

ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ  
ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ



«ΒΙΟΕΝΕΡΓΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΤΟΥ ΒΡΕΦΙΚΟΥ ΓΑΛΑΚΤΟΣ»



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ  
της Σκαντζούρη Αθανασίας-Παρασκευής

Επιβλέπων Καθηγητής: Ράϊκος Βασίλης

ΚΑΛΑΜΑΤΑ

2011

## **ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ**

Εισαγωγή	7
Πρόλογος	8
<b>1° ΚΕΦΑΛΑΙΟ “ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ ΚΑΙ ΕΙΔΗ ΓΑΛΑΚΤΟΣ”</b>	<b>9</b>
1.1 Ορισμός γάλακτος	9
1.2 Κατεργασία γάλακτος	9
1.2.1 Παστερίωση	9
1.2.2 Ομογενοποίηση	10
1.3 Είδη γάλακτος	10
<b>2° ΚΕΦΑΛΑΙΟ “ΑΓΕΛΑΔΙΝΟ ΓΑΛΑ”</b>	<b>13</b>
2.1 ΓΕΝΙΚΑ	13
2.2 Παράγοντες που επιδρούν στην σύσταση και στην ποιότητα του γάλακτος	14
2.3 Χημικές ιδιότητες αγελαδινού γάλακτος	14
2.3.1 Νερό	14
2.3.2 Λίπος	14
2.3.3 Πρωτεΐνες	16
2.3.3.1 Καζεΐνες και μικύλλια αγελαδινού γάλακτος	17
2.3.3.2 Πρωτεΐνες του ορού του γάλακτος	22
2.3.4 Υδατάνθρακες	23
2.3.4.1 Λακτόζη	23
2.3.4.2 Άλλοι υδατάνθρακες	23
2.3.5 Άλατα	24
2.3.6 Ιχνοστοιχεία	25
2.3.7 Βιταμίνες	25
2.3.8 Ένζυμα	26
2.3.9 Άλλα συστατικά	28
<b>3° ΚΕΦΑΛΑΙΟ “ΜΗΤΡΙΚΟ ΓΑΛΑ”</b>	<b>29</b>
3.1 Αναγκαιότητα του μητρικού γάλακτος και η σύνθεσή του	29
3.2 Συστατικά του μητρικού γάλακτος	30

3.2.1 Νερό	31
3.2.2 Υδατάνθρακες	31
3.2.3 Πρωτεΐνες	32
3.2.4 Λιπίδια	36
3.2.5 Μέταλλα και ιχνοστοιχεία μετάλλων	38
3.2.6 Βιταμίνες	40
3.2.7 Ένζυμα	41
3.2.8 Ορμόνες	41
3.2.9 Ανοσοσφαιρίνες	41
3.3 Διαφορετικότητα στην σύνθεση του μητρικού γάλακτος	41
3.3.1 Ατομικοί παράγοντες	42
3.3.2 Κύτταρα	42
3.3.3 Άλλα συστατικά στο ανθρώπινο γάλα	42
3.4 Οφέλη μητρικού θηλασμού στο βρέφος και την μητέρα	45
<b>4<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ “ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΑ ΓΑΛΑΤΑ”</b>	<b>45</b>
4.1 Γενικά	45
4.2 Τροποποιημένο μητρικό γάλα	45
4.3 Τυποποιημένο βρεφικό γάλα και αναγκαιότητα χρήσης του	46
4.4 Τεχνολογία παραγωγής βρεφικού γάλακτος από τροποποίηση του αγελαδινού γάλακτος.	47
4.5 Ανάλυση σύστασης τυποποιημένου γάλατος πρώτης βρεφικής ηλικίας βασισμένο στο γάλα αγελάδας	49
4.6 Ανάλυση σύστασης τυποποιημένου γάλατος δεύτερης βρεφικής ηλικίας ή συνεχείας βασισμένο στο γάλα αγελάδας	52
4.7 Βασικές διαφορές στα τυποποιημένα γάλατα βασισμένα στο γάλα της αγελάδας	54
4.7.1 Σύγκριση πρωτεϊνών τυποποιημένου γάλακτος	55
4.7.2 Σύγκριση λιπών τυποποιημένου γάλακτος	56
4.7.3 Σύγκριση υδατανθράκων τυποποιημένου γάλακτος	56
4.8 Αλλεργία στο γάλα αγελάδας	56
4.9 Υποαλλεργιογονικά γάλατα	59
4.9.1 Γάλατα με πρωτεΐνη μερικής υδρόλυσης (HA)	59
4.9.2 Γάλατα με πρωτεΐνη εκτεταμένης υδρόλυσης	60

4.9.3	Γάλατα σόγιας	62
4.9.4	Στοιχειακά, με τροποποιημένο λίπος, περιέχοντα αμινοξέα γάλατα	65
4.10	Ειδικά διαιτητικά σκευάσματα βρεφικού γάλακτος	66
4.10.1	Γάλατα χωρίς λακτόζη (FL)	67
4.10.2	Γάλατα αντιαναγωγικά (AR)	69
4.10.3	Γάλατα για πρόωρα βρέφη	70
4.10.4	Γάλατα για κολικούς	71
4.10.5	Γάλατα για δυσκοιλιότητα	72
4.10.6	Γάλατα για μεταβολικά νοσήματα	73
4.10.7	Γάλατα με χαμηλή περιεκτικότητα πρωτεΐνης, νατρίου, καλίου, για νεφρική ή ηπατική ανεπάρκεια	73
4.10.8	Σιδηρο- ενισχυμένα και μη ενισχυμένα τεχνητά γαλατά	73
<b>5<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ “ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΩΝ ΕΙΔΩΝ ΒΡΕΦΙΚΟΥ ΓΑΛΑΚΤΟΣ”</b>		<b>75</b>
5.1	Σύσταση και σύγκριση ώριμου μητρικού γάλακτος, αγελαδινού γάλακτος και τυποποιημένου γάλακτος	75
5.2	Σύγκριση ως προς τις πρωτεΐνες	77
5.2.1	Ανοσοσφαιρίνες	80
5.2.2	Λακτοφερρίνη	80
5.3	Σύγκριση ως προς τους υδατάνθρακες	81
5.4	Σύγκριση ως προς τα λιπίδια	84
5.5	Σύγκριση ως προς τα μέταλλα και ιχνοστοιχεία	86
5.6	Σύγκριση ως προς τις βιταμίνες	89
5.7	Σύγκριση ως προς τους γαλακτογενείς τροφικούς παράγοντες, ορμόνες, κύτταρα, ένζυμα και αυξητικοί παράγοντες	90
5.8	Συγκεντρωτικά οι διαφορές μεταξύ ανθρώπινου γάλακτος, αγελαδινού και τροποποιημένου γάλακτος αγελάδας	92
<b>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ</b>		<b>93</b>
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b>		<b>94</b>

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Βασικά Συστατικά αγελαδινού γάλακτος	13
Πίνακας 2: Σύσταση λίπους γάλακτος αγελάδας	15
Πίνακας 3: Κυριότερα λιπαρά οξέα του λίπους του γάλατος αγελάδας	15
Πίνακας 4: Καζεΐνες του γάλατος αγελάδας	19
Πίνακας 5: Σύσταση μικκυλίων καζεΐνης γάλακτος αγελάδας	21
Πίνακας 6: Είδη πρωτεϊνών του ορού γάλακτος αγελάδας	22
Πίνακας 7: Συγκέντρωση αλάτων στο γάλα αγελάδας	24
Πίνακας 8: Ιχνοστοιχεία που περιέχονται στο γάλα αγελάδας (mg / λίτρο)	25
Πίνακας 9: Μέση περιεκτικότητα του γάλακτος αγελάδας σε βιταμίνες	26
Πίνακας 10: Απαραίτητα και ημιαπαραίτητα αμινοξέα του μητρικού γάλακτος	36
Πίνακας 11: Συγκεντρώσεις ορισμένων βασικών ιχνοστοιχείων στο μητρικό γάλα	39
Πίνακας 12: Θρεπτικό περιεχόμενο του ώριμου γάλακτος	43
Πίνακας 13: Οφέλη μητρικού θηλασμού για το βρέφος	44
Πίνακας 14: Οφέλη μητρικού θηλασμού για τη μητέρα	44
Πίνακας 15: Σύνθεση του μητρικού γάλακτος, του αγελαδινού και των υποκατάστατων που προέρχονται από τροποποίηση αγελαδινού γάλακτος	49
Πίνακας 16: Ανόργανα στοιχεία στα τροποποιημένα γάλατα πρώτης βρεφικής ηλικίας. Μέγιστες και ελάχιστες επιτρεπόμενες ποσότητες ανά 100 kJ ή 100 kcal	51
Πίνακας 17: Βιταμίνες στα τροποποιημένα γάλατα πρώτης βρεφικής ηλικίας. Ανώτατα και κατώτατα επιτρεπόμενα όρια	52
Πίνακας 18: Βιταμίνες στα τροποποιημένα γάλατα δεύτερης βρεφικής ηλικίας. Ανώτατα και κατώτατα επιτρεπόμενα όρια	54

Πίνακας 19: Σύγκριση συστατικών των βασικών τεχνητών γαλάτων	74
Πίνακας 20: Σύγκριση σύστασης μητρικού και αγελαδινού γάλακτος	76
Πίνακας 21: Σύγκριση σύστασης μητρικού και τυποποιημένου γάλακτος	77
Πίνακας 22: Βασικές διαφορές μητρικού γάλατος, αγελαδινού και τυποποιημένου ως προς τις πρωτεΐνες	81
Πίνακας 23: Βασικές διαφορές μητρικού γάλατος, αγελαδινού και τυποποιημένου ως προς τους υδατάνθρακες	83
Πίνακας 24: Βασικές διαφορές μητρικού γάλατος, αγελαδινού και τυποποιημένου ως προς τα λιπίδια	86
Πίνακας 25: Βασικές διαφορές μητρικού γάλατος, αγελαδινού και τυποποιημένου ως προς τα μέταλλα και τα ιχνοστοιχεία	88
Πίνακας 26: Βασικές διαφορές μητρικού γάλατος, αγελαδινού και τυποποιημένου ως προς τις βιταμίνες	89
Πίνακας 27: Συγκεντρωτικά οι διαφορές μητρικού γάλατος, αγελαδινού και τυποποιημένου	92

## Εισαγωγή

Το γάλα είναι η τροφή που η φύση προόρισε για τη διατροφή και τη γρήγορη ανάπτυξη του νεογέννητου στα θηλαστικά και παρά τις σημαντικές διαφορές που παρουσιάζει στην εκατοστιαία αναλογία των διαφόρων συστατικών του, τα κύρια από τα συστατικά αυτά είναι τα ίδια για όλα τα είδη γάλακτος και αποτελούνται από λίπη, πρωτεΐνες, σάκχαρα (λακτόζη) και ανόργανα άλατα. Τα συστατικά αυτά είναι διαλυμένα ή εναιωρημένα στο νερό.

Η παρούσα εργασία αναλύει την σύνθεση του μητρικού γάλακτος η οποία δικαιολογεί την αναγκαιότητα του θηλασμού για το βρέφος. Πέραν του πρωτογενούς μητρικού γάλακτος υπάρχει το τροποποιημένο μητρικό γάλα και το τυποποιημένο μητρικό γάλα στο οποίο βάση για την παρασκευή του αποτελεί το γάλα αγελάδας.

Επίσης τα βρέφη που παρουσιάζουν αλλεργία στο γάλα αγελάδας, τρέφονται με ειδικά υποαλλεργιογονικά γάλατα που έχουν μερικής ή εκτεταμένης υδρόλυσης πρωτεΐνη, γάλατα σόγιας και στοιχειακά με τροποποιημένο λίπος και περιέχοντα αμινοξέα γάλατα.

Εκτός από τα υποαλλεργιογονικά αναφέρονται και αναλύονται οι κατηγορίες των ειδικών διαιτητικών σκευασμάτων του βρεφικού γάλακτος. Τέλος γίνεται σύγκριση στην σύσταση του ώριμου μητρικού, αγελαδινού και τυποποιημένου γάλακτος και εμφανίζονται συγκεντρωτικά οι διαφορές μεταξύ αυτών.



## Πρόλογος

Τα μωρά θηλαστικών αμέσως μετά τη γέννησή τους τρέφονται για ένα χρονικό διάστημα αποκλειστικά με γάλα, γεγονός που διαμόρφωσε εξελικτικά το γάλα σε τροφή “κομμένη και ραμμένη” για τις ανάγκες των μικρών θηλαστικών. Για το λόγο αυτό, παραδοσιακά, το γάλα θεωρείται φυσική, πλήρης και καθολική τροφή.

Έτσι και ο άνθρωπος, όπως όλα τα είδη θηλαστικών, στηρίζει την επιβίωσή του στο γάλα, σε αυτήν την απαραίμιλλη τροφή θρέψης των νεογνών του. Χωρίς το γάλα, το νεογέννητο δεν έχει πιθανότητες επιβίωσης, ενώ αποτελεί το μοναδικό είδος τροφής που χρειάζεται το βρέφος κατά τους τέσσερις έως έξι πρώτους μήνες της ζωής του. Τα θρεπτικά συστατικά που παρέχονται με το γάλα συνιστούν σημαντικό τμήμα της διατροφής, καθόλη τη διάρκεια ζωής του ανθρώπου.

Το γάλα δεν είναι ομοιογενές, αλλά μείγμα διάφορων οργανικών ουσιών και αποτελείται από νερό, λίπος, πρωτεΐνες, υδατάνθρακες, ένζυμα, άλατα και βιταμίνες τα οποία θα αναλυθούν στην παρούσα εργασία. Μερικά από τα συστατικά αυτά, όπως το λίπος, είναι δυνατό να χωριστούν από το υπόλοιπο γάλα με μηχανικό τρόπο.

Το γάλα αποτελεί κομμάτι της ανθρώπινης διατροφής εδώ και χιλιάδες χρόνια. Αποτελεί μια από τις διατροφικά πληρέστερες τροφές, μια φυσική πηγή βιταμινών και μετάλλων απαραίτητων για καλή υγεία, και δεν περιέχει συντηρητικά ή χρωστικές ουσίες.



# 1<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ

## ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ ΚΑΙ ΕΙΔΗ ΓΑΛΑΚΤΟΣ

### 1.1 Ορισμός γάλακτος

Με τον όρο γάλα εννοούμε το έκκριμα του μαστικού αδένου των θηλαστικών, που προορίζεται για τη διατροφή του νεογέννητου για το οποίο αποτελεί τη μοναδική τροφή μέχρι μία ορισμένη ηλικία. Για τον άνθρωπο όμως, το γάλα εξακολουθεί να αποτελεί μέρος της καθημερινής διαίτας του είτε αυτούσιο είτε με τη μορφή γαλακτοκομικών προϊόντων (τυριά, βούτυρο, γιαούρτι) για όλη τη διάρκεια ζωής του.

Ο ελληνικός Κώδικας Τροφίμων και Ποτών (Κ.Τ.Π.,1971) ορίζει ότι «γάλα είναι το απηλλαγμένο πρωτογάλακτος προϊόν της ολοσχερούς, άνευ διακοπής αμέλξεως υγιώς έχοντος γαλακτοφόρου ζώου, διαβιούντος και διατρεφομένου από υγιεινούς όρους και μη ευρισκομένους εις κατάστασιν υπερκοπώσεως».

Σύμφωνα με τον ορισμό των οργανισμών FAO/WHO (1973) «γάλα είναι το φυσιολογικό έκκριμα του μαστού που παίρνεται από μία ή δύο αμέλξεις, χωρίς να προστεθεί ή να αφαιρεθεί τίποτα».

Ο Κώδικας γάλακτος των Η.Π.Α (U.S.D.H.E.W.,1953) ορίζει ως γάλα το «έκκριμα του μαστού το οποίο είναι απαλλαγμένο από πρωτόγαλα, παίρνεται με άμελη μιας ή περισσότερων υγιών αγελάδων και το οποίο περιέχει τουλάχιστον 3,15% λίπος και 8,25% στερεά συστατικά άνευ λίπους».

### 1.2 Κατεργασία γάλακτος

Ο σύγχρονος τρόπος ζωής στάθηκε αφορμή να αλλάξει ο άνθρωπος τις διατροφικές του συνήθειες. Ωστόσο, το γάλα, δεν έχει χάσει τη θέση του στο σύγχρονο διαιτολόγιο και διαρκώς υποβάλλεται σε διάφορες χημικές διαδικασίες, ώστε να εξυπηρετεί τις ανάγκες του καταναλωτικού κοινού (Κώδικας τροφίμων και ποτών, Αρ. Πρωτ. 1100/87).

#### 1.2.1 Παστερίωση

Η παστερίωση του γάλακτος αποτελεί την πρώτη και σημαντικότερη κατεργασία του. Συνίσταται στη θέρμανση του γάλακτος και στη συνέχεια, στην ταχύτατη ψύξη του. Σκοπός της παστερίωσης είναι η καταστροφή όλων των παθογόνων μικροοργανισμών, όχι όμως και των σπόριων τους. Με τη διαδικασία αυτή

παραμένουν ενεργά τα μη παθογόνα μικρόβια, αλλά ταυτόχρονα προκαλείται απώλεια των βιταμινών C, B<sub>1</sub> και B<sub>12</sub>. Για να εμποδιστεί η ανάπτυξη των σπόρων σε βακτήρια, πρέπει το παστεριωμένο γάλα να διατηρηθεί σε ψυχρό περιβάλλον μέχρι την κατανάλωσή του.

Διακρίνουμε τα παρακάτω είδη παστερίωσης:

**A) Παστερίωση** Την υψηλή παστερίωση, κατά την οποία το γάλα θερμαίνεται στους 85 °C για 10 δευτερόλεπτα, τη χαμηλή παστερίωση, κατά την οποία το γάλα θερμαίνεται στους 65 °C για μισή ώρα και τη στιγμιαία παστερίωση, κατά την οποία το γάλα θερμαίνεται στους 75 °C για 15-20 δευτερόλεπτα.

**B) Αποστείρωση** Η αποστείρωση του γάλακτος αποτελεί την εντονότερη θερμική κατεργασία. Καταστρέφει όλη τη μικροβιακή χλωρίδα του γάλακτος, ενώ παράλληλα η περιεκτικότητα αυτού σε βιταμίνες A, B<sub>1</sub>, B<sub>6</sub>, B<sub>12</sub> και C μειώνεται από 30 έως 100%.

### 1.2.2 Ομογενοποίηση

Η ομογενοποίηση του γάλακτος στηρίζεται στη διοχέτευσή του υπό πίεση, ώστε τα λιποσφαιρίδια μεγαλύτερου μεγέθους που περιέχονται σε αυτό να διασπώνται σε μικρότερα. Με τον τρόπο αυτό το γάλα γίνεται πιο εύπεπτο.

## 1.3 Είδη γάλακτος

Ανάλογα με την επεξεργασία στην οποία υποβάλλεται, το γάλα διακρίνεται σε:

**A) Φρέσκο γάλα.** Είναι το παστεριωμένο γάλα, το οποίο έχει υποβληθεί σε στιγμιαία επεξεργασία που περιλαμβάνει την έκθεση σε υψηλή θερμοκρασία για μικρό χρονικό διάστημα (τουλάχιστον 71,7 °C επί 15 δευτερόλεπτα), ή σε διαδικασία παστερίωσης κατά την οποία χρησιμοποιούνται διαφορετικοί συνδυασμοί χρόνου και θερμοκρασίας για την επίτευξη ισοδύναμου αποτελέσματος. Μετά την παστερίωση, ψύχεται σε θερμοκρασία που δεν υπερβαίνει τους 6 °C και συντηρείται. Η διάρκεια συντήρησής του καθορίζεται με ευθύνη του παρασκευαστή και δεν μπορεί να υπερβαίνει τις πέντε ημέρες, συμπεριλαμβανομένης και της ημέρας παστερίωσης.

**B) Γάλα υψηλής παστερίωσης.** Πρόκειται για το γάλα που έχει υποβληθεί σε

επεξεργασία που περιλαμβάνει την έκθεση σε υψηλή θερμοκρασία, 85 °C έως 127 °C, σε τέτοιες συνθήκες θερμοκρασίας και χρόνου (συνήθως 10 δευτερόλεπτα στους 85 °C) ώστε η δοκιμασία υπεροξειδάσης να είναι αρνητική. Αμέσως μετά τη θερμική επεξεργασία ψύχεται, σε θερμοκρασία που δεν υπερβαίνει τους 6 °C. Η διάρκεια συντήρησής του καθορίζεται με την ευθύνη του παρασκευαστή. Έχει το μικρότερο μικροβιακό φορτίο από τα φρέσκα γάλατα, γι' αυτό θεωρείται και το πιο ασφαλές από πλευράς κινδύνου πρόκλησης μόλυνσης.

**Γ) Γάλα μακράς διάρκειας.** Σε αυτήν την κατηγορία ανήκουν:

1. το γάλα UHT (Ultra Heat-Treated) και
2. το αποστειρωμένο γάλα.

Το **γάλα UHT (Ultra Heat-Treated)** παράγεται με τη βραχυχρόνια εφαρμογή υψηλής θερμοκρασίας (τουλάχιστον 135 °C επί ένα τουλάχιστο δευτερόλεπτο) με σκοπό την καταστροφή όλων των υπολειπόμενων οργανισμών και των σπόρων τους. Η συσκευασία του προϊόντος γίνεται υπό άσηπτες συνθήκες σε αδιαφανείς περιέκτες. Με τον τρόπο αυτό μειώνονται στο ελάχιστο οι χημικές, φυσικές και οργανοληπτικές του μεταβολές.

Το **αποστειρωμένο γάλα** πρέπει να έχει θερμανθεί και αποστειρωθεί σε ερμητικά κλειστές συσκευασίες ή δοχεία, των οποίων το σύστημα κλεισίματος χρειάζεται να παραμένει άθικτο. Με τις παραπάνω διαδικασίες επιδιώκεται να καταστραφούν όλοι οι μικροοργανισμοί, ώστε το γάλα να διατηρηθεί για μεγάλο διάστημα ακόμη και εκτός ψυγείου, όσο βέβαια η συσκευασία παραμένει σφραγισμένη.

**Δ) Συμπυκνωμένο γάλα.** Το γάλα υποβάλλεται σε διαδικασία συμπύκνωσης με ελαττωμένη πίεση έως το ένα τρίτο του αρχικού του όγκου. Χάρη σε αυτήν αφυδατώνεται σε ποσοστό 65%. Η συμπύκνωση του γάλακτος αποσκοπεί στην καλύτερη συντήρηση του προϊόντος και τον περιορισμό των εξόδων συσκευασίας, αποθήκευσης και μεταφοράς.

Διακρίνεται σε δύο τύπους:

1. συμπυκνωμένο σακχαρούχο, που δεν είναι αποστειρωμένο. Η προσθήκη ζάχαρης αποβλέπει στην καλύτερη συντήρηση του προϊόντος, και
2. συμπυκνωμένο, μη σακχαρούχο, που είναι αποστειρωμένο.

**Ε) Σκόνη γάλακτος.** Το γάλα υφίσταται ξήρανση υπό ελαττωμένη πίεση, μέχρι να απομακρυνθεί όλο το νερό που περιέχει. Με τον τρόπο αυτό μπορούν να διατηρηθούν σημαντικές ποσότητες γάλακτος για μεγάλο χρονικό διάστημα. Διατηρείται σε δοχεία, που σφραγίζονται σε ψυχρό και ξηρό περιβάλλον σταθερής θερμοκρασίας (Κώδ. Τροφ. και Ποτών Αρ Πρωτ 1100/87).

## 2<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ

### ΑΓΕΛΑΔΙΝΟ ΓΑΛΑ

#### 2.1 ΓΕΝΙΚΑ

Το γάλα είναι μία πολύ πλούσια υψηλής θρεπτικής αξίας τροφή. Περιέχει πολλά θρεπτικά συστατικά, μερικά από τα οποία είναι τόσο σπάνια, ώστε δεν υπάρχουν πουθενά αλλού στη φύση. Δεν είναι τυχαίο λοιπόν, ότι το γάλα έχει σαν προορισμό να χρησιμεύει ως πρώτη, αλλά και μοναδική, τροφή για το νεογέννητο. Η μεγάλη θρεπτική του αξία οφείλεται όχι μόνο στις πρωτεΐνες αλλά και σε άλλες θρεπτικές ύλες όπως είναι το ασβέστιο, ο φώσφορος, διάφορες βιταμίνες, υδατάνθρακες και πολλά άλλα τα οποία αναφέρονται παρακάτω

Επειδή το γάλα της αγελάδας έχει μελετηθεί περισσότερο από όλα τα άλλα γάλατα, θα εξεταστεί αναλυτικά ως προς τα συστατικά του.

Το γάλα από τα διάφορα είδη ζώων (αγελαδινό, πρόβειο, γίδινο) παρουσιάζει μόνο ποσοτικές διαφορές ως προς τη σύσταση. Τα συστατικά που βρίσκονται σε μεγαλύτερες ποσότητες παρουσιάζονται στο παρακάτω Πίνακα 1.

Συστατικό	Περιεκτικότητα
Νερό	88,00%
Λίπος	3,70%
Πρωτεΐνες	3,20%
Λακτόζη	4,70%
Ανόργανα άλατα	0,75%

Πίνακας 1: Βασικά Συστατικά αγελαδινού γάλακτος (Lee, 1974)

Η παραπάνω σύσταση είναι ενδεικτική καθώς μπορεί να επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες οι οποίοι αναφέρονται παρακάτω:

## **2.2 Παράγοντες που επιδρούν στην σύσταση και στην ποιότητα του γάλακτος**

Εκτός αυτών, σημαντική είναι η αναφορά των παραγόντων που επηρεάζουν την ποιότητα του γάλακτος, από την οποία κατά κύριο λόγο εξαρτάται και εκείνη των γαλακτοκομικών προϊόντων. Οι σημαντικότεροι απ' αυτούς είναι οι εξής:

1. Το είδος του ζώου
2. Η φυλή του ζώου
3. Η ατομικότητα του ζώου
4. Διακυμάνσεις στη σύσταση του γάλακτος από ημέρα σε ημέρα
5. Το στάδιο της γαλακτικής περιόδου
6. Οι ασθένειες των μαστών
7. Η διατροφή των ζώων
8. Η θρεπτική κατάσταση των ζώων
9. Η εποχή του έτους
10. Το στάδιο του αρμέγματος
11. Το σωματικό βάρος
12. Η υγρασία του περιβάλλοντος
13. Ο οίστρος
14. Η κυοφορία
15. Η άσκηση
16. Χρονικό διάστημα μεταξύ των αρμεγμάτων
17. Η διάρκεια της ξηράς περιόδου
18. Η θερμοκρασία περιβάλλοντος

## **2.3 Χημικές ιδιότητες αγελαδινού γάλακτος**

### **2.3.1 Νερό**

Η περιεκτικότητα του γάλακτος αγελάδας σε νερό κυμαίνεται από 85% έως 88%. Σε όλα τα γάλατα αποτελεί το συστατικό με τη μεγαλύτερη αναλογία.

### **2.3.2 Λίπος**

Η περιεκτικότητα του αγελαδινού γάλακτος σε λίπος κυμαίνεται σε ευρέα όρια ( από 2,5% έως 6% ). Ο ελληνικός Κώδικας Τροφίμων και Ποτών (1971) δέχεται σαν



μικρότερη τιμή το 3,5%. Το λίπος αυτό είναι μορφοποιημένο σε λιποσφαίρια, τα οποία στο μεγαλύτερο μέρος τους (95-96%) αποτελούνται από τριγλυκερίδια. Υπάρχουν επίσης και άλλες ενώσεις που δίνονται στον Πίνακα 2.

Είδος λιπιδίων	% ολικού λίπους
Τριγλυκερίδια	95-96
Διγλυκερίδια	1,26- 1,59
Μονογλυκερίδια	0,016- 0,038
Κετοξυγλυκερίδια	0,85- 1,28
Υδροξυγλυκερίδια	0,60- 0,78
Ελεύθερα λιπαρά οξέα	0,1- 0,44
Φωσφολιπίδια	0,8- 1,00
Σφιγγολιπίδια	0,06
Στερόλες	0,22- 0,41
Λιποδιάλυτες βιταμίνες και καροτίνη	0,0031- 0,004

Πίνακας 2: Σύσταση λίπους γάλακτος αγελάδας (Kurtz, 1974)

Το 85% του λίπους αποτελούν τα λιπαρά οξέα που υπάρχουν στο μόριο των γλυκεριδίων. Έχουν ταυτοποιηθεί περισσότερα από 80 διαφορετικά λιπαρά οξέα, τα οποία είναι απλής, διπλής ή πολλαπλής αλύσεως, κορεσμένα ή ακόρεστα. Τα περισσότερο σημαντικά από αυτά που αποτελούν το 90% περίπου των λιπαρών οξέων δίνονται στον Πίνακα 3:

Λιπαρό οξύ	Άτομα Άνθρακα	%συνόλου λιπαρών Οξέων	Διπλοί Δεσμοί	Φυσική Κατάσταση
<b>Κορεσμένα</b>		2,79		
Βουτυρικό	4	2,34		Πηχτικά, στερεά, αδιάλυτα στο νερό
Καπρονικό	6	1,06		
Καπρυλικό				Πηχτικά, στερεά, αδιάλυτα στο νερό
Καπρινικό		3,04		
Λαυρικό		2,87		
Μυριστικό		8,94		
Παλμιτικό		23,8		Μη πηχτικά, στερεά
Στεατικό	13,2			
<b>Ακόρεστα</b>				
Ελαικό	18	29,6	1	
Λινελαϊκό	18	2,6	2	Ρευστά σε θερμοκρασία περιβάλλοντος
Λινολενικό	18	1,3	3	

Πίνακας 3: Κυριότερα λιπαρά οξέα του λίπους του γάλατος αγελάδας (Kurtz, 1974)



Τα μέχρι το λαυρικό λιπαρά οξέα (12 άτομα C) είναι πτητικά ενώ το βουτυρικό και καπρονικό είναι ρευστά στη θερμοκρασία δωματίου και επηρεάζουν το σημείο πήξης του βουτύρου.

Από το κλάσμα των κετογλυκεριδίων και των υδροξυγλυκεριδίων έχουν απομονωθεί μεθυλοκετόνες και δ- και γ- λακτόνες αντίστοιχα, οι οποίες είναι σε πολύ μικρή αναλογία. Αυξημένη αναλογία των ουσιών αυτών στο λίπος έχει ως αποτέλεσμα την αλλοίωση της οσμής και της γεύσης του γάλακτος ή των προϊόντων του.

Το κλάσμα των στερολών (0,3-0,4% του λίπους) αποτελείται αποκλειστικά σχεδόν από τη χοληστερόλη, εστεροποιημένη ή μη. Εξάλλου έχει διαπιστωθεί, σε ελάχιστη ποσότητα, η παρουσία δύο άλλων στερολών, της λανοστερόλης και της διυδρολανοστερόλης (0,005% του λίπους) και σε ίχνη της β- σιτοστερόλης. Το 70% της χοληστερόλης βρίσκεται στον πυρήνα του λιποσφαιρίου, το 10% στη μεμβράνη και το υπόλοιπο στην υδατινή φάση. Τα ίδια ποσά χοληστερόλης έχει και το γάλα του προβάτου. Υπάρχουν επίσης αξιόλογα ποσά της 7- διυδροχοληστερόλης (προβιταμίνης D) γιατί με ακτινοβολία του γάλακτος παράγονται έως 2000 I.U. βιταμίνης D3 ανά λίτρο γάλακτος.

Σημαντικό θεωρείται το κλάσμα των φωσφολιπιδίων και σφιγκολιπιδίων τα οποία υπεισέρχονται σε ζωτικές λειτουργίες του οργανισμού (πηγή χολίνης για το νευρικό ιστό, κυτταρικές μεμβράνες, πήξη του αίματος).

### 2.3.3 Πρωτεΐνες

Το γάλα αποτελεί μια πηγή πρωτεϊνών για τον άνθρωπο. Έχουν μελετηθεί κυρίως οι πρωτεΐνες του γάλακτος της αγελάδας ενώ λιγότερο οι πρωτεΐνες του γάλακτος άλλων θηλαστικών. Οι κύριες πρωτεΐνες σε όλα τα είδη γάλακτος δηλαδή το αγελαδινό, το πρόβειο και το κασικίσιο, αλλά και στο τυρόγαλα είναι οι καζεΐνες, η β-λακτογλοβουλίνη, η α-λακταλβουμίνη, η αλβουμίνη ορού και οι ανοσογλοβουλίνες. Όλες οι κύριες πρωτεΐνες (εκτός της αλβουμίνης και τις ανοσογλοβουλίνες) συντίθεται στα επιθηλιακά κύτταρα στο μαστικό αδένα από αμινοξέα που προέρχονται στο αίμα.

Η περιεκτικότητα του γάλακτος αγελάδας σε πρωτεΐνες κυμαίνεται από 3,3g/100ml με μέσο όρο περίπου 3,5g/100ml. Το πρωτεϊνικό κλάσμα αποτελείται κατά 2,9% περίπου από τις καζεΐνες και κατά 0,6% από τις πρωτεΐνες του ορού του γάλακτος. Η έρευνα των τελευταίων ετών έχει δώσει επαρκή στοιχεία για τα επιμέρους είδη των πρωτεϊνών, τα οποία απαρτίζουν τα δύο κύρια πρωτεϊνικά κλάσματα του

γάλακτος. Σύμφωνα με την πέμπτη αναθεώρηση (1983) της ειδικής επιτροπής για την ονοματολογία των πρωτεϊνών του γάλατος της American Dairy Association τα είδη των πρωτεϊνών που περιέχονται στο γάλα της αγελάδας είναι τα παρακάτω:

### 2.3.3.1 Καζεΐνες και μικύλλια αγελαδινού γάλακτος

Οι καζεΐνες (CN) είναι φωσφοπρωτεΐνες. Βρίσκονται στο γάλα με τη μορφή μικυλλίων (καζεϊνικά μικύλλια), δηλαδή ως μια μάζα πυκνών πρωτεϊνικών κόκκων. Οι φωσφορικές ομάδες που είναι δεσμευμένες στα μόρια των καζεϊνών, δεσμεύουν το ασβέστιο ( $\text{Ca}^{+2}$ ) σχηματίζοντας ιονικούς δεσμούς. Ακολούθως εφόσον οι καζεΐνες φωσφορυλιωθούν, δημιουργούνται οι δεσμοί του ασβεστίου με τις φωσφορούχες ομάδες και αρχίζει ο πολυμερισμός των μορίων του μικυλλίου. Αυτή η δομή {καζεΐνη- $\text{PO}_4$ - $\text{Ca}^{+2}$ - $\text{PO}_4$ -καζεΐνη} είναι σημαντική για τον σχηματισμό των μικυλλίων. Συνεπώς είναι το κλάσμα των φωσφοπρωτεϊνών που καθιζάνει ύστερα από οξίνιση σε PH 4,6 και σε θερμοκρασία 20 °C. Αποτελούν το 75-80% των πρωτεϊνών του γάλακτος (2,9gr % περίπου) και με βάση τη διάταξη (ομολογία) των αμινοξέων στο μόριό τους διακρίνονται σε  $\alpha_1$ - $\alpha_2$ - $\beta$  και  $\kappa$ -καζεΐνες.

#### • Κλάσματα καζεΐνης

Αρχικά η καζεΐνη θεωρήθηκε ότι ήταν ομοιογενές σώμα, όμως ο Mellander κατόρθωσε με την τεχνική της ηλεκτροφόρησης, να την διαχωρίσει σε τρία κλάσματα που ονόμασε με ελληνικά γράμματα  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ . Το πρώτο έχει τη μεγαλύτερη ηλεκτροφορική κινητικότητα και το τελευταίο τη μικρότερη. Εκτός από την διαφορετική ηλεκτροφορητική ικανότητα που αντανάκλα διαφορές στη δομή τους, τα κλάσματα αυτά διαφέρουν και στην συμπεριφορά τους απέναντι στην πτυτία.

Το 1956 διαπιστώθηκε ότι η  $\alpha$ -καζεΐνη δεν είναι ομοιογενής ουσία αλλά σύμπλοκο καζεϊνών. Απομονώθηκαν αρχικά δυο κλάσματα της, η  $\alpha_s$  και η  $\kappa$ -καζεΐνες, που αργότερα διαπιστώθηκε ότι και αυτά ήταν ετερογενή. Έτσι βρέθηκε ότι η  $\alpha$  αποτελείται από  $\alpha_{s1}$ -καζεΐνη αλλά και από άλλες σε μικρότερη αναλογία. Με την χρησιμοποίηση πλέον εξελιγμένων μεθόδων ηλεκτροφόρησης στην ταυτοποίηση, απομόνωση και καθαρισμό των κλασμάτων της καζεΐνης διαπιστώθηκε η ύπαρξη γενετικών παραλλαγών της.

Πιο αναλυτικά:

- $\alpha_1$ - καζεΐνη: Αποτελεί το 1,2-1,5% των συστατικών του γάλατος και με ηλεκτροφόρηση διαχωρίζεται σε 5 γενετικές παραλλαγές τις A, B, C, D & E.

-as<sub>2</sub>- καζεΐνη: Αποτελεί το 0,3-0,4% των συστατικών του γάλατος. Απαντά σε 4 γενετικές παραλλαγές που χαρακτηρίζονται ως A, B, C & D.

-κ-καζεΐνη: Αποτελούν ποσοστό 0,3-0,4% περίπου των συστατικών του γάλατος, απαντούν με μορφή πολυμερών κ-καζεϊνών που συνδέονται με διθειϊκούς δεσμούς. Με ηλεκτροφόρηση διαπιστώνονται 2 γενετικές παραλλαγές η A και η B. Το μόριό της περιέχει σχεδόν πάντοτε υδατάνθρακες (γλυκοπρωτεΐνη).

-β-καζεΐνη: Αποτελεί το 0,9-1,1% των συστατικών του γάλατος και απαντά σε πολλές γενετικές παραλλαγές (A1, A2, A3, C, D, E). Είναι η περισσότερο υδρόφοβη καζεΐνη.

- **Σύμπλοκα καζεϊνών – μικκυλίων**

Οι καζεΐνες που αναφέρθηκαν προηγουμένως απαντούν στο γάλα σε μορφή συμπλοκών μορίων των as<sub>1</sub> – as<sub>2</sub>, β- και κ-καζεΐνες, τα οποία καλούνται μικκύλια και βρίσκονται σε κολλοειδή διασπορά στην υδατινή φάση. Τα μικκύλια αποτελούνται κατά 93% από καζεΐνες και κατά το υπόλοιπο από ανόργανη ύλη. Κύριο συστατικό της ανόργανης ύλης αποτελούν ο φώσφορος και το ασβέστιο τα οποία απαντούν κυρίως με τη μορφή κολλοειδούς φωσφοασβεστίου (CCP) και συμβάλλουν στο σχηματισμό και τη διατήρηση του σχήματος των μικκυλίων. Επίσης σημαντικό ρόλο παίζουν και τα κιτρικά άλατα, τα οποία ρυθμίζουν την ισορροπία της κατάστασης διασποράς των μικκυλίων.

Η γνώση της σύστασης της καζεΐνης στα διάφορα είδη είναι αρκετά σημαντική για δύο κύριους λόγους:

**Πρώτον**, η σύσταση της καζεΐνης επηρεάζει το σχήμα του μικκυλίου και την κατασκευή, τη συνολική διαδικασία, τη δράση των πρωτεολυτικών ενζύμων και έτσι την επεξεργασία του γάλατος στη γαλακτοβιομηχανία.

**Δεύτερον**, μια αξιόπιστη ταυτοποίηση και ποσοτική εύρεση των κυριότερων πρωτεϊνών γάλατος προσφέρει τη δυνατότητα οργάνωσης μεθόδων για τον προσδιορισμό νοθείας του γάλατος. Οι καζεΐνες, ειδικά, επηρεάζονται λιγότερο από τη θέρμανση σε σχέση με τις πρωτεΐνες ορού.

Στον Πίνακα 4 δίνονται τα διάφορα κλάσματα της καζεΐνης, η αναλογία του καθενός στην ολική καζεΐνη και οι γενετικές παραλλαγές τους.

Καζεΐνη	%των συστατικών του γάλακτος	Γενετικές παραλλαγές	Μοριακό βάρος	Ισοϊονικό pH
<b>As1-καζεΐνη</b>	1,2- 1,5	A	22.068	4.97
		B	23.614	4.96
		C	23.542	5.00
		D	23.724	4.91
		E	23.540	
<b>As2-καζεΐνη</b>	0.3-0.4	A	25.143	
		B		
		C		
		D		
<b>B-καζεΐνη</b>	0.9-1.1	A1	24.020	5.27
		A2	25.980	5.19
		A3	23.971	5.11
		C	24.089	5.35
		D	23.939	5.53
		E	23.497	
<b>K-καζεΐνη</b>	0.2-0.4	A	19.039	5.43
		B	19.007	5.64

Πίνακας 4: Καζεΐνες του γάλατος αγελάδας (Swaisgood 1982, Eigel *et al.* 1984)

Όπως αναφέρθηκε ήδη το μεγαλύτερο ποσοστό της καζεΐνης βρίσκεται στο γάλα υπό μορφή μικροτεμαχιδίων τα οποία καλούνται μικέλλες. Οι μικέλλες αποτελούνται από μεγάλο αριθμό μορίων διαφόρων κλασμάτων καζεϊνών που ενώνονται μεταξύ τους και σχηματίζουν πολυμερή. Το μέγεθος τους κυμαίνεται μεταξύ 30 και 300nm, συνήθως όμως είναι 80-100nm.

Τα μικύλλια αποτελούνται από τις α-, β- και κ- καζεΐνες. Οι α-καζεΐνες είναι σε πολυφωσφορυλιωμένη μορφή ( $\alpha_{s1}$ ,  $\alpha_{s2}$ ,  $\alpha_{s3}$ ,  $\alpha_{s4}$ ,  $\alpha_{s5}$  και  $\alpha_{s6}$ ) και κύριες πρωτεΐνες στο γάλα τις  $\alpha_{s1}$ ,  $\alpha_{s2}$ . Η β-καζεΐνη είναι η κύρια πρωτεΐνη στο αγελαδινό γάλα, αλλά είναι δευτερεύουσα στο ανθρώπινο γάλα. Η κ-καζεΐνη (α-γλυκοπρωτεΐνη) υπάρχει σε όλο το καζεϊνικό μικύλλιο και δρα ως σταθεροποιητής του μικυλλίου. Η γ-καζεΐνη προέρχεται από την πέψη των β-καζεϊνών και βρίσκεται στον αδένα.

Η άλφα(s1)-καζεΐνη (μοριακό βάρος 23.000 Da) έχει δυο υδροφοβικές περιοχές στο μόριο της, οι οποίες και περιέχουν και όλα τα υπολείμματα της προλίνης. Οι περιοχές διαχωρίζονται από μια πολική περιοχή η οποία αποτελείται από 8



φωσφορικές ομάδες. Μπορεί να κατακρημνιστεί ως ίζημα σε χαμηλά επίπεδα ασβεστίου.

Η άλφα(s2)-καζεΐνη έχει μοριακό βάρος 25.000 Da και αποτελείται από 199 υπολείμματα αμινοξέων εκ των οποίων τα 10 είναι υπολείμματα προλίνης. Μπορεί να κατακρημνιστεί και αυτή σαν ίζημα σε χαμηλά επίπεδα ασβεστίου.

Η βήτα(β)-καζεΐνη έχει μοριακό βάρος 24.000 Da και αποτελείται από 209 υπολείμματα αμινοξέων εκ των οποίων τα 35 είναι υπολείμματα προλίνης. Αποτελείται από μια ισχυρά φορτισμένη περιοχή N και μια υδροφοβική περιοχή.

Είναι αμφιλιτική πρωτεΐνη η οποία δρα ως τασενεργό μόριο. Μπορεί να πολυμεριστεί ανάλογα με τη θερμοκρασία σε ένα μεγάλο πολυμερές στους 20°C αλλά δεν πολυμερίζεται στους 4°C. Είναι λιγότερο ευαίσθητη στην καταβύθιση με το ασβέστιο.

Η κάπα(κ)-καζεΐνη (μοριακό βάρος 19.0000 Da, 169 υπολείμματα, 20 υπολείμματα προλίνης) είναι πολύ ανθεκτική στην κατακρήμνιση με ασβέστιο, σταθεροποιώντας άλλες καζεΐνες. Κατά την τυροκόμιση η πυτιά (χυμοσίνη) δρα στο δεσμό των υπολειμμάτων 105Phe-106Met (φαινυλαλανίνη-106μεθειονίνη) ελαχιστοποιώντας την σταθερότητά της, αφήνοντας ένα υδροφοβικό κομμάτι κ-καζεΐνης το οποίο καλείται παρα-κ-καζεΐνη και αντίστοιχα ένα υδροφιλικό κομμάτι το οποίο καλείται κ-καζεΐνο-γλυκομακροπεπτιδίο (GMP) ή πιο σωστά καζεΐνο-μακροπεπτιδίο (CMP).

Η ελεγχόμενη υδρόλυση της καζεΐνης είναι το μέσο παρασκευής τυριών και άλλων γαλακτοκομικών προϊόντων. Η εκτεταμένη αποσταθεροποίηση της δομής των καζεϊνικών μικυλλίων και η μερική υδρόλυση των καζεϊνών, ελαττώνει την ποιότητα του γάλακτος και την απόδοση του γάλακτος σε τυρί.

### **Δομή μικυλλίων**

Υπάρχουν πολλά πρότυπα αλλά και σοβαρές αντιγνώμεις πάνω στη δομή των μικυλλίων των καζεϊνών.

**Πρότυπο του Waugh και των συνεργατών του.** Κατά τους ερμηνευτές αυτούς κάθε μικύλλιο της καζεΐνης αποτελείται από ένα πυρήνα - περιορισμένου μεγέθους αθροίσματα μονομερών των  $\alpha_{s1}$  και  $\beta$ -καζεϊνών και το φλοιό του ,μικρές μονάδες που δημιουργούνται από την αλληλεπίδραση της  $\alpha_s$  ή  $\beta$ -καζεΐνης με την κ-καζεΐνη απουσία ασβεστίου. Ο φλοιός καλύπτει ομοιόμορφα ολόκληρο τον πυρήνα και έχει προσανατολισμένες τις μονάδες που τον αποτελούν κατά τέτοιο τρόπο ώστε το μακροπεπτιδίο την κ-καζεΐνης να είναι εκτεθειμένο. Καθώς το μακροπεπτιδίο είναι

έντονα υδρόφιλο και έχει μεγάλη συγγένεια με τον ορό του γάλακτος η τάση των επιφανειών των μικυλλίων να αλληλεπιδρούν είναι περιορισμένη. Εξάλλου υπάρχει έντονη αλληλεπίδραση μεταξύ του υδροφοβου παρα-κ- τμήματος της κ-καζεΐνης και των  $\alpha_{s1}$  και  $\beta$ -καζεΐνών προς δημιουργία μικρών μονάδων του περιβλήματος του πυρήνα.

**Πρότυπο Parry και Carroll.** Τα μικύλλια στην περίπτωση αυτή θεωρείται ότι αποτελούνται από πολυμερή  $\alpha_s$  και  $\beta$  καζεΐνών που σχηματίζονται γύρω από ένα πυρήνα κ-καζεΐνης. Τα πολυμερή αυτά διατηρούνται μαζί με κολλοειδές φωσφορικό ασβέστιο. Η κ-καζεΐνη του πυρήνα δεν σχετίζεται με την σταθερότητα των μικυλλίων στην περίπτωση αυτή. Οι παραπάνω ερευνητές προσδιόρισαν ότι η κ-καζεΐνη υπάρχει σαν διαλυτή ενωμένη με μικρές ποσότητες των  $\alpha_s$  και  $\beta$  καζεΐνών.

**Πρότυπο Morr.** Κατά την θεωρία αυτή τα μικύλλια της καζεΐνης αποτελούνται από ένα αριθμό μικρών μονάδων που σχηματίζονται με ένωση μονομερών  $\alpha_{s1}$ -,  $\beta$ -, και κ-καζεΐνών δια μέσου ασβεστίου, η διάμετρος των οποίων υπολογίστηκε από τον Morr σε 300  $\text{\AA}$ . Οι μονάδες αυτές ενώνονται με κολλοειδές φωσφορικό ασβέστιο και δημιουργούν τη μικέλλα

Στον Πίνακα 5 δίνεται η μέση εκατοστιαία αναλογία ενός μικκυλίου καζεΐνης του γάλακτος αγελάδας σε θερμοκρασία δωματίου.

Συστατικό	gr %	Συστατικό	gr %
As-1 καζεΐνη	35.6	Ασβέστιο	2.87
As2- καζεΐνη	9.9	Μαγνήσιο	0.11
B- καζεΐνη	33.6	Νάτριο Κάλιο	0.11.0.26
K- καζεΐνη	11.9	Ανόργανος φώσφορος	2.89
Γ- καζεΐνη	2.3	Κιτρικά	0.40
Σύνολο	93.3		6.6

Πίνακα 5: Σύσταση μικκυλίων καζεΐνης γάλακτος αγελάδας(Schmidt,1982)

Το μέγεθος των μικκυλίων κυμαίνεται από 10 έως 780 nm και το μοριακό τους βάρος είναι της τάξης των  $10^7$  έως  $10^9$  Da. Εάν ληφθεί υπόψη ότι το μοριακό βάρος των καζεΐνών είναι περίπου 23.000 Da γίνεται αντιληπτό ότι ένα μέσου μεγέθους μικκύλιο αποτελείται από 25.000 περίπου μονομερή καζεΐνης. Τα μικύλλια είναι σχεδόν σφαιρικοί σχηματισμοί που συντίθενται από αριθμό μικρότερων μονάδων, τα οποία χαρακτηρίζονται ως υπό- μικκύλια, τα οποία έχουν μέγεθος 8-20 nm.

### 2.3.3.2 Πρωτεΐνες του ορού του γάλακτος

Οι κυριότερες πρωτεΐνες που απομένουν στον ορό του γάλακτος, μετά από την καθίζηση των καζεϊνών είναι οι παρακάτω :

- **οροαλβουμίνη** : Έχει τις ίδιες φυσικές και ανοσογενετικές ιδιότητες με την αλβουμίνη του ορού του αίματος της αγελάδας. Αποτελεί το 0,01-0,04% των συστατικών του γάλακτος.
- **α- λακταλβουμίνη(α-La)**: Αποτελεί το 0,06-0,17% των συστατικών του γάλακτος και είναι απαραίτητη στη σύνθεση της λακτόζης. Απαντά σε 3 γενετικές παραλλαγές τις α-LA-A, α-LA-B και α-LA-C.
- **β-λακτογλοβουλίνη (β-Lg)**: Αποτελεί την κύρια οροπρωτεΐνη (0,2-0,4 των συστατικών του γάλακτος) και απαντά σε 7 γενετικές παραλλαγές, οι οποίες χαρακτηρίζονται ως A, B, C, D, E, F, G & Dr. (Droughtmaster)
- **ανοσοσφαιρίνες (LgA)**

Στον Πίνακα 6 παρουσιάζονται τα παραπάνω είδη πρωτεϊνών του ορού γάλακτος αγελάδας

Είδος πρωτεΐνης	% συστατικών του γάλακτος	Γενετικές παραλλαγές	Μοριακό βάρος	Ισοϊονικό pH
Οροαλβουμίνη	0.01-0.04		66.267	5.13
A-λακταλβουμίνη	0.06-0.17	A	14.147	
B-λακτογλοβουλίνη	0.2-0.4	A	18.363	5.35
		B	18.277	5.41
		C	18.286	5.39
		D	18.276	
		E	18.205	
		F	18.234	
		G	18.233	
		Dr		
Ανοσοσφαιρίνες	0.06-0.1			
IG 1	0.03-0.06	153.00-163.000		
IG 2	0.005-0.01	140.000-154.000		
IGA	0.005-0.015	385.000-417.000		
IGM	0.005-0.01	1.000.000		
FSC	0.002-0.01	79.000		

Πίνακας 6: Είδη πρωτεϊνών του ορού γάλακτος αγελάδας(Eigel *et al.*, 1984)



## 2.3.4 Υδατάνθρακες

### 2.3.4.1 Λακτόζη

Είναι το κύριο σάκχαρο του γάλακτος των θηλαστικών. Δεν απαντά εκτός από το γάλα αλλού στη φύση σε αξιόλογα ποσά. Βρέθηκε σε ίχνη σε ορισμένα φυτά και συχνά στο αίμα και τα ούρα του ανθρώπου ως αποτέλεσμα εγκυμοσύνης, γαλουχίας ή και διατροφής. Συντίθεται στο μαστό με δαπάνη της γλυκόζης του αίματος. Η περιεκτικότητα της στο γάλα της αγελάδας κυμαίνεται από 2,7% έως 5,2% με μέση τιμή το 4,7%. Από άποψη φυσικής κατάστασης η λακτόζη απαντά στη φύση και τα διάφορα γαλακτοκομικά προϊόντα με τις εξής μορφές

- Κρυσταλλική άνυδρη β-λακτόζη
- Άμορφη μη κρυσταλλική (ή άνυδρη υαλώδης)

### 2.3.4.2 Άλλοι υδατάνθρακες

Εκτός από τη λακτόζη υπάρχουν σε μικρά ποσά αρκετοί μονοσακχαρίτες, ουδέτεροι ή όξινοι ολιγοσακχαρίτες καθώς και σάκχαρα δεσμευμένα με πρωτεΐνες ή πεπτιδία. Από τους μονοσακχαρίτες ανευρίσκονται η γλυκόζη και η γαλακτόζη σε ποσά από 10-20 mg / 100 ml και η μυο-ινοσιτόλη. Επίσης ανευρέθηκαν οι υδατάνθρακες φουκόζη, N-ακετυλογλυκοζαμίνη, η N-ακετυλογαλακτοζαμίνη και το N-ακετυλονευραμινικό οξύ, είτε ως ελεύθερα σάκχαρα είτε κυρίως ως ολιγοσακχαρίτες, γλυκοπεπτιδία ή γλυκοπρωτεΐνες. Το συνολικό N-ακετυλονευραμινικό οξύ ανέρχεται στο γάλα αγελάδας σε 10-30 mg % , στο πρωτόγαλα 100-230 mg % και στο πρωτόγαλα της γυναίκας 100-425 mg % (Jeness, 1974).

Γλυκοπεπτιδία έχουν απομονωθεί από το πρωτόγαλα της αγελάδας και της γυναίκας και βρέθηκαν να περιέχουν γαλακτόζη, γλυκοζαμίνη, γαλακτοζαμίνη και N-ακετυλονευραμινικό οξύ.

Οι ουδέτεροι ολιγοσακχαρίτες που έχουν ανιχνευθεί αποτελούνται από γλυκόζη, γαλακτόζη, φουκόζη και N-ακετυλογλυκοζαμίνη και στο γάλα αγελάδας περιέχονται σε αναλογία 1-2 g / λίτρο, ενώ στις γυναίκας σε ποσότητα 10-25g / λίτρο (Jeness, 1974). Οι όξινοι ολιγοσακχαρίτες που τυποποιήθηκαν, αποτελούνται από N-ακετυλονευραμινικό οξύ και σε μερικές περιπτώσεις από N- γλυκολυλ-νευραμινικό οξύ (σιαλικά οξέα).

Οι πρωτεΐνες του γάλακτος που περιέχουν υδατάνθρακες είναι οι κ-καζεΐνες, οι ανοσοσφαιρίνες, η ποικιλία Drought-Master της β-A λακτογλοβουλίνης και οι πρωτεΐνες της μεμβράνης του λιπιδίου (Whitney et. al, 1976).

### 2.3.5 Άλατα

Το γάλα περιέχει αρκετά μεταλλικά στοιχεία, είτε σε ιονική μορφή, είτε δεσμευμένα σε άλλα συστατικά είτε τέλος με μορφή οργανικών ή ανόργανων αλάτων. Από τα κατιόντα τα κυριότερα είναι το  $\text{Ca}^{++}$ , το  $\text{Na}^{++}$ , το  $\text{K}^+$  και το  $\text{Mg}^{++}$ , ενώ από τα κατιόντα το  $\text{Cl}^-$  ο  $\text{P}^-$  και τα κιτρικά όπως παρουσιάζονται στον Πίνακα 7.

Άλατα	Αγελάδα (mg %)
Ασβέστιο	123
Μαγνήσιο	12
Νάτριο	58
Κάλιο	141
Χλώριο	119
Φώσφορος	95
Κιτρικό οξύ	160
Θείο	30

Πίνακας 7: Συγκέντρωση αλάτων στο γάλα αγελάδας (Johnson 1974, Jenness 1974)

Η σχέση λακτόζης και αλάτων φαίνεται ότι παραμένει σταθερή στα διάφορα γάλατα και αυτό έχει σχέση με τη διατήρηση της οσμωτικής πίεσης του γάλατος σε τιμές ίδιες με εκείνες του αίματος. Σχετικά με την κατάσταση με την οποία βρίσκονται στο γάλα τα κυριότερα από τα στοιχεία του παραπάνω πίνακα είναι γνωστό ότι τα κάλιο, νάτριο και χλώριο βρίσκονται κυρίως ως ελεύθερα ιόντα, ενώ τα ασβέστιο και μαγνήσιο μόνο σε μικρό ποσοστό είναι σε ιονισμένη μορφή. Στο γάλα αγελάδας το 20% του ασβεστίου είναι δεσμευμένο στις καζεΐνες σε συνδυασμό με το φώσφορο, το 50% είναι σε ανόργανη κolloειδή μορφή και το 30% σε ιονισμένη μορφή (Renner 1983). Έτσι το γάλα είναι κορεσμένο από φωσφορικό και κιτρικό ασβέστιο. Σχετικά με το φώσφορο, το 30% περίπου είναι σε ανόργανη διαλυτή μορφή, το 20% είναι δεσμευμένο στα μόρια των καζεϊνών, το 40% σε κolloειδή ανόργανη μορφή και το υπόλοιπο 10% περίπου είναι δεσμευμένο σε λιπίδια. Το κιτρικό οξύ είναι σημαντικό συστατικό του γάλακτος. Ενώνεται με το ασβέστιο και έτσι διατηρείται η διαλυτότητα του φωσφορικού ασβεστίου.

### 2.3.6 Ιχνοστοιχεία

Το γάλα περιέχει πολλά στοιχεία, σε συγκεντρώσεις της τάξης των ppm (mg / λίτρο) ή ppb (μg / λίτρο και τα οποία είναι γνωστά ως ιχνοστοιχεία και παρουσιάζονται στον Πίνακα 8.

Ιχνοστοιχείο	Συγκέντρωση	Ιχνοστοιχείο	Συγκέντρωση
Αλουμίνιο	460	Σίδηρος	450
Αρσενικό	50	Μόλυβδος	40
Βάριο	ίχνη	Μαγγάνιο	22
Βρώμιο	600	Μολυβδένιο	73
Κάδμιο	26	Νικέλιο	27
Κοβάλτιο	0.6	Ρουβίδιο	2000
Χαλκός	130	Σελίνιο	70-1270
Φθόριο	150	Πυρίτιο	1430
Ιώδιο	43	Ψευδάργυρος	3900

Πίνακας 8: Ιχνοστοιχεία που περιέχονται στο γάλα αγελάδας(mg/λίτρο)  
(Johnson,1974)

Η παρουσία τους στο γάλα είναι συνάρτηση της περιεκτικότητάς τους στην τροφή του ζώου. Πάντως σε σχέση με τα ιχνοστοιχεία το γάλα θεωρείται πλούσια πηγή, αν και για ορισμένα από αυτά (μόλυβδος, αρσενικό) έχουν παρατηρηθεί τιμές που χαρακτηρίζονται πλέον ως ρύπανση.

Τα ιχνοστοιχεία ανευρίσκονται στο γάλα κυρίως με μορφή οργανικών ενώσεων, συνδεδεμένα κυρίως με τις πρωτεΐνες, αν και ορισμένα από αυτά (Cu, Fe, Mn, Zn) ανευρίσκονται και στη μεμβράνη των λιποσφαιρίων. Το κοβάλτιο αποτελεί συστατικό της βιταμίνης B12. Εξάλλου η συγκέντρωση του ιωδίου μπορεί να αυξηθεί και έως το δεκαπλάσιο, εάν γίνεται χρήση ιωδιούχων αντισηπτικών για εμβάπτιση της θηλής του μαστού.

### 2.3.7 Βιταμίνες

Το γάλα περιέχει όλες σχεδόν τις βιταμίνες, άλλες σε ικανοποιητική ποσότητα και άλλες σε ίχνη. Στον Πίνακα 9 δίνονται οι συγκεντρώσεις των διαφόρων βιταμινών.

Βιταμίνη	Γάλα αγελάδας
Βιταμίνη Α	0.1-0.5 (159 U.I)
Καροτινοειδή	0.030
Βιταμίνη D	2.21 (U.I)
Βιταμίνη Ε (Τοκοφερόλη)	0.100
Βιταμίνη Κ	0.00467
Βιταμίνη C	2.09
Βιοτίνη	0.003
Χολίνη	13,7
Φολασίνη (Φολικό οξύ)	0.0059
Μυοινοσιτόλη	11.0
Νιασίνη (Νικοτινικό οξύ)	0.09
Παντοθενικό οξύ	0.34
Ριβοφλαβίνη (B2)	0.17
Θειαμίνη	0.04
Βιταμίνη Β6 (πυριδοξίνη)	0.06
Βιταμίνη Β12	0.00042
P-αμινοβενζοϊκό οξύ	0.01
Οροτικό οξύ (Βιταμίνη Β13)	7.3

Πίνακας 9: Μέση περιεκτικότητα του γάλακτος αγελάδας σε βιταμίνες (Hartman & Dryden 1974, Jeness 1974)

Από τις λιποδιαλυτές βιταμίνες η Α υπάρχει κυρίως ως εστέρας του παλμιτικού οξέως και η D ως μίγμα D2 (προέρχεται από τις τροφές) και D3 (προέρχεται από ακτινοβολήση της προβιταμίνης D στο δέρμα του ζώου). Η βιταμίνη Ε απαντά κυρίως ως α-τοκοφερόλη (0,1 mg / 100 ml) και ένα μικρό ποσοστό (5%) της όλης δραστηριότητας οφείλεται στη γ-τοκοφερόλη. Η βιταμίνη Κ ανευρίσκεται μόνο σε ίχνη. Από τις υδατοδιαλυτές βιταμίνες εκείνες του συμπλέγματος Β (θειαμίνη, ριβοφλαβίνη, Β6, βιοτίνη, παντοθενικό οξύ, φολασίνη) βρίσκονται σταθερά στο γάλα των μυρηκαστικών ανεξάρτητα από τη διακύμανση της περιεκτικότητάς τους στην τροφή.

### 2.3.8 Ένζυμα

Τα ένζυμα που βρίσκονται φυσιολογικά στο γάλα παράγονται από τα κύτταρα του μαστού και δεν έχει αποδειχθεί εάν παίζουν κάποιο ιδιαίτερο ρόλο ή πρέπει να θεωρούνται ότι εισάγονται τυχαίως κατά τη διαδικασία της εκκρίσεως του γάλατος.



Τα ένζυμα που παράγονται από τους μικροοργανισμούς δε θεωρούνται ως συστατικά του γάλατος.

Από άποψη υγιεινής και τεχνολογίας του γάλατος αυτά που έχουν ενδιαφέρον είναι τα εξής:

**A) Αλκαλική φωσφατάση:** Εντοπίζεται στη μεμβράνη των λιποσφαιρίων (η όξινη φωσφατάση βρίσκεται στον ορό του γάλατος). Είναι θερμοευαίσθητη αλλά περισσότερο ανθεκτική από τα μη σπορογόνα παθογόνα βακτήρια. Η αδρανοποίηση της κατά τη θέρμανση του γάλακτος, υποδηλώνει και καταστροφή των παθογόνων βακτηρίων. Αποτελεί την περισσότερο ασφαλή, μέχρι σήμερα μέθοδο ελέγχου της παστεριώσεως του γάλατος. Σε διαταραχές στην έκκριση του γάλατος αυξάνεται η αλκαλική φωσφατάση και μειώνεται η όξινη (Andrews & Alichanidis 1975).

**B) Λιπάσες:** Υπάρχουν κατά 90% στα μικκύλια καζεΐνης. Διασπούν τα τριγλυκερίδια του λίπους του γάλατος, οπότε ελευθερώνονται λιπαρά οξέα, γλυκερόλη, μονογλυκερίδια και διγλυκερίδια, μεταβολές που επηρεάζουν τη συντήρηση του γάλατος και των προϊόντων του διότι του προσδίνουν γεύση και οσμή ταγγού. Αδρανοποιούνται μερικώς κατά την παστερίωση και πλήρως κατά τις μαστίτιδες και ελαττώνονται κατά το τέλος της γαλακτικής περιόδου.

**Γ) Καταλάση:** Χρησιμοποιείται στη διάγνωση του γάλακτος που προέρχεται από ζώα που πάσχουν από μαστίτιδα, διότι η δραστηριότητά της αυξάνεται κατά 10-15 φορές. Φαίνεται ότι προέρχεται από τον ορό του αίματος (Kitchen *et al.*, 1970)

**Δ) Ξανθίνη οξειδάση:** Είναι γνωστή και σαν ένζυμο του Schardinger. Δεν αδρανοποιείται στη θερμοκρασία παστεριώσεως, αλλά σε θερμοκρασία μεγαλύτερη από 80 °C γι' αυτό και χρησιμοποιείται για να διαπιστωθεί εάν το γάλα έχει υποστεί βρασμό. Η δραστηριότητά της αυξάνεται με την αύξηση του αριθμού των σωματικών κυττάρων στο γάλα (μαστίτιδες).

**Ε) Πρωτεάσες:** Παρ' ότι βρίσκονται σε μικρή συγκέντρωση στο γάλα παίζουν κάποιο ρόλο στη διάσπαση των πρωτεϊνών κατά τη συντήρηση του παστεριωμένου γάλατος ή των γαλακτοκομικών προϊόντων. Απαντούν σε αλκαλική και όξινη μορφή και φέρονται συνδεδεμένες με τις καζεΐνες. Στο γάλα όμως υπάρχουν και μικροβιακής προέλευσης πρωτεάσες.

**ΣΤ) Υπεροξειδάση:** Συντίθεται στο μαστό και είναι ποσοτικά το πρώτο ένζυμο του γάλατος (1% των οροπρωτεϊνών). Η δραστηριότητά της εξαρτάται από το είδος της

τροφής, την εποχή και τη φάση του οιστρικού κύκλου. Έχει μεγάλη δραστηριότητα στο πρωτόγαλα (το έκκριμα του μαστού των γαλακτοπαραγωγών ζώων κατά τις πρώτες 5 έως 6 ημέρες από τον τοκετό. Είναι κιτρινωπό ρευστό, με μεγάλο ιξώδες, υπόπικρο και υφάλμυρο. Περιέχει μεγάλο αριθμό σωματικών κυττάρων και πήζει με τη θέρμανση). Η υπεροξειδάση του γάλακτος σε συνδυασμό με τα θειοκυανικά άλατα και το υπεροξειδίο του υδρογόνου, ασκεί σοβαρή αντιμικροβιακή δράση.

**Z) Λυσοζύμη:** Βρίσκεται σε μικρή αναλογία και διαφέρει ριζικά από τη λυσοζύμη των δακρύων.

### 2.3.9 Άλλα συστατικά

- **Ορμόνες:** Πρόκειται για τις φυσικές ορμόνες του ίδιου του γαλακτοπαραγωγού ζώου, οι οποίες απαντούν και στο γάλα σε πολύ μικρές ποσότητες και κυμαίνονται ανάλογα με το στάδιο της γαλακτοπαραγωγής.

- **Αλδεΐδες, κετόνες και αλιφατικά οξέα**

- **Μη πρωτεϊνικής φύσης αζωτούχες ουσίες**

- **Θειούχες ενώσεις:** Παίζουν ρόλο στην αντιμικροβιακή δράση του νωπού γάλατος

- **Χρωστικές:** Πρόκειται κυρίως για καροτίνια που δίνουν υποκίτρινο χρώμα στο λίπος (προβιταμίνη Α) καθώς επίσης και για τη ριβοφλαβίνη (υδατοδιαλυτή) που προσδίνει την πρασινοκίτρινη απόχρωση στο αποβουτυρωμένο γάλα.

- **Αέρια:** Το γάλα περιέχει οξυγόνο, διοξείδιο του άνθρακα και άζωτο έως 5% του όγκου του.

-**Κύτταρα:** Το γάλα περιέχει φυσιολογικά έως 500.000 λευκοκύτταρα και επιθηλιακά κύτταρα ανά ml και ο αριθμός αυτός αυξάνεται σε περιπτώσεις μαστίτιδας. Η αρίθμηση των κυττάρων στο γάλα αποτελεί σήμερα την καλύτερη μέθοδο ταχείας εκτίμησης της υγιεινής κατάστασής του.

## 3<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ

### ΜΗΤΡΙΚΟ ΓΑΛΑ

#### 3.1 Αναγκαιότητα του μητρικού γάλακτος και η σύνθεσή του

Η βρεφική ηλικία είναι μια περίοδος ταχείας ανάπτυξης για τον ανθρώπινο οργανισμό. Οι ενεργειακές ανάγκες του βρέφους είναι τρεις έως τέσσερις φορές μεγαλύτερες από αυτές του ενήλικα. Μέχρι το δωδέκατο μήνα, το βρέφος τριπλασιάζει το βάρος γέννησης του. Για να ανταποκριθεί στις απαιτήσεις ενός τόσο υψηλού μεταβολικού ρυθμού, απαιτείται πρόσληψη υψηλού ποσού ενέργειας και θερμίδων.

Το μητρικό γάλα αποτελεί την πλέον κατάλληλη τροφή για όλα τα βρέφη, ιδιαίτερα τους πρώτους έξι μήνες της ζωής. Στην ηλικία αυτή το βρέφος διαθέτει τη νευρομυϊκή ικανότητα να θηλάζει και να πέπτει μόνον τροφή σε υγρή μορφή. Το πεπτικό του σύστημα δεν έχει ακόμη αναπτύξει ενζυμική επάρκεια, ενώ υστερεί σε μηχανισμούς ικανούς να αντιμετωπίσουν αποτελεσματικά τη διάβαση από τον εντερικό βλεννογόνο στην κυκλοφορία του αίματος μακρομοριακών ενώσεων. Μπορεί όμως να πέπτει πρωτεΐνες, λίπη και λακτόζη που περιέχονται στο μητρικό γάλα. Επίσης, η ανώριμη νεφρική λειτουργία του δεν του επιτρέπει να αντεπεξέρχεται με αποτελεσματικότητα σε υψηλά πρωτεϊνικά και ηλεκτρολυτικά φορτία. Οι λόγοι αυτοί δικαιολογούν το χαρακτηρισμό του πρώτου εξαμήνου της ζωής ως περίοδο διατροφής αποκλειστικά με γάλα.

Οι συστάσεις του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας αναφέρουν ότι ο μητρικός θηλασμός θα πρέπει να αποτελεί την κύρια πηγή θρέψης για το πρώτο εξάμηνο της ζωής. Δυστυχώς, τα ποσοστά του αποκλειστικού θηλασμού στην Ελλάδα είναι χαμηλά.

Σε μία πρόσφατη μελέτη υπολογίστηκε ότι τα βρέφη τρέφονται με αποκλειστικό θηλασμό:

- Μέχρι τον 1ο μήνα της ζωής τους σε ποσοστό 55% περίπου.
- Μέχρι τον 3ο μήνα της ζωής τους σε ποσοστό 45% περίπου.
- Μέχρι τον 6ο μήνα της ζωής τους σε ποσοστό 20-25% περίπου.

Το ανθρώπινο γάλα είναι ένας κομψά σχεδιασμένος φυσικός πόρος. Είναι η μόνη τροφή που απαιτείται από την πλειοψηφία των υγιών νεογνών για περίπου έξι



μήνες. Πέρα από την αλλαγή της σύνθεσης κατά τη διάρκεια του θηλασμού, η σύνθεση του μητρικού γάλακτος μεταβάλλεται και σε σχέση με το χρόνο. Διακρίνονται τρεις μορφές:

**A) Το πύαρ:**

Το πρώτο γάλα, το κολόστρον ή πύαρ ή πρωτόγαλα, είναι ένα παχύ συχνά κίτρινο ρευστό που παράγεται κατά την διάρκεια του σταδίου λακτογένεση II (1-3 μέρες) μετά την γέννηση του βρέφους. Τα βρέφη μπορούν να πιούν μόνο 2-10ml πρωτογάλακτος ανά γεύμα τις πρώτες δύο με τρεις ημέρες. Το πρωτόγαλα περιέχει περίπου 58-70 cal/100ml και η σύστασή του είναι υψηλότερη σε πρωτεΐνη, και χαμηλότερη σε υδατάνθρακες και λίπος από ότι το ώριμο γάλα (που παράγεται δύο εβδομάδες μετά την γέννηση του βρέφους).

Η εκκριτική ιμουνογλουλίνη A και η λακτοφερίνη είναι οι αρχικές πρωτεΐνες του πρωτογάλακτος, ενώ οι άλλες πρωτεΐνες που βρίσκονται στο ώριμο γάλα δεν είναι παρούσες. Το πύαρ έχει τις υψηλότερες συγκεντρώσεις σε νάτριο, κάλιο και χλώριο σε σχέση με το ώριμο γάλα.

Επιπλέον, περιέχει μεγαλύτερη ποσότητα ηλεκτρολυτών και ανοσοσφαιρινών (IgA, IgG), λακτοφερίνης και γαλακτολευκωματίνης, σε σχέση με το ώριμο γάλα. Αντίθετα, προσφέρει λιγότερες θερμίδες, λακτόζη και λίπος. Σκοπός της παραγωγής του είναι η ενίσχυση της άμυνας του οργανισμού του νεογνού.

**B) Το μεταβατικό γάλα:** παράγεται από την έκτη έως τη δέκατη τέταρτη ημέρα.

**Γ) Το ώριμο γάλα:** Την τρίτη εβδομάδα ζωής του βρέφους το γάλα παίρνει την τελική του σύσταση και ονομάζεται πλέον ώριμο μητρικό γάλα. Ιδιαίτερα σημαντική είναι η μεγάλη περιεκτικότητα σε ταυρίνη, ένα αμινοξύ που θεωρείται απαραίτητο στα βρέφη και είναι σημαντικό για την ανάπτυξη του κεντρικού νευρικού συστήματος (ΚΝΣ). Το λίπος στο μητρικό γάλα αυξάνει με την πάροδο της γαλουχίας. Γενικά το γάλα της μητέρας έχει μεγάλες ποσότητες σε πολυακόρεστα λιπαρά οξέα. Στο μητρικό γάλα τα μέταλλα βρίσκονται σε αναλογία και μορφή που ευνοεί την απορρόφησή τους και εξασφαλίζει την φυσιολογική ανάπτυξη του βρέφους.

### **3.2 Συστατικά του μητρικού γάλακτος**

Τα συστατικά του γάλακτος είτε συντίθενται στα εκκριτικά κύτταρα της θηλαίας άλω είτε μεταφέρονται μέσω του μητρικού πλάσματος. Στα εκκριτικά κύτταρα συνθέτονται τα μακροθρεπτικά συστατικά, δηλαδή οι πρωτεΐνες, οι υδατάνθρακες (λακτόζη) και

τα λίπη. Το μητρικό πλάσμα μεταφέρει τα μακροθρεπτικά συστατικά και τα μακροθρεπτικά στοιχεία, δηλαδή τα μέταλλα ιχνοστοιχεία και τις βιταμίνες και φυσικά το νερό.

### 3.2.1 Νερό

Το μεγαλύτερο ποσοστό των συστατικών του μητρικού γάλακτος είναι το νερό (87%). Συμβάλλει στη θερμορύθμιση του νεογέννητου γιατί το 25% της απώλειας της θερμότητας οφείλεται στην εξάτμιση του νερού από τους πνεύμονες και το δέρμα. Έρευνες έδειξαν ότι οι ανάγκες των παιδιών σε νερό καλύπτονται με το νερό του μητρικού γάλακτος σε υγρά και ζεστά κλίματα. Ακόμη και σε τροπική ζέση το παιδί που θηλάζει σωστά δεν έχει ανάγκη από επιπλέον υγρά.

### 3.2.2 Υδατάνθρακες

Ο κυριότερος υδατάνθρακας στο ανθρώπινο γάλα είναι η λακτόζη (Lactose: "lact" σημαίνει γάλα και "ose" σημαίνει ζάχαρη). Η βιοσύνθεσή της συντελείται από τα σωμάτια Golgi του μαζικού αδένου. Η λακτόζη είναι δισακχαρίτης και αποτελείται από δύο μονοσακχαρίτες, τη γαλακτόζη και τη γλυκόζη. Συντίθεται στα εκκριτικά κύτταρα από γλυκόζη και γαλακτόζη οι οποίες περιέχονται στην κυκλοφορία του μητρικού αίματος. Περίπου το 4,8% του ανθρώπινου γάλακτος είναι λακτόζη, το οποίο αποδίδει περίπου το 40% των συνολικών θερμίδων που παρέχει το ανθρώπινο γάλα. Η σημασία αυτής της υψηλής περιεκτικότητας του μητρικού γάλακτος σε λακτόζη είναι πιθανώς διπλή: (1) ο εγκέφαλος του εμβρύου, ο οποίος είναι ανεπτυγμένος και συνεχίζει να αναπτύσσεται, απαιτεί λακτόζη ως θρεπτικό υπόστρωμα, (2) για λόγους όσμωσης, η έκκριση λακτόζης απαιτεί και παράλληλη έκκριση μεγάλου ποσού ύδατος. Αυτό το ύδωρ είναι επαρκές για να καλύψει τις ανάγκες του μωρού σε νερό και για να σχηματιστούν ούρα.

Ποσοστιαία, ο κύριος υδατάνθρακας στο ανθρώπινο γάλα είναι η λακτόζη. Ωστόσο, περισσότεροι από πενήντα ολιγοσακχαρίτες διαφορετικής δομής, έχουν προσδιοριστεί στο γάλα αυτό. Μερικοί από αυτούς είναι η γλυκόζη, η γαλακτόζη, οι γλυκοζαμίνες, η φυκόζη, τη ν-ακετυλγλυκοζαμίνη και το σιαλικό οξύ. Μερικοί από αυτούς μπορεί να ενεργήσουν ως παράγοντες αύξησης για το γαλακτοβάκκιλο ο οποίος αποικεί στο γαστρεντερικό σύστημα του βρέφους ή ως προστατευτικοί παράγοντες ενάντια σε ορισμένες βακτηριακές τοξίνες. Αυτές οι ενώσεις περιλαμβάνουν μέχρι 1,2 % του ώριμου ανθρώπινου γάλακτος.

Παρόλο που υπάρχει μεγαλύτερη ποσότητα υδατανθράκων στο ανθρώπινο γάλα, περισσότερη ενέργεια αποδίδεται στο βρέφος από τα λίπη. Αυτό γιατί οι υδατάνθρακες αποδίδουν 4 Kcals/ gr και τα λίπη αποδίδουν 9 Kcals/ gr.

Το πύαρ είναι χαμηλής περιεκτικότητας σε λακτόζη (5,3 gr/ 100 ml) ενώ το ώριμο γάλα είναι σημαντικά υψηλότερο σε λακτόζη (6,8 gr/100 ml). Σε αντίθεση με το λίπος η ποσότητα της λακτόζης ποικίλει ελάχιστα κατά τη διάρκεια της ημέρας. Η λακτόζη είναι μοναδική σε αυτό και φαίνεται να ρυθμίζει την ένταση του γάλακτος. Πράγματι, η μητέρα έχει λιγότερη συνολική ένταση γάλακτος όταν συντίθεται λιγότερη λακτόζη και μεγαλύτερη συνολική ποσότητα γάλακτος όταν συντίθεται περισσότερη λακτόζη. Πρόσθετα, η λακτόζη αυξάνεται δραματικά από την 4<sup>η</sup> έως την 120<sup>η</sup> ημέρα και κατά συνέπεια η ένταση παραγωγής γάλακτος αυξάνεται.

Τα ποσοστά της λακτόζης στο ανθρώπινο γάλα διαφέρουν σημαντικά από το αγελαδινό. Ενώ το ανθρώπινο γάλα περιέχει 6,8 gr/ 100 ml λακτόζης το αγελαδινό περιέχει 0,3 gr/ 100 ml. Αυτό είναι σημαντικό επειδή η υψηλότερη ποσότητα της λακτόζης δημιουργεί περισσότερα οξέα στο περιβάλλον του εντέρου, ωστόσο με την παρουσία της μειώνεται η ποσότητα των μη επιθυμητών βακτηρίων και βελτιώνεται η συγκέντρωση του γάλακτος σε φώσφορο και μαγνήσιο. Η λακτόζη βοηθά στη σύνθεση των βιταμινών του συμπλέγματος Β και προωθεί την ανάπτυξη της χλωρίδας του εντέρου η οποία αντιστέκεται στην ανάπτυξη των θετικά κατά Gram βακτηρίων που παράγουν γαλακτικά οξέα από υδατάνθρακες.

Εκτός από πηγή ενέργειας, η λακτόζη συμβάλλει στην απορρόφηση του ασβεστίου από τον εντερικό βλεννογόνο του βρέφους, διαδραματίζοντας με αυτόν τον τρόπο σημαντικό ρόλο στην πρόληψη της ραχίτιδας. Ακόμη, προάγει την ανάπτυξη του γαλακτοβακίλλου *Bifidus* στον εντερικό σωλήνα, παρεμποδίζοντας έτσι την εγκατάσταση παθογόνων μικροοργανισμών.

### 3.2.3 Πρωτεΐνες

Το ποσοστό των πρωτεϊνών που περιέχονται στο γάλα μειώνεται με την πάροδο του χρόνου. Τα επίπεδα των πρωτεϊνών είναι περισσότερο συγκεντρωμένα στο πρωτόγαλα (πύαρ) κατά τη διάρκεια των πρώτων ημερών μετά τη γέννηση. Μετά την αύξηση της έντασης του παραγόμενου γάλακτος, η ποσότητα της πρωτεΐνης μειώνεται. Η πρωτεΐνη περιέχεται σε ποσοστό 2,3% στο πύαρ και μόλις 0,9% στο ώριμο γάλα.

Το ώριμο γάλα καλύπτει το ένα τρίτο της ποσότητας των πρωτεϊνών που



περιέχονται στο πύαρ. Τα σπουδαιότερα λευκώματα που εντοπίζονται στο μητρικό γάλα είναι οι καζεΐνες (b, k, 4b), που αποτελούν το 30-40% των πρωτεϊνών του γάλακτος και ορογαλακτολευκωματίνες, που συνθέτουν το υπόλοιπο 60-70%. Σε αυτήν την κατηγορία ανήκουν οι α-γαλακτολευκωματίνη, η λακτοφερρίνη, η λυσοζύμη και η αλβουμίνη. Ο ρόλος της λακτοφερρίνης φαίνεται ότι είναι ανάλογος της τρανσφερρίνης του ορού για τη δέσμευση του σιδήρου.

Η λυσοζύμη δρα τοπικά στον εντερικό βλεννογόνο, καταλύει τους γλυκοσιδικούς δεσμούς των κυτταρικών μεμβρανών των μικροβίων και συμβάλλει στην τοπική άμυνα του πεπτικού συστήματος.

Στην ομάδα των πρωτεϊνών ανήκουν και οι ανοσοσφαιρίνες. Στο μητρικό γάλα ανευρίσκονται οι ανοσοσφαιρίνες IgG, IgM και κυρίως η IgA. Οι ανοσοσφαιρίνες αυτές αναλαμβάνουν αμυντικό έργο στην πρόληψη ιογενών λοιμώξεων, αλλά και μικροβιακών λοιμώξεων που προέρχονται από τη χλωρίδα του εντέρου.

Στο μητρικό γάλα εντοπίζονται επίσης μη πρωτεϊνικής φύσης ελεύθερα αμινοξέα (όπως η ταυρίνη), νουκλεοτίδια, κρεατινίνη, γλυκοζαμίνες και ουρία. Τα συστατικά αυτά διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στις διάφορες μεταβολικές λειτουργίες του οργανισμού.

Η πρωτεΐνη συντίθεται από αμινοξέα σε εκκριτικά κύτταρα ή μεταφέρεται από το μητρικό πλάσμα. Τα αμινοξέα είναι τα δομικά συστατικά των πρωτεϊνών. Στη βρεφική ηλικία ο όρος "απαραίτητα αμινοξέα" και "μη απαραίτητα αμινοξέα" δεν χρησιμοποιείται. Το ανθρώπινο γάλα περιέχει όλα τα απαραίτητα αμινοξέα για τη σίτιση του βρέφους. Το ανθρώπινο γάλα περιέχει κυρίως δυο είδη πρωτεϊνών: Την καζεΐνη και τη λακταλβουμίνη. Αποτελείται από 40% καζεΐνη και 60% λακταλβουμίνη.

**Καζεΐνη.** Η καζεΐνη είναι μια πρωτεΐνη του πήγματος του γάλακτος. Το ανθρώπινο γάλα έχει μια σχετικά χαμηλή περιεκτικότητα σε καζεΐνη σε σχέση με τα άλλα θηλαστικά. Περίπου 0,2 g/dl καζεΐνης περιέχονται στο ώριμο γάλα, απεικονίζοντας πιθανώς το σχετικά αργό ποσοστό αύξησης του εμβρύου. Στο ανθρώπινο γάλα είναι κυρίαρχη η β- καζεΐνη. Η υψηλή αυτή αναλογία σε β- καζεΐνη στο ανθρώπινο γάλα επιτρέπει περίπου το 80% του σιδήρου ν' απορροφηθεί. Αυτό είναι σημαντικό επειδή ο σίδηρος είναι προοριζόμενος για να τον δεσμεύσει η λακτοφερρίνη η οποία παρεμποδίζει την ανάπτυξη των σιδηροεξαρτώμενων βακτηριδίων στο γαστρεντερικό σύστημα. Το μεγαλύτερο μέρος της καζεΐνης είναι σε πορώδης μορφή και στους πόρους της περιέχονται το μεγαλύτερο ποσοστό αλάτων

ασβεστίου και φωσφόρου.

**Λακταλβουμίνη.** Οι πρωτεΐνες τυρογάλακτος συντίθενται στο μαστικό αδένα. Η πρωταρχική πρωτεΐνη τυρογάλακτος στο ανθρώπινο γάλα είναι η α-λακταλβουμίνη. Η α-λακταλβουμίνη μαζί με άλλες πρωτεΐνες κλειδιά (τη λακτοφερρίνη και την εκκριτική ανοσοσφαιρίνη A) αποτελούν το 60-80% των πρωτεϊνών του ανθρώπινου γάλακτος. Άλλες πρωτεΐνες όπως ο ορός αλβουμίνης, η β-λακτογλοβουλίνη και η β-ανοσοσφαιρίνη καθώς και ποικίλες γλυκοπρωτεΐνες είναι παρούσες.

**Λακτοφερρίνη.** Η λακτοφερρίνη είναι μια σιδηροδεσμευτική πρωτεΐνη η οποία είναι συστατικό των πρωτεϊνών τυρογάλακτος και δεν είναι διαθέσιμη στο τυποποιημένο γάλα. Η πρωτεΐνη αυτή, η οποία βρίσκεται σε μεγαλύτερο ποσοστό στο πύαρ παρά στο ώριμο γάλα, έχει προστατευτικές-ανοσοποιητικές ιδιότητες, παρεμποδίζοντας την ανάπτυξη και την αύξηση των σιδηρο-εξαρτώμενων βακτηρίων στο γαστρεντερικό σύστημα. Έχει άμεση αντιβιοτική επίδραση σε βακτηρίδια όπως οι σταφυλόκοκκοι και οι ζύμες. Επίσης δρα σε συνεργασία με την εκκριτική ανοσοσφαιρίνη A για να αυξήσει την αντιβακτηριδιακή δραστηριότητα εναντίον του *E. Coli*. Η λακτοφερρίνη επίσης δρα σε μικροοργανισμούς, παρεμποδίζοντας το μεταβολισμό των υδατανθράκων, προσβάλλοντας το κυτταρικό τοίχωμα και δεσμεύοντας το ασβέστιο και το μαγνήσιο. Η πρωτεΐνη αυτή βρίσκεται σε υψηλές συγκεντρώσεις στο πύαρ, όπως έχει ήδη αναφερθεί, ωστόσο παραμένει στο γάλα μέχρι το πρώτο έτος του θηλασμού.

**Εκκριτική ανοσοσφαιρίνη A.** Είναι μια πρωτεΐνη η οποία βρίσκεται σε μεγαλύτερο ποσοστό στο ανθρώπινο γάλα (0,2 g/dl) από τις άλλες ανοσοσφαιρίνες. Χωρίς την εκκριτική της σύσταση, αυτή η ανοσοσφαιρίνη θα αφομοιώνονταν από την πρωτεόλυση στο γαστρεντερικό σύστημα. Αυτή η εκκριτική της ιδιότητα, της επιτρέπει να ενεργεί προτού αφομοιωθεί από το στομάχι του μωρού. Η αρχική λειτουργία της εκκριτικής ανοσοσφαιρίνης A είναι να προστατεύει το βρέφος από αναπνευστικά και εντερικά βακτήρια. Συνδέεται με την εσωτερική μεμβράνη της μύτης, του στόματος και του λαιμού του βρέφους όπου και καταπολεμά τη δράση των μολυσματικών παραγόντων που υπάρχουν σε εκείνες τις περιοχές. Η ποσότητες της πρωτεΐνης αυτής ενάντια στους ιούς και τα βακτήρια αυξάνεται σε απάντηση της μητρικής έκθεσης σε αυτούς τους οργανισμούς. Η εκκριτική ανοσοσφαιρίνη A επίσης, προστατεύει το βρέφος από αλλεργίες. Η υψηλότερη συγκέντρωσή της βρίσκεται στο πύαρ (μέχρι και 10 g/dl), τις πρώτες τρεις έως πέντε ημέρες μετά τη γέννηση.

**Λυσοζύμη.** Η λυσοζύμη είναι ένα ένζυμο και ισχυρά εύπεπτο συστατικό το οποίο καταστρέφει τα εντεροβακτήρια και τα θετικά κατά Gram βακτήρια. Αυξάνει την ανάπτυξη της χλωρίδας του εντέρου και έχει αντιφλεγμονώδη λειτουργία. Το ποσοστό του είναι υψηλότερο στο ανθρώπινο γάλα απ' ό τι στο αγελαδινό κατά περίπου τριάντα φορές και οι συγκεντρώσεις του αυξάνουν σε κάθε στάδιο του θηλασμού.

**Άλλες πρωτεΐνες.** Στο ανθρώπινο γάλα περιέχονται και άλλες πρωτεΐνες όπως ο ορρός λακταλβουμίνης και η β-ανοσοσφαιρίνη. Στο αγελαδινό γάλα όπου η β-λακταλβουμίνη κυριαρχεί της α-λακταλβουμίνης, μπορεί να προσβάλλει το πάγκρεας του βρέφους και να προκαλέσει προδιάθεση στο διαβήτη. Οι ανοσοσφαιρίνες (εκκριτική ανοσοσφαιρίνη G) και IgM (εκκριτική ανοσοσφαιρίνη M) οι οποίες λαμβάνονται μέσω του πλακούντα από το νεογνό, είναι παρούσες σε μικρές ποσότητες στο ανθρώπινο γάλα, μαζί με ποικίλες γλυκοπρωτεΐνες και άλλες ουσίες. Οι συμπληρωματικές πρωτεΐνες, είναι μια ομάδα πρωτεϊνών στο ανθρώπινο γάλα, με κυριότερες τις C3 και C4 πρωτεΐνες. Το ανθρώπινο γάλα έχει υψηλή αναλογία κυστεΐνης/μεθειονίνης και κάποια ποσότητα ταυρίνης. Το αγελαδινό γάλα έχει χαμηλότερη αναλογία κυστεΐνης/μεθειονίνης και ουσιαστικά καθόλου ταυρίνη. Το ήπαρ και ο εγκέφαλος του βρέφους έχουν χαμηλή ποσότητα κυσταθειονάσης (ένζυμο που μετατρέπει τη μεθειονίνη σε κυστεΐνη). Το έμβρυο στερείται εντελώς αυτό το ένζυμο, οπότε το μητρικό γάλα προμηθεύει σε αυτά επαρκείς ποσότητες κυστεΐνης και μεθειονίνης.

Η κυστεΐνη είναι απαραίτητη για την ανάπτυξη του κεντρικού νευρικού συστήματος του εμβρύου.

Η ταυρίνη δημιουργείται από την κυστεΐνη (το ένζυμο που συντελεί στο μηχανισμό αυτό είναι η κυστεΐνοσουλφονική όξινο δεκαρβοξυλάση). Η ταυρίνη είναι απαραίτητη για την ανάπτυξη και τη λειτουργία του εγκεφάλου, την ανάπτυξη και λειτουργία του αμφιβληστροειδούς και τη συζυγία των χολικών αλάτων. Ακολουθεί ο Πίνακας 10 των απαραίτητων και ημιαπαραίτητων αμινοξέων του μητρικού γάλακτος.

	Ανά 100kJ	Ανά 100kcal
Αργινίνη	16	69
Κυστίνη	6	24
Ιστιδίνη	11	45
Ισολευκίνη	17	72
Λευκίνη	37	156
Λυσίνη	29	122
Μεθειονίνη	7	29
Φαινυλαλανίνη	15	62
Θρεονίνη	19	80
Τρυπτοφάνη	7	30
Τυροσίνη	14	59
Βαλίνη	19	80
<i>1 kJ = 0,239 kcal</i>		

Πίνακας 10: Απαραίτητα και ημιαπαραίτητα αμινοξέα του μητρικού γάλακτος  
(Hartman & Dryden 1974, Jeness 1974)

### 3.2.4 Λιπίδια

Η κύρια πηγή θερμίδων του μητρικού γάλακτος είναι τα λιπίδια που περιέχει. Τα λιπίδια υπάρχουν στο μητρικό γάλα και η παρουσία τους είναι απαραίτητη για σημαντικές λειτουργίες.

Τα λιπίδια:

1. Αποτελούν μεταφορικό μέσο για τις λιποδιαλυτές βιταμίνες Α, D, E, K
2. Είναι πρόδρομες ενώσεις της προλακτίνης και των άλλων ορμονών που σχετίζονται με το θηλασμό
3. Είναι απαραίτητα για την ανάπτυξη του εγκεφάλου του μωρού
4. Αποτελούν κύριο συστατικό για τις κυτταρικές μεμβράνες.

Το μεγαλύτερο μέρος αυτών είναι τριγλυκερίδια, ώστε να εξασφαλίζεται μεγάλη απορροφητικότητα αυτών από το πεπτικό σύστημα του βρέφους. Η συγκέντρωση των λιπιδίων στο μητρικό γάλα ποικίλει. Η περιεκτικότητα του μητρικού γάλακτος σε λιπίδια μεταβάλλεται, τόσο κατά τη διάρκεια του ίδιου θηλασμού, όσο και με την πάροδο του χρόνου μετά τον τοκετό. Επιπλέον, επηρεάζεται από τη διατροφή της μητέρας.

Το υπόλοιπο ποσοστό των λιπιδίων στο μητρικό γάλα αποτελείται από μονο- και δι-



γλυκερίδια, φωσφολιπίδια, σφιγγολιπίδια, χοληστερόλη, προσταγλανδίνες και ελεύθερα λιπαρά οξέα.

Περίπου το 40-50% των συνολικών θερμίδων στο ανθρώπινο γάλα αποδίδεται από τα λίπη. Όπως αναφέρθηκε το ανθρώπινο γάλα συντίθεται κυρίως από τριγλυκερίδια. Περίπου το 20% από αυτά συντίθενται από λιπαρά οξέα μακράς αλυσού και η σύνθεσή τους γίνεται στον ίδιο το μαστικό αδένα. Το υπόλοιπο 80% των λιπών του μητρικού γάλακτος συντίθεται στο πλάσμα. Η χοληστερόλη είναι παρούσα στο ανθρώπινο γάλα και κλινικά σημαντική. Η περιεκτικότητα του γάλακτος σε χοληστερόλη είναι 7- 47 mg/dl. Παρόλο που η χοληστερόλη είναι γνωστή για τις αρνητικές επιδράσεις στη καρδιαγγειακή λειτουργία των ενηλίκων, στα βρέφη δεν έχει αποδειχτεί ότι επιφέρει άσχημα αποτελέσματα. Αντιθέτως, η χοληστερόλη στο μητρικό γάλα είναι απαραίτητη γιατί συντελεί στην ανάπτυξη του εγκεφάλου του μωρού, των μεταβολικών ενζύμων και συμβάλλει στη σύνθεση χολικών αλάτων και νευρικού ιστού. Το ανθρώπινο γάλα επίσης περιέχει και φωσφολιπίδια σε μικρή ποσότητα.

Το είδος των λιπών στο ανθρώπινο γάλα είναι σημαντικό για την ανάπτυξη του εγκεφάλου του μωρού. Δεδομένου ότι τα νεογέννητα μωρά αυξάνονται, τα νεύρα καλύπτονται από μια ουσία καλούμενη μυελίνη η οποία συντελεί στο να διαβιβάζονται τα μηνύματα από νεύρο σε νεύρο σε όλον τον εγκέφαλο και το σώμα. Για να αναπτύξει υψηλής ποιότητας μυελίνη το σώμα χρειάζεται λινολεϊκά και λινολενικά οξέα τα οποία βρίσκονται σε μεγάλα ποσοστά στο ανθρώπινο γάλα.

Το λίπος είναι το πιο μεταβλητό συστατικό του γάλακτος εξαιτίας των ποικίλων σταδίων του μητρικού θηλασμού. Η περιεκτικότητα του λίπους είναι μεγαλύτερη στο ώριμο γάλα (το 3,6% όλων των συστατικών του ώριμου γάλακτος είναι λίπος) παρά στο πύαρ (το λίπος αποτελεί το 2% όλων των συστατικών του γάλακτος σε εκείνη τη φάση). Το ποσοστό του λίπους είναι πέντε φορές μεγαλύτερο στα τελευταία λεπτά του θηλασμού παρά στο γάλα που παράγεται στην αρχή της διαδικασίας. Η ποσότητα του λίπους είναι ύψιστη το απόγευμα παρά τις πρώτες πρωινές ώρες.

Το μητρικό γάλα περιέχει ένα ένζυμο, τη λιπάση, η οποία διασπά το λίπος σε τριγλυκερίδια με αποτέλεσμα να είναι πιο εύπεπτο για τα μωρά. Το λίπος είναι σημαντική πηγή ενέργειας και η παρουσία της λιπάσης το κάνει πιο διαθέσιμο και καλύτερα αφομοιώσιμο. Αυτός είναι και ένας από τους λόγους που το ανθρώπινο γάλα είναι ωφέλιμο και στα πρόωρα μωρά, τα οποία χρειάζονται την απαραίτητη για την αύξηση τους ενέργεια και των οποίων το πεπτικό σύστημα είναι ανώριμο.

Παρόλο που η μητρική διατροφή δεν επηρεάζει τα συστατικά του γάλακτος, μπορεί να επηρεάσει το λίπος του. Ενώ η ποσότητα του λίπους είναι επαρκής για τις ανάγκες του βρέφους, τα συστατικά του διαφέρουν όταν η μητέρα έχει κακή διατροφή, είτε αυτό σημαίνει ότι υποσιτίζεται είτε ότι υπερσιτίζεται. Στο Σχήμα 1 παρουσιάζεται σε γράφημα η μεταβλητότητα στη σύσταση του μητρικού γάλατος μεταξύ πρώτου και ώριμου γάλατος.



Σχήμα 1: Μεταβλητότητα στη σύσταση του μητρικού γάλατος μεταξύ πρώτου και ώριμου γάλατος

### 3.2.5 Μέταλλα και ιχνοστοιχεία μετάλλων

#### A) Μέταλλα:

- Κάλιο
- Νάτριο
- Χλώριο
- Ασβέστιο
- Φώσφορος
- Μαγνήσιο

#### B) Ιχνοστοιχεία μετάλλων:

- Σίδηρος
- Ψευδάργυρος
- Χαλκός
- Σελήνιο
- Χρώμιο
- Μαγγάνιο
- Μολυβδαίνιο
- Νικέλιο
- Φθόριο
- Ιώδιο

Το μητρικό γάλα είναι πλούσιο σε μέταλλα και ιχνοστοιχεία. Κυριότερα είναι το κάλιο

(15mM), νάτριο (8mM) και χλώριο (14mM), που βρίσκονται με τη μορφή ιόντων, ενώ το χλώριο, μαγνήσιο, ο φωσφόρος και το ασβέστιο (7mM) υφίστανται ως σύμπλοκες ενώσεις.

Τα ιχνοστοιχεία που περιέχονται στο μητρικό γάλα (ψευδάργυρος, χαλκός, μολυβδαίνιο, κτλ) συμμετέχουν στη λειτουργία διαφόρων μεταλλοενζύμων και αλληλοεπηρεάζουν τη βιολογική συμπεριφορά τους.

Η συγκέντρωση των μετάλλων στον οργανισμό της μητέρας και η απορρόφησή τους από αυτόν έχει μικρή επιρροή στις συγκεντρώσεις οι οποίες βρίσκονται στο μητρικό γάλα.

Τα ιχνοστοιχεία στο ανθρώπινο γάλα συμπεριλαμβάνουν το ιώδιο, το σίδηρο, το ψευδάργυρο, το μαγνήσιο, το σελήνιο, το χρώμιο, το κοβάλτιο και το χαλκό. Τα επίπεδα σιδήρου, χαλκού και ψευδάργυρου είναι μεγαλύτερα στο ανθρώπινο γάλα αμέσως μετά τη γέννηση. Η συγκέντρωση του χαλκού μειώνεται στο διάστημα από τη γέννηση έως τους πέντε μήνες ζωής του βρέφους και μετά σταθεροποιείται. Τα επίπεδα ψευδάργυρου ελαττώνονται συνεχώς από την πρώτη μέρα ζωής του μωρού και κατά τη διάρκεια του θηλασμού. Τα αποθέματα μητρικού ψευδαργύρου δεν έχουν καμιά επιρροή στη συγκέντρωση γάλακτος.

Ο σίδηρος είναι χαμηλός στο ανθρώπινο γάλα και μαζί με τον ψευδάργυρο απορροφώνται αποτελεσματικότερα από το γαστρεντερικό σύστημα του βρέφους. Ακολουθεί ο Πίνακας 11 με τις συγκεντρώσεις ορισμένων βασικών ιχνοστοιχείων στο μητρικό γάλα

Συστατικό	Ποσότητα (ml/lit)
Ψευδάργυρος	0.4-0.8
Χαλκός	0.15-1.34
Σίδηρος	0.20-1.45
Μαγνήσιο	0.006-0.120
Χρώμιο	0.00043-0.080
Σελήνιο	0.007-0.06
Μόλυβδος	0-0.002
Κοβάλτιο	0-0.044
Νικέλιο	0.01-0.15

Πίνακας 11: Συγκεντρώσεις ορισμένων βασικών ιχνοστοιχείων στο μητρικό γάλα (Hartman & Dryden 1974, Jeness 1974)

### 3.2.6 Βιταμίνες

Οι βιταμίνες οι οποίες περιέχει το ανθρώπινο γάλα προέρχονται στην πλειοψηφία τους από τις βιταμίνες του μητρικού οργανισμού. Γεγονός είναι ότι οι χαμηλές συγκεντρώσεις βιταμινών στον οργανισμό της μητέρας για μεγάλο χρονικό διάστημα έχει ως αποτέλεσμα τη χαμηλή συγκέντρωση των βιταμινών αυτών στο γάλα των στηθών της.

Στο μητρικό γάλα εντοπίζονται οι λιποδιαλυτές βιταμίνες Α, D, Ε και Κ και οι υδατοδιαλυτές βιταμίνες της ομάδας Β και η βιταμίνη C.

Πιο αναλυτικά

**Α) Λιποδιαλυτές βιταμίνες:** Οι λιποδιαλυτές βιταμίνες είναι οι Α, D, Ε και Κ και είναι παρούσες όλες στο ανθρώπινο γάλα. Αυτές οι βιταμίνες ποικίλουν σημαντικά ανάλογα το στάδιο του θηλασμού. Οι βιταμίνες Α, Ε και Κ μειώνονται με την πάροδο του χρόνου κατά το θηλασμό. Η β-καροτίνη, μία προβιταμίνη της βιταμίνης Α, δίνει στο πύαρ και ένα χαρακτηριστικό κίτρινο χρώμα. Το πύαρ περιέχει περίπου δύο φορές μεγαλύτερη ποσότητα βιταμίνης Κ από το ώριμο γάλα. Η συγκέντρωση τοκοφερόλης, του κυρίου συστατικού της βιταμίνης Ε, είναι πάρα πολύ υψηλή στο πύαρ και χαμηλότερη στο ώριμο γάλα.

**Β) Υδατοδιαλυτές βιταμίνες:** Οι υδατοδιαλυτές βιταμίνες περιλαμβάνουν τη βιταμίνη C, τη θειαμίνη, τη ριβοφλαβίνη, τη νιασίνη, τη βιταμίνη Β6, τη βιταμίνη Β12, τη βιοτίνη, το παντοθενικό οξύ, το φυλικό οξύ. Τα επίπεδα των υδατοδιαλυτών βιταμινών μειώνονται πάρα πολύ στο στάδιο του θηλασμού με εξαίρεση το φυλικό οξύ, αλλά η ένταση της ροής του γάλακτος αυξάνεται και η συνολική τροφή παραμένει σε επαρκή επίπεδα.

Οι βιταμίνες που παρέχονται στο βρέφος με το θηλασμό, επαρκούν για να καλυφθούν οι ανάγκες του βρέφους. Εξαίρεση μπορούν να αποτελέσουν καταστάσεις μητέρων που είναι αποκλειστικά χορτοφάγες, με αποτέλεσμα τη μειωμένη περιεκτικότητα του γάλακτος αυτών σε βιταμίνη Β12. Στις περιπτώσεις αυτές απαιτείται εξωγενής χορήγησή της στο βρέφος. Παρόμοιες καταστάσεις μπορούν να προκύψουν και για τις βιταμίνες D και Κ.

### 3.2.7 Ένζυμα

Στο μητρικό γάλα υπάρχουν πολλά ένζυμα, μπορούν να καταταγούν σε 3 κυρίως ομάδες ανάλογα με την λειτουργία τους:

1. Ομάδα ενζύμων που έχει σχέση με τις μεταβολές του μαστού κατά την



εγκυμοσύνη.

2. Ομάδα που έχει σχέση με την πεπτική λειτουργία του νεογέννητου.
3. Ομάδα που έχει σχέση με την ανάπτυξη του νεογέννητου.

### **3.2.8 Ορμόνες**

Στο μητρικό γάλα υπάρχουν πολλές ορμόνες όπως τα στεροειδή, θυροξίνη, γοναδοτροπίνες, L γοναδοεκκλίκίνη LHRH, L θυρεοκλίκίνη TRH, θυρεοτροπίνη TSH, επινεφριδιοτρόπος ορμόνη HCTH, προλακτίνη, ερυθροποιητίνη, μελανοτονίνη, επιδερμικός αυξητικός παράγοντας, προσταγλαδίνες, καλσιτονίνη. Η παρουσία τους σημαίνει πιθανόν ότι το μητρικό γάλα δια μέσω αυτών των ορμονών ασκεί κάποιο έλεγχο στην νεογνική φυσιολογία.

### **3.2.9 Ανοσοσφαιρίνες**

Οι ανοσοσφαιρίνες του μητρικού γάλακτος είναι η IgA, IgG, IgM, IgE, IgD, με υπεροχή της IgA. Η περιεκτικότητα της IgA είναι μεγαλύτερη τόσο στο πύαρ όσο και στο ώριμο γάλα, είναι ανθεκτική στο περιβάλλον και στα πρωτεολυτικά ένζυμα. Η σπουδαιότητα της IgA στο μητρικό γάλα δεν αφορά μόνο την υψηλή περιεκτικότητα της (αποτελεί το 90% των ανοσοσφαιρινών στο μητρικό γάλα) αλλά και τη βιολογική δραστηριότητάς της. Οι ανοσοσφαιρίνες εκτός από την ανοσοβιολογική προστασία τους, προσφέρουν και μηχανική με τη μορφή μανδύα στον βλεννογόνο του ανώριμου νεογνικού εντέρου. Εμποδίζουν την είσοδο παθογόνων μικροβίων και ξένων προς τον οργανισμό πρωτεϊνών που θα μπορούσαν να προκαλέσουν αλλεργία. Παιδιά με οικογενειακό ιστορικό αλλεργίας πρέπει να θηλάζουν αποκλειστικά μέχρι τον 6<sup>ο</sup> μήνα. Η δράση των ανοσοσφαιρινών παραμένει σταθερή κατά τη διάρκεια της γαλουχίας ακόμη και μέχρι το 2<sup>ο</sup> χρόνο. Η παστερίωση και η διατήρηση του μητρικού γάλακτος στους -20° C επηρεάζουν σημαντικά τη δράση τους.

## **3.3 Διαφορετικότητα στην σύνθεση του μητρικού γάλακτος**

Η σύνθεση του ανθρώπινου γάλακτος είναι όμοια μεταξύ των γυναικών ή μεταξύ μιας ομάδας γυναικών και τα ίδια συστατικά του γάλακτος είναι επαρκή για να καλύψουν τις ανάγκες του βρέφους, ασχέτως άλλων παραγόντων. Βέβαια το μητρικό γάλα διαφέρει ανάμεσα στις μητέρες, εξαιτίας ατομικών και σχετικών με το



χρόνο παραγόντων.

### **3.3.1 Ατομικοί παράγοντες**

Οι ατομικοί παράγοντες οι οποίοι κάνουν το γάλα να διαφέρει από μητέρα σε μητέρα είναι η φάση της γέννας, η ένταση του γάλακτος το οποίο εκκρίνεται, η ώρα της ημέρας κατά την οποία γίνεται ο θηλασμός, η ηλικία του βρέφους, η ηλικία της μητέρας και γενικότερα η κατάσταση της υγείας και οι συνήθειες. Σημειωτέο είναι ότι η μητρική διατροφή έχει μικρή επιρροή στη δημιουργία γάλακτος. Η λήψη βιταμινών και λιπαρών οξέων από τη μητέρα μπορεί να επηρεάσει την ποιότητα του γάλακτος της, αλλά η φύση έχει προνοήσει να προσφέρει θρεπτικά συστατικά στο βρέφος και το σημαντικό είναι πως η σύσταση του γάλατος αλλάζει και προσαρμόζεται όσο αυτό μεγαλώνει.

### **3.3.2 Κύτταρα**

Υπάρχουν πολλά λευκοκύτταρα στο ανθρώπινο γάλα. Κατηγοριοποιώντας τα σύμφωνα με τη δομή, διακρίνονται τα εξής κύτταρα: τα κοκκώδη κύτταρα τα οποία δημιουργούν κόκκους στο κυτόπλασμα, τα ουδετερόφιλα, τα ιοσινόφιλα και τα βασεόφιλα, τα λεμφοκύτταρα και τα μονοκυτταρικά φαγοκύτταρα. Τα ουδετερόφιλα, τα λεμφοκύτταρα και μονοκυτταρικά φαγοκύτταρα βρίσκονται όλα στο ανθρώπινο γάλα. Τα ουδετερόφιλα βρίσκονται σε μεγάλες συγκεντρώσεις στο πύαρ ενώ τα μονοκυτταρικά φαγοκύτταρα είναι περισσότερα στα τελευταία στάδια του θηλασμού.

### **3.3.3 Άλλα συστατικά στο ανθρώπινο γάλα**

Το μητρικό γάλα επίσης, περιέχει και άλλα συστατικά. Τα πιο γνωστά είναι τα μη πρωτεϊνικά νιτρογόνα συστατικά. Αυτά περιέχουν ουρία, κρεατινίνη, κρεατίνη, ουρικό οξύ, γλυκοζαμίνη, νουκλεϊκά οξέα, νουκλεοτίδια και πολυαμίνες. Ακολουθεί ο Πίνακας 13 με το θρεπτικό περιεχόμενο του ώριμου γάλακτος.

Συστατικά γάλακτος	Ωριμο Γάλα
Νερό	85 ml
Ενέργεια	65-75 Kcal
Πρωτεΐνη	
% ολικής πρωτεΐνης	1,2- 1,4 gr
Καζεΐνη	40 gr
Πρωτεΐνη ορού	60 gr
Απαραίτητα αμινοξέα	
Ιστιδίνη	22 mg
Ισολευκίνη	68 mg
Λευκίνη	100 mg
Λυσίνη	73 mg
Μεθειονίνη	25 mg
Φαινολαλανίνη	48 mg
Θρεονίνη	50 mg
Τρυποφάνη	18 mg
Βαλίνη	70 mg
Μη απαραίτητα αμινοξέα	
Αργιλίνη	45 mg
Αλανίνη	35 mg
Ασπαρτικό	116 mg
Κυστίνη	22 mg
Γλουταμικό	230 mg
Γλυκίνη	0 mg
Προλίνη	80 mg
Σερίνη	69 mg
Τυροσίνη	3,7-4,8 gr
Λίπος	3,7-4,8 gr
Υδατάνθρακες	7,1- 7,8 gr
Μέταλλα και Ιχνοστοιχεία	
Ασβέστιο	32-36 mg
Φώσφορος	14-15 mg
Νάτριο	11-20 mg
Κάλιο	57-62 mg
Μαγνήσιο	2,6-3,0 mg
Σίδηρος	62-93 mg
Χαλκός	400 mg
Ψευδάργυρος	3-5 mg
Σελήνιο	13-50 mg
Βιταμίνες	
Βιταμίνη Α	40-76 mg
Βιταμίνη Β1	13-21 mg
Βιταμίνη Β2	31 mg
Βιταμίνη Β12	0,01 mg
Βιταμίνη C	3,1- 4,5 mg
Βιταμίνη D	2,2 IU
Βιταμίνη E	0,29-0,39 mg
Βιταμίνη K	1,5 mg
Φυλλικό οξύ	3,1-6,2 mg

Πίνακας 12: Θρεπτικό περιεχόμενο του ώριμου γάλακτος  
(Hartman & Dryden 1974, Jeness 1974)

### 3.4 Οφέλη μητρικού θηλασμού στο βρέφος και την μητέρα

Είναι πολύ σημαντικό μετά την ανάλυση που προηγήθηκε των βασικών συστατικών του μητρικού γάλακτος να γίνει και μια περιεκτική αλλά συνάμα σημαντική αναφορά στα πλεονεκτήματα του μητρικού θηλασμού τόσο για το βρέφος όσο και για την ίδια την μητέρα. Τα κυριότερα οφέλη συνοψίζονται στους παρακάτω Πίνακες 13 & 14.

1.	Παροχή αντισωμάτων
2.	Προστασία από γαστρεντερικές διαταραχές
3.	Προστασία από αλλεργίες
4.	Παροχή ισορροπίας θρεπτικών συστατικών
5.	Παροχή ορμονών που προάγουν τη φυσιολογική ανάπτυξη του
6.	Μείωση κινδύνου αιφνιδίου θανάτου
7.	Προστασία από παχυσαρκία, διαβήτη, τερηδόνα
8.	Προστασία από μολύνσεις
9.	Φυσική επαφή μεταξύ μητέρας και βρέφους
10.	Προαγωγή ανάπτυξης ψυχικού δεσμού μεταξύ μητέρας και βρέφους

Πίνακας 13: Οφέλη μητρικού θηλασμού για το βρέφος

1.	Συστολή της μήτρας στην προ εγκυμοσύνης κατάσταση
2.	Αναστολή της αναπαραγωγικής διαδικασίας
3.	Μείωση κινδύνου αιμορραγίας μετά τον τοκετό
4.	Μείωση κινδύνου εμφάνισης καρκίνου του μαστού και ωοθηκών
5.	Προστασία της υγείας των οστών (οστεοπόρωση)
6.	Προστασία των αποθεμάτων σιδήρου μέσω της απουσίας εμμηνου ρύσης
7.	Εξοικονόμηση χρόνου
8.	Εξοικονόμηση χρημάτων
9.	Κατανάλωση ενέργειας (~200-500 Kcal)
10.	Επαναφορά σωματικού βάρους στο προ της εγκυμοσύνης

Πίνακας 14: Οφέλη μητρικού θηλασμού για τη μητέρα

## 4<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ

### ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΑ ΓΑΛΑΤΑ

#### 4.1 Γενικά

Ο μητρικός θηλασμός αποτελεί την ιδανική τροφή για το βρέφος διότι έχει υψηλή θρεπτική αξία, αντιβακτηριδιακές ιδιότητες, ενώ παράλληλα προάγει το δεσμό μητέρας-παιδιού. Υπάρχουν περιπτώσεις βρεφών στα οποία γίνεται χορήγηση ειδικού τροποποιημένου μητρικού γάλακτος και περιπτώσεις βρεφών όπου γίνεται εξ' ολοκλήρου χορήγηση ειδικού τροποποιημένου γάλακτος που έχει ως πρότυπο το μητρικό γάλα. Επίσης υπάρχουν και περιπτώσεις βρεφών τα οποία πρέπει να τραφούν με ειδικά διαιτητικά σκευάσματα λόγω ιδιομοτιήτων όπως δυσανεξία στην λακτόζη, αλλεργία στο αγελαδινό γάλα και ένα πλήθος άλλων περιπτώσεων που θα αναφερθούν η καθεμία ξεχωριστά σε ενότητες στο παρόν κεφάλαιο. Σ' εκείνες τις περιπτώσεις που ο θηλασμός είναι αδύνατος, η σίτιση των βρεφών γίνεται αποκλειστικά με κοινό τροποποιημένο γάλα ή ειδικά θεραπευτικά γάλατα εφόσον υπάρχει τεκμηριωμένη κλινική ένδειξη χορήγησής τους. Αυτά τα ειδικά θεραπευτικά γάλατα έχουν παρασκευαστεί σύμφωνα με τις οδηγίες της Επιστήμης διατροφής της Αμερικανικής Παιδιατρικής Εταιρείας και της ESPGHAN (Ευρωπαϊκή Εταιρεία Παιδιατρικής Γαστρεντερολογίας Ηπατολογίας και Διατροφής), προκειμένου να συμπληρώνουν ή να αντικαθιστούν το μητρικό θηλασμό στα βρέφη.

#### 4.2 Τροποποιημένο μητρικό γάλα

Η Αμερικανική Ακαδημία Παιδιατρικής επισημαίνει πως «το ανθρώπινο γάλα είναι η προτιμότερη τροφή για όλα τα βρέφη, συμπεριλαμβανομένων και των πρόωρων και των άρρωστων νεογέννητων, με σπάνιες εξαιρέσεις. Το γάλα αυτό μπορεί να είναι φρέσκο ή αποθηκευμένο και να υποστεί τροποποίηση. Τα βρέφη τα οποία αντιμετωπίζουν δυσκολίες στην πέψη, στην αναρρόφηση, στην κατάποση, έχουν υψηλό μεταβολικό ρυθμό ή άλλες δυσκολίες, πιθανό να αδυνατούν να καταναλώσουν το ανθρώπινο γάλα ως έχει. Έτσι υπάρχει η δυνατότητα τροποποίησης του μητρικού γάλακτος.

Στο μητρικό γάλα μπορούν να προστεθούν έτοιμα σκευάσματα εμπορίου, ώστε να το εμπλουτίσουν με θρεπτικά συστατικά, κυρίως ασβέστιο, φώσφορο και πρωτεΐνη, αλλά και υδατάνθρακες, νάτριο, κάλιο και μαγνήσιο. Μερικά τέτοια σκευάσματα



περιέχουν ψευδάργυρο, χαλκό και βιταμίνες. Υπάρχουν δύο είδη τέτοιων «ενισχυτών» του γάλακτος. Πρόκειται για αυτούς που βρίσκονται σε μορφή σκόνης και για αυτούς που βρίσκονται σε υγρή μορφή. Και τα δύο είδη προσθέτουν ενέργεια (θερμίδες) και άλλα θρεπτικά συστατικά στο ανθρώπινο γάλα. Τα σκευάσματα εμπορίου που προστίθενται στο μητρικό γάλα και είναι σε μορφή σκόνης (π.χ. το Enfamil Human Milk Fortifier), είναι προτιμότερο να δίνεται σε βρέφη τα οποία έχουν πολύ αυξημένες ανάγκες σε ενέργεια και θρεπτικά συστατικά, παρόλο που η μητέρα εκκρίνει επαρκής ποσότητες γάλακτος. Τα σκευάσματα τα οποία βρίσκονται σε υγρή μορφή (π.χ. το Similac Natural Care) δίδονται περισσότερο στα βρέφη των οποίων οι μητέρες έχουν ανεπαρκή έκκριση γάλακτος. Ωστόσο, τα υγρά σκευάσματα παρέχουν περισσότερη ενέργεια και θρεπτικά συστατικά από τη σκόνη. Το εμπλουτισμένο μητρικό γάλα, είναι πιο πλεονάζον από το τεχνητό γάλα. Σε μια έρευνα όπου κάποια βρέφη κατανάλωναν τεχνητό γάλα και κάποια άλλα κατανάλωναν εμπλουτισμένο μητρικό γάλα, τα δεύτερα είχαν πιο ικανοποιητική αύξηση βάρους από τα πρώτα.

### **4.3 Τυποποιημένο βρεφικό γάλα και αναγκαιότητα χρήσης του**

Παρά τις προσπάθειες των επιστημονικών οργανώσεων για την προώθηση του μητρικού θηλασμού, ένα μεγάλο ποσοστό των βρεφών διατρέφεται με τροποποιημένο γάλα. Στον ελληνικό χώρο, η διατροφή με τροποποιημένο γάλα αποτελεί τον κανόνα σε ποσοστό 80% των βρεφών ηλικίας 6 μηνών.

Οι κατασκευαστές τυποποιημένου γάλακτος, έχοντας ως θρεπτικό πρότυπο το μητρικό γάλα, ακολουθούν μια βασική συνταγή που περιλαμβάνει τις πρωτεΐνες, τα λίπη, τους υδατάνθρακες, τις βιταμίνες, τα μέταλλα και το νερό. Συνδυάζουν αυτά τα θρεπτικά συστατικά έτσι ώστε τα τεχνητά γάλατα να έχουν τις ίδιες αναλογίες με το μητρικό γάλα. Η μεγάλη διαφορά βέβαια, είναι οι διαφορετικές πηγές αυτών των στοιχείων.

Τα κυριότερα τυποποιημένα γάλατα είναι σχεδιασμένα για υγιή και φυσιολογικού βάρους βρέφη. Όλα αυτά τα γάλατα είναι παρόμοια, άλλα όχι πανομοιότυπα με το μητρικό. Τα τρία βασικά είδη είναι:

1. Γάλατα που περιέχουν πρωτεΐνη από άλλα γάλατα, κυρίως αγελαδινό
2. Γάλατα που σχεδιάζονται βασισμένα στη σόγια
3. Γάλατα που περιέχουν υδρολυμένη πρωτεΐνη

Οι περισσότεροι τύποι βασίζονται στο γάλα της αγελάδας και έτσι οι πρωτεΐνες, τα



λίπη, οι υδατάνθρακες λαμβάνονται από αυτήν τη θρεπτική βάση. Το αγελαδινό γάλα περιέχει την καλύτερη πηγή αυτών των συστατικών τα οποία είναι απαραίτητα για τη διατροφή του μωρού, παρόλα αυτά η αναλογία αυτών των συστατικών και η αφομοίωσή τους από το βρέφος είναι που κάνει τη διαφορά από το μητρικό. Η σόγια είναι επίσης μια καλή πηγή θρεπτικών συστατικών απαραίτητων για την ανθρώπινη διατροφή. Οι κατασκευαστές τυποποιημένου γάλακτος αρχίζουν με τα βασικά θρεπτικά στοιχεία που υπάρχουν στο αγελαδινό γάλα και το γάλα σόγιας και προσθέτουν τα θρεπτικά συστατικά έως ότου να πετύχουν τη σωστή αναλογία και το τεχνητό γάλα να προσεγγίζει το μητρικό όσο το δυνατόν περισσότερο. Ρυθμίζουν λοιπόν τα επίπεδα πρωτεϊνών, λιπών, υδατανθράκων και προσθέτουν βιταμίνες και μέταλλα και κατασκευάζουν το τυποποιημένο γάλα.

Το γάλα της αγελάδας αποτελεί τη βάση για τη βιομηχανική παραγωγή ενός υποκατάστατου του μητρικού γάλακτος. Διακρίνεται σε δύο είδη:

- 1) το τροποποιημένο γάλα πρώτης βρεφικής ηλικίας, που προορίζεται για τη θρέψη βρεφών έως έξι μηνών και
- 2) το τροποποιημένο γάλα δεύτερης βρεφικής ηλικίας ή συνεχείας, που προορίζεται για τη διατροφή μεγαλύτερων βρεφών.

#### **4.4 Τεχνολογία παραγωγής βρεφικού γάλακτος από τροποποίηση του αγελαδινού γάλακτος.**

Η βιομηχανική παραγωγή του τροποποιημένου γάλακτος καθορίζεται σήμερα από μια πληθώρα οδηγιών και κανονισμών που προέρχονται από διεθνείς επιτροπές και οργανισμούς (Παγκόσμια Οργάνωση Υγείας, Αμερικανική Ακαδημία Παιδιατρικής, Ευρωπαϊκή Ομοσπονδία Παιδιατρικής Γαστρεντερολογίας, Ηπατολογίας και Διατροφής ESPGAN, Ευρωπαϊκή Ένωση). Σκοπός των οδηγιών αυτών είναι ο καθορισμός της ποσότητας και του είδους των απαραίτητων θρεπτικών συστατικών, καθώς και των θερμίδων που προέρχονται από αυτά, ώστε η σύσταση ενός τέτοιου γάλακτος να πλησιάζει τη θρεπτική και θερμιδική αξία του μητρικού γάλακτος.

#### **Φάσεις παραγωγής τροποποιημένου γάλακτος**

Για την παραγωγή του τροποποιημένου γάλακτος, το γάλα της αγελάδας υφίσταται μια σειρά παρεμβάσεων, οι οποίες περιλαμβάνουν:

- Φάση 1<sup>η</sup>:** Παστερίωση του αγελαδινού γάλακτος.
- Φάση 2<sup>η</sup>:** Αφαίρεση μέρους του λίπους του.

**Φάση 3<sup>η</sup>:** Αφαίρεση ανόργανων συστατικών, πρωτεϊνών, αφυδάτωση και κονιορτοποίηση.

**Φάση 4<sup>η</sup>:** Προσθήκη του ορού στο αποβουτυρωμένο γάλα.

**Φάση 5<sup>η</sup>:** Προσθήκη φυτικών λιπών, πρωτεϊνών, λακτόζης, μετάλλων, βιταμινών και ανόργανων στοιχείων σε ποσότητες ανάλογες με τη σύνθεση του μητρικού γάλακτος.

Βέβαια η πλήρης αντιγραφή του μητρικού γάλακτος είναι αδύνατο να επιτευχθεί. Ακόμη και αν ένα τροποποιημένο γάλα έχει την ίδια χημική σύσταση με το μητρικό, δε θα διαθέτει την ίδια βιοδιαθεσιμότητα, δηλαδή τη σχέση του προσφερόμενου προς το απορροφούμενο ποσό ενός θρεπτικού συστατικού. Για παράδειγμα, η βιοδιαθεσιμότητα του ασβεστίου στο μητρικό γάλα είναι 66%, ενώ στο τροποποιημένο γάλα είναι περίπου 40% (Dept of Health, 1994). Επομένως, θα πρέπει να προστεθούν μεγάλες ποσότητες ασβεστίου στο τροποποιημένο γάλα, για επιτευχθούν ανάλογα ποσοστά απορρόφησης από τον οργανισμό του βρέφους.

Στον Πίνακα 15 αναφέρονται συνοπτικά η σύνθεση του μητρικού, του αγελαδινού και του γάλακτος για βρέφη και παιδιά, που προέρχεται από τροποποίηση του αγελαδινού γάλακτος.

Συστατικό	Μητρικό γάλα ανά 1000 ml	Αγελαδινό γάλα σε 1000 ml	Τροποποιημένο γάλα σε 1000 ml
<b>Υγρό</b>			
Νερό, ml	897	894	875
<b>Ενέργεια και κύρια συστατικά</b>			
Ενέργεια, kcal	718	620	670
Πρωτεΐνη, gr	10.6	33.4	15-16
Λίπη, gr	44.9	33.9	33-37
Υδατόνθρακες, gr	70.6	47.3	70-72
<b>Βιταμίνες</b>			
Βιταμίνη Α, RE	656	315	340-500
Βιταμίνη Α, IU	2470	1279	1700-2500
Βιταμίνη D, μg		10 +	10
Βιταμίνη Ε, mg TE	1.3-3.3	5.7	5.7-8.5
Βιταμίνη C, mg	51	10	55
Θειαμίνη, mg	0.14	0.39	0.4-0.7
Ριβοφλαβίνη, mg	0.37	1.65	0.6-1.0
Νιασίνη, mg NE	2.0	0.85	7-9
Βιταμίνη Β <sub>6</sub> , mg	0.11	0.43	0.3-0.4
Βιταμίνη Β <sub>12</sub> , μg	0.46	3.63	1.5-2.0
Φυλλικό, μg	51	51	50-100
<b>Ιόντα</b>			
Ασβέσπο, mg	328	1208	550-600
Φώσφορος, mg	144	945	440-460
Νάτριο, mg	141	498	250-390
Κάλιο, mg	523	1544	620-1000
Μαγνήσιο, mg	31	132	40-50
Ιώδιο, μg	30-100		40-70
Σίδηρος, mg	0.3	0.5	1.4-12.5
Ψευδάργυρος, mg	1.8	3.9	2.0-4.0

Πίνακας15: Σύνθεση του μητρικού γάλακτος, του αγελαδινού και των υποκατάστατων που προέρχονται από τροποποίηση αγελαδινού γάλακτος (Faine, 2003)

#### 4.5 Ανάλυση σύστασης τυποποιημένου γάλατος πρώτης βρεφικής ηλικίας βασισμένο στο γαλα αγελάδας

Η σύνθεση των τροποποιημένων ειδών γάλακτος πρώτης βρεφικής ηλικίας περιλαμβάνει τα εξής: (Κοινοτική Οδηγία 321/91, 96/4/EK, 1999/50/EK και 2003/14/EK)

##### A) Ενέργεια

Η συνολική ενέργεια που θα πρέπει να προσφέρει ένα γάλα, προοριζόμενο για τη

Θρέψη βρεφών έως 6 μηνών, είναι κατ' ελάχιστο 250 kJ ή 60 kcal ανά 100 ml του έτοιμου προς χρήση προϊόντος. Η μέγιστη ενέργεια ορίζεται σε 315 kJ ή 75 kcal ανά 100 ml του έτοιμου προς χρήση προϊόντος.

### **B) Πρωτεΐνες**

Η περιεκτικότητα του τροποποιημένου γάλακτος σε πρωτεΐνες είναι ανάλογη του μητρικού γάλακτος. Η αναλογία της γαλακτολευκωματίνης ως προς την καζεΐνη μπορεί να είναι όπως και στο μητρικό (60:40). Στα παρασκευάσματα από πρωτεΐνες αγελαδινού γάλακτος η περιεκτικότητα σε αμινοξέα θα πρέπει να αποδίδει ενέργεια σε ποσότητα 1,8 gr/100 kcal ως κατώτατο όριο και 3 gr/100 kcal ως ανώτατο. Για ίση ενεργειακή αξία, το παρασκεύασμα θα πρέπει να περιέχει κάθε απαραίτητο και ημιαπαραίτητο αμινοξύ σε διαθέσιμη ποσότητα ίση προς εκείνη που περιέχεται στην πρωτεΐνη αναφοράς, δηλαδή στο μητρικό γάλα. Η περιεκτικότητα σε καρνιτίνη είναι τουλάχιστον 42 μmoles/100 kcal και σε L-καρνιτίνη 7,5 moles/kcal.

### **Γ) Υδατάνθρακες**

Οι υδατάνθρακες που προστίθενται στα τροποποιημένα γάλατα θα πρέπει να αποδίδουν ενέργεια σε ποσότητα 1,7 gr/100 kJ (7 gr/100 kcal) ως κατώτατο όριο και 3,4 gr/100 kJ (14 gr/100 kcal) ως ανώτατο.

Οι υδατάνθρακες που επιτρέπεται να προστεθούν στα τροποποιημένα γάλατα πρώτης βρεφικής ηλικίας είναι:

- λακτόζη, σε ελάχιστο ποσοστό ίσο με 0,85 gr/100 kJ ή 3,5 gr/100 kcal
- μαλτόζη,
- σακχαρόζη, μέγιστο επιτρεπόμενο όριο: 20% της συνολικής περιεκτικότητας σε υδατάνθρακες,
- μαλτοδεξτρίνες, σιρόπι γλυκόζης ή αφυδατωμένο σιρόπι γλυκόζης,
- άμυλο που έχει υποβληθεί προηγουμένως σε έψηση ή/και άμυλο που έχει ζελατινοποιηθεί. Και οι δύο μορφές θα πρέπει να είναι ελεύθερες γλουτένης. Μέγιστο επιτρεπόμενο ποσό: 2 gr/100 ml και 30% της συνολικής περιεκτικότητας σε υδατάνθρακες.

### **Δ) Λιπίδια**

Τα λιπίδια προστίθενται σε τέτοια ποσότητα, ώστε το ελάχιστο όριο να είναι 1,05 gr/100 kJ ή 4,4 gr/100 kcal και το ανώτατο όριο να μην ξεπερνά τα 1,5 gr/100 kJ ή 6,5 gr/100 kcal.

Απαγορεύεται να χρησιμοποιηθεί σησαμέλαιο ή βαμβακέλαιο. Μπορούν να προστεθούν πολυακόρεστα λιπαρά οξέα (LCP) μακράς αλύσου (20 και 22 άτομα



άνθρακα). Στην περίπτωση όμως αυτή, η περιεκτικότητά τους δεν πρέπει να ξεπερνά το 1% της συνολικής περιεκτικότητας λιπαρών οξέων για τα n-3 LCP και το 2% για τα n-6 LCP.

### Ε) Ανόργανα στοιχεία

Η προσθήκη των ανόργανων δεν έχει σκοπό να προσομοιάσει τη σύνθεση του μητρικού, αλλά η ποσότητα που προσλαμβάνεται από το βρέφος να ανταποκρίνεται στις ανάγκες του, δηλαδή το τροποποιημένο γάλα να έχει ισοδύναμο αποτέλεσμα. Στον πίνακα 1.4 δίνονται τα ανόργανα στοιχεία και οι μέγιστες και ελάχιστες ποσότητες που επιτρέπεται να χρησιμοποιούνται για τη σύνθεση ενός τροποποιημένου γαλακτος πρώτης βρεφικής ηλικίας. Ο λόγος του ασβεστίου/φωσφόρου δεν πρέπει να είναι μικρότερος από 1,2 ούτε μεγαλύτερος από 2,0. Στον Πίνακα 16 παρουσιάζονται τα ανόργανα στοιχεία στα τροποποιημένα γάλατα πρώτης βρεφικής ηλικίας με τις ελάχιστες και μέγιστες επιτρεπτές ποσότητές τους ανά 100 kJ ή 100 kcal.

	Για 100 kJ		Για 100 kcal	
	Ελάχιστο	Μέγιστο	Ελάχιστο	Μέγιστο
Νάτριο (mg)	5	14	20	60
Κάλιο (mg)	15	35	60	145
Χλώριο (mg)	12	29	50	125
Ασβέστιο (mg)	12	-	50	-
Φώσφορος (mg)	6	22	25	90
Μαγνήσιο (mg)	1,2	3,6	5	15
Σίδηρος (mg)	0,12	0,36	0,5	1,5
Ψευδάργυρος (mg)	0,12	0,36	0,5	1,5
Χαλκός (μg)	4,8	19	20	80
Ιώδιο (μg)	1,2	-	5	-
Σελήνιο (μg)	-	0,7	-	3

Πίνακας 16: Ανόργανα στοιχεία στα τροποποιημένα γάλατα πρώτης βρεφικής ηλικίας. Μέγιστες και ελάχιστες επιτρεπόμενες ποσότητες ανά 100 kJ ή 100 kcal (ΚΟ 2003/14/ΕΚ)

### ΣΤ) Βιταμίνες

Οι βιταμίνες που θα πρέπει να περιέχονται στα τροποποιημένα γάλατα πρώτης βρεφικής ηλικίας, παρουσιάζονται στον Πίνακα 17, μαζί με τα ανώτατα και κατώτατα επιτρεπόμενα όριά τους.



	για 100 kJ		για 100 kcal	
	Ελάχιστο	Μέγιστο	Ελάχιστο	Μέγιστο
Βιταμίνη Α (μg)	14	43	60	180
Βιταμίνη D (μg)	0,25	0,65	1	2,5
Θειαμίνη (μg)	10	-	40	-
Ριβοφλαβίνη (μg)	14	-	60	-
Νιασίνη (μg)	0,2	-	0,8	-
Παντοθενικό οξύ (μg)	70	-	300	-
Βιταμίνη Β <sub>6</sub> (μg)	9	-	35	-
Βιοτίνη (μg)	0,4	-	1,5	-
Φολικό οξύ (μg)	1	-	4	-
Βιταμίνη Β <sub>12</sub> (μg)	0,025	-	0,1	-
Βιταμίνη C (mg)	1,9	-	8	-
Βιταμίνη Κ (μg)	1	-	4	-
Βιταμίνη Ε (mg)	0,5/g πολυακόρεστων λιπαρών οξέων εκφραζόμενων σε λινελαϊκό οξύ, αλλά όχι κάτω του 0,1 mg/100 διαθέσιμα kJ	-	0,5/g πολυακόρεστων λιπαρών οξέων εκφραζόμενων σε λινελαϊκό οξύ, αλλά όχι κάτω του 0,5 mg/100 διαθέσιμα kcal	-

Πίνακας 17: Βιταμίνες στα τροποποιημένα γάλατα πρώτης βρεφικής ηλικίας.

Ανώτατα και κατώτατα επιτρεπόμενα όρια (ΚΟ 2003/14/ΕΚ)

#### 4.6 Ανάλυση σύστασης τυποποιημένου γάλατος δεύτερης βρεφικής ηλικίας ή συνεχείας βασισμένο στο γάλα αγελάδας

Η σύνθεση του τροποποιημένου γάλακτος συνεχείας διαφέρει ποιοτικά και ποσοτικά από το γάλα πρώτης βρεφικής ηλικίας, όσον αφορά στα θρεπτικά συστατικά του. Το γάλα συνεχείας προορίζεται για τη θρέψη βρεφών ηλικίας 6 έως 12 μηνών, μπορεί όμως να καταναλωθεί και από νήπια έως δύο ετών. Κατά το δεύτερο εξάμηνο της ζωής εισάγονται στη διαίτα του βρέφους και άλλες τροφές, οπότε η κατανάλωση γάλακτος περιορίζεται σταδιακά. Οι κανόνες που καθορίζουν την παραγωγή του τροποποιημένου γάλακτος δεύτερης βρεφικής ηλικίας είναι ανάλογοι των διατάξεων για τα γάλατα πρώτης βρεφικής ηλικίας (Κοινοτική οδηγία 321/91, όπως τροποποιήθηκε από τις διατάξεις 96/4/ΕΚ της Επιτροπής της 16ης Φεβρουαρίου 1996, 1999/50/ΕΚ της Επιτροπής της 25ης Μαΐου 1999 και 2003/14/ΕΚ, της Επιτροπής της 10ης Φεβρουαρίου 2003).

### **A) Ενέργεια**

Η ενέργεια που θα πρέπει να προσφέρεται από τα γάλατα συνεχείας κυμαίνεται σε παρόμοια επίπεδα με τα γάλατα πρώτης βρεφικής ηλικίας. Το κατώτατο προσφερόμενο ποσό ορίζεται στα 250 kJ ή 60 kcal ανά 100 ml του έτοιμου προς χρήση προϊόντος και το μέγιστο ποσό στα 335 kJ ή 80 kcal ανά 100 ml του έτοιμου προς χρήση προϊόντος.

### **B) Πρωτεΐνες**

Η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες του γάλακτος συνεχείας είναι αυξημένη, σε σχέση με το γάλα πρώτης βρεφικής ηλικίας. Απώτερος σκοπός είναι η κάλυψη των αυξημένων ενεργειακών αναγκών του βρέφους. Δε φτάνει όμως το επίπεδο των πρωτεϊνών του αγελαδινού γάλακτος. Οι πρωτεΐνες πρέπει να βρίσκονται σε ελάχιστη συγκέντρωση ίση με 0,5 gr/100 kJ ή 2,25 gr/100 kcal και μέγιστη συγκέντρωση με 1 gr/100 kJ ή 4,5 gr/100 kcal του έτοιμου προς χρήση προϊόντος. Οι διάφορες πρωτεΐνες θα πρέπει να προστίθενται σε ποσοστό ίσο με τουλάχιστο το 80% της συγκέντρωσής τους στο μητρικό γάλα.

### **Γ) Υδατάνθρακες**

Το σύνολο των υδατανθράκων που περιέχονται στο γάλα συνεχείας θα πρέπει να αποδίδει ποσό ενέργειας ίσο με 1,7 gr/100 kJ ή 7 gr/100 kcal ως κατώτατο όριο, ενώ το ανώτατο όριο ορίζεται στα 3,4 gr/100 kJ ή 14 gr/100 kcal.

Η λακτόζη προστίθεται σε ποσότητες όχι μικρότερες των 0,45 gr/100 kJ ή 1,8 gr/100 kcal, ενώ δεν υπάρχει ανώτατο όριο. Η περιεκτικότητα σε σακχαρόζη δε θα πρέπει να ξεπερνά το 20% της συνολικής περιεκτικότητας σε υδατάνθρακες. Στα γάλατα συνεχείας επιτρέπεται να χρησιμοποιηθούν οι ίδιοι υδατάνθρακες όπως και στα γάλατα πρώτης βρεφικής ηλικίας. Απαγορεύεται η χρήση συστατικών που περιέχουν γλουτένη.

### **Δ) Λιπίδια**

Η χρήση σησαμέλαιου και βαμβακέλαιου απαγορεύεται στην παρασκευή τροποποιημένου γάλακτος συνεχείας. Τα λιπίδια προστίθενται σε αναλογία 0,8 gr/100 kJ ή 3,3 gr/100 kcal ελάχιστο ποσό και 1,5 gr/100 kJ ή 6,5 gr/100 kcal μέγιστο, στο έτοιμο προς χρήση προϊόν.

### **Ε) Ανόργανα στοιχεία**

Οι συγκεντρώσεις των ανόργανων στοιχείων είναι αυξημένες σε σχέση με τα γάλατα πρώτης βρεφικής ηλικίας. Ελάχιστα και μέγιστα όρια συγκέντρωσης τίθενται για το σίδηρο (ελάχιστο: 0,25 mg/100 kJ ή 1 mg/100 kcal και μέγιστο 0,5 mg/100 kJ ή 2

mg/100 kcal), για το ιώδιο (ελάχιστο: 1,2 mg/100 kJ ή 5 mg/100 kcal, δεν υπάρχει ανώτατο όριο) και τον ψευδάργυρο (ελάχιστο: 0,12 mg/100 kJ ή 0,5 mg/100 kcal, δεν υπάρχει ανώτατο όριο). Για τα υπόλοιπα ανόργανα αναφέρεται ότι “οι συγκεντρώσεις τους θα πρέπει να είναι ίσες προς εκείνες που απαντώνται κανονικά στο γάλα της αγελάδας. Οι συγκεντρώσεις των ανόργανων μειώνονται κατά περίπτωση, κατά την ίδια αναλογία με την οποία η συγκέντρωση της πρωτεΐνης στο παρασκεύασμα δεύτερης βρεφικής ηλικίας θα είναι μειωμένη ως προς εκείνη της πρωτεΐνης του γάλακτος (π.χ. υποαλλεργιογονικά γάλατα)” (Κοιν. Οδ. 2003/14/ΕΚ, της Επιτροπής της 10ης Φεβρ, 2003).

### ΣΤ) Βιταμίνες

Στο δεύτερο εξάμηνο της ζωής η διατροφή του βρέφους εμπλουτίζεται και το γάλα παύει να αποτελεί τη μοναδική πηγή θρεπτικών συστατικών. Οι μόνες βιταμίνες για τις οποίες έχουν θεσπιστεί όρια, είναι αυτές του Πίνακα 18.

	για 100 kJ		για 100 kcal	
	Ελάχιστο	Μέγιστο	Ελάχιστο	Μέγιστο
Βιταμίνη Α (μg)	14	43	60	180
Βιταμίνη D (μg)	0,25	0,75	1	3
Βιταμίνη C (mg)	1,9	-	8	-
Βιταμίνη E (mg)	0,5/gr πολυακόρεστων λιπαρών οξέων εκφραζόμενων σε λινελαϊκό οξύ, $\geq$ 0,1 mg/100 διαθέσιμα kJ	-	0,5/gr πολυακόρεστων λιπαρών οξέων εκφραζόμενων σε λινελαϊκό οξύ, $\geq$ 0,5 mg/100 διαθέσιμα kcal	-

Πίνακας 18: Βιταμίνες στα τροποποιημένα γάλατα δεύτερης βρεφικής ηλικίας.

Ανώτατα και κατώτατα επιτρεπόμενα όρια (ΚΟ 2003/14/ΕΚ)

### 4.7 Βασικές διαφορές στα τυποποιημένα γάλατα βασισμένα στο γάλα της αγελάδας

Τα τυπικά τεχνητά γάλατα είναι αυτά τα οποία είναι ανεκτά από όλα τα υγιή βρέφη. Τα μωρά με ειδικές πεπτικές ανάγκες χρειάζονται πιο εξειδικευμένα τεχνητά γάλατα. Τα τυπικά τεχνητά γάλατα διαφέρουν μεταξύ τους. Οι κύριες διαφορές εντοπίζονται

στις πρωτεΐνες, τους υδατάνθρακες και τα λίπη. Στην περιεκτικότητα βιταμινών και μετάλλων οι διαφορές είναι σχεδόν αμελητέες.

Τα τρία πιο γνωστά τυποποιημένα γάλατα είναι το Similac PM 60/40, το Enfamil (Mead Johnson/ Bristol Myers Squibb) και το Carnation.

Η αναλογία καζεΐνη/λακταλβουμίνη στα τυποποιημένα αυτά γάλατα σπάνια πλησιάζει στην αναλογία καζεΐνη/λακταλβουμίνη που υπάρχει στο μητρικό γάλα. Συνήθως στα τεχνητά γάλατα υπερισχύει η καζεΐνη, γεγονός που δεν υφίσταται στο μητρικό. Η πηγή των πρωτεϊνών διαφέρει ανάλογα από το αν υπερισχύει η καζεΐνη ή η λακταλβουμίνη σε αυτά.

Οι υδατάνθρακες περιέχονται σε μορφή λακτόζης προερχόμενη από το αγελαδινό γάλα χωρίς λιπαρά. Τα λίπη κυρίως προέρχονται από φυτικές πηγές. Τα γάλατα αυτά επίσης περιέχουν μέταλλα, βιταμίνες, ταυρίνη, ινοσιτόλη, χολίνη και ένα ή δύο σταθεροποιητές ή γαλακτοματοποιητές.

Όλα τα τυποποιημένα γάλατα περιέχουν κάποια ποσότητα σιδήρου, αλλά αυτά τα οποία περιέχουν τουλάχιστον 1 mg σιδήρου αναφέρονται ως σιδηρο- ενισχυμένα γάλατα.

#### **4.7.1 Σύγκριση πρωτεϊνών τυποποιημένου γάλακτος**

Εξετάζοντας την περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη των τριών μεγάλων τεχνητών γαλάτων (Similac, Enfamil, Carnation), παρατηρούμε ότι η κύρια διαφορά είναι στην αναλογία καζεΐνη/ λακταλβουμίνη.

Το Carnation έχει 100% λακταλβουμίνη, υποστηρίζοντας ότι η καζεΐνη του γάλακτος της αγελάδας, που υπάρχει σε άλλα τυποποιημένα γάλατα διαμορφώνει το χλωροτύρι που είναι δύσκολο αφομοίωσιμο και συμβάλλει στην εμφάνιση δυσκοιλιότητας. Επίσης, για να είναι πιο εύπεπτο, οι κατασκευαστές αυτού του γάλακτος, διέσπασαν τη λακταλβουμίνη σε μικρότερα κομμάτια.

Το Enfamil, περιέχει αναλογία καζεΐνη/ λακταλβουμίνη 30/70. Η αναλογία καζεΐνης/ λακταλβουμίνη είναι πιο χαρακτηριστική στο ανθρώπινο γάλα καθώς η περιεκτικότητά του σε ορρό μπορεί να φτάνει το 80%.

Το Similac, υποστηρίζει πως η καζεΐνη είναι η καλύτερη πρωτεΐνη και για πολλά έτη τα τυποποιημένα γάλατα αυτής της εταιρίας περιείχαν 62% καζεΐνη και 18% λακταλβουμίνη. Τα τελευταία χρόνια τα ποσοστά αυτά έχουν αλλάξει και διαμορφώνονται ως εξής: 48% λακταλβουμίνη και 52% καζεΐνη.



#### **4.7.2 Σύγκριση λιπών τυποποιημένου γάλακτος**

Οι ετικέτες των τεχνητών γαλάτων δείχνουν ότι οι προέλευση λιπών είναι από φυτικά έλαια. Δεν υπάρχει πράγματι καμία άλλη αποδεκτή εναλλακτική πηγή, αν και πριν μερικά χρόνια, χρησιμοποιούνταν το λαρδί σε μερικά τυποποιημένα γάλατα. Οι τέσσερις τύποι φυτικών ελαίων που χρησιμοποιούνται στα τεχνητά γάλατα είναι το φοινικέλαιο, το σογιέλαιο, το λίπος καρύδας και ο ηλίανθος. Στα διαφορετικά μίγματα αυτών των ελαίων έχουν προστεθεί λινολεϊκό και λινολενικό οξύ. Τα λινολεϊκό και λινολενικό οξύ, είναι παρόντα στα τεχνητά γάλατα αλλά δεν είναι τόσο ενεργά και αφομοιώσιμα όπως στο μητρικό γάλα. Είναι πράγματι δύσκολο τα τεχνητά γάλατα να έχουν την ίδια σύσταση σε πολυακόρεστα λιπαρά οξέα με το μητρικό γάλα. Ωστόσο, οι επιχειρήσεις υποστηρίζουν ότι ανεξάρτητα από την πηγή λίπους, εφόσον στο τεχνητό γάλα υπάρχει στο τελικό μείγμα ένα σχεδιάγραμμα λίπους παρόμοιο με το μητρικό, είναι κατάλληλο για τα μωρά. Η εταιρία Enfamil, έχει δημοσιεύσει ακόμα και μια μελέτη που δείχνει ότι το προϊόν της έχει σχεδιάγραμμα λιπαρού οξέως παρόμοιο με αυτό του μητρικού γάλακτος. Πραγματικά, η σύγκριση του λίπους του μητρικού γάλακτος με αυτό του τυποποιημένου είναι δύσκολη, δεδομένου ότι το ποσοστό λίπους του μητρικού γάλακτος αλλάζει ανάλογα με την ηλικία και τις ανάγκες του βρέφους. Τα τυποποιημένα γάλατα στοχεύουν να πετύχουν μια αναλογία λίπους η οποία να πλησιάζει κατά μέσο όρο στην αναλογία λίπους του μητρικού γάλακτος. Οι τρεις μεγάλες εταιρίες τυποποιημένου γάλακτος έχουν σχεδόν ίδια ποσότητα λίπους. Ένα άλλο χαρακτηριστικό στα τεχνητά γάλατα είναι ότι δεν περιέχουν χοληστερόλη.

#### **4.7.3 Σύγκριση υδατανθράκων τυποποιημένου γάλακτος**

Το Similac και το Enfamil είναι ουσιαστικά ίδιας περιεκτικότητας σε υδατάνθρακες και περιέχουν και οι δυο λακτόζη. Το Carnation αφ' ετέρου περιέχει 70% λακτόζη και 30% μαλτοδεξτρίνη, μια ουσία όμοια με την επιτραπέζια ζάχαρη η οποία σύμφωνα με τους κατασκευαστές είναι απαραίτητη να ισορροπήσει τις βιοχημικές ιδιότητες του ορού γάλακτος.

#### **4.8 Αλλεργία στο γάλα αγελάδας**

Ο όρος αλλεργία στο γάλα αγελάδας αναφέρεται στις ανεπιθύμητες εκδηλώσεις που προκαλούνται με τη μεσολάβηση ανοσολογικών μηχανισμών έναντι των πρωτεϊνών του γάλακτος αγελάδας. Έχει υπολογιστεί ότι 2-7,5% των βρεφών εμφανίζει



αλλεργία στο γάλα της αγελάδας.

Η αλλεργία στο γάλα αγελάδας εκδηλώνεται σε βρέφη και παιδιά με ποικιλία συμπτωμάτων, από πολλά όργανα. Τα συμπτώματα μπορεί να εμφανιστούν αμέσως μετά τη λήψη γάλακτος (αναφυλαξία, αγγειοοίδημα, κτλ), ή αργότερα (γαστρεντερικές διαταραχές, ατοπική δερματίτιδα).

Εάν η αλλεργία δε διαγνωστεί έγκαιρα, το βρέφος υπολείπεται σε ανάπτυξη. Έχει υπολογιστεί ότι ποσοστό 15% των βρεφικών κολικών οφείλεται σε αλλεργία στο γάλα αγελάδας, ακόμη και σε παιδιά που θηλάζουν. Στο μητρικό γάλα έχει διαπιστωθεί ότι ανευρίσκεται ανοσοσφαιρίνη IgG, που προέρχεται από την κατανάλωση αγελαδινού γάλακτος. Τα επίπεδα της ανοσοσφαιρίνης είναι ανάλογα της ποσότητας γαλακτοκομικών προϊόντων που καταναλώνει η θηλάζουσα μητέρα. Σε περιπτώσεις έντονων επεισοδίων, συνιστάται η αποφυγή κατανάλωσης γαλακτοκομικών προϊόντων από τη μητέρα

Το Alimentum, το Nutramigen και το Pregestamil αποτελούν υποαλλεργικά γάλατα του εμπορίου. Εάν στην ετικέτα του γάλακτος αναγράφεται η λέξη «υποαλλεργικό» τότε σημαίνει ότι αυτό το γάλα προκαλεί λιγότερες αλλεργικές αντιδράσεις στα βρέφη σε σχέση με άλλα τυποποιημένα γάλατα. Δεδομένου ότι εξ ορισμού ο όρος αλλεργία υπονοεί ευαισθησία σε κάποια πρωτεΐνη, ο όρος «υποαλλεργικό» σημαίνει ότι η πρωτεΐνη αυτή στα υποαλλεργικά γάλατα έχει υδρολυθεί ή έχει διασπαστεί σε μικροσκοπικές πρωτεΐνες οι οποίες προκαλούν λιγότερες αλλεργικές αντιδράσεις στα βρέφη. Υπάρχουν τύποι γάλακτος που αναγράφουν στην ετικέτα «μερικώς υδρολυμένη πρωτεΐνη». Για να φέρει ένα τυποποιημένο γάλα στην ετικέτα του τον όρο «υποαλλεργικό» πρέπει η πρωτεΐνη να έχει υδρολυθεί εντελώς ή να χωριστεί σε μικρότερα μέρη. Αυτό απαιτεί μια έντονη επεξεργασία η οποία αποδίδει μια δυσάρεστη πικρή γεύση στο γάλα, παρά το μεγάλο αριθμό γλυκαντικών που προστίθενται.

Όταν η πρωτεΐνη υδρολύεται σε αυτά τα γάλατα χάνεται παράλληλα και η λακτόζη του γάλακτος. Έτσι πρέπει να προστεθούν άλλα σάκχαρα στο γάλα όπως σιρόπι καλαμποκιού, σακχαρόζη, άμυλο ή ακόμα και ταπίόκα. Άλλος ένας προβληματισμός για τα υποαλλεργικά γάλατα είναι ότι περιέχουν 30-90% περισσότερο χλωριούχο νάτριο από τα συνηθισμένα τυποποιημένα γάλατα.

Στα γάλατα Alimentum, Nutramigen, Similac και Enfamil το μίγμα λιπών είναι το ίδιο με τα τυποποιημένα γάλατα αγελάδας. Τα αρχικά λίπη στο γάλα Pregestamil είναι τρυγλικερίδια μέσης αλύσου, ένα φιλικό προς το έντερο μίγμα λίπους που

χρησιμοποιείται στα παιδιά με μεταβολικές διαταραχές λίπους. Αυτού του είδους τα λίπη δεν εμφανίζονται στη φύση και αποτελούν ένα βιομηχανικό παρασκεύασμα. Μολονότι η β-λακτοσφαιρίνη αποτελεί το κυριότερο αλλεργιογόνο στο αγελαδινό γάλα, και άλλα συστατικά του γάλακτος μπορούν να προκαλέσουν αλλεργία. Ιδιαίτερα ευαίσθητα είναι τα πρόωρα βρέφη, λόγω μεγαλύτερης διαπερατότητας του εντέρου τους στα ξένα αντιγόνα και μειωμένης πέψης των αντιγονικών λευκωμάτων, με συνέπεια αυτά να απορροφώνται αυτούσια. Η πλειοψηφία των βρεφών εμφανίζει την κλινική συμπτωματολογία τους πρώτους μήνες της ζωής. Το 50-70% των βρεφών με αλλεργία στο γάλα αγελάδας εμφανίζει συμπτώματα από το δέρμα, το 50-60% εμφανίζει συμπτώματα από το γαστρεντερικό σύστημα, ενώ το 20-30% εμφανίζει συμπτώματα από το αναπνευστικό σύστημα. Περισσότερο από 70% των βρεφών εμφανίζει συμπτωματολογία από δύο τουλάχιστον διαφορετικά οργανικά συστήματα. Συνεπώς, η υποκατάσταση του γάλακτος αγελάδας δεν είναι τόσο απλή υπόθεση, καθώς πολλά είναι τα διαθέσιμα στην αγορά υποκατάστατα που φέρουν την ετικέτα του «υποαλλεργιογονικού» προϊόντος. Η αναφορά στους παράγοντες οι οποίοι καθορίζουν την αντιγονικότητα ενός προϊόντος στο βαθμό υποαντιγονικότητας των κυκλοφορούντων στην αγορά προϊόντων, στις ενδείξεις χρησιμοποίησής τους στους ασθενείς με αλλεργία στο γάλα αγελάδας κρίνεται απαραίτητη για τη σωστή αντιμετώπιση του προβλήματος. Η αντιγονικότητα ενός προϊόντος προσδιορίζεται με τη βοήθεια ανοσολογικών μεθόδων και εξαρτάται από το μοριακό βάρος των περιεχομένων πεπτιδίων ή το ποσοστό της εμπεριεχομένης ανοσοαντιδραστικής πρωτεΐνης. Η αντιγονικότητα του γάλακτος αγελάδας οφείλεται κυρίως στις περιεχόμενες φυσικές πρωτεΐνες. Επίσης, δεν αποκλείεται η πρόσθεση νέων αλλεργιογόνων κατά την τεχνολογική ή τη θερμική επεξεργασία. Η αντιγονικότητα της ορολευκωματίνης αλλά όχι της καζεΐνης, εξαλείφεται σχεδόν κατά τη θερμική επεξεργασία με μεγάλη θερμοκρασία (121 °C για 20 λεπτά). Αντιθέτως, η χρήση χαμηλής θερμοκρασίας κατά τη θερμική επεξεργασία (παστερίωση στους 75 °C επί 15 sec) δεν επηρεάζει την αντιγονικότητα της πρωτεΐνης του γάλακτος αγελάδας. Γενικά θεωρείται ότι η αντιγονικότητα των πρωτεϊνών της τροφής μπορεί να ελαττωθεί κυρίως μέσω της ενζυματικής υδρόλυσης ή μέσω του συνδυασμού υδρόλυσης, θερμικής επεξεργασίας ή και υπερδιήθησης. Η βιομηχανία γάλακτος έχει καταβάλει σοβαρές προσπάθειες για την παρασκευή γαλάτων χαμηλής αντιγονικότητας, προερχόμενα από άλλες πρωτεϊνικές πηγές (π.χ. τη βόειο καζεΐνη ή την ορολευκωματίνη, τη σόγια κ.ά.) Η επεξεργασία του προϊόντος και σε αυτές τις

περιπτώσεις περιλαμβάνει διαδικασίες παρόμοιες με τις προαναφερθείσες. Πολλά είναι τα σκευάσματα τα οποία είναι διαθέσιμα στο εμπόριο με την ετικέτα «υποαλλεργιογονικό». Ωστόσο, θα πρέπει να τονιστεί ότι απόλυτα μη αντιγονικό προϊόν δεν υπάρχει, εκτός μόνο από τα γάλατα τα οποία περιέχουν όχι πεπτιδία αλλά αμινοξέα (στοιχειακά γάλατα).

Εφόσον απαιτείται η συμπληρωματική χορήγηση γάλακτος, θα πρέπει να επιλεγθεί ένα από τα υποαλλεργιογονικά παρασκευάσματα που αναφέρονται στην επόμενη ενότητα

#### **4.9 Υποαλλεργιογονικά γάλατα**

Όπως αναφέρθηκε στην προηγούμενη ενότητα αλλεργιογονικότητα είναι η ικανότητα ενός αλλεργιογόνου να προκαλεί αλλεργική αντίδραση, όταν εισέρχεται στον οργανισμό.

Οι πρωτεΐνες του αγελαδινού γάλακτος δρουν συνήθως ως αλλεργιογόνα, αλλά ως παρόμοια αντίδραση μπορεί να εμφανιστεί και κατόπιν τεχνολογικής επεξεργασίας του γάλακτος, της πέψης αυτού ή μετά από επίδραση θερμότητας. Η θέρμανση σε χαμηλό βαθμό του γάλακτος, (όπως συμβαίνει με την παστερίωση στους 75 °C για 20 λεπτά) δε μειώνει την αλλεργιογονικότητα των πρωτεϊνών του αγελαδινού γάλακτος. Υψηλές θερμοκρασίες, (όπως 120 °C για 20 λεπτά), καταστρέφουν την αλλεργιογονικότητα πολλών πρωτεϊνών του ορού του γάλακτος, όχι όμως και της ομάδας των καζεϊνών. Η αλλεργιογονικότητα των πρωτεϊνών είναι δυνατόν να μειωθεί με την ενζυματική υδρόλυσή τους ή κατόπιν συνδυασμού υδρόλυσης με θέρμανση ή/και υπερδιήθηση.

Τα υποαλλεργιογονικά γάλατα ανήκουν σε δύο κατηγορίες:

- 1) Γάλατα από υδρολυμένη πρωτεΐνη. Γάλατα των οποίων οι πρωτεΐνες προέρχονται από διάφορες πηγές (βόεια καζεΐνη, βόειος ορός γάλακτος, βόειο ή χοίρειο κολλαγόνο, πρωτεΐνες σόγιας, ή μίγμα αυτών). Οι πρωτεΐνες αυτές διέρχονται ποικίλα στάδια υδρόλυσης και περαιτέρω επεξεργασίας. Διακρίνονται σε γάλατα με πρωτεΐνη μερικής υδρόλυσης (HA) και γάλατα με πρωτεΐνη εκτεταμένης υδρόλυσης και γάλατα σόγιας
- 2) Στοιχειακά, με τροποποιημένο λίπος, περιέχοντα αμινοξέα γάλατα

##### **.4.9.1 Γάλατα με πρωτεΐνη μερικής υδρόλυσης (HA)**

Τα γάλατα μερικής υδρόλυσης φαίνεται ότι συμβάλλουν στην πρόληψη της



αλλεργίας, όταν υπάρχει έντονα θετικό ιστορικό ατοπίας εφόσον χρησιμοποιούνται αμέσως μετά τον τοκετό. Τα γάλατα μερικής υδρόλυσης καλύπτουν επαρκώς τις ανάγκες του βρέφους σε θρεπτικά συστατικά, προάγοντας την ανάπτυξή του. Κατά πλειοψηφία το είδος της υδρολυμένης πρωτεΐνης που περιέχεται είναι ορολευκωματίνη και μόνο σε ένα γάλα της κατηγορίας αυτής (ADAPTA HA1, ADAPTA HA2) εκτός από τα πεπτίδια της ορολευκωματίνης περιέχονται και πεπτίδια καζεΐνης. Το ποσοστό της λακτόζης μειώνεται με την προσθήκη πολυμερών γλυκόζης, ενώ το λίπος είναι κυρίως φυτικής προέλευσης, γεγονός που καθιστά το προϊόν ιδιαίτερα εύπεπτο. Μερικά γάλατα της κατηγορίας (ADAPTA HA1, ADAPTA HA2, FRISOLAC HA, SIMILAC ADVANCE HA) εμπλουτίζονται με νουκλεοτίδια ή πρεβιοτικές ίνες (APTAMIL PREMA HA). Οι δύο παραπάνω προσθήκες γίνονται με σκοπό την ενίσχυση της φυσικής άμυνας του οργανισμού.

### **Σύσταση**

Υπάρχει ποικιλία γαλάτων, ανάλογα με την πάθηση του πεπτικού. Η σύστασή τους είναι πρωτεΐνη γάλατος είτε σε μορφή ορολευκωματίνης, είτε καζεΐνης, που έχει υποστεί διάσπαση με θερμότητα και ενζυματική υδρόλυση σε ολιγοπεπτίδια με αλύσους διαφορετικού μήκους και ελεύθερα αμινοξέα. Επιπλέον, προστίθενται ελεύθερα αμινοξέα για να αναπληρώσουν την απώλειά τους κατά την επεξεργασία της ολικής πρωτεΐνης. Όσο πιο εκτεταμένη είναι η υδρόλυση, τόσο λιγότερο αλλεργιογόνο είναι το γάλα, χειρότερη είναι η γεύση, μεγαλύτερο το κόστος και αυξημένη η ωσμωτικότητα. Τα γάλατα κατά κανόνα δεν περιέχουν λακτόζη. Πολλές εταιρείες χρησιμοποιούν σουκρόζη, άμυλο ταπιόκας, άμυλο αραβοσίτου σε διαφορετικές συγκεντρώσεις. Τα λιπίδια είναι ένα μείγμα από λιπίδια μεσαίας αλύσου (MCT) και μακράς αλύσου (LCT). Τα MCT απορροφούνται απευθείας από την πυλαία φλέβα διαμέσου του εντερικού βλεννογόνου, αφού δεν απαιτείται ο σχηματισμός μικυλλίων για την απορρόφησή τους. Για να αποφευχθεί η έλλειψη απαραίτητων λιπαρών οξέων, συχνά οι εταιρείες προσθέτουν μη κορεσμένα φυτικά έλαια (καλαμποκέλαιο κ.λπ.). Όλα τα προϊόντα είναι ελεύθερα γλουτένης.

#### **4.9.2 Γάλατα με πρωτεΐνη εκτεταμένης υδρόλυσης**

Με την εκτεταμένη υδρόλυση παράγεται μεγαλύτερη ποσότητα μικρών πεπτιδίων (δι- και τριπε- πτίδια, MB <1200 Da) και μικρότερη ποσότητα μεγάλων πεπτιδίων και ελεύθερων αμινοξέων. Με την αλλαγή αυτή της δομής της πρωτεΐνης, μειώνεται η

αλλεργιογονικότητα και η αντιγονικότητα από 10 έως 100 φορές σε σχέση με το συνηθισμένο γάλα, αλλά δεν εξαφανίζεται. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να παραμένει η πιθανότητα ευαισθητοποίησης ακόμη και με τα γάλατα εκτεταμένης υδρόλυσης, σε μερικές περιπτώσεις όπου τα παραμένοντα επιτόπια είναι δυνατόν να αναγνωρισθούν από το ανοσοποιητικό σύστημα των ιδιαίτερα ευαίσθητων βρεφών. Για όλους τους παραπάνω λόγους, η Παιδιατρική Εταιρεία Διατροφής της Αμερικανικής Ακαδημίας θεωρεί ένα γάλα υποαλλεργιογονικό, όταν δεν προκαλεί ανεπιθύμητες ενέργειες στο 90% των βρεφών με αποδεδειγμένη αλλεργία στην πρωτεΐνη του γάλακτος αγελάδας.

### **Σύσταση**

Ως προς τη σύσταση, τα γάλατα με εκτενώς υδρολυμένη πρωτεΐνη περιέχουν ως πηγή υδατανθράκων ένα μίγμα πολυμερών γλυκόζης και μόνο δύο από αυτά (ALMIRON PEPTI, ALFARE) περιέχουν λακτόζη σε ποσοστό 38% και 2,3% αντίστοιχα. Όλα εκτός του PREGOMIN περιέχουν και λιπίδια μεσαίας αλύσου (MCT) εκτός των μακράς αλύσου (LCT). Τα MCT απορροφώνται απευθείας από την πυλαία φλέβα διαμέσου του εντερικού βλεννογόνου, αφού δεν απαιτείται ο σχηματισμός μικυλλίων για την απορρόφησή τους. Για να αποφευχθεί η έλλειψη απαραίτητων λιπαρών οξέων, συχνά προστίθενται μη κορεσμένα φυτικά έλαια. Όλα τα προϊόντα είναι ελεύθερα γλουτένης. Η πρωτεΐνη που περιέχουν είναι πρωτεΐνη γάλακτος, είτε σε μορφή ορολευκωματίνης είτε καζεΐνης, που έχει υποστεί διάσπαση με θερμική επεξεργασία και ενζυματική υδρόλυση σε ολιγοπεπτίδια με αλύσους διαφορετικού μήκους και ελεύθερα αμινοξέα. Επιπλέον προστίθενται ελεύθερα αμινοξέα για να αναπληρώσουν την απώλειά τους κατά την επεξεργασία της ολικής πρωτεΐνης. Όσο πιο εκτεταμένη είναι η υδρόλυση, τόσο λιγότερο αλλεργιογόνο είναι το γάλα.

Η χρήση γαλάτων με πρωτεΐνη εκτεταμένης υδρόλυσης, περιέχοντα αμινοξέα με ή χωρίς MCT ενδείκνυται όταν υφίσταται:

1. Αλλεργία στο γάλα αγελάδας ή σόγιας.
2. Ηωσινοφιλική εντεροκολίτιδα, ηωσινοφιλική οισοφαγίτιδα, ηωσινοφιλική γαστρίτιδα.
3. Δυσαπορρόφηση εντέρου λόγω: φλεγμονής (ΙΦΝΕ), εκτομής - σύνδρομο βραχέος εντέρου, εντερίτιδας μετά από ακτινοβολία, χημειοθεραπεία.
4. Δυσαπορρόφηση λόγω παγκρεατικής ανεπάρκειας - στεατόρροια, κυστική ίνωση (μειωμένη παραγωγή αμυλάσης, λιπάσης, πρωτεϊνών).



5. Δυσασπορρόφηση λόγω ηπατικής ανεπάρκειας - ατρησία χοληφόρων (απώλεια χολικών αλάτων).

Η χρήση γαλάτων με πρωτεΐνη εκτεταμένης υδρόλυσης, περιέχοντα αμινοξέα με ή χωρίς MCT δεν ενδείκνυται όταν υφίσταται:

1. Βαριά αλλεργία στο γάλα αγελάδας
2. IgE μεσολαβούμενη αλλεργική αντίδραση
3. Κνίδωση

### **Προβλήματα**

1. Άσχημη γεύση εξαιτίας των πεπτιδίων που περιέχουν, με αποτέλεσμα να καταναλώνονται με δυσκολία από τα βρέφη άνω των 3 μηνών.
2. Υψηλή οσμωτικότητα, που προκαλεί διάρροια, μειωμένη κένωση του στομάχου, εμετούς, dumping syndrome, όπου και απαιτείται σταδιακή χορήγηση και αραιότερη διάλυση.
3. Αυξημένο κόστος.

### **4.9.3 Γάλατα σόγιας**

Με βάση τις υπάρχουσες μελέτες, το γάλα σόγιας δεν θα πρέπει να χορηγείται ως γάλα πρώτης επιλογής σε βρέφη με αποδεδειγμένη αλλεργία στην πρωτεΐνη του αγελαδινού γάλακτος ή δυσανεξία στο γάλα, σύμφωνα με πρόσφατες αναφορές τόσο της Επιτροπής για την τοξικότητα των χημικών ουσιών στα τρόφιμα (Committee on Toxicity of Chemicals in Food, Consumer Products and the Environment –COT) όσο και της Επιστημονικής Επιτροπής Πληροφόρησης για τη Διατροφή (Scientific Advisory Committee on Nutrition- SACN).

Τα γάλατα σόγιας έχουν κριθεί από την Αμερικανική Παιδιατρική Εταιρεία ως ασφαλή υποκατάστατα του γάλακτος αγελάδας για τα τελειόμηνα βρέφη. Τα βρέφη τα οποία τρέφονται με γάλα σόγιας απορροφούν τα ανόργανα στοιχεία και αναπτύσσονται όπως και τα βρέφη που καταναλώνουν παρασκευάσματα που βασίζονται στο αγελαδινό γάλα.

Ενώ τα τυποποιημένα γάλατα σόγιας έγιναν γνωστά ως εναλλακτική λύση για τα βρέφη τα οποία είναι αλλεργικά στο τυποποιημένο αγελαδινό γάλα και αυτά τα οποία δεν περιέχουν ούτε πρωτεΐνες, αλλά ούτε και υδατάνθρακες προερχόμενους από το αγελαδινό γάλα, ωστόσο υπάρχουν επιφυλάξεις, διότι μπορεί τα γάλατα σόγιας να είναι λιγότερο αλλεργιογόνα, αλλά συνήθως τα νήπια που είναι αλλεργικά

στο γάλα αγελάδας είναι αλλεργικά και στο γάλα σόγιας. Στις αρχές της δεκαετίας του '70 ανακαλύφθηκε ότι οι πρωτεΐνες σόγιας είναι ανεπαρκείς σε μερικά αμινοξέα τα οποία είναι απαραίτητα για τα βρέφη. Γι αυτόν το λόγο η μεθειονίνη (βελτιώνει την ισορροπία και την ουρική απέκκριση των νιτρογόνων, την αύξηση βάρους, και την σύνθεση της αλβουμίνης), η καρνιτίνη (ευνοεί την οξειδωση των λιπαρών οξέων μακράς αλύσσου) και η ταυρίνη (λειτουργεί ως αντιοξειδωτικό, και μαζί με τη γλυκίνη, δημιουργούν συζυγία των χολικών οξέων στη πρώιμη βρεφική ηλικία) είναι απαραίτητο να προστεθούν στο γάλα σόγιας από άλλες πηγές.

Τα δύο γάλατα της κατηγορίας που κυκλοφορούν στην αγορά (ISOMIL, NUTRILON SOYA) έχουν ενεργειακή περιεκτικότητα περίπου 67kcal/dl. Ως πηγή πρωτεΐνης περιέχουν πρωτεΐνη που έχει απομονωθεί από φασόλια σόγιας και έχει εμπλουτιστεί με L-μεθειονίνη, που αναφέρθηκε πιο πάνω, λόγω της μειωμένης περιεκτικότητάς της στην πρωτεΐνη της σόγιας. Τελευταία έχουν συμπληρωθεί με ταυρίνη και καρνιτίνη. Μεγαλύτερη ποσότητα σε σίδηρο, βιταμίνες και ιχνοστοιχεία προστίθενται, λόγω της δέσμευσης τους από τις φυτικές πρωτεΐνες της σόγιας, έτσι ώστε να καλύπτουν επαρκώς τις ημερήσιες απαιτήσεις του βρέφους. Οι υδατάνθρακες που περιέχονται βρίσκονται με τη μορφή πολυμερών γλυκόζης (σιρόπι καλαμποκιού, σουκρόζη) και δεν περιέχεται λακτόζη. Τα λιπαρά είναι αποκλειστικά φυτικής προέλευσης.

Επίσης στο τυποποιημένου γάλακτος σόγιας η πρωτεΐνη περιέχει φυτάτες, μια ουσία η οποία δεσμεύει το ασβέστιο και το φώσφορο. Για να αποτραπούν οι ανεπάρκειες ασβεστίου και οι επακόλουθες ανεπάρκειες στη μεταλλοποίηση των οστών, η περιεκτικότητα του τυποποιημένου γάλακτος σόγιας σε ασβέστιο είναι 20-30% υψηλότερη σε σχέση με άλλα τυποποιημένα γάλατα. Αυτές οι φυτάτες δεσμεύουν επίσης το σίδηρο και τον ψευδάργυρο. Ως αποτέλεσμα αυτής της εύρεσης στα τεχνητά γάλατα σόγιας, όπως το Carnation, το Allsoy και το Prosobee Johnson, έχει προστεθεί επιπλέον σίδηρος και ψευδάργυρος.

Το 1996 η Επιτροπή Διατροφής της Αμερικάνικης Ακαδημίας Παιδιατρικής εξέφρασε κάποια ανησυχία για το σχετικά υψηλό ποσοστό αργιλίου σε μερικά τυποποιημένα γάλατα σόγιας, το οποίο πιθανό να προκαλούσε τοξικότητα στα βρέφη. Λόγω αυτής της ανησυχίας και των μελετών που δείχνουν ότι πραγματοποιείται λιγότερη μεταλλοποίηση των οστών στα πρόωρα βρέφη που σιτίζονται με γάλα σόγιας, η Επιτροπή της Διατροφής της Αμερικάνικης Ακαδημίας Παιδιατρικής συστήνει να μη χρησιμοποιείται αυτός ο τύπος γάλακτος για πρόωρα βρέφη ή για τα μωρά που

έχουν λίγους μήνες ζωής. Η σίτιση με γάλα σόγιας των νηπίων τους πρώτους μήνες ζωής, πριν να αναπτυχθεί το γαστρεντερικό σύστημα, μπορεί να προδιαθέσει το νήπιο σε αλλεργίες αργότερα.

Το τυποποιημένο γάλα σόγιας περιέχει 33% περισσότερο νάτριο από το τυποποιημένο γάλα αγελάδας και είναι γενικά πιο αλμυρό από τα άλλα τεχνητά γάλατα. Οι πηγές υδατανθράκων στα τυποποιημένα γάλατα σόγιας είναι ακόμη μια ανησυχία. Όπως υπάρχει ανταγωνισμός για τον ορό γάλακτος που χρησιμοποιείται στα τυποποιημένα γάλατα, έτσι υπάρχει και για το είδος των υδατανθράκων. Το Enfamil δεν περιέχει επιτραπέζια ζάχαρη στο γάλα σόγιας που παρασκευάζει, ενώ το Prosobee χρησιμοποιεί το σιρόπι καλαμποκιού αντί της σακχαρόζης. Αυτό δημιουργεί μια μεγάλη αντίφαση. Το καλαμπόκι είναι το ίδιο αλλεργιογόνο και το σιρόπι καλαμποκιού είναι πολύ γλυκό.

Επειδή τα τυποποιημένα γάλατα σόγιας γίνονται από γάλα παραγόμενο από το φασόλια κυρίως και όχι από γάλα αγελάδας, είναι και ελεύθερα λακτόζης. Το πρόβλημα είναι ότι η λακτόζη είναι ο κύριος υδατάνθρακας στο ανθρώπινο γάλα και στο γάλα όλων των θηλαστικών. Δεν υπάρχει καμία πηγή γάλακτος στη φύση που να είναι ελεύθερη λακτόζης. Η λακτόζη είναι ένας υδατάνθρακας φιλικός προς το έντερο, η οποία ενισχύει την απορρόφηση ασβεστίου και βοηθά να αποικήσουν στο έντερο τα ευνοϊκά βακτήρια. Το ελεύθερο λακτόζης τυποποιημένο γάλα σόγιας ωφελεί τα βρέφη τα οποία έχουν δυσανεξία στη λακτόζη (η οποία είναι αρκετά σπάνια στο πρώτο έτος της ζωής). Επίσης, το γάλα σόγιας λόγω της ιδιότητας του αυτής (να μην περιέχει λακτόζη) πιθανό να ωφελήσει τα βρέφη που αναπτύσσουν προσωρινή δυσανεξία στη λακτόζη μετά από κάποια εντερική μόλυνση. Η Αμερικανική Ακαδημία της Παιδιατρικής συστήνει το γάλα σόγιας μόνο σε περίπτωση που το μωρό πάσχει από δυσανεξία στη λακτόζη και δεν μπορούν να σιτιστούν με τυποποιημένο αγελαδινό γάλα. Ακόμη, η πηγή λιπαρών οξέων στο γάλα σόγιας είναι φυτικής προέλευσης και τα γάλατα αυτά δεν περιέχουν καθόλου χοληστερόλη.

Μελέτες απέδειξαν πως μπορεί να προκαλέσουν μειωμένο ρυθμό ανάπτυξης, υποαλβουμιναιμία και δυσαπορρόφηση μετάλλων. Για το τελευταίο, υπεύθυνο είναι το φυτανικό οξύ, ένας παράγοντας που επιμολύνει την πρωτεΐνη σόγιας κατά την επεξεργασία της. Συγκεκριμένα, έχουν αναφερθεί περιπτώσεις εμφάνισης υποφωσφαταιμίας και ραχίτιδας σε πρόωρα βρέφη ιδιαίτερα χαμηλού σωματικού βάρους. Θα πρέπει, επίσης, να αναφερθεί ότι τα γάλατα σόγιας έχουν υψηλή

περιεκτικότητα σε αλουμίνιο (πηγή του αλουμινίου αποτελούν τα μεταλλικά άλατα που χρησιμοποιούνται στη διαδικασία παραγωγής τους). Το αλουμίνιο ανταγωνίζεται το ασβέστιο στην απορρόφησή του και έχει παρατηρηθεί εμφάνιση οστεοπενίας σε πρόωρα βρέφη που κατανάλωναν γάλα σόγιας. Τα τελειόμηνα βρέφη με φυσιολογική νεφρική λειτουργία δεν φαίνεται να διατρέχουν τέτοιο κίνδυνο. Παράλληλα δεν θα πρέπει να αγνοήσουμε το γεγονός ότι τα βρέφη που καταναλώνουν γάλατα σόγιας εκτίθενται σε χιλιάδες φορές υψηλότερα επίπεδα φυτοοιστρογόνων και ισοφλαβονών σε σχέση με εκείνα που σιτίζονται με άλλου είδους γάλατα. Ο βιολογικός αντίκτυπος στην ανάπτυξη αυτών των βρεφών μακροπρόθεσμα δεν είναι ακόμη γνωστός.

Συμπερασματικά η χορήγηση των γαλάτων σόγιας **ενδείκνυται**:

1. Σε περιπτώσεις συγγενούς ή επίκτητης ανεπάρκειας λακτάσης και γαλακτοζαιμίας
2. Σε βρέφη χορτοφάγων οικογενειών
3. Σε βρέφη με αλλεργία στην πρωτεΐνη του γάλακτος αγελάδας ή με δυσανεξία στο γάλα ιδιαίτερα μετά τους 6 μήνες εφόσον τα γάλατα εκτεταμένης υδρόλυσης ή τα στοιχειακά δεν γίνονται αποδεκτά.

Τα γάλατα σόγιας **δεν ενδείκνυνται** για χρήση:

1. Σε βρέφη για την πρόληψη ή θεραπεία των κολικών
2. Σε βρέφη με αλλεργία στο γάλα αγελάδας
3. Σε υγιή ή υψηλού κινδύνου βρέφη με ιστορικό ατοπικής νόσου. Εναλλακτική λύση αποτελούν τα γάλατα εκτεταμένης υδρόλυσης
4. Σε βρέφη με ανεπάρκεια της σακχαράσης ή β-φρουκτοφουρανοσιδάσης ή ισομαλτάσης (λόγω της παρουσίας σουκρόζης ως τμήμα των περιεχομένων υδατανθράκων)
5. Σε βρέφη με μη ανοχή στη φρουκτόζη
6. Σε πρόωρα και ελλιποβαρή νεογνά <1.800g

#### **4.9.4 Στοιχειακά, με τροποποιημένο λίπος, περιέχοντα αμινοξέα γάλατα**

Για τα βρέφη που συνεχίζουν να παρουσιάζουν αλλεργικά συμπτώματα στα γάλατα εκτεταμένης υδρόλυσης, καθώς και για τα βρέφη με πολυτροφική αλλεργία έχουν παρασκευαστεί γάλατα πιο προηγμένης τεχνολογίας με 100% ελεύθερα αμινοξέα, τα οποία ως γνωστό δεν μπορούν να δράσουν ως επίτοπα και απορροφώνται παθητικά από το έντερο. Τα στοιχειακά γάλατα, όταν συγκριθούν με αυτά της



εκτεταμένης υδρόλυσης, είναι περισσότερο υποαλλεργιογονικά, έχουν μεγαλύτερη οσμωτικότητα, απορροφώνται βραδύτερα, δεν έχουν καλή γεύση και οσμή και είναι ακριβότερα. Η βραδύτερη απορρόφηση των ελεύθερων αμινοξέων έχει ενοχοποιηθεί για καθυστέρηση της σωματικής αύξησης σε μερικά βρέφη.

Τα γάλατα της κατηγορίας αυτής (NEOCATE, NUTRI JUNIOR) ως πηγή υδατανθράκων περιέχουν πολυμερή γλυκόζης για μέγιστη απορρόφηση, και είναι ελεύθερα γλουτένης, λακτόζης, σουκρόζης. Το συμπεριλαμβανόμενο ποσοστό λίπους είναι MCT/LCT (Neocate) ή φυτικής προέλευσης (Nutri Junior).

Η χρήση στοιχειακών γαλάτων **ενδείκνυται**:

1. Βαριά αλλεργία στο γάλα αγελάδας, IgE μεσολαβούμενη αλλεργική αντίδραση
2. Μη ανταπόκριση του βρέφους σε γάλα εκτεταμένης υδρόλυσης
3. Κνίδωση
4. Σύνδρομο βραχέως εντέρου
5. Νόσος Crohn με εκτεταμένες βλάβες του λεπτού εντέρου
6. Εντερικά συρίγγια

#### **Προβλήματα**

1. Άσχημη γεύση, που δυσκολεύει την παρατεταμένη χρήση
2. Αυξημένη οσμωτικότητα, που προκαλεί διάρροια, μειωμένη κένωση του στομάχου, εμετούς, dumping syndrome όπου απαιτείται αραιότερη διάλυση
3. Η απορρόφηση των αμινοξέων είναι δυσκολότερη από αυτή των ολιγοπεπτιδίων και παρέχει μικρότερο ισοζύγιο αζώτου
4. Αυξημένο κόστος

#### **4.10 Ειδικά διαιτητικά σκευάσματα βρεφικού γάλακτος**

Όπως στα κοινά, τροποποιημένα γάλατα έτσι και εδώ, υπάρχουν σαφείς οδηγίες για τη σύσταση των ειδικών διαιτητικών σκευασμάτων ως εξής: πρωτεΐνη 1,5-4,0g/dL και λίπη 3,0g/dL. Η προτεινόμενη πρωτεϊνική σύσταση είναι 2,2g/dL για βρέφη κάτω των 3 μηνών και το λιγότερο 1,8g/dL για τα βρέφη άνω των 3 μηνών. Επιπλέον προτείνεται η παρακάτω θερμιδική σύσταση ανά 100kcal για τα βρέφη: 7-16% από πρωτεΐνη, 30-55% από λίπη και 65% από υδατάνθρακες. Αυξημένη λήψη υδατανθράκων >65% ανά 100kcal προκαλεί οσμωτική διάρροια, ενώ κατανάλωση >60% από τις θερμίδες σε λίπη προκαλεί κέτωση. Διαιτητικά σκευάσματα που περιέχουν <6% πρωτεΐνη προκαλούν έλλειψη πρωτεΐνης, ενώ >16%, σε συνδυασμό με μειωμένη πρόσληψη νερού, προκαλούν ουραιμία και αφυδάτωση. Η



οσμωτικότητα των ειδικών διαιτητικών σκευασμάτων επηρεάζεται από τη συγκέντρωση των πρωτεϊνών, υδατανθράκων και λιπών και κυμαίνεται μεταξύ 300-400 mOsm/kg H<sub>2</sub>O. Τα βρεφικά γάλατα με θερμιδική πυκνότητα 68 kcal/100ml έχουν οσμωτικότητα 150-380 mOsm/kg H<sub>2</sub>O, ενώ στα ειδικά θεραπευτικά σκευάσματα μπορεί να κυμαίνεται μεταξύ 350-375 mOsm/kg H<sub>2</sub>O. Η επικινδυνότητα της χορήγησης διαλυμάτων με οσμωτικότητα >400 mOsm/kg H<sub>2</sub>O έχει τεκμηριωθεί σε διάφορες μελέτες. Για το λόγο αυτό η Αμερικανική Παιδιατρική Εταιρεία δεν συστήνει διαλύματα με οσμωτικότητα >400 mOsm/kg H<sub>2</sub>O<sup>1</sup>.

**Θα αναφερθούν οι εξής κατηγορίες ειδικών διαιτητικών σκευασμάτων:**

- Γάλατα χωρίς λακτόζη
- Γάλατα αντιαναγωγικά (AR)
- Γάλατα για πρόωρα βρέφη
- Γάλατα για κολικούς
- Γάλατα για δυσκοιλιότητα
- Γάλατα για μεταβολικά νοσήματα
- Γάλατα με χαμηλή περιεκτικότητα πρωτεΐνης, νατρίου, καλίου, για νεφρική ή ηπατική ανεπάρκεια
- Σιδηρο- ενισχυμένα και μη ενισχυμένα τεχνητά γάλατα

#### **4.10.1 Γάλατα χωρίς λακτόζη (FL)**

Ένα από τα πιο δημοφιλή ειδικά τυποποιημένα γάλατα είναι ο ελεύθερος λακτόζης τύπος (πχ το Lacto-free, το Mead Johnson) ο οποίος κυκλοφορεί περισσότερο λόγω της μεγάλης ζήτησης που έχει στην αγορά, παρά λόγω επιστημονικής εγκυρότητας. Τα γάλατα χωρίς λακτόζη (FL) χορηγούνται σε βρέφη με συγγενή ή επίκτητη ανεπάρκεια λακτάσης. Η επίκτητη ανεπάρκεια λακτάσης είναι συχνό αλλά παροδικό φαινόμενο μετά από ιογενείς συνήθως γαστρεντερίτιδες, που επιφέρουν βλάβη στα επιφανειακά κύτταρα των λαχνών του λεπτού εντέρου και παράλληλη απώλεια των επιφανειακών ενζύμων του, με συχνότερη την απώλεια της λακτάσης. Έτσι, ο ασθενής παρουσιάζει δυσανεξία στη λακτόζη που εκδηλώνεται κλινικά με διάρροια, κοιλιακό άλγος και κοιλιακή διάταση. Σε αυτές τις περιπτώσεις, χρειάζεται ειδικό γάλα χωρίς λακτόζη έως ότου αποκατασταθεί ο βλεννογόνος, σε περίπου διάστημα 3-4 εβδομάδων. Τα γάλατα αυτά περιέχουν όλα τα απαραίτητα θρεπτικά συστατικά για τη φυσιολογική ανάπτυξη των βρεφών και παιδιών με δυσανεξία στη λακτόζη. Πολλές φορές η ευαισθησία του μωρού στο έντερο δεν οφείλεται μόνο στο γάλα,

άλλα και σε άλλες ανεξάρτητες αιτίες. Είναι εύκολο να κατηγορηθούν τα τυποποιημένα γάλατα για τη δυσανεξία των βρεφών στη λακτόζη. Το ανθρώπινο γάλα περιέχει το ένζυμο λακτάση το οποίο συντελεί στην απορρόφηση της λακτόζης σε αντίθεση με τα τυποποιημένα γάλατα τα οποία δεν περιέχουν αυτό το ένζυμο. Η κύρια διαφορά στα γάλατα τα οποία είναι ελεύθερα λακτόζης είναι ότι χρησιμοποιούνται άλλα σάκχαρα στη θέση της λακτόζης, όπως το σιρόπι καλαμποκιού και η σακχαρόζη (επιτραπέζια ζάχαρη). Το πρωτεϊνικό μίγμα και το λίπος που χρησιμοποιείται είναι το ίδιο με τους συνηθισμένους αγελαδινούς τύπους γάλακτος.

Τα μειονεκτήματα αυτού του είδους γάλακτος (του ελεύθερου λακτόζης) είναι τα εξής: η λακτόζη είναι ένα θρεπτικό συστατικό το οποίο προσφέρει πολλά περισσότερα από το να αποτελεί μόνο πηγή ενέργειας στο γάλα. Η λακτόζη η οποία δεν αφομοιώνεται στο ανώτερο τμήμα του εντέρου συμβάλλει στην καλούμενη «φιλική οικολογία» του εντέρου. Αυτό σημαίνει ότι συντελεί στο να αναπτυχθούν στο έντερο τα μη παθογόνα και ωφέλιμα βακτήρια. Τα ελεύθερα λακτόζης τυποποιημένα γάλατα δεν έχουν τη δυνατότητα να προσφέρουν αυτήν την ιδιότητα στο έντερο του βρέφους. Διευκολύνει την απορρόφηση ασβεστίου στο έντερο, έτσι τα μωρά που σιτίζονται με ελεύθερα σε λακτόζη γάλατα έχουν κίνδυνο εμφάνισης υπερασβεστίωσης.

Ωστόσο, τα ελεύθερα λακτόζης γάλατα δοκιμάζονται σε μωρά τα οποία έχουν συμπτώματα δυσανεξίας στη λακτόζη όπως αέρια, διάρροιες, κόκκινο έγκαυμα γύρω από τον πρωκτό και κοιλιακές κράμπες. Επίσης αυτού του είδους το γάλα μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μωρά τα οποία έχουν σπάνιες μεταβολικές ασθένειες, όπως το να μη διαθέτουν το ένζυμο που μεταβολίζει τη λακτόζη (αυτό έχει συχνότητα εμφάνισης 1 στα 65.000 μωρά) Οι ελεύθεροι λακτόζης τύποι γάλακτος μπορούν να χρησιμοποιηθούν και σε βρέφη τα οποία ανακτούν από διάρροιες ή σε αυτά τα οποία πάσχουν από μια προσωρινή δυσανεξία στη λακτόζη.

### **Σύσταση**

Ως πηγή πρωτεΐνης περιέχουν είτε αποκλειστικά καζεΐνη είτε καζεΐνη και ορολευκωματίνη σε ποσοστό 40/60. Περιέχουν δεξτρίνες ως υδατάνθρακες αντι της λακτόζης και φυτικά λιπαρά τα οποία συμβάλλουν στη σύνθεση ενός πολύ εύπεπτου προϊόντος. Η οσμωτικότητα των γαλάτων χωρίς λακτόζη είναι χαμηλή, μειώνοντας αισθητά τον κίνδυνο οσμωτικής διάρροιας. Γενικά η σύστασή τους δεν

διαφέρει, σε σύγκριση με τα άλλα βρεφικά γάλατα 1ης και 2ης βρεφικής ηλικίας. Κάποια γάλατα της κατηγορίας (ALL 110, NATIVA LF, S-26 L-Free, SANILAC F) είναι εμπλουτισμένα με νουκλεοτίδια τα οποία επιταχύνουν την αναγέννηση του κατεστραμμένου εντερικού βλεννογόνου, μειώνοντας κατ' αυτόν τον τρόπο τη συχνότητα των διαρροϊκών κενώσεων. Η χρήση τους για μεγάλο χρονικό διάστημα πρέπει να αποφεύγεται, διότι η παρουσία λακτόζης αυξάνει την απορρόφηση του ασβεστίου. Η απορρόφηση του ασβεστίου από ένα συνταγογραφούμενο γάλα ελεύθερο λακτόζης είναι επαρκής για να καλύψει τις ανάγκες σε ασβέστιο των τελειόμηνων βρεφών, όταν η περιεκτικότητα του γάλακτος σε ασβέστιο είναι ίδια με την αντίστοιχη στο βρεφικό γάλα που περιέχει λακτόζη και έχει παρασκευασθεί με βάση τις πρωτεΐνες αγελαδινού γάλατος.

Η χρήση των γαλάτων ελεύθερων λακτόζης **δεν ενδείκνυται**:

1. Σε βρέφη με γαλακτοζαιμία, διότι ενδέχεται να περιέχουν μικρές ποσότητες λακτόζης
2. Σε βρέφη με αλλεργία στην πρωτεΐνη του γάλακτος της αγελάδας.

#### **4.10.2 Γάλατα αντιαναγωγικά (AR)**

Τα τελευταία χρόνια έχουν κυκλοφορήσει στην ευρωπαϊκή αγορά αντιαναγωγικά βρεφικά γάλατα, όπου μέρος της λακτόζης έχει αντικατασταθεί με άμυλο αραβοσίτου ή χαρουπάλευρο, τα οποία δρουν ως παράγοντες πύκνωσης. Το άμυλο αραβοσίτου απορροφάται από τον εντερικό βλεννογόνο, ενώ το χαρουπάλευρο ζυμώνεται από βακτήρια του εντέρου. Τα γάλατα αυτά θεωρείται ότι έχουν καλύτερο συντελεστή ιξώδους, χωρίς να επηρεάζεται ιδιαίτερα η γαστρική κένωση. Η καζεΐνη που περιέχουν ασκεί ρυθμιστική δράση στο pH του στομάχου, ενώ τα πήγματά της δεν παλινδρομούν όπως το ορολεύκωμα. Σύμφωνα, όμως, με τελευταίες έρευνες, πρέπει να χρησιμοποιούνται με προσοχή, διότι αναφέρεται δυσαπορρόφηση ιχνοστοιχείων, σιδήρου και ασβεστίου με την παρατεταμένη χρήση. Η κλινική βελτίωση των βρεφών με ΓΟΠ μετά την πύκνωση του γάλακτος με χαρουπάλευρο ή ρύζι αναφέρεται σε διάφορες μελέτες. Η χρήση όμως «αντιαναγωγικού» γάλακτος με αυξημένο ποσοστό καζεΐνης και άμυλο καλαμποκιού (80/20), για την αντιμετώπιση της ήπιας και μέτριας γαστροοισοφαγικής παλινδρόμησης χωρίς επιπλοκές, φαίνεται ότι επιφέρει όχι μόνο κλινική αλλά και εργαστηριακή βελτίωση σε μεγάλο ποσοστό των παιδιών, σύμφω να με πρόσφατη έρευνα στον Ελλαδικό χώρο. Η παρατήρηση αυτή έρχεται να ανατρέψει τα μέχρι τώρα δεδομένα για τις



αντιπαλινδρομικές ιδιότητες κάποιων ουσιών, όπου υπήρχε κλινική βελτίωση, αλλά δεν υπήρχε και εργαστηριακή απόδειξη.

### **Σύσταση**

Τα κυκλοφορούντα στο εμπόριο αντιαναγωγικά γάλατα έχουν χαμηλή περιεκτικότητα σε λίπος, με αποτέλεσμα να επιταχύνεται η γαστρική κένωση και το ομοιογενές περιεχόμενο να διοχετεύεται εύκολα στο έντερο, ανακουφίζοντας το βρέφος. Επιπλέον τα λιπαρά που περιέχουν είναι φυτικής προέλευσης, καθιστώντας το γάλα ιδιαίτερα εύπεπτο και ελαφρύ. Κάποια γάλατα (NOVALAC AR1, NOVALAC AR2) περιέχουν MCT (τριγλυκερίδια μέσης αλύσου ) τα οποία ως γνωστό προάγουν τη γαστρική κένωση.

Η χρήση των αντιαναγωγικών γαλάτων **δεν ενδείκνυται** κατά την Ευρωπαϊκή Εταιρεία Παιδιατρικής Γαστρεντερολογίας Ηπατολογίας κ Διατροφής (ESPGHAN) σε βρέφη με γαστροοισοφαγική παλινδρόμηση και απώλεια ή στασιμότητα βάρους.

#### **4.10.3 Γάλατα για πρόωρα βρέφη**

Οι λόγοι της δυστροφίας των πρόωρων μπορεί να είναι πολλοί, όπως μειωμένη κινητικότητα και απορροφητικότητα πεπτικού, γαστροοισοφαγική παλινδρόμηση, αναπνευστική ανεπάρκεια, καρδιακή ανεπάρκεια, νεκρωτική εντεροκολίτιδα, σηψαιμία, και λήψη κορτικοστεροειδών και διουρητικών φαρμάκων. Το μητρικό γάλα αποτελεί την ιδανική τροφή για υγιή τελειόμηνα και πρόωρα βρέφη. Κλινικές και εργαστηριακές μελέτες αποδεικνύουν ότι το μητρικό γάλα ενισχύει το ανοσοποιητικό σύστημα των πρόωρων βρεφών, τα οποία εμφανίζουν χαμηλότερα ποσοστά λοιμώξεων, αλλεργιών και άλλων ασθενειών που σχετίζονται με το ανοσοποιητικό. Παρόλο που θα πρέπει να εμπλουτιστεί με επιπλέον θρεπτικά συστατικά προκειμένου να δοθεί στο πρόωρο βρέφος, τα οφέλη για εκείνο είναι πάρα πολλά. Το ανθρώπινο γάλα που προέρχεται από μητέρες πρόωρων βρεφών έχει υψηλότερη συγκέντρωση πρωτεΐνης και ηλεκτρολυτών και μικρότερη λακτόζης, τον πρώτο μήνα ζωής, σε σύγκριση με το γάλα μητέρων που είχαν ολοκληρωμένη κύηση. Προοδευτικά όμως τα επίπεδα μειώνονται με συνέπεια υστέρηση.

Τα ποσοστά ασβεστίου και φωσφόρου είναι εξαρχής ανεπαρκή. Για το λόγο αυτό το μητρικό γάλα που χορηγείται σε πρόωρα βρέφη εμπλουτίζεται με διάφορα προϊόντα ενίσχυσης (πολυενισχυτές). Το προϊόν ενίσχυσης του μητρικού γάλακτος που διατίθεται στο εμπόριο σε μορφή σκόνης, (Milupa Eoprotin) περιέχει εκτός από

ασβέστιο, φώσφορο και πρωτεΐνες, υδατάνθρακες, βιταμίνες και μέταλλα. Η χρήση εμπλουτισμένου γάλακτος ή ειδικού γάλακτος για πρόωρα βελτιώνει τη σωματική ανάπτυξη και την οστική μεταλλοποίηση τουλάχιστον τους πρώτους 18 μήνες ζωής. Τα ειδικά γάλατα για πρόωρα νεογνά που κυκλοφορούν στο εμπόριο είναι ενισχυμένα σε λεύκωμα, θερμίδες, νάτριο, ασβέστιο και φώσφορο, ώστε να καλύπτουν τις ιδιαίτερες διατροφικές ανάγκες των αναπτυσσόμενων πρόωρων βρεφών. Η ποσότητα και η ποιότητα των θρεπτικών συστατικών που περιέχουν προάγουν την ανάπτυξη με εξαιρετικά ταχείς ρυθμούς. Διαφέρουν από τα γάλατα 1ης βρεφικής ηλικίας από πολλές απόψεις. Καταρχήν διατίθενται στο εμπόριο όχι μόνο σε μορφή σκόνης (PRE ALMIRON, PRE NAN, PRE APTAMIL) αλλά και σε υγρή μορφή (NENATAL, S-26 LBW). Στόχος τους είναι η χορήγηση όλων των απαραίτητων θρεπτικών συστατικών στο μικρότερο δυνατό όγκο, λαμβάνοντας υπόψη το ανώριμο πεπτικό, ηπατικό και νεφρικό σύστημα του νεογνού. Για το λόγο αυτό, οι συγκεντρώσεις πρωτεΐνης, βιταμινών και μετάλλων είναι μεγαλύτερες από αυτές των γαλάτων που χορηγούνται σε τελειόμηνα βρέφη. Η πρωτεΐνη που περιέχουν ανευρίσκεται με τη μορφή της καζεΐνης και της ορολευκωματίνης, με κυρίαρχη πρωτεΐνη την πιο εύπεπτη ορολευκωματίνη. Ως πηγή υδατανθράκων πλην της λακτόζης περιέχουν και ένα μίγμα πολυμερών γλυκόζης, το οποίο καθιστά το προϊόν περισσότερο εύπεπτο. Το λίπος είναι κυρίως φυτικής προέλευσης για μεγιστοποίηση της απορρόφησης. Παράλληλα γίνεται εμπλουτισμός τους με πολυακόρεστα λιπαρά οξέα μακράς αλύσου (LCPUFAs) σε επίπεδα που να προσομοιάζουν με εκείνα του μητρικού γάλακτος. Συγκεκριμένα τα LCPUFAs ως απαραίτητα δομικά λιπίδια των βιομεμβρανών συμβάλλουν ενεργά στην ανάπτυξη του αμφιβληστροειδούς, βελτιώνοντας την οπτική οξύτητα, ενώ παράλληλα προάγουν την ανάπτυξη του εγκεφάλου και του νευρικού συστήματος. Σε ένα γάλα της κατηγορίας αυτής (PRENAN) περιέχεται κατά ένα ποσοστό MCT για ακόμη μεγαλύτερη και καλύτερη απορρόφηση. Παρόλο που δεν έχει μελετηθεί ακόμη ο εμπλουτισμός των γαλάτων για πρόωρα με πρεβιοτικά και προβιοτικά, εκτιμάται ότι η χορήγηση αυτών θα συμβάλει ενεργά στην ανάπτυξη της ανώριμης εντερικής χλωρίδας του πρόωρου νεογνού.

#### **4.10.4 Γάλατα για κολικούς**

Τα γάλατα της κατηγορίας αυτής ενδεχόμενα να συμβάλουν στην ανακούφιση των βρεφών από τους κολικούς. Υπάρχει διχογνωμία κατά πόσον η αλλεργία στην



πρωτεΐνη του γάλακτος αγελάδας αποτελεί αιτία βρεφικών κολικών. Η συχνότητα της αλλεργίας στην πρωτεΐνη του γάλακτος αγελάδας αποδίδεται από διάφορες μελέτες στο 10-35% των βρεφών με κολικούς. Μολονότι η αιτιολογία των κολικών φαίνεται πολυπαραγοντική, μία μελέτη έδειξε με πειστικό τρόπο ότι η ορολευκωματίνη μπορεί να προκαλέσει κολικούς στα βρέφη.

### **Σύσταση**

Ως προς τη σύστασή τους, τα ήδη υπάρχοντα και κυκλοφορούντα γάλατα της κατηγορίας περιέχουν ως πηγή πρωτεΐνης, την καζεΐνη και την ορολευκωματίνη, με κυρίαρχη την πιο εύπεπτη ορολευκωματίνη. Ένα γάλα της κατηγορίας αυτής (NAN SENSITIVE) περιέχει πεπτίδια ορολευκωματίνης, με σκοπό να διευκολυνθεί ακόμη περισσότερο η πέψη των πρωτεϊνών, ενώ δεν περιέχει καθόλου λακτόζη αλλά μόνο δεξτρίνες.

Γενικότερα όσον αφορά στις πηγές των υδατανθράκων, εκτός από λακτόζη περιέχουν και ένα μίγμα πολυμερών γλυκόζης, προκειμένου το προϊόν να είναι ακόμη πιο εύπεπτο. Δύο γάλατα επίσης της κατηγορίας (FRISOLAC COMFORT, FRISOMEL COMFORT) περιέχουν χαρουπάλευρο, το οποίο αυξάνει την περισταλτικότητα του εντέρου ανακουφίζοντας το βρέφος από τους κολικούς. Τα λίπη που περιέχονται είναι κυρίως φυτικής προέλευσης.

Παράλληλα κάποια γάλατα της κατηγορίας (FRISOLAC COMFORT, FRISOMEL COMFORT, SANILAC AC) είναι εμπλουτισμένα με νουκλεοτίδια, τα οποία ως γνωστό ενισχύουν την άμυνα του οργανισμού, ιδιαίτερα σε επίπεδο εντερικού βλεννογόνου.

#### **4.10.5 Γάλατα για δυσκοιλιότητα**

Τα γάλατα της κατηγορίας αυτής, ως πηγή πρωτεΐνης περιέχουν την καζεΐνη και την ορολευκωματίνη. Ένα γάλα της κατηγορίας (OMNEO 1, OMNEO2) περιέχει πεπτίδια ορολευκωματίνης με σκοπό να διευκολυνθεί ακόμη περισσότερο η πέψη των πρωτεϊνών. Ως πηγή υδατανθράκων περιέχουν λακτόζη ή ακόμη και ένα ποσοστό πολυμερών γλυκόζης προκειμένου το προϊόν να είναι πιο εύπεπτο. Δύο γάλατα της κατηγορίας (FRISOLAC COMFORT, FRISOMEL COMFORT) περιέχουν χαρουπάλευρο, το οποίο ευνοεί την ανάπτυξη βακτηρίων στο έντερο με αποτέλεσμα να αυξάνει τον όγκο αλλά και τη γλοιότητα των κοπράνων. Παράλληλα από τη ζύμωση που υφίσταται από τα βακτήρια του εντέρου παράγονται μικρής αλύσου

λιπαρά οξέα, τα οποία δευτερευόντως συμβάλλουν στην αύξηση της κινητικότητας του εντέρου. Τέλος, το λίπος που περιέχουν είναι κυρίως φυτικής προέλευσης.

#### **4.10.6 Γάλατα για μεταβολικά νοσήματα**

Υπάρχει πληθώρα γαλάτων για παιδιά με ενδογενείς διαταραχές του μεταβολισμού, τα οποία σπάνια συνταγογραφεί ο γενικός παιδίατρος. Ως βασική αρχή της σύστασής τους, είναι η αφαίρεση ή μείωση των συστατικών που δεν μεταβολίζονται, είτε πρόκειται για αμινοξέα (π.χ. φαινυλοκετονουρία, οργανικές οξυουρίες), λίπη (π.χ. διαταραχές στην οξείδωση των λιπαρών οξέων), υδατάνθρακες (π.χ. γαλακτοζαιμία, γλυκογονιάσεις).

#### **4.10.7 Γάλατα με χαμηλή περιεκτικότητα πρωτεΐνης, νατρίου, καλίου, για νεφρική ή ηπατική ανεπάρκεια**

Τα γάλατα αυτά περιέχουν πρωτεΐνη 1-2g/dL και η περιεκτικότητά τους σε νάτριο και κάλιο είναι χαμηλή. Τα γάλατα για ηπατική ανεπάρκεια περιέχουν αμινοξέα διακλαδισμένης αλύσου και MCT.

#### **4.10.8 Σιδηρο- ενισχυμένα και μη ενισχυμένα τεχνητά γαλατά**

Οι εταιρίες Enfamil και Similac έχουν τεχνητά γάλατα τα οποία είναι σιδηρο-ενισχυμένα και άλλα που είναι χαμηλά σε σίδηρο. Σύμφωνα με την άποψη της Επιτροπής της Διατροφής της Αμερικάνικης Παιδιατρικής Εταιρίας, τα χαμηλά σε σίδηρο γάλατα δεν έχουν θέση στην παιδική διατροφή. Το Carnation δεν παράγει γάλατα χαμηλά σε σίδηρο αλλά κάνει μόνο μια διατύπωση για τη συνιστώμενη ποσότητα σιδήρου η οποία είναι όμοια με των δυο άλλων τύπων γάλακτος χαμηλών σε σίδηρο. Τα γάλατα αυτά περιέχουν μεγάλες ποσότητες σιδήρου ο οποίος συνήθως δε βρίσκεται σε απορροφίσιμη μορφή, καθώς μόλις το 4% του σιδήρου απορροφάται από το βρέφος. Επίσης, η μεγάλη ποσότητα σιδήρου μπορεί να ανατρέψει την «οικολογία του εντέρου», παρεμποδίζοντας την αύξηση των μη παθογόνων βακτηρίων, επιτρέποντας τα να ακμάσουν.

Ακολουθεί ο συγκριτικός Πίνακας 19 των συστατικών των βασικών τεχνητών γαλάτων.

Σύγκριση συστατικών των βασικών τεχνητών γαλάτων			
Όνομα γάλακτος	Πηγή πρωτεϊνών	Πηγή λιπών(εμφανίζονται υδρογονωμένα)	Πηγή υδατανθράκων
Τύπος βασισμένος στο γάλα	Άλιπο γάλα, συγκέντρωση πρωτεΐνης τυρογάλακτος: 60% τυρόγαλα, 40% καζείνη	Παλμιτικό οξύ, ηλιάνθος ή safflower, λίπος καρύδας, σογιέλαιο	Λακτόζη
Τύπος βασισμένος στη σόγια	Απομονωμένη πρωτεΐνη σόγιας	Παλμιτικό οξύ, ηλιάνθος ή safflower, λίπος καρύδας, σογιέλαιο	Συμπαγής σιρόπι και καλαμποκιού σουκρόζη
Nestle Good start sumpreme	Τυρόγαλα, εύπεπτο 100%, άλιπο γάλα	Παλμιτικό οξύ, φυτικά έλαια 47% σόγια, 26% καρύδα, 21% safflower, φυτικά έλαια 6%	Λακτόζη 70%. Μαλτοδεξτρίνη, 30%
Enfamil Mead Johnson	Τυρόγαλα 60%, καζείνη 40%, άλιπο γάλα	Παλμιτικό οξύ, 45% σόγια, 20% καρύδα, 20% ηλιάνθος, φυτικά έλαια 15%	Λακτόζη
Similac Ross	Τυρόγαλα 48%, καζείνη 52%, άλιπο γάλα	Safflower 42%, καρύδα 30%, σόγια 28%	Λακτόζη
Carnation Follow up	Τυρόγαλα 18%, καζείνη 82%, άλιπο γάλα	50% καλαμποκέλαιο, 38% καρύδα, 12% σόγια	Σιρόπι καλαμποκιού 63%, λακτόζη 37%
Isomil	Σόγια	50% καλαμποκέλαιο, 38% καρύδα, 12% σόγια	Συμπαγής σιρόπι και καλαμποκιού σουκρόζη
Prosobee	Σόγια	Παλμιτικό οξύ 45%, σόγια 20%, καρύδα 20%, ηλιάνθος 15%	Συμπαγής σιρόπι καλαμποκιού
Alsoy	Σόγια	Παλμιτικό οξύ 47%, σόγια 26%, καρύδα 21% , Safflower 6%,	Καλαμπόκι, μαλτοδεξτρίνη και σουκρόζη
Lacto- free	Τυρόγαλα 60%, καζείνη 40%, άλιπο γάλα	Παλμιτικό οξύ, 45% σόγια, 20% καρύδα, 20% ηλιάνθος, φυτικά έλαια 15%	Σιρόπι καλαμποκιού, σουκρόζη
Alimentum	Υδρογονωμένη καζείνη	Παλμιτικό οξύ, 45% σόγια, 20% καρύδα, 20% ηλιάνθος, φυτικά έλαια 15%	Σουκρόζη, τροποποιημένο σιτάρι ταπίοκα
Nutramigen	Υδρογονωμένη καζείνη	Safflower 42%, καρύδα 30%, σόγια 28%	Σιρόπι καλαμποκιού, τροποποιημένο σιτάρι ταπίοκα
Pregestamil	Υδρογονωμένη καζείνη	Μέση αλύσου λιπαρά οξέα 55%	Σιρόπι καλαμποκιού, δεξτρόζη, τροποποιημένο σιρόπι σιταριού

Πίνακας 19: Σύγκριση συστατικών των βασικών τεχνητών γαλάτων (www.babyformula.com)

## 5<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ

### ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΩΝ ΕΙΔΩΝ ΒΡΕΦΙΚΟΥ ΓΑΛΑΚΤΟΣ

#### 5.1 Σύσταση και σύγκριση ώριμου μητρικού γάλακτος, αγελαδινού γάλακτος και τυποποιημένου γάλακτος

Όπως έχει ήδη αναφερθεί στην ενότητα για το θηλασμό, το μητρικό γάλα παρουσιάζει μια σειρά από πλεονεκτήματα που το καθιστούν σαφώς το πλέον κατάλληλο τρόφιμο για τον πρώτο χρόνο της ζωής του βρέφους. Η φύση έχει προνοήσει ώστε το μητρικό γάλα να περιέχει όλα τα θρεπτικά συστατικά και μάλιστα στις αναλογίες εκείνες που καλύπτουν τις ανάγκες του βρεφικού οργανισμού.

Η πρώτη και βασική διαφορά του ανθρώπινου γάλακτος σε σχέση με τα άλλα γάλατα είναι ότι είναι πάντα διαθέσιμο από το μαστό της μητέρας. Εκκρίνεται από το στήθος στην κατάλληλη θερμοκρασία και είναι πάντα αποστειρωμένο. Τα άλλου είδους γάλατα, δεν είναι πάντα διαθέσιμα και χρειάζεται να βρίσκονται στη σωστή θερμοκρασία για να καταναλωθούν από το βρέφος. Επίσης, δεν είναι αποστειρωμένα. Όσο καλές συνθήκες και να πραγματοποιούνται κατά την παρασκευή, την προετοιμασία και την αποστείρωση τους, η επαφή με τα μπουκάλια, όσο καλά να αποστειρώθηκαν αυτά, δημιουργεί κάποιους μικροοργανισμούς, με αποτέλεσμα την ανάπτυξη μολύνσεων στο βρέφος.

Το πύαρ ή πρωτόγαλα, είναι το γάλα το οποίο παράγεται τις πρώτες τρεις με πέντε ημέρες μετά τον τοκετό. Η ουσία αυτή, περιέχει λιγότερο λίπος και λακτόζη από το γάλα το οποίο παράγεται μετά από αυτό το διάστημα. Η περιεκτικότητα του όμως σε αντισώματα είναι αυτή που το κάνει μοναδική τροφή για το νεογέννητο βρέφος. Το πύαρ είναι πλούσιο σε ανοσοσφαιρίνες (εκκριτική ανοσοσφαιρίνη A) και λακτοφερρίνη και έτσι προφυλάσσει το έμβρυο από μολύνσεις. Οι ιδιότητες που έχει αυτό το θρεπτικό υγρό είναι μοναδικές και κανένα τυποποιημένο γάλα δεν κατάφερε να τις αποκτήσει.

Το ώριμο μητρικό γάλα περιέχει τα ίδια θρεπτικά συστατικά με το γάλα της αγελάδας, αλλά σε διαφορετική αναλογία. Ακολουθούν οι Πίνακες 20 & 21 με τις συγκρίσεις ώριμου μητρικού, αγελαδινού και τυποποιημένου γάλακτος.



Στα 100 ml	Μητρικό Γάλα	Γάλα αγελάδας
<b>Νερό (ml)</b>	87,1	87,2
<b>Ενέργεια (θερμίδες)</b>	65-75	65
<b>Πρωτεΐνες (γραμ.)</b>		
% της ολικής πρωτεΐνης	1,2 - 1,4	3,4
Καζεΐνη	40	82
πρωτεΐνη ορού	60	18
<i>Απαραίτητα αμινοξέα (mg)</i>		
Ισχιδίνη	22	95
Ισολευκίνη	68	228
Λευκίνη	100	350
Λυσίνη	73	277
Μεθειονίνη	25	88
Φαινυλαλανίνη	48	172
Θρεονίνη	50	164
Τρυπτοφάνη	18	49
Βαλίνη	70	245
<i>Μη-απαραίτητα αμινοξέα (mg)</i>		
Αργινίνη	45	129
Αλανίνη	35	75
Ασπαρτικό	116	166
Κυσχίνη	22	32
Γλουταμικό	230	680
Γλυκίνη	0	11
Προλίνη	80	250
Σερίνη	69	160
Τυροσίνη	61	179
<b>Λιπίδια (γραμ.)</b>	3,7 - 4,8	3,9
Υδατάνθρακες (γραμ.)	7,1 - 7,8	4,6
<b>Μέταλλα και ιχνοστοιχεία</b>		
Ασβέστιο (mg)	32-36	124
Φωσφόρος (mg)	14-15	98
Νάτριο (mg)	11-20	52
Κάλιο (mg)	57-62	15

Μαγνήσιο (mg)	2,6-3,0	12
Σίδηρος (pg)	62-93	50
Χαλκός (pg)	400	300
Ψευδάργυρος (mg)	3-5	3-5
Σελήνιο (pg)	13-50	5-50
<b>Βιταμίνες</b>		
Βιταρίνη Α (pg)	40-76	40
Βιταμίνη D (IU)	2,2	1,4
Βιταρίνη Κ (pg)	1,5	6,0
Βιταμίνη Ε (mg)	0,29 - 0,39	0,09
Βιταμίνη Βχ (pg)	13-21	40
Βιταμίνη Β2 (pg)	31	200
Βιταμίνη Β12 (pg)	0,01	0,3
Φυλλικό οξύ (g)	3,1 - 6,2	5
Βιταμίνη C (mg)	3,1 - 4,5	1,5

Πίνακας 20: Σύγκριση σύστασης μητρικού και αγελαδινού γάλακτος  
Commission of the European Communities Directive on infant formulae and follow-  
on for muale. 91/321/EEC.Off J 'Euro Comm 1991; L175/35

<b>Μητρικό γάλα</b>	<b>Τυποποιημένο γάλα</b>
Μεταβλητή σύσταση και γεύση	Σταθερή σύσταση και γεύση
Περιέχει ζωντανά ανθρώπινα κύτταρα	Δεν περιέχει ζωντανά συστατικά
Περιέχει ανθρώπινες ορμόνες και αυξητικούς παράγοντες	Δεν περιέχει ανθρώπινες ορμόνες και αυξητικούς παράγοντες
Περιέχει ενεργά πεπτικά ένζυμα	Δεν περιέχει ενεργά ένζυμα
Περιέχει παράγοντες που διευκολύνουν την πέψη	Δεν περιέχει τέτοιου είδους παράγοντες
Περιέχει ανοσοποιητικούς παράγοντες	Δεν προσφέρει προστασία του ανοσοποιητικού συστήματος
Αποδίδει 70-75 θερμίδες ανά 100 ml	Αποδίδει 67 θερμίδες ανά 100 ml

Πίνακας 21: Σύγκριση σύστασης μητρικού και τυποποιημένου γάλακτος  
(Shelton, Composition of Human and Animal Milk, The Hygienic System Vol, 2 Feb  
2002)

## 5.2 Σύγκριση ως προς τις πρωτεΐνες

Η πρωτεϊνική σύνθεση του μητρικού γάλακτος είναι η ιδανική για τα βρέφη. Οι πρωτεΐνες οι οποίες περιέχει το ανθρώπινο γάλα είναι καλύτερα αφομοιώσιμες από το γαστρεντερικό σύστημα του βρέφους. Το μητρικό γάλα περιέχει όλα τα απαραίτητα αμινοξέα για τις ανάγκες του μωρού και είναι σπάνιο να υπάρξει κάποια δυσαναλογία στην περιεκτικότητα αυτών των αμινοξέων. Το ποσοστό των πρωτεϊνών στο μητρικό γάλα είναι μικρότερο σε σχέση τόσο με το αγελαδινό, όσο και το τυποποιημένο γάλα εμπορίου γεγονός που εξυπηρετεί το βραδύτερο ρυθμό ανάπτυξης του ανθρώπου. Επίσης, τυχούσα υψηλότερη πρόσληψη πρωτεΐνης, θα επιβάρυνε τη νεφρική λειτουργία του βρέφους, και μάλιστα σε μία περίοδο που οι νεφροί υπολειτουργούν. Η περιεκτικότητα του μητρικού γάλακτος σε πρωτεΐνη μειώνεται καθώς εξελίσσεται ο θηλασμός. Πιο αναλυτικά, κατά τη δεύτερη εβδομάδα μετά τον τοκετό, βρίσκεται σε επίπεδα 1,3%, ενώ προς το τέλος του 2ου με 3ου μήνα μειώνεται στο 0,9%. Όταν αρχίσει ο απογαλακτισμός, τα επίπεδα αρχίζουν να αυξάνονται και φτάνουν περίπου το 1,2%, όταν πλέον η παραγωγή γάλακτος έχει μειωθεί σημαντικά. Μελέτες ισοζυγίου του αζώτου που έγιναν σε υγιή θηλάζοντα βρέφη, έχουν δείξει ότι απορροφάται περίπου το 95% του αζώτου του μητρικού γάλακτος

Το 60% των πρωτεϊνών του ανθρώπινου γάλακτος είναι η λακταλβουμίνη και το 40% η καζεΐνη, αναλογία που το κάνει πιο εύπεπτο τόσο από το αγελαδινό (ποσοστό λακταλβουμίνης: 20% και καζεΐνης: 80%) όσο και από τα τυποποιημένα γάλατα (τα οποία περιέχουν πολύ υψηλά ποσοστά καζεΐνης). Στο αγελαδινό γάλα κυριαρχεί η β-λακταλβουμίνη, σε αντίθεση με το μητρικό όπου κυριαρχεί η α-λακταλβουμίνη, και αυτό μπορεί να προκαλέσει διατροφική αλλεργία στο βρέφος. Το ίδιο μπορεί να συμβεί με πολλά τυποποιημένα γάλατα τα οποία περιέχουν πρωτεΐνες σόγιας. Το ανθρώπινο γάλα περιέχει κυρίως τη β-καζεΐνη, η οποία συμβάλλει στην απορρόφηση του σιδήρου. Η μεγάλη αναλογία του τυποποιημένου γάλακτος σε α-καζεΐνη προκαλεί τη φτωχή περιεκτικότητα του σιδήρου σε αυτό, έτσι πολλά τυποποιημένα γάλατα, εμπλουτίζονται με σίδηρο ώστε να καλύπτουν τις ανάγκες του βρέφους. Το μητρικό γάλα διαμορφώνει πιο μαλακό και εύπεπτο χλωροτύρι από το αγελαδινό και είναι πιο φιλικό για το ανώριμο ακόμα γαστρεντερικό σύστημα του βρέφους.

Το μητρικό γάλα περιέχει λυσοζύμη, η οποία είναι αντιμικροβιακή και συμβάλλει στην ενίσχυση του ανοσοποιητικού συστήματος του βρέφους. Το ένζυμο αυτό

περιέχεται στο αγελαδινό γάλα κατά τριάντα φορές λιγότερο σε σχέση με το μητρικό και δεν διατίθεται καθόλου στα περισσότερα τυποποιημένα γάλατα.

Οι πρωτεΐνες του ανθρώπινου γάλακτος συντίθενται από αμινοξέα τα οποία αποτελούν δομικά συστατικά του εγκεφάλου και του σώματος του βρέφους.

Το μητρικό γάλα περιέχει όλα τα απαραίτητα αμινοξέα στις ποσότητες που απαιτούνται από το βρέφος. Για παράδειγμα, το μητρικό γάλα είναι σχετικά φτωχό σε φαινυλαανίνη, η οποία όταν βρίσκεται σε αυξημένα επίπεδα στο αίμα είναι επικίνδυνη για την υγεία του βρέφους.

Η μέση ημερήσια πρόσληψη πρωτεΐνης από βρέφη που θηλάζουν έχει υπολογισθεί ότι είναι 1,5 γραμ./κιλό σωματικού βάρους, σε σύγκριση με τα 2,7 γραμ./κιλό σωματικού βάρους στα βρέφη που προσλαμβάνουν υποκατάστατα. Επομένως, η καλύτερη ποιότητα του μητρικού γάλακτος έγκειται στη σύστασή του σε αμινοξέα. Πάντως, οι διαφορές δεν είναι μεγάλες, όταν η συγκέντρωση εκφράζεται ως ποσοστό της ολικής πρωτεΐνης.

Τα τυποποιημένα γάλατα είναι ανεπαρκή ή δεν περιέχουν ίχνη από τέτοια αμινοξέα. Συνήθως η λειτουργικότητα των αμινοξέων στα γάλατα αυτά χάνεται κατά την επεξεργασία. Πολλοί αυξητικοί παράγοντες είναι παρόντες στο μητρικό γάλα, σε αντίθεση με τα τυποποιημένα γάλατα τα οποία παρουσιάζουν σημαντική ανεπάρκεια σε αυτούς.

Το μητρικό γάλα περιέχει τη βέλτιστη ποσότητα κυστεΐνης, μεθειονίνης και ταυρίνης. Αμινοξέα τα οποία είναι απαραίτητα για τη λειτουργία του Κεντρικού Νευρικού Συστήματος του βρέφους (κυστεΐνη, μεθειονίνη), για την ανάπτυξη του αμφιβληστροειδούς, τη συζυγία των χολικών αλάτων και τη λειτουργία του εγκεφάλου (ταυρίνη). Τα αμινοξέα αυτά υπάρχουν σε μικρή αναλογία στο αγελαδινό γάλα και δε διατίθενται στα τυποποιημένα γάλατα εμπορίου.

Αξίζει να σημειωθεί ότι έχει παρατηρηθεί πως τα επίπεδα όλων των αμινοξέων, εκτός από την ταυρίνη και την κυστίνη, είναι υψηλότερα τόσο στο πλάσμα όσο και στα ούρα, ύστερα από διατροφή με υποκατάστατο παρά μετά από ένα θηλασμό. Αυτό ενδεχομένως σημαίνει ότι το βρέφος προσλαμβάνει περισσότερη πρωτεΐνη από αυτή που χρειάζεται με το υποκατάστατο μητρικού γάλακτος, και επομένως το μεταβολικό stress που δημιουργείται, εκφράζεται με αυξημένα επίπεδα αζώτου ουρίας στο αίμα, αμμωνίας, οσμωτικότητας ούρων και μπορεί να οδηγήσει σε μεταβολική οξέωση, κυρίως σε βρέφη που είχαν χαμηλό σωματικό βάρος κατά τον τοκετό.



Η καρνιτίνη επίσης είναι ένα αμινοξύ το οποίο βρίσκεται τόσο στο μητρικό όσο και στα τυποποιημένα γάλατα. Ωστόσο η καρνιτίνη που υπάρχει στο μητρικό γάλα έχει μεγαλύτερη βιοδιαθεσιμότητα. Τα θηλάζοντα μωρά έχουν μεγαλύτερα ποσοστά καρνιτίνης από τα τεχνητά τρεφόμενα βρέφη. Η καρνιτίνη είναι ένα αμινοξύ το οποίο είναι απαραίτητο για τη χρησιμοποίηση των λιπών ως ενεργειακή πηγή.

### **5.2.1 Ανοσοσφαιρίνες**

Όλοι οι τύποι ανοσοσφαιρινών βρίσκονται στο ανθρώπινο γάλα. Η υψηλότερη συγκέντρωσή τους βρίσκεται στο πύαρ. Η εκκριτική ανοσοσφαιρίνη Α, είναι αυτή η οποία βρίσκεται σε μεγαλύτερες ποσότητες στο μητρικό γάλα το πρώτο έτος της ηλικίας του βρέφους. Η πρωτεΐνη αυτή λειτουργεί προστατευτικά ενάντια στα βακτήρια τα οποία πιθανό να μολύνουν τη μύτη, το στόμα και το λαιμό του βρέφους. Επίσης, η πρωτεΐνη αυτή δρα ενάντια στα βακτήρια που προσβάλλουν το γαστρεντερικό σύστημα του βρέφους. Η εκκριτική ανοσοσφαιρίνη Α βρίσκεται στο μητρικό γάλα σε ποσότητα 0,2 g/dl, ενώ στο αγελαδινό σε ποσότητα 0,003 g/dl. Πολλά τυποποιημένα γάλατα περιέχουν ανοσοσφαιρίνες, αλλά η απορρόφηση τους δεν είναι αποτελεσματική και η δράση τους δεν επιφέρει ουσιαστικά αποτελέσματα στο ανοσοποιητικό σύστημα του βρέφους. Χαρακτηριστικό είναι το γεγονός ότι τα τυποποιημένα βρεφικά γάλατα δεν περιέχουν καθόλου εκκριτική ανοσοσφαιρίνη Α.

### **5.2.2 Λακτοφερρίνη**

Το μητρικό γάλα περιέχει λακτοφερρίνη, μια σιδηροδεσμευτική πρωτεΐνη η οποία συμβάλλει στην καλή υγεία του εντέρου εμποδίζοντας τα σιδηρο-εξαρτώμενα βακτήρια να δράσουν. Τα τεχνητά γάλατα περιέχουν ίχνη ή και καθόλου λακτοφερρίνη. Ομοίως το αγελαδινό γάλα περιέχει ίχνη από την πρωτεΐνη αυτή. Στον Πίνακα 22 αναφέρονται οι βασικές διαφορές μητρικού γάλατος, αγελαδινού και τυποποιημένου ως προς τις πρωτεΐνες

Μητρικό γάλα	Αγελαδινό γάλα	Τυποποιημένο γάλα
Η <i>συνολική πρωτεΐνη</i> αποτελεί το 10% των θρεπτικών συστατικών του γάλακτος	Η <i>συνολική πρωτεΐνη</i> αποτελεί το 30% των θρεπτικών συστατικών του γάλακτος	Η <i>συνολική πρωτεΐνη</i> αποτελεί το 30% των θρεπτικών συστατικών του γάλακτος
Το 40% της πρωτεΐνης είναι <i>καζεΐνη</i> , γεγονός που το κάνει εύπεπτο	Το 80% της πρωτεΐνης είναι <i>καζεΐνη</i> , πιο δύσκολη η πέψη του λόγω της μεγάλης ποσότητας καζεΐνης	Το 80% της πρωτεΐνης είναι <i>καζεΐνη</i> , πιο δύσκολη η πέψη του λόγω της μεγάλης ποσότητας καζεΐνης
Το 60% των πρωτεϊνών είναι <i>λακταλβουμίνη</i> , σημαντική για τις ανοσοποιητικές της ιδιότητες (λακτοφερρίνη, ανοσοσφαιρίνες, λυσοζύμη) Κυριαρχεί η <i>α-λακταλβουμίνη</i>	Το 20% των πρωτεϊνών αποτελεί <i>λακταλβουμίνη</i> . Κυριαρχεί η <i>β-λακταλβουμίνη</i> , συχνά υπεύθυνη για τροφικές αλλεργίες	Το 20% των πρωτεϊνών αποτελεί η <i>λακταλβουμίνη</i> . Κυρίως <i>β-λακταλβουμίνη</i> και πρωτεΐνες σόγιας οι οποίες προκαλούν τροφικές αλλεργίες
Η <i>λακτοφερρίνη</i> δεσμεύει το σίδηρο προστατεύοντας το βρέφος από μολύνσεις του πεπτικού συστήματος και ευνοεί την πέψη γενικότερα	Το αγελαδινό γάλα περιέχει ίχνη από την πρωτεΐνη αυτή	Δεν υπάρχει <i>λακτοφερρίνη</i> στο τυποποιημένο γάλα, καθώς καταστρέφεται κατά την παρασκευή του
Η εκκριτική ανοσοσφαιρίνη A κυριαρχεί στο μητρικό γάλα (0,2 g/dl) συμβάλλοντας σημαντικά στην ανοσοποιητική προστασία του βρέφους	Η εκκριτική ανοσοσφαιρίνη A που περιέχεται στο αγελαδινό γάλα είναι σε μικρή ποσότητα (0,003 g/dl)	Δεν υπάρχει καθόλου εκκριτική ανοσοσφαιρίνη A
Η <i>λυσοζύμη</i> είναι ένα φυσικό αντιβιοτικό και περιέχεται στο ανθρώπινο γάλα	Η <i>λυσοζύμη</i> στο αγελαδινό γάλα βρίσκεται σε ποσότητα κατά 30 φορές λιγότερη από το μητρικό γάλα	Συνήθως τα τυποποιημένα γάλατα δεν περιέχουν <i>λυσοζύμη</i> . Η <i>λυσοζύμη</i> υπάρχει σε λίγα τυποποιημένα γάλατα στο 1/3 της ποσότητας που περιέχεται στο μητρικό γάλα.
Υπάρχουν όλα τα απαραίτητα αμινοξέα στην κατάλληλη ποσότητα	Δεν υπάρχουν όλα τα απαραίτητα αμινοξέα και όσα περιέχονται δε βρίσκονται στη κατάλληλη αναλογία	Πολλά αμινοξέα χάνουν τη λειτουργικότητά τους κατά την Παρασκευή

Πίνακας 22: Βασικές διαφορές μητρικού γάλατος, αγελαδινού και τυποποιημένου ως προς τις πρωτεΐνες (Shelton, Composition of Human and Animal Milk, The Hygienic System Vol, 2 Feb 2002)

### 5.3 Σύγκριση ως προς τους υδατάνθρακες

Ο κύριος υδατάνθρακας του μητρικού γάλακτος είναι ο δισακχαρίτης λακτόζη, η οποία αποτελείται από γλυκόζη και γαλακτόζη. Η συγκέντρωση της λακτόζης στο γάλα δε διαφέρει από γυναίκα σε γυναίκα και φαίνεται ότι δεν επηρεάζεται από τη διαίτα. Η λακτόζη είναι σχετικά μη-διαλυτή και πέπτεται και απορροφάται με αργό

ρυθμό, με την επίδραση της λακτάσης. Η μη-απορροφήσιμη λακτόζη περνάει στο παχύ έντερο, όπου ζυμώνεται από τα βακτήρια του εντέρου σε μικρής αλύσου λιπαρά οξέα και γαλακτικό οξύ. Αυτές οι ενώσεις στη συνέχεια απορροφώνται, συνεισφέροντας στην ενεργειακή πρόσληψη. Επίσης, η παρουσία λακτόζης στο έντερο προωθεί την ανάπτυξη των μικροοργανισμών που παράγουν οξέα και συνθέτουν πολλές από τις βιταμίνες του συμπλέγματος Β. Το περιβάλλον που δημιουργείται στο έντερο (μείωση του pH) λόγω της παραγωγής οξέων πιστεύεται ότι μειώνει την ανάπτυξη ανεπιθύμητων βακτηρίων στο έντερο του βρέφους και βελτιώνει την απορρόφηση του ασβεστίου, του φωσφόρου, του μαγνησίου και άλλων ιχνοστοιχείων. Η περιεκτικότητα του μητρικού γάλακτος σε λακτόζη είναι υψηλότερη από του αγελαδινού (7% έναντι 4,8%), και επομένως το μητρικό γάλα πλεονεκτεί ως προς αυτό.

Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι πολλά τυποποιημένα γάλατα δεν περιέχουν καθόλου λακτόζη, άλλα άλλους υδατάνθρακες οι οποίοι συμβάλλουν μόνο στην ιδιαίτερα γλυκιά γεύση του γάλακτος (σουκρόζη, σιρόπι καλαμποκιού).

Η υψηλή περιεκτικότητα του μητρικού γάλακτος σε λακτόζη είναι ένα ενδιαφέρον θέμα όσον αφορά στην αντιμετώπιση γαστρεντερικών λοιμώξεων σε βρέφη που θηλάζουν. Σε αντίθεση με τα βρέφη που τρέφονται με υποκατάστατα, και συχνά γίνονται δυσανεκτικά στη λακτόζη κατά τη διάρκεια οξέων γαστρεντερικών λοιμώξεων, τα βρέφη που θηλάζουν ανέχονται τα υψηλά επίπεδα λακτόζης του μητρικού γάλακτος. Αυτό μπορεί να συμβαίνει λόγω διαφορών στη μικροχλωρίδα του εντέρου, μείωσης του βαθμού σοβαρότητας της λοίμωξης από τα ανοσολογικά συστατικά του μητρικού γάλακτος, του αυξημένου κινδύνου εμφάνισης υπεροσμωτικής αφυδάτωσης στα βρέφη που προσλαμβάνουν υποκατάστατα, καθώς και λόγω άλλων μηχανισμών που ακόμα δεν έχουν διευκρινιστεί. Μολονότι μία παροδική μετάβαση σε γάλα ελεύθερο λακτόζης μπορεί να κριθεί σκόπιμη, η παύση του θηλασμού δε συνίσταται σε βρέφη με διάρροια.

Τα επίπεδα του γάλακτος σε λακτόζη διατηρούνται σταθερά ακόμα και κάτω από συνθήκες εκσεσημασμένου υποσιτισμού, που συνδέεται με μείωση της παραγωγής γάλακτος. Αυτή η παρατήρηση υποδεικνύει ότι η σύνθεση λακτόζης και η συνολική παραγωγή γάλακτος επηρεάζονται στον ίδιο περίπου βαθμό από τη μειωμένη πρόσληψη τροφής της μητέρας.

Το μητρικό γάλα περιέχει σε μικρό ποσοστό και άλλους υδατάνθρακες, και πιο συγκεκριμένα ολιγοσακχαρίτες, καθώς και αντιβακτηριδιακούς παράγοντες, οι

οποίοι προστατεύουν το πεπτικό σύστημα του βρέφους από την ανάπτυξη παθογόνων βακτηριδίων. Επιπλέον, αν και το μητρικό γάλα δεν περιέχει σύνθετους υδατάνθρακες, περιέχει το ένζυμο αμυλάση, το οποίο διασπά τα πολυμερή της γλυκόζης και τους σύνθετους υδατάνθρακες, όπως το άμυλο, και βοηθά στην καλύτερη πέψη τους στην πρώτη περίοδο της ζωής, όταν η συγκέντρωση της παγκρεατικής αμυλάσης είναι πολύ χαμηλή στα υγρά του δωδεκαδακτύλου.

Η λακτόζη, εκτός του ότι αποτελεί πηγή ενέργειας για το βρέφος, είναι ένας υδατάνθρακας ο οποίος χρησιμοποιείται ως θρεπτικό υπόστρωμα για τον εγκέφαλο του μωρού και συμβάλλει στην ενυδάτωση του βρέφους καθώς και στο σχηματισμό των ούρων του. Επιπρόσθετα, η λακτόζη συμβάλλει στην υγεία του εντέρου και στη σύνθεση βιταμινών του συμπλέγματος Β.

Στο μητρικό γάλα επίσης, περιέχεται πλήθος ολιγοσακχαριτών το οποίο καταλαμβάνει το 1,2% του ώριμου μητρικού γάλακτος. Στο αγελαδινό γάλα οι ολιγοσακχαρίτες καταλαμβάνουν το 0,1%. Τα τυποποιημένα γάλατα είναι κατά την πλειοψηφία τους ελλιπή σε ολιγοσακχαρίτες. Ο ολιγοσακχαρίτες συμβάλλουν στην υγεία του εντέρου και δρουν ενάντια σε ορισμένες βακτηριακές τοξίνες. Στον Πίνακα 23 αναφέρονται οι βασικές διαφορές μητρικού γάλατος, αγελαδινού και τυποποιημένου ως προς τους υδατάνθρακες.

<b>Μητρικό γάλα</b>	<b>Αγελαδινό γάλα</b>	<b>Τυποποιημένο γάλα</b>
Η λακτόζη είναι ο υδατάνθρακας ο οποίος κυριαρχεί	Η λακτόζη είναι ο υδατάνθρακας ο οποίος κυριαρχεί	Στα περισσότερα τυποποιημένα γάλατα κυριαρχεί η λακτόζη
Περιεκτικότητα λακτόζης: 6,8 gr/100 ml	Περιεκτικότητα λακτόζης: 0,3 gr/100 ml	Μερικά τυποποιημένα γάλατα περιέχουν λακτόζη σε ποσοστό 70%
Περιέχεται πλήθος ολιγοσακχαριτών, σε αναλογία 1,2%	Περιέχονται ολιγοσακχαρίτες σε αναλογία 0,1%	Υπάρχει έλλειψη σε ολιγοσακχαρίτες, χρησιμοποιούνται κυρίως υδατάνθρακες οι οποίοι προσδίδουν στο γάλα μόνο γεύση και καμία ουσιαστικά θρεπτική αξία

Πίνακας 23: Βασικές διαφορές μητρικού γάλατος, αγελαδινού και τυποποιημένου ως προς τους υδατάνθρακες (Shelton, Composition of Human and Animal Milk, The Hygienic System Vol, 2 Feb 2002)



## 5.4 Σύγκριση ως προς τα λιπίδια

Το λίπος του γάλακτος αποτελεί την κύρια πηγή ενέργειας για το βρέφος (προσδίδει περίπου το 50% της ενέργειας). Η λιποπεριεκτικότητα του γάλακτος διαφέρει από γυναίκα σε γυναίκα και μπορεί να επηρεάζεται ακόμα και από τη εποχή παραγωγής του. Τα επίπεδα του λίπους στο μητρικό γάλα κυμαίνονται από 2,0% έως 5,3% (κατά μέσο όρο 3,5%). Το λίπος του μητρικού γάλακτος είναι πιο εύπεπτο από αυτό του αγελαδινού, εν μέρει λόγω και των ενζύμων που περιέχει.

Όσον αφορά στη σύσταση των λιπιδίων του μητρικού γάλακτος, το 90-98% περίπου αποτελείται από τριγλυκερίδια και το υπόλοιπο είναι κυρίως ελεύθερα λιπαρά οξέα, χοληστερόλη και φωσφολιπίδια. Επίσης, το μητρικό γάλα περιέχει επαρκή ποσότητα λινελαϊκού οξέος (απαραίτητο λιπαρό οξύ), υψηλότερη από αυτήν του αγελαδινού, ενώ η συγκέντρωση κορεσμένων λιπαρών οξέων μικρής αλύσου (C4 έως C8) είναι υψηλότερη στο αγελαδινό. Στο μητρικό γάλα, στη θέση 2 (sn-2) του μορίου του τριγλυκεριδίου βρίσκεται συνήθως παλμιτικό οξύ, ενώ στο αγελαδινό, ο' αυτή τη θέση βρίσκεται συνήθως στεατικό. Έχει παρατηρηθεί ότι μονογλυκερίδια με παλμιτικό οξύ στη θέση 2 απορροφώνται πιο εύκολα από αυτά με στεατικό. Όσον αφορά τη συγκέντρωση της χοληστερόλης στο μητρικό γάλα, αυτή είναι περίπου 10 φορές υψηλότερη από την αντίστοιχη του αγελαδινού γάλακτος, καθώς και των υποκατάστατων του μητρικού γάλακτος του εμπορίου. Αυτό αποτελεί ιδιαίτερο πλεονέκτημα, καθώς η χοληστερόλη παίζει έναν πολύ σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη του κεντρικού νευρικού συστήματος του βρέφους και συγκεκριμένα στη σύνθεση της μυελίνης. Η Αμερικανική Παιδιατρική Εταιρία συνιστά να μην υπάρχει μείωση της πρόσληψης λίπους κατά τη βρεφική ηλικία, ακόμα και σε περιπτώσεις με οικογενειακό ιστορικό στεφανιαίας νόσου.

Επίσης, το μητρικό γάλα περιέχει ω-3 πολυακόρεστα λιπαρά οξέα μακράς αλύσου, όπως τα εικοσαπενταενοϊκό και δεκασαεξαενοϊκό οξέα, τα οποία δεν περιέχονται στα υποκατάστατα.

Έρευνες έχουν υποδείξει ότι αυτά τα λιπαρά οξέα είναι αναγκαία για την ομαλή ανάπτυξη του εγκεφάλου και του αμφιβληστροειδούς χιτώνα, τόσο στο έμβρυο όσο και στο βρέφος, και επομένως είναι πολύ σημαντικό ότι αυτά περιέχονται στο μητρικό γάλα.

Τόσο το αγελαδινό όσο και το μητρικό γάλα περιέχουν καρνιτίνη, η οποία παίζει σημαντικό ρόλο στην οξειδωση των λιπαρών οξέων μακράς αλύσου, διευκολύνοντας τη μεταφορά τους δια μέσου της μεμβράνης των μιτοχονδρίων. Ο

οργανισμός παίρνει την απαραίτητη γι' αυτόν ποσότητα καρνιτίνης από την τροφή, ενώ παράλληλα συνθέτει και ο ίδιος καρνιτίνη από τα αμινοξέα λυσίνη και μεθειονίνη. Τα νεογνά έχουν ιδιαίτερη ανάγκη καρνιτίνης, διότι το λίπος είναι μια πολύ σημαντική πηγή ενέργειας γι' αυτά. Από πολλούς θεωρείται απαραίτητο θρεπτικό συστατικό, διότι το νεογνό, και κυρίως το πρόωρο, έχει μειωμένη ικανότητα σύνθεσης καρνιτίνης. Η μέγιστη συγκέντρωση καρνιτίνης στο μητρικό γάλα παρατηρείται δύο εβδομάδες μετά τον τοκετό. Το μητρικό γάλα περιέχει 100 nmol/ml καρνιτίνη. Τα υποκατάστατα που βασίζονται στο γάλα αγελάδας περιέχουν 50-650 nmol/ml. Αυτά όμως που βασίζονται στη σόγια ή στο λευκό του αυγού και την καζεΐνη, περιέχουν περίπου 4 nmol/ml ή και λιγότερο. Γι' αυτό το λόγο, οι εταιρείες παραγωγής υποκατάστατων προσθέτουν πλέον καρνιτίνη σε αυτά τα προϊόντα.

Η προέλευση των λιπών στο μητρικό γάλα είναι από λιπαρά οξέα μακράς αλύσου, ενώ στο αγελαδινό από λιπαρά οξέα μικρής αλύσου, τα οποία ενεργούν ερεθιστικά για την περιοχή του εντέρου. Η χοληστερόλη είναι παρούσα στο μητρικό γάλα (7-47mg/dl) και η συμβολή της είναι μεγάλης σημασίας για την υγεία του βρέφους(συντελεί στην ανάπτυξη του εγκεφάλου του μωρού, των μεταβολικών ενζύμων και συμβάλλει στη σύνθεση χολικών αλάτων και νευρικού ιστού). Το αγελαδινό γάλα περιέχει και αυτό χοληστερόλη (1035 mg/dl) ενώ τα πολλά τεχνητά γάλατα περιέχουν μικρά ποσά χοληστερόλης (1- 3mg/dl) ή και καθόλου. Η προέλευση του λίπους σε αυτά είναι τα φυτικά έλαια (φοινικέλαιο, σογιέλαιο, λίπος καρύδας, ηλιανθος). Το μητρικό γάλα είναι πλούσιο σε λινολεϊκό και λινολενικό οξύ, τα οποία συμβάλλουν στη μεταβίβαση μηνυμάτων από νεύρο σε νεύρο στον εγκέφαλο. Αυτά τα λιπαρά οξέα έχουν προστεθεί σε κάποια τεχνητά γάλατα, χωρίς όμως να αφομοιώνονται πλήρως από το γαστρεντερικό σύστημα του βρέφους και να έχουν την ίδια λειτουργικότητα με τα αντίστοιχα λιπαρά οξέα που περιέχονται στο μητρικό γάλα.

Το μητρικό γάλα περιέχει ένα ένζυμο, τη λιπάση, η οποία συντελεί στην αποτελεσματική αφομοίωση και την καλύτερη διαθεσιμότητα των λιπαρών οξέων από το πεπτικό σύστημα του βρέφους. Η λιπάση είναι ένα από τα ένζυμα τα οποία διαθέτει αποκλειστικά το μητρικό γάλα και το κάνει πιο εύπεπτο και φιλικό για το έντερο του βρέφους. Το ένζυμο αυτό απουσιάζει τόσο από το αγελαδινό όσο και από τα τεχνητά γάλατα, με αποτέλεσμα τα λιπαρά οξέα που βρίσκονται σε αυτά να μην είναι αφομοιώσιμα πλήρως και αποτελεσματικά.

Η μεταβλητότητα των λιπαρών οξέων στο μητρικό γάλα, ανάλογα με την αύξηση του βρέφους, είναι μοναδική και δε συμβαίνει σε κανένα άλλο γάλα. Η ιδιότητα αυτή του μητρικού γάλακτος, να μεταβάλλει το ποσοστό λίπους στα διάφορα στάδια του θηλασμού ανάλογα με τις ανάγκες του βρέφους, είναι ένας από τους πιο σημαντικούς λόγους για τους οποίους το μητρικό γάλα είναι η καλύτερη τροφή για τα βρέφη. Στον Πίνακα 24 αναφέρονται οι βασικές διαφορές μητρικού γάλατος, αγελαδινού και τυποποιημένου ως προς τα λιπίδια.

Μητρικό γάλα	Αγελαδινό γάλα	Τυποποιημένο γάλα
Καταλαμβάνει το 3,6% των θρεπτικών συστατικών του γάλακτος	Καταλαμβάνει το 3,5% των θρεπτικών συστατικών του γάλακτος	Τα περισσότερα τυποποιημένα γάλατα είναι χαμηλά σε λίπος, λιγότερο από 3,6%
Περιέχει χοληστερόλη σε ποσότητα 7-47 mg/dl	Περιέχει χοληστερόλη σε ποσότητα 10-35 mg/dl	Πολύ μικρή ποσότητα χοληστερόλης 1-3 mg/dl
Περιέχει λινολεϊκό και λινολενικό Οξύ	Δεν περιέχει λινολεϊκό και λινολενικό οξύ	Σε μερικά τυποποιημένα γάλατα έχουν προστεθεί λινολεϊκό και λινολενικό οξύ αλλά δεν είναι πλήρως αφομοιώσιμα
Περιέχει λιπαρά οξέα μακράς αλύσου σε ποσοστό	Περιέχει κυρίως λιπαρά οξέα μικρής αλύσου τα οποία ενεργούν ερεθιστικά για το έντερο	Περιέχει κυρίως λιπαρά οξέα μικρής αλύσου τα οποία ενεργούν ερεθιστικά για το έντερο
Ζωικής προέλευσης λίπος	Ζωικής προέλευσης λίπος	Φυτικής προέλευσης λίπος
Η σύσταση του μεταβάλλεται ανάλογα με την αύξηση και τις ανάγκες του βρέφους	Η σύστασή του παραμένει σταθερή	Η σύστασή του παραμένει σταθερή

Πίνακας 24: Βασικές διαφορές μητρικού γάλατος, αγελαδινού και τυποποιημένου ως προς τα λιπίδια (Shelton, Composition of Human and Animal Milk, The Hygienic System Vol, 2 Feb 2002)

### 5.5 Σύγκριση ως προς τα μέταλλα και ιχνοστοιχεία

Μία από τις σημαντικές διαφορές μεταξύ μητρικού και αγελαδινού γάλακτος είναι η περιεκτικότητα σε μέταλλα και ιχνοστοιχεία. Όπως και στην περίπτωση της πρωτεΐνης, η διαφορά αυτή ίσως εξυπηρετεί το βραδύτερο ρυθμό ανάπτυξης του ανθρώπου. Είναι ενδεικτικό ότι το αγελαδινό γάλα περιέχει 6 φορές περισσότερο

φωσφόρο, 4 φορές περισσότερο ασβέστιο και 3 φορές περισσότερη πρωτεΐνη από το μητρικό. Η υψηλή περιεκτικότητα του αγελαδινού γάλακτος σε ανόργανα στοιχεία και πρωτεΐνη ενδεχομένως επηρεάζει τη νεφρική λειτουργία. Μπορεί επομένως να υποθεθεί ότι οι νεφροί βρεφών που προσλαμβάνουν αγελαδινό γάλα υπολειτουργούν λόγω της αυξημένης παρουσίας ηλεκτρολυτών.

Τα κύρια ανόργανα στοιχεία του μητρικού γάλακτος είναι το κάλιο, το ασβέστιο, ο φώσφορος, το χλώριο και το νάτριο. Πάντως, όσον αφορά στο νάτριο, η περιεκτικότητα του μητρικού γάλακτος σε αυτό είναι πολύ μικρότερη από αυτή του αγελαδινού. Δεν έχει όμως διευκρινιστεί ακόμα εάν υπάρχει σχέση μεταξύ της αυξημένης πρόσληψης νατρίου κατά τη βρεφική ηλικία και της εμφάνισης υπέρτασης σε μεταγενέστερο στάδιο της ηλικίας. Ο σίδηρος, ο χαλκός και το μαγγάνιο βρίσκονται σε μικρές ποσότητες, και επειδή τα στοιχεία αυτά είναι απαραίτητα για τη φυσιολογική σύνθεση ερυθροκυττάρων, βρέφη που θηλάζονται αποκλειστικά για μεγάλο χρονικό διάστημα (περισσότερο από 9 μήνες) και δεν καταναλώνουν άλλες τροφές, μπορεί να παρουσιάσουν αναιμία. Επίσης, το μητρικό γάλα είναι χαμηλής περιεκτικότητας σε ψευδάργυρο, μαγνήσιο, αλουμίνιο, ιώδιο, χρώμιο, σελήνιο και φθόριο. Βρέφη που δεν προσλαμβάνουν φθοριωμένο νερό, ίσως χρειαστεί να λάβουν συμπλήρωμα φθορίου μετά από σύσταση ιατρού. Στις περισσότερες των περιπτώσεων, υπάρχει μικρή συσχέτιση μεταξύ της διατροφής της μητέρας και της περιεκτικότητας του γάλακτος σε ανόργανα στοιχεία.

Όμως έχει υποδειχθεί ότι περίπου το 50% του σιδήρου από το μητρικό γάλα απορροφάται, σε αντίθεση με το 10% από το αγελαδινό και το 4% από τα υποκατάστατα. Επίσης φαίνεται ότι το μητρικό γάλα δεν είναι αρκετό για να προσδώσει την ικανοποιητική για το βρέφος ποσότητα σιδήρου μετά τον 5<sup>ο</sup> με 6<sup>ο</sup> μήνα της ζωής του.

Η βιοδιαθεσιμότητα του ψευδαργύρου είναι υψηλότερη στο μητρικό γάλα συγκριτικά με το αγελαδινό και τα υποκατάστατα (59%, 42% και 27-39% αντίστοιχα).

Όσον αφορά το σίδηρο, η συγκέντρωση σιδήρου στο γάλα δεν αντικατοπτρίζει τα επίπεδα του σιδήρου στο σώμα της μητέρας και δεν επηρεάζεται ιδιαίτερα από την περιεκτικότητα σιδήρου στη διαίτα της μητέρας. Επίσης, τα χαμηλά επίπεδα αιμοσφαιρίνης ή η εμφάνιση αναιμίας, δεν συνιστούν λόγο διακοπής του θηλασμού. Στην πραγματικότητα, η απώλεια σιδήρου από τη μητέρα κατά το θηλασμό είναι μικρότερη απ' ό,τι κατά τη διάρκεια της έμμηνης ρήσης.



Το ασβέστιο, ο φώσφορος και ο τρισθενής σίδηρος είναι παρόντες στο μητρικό γάλα σε χαμηλότερα επίπεδα από ότι στο τυποποιημένο και το αγελαδινό γάλα. Η βιοδιαθεσιμότητα αυτών όμως των στοιχείων στο μητρικό γάλα είναι αυξημένη σε σχέση με άλλα γάλατα.

Η αναλογία ασβεστίου/φωσφόρου είναι 2,29 στο ανθρώπινο γάλα έναντι στο αγελαδινό που είναι 1,26 και στο τυποποιημένο που είναι 1,5. Έτσι η σίτιση με τυποποιημένα γάλατα χαμηλά σε ασβέστιο πιθανό να προκαλέσει υπασβεσταιμία, ενώ η υψηλή περιεκτικότητα σε φώσφορο μπορεί να προκαλέσει υπερφωσφοραιμία.

Το 50-70% του σιδήρου στο μητρικό γάλα απορροφάται από το μωρό. Στο τυποποιημένο γάλα, όπως και στο αγελαδινό μόνο το 4% από το σίδηρο απορροφάται από την κυκλοφορία του αίματος του βρέφους. Για να αυξήσουν την απορρόφηση των μετάλλων και των ανόργανων αλάτων, οι κατασκευαστές τυποποιημένου γάλακτος το εφοδίασαν με αυτά τα συστατικά. Αυτό είναι υπερβολή γιατί η περίσσεια των συστατικών αυτών δεν αφομοιώνεται από το ανώριμο πεπτικό σύστημα του μωρού. Εν τω μεταξύ, η μεγάλη ποσότητα μετάλλων και ιδιαίτερα σιδήρου μπορεί να ανατρέψει την «οικολογία του εντέρου», παρεμποδίζοντας την αύξηση των μη παθογόνων βακτηρίων. Το ανθρώπινο γάλα επίσης περιέχει όλες τις ουσίες (όπως η λακτοφερρίνη) που βοηθούν στην απορρόφηση των μετάλλων και ανόργανων αλάτων. Στον Πίνακα 25 αναφέρονται οι βασικές διαφορές μητρικού γάλατος, αγελαδινού και τυποποιημένου ως προς τα μέταλλα και τα ιχνοστοιχεία

Μητρικό γάλα	Αγελαδινό γάλα	Τυποποιημένο γάλα
Μικρότερη περιεκτικότητα σιδήρου, αλλά κατά 50-70% απορροφίσιμη	Μόνο το 4% του σιδήρου απορροφάται	Μόνο το 4% του σιδήρου απορροφάται
Λιγότερο Nad, K, Ca, PO <sub>4</sub>	Περισσότερο Nad, K, Ca, PO <sub>4</sub>	Περισσότερο Nad, K, Ca, PO <sub>4</sub>
Αναλογία ασβεστίου/ φωσφόρου 2,29	Αναλογία ασβεστίου/ φωσφόρου 1,26	Αναλογία ασβεστίου/ φωσφόρου 1,5
Λιγότερη ποσότητα μετάλλων και ιχνοστοιχείων, αλλά μεγαλύτερη βιοδιαθεσιμότητα και απορρόφηση	Μεγαλύτερη ποσότητα μετάλλων και ιχνοστοιχείων, αλλά μικρότερη βιοδιαθεσιμότητα και απορρόφηση	Υπερφόρτωση του γάλατος με μέταλλα και ιχνοστοιχεία, που μπορεί να διαταράξουν την οικολογία του εντέρου.

Πίνακας 25: Βασικές διαφορές μητρικού γάλατος, αγελαδινού και τυποποιημένου ως προς τα μέταλλα και τα ιχνοστοιχεία (Shelton, Composition of Human and Animal Milk, The Hygienic System Vol, 2 Feb 2002)

## 5.6 Σύγκριση ως προς τις βιταμίνες

Το μητρικό γάλα περιέχει όλες τις λιποδιαλυτές βιταμίνες (A, D, E και K) και η ποσότητα τους μεταβάλλεται ανάλογα το στάδιο του θηλασμού. Το ποσοστό των υδατοδιαλυτών βιταμινών στο μητρικό γάλα επηρεάζεται από τη διατροφή της μητέρας. Τα τυποποιημένα γάλατα έχουν περιεκτικότητα βιταμινών η οποία είναι όμοια με το μητρικό γάλα, η αφομοίωσή τους όμως είναι λιγότερο αποτελεσματική. Το αγελαδινό γάλα επίσης, είναι παρόμοιο ως προς την περιεκτικότητα του σε πολλές βιταμίνες. Η βιοδιαθεσιμότητα της κάθε βιταμίνης στο κάθε γάλα είναι διαφορετική. Το μητρικό γάλα έχει την κατάλληλη ποσότητα βιταμινών για τις ανάγκες του βρέφους και δεν τίθεται κίνδυνος τόσο για την έλλειψη κάποιας βιταμίνης όσο και για την υπερδοσολογία κάποιας βιταμίνης με αποτέλεσμα την τοξικότητα. Στον Πίνακα 26 αναφέρονται οι βασικές διαφορές μητρικού γάλατος, αγελαδινού και τυποποιημένου ως προς τις βιταμίνες.

<b>Βιταμίνη</b>	<b>Μητρικό</b>	<b>Αγελαδινό</b>	<b>Τυποποιημένο</b>
A(mgr/100g)	64	53	65
D(mgr/100g)	0.03	0.03	0.06
E(mgr/100g)	0.3	0.7	0.3
K(mgr/100g)	--	--	--
B <sub>1</sub> (mgr/100g)	140	400	68
B <sub>2</sub> (mgr/100g)	36	162	101
Παντοθενικό οξύ(mgr/100g)	200	300	304
Βιοτίνη(mgr/100g)	0.8	2.0	3.0
Νιασίνη(mgr/100g)	200	100	710
Φολικό οξύ(mgr/100g)	5.2	5.0	10
B12(mgr/100g)	0.3	0.4	0.2
B6 (mgr/100g)	11	42	41
C(mgr/100g)	5.0	1.0	6.1

Πίνακας 26: Βασικές διαφορές μητρικού γάλατος, αγελαδινού και τυποποιημένου ως προς τις βιταμίνες

(Shelton, Composition of Human and Animal Milk, The Hygienic System Vol, 2 Feb 2002)

## 5.7 Σύγκριση ως προς τους γαλακτογενείς τροφικούς παράγοντες, ορμόνες, κυτταρα, ένζυμα και αυξητικοί παράγοντες

Η απουσία ανθρώπινων ορμονών από το αγελαδινό και το τυποποιημένο γάλα είναι χαρακτηριστική. Αντίθετα, το ανθρώπινο γάλα είναι πλούσιο σε ορμόνες (προλακτίνη, ωκυτοκίνη, σωματοστατίνη, μελατονίνη, αυξητική ορμόνη, γοναδοτροπίνη, θυρεοτροπίνη, θυρεοδική ρυθμιστική ορμόνη, θυρορμόνη, θυροξίνη, καλσιτονίνη, αδρεναλίνη, ορμόνες του φύλου, η ινσουλίνη, ο επιδερμικός αυξητικός παράγοντας). Επίσης, στο ανθρώπινο γάλα υπάρχουν πολυάριθμα ζωντανά κύτταρα (φαγοκύτταρα, λεμφοκύτταρα, ισινόφιλα, βασεόφιλα και ουδετερόφιλα). Το γάλα της μητέρας έχει ένζυμα (λυσοζύμη, αμυλάση, λιπάση και πρωτεάσες) και αυτή του η ιδιότητα είναι μοναδική γιατί το κάνει πιο εύπεπτο και ευνοεί τη βιοδιαθεσιμότητα των θρεπτικών του συστατικών. Επίσης η παρουσία ενζύμων προστατεύει το βρέφος από μολύνσεις. Οι αυξητικοί παράγοντες περιέχονται στο μητρικό γάλα και αυτή είναι ακόμα μια ιδιότητα η οποία το κάνει να υπερτερεί από τα άλλα γάλατα.

Πιο αναλυτικά το μητρικό γάλα περιέχει τρεις κατηγορίες συστατικών που διαφοροποιούν τη σύστασή του από αυτή των υποκατάστατων:

- **Ορμόνες και τροφικά πεπτίδια.** Περιλαμβάνουν την αυξητική ορμόνη, την ινσουλίνη, τον insulin-like growth factor I (IGF-I), τον επιδερμικό αυξητικό παράγοντα (Epidermal Growth Factor, EGF), την προλακτίνη και τον παράγοντα απελευθέρωσης της αυξητικής ορμόνης (Growth Hormone Releasing Factor, GHRF). Υπάρχουν ενδείξεις ότι επιδρούν απευθείας στο μεταβολισμό του βρέφους και προάγουν την αύξηση και διαφοροποίηση διαφόρων ιστών και οργάνων. Πιθανολογείται επίσης ότι ασκούν προστατευτική δράση κατά των τοξινών και τοξικών ουσιών.
- **Νουκλεοτίδια, νουκλεοσίδια και μεταβολίτες αυτών.** Πρόκειται για πρόδρομες ουσίες των νουκλεϊκών οξέων. Υπάρχουν ενδείξεις ότι τα νουκλεοτίδια ρυθμίζουν ορισμένες μεταβολικές διεργασίες (το μεταβολισμό των λιπιδίων, τη σύνθεση των λιποπρωτεϊνών και τη λειτουργία των κυττάρων του ήπατος), προάγουν την αύξηση και τη διαφοροποίηση των ιστών και οργάνων και ρυθμίζουν τη λειτουργία του ανοσοποιητικού συστήματος μέσω της αύξησης της παραγωγής των ανοσοσφαιρινών, της βελτίωσης της ανταπόκρισης του οργανισμού των βρεφών στους εμβολιασμούς, τη μείωση της νοσηρότητας και

την αύξηση της ανοχής σε αντιγόνα των τροφίμων. Οι εταιρείες παραγωγής υποκατάστατων έχουν προχωρήσει σε εμπλουτισμό των υποκατάστατων με νουκλεοτίδια, προσπαθώντας να μιμηθούν ακόμη περισσότερο τη σύσταση του μητρικού γάλακτος.

- **Πολυαμίνες.** Περιλαμβάνουν κυρίως τις ουσίες σπερμίνη και σπερμιδίνη και την πρόδρομη ουσία τους πουτρεσκίνη. Η συγκέντρωση της σπερμίνης και της σπερμιδίνης στο μητρικό γάλα είναι δεκαπλάσια από αυτή στα υποκατάστατα. Αν και μελέτες σε πειραματόζωα έχουν δείξει ότι οι πολυαμίνες που περιέχονται στο γάλα των θηλαστικών έχουν σημαντική επίδραση στο μεταβολισμό και στο ανοσοποιητικό τους σύστημα, προάγοντας την αύξηση και τη διαφοροποίηση του ανώριμου πεπτικού συστήματος του νεογνού, η ευεργετική δράση τους στην ανάπτυξη και διαφοροποίηση του πεπτικού συστήματος του ανθρώπου παραμένει υπό διερεύνηση.

Άλλοι παράγοντες που εντοπίζονται στο μητρικό γάλα είναι:

- Η λυσοζύμη είναι ένα ένζυμο το οποίο καταστρέφει τα κυτταρικά τοιχώματα των βακτηριδίων και βρίσκεται σε 300 φορές μεγαλύτερη συγκέντρωση στο μητρικό απ' ό τι στο αγελαδινό γάλα.
- Η λακτοφερρίνη, δεσμεύει το σίδηρο, που δε γίνεται διαθέσιμος στα βακτηρίδια, και έτσι μειώνει τον πολλαπλασιασμό τους.
- Η λακτοπεροξειδάση καταστρέφει τους στρεπτόκοκκους και τα εντερικά βακτήρια.
- Οι προσταγλανδίνες προστατεύουν την ακεραιότητα του γαστρεντερικού συστήματος.
- Οι κυτταροκίνες ρυθμίζουν τη λειτουργία του ανοσοποιητικού συστήματος.

Επίσης, κύτταρα και κυρίως λεμφοκύτταρα στο μητρικό γάλα παράγουν ιντερφερόνη, η οποία δρα κατά των ιών, ενώ τα μακροφάγα συνθέτουν λακτοφερρίνη, λυσοζύμη και άλλους παράγοντες. Ο αριθμός των κυττάρων που βρίσκονται στο μητρικό γάλα μειώνεται δραστικά κατά τη διάρκεια του πρώτου μήνα του θηλασμού.



## 5.8 Συγκεντρωτικά οι διαφορές μεταξύ ανθρώπινου γάλακτος, αγελαδινού και τροποποιημένου γάλακτος αγελάδας

Μετά την αναλυτική σύγκριση όλων των βασικών στοιχείων στα διαφορετικά είδη γάλακτος ακολουθεί ο Πίνακας 27 με τις διαφορές αυτές συγκεντρωτικά.

	Ανθρώπινο γάλα	Αγελαδινό γάλα	Τροποποιημένο γάλα αγελάδας
Πρωτεΐνη	Σωστή περιεκτικότητα, εύπεπτο	Υπερβολική ποσότητα, δύσπεπτο	Μερικώς διορθωμένη
Λίπος	Επαρκής περιεκτικότητα στοιχειωδών λιπαρών οξέων, 99% απορρόφηση λόγω ύπαρξης λιπάσης	Έλλειψη στοιχειωδών λιπαρών οξέων, έλλειψη λιπάσης	Έλλειψη στοιχειωδών λιπαρών οξέων, έλλειψη λιπάσης
Βιταμίνες	Επαρκείς	Ανεπαρκείς βιταμίνες A & C	Προσθήκη βιταμινών
Μέταλλα	Σωστή περιεκτικότητα	Υπερβολική περιεκτικότητα	Μερικώς διορθωμένη
Σίδηρος	Μικρή ποσότητα ευαπορρόφητη	Μικρή ποσότητα δυσαπορρόφητη	Προσθήκη σιδήρου δυσαπορρόφητη
Νερό	Επαρκές	Ανεπαρκές	Περίπου επαρκές
Αντιφλεγμονώδεις παράγοντες	Υπάρχουν	Δεν υπάρχουν	Δεν υπάρχουν
Αυξητικοί παράγοντες	Υπάρχουν	Δεν υπάρχουν	Δεν υπάρχουν

Πίνακας 27: Συγκεντρωτικά οι διαφορές μητρικού γάλατος, αγελαδινού και τυποποιημένου

(Commission of the European Communities Directive on infant formulae and follow-on for muale. 91/321/EEC. Off J 'Euro Comm 1991; L175/35)

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- Το γάλα θεωρείται πλήρης τροφή, περιέχει πρωτεΐνες υψηλής βιολογικής αξίας με άριστη βιοδιαθεσιμότητα και είναι πλούσιο σε βιταμίνες, ιχνοστοιχεία, ορμόνες, πεπτίδια και άλλους αυξητικούς και ανοσολογικούς παράγοντες. Οι ιδιότητες αυτές εκφράζονται τέλεια στο μητρικό γάλα, το οποίο είναι αδύνατον να αναπαραχθεί στην ακριβή σύνθεσή του. Επομένως, ο μητρικός θηλασμός θεωρείται αναντικατάστατος.
- Τα τυποποιημένα γάλατα δεν είναι τίποτα άλλο από μια συλλογή νεκρών θρεπτικών ουσιών. Δεν περιέχει ζωντανά λευκοκύτταρα, αυξητικούς παράγοντες, πεπτικά ένζυμα ή ανθρώπινες ορμόνες.
- Η αναγνώριση της πιθανής αλλεργιογόνου δράσης του μητρικού γάλακτος οδήγησε τους ερευνητές να αξιολογήσουν την αποτελεσματικότητα της αποφυγής των τροφικών αλλεργιογόνων κατά τη διάρκεια της κύησης ή/και του θηλασμού. Σχετικά με τη δίαιτα της μητέρας κατά τη διάρκεια του θηλασμού, άλλοι ερευνητές υποστηρίζουν ότι η αποφυγή κατά το θηλασμό γάλακτος αγελάδας, αυγού και ψαριού συμβάλλει στην προστατευτική δράση του μητρικού γάλακτος, ενώ κάποιοι άλλοι όχι. Στην περίπτωση εφαρμογής περιοριστικής διαίτας από τη θηλάζουσα, κρίνεται απαραίτητη η συμπληρωματική φαρμακευτική χορήγηση ασβεστίου και βιταμινών.
- Εάν η μητέρα δεν είναι δυνατόν να θηλάσει, συστήνεται γάλα υδρολυμένης πρωτεΐνης συνήθως εκτεταμένης υδρόλυσης ή γάλα αμινοξέων, εάν κριθεί απαραίτητο. Συνήθως αναπτύσσεται ανοχή στο τέλος του τρίτου (70%) ή τέταρτου χρόνου (90%). Η ανοχή ελέγχεται με δοκιμασία πρόκλησης, η οποία δεν θα πρέπει να γίνεται πριν από την ηλικία των 2 ετών.
- Διαιτητικό γάλα αμινοξέων δεν πρέπει να χορηγείται ανεξάρτητα από τις κλινικές εκδηλώσεις και χωρίς να έχει επιβεβαιωθεί η διάγνωση της εντερικής εντεροκολίτιδας, της πολλαπλής τροφικής αλλεργίας και της επίμονης γαστροοισοφαγικής παλινδρόμησης αλλεργικής αιτιολογίας.
- Παράλληλα, υπάρχουν σοβαρές ενδείξεις ότι η πρόσφατη ανάπτυξη των προβιοτικών και η συνεχής εξέλιξη της επιστήμης στον τομέα της τροποποίησης της άνοσης διαδικασίας υπόσχονται νέες προοπτικές στην αντιμετώπιση και την πρόληψη της τροφικής αλλεργίας στο μέλλον.

## BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Kelly, D. & Coutts, A. G. (2000) Early nutrition and the development of immune function in the neonate. *Proc. Nutr. Soc.* 59: 177–185.
2. Chien, P. F. & Howie, P. W. (2001) Breast milk and the risk of opportunistic infection in infancy in industrialized and non-industrialized settings. *Adv. Nutr. Res.* 10: 69–104.
3. Hanson, L. A., Korotkova, M., Lundin, S., Haversen, L., Silfverdal, S. A., Mattsby-Baltzer, I., Strandvik, B. & Telemo, E. (2003) The transfer of immunity from mother to child. *Ann. N.Y. Acad. Sci.* 987: 199–206.
4. Hanson, L. A., Korotkova, M. & Telemo, E. (2003) Breast-feeding, infant formulas, and the immune system. *Ann. Allergy Asthma Immunol.* 90: 59–63.
5. van Odijk, J., Kull, I., Borres, M. P., Brandtzaeg, P., Edberg, U., Hanson, L. A., Host, A., Kuitunen, M., Olsen, S. F., Skerfving, S., Sundell, J. & Wille, S. (2003) Breastfeeding and allergic disease: a multidisciplinary review of the literature (1966–2001) on the mode of early feeding in infancy and its impact on later atopic manifestations. *Allergy* 58: 833–843.
6. Lonnerdal, B. (2003) Nutritional and physiologic significance of human milk proteins. *Am. J. Clin. Nutr.* 77: 1537S–1543.
7. Hawkes, J. S., Bryan, D. L. & Gibson, R. A. (2002) Cytokine production by human milk cells and peripheral blood mononuclear cells from the same mothers. *J. Clin. Immunol.* 22: 338–344.
8. Bottcher, M. F., Jenmalm, M. C., Garofalo, R. P. & Bjorksten, B. (2000) Cytokines in breast milk from allergic and nonallergic mothers. *Pediatr. Res.* 47: 157–162.
9. Calhoun, D. A., Lunoe, M., Du, Y., Staba, S. L. & Christensen, R. D. (1999) Concentrations of granulocyte colony-stimulating factor in human milk after *in vitro* simulations of digestion. *Pediatr. Res.* 46: 767–771.
10. Desiere, F., German, B., Watzke, H., Pfeifer, A. & Saguy, S. (2004) Bioinformatics and Data Knowledge: The New Frontiers for Nutrition and Foods. *Trends Food Science* (in press).
11. Bullen, J. J., Rogers, H. J. & Leich, L. (1972) Iron binding proteins in milk and resistance to *Escherichia coli* infection in infants. *Br. Med. J.* 1: 69–75.
12. McGill, H. C., Jr., Mott, G. E., Lewis, D. S., McMahan, C. A. & Jackson, E. M. (1996) Early determinants of adult metabolic regulation: effects of infant nutrition on adult lipid and lipoprotein metabolism. *Nutr. Rev.* 54(2 Pt 2): S31–S40.

13. German, J. B., Dillard, C. J. & Ward, R. E. (2002) Bioactive components in milk. *Curr. Opin. Clin. Nutr. Metab. Care* 5: 653–658.
14. Scholz-Ahrens, K. E. & Schrezenmeir, J. (2000) Effects of bioactive substances in milk on mineral and trace element metabolism with special reference to casein phosphopeptides. *Br. J. Nutr.* 84 (Suppl 1): S147–S153.
15. Kelder, B., Erney, R., Kopchick, J., Cummings, R. & Prieto, P. (2001) Glycoconjugates in human and transgenic animal milk. *Adv. Exp. Med. Biol.* 501: 269–278.
16. Cases, S., Smith, S. J., Zheng, Y. W., Myers, H. M., Lear, S. R., Sande, E., Novak, S., Collins, C., Welch, C. B., Lusic, A. J., Erickson, S. K. & Farese, R. V., Jr. (1998) Identification of a gene encoding an acyl CoA:diacylglycerol acyltransferase, a key enzyme in triacylglycerol synthesis. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 95: 13018–13023.
17. Akobeng, A. K., Ramanan, A. V., Buchan, I., and Heller, R. F. (2006). Effect of breast feeding on risk of coeliac disease: A systematic review and meta-analysis of observational studies. *Arch. Dis. Child.* 91, 39–43.
18. Adkins, Y., and Lonnerdal, B. (2003). Potential host-defense role of a human milk vitamin B-12-binding protein, haptocorrin, in the gastrointestinal tract of breastfed infants, as assessed with porcine haptocorrin in vitro. *Am. J. Clin. Nutr.* 77, 1234–1240.
19. Beaudry, M., Dufour, R., and Marcoux, S. (1995). Relation between infant feeding and infections during the first six months of life. *J. Pediatr.* 126, 191–197.
- Brandtzaeg, P. (2003). Mucosal immunity: Integration between mother and the breast-fed infant. *Vaccine* 21, 3382–3388.
20. Owen CG, Whincup PH, Odoki K, Gilg JA, Cook DG. Infant feeding and blood cholesterol: a study in adolescents and a systematic review. *Pediatrics* 2002;110:597-608.
21. Owen CG, Martin RM, Whincup PG, Smith GD, Cook DG. Effect of infant feeding on the risk of obesity across the life course: a quantitative review of published evidence. *Pediatrics* 2005;115:1367-77.
22. Owen CG, Martin RM, Whincup PG, Smith GD, Cook DG. Does breastfeeding influence risk of type2 diabetes in later life? A quantitative analysis of published evidence. *Am J Clin Nutr* 2006;84:1043-54.
23. Lonnerdal B, Lien EL. Nutritional and physiologic significance of algalactalbumin in infants. *Nutr Rev* 2003;61:295-305.
24. Davidson LA, Lonnerdal B. Persistence of human milk proteins in the



breast-fed infant. *Acta Paediatr Scand* 1987;76:733-40.

25. Donovan SM, Atkinson SA, Whyte RK, Lönnerdal B. Partition of nitrogen intake and excretion in low birth-weight infants. *Am J Dis Child* 1989;143:1485-91.

26. Kee HJ, Kim ER, Jung HK, Yun SS, Juhn SL, Hong YH, et al. Effect of enzymatically hydrolyzed a-LA fractions with pepsin on growth-promoting of *Bifidobacterium longum* ATCC 15707. *Korean J Dairy Sci* 1998;20:61-8.

27. Pelligrini A, Thomas U, Bramaz N, Hunziker P, Von Fellenberg R. Isolation and identification of three bactericidal domains in the bovine alactalbumin molecule. *Biochim Biophys Acta* 1999;1426:439-48.

28. Humphrey BD, Huang N, Klasing KC. Rice expressing lactoferrin and lysozyme has antibiotic-like properties when fed to chicks. *J Nutr* 2002;132:1214-8.

29. Lönnerdal B, Iyer S. Lactoferrin: molecular structure and biological function. *Annu Rev Nutr* 1995;15:93-110.

30. Wakabayashi H, Yamauchi K, Takase M. Inhibitory effects of bovine lactoferrin and lactoferricin B on *Enterobacter sakazakii*. *Biocontrol Sci* 2008;13:29-32.

31. Arnold RR, Brewer M, Gauthier JJ. Bactericidal activity of human lactoferrin: sensitivity of a variety of microorganisms. *Infect Immun* 1980;28:893-8.

32. Zavaleta N, Figueroa D, Rivera J, Sánchez J, Alfaro S, Lönnerdal B. Efficacy of rice-based oral rehydration solution containing recombinant human lactoferrin and lysozyme in Peruvian children with acute diarrhea. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 2007;44:258-64.

33. Ellison RT 3rd, Giehl TJ. Killing of gram-negative bacteria by lactoferrin and lysozyme. *J Clin Invest* 1991;88:1080-91.

34. Valenti P, Antonini G. Lactoferrin: an important host defence against microbial and viral attack. *Cell Mol Life Sci* 2005;62:2576-87.

35. King JC Jr., Cummings GE, Guo N, Trivedi L, Readmond BX, Keane V, et al. A double-blind, placebo-controlled, pilot study of bovine lactoferrin supplementation in bottle-fed infants. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 2007;44:245-51.

36. Egashira M, Takayanagi T, Moriuchi M, Moriuchi H. Does daily intake of bovine lactoferrin-containing products ameliorate rotaviral gastroenteritis? *Acta Paediatr* 2007;96:1242-4.

37. Ochoa TJ, Chea-Woo E, Campos M, Pecho I, Prada A, McMahon RJ, et al. Impact of lactoferrin supplementation on growth and prevalence of *Giardia* colonization in children. *Clin Infect Dis* 2008;46:1881-3.
38. Adkins Y, Lønnestad B. Mechanisms of vitamin B12 absorption in breastfed infants. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 2002;35:192-8.
39. Gullberg R. Possible influence of vitamin B12-binding protein in milk on the intestinal flora in breast-fed infants. *Scand J Gastroenterol* 1973;8:
40. Desiere, F., German, B., Watzke, H., Pfeifer, A. & Saguy, S. (2004) *Bioinformatics and Data Knowledge: The New Frontiers for Nutrition and Foods*

## **INTERNET**

1. American Academy of Allergy,

[www.aaaaai.org](http://www.aaaaai.org)

2. American Academy of Allergy

[www.allergy.mcg.edu](http://www.allergy.mcg.edu)

3. The Food Allergy Network

[www.foodallergy.org](http://www.foodallergy.org)

4. Βρεφική διατροφή Nestle

[www.nestle.gr](http://www.nestle.gr)

5. Αναλυτικές πληροφορίες για τα προϊόντα βρεφικής διατροφής της

[www.pfizenutrition.gr](http://www.pfizenutrition.gr)

6. Βρεφικά γάλατα, Παιδική διατροφή

<http://www.iatronet.gr>