

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΙΧΘΥΟΛΟΓΙΑΣ & ΥΔΑΤΙΝΟΥ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ & ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ

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

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«ΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΗ ΠΟΙΟΤΙΚΗ ΚΑΙ ΠΟΣΟΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ
ΕΠΙΠΟΛΑΣΜΟΥ ΚΑΙ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ ΠΑΘΟΓΟΝΩΝ ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ
ΣΤΟ ΝΩΠΟ ΓΑΛΑ»

ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ Θ. ΠΑΖΑΡΑΚΙΩΤΗ

ΒΟΛΟΣ, 2023

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

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

POSTGRADUATE MASTER’S THESIS

“A QUALITATIVE AND QUANTITATIVE SYSTEMATIC ANALYSIS
OF PREVALENCE AND CONCENTRATION DATA OF
PATHOGENS IN THE RAW MILK”

AIKATERINI T. PAZARAKIOTI

VOLOS, 2023

«Συστηματική ποιοτική και ποσοτική ανάλυση δεδομένων επιπολασμού και
συγκέντρωσης παθογόνων μικροοργανισμών στο νωπό γάλα»

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή:

- 1) **Κακαγιάννη Μυρσίνη**, Διδάσκουσα Καθηγήτρια - Τεχνολογία, Ποιότητα και Ασφάλεια Τροφίμων Ζωικής Προέλευσης, Τμήμα Επιστήμης Τροφίμων και Διατροφής Π.Θ., Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Επιβλέπουσα
- 2) **Παρλαπάνη Φωτεινή**, Επίκουρη Καθηγήτρια - Μοριακή Μικροβιολογία και Ποιότητα Αλιευτικών Προϊόντων – Τροφίμων, Τμήμα Γεωπονίας, Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Μέλος
- 3) **Μαλισσιόβα Ν. Ελένη**, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια - Ποιότητα, Ασφάλεια & Τεχνολογία Τροφίμων Ζωικής Προέλευσης, Τμήμα Επιστήμης Ζωικής Παραγωγής Π.Θ., Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Μέλος

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να εκφράσω τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες σε όλους όσους συνέβαλαν στο να φέρω εις πέρας την παρούσα Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία. Ιδιαίτερα θα ήθελα να ευχαριστήσω την Επιβλέπουσα της εργασίας αυτής, κα. Κακαγιάννη Μυρσίνη για την πολύτιμη βοήθειά της και τη διαρκή υποστήριξή της, καθ' όλη τη διάρκεια πραγματοποίησης και συγγραφής της παρούσας εργασίας, καθώς και τα μέλη της εξεταστικής επιτροπής μου, αποτελούμενη από τους 1) κα. Παρλαπάνη Φωτεινή και 2) κα. Μαλισσιόβα Ελένη για τις χρήσιμες συμβουλές τους και την καθοδήγησή τους καθ' όλα τα στάδια διεκπεραίωσης της εργασίας.

Τέλος, θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στην οικογένειά μου για την αμέριστη συμπαράσταση, βοήθεια και προ πάντων κατανόηση και ανοχή καθ' όλο το χρονικό διάστημα των σπουδών μου.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το νωπό γάλα μπορεί να περιέχει πληθώρα μικροοργανισμών και η κατανάλωσή του χωρίς τη χρήση θερμικής επεξεργασίας τουλάχιστον ισοδύναμης της παστερίωσης ελλοχεύει κινδύνους για την υγεία των καταναλωτών. Η παρούσα μεταπτυχιακή εργασία είχε ως σκοπό τη συστηματική διερεύνηση του επιπολασμού και της συγκέντρωσης των παθογόνων μικροοργανισμών στο νωπό γάλα αγελάδος. Για την επίτευξη του σκοπού αυτού χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της συστηματικής ανασκόπησης (Prisma, 2020) και βάσει αυτής έγινε αναζήτηση σε τρεις βάσεις δεδομένων (Scopus, PubMed, Google Scholar) για την αναζήτηση της σχετικής βιβλιογραφίας. Με τη χρήση των κριτηρίων ένταξης και αποκλεισμού που καθορίσαμε, καταλήξαμε σε 49 άρθρα, τα οποία συμπεριλάβαμε στη μελέτη μας. Από τα δεδομένα που εξαγάγαμε από τις μελέτες αυτές, καταλήξαμε σε συμπεράσματα που αφορούν τους παθογόνους μικροοργανισμούς που συναντώνται πιο συχνά και με μεγαλύτερη συγκέντρωση και επιπολασμό στο νωπό γάλα, αλλά και τις περιοχές στον πλανήτη που αντιμετωπίζουν σοβαρότερο πρόβλημα με τις τροφιμογενείς λοιμώξεις. Η παρούσα συστηματική διερεύνηση ανέδειξε την *Escherichia coli*, το *Staphylococcus aureus* και τη *Salmonella* spp. ως τους μικροοργανισμούς εκείνους που είναι οι πιο συχνά εμπλεκόμενοι στην εκδήλωση τροφιμογενών λοιμώξεων. Επίσης, από γεωγραφικής απόψεως οι χώρες της Αφρικής και ορισμένες χώρες της Ασίας φαίνεται να αντιμετωπίζουν μείζον πρόβλημα με την εκδήλωση τροφο-δηλητηριάσεων εξαιτίας της κατανάλωσης νωπού αγελαδινού γάλακτος. Τέλος, γίνονται κάποιες προτάσεις για μελλοντική έρευνα με βάση τα συμπεράσματα της παρούσας συστηματικής διερεύνησης.

Λέξεις κλειδιά: Συστηματική διερεύνηση; Παθογόνα βακτήρια; Νωπό γάλα; Επιπολασμός; Συγκέντρωση; Τροφιμογενείς λοιμώξεις

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες.....	5
------------------	---

Περίληψη.....	6
---------------	---

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο: Εισαγωγή

1.1. Ορισμός του γάλακτος.....	9
--------------------------------	---

1.2. Φυσικές ιδιότητες του γάλακτος.....	10
--	----

1.3. Χημική σύσταση του γάλακτος.....	12
---------------------------------------	----

1.4. Διατροφική αξία του γάλακτος.....	14
--	----

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο: Μικροβιολογία του νωπού γάλακτος

2.1. Παθογόνοι μικροοργανισμοί που μπορεί να ανιχνευτούν στο νωπό γάλα.....	17
---	----

2.2. Μικροβιολογικά κριτήρια του νωπού γάλακτος βάσει νομοθεσίας.....	20
---	----

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο: Σκοπός της μελέτης και Μεθοδολογία

3.1. Σκοπός και στόχοι.....	22
-----------------------------	----

3.2. Μεθοδολογία.....	22
-----------------------	----

3.3. Κριτήρια ένταξης & αποκλεισμού μελετών.....	25
--	----

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο: Αποτελέσματα

4.1. Επιλογή των μελετών.....	27
-------------------------------	----

4.2. Περιγραφή των μελετών.....	34
---------------------------------	----

4.2.1. Γεωγραφική κατανομή.....	34
---------------------------------	----

4.2.2. Υπό διερεύνηση μικροοργανισμοί.....	35
--	----

4.3. Αξιολόγηση του κινδύνου μεροληψίας.....	37
4.4. Επιπολασμός και συγκέντρωση της <i>Escherichia coli</i> στο νωπό γάλα.....	41
4.5. Επιπολασμός και συγκέντρωση του <i>Staphylococcus aureus</i> στο νωπό γάλα.....	47
4.6. Επιπολασμός και συγκέντρωση των ειδών <i>Salmonella</i> spp. στο νωπό γάλα.....	53
4.7. Επιπολασμός άλλων ειδών παθογόνων μικροοργανισμών.....	56
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο: Συζήτηση	
5.1. <i>Escherichia coli</i>	62
5.2. <i>Staphylococcus aureus</i>	63
5.3. <i>Salmonella</i> spp.....	64
5.4. Λοιποί παθογόνοι μικροοργανισμοί.....	65
Κεφάλαιο 6^ο: Συμπεράσματα	
BIBΛΟΓΡΑΦΙΑ.....	71
ABSTRACT.....	82

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο: Εισαγωγή

1.1. Ορισμός του γάλακτος

Το γάλα είναι το λευκό ή ελαφρώς κιτρινωπό έκκριμα του μαστικού αδένος των θηλαστικών και αποτελεί την πρώτη τροφή των νεογνών. Με εξαίρεση τον άνθρωπο, τα υπόλοιπα θηλαστικά διατρέφονται με αυτό μόνο για ορισμένο χρονικό διάστημα. Εν αντιθέσει ο άνθρωπος εξακολουθεί να καταναλώνει το γάλα και τα γαλακτοκομικά προϊόντα ως μέρος της διατροφής καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής του.

Με μια σύντομη ανασκόπηση της βιβλιογραφίας, μπορεί να διαπιστωθεί ότι υπάρχουν ποικίλοι ορισμοί για το γάλα ανάλογα με το που θα εστιάσουμε την προσοχή μας. Έτσι, σύμφωνα με τον Οργανισμό Τροφίμων και Γεωργίας των Ηνωμένων Εθνών και τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (FAO/WHO) “γάλα είναι το φυσιολογικό έκκριμα του μαστού που παίρνεται από μία ή δύο αμέλξεις χωρίς να προστεθεί ή να αφαιρεθεί τίποτα” (FAO/WHO 2011). Από την άλλη σύμφωνα με τον ορισμό του Κώδικα Τροφίμων και Ποτών “γάλα είναι το απαλλαγμένο από πρωτόγαλα προϊόν του ολοσχερούς, χωρίς διακοπή αρμέγματος υγιούς γαλακτοφόρου ζώου, που ζει και τρέφεται υπό υγιεινούς όρους και που δεν βρίσκεται σε κατάσταση υπερκόπωσης” (ΚΤΠ 2014). Αν, ωστόσο, στο γάλα προστεθεί ο όρος “νωπό”, τότε σύμφωνα με τον ορισμό του ΚΤΠ “νοείται το γάλα που εκκρίνεται από τους μαστικούς αδένες μιας ή περισσότερων αγελάδων, προβατίνων, αιγών ή βουβαλίδων, το οποίο δεν έχει θερμανθεί πέραν των 40°C, ούτε έχει υποβληθεί σε επεξεργασία με ισοδύναμο αποτέλεσμα” (ΚΤΠ 2014).

Το νωπό γάλα φέρει φυσικοχημικές ιδιότητες, η κατανόηση των οποίων είναι σημαντική για τον τεχνολογικό σχεδιασμό και τη λειτουργία των διαδικασιών επεξεργασίας του γάλακτος, καθώς και για την ανάπτυξη κατάλληλων μεθόδων ανάλυσης. Επίσης, η μέτρηση ορισμένων από αυτές τις φυσικές και χημικές ιδιότητες, χρησιμοποιείται στην αξιολόγηση της ποιότητας του γάλακτος (McCarthy and Singh 2009).

1.2. Φυσικές ιδιότητες του γάλακτος

Το γάλα γενικά είναι ένα αραιό διάλυμα, το οποίο αποτελείται από μία ελαιώδη διάχυτη φάση και από μία κολλοειδή συνεχόμενη φάση (FOX 2011). Οι φυσικές ιδιότητές του είναι όμοιες με εκείνες του νερού και μεταβάλλονται ανάλογα με τη συγκέντρωση στην οποία βρίσκονται τα στερεά συστατικά του. Οι φυσικές ιδιότητες του γάλακτος περιγράφονται συνοπτικά παρακάτω.

Η οσμή και η γεύση. Η οσμή δεν είναι ιδιαίτερα έντονη και η γεύση είναι μοναδική και ιδιαίτερη, ελαφρώς υπόγλυκη, εξαιτίας της λακτόζης. Αλλαγές στη γεύση και την οσμή του γάλακτος μπορεί να υποδηλώνουν πρόβλημα με την υγεία του ζώου, τον αμελκτικό εξοπλισμό ή τη διατροφή του ζώου (Ginger D. Fenton 2022).

Το χρώμα του γάλακτος. Το παρατηρούμενο χρώμα του γάλακτος είναι μια σύνθεση πολλών διαφορετικών παραγόντων. Το βασικό από αυτά είναι το κίτρινο χρώμα των λιποσφαιρίων, το οποίο προδίδει στο γάλα μια κίτρινη χροιά (Doan 1923). Γενικά, το χρώμα του γάλακτος μπορεί να είναι λευκωπό, λευκοκίτρινο ή κυανόλευκο, ανάλογα με το είδος του ζώου, τη φυλή, τη διατροφή και την ύπαρξη χρωστικών (καροτίνη, ριβοφλαβίνη κ.ά.) (Μάντης 2000).

Οξύτητα - Ρυθμιστική ικανότητα. Στην πράξη, η οξύτητα μπορεί να εκφραστεί είτε ως ενεργός οξύτητα (pH), η οποία κυμαίνεται από 6,6 έως 6,8 είτε ως ολική ή

τιτλοδοτούμενη οξύτητα εκφρασμένη σε βαθμούς Soxhlet-Henkel ($^{\circ}\text{SH}$), Dornic ($^{\circ}\text{D}$), Thorner ($^{\circ}\text{Th}$) ή % γαλακτικό οξύ. Η οξύτητα του γάλακτος οφείλεται στην παρουσία του γαλακτικού οξέος, η οποία παράγεται από ζύμωση της λακτόζης από τα οξυγαλακτικά βακτήρια (U.S. Food and Drug Administration 2007).

Δυναμικό οξειδο-αναγωγής. Το γάλα περιέχει αρκετά οξειδο-αναγωγικά συστήματα (ασκορβικό, γαλακτικό, πυροσταφυλικό, ριβοφλαβίνη, οξυγόνο) η σχετική συγκέντρωση των οποίων καθορίζει και το δυναμικό οξειδο-αναγωγής του (Eh) σε δεδομένη στιγμή.

Ειδικό βάρος. Το ειδικό βάρος του γάλακτος είναι το βάρος ανά μονάδα όγκου αυτού και διαμορφώνεται από το ειδικό βάρος των επιμέρους συστατικών του (Μάντης 2000). Το ειδικό βάρος του αγελαδινού γάλακτος κυμαίνεται από 1,027-1,035 g/ml με μέσο όρο το 1.032 g . ml (Tamime 2009).

Ιξώδες. Το ιξώδες του γάλακτος κυμαίνεται μεταξύ 0,9 και 2,1 (μ.ό. 2,0) centipoise. Η θερμοκρασία και η υγρασία επηρεάζουν αρνητικά το ιξώδες (μεγαλύτερο σε χαμηλότερες θερμοκρασίες), ενώ η λακτόζη, οι πρωτεΐνες, τα λιποσφαίρια και τα ιχνοστοιχεία έχουν θετική επίδραση στο ιξώδες (Alcântara et al. 2012).

Επιφανειακή τάση. Η επιφανειακή τάση του γάλακτος μετριέται με ειδικά όργανα (ζυγοί De Nouy). Στους 0°C για το γάλα αγελάδας είναι από 55 έως 60 dynes/cm, ενώ με την άνοδο της θερμοκρασίας μειώνεται. Έτσι, στους 20°C είναι 50 dynes/cm και στους 60°C 40-45 dynes/cm. Οι καζεΐνες, η α- λακταλβουμίνη, η β- γαλακτοσφαιρίνη, τα φωσφολιπίδια, οι πρωτεΐνες του λιποσφαιρίου και τα ελεύθερα λιπαρά οξέα είναι τα κύρια συστατικά που διαμορφώνουν την επιφανειακή τάση του γάλακτος (Μάντης 2000).

Σημείο πήξης. Το σημείο πήξης του γάλακτος είναι σημαντικός δείκτης της ποιότητάς του. Το σημείο πήξης συνήθως υπολογίζεται προκειμένου να αποδειχθεί νοθεία αυτού

με νερό και να προσδιοριστεί η ποσότητα του νερού που έχει προστεθεί (BHANDARI & SINGH 2003). Το σημείο πήξης στο γάλα προσδιορίζεται με ειδικές συσκευές (κρυοσκοπία) και το $\leq -0.520^{\circ}\text{C}$ είναι το ιδανικό σημείο πήξης για το γάλα αγελάδος σύμφωνα με τους κανονισμούς της Ε.Ε. (Decrees 638/2004 Sb. and 639/2004 Sb.).

Σημείο ζέσεως. Το γάλα βράζει στους $100,15^{\circ}\text{C}$ έως $100,17^{\circ}\text{C}$ και αυτό οφείλεται στα υδατοδιαλυτά συστατικά του (Μάντης 2000).

Δείκτης διάθλασης. Ο δείκτης διάθλασης του γάλακτος εξαρτάται από τη συγκέντρωση των υδατοδιαλυτών συστατικών, τη θερμοκρασία και το μήκος κύματος του φωτός που χρησιμοποιείται (Μάντης 2000). Υπολογίζεται με το όργανο διαθλασίμετρο και μας δίνει πληροφορίες σχετικές με τη συγκέντρωση διάφορων συστατικών στο γάλα, ενώ χρησιμοποιείται και για τον έλεγχο της νοθείας του γάλακτος με νερό (Jääskeläinen et al. 2001).

Ηλεκτρική αγωγιμότητα. Στο γάλα η αγωγιμότητα εξαρτάται από τη συγκέντρωση των ιόντων των διαφόρων αλάτων του και κυρίως του χλωριούχου νατρίου. Σε θερμοκρασία 25°C η ηλεκτρική αγωγιμότητα του γάλακτος κυμαίνεται από 0,004 έως 0,006 $\text{Ohm}^{-1} \text{cm}^{-1}$ (Μάντης 2000).

1.3. Χημική σύσταση του γάλακτος

Το γάλα εκτός από τις φυσικές ιδιότητες, φέρει και χημικές οι πιο σημαντικές από τις οποίες είναι οι πρωτεΐνες, τα λιπίδια, το σάκχαρο (λακτόζη) και τα ανόργανα άλατα. Στην παρούσα εργασία μας ενδιαφέρει το αγελαδινό γάλα, η χημική σύσταση του οποίου είναι ενδεικτικά η εξής: Νερό 87,4%, Ολικά στερεά 12,6%, Λιπίδια 3,7%, Πρωτεΐνες 3,4%, Λακτόζη 4,8% και Ανόργανα άλατα 0,7% (FOX 2011). Παρακάτω ακολουθεί μια συνοπτική παρουσίαση των παραπάνω χημικών συστατικών.

Νερό. Αποτελεί στα περισσότερα είδη γάλακτος το συστατικό στοιχείο με τη μεγαλύτερη αναλογία. Στο αγελαδινό γάλα κυμαίνεται από 85,3% έως 88,7% (Walstra 2006).

Λιπίδια-Λίπος. Το γάλα περιέχει τρεις κατηγορίες λιπιδίων, τα ουδέτερα λίπη (τριγλυκερίδια, διγλυκερίδια, μονογλυκερίδια), τα πολικά λιπίδια (φωσφολιπίδια, γλυκολιπίδια) και άλλα λιπίδια (στερόλες, λιποδιαλυτές βιταμίνες, καροτενοειδή), τα οποία βρίσκονται σε αναλογία περίπου 98%, 1% και 1%, αντίστοιχα (Huppertz 2009). Το λίπος του γάλακτος, που είναι το κυρίαρχο συστατικό της λιπαρής φάσης του, αποτελεί μίγμα τριγλυκεριδίων (97 έως 98%), διγλυκεριδίων (1 έως 2%) και μονογλυκεριδίων (ίχνη). Το λίπος του γάλακτος είναι μίγμα εστέρων γλυκερόλης με διάφορα λιπαρά οξέα (Ανυφαντάκης 2004).

Πρωτεΐνες. Το γάλα φέρει δύο είδη πρωτεϊνών, τις καζεΐνες και τις οροπρωτεΐνες, οι οποίες αποτελούν περίπου το 2,6% και 0,7% των συστατικών του γάλακτος, αντίστοιχα (Walstra 2006). Οι καζεΐνες αποτελούν τις χαρακτηριστικές πρωτεΐνες του γάλακτος, στο οποίο συναντώνται με τη μορφή κolloειδούς φωσφοροκαζεϊνικού ασβεστίου. Τα κλάσματα της καζεΐνης διαφέρουν μεταξύ τους ως προς τη δομή, την ηλεκτοφορητική κινητικότητα και τις τυροκομικές ιδιότητες. Έχει διαπιστωθεί και η ύπαρξη γενετικών παραλλαγών τους, από τις οποίες, στο γάλα συναντώνται σε μεγαλύτερη αναλογία οι αs1-, αs2-, β- και κ-καζεΐνες (Ανυφαντάκης 2004). Οι περισσότερες από τις καζεΐνες που αναφέρθηκαν βρίσκονται στο γάλα ως σύμπλοκα που ονομάζονται μικκύλια και βρίσκονται σε κolloειδή διασπορά στην υδάτινη φάση (Μάντης 2000). Ύστερα από καθίζηση των καζεϊνών, οι κύριες πρωτεΐνες που απομένουν στον ορό του γάλακτος είναι οι εξής: α-γαλακταλβουμίνη, β-γαλακταλβουμίνη, οροαλβουμίνη και οι ανοσοσφαιρίνες.

Λακτόζη. Αποτελεί το βασικό σάκχαρο του γάλακτος των περισσότερων ειδών θηλαστικών. Συντίθεται στο μαστό από γαλακτόζη και γλυκόζη και στο αγελαδινό γάλα περιέχεται σε ποσοστό περίπου 4,8% (Hourigan 2013).

Άλατα. Τα άλατα του γάλακτος περιέχουν μεταλλικά στοιχεία, τα οποία απαντώνται στο γάλα είτε ως ιόντα είτε δεσμευμένα με άλλα συστατικά στοιχεία ή ως οργανικά ή ανόργανα άλατα. Το κάλιο, το νάτριο και το χλώριο συναντώνται κυρίως με τη μορφή των ελεύθερων ιόντων, ενώ το μαγνήσιο και το ασβέστιο σε μικρό μόνο βαθμό είναι με την ιονισμένη μορφή (Fox and McSweeney 1998).

Ιχνοστοιχεία-Βιταμίνες. Το γάλα περιέχει πληθώρα βιταμινών, μετάλλων, ιχνοστοιχείων, ηλεκτρολυτών και ενζύμων. Είναι εξαιρετική πηγή βιταμίνης A και των βιταμινών του συμπλέγματος B (Cashman 2011).

1.4. Διατροφική αξία του γάλακτος

Η διατροφική αξία του γάλακτος είναι ιδιαίτερα υψηλή εξαιτίας της ισορροπίας των θρεπτικών συστατικών που το συνθέτουν. Η περιεκτικότητά του σε θρεπτικά στοιχεία ποικίλει ανάλογα με το είδος του ζώου, τη φυλή όταν πρόκειται για το ίδιο είδος, αλλά και από ζώο σε ζώο ανάλογα με τη φάση της γαλακτικής περιόδου του καθενός και τη διατροφή. Το αγελαδινό γάλα περιέχει σχεδόν όλα τα θρεπτικά συστατικά που χρειάζεται κάθε οργανισμός (Górska-Warsewicz et al. 2019). Για ένα διαιτολόγιο μάλιστα υψηλό σε πρωτεΐνες, το γάλα και τα γαλακτοκομικά προϊόντα αποτελούν βασική επιλογή. Εκτός, όμως, από τις πρωτεΐνες, οι οποίες είναι υψηλής ποιότητας, στο γάλα εμπεριέχεται και πληθώρα βιταμινών ιδίως του συμπλέγματος B με βασική τη B12, η οποία είναι σημαντική για την εύρυθμη λειτουργία του νευρικού συστήματος. Επιπρόσθετα, το γάλα

περιέχει ανόργανα στοιχεία όπως είναι το ασβέστιο και ο φώσφορος, τα οποία διαδραματίζουν πρωταρχικό ρόλο στην υγιή ανάπτυξη των οστών. Το ασβέστιο ειδικά έχει αναφερθεί σε μελέτες ότι είναι ωφέλιμο στη μείωση της απορρόφησης της χολοστερόλης, ελέγχοντας έτσι το σωματικό βάρος και την πίεση του αίματος (Park 2009). Όπως προκύπτει, το γάλα είναι από τις πιο θρεπτικές τροφές που μπορεί να βρει κανείς στη φύση και είναι αποδεδειγμένο ότι έχει πολλά οφέλη για την υγεία.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο: Μικροβιολογία του νωπού γάλακτος

Το γάλα καταναλώνεται παγκοσμίως και θεωρείται, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, ως πηγή υψηλής θρεπτικής αξίας τόσο για τους ανθρώπους όσο και για τα ζώα και μάλιστα στην περίπτωση των ανθρώπων δεν περιορίζεται η κατανάλωσή του μόνο στη βρεφική ηλικία. Ωστόσο, η υψηλή βιολογική του αξία και κατά συνέπεια τα θρεπτικά συστατικά που περιέχει συμπεριλαμβανομένης της υψηλής ενεργότητας νερού, το καθιστά ως το πλέον ιδανικό περιβάλλον για την ανάπτυξη μικροοργανισμών (Quigley et al. 2013). Μερικά από αυτά τα θρεπτικά συστατικά είναι απευθείας διαθέσιμα στους μικροοργανισμούς, ενώ άλλα πρέπει πρώτα να μεταβολιστούν σε άλλες ουσίες (Frank 1997).

Μια μεγάλη ποικιλία ομάδων μικροοργανισμών δύναται να μολύνει το νωπό γάλα, προκαλώντας σημαντικό αντίκτυπο στην ποιότητα και την ασφάλεια του τελικού προϊόντος. Στο γάλα έχουν μελετηθεί σημαντικές μικροβιακές ομάδες με σκοπό τη λήψη μέτρων προφύλαξης και τον σχεδιασμό διεργασιών εξυγίανσης. Τέτοιες ομάδες είναι τα μεσόφιλα αερόβια βακτήρια και τα κολοβακτηρίδια. Πολλά μικρόβια που προσβάλλουν το γάλα έχουν επίσης μελετηθεί λόγω του γεγονότος ότι είναι παθογόνα και μπορεί να προκαλέσουν σημαντικές επιπτώσεις στην υγεία των καταναλωτών. Για παράδειγμα, πληθώρα επιστημονικών μελετών αφορά τη *Listeria monocytogenes* και τη *Salmonella* spp. Η μεγάλη ποικιλία μικροοργανισμών που δύναται να προσβάλει το νωπό γάλα αποτελεί μεγάλη πρόκληση για τη βιομηχανία γάλακτος, καθιστώντας την παρακολούθηση και τον έλεγχο της πρώτης ύλης αδιαμφισβήτητη απαραίτητη (Luana Perin et al. 2019).

2.1. Παθογόνοι μικροοργανισμοί που μπορεί να ανιχνευτούν στο νωπό γάλα

Το γάλα είναι μια τροφή, η οποία εδώ και χρόνια έχει συσχετισθεί με την πρόκληση τροφιμογενών λοιμώξεων. Για το λόγο αυτό δεν είναι λίγες οι έρευνες σχετικά με τον εντοπισμό παθογόνων μικροοργανισμών στο νωπό γάλα. Η παρουσία, ωστόσο, παθογόνων μικροοργανισμών στο γάλα επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες, όπως το μέγεθος της κτηνοτροφικής μονάδας, ο αριθμός των ζώων της εκτροφής, οι πρακτικές που εφαρμόζονται σε επίπεδο εκμετάλλευσης, το είδος και ο τρόπος της δειγματοληψίας, η γεωγραφική περιοχή, ακόμα και η εποχή του έτους (Oliver 2005). Ανεξαρτήτως, όμως, των παραπάνω παραγόντων, όλες οι έρευνες έχουν ένα κοινό συμπέρασμα, το οποίο είναι ότι το γάλα αποτελεί κύρια πηγή τροφιμογενών λοιμώξεων μολύνοντας τον άνθρωπο μέσω μιας πληθώρας παθογόνων μικροοργανισμών

Οι κυριότεροι παθογόνοι μικροοργανισμοί του νωπού γάλακτος είναι οι εξής:

- *Mycobacterium bovis*

Πρόκειται για το μυκοβακτηρίδιο της φυματίωσης και είναι ένα Gram-θετικό αερόβιο παθογόνο βακτήριο. Το *M. bovis* έχει ευρύ φάσμα ξενιστών, ενώ αποτελεί ένα από τα πιο επικίνδυνα παθογόνα για την υγεία του ανθρώπου (Thoen et al. 2006). Το νωπό γάλα μολύνεται συνήθως από τα ασθενή ζώα, ενώ μπορεί να μολυνθεί και από τα κόπρανα των ζώων, τη σκόνη του περιβάλλοντος ή τα έντομα, όταν στην εκτροφή υπάρχουν ζώα ή άνθρωποι που πάσχουν από φυματίωση. Ιστορικά, η παστερίωση του νωπού γάλακτος έγινε με σκοπό την καταστροφή του *M. bovis*, μια διεργασία που αδρανοποιεί αποτελεσματικά το συγκεκριμένο βακτήριο (Μάντης 2000).

- ***Brucella spp.***

Η βρουκέλλωση είναι μία από τις πιο διαδεδομένες ζωνοσώους παγκοσμίως και μεταδίδεται συνηθέστερα μέσω του μολυσμένου νωπού γάλακτος ή μέσω προϊόντων που έχουν παρασκευαστεί από τέτοιο γάλα. Το νωπό γάλα μολύνεται είτε πρωτογενώς από τις βρουκέλλες που κυκλοφορούν στο αίμα ή που βρίσκονται στα οπισθομαστικά λεμφογάγγλια είτε δευτερογενώς από τις εκκρίσεις λοχείας ή τη σκόνη του περιβάλλοντος του στάβλου (Μάντης 2000). Η *Brucella spp.* καταστρέφεται με την παστερίωση του γάλακτος (Davies and Casey 1973).

- ***Salmonella spp.***

Τα είδη του γένους *Salmonella* είναι Gram-αρνητικά βακτήρια, τα οποία έχουν ως δεξαμενή τους στη φύση τον εντερικό σωλήνα κατοικίδιων και άγριων ζώων. Ως εκ τούτου οι σαλμονέλλες μολύνουν το γάλα έμμεσα μέσω των κοπράνων των ζώων, του περιβάλλοντος της εκτροφής ή/και μέσω του νερού και άμεσα μέσω πασχόντων από σαλμονέλλωση ζώων ή ασυμπτωματικών φορέων (Porre 2011). Η παστερίωση του γάλακτος καταστρέφει τις σαλμονέλλες, ωστόσο πρέπει να δίνετε προσοχή ώστε να αποφεύγεται μεταπαστεριωτική μόλυνση του γάλακτος.

- ***Listeria monocytogenes***

Η *Listeria monocytogenes* είναι ένα παθογόνο βακτήριο, το οποίο βρίσκεται σε ευρεία διασπορά στη φύση (χώμα, ύδατα, βλάστηση). Για το λόγο αυτό ανευρίσκεται συχνά σε νωπά τρόφιμα, όπως το γάλα και το κρέας (da Silva and de Martinis 2013). Το 2021 η λιστερίωση ήταν η πέμπτη πιο διαδεδομένη ζωνοσώος στην Ε.Ε. με 2.183 περιστατικά –

αύξηση κατά 14% στην Ε.Ε. σε σύγκριση με το 2020. Τα περιστατικά αφορούσαν κυρίως ηλικίες μεγαλύτερες των 64 ετών (EFSA 2022). Η παστερίωση ή ισοδύναμη θερμική επεξεργασία είναι επαρκής ώστε να καταστραφούν τα βακτήρια της *Listeria monocytogenes* (Mackey and Bratchell 1989).

- **Εντεροπαθογόνα στελέχη της *Escherichia coli***

Η *Escherichia coli* (*E. coli*) είναι ένα βακτήριο, το οποίο βρίσκεται στο έντερο υγιών ανθρώπων και ζώων και αποτελεί μέρος της φυσιολογικής χλωρίδας. Ωστόσο, κάποια στελέχη της *E. coli* μπορούν να προκαλέσουν νόσο και να οδηγήσουν σε σοβαρή λοίμωξη. Το νωπό γάλα μολύνεται κυρίως από τα κόπρανα των ζώων, αλλά σε ορισμένες περιπτώσεις η παρουσία Shiga-τοξινογόνων στελεχών (*STEC*) σε νωπό γάλα μπορεί να είναι αποτέλεσμα υποκλινικής ενδομαστικής λοίμωξης (Lira et al. 2004). Η παστερίωση του γάλακτος καταστρέφει περισσότερα από 10^4 κύτταρα *E. coli* O157:H7 ανά ml γάλακτος (D' Aoust et al. 1988).

- ***Staphylococcus aureus***

Πρόκειται για Gram-θετικό βακτήριο, το οποίο βρίσκεται ευρέως στη φύση. Η σταφυλοκοκκική τοξίνωση είναι από τις συνηθέστερες τροφοδηλητηριάσεις παγκοσμίως. Στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής ο *Staphylococcus aureus* προκαλεί περίπου 241.000 περιπτώσεις τροφικής δηλητηρίασης κάθε χρόνο (Scallan et al. 2011; Kadariya et al. 2014). Ο *S. aureus* αδρανοποιείται με την παστερίωση, αλλά οι εντεροτοξίνες του είναι ιδιαίτερα θερμοάντοχες και δεν αδρανοποιούνται με τους χρονοθερμοκρασιακούς συνδυασμούς που χρησιμοποιούνται από τη γαλακτοβιομηχανία για την παραγωγή γαλακτοκομικών προϊόντων (Asperger and Zangerl 2003). Έτσι, το

σημαντικό είναι να λάβουμε μέτρα ώστε να μην παραχθούν οι εντεροτοξίνες στο νωπό γάλα.

2.2. Μικροβιολογικά κριτήρια του νωπού γάλακτος βάσει νομοθεσίας

Οι μικροβιολογικοί κίνδυνοι στα τρόφιμα αποτελούν, όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, μία από τις κυριότερες πηγές τροφιμογενών λοιμώξεων στον άνθρωπο. Τα τρόφιμα θα πρέπει πριν την κατανάλωσή τους από τον άνθρωπο να είναι απαλλαγμένα από μικροοργανισμούς, τοξίνες αυτών, καθώς και μεταβολίτες μικροοργανισμών.

Για το λόγο αυτό, για τα τρόφιμα καθορίζονται μικροβιολογικά κριτήρια. Σύμφωνα με το Υπουργείο Γεωργίας, Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος «τα μικροβιολογικά κριτήρια είναι τα κριτήρια που καθορίζουν το αποδεκτό ενός προϊόντος, μιας παρτίδας τροφίμων ή μιας διαδικασίας, με βάση την απουσία, την παρουσία ή τον αριθμό μικροοργανισμών, ή/και με βάση την ποσότητα των τοξινών ή μεταβολίτων τους, ανά μονάδα μάζας, όγκου, επιφάνειας ή ανά παρτίδα.

Τα μικροβιολογικά κριτήρια κρίνουν: α) την καταλληλότητα των τροφίμων, β) την ορθότητα των διαδικασιών παρασκευής και γ) την ορθότητα χειρισμού και διανομής. Επίσης, τα μικροβιολογικά κριτήρια είναι αναπόσπαστο μέρος της εφαρμογής των διαδικασιών που βασίζονται στο HACCP και σε άλλα μέτρα ελέγχου της υγιεινής.» (Λεμονιάτη 2014)

Νωπό γάλα: Τα μικροβιολογικά κριτήρια του νωπού γάλακτος αναφέρονται στον Κανονισμό (ΕΚ) αρ. 853/2004, Τμήμα ΙΧ, κεφάλαιο ΙΙΙ, παράγραφος 3 και 4. Πιο συγκεκριμένα:

α) Νωπό αγελαδινό γάλα

- Περιεκτικότητα σε μικρόβια στους 30° C (ανά ml): ≤ 100.000 (*)
- Περιεκτικότητα σε σωματικά κύτταρα (ανά ml): ≤ 400.000 (**)

β) Νωπό γάλα άλλων ειδών (π.χ. αιγοπρόβειο κ.ά)

- Περιεκτικότητα σε μικρόβια στους 30° C (ανά ml): $\leq 1.500.000$ (*)

** Κυλιόμενος γεωμετρικός μέσος όρος περιόδου δύο μηνών, με δύο τουλάχιστον δείγματα μηνιαίως.*

*** Κυλιόμενος γεωμετρικός μέσος όρος περιόδου τριών μηνών, με ένα τουλάχιστον δείγμα μηνιαίως, εκτός αν η αρμόδια αρχή καθορίσει άλλη μεθοδολογία ώστε να λαμβάνονται υπόψη οι εποχιακές διακυμάνσεις στα επίπεδα παραγωγής.*

Επίσης, οι Υπεύθυνοι Επιχείρησης Τροφίμων πρέπει να διασφαλίζουν ότι το νωπό γάλα δεν περιέχει κατάλοιπα αντιμικροβιακών ή/και άλλων ουσιών και δεν εντοπίζεται αφλατοξίνη-M1, πέραν των επιτρεπτών ορίων (όρια < 50 ppt).

Σε αυτό το σημείο, αφού σχηματίσαμε μία εικόνα σχετικά με το τι είναι νωπό γάλα, από τι αποτελείται, με ποια παθογόνα μπορεί να επιμολυνθεί και ποια είναι τα μικροβιολογικά κριτήρια που έχουν θεσπιστεί για αυτό, θα περάσουμε στο κυρίως μέρος της εργασίας μας, η οποία αφορά το σκοπό της παρούσας μελέτης και την περιγραφή της μεθοδολογίας που χρησιμοποιήσαμε για να τον υλοποιήσουμε.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο: Σκοπός της μελέτης και Μεθοδολογία

3.1. Σκοπός και στόχοι

Πριν τη διενέργεια κάθε μελέτης θα πρέπει να καθορίζονται τα κενά του υπό διερεύνηση επιστημονικού πεδίου και να διατυπώνονται σαφώς τα ερευνητικά ερωτήματα, τα οποία επιθυμούμε να απαντήσουμε μέσω της μελέτης μας. Υπό το πρίσμα αυτό αξιολογήθηκε η υπάρχουσα βιβλιογραφία και καθορίστηκαν οι στόχοι της παρούσας έρευνας. Στο πλαίσιο αυτό ο σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η συστηματική ανασκόπηση σχετικά με τον επιπολασμό και τη συγκέντρωση παθογόνων μικροοργανισμών στο νωπό γάλα αγελάδος.

Για να εκπληρωθεί ο παραπάνω σκοπός, τέθηκαν οι εξής επιμέρους στόχοι:

- Διερεύνηση των περιοχών/χωρών που είναι πιο έντονο το πρόβλημα της παρουσίας παθογόνων μικροοργανισμών στο νωπό γάλα,
- Καθορισμός των συχνότερων ευρισκόμενων παθογόνων βακτηρίων στο νωπό γάλα.

Έχοντας στο κέντρο της έρευνας τους παραπάνω στόχους, συγκεντρώσαμε πρωτογενείς μελέτες, τις αξιολογήσαμε, τις συγκρίναμε και συνοψίσαμε τα αποτελέσματά μας. Η απάντηση των ερωτημάτων αυτών πιστεύουμε ότι θα συντελέσει αρωγό στην επιστημονική κοινότητα, ώστε να δοθεί βαρύτητα στις περιοχές ανά την υφήλιο που αντιμετωπίζουν σοβαρότερο πρόβλημα, καθώς και να ληφθούν τα απαραίτητα μέτρα προστασίας για την αποφυγή της εκδήλωσης ζωοανθρωπονόσων που σχετίζονται με το νωπό γάλα αγελάδος.

3.2. Μεθοδολογία

Για τη διενέργεια της παρούσας μεταπτυχιακής εργασίας, χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της συστηματικής ανασκόπησης της ήδη υπάρχουσας βιβλιογραφίας, λαμβάνοντας υπόψιν τη μεθοδολογία του PRISMA 2020 (Page et. al 2021). Όταν επιχειρεί κανείς να περιγράψει τη μέθοδο της συστηματικής ανασκόπησης, είναι πολλές οι προσεγγίσεις που μπορούν να χρησιμοποιηθούν. Στη βάση της, όμως, η συστηματική ανασκόπηση έχει τη σύνθεση της υπάρχουσας γνώσης σε ένα πεδίο, με αποτέλεσμα να απαντώνται ερωτήματα που θα ήταν αδύνατο να απαντηθούν από μεμονωμένες μελέτες, να εντοπίζονται προβλήματα στην πρωτογενή έρευνα που θα μπορούν να επιλυθούν σε μεταγενέστερες έρευνες, καθώς και να δημιουργούνται ή να αξιολογούνται θεωρίες για το πώς ή γιατί συμβαίνουν κάποια φαινόμενα. Για το λόγο αυτό οι συστηματικές ανασκοπήσεις δημιουργούν ποικίλους τύπους γνώσης και για διαφορετικούς χρήστες (π.χ. ασθενείς, επιστήμονες υγείας, ερευνητές). Προκειμένου να διασφαλιστεί ότι η συστηματική ανασκόπηση είναι χρήσιμη για τους αναγνώστες της, οι συγγραφείς θα πρέπει να διατυπώνουν με διαφανή, ολοκληρωμένο και ακριβή τρόπο το λόγο που έγινε η ανασκόπηση, το τρόπο με τον οποίο την υλοποίησαν (π.χ. επιλογή μελετών) και φυσικά τα αποτελέσματά τους.

Στην παρούσα συστηματική ανασκόπηση τηρήθηκαν όλα τα βήματα, ώστε να έχουμε τα πιο ακριβή αποτελέσματα. Αρχικά, έγινε αναζήτηση στις βιβλιογραφικές βάσεις δεδομένων για την εύρεση επιστημονικών μελετών σχετικών με το θέμα της έρευνάς μας. Για το σκοπό αυτό, χρησιμοποιήθηκαν κατάλληλες λέξεις κλειδιά και εφαρμόστηκαν τα απαραίτητα φίλτρα, ώστε να αποκλειστούν μελέτες, οι οποίες δεν ήταν τόσο συναφείς με την αναζήτηση που θέλαμε να επιτύχουμε. Συγκεκριμένα, χρησιμοποιήθηκαν λέξεις κλειδιά που αφορούσαν το γάλα και το είδος του, όπως «raw», «cow», «milk». Επίσης, για την ανίχνευση επιστημονικών μελετών που ερευνούν τους παθογόνους

μικροοργανισμούς χρησιμοποιήθηκαν οι όροι «pathogenic microbes», «pathogenic bacteria», «foodborne pathogens». Τέλος, για να συμπεριλάβουμε στην αναζήτησή μας τη συγκέντρωση και τον επιπολασμό των μικροοργανισμών, χρησιμοποιήθηκαν ως λέξεις κλειδιά οι «concentration», «prevalence», «occurrence». Όλοι οι παραπάνω όροι εισήχθησαν στη μπάρα αναζήτησης των βάσεων δεδομένων με τη χρήση των OR και AND.

Πίνακας 1. Στρατηγική αναζήτησης και οι λέξεις κλειδιά που χρησιμοποιήθηκαν για τον προσδιορισμό των μελετών που διερευνούν την ύπαρξη και εξάπλωση παθογόνων μικροοργανισμών στο νωπό γάλα αγελάδας.

Σκοπός	Λέξεις κλειδιά
Αναζήτηση μελετών που σχετίζονται με το γάλα και το είδος του	"raw", "cow", "milk"
Αναζήτηση μελετών που σχετίζονται με τον εντοπισμό παθογόνων μικροοργανισμών	“pathogenic microbes”, “pathogenic bacteria”, “foodborne pathogens”
Αναζήτηση μελετών που σχετίζονται με την εξάπλωση των μικροοργανισμών	“concentration”, “prevalence”, “occurrence”

Σχετικά με την επιλογή των επιστημονικών βάσεων δεδομένων, αυτές επιλέχθηκαν με κριτήρια το πλήθος των ερευνών που περιέχουν, την αξιοπιστία τους και την εμπειρία που είχαμε με αυτές από προηγούμενη χρήση τους. Λαμβάνοντας τα παραπάνω υπόψιν μας, καταλήξαμε στη χρήση των εξής βάσεων δεδομένων: Scopus, PubMed και Google Scholar. Η αναζήτησή μας περιορίστηκε στις συγκεκριμένες βάσεις δεδομένων χωρίς να χρησιμοποιηθούν εξωτερικές πηγές.

3.3. Κριτήρια ένταξης & αποκλεισμού μελετών

Ένα από τα πιο σημαντικά βήματα μιας συστηματικής ανασκόπησης αποτελεί η απόφαση για το ποιες μελέτες θα πρέπει να επιλεγθούν και ποιες όχι. Για να επιτευχθεί αυτό, θα πρέπει να καθοριστούν αυστηρά κριτήρια εισόδου και αποκλεισμού των υπό διερεύνηση μελετών. Με τον τρόπο αυτό περιορίζονται τα σφάλματα και ο κίνδυνος μεροληψίας εκ συστήματος.

Από την παραπάνω οπτική γωνία, για την παρούσα συστηματική ανασκόπηση επιλέχθηκαν πρωτογενείς μελέτες, οι οποίες εξετάζουν τον επιπολασμό και τη συγκέντρωση μόνο παθογόνων μικροοργανισμών. Επίσης, τα δείγματα που εξετάζουν, αφορούν νωπό γάλα προέλευσης αγελάδος. Να σημειώσουμε ότι τα δείγματα νωπού γάλακτος έπρεπε να προέρχονται από κλινικώς υγιή ζώα (π.χ. αποκλείονται μελέτες που τα δείγματα προέρχονται από ζώα με κλινική μαστίτιδα). Επιπρόσθετα, επιλέχθηκαν μελέτες γραμμένες στην αγγλική γλώσσα και δημοσιευμένες από το 2019 έως το 2023. Τέλος, ως προς τα αποτελέσματά τους συμπεριλήφθηκαν μόνο οι μελέτες που ανέφεραν τη συγκέντρωση ή/ και τον επιπολασμό των μικροοργανισμών ποσοτικά.

Από την άλλη πλευρά, από τη συστηματική ανασκόπηση αποκλείστηκαν μελέτες, οι οποίες αποτελούν συστηματικές ανασκοπήσεις, μετα-αναλύσεις και πρακτικά συνεδρίων αλλά και μελέτες των οποίων το πλήρες άρθρο δεν ήταν διαθέσιμο. Επιπρόσθετα, αποκλείστηκαν τα άρθρα που εξετάζουν άλλο είδος γάλακτος πέραν του αγελαδινού (π.χ. αιγοπρόβειο, βουβαλίσιο, καμήλας), αλλά και εκείνα που μελετούν παστεριωμένο γάλα. Επίσης, αφαιρέθηκαν από την αναζήτηση μελέτες που δεν ερευνούσαν παθογόνους μικροοργανισμούς, αλλά άλλους όπως π.χ. μικροοργανισμούς αλλοίωσης. Τέλος, εξαιρέθηκαν μελέτες που στα αποτελέσματά τους δεν ήταν σαφή τα στοιχεία που

αφορούν τον επιπολασμό και τη συγκέντρωση των μικροοργανισμών. Τα παραπάνω κριτήρια ένταξης και αποκλεισμού των μελετών συνοψίζονται στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 2).

Πίνακας 2: Κριτήρια ένταξης και αποκλεισμού των μελετών

ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΝΤΑΞΗΣ	ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΠΟΚΛΕΙΣΜΟΥ
Πρωτογενείς μελέτες	Συστηματικές ανασκοπήσεις, μετα-αναλύσεις και πρακτικά συνεδρίων
Η έρευνα να αφορά νωπό γάλα αγελάδος, το οποίο να παράγεται από κλινικά υγιή ζώα.	Άλλα είδη γάλακτος ή παστεριωμένο γάλα ή γάλα που προέρχεται από άρρωστα ζώα (π.χ. με μαστίτιδα).
Να γίνεται ανίχνευση μόνο παθογόνων μικροοργανισμών.	Ανίχνευση μη παθογόνων μικροοργανισμών π.χ. αλλοιογόνων.
Μελέτες γραμμένες στην αγγλική γλώσσα και δημοσιευμένες από το 2019 έως το 2023.	Μελέτες που δεν ήταν διαθέσιμο το πλήρες άρθρο.
	Ελλιπή αποτελέσματα σχετικά με τον επιπολασμό και τη συγκέντρωση παθογόνων μικροοργανισμών

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο: Αποτελέσματα

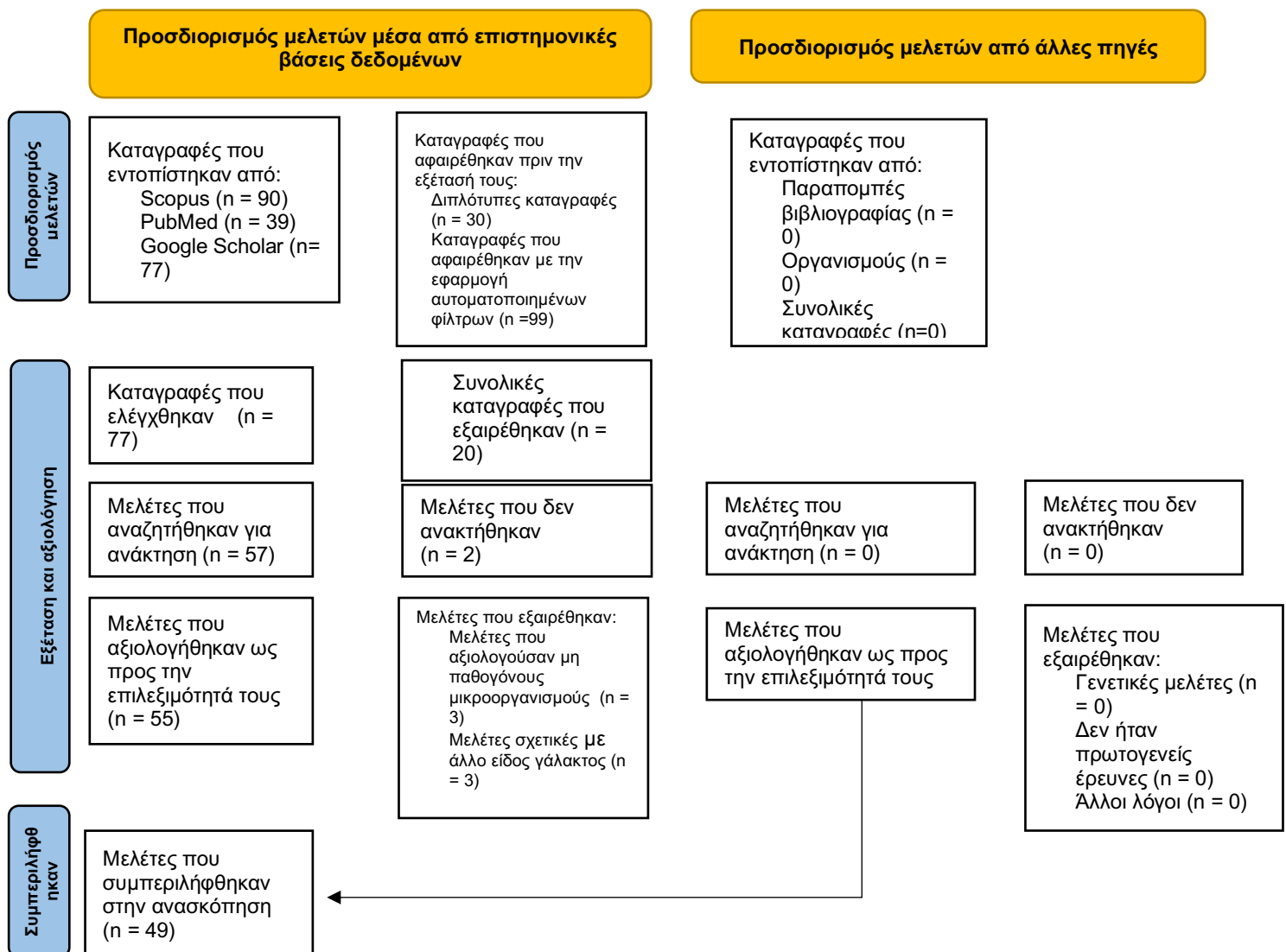
4.1. Επιλογή των μελετών

Λαμβάνοντας υπόψη μας τη μεθοδολογία που περιγράφηκε παραπάνω και εφαρμόζοντας ταυτόχρονα τα κριτήρια που θέσαμε, καταλήξαμε στα άρθρα από τα οποία αντλήσαμε τα στοιχεία για να συνθέσουμε την παρούσα συστηματική ανασκόπηση. Πιο συγκεκριμένα, χρησιμοποιώντας τις λέξεις κλειδιά που αναφέρθηκαν προηγουμένως έγινε αναζήτηση στις τρεις βάσεις δεδομένων: Scopus, PubMed και Google Scholar. Προκειμένου να περιοριστεί η αναζήτηση στα επιθυμητά κριτήρια, εφαρμόστηκαν τα αυτοματοποιημένα φίλτρα που παρέχονται από τις βάσεις δεδομένων. Έτσι, επιλέχθηκαν μόνο πρωτογενείς μελέτες και αποκλείστηκαν συστηματικές ανασκοπήσεις, κεφάλαια βιβλίων, πρακτικά συνεδρίων κ.α. Επιπλέον, εφαρμόστηκε χρονολογικός περιορισμός (έτος δημοσίευσης: 2019-2023) και λάβαμε υπόψιν μας μόνο εργασίες που ήταν γραμμένες στην αγγλική γλώσσα. Επίσης, χρησιμοποιήθηκε το φίλτρο για να αποκλειστούν άρθρα, των οποίων δεν ήταν διαθέσιμο το πλήρες κείμενο.

Μετά την εφαρμογή των παραπάνω φίλτρων και την αφαίρεση των διπλότυπων άρθρων, παρέμειναν στη διάθεσή μας προς αξιολόγηση συνολικά 77 άρθρα. Ύστερα από εκτίμηση της περίληψης των άρθρων αυτών, καθώς και του πλήρους άρθρου σε όσα χρειαζόμασταν περαιτέρω πληροφορίες, εξαιρέθηκαν 20 άρθρα. Ο λόγος ήταν ότι κάποια από αυτά στόχευαν στη διαγνωστική προσέγγιση των παθογόνων μικροοργανισμών, άλλα μελετούσαν παθογόνους μικροοργανισμούς που προέρχονταν από ζώα με μαστίτιδα, ενώ τέλος μια μερίδα άρθρων αφορούσε γαλακτοκομικά προϊόντα ή γάλα φυτικής προέλευσης. Αυτό είχε ως απόρροια να συνεχίσουμε με 57 μελέτες, από τις

οποίες ωστόσο καταφέραμε να ανακτήσουμε το πλήρες άρθρο για τις 55. Από τις μελέτες αυτές, αποκλείσαμε τις 3, διότι μελετούσαν τελικά μη παθογόνα στελέχη μικροοργανισμών κι ακόμη 3, καθώς δεν κατέληγαν σε αποτελέσματα σχετικά με το αγελαδινό γάλα. Εν κατακλείδι, επιλέχθηκαν συνολικά 49 επιστημονικές μελέτες, οι οποίες και αποτέλεσαν τη βάση μας για τη σύνθεση της συστηματικής ανασκόπησης.

Στη συνέχεια, παρατίθεται το διάγραμμα ροής (Σχήμα 1), στο οποίο παρουσιάζεται η μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε ώστε να γίνει η επιλογή των μελετών, καθώς και ο πίνακας με τις μελέτες που τελικά επιλέχθηκαν (Πίνακας 3).



Σχήμα 1: Διάγραμμα ροής, στο οποίο παρουσιάζεται η μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε για την επιλογή των μελετών που θα συμπεριληφθούν στην ανασκόπηση.

Πίνακας 3: Συνοπτική περιγραφή των μελετών που συμπεριλήφθηκαν στη συστηματική ανασκόπηση

A/A	Εργασία	Συγγραφέας/ Έτος Δημοσίευσης	Χώρα Μελέτης	Μικροοργανισμός/οι	Αριθμός Δειγμάτων (νωπό γάλα)	Concentration (log cfu/ml)	Prevalence (%)
1	Evaluation of microbial hygiene indicators in raw milk, pasteurized milk and cottage cheese collected across the dairy value chain in Ethiopia	Mengstu et al. (2023)	Αιθιοπία (Oromia, SNNP and Amhara regions)	Total coliforms (TCC) and generic <i>E. coli</i>	184	TCC: Oromia 5.53 ± 0.12 , SNNP 6.04 ± 0.15 and Amhara 3.52 ± 0.15 log cfu/ml	<i>E. coli</i> : Oromia $40.63 \pm 0.05\%$, SNNP $45.83 \pm 0.072\%$ and Amhara $2.5 \pm 0.025\%$
2	Microbiological contamination, antimicrobial residues, and antimicrobial resistance in raw bovine milk in Lebanon	Joubrane et al. (2022)	Λίβανος	Total Coliforms (TC), <i>E. coli</i> , <i>S. aureus</i> and <i>L. monocytogenes</i> , <i>Salmonella</i> spp., b-haemolytic <i>Streptococci</i>	195	TC $4,6 \pm 1,7$ <i>E. coli</i> $2,4 \pm 1,7$ <i>S. aureus</i> $0,8 \pm 1,1$ log cfu/mL <i>Listeria monocytogenes</i> -	TC 81% <i>E. coli</i> 65% <i>S. aureus</i> 17% <i>Salmonella</i> spp. 35% <i>L. monocytogenes</i> - b-haemolytic <i>Streptococci</i> -
3	Prevalence of <i>Campylobacter</i> species and associated risk factors for contamination of dairy products collected in a dry season from major milk sheds in Ethiopia	Admasie et al. (2023)	Αιθιοπία (Oromia, SNNP and Amhara regions)	<i>Campylobacter</i> spp (βρήκαν μόνο <i>C. jejuni</i>)	368	-	16%
4	Prevalence of <i>Escherichia coli</i> O157 isolated from marketed raw cow milk in Kwara State, Nigeria	Ghali-Mohammed et al. (2023)	Νιγηρία	<i>E. coli</i> , <i>E. Coli</i> O157:H7	1225	-	<i>E. coli</i> 48,9% <i>E. coli</i> O157 2,3%
5	Probabilistic modelling of <i>Escherichia coli</i> concentration in raw milk under hot weather conditions	Feliciano et al. (2021)	Σαουδική Αραβία	<i>E. coli</i>	622	1,31 log cfu/mL	-
6	The prevalence and characteristics of extended-spectrum β -lactamase <i>Escherichia coli</i> in raw milk and dairy farms in Northern Xinjiang, China	Huang S. et al. (2022)	Κίνα	<i>E. coli</i>	570	-	12,60%

7	Occurrence of <i>Escherichia Coli</i> O157:H7 in lactating cows and dairy farm environment and the antimicrobial susceptibility pattern at Adami Tulu Jido Kombolcha District, Ethiopia	Mesele et al. (2023)	Αιθιοπία	<i>E. coli</i> , <i>E. coli</i> O157:H7	154	-	<i>E. coli</i> 9,7% <i>E. coli</i> O157:H7 4,5%
8	Genetic diversity, antibiotic resistance, and virulence characteristics of <i>Staphylococcus aureus</i> from raw milk over 10 years in Shanghai	Huang et al. (2023)	Κίνα	<i>Staphylococcus aureus</i>	1799	-	39,10%
9	Prevalence of <i>Yersinia enterocolitica</i> in milk and dairy products and the effects of storage temperatures on survival and virulence gene expression	Ahmed et al. (2019)	Αίγυπτος	<i>Yersinia enterocolitica</i>	50	-	22,00%
10	Molecular Isolation and Identification of Multidrug-resistant <i>Escherichia coli</i> from Milk, Meat, and Product Samples	Dowidar & Khalifa (2023)	Αίγυπτος	<i>E. coli</i>	25	-	40,00%
11	Virulence Genes and Antibiotic Resistance Patterns of <i>Bacillus cereus</i> isolated from Egyptian milk, Milk powder and Ice cream	Dowidar & El-Baz (2023)	Αίγυπτος	<i>Bacillus cereus</i>	25	-	64,00%
12	Molecular characterization and antibiotic resistance profile of ESBL-producing <i>Escherichia coli</i> isolated from healthy cow raw milk in smallholder dairy farms in Bangladesh	Nahar et al. (2023)	Μπανγκλαντ ές	<i>E. coli</i>	100	-	70,00%
13	Antibiotic resistance and enterotoxin gene profiles of <i>Staphylococcus aureus</i> isolated from raw milk in Iran	Shariatifar et al. (2023)	Ιράν	<i>Staphylococcus aureus</i>	250	0,11 log cfu/ml	18,40%
14	Prevalence of multidrug resistant Shiga toxin producing <i>E. coli</i> in the milk of cattle, buffaloes and camel	Alsayeqh et al. (2023)	Αίγυπτος	<i>E. coli</i>	20	2.92 ± 0.15 log MPN/g	50%
15	Occurrence of <i>Staphylococcus aureus</i> in milk and antibacterial properties of some herbal extracts on milk	Hariry et al. (2023)	Τουρκία	<i>Staphylococcus aureus</i>	150	-	13,30%

	and hospital-acquired strains						
16	Prevalence, Contamination Level, and Associated Factors of Methicillin-Resistant <i>Staphylococcus aureus</i> in Raw Cow Milk at Selected Districts of Gamo Zone, Southern Ethiopia	Alembo & Tonjo Torka (2023)	Αιθιοπία	<i>Staphylococcus aureus</i>	140	-	42,10%
17	Prevalence and Characteristics of <i>Yersinia Enterocolitica</i> and <i>Yersinia Pseudotuberculosis</i> from Raw Milk Supplied in Tehran	Yazdi et al. (2023)	Ιράν	<i>Yersinia enterocolitica</i> & <i>Yersinia Pseudotuberculosis</i>	360	-	<i>Yersinia enterocolitica</i> 0,83%, <i>Yersinia pseudotuberculosis</i> 0,27%
18	Occurrence and seasonality of <i>Campylobacter</i> spp. in Portuguese dairy farms	Barata et al. (2022)	Πορτογαλία	<i>Campylobacter</i> spp (βρήκαν μόνο <i>C. jejuni</i>)	100	-	4,00%
19	Longitudinal Study of Shiga Toxin-Producing <i>Escherichia coli</i> and <i>Campylobacter jejuni</i> on Finnish Dairy Farms and in Raw Milk	Jaakkonen et al. (2019)	Φινλανδία	<i>STEC</i> O157:H7, <i>Campylobacter jejuni</i>	785	-	0,00%
20	Microbiological quality and safety of raw milk from direct sale in northern Germany	Böhnlein et al. (2021)	Γερμανία	<i>Pseudomonas</i> spp., <i>Enterobacteriaceae</i> , <i>E. coli</i>	110	<i>Pseudomonas</i> spp. 3.9 ± 1.3 log cfu/ml, <i>Enterobacteriaceae</i> 2.7 ± 1.2 log cfu/ mL, <i>E. coli</i> 1.4 ± 0.8 log cfu/ml	-
21	Isolation, characterization, and antimicrobial susceptibility pattern of <i>Escherichia coli</i> O157:H7 from foods of bovine origin in Mekelle, Tigray, Ethiopia	Gugsa et al. (2022)	Αιθιοπία	<i>Escherichia coli</i> O157:H7	145	-	12,40%
22	MRSA in bulk tank milk of dairy herds in Germany – changes over time	Tenhagen et al. (2022)	Γερμανία	MRSA	1336	-	5,80%
23	Prevalence of <i>Pseudomonas aeruginosa</i> in Milk and Some Dairy Products with Reduction Trials by Some Natural Preservatives	Ibrahim et al. (2022)	Αίγυπτος	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	50	-	48,00%
24	Investigation of the Prevalence of <i>Brucella</i> Diagnosis in Serum and Milk in Cattle	Ülker (2022)	Τουρκία	<i>Brucella</i> spp	320	-	64,50%

25	Prevalence and antibiotic resistance of <i>Staphylococcus aureus</i> and <i>Escherichia coli</i> isolated from raw milk in East Java, Indonesia	Tyasningsih et al. (2022)	Ινδονησία	<i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Escherichia coli</i>	250	-	<i>S. aureus</i> 55.2%, <i>E. coli</i> 70.4%
26	Detection of <i>Salmonella</i> spp. by Traditional and PCR Assays in Raw Milk, Maysan, Iraq	Dawood Saleem et al. (2022)	Ιράκ	<i>Salmonella</i> spp.	130	-	Καλλιέργεια 7,07%, PCR 12,3%
27	Characterization of multi-resistant <i>Shigella</i> species isolated from raw cow milk and milk products	Elkenany et al. (2022)	Αίγυπτος	<i>Shigella</i> spp.	200	-	8,00%
28	Isolation, identification and molecular characterization of <i>Escherichia coli</i> from raw milk sold in Bikaner	Sharma et al. (2022)	Ινδία	<i>E. coli</i>	100	-	42,00%
29	Hygienic quality of raw and fermented cow milk in the local milk sector of the Liptako-Gourma area in Niger	Gagara et al. (2022)	Νιγηρία	Coliforms, <i>Staphylococcus aureus</i>	110	Coliforms 0,26 ± 0,05 log cfu/ml, <i>Staphylococcus aureus</i> 0,14 ± 0,06 log cfu/ml	-
30	Presence of <i>Escherichia coli</i> O157:H7 in Dairy Farms located in Najaf, Baghdad, Kirkuk, and Erbil, Iraq	Obaid et al. (2022)	Ιράκ	<i>E. coli</i> O157:H7	150	-	10,00%
31	Occurrence and antibiogram of multidrug-resistant <i>Salmonella enterica</i> isolated from dairy products in Libya	Garbaj et al. (2022)	Λιβύη	<i>Salmonella enterica</i>	56	-	16,00%
32	Bacterial Composition and Interactions in Raw Milk and Teat Skin of Dairy Cows	Yan et al. (2022)	Κίνα	Proteobacteria, <i>Pseudomonas</i>	156	-	Proteobacteria 58.5%, <i>Pseudomonas</i> 51.2%
33	Prevalence of multidrug resistant <i>Salmonella</i> spp. in dairy products with the evaluation of the inhibitory effects of ascorbic acid, pomegranate peel extract, and D-tryptophan against <i>Salmonella</i> growth in cheese	Elafify et al. (2022)	Αίγυπτος	<i>Salmonella</i> spp.	30	-	6,66%
34	Multidrug-resistant and enterotoxigenic methicillin-resistant <i>Staphylococcus aureus</i> isolated from raw milk of cows at small-scale production units	Eid et al. (2022)	Αίγυπτος	<i>Staphylococcus aureus</i>	300	-	16,70%
35	Prevalence and Molecular Characterization of Microbial Contaminants	Mahmud et al. (2021)	Μπανγκλαντές	Total <i>E. coli</i> count (TE.cC) , <i>Salmonella</i> spp., <i>Staphylococcus</i> spp.		Total <i>E. coli</i> count (TE.cC) 0,09 log cfu/ml,	Total <i>E. coli</i> count (TE.cC) 66%, <i>Salmonella</i> 53%,

	in Raw Cow Milk of Tangail District in Bangladesh					<i>Salmonella</i> spp. 0,19 log cfu/ml	<i>Staphylococcus</i> spp. 53%
36	Multidrug Resistance and Virulence Factors of <i>Enterococci</i> Isolated from Milk and Some Dairy Desserts	Sadek & Koriem (2022)	Αίγυπτος	<i>Enterococcus</i> spp.	25	<i>Enterococcus</i> spp. 0,27 log cfu/ml	<i>Enterococcus</i> spp 76%, <i>E. faecalis</i> 64%, <i>E. faecium</i> 12%
37	Prevalence and Characterization of <i>Escherichia coli</i> in Raw Milk and Some Dairy Products at Mansoura City	Ibrahim et al. (2022)	Αίγυπτος	<i>E. coli</i>	25	0,15 ± 0,06 log cfu/ml	52%
38	Isolation and Identification of <i>Staphylococcus aureus</i> from Milk and Milk Products, Associated Factors for Contamination, and Their Antibigram in Holeta, Central Ethiopia	Gebremedhin et al. (2022)	Αιθιοπία	<i>Staphylococcus aureus</i>	383	0,14 log cfu/ml	8,64%
39	<i>Listeria</i> Species Occurrence and Associated Risk Factors and Antibigram of <i>Listeria Monocytogenes</i> in Milk and Milk Products in Ambo, Holeta, and Bako Towns, Oromia Regional State, Ethiopia	Borena et al. (2022)	Αιθιοπία	<i>Listeria</i> spp.	384	-	<i>Listeria</i> spp. 7,03% & <i>L. monocytogenes</i> 1,82%
40	Frequency of <i>Mycobacterium avium</i> subsp. <i>paratuberculosis</i> in milk, meat, ileum, and feces of cattle in Tabriz, Iran	Zaherkandi et al. (2021)	Ιράν	<i>Mycobacterium avium</i> subsp. <i>paratuberculosis</i>	30	-	26,70%
41	The prevalence of <i>Staphylococcus aureus</i> and methicillin resistant <i>Staphylococcus aureus</i> in milk and dairy products in Riyadh, Saudi Arabia	Alghizzi & Shami (2021)	Σαουδική Αραβία	<i>Staphylococcus aureus</i>	4	-	100%
42	Pathogenic bacteria in cheese, raw and pasteurized milk	Bastam et al. (2021)	Ιράν	<i>S. aureus</i> , <i>L. monocytogenes</i> , <i>S. Typhi</i>	35	-	<i>S. aureus</i> 37,1%, <i>L. monocytogenes</i> 5,7%, <i>S. Typhi</i> 51,4%
43	Antibiotic resistance of <i>Staphylococcus aureus</i> isolated from raw cow and goat milk produced in the Tiaret and Souk Ahras areas of Algeria	Tamendjari et al. (2021)	Αλγερία	<i>Staphylococcus aureus</i>	87	-	33,33%
44	Prevalence, characterization, and control of <i>Campylobacter jejuni</i> isolated from raw milk,	Zeinhom et al. (2021)	Αίγυπτος	<i>Campylobacter</i> spp.	50	-	18,00%

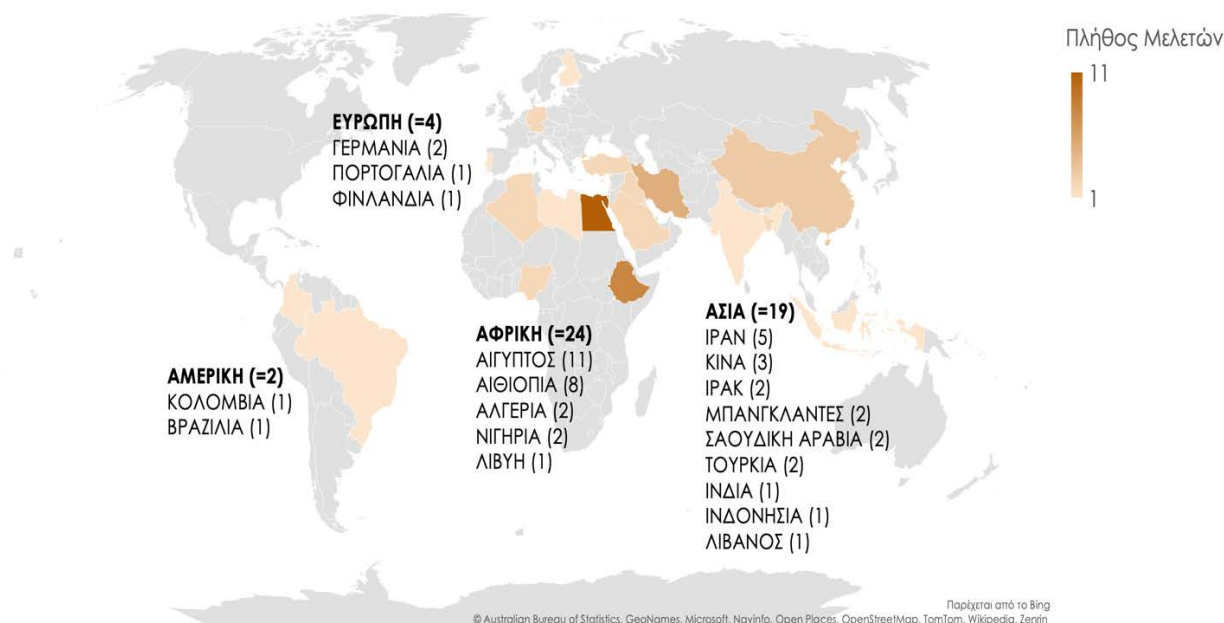
	cheese and human stool samples in Beni-Suef Governorate, Egypt						
45	Isolation and identification of <i>Salmonella</i> spp. in raw milk from dairy herds in Colombia	Castañeda-Salazar et al. (2021)	Κολομβία	<i>Salmonella</i> spp.	112	-	20,50%
46	Prevalence of <i>Coxiella burnetii</i> in milk collected from buffalo (water buffalo) and cattle dairy farms in Northwest of Iran	Khademi et al. (2019)	Ιράν	<i>Coxiella burnetii</i>	420	-	14,60%
47	Isolation and identification of <i>Yersinia enterocolitica</i> in bovine milk samples of bulk tanks from dairy farms in São Paulo, Brazil	Bertolini et al. (2019)	Βραζιλία	<i>Yersinia enterocolitica</i>	102	-	Καλλιέργεια 0%, PCR 5,9%
48	Milk Safety Assessment, Isolation, and Antimicrobial Susceptibility Profile of <i>Staphylococcus aureus</i> in Selected Dairy Farms of Mukaturi and Sululta Town, Oromia Region, Ethiopia	Regasa et al. (2019)	Αιθιοπία	<i>Staphylococcus aureus</i>	183	-	15,30%
49	<i>Staphylococcus aureus</i> isolated from selected dairies of Algeria: Prevalence and susceptibility to antibiotics	Matallah et al. (2019)	Αλγερία	<i>Staphylococcus aureus</i>	244	-	34,84%

4.2. Περιγραφή των μελετών

4.2.1. Γεωγραφική κατανομή

Εάν μελετήσουμε προσεκτικά τον παραπάνω πίνακα, θα διαπιστώσουμε ότι στις έρευνες που καταλήξαμε υπάρχει μεγάλη γεωγραφική κατανομή, η οποία απλώνεται στην Αμερική, την Ευρώπη, την Αφρική και την Ασία. Με μια πιο προσεκτική ματιά, ωστόσο, θα επιβεβαιώσουμε ότι οι μισές περίπου μελέτες (24 από τις 49) συγκεντρώνονται στην Αφρική (Αίγυπτος: 11 μελέτες, Αιθιοπία: 8 μελέτες, Αλγερία: 2 μελέτες, Νιγηρία: 2 μελέτες, Λιβύη: 1 μελέτη). Ακολουθούν σε ποσότητα οι μελέτες της

Ασίας που στο σύνολο είναι 19 (Ιράν: 5 μελέτες, Κίνα: 3 μελέτες, Ιράκ: 2 μελέτες, Μπανγκλαντές: 2 μελέτες, Τουρκία: 2 μελέτες, Σαουδική Αραβία: 2 μελέτες, Ινδία: 1 μελέτη, Ινδονησία: 1 μελέτη, Λίβανος: 1 μελέτη). Τέλος, έχουμε 4 αναφορές στην Ευρώπη (Γερμανία: 2 μελέτες, Φινλανδία: 1 μελέτη, Πορτογαλία: 1 μελέτη) και 2 αναφορές στην Αμερική και συγκεκριμένα στη Βραζιλία και την Κολομβία. Τα παραπάνω δεδομένα απεικονίζονται στον παρακάτω χάρτη (Σχήμα 2), όπου με έντονο κόκκινο σκιαγραφείται η Αίγυπτος με τις πιο πολλές μελέτες και ακολουθούν οι υπόλοιπες χώρες με πιο ανοιχτά χρώματα. Για την κατασκευή του χάρτη χρησιμοποιήθηκαν τα ειδικά εργαλεία του Microsoft Excel.



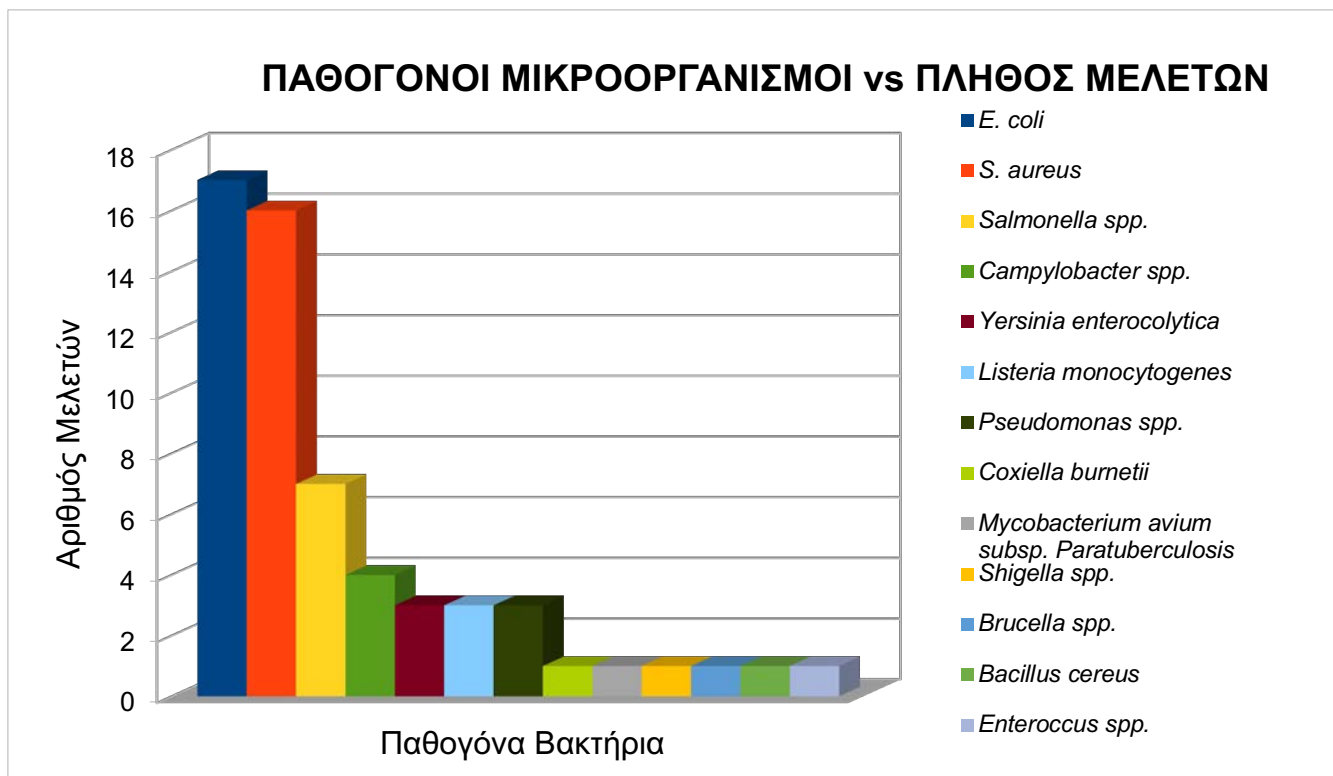
Σχήμα 2: Γεωγραφική κατανομή των μελετών

4.2.2. Υπό διερεύνηση μικροοργανισμοί

Οι παραπάνω μελέτες ερευνούν μια μεγάλη γκάμα παθογόνων μικροοργανισμών, μελετώντας πάνω από δέκα οικογένειες και είδη βακτηρίων. Ωστόσο, οι περισσότερες από αυτές μελετούν διεξοδικά τη συγκέντρωση και τον επιπολασμό των παθογόνων

μικροοργανισμών *E. coli* ή *E. coli* O157:H7 (17 μελέτες), του *Staphylococcus aureus* (16 μελέτες) και της *Salmonella* spp. (7 μελέτες). Τέσσερις μελέτες εξετάζουν την παρουσία *Campylobacter* spp. (Admasie et al 2023; Barata et al. 2022; Jaakkonen et al. 2019; Zeinhom et al. 2021), ενώ ακόμη τρεις μελέτες διερευνούν τον επιπολασμό και την εξάπλωση της *Yersinia enterocolitica* (Ahmed et al. 2019; Yazdi et al. 2023; Bertolini et al. 2019). Επιπρόσθετα, για την *Pseudomonas* spp και *Pseudomonas aeruginosa* υπάρχουν τρεις αναφορές (Böhnlein et al. 2021; Ibrahim et al. 2022; Yan et al. 2022). Επιπλέον τρεις μελέτες ασχολούνται με την παρουσία του μικροοργανισμού *Listeria monocytogenes* (Joubrane et al. 2022; Borena et al. 2022; Bastam et al. 2021), ενώ η *Coxiella burnetii* και το *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* ερευνώνται το καθένα σε μία μελέτη (Khademi 2019 & Zaherkandi et al. 2021 αντίστοιχα). Επίσης, έχουμε από μία αναφορά για τη *Shigella* spp. (Elkenany et al. 2022), τη *Brucella* spp. (Ülker 2022) και το *Bacillus cereus* (Dowidar & El-Baz 2023). Τέλος, υπάρχει μία μελέτη, στην οποία διερευνήθηκε η παρουσία των *Enterococcus* spp., *E. faecalis* και *E. faecium* (Sadek & Koriem 2022).

Στο διάγραμμα που ακολουθεί παρουσιάζονται οι παθογόνοι μικροοργανισμοί σε συνάρτηση με τον αριθμό των μελετών, στις οποίες βρέθηκαν (Σχήμα 3).



Σχήμα 3: Παθογόνοι μικροοργανισμοί που ανιχνεύθηκαν στις μελέτες και πλήθος μελετών.

4.3. Αξιολόγηση του κινδύνου μεροληψίας

Η συστηματική ανασκόπηση έχει στους βασικούς της πυλώνες την εκτίμηση του κινδύνου μεροληψίας (risk of bias) των αποτελεσμάτων της κάθε μελέτης που περιλαμβάνει. Οι λόγοι για αυτό είναι καταρχάς ότι η αξιοπιστία μιας τυχαιοποιημένης κλινικής μελέτης βασίζεται στο γεγονός ότι πιθανές πηγές μεροληψίας ως προς τα αποτελέσματα θα πρέπει να αποφεύγονται. Δεδομένου ότι οι συστηματικές ανασκοπήσεις περιλαμβάνουν αποτελέσματα από άλλες μελέτες, τα δεδομένα σε μια συστηματική ανασκόπηση από άποψη μεροληψίας είναι αντίστοιχα με εκείνα της πρωτογενούς έρευνας. Έτσι, η αξιολόγηση της μεροληψίας σε κάθε μελέτη που συμπεριλήφθηκε στην παρούσα συστηματική ανασκόπηση, συνθέτει και την αξιοπιστία

της τελευταίας. Οι μελέτες που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα ανασκόπηση αξιολογήθηκαν ως προς τη μεροληψία στους εξής τομείς:

- **Δημιουργία τυχαίας αλληλουχίας (random sequence generation).** Πρόκειται για τον πρώτο τομέα αξιολόγησης (D1). Προκειμένου να αποφευχθεί η μεροληψία κατά την επιλογή της κατανομής των συμμετεχόντων ως προς την υπό μελέτη παρέμβαση, θα πρέπει να γίνει σωστά η τυχαιοποίηση. Για να επιτευχθεί, απαιτείται η κατανομή των παρεμβάσεων στους συμμετέχοντες να βασίζεται σε μία σαφή, συγκεκριμένη διαδικασία που εξασφαλίζει ότι αυτή θα πραγματοποιείται τυχαία.

- **Μεροληψία λόγω αποκλίσεων από την προβλεπόμενη παρέμβαση (deviations from intended intervention).** Ο τομέας αυτός είναι ο D2 και εξετάζει τη μεροληψία ανίχνευσης λόγω αποκλίσεων. Οι ερευνητές πριν διεξάγουν τη μελέτη γνωρίζουν ότι υπάρχει μόλυνση ή αξιολογούν τα αποτελέσματά τους μέσα από κάποια στόχευση.

- **Μη ολοκληρωμένα δεδομένα έκβασης (incomplete outcome data).** Αποτελεί τον τρίτο τομέα αξιολόγησης (D3). Σχετίζεται είτε με τον αποκλεισμό συμμετεχόντων από την ανάλυση των αποτελεσμάτων, παρά το ότι υπάρχουν τα δεδομένα τους, είτε λόγω απουσίας δεδομένων αποτελεσμάτων.

- **Μεροληψία κατά τη μέτρηση του αποτελέσματος (bias in measurement of the outcome).** Είναι ο τέταρτος τομέας αξιολόγησης (D4), ο οποίος αναφέρεται στο κατά πόσο η μέτρηση των αποτελεσμάτων έχει επηρεαστεί από την υπάρχουσα γνώση των μελετητών.

- **Μεροληψία επιλεκτικής αναφοράς εκβάσεων (selective reporting bias).** Πρόκειται για τον πέμπτο τομέα (D5). Συχνό παράγοντα δημιουργίας μεροληψίας αποτελεί η μη αναφορά αποτελεσμάτων, τα οποία εμφανίζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ

των εξεταζόμενων ομάδων, ενώ ταυτόχρονα αποκρύπτονται οι διαφορές εκείνες που δεν ήταν στατιστικά σημαντικές.

- Υπάρχουν κι άλλοι παράγοντες αύξησης του κινδύνου μεροληψίας, οι οποίοι ωστόσο δεν αφορούν την παρούσα μελέτη.

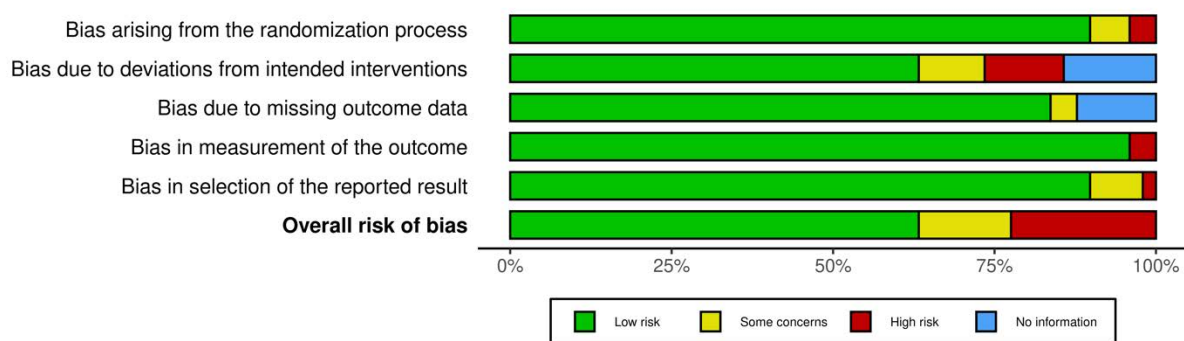
Η αξιολόγηση έγινε με τη χρήση του εργαλείου Rob 2.0 στην διαδικτυακή εφαρμογή robnis. Όλες οι μελέτες, λοιπόν, που συμπεριλήφθηκαν στην παρούσα συστηματική ανασκόπηση, αξιολογήθηκαν ως προς τους παραπάνω πέντε παράγοντες για να αξιολογηθεί ο κίνδυνος μεροληψίας. Τα αποτελέσματα συνοψίζονται στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 4) και στο σχετικό διάγραμμα (Σχήμα 4).

Πίνακας 4: Αξιολόγηση του κινδύνου μεροληψίας στις μελέτες που συμπεριλήφθηκαν στην ανασκόπηση.

Study	D1	D2	D3	D4	D5	Overall
Mengstu, B. et al (2023)	●	●	●	●	●	●
Joubrane, K. et al (2022)	●	●	●	●	●	●
Admasie, A. et al 2022	●	●	●	●	●	●
Ghali-Mohammed, I. et al, 2023	●	●	●	●	●	●
Feliciano, R. et al., 2021	●	●	●	●	●	●
Huang, S. et al., 2022	●	●	●	●	●	●
Mesele, F. Et al, 2023	●	●	●	●	●	●
Huang, J. et al, 2023	●	●	●	●	●	●
Ahmed, H. A. et al 2019	●	●	●	●	●	●
Dowidar, H. A., & Khalifa, M. I., 2023	●	●	●	●	●	●
Dowidar, H. A., & El-Baz, A. H., 2023	●	●	●	●	●	●
Nahar, A. et al., 2023	●	●	●	●	●	●
Shariatifar, M. et al, 2023	●	●	●	●	●	●
Alsayeqh, A. F. et al., 2023	●	●	●	●	●	●
Hariry, R. E., Akca, G., & Filazi, A., 2023	●	●	●	●	●	●
Alembo, E. A., & Tonjo Torka, T., 2023	●	●	●	●	●	●
Yazdi, S. S. et al, 2023	●	●	●	●	●	●
Barata, A. R. et al, 2022	●	●	●	●	●	●
Anniina Jaakkonen et al. 2019	●	●	●	●	●	●
Böhnlein, C. et al, 2021	●	●	●	●	●	●
Gugsa, G., Weldeeselassie, M., & Tsegaye, Y., 2022	●	●	●	●	●	●
Tenhagen, B. A. et al, 2022	●	●	●	●	●	●
Ibrahim, M. M. E. et al, 2022	●	●	●	●	●	●
Ülker, U., 2022	●	●	●	●	●	●
Tyasningsih, W. et al, 2022	●	●	●	●	●	●
Dawood Saleem, H. et al, 2022	●	●	●	●	●	●
Eikenany, R., et al, 2022	●	●	●	●	●	●
Sharma, R. et al, 2022	●	●	●	●	●	●
Gagara, M. H. et al, 2022	●	●	●	●	●	●
Obaid, N. F. et al, 2022	●	●	●	●	●	●
Garbaj, A. M. et al, 2022	●	●	●	●	●	●
Yan, H. et al, 2022	●	●	●	●	●	●
Elafify, M. et al, 2022	●	●	●	●	●	●
Eid, H. M. et al, 2022	●	●	●	●	●	●
Mahmud, S. et al, 2021	●	●	●	●	●	●
Sadek, O. A., & Koriem, A. M., 2022	●	●	●	●	●	●
Ibrahim, A. H. M. et al, 2022	●	●	●	●	●	●
Gebremedhin, E. Z. Et al, 2022	●	●	●	●	●	●
Borena, B. M. et al, 2022	●	●	●	●	●	●
Zaherkandi, S. G. et al, 2021	●	●	●	●	●	●
Alghizzi, M., & Shami, A., 2021	●	●	●	●	●	●
Bastam, M. M. et al, 2021	●	●	●	●	●	●
Tamendjari, S. et al, 2021	●	●	●	●	●	●
Zeinhom M.A. et al, 2021	●	●	●	●	●	●
Castañeda-Salazar et al 2021	●	●	●	●	●	●
Khademi, P. et al, 2019	●	●	●	●	●	●
Bertolini, A. B. et al, 2019	●	●	●	●	●	●
Regasa, S. A., 2019	●	●	●	●	●	●
Mataliah, A. M. et al, 2019	●	●	●	●	●	●

Domains:
D1: Bias arising from the randomization process.
D2: Bias due to deviations from intended intervention.
D3: Bias due to missing outcome data.
D4: Bias in measurement of the outcome.
D5: Bias in selection of the reported result.

Judgement
● High
● Some concerns
● Low
● No information



Σχήμα 4: Αναλογία των μελετών που ταξινομήθηκαν σε κάθε επίπεδο μεροληψίας.

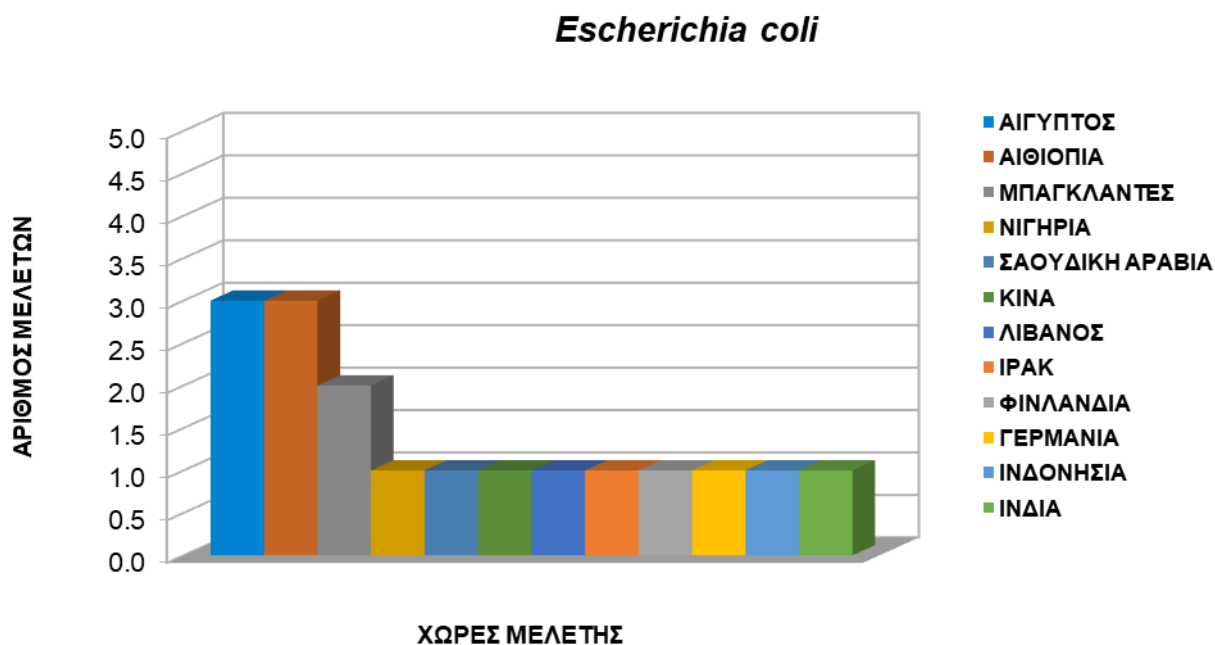
4.4. Επιπολασμός και συγκέντρωση της *Escherichia coli* στο νωπό γάλα

Όλοι οι άνθρωποι και τα ζώα φέρουν στο έντερό τους το βακτήριο *Escherichia coli* (*E. coli*), το οποίο αποτελεί φυσιολογικό μέρος της εντερικής χλωρίδας και συνήθως είναι αβλαβές. Ωστόσο, υπάρχουν συγκεκριμένα στελέχη της *E. coli* στα οποία συμπεριλαμβάνονται και εκείνα που έχουν την ικανότητα να παράγουν τοξίνες και τα οποία είναι παθογόνα και αποτελούν κίνδυνο για τη δημόσια υγεία. Τα στελέχη της *E. coli* που ασκούν παθογόνο δράση μέσω της παραγωγής τοξινών καλούνται STEC/VTEC (shiga toxin or verotoxin-producing *E. coli*) ή EHEC (enterohaemorrhagic *E. coli*) και οι τοξίνες τους έχουν την ικανότητα να προκαλούν αιμορραγική διάρροια και αιμολυτικό ουραιμικό σύνδρομο, μια επιπλοκή που μπορεί να αποβεί μοιραία. Ο συχνότερα εμπλεκόμενος ορότυπος (>50%) στη λοίμωξη του ανθρώπου από τη STEC είναι η *E. coli* O157:H7 (Τμήμα Τροφιμογενών και Υδατογενών Νοσημάτων 2023).

Η μετάδοση της λοίμωξης των στελεχών αυτών συμβαίνει μέσω της κατανάλωσης ή του χειρισμού μολυσμένων τροφών, όπως το μολυσμένο νωπό γάλα, καθώς και μέσω επαφής με μολυσμένα ζώα. Ειδικά, η κατανάλωση προϊόντων (γάλα, κρέας) βόειας προέλευσης που υπέστησαν ανεπαρκή θερμική επεξεργασία αποτελεί το κύριο μέσο για

τη λοίμωξη του ανθρώπου από *E. coli* O157:H7. Τέλος, η τροφή μπορεί επίσης να μολυνθεί από ανθρώπους που είναι μολυσμένοι με κάποιο από τα στελέχη αυτά.

Η αναζήτησή μας στις επιστημονικές βάσεις δεδομένων μας οδήγησε σε μεγάλο πλήθος μελετών που είχαν στο επίκεντρό τους την ανεύρεση της *E. coli* στο νωπό αγελαδινό γάλα. Πιο συγκεκριμένα, 17 από τις 49 εργασίες που συμπεριλάβαμε στη παρούσα συστηματική ανασκόπηση αφορούν το συγκεκριμένο παθογόνο βακτήριο κι έχουν ως σκοπό την αναζήτηση, απομόνωση και ταυτοποίηση του στελέχους *E. coli* σε δείγματα αγελαδινού νωπού γάλακτος. Στο παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζεται η γεωγραφική κατανομή των μελετών αυτών (Σχήμα 5).



Σχήμα 5: Γεωγραφική κατανομή της *E. coli*.

Όπως μπορούμε να διαπιστώσουμε από το παραπάνω διάγραμμα, οι περισσότερες μελέτες αφορούν χώρες της Αφρικής, γεγονός που μας οδηγεί σε προφανή συμπεράσματα, τα οποία θα συζητήσουμε στο Κεφάλαιο 5.

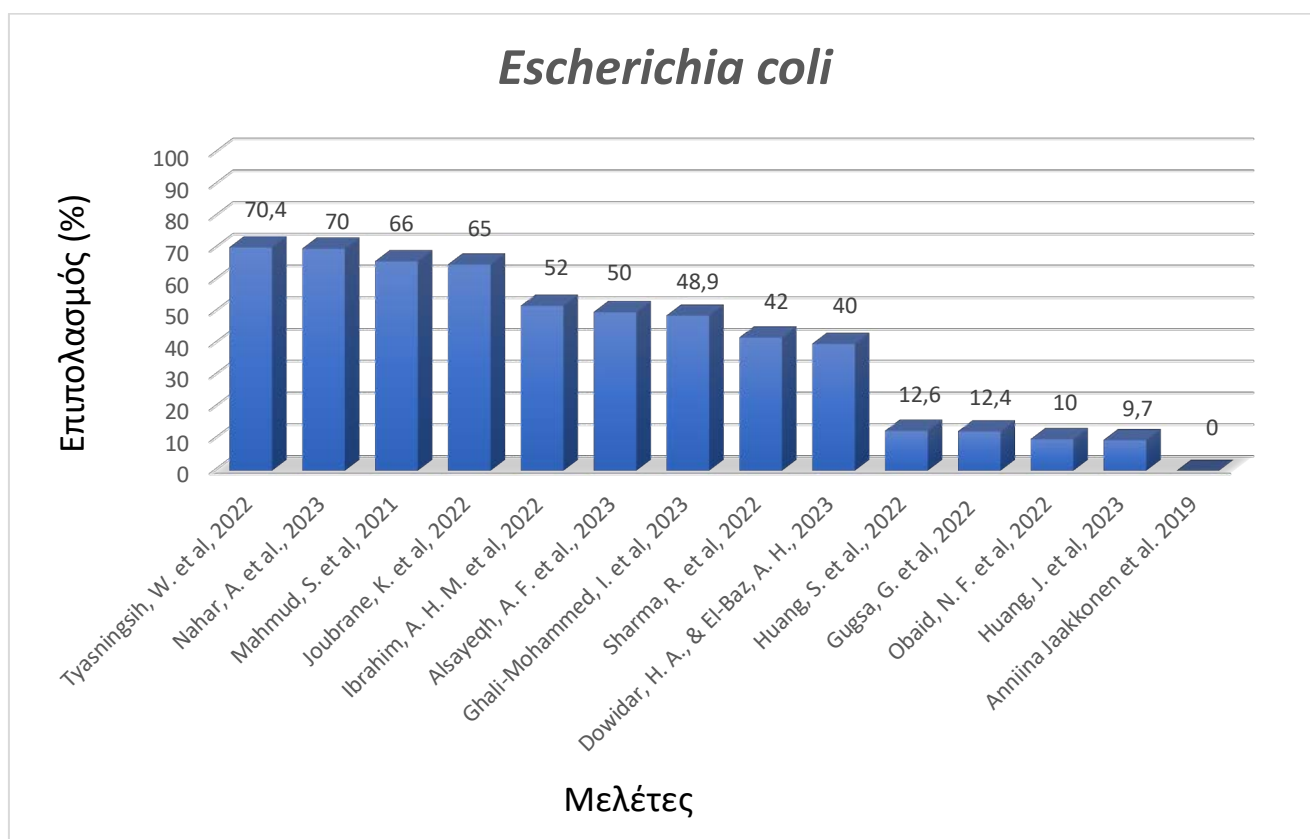
Σχετικά με το ζητούμενο που έχουμε θέσει, δηλαδή τη συγκέντρωση και τον επιπολασμό του παθογόνου μικροοργανισμού που στην προκειμένη περίπτωση είναι η *E. coli*, τα αποτελέσματα διαφέρουν. Τον μεγαλύτερο επιπολασμό εντόπισαν οι Tyasningsih et al. (2022 - Ινδονησία) και οι Nahar et al. (2023 - Μπανγκλαντές) με ποσοστά 70,4% και 70% αντίστοιχα. Στη συνέχεια, ακολουθούν με ποσοστό 66% και 65% οι μελέτες των Mahmud et al. (2021 - Μπανγκλαντές) και Joubrane et al. (2022 - Λίβανος). Με ποσοστό 52%, 50% και 48,9% ακολουθούν οι εργασίες των Ibrahim et al. (2022 – Αίγυπτος), Alsayeqh et al. (2023 – Αίγυπτος) και Ghali-Mohammed et al. (2023 – Νιγηρία). Οι Huang S. et al. (2022 – Κίνα) και οι Gugsu et al. (2022 - Αιθιοπία) στις μελέτες τους με σκοπό την απομόνωση της *E. coli* σε νωπά δείγματα γάλακτος, είχαν παρόμοια αποτελέσματα, αφού οι πρώτοι βρήκαν το βακτήριο σε ποσοστό 12,6% και οι δεύτεροι σε ποσοστό 12,4%. Λίγο παρακάτω βρίσκονται δύο μελέτες, η μία του 2022 που πραγματοποιήθηκε στο Ιράκ από τους Obaid et al. και η άλλη του 2023 που πραγματοποιήθηκε στην Αιθιοπία από τους Mesele et al. που εντόπισαν την *E. Coli* με επιπολασμό 10% και 9,7% αντιστοίχως. Τέλος, στην εργασία των Jaakkonen et al. του 2019 στη Φιλανδία, σε ένα πλήθος δειγμάτων που άγγιζε τα 789 δείγματα νωπού γάλακτος, δεν βρέθηκε καθόλου *E. coli*.

Υπάρχει και μία ακόμη εργασία των Mengstu et al. του 2023, την οποία αναφέρουμε χωριστά, επειδή μελέτησε τον επιπολασμό της *E. coli* σε τρεις διαφορετικές πόλεις της Αιθιοπίας (Oromia, SNNP and Amhara regions) και εξήγαγε αποτελέσματα για κάθε πόλη ξεχωριστά. Έτσι, στην Oromia βρήκε την *E. coli* σε ποσοστό 40,63%, στην πόλη SNNP σε ποσοστό 45,83%, ενώ στην Amhara ο επιπολασμός ήταν μόλις 2,5%.

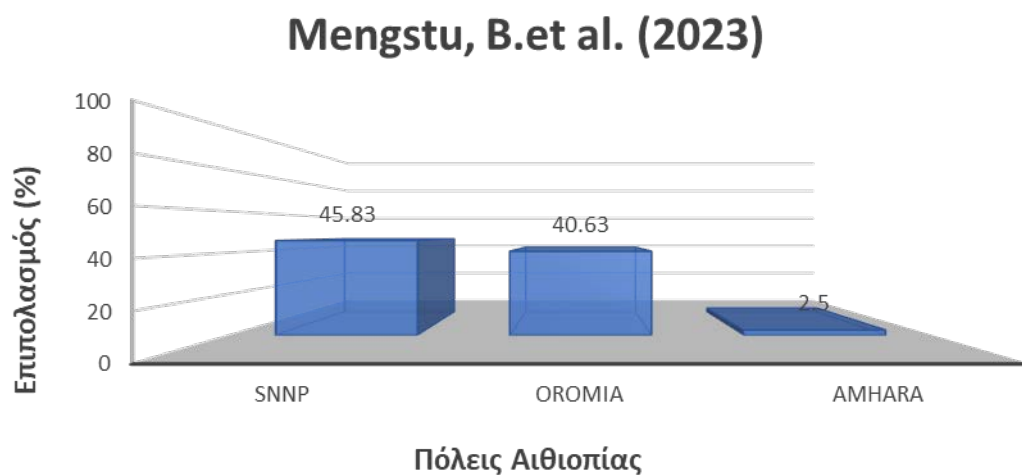
Να σημειώσουμε ότι οι εργασίες των Gugsu et al. (2022), Obaid et al. (2022) & Jaakkonen et al. (2019) μελετούν τον επιπολασμό του στελέχους *STEC O157:H7*.

Επίσης, οι εργασίες των Ghali-Mohammed et al. (2023) και Mesele et al. (2023) αξιολογούν τόσο τον επιπολασμό γενικώς της *E. coli* όσο και της *STEC O157:H7*. Οι λοιπές εργασίες εξετάζουν γενικώς την *E. coli*.

Όλα τα παραπάνω ποσοστά συγκεντρώνονται στα παρακάτω διαγράμματα (Σχήμα 6 και Σχήμα 7).

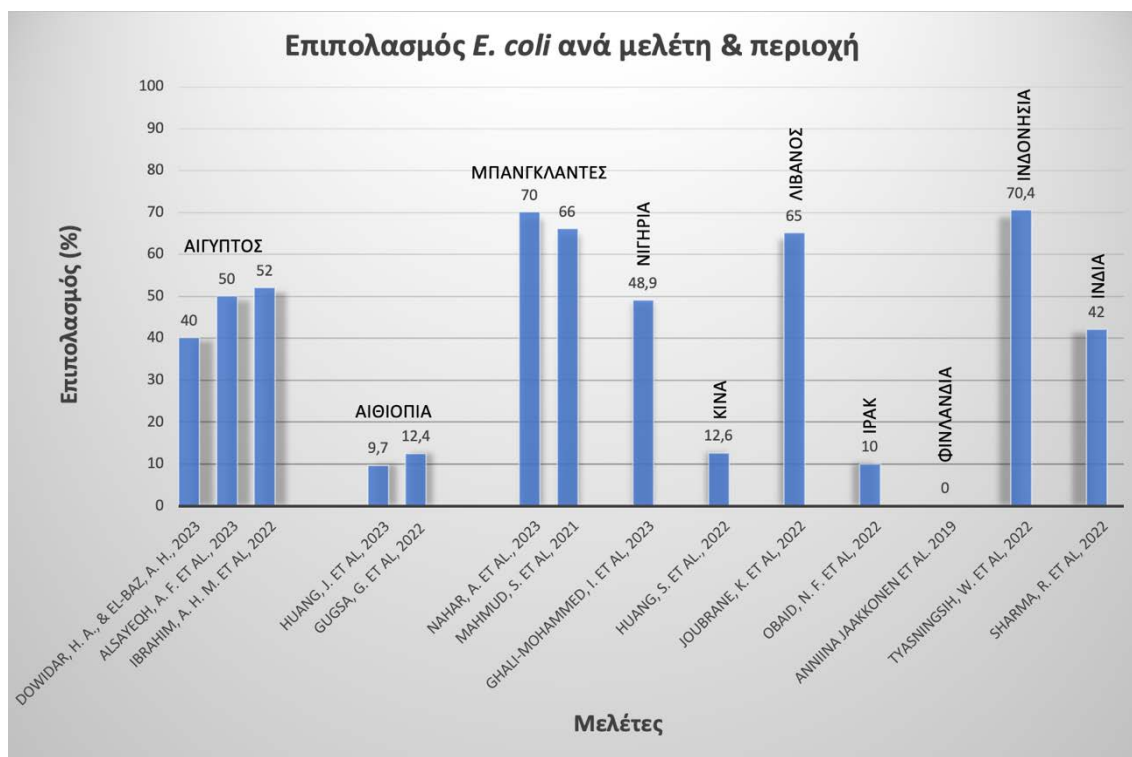


Σχήμα 6: Επιπολασμός της *E. coli* ανά μελέτη



Σχήμα 7: Αποτελέσματα της μελέτης των Mengstu, B.et al, 2023

Ενδιαφέρουσα θεωρήσαμε ότι θα είναι και η γραφική απεικόνιση του επιπολασμού της *E. coli* ανά χώρα. Το παρακάτω διάγραμμα μας δίνει μια πιο ξεκάθαρη οπτική για να επιβεβαιώσουμε τις χώρες που αντιμετωπίζουν μεγαλύτερο πρόβλημα (Σχήμα 8).

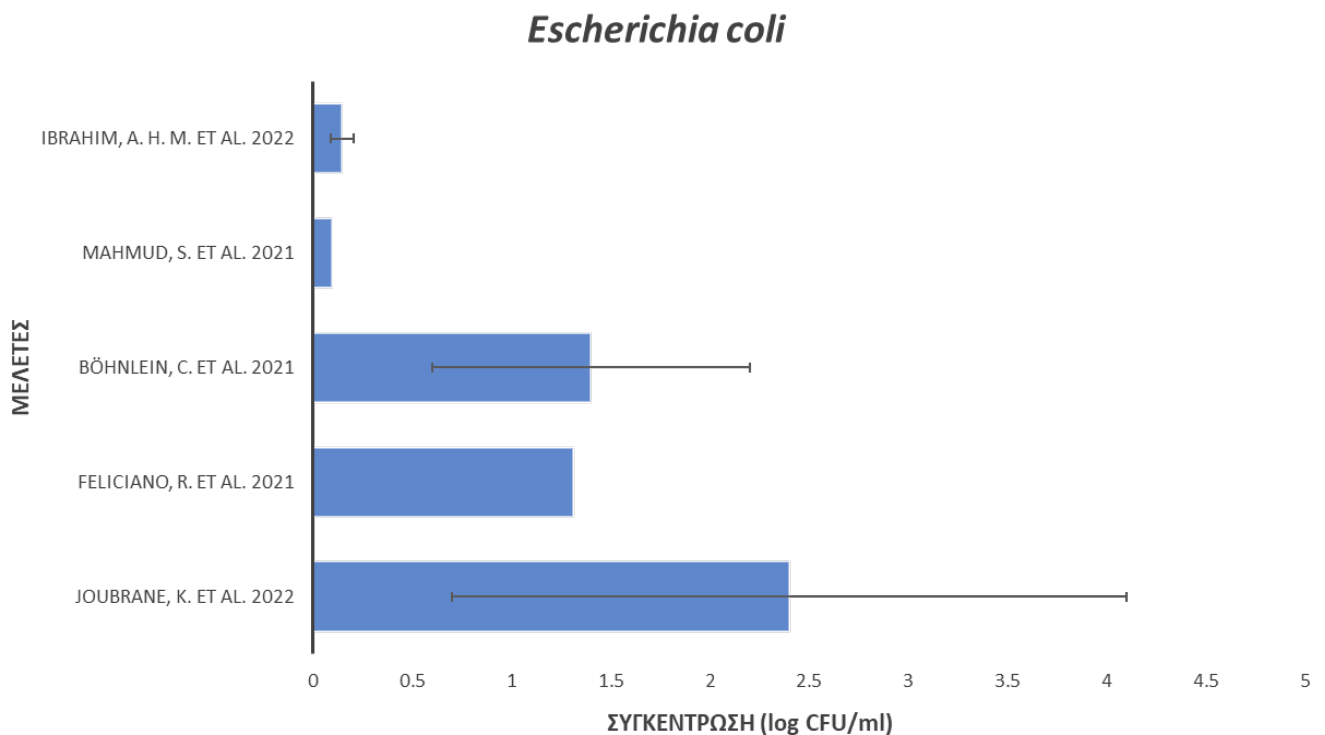


Σχήμα 8: Επιπολασμός της *E. coli* ανά μελέτη και περιοχή.

Σχετικά με τη συγκέντρωση της *E. coli* στα δείγματα αγελαδινού νωπού γάλακτος, μόλις 5 από τις 17 εργασίες την υπολόγισαν. Τα αποτελέσματά τους φαίνονται στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 5) και συνοψίζονται στο αντίστοιχο διάγραμμα (Σχήμα 9).

Πίνακας 5: Συγκέντρωση της *E. coli* ανά μελέτη

A/A	Εργασία	Συγγραφέας/Ετος Δημοσίευσης	Χώρα Μελέτης	Αριθμός Δειγμάτων	Concentration (log cfu/ml)
1	Microbiological contamination, antimicrobial residues, and antimicrobial resistance in raw bovine milk in Lebanon	Joubrane et al. (2022)	Λίβανος	195	$2,4 \pm 1,7 \log \text{ cfu/mL}$
2	Probabilistic modelling of <i>Escherichia coli</i> concentration in raw milk under hot weather conditions	Feliciano et al. (2021)	Σαουδική Αραβία	622	$1,31 \log \text{ cfu/mL}$
4	Microbiological quality and safety of raw milk from direct sale in northern Germany	Böhnlein et al. (2021)	Γερμανία	110	$1.4 \pm 0.8 \log \text{ cfu/ mL}$
5	Prevalence and Molecular Characterization of Microbial Contaminants in Raw Cow Milk of Tangail District in Bangladesh	Mahmud et al. 2021	Μπανγκλαντές	15	$0,09 \log \text{ cfu/mL}$
6	Prevalence and Characterization of <i>Escherichia coli</i> in Raw Milk and Some Dairy Products at Mansoura City	Ibrahim et al. (2022)	Αίγυπτος	25	$0,25 \pm 0,06 \log \text{ cfu/mL}$



Σχήμα 9: Συγκέντρωση της *E. coli* ανά μελέτη

4.5. Επιπολασμός και συγκέντρωση του *Staphylococcus aureus* στο νωπό γάλα

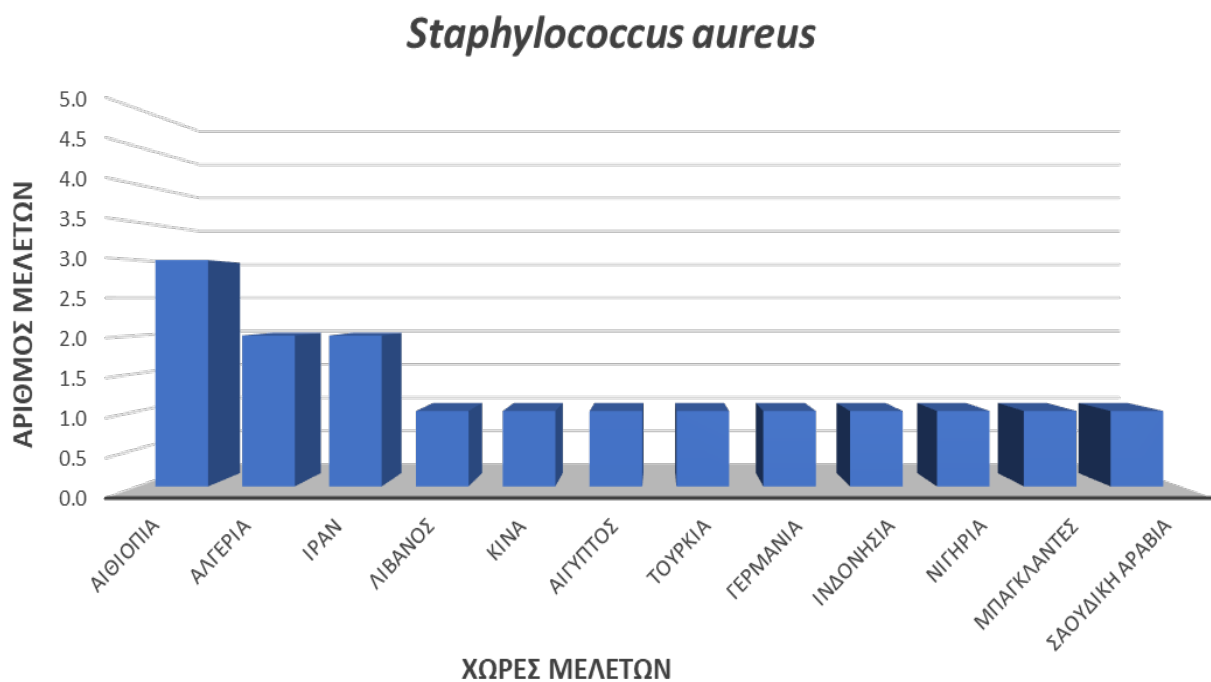
Ο *S. aureus* είναι μη κινητός, σφαιρικός, θετικός κατά Gram κόκκος με διάμετρο 0,5-1,0 μm . Ο *S. aureus* είναι δυνητικά παθογόνος για τον άνθρωπο και τα ζώα και προκαλεί μεγάλη ποικιλία ασθενειών από απλές λοιμώξεις του δέρματος έως σοβαρές παθολογικές καταστάσεις, όπως είναι η σηψαιμία και η πνευμονία (Lowy 1998).

Η τοξίνωση από *S. aureus* είναι ένα από τα πιο συχνά τροφιμογενή νοσήματα (Genigeorgis 1989). Τις τελευταίες μάλιστα δεκαετίες αναφέρεται ως η τρίτη αιτία μεταξύ των ασθενειών τροφιμογενούς αιτιολογίας παγκοσμίως (Boerema et al. 2006).

Ωστόσο, πιστεύεται ότι στην πραγματικότητα η συχνότητα εμφάνισής του είναι

μεγαλύτερη, μιας και πολλά περιστατικά δεν αναζητούν ιατρική βοήθεια και επομένως δεν καταγράφονται (Smyth et al. 2004).

Ο λόγος που η μόλυνση από *S. aureus* είναι τόσο συχνή είναι εξαιτίας του γεγονότος ότι ο συγκεκριμένος μικροοργανισμός είναι πολύ διαδεδομένος στη φύση, καθώς και λόγω της ικανότητας που έχει να παράγει μία ή περισσότερες εντεροτοξίνες. Η αναζήτησή μας στις βάσεις δεδομένων είχε ως αποτέλεσμα την εύρεση πληθώρας επιστημονικών μελετών για τον *S. aureus*. Δεκαέξι από τις μελέτες αυτές κρίθηκαν κατάλληλες για την ένταξή τους στην παρούσα συστηματική ανασκόπηση. Τα ηνία στο πλήθος των μελετών κατέχει η Αιθιοπία και ακολουθούν οι υπόλοιπες χώρες όπως φαίνεται και στο σχετικό διάγραμμα (Σχήμα 10).



Σχήμα 10: Γεωγραφική κατανομή του *S. aureus*.

Ο σκοπός των μελετών αυτών ήταν είτε η αξιολόγηση του νωπού αγελαδινού γάλακτος μιας περιοχής ως προς τη μικροβιολογία του είτε η εκτίμηση της παρουσίας, της

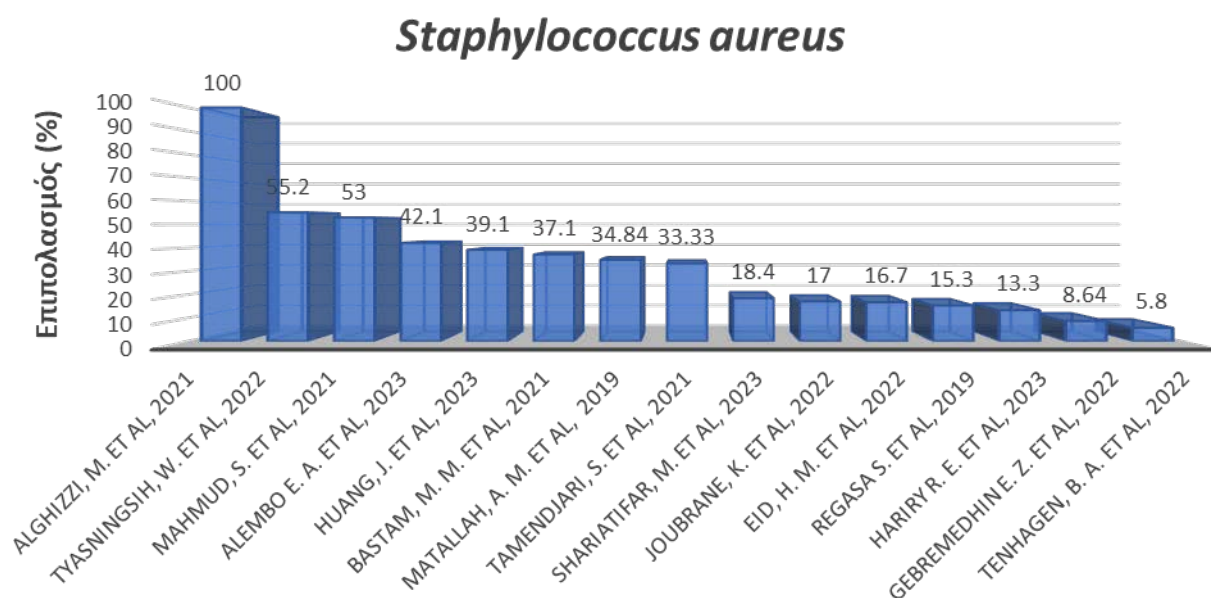
συγκέντρωσης και του επιπολασμού του *S. aureus*. Στις περισσότερες από τις μελέτες αυτές αξιολογήθηκε και η μικροβιακή ανθεκτικότητα του *S. aureus*, για την οποία όμως δεν θα γίνει λόγος στην παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή.

Σχετικά με τα αποτελέσματα των μελετών, στις οποίες καταλήξαμε για την παρούσα εργασία, μπορούμε να πούμε ότι παρουσιάζουν μεγάλη ποικιλομορφία. Οι Alghizzi et al. στη μελέτη τους (2021-Σαουδική Αραβία) με σκοπό τον έλεγχο δειγμάτων νωπού γάλακτος από πολλά είδη ζώων για την παρουσία *S. aureus*, βρήκαν ότι στο αγελαδινό γάλα ο επιπολασμός ήταν 100%. Στο μισό περίπου ποσοστό κυμαίνονται τα αποτελέσματα των Tyasningsih et al. (2022-Ινδονησία) και Mahmud et al. (2021-Μπανγκλαντές), οι οποίοι εντόπισαν τον *S. aureus* σε ποσοστό 55,2% και 53% αντίστοιχα. Αξίζει να αναφερθεί το γεγονός ότι οι Mahmud et al. στην εργασία τους αξιολόγησαν και τον αντίκτυπο που έχει το ποσοστό αυτό στην υγεία των καταναλωτών. Μια άλλη εργασία από τους Alembo & Tonjo Torke (2023-Αιθιοπία) μελέτησε το μικροβιακό φορτίο του νωπού γάλακτος και τους παράγοντες που οδηγούν στη μόλυνση του με παθογόνους μικροοργανισμούς και βρήκε ότι το 42,1% των δειγμάτων ήταν μολυσμένα με *S. aureus*. Στην Κίνα, οι Huang J. et al. το 2023 σε ένα πλήθος 1799 δειγμάτων νωπού αγελαδινού γάλακτος εντόπισαν τον *S. aureus* σε ποσοστό 39,1%, ενώ δύο χρόνια πριν δηλαδή το 2021 στο Ιράν οι Bastam et al. τον βρήκαν στην εργασία τους στο 37,1% των δειγμάτων.

Στη συνέχεια, έχουμε δύο μελέτες με παρόμοια αποτελέσματα και το αξιοσημείωτο είναι ότι και οι δύο αυτές έρευνες πραγματοποιήθηκαν στην ίδια χώρα, την Αλγερία. Επίσης και οι δύο μελέτες έγιναν με σκοπό να εκτιμηθεί ο επιπολασμός του *S. aureus* και η μικροβιακή ανθεκτικότητα. Έτσι, το 2019 οι Matallah et al. βρήκαν τον *S. aureus* σε ποσοστό 34,84% και το 2021 οι Tamendjari et al. σε ποσοστό 33,33%.

Οι επόμενες τρεις εργασίες, των Shariatifar et al. (2023-Ιράν), Joubrane et al. (2022-Λίβανος) και Eid et al. (2022-Αίγυπτος) εντόπισαν τον *S. aureus* με επιπολασμό 18,4%, 17% και 16,7% αντίστοιχα. Λίγο πιο κάτω, με ποσοστά 15,3% και 13,3% αντιστοίχως βρίσκονται οι εργασίες των Regasa et al (2019-Αιθιοπία) και Hariry et al. (2023-Τουρκία). Τέλος, ο επιπολασμός του *S. aureus* άγγιξε το 8,64% στην εργασία των Gebremedhin et al. (2022-Αιθιοπία) και το 5,8% στη μελέτη των Tenhagen et al. (2022-Γερμανία).

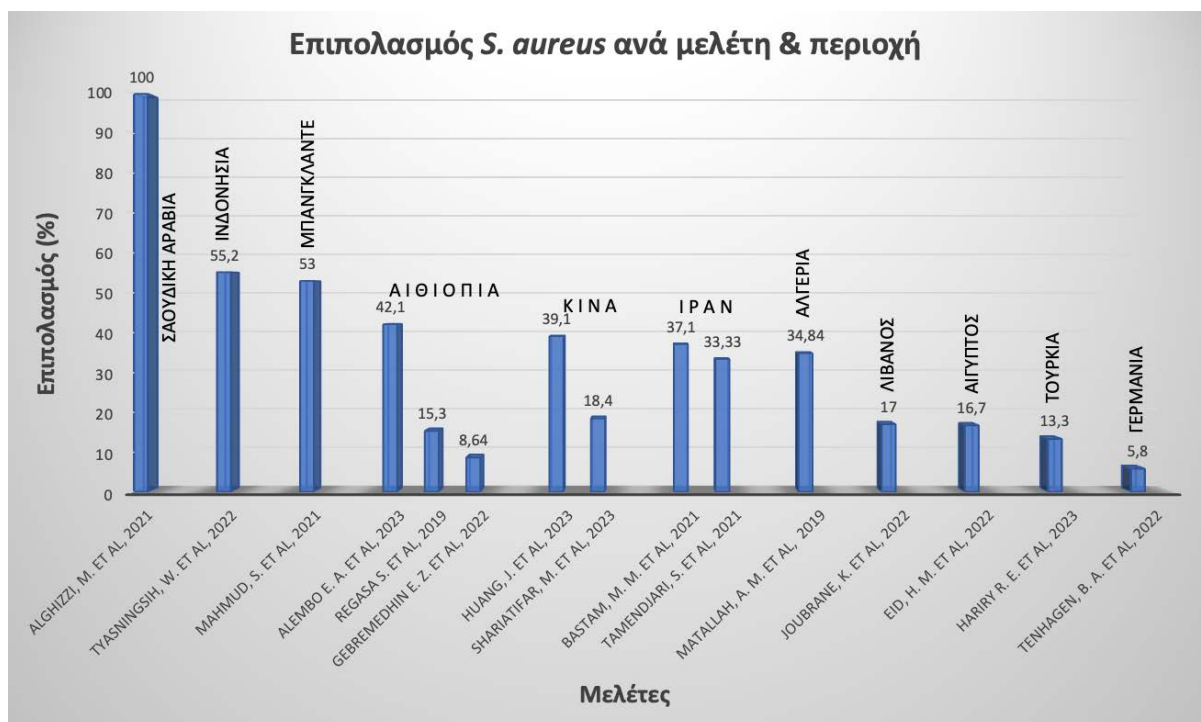
Όλα τα παραπάνω δεδομένα απεικονίζονται στο παρακάτω διάγραμμα (Σχήμα 11).



Μελέτες

Σχήμα 11: Επιπολασμός του *S. aureus* ανά μελέτη

Επιπλέον, απεικονίσαμε γραφικά τον επιπολασμό των μελετών ανά περιοχή, ώστε να έχουμε σαφέστερη εικόνα σχετικά με τα ποσοστά του μικροοργανισμού σε κάθε χώρα (Σχήμα 12).



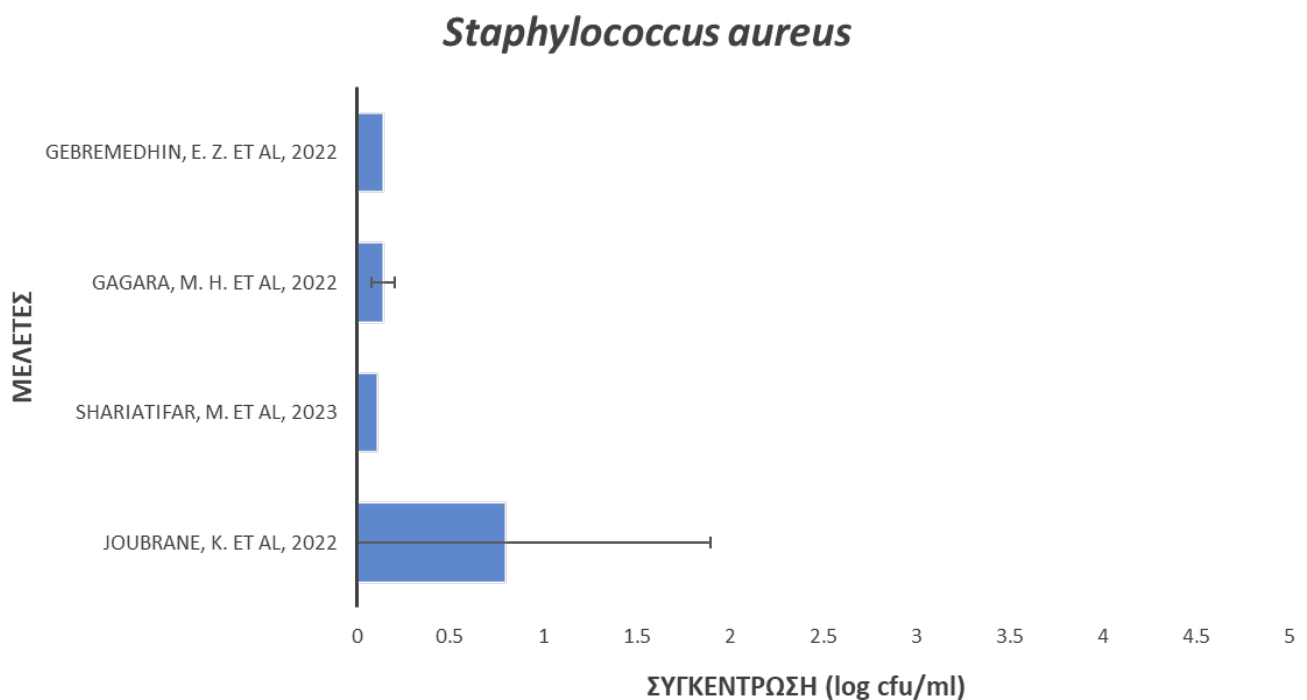
Σχήμα 12: Επιπολασμός του *S. aureus* ανά μελέτη και περιοχή

Όσον αφορά τη συγκέντρωση του μικροοργανισμού, αυτή υπολογίστηκε σε συνολικά τέσσερις εργασίες (Joubrane et al. 2022; Shariatifar et al. 2023; Gagara et al. 2022; Gebremedhin et al. 2022) και τα αποτελέσματά τους αποτυπώνονται στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 6), καθώς και στο Σχήμα 13.

Πίνακας 6: Συγκέντρωση του *S. aureus* ανά μελέτη.

A/A	Εργασία	Συγγραφέας/Ετος Δημοσίευσης	Χώρα Μελέτης	Αριθμός Δειγμάτων	Concentration (log cfu/ml)
1	Microbiological contamination, antimicrobial residues, and antimicrobial resistance in raw bovine milk in Lebanon	Joubrane et al. (2022)	Λίβανος	195	$0,8 \pm 1,1 \log \text{cfu/ml}$

2	Antibiotic resistance and enterotoxin gene profiles of <i>Staphylococcus aureus</i> isolated from raw milk in Iran	Shariatifar et al, (2023)	Ιράν	250	0,11 log cfu/ml
3	Hygienic quality of raw and fermented cow milk in the local milk sector of the Liptako-Gourma area in Niger	Gagara et al. (2022)	Νιγηρία	110	0,14 ± 0,06 log cfu/ml
4	Isolation and Identification of <i>Staphylococcus aureus</i> from Milk and Milk Products, Associated Factors for Contamination, and Their Antibigram in Holeta, Central Ethiopia	Gebremedhin et al. (2022)	Αιθιοπία	383	0,14 log cfu/ml



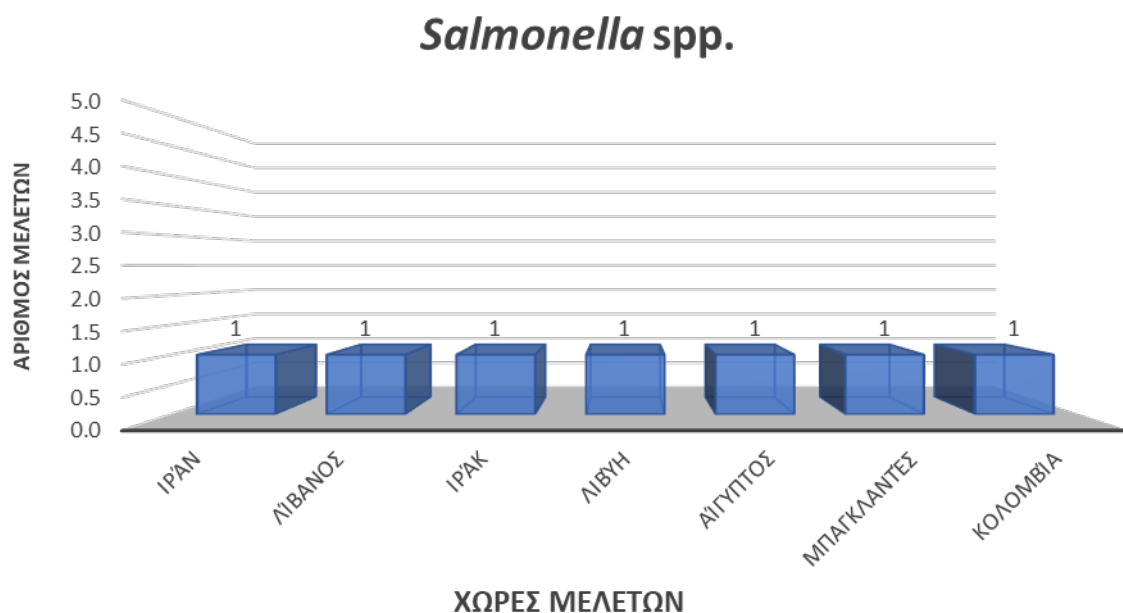
Σχήμα 13: Συγκέντρωση του *S. aureus* ανά μελέτη

4.6. Επιπολασμός και συγκέντρωση των ειδών *Salmonella* spp. στο νωπό γάλα

Η Σαλμονέλωση του ανθρώπου είναι μια από τις πιο συχνές τροφολοιμώξεις σε παγκόσμια κλίμακα και προκαλείται από τη μόλυνση του ξενιστή από διάφορα είδη του γένους *Salmonella*. Σε ευρωπαϊκό επίπεδο αποτελεί το κύριο βακτηριακό αίτιο των επιδημιών τροφιμογενούς αιτιολογίας (Heymann 2015). Αποτελεί συχνή αιτία διαρροϊκού συνδρόμου στα παιδιά και στους ηλικιωμένους, αλλά μπορεί να προσβάλει όλες τις ηλικιακές ομάδες. Σύμφωνα με τα στοιχεία του Εθνικού Οργανισμού Δημόσιας Υγείας οι πέντε συχνότερα αναγνωρισμένοι ορότυποι είναι οι *S. Enteritidis*, *S. Typhimurium*, *monophasic S. Typhimurium*, *S. Bovismorbificans* και *S. Oranienburg* (Τμήμα Τροφιμογενών και Υδατογενών Νοσημάτων 2023).

Στην παρούσα συστηματική ανασκόπηση η αναζήτηση που κάναμε στις βιβλιογραφικές βάσεις δεδομένων, μας οδήγησε σε πολλές μελέτες σχετικές με τη *Salmonella* spp., από

τις οποίες ύστερα από εφαρμογή των απαιτούμενων κριτηρίων καταλήξαμε σε επτά. Από αυτές, μία πραγματοποιήθηκε στο Ιράν (Bastam et al. 2021), μία στο Λίβανο (Joubrane et al. 2022), μία στο Ιράκ (Dawood Saleem et al. 2022), μία στη Λιβύη (Garbaj et al. 2022), μία στην Αίγυπτο (Elafify et al. 2022), μία στο Μπανγκλαντές (Mahmud et al. 2021) και μία στην Κολομβία (Castañeda-Salazar et al. 2021). Οι παραπάνω πληροφορίες φαίνονται στο παρακάτω διάγραμμα (Σχήμα 14).



Σχήμα 14: Γεωγραφική κατανομή της *Salmonella* spp.

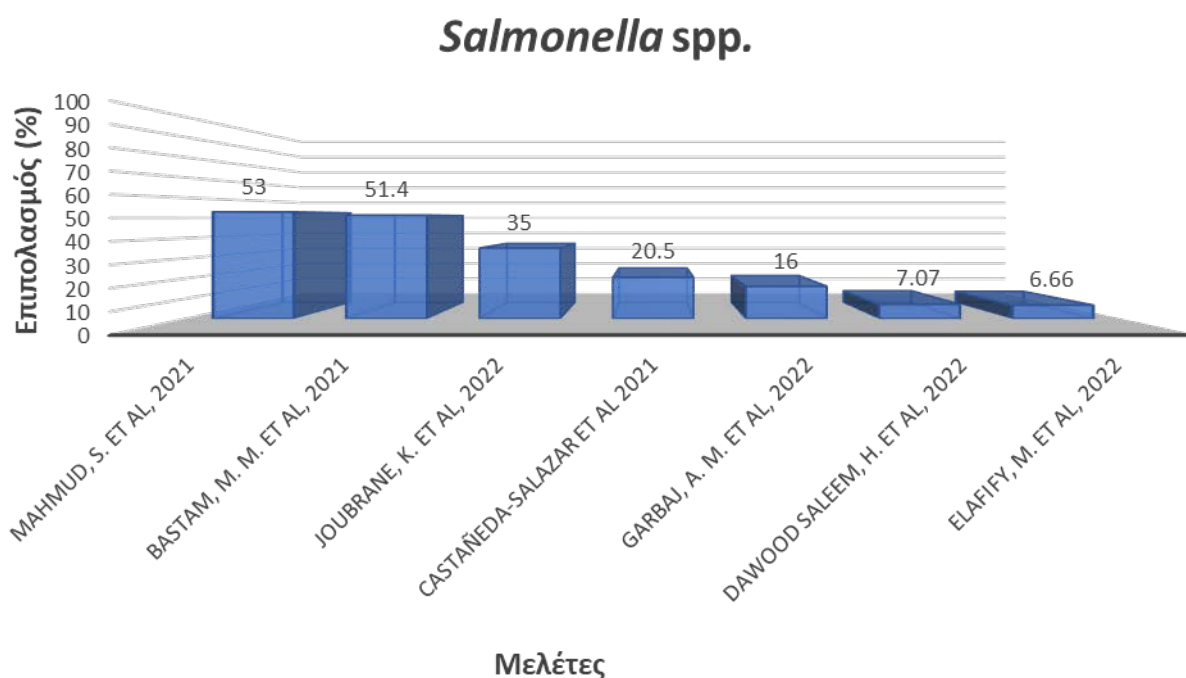
Οι μελέτες που επιλέξαμε είχαν όλες ως κοινό σκοπό της έρευνάς τους την εκτίμηση του μικροβιολογικού επιπέδου του νωπού γάλακτος και τον έλεγχο της παρουσίας της *Salmonella* spp. στα δείγματά τους. Τα αποτελέσματα ποικίλουν και κυμαίνονται από 6,66% έως 53%. Ο υψηλότερος επιπολασμός στο 53% βρέθηκε στο Μπανγκλαντές από τους Mahmud et al. το 2021, σε μια μελέτη που σκοπό είχε την εκτίμηση της μικροβιολογικής ποιότητας του γάλακτος και της επίπτωσης αυτού στην υγεία των καταναλωτών. Αυτή ήταν και η μοναδική μελέτη, στην οποία υπολογίστηκε και η

συγκέντρωση της *Salmonella* spp. στα δείγματα και το αποτέλεσμα ήταν $2,4 \times 10^2$ CFU/ml που ισοδυναμεί με 0,19 log.

Έπειτα, ακολουθεί η εργασία των Bastam et al. (2021-Ιράν), η οποία ωστόσο μελέτησε συγκεκριμένο είδος της *Salmonella* spp., τη *Salmonella* Typhī και τη βρήκε σε ποσοστό 51,4%. Ακολουθούν οι Joubrane et al. (2022-Λίβανος), οι οποίοι σε ένα πλήθος 195 δειγμάτων νοπού αγελαδινού γάλακτος, εντόπισαν τη *Salmonella* spp. σε ποσοστό 35%. Στη συνέχεια, ακολουθούν με ποσοστό 20,5% και 16%, δύο εργασίες, η μία των Castañeda-Salazar et al. (2021-Κολομβία) και η άλλη των Garbaj et al. (2022-Λιβύη). Η δεύτερη των Garbaj et al. εκτίμησε τον επιπολασμό του είδους *Salmonella enterica* και όχι γενικότερα τη *Salmonella* spp.

Τέλος, βρήκαμε δύο μελέτες με σχετικά χαμηλά επίπεδα επιπολασμού. Από τη μία πλευρά, στη μελέτη των Dawood Saleem et al. (2022-Ιράκ) εντοπίστηκε ο μικροοργανισμός σε ποσοστό 7,07% και από την άλλη πλευρά στην εργασία των Elafify et al. (2022-Αίγυπτος) προσδιορίστηκε η *Salmonella* spp. στο 6,66%.

Παρακάτω ακολουθεί διάγραμμα με τον επιπολασμό ανά μελέτη (Σχήμα 15).



Σχήμα 15: Επιπολασμός της *Salmonella* spp. ανά μελέτη.

4.7. Επιπολασμός άλλων ειδών παθογόνων μικροοργανισμών

Το νωπό γάλα, όπως αναφέραμε και στην εισαγωγή του κεφαλαίου, αποτελεί ιδανικό περιβάλλον για την ανάπτυξη των μικροοργανισμών. Όπως διαπιστώσαμε και παραπάνω, το μεγαλύτερο μέρος των μελετών ερευνούν μικροοργανισμούς όπως η *E. coli*, ο *Staphylococcus aureus* και η *Salmonella* spp. Ωστόσο, υπάρχει μεγάλη ποικιλία μικροοργανισμών που δύναται να μολύνει το νωπό γάλα και μέσω αυτού να οδηγήσει σε σοβαρές τροφιμογενείς λοιμώξεις στον άνθρωπο.

Από την αναζήτηση που κάναμε στις βιβλιογραφικές βάσεις δεδομένων, εντοπίσαμε δεκαοκτώ μελέτες, οι οποίες εξετάζουν τον επιπολασμό μιας ποικιλίας παθογόνων μικροοργανισμών. Τέσσερις μελέτες εξετάζουν τον επιπολασμό του *Campylobacter jejuni* (Admasie et al. 2023; Barata et al. 2022; Zeinhom et al. 2021; Jaakkonen et al. 2019). Ο υψηλότερος επιπολασμός (18%) εντοπίστηκε στην Αίγυπτο στην εργασία των

Zeinhom et al. (2021), οι οποίοι μελέτησαν τον επιπολασμό του *Campylobacter jejuni* και αξιολόγησαν τη μικροβιακή του ανθεκτικότητα. Έπειτα, η εργασία των Admasie et al. (2023-Αιθιοπία) εκτίμησε την παρουσία του *Campylobacter jejuni* στο νωπό γάλα αγελάδος στο 16% και προσδιόρισε τους παράγοντες εκείνους που αυξάνουν τον κίνδυνο μόλυνσης του νωπού γάλακτος από το συγκεκριμένο παθογόνο. Τέλος, στην εργασία των Barata et al. (2022-Πορτογαλία), στην οποία μελετήθηκε ο επιπολασμός και η εποχικότητα του *C. jejuni*, ο τελευταίος βρέθηκε σε ποσοστό 4%, ενώ στη μελέτη των Zeinhom et al. (2021-Φινλανδία) δεν βρέθηκε καθόλου το συγκεκριμένο παθογόνο.

Στη συνέχεια, έχουμε τρεις μελέτες, οι οποίες εξετάζουν τον επιπολασμό της *Listeria* spp. και *Listeria monocytogenes* στο νωπό αγελαδινό γάλα (Joubrane et al. 2022; Borena et al. 2022; Bastam et al. 2021). Στη μελέτη που έκαναν οι Borena et al. (2022-Αιθιοπία) εντόπισαν τη *Listeria* spp. σε ποσοστό 7,03% και από αυτά τα θετικά δείγματα, το 1,82% αφορούσε τη *Listeria monocytogenes*. Από την άλλη οι Bastam et al. (2021-Ιράν) στη δική τους εργασία εκτίμησαν τον επιπολασμό της *L. monocytogenes* σε ποσοστό 5,7%. Τέλος, η *L. monocytogenes* δεν ανιχνεύθηκε σε κανένα δείγμα στη μελέτη των Joubrane, K. et al. το 2022 στο Λίβανο.

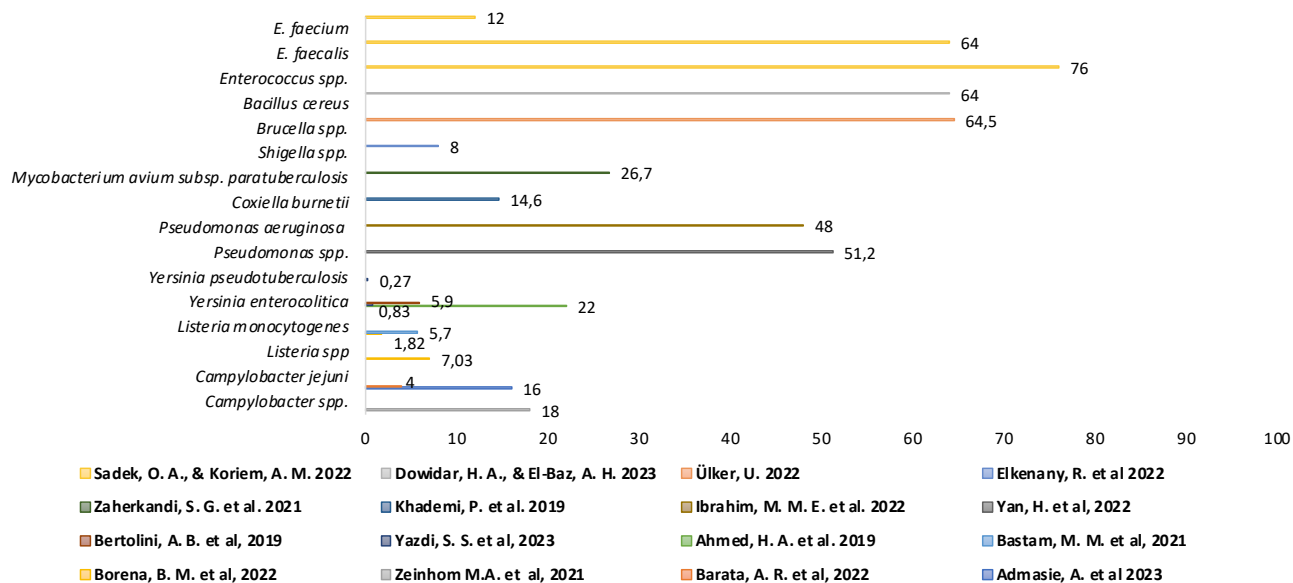
Λόγος σε τρεις ακόμη μελέτες γίνεται για τον παθογόνο μικροοργανισμό *Yersinia enterocolitica*, ενώ σε μία από αυτές περιλαμβάνεται και η *Yersinia Pseudotuberculosis* (Yazdi et al. 2023; Ahmed et al. 2019; Bertolini et al. 2019). Και στις τρεις αυτές μελέτες ο σκοπός ήταν όμοιος και αφορούσε τον προσδιορισμό του επιπολασμού του συγκεκριμένου παθογόνου μικροοργανισμού. Στη μελέτη των Ahmed et al. (2019-Αίγυπτος) η *Yersinia enterocolitica* προσδιορίστηκε στο 22% των δειγμάτων. Στην εργασία των Yazdi et al. το 2023 στο Ιράν μελετήθηκαν ως προς τον επιπολασμό και τα

χαρακτηριστικά τους τόσο η *Yersinia enterocolitica* όσο και η *Yersinia Pseudotuberculosis* και εν τέλει εντοπίστηκαν στο 0,83% και 0,27% αντίστοιχα. Τέλος, οι Bertolini et al. (2019-Βραζιλία) αρχικά χρησιμοποιώντας τη μέθοδο της καλλιέργειας δεν βρήκαν καθόλου *Yersinia enterocolitica*, όμως κατά την εφαρμογή της PCR στη συνέχεια ανίχνευσαν το μικροοργανισμό στο 5,9% των δειγμάτων.

Μία εργασία υπολόγισε τον επιπολασμό της *Pseudomonas* spp. στο 51,2% (Yan et al. 2022), ενώ μία άλλη υπολόγισε τη συγκέντρωση της *Pseudomonas* spp. σε δείγματα νωπού αγελαδινού γάλακτος και βρήκε $3.9 \pm 1.3 \log \text{ cfu/mL}$ (Böhnlein et al. 2021). Επίσης, μία μελέτη ερευνήσε τον επιπολασμό της *Pseudomonas aeruginosa* και το αποτέλεσμα ήταν 48% (Ibrahim et al. 2022).

Σε μία μελέτη στο Ιράν οι ερευνητές εκτίμησαν τον επιπολασμό της *Coxiella burnetii* στο 14,6% (Khademi et al. 2019), ενώ σε μια άλλη έρευνα επίσης στο Ιράν το *Mycobacterium avium* subsp. *Paratuberculosis* βρέθηκε στο 26,7% των δειγμάτων (Zaherkandi et al. 2021). Στην Αίγυπτο, οι Elkenany et al. (2022) διερεύνησαν τον επιπολασμό της *Shigella* spp. (8%). Σε μια παρόμοια έρευνα στην Αίγυπτο οι Dowidar & El-Baz (2023) εντόπισαν στο 64% τον *Bacillus cereus*. Σημαντικά ήταν και τα ευρήματα των Ülker (2022-Τουρκία) για την *Brucella* spp., ο επιπολασμός της οποίας βρέθηκε 64,5%. Τέλος, σε μια εργασία των Sadek & Koriem (2022), μελετήθηκε ο επιπολασμός των *Enterococcus* spp. και των ειδών *Enterococcus faecium* και *Enterococcus faecalis* και βρέθηκαν σε ποσοστό 76%, 12% και 64% αντίστοιχα. Στην ίδια εργασία για τον *Enterococcus* spp. υπολογίστηκε και η συγκέντρωση με μέσο όρο το $6.24 \times 10^3 \text{ CFU/mL}$. Τα παραπάνω αποτελέσματα απεικονίζονται γραφικά στο ακόλουθο διάγραμμα (Σχήμα 16).

Επιπολασμός μικροοργανισμών (%)



Σχήμα 16: Επιπολασμός υπόλοιπων μικροοργανισμών ανά μελέτη.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο: Συζήτηση

Η κατανάλωση νωπού γάλακτος, όντας και σύγχρονη τάση της εποχής, έχει αποτελέσει και εξακολουθεί να αποτελεί πρόκληση για τη δημόσια υγεία, λόγω του υψηλού κινδύνου μετάδοσης παθογόνων μικροοργανισμών και έξαρσης τροφολοιμώξεων (Koski et al. 2022). Η μόλυνση του νωπού γάλακτος, όπως προκύπτει από τις μελέτες που έχουν συμπεριληφθεί στην παρούσα εργασία, είναι πιθανό να συμβεί μέσω των κοπράνων των ζώων, μέσω της μολυσμένης στρωμνής, κατά την άμελξη των ζώων από τα χέρια των αμελκτών ή από ακάθαρτες αμελκτικές μηχανές, καθώς και από άρρωστα ζώα (π.χ. με μαστίτιδα). Γενικότερα, η μη τήρηση των κανόνων υγιεινής και καθαριότητας σε επίπεδο κτηνοτροφικής εκμετάλλευσης, οδηγεί σε επιμόλυνση του γάλακτος και πολλαπλασιασμό ανεπιθύμητων μικροοργανισμών (Vahedi et al. 2013).

Οι εργασίες που συμπεριλήφθηκαν στην παρούσα συστηματική ανασκόπηση εξέτασαν περισσότερα από δέκα γένη και είδη μικροοργανισμών σε δείγματα νωπού αγελαδινού γάλακτος. Οι μικροοργανισμοί, των οποίων ο επιπολασμός και η συγκέντρωση μελετήθηκαν στις εργασίες αυτές, είναι οι εξής: *E. coli*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* spp., *Campylobacter jejuni*, *Listeria* spp., *Listeria monocytogenes*, *Yersinia enterocolitica*, *Yersinia Pseudotuberculosis*, *Pseudomonas* spp., *Pseudomonas aeruginosa*, *Coxiella burnetii*, *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis*, *Shigella* spp., *Brucella* spp., *Bacillus cereus*, *Enterococcus* spp., *Enterococcus faecium* και *Enterococcus faecalis*.

Από τους μικροοργανισμούς αυτούς, διαπιστώσαμε ότι οι περισσότερες μελέτες ερεύνησαν πιο συχνά την *E. coli* (17 μελέτες), το *Staphylococcus aureus* (16 μελέτες) και τη *Salmonella* spp. (7 μελέτες), ενώ ακολουθούν σε σειρά το *Campylobacter jejuni* (4

μελέτες), η *Listeria monocytogenes* (3 μελέτες) και οι λοιποί μικροοργανισμοί. Το γεγονός αυτό μας δείχνει ότι τα συγκεκριμένα παθογόνα βακτήρια προκαλούν πιο συχνά τροφολοιμώξεις. Το παραπάνω επιβεβαιώνουν και οι μελέτες των Kousta et al. (2010); Jakobsen et al. (2011); Yang et al. (2012); Claeys et al. (2013), σύμφωνα με τις οποίες ο *Staphylococcus aureus*, η *Salmonella* spp., η *Listeria monocytogenes*, η *Escherichia coli* O157:H7 και το *Campylobacter* είναι τα πιο διαδεδομένα δυνητικά παθογόνα βακτήρια που σχετίζονται με το γάλα ή τα γαλακτοκομικά προϊόντα και είναι οι βασικοί μικροβιολογικοί κίνδυνοι που συνδέονται με το νωπό γάλα. Ο πιο προφανής λόγος γι' αυτό είναι ότι αφενός η κύρια δεξαμενή της *E. coli* O157:H7, αλλά και άλλων παθογόνων στελεχών της *E. coli* είναι το έντερο των βοοειδών (και άλλων κατοικίδιων θηλαστικών) και αφετέρου ο *S. aureus* αποτελεί φυσικό άποικο του δέρματος και εμπλέκεται πολύ συχνά σε μαστίτιδες στα γαλακτοπαραγωγά ζώα. Επίσης, η δεξαμενή της *Salmonella* spp. είναι ο εντερικός σωλήνας των κατοικίδιων και άγριων ζώων και ως εκ τούτου είναι εύκολη η επιμόλυνση του νωπού γάλακτος.

Επίσης, μια ενδιαφέρουσα παρατήρηση που κάναμε κατά τη διενέργεια της παρούσας συστηματικής ανασκόπησης και αξίζει να σημειωθεί, είναι η γεωγραφική κατανομή των μελετών. Όπως αναφέραμε και στο Κεφάλαιο 4, οι μισές περίπου εργασίες (24 από τις 49) έχουν γίνει στην Αφρική και ακολουθούν σε αριθμό οι μελέτες της Ασίας (19 από τις 49). Επίσης, σύμφωνα με τα Σχήματα 8 και 12, ο υψηλότερος επιπολασμός της *E. coli* και του *S. aureus*, σημειώνονται σε χώρες όπως η Ινδονησία (νοτιοανατολική Ασία), το Μπανγκλαντές (νότια Ασία), η Αίγυπτος (βορειοανατολική Αφρική), ο Λίβανος (δυτική Ασία), η Σαουδική Αραβία (δυτική Ασία) και η Αιθιοπία (ανατολική Αφρική). Αυτά τα συμπεράσματα που εξαγάγαμε έρχεται να επιβεβαιώσει και ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (WHO). Σύμφωνα με την έκθεση του WHO το 2015 στη Γενεύη, η Αφρική

εκτιμάται ως η ήπειρος με το υψηλότερο φορτίο σε τροφιμογενείς λοιμώξεις αναλογικά με τον πληθυσμό της, ενώ ακολουθεί δεύτερη σε σειρά η νοτιοανατολική Ασία. Τέλος, τρίτη στην κατάταξη του WHO είναι το σύνολο των χωρών της Ανατολικής Μεσογείου. Πράγματι, στοιχεία από πολλές μελέτες επιβεβαιώνουν θετική συσχέτιση μεταξύ την κατανάλωσης νωπού γάλακτος και του ρίσκου πρόκλησης ζωοανθρωπονόσων στην Αφρική (Kazoori et al. 2016; Dadar et al. 2019; Nyokabi et al. 2018). Αυτό συνδέεται και με το γεγονός ότι οι περισσότερες χώρες της δυτικής κυρίως Αφρικής καταναλώνουν νωπό απαστερίωτο γάλα ή παραδοσιακά, γαλακτοκομικά προϊόντα, στα οποία έχει γίνει αυθόρμητη ζύμωση, όπως το lait caillé στη Σενεγάλη. Στις περιοχές αυτές, το νωπό γάλα και τα προϊόντα του πωλούνται μέσω μικρών δικτύων πώλησης χωρίς αλυσίδα ψύξης, οπότε οι κίνδυνοι που σχετίζονται με την ασφάλεια των προϊόντων αυτών αυξάνονται σημαντικά (Leone et al. 2022).

5.1. *Escherichia coli*

Σχετικά με την *E. coli*, τα αποτελέσματα στα οποία καταλήξαμε είναι πολύ ξεκάθαρα. Καταρχάς, φαίνεται ότι υπάρχει υψηλή συσχέτιση του επιπολασμού της *E. coli* με το γάλα βόειας προέλευσης (Gugsa et al. 2022). Για το λόγο αυτό ιδιαίτερη σημασία θα πρέπει να δίνεται στην εφαρμογή ορθών πρακτικών για την εξυγίανση του αγελαδινού γάλακτος.

Επίσης, όπως παρατηρούμε στις περισσότερες εργασίες που μελέτησαν την *E. coli*, το αρχικό μικροβιακό φορτίο ήταν αρκετά υψηλό, με τον επιπολασμό να ξεπερνάει το 40%. Αυτό αποτελεί σημαντικό πρόβλημα και δημιουργεί αρκετές προκλήσεις τόσο σε επίπεδο κτηνοτροφικής εκμετάλλευσης όσο και σε επίπεδο γαλακτοβιομηχανίας και τελικού καταναλωτή.

Μιας και η *E. coli* δεν αποτελεί φυσικό άποικο του γάλακτος, η παρουσία του σε αυτό υποδεικνύει κοπρανώδη επιμόλυνση, η οποία συμβαίνει συνήθως κατά τη διάρκεια της άμελξης (Acharya et al. 2017), ως συνέπεια ανεπαρκούς επιπέδου υγιεινής των ζώων, περιβαλλοντικών συνθηκών ή/και βακτηριακής επιμόλυνσης του αμελκτικού εξοπλισμού (Murphy & Boor 2000).

Από τα παραπάνω, καθίσταται προφανής η άμεση ανάγκη βελτίωσης των συνθηκών υγιεινής σε επίπεδο γαλακτοπαραγωγικής μονάδας, ο καθαρισμός τουλάχιστον του μαστού των ζώων πριν την άμελξη, αλλά και η απολύμανση των αμελκτικού συγκροτήματος μετά από κάθε αρμεγή. Αυτά θα έχουν ως άμεσο αντίκτυπο την απομάκρυνση των κοπράνων και των υπολειμμάτων τους κι έτσι την μείωση του πληθυσμού της *E. coli* στο νωπό γάλα.

5.2. *Staphylococcus aureus*

Αναφορικά με την παρουσία του *S. aureus* στο νωπό γάλα και τα συμπεράσματα στα οποία καταλήξαμε μέσω της συστηματικής ανασκόπησης που διεξάγαμε, αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι ο εν λόγω μικροοργανισμός στις μισές εργασίες της παρούσας ανασκόπησης βρέθηκε με επιπολασμό μεγαλύτερο του 33%, ποσοστό αρκετά υψηλό.

Η μόλυνση του νωπού γάλακτος με τον *S. aureus* συμβαίνει εξαιτίας είτε της ύπαρξης κλινικής ή υποκλινικής σταφυλοκοκκικής μαστίτιδας είτε όταν πραγματοποιείται άμελξη με τα χέρια, λόγω της κακής υγιεινής και της μη χρήσης προστατευτικών μέσων από τους αμελκτές (Monistero et al. 2020; Sahebkhitiari et al. 2011). Ιδιαίτερα, στην περίπτωση της υποκλινικής σταφυλοκοκκικής μαστίτιδας, το ρίσκο μόλυνσης είναι μεγαλύτερο δεδομένου ότι αυτή λόγω του ότι δεν συνοδεύεται από εμφανή κλινικά συμπτώματα, δεν

γίνεται αντιληπτή από τον αμελκτή, με αποτέλεσμα το γάλα του προβληματικού ζώου να αναμιγνύεται με το «καθαρό» γάλα των υπόλοιπων ζώων.

Προκειμένου να περιοριστεί η μόλυνση του νωπού γάλακτος με τον *S. aureus*, θα μπορούσαν να υιοθετηθούν κάποιες πρακτικές από τις κτηνοτροφικές εκμεταλλεύσεις. Αρχικά, θα μπορούσε να εφαρμόζεται σε όλα τα ζώα της εκτροφής το California Mastitis Test (CMT) ως μέθοδος ρουτίνας για την ανίχνευση των ζώων που έχουν υποκλινική μαστίτιδα. Επιπρόσθετα, ιδιαίτερα σημαντικό κρίνεται το πλύσιμο των χεριών των αμελκτών πριν και κατά τη διάρκεια της άμελξης, η χρήση προστατευτικών μέσων (π.χ. γάντια) κατά τη διάρκεια του αρμέγματος, καθώς και η χρήση εγκεκριμένων απολυμαντικών για χρήση από τους αμελκτές.

5.3. *Salmonella* spp.

Αρκετά συχνή φαίνεται να είναι και η μόλυνση του γάλακτος με το παθογόνο βακτήριο *Salmonella* spp., δεδομένου του γεγονότος ότι στις 5 από τις 7 εργασίες που την εντόπισαν, βρέθηκε με επιπολασμό μεγαλύτερο του 16%.

Παράγοντες όπως η φυσιολογική κατάσταση, η ηλικία και η φυλή του ζώου παίζουν σημαντικό ρόλο στην παρουσία της *Salmonella* spp. (Abrar, Beyene, & Furgasa 2020). Επιπρόσθετα, σύμφωνα με προηγούμενες μελέτες, υψηλός επιπολασμός της *Salmonella* spp. στο νωπό γάλα αγελάδος μπορεί να αποδοθεί σε μια ποικιλία παραγόντων που περιλαμβάνουν την υγιεινή και την εκπαίδευση του προσωπικού χειρισμού του γάλακτος (Qamar, Ismail, & Akhtar 2020). Επίσης, σύμφωνα με μία ακόμη μελέτη το νωπό γάλα μπορεί να μολυνθεί κατά τη διάρκεια της άμελξης ή δευτερευόντως μέσω του αμελκτικού εξοπλισμού ή της παγολεκάνης, στην οποία θα αποθηκευτεί (Fernandes 2009).

Όλα τα παραπάνω υποδεικνύουν τη σημαντικότητα λήψης μέτρων υγιεινής και καθαριότητας στο χώρο της κτηνοτροφικής εγκατάστασης. Ο σωστός και τακτικός καθαρισμός και η απολύμανση όλων όσων έρχονται σε άμεση επαφή με το νωπό γάλα (αντικείμενα, άνθρωποι) αποτελεί τον ακρογωνιαίο λίθο της παραγωγής ποιοτικού γάλακτος.

5.4. Λοιποί παθογόνοι μικροοργανισμοί

Όπως ήδη αναφέρθηκε, η πλειοψηφία των εργασιών που συγκεντρώσαμε έδωσε βαρύτητα στους παραπάνω τρεις μικροοργανισμούς. Ωστόσο, αρκετές εργασίες ερεύνησαν μια μεγάλη ποικιλία παθογόνων μικροοργανισμών που μέσω του γάλακτος δύνανται να προκαλέσουν τροφοδηλητηριάσεις στον άνθρωπο.

Σχετικά με το *Campylobacter jejuni*, το οποίο έχει συνδεθεί αρκετές φορές στο παρελθόν με την εκδήλωση τροφολοιμώξεων, εντοπίστηκε να βρίσκεται σε ένα ποσοστό γύρω στο 16% στο νωπό γάλα. Στην εργασία των Barata et al. (2022) ως πηγή μόλυνσης του γάλακτος φάνηκε να είναι τα κόπρανα των ζώων, ενώ ενδιαφέρον είναι ότι το παθογόνο βακτήριο εντοπίστηκε μόνο τους καλοκαιρινούς μήνες. Την επίδραση του κλίματος στον επιπολασμό του *Campylobacter* spp. επιβεβαίωσε και μια ακόμη εργασία (Kalupahana et al. 2018). Σχετικά με την αποτροπή μόλυνσης τους νωπού γάλακτος από το *Campylobacter*, προτείνεται το πλύσιμο του μαστού των ζώων με ζεστό νερό και σαπούνι (Tigabu et al. 2015; Admasie et al. 2023).

Αν και η *Listeria* spp. είναι σημαντικό παθογόνο που μπορεί να οδηγήσει σε σοβαρή τροφιογενή νόσο, στις εργασίες που συμπεριλήφθηκαν στην παρούσα συστηματική ανασκόπηση ο επιπολασμός της ήταν μικρός. Στις εργασίες αυτές η πηγή μόλυνσης του γάλακτος ήταν λόγω είτε μολυσμένης τροφής είτε κοπρανώδους επιμόλυνσης. Με τα

κόπρανα ως πηγή μόλυνσης συμφωνεί και η εργασία των A. Bourry et al. του 1995. Επιπρόσθετα, το πρόβλημα της μόλυνσης του νωπού γάλακτος από *Listeria* spp. φαίνεται να είναι μεγαλύτερο όταν εφαρμόζεται εντατικό σύστημα εκτροφής και οι αγελάδες διαβιούν στον ίδιο χώρο απεκκρίνοντας εκεί τα κόπρανά τους (Borena 2022). Σε μια επιδημιολογική μελέτη μάλιστα, για την παρουσία της *L. monocytogenes* στα κόπρανα γαλακτοπαραγωγικών αγελάδων, ο Husu βρήκε ότι ο επιπολασμός των ειδών *Listeria* στο νωπό γάλα είχε άμεση συσχέτιση με τον επιπολασμό του βακτηρίου στα δείγματα κοπράνων (Husu 1990). Γνωρίζοντας ότι βασική πηγή μόλυνσης είναι η κοπρανώδης επιμόλυνση, συστήνεται η εφαρμογή κανόνων υγιεινής.

Αναφορικά με τη *Yersinia* spp., αυτή αναμένεται να μολύνει το γάλα κατά τη διάρκεια του αρμέγματος μέσω κοπρανώδους επιμόλυνσης. Ωστόσο, λόγω του γεγονότος ότι πρόκειται για ψυχρότροφο μικροοργανισμό, οι συνθήκες αποθήκευσης και μεταφοράς του μολυσμένου γάλακτος υπό ψύξη ίσως ευνοήσουν την ανάπτυξή της (Bonardi et al. 2018). Λόγω του παραπάνω κρίνεται αναγκαία τόσο η υγιεινή της κτηνοτροφικής μονάδας όσο και η παστερίωση του γάλακτος σε επίπεδο γαλακτοβιομηχανίας.

Για την *Pseudomonas* spp. ο επιπολασμός των εργασιών κυμάνθηκε περίπου στο 50%. Στην εργασία των Yan et al. (2022), η *Pseudomonas* φάνηκε να είναι το κυρίαρχο γένος τόσο στο νωπό γάλα όσο και στο δέρμα της θηλής του μαστού. Αυτό έρχεται σε συμφωνία με δύο ακόμη μελέτες (Verdiermetz et al. 2012; Oikonomou et al. 2014). Η εμβάπτιση της θηλής με κάποιο ιωδιούχο απολυμαντικό πριν και μετά την αρμεγή είναι βασική πρακτική για τη μείωση του μικροβιακού φορτίου στο δέρμα της θηλής και κατ' επέκταση στο νωπό γάλα. Σύμφωνα, ωστόσο, με την ίδια εργασία των Yan et al. δεν φαίνεται η χρήση του ιωδιούχου σκευάσματος να είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική ως

μέθοδος για την *Pseudomonas* spp. και ένα πιο κατάλληλο απολυμαντικό χρειάζεται να βρεθεί στο μέλλον.

Σχετικά με την *Coxiella burnetii*, στη μία εργασία που διερευνήθηκε η παρουσία της, βρέθηκε σε επιπολασμό 14,6%. Στην εργασία αυτή, βρέθηκε υψηλός συσχετισμός μεταξύ της ηλικίας του ζώου και της απέκκρισης του συγκεκριμένου παθογόνου με την πιθανότητα εμφάνισης θετικού αποτελέσματος να αυξάνεται κατά 1,67 φορές για κάθε χρόνο ζωής (Esmaili et al. 2019). Έτσι, ζώα μεγάλης ηλικίας καλό θα ήταν να εξετάζονται και σε περίπτωση θετικού αποτελέσματος να απομακρύνονται από το κοπάδι.

Το *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* μελετήθηκε από τους ερευνητές μιας εργασίας και βρέθηκε στο 26,7% των δειγμάτων. Σύμφωνα με τη μελέτη αυτή υπάρχουν ισχυρές ενδείξεις πως το συγκεκριμένο παθογόνο πιθανά να σχετίζεται με την νόσο το Chrones του ανθρώπου. Για το λόγο αυτό η αποτροπή μετάδοσης του μέσω του γάλακτος είναι ακόμη πιο σημαντική. Μέσω προγραμμάτων εκπαίδευσης των κτηνοτρόφων από εξειδικευμένους κτηνιάτρους, θα μπορούσαμε να πετύχουμε γρηγορότερη αναγνώριση των κλινικών εκδηλώσεων της νόσου και αυξημένη επαγρύπνηση από τους παραγωγούς.

Αναφορικά με τον επιπολασμό της *Shigella* spp., αυτός υπολογίστηκε στο 8%. Σύμφωνα με τους ερευνητές, αλλά και με δύο ακόμη εργασίες ο επιπολασμός αυτός πιθανά υποδεικνύει φτωχά μέτρα υγιεινής κατά τη διάρκεια της άμελξης, της επεξεργασίας, της προετοιμασίας και του χειρισμού του γάλακτος (Ahmed and Shimamoto 2014; Hale and Keusch 1996). Συγκεκριμένα το νερό και τα κόπρανα είναι οι βασικές πηγές μόλυνσης του γάλακτος από *Shigella* (Litwin et al. 1991). Επομένως, σε επίπεδο κτηνοτροφικής εκμετάλλευσης θα πρέπει να εφαρμόζονται βασικά μέτρα υγιεινής, ώστε να περιορίζεται το ρίσκο μετάδοσης της *Shigella* σε άλλα ζώα και

ανθρώπους. Τέτοια μέτρα είναι ο έλεγχος των ρυπαντών του περιβάλλοντος, η καθαριότητα των αγελάδων, η καλή υγεία των ζώων, ο σωστός καθαρισμός και απολύμανση του αμελκτικού συστήματος, το καθαρό νερό και η τήρηση των κανόνων υγιεινής από το προσωπικό (Te Giffel et al. 2010).

Με αρκετά μεγάλο επιπολασμό ανιχνεύθηκε και ο *Bacillus cereus* (64%) στην εργασία των Dowidar & El-Baz (2023). Το γάλα όταν απεκκρίνεται από το μαστικό αδένά ενός υγιούς ζώου είναι απαλλαγμένο από μικρόβια μέχρι να αρμεχτεί, να ψυχθεί και να αποθηκευτεί. Σύμφωνα με την ίδια εργασία, σε αυτό το σημείο μολύνεται από το *Bacillus cereus*, ο οποίος αναπτύσσεται ταχύτατα ιδιαίτερα σε υψηλές θερμοκρασίες. Για το λόγο αυτό το γάλα που αρμέγεται θα πρέπει να ψύχεται άμεσα, διαφορετικά η διατήρηση του νοπού γάλακτος εκτός ψύξης θα οδηγήσει σε γρήγορο πολλαπλασιασμό του *Bacillus cereus*.

Αναφορικά με τη *Brucella* spp. κι αυτή βρέθηκε με υψηλό επιπολασμό (64,5%). Στην εργασία του Ülker (2022) τα δείγματα νοπού γάλακτος που εξετάστηκαν προέρχονταν από ανεμβολίαστες αγελάδες. Σύμφωνα με την ίδια εργασία, προκειμένου να επιτευχθεί πρόληψη και εξάλειψη της βρουκέλλωσης, τα ζώα θα πρέπει να ελέγχονται τακτικά για τη νόσο και να εμβολιάζονται.

Τέλος, σχετικά με τον *Enterococcus* spp. μελετήθηκε στην εργασία των Sadek & Koriem (2022) και εντοπίστηκε με αρκετά υψηλό επιπολασμό. Οι ερευνητές απέδωσαν τη μόλυνση του νοπού γάλακτος σε κοπρανώδη επιμόλυνση και ανθυγιεινούς χειρισμούς. Για μία ακόμη φορά αναδεικνύεται η ανάγκη υιοθέτησης πρακτικών υγιεινής κατά το χειρισμό του γάλακτος στο πλαίσιο της κτηνοτροφικής μονάδας.

Κεφάλαιο 6ο: Συμπεράσματα

Το νωπό γάλα αγελάδος μπορεί να υποθάλπει μεγάλη ποικιλία παθογόνων μικροοργανισμών και συχνά αποτελεί σημαντική πηγή τροφιμογενών λοιμώξεων. Η παρουσία των τροφιμογενών παθογόνων μικροοργανισμών στο νωπό γάλα μπορεί να οφείλεται είτε σε απευθείας επαφή αυτού με μολυσμένες πηγές του περιβάλλοντος της κτηνοτροφικής μονάδας είτε λόγω της αποβολής αυτών από το μαστό μολυσμένων ζώων.

Συμπερασματικά, η εργασία μας κατέληξε στο γεγονός ότι ιδιαίτερα η *Escherichia coli*, ο *Staphylococcus aureus* και η *Salmonella* spp. γίνονται την τελευταία πενταετία συχνό αντικείμενο μελέτης από τους ερευνητές, οι οποίοι τους ανιχνεύουν σε υψηλά ποσοστά επιπολασμού και συγκέντρωσης. Επίσης, οι χώρες της Αφρικής και ορισμένες χώρες της Ασίας είναι εκείνες που αντιμετωπίζουν μείζων πρόβλημα με τις έξαρση τροφολοιμώξεων μέσω της κατανάλωσης νωπού γάλακτος ή προϊόντων που κατασκευάζονται από αυτό.

Καθίσταται σαφές ότι υπάρχει πολύ μεγάλη ανάγκη για άμεση εφαρμογή πιο αυστηρών προληπτικών μέτρων και μέτρων ελέγχου σε ότι αφορά την παραγωγή και χρήση του νωπού γάλακτος. Ο καθαρισμός και η αποστείρωση των αμελκτικών συστημάτων πριν και μετά από κάθε άμελξη, η προσωπική υγιεινή των αμελκτών, ο καθαρισμός και η απολύμανση του μαστού και των θηλών των γαλακτοπαραγωγών ζώων και ο σωστός χειρισμός των άρρωστων ζώων είναι μερικά από τα μέτρα που μπορούν να λάβουν οι κτηνοτρόφοι σε επίπεδο μονάδας. Από την πλευρά της η βιομηχανία γάλακτος είναι υπεύθυνη για την ορθή χρήση του νωπού γάλακτος, την τήρηση των κανόνων υγιεινής από το προσωπικό της και την ορθή παστερίωση του γάλακτος. Επίσης, η πολιτεία οφείλει να διαπαιδαγωγεί και να ενημερώνει τους πολίτες (μέσω του σχολείου,

διαφημιστικές καμπάνιες) σχετικά με τους κινδύνους που δύναται να εμπεριέχει το νωπό γάλα για τη δημόσια υγεία, με σκοπό το χτίσιμο ορθών σκεπτικών γύρω από αυτό. Τέλος, οι καταναλωτές οφείλουν να μένουν ενήμεροι και σε διαρκή επαγρύπνηση για τους πιθανούς κινδύνους που το νωπό γάλα ελλοχεύει.

Σε μελλοντικές εργασίες θα πρέπει πιθανά να ερευνηθεί η δημιουργία συστημάτων εξυγίανσης του γάλακτος σε επίπεδο κτηνοτροφικής εκμετάλλευσης (πρόσθετα φίλτρα, αυτόματη απολύμανση του μαστού, ρομποτική άμελξη), ενώ οι χώρες της Αφρικής θα πρέπει να επενδύσουν σε προγράμματα εκπαίδευσης των πολιτών γύρω από συνήθειες που αφορούν την κατανάλωση του γάλακτος.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- A. Bourry, B. Poutrel, and J. Rocourt (1995). "Bovine mastitis caused by *Listeria monocytogenes*: characteristics of natural and experimental infections," *Journal of Medical Microbiology*, vol. 43, no. 2, pp. 125–132.
- Abrar, A., Beyene, T., & Furgasa, W. (2020). Isolation, identification and antimicrobial resistance profiles of *Salmonella* from dairy farms in Adama and Modjo towns, Central Ethiopia. *European Journal of Medical and Health Sciences*, 2, 1e11.
- Acharya, S., Bimali, N. K., Shrestha, S., & Lekhak, B. (2017). Bacterial analysis of different types of milk (pasteurized, unpasteurized and raw milk) consumed in Kathmandu Valley. *Tribhuvan University Journal of Microbiology*, 4, 32e38.
- A.J. Jääskeläinen, K.-E. Peiponen, J.A. Rätty (2001). On Reflectometric Measurement of a Refractive Index of Milk, *Journal of Dairy Science*, Volume 84, Issue 1, Pages 38-43, [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(01\)74449-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(01)74449-9).
- Alcântara, L. A. P., da Costa Ilhéu Fontan, R., Bonomo, R. C. F., Evaldo Cardozo de Souza, Jr., Sampaio, V. S., & Pereira, R. G. (2012). Density and Dynamic Viscosity of Bovine Milk Affect by Temperature and Composition. *International Journal of Food Engineering*, 8(1). <https://doi.org/10.1515/1556-3758.1860>
- Alsayeqh, A. F., Mohamed, A. S. M., Mohamed, R. E., Ibrahim, N. A., Hamdy, E., & Alnakip, M. E. (2023). Prevalence of multidrug resistant shiga toxin producing *E. coli* in the milk of cattle, buffaloes and camel. *Slovenian Veterinary Research*, 60(Suppl 25), 291–298. <https://doi.org/10.26873/SVR-1599-2022>
- Admasie, A., Eshetu, A., Tessema, T. S., Vipham, J., Kovac, J., & Zewdu, A. (2023). Prevalence of *Campylobacter* species and associated risk factors for contamination of dairy products collected in a dry season from major milk sheds in Ethiopia. *Food Microbiology*, 109(May 2022), 104145. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2022.104145>
- Ahmed, A. M. and Shimamoto, T. (2014). Isolation and molecular characterization of *Salmonella enterica*, *Escherichia coli* O157:H7 and *Shigella* spp. from meat and dairy products in Egypt. *Int. J. Food Microbiol.* 168–169: 57–62.
- Ahmed, H. A., Tahoun, A. B. M. B., Abou Elez, R. M. M., Abd El-Hamid, M. I., & Abd Ellatif, S. S. (2019). Prevalence of *Yersinia enterocolitica* in milk and dairy products and the effects of storage temperatures on survival and virulence gene expression. *International Dairy Journal*, 94, 16–21. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2019.02.010>
- Alembo, E. A., & Tonjo Torka, T. (2023). Prevalence, Contamination Level, and Associated Factors of Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus* in Raw Cow Milk at Selected Districts of Gamo Zone, Southern Ethiopia. *Veterinary Medicine International*, 2023. <https://doi.org/10.1155/2023/6238754>
- Alghizzi, M., & Shami, A. (2021). The prevalence of *Staphylococcus aureus* and methicillin resistant *Staphylococcus aureus* in milk and dairy products in Riyadh, Saudi Arabia. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 28(12), 7098–7104. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2021.08.004>

BHANDARI V., SINGH H. (2003): Physical Methods. In: ROGINSKI H. (ed.): Encyclopedia of Dairy Sciences. Vol. I. Academic Press, London: 93–101.

Barata, A. R., Nunes, B., Oliveira, R., Guedes, H., Almeida, C., Saavedra, M. J., da Silva, G. J., & Almeida, G. (2022). Occurrence and seasonality of *Campylobacter* spp. in Portuguese dairy farms. *International Journal of Food Microbiology*, 383(October). <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2022.109961>

Bastam, M. M., Jalili, M., Pakzad, I., Maleki, A., & Ghafourian, S. (2021). Pathogenic bacteria in cheese, raw and pasteurized milk. *Veterinary Medicine and Science*, 7(6), 2445–2449. <https://doi.org/10.1002/vms3.604>

Bertolini, A. B., Dutra, M. A. O., Guiraldi, L. M., Dos Santos, W. J., De Medeiros, M. I. M., & Lucheis, S. B. (2019). Isolation and identification of *Yersinia enterocolitica* in bovine milk samples of bulk tanks from dairy farms in São Paulo, Brazil. *Semina: Ciencias Agrarias*, 40(2), 723–730. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2019v40n2p723>

Böhnlein, C., Fiedler, G., Loop, J., Franz, C. M. A. P., & Kabisch, J. (2021). Microbiological quality and safety of raw milk from direct sale in northern Germany. *International Dairy Journal*, 114. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2020.104944>

Borena, B. M., Dilgasa, L., Gebremedhin, E. Z., Sarba, E. J., Marami, L. M., Kelbesa, K. A., & Tadese, N. D. (2022). *Listeria* species occurrence and associated risk factors and antibiogram of *Listeria monocytogenes* in milk and milk products in Ambo, Holeta, and Bako Towns, Oromia Regional State, Ethiopia. *Veterinary Medicine International*, 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/5643478>

Cashman, K.D. (2011). Milk salts. Trace elements, nutritional significance. In: In: Fuquay, J.W., Fox, P.F., and McSweeney, P.L.H. (eds), *Encyclopedia of Dairy Sciences*, Vol. 3, 2nd Ed. Elsevier, London. pp. 933-940.

Castañeda-Salazar, R., Pulido-Villamarín, A., Ángel-Rodríguez, G. L., Zafra-Alba, C. A., & Oliver-Espinosa, O. (2021). Isolation and identification of *Salmonella* spp. in raw milk from dairy herds in Colombia. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, 58. <https://doi.org/10.11606/issn.1678-4456.bjvras.2021.172805>

Claeys, W.L., S. Cardoen, G. Daube, J. De Block, K. Dewettinck and K. Dierick (2013). Raw or heated cow milk consumption: Review of risks and benefits. *Food Control* 31: 251-262.

Constantin A. Genigeorgis (1989). Present state of knowledge on staphylococcal intoxication. *International Journal of Food Microbiology*, Volume 9, Issue 4, Pages 327-360, [https://doi.org/10.1016/0168-1605\(89\)90100-1](https://doi.org/10.1016/0168-1605(89)90100-1).

Dadar M, Shahali Y, Whatmore AM. (2019). Human brucellosis caused by raw dairy products: a review on the occurrence, major risk factors and prevention. *Int J Food Microbiol.* 292:39–47.

da Silva, E.P., and de Martinis, E.C.P. (2013). Current knowledge and perspectives on biofilm formation: the case of *Listeria monocytogenes*. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 97:957-968

Dawood Saleem, H., Fawwaz Alfarras, A., Hameed, N. M., Hasan Al-Zubaidi, S., Shnain Ali, M., Hamood, S. A., Hameed, S., Hamad, D. A., Ali Hussein, H., & Mohsin

Al-Dhalemi, D. (2022). Detection of *Salmonella* spp. By Traditional and PCR Assays in Raw Milk, Maysan, Iraq. Archives of Razi Institute, 77(4), 1461–1465. <https://doi.org/10.22092/ARI.2022.359086.2369>

Davies, G., Casey, A. (1973). The survival of *Brucella abortus* in milk and milk products. British Vet. J. 129:345-353.

Dowidar, H. A., & El-Baz, A. H. (2023). Virulence Genes and Antibiotic Resistance Patterns of *Bacillus cereus* Isolated from Egyptian Milk, Milk Powder, and Ice Cream. Journal of Advanced Veterinary Research, 13(4), 621-626.

Dowidar , H. A., & Khalifa, M. I. (2023). Molecular Isolation and Identification of Multidrug-resistant *Escherichia coli* from Milk, Meat, and Product Samples. Journal of Advanced Veterinary Research, 13(4), 643-646.

Eid, H. M., El-Mahallawy, H. S., Roshdi, S. M., Mohammed, N. E. Y., & Eidaroos, N. H. (2022). Multidrug-resistant and enterotoxigenic methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* isolated from raw milk of cows at small-scale production units. Journal of Advanced Veterinary and Animal Research, 9(1), 113–121. <https://doi.org/10.5455/javar.2022.i575>

Elafify, M., Darwish, W. S., El-Toukhy, M., Badawy, B. M., Mohamed, R. E., & Shata, R. R. (2022). Prevalence of multidrug resistant *Salmonella* spp. in dairy products with the evaluation of the inhibitory effects of ascorbic acid, pomegranate peel extract, and D-tryptophan against *Salmonella* growth in cheese. International Journal of Food Microbiology, 364(January), 109534. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2022.109534>

Elkenany, R., Eltaysh, R., Elsayed, M., Abdel-Daim, M., & Shata, R. (2022). Characterization of multi-resistant *Shigella* species isolated from raw cow milk and milk products. Journal of Veterinary Medical Science, 84(7), 890–897. <https://doi.org/10.1292/jvms.22-0018>

Esmaeili S, Mohabati Mobarez A, Khalili M, Mostafavi E, Moradnejad P. Genetic evidence of *Coxiella burnetii* infection in acute febrile illnesses in Iran. PLoS Negl Trop Dis. 2019 Feb 11;13(2):e0007181. doi: 10.1371/journal.pntd.0007181. PMID: 30742631; PMCID: PMC6386404.

European Food Safety Authority & European Centre for Disease Prevention and Control (2022). The European Union One Health 2021 Zoonoses Report. EFSA Journal, 20(12), e07666. <https://doi.org/https://doi.org/10.2903/j.efsa.2022.7666>

FAO/WHO (2011). Codex General Standard for the Use of Dairy Terms. Codex STAN 206-1999. In: FAO/WHO Codex Alimentarius, Milk and Milk Products, 2nd Ed. Rome. pp.176-179.

Feliciano, R., Boué, G., Mohssin, F., Hussaini, M. M., & Membré, J. M. (2021). Probabilistic modelling of *Escherichia coli* concentration in raw milk under hot weather conditions. Food Research International, 149. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110679>

Fernandes, R. (2009) Microbiology Handbook: Dairy Products. 3rd ed. Royal Society of Chemistry, London, United Kingdom.

F. J. Doan, (1923). The color of cow's milk and its value.

Fox, P.F. (2011). Milk Introduction. In: Fuquay, J.W., Fox, P.F., and McSweeney, P.L.H. (eds), Encyclopedia of Dairy Sciences, Vol. 3, 2nd Ed. Elsevier, London. Pp. 458-466.

Fox, P.F., and McSweeney, P.L.H. (1998). Dairy Chemistry and Biochemistry. Blackie Academic & Professional, London.

Frank JF (1997) Milk and dairy products. Food Microbiology – Fundamental and Frontiers (Doyle P Beuchat R & Montville J, eds), pp. 169–186. ASM Press, Washington, DC.

Gagara, M. H., Sessou, P., Dossa, F. S. P., Azokpota, P., Youssao, I. A. K., Gouro, S. A., & Farougou, S. (2022). Hygienic quality of raw and fermented cow milk in the local milk sector of the Liptako-Gourma area in Niger. Veterinary World, 15(6), 1541–1549. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2022.1541-1549>

Garbaj, A. M., Ben Gawella, T. B., Sherif, J. A., Naas, H. T., Eshamah, H. L., Azwai, S. M., Gammoudi, F. T., Abolghait, S. K., Moawad, A. A., Barbieri, I., & Eldaghayes, I. M. (2022). Occurrence and antibiogram of multidrug-resistant *Salmonella enterica* isolated from dairy products in Libya. Veterinary World, 15(5), 1185–1190. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2022.1185-1190>

Gebremedhin, E. Z., Ararso, A. B., Borana, B. M., Kelbesa, K. A., Tadese, N. D., Marami, L. M., & Sarba, E. J. (2022). Isolation and Identification of *Staphylococcus aureus* from milk and milk products, associated factors for contamination, and their antibiogram in Holeta, Central Ethiopia. Veterinary Medicine International. <https://doi.org/10.1155/2022/6544705>

Ghali-Mohammed, I., Odetokun, I. A., Raufu, I. A., Alhaji, N. B., & Adetunji, V. O. (2023). Prevalence of *Escherichia coli* O157 isolated from marketed raw cow milk in Kwara State, Nigeria. Scientific African, 19, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2022.e01469>

Ginger D. Fenton (2022). Using Our Senses to Troubleshoot Milk Quality Issues. <https://extension.psu.edu/using-our-senses-to-troubleshoot-milk-quality-issues>

Górska-Warsewicz, H., Rejman, K., Laskowski, W., & Czeczotko, M. (2019). Milk and dairy products and their nutritional contribution to the average polish diet. Nutrients, 11(8). <https://doi.org/10.3390/nu11081771>

Gugsa, G., Weldeselassie, M., & Tsegaye, Y. (2022). Isolation, characterization, and antimicrobial susceptibility pattern of *Escherichia coli* O157:H7 from foods of bovine origin in Mekelle, Tigray, Ethiopia. Front. Vet. Sci., 9, 1–9.

Hale, T. L. and Keusch, G. T. (1996). *Shigella*, Chapter 22. In: Medical Microbiology, 4th ed. (Baron, S., ed.), University of Texas Medical Branch, Galveston. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK8038/> [accessed on May 1, 2021]

Hariry, R. E., Akca, G., & Filazi, A. (2023). Occurrence of *Staphylococcus aureus* in milk and antibacterial properties of some herbal extracts on milk and hospital-acquired strains. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences, 47(1), 69–79. <https://doi.org/10.55730/1300-0128.4270>

H. Asperger and P. Zangerl, (2003). “*Staphylococcus aureus*,” In: H. Roginski, J. W. Fuquay and P. F. Fox, Eds., Encyclopedia of Dairy Sciences, Vol. 4, Academic Press and Elsevier Science, Amsterdam, pp. 2563-2569.

Heymann D, MD (2015). Control of Communicable Diseases Manual. 20th Edition, American Public Health Association.

Hourigan, J.A., Lifran, E.V., Vu, L.T.T., Listiohadi, Y., and Sleight, R.W. (2013). Lactose: Chemistry, processing and utilization. In: Smithers, G.W. and Augustin M.A. (eds), Advances in Dairy Ingredients. John Wiley & Sons, Inc. and IFT press, Ames, Iowa. Pp. 31-70.

Huang, J., Zhang, W., Sun, B., Jiang, Q., Cao, Y., Shang, J., Zhang, Y., Gu, X., Lv, C., Guo, C., Li, M., Li, H., Guo, X., Zhu, Y., Huang, S., & Li, Q. (2023). Genetic diversity, antibiotic resistance, and virulence characteristics of *Staphylococcus aureus* from raw milk over 10 years in Shanghai. In International Journal of Food Microbiology (Vol. 401). <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2023.110273>

Huang, S., Tian, P., Kou, X., An, N., Wu, Y., Dong, J., Cai, H., Li, B., Xue, Y., Liu, Y., & Ji, H. (2022). The prevalence and characteristics of extended-spectrum β -lactamase *Escherichia coli* in raw milk and dairy farms in Northern Xinjiang, China. In International Journal of Food Microbiology (Vol. 381). <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2022.109908>

Huppertz, T., Kelly, A.L., and Fox, P.F. (2009). Milk lipids – composition, origin and properties. In: Tamime, A.Y. (ed), Dairy Fats and Related Products. John Wiley & Sons, Inc., New York. Pp. 1-27.

Ibrahim, A. H. M., Ali, M. E. E., Ahmed, M. F. E., & Abdelkhalek, A. (2022). Prevalence and Characterization of *Escherichia coli* in Raw Milk and Some Dairy Products at Mansoura City. Journal of Advanced Veterinary Research, 12(4), 363–370.

Jaakkonen A, Castro H, Hallanvuori S, Ranta J, Rossi M, Isidro J, Lindström M, Hakkinen M. (2019). Longitudinal Study of Shiga Toxin-Producing *Escherichia coli* and *Campylobacter jejuni* on Finnish Dairy Farms and in Raw Milk. Appl Environ Microbiol. 85(7):e02910-18. doi: 10.1128/AEM.02910-18. PMID: 30709824; PMCID: PMC6585499.

J.A. Boerema, R. Clemens, G. Brightwell (2006). Evaluation of molecular methods to determine enterotoxigenic status and molecular genotype of bovine, ovine, human and food isolates of *Staphylococcus aureus*. International Journal of Food Microbiology, Volume 107, Issue 2, Pages 192-201, <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2005.07.008>.

Jakobsen, R.A., R. Heggebø, E.B. Sunde and M. Skjervheim (2011). *Staphylococcus aureus* and *Listeria monocytogenes* in Norwegian raw milk cheese production. Food Microbiology. 28:492-496.

Joubrane, K., Jammoul, A., Daher, R., Ayoub, S., El Jed, M., Hneino, M., El Hawari, K., Al Iskandarani, M., & Daher, Z. (2022). Microbiological contamination, antimicrobial residues, and antimicrobial resistance in raw bovine milk in Lebanon. International Dairy Journal, 134, 105455. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2022.105455>

- J. R. Husu (1990). "Epidemiological studies on the occurrence of *Listeria monocytogenes* in the feces of dairy cattle" Zentralblatt für Veterinärmedizin. Reihe B. Journal of veterinary medicine. Series B, vol. 37, no. 4, pp. 276–282.
- J.-Y. D'AOUST, C. E, PARK, R. A. SZABO, and E.C.D. TODD (1988). Thermal Inactivation of *Campylobacter* species, *Yersinia enterocolitica*, and hemorrhagic *Escherichia coli* 0157:H7 in Fluid Milk. Journal of Dairy Science Vol. 71, No. 12
- Kadariya, J., Smith, T. C., and Thapaliya, D. (2014). *Staphylococcus aureus* and staphylococcal food-borne disease: an ongoing challenge in public health. BioMed. Res. Int. 2014:9. doi: 10.1155/2014/827965.
- Kalupahana, R.S., Mughini-Gras, L., Kottawatta, S., Somarathne, S., Gamage, C., Wagenaar, J. (2018). Weather correlates of *Campylobacter* prevalence in broilers at slaughter under tropical conditions in Sri Lanka. Epidemiol. Infect. 146 (8), 972–979.
- Kazoora HB, Majaliya S, Kiwanuka N, Kaneene JB (2016). Knowledge, Attitudes and Practices Regarding Risk to Human Infection due to *Mycobacterium bovis* among Cattle Farming Communities in Western Uganda. Zoonoses Public Health. 63(8):616-623. doi: 10.1111/zph.12273. Epub 2016 May 13. PMID: 27178229.
- Khademi, P., Ownagh, A., Mardani, K., & Khalili, M. (2019). Prevalence of *Coxiella burnetii* in milk collected from buffalo (water buffalo) and cattle dairy farms in Northwest of Iran. Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases, 67(September), 17–21. <https://doi.org/10.1016/j.cimid.2019.101368>
- Koski L, Kisselburgh H, Landsman L, Hulkower R, Howard-Williams M, Salah Z, Kim S, Bruce BB, Bazaco MC, Batz MB, Parker CC, Leonard CL, Datta AR, Williams EN, Stapleton GS, Penn M, Whitham HK, Nichols M. (2022). Foodborne illness outbreaks linked to unpasteurized milk and relationship to changes in state laws - United States, 1998-2018. Epidemiol Infect. 150:e183. doi: 10.1017/S0950268822001649.
- Kousta, M., M. Mataragas, P. Skandamis and H. Drosinos (2010). Prevalence and sources of cheese contamination with pathogens at farm and processing levels. Food Control. 21:805–815.
- Leone C, Thippareddi H, Ndiaye C, Niang I, Diallo Y, Singh M. (2022). Safety and Quality of Milk and Milk Products in Senegal-A Review. Foods. Nov 2;11(21):3479. doi: 10.3390/foods11213479. PMID: 36360092; PMCID: PMC9656659.
- Lira W.M., Macedo C. & Marin J.M. (2004). The incidence of Shiga toxin-producing *Escherichia coli* in cattle with mastitis in Brazil. J. Appl. Microbiol. 97:861-866.
- Litwin, C. M., Storm, A. L., Chipowsky, S. and Ryan, K. J. (1991). Molecular epidemiology of *Shigella* infections: plasmid profiles, serotype correlation, and restriction endonuclease analysis. J. Clin. Microbiol. 29: 104–108.
- Lowy FD (1998). *Staphylococcus aureus* infections. N Engl J Med. 339(8):520-32. doi: 10.1056/NEJM199808203390806. PMID: 9709046.
- Luana M. Perin, Juliano G. Pereira, Luciano S. Bersot, Luís A. Nero (2019). The Microbiology of Raw Milk. In: Luís Augusto Nero, Antonio Fernandes De Carvalho RAW MILK Balance Between Hazards and Benefits. Academic Press, p. 45-64

- Mackey B.M. and Bratchell N. (1989). The heat resistance of *Listeria monocytogenes*. Lett. Appl. Microbiol. 9:89-94.
- Mahmud, S., Ali, M. F., Faruque, M. O., Wasim, M., Evamoni, F. Z., Chowdhury, K., Napis, S., & Mohiuddin, A. K. M. (2021). Prevalence and Molecular Characterization of Microbial Contaminants in Raw Cow Milk of Tangail District in Bangladesh. Current Nutrition & Food Science, 18(2), 220–230. <https://doi.org/10.2174/1573401317666210830114109>
- Matallah, A. M., Bouayad, L., Boudjellaba, S., Mebkhou, F., Hamdi, T. M., & Ramdani-Bougues, N. (2019). *Staphylococcus aureus* isolated from selected dairies of Algeria: Prevalence and susceptibility to antibiotics. Veterinary World, 12(2), 205–210. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2019.205-210>
- M. E. Ibrahim, M. ., I. Elsaied, E., F. A. Abd El Aal, S. ., & A. Bayoumi, M. . (2022). Prevalence of *Pseudomonas aeruginosa* in Milk and Some Dairy Products with Reduction Trials by Some Natural Preservatives. Journal of Advanced Veterinary Research, 12(4), 434-438.
- Mengstu, B., Tola, A., Nahusenay, H., Sisay, T., Kovac, J., Vipham, J., & Zewdu, A. (2023). Evaluation of microbial hygiene indicators in raw milk, pasteurized milk and cottage cheese collected across the dairy value chain in Ethiopia. International Dairy Journal, 136, 105487. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2022.105487>
- Mesele, F., Leta, S., Amenu, K., & Abunna, F. (2023). Occurrence of *Escherichia Coli* O157:H7 in lactating cows and dairy farm environment and the antimicrobial susceptibility pattern at Adami Tulu Jido Kombolcha District, Ethiopia. BMC Veterinary Research, 19(1), 1–10. <https://doi.org/10.1186/s12917-023-03565-9>
- Murphy, S. C., & Boor, K. J. (2000). Trouble-shooting sources and causes of high bacteria counts in raw milk. Dairy, Food, and Environmental Sanitation, 20, 606e611.
- Nahar, A., Islam, A. K. M. A., Islam, M. N., Khan, M. K., Khan, M. S., Rahman, A. K. M. A., & Alam, M. M. (2023). Molecular characterization and antibiotic resistance profile of ESBL-producing *Escherichia coli* isolated from healthy cow raw milk in smallholder dairy farms in Bangladesh. Veterinary World, 16, 1333–1339. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2023.1333-1339>
- Nyokabi S, Birner R, Bett B et al. (2018). Informal value chain actors' knowledge and perceptions about zoonotic diseases and biosecurity in Kenya and the importance for food safety and public health. Trop Anim Health Prod. 50:509–18.
- Obaid, N. F., Al-Dabbagh, K. A., Karim, S. Y., Mahdi, A. O., Rheima, M. A., Alkadir, O. K. A., Hamad, D. A., Shihab, M. E., Alwan, H. N., & Alwaily, E. R. (2022). Presence of *Escherichia coli* O157:H7 in Dairy Farms located in Najaf, Baghdad, Kirkuk, and Erbil, Iraq. Archives of Razi Institute, 77(3), 1261–1265. <https://doi.org/10.22092/ARI.2022.358832.2317>
- Oikonomou, G.; Bicalho, M.L.S.; Meira, E.B.S.; Rossi, R.; Foditsch, C.; Machado, V.S.; Teixeira, A.G.V.; Santisteban, C.; Schukken, Y.H.; Bicalho, R.C. (2014). Microbiota of Cow's Milk; Distinguishing Healthy, Sub-Clinically and Clinically Diseased Quarters. PLoS ONE 2014, 9, e85904.

O.J. McCarthy and H. Singh (2009). Physico-chemical Properties of Milk. In: P. L. H. McSweeney and P. F. Fox ADVANCED DAIRY CHEMISTRY VOLUME 3. Springer, p. 691-748.

Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>

Park, Y.W. (2009). Overview of bioactive components in milk and dairy products. In: *Bioactive Components in Milk and Dairy Products*. Y.W. Park, Ed. Wiley- Blackwell Publishers, Ames, Iowa and Oxford, England. pp. 3-14.

Poppe, C. (2011) *Salmonella* spp. In: Fuquay, J.W., Fox, P.F., and McSweeney, P.L.H. (eds), *Encyclopedia of Dairy Sciences*, 2nd edition. Academic Press, New York. 4:93-98.

Regasa, S., Mengistu, S., & Abraha, A. (2019). Milk Safety Assessment, Isolation, and Antimicrobial Susceptibility Profile of *Staphylococcus aureus* in Selected Dairy Farms of Mukaturi and Sululta Town, Oromia Region, Ethiopia. In *Veterinary Medicine International* (Vol. 2019). <https://doi.org/10.1155/2019/3063185>

Qamar, A., Ismail, T., & Akhtar, S. (2020). Prevalence and antibiotic resistance of *Salmonella* spp. In *South Punjab-Pakistan*. *PLoS One*, 15, 232382.

Quigley, L., O'Sullivan, O., Stanton, C., Beresford, T. P., Ross, R. P., Fitzgerald, G. F., & Cotter, P. D. (2013) The complex microbiota of raw milk. *FEMS Microbiology Reviews*, 37(5), 664–698. <https://doi.org/10.1111/1574-6976.12030>

Sadek, O. A., & Koriem, A. M. (2022). Multidrug Resistance and Virulence Factors of *Enterococci* Isolated from Milk and Some Dairy Desserts. *Journal of Food Quality and Hazards Control*, 9(4), 215–225. <https://doi.org/10.18502/jfqhc.9.4.11376>

Sahebkhietari, N., Nochi, Z., Eslampour, M., Dabiri, H., Bolfion, M., Khoramian, B., Zali, M., & Emaneini, M (2011) Characterization of *Staphylococcus aureus* strains isolated from raw milk of bovine sub- clinical mastitis in Tehran and Mashhad. *Acta Microbiol Immunol Hung* 58: 113-121.

S. Bonardi, A.S. Le Guern, C. Savin, G. Pupillo, L. Bolzoni, M. Cavalca, S. Pongolini (2018). Detection, virulence and antimicrobial resistance of *Yersinia enterocolitica* in bulk tank milk in Italy, *International Dairy Journal*, Volume 84, Pages 46-53, <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2018.04.003>.

S. Esmaili, A. Mohabati Mobarez, M. Khalili, E. Mostafavi (2019). High prevalence and risk factors of *Coxiella burnetii* in milk of dairy animals with a history of abortion in Iran, *Comp. Immunol. Microbiol. Infect. Dis.* 63 127–130, <https://doi.org/10.1016/j.cimid.2019.01.015>.

Scallan, E., Hoekstra, R. M., Angulo, F. J., Robert, V. T., Marc-Alain, W., Sharon, L. R., et al. (2011). Foodborne illness acquired in the United States—major pathogens. *Emerg. Infect. Dis.* 17, 7–15. doi: 10.3201/eid1701.P11101

Shariatifar, M., Salavatihamedani, M., Rezaeian-Doloei, R., Rezaeigolestani, M., & Mohsenzadeh, M. (2023). Antibiotic resistance and enterotoxin gene profiles of

Staphylococcus aureus isolated from raw milk in Iran. Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society, 74(1), 5433–5440. <https://doi.org/10.12681/jhvms.29671>

Sharma, R., Joshi, R., Singh, A. P., Sharma, A., Kumar, D., Sain, M., & Jawa, C. (2022). Isolation, Identification and Molecular Characterization of *Escherichia Coli* from Raw Milk Sold in Bikaner. Veterinary Practitioner, 23(1), 114–115.

S. P. Oliver, B. M. Jayarao and R. A. Almeida (2005) “Foodborne Pathogens, Mastitis, Milk Quality, and Dairy Food Safety,” 43rd National Mastitis Council—Annual Meeting Proceedings, Orlando, pp. 3-27.

Smyth, D. S., Hartigan, P.J., Meaney, W.J., Fitzgerald, J.R., Deobald C.F., Bohach, G.A. & Smyth, C.J. (2004). Superantigen genes encoded by the egc cluster and SaPIbov are predominant among *Staphylococcus aureus* isolates from cows, goats, sheep, rabbits and poultry, in press.

Tamendjari, S., Bouzebda, F. A., Chaib, L., Aggad, H., Ramdani, M. M., & Bouzebda, Z. (2021). Antibiotic resistance of *Staphylococcus aureus* isolated from raw cow and goat milk produced in the Tiaret and Souk Ahras areas of Algeria. Veterinary World, 14(7), 1929–1934. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2021.1929-1934>

Tamime AY (2009). Milk Processing and Quality Management. Society of Dairy Technology, United Kingdom.

Tenhagen, B. A., Alt, K., Grobbel, M., & Maurischat, S. (2022). MRSA in bulk tank milk of dairy herds in Germany - Changes over time. Tierärztliche Praxis Ausgabe G: Grosstiere - Nutztiere, 51(2), 63–69. <https://doi.org/10.1055/a-2004-1474>

Te Giffel, M. C. and Wells-Bennik, M. H. J. (2010). Good hygienic practice in milk production and processing. pp. 179–193. In: Improving the Safety and Quality of Milk, Woodhead Publishing, Amsterdam.

Thoen C, Lobue P, de Kantor I. (2006) The importance of *Mycobacterium bovis* as a zoonosis. Vet Microbiol. 112(2-4):339-45. doi: 10.1016/j.vetmic.2005.11.047. Epub 2006 Jan 18. PMID: 16387455.

Tigabu, E., Asrat, D., Kassa, T., Sinmegn, T., Molla, B., Gebreyes, W. (2015). Assessment of risk factors in milk contamination with *Staphylococcus aureus* in urban and peri- urban small-holder dairy farming in central Ethiopia. Zoonoses and Public Health 62 (8), 637–643.

Tyasningsih, W., Ramandinianto, S. C., Ansharieta, R., Witaningrum, A. M., Permatasari, D. A., Wardhana, D. K., Effendi, M. H., & Ugbo, E. N. (2022). Prevalence and antibiotic resistance of *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* isolated from raw milk in East Java, Indonesia. Veterinary World, 15(8), 2021–2028. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2022.2021-2028>

Ülker, U. (2022). Investigation of the Prevalence of *Brucella* Diagnosis in Serum and Milk in Cattle. Indian Journal of Animal Research, 56(9), 1154–1157. <https://doi.org/10.18805/IJAR.B-1404>

U.S. Food and Drug Administration: Approximate pH of Foods and Food Products. (2007). <https://www.healthycanning.com/wp-content/uploads/pHFDAapproximatepHoffoodslacp-phs.pdf>

Vahedi M, Nasrolahei M, Sharif M, Mirabi AM. (2013). Bacteriological study of raw and unexpired pasteurized cow's milk collected at the dairy farms and super markets in Sari city in 2011. J Prev Med Hyg. 54(2):120-3. PMID: 24396994; PMCID: PMC4718392.

Verdiermetz, I.; Gagne, G.; Bornes, S.; Monsallier, F.; Veisseire, P.; Delbès-paus, C.; Montel, M.C. (2012). Cow teat skin, a potential source of diverse microbial populations for cheese production. Appl. Environ. Microbiol. 78, 326.

V. Monistero, A. Barberio, F. Biscarini, P. Cremonesi, B. Castiglioni, H.U. Graber, E. Bottini, A. Ceballos-Marquez, V. Kroemker, I.M. Petzer, C. Pollera, C. Santisteban, M. Veiga Dos Santos, V. Bronzo, R. Piccinini, G. Re, M. Cocchi, P. Moroni (2020). Different distribution of antimicrobial resistance genes and virulence profiles of *Staphylococcus aureus* strains isolated from clinical mastitis in six countries, Journal of Dairy Science, Volume 103, Issue 4, Pages 3431-3446, <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17141>.

Walstra, P., Wouters, J.T.M., and Geurts, T.J. (2006). Dairy Science and Technology, 2nd Ed. CRC Press, Taylor & Francis, Boca Raton, USA.

WHO (2015). WHO's first ever global estimates of foodborne diseases find children under 5 account for almost one third of deaths. Geneva. <https://www.who.int/news/item/03-12-2015-who-s-first-ever-global-estimates-of-foodborne-diseases-find-children-under-5-account-for-almost-one-third-of-deaths>

Yan, H., Du, W., Ji, S., Guo, C., Zhang, Y., Wang, Y., Cao, Z., & Li, S. (2022). Bacterial Composition and Interactions in Raw Milk and Teat Skin of Dairy Cows. Fermentation, 8(5). <https://doi.org/10.3390/fermentation8050235>

Yang, B., Y. Shi, X. Xia, M. Xi, X. Wang, B. Ji and J. Meng (2012). Inactivation of foodborne pathogens in raw milk using high hydrostatic pressure. Food Control. 28:273–278.

Yazdi, S. S., Mobasser, B., Bonab, P. T., Yazdi, S. S., Mirbagheri, Z., & Dallal, M. M. S. (2023). Prevalence and Characteristics of *Yersinia enterocolitica* and *Yersinia pseudotuberculosis* from Raw Milk Supplied in Tehran. Journal of Nutrition and Food Security, 8(1), 114–121. <https://doi.org/10.18502/jnfs.v8i1.11776>

Zaherkandi, S. G., Javadi, A., Ahmadnejad, M., Vazifedust, S., & Kaboudari, A. (2021). Frequency of *Mycobacterium avium subsp. Paratuberculosis* in milk, meat, ileum, and feces of cattle in Tabriz, Iran. Journal of Zoonotic Diseases, 5(4), 31–41. <https://doi.org/10.22034/jzd.2021.14037>

Zeinhom MMA, Abdel-Latef GK, Corke H. (2021). Prevalence, Characterization, and Control of *Campylobacter jejuni* Isolated from Raw Milk, Cheese, and Human Stool Samples in Beni-Suef Governorate, Egypt. Foodborne Pathog Dis. 18(5):322-330. doi: 10.1089/fpd.2020.2895. Epub 2021 Mar 3. PMID: 33656913.

Ανυφαντάκης Ε. (2004): Τυροκομία (Εκδόσεις Σταμούλης).

ΚΤΠ (2014). Κώδικας Τροφίμων Ποτών και Αντικειμένων Κοινής Χρήσης. Μέρος Α', Τρόφιμα και Ποτά. Άρθρο 80. Είδη Γάλακτος. Εθνικό Τυπογραφείο. Αθήνα.

Λεμονιάτη Κ. (2014) Μικροβιολογικά Κριτήρια Νωπού Γάλακτος και Γαλακτοκομικών Προϊόντων. <https://www.moa.gov.cy/moa/vs/vs.nsf/All/78565186BC534BCDC2257E11>

00313787/\$file/ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΚΑ%20ΚΡΙΤΗΡΙΑ%20ΝΩΠΟΥ%20ΓΑΛΑΚΤΟΣ%20ΚΑΙ%20ΓΑΛΑΚΤΟΚΟΜΙΚΩΝ%20ΠΡΟΙΟΝΤΩΝ.pdf?OpenElement

Μάντης, Α. (2000). Υγιεινή και τεχνολογία του γάλακτος και των προϊόντων του. Εκδόσεις Αφοί Κυριακίδη.

Τμήμα Τροφιμογενών και Υδατογενών Νοσημάτων (2023). ΕΠΙΔΗΜΙΟΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΤΗΣ ΛΟΙΜΩΞΗΣ ΑΠΟ ΕΝΤΕΡΟΑΙΜΟΡΡΑΓΙΚΟ ΚΟΛΟΒΑΚΤΗΡΙΔΙΟ (EHEC) ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ. https://eody.gov.gr/wp-content/uploads/2023/06/epidimiologika-dedomena-ehec-ellada_2004-2022.pdf

Τμήμα Τροφιμογενών και Υδατογενών Νοσημάτων (2023). ΕΠΙΔΗΜΙΟΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΓΙΑ ΤΗ ΣΑΛΜΟΝΕΛΛΩΣΗ (ΜΗ ΤΥΦΟ-ΠΑΡΑΤΥΦΙΚΗ) ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ 2004-2022. https://eody.gov.gr/wp-content/uploads/2023/06/epidimiologika-dedomena_salmonellosi-ellada-2004-2022.pdf

ABSTRACT

Raw milk can contain a multitude of microorganisms and its consumption without the use of heat treatment at least equivalent to pasteurization poses risks to the health of consumers. The purpose of this master's thesis was to systematically investigate the prevalence and concentration of pathogenic microorganisms in raw cow's milk. To achieve this goal, the method of systematic review was used (Prisma, 2020) and based on this, three databases (Scopus, PubMed, Google Scholar) were searched for the relevant literature. Using the inclusion and exclusion criteria we defined, we ended up with 49 articles, which we included in our study. From the data we interpreted from these studies, we reached conclusions regarding the pathogenic microorganisms that are found most often and with a greater concentration and prevalence in raw milk, but also the regions around the planet that face a more serious problem with foodborne infections. The present systematic investigation highlighted *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* and *Salmonella* spp. as the microorganisms that are most frequently involved in the occurrence of foodborne infections. Also, from a geographical point of view, the countries of Africa and some countries of Asia seems to face a major problem with the occurrence of food poisoning due to the consumption of raw cow's milk. Finally, some suggestions are made for future research based on the conclusions of this systematic investigation.

Key words: Systematic investigation; Pathogens; Raw milk; Prevalence; Concentration; Foodborne diseases