

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΩΝ ΩΦΕΛΕΙΩΝ ΤΟΥ ΠΡΩΤΟΓΑΛΑΚΤΟΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

της

ΚΑΚΑΡΙΜΠΑ ΕΛΕΝΗΣ

Τμήμα Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων

Σχολή Περιβάλλοντος

ΙΟΝΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ



Αργοστόλι Κεφαλληνίας, 2024

Οκτώβριος 2024

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΩΝ ΩΦΕΛΕΙΩΝ ΤΟΥ ΠΡΩΤΟΓΑΛΑΤΟΣ



Η πτυχιακή εργασία εγκρίθηκε από:

ΔΗΜΗΤΡΕΛΛΟΥ ΔΗΜΗΤΡΑ

Το όνομα του επιβλέποντος εδώ

ΣΑΚΑΝΤΑΝΗ ΕΛΕΝΗ

Το όνομα του μέλους της επιτροπής εδώ

ΣΑΜΑΡΑΣ ΙΩΑΝΝΗΣ

Το όνομα του μέλους της επιτροπής εδώ

«Δηλώνω υπεύθυνα ότι η διπλωματική εργασία είναι εξ' ολοκλήρου δικό μου έργο και κανένα μέρος της δεν είναι αντιγραμμένο από έντυπες ή ηλεκτρονικές πηγές, μετάφραση από ξενόγλωσσες πηγές και αναπαραγωγή από εργασίες άλλων ερευνητών ή φοιτητών. Όπου έχω βασιστεί σε ιδέες ή κείμενα άλλων, έχω προσπαθήσει με όλες μου τις δυνάμεις να τα προσδιορίσω σαφώς μέσα από την καλή χρήση αναφορών ακολουθώντας την ακαδημαϊκή δεοντολογία και την αποφυγή λογοκλοπής».

Περίληψη

Στην εργασία αυτή, παρουσιάζεται το πρωτόγαλα το οποίο είναι το πρώτο γάλα που παράγεται από τους μαστικούς αδένες των θηλαστικών αμέσως μετά τον τοκετό και είναι πλούσιο σε πρωτεΐνες, βιταμίνες, ανόργανα συστατικά και ανοσολογικά στοιχεία. Η ιστορική και σύγχρονη χρήση του αποδεικνύει την υψηλή θρεπτική και θεραπευτική του αξία, ειδικά στην ενίσχυση του ανοσοποιητικού και γαστρεντερικού συστήματος. Για την ανάλυση των ιδιοτήτων και των εφαρμογών του πρωτογάλατος, πραγματοποιείται βιβλιογραφική ανασκόπηση που περιλαμβάνει αναφορές από την αρχαιότητα έως τις σύγχρονες επιστημονικές έρευνες. Τα δεδομένα συγκεντρώθηκαν από επιστημονικά άρθρα, ιστορικά κείμενα και σύγχρονα ερευνητικά αποτελέσματα, καλύπτοντας θέματα όπως η θρεπτική σύσταση, οι βιοενεργές ουσίες, οι εφαρμογές στην υγεία και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του πρωτογάλατος. Η ανασκόπηση δείχνει ότι το πρωτόγαλα περιέχει σημαντικά βιοενεργά συστατικά, όπως ανοσοσφαιρίνες και αυξητικούς παράγοντες, που ενισχύουν την ανοσολογική απόκριση και προάγουν την ανάπτυξη των ιστών. Η χρήση του ως συμπλήρωμα διατροφής έχει αποδειχθεί ιδιαίτερα επωφελής για αθλητές και ασθενείς με ανοσολογικές και γαστρεντερικές διαταραχές. Επιπλέον, αναλύονται οι παράγοντες που επηρεάζουν την ποιότητά του, όπως γενετικοί, περιβαλλοντικοί και διατροφικοί. Ο σκοπός της πτυχιακής εργασίας είναι να εξετάσει τη σύνθεση, τα οφέλη και τις εφαρμογές του πρωτογάλατος, καθώς και να αναδείξει τις μεθόδους διατήρησης της ποιότητάς του. Μέσα από αυτήν την ανασκόπηση, στόχος είναι η παροχή μιας ολοκληρωμένης εικόνας της αξίας του πρωτογάλατος στη σύγχρονη διατροφή και υγεία.

Abstract

This paper presents colostrum, the first milk produced by the mammary glands of mammals immediately after birth, which is rich in proteins, vitamins, minerals, and immunological components. Its historical and contemporary use demonstrates its high nutritional and therapeutic value, particularly in enhancing the immune and gastrointestinal systems. To analyze the properties and applications of colostrum, a literature review was conducted, encompassing reports from antiquity to modern scientific research. Data were gathered from scientific articles, historical texts, and current research findings, covering topics such as nutritional composition, bioactive substances, health applications, and colostrum quality. The review revealed that colostrum contains significant bioactive components, such as immunoglobulins and growth factors, which boost immune responses and promote tissue growth. Its use as a dietary supplement has proven particularly beneficial for athletes and individuals with immunological and gastrointestinal disorders. Furthermore, factors affecting its quality, such as genetic, environmental, and dietary factors, were analyzed. The purpose of this study was to examine the composition, benefits, and applications of colostrum, as well as to highlight the methods for preserving its quality. Through this review, the aim is to provide a comprehensive overview of the value of colostrum in modern nutrition and health.

Πίνακας περιεχομένων

Περίληψη	4
Abstract	5
Εισαγωγή	8
Κεφάλαιο 1 ^ο Ιστορική Αναδρομή του Πρωτογάλατος	10
1.1 Αρχαίοι πολιτισμοί και η χρήση του πρωτογάλατος	10
1.2 Μεσαίωνας και ιατρική χρήση	11
1.3 Νεότερη εποχή και επιστημονικές ανακαλύψεις	12
1.4 Σύγχρονη χρήση στη διατροφή και την ιατρική	14
1.5 Η χρήση του πρωτογάλατος κατά τη διάρκεια της πανδημίας Covid-19	15
Κεφάλαιο 2 ^ο Σύσταση του Πρωτογάλατος	19
2.1 Διατροφική ανάλυση	19
2.2 Σύγκριση ανθρώπινου και βόειου πρωτογάλατος	20
2.3 Βιταμίνες και μεταλλικά στοιχεία	23
2.4 Ανοσολογικά συστατικά και ο ρόλος τους	25
2.5 Αυξητικοί παράγοντες και οι λειτουργίες τους	26
Κεφάλαιο 3 ^ο Ωφέλειες του Πρωτογάλατος	29
3.1 Ενίσχυση του ανοσοποιητικού συστήματος	29
3.2 Υποστήριξη του γαστρεντερικού συστήματος	31
3.3 Πρόληψη και θεραπεία παθολογικών καταστάσεων (π.χ., νευρολογικές διαταραχές, λοιμώξεις)	33
3.4 Άλλες εφαρμογές στην υγεία και την ευεξία	34
Κεφάλαιο 4 ^ο Χρήσεις του Πρωτογάλατος	36
4.1 Χρήση ως τρόφιμο	36
4.2 Χρήση ως συμπλήρωμα διατροφής για αθλητές	38
Κεφάλαιο 5 ^ο Αξιολόγηση της Ποιότητας του Πρωτογάλατος	40
5.1 Μέθοδοι οπτικής αξιολόγησης	40
5.2 Χρήση κολοστρομέτρου και διαθλασίμετρου	41
5.3 Εργαστηριακές μέθοδοι	43
Κεφάλαιο 6 ^ο Παράγοντες που Επηρεάζουν την Ποιότητα του Πρωτογάλατος	46
6.1 Γενετικοί παράγοντες	46
6.2 Περιβαλλοντικοί και διατροφικοί παράγοντες	47
6.3 Διαδικασία άλμεξης	48

Κεφάλαιο 7 ^ο Επεξεργασία και Διατήρηση του Πρωτογάλακτος.....	50
7.1 Διαδικασίες συλλογής και φιλτραρίσματος.....	50
7.2 Μέθοδοι ψύξης και παστερίωσης	51
7.3 Ξήρανση και αποθήκευση	53
Συμπεράσματα	55
Βιβλιογραφία.....	57

Εισαγωγή

Το πρωτόγαλα είναι ένα από τα πιο θρεπτικά και βιοενεργά υγρά που παράγεται από τους μαστικούς αδένες των θηλαστικών αμέσως μετά τον τοκετό. Χαρακτηρίζεται από την υψηλή περιεκτικότητά του σε πρωτεΐνες, βιταμίνες, ανόργανα συστατικά και ανοσολογικά στοιχεία, καθιστώντας το ουσιαστικό για την άμεση θρέψη και προστασία των νεογνών. Η ιστορική του χρήση, που ανατρέχει σε αρχαίους πολιτισμούς, καταδεικνύει την αναγνώριση των θρεπτικών και θεραπευτικών του ιδιοτήτων.

Στη σύγχρονη εποχή, η επιστημονική έρευνα έχει ενισχύσει την κατανόηση των βιολογικών λειτουργιών και των ωφελειών του πρωτογάλατος. Η πλούσια σύνθεσή του σε ανοσοσφαιρίνες, αυξητικούς παράγοντες και άλλα βιοενεργά συστατικά προσφέρει πολυάριθμα οφέλη για την υγεία, όπως η ενίσχυση του ανοσοποιητικού συστήματος, η υποστήριξη του γαστρεντερικού συστήματος και η πρόληψη και θεραπεία διαφόρων παθολογικών καταστάσεων. Επιπλέον, η χρήση του ως συμπλήρωμα διατροφής έχει αποκτήσει ιδιαίτερη σημασία, ειδικά μεταξύ των αθλητών, λόγω της δυνατότητάς του να βελτιώνει την αθλητική απόδοση και να επιταχύνει την ανάρρωση μετά από έντονη άσκηση.

Στην εργασία αυτή, το πρώτο κεφάλαιο εξετάζει την ιστορική αναδρομή του πρωτογάλατος, αναλύοντας τη χρήση του από αρχαίους πολιτισμούς μέχρι τη σύγχρονη εποχή. Το δεύτερο κεφάλαιο επικεντρώνεται στη σύσταση του πρωτογάλατος, συμπεριλαμβάνοντας διατροφική ανάλυση, σύγκριση ανθρώπινου και βόειου πρωτογάλατος, καθώς και ανάλυση των βιταμινών και μεταλλικών στοιχείων. Το τρίτο κεφάλαιο διερευνά τις ωφέλειες του πρωτογάλατος, περιλαμβάνοντας την ενίσχυση του ανοσοποιητικού και του γαστρεντερικού συστήματος, καθώς και την πρόληψη και θεραπεία παθολογικών καταστάσεων. Ενώ αναφέρει και άλλες εφαρμογές στην υγεία και ευεξία. Στο τέταρτο κεφάλαιο αναλύονται οι χρήσεις του πρωτογάλατος ως τρόφιμο και ως συμπλήρωμα διατροφής στους αθλητές. Το πέμπτο κεφάλαιο ασχολείται με την αξιολόγηση της ποιότητας του πρωτογάλατος, περιγράφοντας διάφορες μεθόδους αξιολόγησης, ενώ το έκτο κεφάλαιο αναλύει τους γενετικούς, περιβαλλοντικούς και διατροφικούς παράγοντες που επηρεάζουν την ποιότητά του. Τέλος, το τελευταίο

κεφάλαιο εξετάζει την επεξεργασία και διατήρηση του πρωτογάλατος, περιλαμβάνοντας τις διαδικασίες συλλογής, ψύξης, παστερίωσης, ξήρανσης και αποθήκευσης.

Ουσιαστικά, λοιπόν η παρούσα μελέτη εξετάζει τις ιδιότητες και τις εφαρμογές του πρωτογάλατος, βασισμένη σε ιστορικά δεδομένα και σύγχρονες επιστημονικές έρευνες. Στόχος είναι να αναδειχθεί η πολύπλευρη αξία του πρωτογάλατος τόσο στη διατροφή όσο και στην ιατρική, καθώς και να παρουσιαστούν οι παράγοντες που επηρεάζουν την ποιότητά του και οι μέθοδοι επεξεργασίας και αποθήκευσης που διασφαλίζουν τη διατήρηση των ωφέλιμων ιδιοτήτων του.

Κεφάλαιο 1^ο Ιστορική Αναδρομή του Πρωτογάλατος

1.1 Αρχαίοι πολιτισμοί και η χρήση του πρωτογάλατος

Το πρωτόγαλα, η πρώτη μορφή γάλακτος που παράγεται από τους μαστικούς αδένες των θηλαστικών, έχει αναγνωριστεί για τις θεραπευτικές και θρεπτικές του ιδιότητες από αρχαίους πολιτισμούς. Οι αρχαίοι Έλληνες και Ρωμαίοι ήταν από τους πρώτους που κατέγραψαν τις χρήσεις του πρωτογάλατος, το οποίο θεωρούσαν ότι μπορούσε να ενισχύσει την αντοχή και την υγεία των νεογέννητων (Gregory & Walker, 2013).

Στην αρχαία Ελλάδα, οι ιατροί όπως ο Ιπποκράτης, γνωστός ως ο πατέρας της Ιατρικής, ανέφεραν το πρωτόγαλα ως σημαντικό για την υγεία των βρεφών και των μητέρων τους. Οι Έλληνες πίστευαν ότι το πρωτόγαλα μπορούσε να προάγει την ανάπτυξη και να προστατεύσει από ασθένειες (Gregory & Walker, 2013).

Οι αρχαίοι Αιγύπτιοι επίσης αναγνώρισαν την αξία του πρωτογάλατος. Σε πολλούς τάφους και ιερογλυφικά, υπάρχουν απεικονίσεις μητέρων που θηλάζουν τα βρέφη τους, υποδεικνύοντας τη σημασία που έδιναν στο θηλασμό και το πρωτόγαλα (Playford, 2000). Θεωρούσαν το πρωτόγαλα ως ένα δώρο των θεών για την προστασία και την ενίσχυση των νεογέννητων.

Οι Ινδοί, από την αρχαιότητα έως και σήμερα, θεωρούν το πρωτόγαλα ως ένα ιερό υγρό. Στην Αγιουρβέδα, την αρχαία ινδική ιατρική, το πρωτόγαλα περιγράφεται ως «amrita», που σημαίνει το νέκταρ της ζωής. Πιστεύουν ότι έχει θεραπευτικές ιδιότητες που μπορούν να βελτιώσουν την υγεία και την ευεξία (Gokani, 2014).

Στην Κίνα, το πρωτόγαλα ήταν γνωστό από την αρχαιότητα και χρησιμοποιούνταν ευρέως στην παραδοσιακή κινεζική ιατρική. Οι αρχαίοι Κινέζοι ιατροί το σύστηναν για την ενίσχυση του ανοσοποιητικού συστήματος και τη βελτίωση της πέψης (Li et al., 2013). Η χρήση του πρωτογάλατος αναφέρεται επίσης σε κείμενα της δυναστείας των Τανγκ.

Οι αρχαίοι Σουμέριοι επίσης εκτιμούσαν το πρωτόγαλα. Σε πήλινες πλάκες έχουν βρεθεί αναφορές στη χρήση του πρωτογάλατος για τη θεραπεία διαφόρων παθήσεων. Οι Σουμέριοι πίστευαν ότι το πρωτόγαλα μπορούσε να ενισχύσει την αντοχή των πολεμιστών και να βελτιώσει την υγεία των παιδιών (Kramer, 2008).

Στη Μεσοποταμία, οι αρχαίοι πολιτισμοί χρησιμοποιούσαν το πρωτόγαλα όχι μόνο ως τροφή αλλά και ως ιατρικό σκεύασμα. Υπάρχουν γραπτές μαρτυρίες που υποδεικνύουν ότι το πρωτόγαλα θεωρούνταν θεραπευτικό για πληγές και λοιμώξεις (Bottéro, 2001). Οι αρχαίοι Εβραίοι θεωρούσαν το πρωτόγαλα ως ευλογημένο υγρό. Στην Παλαιά Διαθήκη, υπάρχουν αναφορές στη χρήση του πρωτογάλατος για την ευλογία των νεογέννητων και την προστασία τους από κακοτυχίες. Στην αρχαία Ρώμη, οι ιατροί συνέχιζαν να αναγνωρίζουν την αξία του πρωτογάλατος. Ο Γαληνός, ένας από τους σημαντικότερους ιατρούς της Ρωμαϊκής Αυτοκρατορίας, σύστηνε τη χρήση του πρωτογάλατος για την ενίσχυση της υγείας των νεογέννητων και τη βελτίωση της ανοσολογικής τους άμυνας (Mattern, 2013). Ακόμη και οι αρχαίοι πολιτισμοί της Αμερικής, όπως οι Μάγια και οι Αζτέκοι, χρησιμοποίησαν το πρωτόγαλα ως μέρος των παραδοσιακών θεραπευτικών τους πρακτικών. Πιστεύεται ότι το πρωτόγαλα είχε πνευματική και θεραπευτική αξία και χρησιμοποιούταν σε τελετές για την ευλογία των νεογέννητων (Miller & Taube, 1993).

1.2 Μεσαίωνας και ιατρική χρήση

Κατά τη διάρκεια του Μεσαίωνα, η χρήση του πρωτογάλατος συνέχισε να θεωρείται σημαντική για την υγεία, ιδιαίτερα λόγω των αντιλήψεων που επικρατούσαν για την ιατρική και τη θρέψη. Στη μεσαιωνική Ευρώπη, η γνώση και η πρακτική της χρήσης του πρωτογάλατος επηρεάστηκε έντονα από τις διδασκαλίες των αρχαίων Ελλήνων και Ρωμαίων ιατρών, όπως του Ιπποκράτη και του Γαληνού (Siraisi, 1990).

Οι ιατροί του Μεσαίωνα, όπως ο Αβικέννας, ένας από τους πιο διακεκριμένους γιατρούς της εποχής, υποστήριζαν τη χρήση του πρωτογάλατος για την ενίσχυση του ανοσοποιητικού συστήματος των νεογέννητων. Ο Αβικέννας αναγνώρισε τις θρεπτικές και θεραπευτικές ιδιότητες του πρωτογάλατος και το συνιστούσε σε μητέρες και βρέφη για την πρόληψη ασθενειών (Avicenna, 1984).

Οι παραδοσιακές θεραπευτικές πρακτικές βασίζονταν στη χρήση φυσικών προϊόντων, και το πρωτόγαλα θεωρείτο ανεκτίμητο.

Στην Ευρώπη, οι μοναχοί και οι μοναχές των μεσαιωνικών μοναστηριών διαδραμάτισαν καθοριστικό ρόλο στη διατήρηση και διάδοση της γνώσης για το πρωτόγαλα. Τα

μοναστήρια λειτουργούσαν συχνά ως κέντρα ιατρικής περίθαλψης και εκπαίδευσης, όπου η χρήση του πρωτογάλατος για ιατρικούς σκοπούς ήταν κοινή πρακτική (Brown, 2011).

Επιπλέον, η χρήση του πρωτογάλατος ήταν διαδεδομένη στην αγροτική κοινωνία του Μεσαίωνα. Οι αγρότες και οι κτηνοτρόφοι γνώριζαν από εμπειρία τη θρεπτική αξία του πρωτογάλατος και το θεωρούσαν απαραίτητο για την επιβίωση και την ανάπτυξη των νεογέννητων ζώων τους. Αυτή η γνώση μεταφέρθηκε και στη διατροφή των ανθρώπων, ειδικά σε περιόδους έλλειψης τροφίμων (Brown, 2011).

Οι εβραϊκές κοινότητες του Μεσαίωνα διατήρησαν επίσης την παράδοση της χρήσης του πρωτογάλατος, όπως είχε καταγραφεί στην Παλαιά Διαθήκη. Θεωρούσαν το πρωτόγαλα ως ευλογία και το χρησιμοποιούσαν σε θρησκευτικές τελετές και παραδοσιακές ιατρικές πρακτικές (Freidenreich, 2011).

Κατά τη διάρκεια της Αναγέννησης, η ανανέωση του ενδιαφέροντος για τις επιστήμες και τις τέχνες οδήγησε σε μεγαλύτερη έμφαση στη μελέτη της ανθρώπινης υγείας και της διατροφής. Οι επιστήμονες και οι ιατροί της εποχής άρχισαν να εξετάζουν πιο συστηματικά τις ιδιότητες του πρωτογάλατος, αναγνωρίζοντας την αξία του στην πρόληψη και θεραπεία ασθενειών (Siraisi, 1990).

1.3 Νεότερη εποχή και επιστημονικές ανακαλύψεις

Η νεότερη εποχή σηματοδοτεί την αρχή μιας περιόδου εντατικής επιστημονικής έρευνας και ανακαλύψεων που αφορούν το πρωτόγαλα. Με την ανάπτυξη της μικροσκοπίας και της χημείας τον 17ο και 18ο αιώνα, οι επιστήμονες άρχισαν να εξετάζουν λεπτομερώς τη σύσταση του πρωτογάλατος και να κατανοούν καλύτερα τις θρεπτικές και θεραπευτικές του ιδιότητες (Hamosh, 2001).

Στις αρχές του 19ου αιώνα, ο Γάλλος χημικός Michel Eugène Chevreul πραγματοποίησε μία από τις πρώτες χημικές αναλύσεις του πρωτογάλατος. Ο Chevreul διαπίστωσε ότι το πρωτόγαλα περιέχει υψηλές συγκεντρώσεις πρωτεϊνών και λιπών, στοιχεία που είναι απαραίτητα για την ανάπτυξη των νεογέννητων. Αυτή η ανακάλυψη αποτέλεσε τη βάση για περαιτέρω έρευνα στη θρεπτική αξία του πρωτογάλατος.

Τον 20ό αιώνα, η βιοχημική ανάλυση του πρωτογάλατος προχώρησε ακόμη περισσότερο με τη χρήση νέων τεχνολογιών και μεθόδων. Η ανακάλυψη της ύπαρξης ανοσοσφαιρινών στο πρωτόγαλα από τον John L. Fahey τη δεκαετία του 1950 ήταν μια σημαντική εξέλιξη. Οι ανοσοσφαιρίνες είναι αντισώματα που παίζουν κρίσιμο ρόλο στην ανοσολογική προστασία των νεογέννητων (Fahey, 1955).

Στη δεκαετία του 1970, η ανάπτυξη της τεχνολογίας των μονοκλωνικών αντισωμάτων επέτρεψε στους επιστήμονες να μελετήσουν πιο λεπτομερώς τις ανοσολογικές ιδιότητες του πρωτογάλατος. Η έρευνα αυτή αποκάλυψε ότι το πρωτόγαλα περιέχει σημαντικά επίπεδα ανοσοσφαιρινών A, G και M, που παρέχουν παθητική ανοσία στα νεογέννητα (Kohler & Milstein, 1975).

Οι πρόσφατες εξελίξεις στη μοριακή βιολογία και τη γενετική έχουν επιτρέψει στους επιστήμονες να κατανοήσουν καλύτερα τους αυξητικούς παράγοντες που περιέχονται στο πρωτόγαλα. Αυτοί οι αυξητικοί παράγοντες, όπως ο IGF-1 (Insulin-like Growth Factor 1), διαδραματίζουν κρίσιμο ρόλο στην ανάπτυξη και την επιδιόρθωση των ιστών (Lund et al., 1986).

Η σύγχρονη έρευνα επικεντρώνεται επίσης στις προβιοτικές ιδιότητες του πρωτογάλατος. Μελέτες έχουν δείξει ότι το πρωτόγαλα περιέχει συστατικά που προάγουν την ανάπτυξη ωφέλιμων βακτηρίων στο έντερο, συμβάλλοντας στην υγεία του γαστρεντερικού συστήματος και ενισχύοντας το ανοσοποιητικό σύστημα (Playford et al., 2000).

Πρόσφατα, οι επιστήμονες έχουν επίσης διερευνήσει τις δυνατότητες του πρωτογάλατος ως λειτουργικό τρόφιμο και συμπλήρωμα διατροφής. Οι ευεργετικές του ιδιότητες έχουν οδηγήσει στην ανάπτυξη εμπορικών προϊόντων που στοχεύουν στη βελτίωση της ανθρώπινης υγείας και ευεξίας (Pakkanen & Aalto, 1997).

Συνολικά, οι επιστημονικές ανακαλύψεις της νεότερης εποχής έχουν αναδείξει τη μοναδική βιολογική και θρεπτική αξία του πρωτογάλατος, ενισχύοντας τη θέση του ως σημαντικό στοιχείο στη διατροφή και την ιατρική.

1.4 Σύγχρονη χρήση στη διατροφή και την ιατρική

Στη σύγχρονη εποχή, το πρωτόγαλα έχει αναδειχθεί ως σημαντικό συστατικό τόσο στη διατροφή όσο και στην ιατρική, λόγω της υψηλής θρεπτικής του αξίας και των πολλών ευεργετικών του ιδιοτήτων. Η χρήση του πρωτογάλατος έχει επεκταθεί πέρα από τη βρεφική διατροφή και πλέον θεωρείται ως πολύτιμο συμπλήρωμα για άτομα όλων των ηλικιών.

Διατροφική χρήση: Το πρωτόγαλα χρησιμοποιείται ευρέως ως διατροφικό συμπλήρωμα, κυρίως λόγω της υψηλής περιεκτικότητάς του σε πρωτεΐνες, βιταμίνες και ανόργανα συστατικά. Έρευνες έχουν δείξει ότι το πρωτόγαλα περιέχει βιοενεργά πεπτίδια που μπορούν να βελτιώσουν την πέψη και να ενισχύσουν το ανοσοποιητικό σύστημα (Playford, MacDonald, & Johnson, 2000). Επιπλέον, το πρωτόγαλα έχει υψηλή περιεκτικότητα σε αυξητικούς παράγοντες όπως ο IGF-1, που προάγουν την ανάπτυξη των μυών και την αποκατάσταση των ιστών (Pakkanen & Aalto, 1997).

Το πρωτόγαλα χρησιμοποιείται επίσης σε αθλητικά συμπληρώματα διατροφής. Οι αθλητές το προτιμούν λόγω της δυνατότητάς του να επιταχύνει την αποκατάσταση μετά από έντονη άσκηση και να μειώσει τον κίνδυνο τραυματισμών. Μελέτες έχουν δείξει ότι η κατανάλωση πρωτογάλατος μπορεί να βελτιώσει την αντοχή και την απόδοση των αθλητών (Brinkworth & Buckley, 2003).

Ιατρική χρήση: Στην ιατρική, το πρωτόγαλα χρησιμοποιείται για την αντιμετώπιση διάφορων παθολογικών καταστάσεων. Έχει αποδειχθεί ότι έχει αντιμικροβιακές και αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες, που το καθιστούν χρήσιμο για τη θεραπεία λοιμώξεων και φλεγμονωδών νόσων του εντέρου. Επιπλέον, το πρωτόγαλα χρησιμοποιείται για την υποστήριξη της ανοσοποιητικής λειτουργίας σε ασθενείς με εξασθενημένο ανοσοποιητικό σύστημα, όπως είναι οι ηλικιωμένοι και οι ασθενείς με χρόνιες ασθένειες (Playford et al., 2000).

Η σύγχρονη έρευνα έχει επίσης επικεντρωθεί στην ενίσχυση της εντερικής υγείας μέσω της κατανάλωσης πρωτογάλατος. Μελέτες έχουν δείξει ότι τα πρεβιοτικά και τα προβιοτικά συστατικά του πρωτογάλακτος μπορούν να βελτιώσουν τη μικροβιακή

χλωρίδα του εντέρου, συμβάλλοντας στην πρόληψη και τη διαχείριση γαστρεντερικών διαταραχών (Kelly, 2003).

Εμπορικά προϊόντα: Τα τελευταία χρόνια, η βιομηχανία τροφίμων έχει εκμεταλλευτεί τις ευεργετικές ιδιότητες του πρωτογάλακτος για την ανάπτυξη διαφόρων εμπορικών προϊόντων (Εικόνα 1). Το πρωτόγαλα διατίθεται πλέον σε μορφή σκόνης, καψουλών και υγρών συμπληρωμάτων, διευκολύνοντας την κατανάλωσή του από το ευρύ κοινό (RSC Publishing, 2023).

Επιπλέον, το πρωτόγαλα χρησιμοποιείται στην παραγωγή λειτουργικών τροφίμων, όπως γιαούρτι και τυρί, που έχουν αυξημένη θρεπτική αξία. Αυτά τα προϊόντα προωθούνται για τις ευεργετικές τους επιδράσεις στην υγεία και την ευεξία, καθιστώντας το πρωτόγαλα αναπόσπαστο μέρος της σύγχρονης διατροφής (El Lolly, 2007).

Συνολικά, η σύγχρονη χρήση του πρωτογάλακτος τόσο στη διατροφή όσο και στην ιατρική αντανakλά την αυξανόμενη αναγνώριση της μοναδικής βιολογικής και θρεπτικής του αξίας, καθώς και των πολλών πλεονεκτημάτων του για την υγεία.



Εικόνα 1: Μερικές μορφές πρωτογάλακτος που κυκλοφορούν στην αγορά ([amazon.com/dp/B0CM4123YM/ref=emc_bcc_2_i](https://www.amazon.com/dp/B0CM4123YM/ref=emc_bcc_2_i))

1.5 Η χρήση του πρωτογάλακτος κατά τη διάρκεια της πανδημίας Covid-19

Η χρήση του πρωτογάλακτος που παράγεται από τα θηλαστικά μετά τον τοκετό, είχε λάβει αυξημένη προσοχή κατά τη διάρκεια της πανδημίας Covid-19 λόγω των πλούσιων θρεπτικών και ανοσοποιητικών ιδιοτήτων του. Το πρωτόγαλα περιέχει υψηλές συγκεντρώσεις πρωτεϊνών, βιταμινών και αντισωμάτων, προσφέροντας κρίσιμη προστασία σε νεογννήτα μωρά και θηλάζουσες μητέρες. Οι ιδιότητές του αυτές έχουν καταστήσει το πρωτόγαλα αντικείμενο ερευνητικού ενδιαφέροντος, μελετώντας τις

πιθανές εφαρμογές του στην ενίσχυση του ανοσοποιητικού συστήματος κατά την πανδημία.

Η πανδημία Covid-19 έχει αναδείξει την ανάγκη για ενίσχυση του ανοσοποιητικού συστήματος, καθώς η σοβαρότητα της ασθένειας φαίνεται να σχετίζεται με την ικανότητα του οργανισμού να ανταποκριθεί στη μόλυνση. Το πρωτόγαλα περιέχει διάφορους βιοενεργούς παράγοντες όπως ανοσοσφαιρίνες, λακτοφερρίνη και γλυκοπεπτίδια που δρουν ενάντια σε μικροβιακές λοιμώξεις (Silva et al., 2024). Αυτά τα συστατικά μπορούν να παρέχουν προστασία ενάντια σε διάφορους ιούς, συμπεριλαμβανομένων του κορονοϊού, προλαμβάνοντας τη μετάδοση και την εξέλιξη της λοίμωξης.

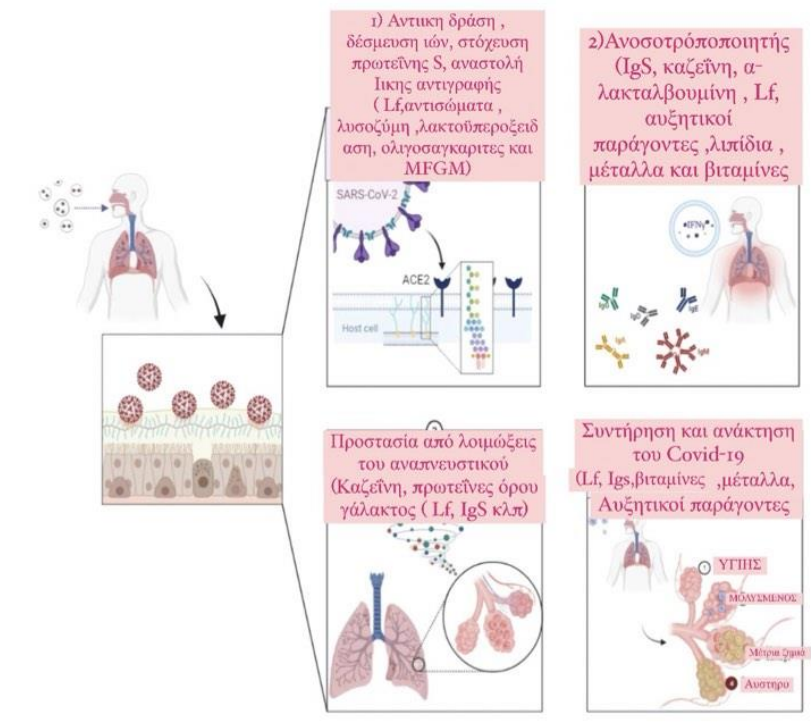
Η χορήγηση πρωτογάλακτος έχει επίσης αποδειχθεί ότι συμβάλλει στην ενίσχυση της ανοσολογικής μνήμης, παρέχοντας μακροπρόθεσμη προστασία έναντι μελλοντικών λοιμώξεων. Κατά τη διάρκεια της πανδημίας, αυτό το στοιχείο καθίσταται ιδιαίτερα σημαντικό, καθώς η ανοσολογική μνήμη μπορεί να βοηθήσει στην πρόληψη επαναμολύνσεων από τον ιό SARS-CoV-2 ή από νέες μεταλλάξεις του (Duman et al., 2023). Οι έρευνες υποδεικνύουν ότι η τακτική κατανάλωση πρωτογάλακτος μπορεί να ενισχύσει την παραγωγή αντισωμάτων, κάτι που είναι κρίσιμο για την καταπολέμηση του ιού.

Επιπλέον, το πρωτόγαλα έχει σημαντικές αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες, οι οποίες μπορούν να συμβάλλουν στη μείωση της φλεγμονής που προκαλείται από την Covid-19. Οι φλεγμονώδεις αντιδράσεις είναι συχνά υπεύθυνες για τις πιο σοβαρές εκδηλώσεις της ασθένειας, όπως το σύνδρομο οξείας αναπνευστικής δυσχέρειας (ARDS) (Liu et al., 2024). Η μείωση της φλεγμονής μπορεί να ελαχιστοποιήσει τις βλάβες στους ιστούς και να βελτιώσει τη γενική υγεία των ασθενών.

Το πρωτόγαλα, πέραν των φυσικών προστατευτικών ιδιοτήτων του, έχει και προβιοτικές ιδιότητες που ενισχύουν την υγεία του εντέρου. Ένα υγιές εντερικό μικροβίωμα είναι απαραίτητο για την ισχυρή ανοσολογική αντίδραση, καθώς το μεγαλύτερο μέρος του ανοσοποιητικού συστήματος εντοπίζεται στο έντερο. Κατά τη διάρκεια της πανδημίας, η κατανάλωση πρωτογάλακτος μπορούσε να συμβάλει στη διατήρηση της ισορροπίας του μικροβιώματος, ενισχύοντας έτσι την ανοσολογική αντίσταση του οργανισμού (Duman, 2023).

Επιπλέον, έχει διαπιστωθεί ότι το πρωτόγαλα περιέχει αυξητικούς παράγοντες που προάγουν την ανάπτυξη και την επιδιόρθωση των ιστών. Αυτή η ιδιότητα μπορεί να είναι κρίσιμη κατά την ανάκαμψη από τη νόσο, ιδιαίτερα σε ασθενείς που έχουν υποστεί σοβαρές βλάβες στους πνεύμονες και σε άλλους ιστούς λόγω της Covid-19 (Yacilintas, 2024). Η ικανότητα του πρωτογάλακτος να επιταχύνει την επούλωση και να μειώνει το χρόνο αποκατάστασης μπορεί να συμβάλει στην αποσυμφόρηση των νοσοκομειακών μονάδων (Πίνακας 1).

Οι επιστήμονες έχουν επίσης μελετήσει τη δυνατότητα χρήσης του πρωτογάλακτος ως προληπτικού μέτρου έναντι της μόλυνσης από SARS-CoV-2. Η κατανάλωση πρωτογάλακτος μπορεί να ενισχύσει την άμυνα του οργανισμού έναντι του ιού, ακόμη και πριν από την έκθεση σε αυτόν, λειτουργώντας ως προστατευτικό μέτρο για ομάδες υψηλού κινδύνου (Duman, 2023). Αυτή η προληπτική χρήση μπορεί να είναι ιδιαίτερα ωφέλιμη σε περιπτώσεις όπου ο εμβολιασμός δεν είναι δυνατός ή επιθυμητός.



Εικόνα 2: Βιοενεργά συστατικά του πρωτογάλακτος βοοειδών και επιδράσεις του στην πρόληψη και τη διαχείριση του COVID-19 από in vivo, in vitro και κλινικές δοκιμές (Duman et al., 2023).

Παρά τα πολλά υποσχόμενα οφέλη του, είναι σημαντικό να τονιστεί ότι η χρήση του πρωτογάλακτος δεν πρέπει να θεωρείται ως υποκατάστατο των εμβολίων ή άλλων προληπτικών μέτρων κατά της Covid-19. Αντίθετα, μπορεί να αποτελέσει συμπληρωματική προσέγγιση που ενισχύει το συνολικό ανοσοποιητικό προφίλ ενός ατόμου. Οι εμβολιασμοί παραμένουν η πιο αποτελεσματική στρατηγική πρόληψης έναντι της μόλυνσης από τον ιό SARS-CoV-2 (WHO, 2021).

Η συνεχής έρευνα για τις ιδιότητες και τα οφέλη του πρωτογάλακτος κατά τη διάρκεια της πανδημίας είναι απαραίτητη. Μελέτες που εξετάζουν τη δράση του σε διάφορες πληθυσμιακές ομάδες και σε συνδυασμό με άλλες θεραπείες μπορεί να αποκαλύψουν νέες και πιο αποδοτικές χρήσεις. Η κατανόηση των μηχανισμών μέσω των οποίων το πρωτόγαλα ενισχύει το ανοσοποιητικό σύστημα θα μπορούσε να οδηγήσει σε νέες θεραπευτικές προσεγγίσεις (Gomes et al., 2021).

Πίνακας 1: Κλινική δοκιμή σχετικά με την ανάρρωση ασθενών με Covid-19 με χρήση ανοσοσφαιρινών που υπάρχει σε συμπλήρωμα διατροφής από πρωτόγαλα (Khartode, 2021)

Τυχαιοποιημένη, ελεγχόμενη δοκιμή του συμπληρώματος διατροφής με πρωτόγαλα		
Δείγματα: 200 ασθενείς με Covid-19 - Άνδρες ή γυναίκες ασθενείς ηλικίας άνω των 5 ετών -Επιβεβαιωμένη κλινική διάγνωση ήπιων, μέτριων και σοβαρών ασθενών -Συμπτωματικοί ασθενείς με όλα τα συμπτώματα. -100 χορήγηση πρωτογάλακτος αγελάδας & 100 χωρίς συμπλήρωμα.	Δοσολογία: 1 κάψουλα/5 kg (Immurich Cow Colostrum)	
	Αποτέλεσμα: ευεργετικό σε ασθενείς με την παρουσία του ιού για πρόωμη ανάρρωση	

Κεφάλαιο 2^ο Σύσταση του Πρωτογάλακτος

2.1 Διατροφική ανάλυση

Το πρωτόγαλα, η πρώτη μορφή γάλακτος που παράγεται από τους μαστικούς αδένες των θηλαστικών μετά τον τοκετό, είναι γνωστό για την πλούσια διατροφική του σύσταση. Το πρωτόγαλα περιέχει υψηλές συγκεντρώσεις πρωτεϊνών, λιπών, υδατανθράκων, βιταμινών και μετάλλων, τα οποία είναι απαραίτητα για την ανάπτυξη και την υγεία των νεογνών.

Πρωτεΐνες: Το πρωτόγαλα είναι εξαιρετικά πλούσιο σε πρωτεΐνες, περιέχοντας υψηλά επίπεδα ανοσοσφαιρινών, λακτοφερίνης και άλλων βιοενεργών πρωτεϊνών. Οι ανοσοσφαιρίνες (IgA, IgG, IgM) είναι αντισώματα που παρέχουν παθητική ανοσία στα νεογνά, προστατεύοντάς τα από λοιμώξεις (Playford et al., 2000). Η λακτοφερρίνη έχει αντιμικροβιακές ιδιότητες και συμβάλλει στην απορρόφηση του σιδήρου (Gopal & Gill, 2000).

Λίπη: Το πρωτόγαλα περιέχει υψηλότερη συγκέντρωση λιπών σε σύγκριση με το ώριμο γάλα. Αυτά τα λίπη περιλαμβάνουν κορεσμένα και ακόρεστα λιπαρά οξέα, τα οποία είναι απαραίτητα για την ανάπτυξη του εγκεφάλου και την παραγωγή ενέργειας. Επιπλέον, το πρωτόγαλα περιέχει ωμέγα-3 και ωμέγα-6 λιπαρά οξέα, τα οποία έχουν αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες (El Loly, 2007).

Υδατάνθρακες: Το κύριο σάκχαρο του πρωτογάλακτος είναι η λακτόζη, αν και η συγκέντρωσή της είναι χαμηλότερη από αυτήν του ώριμου γάλακτος. Η λακτόζη παρέχει ενέργεια και βοηθά στην ανάπτυξη της εντερικής μικροχλωρίδας (Kelly, 2003).

Βιταμίνες και μέταλλα: Το πρωτόγαλα είναι πλούσιο σε βιταμίνες A, D, E και K, καθώς και σε υδατοδιαλυτές βιταμίνες όπως οι βιταμίνες B1, B2, B6, B12 και C. Αυτές οι βιταμίνες είναι απαραίτητες για την ανάπτυξη, την όραση, την αναπαραγωγή και την ανοσολογική λειτουργία. Επιπλέον, το πρωτόγαλα περιέχει σημαντικές ποσότητες ανόργανων συστατικών, όπως ασβέστιο, φώσφορο, μαγνήσιο, νάτριο και κάλιο, που είναι απαραίτητα για την οστική ανάπτυξη και την ισορροπία των υγρών του σώματος (RSC Publishing, 2023).

Ανοσολογικοί και αυξητικοί παράγοντες: Το πρωτόγαλα περιέχει επίσης μια σειρά από αυξητικούς παράγοντες όπως ο IGF-1, οι οποίοι προάγουν την κυτταρική ανάπτυξη και την αναγέννηση των ιστών. Οι κυτοκίνες και άλλοι ανοσολογικοί παράγοντες συμβάλλουν στην ενίσχυση του ανοσοποιητικού συστήματος και στην προστασία από λοιμώξεις (Shing et al., 2007).

Αντιμικροβιακά συστατικά: Εκτός από τις ανοσοσφαιρίνες και τη λακτοφερρίνη, το πρωτόγαλα περιέχει και άλλους αντιμικροβιακούς παράγοντες, όπως η λυσοζύμη και η λακτοπεροξειδάση, που συμβάλλουν στην καταπολέμηση των παθογόνων μικροοργανισμών (Gopal & Gill, 2000).

Η πλούσια και ποικίλη σύσταση του πρωτογάλακτος (εικόνα 3) το καθιστά εξαιρετικά θρεπτικό και πολύτιμο για την υγεία των νεογέννητων αλλά και των ενηλίκων. Η σύγχρονη έρευνα συνεχίζει να ανακαλύπτει νέες εφαρμογές και οφέλη από τη χρήση του πρωτογάλακτος στη διατροφή και την ιατρική.



Εικόνα 3: Γενική επισκόπηση της σύνθεσης του πρωτογάλακτος (Duman & Karav, 2023).

2.2 Σύγκριση ανθρώπινου και βόειου πρωτογάλακτος

Το πρωτόγαλα, είτε προέρχεται από τον άνθρωπο είτε από τα βοοειδή, είναι μια εξαιρετικά θρεπτική ουσία που παράγεται αμέσως μετά τον τοκετό και περιέχει υψηλές

συγκεντρώσεις βιοενεργών συστατικών. Παρά την κοινή τους σημασία για την ανάπτυξη και την υγεία των νεογέννητων, υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ του ανθρώπινου και του βόειου πρωτογάλακτος όσον αφορά τη σύνθεση και τη λειτουργία τους.

Το ανθρώπινο πρωτόγαλα περιέχει υψηλές συγκεντρώσεις ανοσοσφαιρινών, κυρίως IgA, που παρέχουν παθητική ανοσία στο νεογέννητο, προστατεύοντάς το από λοιμώξεις και υποστηρίζοντας την ανάπτυξη του ανοσοποιητικού του συστήματος (Playford et al., 2000). Αντίθετα, το βόειο πρωτόγαλα περιέχει κυρίως IgG, η οποία είναι επίσης σημαντική για την ανοσοπροστασία, αλλά λειτουργεί με διαφορετικό τρόπο. Η συγκέντρωση των ανοσοσφαιρινών στο βόειο πρωτόγαλα είναι σημαντικά υψηλότερη σε σύγκριση με το ανθρώπινο, γεγονός που αντανακλά τις διαφορετικές βιολογικές ανάγκες των νεογέννητων μοσχαριών (Godden, 2008).

Όσον αφορά τα λίπη, το βόειο πρωτόγαλα περιέχει υψηλότερες συγκεντρώσεις λιπαρών σε σύγκριση με το ανθρώπινο. Αυτό οφείλεται στις διαφορετικές διατροφικές ανάγκες των ανθρώπινων βρεφών και των μοσχαριών. Τα λίπη στο βόειο πρωτόγαλα είναι απαραίτητα για την ταχεία ανάπτυξη των μοσχαριών, παρέχοντας την απαιτούμενη ενέργεια και συμβάλλοντας στην ανάπτυξη του εγκεφάλου (Blum & Hammon, 2000). Αντίστοιχα, το ανθρώπινο πρωτόγαλα περιέχει λιγότερα λίπη, καθώς η ανθρώπινη ανάπτυξη είναι πιο αργή και οι διατροφικές ανάγκες διαφοροποιούνται.

Η λακτόζη, ως ο κύριος υδατάνθρακας και στα δύο είδη πρωτογάλακτος, εμφανίζεται σε υψηλότερες συγκεντρώσεις στο ανθρώπινο πρωτόγαλα. Η λακτόζη βοηθά στην ανάπτυξη της εντερικής χλωρίδας του βρέφους και παρέχει απαραίτητη ενέργεια για την ανάπτυξή του. Η υψηλότερη συγκέντρωση λακτόζης στο ανθρώπινο πρωτόγαλα υποστηρίζει τις ενεργειακές ανάγκες του ανθρώπινου βρέφους και τη σωστή λειτουργία του πεπτικού του συστήματος (Rolfes et al., 2012).

Το βόειο πρωτόγαλα είναι πλουσιότερο σε βιταμίνες και ανόργανα συστατικά όπως το ασβέστιο και ο φώσφορος, τα οποία είναι κρίσιμα για την ανάπτυξη των οστών των μοσχαριών. Αντίθετα, το ανθρώπινο πρωτόγαλα περιέχει υψηλότερες ποσότητες βιταμινών Α και Ε, οι οποίες είναι σημαντικές για την ανάπτυξη και την ανοσολογική λειτουργία του ανθρώπινου βρέφους (Rolfes et al., 2012). Αυτή η διαφορά αντανακλά τις διαφορετικές

διατροφικές απαιτήσεις των ανθρώπινων και των βοοειδών νεογέννητων, με κάθε είδος πρωτογάλακτος να είναι προσαρμοσμένο στις ειδικές ανάγκες του είδους.

Πίνακας 2: Διατροφική σύνθεση ανθρώπινου και βόειου πρωτογάλακτος (Poonia & Shiva, 2022).

	ΑΝΘΡΩΠΙΝΟ	ΒΟΕΙΟ
Ενέργεια (kcal)	58	130
Πρωτεΐνη (g)	0,8-0,9	14,9
Λακτόζη (g)	6,9-7,2	2,6
Λιπαρά (g)	6,7	3-5
*ανά 100mL πρωτογάλακτος		

Ακόμη, το πρωτόγαλα και των δύο ειδών περιέχει αυξητικούς παράγοντες όπως ο IGF-1 (Insulin-like Growth Factor 1), που προάγουν την ανάπτυξη των ιστών και την αναγέννηση των κυττάρων. Ωστόσο, οι συγκεντρώσεις και οι τύποι αυτών των αυξητικών παραγόντων μπορεί να διαφέρουν, αντανακλώντας όπως και παραπάνω τις διαφορετικές αναπτυξιακές ανάγκες των ανθρώπινων βρεφών και των μοσχαριών (Pakkanen & Aalto, 1997).

Επιπλέον, το ανθρώπινο πρωτόγαλα είναι πλούσιο σε αντιμικροβιακά συστατικά όπως η λακτοφερρίνη και η λυσοζύμη, που προστατεύουν τα βρέφη από λοιμώξεις. Το βόειο πρωτόγαλα περιέχει επίσης αντιμικροβιακά συστατικά, αλλά σε διαφορετικές αναλογίες και μερικές φορές σε υψηλότερες συγκεντρώσεις (Gopal & Gill, 2000). Αυτές οι διαφορές αντανακλούν τις προσαρμογές κάθε είδους στις συγκεκριμένες απειλές που αντιμετωπίζουν τα νεογέννητα τους.

Η χρήση του πρωτογάλακτος διαφέρει επίσης μεταξύ των δύο ειδών. Το ανθρώπινο πρωτόγαλα καταναλώνεται αποκλειστικά από τα νεογέννητα βρέφη και είναι εξαιρετικά προσαρμοσμένο στις ανάγκες τους. Το βόειο πρωτόγαλα, εκτός από την κατανάλωση από τα μοσχάρια, χρησιμοποιείται ευρέως ως διατροφικό συμπλήρωμα για ανθρώπους λόγω των πλούσιων θρεπτικών και ανοσοποιητικών του ιδιοτήτων (RSC Publishing, 2023). Τα εμπορικά προϊόντα από βόειο πρωτόγαλα διατίθενται σε μορφή σκόνης, καψουλών και υγρών συμπληρωμάτων, διευκολύνοντας την κατανάλωσή τους από το ευρύ κοινό (El Loly, 2007).

2.3 Βιταμίνες και μεταλλικά στοιχεία

Το πρωτόγαλα, είτε ανθρώπινο είτε βόειο, είναι πλούσιο σε βιταμίνες και ανόργανα συστατικά που παίζουν ζωτικό ρόλο στην ανάπτυξη και την υγεία των νεογνών. Οι βιταμίνες και τα μεταλλικά στοιχεία του πρωτογάλακτος συμβάλλουν σε διάφορες βιολογικές λειτουργίες, ενισχύοντας το ανοσοποιητικό σύστημα και προάγοντας την ανάπτυξη των ιστών.

Το βόειο πρωτόγαλα περιέχει υψηλές συγκεντρώσεις λιποδιαλυτών βιταμινών, όπως η βιταμίνη Α, η βιταμίνη D, η βιταμίνη Ε και η βιταμίνη Κ. Η βιταμίνη Α είναι απαραίτητη για την όραση, την αναπαραγωγή και τη σωστή λειτουργία του ανοσοποιητικού συστήματος (Playford et al., 2000). Η βιταμίνη D προάγει την απορρόφηση του ασβεστίου και του φωσφόρου, συμβάλλοντας στην ανάπτυξη και τη διατήρηση υγιών οστών και δοντιών (Blum & Hammon, 2000). Η βιταμίνη Ε δρα ως αντιοξειδωτικό, προστατεύοντας τα κύτταρα από το οξειδωτικό στρες, ενώ η βιταμίνη Κ είναι απαραίτητη για την πήξη του αίματος και την υγεία των οστών (Rolfes et al., 2012).

Επιπλέον, το πρωτόγαλα είναι πλούσιο σε υδατοδιαλυτές βιταμίνες όπως οι βιταμίνες Β1, Β2, Β6, Β12 και η βιταμίνη C. Αυτές οι βιταμίνες συμμετέχουν σε διάφορες μεταβολικές διεργασίες και είναι απαραίτητες για την παραγωγή ενέργειας, τη σύνθεση του DNA και τη λειτουργία του νευρικού συστήματος (Gopal & Gill, 2000).

Πίνακας 3: Ανάλυση σύστασης βιταμινών στο πρωτόγαλα (Playford et al., 2021).

BITAMINEΣ	ΣΥΣΤΑΣΗ
Θειαμίνη Β1 (μg/mL)	0,58-0,90
Ριβοφλαβίνη Β2 (μg/mL)	4,55-4,83
Νιασίνη Β3 (μg/mL)	0,34-0,96
Κοβαλαμίνη Β12 (μg/mL)	0,05-0,60
Βιταμίνη Α (μg/ 100mL)	25
Βιταμίνη D (IU/ g fat)	0,89-1,81
Τοκοφερόλη (βιταμίνη Ε) (μg/g)	2,92-5,63

Όσον αφορά τα ανόργανα συστατικά, το πρωτόγαλα περιέχει σημαντικές ποσότητες ασβεστίου, φωσφόρου, μαγνησίου, νατρίου και καλίου. Το ασβέστιο και ο φώσφορος είναι απαραίτητα για την ανάπτυξη και τη διατήρηση της υγείας των οστών και των δοντιών (Godden, 2008). Το μαγνήσιο συμμετέχει σε πολλές ενζυμικές αντιδράσεις και είναι απαραίτητο για τη σύνθεση των πρωτεϊνών και τη λειτουργία του νευρικού συστήματος. Το νάτριο και το κάλιο παίζουν καθοριστικό ρόλο στη ρύθμιση της ισορροπίας των υγρών του σώματος και στη διατήρηση της λειτουργίας των κυττάρων (Pakkanen & Aalto, 1997).

Επιπλέον, το πρωτόγαλα περιέχει ιχνοστοιχεία όπως ο σίδηρος, ο ψευδάργυρος και το σελήνιο. Ο σίδηρος είναι απαραίτητος για τη μεταφορά του οξυγόνου στο αίμα και τη λειτουργία των μυών, ενώ ο ψευδάργυρος συμβάλλει στη σύνθεση του DNA και την αναπαραγωγική υγεία. Το σελήνιο δρα ως αντιοξειδωτικό και προστατεύει τα κύτταρα από το οξειδωτικό στρες (RSC Publishing, 2023).

Η υψηλή περιεκτικότητα του πρωτογάλακτος σε βιταμίνες και ανόργανα συστατικά το καθιστά εξαιρετικά θρεπτικό και απαραίτητο για την ανάπτυξη και την υγεία των νεογνών. Επιπλέον, οι σύγχρονες έρευνες συνεχίζουν να αναδεικνύουν τις πολυάριθμες ευεργετικές ιδιότητες του πρωτογάλακτος, καθιστώντας το αναπόσπαστο μέρος της διατροφής και της ιατρικής (El Loly, 2007).

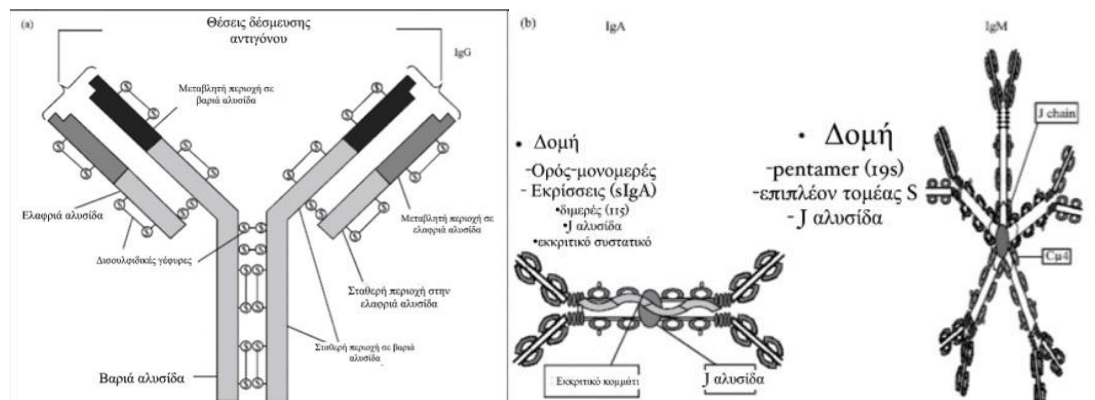
Πίνακας 4: Συγκέντρωση μετάλλων (<https://biodanepharma.info/contents-in-bovine-colostrum/>).

Συγκέντρωση κύριων μετάλλων		Συγκέντρωση δευτερευόντων μεταλλικών στοιχείων	
Ca (mg/kg)	4716	Mg (mg/kg)	733
P (mg/kg)	4452	Na (mg/kg)	1058
S (mg/kg)	2595	Fe (mg/kg)	5.3
K (mg/kg)	2845	Zn (mg/kg)	38

2.4 Ανοσολογικά συστατικά και ο ρόλος τους

Το πρωτόγαλα είναι ιδιαίτερα γνωστό για την πλούσια περιεκτικότητά του σε ανοσολογικά συστατικά, τα οποία διαδραματίζουν κρίσιμο ρόλο στην ανάπτυξη και την προστασία του ανοσοποιητικού συστήματος των νεογνών. Τα κύρια ανοσολογικά συστατικά του πρωτογάλακτος περιλαμβάνουν ανοσοσφαιρίνες, λακτοφερρίνη, κυτοκίνες και λυσοζύμη.

Οι ανοσοσφαιρίνες, ή αντισώματα, είναι πρωτεΐνες που συνδέονται με αντιγόνα για να μειώσουν την τοξικότητα των αντιγόνων και ταυτόχρονα μπορούν επίσης να συνδεθούν σε συμπληρώματα, με σκοπό στην αντίσταση της εισβολής ανεπιθύμητων παθογόνων και τη βελτίωση της ανοσίας του οργανισμού (Duan et al, 2024). Οι κύριες ανοσοσφαιρίνες που βρίσκονται στο πρωτόγαλα είναι οι IgA, IgG και IgM (Εικόνα 4). Η IgA είναι η κυριότερη ανοσοσφαιρίνη στο ανθρώπινο πρωτόγαλα και παίζει σημαντικό ρόλο στην προστασία των βλεννογόνων επιφανειών, όπως το έντερο και οι πνεύμονες, από λοιμώξεις (Gopal & Gill, 2000). Η IgG, που απαντάται σε υψηλότερες συγκεντρώσεις στο βόειο πρωτόγαλα, παρέχει παθητική ανοσία, μεταφέροντας αντισώματα από τη μητέρα στο νεογνήτο, προστατεύοντάς το από παθογόνους μικροοργανισμούς κατά τις πρώτες ημέρες της ζωής του (Godden, 2008).



Εικόνα 4: Σχηματικό διάγραμμα δομής IgG, IgA, IgM (El-Loly, 2007).

Η λακτοφερρίνη είναι μια γλυκοπρωτεΐνη με ισχυρές αντιμικροβιακές ιδιότητες. Δρα συνδέοντας το σίδηρο, ένα απαραίτητο στοιχείο για την ανάπτυξη πολλών βακτηρίων, και με αυτόν τον τρόπο περιορίζει τη διαθεσιμότητα του σιδήρου στους παθογόνους μικροοργανισμούς, εμποδίζοντας την ανάπτυξή τους (Legrand et al., 2005). Η

λακτοφερρίνη ενισχύει επίσης τη δραστηριότητα των λευκών αιμοσφαιρίων και προάγει την υγεία του ανοσοποιητικού συστήματος.

Οι κυτοκίνες είναι μικρές πρωτεΐνες που παίζουν σημαντικό ρόλο στη διακυβέρνηση της ανοσοαπόκρισης. Στο πρωτόγαλα, οι κυτοκίνες όπως οι ιντερλευκίνες και ο παράγοντας νέκρωσης όγκων (TNF) συμβάλλουν στην ενεργοποίηση και τη ρύθμιση της ανοσολογικής απόκρισης του νεογέννητου, βοηθώντας το να ανταποκριθεί γρήγορα και αποτελεσματικά σε παθογόνους παράγοντες (Pakkanen & Aalto, 1997).

Η λυσοζύμη είναι ένα ένζυμο που διασπά τα κυτταρικά τοιχώματα των βακτηρίων, καταστρέφοντάς τα, προστατεύοντας έτσι το νεογέννητο από βακτηριακές λοιμώξεις. Η λυσοζύμη είναι παρούσα σε υψηλές συγκεντρώσεις στο πρωτόγαλα και συνεργάζεται με άλλα αντιμικροβιακά συστατικά για να παρέχει ένα ευρύ φάσμα προστασίας κατά των παθογόνων (Gopal & Gill, 2000).

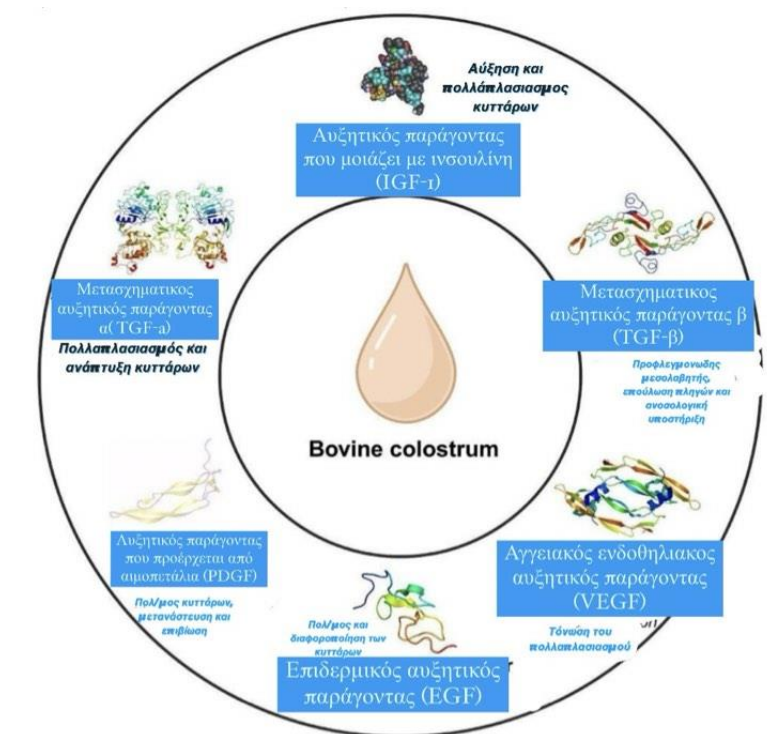
Το πρωτόγαλα περιέχει επίσης άλλα βιοενεργά συστατικά όπως οι γλυκοζαμινογλυκάνες και οι νουκλεοτίδες, τα οποία υποστηρίζουν την ανάπτυξη και την επιδιόρθωση των ιστών, καθώς και την υγεία του ανοσοποιητικού συστήματος. Οι γλυκοζαμινογλυκάνες, για παράδειγμα, προάγουν την υγεία των αρθρώσεων και των χόνδρων, ενώ οι νουκλεοτίδες είναι απαραίτητα για την κυτταρική ανάπτυξη και επιδιόρθωση (Blum & Hammon, 2000).

Η πλούσια περιεκτικότητα του πρωτογάλακτος σε ανοσολογικά συστατικά το καθιστά απαραίτητο για την προστασία και την ανάπτυξη των νεογέννητων, προσφέροντας μια ισχυρή βάση για την υγεία τους κατά τις πρώτες ημέρες της ζωής τους. Η σύγχρονη έρευνα συνεχίζει να αποκαλύπτει νέες πτυχές των ευεργετικών επιδράσεων αυτών των συστατικών, ενισχύοντας τη σημασία του πρωτογάλακτος στη διατροφή και την ιατρική.

2.5 Αυξητικοί παράγοντες και οι λειτουργίες τους

Το πρωτόγαλα περιέχει έναν αριθμό αυξητικών παραγόντων που παίζουν κρίσιμο ρόλο στην ανάπτυξη και την αναγέννηση των ιστών. Αυτοί οι αυξητικοί παράγοντες περιλαμβάνουν τον IGF-1 (Insulin-like Growth Factor 1), τον TGF-β (Transforming Growth Factor β), τον EGF (Epidermal Growth Factor) και άλλους, οι οποίοι συμβάλλουν

στη βελτίωση της υγείας και της ανάπτυξης των νεογέννητων, αλλά και των ενηλίκων (Εικόνα 5).



Εικόνα 5: Αυξητικοί παράγοντες στο βόειο πρωτόγαλα (Yalcintas et al., 2024).

Ο IGF-1 είναι ένας από τους πιο σημαντικούς αυξητικούς παράγοντες στο πρωτόγαλα, ο οποίος προάγει την ανάπτυξη των μυών και των οστών, ενισχύει την πρωτεϊνοσύνθεση και επιταχύνει την αναγέννηση των ιστών μετά από τραυματισμούς. Έρευνες έχουν δείξει ότι ο IGF-1 μπορεί να βελτιώσει την αντοχή και την απόδοση των αθλητών, καθώς και να επιταχύνει την αποκατάσταση μετά από έντονη άσκηση (Boon et al., 2011). Επιπλέον, έχει συνδεθεί με τη βελτίωση της γλυκόζης στο αίμα και τη μείωση του κινδύνου για διαβήτη τύπου 2 (Yakar et al., 2010).

Ο TGF-β είναι ένας άλλος σημαντικός αυξητικός παράγοντας που βρίσκεται στο πρωτόγαλα. Ο TGF-β έχει αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες και παίζει σημαντικό ρόλο στη ρύθμιση της κυτταρικής ανάπτυξης και της διαφοροποίησης. Επιπλέον, συμβάλλει στην επούλωση των πληγών και την αναγέννηση των ιστών, καθιστώντας το πρωτόγαλα πολύτιμο για την αντιμετώπιση τραυματισμών και τη βελτίωση της υγείας των αρθρώσεων (Donovan et al., 2017).

Εκτός από τους παραπάνω αυξητικούς παράγοντες, το πρωτόγαλα περιέχει και άλλους βιοενεργούς παράγοντες, όπως οι αυξητικοί παράγοντες ινσουλίνης (IGF-2), οι αυξητικοί παράγοντες των ινοβλαστών (FGFs) και οι νευροτροφικοί παράγοντες (NGFs). Αυτοί οι παράγοντες συνεργάζονται για να προάγουν την ανάπτυξη των ιστών, την αναγέννηση των κυττάρων και την ενίσχυση του ανοσοποιητικού συστήματος (Pakkanen & Aalto, 2010).

Η πλούσια περιεκτικότητα του πρωτογάλακτος σε αυξητικούς παράγοντες το καθιστά ένα εξαιρετικά θρεπτικό και θεραπευτικό συμπλήρωμα, χρήσιμο όχι μόνο για τα νεογέννητα αλλά και για τους ενήλικες. Οι σύγχρονες έρευνες συνεχίζουν να αποκαλύπτουν νέες εφαρμογές και οφέλη από τη χρήση του πρωτογάλακτος, καθιστώντας το αναπόσπαστο μέρος της διατροφής και της ιατρικής.

Κεφάλαιο 3^ο Ωφέλειες του Πρωτογάλακτος

3.1 Ενίσχυση του ανοσοποιητικού συστήματος

Το πρωτόγαλα είναι γνωστό για την ικανότητά του να ενισχύει το ανοσοποιητικό σύστημα μέσω της πλούσιας σύνθεσής του σε βιοενεργά συστατικά. Η ενίσχυση του ανοσοποιητικού συστήματος από το πρωτόγαλα επιτυγχάνεται κυρίως μέσω των ανοσοσφαιρινών, της λακτοφερίνης, των αυξητικών παραγόντων και των πρεβιοτικών συστατικών του.

Οι ανοσοσφαιρίνες στο πρωτόγαλα, όπως οι IgA, IgG και IgM, παίζουν καθοριστικό ρόλο στην παθητική ανοσία, όπως ήδη έχει αναφερθεί. Οι IgA προστατεύουν τις βλεννογόνες επιφάνειες από παθογόνους μικροοργανισμούς, ενώ οι IgG και IgM βοηθούν στην εξουδετέρωση των βακτηρίων και των ιών πριν αυτά προκαλέσουν λοιμώξεις (El-Loly, 2007). Οι ανοσοσφαιρίνες αυτές αποτελούν την πρώτη γραμμή άμυνας του οργανισμού των νεογνών, προσφέροντας προστασία κατά τις πρώτες κρίσιμες ημέρες της ζωής τους.

Πίνακας 5: Κλινική εφαρμογή με συμπλήρωση βόειου πρωτογάλακτος σε αναπνευστικές λειτουργίες (Oloroso et al, 2017).

Παιδιατρική με αναπνευστικές λειτουργίες n=38 ηλικίας 7-18 ετών	
- <u>Δοσολογία και Διάρκεια</u> : 1000mg/ ημέρα για 6 μήνες - n=19 χρήση πρωτογάλακτος & n=19 εικονικό φάρμακο	
- <u>Αξιολόγηση βελτίωσης</u> : συνολική βαθμολογία ρινικών συμπτωμάτων (TNSS), δοκιμασία ελέγχου άσθματος (ACT), σύνθετος δείκτης σοβαρότητας άσθματος (CASI) και δοκιμασία πνευμονικής λειτουργίας	- <u>Αποτελέσματα</u> : μείωση TNSS & πνευμονικής λειτουργίας σε λίγο ευαισθητοποιημένα άτομα αύξηση ACT & CASI σε πολύ ευαισθητοποιημένα άτομα

Η λακτοφερίνη, μια πολυλειτουργική πρωτεΐνη που απαντάται σε υψηλές συγκεντρώσεις στο πρωτόγαλα, έχει ισχυρές αντιμικροβιακές και αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες. Εκτός από

τη δέσμευση του σιδήρου που αναφέρθηκε σε προηγούμενη υποενότητα, η λακτοφερρίνη ενισχύει την φαγοκυττάρωση και την απόκριση των μακροφάγων, καθιστώντας την έναν σημαντικό παράγοντα στην ενίσχυση της ανοσολογικής άμυνας (Machnicki et al., 1993).

Οι αυξητικοί παράγοντες, όπως ο IGF-1 και ο TGF- β , που βρίσκονται στο πρωτόγαλα, διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην ενίσχυση του ανοσοποιητικού συστήματος. Ο IGF-1 υποστηρίζει την ανάπτυξη των κυττάρων και την επιδιόρθωση των ιστών, γεγονός που βοηθά στην ταχύτερη ανάρρωση από τραυματισμούς και στην αύξηση της αντοχής (Francis et al., 2012).

Το πρωτόγαλα περιέχει επίσης πρεβιοτικά συστατικά που προάγουν την ανάπτυξη ωφέλιμων βακτηρίων στο έντερο, όπως οι ολιγοσακχαρίτες. Αυτά τα πρεβιοτικά ενισχύουν την εντερική χλωρίδα, υποστηρίζοντας την υγεία του γαστρεντερικού συστήματος και την ανοσοποιητική απόκριση (Playford et al., 2000). Η υγεία του εντέρου είναι άμεσα συνδεδεμένη με την υγεία του ανοσοποιητικού συστήματος, καθώς ένα υγιές έντερο μπορεί να προστατεύσει το σώμα από διάφορες λοιμώξεις και φλεγμονές (Gopal & Gill, 2000).

Συνολικά, η ενίσχυση του ανοσοποιητικού συστήματος μέσω του πρωτογάλακτος οφείλεται στη συνεργατική δράση των ανοσοσφαιρινών, της λακτοφερρίνης, των αυξητικών παραγόντων και των πρεβιοτικών συστατικών του.



Εικόνα 5: Αυξητικοί παράγοντες στο βόειο πρωτόγαλα (Yalcintas et al., 2024).

3.2 Υποστήριξη του γαστρεντερικού συστήματος

Το πρωτόγαλα διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην υποστήριξη του γαστρεντερικού συστήματος μέσω των πλούσιων θρεπτικών και βιοενεργών συστατικών του. Η σύνθεση του πρωτογάλακτος περιλαμβάνει πρωτεΐνες, ανοσοσφαιρίνες, αυξητικούς παράγοντες και πρεβιοτικά συστατικά που ενισχύουν τη λειτουργία του εντέρου και προστατεύουν το γαστρεντερικό σύστημα από παθογόνους μικροοργανισμούς.

Οι πρωτεΐνες του πρωτογάλακτος, συμβάλλουν στην προστασία του γαστρεντερικού συστήματος από λοιμώξεις. Οι ανοσοσφαιρίνες δεσμεύουν και εξουδετερώνουν παθογόνους μικροοργανισμούς, ενώ η λακτοφερρίνη περιορίζει τη διαθεσιμότητα του σιδήρου, απαραίτητου για την ανάπτυξη των βακτηρίων, εμποδίζοντας έτσι την ανάπτυξή τους (Legrand et al., 2005). Επιπλέον, η λακτοφερρίνη έχει αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες που βοηθούν στη μείωση της φλεγμονής στο έντερο (Lönnerdal, 2009).

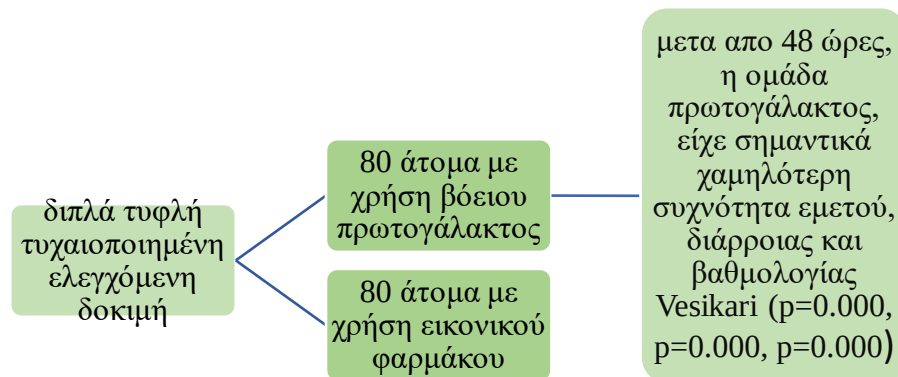
Οι αυξητικοί παράγοντες που περιέχονται στο πρωτόγαλα, όπως ο EGF (Epidermal Growth Factor) και ο TGF-β (Transforming Growth Factor β), προάγουν την επιδιόρθωση και την αναγέννηση των κυττάρων του εντερικού τοιχώματος. Ο EGF ενισχύει την αναγέννηση της βλεννογόνου του εντέρου, ενώ ο TGF-β μειώνει τη φλεγμονή και προάγει την επούλωση των βλεννογόνων βλαβών (Kelly, 2003). Αυτές οι δράσεις συμβάλλουν στη διατήρηση της ακεραιότητας του εντερικού φραγμού και στην πρόληψη διαταραχών όπως η διαπερατότητα του εντέρου.

Το πρωτόγαλα περιέχει επίσης πρεβιοτικά συστατικά, όπως οι ολιγοσακχαρίτες, που προάγουν την ανάπτυξη ωφέλιμων βακτηρίων στο έντερο. Αυτά τα πρεβιοτικά υποστηρίζουν την ισορροπία της εντερικής μικροχλωρίδας, βελτιώνοντας την πέψη και την απορρόφηση των θρεπτικών ουσιών (Gopal & Gill, 2000). Η υγιής εντερική μικροχλωρίδα είναι κρίσιμη για την πρόληψη γαστρεντερικών διαταραχών και την ενίσχυση της ανοσολογικής απόκρισης του οργανισμού.

Επιπλέον, το πρωτόγαλα έχει αποδειχθεί ότι βοηθά στην πρόληψη και τη θεραπεία γαστρεντερικών λοιμώξεων και φλεγμονωδών νόσων του εντέρου. Μελέτες έχουν δείξει ότι η κατανάλωση πρωτογάλακτος μπορεί να μειώσει τα συμπτώματα και τη συχνότητα

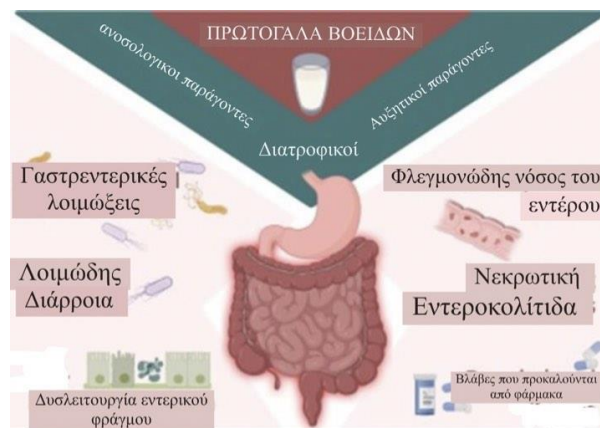
των λοιμώξεων από διάρροια, καθώς και να βελτιώσει την κατάσταση ασθενών με φλεγμονώδεις νόσους του εντέρου όπως η ελκώδης κολίτιδα (Playford et al., 2001).

Πίνακας 6: Χρήση βόειου πρωτογάλακτος στη θεραπεία οξείας διάρροιας (Barakat et al, 2020).



* Μελέτη σε 160 παιδιά, ηλικίας μεταξύ 6 μηνών - 2 ετών, Νοέμβριος 2016 - Μάιος 2017. ** Συμπέρασμα: το πρωτόγαλα είναι αποτελεσματικό στη θεραπεία της οξείας διάρροιας και μπορεί να θεωρηθεί ως επικουρική θεραπεία τόσο σε ιογενή όσο και βακτηριακή διάρροια για την πρόληψη επιπλοκών που σχετίζονται με τη διάρροια.

Συνολικά, το πρωτόγαλα προσφέρει πολυάριθμα οφέλη για το γαστρεντερικό σύστημα μέσω της προστασίας από λοιμώξεις, της προαγωγής της αναγέννησης των κυττάρων και της υποστήριξης της υγιούς εντερικής μικροχλωρίδας.



Εικόνα 7: Συσχέτιση του πρωτογάλακτος των βοοειδών σε διαφορετικές παθήσεις (Gomes et al., 2021).

3.3 Πρόληψη και θεραπεία παθολογικών καταστάσεων (π.χ., νευρολογικές διαταραχές, λοιμώξεις)

Το πρωτόγαλα έχει αναγνωριστεί για την πολυπλοκότητά του και την πλούσια περιεκτικότητά του σε βιοενεργά συστατικά, τα οποία συμβάλλουν στην πρόληψη και θεραπεία διαφόρων παθολογικών καταστάσεων, συμπεριλαμβανομένων των νευρολογικών διαταραχών και των λοιμώξεων. Οι πρωτεΐνες, οι ανοσοσφαιρίνες, οι αυξητικοί παράγοντες και τα πρεβιοτικά του πρωτογάλακτος συνεργάζονται για να υποστηρίξουν τη συνολική υγεία και να προσφέρουν συγκεκριμένα οφέλη στην αντιμετώπιση αυτών των καταστάσεων.

Στην πρόληψη και θεραπεία των λοιμώξεων, το πρωτόγαλα αποδεικνύεται εξαιρετικά αποτελεσματικό. Περιέχει υψηλές συγκεντρώσεις ανοσοσφαιρινών όπως IgA, IgG και IgM, οι οποίες προστατεύουν το σώμα από βακτηριακές και ιογενείς λοιμώξεις μέσω της εξουδετέρωσης των παθογόνων και της ενίσχυσης της ανοσολογικής απόκρισης (Godden, 2008).

Όσον αφορά τις νευρολογικές διαταραχές, το πρωτόγαλα περιέχει συστατικά που υποστηρίζουν την υγεία του εγκεφάλου και τη νευρολογική λειτουργία. Οι αυξητικοί παράγοντες όπως ο IGF-1 (Insulin-like Growth Factor 1) έχουν αποδειχθεί ότι προάγουν τη νευρωνική ανάπτυξη και την επιδιόρθωση των νευρικών κυττάρων, συμβάλλοντας στη βελτίωση της νευρολογικής υγείας και στην αντιμετώπιση νευρολογικών διαταραχών (Carlsson et al., 2011). Ο IGF-1 διαδραματίζει επίσης σημαντικό ρόλο στη νευροπλαστικότητα, τη διαδικασία με την οποία ο εγκέφαλος προσαρμόζεται και αναδιοργανώνεται σε απάντηση σε νέες πληροφορίες και εμπειρίες, γεγονός που μπορεί να είναι ιδιαίτερα χρήσιμο στην αποκατάσταση μετά από εγκεφαλικά επεισόδια ή τραυματισμούς (Torres, 2010).

Μελέτες έχουν επίσης δείξει ότι το πρωτόγαλα μπορεί να συμβάλλει στη διαχείριση φλεγμονωδών νόσων του εντέρου, όπως η νόσος του Crohn και η ελκώδης κολίτιδα, μειώνοντας τη φλεγμονή και βελτιώνοντας τη συνολική κατάσταση των ασθενών (Playford et al., 2000).

Συνολικά, το πρωτόγαλα προσφέρει σημαντικά οφέλη στην πρόληψη και θεραπεία παθολογικών καταστάσεων μέσω της πλούσιας σύνθεσής του σε ανοσολογικά και βιοενεργά συστατικά. Οι σύγχρονες έρευνες συνεχίζουν να αναδεικνύουν τις ευεργετικές

του επιδράσεις, καθιστώντας το πρωτόγαλα ένα πολύτιμο εργαλείο για την υποστήριξη της υγείας και την αντιμετώπιση διαφόρων ασθενειών.

4.3 Άλλες εφαρμογές στην υγεία και την ευεξία

Το πρωτόγαλα έχει πολλές άλλες εφαρμογές στην υγεία και την ευεξία που αξιοποιούνται σε διάφορους τομείς της υγείας, από την ενίσχυση του ανοσοποιητικού συστήματος και γαστρεντερικού (όπως αναφέρθηκε παραπάνω) μέχρι τη βελτίωση της δερματικής υγείας και την αντιμετώπιση χρόνιων παθήσεων. Πιο αναλυτικά:

Δερματική υγεία: Το πρωτόγαλα χρησιμοποιείται ευρέως σε προϊόντα φροντίδας του δέρματος λόγω των αναπλαστικών και ενυδατικών του ιδιοτήτων. Οι αυξητικοί παράγοντες που περιέχει βοηθούν στην επιτάχυνση της επούλωσης των πληγών, στη μείωση της φλεγμονής και στην αναγέννηση των δερματικών κυττάρων. Τα προϊόντα περιποίησης δέρματος με πρωτόγαλα είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικά στη θεραπεία εγκαυμάτων, εκζέματος και άλλων δερματικών παθήσεων (Francis et al., 2012; Lönnerdal, 2009).

Αντιγήρανση: Χάρη στην πλούσια σύνθεση του σε αντιοξειδωτικά και αυξητικούς παράγοντες, το πρωτόγαλα βοηθά στην καταπολέμηση των σημάδιων της γήρανσης. Τα αντιοξειδωτικά προστατεύουν τα κύτταρα από το οξειδωτικό στρες, ενώ οι αυξητικοί παράγοντες προάγουν την κυτταρική αναγέννηση και τη σύνθεση κολλαγόνου, βελτιώνοντας την ελαστικότητα και τη σφριγηλότητα του δέρματος (Playford et al., 2000).



Εικόνα 11: Colostrum luminous glow cream and colostrum hydrating mist (κρέμες για την επιδερμίδα με βάση το πρωτόγαλα) (<https://epicuren.com/products/colostrum-duo>).

Χρόνιες παθήσεις: Το πρωτόγαλα έχει αποδειχθεί ότι μπορεί να βοηθήσει στη διαχείριση και τη θεραπεία χρόνιων παθήσεων όπως ο διαβήτης τύπου 2 και η υπέρταση. Οι αυξητικοί παράγοντες και τα βιοενεργά πεπτίδια του πρωτογάλακτος βοηθούν στη ρύθμιση της γλυκόζης στο αίμα και στη βελτίωση της ευαισθησίας στην ινσουλίνη, ενώ οι αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες του συμβάλλουν στη μείωση της αρτηριακής πίεσης και της φλεγμονής των αγγείων (Carlsson et al., 2011).

Υγεία των οστών: Το πρωτόγαλα είναι πλούσιο σε ασβέστιο και φωσφόρο, δύο βασικά στοιχεία για την ανάπτυξη και τη διατήρηση της υγείας των οστών. Η τακτική κατανάλωση πρωτογάλακτος μπορεί να συμβάλει στην πρόληψη της οστεοπόρωσης και στη βελτίωση της οστικής πυκνότητας, ειδικά σε άτομα μεγαλύτερης ηλικίας (Kelly, 2003).



Εικόνα 12: Πρωτόγαλα σε υγρή μορφή (<https://www.omegapharmacy.gr>).

Συνολικά, το πρωτόγαλα προσφέρει πολυάριθμα οφέλη για την υγεία και την ευεξία, καθιστώντας το ένα πολύτιμο φυσικό προϊόν με ευρεία εφαρμογή σε διάφορους τομείς της υγείας. Οι σύγχρονες έρευνες συνεχίζουν να αναδεικνύουν νέες πτυχές των ευεργετικών επιδράσεων του πρωτογάλακτος, ενισχύοντας την θέση του ως ένα εξαιρετικά ωφέλιμο διατροφικό συμπλήρωμα και συστατικό για την προαγωγή της υγείας και της ευεξίας (Yalçintaş et al., 2024).

Κεφάλαιο 4^ο Χρήσεις του Πρωτογάλακτος

4.1 Χρήση ως τρόφιμο

Το πρωτόγαλα, λόγω της πλούσιας θρεπτικής του σύνθεσης και των πολυάριθμων ευεργετικών ιδιοτήτων του, έχει ευρέως χρησιμοποιηθεί ως τρόφιμο σε διάφορες μορφές. Το βόειο πρωτόγαλα, ιδιαίτερα, είναι δημοφιλές σε πολλές πολιτισμούς και έχει ενσωματωθεί σε μια ποικιλία διατροφικών προϊόντων.

Σε πολλές παραδοσιακές κοινωνίες, το πρωτόγαλα καταναλώνεται φρέσκο αμέσως μετά την άλμεξη. Οι υψηλές συγκεντρώσεις πρωτεϊνών, βιταμινών και ανόργανων συστατικών το καθιστούν ιδανικό για την υποστήριξη της υγείας και της ανάπτυξης των νεογέννητων ζώων και ανθρώπων. Επιπλέον, το φρέσκο πρωτόγαλα χρησιμοποιείται συχνά σε παραδοσιακές συνταγές, όπως σούπες και ποτά, για την ενίσχυση της θρεπτικής αξίας (Stelwagen et al., 2009).



Εικόνα 8: (Bari/Posu)-(Ginnu/Kharvas): παραδοσιακά γλυκά με την προσθήκη πρωτογάλατος ([Foodies' Fun: Bari \(Colostrum milk sweet dish\) \(simplycookandfun.blogspot.com\)](#) : [GINNU RECIPE / JUNNU RECIPE / KHARVAS RECIPE / POSU RECIPE - Cook with Smile \(smithakalluraya.com\)](#))).

Το αποξηραμένο πρωτόγαλα είναι μια άλλη δημοφιλής μορφή που χρησιμοποιείται ευρέως στη βιομηχανία τροφίμων. Μέσω της διαδικασίας αποξήρανσης, το πρωτόγαλα μετατρέπεται σε σκόνη, διατηρώντας τις θρεπτικές και βιοενεργές του ιδιότητες. Η σκόνη

πρωτογάλακτος μπορεί να προστεθεί σε διάφορα τρόφιμα και ποτά, όπως γιαούρτια, μπάρες ενέργειας και πρωτεϊνικά ροφήματα, παρέχοντας έτσι τα οφέλη του πρωτογάλακτος με έναν εύκολο και πρακτικό τρόπο (Kelly, 2003).



Εικόνα 9: Σοκολάτα υγείας, η οποία περιέχει πρωτόγαλα (<https://www.emedishop.gr/product/healthybites>).

Στην Ευρώπη και σε άλλες περιοχές του κόσμου, το πρωτόγαλα χρησιμοποιείται επίσης στην παραγωγή τυριών και άλλων γαλακτοκομικών προϊόντων. Το πρωτόγαλα προσδίδει στα προϊόντα αυτά μια ιδιαίτερη γεύση και υφή, ενώ παράλληλα αυξάνει τη θρεπτική τους αξία (Yami et al., 2023).

Επιπλέον, το πρωτόγαλα έχει αρχίσει να χρησιμοποιείται και σε λειτουργικά τρόφιμα, τα οποία σχεδιάζονται για να προσφέρουν επιπρόσθετα οφέλη για την υγεία πέρα από τη βασική θρέψη. Τα λειτουργικά τρόφιμα που περιέχουν πρωτόγαλα έχουν δείξει ότι μπορούν να ενισχύσουν την ανοσολογική λειτουργία, να βελτιώσουν την εντερική υγεία και να υποστηρίξουν την αποκατάσταση μετά από άσκηση (Pakkanen & Aalto, 1997).

Συνολικά, η χρήση του πρωτογάλακτος ως τρόφιμο προσφέρει πολυάριθμα οφέλη για την υγεία, καθιστώντας το ένα πολύτιμο συστατικό σε διάφορες διατροφικές εφαρμογές. Η πλούσια θρεπτική του αξία και οι βιοενεργές του ιδιότητες συνεχίζουν να ενισχύουν την θέση του πρωτογάλακτος στη σύγχρονη διατροφή και την υγεία.

4.2 Χρήση ως συμπλήρωμα διατροφής για αθλητές

Το πρωτόγαλα έχει κερδίσει σημαντική δημοτικότητα ως συμπλήρωμα διατροφής για αθλητές λόγω της πλούσιας θρεπτικής του σύστασης και των ευεργετικών του επιδράσεων στην απόδοση και την αποκατάσταση. Οι αθλητές χρησιμοποιούν πρωτόγαλα για να βελτιώσουν την αντοχή, την δύναμη, και την ανάρρωσή τους μετά από έντονες προπονήσεις και αγώνες.



Εικόνα 10: Μορφές πρωτογάλατος σε σκόνη και κάψουλες που υπάρχουν στο εμπόριο για τους αθλητές. ([Buy Natural Bovine Colostrum Online](#) | [BodyBoost Colostrum Shop](#))

Ένα από τα κύρια οφέλη του πρωτογάλατος για τους αθλητές είναι η υψηλή περιεκτικότητά του σε πρωτεΐνες, οι οποίες είναι απαραίτητες για την ανάπτυξη και την αποκατάσταση των μυών. Το πρωτόγαλα περιέχει βιοενεργές πρωτεΐνες όπως οι ανοσοσφαιρίνες, η λακτοφερρίνη και οι αυξητικοί παράγοντες, οι οποίες συμβάλλουν στη βελτίωση της μυϊκής μάζας και της δύναμης (Brinkworth & Buckley, 2003). Αυτές οι πρωτεΐνες βοηθούν στην ταχεία αποκατάσταση των μυϊκών ινών μετά από την καταπόνηση της προπόνησης, μειώνοντας τον χρόνο ανάρρωσης και τον κίνδυνο τραυματισμών.

Όπως έχει προαναφερθεί, οι αυξητικοί παράγοντες που βρίσκονται στο πρωτόγαλα, όπως ο IGF-1 και ο TGF- β , παίζουν σημαντικό ρόλο στην αναγέννηση των ιστών και την ανάπτυξη των μυών. Ο IGF-1 προάγει την πρωτεϊνοσύνθεση και τη μυϊκή ανάπτυξη, ενώ ο TGF- β συμβάλλει στην επιδιόρθωση των μυϊκών βλαβών και στη μείωση της φλεγμονής (Playford et al., 2000). Αυτοί οι παράγοντες ενισχύουν την ικανότητα των αθλητών να

αναρρώνουν γρηγορότερα και να διατηρούν υψηλά επίπεδα απόδοσης (Yalcintas et al., 2024).

Επιπλέον, το πρωτόγαλα περιέχει πρεβιοτικά και προβιοτικά συστατικά που προάγουν την υγεία του γαστρεντερικού συστήματος. Η υγιής εντερική χλωρίδα είναι κρίσιμη για την απορρόφηση των θρεπτικών ουσιών και τη συνολική υγεία των αθλητών. Τα πρεβιοτικά του πρωτογάλακτος υποστηρίζουν την ανάπτυξη ωφέλιμων βακτηρίων στο έντερο, βελτιώνοντας την πέψη και την απορρόφηση των πρωτεϊνών και των άλλων θρεπτικών συστατικών που είναι απαραίτητα για την απόδοση και την ανάρρωση (Buckley et al., 2010).

Οι σύγχρονες έρευνες υποστηρίζουν τη χρήση του πρωτογάλακτος ως συμπλήρωμα διατροφής για αθλητές, αναδεικνύοντας τα πολυάριθμα οφέλη του στην απόδοση, την αντοχή και την ανάρρωση. Η συμπερίληψη του πρωτογάλακτος στη διατροφή των αθλητών μπορεί να συμβάλει στη βελτίωση των αποτελεσμάτων τους και στην προαγωγή της συνολικής υγείας τους.

Πίνακας 7: Μερικές κλινικές εφαρμογές του πρωτογάλακτος σε αθλητές (Yalcintas et al, 2024).

ΟΜΑΔΑ-ΣΤΟΧΟΣ	ΔΟΣΗ & ΔΙΑΡΚΕΙΑ	ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ
Αθλητές	20g πρωτόγαλα/ ημέρα (σύνολο: 8 εβδομάδες)	Τυχαιοποιημένη ελεγχόμενη και διπλά τυφλή, ελεγχόμενη με εικονικό φάρμακο (πρωτεΐνη ορού γάλακτος σε μορφή σκόνης)	Αύξηση άλιπης μάζας +1,49kg
Σπρίντερ και άλτες	125mL πρωτόγαλα/ ημέρα, 8 ημέρες προπόνησης δύναμης και ταχύτητας με διαφορά 13 ημερών	Τυχαιοποιημένη, διπλή-τυφλή διασταυρούμενη μελέτη με εικονικό φάρμακο (πρωτεΐνη ορού γάλακτος σε υγρή μορφή)	Αυξημένα επίπεδα IGF-1, ανάπτυξη των μυών
35 δρομείς αποστάσεων	10g πρωτόγαλα/ ημέρα (σύνολο: 12 εβδομάδες)	Τυχαιοποιημένη, διπλή-τυφλή, ελεγχόμενης με εικονικό φάρμακο (μίγμα μαλτοδεξτρίνης με αποβουτυρωμένο γάλα	Αυξημένα επίπεδα s-IgA(79%), δυνητική μείωση των λοιμώξεων στους αθλητές

Κεφάλαιο 5^ο Αξιολόγηση της Ποιότητας του Πρωτογάλακτος

5.1 Μέθοδοι οπτικής αξιολόγησης

Η αξιολόγηση της ποιότητας του πρωτογάλακτος είναι ζωτικής σημασίας για να διασφαλιστεί ότι τα θρεπτικά και βιοενεργά συστατικά του παραμένουν σε υψηλά επίπεδα. Οι μέθοδοι οπτικής αξιολόγησης αποτελούν έναν από τους βασικούς τρόπους για τον έλεγχο της ποιότητας του πρωτογάλακτος. Αυτές οι μέθοδοι περιλαμβάνουν την παρατήρηση των φυσικών χαρακτηριστικών του, όπως το χρώμα, την υφή και την πυκνότητά του.

Το χρώμα του πρωτογάλακτος είναι ένα από τα πρώτα και πιο εύκολα παρατηρήσιμα χαρακτηριστικά που χρησιμοποιούνται για την αξιολόγησή του (Εικόνα 13). Το πρωτόγαλα συνήθως έχει ένα κιτρινωπό χρώμα, το οποίο οφείλεται στην παρουσία β-καροτίνης. Η ένταση του χρώματος μπορεί να υποδεικνύει την περιεκτικότητα σε καροτενοειδή και άλλες θρεπτικές ουσίες (Moore et al., 2005). Ένα πιο σκούρο ή ανοιχτότερο χρώμα από το φυσιολογικό μπορεί να υποδηλώνει την παρουσία ακαθαρσιών ή τη μείωση της θρεπτικής αξίας του πρωτογάλακτος.

Η υφή του πρωτογάλακτος είναι επίσης σημαντική για την αξιολόγηση της ποιότητάς του. Το πρωτόγαλα πρέπει να έχει μια παχύρρευστη και κολλώδη υφή. Μια πολύ υδαρής ή πολύ πηχτή υφή μπορεί να υποδεικνύει προβλήματα στην ποιότητα, όπως η ακατάλληλη αποθήκευση ή η λήξη της θρεπτικής αξίας του (Godhia & Patel, 2013). Η υφή μπορεί να επηρεαστεί από τη θερμοκρασία και τον τρόπο επεξεργασίας του πρωτογάλακτος.

Η πυκνότητα του πρωτογάλακτος αποτελεί έναν άλλον παράγοντα που μπορεί να αξιολογηθεί οπτικά. Η υψηλή πυκνότητα συνήθως σημαίνει υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες και άλλα στερεά στοιχεία. Η πυκνότητα μπορεί να ελεγχθεί με τη χρήση ειδικών οργάνων, αλλά και οπτικά μπορεί να παρατηρηθεί αν το πρωτόγαλα είναι πυκνότερο από το κανονικό γάλα (Stelwagen et al., 2009).

Επιπλέον, η οσμή του πρωτογάλακτος μπορεί να αποτελέσει έναν χρήσιμο δείκτη της ποιότητάς του. Το φρέσκο πρωτόγαλα έχει μια χαρακτηριστική μυρωδιά που δεν είναι δυσάρεστη. Αλλαγές στην οσμή μπορεί να υποδηλώνουν την παρουσία βακτηρίων ή την αλλοίωση του πρωτογάλακτος (Kelly, 2003).

Η οπτική αξιολόγηση του πρωτογάλακτος, αν και βασική, αποτελεί σημαντικό βήμα για την αρχική εκτίμηση της ποιότητάς του. Παρέχει μια άμεση και γρήγορη μέθοδο ελέγχου που μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με άλλες, πιο λεπτομερείς μεθόδους ανάλυσης για να εξασφαλιστεί η θρεπτική του αξία και η ασφάλειά του για κατανάλωση.

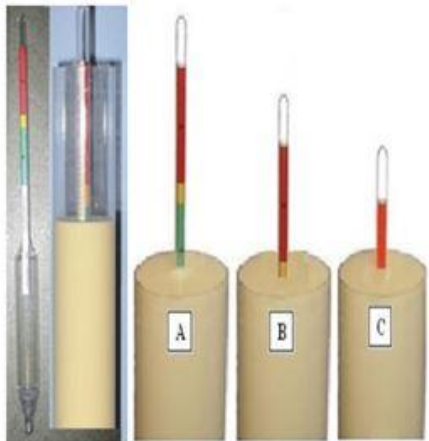


Εικόνα 13: Δείγματα πρωτογάλακτος σε δοχεία ώστε να γίνει παρατήρηση χρώματος και καθαρότητας. ([Intabiotech SL - Colostrum FAQs](#))

5.2 Χρήση κολοστρομέτρου και διαθλασίμετρου

Η αξιολόγηση της ποιότητας του πρωτογάλακτος είναι κρίσιμη για να διασφαλιστεί ότι διατηρούνται οι θρεπτικές και βιοενεργές ιδιότητές του. Δύο κοινές μέθοδοι για την αξιολόγηση της ποιότητας του πρωτογάλακτος είναι η χρήση του κολοστρομέτρου και του διαθλασίμετρου. Αυτά τα εργαλεία παρέχουν ακριβείς μετρήσεις που βοηθούν στον προσδιορισμό της θρεπτικής αξίας και της καταλληλότητας του πρωτογάλακτος για κατανάλωση.

Κολοστρομέτρο: Είναι ένας γυάλινος πλωτήρας βυθισμένος σε ένα κύλινδρο που περιέχει πρωτόγαλα. Είναι ένα πολύ απλό και χαμηλού κόστους όργανο για την παροχή εκτίμησης της ποιότητας πρωτογάλακτος. Έχει σχεδιαστεί για να επιπλέει στο δείγμα (αρχή άνωσης) και να μετρά την ποιότητα πρωτογάλακτος (επίπεδο IgG στο δείγμα) με την χρήση του έγχρωμου γραφήματος που διαθέτει (Εικόνα 14). Τα πράσινα δείγματα (Α) περιέχουν περισσότερα από 50 IgG (έως 140mg/mL) και θεωρείται πρωτόγαλα καλής ποιότητας. Οι κίτρινες μετρήσεις (Β) κυμαίνονται από 20-50mg/mL με αυτό το πρωτόγαλα να χρησιμοποιείται με προσοχή ή ως έσχατη λύση. Ενώ οι τιμές του κόκκινου (C) πέφτουν κάτω από 20mg/mL και θεωρείται ακατάλληλο (El-Loly, 2022).



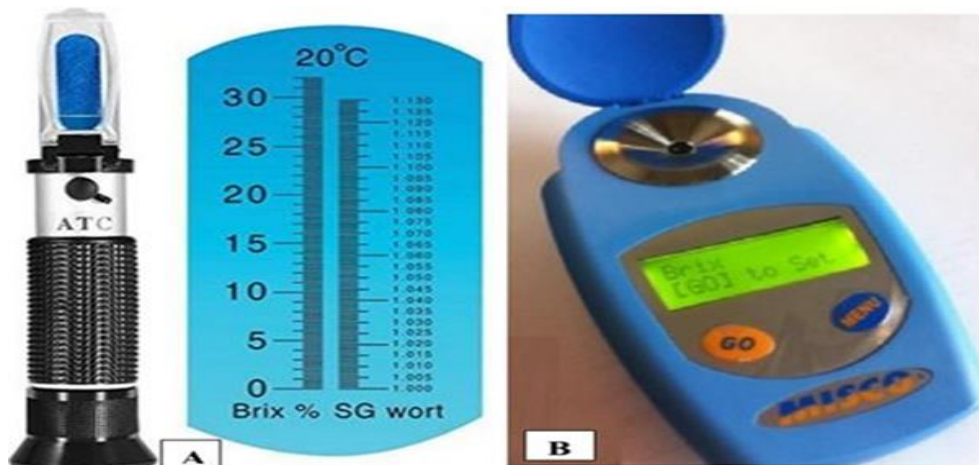
Εικόνα 14: Μέτρηση πρωτογάλατος με την χρήση κολοστρομέτρου (El-Loly, 2022).

Διαθλασίμετρο: Το διαθλασίμετρο είναι ένα άλλο εργαλείο που χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση της ποιότητας του πρωτογάλατος μέσω της μέτρησης της διαθλαστικότητας, η οποία σχετίζεται με την περιεκτικότητα σε στερεά συστατικά, όπως πρωτεΐνες και σάκχαρα. Το διαθλασίμετρο λειτουργεί με τη μέτρηση του δείκτη διάθλασης του πρωτογάλατος, παρέχοντας μια ένδειξη της συγκέντρωσης των στερεών συστατικών του.

Για τη χρήση του διαθλασίμετρου, μια μικρή ποσότητα πρωτογάλατος τοποθετείται στην επιφάνεια μέτρησης του οργάνου και η διαθλαστικότητα μετράται μέσω της αλλαγής στην κατεύθυνση του φωτός που διέρχεται από το δείγμα. Το διαθλασίμετρο παρέχει άμεσες και ακριβείς μετρήσεις, επιτρέποντας την ταχεία αξιολόγηση της ποιότητας του πρωτογάλατος (Bielmann et al., 2010).

Η χρήση του κολοστρομέτρου και του διαθλασίμετρου προσφέρει πολλαπλά πλεονεκτήματα. Αυτά τα εργαλεία είναι εύκολα στη χρήση, παρέχουν άμεσες μετρήσεις και μπορούν να χρησιμοποιηθούν στο πεδίο ή σε εργαστηριακές συνθήκες. Επιπλέον, οι μετρήσεις που παρέχουν μπορούν να βοηθήσουν τους παραγωγούς γάλακτος και τους κτηνοτρόφους να εξασφαλίσουν ότι το πρωτόγαλα που δίνεται στα νεογέννητα ζώα είναι υψηλής ποιότητας, συμβάλλοντας στην καλύτερη υγεία και ανάπτυξή τους (Morrill et al., 2012).

Συνολικά, η χρήση του κολοστρομέτρου και του διαθλασίμετρου αποτελεί σημαντικό μέρος της διαδικασίας αξιολόγησης της ποιότητας του πρωτογάλακτος, εξασφαλίζοντας ότι διατηρούνται τα υψηλά πρότυπα θρεπτικής αξίας και βιοενεργών ιδιοτήτων.



Εικόνα 15: A. Οπτικό διαθλασίμετρο, B. Ψηφιακό διαθλασίμετρο (<https://www.pubtexto.com/journals/journal-of-food-technology-and-preservation/vfulltext/colostrum-quality-evaluationbrief-overview>).

5.3 Εργαστηριακές μέθοδοι

Οι εργαστηριακές μέθοδοι παρέχουν ακριβείς και αξιόπιστες μετρήσεις της σύστασης του πρωτογάλακτος, καθιστώντας τις απαραίτητες για την αξιολόγηση της ποιότητάς του. Δύο από τις πιο κοινές εργαστηριακές μεθόδους που χρησιμοποιούνται για την ανάλυση του πρωτογάλακτος είναι η ακτινωτή ανοσοδιάχυση (RID) και η ενζυμική ανοσοπροσροφητική δοκιμή (ELISA).

Ακτινωτή ανοσοδιάχυση (RID): Η RID είναι μια μέθοδος που χρησιμοποιείται ευρέως για την ποσοτική ανάλυση των ανοσοσφαιρινών στο πρωτόγαλα. Η RID βασίζεται στην αρχή της διάχυσης αντιγόνων και αντισωμάτων σε μια γέλη, όπου σχηματίζονται καθορισμένες ζώνες καθίζησης. Το μέγεθος αυτών των ζωνών είναι ανάλογο της συγκέντρωσης των ανοσοσφαιρινών στο δείγμα (Butler, 2006). Για τη διαδικασία, μια συγκεκριμένη ποσότητα πρωτογάλακτος τοποθετείται σε πηγάδια που έχουν κοπεί σε μια γέλη που περιέχει αντισώματα κατά των ανοσοσφαιρινών. Μετά από μια περίοδο επώασης,

οι ζώνες καθίζησης μετρώνται και συγκρίνονται με πρότυπα για να προσδιοριστεί η συγκέντρωση των ανοσοσφαιρινών.

Ενζυμική ανοσοπροσροφητική δοκιμή (ELISA): Η ELISA είναι μια άλλη ευρέως χρησιμοποιούμενη μέθοδος για την ανάλυση της σύστασης του πρωτογάλακτος, ιδιαίτερα για την ποσοτική μέτρηση των ανοσοσφαιρινών και άλλων πρωτεϊνών. Η ELISA βασίζεται στην ειδική σύνδεση αντιγόνου-αντισώματος και στη χρήση ενζυμικών αντιδράσεων για την ανίχνευση και τη μέτρηση των συγκεκριμένων πρωτεϊνών (Crowther, 2000). Υπάρχουν διάφοροι τύποι ELISA, όπως η άμεση, η έμμεση και η sandwich ELISA. Στη sandwich ELISA, για παράδειγμα, τα αντισώματα προσδένονται σε μια στερεή επιφάνεια και τα δείγματα πρωτογάλακτος προστίθενται για να συνδεθούν με τα αντισώματα. Στη συνέχεια, προστίθεται ένα δεύτερο αντίσωμα που είναι συνδεδεμένο με ένα ένζυμο. Το ένζυμο αυτό, μέσω μιας χρωμογονικής αντίδρασης, παράγει ένα μετρήσιμο σήμα που είναι ανάλογο της συγκέντρωσης της πρωτεΐνης στο δείγμα (Engvall, 1980).



Εικόνα 16: Το kit ELISA IgG βοοειδών για τον ποσοτικό προσδιορισμό της ολικής IgG βοοειδών σε βιολογικά δείγματα (<https://www.icllab.com/elisa-kits/bovine-igg-elisa-kit-e-10g.html>).

Οι εργαστηριακές μέθοδοι όπως η RID και η ELISA παρέχουν ακριβείς και αξιόπιστες μετρήσεις της σύστασης του πρωτογάλακτος. Αυτές οι μέθοδοι είναι απαραίτητες για την αξιολόγηση της ποιότητας του πρωτογάλακτος και τη διασφάλιση ότι τα θρεπτικά και ανοσολογικά του συστατικά διατηρούνται σε υψηλά επίπεδα. Οι πληροφορίες που παρέχονται από αυτές τις αναλύσεις βοηθούν τους παραγωγούς και τους κτηνοτρόφους να

βελτιώσουν τις πρακτικές τους και να εξασφαλίσουν την υγεία και την ανάπτυξη των νεογέννητων ζώων.

Κεφάλαιο 6^ο Παράγοντες που Επηρεάζουν την Ποιότητα του Πρωτογάλακτος

6.1 Γενετικοί παράγοντες

Η ποιότητα του πρωτογάλακτος επηρεάζεται από μια σειρά γενετικών παραγόντων, οι οποίοι καθορίζουν τη σύσταση και την αποτελεσματικότητά του. Οι γενετικοί παράγοντες που επηρεάζουν την ποιότητα του πρωτογάλακτος περιλαμβάνουν τη φυλή των ζώων, τις γενετικές διαφορές μεταξύ τους, και τη γενετική επιλογή για συγκεκριμένα χαρακτηριστικά.

Η φυλή των ζώων είναι ένας σημαντικός γενετικός παράγοντας που επηρεάζει την ποιότητα του πρωτογάλακτος. Διάφορες φυλές αγελάδων παράγουν πρωτόγαλα με διαφορετικές συγκεντρώσεις θρεπτικών και ανοσολογικών συστατικών. Για παράδειγμα, οι φυλές Jersey και Holstein έχουν αναφερθεί ότι παράγουν πρωτόγαλα με υψηλότερες συγκεντρώσεις ανοσοσφαιρινών σε σύγκριση με άλλες φυλές (Fleenor & Stott, 1980; Morin et al., 2010). Αυτές οι διαφορές οφείλονται σε μεγάλο βαθμό στις γενετικές ιδιαιτερότητες κάθε φυλής και στις διαφορές στην παραγωγή και τη σύνθεση του γάλακτος.

Επιπλέον, οι γενετικές διαφορές μεταξύ ατόμων της ίδιας φυλής μπορούν επίσης να επηρεάσουν την ποιότητα του πρωτογάλακτος. Τα επίπεδα ανοσοσφαιρινών και άλλων θρεπτικών συστατικών στο πρωτόγαλα μπορεί να διαφέρουν σημαντικά μεταξύ ατόμων, ακόμα και αν ανήκουν στην ίδια φυλή και έχουν παρόμοιες συνθήκες διατροφής και φροντίδας (Morrill et al., 2012). Αυτές οι διαφορές μπορεί να οφείλονται σε γενετικές παραλλαγές που επηρεάζουν τη βιοσύνθεση και την έκκριση των πρωτεϊνών και άλλων συστατικών του πρωτογάλακτος.

Η γενετική επιλογή είναι ένα εργαλείο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη βελτίωση της ποιότητας του πρωτογάλακτος. Μέσω της επιλογής για συγκεκριμένα γενετικά χαρακτηριστικά, οι κτηνοτρόφοι μπορούν να αυξήσουν τη συγκέντρωση ανοσοσφαιρινών και άλλων θρεπτικών συστατικών στο πρωτόγαλα. Η επιλογή για υψηλότερη παραγωγή γάλακτος και καλύτερη υγεία του μαστού είναι επίσης σημαντική, καθώς αυτά τα

χαρακτηριστικά σχετίζονται άμεσα με την ποιότητα του πρωτογάλακτος (Hansen et al., 2004).

Οι γενετικοί παράγοντες μπορούν επίσης να επηρεάσουν την αντοχή των ζώων σε ασθένειες και τις ανοσολογικές τους αποκρίσεις. Ζώα με καλύτερη γενετική προδιάθεση για ανοσολογική αντίδραση παράγουν πρωτόγαλα με υψηλότερες συγκεντρώσεις ανοσοσφαιρινών, παρέχοντας έτσι καλύτερη προστασία στα νεογένητα (Meyer et al., 2001).

Συνολικά, οι γενετικοί παράγοντες διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο στην ποιότητα του πρωτογάλακτος. Μέσω της κατανόησης και της αξιοποίησης αυτών των παραγόντων, οι κτηνοτρόφοι μπορούν να βελτιώσουν τη θρεπτική αξία και την ανοσολογική προστασία που παρέχει το πρωτόγαλα, εξασφαλίζοντας έτσι την υγεία και την ανάπτυξη των νεογέννητων ζώων.

6.2 Περιβαλλοντικοί και διατροφικοί παράγοντες

Η ποιότητα του πρωτογάλακτος επηρεάζεται σημαντικά από περιβαλλοντικούς και διατροφικούς παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν τη σύστασή του και την αποτελεσματικότητά του. Αυτοί οι παράγοντες περιλαμβάνουν τη διατροφή των αγελάδων, τις συνθήκες διαβίωσης, τη διαχείριση της υγείας των ζώων και τις κλιματικές συνθήκες.

Η διατροφή των αγελάδων είναι ένας από τους πιο σημαντικούς παράγοντες που επηρεάζουν την ποιότητα του πρωτογάλακτος. Μια ισορροπημένη και πλούσια σε θρεπτικά συστατικά διατροφή μπορεί να αυξήσει την περιεκτικότητα του πρωτογάλακτος σε πρωτεΐνες, λιπαρά, βιταμίνες και ανόργανα συστατικά. Η προσθήκη συμπληρωμάτων, όπως βιταμίνες και μέταλλα, στη διατροφή των αγελάδων μπορεί να βελτιώσει την ποιότητα του πρωτογάλακτος και να ενισχύσει την ανοσολογική απόκριση των νεογέννητων μοσχαριών (Gaucheron, 2011). Η χρήση υψηλής ποιότητας σιτηρών και χορτονομής, καθώς και η αποφυγή μυκοτοξινών και άλλων μολυσματικών ουσιών, είναι επίσης κρίσιμη για τη διασφάλιση της υψηλής ποιότητας του πρωτογάλακτος (Nokusheva, 2023).

Οι συνθήκες διαβίωσης και η διαχείριση της υγείας των αγελάδων παίζουν επίσης σημαντικό ρόλο στην ποιότητα του πρωτογάλακτος. Οι αγελάδες που ζουν σε καθαρές και άνετες συνθήκες είναι πιθανότερο να παράγουν πρωτόγαλα υψηλότερης ποιότητας. Η καλή διαχείριση της υγείας, συμπεριλαμβανομένου του εμβολιασμού και της πρόληψης των ασθενειών, βοηθά στην παραγωγή πρωτογάλακτος με υψηλότερη περιεκτικότητα σε ανοσοσφαιρίνες και άλλα θρεπτικά συστατικά (Godden, 2008). Επιπλέον, το στρες που προκαλείται από κακές συνθήκες διαβίωσης μπορεί να επηρεάσει αρνητικά την ποιότητα του πρωτογάλακτος, μειώνοντας τα επίπεδα των ανοσοσφαιρινών και άλλων βιοενεργών συστατικών (Moore et al., 2005).

Οι κλιματικές συνθήκες μπορούν επίσης να επηρεάσουν την ποιότητα του πρωτογάλακτος. Υψηλές θερμοκρασίες και υγρασία μπορούν να προκαλέσουν θερμικό στρες στις αγελάδες, το οποίο μπορεί να επηρεάσει αρνητικά την παραγωγή και την ποιότητα του πρωτογάλακτος (Collier et al., 2006). Το θερμικό στρες μπορεί να μειώσει την πρόσληψη τροφής και νερού από τις αγελάδες, επηρεάζοντας τη θρεπτική τους κατάσταση και, κατά συνέπεια, την ποιότητα του πρωτογάλακτος.

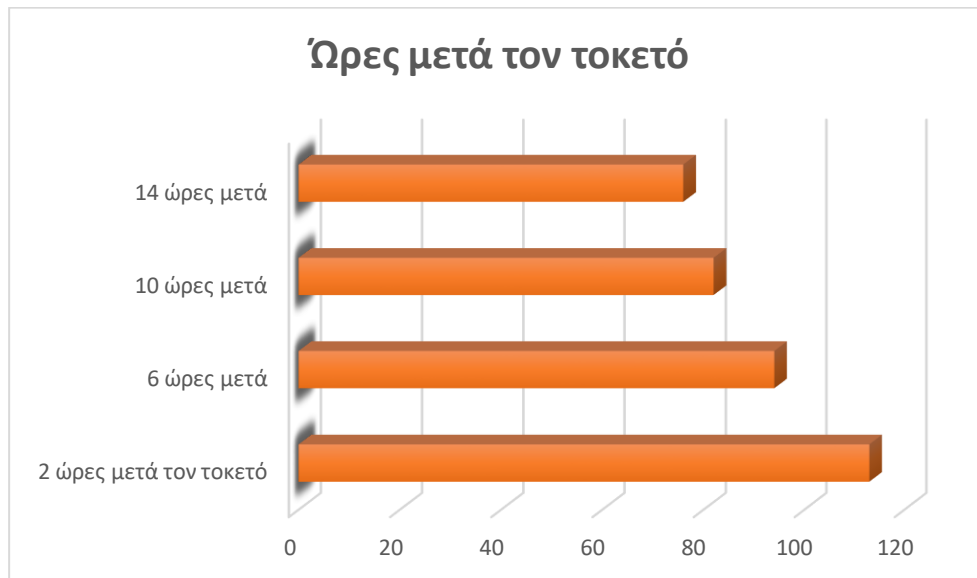
Η διαχείριση της άλμεξης και της αποθήκευσης του πρωτογάλακτος είναι επίσης κρίσιμη για τη διασφάλιση της ποιότητάς του. Η άμεση συλλογή και ψύξη του πρωτογάλακτος μετά την άλμεξη βοηθά στη διατήρηση των θρεπτικών και βιοενεργών συστατικών του. Η αποθήκευση σε κατάλληλες συνθήκες ψύξης μειώνει τον κίνδυνο ανάπτυξης βακτηρίων και την απώλεια θρεπτικών ουσιών (Godden et al., 2006).

Συνολικά, οι περιβαλλοντικοί και διατροφικοί παράγοντες διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο στην ποιότητα του πρωτογάλακτος. Η κατάλληλη διαχείριση της διατροφής και των συνθηκών διαβίωσης των αγελάδων, καθώς και η σωστή διαχείριση της άρμεξης και της αποθήκευσης του πρωτογάλακτος, μπορούν να συμβάλουν στη διασφάλιση της υψηλής ποιότητάς του και στην προαγωγή της υγείας των νεογέννητων ζώων.

6.3 Διαδικασία άλμεξης

Η διαδικασία άλμεξης και αποθήκευσης του πρωτογάλακτος είναι κρίσιμη για τη διατήρηση της ποιότητάς του και των θρεπτικών του ιδιοτήτων. Για να διασφαλιστεί ότι

το πρωτόγαλα διατηρεί τις υψηλές συγκεντρώσεις ανοσοσφαιρινών και άλλων βιοενεργών συστατικών, η άλμεξη πρέπει να γίνεται το συντομότερο δυνατό μετά τον τοκετό, καθώς η ποιότητα μεταβάλλεται γρήγορα τις πρώτες μέρες (Πίνακας 5).



Πίνακας 5: Επίδραση της καθυστερημένης συλλογής πρωτογάλατος μετά τον τοκετό στην συγκέντρωση IgG (% ελέγχου) του πρωτογάλατος σε αγελάδες Holstein (Moore et al, 2005).

Η χρήση επίσης καθαρών και αποστειρωμένων εργαλείων είναι απαραίτητη για την αποφυγή της μόλυνσης, καθώς οποιαδήποτε καθυστέρηση μπορεί να οδηγήσει στη μείωση της ποιότητας (Quigley et al., 2013). Μετά την άλμεξη, το πρωτόγαλα πρέπει να ψύχεται άμεσα σε θερμοκρασία περίπου 4°C για να διατηρηθεί η θρεπτική του αξία και να μειωθεί η ανάπτυξη βακτηρίων. Η παστερίωση σε χαμηλή θερμοκρασία (60°C για 30 λεπτά) αποτελεί την προτιμώμενη μέθοδο επεξεργασίας, καθώς επιτρέπει την εξάλειψη των παθογόνων μικροοργανισμών χωρίς να καταστρέφονται τα ευαίσθητα συστατικά, όπως οι ανοσοσφαιρίνες (Morrill et al., 2012). Η διασφάλιση υγιεινής και αποστείρωσης σε όλα τα στάδια είναι καθοριστική για τη διατήρηση της ασφάλειας και της θρεπτικής αξίας του πρωτογάλακτος.

Κεφάλαιο 7^ο Επεξεργασία και Διατήρηση του Πρωτογάλακτος

7.1 Διαδικασίες συλλογής και φιλτραρίσματος

Η σωστή συλλογή και το φιλτράρισμα του πρωτογάλακτος είναι κρίσιμα στάδια για τη διασφάλιση της ποιότητας και της θρεπτικής αξίας του. Αυτές οι διαδικασίες πρέπει να εκτελούνται με μεγάλη προσοχή για να αποφευχθεί η μόλυνση και να διατηρηθούν τα ευαίσθητα συστατικά του πρωτογάλακτος.

Η διαδικασία συλλογής του πρωτογάλακτος ξεκινά αμέσως μετά τον τοκετό της αγέλαδας. Είναι σημαντικό το πρωτόγαλα να συλλέγεται το συντομότερο δυνατό, καθώς η περιεκτικότητα σε ανοσοσφαιρίνες και άλλα βιοενεργά συστατικά μειώνεται με την πάροδο του χρόνου (Morin et al., 2010). Η συλλογή πρέπει να γίνεται σε καθαρά και αποστειρωμένα δοχεία για να αποφευχθεί η μόλυνση από βακτήρια και άλλους παθογόνους μικροοργανισμούς (Goddén, 2008).

Μετά τη συλλογή, το πρωτόγαλα πρέπει να φιλτραριστεί για να απομακρυνθούν τα σωματίδια και οι ακαθαρσίες. Το φιλτράρισμα μπορεί να γίνει χρησιμοποιώντας φίλτρα χαμηλής πίεσης που είναι ειδικά σχεδιασμένα για γαλακτοκομικά προϊόντα. Αυτά τα φίλτρα αφαιρούν τα μεγάλα σωματίδια χωρίς να επηρεάζουν την περιεκτικότητα σε ανοσοσφαιρίνες και άλλα ευαίσθητα συστατικά (González-Chavira et al., 2020). Το φιλτράρισμα είναι ιδιαίτερα σημαντικό για να εξασφαλιστεί ότι το πρωτόγαλα είναι κατάλληλο για κατανάλωση από νεογέννητα ζώα και ανθρώπους.

Η υγιεινή κατά τη διάρκεια της συλλογής και του φιλτραρίσματος είναι απαραίτητη για τη διασφάλιση της ποιότητας του πρωτογάλακτος. Όλα τα εργαλεία και τα δοχεία που χρησιμοποιούνται πρέπει να καθαρίζονται και να αποστειρώνονται προσεκτικά πριν και μετά τη χρήση. Η αποστείρωση μπορεί να γίνει με τη χρήση απολυμαντικών ή με ατμό, εξασφαλίζοντας ότι όλα τα μικρόβια εξαλείφονται (Kehoe et al., 2007).

Μετά τη συλλογή και το φιλτράρισμα, το πρωτόγαλα πρέπει να ψύχεται γρήγορα για να διατηρηθεί η ποιότητά του. Η ταχεία ψύξη σε θερμοκρασία περίπου 4°C είναι απαραίτητη για να αποτραπεί η ανάπτυξη βακτηρίων και η υποβάθμιση των θρεπτικών συστατικών

(Godden et al., 2006). Η ψύξη πρέπει να γίνεται αμέσως μετά τη συλλογή και το φιλτράρισμα για να διασφαλιστεί ότι το πρωτόγαλα παραμένει φρέσκο και θρεπτικό.

Η αποθήκευση του πρωτογάλακτος σε ψυκτικά μέσα είναι απαραίτητη για τη διατήρηση της ποιότητάς του. Το πρωτόγαλα μπορεί να αποθηκευτεί σε ψυκτικά δοχεία ή να καταψυχθεί για μακροχρόνια διατήρηση. Η κατάψυξη σε θερμοκρασίες κάτω των -20°C μπορεί να διατηρήσει την ποιότητα του πρωτογάλακτος για αρκετούς μήνες, αλλά η απόψυξη πρέπει να γίνεται προσεκτικά για να αποφευχθεί η απώλεια των θρεπτικών συστατικών (Moore et al., 2005).

Συνολικά, η σωστή διαδικασία συλλογής και φιλτραρίσματος είναι ζωτικής σημασίας για τη διατήρηση της υψηλής ποιότητας του πρωτογάλακτος. Η τήρηση των κανόνων υγιεινής, η χρήση αποστειρωμένων εργαλείων και η διαχείριση της θερμοκρασίας είναι βασικά στοιχεία για την εξασφάλιση ότι το πρωτόγαλα παραμένει ασφαλές και θρεπτικό για κατανάλωση.

7.2 Μέθοδοι ψύξης και παστερίωσης

Η σωστή ψύξη και παστερίωση του πρωτογάλακτος είναι κρίσιμες για τη διατήρηση της ποιότητάς του και την πρόληψη της ανάπτυξης παθογόνων μικροοργανισμών. Αυτές οι μέθοδοι επεξεργασίας εξασφαλίζουν ότι το πρωτόγαλα παραμένει ασφαλές και θρεπτικό για κατανάλωση, είτε πρόκειται για ανθρώπους είτε για ζώα.

Μέθοδοι ψύξης: Η ψύξη είναι η πρώτη και σημαντική μέθοδος για τη διατήρηση της ποιότητας του πρωτογάλακτος αμέσως μετά τη συλλογή του. Το πρωτόγαλα πρέπει να ψύχεται γρήγορα σε θερμοκρασία περίπου 4°C για να περιοριστεί η βακτηριακή ανάπτυξη και να διατηρηθούν οι βιοενεργές ιδιότητές του. Η γρήγορη ψύξη είναι απαραίτητη για την αποφυγή της υποβάθμισης των ανοσοσφαιρινών και άλλων θρεπτικών συστατικών (Godden et al., 2006).

Η χρήση ψυγείων και ψυκτικών θαλάμων είναι συνήθης πρακτική για την αποθήκευση του πρωτογάλακτος σε γαλακτοκομικές μονάδες. Η συνεχής παρακολούθηση της θερμοκρασίας είναι κρίσιμη για να διασφαλιστεί ότι το πρωτόγαλα διατηρείται σε ιδανικές συνθήκες. Επιπλέον, η κατάψυξη του πρωτογάλακτος σε θερμοκρασίες κάτω των -20°C

μπορεί να παρατείνει τη διάρκεια ζωής του για αρκετούς μήνες, διατηρώντας παράλληλα τις θρεπτικές του ιδιότητες (Moore et al., 2005).



Εικόνα 17: Ψυκτικοί θάλαμοι διατήρησης πρωτογάλατος (<https://smartcalfco.net>).

Μέθοδοι παστερίωσης: Η παστερίωση είναι μια διαδικασία που χρησιμοποιείται για την εξάλειψη των παθογόνων μικροοργανισμών από το πρωτόγαλα χωρίς να επηρεάζονται σημαντικά οι θρεπτικές και ανοσολογικές ιδιότητές του. Υπάρχουν διάφορες μέθοδοι παστερίωσης, αλλά οι πιο συνήθεις είναι η παστερίωση σε χαμηλή θερμοκρασία για μεγάλο χρόνο (LTLT) και η παστερίωση σε υψηλή θερμοκρασία για σύντομο χρόνο (HTST).

- **LTLT (Low-Temperature Long-Time):** Αυτή η μέθοδος περιλαμβάνει τη θέρμανση του πρωτογάλακτος στους 60°C για 30 λεπτά. Αυτή η θερμοκρασία είναι αρκετά χαμηλή ώστε να διατηρήσει τις ανοσοσφαιρίνες και άλλες βιοενεργές πρωτεΐνες ενώ εξαλείφει τους παθογόνους μικροοργανισμούς. Η LTLT είναι αποτελεσματική για τη διατήρηση της ποιότητας του πρωτογάλακτος, αλλά απαιτεί περισσότερο χρόνο σε σύγκριση με άλλες μεθόδους (Godden et al., 2006).

- **HTST (High-Temperature Short-Time):** Αυτή η μέθοδος περιλαμβάνει τη θέρμανση του πρωτογάλακτος στους 72°C για 15 δευτερόλεπτα. Η HTST είναι αποτελεσματική για την εξάλειψη των περισσότερων βακτηρίων και παθογόνων και είναι ταχύτερη από την

LTLT. Ωστόσο, μπορεί να προκαλέσει μεγαλύτερη υποβάθμιση ορισμένων ευαίσθητων βιοενεργών συστατικών (McMartin et al., 2006).

Η χρήση των κατάλληλων μεθόδων ψύξης και παστερίωσης είναι κρίσιμη για τη διασφάλιση της ποιότητας και της ασφάλειας του πρωτογάλακτος. Αυτές οι διαδικασίες βοηθούν στην πρόληψη της ανάπτυξης βακτηρίων και στη διατήρηση των θρεπτικών και ανοσολογικών ιδιοτήτων του πρωτογάλακτος, καθιστώντας το ασφαλές και ωφέλιμο για κατανάλωση.

7.3 Ξήρανση και αποθήκευση

Η ξήρανση και η αποθήκευση του πρωτογάλακτος αποτελούν σημαντικά βήματα στη διαδικασία επεξεργασίας, καθώς διασφαλίζουν τη μακροχρόνια διατήρηση της ποιότητας και της θρεπτικής του αξίας. Αυτές οι μέθοδοι επιτρέπουν τη διατήρηση του πρωτογάλακτος σε σταθερή μορφή, καθιστώντας το πιο εύχρηστο και ανθεκτικό στις συνθήκες αποθήκευσης και μεταφοράς.

Μέθοδοι Ξήρανσης

Η ξήρανση του πρωτογάλακτος γίνεται κυρίως με τη χρήση της ξήρανσης με ψεκασμό (spray drying) και της λυοφιλίωσης (freeze drying).

- Ξήρανση με ψεκασμό: Αυτή η μέθοδος περιλαμβάνει τη ψεκασμό του υγρού πρωτογάλακτος σε ένα θερμαινόμενο θάλαμο, όπου το νερό εξατμίζεται γρήγορα, αφήνοντας πίσω του ξηρή σκόνη. Η ξήρανση με ψεκασμό είναι γρήγορη και αποτελεσματική, διατηρώντας την ποιότητα του πρωτογάλακτος και τις θρεπτικές του ιδιότητες. Η θερμοκρασία κατά τη διάρκεια της ξήρανσης είναι κρίσιμη, καθώς υπερβολική θερμότητα μπορεί να καταστρέψει ευαίσθητα συστατικά όπως οι ανοσοσφαιρίνες (Schuck et al., 2005).
- Λυοφιλίωση: Η λυοφιλίωση είναι μια μέθοδος ξήρανσης που χρησιμοποιεί χαμηλή θερμοκρασία και κενό για να αφαιρέσει το νερό από το πρωτόγαλα, χωρίς να προκαλεί θερμική βλάβη στα συστατικά του. Η λυοφιλίωση είναι πιο δαπανηρή και χρονοβόρα σε σύγκριση με την ξήρανση με ψεκασμό, αλλά διατηρεί καλύτερα τις βιοενεργές ιδιότητες του πρωτογάλακτος (Carroll & Forsberg, 2007).

Αποθήκευση

Η αποθήκευση του αποξηραμένου πρωτογάλακτος είναι ευκολότερη και πιο ασφαλής σε σύγκριση με την αποθήκευση του υγρού πρωτογάλακτος. Το αποξηραμένο πρωτόγαλα μπορεί να αποθηκευτεί σε σφραγισμένες συσκευασίες που προστατεύουν από την υγρασία και το φως. Είναι σημαντικό να φυλάσσεται σε δροσερό και ξηρό περιβάλλον για να αποτραπεί η απορρόφηση υγρασίας, η οποία μπορεί να οδηγήσει σε αλλοίωση (Linden et al., 2007).

Η διάρκεια ζωής του αποξηραμένου πρωτογάλακτος μπορεί να παραταθεί σημαντικά με σωστή αποθήκευση. Οι σύγχρονες τεχνικές συσκευασίας, όπως η χρήση συσκευασιών με ατμόσφαιρα ελεγχόμενης ατμόσφαιρας ή η χρήση σακουλών με αλουμινένια επίστρωση, μπορούν να προστατεύσουν το πρωτόγαλα από την υγρασία και το οξυγόνο, διατηρώντας την ποιότητά του για μήνες ή ακόμα και χρόνια (Fitzpatrick et al., 2004).

Συνολικά, η ξήρανση και η αποθήκευση του πρωτογάλακτος αποτελούν κρίσιμα βήματα στη διαδικασία επεξεργασίας που διασφαλίζουν τη μακροχρόνια διατήρηση της ποιότητας και της θρεπτικής αξίας του. Η σωστή διαχείριση αυτών των διαδικασιών είναι απαραίτητη για να εξασφαλιστεί ότι το πρωτόγαλα παραμένει ασφαλές και θρεπτικό για κατανάλωση.

Συμπεράσματα

Η ανάλυση της ποιότητας και των χρήσεων του πρωτογάλακτος αποκαλύπτει την πολυδιάστατη αξία του ως θρεπτικό και βιοενεργό προϊόν, απαραίτητο για την υγεία τόσο των νεογέννητων ζώων όσο και των ανθρώπων. Το πρωτόγαλα έχει χρησιμοποιηθεί από την αρχαιότητα για τις θρεπτικές και θεραπευτικές του ιδιότητες. Στη σύγχρονη εποχή, η επιστημονική έρευνα έχει επικυρώσει τα οφέλη του, καθιστώντας το πρωτόγαλα αναπόσπαστο μέρος της διατροφής και της ιατρικής. Η χρήση του πρωτογάλακτος έχει εδραιωθεί σε διάφορους πολιτισμούς και συνεχίζει να είναι αντικείμενο εκτενούς έρευνας για τις ευεργετικές του ιδιότητες (Godden, 2008; Kelly, 2003).

Το πρωτόγαλα είναι πλούσιο σε πρωτεΐνες, βιταμίνες, ανόργανα συστατικά και ανοσολογικά συστατικά. Οι ανοσοσφαιρίνες, η λακτοφερρίνη, οι αυξητικοί παράγοντες και τα πρεβιοτικά παίζουν κρίσιμο ρόλο στην ενίσχυση του ανοσοποιητικού συστήματος, την υποστήριξη της εντερικής υγείας και την πρόληψη παθολογικών καταστάσεων. Η σύνθεση του πρωτογάλακτος περιλαμβάνει βιοενεργές ουσίες που συμβάλλουν στην ανάπτυξη και προστασία των νεογέννητων, προσφέροντας μια ισχυρή βάση για την υγεία τους κατά τις πρώτες ημέρες της ζωής τους (Blum & Hammon, 2000; Playford et al., 2000).

Επιπλέον, προσφέρει πολυάριθμα οφέλη για την υγεία. Ενισχύει το ανοσοποιητικό σύστημα, υποστηρίζει το γαστρεντερικό σύστημα και βοηθά στην πρόληψη και θεραπεία παθολογικών καταστάσεων όπως νευρολογικές διαταραχές και λοιμώξεις. Η υψηλή περιεκτικότητα του σε ανοσοσφαιρίνες και άλλες ανοσολογικές πρωτεΐνες το καθιστούν εξαιρετικά αποτελεσματικό στην προστασία από λοιμώξεις. Επιπλέον, οι αυξητικοί παράγοντες που περιέχει συμβάλλουν στην αναγέννηση των ιστών και την ανάπτυξη των κυττάρων, ενώ τα πρεβιοτικά υποστηρίζουν την υγεία του εντέρου (El-Loly, 2022).

Η χρήση του πρωτογάλακτος ως τρόφιμο και ως συμπλήρωμα διατροφής για αθλητές είναι εξίσου σημαντική. Το πρωτόγαλα καταναλώνεται σε διάφορες μορφές, όπως φρέσκο, αποξηραμένο ή ως συστατικό σε λειτουργικά τρόφιμα. Οι αθλητές το χρησιμοποιούν για να βελτιώσουν την αντοχή, την απόδοση και την αποκατάσταση μετά την άσκηση. Οι θρεπτικές του ιδιότητες το καθιστούν ιδανικό για την υποστήριξη της μυϊκής ανάπτυξης

και την ταχεία ανάρρωση μετά από έντονη σωματική δραστηριότητα (Brinkworth & Buckley, 2003)

Η αξιολόγηση της ποιότητας του πρωτογάλακτος είναι κρίσιμη για να διασφαλιστεί ότι τα θρεπτικά και βιοενεργά του συστατικά διατηρούνται σε υψηλά επίπεδα. Οι μέθοδοι οπτικής αξιολόγησης, η χρήση κολοστρομέτρου και διαθλασίμετρου, καθώς και οι εργαστηριακές μέθοδοι όπως η RID και η ELISA παρέχουν ακριβείς μετρήσεις της σύστασης του πρωτογάλακτος. Αυτές οι μέθοδοι εξασφαλίζουν ότι το πρωτόγαλα είναι κατάλληλο για κατανάλωση και διατηρεί την υψηλή του ποιότητα (Bielmann et al., 2010; Crowther, 2000).

Οι γενετικοί, περιβαλλοντικοί και διατροφικοί παράγοντες επηρεάζουν επίσης την ποιότητα του πρωτογάλακτος. Η φυλή των ζώων, οι συνθήκες διαβίωσης, η διατροφή και η διαχείριση της υγείας των αγελάδων παίζουν σημαντικό ρόλο στην περιεκτικότητα και τη θρεπτική αξία του πρωτογάλακτος. Η σωστή διαχείριση της άλμεξης και της αποθήκευσης είναι επίσης κρίσιμη για να διασφαλιστεί ότι το πρωτόγαλα παραμένει ασφαλές και θρεπτικό για κατανάλωση (Hansen et al., 2004; Godden, 2008).

Τέλος, οι μέθοδοι ψύξης, παστερίωσης, ξήρανσης και αποθήκευσης διασφαλίζουν τη διατήρηση της ποιότητας του πρωτογάλακτος. Η άμεση ψύξη και η σωστή παστερίωση προστατεύουν από την ανάπτυξη παθογόνων μικροοργανισμών, ενώ η ξήρανση και η κατάλληλη αποθήκευση διατηρούν τη θρεπτική αξία του προϊόντος για μεγαλύτερα χρονικά διαστήματα. Αυτές οι διαδικασίες εξασφαλίζουν ότι το πρωτόγαλα παραμένει ένα πολύτιμο προϊόν για την υγεία και την ευεξία (Godden et al., 2006; Carroll & Forsberg, 2007). Αποτελεί ένα εξαιρετικά ωφέλιμο προϊόν με πολυάριθμες εφαρμογές στη διατροφή και την ιατρική. Η κατάλληλη διαχείριση των παραγόντων που επηρεάζουν την ποιότητά του και η σωστή επεξεργασία και αποθήκευση εξασφαλίζουν ότι το πρωτόγαλα παραμένει ένα αναντικατάστατο συστατικό για την υποστήριξη της υγείας.

Βιβλιογραφία

- Avicenna.** (1984). *The Canon of Medicine*. Kazi Publications. https://data.nur.nu/Kutub/English/Avicenna_Canon-of-Medicine_text.pdf
- Barakat, S. H., Meheissen, M. A., Omar, O. M., & Elbana, D. A.** (2020). Bovine colostrum in the treatment of acute diarrhea in children: A double-blinded randomized controlled trial. *Journal of Tropical Pediatrics*, 66(1), 46-55.
- Bielmann, V., Gillan, J., Perkins, N. R., Skidmore, A. L., Godden, S., & Leslie, K. E.** (2010). An evaluation of Brix refractometry instruments for measurement of colostrum quality in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 93(8), 3713-3721. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2943>
- Blum, J. W., & Hammon, H. M.** (2000). Colostrum effects on the gastrointestinal tract, and on nutritional, endocrine and metabolic parameters in neonatal calves. *Livestock Production Science*, 66(2), 151-159. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(00\)00222-0](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(00)00222-0)
- Boon, M. R., van den Berg, S. A., Wang, Y., van den Hoek, A. M., Rensen, P. C., & van Dijk, K. W.** (2011). IGF-1 controls adipogenesis by regulating differentiation and mitochondrial biogenesis of brown adipocytes. *Journal of Lipid Research*, 52(4), 781-791. <https://doi.org/10.1194/jlr.M013219>
- Bottéro, J.** (2001). *Everyday Life in Ancient Mesopotamia*. Johns Hopkins University Press.
- Brinkworth, G. D., & Buckley, J. D.** (2003). Concentrated bovine colostrum protein supplementation reduces the incidence of self-reported symptoms of upper respiratory tract infection in adult males. *European Journal of Nutrition*, 42(4), 228-232. <https://doi.org/10.1007/s00394-003-0417-4>
- Brown, P.** (2011). *The Cult of the Saints: Its Rise and Function in Latin Christianity*. University of Chicago Press. <https://press.uchicago.edu/ucp/books/book/chicago/C/bo19109018.html>

- Buckley, J. D., Butler, R. N., Southcott, E., & Brinkworth, G. D.** (2011). Bovine colostrum supplementation during running training increases intestinal permeability. *Nutrients*, 1(2), 224-234. <https://doi.org/10.3390/nu1020224>
- Butler, J. E.** (2006). Enzyme-Linked Immunosorbent Assay. In *Encyclopedia of Analytical Chemistry*. <https://doi.org/10.1002/9780470027318.a0503.pub2>
- Carlsson, A. C., Theorell-Haglöw, J., & Lind, L.** (2011). Insulin-like growth factor-1 and cognition in elderly men and women. *Psychoneuroendocrinology*, 36(11), 1729-1737. <https://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2011.04.005>
- Carroll, S., & Forsberg, N. E.** (2007). Influence of feed management on colostrum quality and quantity in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 90(E-Suppl. 1), E4-E10. <https://doi.org/10.3168/jds.2006-919>
- Collier, R. J., Dahl, G. E., & VanBaale, M. J.** (2006). Major advances associated with environmental effects on dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 89(4), 1244-1253. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72193-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72193-2)
- Crowther, J. R.** (2000). *The ELISA Guidebook. Methods in Molecular Biology*, vol 149. Humana Press. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-60327-254-4>
- Duan, H., Sun, Q., Chen, C., Wang, R., & Yan, W.** (2024). A Review: The Effect of Bovine Colostrum on Immunity in People of All Ages. *Nutrients*, 16(13), 2007.
- Duman, H., & Karav, S.** (2023). Bovine colostrum and its potential contributions for treatment and prevention of COVID-19. *Frontiers in Immunology*, 14, 1214514.
- Donovan, S. M., Hintz, R. L., Rosenfeld, R. G., & Wilson, D. M.** (2017). Insulin-like growth factors I and II and their binding proteins in bovine colostrum: Comparison with human colostrum. *Pediatric Research*, 31(6), 715-719. <https://doi.org/10.1203/00006450-199206000-00014>
- El-Loly, M. M.** (2007). Bovine milk immunoglobulins in relation to human health. *International Journal of Dairy Science*, 2(3), 183-195. <https://doi.org/10.3923/ijds.2007.183.195>

- El-Loly, M. M.** (2022). Evaluation of Colostrum Quality-A Narrative Brief Overview. *International Journal of Immunology*, 10(2), 19-24.
- Engvall, E.** (1980). Enzyme immunoassay ELISA and EMIT. *Methods in Enzymology*, 70, 419-439. [https://doi.org/10.1016/S0076-6879\(80\)70036-4](https://doi.org/10.1016/S0076-6879(80)70036-4)
- Fahey, J. L.** (1955). The immunoglobulins of human colostrum: Characterization and quantitation. *Journal of Experimental Medicine*, 102(2), 185-200. <https://doi.org/10.1084/jem.102.2.185>
- Fitzpatrick, J. J., Barry, K., Delaney, C., & Keogh, M. K.** (2004). Effect of powder properties and storage conditions on the flowability of milk powders with different fat contents. *Journal of Food Engineering*, 64(4), 435-444. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2003.11.010>
- Fleenor, W. A., & Stott, G. H.** (1980). Hydrometer test for estimation of immunoglobulin concentration in bovine colostrum. *Journal of Dairy Science*, 63(6), 973-977. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(80\)83032-8](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(80)83032-8)
- Francis, G. L., Upton, F. M., Ballard, F. J., McNeil, K. A., & Wallace, J. C.** (2012). Insulin-like growth factors 1 and 2 in bovine colostrum. *Biochemical Journal*, 249(3), 901-910. <https://doi.org/10.1042/bj2490901>
- Freidenreich, D. M.** (2011). *Foreigners and Their Food: Constructing Otherness in Jewish, Christian, and Islamic Law*. University of California Press. https://www.researchgate.net/publication/273741645_Foreigners_and_their_Food_Constructing_Otherness_in_Jewish_Christian_and_Islamic_Law
- Gaucheron, F.** (2011). Milk and dairy products: A unique micronutrient combination. *Journal of the American College of Nutrition*, 30(sup5), 400S-409S. <https://doi.org/10.1080/07315724.2011.10719983>
- Godden, S.** (2008). Colostrum management for dairy calves. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 24(1), 19-39. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2007.10.005>
- Godden, S. M., Smolenski, D. J., Donahue, M., Oakes, J. M., Bey, R., Wells, S., ... & Fetrow, J.** (2006). Heat-treatment of bovine colostrum. II: Effects of heating duration on

pathogen viability and immunoglobulin G. *Journal of Dairy Science*, 89(9), 3139-3147. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72588-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72588-5)

Godhia, M. L., & Patel, N. (2013). Colostrum - its composition, benefits as a nutraceutical: A review. *Current Research in Nutrition and Food Science*, 1(1), 37-47. <https://dx.doi.org/10.12944/CRNFSJ.1.1.04>

Gokani, T. (2014). Ayurveda: The science of healing. *Headache: The Journal of Head and Face Pain*, 54(6). <https://doi.org/10.1111/head.12363>

Gomes, R. D., Anaya, K., Galdino, A. B., Oliveira, J. P., Gama, M. A., Medeiros, C. A., ... & Rangel, A. H. (2021). Bovine colostrum: A source of bioactive compounds for

Gopal, P. K., & Gill, H. S. (2000). Oligosaccharides and glycoconjugates in bovine milk and colostrum. *British Journal of Nutrition*, 84(S1), S69-S74. <https://doi.org/10.1017/S0007114500002270>

Gregory, K. E., & Walker, W. A. (2013). Immunologic factors in human milk and disease prevention in the preterm infant. *Current Pediatrics Reports*, 1(4). <https://doi.org/10.1007/s40124-013-0028-2>

Hamosh, M. (2001). Bioactive factors in human milk. *Pediatric Clinics of North America*, 48(1), 69-86. [https://doi.org/10.1016/S0031-3955\(05\)70285-8](https://doi.org/10.1016/S0031-3955(05)70285-8)

Hansen, M., Lund, M. S., Pedersen, J., & Christensen, L. G. (2004). Genetic parameters for clinical mastitis, somatic cell production, and udder conformation in Danish Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 85(2), 445-452. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(02\)74194-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(02)74194-4)

Kehoe, S. I., Jayarao, B. M., & Heinrichs, A. J. (2007). A survey of bovine colostrum composition and colostrum management practices on Pennsylvania dairy farms. *Journal of Dairy Science*, 90(9), 4108-4116. <https://doi.org/10.3168/jds.2007-0040>

Kelly, G. S. (2003). Bovine colostrum: A review of clinical uses. *Alternative Medicine Review*, 8(4), 378-394.

Khartode, S. S. (2021). Early recovery of COVID-19 patients by using immunoglobulins present in cow colostrum food supplement-A clinical study. *J Res Med Dent Sci*, 9, 186-98.

Kohler, G., & Milstein, C. (1975). Continuous cultures of fused cells secreting antibody of predefined specificity. *Nature*, 256(5517), 495-497. <https://doi.org/10.1038/256495a0>

Kramer, S. N. (2008). *History Begins at Sumer: Thirty-Nine Firsts in Man's Recorded History*. University of Pennsylvania Press.

Legrand, D., Ellass, E., Carpentier, M., & Mazurier, J. (2005). Lactoferrin: A modulator of immune and inflammatory responses. *Cellular and Molecular Life Sciences*, 62, 2549-2559. <https://doi.org/10.1007/s00018-005-5370-2>

Liu, T., Wu, H., Sun, L., & Wei, J. (2024). Role of inflammation in the development of COVID-19 to Parkinson's disease. *Journal of Inflammation Research*, 17, 3259-3282. <https://doi.org/10.2147/JIR.S460161>

Lönnerdal, B. (2009). Nutritional roles of lactoferrin. *Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care*, 12(3), 293-297. <https://doi.org/10.1097/MCO.0b013e32832a1e10>

Lund, P. K., Moats-Staats, B. M., Hynes, M. A., Simmons, J. G., Jansen, M., D'Ercole, A. J., & Van Wyk, J. J. (1986). Insulin-like growth factor I (IGF-I) is expressed in the rat stomach and colon: Evidence for IGF-I mRNA variants. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 83(17), 6448-6452. <https://doi.org/10.1073/pnas.83.17.6448>

Machnicki, M., Zimecki, M., & Zagulski, T. (1993). Lactoferrin regulates the release of tumour necrosis factor alpha and interleukin 6 in vivo. *International Journal of Experimental Pathology*, 74(5), 433–439. PMCID: PMC2002183, PMID: 8217778

Mattern, S. P. (2013). *The Prince of Medicine: Galen in the Roman Empire*. Oxford University Press. https://books.google.gr/books/about/The_Prince_of_Medicine.html?id=Ctmxj8f8OMoC&redir_esc=y

McMartin, S., Godden, S., Metzger, L., Feirtag, J., Bey, R., Stabel, J., ... & Fetrow, J. (2006). Heat treatment of bovine colostrum. I: Effects of temperature on viscosity and

immunoglobulin G level. *Journal of Dairy Science*, 89(6), 2110-2118.
[https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72280-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72280-6)

Meyer, C. L., Berger, P. J., Koehler, K. J., Thompson, J. R., & Sattler, C. G. (2001). Phenotypic trends in incidence of stillbirth for Holsteins in the United States. *Journal of Dairy Science*, 84(2), 515-523. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(01\)74501-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(01)74501-3)

Miller, M. E., & Taube, K. (1993). *The Gods and Symbols of Ancient Mexico and the Maya: An Illustrated Dictionary of Mesoamerican Religion*. Thames & Hudson.

Moore, M. M., Tyler, J. W., Chigerwe, M., Dawes, M. E., & Middleton, J. R. (2005). Effect of delayed colostrum collection on colostral IgG concentration in dairy cows. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 226(8), 1375-1377. <https://doi.org/10.2460/javma.2005.226.1375>

Morin, D. E., McCoy, G. C., & Hurley, W. L. (2010). Effects of quality, quantity, and timing of colostrum feeding on immunoglobulin G absorption in Holstein bull calves. *Journal of Dairy Science*, 83(5), 1106-1113. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(00\)74974-7](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(00)74974-7)

Morrill, K. M., Conrad, E., Lago, A., Campbell, J., Quigley, J., & Tyler, H. (2012). Nationwide evaluation of quality and composition of colostrum on dairy farms in the United States. *Journal of Dairy Science*, 95(7), 3997-4005. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-5174>

Nokusheva, Z., Kantarbayeva, E., Issayeva, Z., & Tokushev, A. (2023). Enhancing milk productivity in dairy cows through the optimized utilization of oilseed byproducts. *International Journal of Design & Nature and Ecodynamics*, 18(3), 727-733. <https://doi.org/10.18280/ijdne.180326>

Oloroso-Chavez, K., Andaya, P., & Wong, C. (2017). OR082 bovine colostrum supplementation in respiratory allergies according to sensitization: Subgroup analysis of randomized controlled trial. *Annals of Allergy, Asthma & Immunology*, 119(5), S11-S12.

- Pakkanen, R., & Aalto, J.** (1997). Growth factors and antimicrobial factors of bovine colostrum. *International Dairy Journal*, 7(5), 285-297. [https://doi.org/10.1016/S0958-6946\(97\)00022-8](https://doi.org/10.1016/S0958-6946(97)00022-8)
- Playford, R. J., Macdonald, C. E., & Johnson, W. S.** (2000). Colostrum and milk-derived peptide growth factors for the treatment of gastrointestinal disorders. *American Journal of Clinical Nutrition*, 72(1), 5-14. <https://doi.org/10.1093/ajcn/72.1.5>
- Playford, R. J., & Weiser, M. J.** (2021). Bovine colostrum: Its constituents and uses. *Nutrients*, 13(1), 265.
- Poonia, A., & Shiva.** (2022). Bioactive compounds, nutritional profile and health benefits of colostrum: a review. *Food Production, Processing and Nutrition*, 4(1), 26.
- Quigley, J. D., Martin, K. R., Bemis, D. A., Potgieter, L. N., Reinemeyer, C. R., Rohrbach, B. W., & Dowlen, H. H.** (1994). Effects of housing and feeding practices on serum immunoglobulin concentrations in dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 77(10), 2640-2646. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(94\)77204-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(94)77204-4)
- Rolfes, S. R., Pinna, K., & Whitney, E.** (2012). *Understanding Normal and Clinical Nutrition*. Cengage Learning.
- RSC Publishing.** (2023). Bovine colostrum as a promising nutraceutical: a systematic review. *Sustainable Food Technology*. Retrieved from <https://pubs.rsc.org>
- Schuck, P., Dolivet, A., Méjean, S., Piot, M., & Famelart, M. H.** (2005). Dehydration by spray drying. In P. Schuck (Ed.), *Handbook of Food Science, Technology, and Engineering* (Vol. 4, pp. 1-20). CRC Press.
- Silva, F. G., Silva, S. R., Pereira, A. M. F., Cerqueira, J. L., & Conceição, C.** (2024). A comprehensive review of bovine colostrum components and selected aspects regarding their impact on neonatal calf physiology. *Animals*, 14(7), 1130. <https://doi.org/10.3390/ani14071130>
- Shing, C. M., Peake, J., Suzuki, K., Okutsu, M., Pereira, R., Stevenson, L., Jenkins, D. G., & Coombes, J. S.** (2006). Effects of bovine colostrum supplementation on immune

variables in highly trained cyclists. *Journal of Applied Physiology*, 102(3), 1113–1122. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00553.2006>

Siraisi, N. G. (1990). *Medieval & Early Renaissance Medicine: An Introduction to Knowledge and Practice*. University of Chicago Press.

Stelwagen, K., Carpenter, E., Haigh, B., Hodgkinson, A., & Wheeler, T. T. (2009). Immune components of bovine colostrum and milk. *Journal of Animal Science*, 87(14), 3–9. <https://doi.org/10.2527/jas.2008-1377>

Torres-Aleman, I. (2010). Toward a comprehensive neurobiology of IGF-I. *Developmental Neurobiology*, 70(5), 384–396. <https://doi.org/10.1002/dneu.20778>

Yakar, S., Liu, J. L., Fernandez, A. M., Wu, Y., Schally, A. V., & Frystyk, J. (2010). Liver-specific igf-1 gene deletion leads to muscle insulin insensitivity. *Diabetes*, 50(5), 1110–1118. <https://doi.org/10.2337/diabetes.50.5.1110>

Yalçıntaş, Y. M., Baydemir, B., Duman, H., Eker, F., Bayraktar Biçen, A., Ertürk, M., & Karav, S. (2024). Exploring the impact of colostrum supplementation on athletes: a comprehensive analysis of clinical trials and diverse properties. *Frontiers in Immunology*, 15, 1395437.

Yalçıntaş, Y. M., Duman, H., López, J. M. M., Portocarrero, A. C. M., Lombardo, M., Khallouki, F., ... & Karav, S. (2024). Revealing the Potency of Growth Factors in Bovine Colostrum. *Nutrients*, 16(14), 2359.

Yami, H. A., Tahmoorespur, M., Javadmanesh, A., Tazarghi, A., & Sekhavati, M. H. (2023). The immunomodulatory effects of lactoferrin and its derived peptides on NF-κB signaling pathway: A systematic review and meta-analysis. *Immunology and Inflammation in Disease*, 11(8), e972. <https://doi.org/10.1002/iid3.972>

World Health Organization. (2021). COVID-19 vaccines: Safety and efficacy. WHO. Retrieved from <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/covid-19-vaccines>