



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΗ ΟΜΑΔΑ «OREGANO»

Η Χρήση Αρωματικών Φυτών, στη Διατροφή Αιγών Βιολογικής Εκτροφής και η επίδρασή τους στην Παραγωγή, την Ποιότητα Γάλακτος και των Προϊόντων αυτού

**Ενότητα Εργασίας 2 «Εργαστηριακή Παραγωγή καινοτόμων
γαλακτοκομικών προϊόντων»**

2^η Ετήσια Αναφορά Αποτελεσμάτων

**Επιστημονικά Υπεύθυνος: Ιωάννης Κ. Μητσόπουλος, Καθηγητής,
ΔΙΠΑΕ**

Θεσσαλονίκη, 2025





ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΗ ΟΜΑΔΑ OREGANO

«Η Χρήση Αρωματικών Φυτών, στη Διατροφή Αιγών Βιολογικής Εκτροφής και η επίδρασή τους στην Παραγωγή, την Ποιότητα Γάλακτος και των Προϊόντων αυτού»

Ενότητα Εργασίας 2: Εργαστηριακή παραγωγή καινοτόμων γαλακτοκομικών προϊόντων

Ερευνητική Ομάδα Τμήμα Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων, Τμήμα Γεωπονίας, ΔΙΠΑΕ & Τμήμα Κτηνιατρικής ΑΠΘ

- Ιωάννης Μητσόπουλος, Καθηγητής , Επιστημονικά Υπεύθυνος, ΔΙΠΑΕ
- Γεωργία Δημητρέλη, Αν. καθηγήτρια, ΔΙΠΑΕ
- Αθανάσιος Γούλας, Επικ. Καθηγητής, ΔΙΠΑΕ
- Ζήσης Τζήκας, Επικ. Καθηγητής, ΔΙΠΑΕ
- Στέλιος Εξαρχόπουλος, Επικ. Καθηγητής, ΑΠΘ
- Δημήτριος Κυρτσούδης, Υποψ. Διδάκτορας, ΔΙΠΑΕ
- Όλγα Γροντίδου, Υποψ. Διδάκτορας, ΔΙΠΑΕ

Περιεχόμενα

1. Πρόλογος.....	4
2. Στόχοι του Έργου	5
3. Περιγραφή των δράσεων--παραδοτέα Ενότητας Εργασίας 2	6
4. Εργαστηριακή Παραγωγή καινοτόμων γαλακτοκομικών προϊόντων.....	7
4.1. Εισαγωγή	7
4.2. Υλικά και μέθοδοι.....	8
4.2.1. Ζώα και διαιτητική αγωγή.....	8
4.2.2. Προ-επεξεργασία νωπού γάλακτος	8
4.2.3. Παραγωγή γάλακτος υψηλής θερμικής επεξεργασίας.....	8
4.2.4. Παραγωγή κεφίρ	9
4.2.5. Παραγωγή λευκού τυριού άλμης.....	9
4.2.6. Παραγωγή μυζήθρας.....	10
4.2.7. Φυσικοχημικές αναλύσεις	10
4.2.8. Προσδιορισμός ρεολογικών και μηχανικών χαρακτηριστικών	15
4.2.9. Οργανοληπτική αξιολόγηση.....	16
4.2.10. Στατιστική ανάλυση.....	17
4.3. Αποτελέσματα και συζήτηση	17
4.3.1. Φυσικοχημικές ιδιότητες των δειγμάτων νωπού γάλακτος	17
4.3.2. Φυσικοχημικές ιδιότητες γαλακτοκομικών προϊόντων	18
4.3.3. Ρεολογικές/Μηχανικές ιδιότητες γαλακτοκομικών προϊόντων	21
4.3.4. Οργανοληπτική αξιολόγηση των γαλακτοκομικών προϊόντων	22
4.4. Συμπεράσματα	25
5. Βιβλιογραφία.....	27

ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΗ ΟΜΑΔΑ «ΟΡΕΓΑΝΟ»: Η ΧΡΗΣΗ ΑΡΩΜΑΤΙΚΩΝ ΦΥΤΩΝ, ΣΤΗ ΔΙΑΤΡΟΦΗ ΑΙΓΩΝ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΕΚΤΡΟΦΗΣ ΚΑΙ Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥΣ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ, ΤΗΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΓΑΛΑΚΤΟΣ ΚΑΙ ΤΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΑΥΤΟΥ

1. Πρόλογος

Η συνεχής κατάχρηση των αντιβιοτικών στην κτηνοτροφία είναι αποτέλεσμα της πρακτικής της συστηματικής προληπτικής μαζικής θεραπευτικής αγωγής στην εντατική κτηνοτροφία. Υπάρχουν πιέσεις τα κτηνιατρικά φάρμακα να μην χρησιμοποιούνται για την πάχυνση των ζώων ή για να αντισταθμίζουν τις μη επαρκείς συνθήκες υγιεινής και να περιοριστεί η χρήση τους μόνο σε μεμονωμένα ζώα και μόνο όταν αυτό δικαιολογείται πλήρως από τον κτηνίατρο και όχι προληπτικά. Η πρακτική της χρήσης κτηνιατρικών φαρμάκων μόνο για την αντιμετώπιση ασθενειών είναι δεδομένη μόνο για τις βιολογικές εκτροφές. Για την αντιμετώπιση αυτού του προβλήματος, στο παρόν ερευνητικό έργο διερευνάται η χρήση αιθέριου ελαίου Βιολογικής Ρίγανης ως πρόσθετο της διατροφής αιγών βιολογικής εκτροφής. Αξιοποιώντας το ευρύ φάσμα των βιοδραστικών ενώσεων αυτών, καθώς και τις βιολογικά ενεργές ιδιότητες τους (αντιοξειδωτική, αντιφλεγμονώδη, αντιμικροβιακή δράση και ενίσχυση της πεπτικής διαδικασίας), επιδιώκεται να χρησιμοποιηθούν προληπτικά για ενίσχυση της υγείας των ζώων. Αναμένεται με τη χρήση τους να εμποδίσουν την ανάπτυξη παθογόνων βακτηρίων, να αποτρέψουν την οξείδωση των ιστών και ως εκ τούτου, να βελτιώσουν τις επιδόσεις ανάπτυξης και την ποιότητα των ζωικών προϊόντων. Έτσι, αναμένεται να ενισχυθεί η βιωσιμότητα των κτηνοτροφικών εκμεταλλεύσεων. Παράλληλα η αναμενόμενη γευστική αναβάθμιση του τελικού προϊόντος θα βελτιώσει την ανταγωνιστική θέση του στην αγορά. Εκτός από αυτά, θα έχει θετικές επιπτώσεις και για τις εκμεταλλεύσεις παραγωγής αρωματικών φυτών καθώς θα δημιουργηθεί μια νέα αγορά γι' αυτά.

Κύριος σκοπός αυτού του ερευνητικού προγράμματος είναι να διερευνήσει τις δυνατότητες της προσθήκης αιθέριου ελαίου βιολογικής ρίγανης στη διατροφή αιγών βιολογικής εκτροφής, τις θετικές επιδράσεις της στην υγεία, την απόδοση των ζώων και τη βελτίωση της ποιότητας των παραγόμενων προϊόντων. Για την πραγματοποίηση των σκοπών πραγματοποιήθηκε ο πειραματισμός στις εγκαταστάσεις βιολογικής εκτροφής αιγών του κου Κωνσταντίνου Κοκκινομάτη και της κας Μαρίας Κακογλέπη στην Πυλαία, Π.Ε. Έβρου που βρισκόταν στο πρώτο στάδιο της γαλακτικής περιόδου δηλ. μετά τον απογαλακτισμό των κατσίκων. Κάθολη τη διάρκεια του περάματος

ακολουθήθηκε το πειραματικό πρωτόκολλο και πραγματοποιήθηκαν γαλακτομετρήσεις και συλλέγονταν δείγματα γάλακτος για χημική ανάλυση και αξιολογούνταν η γαλακτοπαραγωγή, η συμπεριφορά και η υγεία των ζώων. Στο τέλος του πειραματισμού (60^η ημέρα) παραλήφθηκε ικανή ποσότητα γάλακτος για την εργαστηριακή παρασκευή καινοτόμων γαλακτοκομικών προϊόντων από βιολογικό κατσικίσιο γάλα στο Εργαστήριο Τεχνολογίας Γάλακτος και Γαλακτοκομικών Προϊόντων. του Τμήματος Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων, του ΔΙΠΑΕ. Συγκεκριμένα, **παρασκευάστηκαν γάλα υψηλής θερμικής επεξεργασίας, κεφίρ, λευκό τυρί άλμης και μυζήθρα**. Στα παραγόμενα γαλακτοκομικά προϊόντα πραγματοποιήθηκαν φυσικοχημικές και ρεολογικές-μηχανικές αναλύσεις, καθώς και οργανοληπτική αξιολόγηση. Επιπρόσθετα, στο νωπό γάλα προσδιορίστηκε η φυσικοχημική του σύσταση.

2. Στόχοι του Έργου

- Η βελτίωση της μετατρεψιμότητας των ζωοτροφών, με πιθανή αύξηση των παραγωγικών αποδόσεων και ποιοτικών χαρακτηριστικών του γάλακτος,
- Ανάπτυξη της βέλτιστης τεχνικής στην αξιοποίηση των αρωματικών φυτών ως πρόσθετων στις ζωοτροφές και η αξιοποίηση της νέας τεχνογνωσίας από τους μελλοντικούς χρήστες τους (κτηνοτρόφοι, επιστημονική κοινότητα),
- Παραγωγή καινοτόμων προϊόντων προς όφελος του κτηνοτρόφου αλλά και της εθνικής οικονομίας,
- Δημιουργία νέας αγοράς για τα αρωματικά φυτά Ελληνικής παραγωγής ως πρόσθετα σε ζωοτροφές,
- Μείωση των ασθενειών και της θνησιμότητας στις βιολογικές εκτροφές,
- Βελτίωση του εισοδήματος των παραγωγών,
- Αξιολόγηση της επίδρασης του αιθέριου ελαίου ρίγανης στη μείωση των εκπομπών μεθανίου, προάγοντας βιώσιμες πρακτικές ζωικής παραγωγής.
- Βελτίωση της ποιότητας των υπό εξέταση ειδών στην ελληνική αγορά,
- Διάχυση και διάδοση της παραγόμενης γνώσης προς όλα τα ενδιαφερόμενα μέρη.

3. Περιγραφή των δράσεων--παραδοτέα Ενότητας Εργασίας 2

Κύριος αντικειμενικός σκοπός του δευτέρου πακέτου εργασίας είναι η παρασκευή διαφόρων γαλακτοκομικών προϊόντων, *όπως γάλα υψηλής θερμικής επεξεργασίας, κεφίρ, λευκό τυρί άλμης και μυζήθρα, καθώς και ο ποιοτικός έλεγχος αυτών*. Η παραγωγή και ο ποιοτικός έλεγχος των καινοτόμων γαλακτοκομικών προϊόντων πραγματοποιήθηκε σε εργαστηριακή κλίμακα στο εργαστήριο Τεχνολογίας Γάλακτος και Γαλακτοκομικών Προϊόντων, του Τμήματος Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων, του ΔΠΠΑΕ.

Με την ολοκλήρωση της επεξεργασίας των δεδομένων καταρτίστηκε το 2^ο παραδοτέο του έργου «OREGANO», όπου καταγράφεται η μεθοδολογία και μέρος των αποτελεσμάτων της πρώτης και δεύτερης φάσης του έργου. Η εργασία με τίτλο “*Effect of Origanum vulgare essential oil used as feed supple-ment on the properties of organic fermented goat milk products*” έχει κατατεθεί για αξιολόγηση στο επιστημονικό περιοδικό με κριτές “Dairy”, και έγινε δεκτή για δημοσίευση.

4. Εργαστηριακή Παραγωγή καινοτόμων γαλακτοκομικών προϊόντων

4.1. Εισαγωγή

Την τελευταία δεκαετία έχει παρατηρηθεί σημαντική αύξηση στη χρήση αρωματικών φυτών και αιθέριων ελαίων ως πρόσθετων ζωοτροφών στη διατροφή των ζώων, λόγω της βιοδραστικότητάς τους. Τα συστατικά που περιέχονται στα αιθέρια έλαια έχουν τη δυνατότητα να αναστέλλουν την ανάπτυξη παθογόνων βακτηρίων, να αποτρέπουν την οξείδωση των ιστών και επομένως να βελτιώνουν την απόδοση ανάπτυξης και την ποιότητα των ζωικών προϊόντων. Ανάμεσα στα αρωματικά αιθέρια έλαια φυτών, το αιθέριο έλαιο ρίγανης είναι γνωστό για την πλούσια περιεκτικότητά του σε φυσικές πολυφαινόλες, οι οποίες έχουν έντονες αντιμικροβιακές, αντιμυκητιακές και αντιοξειδωτικές ιδιότητες και έχουν ήδη χρησιμοποιηθεί ως πρόσθετο στο σιτηρέσιο αρνιών και έχει διερευνηθεί η επίδρασή του στα χαρακτηριστικά του κρέατος. [1]. Όσον αφορά, η προσθήκη αιθέριου ελαίου δεντρολίβανου, σε σιτηρέσιο αιγών έχει αναφερθεί και αξιολογήθηκε η επίδρασή του στις ιδιότητες του γάλακτος και του τυριού [2].

Έτσι, στόχος της παρούσας εργασίας ήταν η αξιολόγηση της επίδρασης του αιθέριου ελαίου βιολογικής ρίγανης (*Origanum vulgare* L.), το οποίο χρησιμοποιήθηκε ως πρόσθετο στο σιτηρέσιο των αιγών, στις ιδιότητες βιολογικών προϊόντων αίγιου γάλακτος, όπως το γάλα υψηλής θερμικής επεξεργασίας, το κεφίρ, το λευκό τυρί άλμης και

η

μυζήθρα.

4.2. Υλικά και μέθοδοι

4.2.1. Ζώα και διαιτητική αγωγή

Είκοσι τέσσερα ζώα (24) ίδιας ηλικίας και με παρόμοια απόδοση γάλακτος και σωματικό βάρος κατανεμήθηκαν σε τρεις ομάδες. Η πρώτη ομάδα (Α) αποτέλεσε την ομάδα μάρτυρας, ενώ στις ομάδες Β και Γ, στην τροφή κάθε αίγας προστέθηκε βιολογικό αιθέριο έλαιο ρίγανης 1mL και 2mL ανά ζώο ανά ημέρα, αντίστοιχα. Το γάλα για την παραγωγή των γαλακτοκομικών προϊόντων συλλέχθηκε μετά από 60 ημέρες σίτισης (8^η εβδομάδα) μετά τον τοκετό.

4.2.2. Προ-επεξεργασία νωπού γάλακτος

Αμέσως μετά την παραλαβή, το γάλα τοποθετήθηκε σε ψυγείο (4°C) μέχρι να χρησιμοποιηθεί. Στη συνέχεια αναδεύτηκε πολύ καλά για να αποφευχθεί ο διαχωρισμός φάσεων, διηθήθηκε χρησιμοποιώντας ένα απλό μέσο διήθησης (τσαντίλα) και λήφθηκε επαρκής ποσότητα για να προσδιοριστεί η φυσικοχημική του σύσταση. Στη συνέχεια το γάλα κάθε ομάδας (Α, Β, και Γ) ομογενοποιήθηκε με τη χρήση συσκευής υπερήχων (BANDELIN SONOPULS with UV 3400 tip, Βερολίνο, Γερμανία), η οποία λειτουργούσε στο 90% σε συχνότητα 20 kHz. Ο χρόνος εφαρμογής υπερήχων σε μια ορισμένη ποσότητα γάλακτος υπολογίστηκε με παρατήρηση του μεγέθους των σφαιριδίων λίπους σε οπτικό μικροσκόπιο (Axio Observer Z1, Zeiss), το οποίο θα πρέπει να παρουσιάζει διακύμανση από 1 έως 6μm. Κατά την ομογενοποίηση ελεγχόταν η θερμοκρασία του γάλακτος, ώστε να μην ξεπερνά τους 60°C. Στη συνέχεια το γάλα κάθε ομάδας (Α, Β, και Γ) χωρίστηκε σε 4 παρτίδες για την παρασκευή των διαφορετικών γαλακτοκομικών προϊόντων.

4.2.3. Παραγωγή γάλακτος υψηλής θερμικής επεξεργασίας

Μετά την ολοκλήρωση της ομογενοποίησης ακολούθησε η θερμική επεξεργασία του γάλακτος. Το γάλα μεταφέρθηκε σε κατσαρόλα και θερμάνθηκε στους 90°C για 5 min ακολούθησε η ψύξη του σε θερμοκρασία περιβάλλοντος (περίπου 25°C) με τη βοήθεια νερού βρύσης, η μεταφορά του σε γυάλινους αποστειρωμένους περιέκτες και η τοποθέτηση στους 4°C για 24h προτού αναλυθεί (πραγματοποίηση οργανοληπτικού ελέγχου, φυσικοχημικών αναλύσεων και ρεολογικών μετρήσεων).

4.2.4. Παραγωγή κεφίρ

Το γάλα για την παρασκευή κεφίρ αρχικά ομογενοποιήθηκε, σύμφωνα με τα όσο προαναφέρθηκαν και ακολούθησε θερμική επεξεργασία στους 95°C για 5min, ψύξη στους 30°C, εμβολιασμός με την καλλιέργεια κεφίρ του εμπορίου (KFA1, micromilk, srl, Cremosano, CR, ITALY) (σε λιοφιλιωμένη μορφή και έτοιμη για χρήση, δηλαδή προσθήκη απευθείας στο γάλα σε ποσότητα σύμφωνα με τις οδηγίες του προμηθευτή), πολύ καλή ανάμιξη (για τη διάλυση της καλλιέργειας εκκίνησης), μεταφορά σε γυάλινους αποστειρωμένους περιέκτες και επώαση στους 30°C μέχρι τελική τιμή pH 4,4 (περίπου 20 h). Μετά το τέλος της επώασης το δείγμα πολτοποιήθηκε και τοποθετήθηκε στην ψύξη (4°C) για 24 h προτού αναλυθεί.

4.2.5. Παραγωγή λευκού τυριού άλμης

Το γάλα μετά την ομογενοποίηση θερμάνθηκε στους 72°C για 15 sec και ψύχθηκε στους 35°C. Ακολούθησε προσθήκη οξυγαλακτικής καλλιέργειας σε ποσοστό 0,5% (χρησιμοποιήθηκε παραδοσιακή γιαούρτη, η οποία περιέχει τους μικροοργανισμούς *Streptococcus thermophilus* και *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*), παραμονή στους 35°C για 30 min, προσθήκη διαλύματος χλωριούχου ασβεστίου συγκέντρωσης 40% (β/ο) σε αναλογία 0,3 ml/Kg γάλακτος, προσθήκη διαλύματος συμβατικής πυτιάς σε υγρή μορφή (Κυανούς Σταυρός, Αριστομένης Φίκας & ΣΙΑ Α.Ε., Θεσσαλονίκη) σε ποσοστό 1% (σύμφωνα με τις οδηγίες του παρασκευαστή) και πήξη του γάλακτος στους 35°C για 30 min. Στη συνέχεια έγινε διαίρεση (μέγεθος τεμαχιδίων 2×2cm) και ανάμιξη τυροπήγματος, παραμονή στους 35°C για 30 min, συλλογή τυροπήγματος στα καλούπια, παραμονή στα καλούπια (16°C για περίπου 20h), απομάκρυνση από τα καλούπια, διαίρεση σε τεμάχια (περίπου 11 cm × 7 cm) και αλάτισμα (εμβάπτισμα σε διάλυμα άλμης 18% αρχικά σε θερμοκρασία 16°C για περίπου 4 h και στη συνέχεια στους 4°C μέχρι να αποκτήσουν υγρασία < 58%, τιμή pH < 4,8 και Συντελεστή Άλατος ≥ 5%). Κατά τη φάση του αλατίσματος τα κομμάτια αναποδογυρίζονταν και η επιφάνειά τους καλύπτονταν με χοντρόκοκκο αλάτι. Όταν τα δείγματα τυριού

απέκτησαν την επιθυμητή φυσικοχημική σύσταση, τοποθετήθηκαν σε καινούργια άλμη συγκέντρωσης 8% στους 4°C για διάστημα 3 μηνών για ωρίμανση.

2.2.6. Παραγωγή μυζήθρας

Για την παρασκευή της μυζήθρας χρησιμοποιήθηκε το τυρόγαλα που προέκυψε από την παραγωγή του λευκού τυριού άλμης, αφού πρώτα διηθήκε με τη χρήση τσαντίλας για την κατακράτηση των τεμαχιδίων καζεΐνης. Ακολούθησε θέρμανση με αργό ρυθμό του τυρογάλακτος σε κατσαρόλα μέχρι τους 90°C. Κατά τη θέρμανση του τυρογάλακτος και μόλις η θερμοκρασία του έφτασε τους 60°C προστέθηκε γάλα (το οποίο είχε θερμανθεί στους 72°C για 15 s) σε ποσοστό 20% και υπό συνεχή ανάδευση συνέχισε η θέρμανσή του. Μόλις η θερμοκρασία έφτασε τους 90°C προστέθηκε διάλυμα κιτρικού οξέος 10% (σε ποσοστό προσθήκης 0,6% αφού ληφθεί υπόψη και η ποσότητα του γάλακτος), ακολούθησε ανάμιξη και παραμονή του σχηματιζόμενου τυροπήγματος στο καυτό τυρόγαλα για περίπου 20 min ώστε να συγκολληθούν οι θρόμβοι των πρωτεϊνών και να αποκτήσει την απαιτούμενη σκληρότητα το τυρόπηγμα. Στη συνέχεια γίνεται συλλογή του τυροπήγματος και τοποθέτηση στα καλούπια (ταυτόχρονα προστίθεται λεπτόκοκκο αλάτι στη μάζα του τυροπήγματος περίπου 1%) για στράγγισμα για περίπου 24 h στους 4°C. Ακολούθησε απομάκρυνση από τα καλούπια και ανάλυση των δειγμάτων.

4.2.7. Φυσικοχημικές αναλύσεις

Οι φυσικοχημικές αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν σύμφωνα με τις μεθόδους ανάλυσης που αναφέρονται στον AOAC [3].

Προσδιορισμός της τιμής pH

Ο προσδιορισμός του pH των δειγμάτων πραγματοποιήθηκε με τη χρήση εργαστηριακού πεχαμέτρου (EDT Instruments, GP353 ATCpHMETER). Το όργανο αρχικά ρυθμίστηκε με τη βοήθεια ρυθμιστικών διαλυμάτων (Buffer 4 και 7). Στη συνέχεια το ηλεκτρόδιο και το θερμοστοιχείο εμβαπτίστηκαν μέσα σε ποσότητα δείγματος (για υγρά δείγματα, ενώ για τα τυριά σε 10g τριμμένου δείγματος προστέθηκαν 10 ml απεσταγμένου νερού και ακολούθησε ανάμιξη) σημειώθηκε η

ένδειξη του οργάνου. Πραγματοποιήθηκαν δύο επαναλήψεις και ως τελική τιμή pH λαμβάνεται ο μέσος όρος των δύο επαναλήψεων.

Προσδιορισμός ξηρής ουσίας

Ο προσδιορισμός της ξηρής ουσίας γίνεται με τη σταθμική μέθοδο. Συγκεκριμένα, σε κάψες από πορσελάνη τοποθετούνται 20-30 g άμμου, μαζί με μία γυάλινη ράβδο και ξηραίνονται σε κλίβανο στους $102\pm 1^{\circ}\text{C}$ για μία ώρα. Κατόπιν, μεταφέρονται σε ξηραντήρα, ώστε να ψυχθούν, και στη συνέχεια ζυγίζονται (α_1). Στη συνέχεια γίνεται μεταφορά ποσότητας δείγματος (από 1 έως 3 g περίπου ανάλογα με το είδος του δείγματος, για αυξημένη περιεκτικότητα σε Ξ.Ο. ζυγίζεται η μικρότερη ποσότητα) στην κάψα και ακολουθεί ζύγιση (α_2). Με την γυάλινη ράβδο το δείγμα αναμειγνύεται με την άμμο και τοποθετείται στον κλίβανο στους $102\pm 1^{\circ}\text{C}$ για τρεις ώρες. Μετά την ξήρανση ψύχεται στο ξηραντήριο και ζυγίζεται (α_3). Η ξηρή ουσία (ΞΟ) του δείγματος υπολογίζεται σύμφωνα με τον τύπο:

$$\text{ΞΟ (\%)} = \frac{\alpha_3 - \alpha_1}{\alpha_2 - \alpha_1} \times 100 \quad (1)$$

όπου:

α_1 είναι το βάρος της κάψας, της άμμου και της ράβδου.

α_2 είναι το βάρος της κάψας, της άμμου, της ράβδου και του δείγματος πριν την ξήρανση.

α_3 είναι το βάρος της κάψας, της άμμου, της ράβδου και του δείγματος μετά την ξήρανση.

Η τιμή της ξηρής ουσίας του δείγματος είναι ο μέσος όρος τριών μετρήσεων.

Προσδιορισμός λίπους γάλακτος και κεφίρ με την μέθοδο Gerber

Για τον προσδιορισμό του γάλακτος σύμφωνα με τη μέθοδο Gerber, αρχικά στα βουτυρόμετρα προστίθενται 10 ml θειικού οξέος (πυκνότητας 1,820 g/ml) με την βοήθεια αυτόματης συσκευής μέτρησης, και στην συνέχεια 11 ml γάλακτος, τα οποία τοποθετούνται με προσοχή κρατώντας το σιφώνιο υπό γωνία 45° ακουμπώντας στον λαιμό του βουτυρομέτρου και το γάλα αφήνεται να πέσει σιγά σιγά στην αρχή για να

αποφευχθεί απότομη ανάμιξη του με το θειικό οξύ και προκαλέσει το κάψιμο του λίπους. Ακόμα, γίνεται προσθήκη 1 ml αμυλικής αλκοόλης και το βουτυρόμετρο πωματίζεται και ανακινείται έως ότου διαλυθούν οι καζεΐνης του γάλακτος εντελώς. Μετά την ανακίνησή τους τα βουτυρόμετρα τοποθετούνται για φυγοκέντρωση στους 65 °C στις 1200 στροφές για 5 λεπτά. Στην συνέχεια γίνεται η ανάγνωση των βουτυρομέτρων στην βαθμολογημένη κλίμακα. Τα βουτυρόμετρα είναι κατασκευασμένα έτσι, ώστε η ανάγνωσή τους να λαμβάνεται σε εκατοστιαία περιεκτικότητα σε λίπος του δείγματος. Η λιποπεριεκτικότητα (%) του δείγματος είναι η διαφορά μεταξύ των δύο μετρήσεων (ένδειξη μνήσκου μείον ένδειξη διαχωριστικής γραμμής στοιβάδας λίπους και υπόλοιπων συστατικών).

Στην περίπτωση του κεφίρ, εξαιτίας του ότι είναι παχύρευστο, σε ποτήρι ζέσεως των 50ml ζυγίζονται 11,33 g δείγματος και προστίθενται 6 ml θειικού οξέος (ίδιας πυκνότητας με την αντίστοιχη που χρησιμοποιείται στο γάλα). Με ένα γυάλινο ραβδάκι διαλύονται τα πηγμάτα καζεΐνης που σχηματίζονται και το περιεχόμενο μεταφέρεται ποσοτικά στο βουτυρόμετρο χρησιμοποιώντας επιπλέον 4 ml θειικού οξέος. Στη συνέχεια η μέθοδος συνεχίζεται όπως στην περίπτωση του γάλακτος

Προσδιορισμός λίπους του τυριών με τη μέθοδο Van Gulik

Η αρχή μεθόδου είναι ίδια με την μέθοδο προσδιορισμού λίπους για το γάλα κατά Gerber. Με την μέθοδο προσδιορίζεται το λίπος του τυριού. Αρχικά, στον υποδοχέα των βουτυρομέτρων ζυγίζονται 3 g τυριού. Ο υποδοχέας τοποθετείται στο βουτυρόμετρο και από το πάνω ανοικτό στόμιο του βουτυρομέτρου προστίθεται θειικό οξύ (πυκνότητας 1,522 g/ml) μέχρι να καλυφθεί το τυρί. Στην συνέχεια τα βουτυρόμετρα μεταφέρονται σε υδατόλουτρο θερμοκρασίας 65°C για 20-30 min, με συχνή ανάδευση για να διαλυθεί η μάζα του τυριού. Επίσης προστίθεται αμυλική αλκοόλη σε ποσότητα 1 ml και ακολουθεί έντονη ανάδευση. Ακόμα προστίθεται θειικό οξύ μέχρι τα 4/5 της κλίμακας του βουτυρομέτρου, πωματίζεται και τοποθετείται στο υδατόλουτρο για 5 min. Ακολουθεί φυγοκέντρωση για 5 min στις 1200 στροφές στους 65 °C και γίνεται ανάγνωση της κλίμακας του βουτυρόμετρου. Η περιεκτικότητα του δείγματος σε λίπος

ανα 100 g τυριού είναι η διαφορά της κλίμακας μεταξύ της ανάγνωσης του κάτω και άνω άκρου της στοιβάδας του λίπους.

Προσδιορισμός αλατιού με τη μέθοδο Van Der Burg

Σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή, μετά την οξίνιση του γάλακτος με νιτρικό οξύ και προσθήκη νιτρικού αργύρου κατακρημνίζονται τα χλωριόντα του γάλακτος. Η περίσσεια του νιτρικού αργύρου ογκομετρείται με θειοκυανιούχο αμμώνιο παρουσία διαλύματος εναμμωνίουθειϊκού σιδήρου ως δείκτη. Το ποσοστό χλωριόντων του γάλακτος υπολογίζεται από το ποσοστό του δεσμευμένου νιτρικού αργύρου.

Για την παρασκευή του διαλύματος Martius- Luttke 16,986g AgNO₃ διαλύονται με 200ml απεσταγμένου νερού σε ογκομετρική φιάλη του 1L. Ακολουθεί προσθήκη 400ml διαλύματος νιτρικού οξέος (25%), 250ml κεκορεσμένου διαλύματος εναμμωνίου θειικού σιδήρου και απεσταγμένου νερού μέχρι τη χαραγή της φιάλης. Το διάλυμα που προκύπτει είναι διάλυμα AgNO₃ 0,1N.

Από το τριμμένο δείγμα τυριού ζυγίζονται 3,5 g με ακρίβεια 1 mg σε κάψα πορσελάνης και ακολουθεί προσθήκη 10ml NaOH 1N. Το δείγμα με τη βοήθεια ραβδιού αναμιγνύεται ώστε να προκύψει ένα ομοιογενές διάλυμα. Ακολουθεί προσθήκη 60 ml απεσταγμένου θερμού (50°C) νερού με σύγχρονη ανάδευση. Το ομοιογενές διάλυμα μεταφέρεται σε ογκομετρική φιάλη των 100 ml με σύγχρονο ξέπλυμα της κάψας και του ραβδιού με νερό, ώστε να εξασφαλιστεί η μεταφορά όλου του δείγματος στην ογκομετρική. Μετά την ψύξη του δείγματος προστίθεται στην ογκομετρική φιάλη 12 ml διαλύματος νιτρικού οξέος (25%) και νερό μέχρι την χαραγή της φιάλης. Το δείγμα αναμιγνύεται και διηθείται με ξηρό φίλτρο. Από το διαυγές διήθημα μεταφέρεται ποσότητα 50 ml σε κωνική φιάλη και ακολουθεί προσθήκη 20 ml του νιτρικού διαλύματος Martius –Luttke. Το διάλυμα θερμαίνεται ήπια και τα χλωριόντα κατακρημνίζονται σαν AgCl. Η περίσσεια των ιόντων αργύρου ογκομετρείται με θειοκυανιούχο αμμώνιο μέχρι εμφάνισης καστανού χρωματισμού. Η περιεκτικότητα του τυριού σε αλάτι υπολογίζεται σύμφωνα με τον παρακάτω τύπο:

$$\text{Αλάτι (\%)} = [(a_1 - a_2) \times 0,00585 \times 100] / [\frac{1}{2} B] \quad (2)$$

όπου:

α_1 = τα ml του διαλύματος Martius- Luttke που προστέθηκαν στο δείγμα

α_2 = τα ml του διαλύματος θειοκυανιούχου αμμωνίου που καταναλώθηκαν κατά την ογκομέτρηση

B = το βάρος του δείγματος του τυριού

1ml διαλύματος 0,1 N Martius- Luttke αντιστοιχεί σε 0,00585g NaCl

Τα αποτελέσματα από τον προσδιορισμό αλατιού στα δείγματα λευκού τυριού άλμης παρουσιάζονται ως Συντελεστής Άλατος (%) και προσδιορίζεται από τον ακόλουθο τύπο:

$$\text{Συντελεστής Άλατος (\%)} = (\text{Αλάτι \%} \times 100) / (Y + \text{Αλάτι \%}) \quad (3)$$

Όπου Y είναι η περιεκτικότητα των δειγμάτων σε υγρασία.

Προσδιορισμός πρωτεϊνών

Ο προσδιορισμός του ολικού αζώτου (TN) γίνεται με τη μέθοδο Kjeldahl. Συγκεκριμένα, σε σωλήνες Kjeldahl τοποθετούνται δύο κάψουλες, που αποτελούν τους καταλύτες (θειικό κάλιο και θειικός χαλκός). Στη συνέχεια ζυγίζεται με ακρίβεια ποσότητα δείγματος (περίπου 2 g για το γάλα και το κεφίρ και 1g στην περίπτωση των τυριών), που τοποθετείται σε ειδικό χαρτί απαλλαγμένο από άζωτο. Έπειτα προστίθενται 20 ml θειικού οξέος και θερμαίνεται προσεκτικά στη συσκευή καύσης μέχρις ότου σταματήσει ο αφρισμός και το περιεχόμενο γίνει υγρό. Η θέρμανση συνεχίζεται έντονα μέχρις ότου το περιεχόμενο γίνει διαυγές. Μετά τη διαύγανση, ο βρασμός συνεχίζεται για 90min. Το χρώμα που αποκτάται τελικά είναι πράσινο. Ο σωλήνας αφήνεται να ψυχθεί σε θερμοκρασία δωματίου και το χρώμα γίνεται γαλάζιο. Ακολουθεί τοποθέτηση στη συσκευή απόσταξης, όπου με 80 ml καυστικό νάτριο και 50ml διάλυμα βορικού οξέος, πραγματοποιείται βρασμός και κατόπιν τιτλοδότηση με 0,1N υδροχλωρικό οξύ.

Το ολικό άζωτο του δείγματος υπολογίζεται από τον τύπο:

$$\text{Ολικό Άζωτο (\%)} = \frac{(\alpha - \beta) \times N \times 1,4}{B} \quad (4)$$

όπου:

α είναι τα mlHCl που καταναλώθηκαν κατά τον προσδιορισμό του ολικού αζώτου στο δείγμα

β είναι τα mlHCl που καταναλώθηκαν κατά τον προσδιορισμό του ολικού αζώτου στο μάρτυρα

N είναι η κανονικότητα του HCl

B είναι το βάρος του δείγματος σε g

Η περιεκτικότητα σε άζωτο πολλαπλασιαζόμενη με το συντελεστή 6,38 δίνει την περιεκτικότητα του δείγματος σε πρωτεΐνες.

4.2.8. Προσδιορισμός ρεολογικών και μηχανικών χαρακτηριστικών

Για τη μελέτη της ρεολογικής συμπεριφοράς των δειγμάτων χρησιμοποιήθηκε το όργανο Texture Analyser TA.XT.plus (Texture Technologies Corp., Hamilton, Massachusetts, USA). Οι δοκιμές που εφαρμόστηκαν ήταν η δοκιμή back extrusion και η TPA (texture profile analysis). Και για τις δύο δοκιμές χρησιμοποιήθηκε το εξάρτημα του οργάνου που αποτελούνταν από πλάκα συμπίεσης κυλινδρικού σχήματος διαμέτρου 0,05 m. Η θερμοκρασία κατά τη διάρκεια των μετρήσεων ήταν 25°C.

Μελέτη ρεολογικής συμπεριφοράς δειγμάτων γάλακτος και κεφίρ

Για την εφαρμογή της δοκιμής back extrusion, ποσότητα δείγματος τοποθετήθηκε σε γυάλινο ποτήρι διαμέτρου 62mm μέχρι περίπου την ένδειξη 65ml. Στη συνέχεια το έμβολο ήρθε σε επαφή με την επιφάνεια του δείγματος και ακολούθησε συμπίεση σε ποσοστό 60%. Μετά το τέλος της συμπίεσης το έμβολο επανήλθε στην αρχική του θέση. Από την καμπύλη δύναμης-χρόνου υπολογίστηκαν οι εξής παράμετροι: “firmness”, “consistency”, “cohesiveness” και “index of viscosity”.

Μελέτη μηχανικών ιδιοτήτων τυριών

Για την εφαρμογή της TPA, από το κεντρικό τμήμα των δειγμάτων του λευκού τυριού άλμης, της μυζήθρας και του τυριού χαλούμι κόπηκαν, με τη βοήθεια μεταλλικού σωλήνα διαμέτρου 22 mm, κυλινδρικά δείγματα ύψους 22 mm. Στα δείγματα εφαρμόστηκε συμπίεση σε δύο διαδοχικούς κύκλους, στον καθένα από τους οποίους η

φόρτιση του δείγματος μέχρι παραμόρφωση 80 % ακολουθούνταν από αποφόρτιση μέχρι παραμόρφωση 0 %. Η δοκιμή αυτή επαναλήφθηκε 5 έως 7 φορές σε κάθε δείγμα. Οι παράμετροι που προσδιορίστηκαν ήταν η σκληρότητα και η συνεκτικότητα.

4.2.9. Οργανοληπτική αξιολόγηση

Για την οργανοληπτική αξιολόγηση των δειγμάτων χρησιμοποιήθηκε ομάδα αποτελούμενη από έμπειρους δοκιμαστές. Τα χαρακτηριστικά που εξετάστηκαν ήταν ανάλογα με το είδος του εξεταζόμενου δείγματος. Συγκεκριμένα εξετάστηκαν ως προς την έντασή τους οι ιδιότητες: άρωμα, οξύτητα (στα δείγματα κεφίρ), παχύρευστο (στα δείγματα γάλακτος και κεφίρ), σκληρότητα (στα δείγματα λευκού τυριού άλμης και μυζήθρας), συνεκτικότητα (στα δείγματα λευκού τυριού άλμης και μυζήθρας), ενώ σε όλα τα δείγματα εξετάστηκε και μία υποκειμενική ιδιότητα, η ολική αποδεκτότητα ως προς την αρεστότητα. Για τη βαθμολόγηση της έντασης κάθε μελετούμενου οργανοληπτικού χαρακτηριστικού χρησιμοποιήθηκε η δεκαπενταβάθμια αδιαβάθμιστη κλίμακα (μήκους 15cm), αυξανόμενης έντασης από 0 έως 15cm. Η αριστερή άκρη (0cm) της κλίμακας αντιπροσωπεύει τη μηδενική ένταση των εξεταζόμενων οργανοληπτικών χαρακτηριστικών, ενώ το τέλος της (15cm) την μέγιστη έντασή τους. Τα δείγματα σερβιρίστηκαν είτε σε πλαστικά ποτήρια (γάλα και κεφίρ) είτε σε πλαστικά πιάτα (δείγματα τυριών) μίας χρήσης. Επαρκής ποσότητα δείγματος (περίπου 50ml για τα υγρά και 20 g για τα στερεά δείγματα) τοποθετούνταν στον περιέκτη, (για τα δείγματα τυριού, κάθε πιάτο περιείχε περιμετρικά μικρή ποσότητα από τα δείγματα), ενώ κάθε δείγμα έφερε τυχαίο τριψήφιο αριθμό. Στους δοκιμαστές δόθηκε εμφιαλωμένο νερό για να ξεπλένουν το στόμα τους μεταξύ των δοκιμών. Στην περίπτωση των τυριών αλοιφώδους υφής δόθηκε και κομμάτι φρυγανιάς για να εξεταστεί και η ικανότητα επάλειψης των δειγμάτων.

Η οργανοληπτική αξιολόγηση για τα δείγματα του γάλακτος, του κεφίρ και της μυζήθρας πραγματοποιήθηκε μετά την παρασκευή τους, ενώ για τα λευκά τυριά άλμης μετά την τρίμηνη ωρίμανσή τους.

4.2.10. Στατιστική ανάλυση

Στα πειραματικά δεδομένα εφαρμόστηκε η One-way ANOVA (3 ομάδες γάλακτος: Α, Β και Γ), ενώ η δοκιμή Tukey χρησιμοποιήθηκε για τη διάκριση των διαφορών μεταξύ των δειγμάτων (εάν υπήρχαν).

4.3. Αποτελέσματα και συζήτηση

4.3.1. Φυσικοχημικές ιδιότητες των δειγμάτων νωπού γάλακτος

Ο (Πίνακας 1), παρουσιάζει τα αποτελέσματα από τη φυσικοχημική ανάλυση των δειγμάτων νωπού γάλακτος. Σύμφωνα με τη στατιστική ανάλυση, το pH, η περιεκτικότητα σε ξηρή ουσία και οι πρωτεΐνες των δειγμάτων γάλακτος εμφάνισαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δειγμάτων ($p < 0,05$). Συγκεκριμένα, το γάλα από την ομάδα (Α) εμφάνισε το χαμηλότερο pH, περιεκτικότητα σε ξηρή ουσία και περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες, ενώ τα δείγματα γάλακτος των ομάδων (Β) και (Γ) με συμπλήρωμα αιθέριου ελαίου (*Origanum vulgare* L), εμφάνισαν τις υψηλότερες. Δεν βρέθηκαν σημαντικές διαφορές στις τιμές pH, την ξηρή ουσία και την περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες μεταξύ των δειγμάτων των ομάδων (Β) και (Γ), πράγμα που σημαίνει ότι η επίδραση του αιθέριου ελαίου (*Origanum vulgare* L), στην ποιότητα του κατσικίσιου γάλακτος δεν επηρεάστηκε από τη συγκέντρωσή του. Η αυξημένη περιεκτικότητα σε ξηρή ουσία των δειγμάτων γάλακτος από τις ομάδες (Β) και (Γ) μπορεί να αποδοθεί στην αυξημένη περιεκτικότητά τους σε πρωτεΐνες, καθώς η περιεκτικότητα σε λιπαρά των δειγμάτων γάλακτος δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διακυμάνσεις ($p > 0,05$). Οι διαφορές στις τιμές pH μεταξύ των δειγμάτων μπορούν επίσης να αποδοθούν στη διακύμανση της περιεκτικότητας σε πρωτεΐνες μεταξύ των δειγμάτων, καθώς οι πρωτεΐνες του γάλακτος και ιδιαίτερα οι καζεΐνες επηρεάζουν την οξύτητα του γάλακτος και, επομένως, τις τιμές pH [4]. Οι Chiofalo και συνεργάτες [5] ανέφεραν αύξηση τόσο στην περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες όσο και σε λιπαρά του πρόβειου γάλακτος, καθώς αυξήθηκε η συμπλήρωση με εκχύλισμα δεντρολίβανου. Αντίθετα, οι Boutoia και συνεργάτες [2] δεν ανέφεραν διαφορές στην περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες και λιπαρά του κατσικίσιου γάλακτος με την εισαγωγή δεντρολίβανου στη διατροφή των ζώων. Οι Smeti και συνεργάτες [6] ανέφεραν επίσης ότι η ενσωμάτωση δεντρολίβανου στις ζωοτροφές των κατσικιών δεν επηρέασε την περιεκτικότητα σε

πρωτεΐνες και λιπαρά του παραγόμενου γάλακτος. Η αύξηση της περιεκτικότητας σε πρωτεΐνες του πρόβειου γάλακτος με συμπλήρωση με εκχύλισμα δεντρολίβανου αποδόθηκε από τους συγγραφείς [5] στην επίδραση των φαινολικών ενώσεων, που υπάρχουν στο εκχύλισμα δεντρολίβανου. Αυτές οι ενώσεις πιθανώς να επηρεάζουν τη ζύμωση της μεγάλης κοιλίας μέσω της μείωσης της αποικοδόμησης πρωτεϊνών και της αναστολής της αποικοδόμησης αμινοξέων. Αυτή είναι επίσης μια πιθανή εξήγηση για την αύξηση της περιεκτικότητας σε πρωτεΐνες του κατσικίσιου γάλακτος με τη χρήση αιθέριου ελαίου (*Origanum vulgare* L) που χρησιμοποιήθηκε ως πρόσθετο στο σιτηρέσιο βιολογικής εκτροφής αιγών.

Πίνακας 1. Φυσικοχημικές αναλύσεις των δειγμάτων του νωπού γάλακτος.

Δείγμα	pH	Ξ.Ο. (%)	Λίπος (%)	Πρωτεΐνες (%)
A	6,57±0,01 ^{a*}	11,62±0,07 ^a	3,50±0,01 ^a	3,04±0,02 ^a
B	6,61±0,01 ^b	11,87±0,02 ^b	3,45±0,01 ^a	3,21±0,03 ^b
Γ	6,60±0,01 ^b	11,97±0,01 ^b	3,40±0,14 ^a	3,35±0,05 ^b

*Μέσοι όροι στην ίδια στήλη με διαφορετικό γράμμα, παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά

4.3.2. Φυσικοχημικές ιδιότητες γαλακτοκομικών προϊόντων

Στους (Πίνακες 2-5), παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από τις φυσικοχημικές αναλύσεις τους γάλακτος υψηλής θερμικής επεξεργασίας, του κεφίρ, του λευκού τυριού άλμης και της μυζήθρας.

Οι ελαφρώς μειωμένες τιμές pH του θερμικά επεξεργασμένου γάλακτος σε σχέση με τις αντίστοιχες του νωπού (Πίνακας 2), οφείλονται στην θερμική επεξεργασία που υπέστη το γάλα, η οποία προκαλεί μεταβολή στις ιονισμένες ομάδες του συστήματος [4] με αποτέλεσμα να επηρεάζεται και η τιμή pH του γάλακτος. Όσον αφορά τη μεταβολή τόσο του pH όσο και της χημικής σύστασης των διαφορετικών δειγμάτων θερμικά επεξεργασμένου γάλακτος είναι η ίδια με αυτή των δειγμάτων νωπού γάλακτος (Πίνακας 2), όπως ήταν αναμενόμενο.

Πίνακας 2. Φυσικοχημικές αναλύσεις των δειγμάτων γάλακτος υψηλής θερμικής επεξεργασίας

Δείγμα	pH	Ξ.Ο. (%)	Λίπος (%)	Πρωτεΐνες (%)
A	6,50±0,01 ^{a*}	12,45±0,03 ^a	3,81±0,02 ^a	3,38±0,01 ^a
B	6,53±0,01 ^b	13,01±0,02 ^b	3,77±0,01 ^a	3,61±0,02 ^b
Γ	6,52±0,01 ^b	13,10±0,01 ^b	3,81±0,02 ^a	3,67±0,02 ^b

*Μέσοι όροι στην ίδια στήλη με διαφορετικό γράμμα, παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά

Πίνακας 3. Φυσικοχημικές αναλύσεις των δειγμάτων κεφίρ

Δείγμα	pH	Ξ.Ο. (%)	Λίπος (%)	Πρωτεΐνες (%)
A	4,38±0,01 ^{a*}	12,48±0,05 ^a	3,83±0,04 ^a	3,37±0,02 ^a
B	4,38±0,01 ^a	12,99±0,03 ^b	3,78±0,01 ^a	3,60±0,03 ^b
Γ	4,39±0,01 ^a	13,11±0,02 ^b	3,82±0,02 ^a	3,68±0,01 ^b

*Μέσοι όροι στην ίδια στήλη με διαφορετικό γράμμα, παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά

Σύμφωνα με την ANOVA, υπάρχει σημαντική επίδραση ($p < 0,05$) στην περιεκτικότητα σε ξηρή ουσία και πρωτεΐνες μεταξύ των δειγμάτων κεφίρ (**Πίνακας 3**). Το δείγμα κεφίρ χωρίς χρήση αιθέριου ελαίου εμφάνισε τις χαμηλότερες τιμές των προαναφερθέντων ιδιοτήτων, ενώ τα δείγματα κεφίρ με αιθέριο έλαιο (*Origanum vulgare* L), που χρησιμοποιήθηκε ως συμπλήρωμα τροφής τις υψηλότερες. Η χημική σύνθεση των δειγμάτων κεφίρ, εμφάνισε παρόμοια διακύμανση με τα δείγματα νοπού γάλακτος, όπως αναμενόταν.

Η απόδοση (%) στα δείγματα λευκού τυριού άλμης ήταν 17,8±0,7%, 19,5±0,5% και 18,9±0,9% για τα δείγματα των ομάδων (A), (B) και (Γ), αντίστοιχα, με το δείγμα μάρτυρα να παρουσιάζει την μικρότερη τιμή. Όσον αφορά τα δείγματα μυζήθρας, η απόδοση (%) των δειγμάτων που παρασκευάστηκαν από το γάλα της ομάδας (A), (B),

και (Γ) ήταν $8,15 \pm 0,8\%$, $9,50 \pm 0,8\%$ και $9,47 \pm 0,9\%$, αντίστοιχα. Και σε αυτήν την περίπτωση ο μάρτυρας είχε την χαμηλότερη απόδοση. Η αυξημένη απόδοση που εμφάνισαν τα δείγματα τυριού και μυζήθρας που παρασκευάστηκαν από το γάλα των ομάδων (Β) και (Γ) μπορεί να αποδοθεί στην αυξημένη τους περιεκτικότητα σε ξηρή ουσία και πρωτεΐνες, όπως αυτή παρουσιάζεται στους **(Πίνακες 4 και 5)**, αντίστοιχα. Όσον αφορά το pH, εμφάνισε σημαντικά χαμηλότερες τιμές στα δείγματα τυριού όταν χρησιμοποιήθηκε αιθέριο έλαιο. Αυτό μπορεί να οφείλεται στην αυξημένη μεταβολική δραστηριότητα των μικροοργανισμών. Ωστόσο, αυτή η αλλαγή πρέπει να μελετηθεί περαιτέρω για να διευκρινιστούν οι μηχανισμοί που υποκινούν αυτή τη συμπεριφορά. Αξίζει να σημειωθεί ότι παρόλο που η λιποπεριεκτικότητα των δειγμάτων γάλακτος δεν εμφάνισε στατιστικά σημαντικές διαφορές, τα δείγματα τυριού διαφοροποιήθηκαν ως προς την περιεκτικότητά τους σε λίπος. Πιθανόν αυτό να μπορεί να αποδοθεί στους χειρισμούς που υφίσταται το τυρόπηγμα και κυρίως στη διαίρεση και στράγγιση αυτού.

Πίνακας 4. Φυσικοχημικές αναλύσεις των δειγμάτων λευκού τυριού άλμης.

Δείγμα	pH	Ξ.Ο. (%)	Λίπος (%)	Πρωτεΐνες (%)	Συντελεστής Άλατος (%)
A	$5,01 \pm 0,01^{a*}$	$41,54 \pm 0,09^a$	$18,50 \pm 0,01^a$	$12,37 \pm 0,04^a$	$10,11 \pm 0,06^a$
B	$4,88 \pm 0,01^b$	$40,29 \pm 0,01^b$	$18,00 \pm 0,01^b$	$13,19 \pm 0,19^b$	$11,20 \pm 0,04^b$
Γ	$4,72 \pm 0,02^c$	$38,77 \pm 0,04^c$	$17,00 \pm 0,01^c$	$13,55 \pm 0,02^b$	$11,46 \pm 0,02^b$

*Μέσοι όροι στην ίδια στήλη με διαφορετικό γράμμα, παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά

Πίνακας 5. Φυσικοχημικές αναλύσεις των δειγμάτων μυζήθρας

Δείγμα	pH	Ξ.Ο. (%)	Λίπος (%)	Πρωτεΐνες (%)
A	$6,44 \pm 0,01^{a*}$	$31,10 \pm 0,02^a$	$11,50 \pm 0,01^a$	$11,93 \pm 0,03^a$
B	$6,43 \pm 0,01^a$	$31,93 \pm 0,01^b$	$12,25 \pm 0,35^{ab}$	$12,22 \pm 0,05^b$

Γ	6.46±0,01 ^a	34,44±0,08 ^c	13,25±0,035 ^{bc}	13,55±0,06 ^c
---	------------------------	-------------------------	---------------------------	-------------------------

*Μέσοι όροι στην ίδια στήλη με διαφορετικό γράμμα, παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά

4.3.3. Ρεολογικές/Μηχανικές ιδιότητες γαλακτοκομικών προϊόντων

Στους (Πίνακες 6-9), παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από τις ρεολογικές αναλύσεις των δειγμάτων. Σύμφωνα με την ANOVA, όλες οι ρεολογικές/μηχανικές ιδιότητες των γαλακτοκομικών προϊόντων που μελετήθηκαν εμφάνισαν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δειγμάτων ($p < 0,05$). Όπως φαίνεται, η προσθήκη αιθέριου ελαίου προκάλεσε αύξηση στις ρεολογικές/μηχανικές ιδιότητες όλων των δειγμάτων. Αυτό σχετίζεται με την περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες των δειγμάτων, η οποία προκαλεί αύξηση στην ένταση και τον αριθμό των αλληλεπιδράσεων του συστήματος, με αποτέλεσμα την αυξημένη αντίσταση στην εφαρμογή τάσης και, κατά συνέπεια, την αύξηση των ρεολογικών και μηχανικών χαρακτηριστικών των δειγμάτων. Αξίζει να σημειωθεί ότι διαφοροποίηση μεταξύ των δειγμάτων των ομάδων (Α) και (Β) δεν παρατηρήθηκαν.

Πίνακας 6. Ρεολογικές ιδιότητες των δειγμάτων γάλακτος υψηλής θερμικής επεξεργασίας

Δείγμα	Firmness (N)	Consistency (N × s)	Cohesiveness (N)	Index of Viscosity (N × s)
A	1,02±0,05 ^{a*}	6,35±0,03 ^a	0,11±0,01 ^a	0,39±0,02 ^a
B	1,19±0,09 ^b	7,52±0,04 ^b	0,29±0,01 ^b	0,68±0,04 ^b
Γ	1,21±0,11 ^b	7,62±0,02 ^b	0,32±0,01 ^b	0,72±0,03 ^b

*Μέσοι όροι στην ίδια στήλη με διαφορετικό γράμμα, παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά

Πίνακας 7. Ρεολογικές ιδιότητες των δειγμάτων κεφίρ

Δείγμα	Firmness (N)	Consistency (N × s)	Cohesiveness (N)	Index of Viscosity (N × s)
A	1,83±0,07 ^{a*}	10,19±0,08 ^a	0,82±0,02 ^a	0,89±0,07 ^a
B	2,22±0,05 ^b	13,92±0,09 ^b	1,28±0,05 ^b	1,52±0,03 ^b
Γ	2,31±0,04 ^b	14,05±0,13 ^b	1,31±0,08 ^b	1,59±0,05 ^b

*Μέσοι όροι στην ίδια στήλη με διαφορετικό γράμμα, παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά

Πίνακας 8. Μηχανικές ιδιότητες των δειγμάτων λευκού τυριού άλμης.

Δείγμα	Σκληρότητα (N)	Συνεκτικότητα
A	52,55±0,89 ^a	0,11±0,02 ^a
B	92,54±0,71 ^b	0,29±0,03 ^b
Γ	95,78±1,41 ^c	0,31±0,05 ^c

*Μέσοι όροι στην ίδια στήλη με διαφορετικό γράμμα, παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά

Πίνακας 9. Μηχανικές ιδιότητες των δειγμάτων μυζήθρας

Δείγμα	Σκληρότητα (N)	Συνεκτικότητα
A	12,35±0,52 ^a	0,09±0,04 ^a
B	26,33±0,81 ^b	0,15±0,05 ^b
Γ	25,98±0,95 ^c	0,17±0,02 ^c

*Μέσοι όροι στην ίδια στήλη με διαφορετικό γράμμα, παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά

4.3.4. Οργανοληπτική αξιολόγηση των γαλακτοκομικών προϊόντων

Οι (Πίνακες 10-13), παρουσιάζουν τις οργανοληπτικές ιδιότητες όλων των δειγμάτων. Σύμφωνα με τη στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων, η χρήση γάλακτος από τις ομάδες (B) και (Γ) είχε ως αποτέλεσμα την παραγωγή γαλακτοκομικών

προϊόντων με αυξημένη ένταση του αρώματος, του παχύρευστου, της σκληρότητας, της συνεκτικότητας και της συνολικής αποδεκτότητας. *Διαφοροποίηση μεταξύ των δειγμάτων των ομάδων (B) και (Γ) παρατηρήθηκε μόνο στην περίπτωση του κεφίρ.* Η αυξημένη αποδοχή των δειγμάτων που έχουν παρασκευαστεί με τη χρήση γάλακτος που προέρχεται από εκτροφή των ζώων με αιθέριο έλαιο μπορεί να αποδοθεί στα χαρακτηριστικά αρώματος και υφής τους. Ωστόσο, πρέπει να διεξαχθούν περαιτέρω πειράματα για να διευκρινιστούν οι ενώσεις που ευθύνονται για την αυξημένη ένταση αρώματος αυτών των δειγμάτων.

Πίνακας 10. Οργανοληπτικές ιδιότητες των δειγμάτων γάλακτος υψηλής θερμικής επεξεργασίας.

Δείγμα	Άρωμα	Παχύρευστο	Αρεστότητα
A	7,5±0,5 ^a	6,2±0,5 ^a	8,0±0,8 ^a
B	9,9±0,2 ^b	8,1±0,4 ^b	10,7±0,7 ^b
Γ	9,6±0,3 ^b	8,9±0,7 ^b	10,6±0,6 ^b

*Μέσοι όροι στην ίδια στήλη με διαφορετικό γράμμα, παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά

Πίνακας 11. Οργανοληπτικές ιδιότητες των δειγμάτων κεφίρ

Δείγμα	Άρωμα	Οξύτητα	Παχύρευστο	Αρεστότητα
A	10,7±0,3 ^a	7,5±0,7 ^a	8,8±0,4 ^a	9,9±0,5 ^a
B	13,2±0,4 ^b	7,8±0,4 ^a	10,9±0,5 ^b	13,1±0,1 ^b
Γ	12,6±0,6 ^b	7,4±1,2 ^a	12,5±0,3 ^c	13,8±0,4 ^b

*Μέσοι όροι στην ίδια στήλη με διαφορετικό γράμμα, παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά

Πίνακας 12. Οργανοληπτικές ιδιότητες των δειγμάτων λευκού τυριού άλμης

Δείγμα	Άρωμα	Σκληρότητα	Συνεκτικότητα	Αρεστότητα
A	10,3±0,5 ^{a*}	11,5±0,9 ^a	10,5±0,7 ^a	10,5±0,4 ^a
B	12,7±0,8 ^b	13,3±0,5 ^b	11,9±0,4 ^b	13,9±0,3 ^b
Γ	12,2±0,3 ^b	13,7±0,3 ^b	12,0±0,2 ^b	13,2±0,5 ^b

*Μέσοι όροι στην ίδια στήλη με διαφορετικό γράμμα, παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά

Πίνακας 13. Οργανοληπτικές ιδιότητες των δειγμάτων μυζήθρας

Δείγμα	Αρώμα	Σκληρότητα	Συνεκτικότητα	Αρεστότητα
A	5,3±0,5 ^{a*}	6,1±0,3 ^a	7,5±0,4 ^a	8,9±0,2 ^a
B	7,9±0,9 ^b	8,2±0,4 ^b	8,9±0,5 ^b	10,3±0,3 ^b
Γ	8,2±0,6 ^b	8,5±0,6 ^b	9,1±0,2 ^b	10,7±0,4 ^b

*Μέσοι όροι στην ίδια στήλη με διαφορετικό γράμμα, παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά

4.4. Συμπεράσματα

Η προσθήκη αιθέριου ελαίου βιολογικής ρίγανης στο σιτηρέσιο αιγών βιολογικής εκτροφής, συσχετίστηκε με βελτιωμένη ποιότητα του παραγόμενου νοπού γάλακτος, καθώς και των γαλακτοκομικών προϊόντων που παρήχθησαν από αυτό (γάλα υψηλής θερμικής επεξεργασίας, κεφίρ, λευκό τυρί άλμης, μυζήθρα). **Ειδικότερα, καταγράφηκε αύξηση της περιεκτικότητας σε ξηρά συστατικά και πρωτεΐνες, η οποία συνοδεύτηκε από υψηλότερη απόδοση στην παραγωγή τυροκομικών προϊόντων.** Τα προϊόντα που προέκυψαν παρουσίασαν βελτιωμένες ρεολογικές και μηχανικές ιδιότητες (αυξημένο ιξώδες, σκληρότητα, συνεκτικότητα), καθώς και ενισχυμένα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά. Επιπλέον, παρατηρήθηκε σημαντική ενίσχυση της έντασης του αρώματος, του ιξώδους, της σκληρότητας, της συνεκτικότητας και της συνολικής αποδεκτότητας από τους καταναλωτές

ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Η προσθήκη αιθέριου ελαίου βιολογικής ρίγανης (*Origanum vulgare* L.) στη διατροφή των αιγών επηρεάζει ευνοϊκά τη σύσταση και την ποιότητα του παραγόμενου γάλακτος, το οποίο αξιοποιείται για την παραγωγή γάλακτος υψηλής θερμικής επεξεργασίας, κεφίρ, λευκού τυριού άλμης και μυζήθρας. Η εφαρμογή της πρακτικής αυτής συσχετίστηκε με αυξημένη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη και ξηρά ουσία, καθώς και με βελτιωμένο μικροβιολογικό προφίλ, χαρακτηριστικά που ενισχύουν τη «λειτουργικότητα» και την καταλληλότητα του γάλακτος για μεταποίηση σε προϊόντα υψηλής ποιότητας. Τα γαλακτοκομικά προϊόντα που παρήχθησαν παρουσίασαν βελτιωμένα φυσικοχημικά και οργανοληπτικά γνωρίσματα, όπως ανώτερο άρωμα, γεύση και υφή, τα οποία σχετίζονται με αυξημένη αποδοχή από τους καταναλωτές. Παράλληλα, η ενσωμάτωση του αιθέριου ελαίου στη ζωοτροφή συνέβαλε στη βελτιστοποίηση της παραγωγικής διαδικασίας, αυξάνοντας την απόδοση τελικού προϊόντος ανά μονάδα γάλακτος.

Η αξιοποίηση φυσικών πρόσθετων και η εφαρμογή βιώσιμων πρακτικών ενισχύουν την περιβαλλοντική και κοινωνική διάσταση της παραγωγής, προάγοντας τόσο τη μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος όσο και την ευζωία των ζώων.

Συνολικά, τα αποτελέσματα καταδεικνύουν ότι η χρήση αιθέριου ελαίου βιολογικής ρίγανης στη διατροφή των αιγών μπορεί να αποτελέσει καινοτόμο προσέγγιση για την παραγωγή βιολογικών γαλακτοκομικών προϊόντων με υψηλή διατροφική και εμπορική αξία.

5. Βιβλιογραφία

- [1]. Simitzis, P.E.; Deligeorgis, S.G.; Bizelis, J.A.; Dardamani, A.; Theodosiou, I.; Fegeros, K. Effect of Dietary Oregano Oil Sup-plementation on Lamb Meat Characteristics. Meat Science 2008, 79, 217–223, doi:10.1016/j.meatsci.2007.09.005.
- [2]. Boutoial, K.; Ferrandini, E.; Rovira, S.; García, V.; López, M.B. Effect of Feeding Goats with Rosemary (*Rosmarinus Officinalis* Spp.) by-Product on Milk and Cheese Properties. Small Ruminant Research 2013, 112, 147–153, doi:10.1016/j.smallrumres.2012.12.002.
- [3]. AOAC. Official Methods of Analysis, 15th ed., Association of Official Analytical Chemists: Washington, DC, USA, 1990.
- [4]. Walstra, P.; Wouters, J.T.M.; Geurts, T.J. Dairy Science and Technology; 2nd ed.; CRC Press: Boca Raton, 2005; ISBN 978-0-429-11614-8.
- [5]. Chiofalo, V.; Liotta, L.; Fiumanò, R.; Riolo, E.B.; Chiofalo, B. Influence of Dietary Supplementation of *Rosmarinus Officinalis* L. on Performances of Dairy Ewes Organically Managed. Small Ruminant Research 2012, 104, 122–128, doi:10.1016/j.smallrumres.2011.09.051.
- [6]. Smeti, S.; Hajji, H.; Bouzid, K.; Abdelmoula, J.; Muñoz, F.; Mahouachi, M.; Atti, N. Effects of *Rosmarinus Officinalis* L. as Essential Oils or in Form of Leaves Supplementation on Goat's Production and Metabolic Statute. Trop Anim Health Prod 2015, 47, 451–457, doi:10.1007/s11250-014-0721-3.