επιπρόσθετα, τα πρόβατα της φυλής Χίου σε σχέση με τα περισσότερα ελληνικά πρόβατα έχουν υψηλότερη γαλακτοπαραγωγική ικανότητα. Η φυλή αυτή αποδίδει περισσότερο γάλα, περισσότερα αρνιά και βαρύτερα σφάγια (Ζυγογιάννης, 2014).

6. Γάλα

6.1 Ορισμός γάλακτος

Σύμφωνα με τον Codex Alimentarius του FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), ως γάλα ορίζεται η φυσιολογική έκκριση του μαστού που λαμβάνεται από μία ή περισσότερες αμέλξεις, χωρίς καμία προσθήκη ή αφαίρεση, η οποία προορίζεται να καταναλωθεί ως πόσιμο γάλα ή για περαιτέρω επεξεργασία (Εικόνα 3).

Γαλακτοκομικό προϊόν είναι το προϊόν που προκύπτει από οποιαδήποτε επεξεργασία του γάλακτος, το οποίο μπορεί να περιέχει πρόσθετα ή άλλα συστατικά απαραίτητα για την επεξεργασία του (Καμινारीδης και Μοάτσου, 2009).

Σύμφωνα με τον ελληνικό Κώδικα Τροφίμων και Ποτών (2003) γάλα είναι το απαλλαγμένο από πρωτόγαλα προϊόν της ολοσχερούς, χωρίς διακοπή άμελης υγιούς γαλακτοφόρου ζώου, που ζει και τρέφεται υπό υγιεινούς όρους και δε βρίσκεται σε κατάσταση υπερκόπωσης (Καμινारीδης και Μοάτσου, 2009).



Εικόνα 3: Γάλα (<https://cibum.gr/nea/qiati-oi-anthropoi-katanalonoyh-zoiko-qala/>)

Ως «νωπό γάλα» θεωρείται το γάλα που εκκρίνεται από τους μαστικούς αδένες μιας ή περισσότερων αγελάδων, προβατινών, αιγών ή βουβαλίδων, το οποίο δεν έχει θερμανθεί πέραν των 40°C, ούτε έχει υποβληθεί σε επεξεργασία με ισοδύναμο αποτέλεσμα (Καμινारीδης και Μοάτσου, 2009).

Το γάλα του προβάτου σε σύγκριση με το γάλα της αγελάδας και της αίγας είναι πιο πλούσιο σε στερεά συστατικά. Όμως, αξίζει να σημειωθεί πως η εκατοστιαία αναλογία των συστατικών του εμφανίζει σημαντικές διακυμάνσεις ανάλογα με τη φυλή, τη γαλακτική περίοδο και τη διατροφή (Μάντης και συν., 2015).

6.2 Σύσταση και ποιότητα του γάλακτος

Το γάλα είναι ένα κολλοειδές εναιώρημα που περιέχει γαλακτωματοποιημένα σφαιρίδια λίπους, μία ετερογενή ομάδα πρωτεϊνών, τον υδατάνθρακα λακτόζη, άλατα, βιταμίνες και ένζυμα. Το νερό είναι το συστατικό το οποίο βρίσκεται σε μεγαλύτερη αφθονία στο γάλα. Μέσα στο νερό βρίσκονται σε διασπορά όλα τα συστατικά του γάλακτος και αποτελούν το σύνολο των στερεών συστατικών του (Καμιναρίδης και Μοάτσου, 2009).

Το γάλα εντάσσεται στα βιολειτουργικά τρόφιμα (functional foods), διότι περιέχει μία ποικιλία βιοενεργών συστατικών, όπως για παράδειγμα τις καζεΐνες και τις πρωτεΐνες του ορού. Από διαιτητικής πλευράς, το λίπος, οι πρωτεΐνες, η λακτόζη, τα ανόργανα στοιχεία και οι βιταμίνες είναι τα πιο σημαντικά συστατικά του γάλακτος. Ενώ, τα πιο σημαντικά από οικονομικής πλευράς είναι το λίπος και οι πρωτεΐνες (Ζέρβας, 2013).

Η λακτόζη είναι ο κύριος υδατάνθρακας του γάλακτος. Είναι ένας αναγωγικός δισακχαρίτης καθώς αποτελείται από ένα μόριο γλυκόζης και ένας μόριο γαλακτόζης και βρίσκεται μόνο στο γάλα και πουθενά αλλού στη φύση. Το λίπος του γάλακτος αποτελείται κυρίως από τριγλυκερίδια, λιπαρά οξέα, φωσφολιπίδια, χοληστερόλη, ελεύθερα λιπαρά οξέα και διγλυκερίδια. Τα τριγλυκερίδια και τα λιπαρά οξέα απαντώνται στο γάλα σε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις, ενώ σε μικρότερες συγκεντρώσεις απαντώνται τα φωσφολιπίδια, η χοληστερόλη, τα ελεύθερα λιπαρά οξέα και τα διγλυκερίδια.

Οι πρωτεΐνες του γάλακτος αποτελούνται από τις καζεΐνες και τις πρωτεΐνες του ορού. Η καζεΐνη αποτελεί το 80% των πρωτεϊνών του γάλακτος (αδιάλυτη σε pH 4,6) και το υπόλοιπο 20% αποτελείται από τη πρωτεΐνη του ορού (διαλυτή σε pH 4,6), καθώς και από πολυάριθμες άλλες πρωτεΐνες, όπως είναι τα ένζυμα, τα οποία παρόλο που βρίσκονται σε πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις η δραστηριότητα τους στο γάλα είναι πολύ σημαντική. Τα άλατα του είναι απλά ή σύμπλοκα, και ιονισμένα κατά ένα μέρος. Τα άλατα αποτελούνται από φωσφορικά, κιτρικά, χλωριούχα, θειικά, ανθρακικά και διανθρακικά άλατα των K, Na, Ca και Mg. Τα άλατα του γάλακτος δεν περιγράφονται απολύτως με τους όρους «μεταλλικά» ή «ανόργανα» συστατικά

αφού πολλά από αυτά είναι οργανικά, όπως για παράδειγμα τα κιτρικά (Καμιναρίδης και Μοάτσου, 2009).

Η διατροφή των γαλακτοπαραγωγών μηρυκαστικών είναι ένας από τους πιο σημαντικούς παράγοντες, που επηρεάζουν την ποιότητα του παραγόμενου γάλακτος. Συγκεκριμένα, η διατροφή επηρεάζει άμεσα τη σύνθεση και ειδικότερα τη λιποπεριεκτικότητα του γάλακτος, την περιεκτικότητα του σε πρωτεΐνες, μεταλλικά στοιχεία και βιταμίνες. Επίσης, χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή γιατί εάν οι ζωοτροφές περιέχουν αρωματικές ενώσεις ή τοξικές ουσίες, τότε μέσω της διατροφής των ζώων μπορούν να περάσουν στο γάλα. Επιπλέον, εάν το γάλα που περιέχει αυτές τις ουσίες, χρησιμοποιηθεί για την παρασκευή τυριών, τότε θα επηρεαστούν και τα χαρακτηριστικά της τυροκόμησης του γάλακτος, όπως η πήξη, η απόδοση σε τυρί, ο χρόνος ωρίμανσης και το άρωμα των τυριών (Ζυγογιάννης, 2014).

Πίνακας 3: Μέση χημική σύσταση (%) του γάλακτος διαφόρων ειδών ζώων

Είδος ζώου	Συνολικά Στερεά	Λιπίδια	Καζεΐνες	Πρωτεΐνες ορού	Λακτόζη	Τέφρα
Αγελάδα	12,8	3,9	2,7	0,6	4,6	0,7
Πρόβατο	18,6	7,5	4,4	1,0	4,6	1,0
Αίγα	13,3	4,5	3,0	0,6	4,3	0,8

Στον Πίνακα 3 παρατηρούμε πως το πρόβειο γάλα έχει μεγαλύτερη περιεκτικότητα ως προς τα συνολικά στερεά, τα λιπίδια, τις πρωτεΐνες, τις καζεΐνες και τη τέφρα. Τέλος, η λακτόζη στο αγελαδινό και στο πρόβειο γάλα έχει την ίδια περιεκτικότητα.

6.3 Δομή του γάλακτος

Η δομή είναι ο τρόπος με τον οποίο τα συστατικά του γάλακτος βρίσκονται μέσα στο γάλα. Τα κυριότερα δομικά στοιχεία του γάλακτος είναι τα εξής:

- Στο γάλα η λιπαρή φάση βρίσκεται με τη μορφή μικρών σφαιριδίων, των λιποσφαιριδίων, που αποτελούνται από έναν ετερογενή πυρήνα τριγλυκεριδίων που περιβάλλεται από μεμβράνη πρωτεϊνικής φύσεως. Πλάσμα του γάλακτος ονομάζεται το γάλα, το οποίο είναι χωρίς λιποσφαίρια, και αλλιώς είναι γνωστό με τον όρο άπαχο γάλα.

- Οι καζεΐνικές μικκύλες είναι μικρά τεμαχίδια που αποτελούνται κυρίως από καζεΐνη, νερό, άλατα και ένζυμα. Ορός του γάλακτος ονομάζεται το πλάσμα του γάλακτος ή το άπαχο γάλα χωρίς την καζεΐνη.
- Οι πρωτεΐνες του ορού είναι κυρίως σφαιρικές πρωτεΐνες και βρίσκονται στο γάλα ως μεμονωμένα μόρια ή μικρά ολιγομερή.

Στα διαλυτά συστατικά του γάλακτος περιλαμβάνονται η λακτόζη, τα άλατα, οι βιταμίνες και άλλα μικρά μόρια (Καμιναρίδης και Μοάτσου, 2009).

6.4 Συστατικά γάλακτος

6.4.1 Λιπίδια και λίπος του γάλακτος

Το λίπος του γάλακτος αποτελείται από εστέρες λιπαρών οξέων με ένα μόριο γλυκερόλης. Τα λιπίδια είναι ετερογενείς ουσίες που έχουν στο μόριό τους μια αλειφατική αλυσίδα με μεθυλενικές ομάδες.

Επιπλέον, το γάλα που παράγουν όλα τα θηλαστικά περιέχει λίπος. Η ποσότητα του λίπους διαφέρει πολύ μεταξύ των διάφορων ειδών και εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τις ενεργειακές ανάγκες κάθε είδους. Όμως, για κάθε είδος η λιποπεριεκτικότητα του γάλακτος εξαρτάται από τη φυλή, την ατομικότητα του ζώου, το στάδιο της γαλακτικής περιόδου, την κατάσταση της υγείας του μαστού και τη διατροφή του ζώου (Καμιναρίδης και Μοάτσου, 2009).

Επιπρόσθετα, άλλοι παράγοντες που επηρεάζουν την λιποπεριεκτικότητα του γάλακτος είναι:

- Η ποιότητα των κυτταρινών του σιτηρεσίου
- Η σύνθεση και η δομή των υδατανθράκων του
- Η συνεκτικότητα και το μέγεθος των κυτταρινούχων τμημάτων του
- Η περιεκτικότητα σε λίπος του σιτηρεσίου
- Η συγκέντρωση σε αυτό του χορηγούμενου συμπληρωματικά, ενδεχομένως, λίπους
- Η ποιότητα του προσλαμβανόμενου λίπους

Κάποιοι ερευνητές υποστηρίζουν πως υπάρχει θετική συσχέτιση μεταξύ της επίδρασης της συγκέντρωσης των πρωτεϊνών του σιτηρεσίου στη λιποπεριεκτικότητα του παραγόμενου γάλακτος, ενώ κάποιοι άλλοι υποστηρίζουν το αντίθετο. Αξίζει να σημειωθεί πως όταν χορηγείται στα ζώα μη πρωτεϊνικό άζωτο (ουρία), τότε μειώνεται η λιποπεριεκτικότητα του

γάλακτος και αυξάνεται η συγκέντρωση των ακόρεστων λιπαρών οξέων του λίπους (Ζυγογιάννης, 2014).

Ωστόσο, στα πρόβατα έχει διαπιστωθεί πως όταν αυξάνονται οι κυτταρίνες του σιτηρεσίου τους, τότε δε συμβαίνει πάντα βελτίωση της λιποπεριεκτικότητας του γάλακτος. Όσο περισσότερο αυξάνεται η παρουσία των κυτταρινών στο σιτηρέσιο, τόσο μειώνεται η προσλαμβανόμενη ενέργεια από τα ζώα. Οπότε, εμφανίζει αρνητική επίδραση στη γαλακτοπαραγωγή και θετική επίδραση στη λιποπεριεκτικότητα του παραγόμενου γάλακτος. Όμως, αξίζει επισημανθεί πως η βελτιωμένη λιποπεριεκτικότητα του γάλακτος δεν αναπληρώνει την απώλεια της παραγόμενης ποσότητας λίπους και πρωτεϊνών που προέρχεται από την μειωμένη γαλακτοπαραγωγή (Ζυγογιάννης, 2014).

Όσον αφορά στα λιπίδια του πρόβειου γάλακτος δε υπάρχουν ουσιαστικές διαφορές με αυτά του αγελαδινού γάλακτος. Τα γαλακτοκομικά προϊόντα που παρασκευάζονται από το πρόβειο γάλα έχουν ιδιαίτερα οργανοληπτικά και διατροφικά χαρακτηριστικά, λόγω των λιπιδίων που περιέχουν. Τα λιπίδια βρίσκονται με τη μορφή λιποσφαιριδίων, έχουν μέση διάμετρο μικρότερη από 3,5μm και είναι τα μικρότερα σε μέγεθος σε σχέση με όλα τα άλλα μηρυκαστικά. Το μικρό μέγεθος των λιποσφαιριδίων αυξάνει την επιφάνεια δράσης των λιπασών κατά την πέψη. Η δομή και η σύνθεση της μεμβράνης των λιποσφαιρίων του πρόβειου γάλακτος είναι παρόμοια με εκείνη του αγελαδινού και αίγειου γάλακτος. Επίσης, αντιπροσωπεύει περίπου το 1% του συνολικού όγκου των λιπιδίων του γάλακτος. Το βούτυρο και τα τυριά που προέρχονται από αιγοπρόβειο γάλα είναι λευκά (σε σχέση με τα αγελαδινά που είναι κίτρινα-υποκίτρινα) διότι τα λιποσφαιρίδια έχουν μικρότερο μέγεθος και απουσιάζουν τα καροτενοειδή (Μάντης και συν., 2015).

Πίνακας 4: Τα κυριότερα λιπαρά οξέα των λιπιδίων του πρόβειου γάλακτος

Λιπαρό οξύ	Λιπαρά οξέα (%)
<u>Κορεσμένα (SFA)</u>	
Βουτυρικό (C _{4:0})	3,1-3,9
Καπρονικό (C _{6:0})	2,7-3,4
Καπρυλικό (C _{8:0})	2,1-3,3
Καπρινικό (C _{10:0})	5,5-9,7
Λαυρικό (C _{12:0})	3,5-4,9
Μυριστικό (C _{14:0})	9,9-10,7
Παλμιτικό (C _{16:0})	22,5-28,2

Στεατικό (C _{18:0})	8,5-11,0
<u>Μονοακόρεστα (MUFA)</u>	
Παλμιτελαϊκό (C _{16:1})	0,7-1,3
Ελαϊκό (C _{18:1})	15,3-19,8
<u>Πολυακόρεστα (PUFA)</u>	
Λινελαϊκό (C _{18:2})	1,9-2,5
Συζευγμένο λινελαϊκό (C _{18:2})	0,6-1,0
Λινολενικό (C _{18:3})	0,5-1,0

Το λίπος βρίσκεται στο γάλα με τη μορφή γαλακτωματοποιημένων σφαιρικών σωματιδίων διαμέτρου 0,1-10μm, τα οποία περιβάλλονται από μία μεμβράνη και ονομάζονται λιποσφαίρια. Στην ουσία το γάλα είναι ένα γαλάκτωμα λίπους σε νερό, όπου τα λιποσφαίρια είναι διασπαρμένα στη συνεχή φάση του ορού του γάλακτος. Έτσι, το λίπος μπορεί να διαχωριστεί εύκολα από τα υπόλοιπα συστατικά του με φυσικές μεθόδους. Τέτοιες μέθοδοι είναι ο φυγοκεντρικός διαχωρισμός. Επιπλέον, το λίπος του γάλακτος είναι πολύ σημαντικό συστατικό, καθώς:

- Ο κύριος ρόλος του είναι να αποτελεί πηγή ενέργειας καθώς και βασικών δομικών υλών για τις κυτταρικές μεμβράνες των νεογέννητων όλων των ειδών θηλαστικών.
- Είναι πηγή απαραίτητων λιπαρών οξέων (λινελαϊκό οξύ C_{18:2}) και λιποδιαλυτών βιταμινών (A, D, E, K).
- Διαμορφώνει τα ρεολογικά και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των γαλακτοκομικών προϊόντων.
- Έχει τεράστια οικονομική σημασία διότι το λίπος καθορίζει τη τιμή του γάλακτος. (Καμιναρίδης και Μοάτσου, 2009)

6.4.1.1 Χημικές ιδιότητες των λιπιδίων του γάλακτος

Τα λιπίδια του γάλακτος αποτελούνται από:

1. Τριγλυκερίδια (~98% των συνολικών λιπιδίων).
2. Το 1% αποτελείται από φωσφολιπίδια (~0,6% των συνολικών λιπιδίων), μικρή ποσότητα δι-γλυκεριδίων (~0,35% των συνολικών λιπιδίων), μονο-γλυκεριδίων (~0,03% των συνολικών λιπιδίων) και ελεύθερων λιπαρών οξέων.

3. Επιπρόσθετα, τα λιπίδια του γάλακτος αποτελούνται από μη-σαπωνοποιημένα συστατικά (λιγότερο από 1%).

Η αναλογία των λιπαρών οξέων C8:0-C14:0 είναι μεγαλύτερη στο πρόβειο και το αίγιο γάλα σε σχέση με το αγελαδινό γάλα (Πίνακας 4). Το λίπος των μηρυκαστικών περιέχει σε μεγάλη αναλογία μικρού M.B. λιπαρά οξέα (~10-25% του λίπους). Χαρακτηριστικό του γάλακτος των μηρυκαστικών είναι το βουτυρικό ή βουτανοϊκό οξύ. Το βουτυρικό ή βουτανοϊκό οξύ δε υπάρχει σε άλλο φυσικό λίπος. Έτσι, ο αριθμός σαπωνοποίησης του λίπους του γάλακτος είναι μεγάλος. Όταν στα ελεύθερα λιπαρά οξέα κυριαρχούν τα μικρού M.B., κυρίως το βουτυρικό και το καπροϊκό, δημιουργούνται δυσάρεστες ταγγές γεύσεις (Καμιναρίδης και Μοάτσου, 2009).

6.4.1.2 Βιοσύνθεση του λίπους του γάλακτος

Σε όλα τα είδη των θηλαστικών η βασική πρόδρομη ένωση για τη σύνθεση των λιπαρών οξέων είναι το ακετυλο-CoA. Η πρόδρομη αυτή ένωση προέρχεται από τη γλυκόζη στα μη μηρυκαστικά, ενώ στα μηρυκαστικά προέρχεται από το οξικό και το β-υδροξυβουτυρικό, τα οποία παράγονται από τη ζύμωση των υδατανθράκων από τη μικροχλωρίδα του πεπτικού συστήματος. Στο μαστό πραγματοποιείται ένα μέρος της βιοσύνθεσης των λιπαρών οξέων των τριγλυκεριδίων του γάλακτος (Καμιναρίδης και Μοάτσου, 2009).

Η προέλευση των συστατικών των τριγλυκεριδίων του γάλακτος είναι :

1. C18:0 (στεατικό οξύ), C18:1 (ελαϊκό), C18:2 και το 50% των C16, C16:1 (παλμιτελαϊκό) παλμιτικού (C16:0) παραλαμβάνονται στο μαστό από τα λιπίδια του αίματος, τα οποία με τη σειρά τους προέρχονται από τα λιπίδια της τροφής των ζώων.
2. C4:0-C14:0 και το 50% των C16 βιοσυντίθενται στο μαστό σε μεγάλες ποσότητες με πρόδρομες ενώσεις, το οξικό και το β-υδροξυβουτυρικό.
3. Η γλυκερόλη των τριγλυκεριδίων προέρχεται από την υδρόλυση των λιπιδίων του αίματος, από τη γλυκόζη και σε μικρό ποσοστό είναι ελεύθερη γλυκερόλη του αίματος. Η εστεροποίηση γίνεται στο μαστό, με τη βοήθεια ενζύμων του ενδοπλασματικού δικτύου.

Η σύνθεση του λίπους επηρεάζεται μέσω του είδους της διατροφής των ζώων. Όταν η διατροφή βασίζεται σε συμπυκνώματα, τότε μειώνεται η παραγωγή οξικού οξέος, και επομένως, το γάλα περιέχει λιγότερο λίπος, καθώς και λιγότερα μικρού βάρους λιπαρά οξέα.

Ο μηχανισμός έκκρισης των λιποσφαιριδίων είναι μοναδικός και δεν έχει ακόμη πλήρως διερευνηθεί (Καμιναρίδης και Μοάτσου, 2009).

6.4.1.3 Αλλοιώσεις του λίπους του γάλακτος

6.4.1.4 Λιπόλυση-Υδρολυτική τάγγιση

Λιπόλυση είναι η διάσπαση των τριγλυκεριδίων του λίπους του γάλακτος σε γλυκερόλη και ελεύθερα λιπαρά οξέα. Το βουτυρικό και το καπροϊκό εξαιτίας των μεγάλων συγκεντρώσεων πτητικών ελεύθερων λιπαρών οξέων μικρού μοριακού βάρους δημιουργούν έντονη ταγγή γεύση κα άρωμα. Η λιπόλυση αδρανοποιείται κατά τη παστερίωση του γάλακτος. Στο γάλα η λιπόλυση είναι ανεπιθύμητη, ενώ στη τυροκομία η ελεγχόμενη λιπόλυση είναι μία επιθυμητή διεργασία, διότι τα λιπαρά οξέα που απελευθερώνονται συμβάλλουν στη διαμόρφωση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών των τυριών (Καμιναρίδης και Μοάτσου, 2009).

Οι διάφοροι χειρισμοί στο νωπό γάλα μπορούν να καταστρέψουν τη μεμβράνη των λιποσφαιριδίων. Οι χειρισμοί οι οποίοι συμβάλλουν στην αποφυγή της λιπόλυσης στο νωπό γάλα είναι ο κύκλος ψύξης του γάλακτος, η θέρμανση στους 30°C και η ψύξη. Όταν τα ζώα βρίσκονται στο τέλος της γαλακτικής περιόδου και όταν είναι αυξημένος ο αριθμός των αμέλξεων τους, τότε η λιπόλυση αυξάνεται και οι αποδόσεις του ζώου σε γάλα μειώνονται (Καμιναρίδης και Μοάτσου, 2009).

6.4.1.5 Οξείδωση

Η οξείδωση του λίπους του γάλακτος δημιουργεί μία χαρακτηριστική μεταλλική γεύση, ενώ το βούτυρο έχει ακόμη δυσμενέστερα αποτελέσματα και δημιουργεί ελαιώδη, στεατώδη γεύση. Η οξείδωση των λιπών είναι μία αυτόματη καταλυτική αντίδραση (αυτοοξείδωση) στην οποία εμπλέκονται οι παρακείμενες μεθυλενικές ομάδες των διπλών δεσμών των ακόρεστων λιπαρών οξέων. Είναι μια αλυσιδωτή αντίδραση η οποία εξελίσσεται σε 3 φάσεις. Η πρώτη φάση είναι η εκκίνηση, η δεύτερη φάση είναι η διαδοχή και η τρίτη φάση είναι ο τερματισμός.

Η φάση της εκκίνησης είναι αργή και καταλύεται από μέταλλα, όπως ο χαλκός και ο σίδηρος ή η UV ακτινοβολία (φως) ή ορισμένα ενδογενή (φυσικά) ένζυμα του γάλακτος (για παράδειγμα ξανθίνη-οξειδάση). Κατά τη φάση της διάδοσης τα υδροϋπεροξειδία δεν έχουν

γεύση-άρωμα, είναι ασταθή και διασπώνται προς ακόρεστες αλδεΐδες και κετόνες με έντονη γεύση και άρωμα. Κατά τον τερματισμό δημιουργούνται νέα σταθερά προϊόντα.

Η αυτο-οξειδωση ξεκινά συνήθως από τα φωσφολιπίδια της μεμβράνης των λιποσφαιριδίων, όπου εκεί συνυπάρχουν τα πολυακόρεστα λιπαρά οξέα και ο χαλκός, καθώς και ένζυμα όπως η ξανθίνη-οξειδάση. Η ποσότητα του χαλκού που υπάρχει υπό φυσιολογικές συνθήκες στα λιποσφαίρια είναι 10μg ανά 100g. Παρ' όλα αυτά, διεργασίες όπως η θέρμανση μέχρι και τα επίπεδα παστερίωσης και η οξίνιση, μπορεί να προκαλέσουν μεταφορά χαλκού από το πλάσμα του γάλακτος προς τη μεμβράνη των λιποσφαιριδίων. Η οξειδωση του λίπους στο γάλα προκαλεί μεταλλική γεύση και στο βούτυρο προσδίδει ελαιώδη, στεατώδη γεύση.

Το φαινόμενο της αυτο-οξειδωσης μπορεί να αποφευχθεί:

- Χρησιμοποιώντας ανοξειδωτο χάλυβα σε όλες τις επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με το γάλα.
- Αποφεύγοντας την έκθεση του γάλακτος και των προϊόντων του στο φως με τη χρήση της κατάλληλης συσκευασίας.
- Ενισχύοντας μέσω της διατροφής των ζώων τη παρουσία φυσικών αντιοξειδωτικών. Τέτοια φυσικά αντιοξειδωτικά είναι οι τοκοφερόλες (βιταμίνη E) και το β-καροτένιο στο γάλα.

Όταν το ασκορβικό οξύ (βιταμίνη C) βρίσκεται σε χαμηλές συγκεντρώσεις στο γάλα τότε μπορεί να θεωρηθεί πως είναι ένα φυσικό αντιοξειδωτικό του γάλακτος. Αντίθετα, όταν βρίσκεται σε συγκεντρώσεις υψηλότερες από αυτές μπορεί να δράσει ως συνεργατικός παράγοντας. Επιπλέον, ως φυσικό αντιοξειδωτικό συστατικό του γάλακτος δρα και το ενδογενές ένζυμο δισμουτάση των υπεροξειδίων (SOD) (Καμιναρίδης και Μοάτσου, 2009). Μερικά άλλα φυσικά αντιοξειδωτικά είναι οι βιταμίνες E και C (Halliweell, 1996).

Εκτός από τα φυσικά αντιοξειδωτικά, ως περιοριστικοί παράγοντες του φαινομένου της αυτοοξειδωσης, μπορούν να δράσουν ενώσεις που παράγονται κατά τη θέρμανση του γάλακτος σε υψηλές θερμοκρασίες, όπως το H₂S και τα προϊόντα της αντίδρασης Maillard. Αξιοσημείωτο είναι ότι σε προϊόντα με χαμηλή περιεκτικότητα σε οξυγόνο, όπως τα ζυμωμένα γάλατα και το τυρί, οι συνθήκες δεν ευνοούν την εμφάνιση του φαινομένου αυτού (Καμιναρίδης και Μοάτσου, 2009).

6.5 Πρωτεΐνες του γάλακτος

Τα αζωτούχα συστατικά του γάλακτος αποτελούνται κατά 95% από πρωτεϊνικής φύσεως συστατικά, ενώ το υπόλοιπο 5% είναι αζωτούχα συστατικά μικρού μοριακού βάρους. Οι πρωτεΐνες του γάλακτος συγκροτούν ένα πολύπλοκο μίγμα, του οποίου τα επιμέρους συστατικά απομονώνονται δύσκολα. Οι πρωτεΐνες έχουν μοναδικές ιδιότητες καθώς μετατρέπουν το γάλα σε προϊόντα με εντελώς διαφορετικές ιδιότητες. Τέτοια προϊόντα είναι το τυρί και το γιαούρτι. Επίσης, έχουν υψηλή διατροφική αξία καθώς προσδίδουν απαραίτητα αμινοξέα στον οργανισμό. Υπάρχουν διαφορές στο γάλα ως προς τη ποσότητα των συνολικών ή των επιμέρους πρωτεϊνών μεταξύ των διαφορετικών φυλών αλλά και διαφορετικών ατόμων της ίδιας φυλής (Καμιναρίδης και Μοάτσου, 2009).

Η περιεκτικότητα κάθε είδους γάλακτος σε αζωτούχα συστατικά επηρεάζεται από τη φυλή και την ατομικότητα του ζώου, το στάδιο της γαλακτικής περιόδου, την κατάσταση υγείας του μαστού και τη διατροφή του ζώου. Η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες εξαρτάται από το είδος του ζώου (Καμιναρίδης και Μοάτσου, 2009, Μάντης και συν., 2015).

Επίσης, η περιεκτικότητα των πρωτεϊνών του γάλακτος που παράγεται από τα μηρυκαστικά εξαρτάται από:

- Την ενεργειακή αξία του χορηγούμενου σιτηρεσίου
- Την περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες και λίπος
- Την ποιότητα των περιεχομένων πρωτεϊνών και λίπους

Η συγκέντρωση των πρωτεϊνών στο γάλα του προβάτου είναι 4,7-6,6%. (Μάντης και συν., 2015). Η διαχείριση, διατροφικά, των πρωτεϊνών του γάλακτος είναι πολύ δυσκολότερη από ό,τι εκείνη του λίπους (Ζυγογιάννης, 2014).

6.5.1 Κατηγορίες πρωτεϊνών γάλακτος

Οι πρωτεΐνες του γάλακτος αποτελούνται από δυο μεγάλες κατηγορίες. Αυτές είναι οι καζεΐνες και οι πρωτεΐνες του ορού. Οι καζεΐνες καταβυθίζονται στο γάλα και έτσι είναι αδιάλυτες σε pH 4,6 στους 20°C και αποτελούν περίπου το 80% του συνόλου των πρωτεϊνών (στο πρόβειο γάλα το κύριο κλάσμα των πρωτεϊνών κυμαίνεται από 76-83%). Αντίθετα, οι πρωτεΐνες του ορού δεν καταβυθίζονται στο γάλα και παραμένουν διαλυτές στον ορό του γάλακτος. Αποτελούν το 20% του συνόλου των πρωτεϊνών (Καμιναρίδης και Μοάτσου, 2009, Μάντης, και συν., 2015).

Τόσο στο αγελαδινό όσο στο πρόβειο γάλα, οι καζεΐνες απαντούν με τη μορφή συμπλόκων μορίων των α_{s1} -, α_{s2} -, β - και κ -καζεΐνών και καλούνται μικκέλες . Οι μικκέλες βρίσκονται σε κολλοειδή διασπορά στην υδατινή φάση. Η διάμετρος των μικκελών του πρόβειου γάλακτος (~200nm) είναι μεγαλύτερη από αυτή του αγελαδινού γάλακτος. Οι πρωτεΐνες του ορού αποτελούν το 17-22% του συνόλου του πρόβειου γάλακτος (Μάντης και συν., 2015).

Πίνακας 5: Κατηγοριοποίηση πρωτεϊνών

ΠΡΩΤΕΙΝΕΣ	
Καζεΐνες	Πρωτεΐνες του ορού
α_{s1} -καζεΐνη	β -γαλακτογλοβουλίνη
α_{s2} -καζεΐνη	α -γαλακτοαλβουμίνη
β -καζεΐνη	Αλβουμίνη ορού
κ -καζεΐνη	Πρωτεόζες-πεπτόνες
γ -καζεΐνη	Ανοσογλοβουλίνες (IgG, IgA, IgM)
	Λακτοφερίνη
	Άλλες πρωτεΐνες

Στον Πίνακα 5 απεικονίζονται οι κατηγορίες πρωτεϊνών. Στο πρόβειο γάλα η α_{s1} -καζεΐνη αποτελεί το 52%, α_{s2} -καζεΐνη το 5%, η β -καζεΐνη το 32% και η κ -καζεΐνη το 11% του συνόλου (Μάντης και συν., 2015).

6.6 Λακτόζη

Η λακτόζη είναι ο κύριος υδατάνθρακας του γάλακτος των περισσότερων θηλαστικών ζώων. Είναι ένας δισακχαρίτης που απαντάται στο γάλα και πουθενά αλλού στη φύση. Συντίθεται από τις μεμβράνες των οργανιδίων Golgi των γαλακτικών κυττάρων του μαστού από τη γλυκόζη του αίματος και μπορεί να παραληφθεί από το γάλα με κρυστάλλωση. Η λακτόζη είναι σημαντική για το γάλα και τα προϊόντα του, και τους προσδίδει μια ελαφριά γλυκιά γεύση. Επίσης, διαμορφώνει και το χρώμα των γαλακτοκομικών προϊόντων που υφίσταται θερμική επεξεργασία (Αντίδραση Maillard). Αποτελεί πηγή ενέργειας για τον οργανισμό του ανθρώπου. Ενισχύει την απορρόφηση ορισμένων μεταλλικών στοιχείων από τη μεμβράνη του εντέρου. Τέτοια μεταλλικά στοιχεία είναι το Ca, Mg, Fe, Co, Zn. Αποτελεί την κύρια πηγή άνθρακα των οξυγαλακτικών βακτηρίων που αφθονούν στο γάλα και πολλαπλασιάζονται γρήγορα σε θερμοκρασία περιβάλλοντος. Το αποτέλεσμα της ζύμωσης αυτής είναι είτε θετικό, όπου μπορούν να παραχθούν ζυμώμενα γαλακτομικά προϊόντα με

ιδιαίτερα χαρακτηριστικά, όπως το γιαούρτι και τα τυριά, είτε αρνητικό και να προκληθεί ανεπιθύμητη οξίνιση του γάλακτος.

Η συγκέντρωση της λακτόζης επηρεάζεται κυρίως από το στάδιο της γαλακτικής περιόδου και από την κατάσταση της υγείας του μαστού. Επίσης, δε επηρεάζεται σημαντικά από τη φυλή, την ατομικότητα και τη διατροφή του ζώου. Προς το τέλος της γαλακτικής περιόδου η λακτόζη μειώνεται σε αντίθεση με το λίπος και τις πρωτεΐνες του γάλακτος, όπου συμβαίνει το αντίθετο. Επίσης, η λακτόζη μειώνεται όταν τα σωματικά κύτταρα είναι αυξημένα (Καμιναρίδης και Μοάτσου, 2009).

6.7 Άλατα

Τα άλατα (οργανικά και ανόργανα) βρίσκονται ή μπορούν να βρεθούν στο γάλα ως ιόντα ή σε ισορροπία με ιόντα. Τα άλατα του γάλακτος προέρχονται από το αίμα, αλλά αξίζει να σημειωθεί πως οι αναλογίες τους διαφέρουν. Για παράδειγμα η αναλογία K/Na στο αίμα είναι 0,05, ενώ στο γάλα είναι ~2,20, η συγκέντρωση στο χλωρίο στο αίμα είναι ~100mM, ενώ στο γάλα είναι ~30mM (Καμιναρίδης και Μοάτσου, 2009, Μάντης, και συν 2015).

Στο Πίνακα 6 παρουσιάζονται οι συγκεντρώσεις των ανόργανων στοιχείων του πρόβειου, του αίγειου και του αγελαδινού γάλακτος. Παρατηρείται πως το πρόβειο γάλα έχει μεγαλύτερη συγκέντρωση ασβεστίου, μαγνησίου, φωσφόρου, σιδήρου, χαλκού και ψευδαργύρου σε σχέση με το αίγειο και το αγελαδινό γάλα (Καμιναρίδης και Μοάτσου, 2009, Μάντης, και συν 2015).

Πίνακας 6: Μέση συγκέντρωση ανόργανων στοιχείων (mg/l) του γάλακτος προβάτου, αίγας και αγελάδας

Ανόργανα συστατικά	Πρόβειο	Γίδινο	Αγελαδινό
Νάτριο	440	380	450
Κάλιο	1360	1900	1500
Χλώριο	1600	1600	950
Ασβέστιο	1930	1260	1200
Μαγνήσιο	180	130	120
Φώσφορος	1580	970	920
Σίδηρος	0,80	0,55	0,46

Χαλκός	0,40	0,30	0,22
Ψευδάργυρος	5,70	3,40	3,80
Μαγγάνιο	0,07	0,08	0,06
Ιώδιο	0,20	0,08	0,07

(Μάντης, και συν., 2015).

Τα άλατα χωρίζονται σε δύο κατηγορίες:

- Τα κύρια άλατα, τα οποία βρίσκονται στο γάλα σε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις και δεν επηρεάζονται από την διατροφή. Σε αυτά τα άλατα περιλαμβάνονται:
 - Ca
 - P
 - Mg
 - K
 - Na
 - Cl
 - S

με κιτρικές, χλωριούχες, θειϊκές και ανθρακικές ρίζες (Ζυγογιάννης, 2014).

Τα δευτερεύοντα άλατα, βρίσκονται στο γάλα σε πολύ μικρές συγκεντρώσεις και επηρεάζονται από την διατροφή. Περιέχουν περίπου 20 ανόργανα στοιχεία. Μερικά από αυτά είναι:

- Ο ψευδάργυρος
- Ο χαλκός
- Ο σίδηρος
- Ο μόλυβδος
- Το μαγγάνιο
- Το βρώμιο
- Το ιώδιο
- Ο κασσίτερος
- Το αρσενικό κ.λπ.

(Ζυγογιάννης, 2014)

Το είδος του ζώου έχει επίδραση στη σύσταση των αλάτων του γάλακτος. Στο πρόβειο και στο βουβαλίσιο γάλα η περιεκτικότητα σε ασβέστιο και φώσφορο είναι σημαντικά υψηλότερη από αυτή του αγελαδινού και του αίγιου. Εντός του ίδιου είδους ζώου επηρεάζεται από τη φυλή, το στάδιο της γαλακτικής περιόδου, τη διατροφή και τη κατάσταση υγείας του μαστού (Καμιναρίδης και Μοάτσου, 2009).

Η συγκέντρωση των ανόργανων στοιχείων στο γάλα επηρεάζει το σημείο πήξεώς του. Έχει μεγάλη σημασία επειδή χρησιμοποιείται ως δείκτης νοθείας του γάλακτος με νερό. Επίσης, στα ζώα που έχουν μαστίτιδα κατά το τελευταίο στάδιο της γαλακτικής περιόδου παρατηρείται μία μικρή μείωση του σημείου πήξεως του γάλακτος. Αυτή η μικρή μείωση είναι αμελητέα και θεωρείται αποδεκτή. Τα διαφορετικά σιτηρέσια που χρησιμοποιούνται για τη διατροφή των ζώων προκαλούν αποκλίσεις από τις φυσιολογικές τιμές του σημείου πήξεως του γάλακτος (Ζυγογιάννης, 2014).

Τέλος, η θρεπτική αξία του γάλακτος εξαρτάται από τη συγκέντρωση των ανόργανων συστατικών. Για παράδειγμα μία μικρή μείωση της συγκέντρωσης των ανόργανων στοιχείων στο γάλα υπάρχει πιθανότητα να επηρεάσει τη θρεπτική αξία του γάλακτος (Ζυγογιάννης, 2014).

6.7.1 Παράγοντες που επηρεάζουν τα επίπεδα των κύριων αλάτων του γάλακτος

Ο κύριος παράγοντας που επηρεάζει την περιεκτικότητα σε κύρια άλατα του γάλακτος είναι το είδος του ζώου. Όμως, για το ίδιο είδος ζώου τα άλατα διαφοροποιούνται ανάλογα με τη φυλή αλλά και την ατομικότητα του κάθε ζώου. Το στάδιο της γαλακτικής περιόδου επηρεάζει επίσης τη συγκέντρωση των κύριων αλάτων του γάλακτος. Το γάλα στην αρχή της γαλακτικής περιόδου καθώς και το πρωτόγαλα είναι πλούσια σε Ca, P, Mg, Cl και Na. Καθώς, προχωρά η γαλακτική περίοδος η συγκέντρωση αυτών των στοιχείων μειώνεται μέχρι ενός σημείου και έπειτα παραμένει σταθερή. Στο τέλος της γαλακτικής περιόδου το γάλα είναι πλούσιο πρωτίστως σε Ca και Cl και δευτερευόντως σε Na και P (Καμιναρίδης και Μοάτσου, 2009).

Πρέπει να σημειωθεί πως οι μεταβολές των Cl και του Na είναι παράλληλες και αντίθετες με αυτές του K. Οι ασθένειες του μαστού (μαστίτιδες) επηρεάζουν τη σύσταση των αλάτων με αποτέλεσμα να μεταβάλλεται η σύσταση του γάλακτος. Επιπλέον, ο αριθμός των σωματικών κυττάρων αυξάνεται, οπότε τα συνολικά στερεά και ιδιαίτερα η λακτόζη μειώνεται, και παρατηρείται αύξηση του χλωρίου, του νατρίου και του pH (Καμιναρίδης και Μοάτσου, 2009).

Τα κύρια άλατα επηρεάζονται κυρίως από την περιεκτικότητα σε ιχνοστοιχεία και ελάχιστα από την διατροφή. Ακόμη, η παρατεταμένη έλλειψη Ca και P μπορεί να ελαττώσει τη γαλακτοπαραγωγή, αλλά δεν αλλάζει τη σύσταση του γάλακτος, καθώς το ζώο χρησιμοποιεί τα αποθέματα του οργανισμού του ως ρυθμιστικό μηχανισμό. Η επίδραση της εποχής του έτους δεν είναι γενικά σημαντική. Τα ανόργανα συστατικά στο γάλα επηρεάζονται από την ανάπτυξη των οξυγαλακτικών βακτηρίων. Συγκεκριμένα, η ζύμωση της λακτόζης και η παραγωγή γαλακτικού οξέος εμπλουτίζει το γάλα με ιόντα (Καμιναρίδης και Μοάτσου, 2009).

6.8 Αρωματικές ουσίες

Οι αρωματικές ουσίες είναι ουσίες με πτητικές χημικές ενώσεις, δηλαδή περιέχουν πολυφαινόλες ή διακλαδισμένα λιπαρά οξέα. Οι ουσίες αυτές επηρεάζουν το άρωμα των τυριών και χρειάζονται ιδιαίτερη προσοχή. Πάνω από 100 έχουν ανιχνευτεί στο πρόβειο γάλα, όμως, μόνο 16 επιδρούν στο άρωμα των τυριών (Ζυγογιάννης, 2014).

Ανάλογα με το σιτηρέσιο που προσλαμβάνουν τα ζώα, η συγκέντρωση και ο τύπος των αρωματικών χημικών ενώσεων διαφέρουν. Η βόσκηση ζώων σε λειμώνα με χαρακτηριστική ειδική βοτανική σύνθεση διοχετεύει στο παραγόμενο από αυτά γάλα τις ουσίες εκείνες που ευθύνονται για το χαρακτηριστικό ευχάριστο άρωμα ορισμένων τυπικών τυριών. Για παράδειγμα τέτοιες ουσίες είναι οι πολυφαινόλες του φυτού *Thymus herba Banora* (Loisel grass), οι πτητικές αρωματικές ουσίες β-pinene, p-cymene, γ-terpinene και cuminaldehyde των σπόρων του φυτού *Cuminum cuminun*, και οι αρωματικές ουσίες (τερπένια) των δικοτυλήδων φυτών *Asperula odoratum* και *Geranium mole*, τα οποία, μεταφερόμενα στο γάλα, προσδίδουν στο τυρί το χαρακτηριστικό τους ευχάριστο άρωμα (Ζυγογιάννης, 2014).

Επίσης, η διατροφή των ζώων με καλής ποιότητας ζωοτροφές έχει ως επακόλουθο, τη μεταφορά επιθυμητών ουσιών στο γάλα. Οι ανεπιθύμητες οσμές στο γάλα επηρεάζονται από τη ποσότητα και τη ποιότητα των ζωοτροφών. Συμπερασματικά, εάν η διατροφή επηρεάσει τη σύνθεση σε λιπαρά οξέα του λίπους του γάλακτος, τότε θα επηρεάζει και το άρωμα των παραγόμενων γαλακτοκομικών προϊόντων (Ζυγογιάννης, 2014).

7. Αντιοξειδωτικά στη διατροφή των ζώων

Αυξημένο ενδιαφέρον παρουσιάζει ο ρόλος της χρήση των αντιοξειδωτικών στη διατροφή. Τα αντιοξειδωτικά χρησιμοποιούνται για να παρατείνουν τη διάρκεια ζωής και να διατηρήσουν τη διατροφική ποιότητα των τροφίμων που περιέχουν λιπίδια αλλά και για τη ρύθμιση των συνεπειών της οξειδωτικής βλάβης στο ανθρώπινο σώμα (Halliwell et al., 1995). Αξίζει να σημειωθεί πως τα συμπληρώματα διατροφής με αντιοξειδωτικά θα μπορούσαν δυνητικά να βελτιώσουν τη κατάσταση της υγείας και τις αποδόσεις των ζώων (Salami et al, 2016). Τέτοια συμπληρώματα είναι οι βιταμίνες και τα μέταλλα (Yang et al, 2015). Επιπρόσθετα, τα αντιοξειδωτικά είναι ιδιαίτερα αποδεχτά από τους καταναλωτές (Serra et al, 2021).

Τα αντιοξειδωτικά είναι ουσίες που παρεμποδίζουν την αντίδραση μεταξύ οξυγόνου του αέρα και ορισμένων συστατικών των τροφίμων, κυρίως λιπών, αποτρέποντας τον κίνδυνο μιας ανεπιθύμητης μεταβολής της ποιότητας τους ή, ακόμα, και της ολικής καταστροφής τους. Επίσης στοχεύουν στην προστασία ευαίσθητων στην επίδραση του οξυγόνου βιταμινών, του αρώματος και του χρωματισμού των τροφίμων. Ως αντιοξειδωτικά, σύμφωνα με το κανονισμό 1333/2008, χαρακτηρίζονται ουσίες οι οποίες παρατείνουν το χρόνο διατήρησης των τροφίμων προστατεύοντας τα από αλλοιώσεις που προκαλούνται από την οξείδωση, όπως το τάγγισμα των λιπών και οι μεταβολές του χρώματος (Γεωργάκης, 2014).

Σαν αντιοξειδωτική χαρακτηρίζεται κάθε ουσία που, όταν υπάρχει σε χαμηλές συγκεντρώσεις σε σύγκριση με το οξειδώσιμο υπόστρωμα, καθυστερεί σημαντικά ή αποτρέπει την οξείδωση αυτού του υποστρώματος. Ο όρος «οξειδώσιμο υπόστρωμα» περιλαμβάνει σχεδόν οτιδήποτε βρίσκεται στα τρόφιμα και τους ζωντανούς ιστούς, συμπεριλαμβανομένων των πρωτεϊνών, των λιπιδίων, των υδατανθράκων και του DNA. Μια ένωση μπορεί να ασκήσει αντιοξειδωτικές δράσεις *in vivo* ή σε τρόφιμα αναστέλλοντας τη δημιουργία ενεργών μορφών οξυγόνου (Reactive Oxygen Species, ROS), ή καθαρίζοντας άμεσα τις ελεύθερες ρίζες. Επιπροσθέτως, *in vivo* ένα αντιοξειδωτικό μπορεί να δράσει αυξάνοντας τα επίπεδα ενδογενούς αντιοξειδωτικής άμυνας, ρυθμίζοντας για παράδειγμα την έκφραση γονιδίων όπως το γονίδιο της καταλάσης (Halliwell et al., 1995).

Οι ROS είναι μικρά μόρια που περιέχουν ενεργό οξυγόνο και παράγονται σαν υποπροϊόντα σε υποκυτταρικά οργανίδια, όπως τα μιτοχόνδρια. Υψηλή συγκέντρωση ROS σε οποιοδήποτε κανονικό κύτταρο μπορεί να το μετατρέψει σε κακοήθες (Prasad et al., 2017).

Το ασκορβικό οξύ και τα άλατά του είναι αντιοξειδωτικές ουσίες. Αυτές οι ουσίες χρησιμοποιούνται αρκετά συχνά. Τα ασκορβικά υποβοηθούν στην ανάπτυξη και τη

σταθεροποίηση του ερυθρού χρώματος και παρεμποδίζουν τον σχηματισμό των νιτροζαμινών. Επίσης, ως αντιοξειδωτικά μπορούν να χρησιμοποιηθούν η βιταμίνη C, η ΒΗΑ και ΒΗΤ (Γεωργάκης, 2014).

8. Πρόσθετες ύλες ζωοτροφών

Οι πρόσθετες ύλες ζωοτροφών (feed additives) είναι ουσίες, οι οποίες όταν προστίθενται στις ζωοτροφές βελτιώνουν τα διατροφικά τους χαρακτηριστικά ή την υγεία των ζώων ή την ποσότητα ή και την ποιότητα των παραγόμενων κτηνοτροφικών προϊόντων ή/και συνεισφέρουν στην βελτίωση του περιβάλλοντος (Φεγγερός, 2017).

Οι ζωοτεχνικές πρόσθετες ύλες αποτελούνται από ουσίες ή και μικροοργανισμούς. Όταν συμμετέχουν στα μείγματα της διατροφής των ζώων βοηθούν στη βελτίωση της πεπτικότητας των θρεπτικών συστατικών και στη μείωση των αποβαλλόμενων συστατικών στο περιβάλλον, στη σταθεροποίηση ή και τη βελτίωση της επιθυμητής μικροχλωρίδας του πεπτικού συστήματος των ζώων (προβιοτικά και πρεβιοτικά) και ουσίες με πολλαπλή δράση, όπως για παράδειγμα τα βιοενεργά φυτικά εκχυλίσματα (Φεγγερός, 2017).

8.1 Φυτικά βιοενεργά συστατικά

Τα φυτικά βιοενεργά συστατικά είναι μικρού μοριακού βάρους δευτερογενείς μεταβολίτες των φυτών, όπου η παραγωγή τους, ανάλογα με το είδος των συστατικών και των φυτών που τα παράγει, χρησιμεύει για τις διάφορες λειτουργικές διεργασίες που σχετίζονται κυρίως με την αναπαραγωγή τους (π.χ. χρωστικές, αρωματικές ουσίες) και με την άμυνά τους έναντι οποιουδήποτε βλαστικού τους παράγοντα (π.χ. αντιοξειδωτικά, τοξικές ουσίες) (Φεγγερός, 2017).

Τα συστατικά αυτά έχουν αντιοξειδωτικές, αντιϊκές, αντιμικροβιακές, αντιπαρασιτικές, αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες. Επίσης, χρησιμοποιούνται ως σταθεροποιητές ή τροποποιητές της μικροχλωρίδας του πεπτικού συστήματος των ζώων. Αυτές οι ουσίες επηρεάζουν το ανοσολογικό σύστημα και εντάσσονται στην κατηγορία των αισθητικών πρόσθετων υλών. Οι αισθητικές πρόσθετες ύλες βοηθούν στο να γίνουν πιο ελκυστικές τις ζωοτροφές και στο να βελτιωθεί το χρώμα των ζωοτροφών. Στα φυτικά βιοενεργά συστατικά ανήκουν οι φλαβονοειδείς ουσίες, τα αιθέρια έλαια και οι ελαιορητίνες. Στα φλαβονοειδή ανήκουν οι προ-ανθοκυάνες, ανθοκυάνες, οι φλαβονόνες, οι φλαβονόλες, οι χαλκόνες και οι ισοφλαβόνες. Τα αιθέρια έλαια, που αποτελούνται κυρίως από τερπένια (μονοτερπένια και σεσκιτερπένια) και οι ελαιορητίνες αποτελούνται από μείγματα ρητινών και αιθέριων ελαίων (Πίνακας 7, Φεγγερός, 2017).

Πίνακας 7: Διάφορα φυτικά είδη και η κυριότερη βιοδραστική ουσία που περιέχουν

Φυτικό είδος	Τμήμα φυτού	Κύρια βιοδραστική ουσία
Γλυκάνισος	Καρποί	Ανετόλη
Γαρύφαλλο	Μπουμπούκια	Ευγενόλη
Δενδρολίβανο	Φύλλα	Σινεόλη
Εσπεριδοειδή	Φλοιοί καρπών	Εσπεριδίνη, ναριγίνη, ρουτίνη
Θυμάρι	Το υπερκείμενο φυτό	Θυμόλη
Κανέλλα	Φλοιός	Κιναμαλδεΐδη
Κάρδαμο	Σπέρματα	Σινεόλη
Καυτερή πιπεριά	Καρποί	Καψαΐσίνη
Κόλιανδρος	Φύλλα, Σπέρματα	Λιναλόλη
Κύμινο	Σπέρματα	Κυμιαναλδεΐδη
Μαϊντανός	Φύλλα	Απιόλη
Μαύρο πιπέρι	Καρποί	Πιπερίνη
Μέντα	Φύλλα	Μενθόλη
Μοσχοκάρυδο	Καρποί	Σαμπινίνη
Ρίγανη	Το υπερκείμενο φυτό	Καρβακρόλη
Σκόρδο	Βολβοί	Αλισίνη
Σπαράγκι	Ρίζες	Σαπογενίνη, ρουτίνη
Σταφύλι	Στέμφυλλα	Ρεσβερατρόλη, κατεχίνη
Τζιτζερ	Ρίζωμα	Τζιτζερίνη
Τριγωνέλλα	Σπέρματα	Τριγωνελίνη

(Φεγγερός, 2017)

Τα περισσότερα ερευνητικά αποτελέσματα αναφέρονται κυρίως στα νεαρά μονογαστρικά και στους ιχθύς. Αυτά τα αποτελέσματα έχουν δείξει πως τα φυτικά βιοενεργά συστατικά δρουν ωφέλιμα τόσο στην υγεία και τις αποδόσεις των ζώων, όσο και στην ποιότητα των παραγόμενων προϊόντων τους. Όσον αφορά στα μηρυκαστικά τα ερευνητικά αποτελέσματα είναι ελάχιστα. Γι' αυτό το λόγο λοιπόν, τα τελευταία χρόνια παρατηρείται να εντείνεται η έρευνα στο πεδίο χρήσης των φυτικών βιοενεργών συστατικών στη διατροφή των μηρυκαστικών, με απώτερο σκοπό την τροποποίηση της μικροχλωρίδας της μεγάλης κοιλιάς για καλύτερη αξιοποίηση των πρωτεϊνών και κυρίως της ενέργειας της τροφής μέσω μείωσης της παραγωγής μεθανίου (Φεγγερός, 2017).

Επίσης, τα φυτικά βιοενεργά συστατικά είναι ευρέως γνωστά για τις φαρμακευτικές τους ιδιότητες και χρησιμοποιούνται τόσο για τη βελτίωση της υγείας των ανθρώπων όσο και για την βελτίωση της υγείας των ζώων (Rochfort, 2007).

8.2 Πολυφαινόλες

Οι πολυφαινόλες είναι μια δευτερογενής ομάδα μεταβολιτών και προσδίδουν οξειδωτική σταθερότητα στα γαλακτοκομικά προϊόντα. Βρίσκονται σε διάφορα φρούτα, φύλλα και προϊόντα μεταποίησης τους. Θεωρούνται ως βιοδραστικές ενώσεις και έχουν επίδραση σε συγκεκριμένα κύτταρα και ιστούς. Η διαθεσιμότητα τους καθορίζεται από τον τύπο της χημικής ένωσης, τις χημικές και φυσικές ιδιότητες που περιέχουν. Οι πολυφαινολικές ενώσεις έχουν υψηλό μοριακό βάρος και αποτελούνται από απλά φαινολικά, διμερείς ή ολιγομερείς ενώσεις ή πολυμερείς ενώσεις. Η οξειδωτική αλλοίωση των γαλακτοκομικών προϊόντων και του κρέατος μειώνεται με χρήση πολυφαινολικών ουσιών στη διατροφή των ζώων. Έτσι, τα προϊόντα που παράγονται είναι περισσότερο ποιοτικά και ασφαλή (Salami et al., 2016, Nudda et al., 2020).

Στη φύση οι πολυφαινόλες βρίσκονται συνήθως ως συζευγμένα σάκχαρα και οργανικά οξέα, και ανάλογα με τον αριθμό των αρωματικών δακτυλίων μπορούν να χωριστούν σε φλαβονοειδή, μη φλαβονοειδή και ταννίνες (Serra et al., 2021). Η ομάδα των φλαβονοειδών είναι υπεύθυνη για το κίτρινο, το κόκκινο και το μπλε χρώμα των φυτών. Βρίσκεται κυρίως στα κρεμμύδια, τα πράσα, τη σόγια, τα μούρα και το τσάι. Η ομάδα των φλαβονοειδών περιλαμβάνει τα φαινολικά οξέα (φερουλικό οξύ, καφεϊνικό οξύ, κουμαρικό οξύ, σιναπικά κ.α), τις λιγνάνες (σεκοϊσολαρικήρεσινόλη, πινορεσινόλη) και τα στιλβένια (ρεσβερατρόλη). Οι ταννίνες, που συνήθως αναφέρονται ως ταννικό οξύ, είναι υδατοδιαλυτές πολυφαινόλες και υπάρχουν σε πολλά φυτικά τρόφιμα (Serra et al., 2021).

Οι ταννίνες είναι προϊόντα πολυμερισμού των απλών φαινολών. Το μοριακό τους βάρος κυμαίνεται μεταξύ 500 και 3000. Αν τα μόρια των ταννινών είναι πολύ μικρά δεν υπάρχουν αρκετές ενεργές θέσεις και έτσι οι ενώσεις που σχηματίζονται με τις πρωτεΐνες είναι ασταθείς. Οι ταννίνες των σταφυλιών βρίσκονται στα στερεά μέρη τους και παραλαμβάνονται είτε με εκχύλιση είτε με συμπίεση. Από την ποσότητα των ταννινών που περιέχεται στο σταφύλι ένα ελάχιστο ποσοστό μεταφέρεται στον οίνο.

Οι πολυφαινόλες βρίσκονται συνήθως σε όλα σχεδόν τα φυτά και απαντώνται σε διάφορα μέρη όπως οι ρίζες, τα φύλλα, τα άνθη, τα φρούτα και οι σπόροι και προστατεύουν τα φυτά από τα παράσιτα και την υπερϊώδη ακτινοβολία. Η κατανομή των πολυφαινολών στα διάφορα τμήματα των φυτών δε είναι ομοιόμορφη. Για παράδειγμα, εξωτερικά τα φυτά περιέχουν υψηλότερα επίπεδα πολυφαινολών από τα εσωτερικά στρώματα. Επίσης, οι διαλυτές πολυφαινόλες βρίσκονται στα κενοτόπια των κυττάρων, ενώ οι αδιάλυτες πολυφαινολικές ενώσεις συνδέονται με το κυτταρικό τοίχωμα (Serra et al., 2021).

Επιπλέον, η συγκέντρωση και οι αναλογίες των πολυφαινολικών ενώσεων στα φυτά επηρεάζονται από την ωρίμανση τη στιγμή της συγκομιδής, το τύπο του εδάφους, την έκθεση στον ήλιο, τη θερμοκρασία του αέρα και τη βροχόπτωση, την επεξεργασία και την αποθήκευσή τους. Συγκεκριμένα, η συγκέντρωση των πολυφαινολών στα φυτά μειώνεται με την παρουσία υψηλών θερμοκρασιών και με την αύξηση του χρόνου αποθήκευσης των φυτών.

Οι πολυφαινόλες έχουν ευεργετικές ιδιότητες. Πιο συγκεκριμένα χαρακτηρίζονται από αντιοξειδωτικές και αντιμικροβιακές ιδιότητες. Συνήθως, τις συναντάμε στα φρούτα, τα λαχανικά, τους σπόρους των φυτών, τους ξηρούς καρπούς, τα βότανα, το κακάο και το τσάι.

Όσον αφορά τα βότανα, εντοπίζουμε τις πολυφαινόλες κυρίως στις οικογένειες Verbenaceae, Lamiaceae και πιο συγκεκριμένα στο δεντρολίβανο, το φασκόμηλο, τη ρίγανη και το πράσινο τσάι (έχει δοθεί ιδιαίτερη έμφαση για τη διατροφή των ζώων). Αυτά τα βότανα έχουν αναφερθεί ότι έχουν αντιοξειδωτική δράση (Serra et al., 2021).

Ως εκ τούτου, η χρήση φυσικών αντιοξειδωτικών έχει το πλεονέκτημα ότι είναι πιο αποδεκτή από τους καταναλωτές καθώς θεωρούν αυτές τις ουσίες «μη τοξικές» (Serra et al., 2021).

Τα φυσικά αντιοξειδωτικά, ανάλογα με την αναστολή της οξείδωσης που προκαλούν στα προϊόντα, επηρεάζουν και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά τους, επηρεάζοντας έτσι και την αποδοχή τους από τους καταναλωτές (Serra et al., 2016).

9. Θυμάρι (*Thymus vulgaris*)

Το θυμάρι είναι ένα αρωματικό φαρμακευτικό φυτό και είναι ευρέως διαδεδομένο στην περιοχή της Μεσογείου (Εικόνα 4). Το συναντάμε στη Ευρώπη, την Ασία και τη Βόρεια Αφρική. Ανήκει στην οικογένεια των Labiatae (Lamiaceae), το γένος *Thymus* (ετυμολογικά από το λατινικό «*Thymún*» και το ελληνικό «*Thymon*»), την τάξη των Δικοτυλήδων. Το γενικό όνομα προέρχεται από το ελληνικό θῦμι, που σημαίνει άρωμα, ως υπαινιγμός του έντονου και ευχάριστου αρώματος του φυτού (Nieto, 2020).



Εικόνα 4: Θυμάρι

Το αιθέριο έλαιο του έχει γίνει ένα από τα πιο ευρέως χρησιμοποιούμενα στη βιομηχανία τροφίμων. Χρησιμοποιείται από την αρχαιότητα για τις αντιοξειδωτικές ιδιότητες του. Είναι αρωματικό, ξυλώδες, πολυμορφικό φυτό με ύψος 10-40 cm, με πολλά κλαδιά, τα οποία, είναι ξυλώδη, όρθια, συμπαγή, βελούδινα καστανά ή λευκά (Nieto, 2020).

Υπάρχουν πολλά είδη θυμαριού που αυτοφύονται όχι μόνο στη Ελλάδα αλλά και σε άλλα μέρη του κόσμου. Το πιο διαδεδομένο είναι το θυμάρι το κεφαλωτό (*Thymus capitatus*) που αυτοφύεται σε πολλές χώρες της χώρας μας . Είναι ένας θάμνος με τετραγωνικούς βλαστούς

και ύψος 20-40cm. Έχει φύλλα μικρά άμισχα, αντίθετα, ωοειδή, με γκριζωτό χρώμα (Βογιατζή-Καμβούκου, 2018).

Ο αριθμός των ειδών που καταγράφονται σήμερα ξεπερνά τα 500, αν και ίσως υπάρχουν πολλά περισσότερα, λόγω της μεγάλης ευκολίας με την οποία αυτό το αρωματικό φυτό παράγει υβριδισμούς και μεταλλάξεις. Σε όλα τα είδη και τις ποικιλίες του θυμαριού, το κύριο μέρος που χρησιμοποιείται περισσότερο στο εμπόριο είναι τα φύλλα του. Το θυμάρι έχει πολλαπλές εφαρμογές, στη ιατρική και την αρωματοποιία. Το θυμάρι περιέχει βακτηριοκτόνες ουσίες (Nieto, 2020).

Αρκετές μελέτες έχουν αναφέρει πως το θυμάρι είναι μια πηγή πλούσια σε βιοδραστικές ενώσεις. Το θυμαρέλαιο είναι υπεύθυνο για τις οσφρητικές ιδιότητες. Το θυμάρι περιέχει μονοτερπενικές φαινόλες, στις οποίες συμπεριλαμβάνονται, η καρβακρόλη (ισο-προπυλ-ορθο-κρεσόλη, 0,4–20,6%), η θυμόλη (2-ισοπροπυλ-5-μεθυλφαινόλη ή ισο-προπυλμετα-κρεσόλη) και διάφορα μονοτερπένια. Στα είδη *Thymus zygis* και *Thymus vulgaris* η περιεκτικότητα σε θυμόλη είναι 22,3-43,3% και 38,1, αντίστοιχα. Η καρβακρόλη αντιπροσωπεύει το 2,3%. Φαίνεται πως η αντιμυκητιακή, αντιβακτηριακή, αντιπαρασιτική και αντιϊική δράση των φυτών του θυμαριού μπορεί να σχετίζεται με τις αποχρεμπτικές, αντιφλεγμονώδεις, αναλγητικές, βρογχολικές και ηρεμιστικές ιδιότητες τους (Nieto, 2020).

Η περιεκτικότητα του σε αιθέριο έλαιο είναι περίπου από 1,2% έως 4%. Το αιθέριο έλαιο με κόκκινο χρώμα με χρυσίζουσες ανταύγειες περιέχει θυμόλη, καρβακρόλη, γκυμόλη, λιναλόλη, μπορνεόλη, ρετσίνι, γκυνεόλη, τανίνες και δεψίνες, πικραντικές ουσίες, φλαβονοειδή και τριτερπένια (Βογιατζή-Καμβούκου, 2018).

10. Γλυκάνισος (*Pimpinella anisum*)

Ο γλυκάνισος καλλιεργείται σε πολλά μέρη του κόσμου με παρόμοιο κλίμα. Οι κυριότερες χώρες είναι η Γαλλία, η Ισπανία, η Ιταλία, η Ρωσία, η Βουλγαρία, η Κύπρος, η Τουρκία, η Κίνα, το Μεξικό κ.ά. Στην Ελλάδα καλλιεργείται σε μικρή έκταση στη Χίο και σε άλλα νησιά του Αιγαίου (Βογιατζή-Καμβούκου, 2018).



Εικόνα **5** : **Γλυκάνισος**
(<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%93%CE%BB%CF%85%CE%BA%CE%AC%CE%BD%CE%B9%CF%83%CE%BF%CF%82#/media/%CE%91%CF%81%CF%87%CE%B5%CE%AF%CE%BF:Koehler1887-PimpinellaAnisum.jpg>)

Το αιθέριο έλαιο του γλυκάνισου θεωρείται σήμερα άριστο αντισηπτικό, σπασμολυτικό και αποχρεμπτικό (Βογιατζή-Καμβούκου, 2018). Ανήκει στην οικογένεια των σκιαδανθών. Τα άνθη είναι λευκά και τα φύλλα στη βάση έντονα πράσινα (Εικόνα 5). Αναπτύσσεται σε ηπειρωτικό και εύκρατο κλίμα (Βογιατζή-Καμβούκου, 2018). Ένα από τα παλαιότερα είδη βοτάνων που χρησιμοποίησε ο άνθρωπος είναι ο γλυκάνισος (George, 2012). Είναι μονοετές φυτό και έχει μέγεθος που φτάνει συνήθως 8-15cm και βάθος 30cm. Το μήκος των φύλλων του είναι 6-12cm. Στην άκρη κάθε κλαδιού βρίσκονται μικρά λευκά άνθη. Ο σπόρος που περιέχουν οι καρποί του είναι καφέ ή κόκκινο και έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε έλαιο. (Mohamed et al. 2015, Chouksey et al. 2010). Οι σπόροι περιέχουν γλυκιά και πικάντικη γεύση. Επίσης, έχουν αρκετά ευχάριστη οσμή (Mohamed et al. 2015).

Το όνομα του ίσως το πήρε από την λατινική λέξη anisum ή την ελληνική anison [άνησον] (George, 2012). Στην Ελλάδα χρησιμοποιείται για την παραγωγή ούζου, τσίπουρου και ρακί,

στην Κύπρο για την ζιβανία, στη Γαλλία για το zebib και τέλος στην Συρία για την παραγωγή arak (Κατσιώτης και Χατζοπούλου, 2013). Τα αιθέρια έλαια του γλυκάνισου περιέχουν πτητικές ουσίες. Το αιθέριο έλαιο του γλυκάνισου έχει αντισπασμωδικές, αντιξειδωτικές, αντιβακτηριακές, εντομοκτόνες και αντιμυκητιασικές επιδράσεις. Επίσης, έχει ανασταλτική τοξική δράση έναντι των μυκήτων *Fusarium moniliforme*, *Rhizoctonia solani*, *Aspergillus flavus*, *Aspergillus Parasiticus*, *Aspergillus Ochraceus*, *F. Monoliformis* (Albulushi et al, 2014). Το αιθέριο έλαιο του γλυκάνισου περιέχει εστραγκόλη (μεθυλ-καρβικόλη, 1-2%), ανισαλδεΐδη (λιγότερο από 1%), p-methoxy-acetophenone, το πιπένιο, το λιμονένιο, το γ-himachalene (2%). Μία ασυνήθιστη ένωση είναι ο φαινολικός εστέρας 4-methoxy-2(1-propene-yl)-phenol-2methyl-butyrate, το οποίο είναι χαρακτηριστικό για ορισμένα είδη του γλυκάνισου (5%) (Βογιατζή-Καμβούκου, 2018, Κατσιώτης και Χατζοπούλου, 2013).

11. Εσπεριδοειδή

Τα εσπεριδοειδή είναι καρποί παγκόσμιου ενδιαφέροντος διότι καλλιεργούνται σε περισσότερες από 100 χώρες (Αλγερία, Μαρόκο, Τυνησία, Ισραήλ, Ιταλία, Ισπανία, Ελλάδα, Αυστραλία, Ιαπωνία, Αμερική, Βραζιλία, Μεξικό κλπ.) και σε όλες τις Ηπείρους. Τα εσπεριδοειδή καλλιεργούνται στην τροπική και ημιτροπική ζώνη όπου υπάρχουν κατάλληλες κλιματικές και εδαφικές συνθήκες. Οι περιοχές όπου παράγονται τα εσπεριδοειδή περιορίζονται μεταξύ των περιοχών με γεωγραφικό πλάτος 20 και 40° του Βορείου και Νοτίου ημισφαιρίου (Βασιλακάκης και Θέριος, 2006).



Εικόνα 6 : Εσπεριδοειδή

(<https://www.novagreen.gr/egkekrimena-fytoprostateytika-esperidoeidon-etoys-2020-agravia/>)

Τα είδη του γένους *Citrus* ανήκουν στην υπο-οικογένεια *Aurantioideae* των *Rutaceae* και στη φυλή *Citreae* (Εικόνα 6). Όλα τα είδη της υπο-οικογένειας *Aurantioideae* είναι δέντρα ή θάμνοι αειθαλείς, εκτός των τριών μονοτυπικών γενών *Poncirus*, *Aegle* και *Feronia* που είναι φυλλοβόλα (Πρωτοπαπαδάκης, 2016).

Στην οικογένεια *Rutaceae* περιλαμβάνονται κυρίως αειθαλή φυτά, δέντρα ή θάμνοι με κλαδιά αγκαθωτά. Τα φύλλα είναι δερματώδη, λεία, απλά ή σύνθετα, (τρίφυλλα ή πτερωτά) με ελαιογόνους αδένες, οι οποίοι περιέχουν αιθέρια έλαια. Όλα τα μέλη της φυλής έχουν χαρακτηριστικό καρπό, το εσπερίδιον (*hesperidium*), ένα είδος ράγας που περιέχει χυμό στα ασκίδια του ενδοκάρπιου. Για τη βοτανική ταξινόμηση των εσπεριδοειδών υπάρχουν δύο συστήματα κοινής χρήσης που ονομάζονται: Swingle και Tanaka. Ο Tanaka κατατάσσει τα εσπεριδοειδή σε 163 είδη. Πολλοί κριτικάρουν αυτό το σύστημα διότι περιλαμβάνει υβρίδια που δεν ανήκουν στο επίπεδο του «Είδους» (Πρωτοπαπαδάκης, 2016).

Σύμφωνα με το σύστημα Swingle, του οποίου την ταξινόμηση χρησιμοποιούμε, τα εσπεριδοειδή χωρίζονται σε 3 γένη: 1) Fortunella (Kumquats) με 2 υπογένη και 4 είδη, 2) Poncirus trifoliata με ένα είδος και 3) Citrus με 2 υπογένη και 16 είδη. Τα περισσότερα είδη των εσπεριδοειδών του γένους Citrus μπορούν να προσαρμοστούν σε μια μεγάλη κλίμακα θερμοκρασιών μεταξύ 13°C και 37°C (Πρωτοπαπαδάκης, 2016). Τα πιο ευαίσθητα είδη στις χαμηλές θερμοκρασίες είναι οι κιτριές, οι λιμετίες και οι λεμονίες, ενώ πιο ανθεκτικά είδη είναι τα κουμκουάτ και οι μανταρινιές σατσούμα (Βασιλακάκης και Θέριος, 2006). Τα φύλλα και ο φλοιός των εσπεριδοειδών περιέχουν αιθέρια έλαια, η πούλπα και ο φλοιός του καρπού περιέχουν φλαβονοειδή, γλυκοσίδες, πηκτίνες, σάκχαρα, οργανικά οξέα και βιταμίνη C. Τα φλαβονοειδή φαίνεται να διαθέτουν αντιοξειδωτικές, αντικαρκινικές, αντιμικροβιακές, αντιϊκές, αντιφλεγμονώδεις, γαστροπροστατευτικές και υπολιπιδαιμικές ιδιότητες. Επίσης, τα εσπεριδοειδή έχουν αντιεμετικές, αντιτοξικές, χωνευτικές, τονωτικές, αντιβακτηριακές, αντιμικροβιακές, αντισηπτικές ιδιότητες (Βασιλακάκης και Θέριος, 2006).

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

12. Σκοπός του πειράματος

Η διερεύνηση των επιπτώσεων ενός Μίγματος Φυτικών Βιοενεργών συστατικών (ΜΦΒ):

- στη γαλακτοπαραγωγή,
- στη σύσταση (λίπος, πρωτεΐνη, ΣΥΑΛ, λακτόζη, ολικά στερεά, ανόργανα άλατα),
- στην οξύτητα (pH),
- στην ηλεκτρική αγωγιμότητα
- στην οξειδωτική σταθερότητα (επίπεδα MDA) του γάλακτος,

13. Ζωικό υλικό και πειραματικός σχεδιασμός

Για την πραγματοποίηση της μελέτης χρησιμοποιήθηκαν 36 προβατίνες της φυλής Χίου και κατανεμήθηκαν τυχαία σε 3 ομάδες των 12 ζώων. Οι προβατίνες υπήρχαν στο προβατοστάσιο του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών (Εικόνες 1 και 7). Επίσης, λήφθηκε υπόψιν η ηλικία τους καθώς και το στάδιο της γαλακτικής περιόδου. Οι προβατίνες βρισκόταν στην 2η-3η γαλακτική περίοδο, και περίπου 100 ημέρες μετά τον τοκετό. Οι αναλύσεις που συνδέονται με τις ποιοτικές παραμέτρους του γάλακτος πραγματοποιήθηκαν στο Εργαστήριο Ανατομίας και Φυσιολογίας Αγροτικών Ζώων και το Εργαστήριο Γενικής και Ειδικής Ζωοτεχνίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών.



Εικόνα 7: Εγκαταστάσεις προβατοστασίου Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών



Εικόνα 8: Τα ψουβάλια με το πράσινο χρώμα είναι το μίγμα χωρίς την προσθήκη του μίγματος-μάρτυρας (C), το ψουβάλι με το κόκκινο χρώμα είναι το μίγμα με το εμπλουτισμένο με ΜΦΒ (B1) και το ψουβάλι με το άσπρο χρώμα είναι το μίγμα με προστατευμένο ΜΦΒ (B2) στα επίπεδα των 0,5%

13.1 Επεμβάσεις

Οι προβατίνες χωρίστηκαν τυχαία σε 3 ομάδες, μια από τις οποίες αποτελούσε τον μάρτυρα. Στην ομάδα που χρησιμοποιήθηκε ως μάρτυρας (Control) χορηγούνταν σιτηρέσιο, χωρίς προσθήκη του μίγματος (Μίγμα Φυτικών Βιοενεργών Συστατικών). Η δεύτερη ομάδα ήταν το Group1 και της χορηγούνταν σιτηρέσιο εμπλουτισμένο με το μίγμα των φυτικών βιοενεργών συστατικών - nuPhoria (ΜΦΒ), το οποίο περιείχε πολυφαινόλες προερχόμενες από το θυμάρι, το γλυκάνισο, την ελιά και τα εσπεριδοειδή (B1) (0,05%). Και τέλος, η τρίτη ομάδα ήταν το Group 2 και της χορηγούνταν σιτηρέσιο εμπλουτισμένο με προστατευμένο ΜΦΒ (B2) (0,05%) (λυοφυλίωση – freeze drying με μαλτοδεξτρίνη 50/50). Η χορήγηση του σιτηρεσίου σε όλες τις ομάδες γινόταν 2 φορές την ημέρα (Εικόνα 8). Συγκεκριμένα στις 8 π.μ. και στις 3 μ.μ. Η κάθε προβατίνα για να καλύψει τις ημερήσιες ανάγκες της κατανάλωνε 1000g χόρτου μηδικής και 1000g μίγματος γαλακτοπαραγωγής. Οπότε σε κάθε ομάδα χορηγούνταν καθημερινά σε δύο ισόποσα γεύματα 6kg χόρτο και 6kg μίγμα συμπυκνωμένης ζωοτροφής. Έτσι, η συνολική τροφή κάθε ομάδας ήταν 12kg χόρτο και 12kg μίγμα συμπυκνωμένης ζωοτροφής (Εικόνες 9 και 10).



Εικόνα 9: Ζύγισμα ζωοτροφών



Εικόνα 10: Διαφορετικά μίγματα συμπυκνωμένων ζωοτροφών

13.2 Προετοιμασία των δειγμάτων

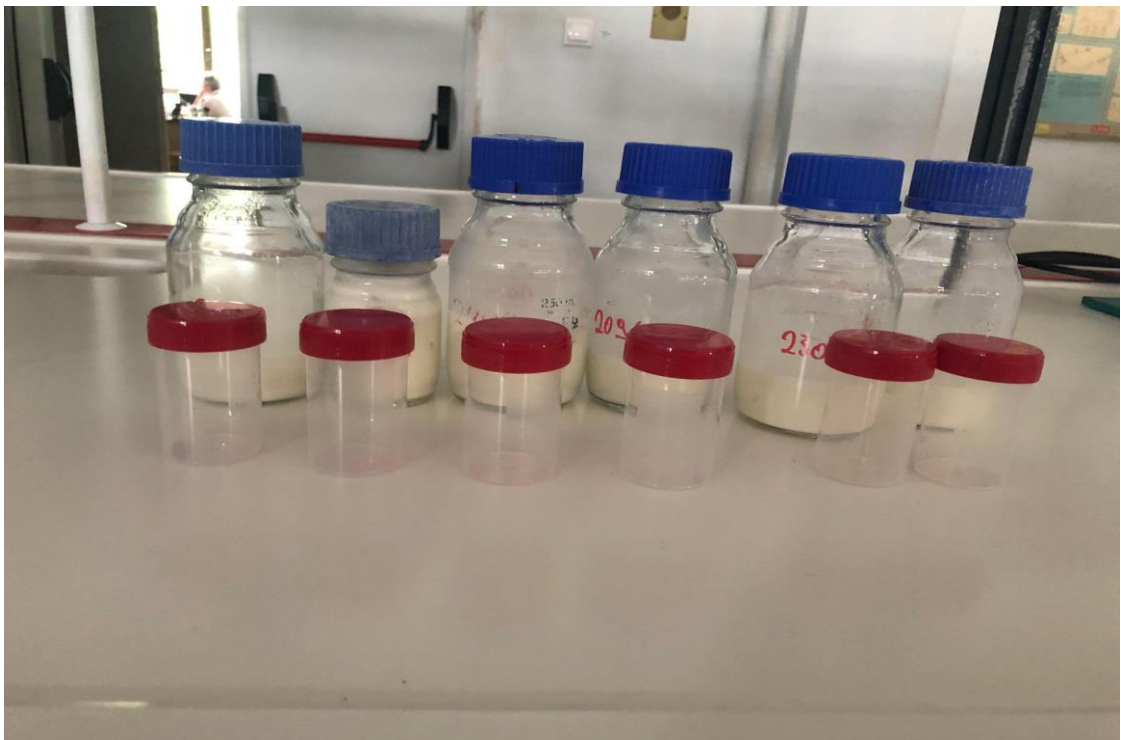
Αρχικά, το γάλα συλλεγόταν από το αρμεκτήριο με ατομικούς δειγματολήπτες (20 ml), που διαθέτει το αρμεκτήριο του ΓΠΑ (Εικόνα 11). Έπειτα, κάθε δείγμα τοποθετούνταν σε γυάλινο βάζο, στο οποίο αναγραφόταν ο κωδικός της κάθε προβατίνας. Στη συνέχεια γινόταν μεταφορά των δειγμάτων στο εργαστήριο Γενικής και Ειδικής Ζωοτεχνίας. Τα δείγματα διηθούνταν με φαρμακευτικές γάζες (ώστε να απομονωθούν τυχόν ξένα σώματα) και τοποθετούνταν σε πλαστικά δοχεία. Σε κάθε πλαστικό δοχείο τοποθετούνταν περίπου 20-30ml γάλακτος για να χρησιμοποιηθούν στον προσδιορισμό της χημικής σύστασης. Από αυτά τα 20ml παίρναμε με μία πιπέτα 2ml (x 2) και τα τοποθετούσαμε σε σωληνάκια Falcon, ώστε να χρησιμοποιηθούν για τη μέτρηση του βαθμού οξείδωσης των λιπών (Εικόνες 12, 13 και 14).



Εικόνα 11: Αρμεγμα προβάτων στο αρμεκτήριο του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών



Εικόνα 12: Χωρισμός των δειγμάτων γάλακτος



Εικόνα 13: Χωρισμός των δειγμάτων γάλακτος και εισαγωγή μέσα στους συλλέκτες



Εικόνα 14: Εισαγωγή δειγμάτων γάλακτος στους συλλέκτες

13.3 Μετρήσεις ποιοτικών χαρακτηριστικών

Με την συσκευή Lactoscan Combo (Εικόνα 15) προσδιορίστηκαν τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά και ο αριθμός σωματικών κυττάρων. Πιο συγκεκριμένα υπολογίστηκαν η μέση γαλακτοπαραγωγή, λιποπεριεκτικότητα, το ΣΥΑΛ, η πρωτεΐνοπεριεκτικότητα, η λιποπεριεκτικότητα, η λακτόζη (%), το pH, η ηλεκτρική αγωγιμότητα και τα ανόργανα στοιχεία.



Εικόνα 15: Συσκευή Lactoscan Combo

Αρχικά, τα δείγματα τοποθετούνταν σε υδατόλουτρο με θερμοκρασία 37°C για περίπου 10 λεπτά. Έπειτα, η μέτρηση των φυσικοχημικών χαρακτηριστικών για το κάθε δείγμα γάλακτος γινόταν στο Lactoscan Combo. Το δοχείο με το γάλα τοποθετούνταν πρώτα στο Vortex (2-3 φορές για περίπου 1-2 δευτερόλεπτα) και στη συνέχεια προκειμένου να γίνουν οι μετρήσεις τοποθετούνταν σε μία θέση που διαθέτει το Lactoscan. Έπειτα, γινόταν αναρρόφηση μιας μικρής ποσότητας του γάλακτος και περίπου σε ένα λεπτό εμφανιζόταν τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά στην οθόνη του υπολογιστή και αποθηκευόταν αυτόματα. Η διάρκεια μέτρησης κάθε δείγματος ήταν ένα λεπτό.

13.4 Μέτρηση βαθμού οξείδωσης των λιπών

Ο βαθμός οξείδωσης των λιπών πραγματοποιήθηκε μέσω του προσδιορισμού της ποσότητας της μηλονικής διαλδεΐδης (MDA). Η μηλονική διαλδεΐδη αποτελεί ένα δευτερεύον προϊόν της οξείδωσης των λιπών και παράγεται κατά την υδρόλυση των υπεροξειδίων των λιπών. Στην παρούσα μελέτη, η συγκέντρωση της MDA μετρήθηκε αμέσως μετά την συλλογή των δειγμάτων από το προβατοστάσιο. Χρησιμοποιήθηκε η φωτομετρική μέθοδος τρίτης παραγώγου, που αναπτύχθηκε από τους Botsoglou *et al.* (1994). Η παραπάνω μέθοδος προσφέρει αυξημένη ευαισθησία και αξιοπιστία των μετρήσεων, δεδομένου ότι εξουδετερώνει τις πιθανές παρεμβάσεις από άλλες δραστικές ενώσεις.

Εν συντομία, 2ml από κάθε ομάδα δειγμάτων (x 2) ομογενοποιήθηκαν παρουσία 8 ml υδατικού διαλύματος τριχλωροξικού οξέος (TCA) (50 g/l) και 5 ml βουτυλικού υδροξυτολουόλιου (BHT) σε εξάνιο (8 g/l) και το μίγμα υποβλήθηκε σε φυγοκέντρηση για 5 λεπτά στις 5000 στροφές. Η ανώτερη φάση εξάνιου απορρίφθηκε και 2,5 ml από τη κατώτερη φάση αναμίχθηκαν με 1,5 ml υδατικού 2-θειοβαρβιτουρικού οξέος (TBA) (8 g/l) για να επωαστεί περαιτέρω στους 70°C για 30 λεπτά. Μετά την επώαση, το διάλυμα υποβλήθηκε σε φασματοφωτομέτρηση σε μήκος κύματος 500-550 nm. Η συγκέντρωση της MDA (ng/g ιστού) στα αναλυθέντα δείγματα υπολογίστηκε βάσει πρότυπης καμπύλης που προετοιμάστηκε χρησιμοποιώντας το τετρααιθοξυπροπάνιο 1,1,3,3 (TEP), πρόδρομη ουσία της μηλονικής διαλδεΐδης.

13.5 Στατιστική ανάλυση

Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του κρέατος, όπως η μέση γαλακτοπαραγωγή, λιποπεριεκτικότητα, το ΣΥΑΛ, η πρωτεϊνοπεριεκτικότητα, η λακτόζη (%), το pH, η ηλεκτρική αγωγιμότητα, τα ανόργανα στοιχεία και η συγκέντρωση της μηλονικής διαλδεΐδης (MDA), αναλύθηκαν χρησιμοποιώντας ένα μικτό πρότυπο (Mixed), με σταθερή την επίδραση της επέμβασης, κατάλληλο για επαναλαμβανόμενες μετρήσεις. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται ως μέσοι όροι \pm τυπικό σφάλμα και το επίπεδο σημαντικότητας ορίστηκε σε $P < 0,05$. Όλες οι αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν με το στατιστικό πακέτο Sas/Stat (2011).

14. Αποτελέσματα

14.1 Γαλακτοπαραγωγή

Στον Πίνακα 8, παρουσιάζεται η εξέλιξη της μέσης γαλακτοπαραγωγής. Πιο συγκεκριμένα, η γαλακτοπαραγωγή ήταν γενικά υψηλότερη στις ομάδες της επέμβασης και χαμηλότερη στην ομάδα του μάρτυρα. Επίσης, υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές της ομάδας B2 σε σχέση με το μάρτυρα μεταξύ 7ης-9ης εβδομάδας. Την 12η εβδομάδα ο μάρτυρας εμφάνισε αριθμητικά τη μικρότερη τιμή (766,67 g).

Πίνακας 8: Αποτελέσματα Μέσης Γαλακτοπαραγωγής (g) πρόβειου γάλακτος

ΕΒΔΟΜΑΔΕΣ	CONTROL (g)	B ₁ (g)	B ₂ (g)	Τ.Σ
0	1012,5	1020,83	1030,58	75,5
1 ^η	1108,33	1070,83	1203,31	85,7
2 ^η	1200	1345,83	1330,58	94,8
3 ^η	1145,83	1325	1285,13	103,1
4 ^η	1104,17	1204,17	1403,31	106,7
5 ^η	1112,5	1270,83	1171,5	118,4
6 ^η	1025	1145,83	1198,76	106,5
7 ^η	1020,83 ^a	1141,67 ^{aβ}	1335,13 ^β	109,4
8 ^η	987,5 ^a	1041,67 ^a	1253,31 ^β	99,2
9 ^η	995,83 ^a	1179,17 ^{aβ}	1262,4 ^β	90,5
10 ^η	845,17	1029,17	1094,22	94,6
11 ^η	820,83	962,5	1035,13	96,2
12 ^η	766,67	820,8	948,76	82,2

Control : ομάδα μάρτυρα. B₁ : ομάδα, όπου της χορηγήθηκε εμπλουτισμένο ΜΦΒ. B₂ : ομάδα, όπου της χορηγήθηκε το προστατευμένο ΜΦΒ στα επίπεδα των 0,5%. ΤΣ: Τυπικό Σφάλμα. Οι τιμές εντός της ίδιας γραμμής με διαφορετικούς εκθέτες διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά (P<0,05).

14.2 Λιποπεριεκτικότητα (%)

Από τον Πίνακα 9 διαπιστώνεται πως δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων ως προς την λιποπεριεκτικότητα.

Πίνακας 9: Αποτελέσματα Λιποπεριεκτικότητας πρόβειου γάλακτος (%)

Εβδομάδες	CONTROL (%)	B ₁ (%)	B ₂ (%)	Τ.Σ
0	9,01	8,43	9,05	0,4
1 ^η	8,64	8,71	8,52	0,59
2 ^η	8,41	8,44	7,8	0,4
3 ^η	7,49	7,37	7,2	0,42
4 ^η	8,45	8,55	7,9	0,5
5 ^η	8,48	8,11	7,61	0,45
6 ^η	8,03	7,82	7,75	0,49
7 ^η	7,85	7,78	7,73	0,45
8 ^η	7,87	7,64	8,27	0,4
9 ^η	7,74	7,39	8,01	0,4
10 ^η	7,62	7,11	7,48	0,38
11 ^η	7,53	7,65	8,14	0,32

Control : ομάδα μάρτυρα. B₁ : ομάδα, όπου της χορηγήθηκε εμπλουτισμένο ΜΦΒ. B₂ : ομάδα, όπου της χορηγήθηκε το προστατευμένο ΜΦΒ στα επίπεδα των 0,5%. ΤΣ: Τυπικό Σφάλμα.

14.3 Πρωτεΐνη (%)

Ο Πίνακας 10 παρουσιάζει τα αποτελέσματα την πρωτεΐνοπεριεκτικότητα για το πρόβειο γάλα (%). Ως προς την πρωτεΐνοπεριεκτικότητα η ομάδα του μάρτυρα παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές σε σχέση με τις ομάδες της επέμβασης την 7η (4,51) και την 11η (4,65) εβδομάδα. Σε γενικές γραμμές η πρωτεΐνη έτεινε να είναι υψηλότερη στην ομάδα του μάρτυρα, χωρίς να παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων.

Πίνακας 10: Αποτελέσματα πρωτεΐνοπεριεκτικότητας πρόβειου γάλακτος (%)

Εβδομάδες	Control (%)	B ₁ (%)	B ₂ (%)	Τ.Σ
0	4,24	4,3	4,14	0,08
1 ^η	4,08	3,98	4,02	0,12
2 ^η	4,32	4,22	4,41	0,08
3 ^η	4,52	4,35	4,38	0,07
4 ^η	4,33	4,16	4,34	0,09
5 ^η	4,26	4,15	4,22	0,08
6 ^η	4,4	4,3	4,38	0,11
7 ^η	4,51 ^α	4,29 ^β	4,27 ^β	0,07
8 ^η	4,35	4,14	4,2	0,09
9 ^η	4,42	4,28	4,2	0,09
10 ^η	4,39	4,31	4,41	0,09
11 ^η	4,65 ^α	4,32 ^β	4,36 ^β	0,08

Control : ομάδα μάρτυρα. B₁ : ομάδα, όπου της χορηγήθηκε εμπλουτισμένο ΜΦΒ. B₂ : ομάδα, όπου της χορηγήθηκε το προστατευμένο ΜΦΒ στα επίπεδα των 0,5%. ΤΣ: Τυπικό Σφάλμα. Οι τιμές εντός της ίδιας γραμμής με διαφορετικούς εκθέτες διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά (P<0,05).

14.4 ΣΥΑΛ (%)

Στον Πίνακα 11, στο στερεό υπόλειμμα άνευ λίπους (ΣΥΑΛ) παρουσιάζονται στατιστικά σημαντικές διαφορές στην ομάδα του μάρτυρα σε σχέση με τις ομάδες της επέμβασης την 7η (9,52) και την 11η εβδομάδα (9,81). Εκτός από την 7η εβδομάδα (9,04) και την 9η εβδομάδα (9,02), όλες τις άλλες εβδομάδες η ομάδα B₁ είχε τις μικρότερες τιμές.

Πίνακας 11: Αποτελέσματα ΣΥΑΛ πρόβειου γάλακτος (%)

Εβδομάδες	Control (%)	B₁ (%)	B₂ (%)	T.Σ
0	8,92	9,06	8,73	0,17
1^η	8,6	8,37	8,46	0,26
2^η	9,11	8,89	9,29	0,16
3^η	9,53	9,18	9,23	0,15
4^η	9,12	8,77	9,14	0,2
5^η	8,99	8,76	8,89	0,17
6^η	9,27	9,07	9,24	0,23
7^η	9,52^α	9,04^β	8,99^β	0,16
8^η	9,18	8,74	8,85	0,19
9^η	9,32	9,02	8,86	0,18
10^η	9,25	9,09	9,31	0,2
11^η	9,81^α	9,11^β	9,2^β	0,2

Control : ομάδα μάρτυρα. B₁ : ομάδα, όπου της χορηγήθηκε εμπλουτισμένο ΜΦΒ. B₂ : ομάδα, όπου της χορηγήθηκε το προστατευμένο ΜΦΒ στα επίπεδα των 0,5%. ΤΣ: Τυπικό Σφάλμα. Οι τιμές εντός της ίδιας γραμμής με διαφορετικούς εκθέτες διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά (P<0,05).

14.5 Λακτόζη

Στα επίπεδα της λακτόζης παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές την 7η εβδομάδα (4,28), την 9η εβδομάδα (4,19) και την 11η εβδομάδα (4,41). Η λακτόζη αυξήθηκε σε όλες τις ομάδες, με εξαίρεση στη ομάδα B₁, όπου παρατηρήθηκε μία αμελητέα μείωση τη 4η (3,94) την 5η εβδομάδα (3,94) και την 8η εβδομάδα (3,93). Επίσης, και η ομάδα B₂ παρουσίασε μία μικρή μείωση τη 8η (3,98) και τη 9η (3,99) ημέρα.

Πίνακας 12: Αποτελέσματα Λακτόζης (%) πρόβειου γάλακτος

Εβδομάδες	Control (%)	B₁ (%)	B₂ (%)	Τ.Σ
0	4,02	4,08	3,93	0,08
1^η	3,87	3,77	3,81	0,12
2^η	4,1	4	4,18	0,07
3^η	4,29	4,13	4,15	0,07
4^η	4,1	3,94	4,12	0,09
5^η	4,04	3,94	4	0,08
6^η	4,17	4,08	4,16	0,1
7^η	4,28^α	4,07^β	4,05^β	0,07
8^η	4,13	3,93	3,98	0,08
9^η	4,19	4,06	3,99	0,08
10^η	4,16	4,09	4,19	0,09
11^η	4,41^α	4,1^β	4,14^β	0,09

Control : ομάδα μάρτυρα. B₁ : ομάδα, όπου της χορηγήθηκε εμπλουτισμένο ΜΦΒ. B₂ : ομάδα, όπου της χορηγήθηκε το προστατευμένο ΜΦΒ στα επίπεδα των 0,5%. ΤΣ: Τυπικό Σφάλμα. Οι τιμές εντός της ίδιας γραμμής με διαφορετικούς εκθέτες διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά (P<0,05).

14.6 pH

Στον Πίνακα 13, οι τιμές του pH δε διέφεραν σημαντικά μεταξύ των πειραματικών ομάδων, με εξαίρεση την 5η εβδομάδα, όπου η ομάδα B₂ παρουσίασε στατιστικά υψηλότερες τιμές (6,61). Σε γενικές γραμμές παρατηρήθηκε πως κάθε βδομάδα τη μικρότερη τιμή είχε η ομάδα του μάρτυρα σε σχέση με τις ομάδες που έγινε η επέμβαση.

Πίνακας 13: Αποτελέσματα pH πρόβειου γάλακτος

Εβδομάδες	Control	B₁	B₂	Τ.Σ
0	6,55	6,48	6,53	0,04
1^η	6,51	6,5	6,55	0,03
2^η	6,48	6,48	6,58	0,03
3^η	6,39	6,45	6,45	0,05
4^η	6,5	6,49	6,43	0,04
5^η	6,49^a	6,55^{αβ}	6,61^β	0,03
6^η	6,48	6,55	6,55	0,02
7^η	6,49	6,53	6,54	0,02
8^η	6,43	6,46	6,46	0,03
9^η	6,42	6,48	6,49	0,03
10^η	6,37	6,34	6,38	0,03
11^η	6,4	6,44	6,42	0,03

Control : ομάδα μάρτυρα. B₁ : ομάδα, όπου της χορηγήθηκε εμπλουτισμένο ΜΦΒ. B₂ : ομάδα, όπου της χορηγήθηκε το προστατευμένο ΜΦΒ στα επίπεδα των 0,5%. ΤΣ: Τυπικό Σφάλμα. Οι τιμές εντός της ίδιας γραμμής με διαφορετικούς εκθέτες διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά (P<0,05).

14.7 Οξειδωτική Σταθερότητα (MDA ng/g)

Όπως φαίνεται στον Πίνακα 14 τα επίπεδα της μηλονικής διαλδεϋδης ήταν σταθερά υψηλότερα στην ομάδα του μάρτυρα, με στατιστικά σημαντικές διαφορές την 3η (7,6), την 7η εβδομάδα (7,29), την 10 (7,87) και την 11η (6,72) εβδομάδα. Η ομάδα B₁ και η ομάδα B₂, δηλαδή οι ομάδες που λάμβαναν το ΜΦΒ, παρουσίασαν βελτιωμένη οξειδωτική σταθερότητα. Την 7η εβδομάδα η ομάδα B₁ παρουσίασε τη χαμηλότερη τιμή (4,35) και το control (μάρτυρας) την 10η εβδομάδα εμφάνισε την μεγαλύτερη τιμή (7,87).

Πίνακας 14: Αποτελέσματα βαθμού οξειδωσης των λιπών πρόβειου γάλακτος (ng/g)

Εβδομάδες	Control (ng/g)	B ₁ (ng/g)	B ₂ (ng/g)	Τ.Σ
0	6,63	6,17	6,43	0,53
1 ^η	6,71	6,16	6,31	0,4
2 ^η	6,66	6,44	5,62	0,52
3 ^η	7,6 ^a	6,36 ^b	6,11 ^b	0,64
4 ^η	7,14	5,89	5,89	0,52
5 ^η	7,12	6,37	5,8	0,5
6 ^η	5,82	5,57	5,93	0,37
7 ^η	7,29 ^a	4,35 ^b	4,44 ^b	0,4
8 ^η	5,87	5,57	5,41	0,28
9 ^η	5,39	5,32	5,23	0,29
10 ^η	7,87 ^a	6,81 ^b	6,54 ^b	0,36
11 ^η	6,72 ^a	5,89 ^b	5,52 ^b	0,39
12 ^η	5,77	5,43	5,34	0,37

Control : ομάδα μάρτυρα. B₁ : ομάδα, όπου της χορηγήθηκε εμπλουτισμένο ΜΦΒ. B₂ : ομάδα, όπου της χορηγήθηκε το προστατευμένο ΜΦΒ στα επίπεδα των 0,5%. ΤΣ: Τυπικό Σφάλμα. Οι τιμές εντός της ίδιας γραμμής με διαφορετικούς εκθέτες (να γίνουν εκθέτες!!) διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά (P<0,05).

14.8 Ηλεκτρική Αγωγιμότητα (mS/cm)

Όπως φαίνεται στον Πίνακα 15, η Ηλεκτρική Αγωγιμότητα (mS/cm) έτεινε να είναι χαμηλότερη στην ομάδα του μάρτυρα, χωρίς να παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων.

Πίνακας 15: Αποτελέσματα ηλεκτρικής αγωγιμότητας πρόβειου γάλακτος (mS/cm)

Εβδομάδες	Control (mS/cm)	B₁ (mS/cm)	B₂ (mS/cm)	Τ.Σ
0	3,6	3,8	3,62	0,12
1	3,92	4,08	3,94	0,12
2	4,23	4,14	3,89	0,18
3	3,87	4,15	4,02	0,15
4	3,73	3,93	3,88	0,13
5	4,06	4,26	4,17	0,17
6	3,93	4,16	3,95	0,14
7	4,02	4,3	4,16	0,16
8	3,97	4,15	4,07	0,18
9	4,14	4,27	3,99	0,2
10	4,37	4,37	4,3	0,19
11	4,15	4,32	3,95	0,21

Control : ομάδα μάρτυρα. B₁ : ομάδα, όπου της χορηγήθηκε εμπλουτισμένο ΜΦΒ. B₂ : ομάδα, όπου της χορηγήθηκε το προστατευμένο ΜΦΒ στα επίπεδα των 0,5%. Τ.Σ: Τυπικό Σφάλμα.

14.9 Ανόργανα Στοιχεία (%)

Στον Πίνακα 16, τα επίπεδα των ανόργανων στοιχείων δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των πειραματικών ομάδων. Η περιεκτικότητα (%) των ανόργανων στοιχείων έτεινε να είναι χαμηλότερη στην ομάδα B₁, με εξαίρεση την 9η (0,62) εβδομάδα όπου η μικρότερη τιμή παρατηρήθηκε στη ομάδα B₂.

Πίνακας 16: Αποτελέσματα Ανόργανων Στοιχείων πρόβειου γάλακτος (%)

Εβδομάδες	Control (%)	B₁ (%)	B₂ (%)	Τ.Σ
0	0,6	0,62	0,59	0,02
1	0,58	0,65	0,57	0,02
2	0,63	0,61	0,65	0,01
3	0,67	0,64	0,65	0,01
4	0,63	0,61	0,64	0,02
5	0,62	0,61	0,62	0,02
6	0,65	0,63	0,65	0,02
7	0,67	0,63	0,63	0,01
8	0,64	0,61	0,61	0,02
9	0,65	0,63	0,62	0,02
10	0,65	0,64	0,65	0,02
11	0,67	0,63	0,64	0,02

Control : ομάδα μάρτυρα. B₁ : ομάδα, όπου της χορηγήθηκε εμπλουτισμένο ΜΦΒ. B₂ : ομάδα, όπου της χορηγήθηκε το προστατευμένο ΜΦΒ στα επίπεδα των 0,5%. ΤΣ: Τυπικό Σφάλμα.

15. Σχολιασμός

Τα τελευταία 50 χρόνια η παγκόσμια κατανάλωση γαλακτομικών προϊόντων (από πρόβατα και κατσίκες) έχει υπερδιπλασιαστεί. Έως το 2030 προβλέπεται πως η κατανάλωσή τους θα συνεχίσει να αυξάνεται κατά 53% και 26% για τα κατσίκια και τα πρόβατα, αντίστοιχα. Η συνολική παραγωγή αιγοπρόβειου γάλακτος εκτιμάται σε 18,7 και 10,6 εκατομμύρια τόνους, αντίστοιχα (Nudda et al, 2020).

Το πρόβειο γάλα και τα γαλακτομικά προϊόντα του θεωρούνται καλές πηγές θρεπτικών συστατικών υψηλής ποιότητας, ιδιαίτερα σε πρωτεΐνες και λίπη. Οι έρευνες που γίνονται για το λίπος του γάλακτος, προσανατολίζονται στη βελτίωση της θρεπτικής του αξίας, με ιδιαίτερη προσοχή στην περιεκτικότητα σε λιπαρά οξέα (Fatty Acids, FA) (θεωρούνται ευεργετικά για την υγεία του ανθρώπου) (Nudda et al, 2020).

Οι καταναλωτές τα τελευταία χρόνια έχουν ευαισθητοποιηθεί αρκετά και συνεχώς επιζητούν προϊόντα χωρίς χημικά και διάφορες πρόσθετες ύλες. Γι' αυτό το λόγο, το 2006 η Ευρωπαϊκή Ένωση απαγόρευσε τη χρήση αντιβιοτικών στις ζωοτροφές. Έτσι, γίνονται συνεχώς προσπάθειες να βρεθούν εναλλακτικές λύσεις, ώστε να βελτιωθεί η υγεία των ζώων. Οπότε, η χρήση των αντιβιοτικών, μέσω των ζωοτροφών, έχει διακοπεί και χρησιμοποιούνται φυτικά βιοενεργά συστατικά στα σιτηρέσια των ζώων (Rochfort, 2007).

Τα τρέχοντα επιστημονικά δεδομένα έχουν δείξει πως η χρήση των φυτικών βιοενεργών συστατικών βελτιώνει την υγεία των μονογαστρικών και των μηρυκαστικών ζώων. Συγκεκριμένα, βελτιώνουν την αναπαραγωγική ικανότητα, τη ποιότητα του γάλακτος, την ποιότητα του κρέατος και μειώνουν την παραγωγή του μεθανίου, τροποποιώντας το μικροβιακό πληθυσμό της μεγάλης κοιλίας (Rochfort, 2007, Giller et al, 2015).

Η αποτελεσματικότητα της βελτίωσης στην ποιότητα των λιπιδίων του γάλακτος είναι ακόμη αμφιλεγόμενη και χρειάζεται να πραγματοποιηθούν αρκετές έρευνες, με γενικό συμπέρασμα ότι δεν παρατηρούνται έντονες αλλαγές μετά τη χρήση τους (Nudda et al., 2020).

Τα φυτικά βιοενεργά συστατικά χρησιμοποιούνται σε μεγάλο βαθμό ως ρυθμιστές ζύμωσης στη μεγάλη κοιλία. Επίσης, χρησιμοποιούνται ως αντιοξειδωτικά και για τις αντιφλεγμονώδεις ιδιότητές τους (Hashemzadeh-Cigari et al, 2014). Οι ουσίες αυτές βοηθούν στην βελτίωση της υγείας των ζώων και της ποιότητας των προϊόντων που παράγουν (Salami et al, 2016, Rochfort et al, 2007) .

Ο Gessner et al. (2016) διαπίστωσαν ότι μέσω των πολυφαινολών μειώνεται το οξειδωτικό στρες στα ζώα και κατά συνέπεια μειώνονται και οι δείκτες που υποδηλώνουν φλεγμονή. Όσον αφορά στην ποιότητα του κρέατος έχει διαπιστωθεί πως βελτιώνεται το χρώμα, η ικανότητα συγκράτησης νερού και η οξειδωτική σταθερότητα των λιπιδίων. Η επίδραση των πολυφαινολών στην ποιότητα του γάλακτος και των γαλακτομικών προϊόντων των μηρυκαστικών έχει διερευνηθεί λιγότερο (Serra et al, 2021).

Στη παρούσα μελέτη που πραγματοποιήθηκε στο ΓΠΑ, παρατηρήθηκε πως η γαλακτοπαραγωγή ήταν υψηλότερη στις ομάδες της επέμβασης με στατιστικά σημαντικές διαφορές για την ομάδα με το προστατευμένο ΜΦΒ σε σχέση με το μάρτυρα μεταξύ 7ης - 9ης εβδομάδας. Όσον αφορά στο pH του γάλακτος, οι ομάδες εμφάνισαν στατιστικά σημαντικές διαφορές τη 5η εβδομάδα. Επιπλέον, ο μάρτυρας εμφάνισε στατιστικά σημαντικές διαφορές ως προς την περιεκτικότητα του ΣΥΑΛ, της πρωτεΐνης και της λακτόζης την 7η και την 11η εβδομάδα.

Επιπρόσθετα, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ως προς τη λιποπερικετικότητα, την ηλεκτρική αγωγιμότητα και το επίπεδο των ανόργανων στοιχείων. Βέβαια, σημαντικό είναι ότι τα επίπεδα της μηλονικής διαλδεΰδης ήταν σταθερά υψηλότερα στην ομάδα του μάρτυρα, υποδηλώνοντας βελτιωμένη οξειδωτική σταθερότητα του γάλακτος στις ομάδες που λάμβαναν το ΜΦΒ, με στατιστικά σημαντικές διαφορές την 3η, 7η, 10η και 11η εβδομάδα. Οπότε, φαίνεται πως τα φυτικά βιοενεργά συστατικά βοήθησαν στο να διατηρηθούν χαμηλά τα επίπεδα των οξειδώσεων και κατά συνέπεια να βελτιωθεί η ποιότητα του γάλακτος.

Θετικά αποτελέσματα παρουσιάστηκαν και από μία μελέτη που έγινε σε 24 αγελάδες της φυλής Holstein. Στις αγελάδες χορηγούνταν ένα μείγμα φυτικών βιοενεργών συστατικών (φύλλα δενδρολίβανου, ρίζες κουρκουμά, φλοιός κανέλας, μπουμπούκια γαρύφαλλου). Οι αγελάδες που κατανάλωσαν το μίγμα είχαν μειωμένο αριθμό σωματικών κυττάρων σε σχέση με τις αγελάδες της ομάδας του μάρτυρα. Επίσης, η ομάδα που λάμβανε το μίγμα είχε μεγαλύτερη απόδοση γάλακτος. Η λιποπερικετικότητα του γάλακτος μειώθηκε, ενώ δε επηρεάστηκαν άλλα συστατικά του γάλακτος (Hashemzadeh-Cigari et al, 2014).

Σε ένα άλλο πείραμα που είχε διάρκεια 6 εβδομάδων χρησιμοποιήθηκαν πρόβατα της φυλής Χίου με σκοπό να μελετηθεί η επίδραση των αιθέριων ελαίων του θυμαριού και της ρίγανης στη γαλακτοπαραγωγή, στη πρωτεϊνοπερικετικότητα, τη λιποπερικετικότητα, τη λακτόζη, τη τέφρα, τα ολικά στερεά, το pH και τον αριθμό των σωματικών κυττάρων (SCC) του γάλακτος. Συγκεκριμένα, η ημερήσια απόδοση σε γάλα φάνηκε να βελτιώθηκε με την

προσθήκη των αιθέριων ελαίων. Ο SCC ήταν μειωμένος στην ομάδα που προστέθηκε το θυμάρι και η ρίγανη. Όσον αφορά στην πρωτεϊνοπεριεκτικότητα, τη λιποπεριεκτικότητα, τη λακτόζη, τη τέφρα, τα ολικά στερεά και το pH δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Τέλος, βελτιώθηκε η οξειδωτική σταθερότητα του γάλακτος και των προϊόντων του (Kalaitzidis et al, 2021).

Αξίζει να σημειωθεί πως ότι η χορήγηση *Thymus vulgaris* αυξάνει τη γαλακτοπαραγωγή των προβατινών της φυλής Sanjabi (Khamisabadi et al, 2020), αλλά και των αιγών (Christaki et, 2019).

Σε αίγες της φυλής Δαμασκού που χορηγήθηκε λεμονόχορτο και δενδρολίβανο διαπιστώθηκε πως αυξήθηκε η παραγωγή γάλακτος, καθώς και τα επίπεδα λίπους και λακτόζης. Όταν χορηγήθηκε δενδρολίβανο στο σιτηρέσιο των αιγών παρατηρήθηκε μεγαλύτερη λιποπεριεκτικότητα στο γάλα σε σχέση με τη χορήγηση του λεμονόχορτου. Ομοίως, η συγκέντρωση του γάλακτος σε ολικά στερεά, στερεά άνευ λίπους, λίπος και λακτόζη αυξήθηκε με τη χορήγηση δενδρολίβανου και λεμονόχορτου. Οι συγκεντρώσεις των πρωτεϊνών και της τέφρας του γάλακτος δεν επηρεάστηκαν (Kholif et al, 2017).

Σε αγελάδες της φυλής Friesian χορηγήθηκε ένα μίγμα φυτικών βιοενεργών συστατικών. Στις αγελάδες που χορηγήθηκαν 3g/αγελάδα/ημέρα παρουσιάστηκαν πιο θετικά αποτελέσματα σε σχέση με αυτές που τις χορηγήθηκαν 6 g/αγελάδα/ημέρα, όπου παρατηρήθηκε μείωση της παραγωγής γάλακτος και των επιπέδων των ολικών στερεών, των στερεών άνευ λίπους και της λακτόζης. Πιο συγκεκριμένα, στο μίγμα που χορηγήθηκαν 3g αυξήθηκε η γαλακτοπαραγωγή και η περιεκτικότητα του γάλακτος σε ολικά στερεά, πρωτεΐνες, λακτόζη και λίπος. Επίσης, και στις δύο ποσότητες που χορηγήθηκε το μίγμα μειώθηκαν τα επίπεδα της μηλονικής διαλδεϋδης (Kholif et al, 2020).

Επίσης, μία άλλη μελέτη που διεξήχθη είχε ως σκοπό να αξιολογήσει τις επιδράσεις της χορήγησης των αιθερίων ελαίων του γλυκάνισου, του γαρύφαλλου και του θυμαριού στην απόδοση των προβατινών Barki. Η χορήγηση των ελαίων ξεκίνησε στα μέσα της εγκυμοσύνης (75 ημέρες πριν από τον τοκετό) έως τον απογαλακτισμό των αρνιών (~120 ημέρες). Οι προβατίνες χωρίστηκαν σε 4 ομάδες. Η οξειδωτική σταθερότητα βελτιώθηκε στις ομάδες που χορηγούνταν τα αιθέρια έλαια σε σύγκριση με τη ομάδα του μάρτυρα. Οι προβατίνες που έλαβαν αιθέριο έλαιο θυμαριού και γαρύφαλλου παρήγαγαν μεγαλύτερη ποσότητα γάλακτος σε σχέση με τη ομάδα του μάρτυρα και την ομάδα που της χορηγήθηκε αιθέριο έλαιο γλυκάνισου. Η χορήγηση αιθέριου ελαίου θυμαριού επηρέασε την πρωτεΐνη, τη λακτόζη, τα

ολικά στερεά και τα στερεά άνευ λίπους του γάλακτος σε σύγκριση με τις υπόλοιπες ομάδες των προβατινών (Abeer et al, 2019).

Επιπρόσθετα, το ίδιο πείραμα πραγματοποιήθηκε και σε θηλάζουσες αίγες της φυλής Shame και διήρκησε 15 ημέρες και παρατηρήθηκε πως μεταξύ των ομάδων δε παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ως προς τη γαλακτοπαραγωγή, τη πρωτεϊνοπεριεκτικότητα και τη λακτόζη. Η λιποπεριεκτικότητα ήταν μικρότερη στη ομάδα του μάρτυρα σε σχέση με τις ομάδες που τους χορηγούνταν αιθέρια έλαια. Επομένως, με βάση αυτά τα αποτελέσματα και τα προηγούμενα αποτελέσματα των Calsamiglia et al. (2007) διαπιστώθηκε πως η χορήγηση αιθέριων ελαίων γαρύφαλλου και θυμαριού είναι πιο αποτελεσματική στο σιτηρέσιο των θηλαζόντων μηρυκαστικών, ενώ η χορήγηση του ελαίου γλυκάνισου είναι πιο αποτελεσματική στο σιτηρέσιο των παχυνόμενων ζώων (El-Essawy et al., 2020).

Σύμφωνα Morsy et al. (2012) και οι Tassoul και Shaver (2009), παρόμοια αποτελέσματα παρουσιάστηκαν σε γαλακτοπαραγωγή βοοειδή. Οι Kung et al. (2008) και Santos et al. (2010) επίσης, παρατήρησαν πως η γαλακτοπαραγωγή και το λίπος του γάλακτος αυξήθηκε σε αγελάδες γαλακτοπαραγωγής με τη χορήγηση αιθέριων ελαίων. Η περιεκτικότητα σε ολικά στερεά, στερεά άνευ λίπους και λακτόζη αυξήθηκαν με τη χορήγηση αιθέριου ελαίου θυμαριού. Σε συμφωνία με την παρούσα εργασία, οι Morsy et al. (2012) διαπίστωσαν αυξημένα επίπεδα λακτόζης, ολικών στερεών και στερεών άνευ λίπους στο γάλα με την χορήγηση αιθέριου ελαίου θυμαριού.

Εν κατακλείδι, η χρήση πολυφαινόλων στις ζωοτροφές είναι μία καινοτόμος και εναλλακτική πηγή αντιοξειδωτικών ουσιών. Οι αντιοξειδωτικές ουσίες που περιέχουν μειώνουν την οξειδωτική αλλοίωση του τελικού προϊόντος (κρέατος ή γάλακτος ή προϊόντα μεταποίησής τους). Επιπλέον, η χρήση πολυφαινόλων είναι ιδιαίτερα χρήσιμη καθώς μειώνονται οι περιβαλλοντικές και οικονομικές επιπτώσεις (Serra et al, 2021).

16. Συμπεράσματα

Τα συμπεράσματα της παρούσας εργασίας αφορούν στην επίδραση της ενσωμάτωσης ενός μίγματος φυτικών βιοενεργών συστατικών στο σιτηρέσιο των προβατινών επί του επιπέδου της γαλακτοπαραγωγής, της χημικής σύστασης και της οξειδωτικής σταθερότητας του πρόβειου γάλακτος. Πιο συγκεκριμένα:

- ❖ Η γαλακτοπαραγωγή ήταν υψηλότερη στις ομάδες της επέμβασης με στατιστικά σημαντικές διαφορές για την ομάδα με το προστατευμένο ΜΦΒ, σε σχέση με το μάρτυρα, μεταξύ 7^{ης} - 9^{ης} εβδομάδας.
- ❖ Δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ως προς τη λιποπεριεκτικότητα.
- ❖ Στην περιεκτικότητα του ΣΥΑΛ παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην ομάδα του μάρτυρα, σε σχέση με τις άλλες δύο ομάδες, την 7^η και την 11^η εβδομάδα.
- ❖ Στατιστικά σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκαν στην πρωτεϊνοπεριεκτικότητα στην ομάδα του μάρτυρα την 7^η και την 11^η εβδομάδα.
- ❖ Όσον αφορά στη λακτόζη, ο μάρτυρας παρουσίασε στατιστικά σημαντική διαφορά την 7^η και την 11^η εβδομάδα.
- ❖ Επιπλέον, ως προς το pH όλες οι ομάδες εμφάνισαν στατιστικά σημαντικές διαφορές τη 5^η και τη 6^η εβδομάδα.
- ❖ Τα επίπεδα της μηλονικής διαλδεϋδης ήταν σταθερά υψηλότερα στην ομάδα του μάρτυρα, υποδηλώνοντας βελτιωμένη οξειδωτική σταθερότητα του γάλακτος στις ομάδες που λάμβαναν το ΜΦΒ, με στατιστικά σημαντικές διαφορές την 3^η, 7^η, 10^η και 11^η εβδομάδα.
- ❖ Δε παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ως προς την ηλεκτρική αγωγιμότητα και την περιεκτικότητα των ανόργανων στοιχείων.

Με βάση τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης, μπορεί να εξαχθεί το συμπέρασμα ότι η χορήγηση της ενσωμάτωσης ενός μίγματος φυτικών βιοενεργών συστατικών στο σιτηρέσιο των προβατινών οδήγησε στην βελτίωση των ποιοτικών χαρακτηριστικών και ειδικότερα στα επίπεδα της γαλακτοπαραγωγής, στη σύσταση και στην οξειδωτική σταθερότητα του πρόβειου γάλακτος. Τέλος, η συγκεκριμένη πειραματική μελέτη είναι ιδιαίτερα ενδιαφέρουσα και πρωτότυπη, καθώς όπως αναφέρθηκε, δεν υπάρχουν αξιόπιστα πειραματικά δεδομένα σχετικά με την επίδραση χορήγησης των μιγμάτων φυτικών βιοενεργών συστατικών (ΜΦΒ) στα επίπεδα της γαλακτοπαραγωγής, στη σύσταση και στην οξειδωτική σταθερότητα του πρόβειου γάλακτος και θα βοηθήσουν στη μετέπειτα διεξαγωγή όλο και πιο φερέγγυων αποτελεσμάτων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Διεθνής Βιβλιογραφία

Abeer, Ahlam R. Abdou, Marwa H, El-Gendy .. 2019 . Impact of Anise, Clove, and Thyme essential oils as feed supplements on the productive performance and digestion..., Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 13(1), p. 1-13

Albulushi, S. M. A., Al Saidi, H., Amaresh, N., & Mulliaicharam, A. R. 2014. Study of Physicochemical Properties, Antibacterial and GC-MS Analysis of Essential Oil of the Aniseed (*Pimpinella anisum* Linn.) in Oman. *Journal Pharmacognosy and Phytochemistry*, 2(4), 24-33.

Botsoglou N.A., Fletouris D.J., Papageorgiou G.E., Vassilipoulos V.N., Mantis A.J., & Trakatellis A.G., 1994. "A rapid, sensitive and specific thiobarbituric acid method for measuring lipid peroxidation in animal tissues, food and feedstuff samples". *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 42: 1931-1937.

Calsamiglia, S., Busquet, M., Cardozo, P.W., Castillejos, L., Ferret, A., 2007. Invited review, Essential oils as modifiers of rumen microbial fermentation. *J. Dairy Sci.* 90, 2580-2595.

Chouksey, D., Sharma, P., & Pawar, R, S. (2010). Pelagia Research Library Biological activities and chemical constituents of *Illicium verum* hook fruits (Chinese star anise). *Der Pharmacia Sinica*, 1(3), 1-10. Retrieved from <http://www.imedpub.com/articles/biological-activities-and-chemical-constituents-of-illicium-verum-hook-fruits-chinese-star-anise.pdf>.

Christaki, E.; Giannenas, I.; Bonos, E.; Florou-Paneri, P. Innovative uses of aromatic plants as natural supplements in nutrition. 2020. In *Feed Additives: Aromatic Plants and Herbs in Animal Nutrition and Health*; Florou-Paneri, P., Christaki, E., Giannenas, I., Eds.; Elsevier: London, UK, pp. 19–31.

El-Essawya Abeer M , U.Y. Anele b , A.M. Abdel-Waheda , Ahlam, R. Abdoua , I.M. Khattabc .2020. Effects of anise, clove and thyme essential oils supplementation on rumen fermentation, blood metabolites, milk yield and milk composition in lactating goats, *Animal Feed Science and Technology.*, 271, p. 377-8401

FAOSTAT (Data of Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2021. www.fao.org

George, C. K. 2012. Star anise. In *Handbook of Herbs and Spices* (pp. 487-503).

Gessner, D.K.; Ringseis, R.; Eder, K. 2016. Potential of plant polyphenols to combat oxidative stress and inflammatory processes in farm animals. *J. Anim. Physiol. Anim.*, 101, 605-628.

Halliwel, B., Aeschbach, R., Löliger, J., & Aruoma, O. I. 1995. The characterization of antioxidants. *Food and Chemical Toxicology*, 33(7), 601-617.

Halliwel B. 1996. Antioxidants. In: Ziegler EE, Filer LJ Jr., eds. *Present Knowledge in Nutrition*. Washington, DC: ILSI Press. Pp. 596-603.

Hashemzadeh-Cigari, F., Khorvash, M., Ghorbani, G., Kadivar, M., Riasi, A., & Zebeli, Q. 2014. Effects of supplementation with a phytobiotics-rich herbal mixture on performance, udder health, and metabolic status of Holstein cows with various levels of milk somatic cell counts. *Journal of Dairy Science*, 97(12), 7487-7497.

Kalaitsidis K. , Sidiropoulou E , Tsiftoglou O , Mourtzinou I , Moschakis T , Basdagianni Z, Vasilopoulos S , Chatzigavriel S , Lazari D and Giannenas I. 2021. Effects of Cornus and Its Mixture with Oregano and Thyme Essential Oils on Dairy Sheep Performance and Milk, Yoghurt and Cheese Quality under Heat Stress. *Animals*. 1 (11) .p. 1063.

Khamisabadi, H.; Fazaeli, H.; Ayasan, T. 2020. Effect of *Thymus vulgaris* or *Mentha* peppermint on lactating sanjabi ewe performance, milk composition, lamb growing and relevant blood metabolites. *J. Med. Plants ByProd.*, 10, 95–101

Kholif Ahmed E., Hassan Ayman., Matloup O. H., Elashry Ghada. 2020 “Top-dressing of chelated phytogetic feed additives in the diet of lactating Friesian cows to enhance feed utilization and lactational performance”vol. 21, no. 2, p. 657–673.

Kholif A.E., O.H. Matloup , T.A. Morsya , M.M. Abdoa , A. Abu Elellab , U.Y. Anelec , K.C. Swanson . 2017 . Rosemary and lemongrass herbs as phytogetic feed additives to improve efficient feed utilization, manipulate rumen fermentation and elevate milk production of Damascus goats. *LIVESTOCK SCIENCE*, 204 , p. 39-46.

Kung, L.J., Williams, P., Schmidt, R.J., Hu, W., 2008. A blend of essential plant oils used as an additive to alter silage fermentation or used as a feed additive for lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 91: 4793–4800.

Mohamed, H. S. A. A., Abdelgadir, W. S., & Almagboul, A.Z.I. 2015. In vitro antimicrobial activity of Anise seed (*Pimpinella anisum* L.). *International Journal of Advanced Research*, 3(1), 359-367.

Morsy, T. A., Kholif, S. M., Matloup, O. H., Abo, M. M. and El-shafie, M. H., 2012. Impact of Anise, Clove and Juniper oils as feed additives on the productive performance of lactating goats. *International journal of dairy science.*, 7(1): 20-28.

Nieto, Gema. 2020. “A Review on Applications and Uses of *Thymus* in the Food Industry.” *Plants*, vol. 9, no. 8, p. 961.

Nudda, Anna, et al. 2020. “Sheep and Goats Respond Differently to Feeding Strategies Directed to Improve the Fatty Acid Profile of Milk Fat.” *Animals*, vol. 10, no. 8, p. 1290

Prasad, S., Gupta, S. C., & Tyagi, A. K. 2017. Reactive oxygen species (ROS) and cancer: Role of antioxidative nutraceuticals. *Cancer letters*, 387, 95-105

Rochfort, Simone, et al. 2007. “Plant Bioactives for Ruminant Health and Productivity.” *Phytochemistry*, vol. 69, no. 2, pp. 299–322.

Salami, S., Guinguina, A., Agboola, J., Omede, A., Agbonlahor, E., & Tayyab, U. 2016. Review: In vivo and postmortem effects of feed antioxidants in livestock: A review of the implications on authorization of antioxidant feed additives. *Animal*, 10(8), 1375-1390.

Sas\Stat, 2011. *Statistical Analysis Systems, Version 9.3*; SAS Institute Inc.: Cary, NC, USA.

Santos, M.B., Robinson, P.H., Williams, P., Losa, R., 2010. Effects of addition of an essential oil complex to the diet of lactating dairy cows on whole tract digestion of nutrients and productive performance. *J. Animal Feed Science and Technology.*, 157: 64-71.

Serra, Valentina, et al. 2021. “Dietary Polyphenol Supplementation in Food Producing Animals: Effects on the Quality of Derived Products.” *Animals*, vol. 11, no. 2, p. 401.

Tassoul, M.D., Shaver, R.D., 2009. Effect of a mixture of supplemental dietary plant essential oils on performance of periparturient and early lactation dairy cows. J. Dairy Sci., 92:1734 –1740.

Yang, Feng, and Xiao Li. 2015 “Role of Antioxidant Vitamins and Trace Elements in Mastitis in Dairy Cows.” Journal of Advanced Veterinary and Animal Research, vol. 2, no. 1, p. 1

Ελληνική Βιβλιογραφία

Μ. Βασιλακάκης και Ι. Θέριος, Θεσσαλονίκη 2006, ΕΣΠΕΡΙΔΟΕΙΔΗ, ΜΑΘΗΜΑΤΑ ΕΙΔΙΚΗΣ ΔΕΝΔΡΟΚΟΜΙΑΣ, Α΄ Έκδοση 1996, Copyright © 2006

Ε. ΒΟΓΙΑΤΖΗ-ΚΑΜΒΟΥΚΟΥ, ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2018, Επιλογή Αρωματικών και Φαρμακευτικών Φυτών, Δεύτερη έκδοση, εκδόσεις Σύγχρονη παιδεία

Σ. Γεωργάκης, 2014, ΤΑ ΚΡΕΑΤΟΣΚΕΥΑΣΜΑΤΑ, Εκδόσεις Σύγχρονη παιδεία, σελίδες 40-54

Γεώργιος Ζέρβας, Αθήνα, Οκτώβριος 2013, ΔΙΑΤΡΟΦΗ ΜΗΡΥΚΑΣΤΙΚΩΝ ΖΩΩΝ, ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΣΤΑΜΟΥΛΗ Α.Ε., σελίδες 347, 361

Δημήτρης Γ. Ζυγογιάννης, Θεσσαλονίκη 2014, Προβατοτροφία, Εκδόσεις ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΠΑΙΔΕΙΑ, Τρίτη έκδοση.

Στέλιος Καμινारीδης, Γκόλφω Μοάτσου, ΓΑΛΑΚΤΟΚΟΜΙΑ, ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΕΜΒΡΥΟ 2009,

Α.Ι. Μάντης, Δ.Κ. Παπαγεωργίου, Δ.Ι. Φλετούρης, Α.Σ. Αγγελίδης, Υγιεινή και Τεχνολογία του γάλακτος και των προϊόντων του, Αναθεωρημένη έκδοση, Θεσσαλονίκη 2015, 2018, Αφοί Κυριακίδη ΕΚΔΟΣΕΙΣ Α.Ε. 2015.

ΕΜΜΑΝΟΥΛ ΡΟΓΔΑΚΗΣ, ΑΘΗΝΑ 2006, ΓΕΝΙΚΗ ΖΩΟΤΕΧΝΙΑ, ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΑΘ. ΣΤΑΜΟΥΛΗ, σελίδες 60-62, 119-120

Κωνσταντίνος Ι. Φεγγερός, Αθήνα, Οκτώβριος 2017, ΖΩΟΤΡΟΦΕΣ ΚΑΙ ΠΡΟΣΘΕΤΕΣ ΥΛΕΣ ΖΩΟΤΡΟΦΩΝ <<ΒΡΩΜΑΤΟΛΟΓΙΑ>>, ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΣΤΑΜΟΥΛΗ Α.Ε.

Ευτύχιος Πρωτοπαπαδάκης, Αθήνα 2016, τα Εσπεριδοειδή, καλλιέργεια λίπανση φυτοπροστασία, 2010 ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΨΥΧΑΛΟΥ ανανεωμένη έκδοση, 2004 ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΨΥΧΑΛΟΥ.

Σ.Θ ΚΑΤΣΙΩΤΗΣ και Π.Σ. ΧΑΤΖΟΠΟΥΛΟΥ, ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ, ΑΡΩΜΑΤΙΚΑ ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΑ ΦΥΤΑ ΚΑΙ ΑΙΘΕΡΙΑ ΕΛΑΙΑ, Παραγωγή, Επεξεργασία, Μεταποίησησ°

Αξιοποίηση, Διεθνές αγορές, Αρωματοθεραπεία, Αρωματοποιία, Εκδοτικός οίκος Αδερφών Κυραικίδη α.ε. Β΄ ΕΚΔΟΣΗ © 2010.

Σμιτζής, Π. 2021. Αιγοπροβατοτροφία-Φυλές-Σημειώσεις μαθήματος 'Έκτροφή μηρυκαστικών ζώων'. Αθήνα: Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.

Ευρετήριο εικόνων

<https://cibum.gr/nea/giati-oi-anthropoi-katanalonoun-zoiko-gala/>

<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%93%CE%BB%CF%85%CE%BA%CE%AC%CE%BD%CE%B9%CF%83%CE%BF%CF%82#/media/%CE%91%CF%81%CF%87%CE%B5%CE%AF%CE%BF:Koehler1887-PimpinellaAnisum.jpg>

<https://www.novagreen.gr/egkekrimena-fytoprostateytika-esperidoeidon-etoys-2020-agravia/>