

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ  
ΤΜΗΜΑ ΙΑΤΡΙΚΗΣ**

**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΥΓΙΕΙΝΗΣ ΚΑΙ ΕΠΙΔΗΜΙΟΛΟΓΙΑΣ  
ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ ΔΗΜΟΣΙΑ ΥΓΕΙΑ  
ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΥΓΙΕΙΝΗ  
με κατεύθυνση  
ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΥΔΑΤΩΝ  
ΚΑΙ ΔΗΜΟΣΙΑ ΥΓΕΙΑ**



**ΕΛΕΓΧΟΣ ΒΡΕΦΙΚΟΥ ΓΑΛΑΚΤΟΣ, ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΤΩΝ  
ΣΥΣΤΑΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΕΡΕΥΝΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΟΥΣΙΑ ΓΕΝΕΤΙΚΑ  
ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΩΝ ΣΥΣΤΑΤΙΚΩΝ Η ΠΡΟΣΘΕΤΩΝ**

**ΔΕΣΠΟΙΝΑ ΓΕΩΡΓΙΟΥ ΓΙΑΚΟΜΙΔΗ  
ΤΕΧΝΟΛΟΓΟΣ ΙΑΤΡΙΚΩΝ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΩΝ Α.Τ.Ε.Ι. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ**

**2010**

**ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗ**

**ΜΑΥΡΟΜΑΤΗΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ  
ΑΡΒΑΝΙΤΟΓΙΑΝΝΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ  
ΧΑΤΖΗΧΡΙΣΤΟΔΟΥΛΟΥ ΧΡΗΣΤΟΣ**

**Αφιερώνεται  
Στους γονείς μου**

# **ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ**

## **ΠΡΩΤΟ ΜΕΡΟΣ**

Εισαγωγή

Κεφάλαιο 1

1. Σύσταση του μητρικού γάλακτος

1.1 Περιεκτικότητα του μητρικού γάλακτος

1.1.1. Πρωτεΐνη

1.1.2. Λιπίδια

1.1.3. Υδατάνθρακες

1.1.4. Βιταμίνες

1.1.5. Ανόργανα στοιχεία

1.1.6. Άλλα μη θρεπτικά συστατικά

1.2. Πλεονεκτήματα του μητρικού γάλακτος και του μητρικού θηλασμού

Κεφάλαιο 2

2. Η διατροφή στη βρεφική ηλικία

2.1. Διατροφή του βρέφους

2.2. Απαιτήσεις σε ενέργεια

2.3. Απαιτήσεις σε θρεπτικά συστατικά

2.3.1. Νερό

2.3.2. Πρωτεΐνη

2.3.3. Υδατάνθρακες

2.3.4. Λιπίδια

2.3.5. Βιταμίνες

2.3.6. Ανόργανα στοιχεία

Κεφάλαιο 3

3. Ειδικά γάλατα του εμπορίου

3.1. Σύσταση ειδικών γαλάτων του εμπορίου για βρέφη

3.2. Ειδικά γάλατα για βρέφη με ειδικά προβλήματα

3.3. Κοινά θέματα υγείας που σχετίζονται με τη διατροφή του βρέφους

3.3.1. Έλλειψη σιδήρου

3.3.2. Αλλεργικές αντιδράσεις

3.3.3. Δυσκοιλιότητα

3.3.4. Αναγωγές

3.3.5. Γαστρεντερικές λοιμώξεις

3.4. Διατροφή πρόωρων βρεφών ή χαμηλού βάρους κατά τη γέννηση

3.4.1. Ενέργεια

3.4.2. Νερό

3.4.3. Πρωτεΐνες

3.4.4. Λίπος

3.4.5. Υδατάνθρακες

Βιβλιογραφία

Κεφάλαιο 4

Νομοθεσία

## Κεφάλαιο 5

- 5.1. Αρχές λειτουργίας Γενετικά Τροποποιημένων Οργανισμών
- 5.2. Πιθανοί κίνδυνοι των Γενετικά Τροποποιημένων Τροφίμων
- 5.3. Συμπεράσματα όπως διατυπώνονται σε επίσημες αναφορές της Βρετανίας και των ΗΠΑ
- 5.4. Γενικά συμπεράσματα για τους κινδύνους των Γενετικά Τροποποιημένων Τροφίμων

## Κεφάλαιο 6

6. Νομοθεσία για τα Γενετικά Τροποποιημένα Τρόφιμα
- 6.1. Έννοια της «ουσιαστικής ισοδυναμίας» (substantial equivalence) και των νεοφανών τροφίμων (novel food)
- 6.2. Αμφισβήτηση της ουσιαστικής ισοδυναμίας
- 6.3. Τα Γενετικά Τροποποιημένα Τρόφιμα στην Ευρωπαϊκή Κοινότητα
- 6.4. Διαμόρφωση κοινής γνώμης
- 6.5. Τα αίτια άρνησης της Ευρώπης για τα Γενετικά Τροποποιημένα Τρόφιμα
- 6.6. Η νομοθεσία στις υπόλοιπες χώρες του κόσμου
- 6.7. Νομοθεσία στην Ελλάδα
- 6.7.1. Απελευθέρωση Γενετικά Τροποποιημένων Οργανισμών στο περιβάλλον
- 6.7.2. Έγκριση Γενετικά Τροποποιημένων Τροφίμων και Ζωοτροφών
- 6.7.3. Ιχμηλασιμότητα και επισήμανση των προϊόντων για Γενετικά Τροποποιημένους Οργανισμούς

## Κεφάλαιο 7

- 7.1. Οικονομική σημασία και εξάπλωση των Γενετικά Τροποποιημένων Οργανισμών
- 7.1.1. Οι κυριότερες εταιρίες
- 7.1.2. Μειονεκτήματα από την ανάπτυξη των βιοτεχνολογικών εταιριών
- 7.2. Εξάπλωση Γενετικά Τροποποιημένων Καλλιεργειών
- 7.2.1. Εξάπλωση Γενετικά Τροποποιημένων Καλλιεργειών ανά είδος καλλιέργειας
- 7.2.2. Εξάπλωση Γενετικά Τροποποιημένων Καλλιεργειών ανά χώρα
- 7.2.3. Εξάπλωση Γενετικά Τροποποιημένων Καλλιεργειών ανά είδος γενετικής Τροποποίησης
- 7.3. Δοκιμές πεδίου
- 7.4. Τα κύρια σημεία της οικονομικής σημασίας και εξάπλωσης των Γενετικά Τροποποιημένων Οργανισμών

## Κεφάλαιο 8

8. Συμπεράσματα
  - 8.1. Επιστημονική πρόοδος
  - 8.2. Η στάση του κοινού
- Βιβλιογραφία

## ΔΕΥΤΕΡΟ ΜΕΡΟΣ

### Κεφάλαιο 1

- 1.1. Σχόλια και καταγραφή συστατικών γάλακτος 1<sup>ης</sup> βρεφικής ηλικίας
- 1.2. Σχόλια και καταγραφή συστατικών γάλακτος 2<sup>ης</sup> βρεφικής ηλικίας
- 1.3. Σχόλια και καταγραφή συστατικών γάλακτος μετά το 1<sup>ο</sup> έτος

## Κεφάλαιο 2

### 2. Αλυσιδωτή Αντίδραση Πολυμεράσης

#### 2.2. Γενική περιγραφή της διαδικασίας ποιοτικής ανίχνευσης γενετικής τροποποίησης

## Κεφάλαιο 3

### 3.1. Υλικά και μέθοδος

#### 3.2. Μέθοδος CTAB

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Πολύτιμο και αναντικατάστατο, το γάλα είναι ο ακρογωνιαίος λίθος της παιδικής διατροφής.

Η επιλογή του κατάλληλου γάλακτος είναι πολύ σημαντική για τις μητέρες που αποφασίζουν να μη θηλάσουν ή δεν μπορούν, για ιατρικούς λόγους, να θηλάσουν τα νεογέννητα παιδιά τους. Στην αγορά κυκλοφορούν πολλοί τύποι γάλακτος, που καλύπτουν ξεχωριστές ανάγκες, ανάλογα με την ηλικία του παιδιού. Τα τεχνητά βρεφικά γάλατα είναι αγελαδινά και έχουν υποστεί διάφορες τροποποιήσεις, ώστε να μοιάζουν με το μητρικό γάλα. Σήμερα τα γάλατα αυτά έχουν εξελιχθεί πάρα πολύ, συγκριτικά με τα παλαιότερα βρεφικά γάλατα, ώστε πλέον να μην προκαλούν κανένα απολύτως πρόβλημα στο βρέφος που χρειάζεται να τραφεί αποκλειστικά με τεχνητή γαλουχία. Μερικές από τις πιο σημαντικές τροποποιήσεις είναι η προσθήκη υδατανθράκων και κυρίως λακτόζης, η οποία είναι μεγαλύτερη στο μητρικό γάλα σε σχέση με το αγελαδινό, αλλά και η ελάττωση της ποσότητας της πρωτεΐνης, ώστε να πλησιάζει εκείνη του μητρικού γάλακτος. Αυτό γίνεται γιατί το αγελαδινό γάλα περιέχει τριπλάσια ποσότητα πρωτεΐνης σε σύγκριση με το μητρικό, κάτι που δεν είναι καλό για το βρέφος, αφού μπορεί να του προκαλέσει πεπτικές διαταραχές. Αλλά και η προσθήκη βιταμινών, μετάλλων και ιχνοστοιχείων καθιστά την τεχνητή γαλουχία μια πολύ καλή εναλλακτική λύση για τα μωρά εκείνα που δεν τρέφονται με μητρικό γάλα. Πρόσφατα, στα βρεφικά γάλατα προστέθηκαν και νουκλεϊκά οξέα, χημικά μόρια που έχουν βρεθεί στο μητρικό γάλα και αποδεικνύεται ότι ενισχύουν τη φυσική άμυνα του οργανισμού. Επίσης, περιέχουν και τα κατάλληλα λιπαρά οξέα, που είναι απαραίτητα για την ανάπτυξη του βρεφικού εγκεφάλου. Οι πιο βελτιωμένες μορφές αυτού του τύπου γάλακτος έχουν σύνθεση που προστατεύει τα μωρά από τα συνηθισμένα προβλήματα που παρουσιάζουν στο στομάχι και το εντερικό τους σύστημα, όπως οι αναγωγές, η δυσπεψία, οι κωλικοί κ.ά. Ανεξάρτητα από τον τύπο γάλακτος που χρησιμοποιεί η κάθε μητέρα για το μωρό της, βασικό είναι να ακολουθεί πιστά τις αναλογίες που αναγράφονται στις οδηγίες παρασκευής του.

# **ΠΡΩΤΟ ΜΕΡΟΣ**



# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

## 1. Η ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΜΗΤΡΙΚΟΥ ΓΑΛΑΚΤΟΣ

Το μητρικό γάλα παράγεται για να καλύψει τις ανάγκες του ανθρώπινου οργανισμού στα πρώτα στάδια της ζωής του.

Το ώριμο μητρικό γάλα περιέχει τα ίδια θρεπτικά συστατικά με το γάλα της αγελάδας, αλλά σε διαφορετική αναλογία όπως φαίνεται από τον πίνακα 1.

Πίνακας 1. Σύσταση μητρικού και αγελαδινού γάλακτος

	Μητρικό Γάλα	Γάλα Αγελάδας
<b>Νερό (ml)/100 ml</b>	87,1	87,2
<b>Ενέργεια (cal) / 100 ml</b>	65 – 75	65
<b>Πρωτεΐνες (g)</b> (% της ολικής πρωτεΐνης)	1,2 – 1,4	3,4
καζεΐνη	40	82
πρωτεΐνη ορού	60	18
<b>Απαραίτητα Αμινοξέα (mg)</b>		
Ιστιδίνη	22	95
Ισολευκίνη	68	228
Λευκίνη	100	350
Λυσίνη	73	277
Μεθειονίνη	25	85
Φαινυλαλανίνη	48	172
Θρεονίνη	50	164
Τρυπτοφάνη	18	49
Βαλίνη	70	245

<b>Μη-Απαραίτητα</b>		
<b>Αμινοξέα (mg)</b>		
Αργινίνη	45	129
Αλανίνη	35	75
Ασπαρτικό	116	166
Κυστίνη	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
<b>Υδατάνθρακες (γραμ.)</b>	7,1 – 7,8	4,6
<b>Μέταλλα &amp; 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 (mg)	62 – 93	50
Χαλκός (mg)	400	300
Ψευδάργυρος (mg)	3 – 5	3 – 5
Σελήνιο (mg)	13 – 50	5 – 50
<b>Βιταμίνες</b>		
Βιταμίνη A (μg)	40 – 76	40
Βιταμίνη D (IU)	2,2	1,4
Βιταμίνη K (μg)	1,5	6,0
Βιταμίνη E (mg)	0,29 – 0,39	0,09
Βιταμίνη B <sub>1</sub> (μg)	13 – 21	40
Βιταμίνη B <sub>2</sub> (μg)	31	200
Βιταμίνη B <sub>12</sub> (μg)	0,01	0,3
Φυλλικό οξύ (μg)	3,1 – 6,2	5
Βιταμίνη C (mg)	3,1 – 4,5	1,5

Είναι σημαντικό να τονισθεί ότι το γάλα που παράγει κάθε θηλαστικό περιέχει θρεπτικά συστατικά στις αναλογίες που είναι απαραίτητες για την ανάπτυξη του αντίστοιχου νεογέννητου απογόνου του.

Παρατηρήσεις σε φυσιολογικά βρέφη που θηλάζαν έδειξαν ότι ο ημερήσιος όγκος προσλαμβανόμενου γάλακτος μέσω του θηλασμού κυμαίνεται από 340 μέχρι και πάνω από 1000 ml (Fisher et al., 2000).

Κατά μέσο όρο, *η παραγωγή ανθρώπινου μητρικού γάλακτος* είναι 600 – 900 ml / ημέρα. Οι μητέρες διδύμων έχουν αυξημένη ικανότητα παραγωγής γάλακτος. Ο υποσιτισμός μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της παραγωγής γάλακτος, χωρίς όμως να αλλοιώνεται η σύστασή του. Πάντως, εκτός από τις βιταμίνες και το λίπος, η περιεκτικότητα του μητρικού γάλακτος στα υπόλοιπα θρεπτικά συστατικά δεν επηρεάζεται ιδιαίτερα από τη διατροφή της μητέρας. Είναι αξιοσημείωτο ότι, σε περιόδους λιμού, μητέρες που ήταν υποσιτισμένες μπορούσαν να θηλάζουν το βρέφος τους σε ικανοποιητικό βαθμό (Fisher et al., 2000).

Όσον αφορά στο *γάλα μητέρων που γέννησαν πρόωρα*, υπάρχουν μελέτες που αποδεικνύουν ότι στο γάλα αυτό, τα επίπεδα πρωτεΐνης και μη – πρωτεϊνούχου αζώτου είναι υψηλότερα απ' ό,τι στο γάλα μητέρων που γεννούν τελειόμηνα βρέφη. Επίσης, το γάλα αυτό, έχει υψηλότερα επίπεδα ασβεστίου, ανοσοσφαιρίνης A (IgA), νατρίου, καλίου, χλωρίου, φωσφόρου, μαγνησίου, μέσης αλύσου λιπαρών οξέων και μακράς αλύσου πολυακόρεστων λιπαρών οξέων, αλλά έχει χαμηλότερα επίπεδα λακτόζης (Suskind et al., 1993). Επομένως, τα πρόωρα βρέφη ωφελούνται από το μητρικό γάλα και έχουν αυξημένο ρυθμό ανάπτυξης. Πάντως, αν και ισχύουν τα παραπάνω, πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ότι η περιεκτικότητα του γάλακτος μητέρων πρόωρων βρεφών σε πρωτεΐνη και νάτριο είναι οριακή και τα επίπεδα ασβεστίου και φωσφόρου δεν είναι επαρκή για να υποστηρίξουν μια φυσιολογική ανάπτυξη του σκελετού (Suskind et al., 1993). Λαμβάνοντας επίσης υπόψη ότι η γαστρεντερική και η νεφρική λειτουργία των πρόωρων βρεφών και τα εναποθηκευμένα θρεπτικά συστατικά δεν είναι αρκετά, τα πολύ χαμηλού βάρους πρόωρα βρέφη θα ήταν σκόπιμο να προσλαμβάνουν μαζί με το μητρικό γάλα και υποκατάστατο του μητρικού γάλακτος, που είναι ειδικό γι' αυτές τις περιπτώσεις, όταν αυτό κριθεί αναγκαίο από το νεογνολόγο.

## 1.1. Η ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΜΗΤΡΙΚΟΥ ΓΑΛΑΚΤΟΣ

### 1.1.1. ΠΡΩΤΕΪΝΗ

Η συνολική περιεκτικότητα του μητρικού γάλακτος σε πρωτεΐνη είναι χαμηλότερη από αυτή του αγελαδινού, γεγονός που εξυπηρετεί το βραδύτερο ρυθμό ανάπτυξης του ανθρώπου. Επίσης, τυχόν υψηλότερη πρόληψη πρωτεΐνης θα επιβάρυνε τη νεφρική λειτουργία του βρέφους, και μάλιστα σε μια 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 2<sup>ου</sup> με 3<sup>ου</sup> μήνα μειώνεται στο 0,9%. Μελέτες ισοζυγίου του αζώτου που έγιναν σε υγιή θηλάζοντα βρέφη, έχουν δείξει ότι απορροφάται περίπου το 95% του αζώτου του μητρικού γάλακτος (Suskind et al., 1993).

Παρατηρήσεις σε πολλές γυναίκες και σε διάφορες χώρες υποδεικνύουν ότι η περιεκτικότητα του μητρικού γάλακτος σε πρωτεΐνη δε μειώνεται αν η μητέρα ακολουθεί δίαιτα χαμηλής περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη ή χαμηλής περιεκτικότητας σε πρωτεΐνες υψηλής βιολογικής αξίας. Σε μια μελέτη παρατηρήθηκε ότι στο μητρικό γάλα υποσιτιζόμενων γυναικών τα επίπεδα λυσίνης και μεθειονίνης ήταν χαμηλά. Πάντως, τέτοιου είδους μεταβολές στην ποιότητα της πρωτεΐνης είναι παροδικές και αλλάζουν χρησιμοποιώντας τα εναποθηκευμένα αμινοξέα στους ιστούς του σώματος της μητέρας, ώστε να επανέλθει ομοιόσταση της πρωτεΐνης. Μόνο στις περιπτώσεις που παρατηρείται χρόνιος υποσιτισμός σε πρωτεΐνη, η σύσταση του γάλακτος μπορεί να μεταβληθεί (Fisher et al., 1999).

Παλαιότερα ερευνητικά δεδομένα έφεραν τις αναλογίες πρωτεΐνης ορού και καζεΐνης στο 60% και 40% αντίστοιχα (Πίνακας 1), ενώ πρόσφατες μελέτες απέδειξαν ότι οι πρωτεΐνες ορού γάλακτος αντιστοιχούν περίπου στο 80% της ολικής πρωτεΐνης του γάλακτος και η καζεΐνη στο υπόλοιπο 20%. Οι κύριες πρωτεΐνες ορού είναι η α-λακταλβουμίνη, η λακτοφερρίνη και η εκκριτική ανοσοσφαιρίνη Α. Η α-λακταλβουμίνη καταλύει συγκεκριμένες αντιδράσεις που υπεισέρχονται στη βιοσύνθεση της λακτόζης και η συγκέντρωσή της μειώνεται με την πάροδο του θηλασμού. Η λακτοφερρίνη δεσμεύει το σίδηρο και επομένως μειώνει τη διαθεσιμότητά του σε περίπτωση ύπαρξης παθογόνου εντερικής χλωρίδας, παρεμποδίζοντας έτσι την ανάπτυξη παθογόνων βακτηρίων. Η συγκέντρωση της

λακτοφερρίνης μειώνεται κατά τις 12 πρώτες εβδομάδες του θηλασμού (από 0,5% στην 1<sup>η</sup> εβδομάδα σε 0,08% στη 12<sup>η</sup>) και στη συνέχεια παραμένει σταθερή ως και για τα 2 επόμενα χρόνια (Suskind et al., 1993). Η εκκριτική ανοσοσφαιρίνη Α έχει την ικανότητα να δεσμεύει συγκεκριμένα αντιγόνα στο πεπτικό και στο αναπνευστικό σύστημα της μητέρας και του βρέφους και με αυτό τον τρόπο να μειώνει τις λοιμώξεις. Επίσης, εξουδετερώνει διάφορες τοξίνες και ιούς και πιθανολογείται ότι ίσως δρα προστατευτικά κατά της εμφάνισης αλλεργικών αντιδράσεων σε τρόφιμα, κυρίως σε περιπτώσεις όπου υπάρχει οικογενειακό ιστορικό αλλεργίας. Η συχνότητα εμφάνισης αλλεργιών σε ορισμένα τρόφιμα είναι σαφώς χαμηλότερη στα βρέφη που θηλάζουν. Η συγκέντρωσή της μειώνεται επίσης από 0,2% στην 1<sup>η</sup> εβδομάδα σε 0,05% στη 12<sup>η</sup> και κατόπιν παραμένει σταθερή ως και για τα 2 επόμενα χρόνια (Gerrard JW, 1979).

Σημαντική αξία παρουσιάζουν ορισμένες πρωτεΐνες όπως η λυσοζύμη, οι οποίες δρουν ως ένζυμα. Τα επίπεδα της λυσοζύμης στο μητρικό γάλα είναι πολύ μικρά για να θεωρηθεί ότι η συγκεκριμένη πρωτεΐνη έχει κάποια θεραπευτική αξία, αλλά μπορεί να καταστρέφει παθογόνα βακτήρια μέσω της λύσης των κυτταρικών τους τοιχωμάτων. Η περιεκτικότητα του μητρικού γάλακτος σε λυσοζύμη αυξάνεται με την πρόοδο του θηλασμού. Το ελάχιστο της συγκέντρωσης της λυσοζύμης παρατηρείται στους πρώτους 3 μήνες και στη συνέχεια αυξάνεται κατά το πρώτο έτος του θηλασμού (Walker et al, 1996, Worthington – Roberts et al, 1996).

Η καζεΐνη έχει πολύ καλή πεπτικότητα. Η σημαντικότερη λειτουργική της ιδιότητα συνίσταται στο ότι δημιουργεί σύμπλοκα που περιλαμβάνουν ασβέστιο και φώσφορο και έτσι αυξάνεται η συγκέντρωση των στοιχείων αυτών στο μητρικό γάλα. Όσον αφορά στην ποιότητα της πρωτεΐνης, το μητρικό γάλα παρουσιάζει πλεονεκτήματα σε σχέση με το αγελαδινό. Πιο συγκεκριμένα, ενώ η καζεΐνη είναι μια από τις βασικές πρωτεΐνες του, το μητρικό γάλα περιέχει σε μεγαλύτερη αναλογία την πρωτεΐνη α-λακταλβουμίνη, η οποία πέπτεται και απορροφάται καλύτερα. Αντίθετα, το αγελαδινό γάλα περιέχει σε μεγαλύτερο ποσοστό την πρωτεΐνη καζεΐνη, η οποία είναι λιγότερο εύπεπτη για το βρέφος συγκριτικά με την α-λακταλβουμίνη.

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

αμινοξέα τα οποία το βρέφος δεν μπορεί να συνθέσει στην ποσότητα που του είναι απαραίτητη (Suskind et al., 1993) (Πίνακας 2).

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 σύσταση του σε αμινοξέα. Πάντως, οι διαφορές δεν είναι μεγάλες, όταν η συγκέντρωση εκφράζεται σε ποσοστό της ολικής πρωτεΐνης. Έχει παρατηρηθεί ότι 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 (Jarvenpää et al., 1982). 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 (Schultz et al., 1980).

### 1.1.2. ΛΙΠΙΔΙΑ

Το λίπος του γάλακτος αποτελεί την κύρια πηγή ενέργειας για το βρέφος (προσδίδει περίπου το 50% της ενέργειας). Η περιεκτικότητα του γάλακτος σε λίπος διαφέρει από γυναίκα σε γυναίκα και μπορεί να επηρεάζεται ακόμα και από την εποχή παραγωγής του. Τα επίπεδα του λίπους στο μητρικό γάλα κυμαίνονται από 2 – 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.

Πίνακας 2. Ορισμένα χαρακτηριστικά που αφορούν στη σύσταση του μητρικού γάλακτος σε αμινοξέα.

Χαρακτηριστικό	Επεξήγηση
Χαμηλότερης περιεκτικότητας σε μεθειονίνη και πλουσιότερο σε κυστίνη.	Η συγκέντρωση της κυσταθειονάσης αυξάνεται αργά στο έμβρυο. Αυτό μειώνει την επαρκή μετατροπή της μεθειονίνης σε κυστίνη, η οποία είναι απαραίτητη για την ανάπτυξη. Η μεθειονίνη μπορεί επομένως να αυξηθεί στην κυκλοφορία του αίματος ενός βρέφους που προσλαμβάνει αγελαδινό γάλα και έτσι να εμφανιστεί υπερμεθειονιναιμία, η οποία προβάλλει το κεντρικό νευρικό σύστημα.
Χαμηλότερης περιεκτικότητας σε φαινυλαλανίνη και τυροσίνη.	Η συγκέντρωση της αμινοτρασφεράσης της τυροσίνης και της οξειδάσης του παραϋδροξυφαινύλο πυροσταφυλικού αυξάνεται αργά στο έμβρυο. Βρέφη που διατρέφονται με αγελαδινό γάλα μπορεί να εμφανίσουν υπερφαινυλαλανιναιμία και υπερτυροσιναιμία που επηρεάζουν την ανάπτυξη του κεντρικού νευρικού συστήματος.
Πλούσιο σε ταυρίνη.	Το μητρικό γάλα προσδίδει ταυρίνη, η οποία είναι απαραίτητη για τη σύζευξη των χολικών οξέων. Επίσης, δρα και ως νευροδιαβιβαστής και νευρορυθμιστής στον εγκέφαλο και τον αμφιβληστροειδή χιτώνα. Ο άνθρωπος δε μπορεί να συνθέσει ταυρίνη σε επαρκείς ποσότητες, ενώ η περιεκτικότητά της στο αγελαδινό γάλα είναι χαμηλή.

Όσον αφορά τη 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, υψηλότερη από αυτή του αγελαδινού, ενώ η συγκέντρωση κορεσμένων λιπαρών οξέων μικρής αλύσου (C4 ως C8) είναι υψηλότερη στο αγελαδινό. Στο μητρικό γάλα στη θέση 2 του μορίου του τριγλυκεριδίου βρίσκεται συνήθως παλμιτικό οξύ, ενώ στο αγελαδινό, σ' 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 ένα 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 (Jensen, 1989).

Επίσης, το μητρικό γάλα περιέχει ω – 3 πολυακόρεστα λιπαρά οξέα μακράς αλύσου, όπως το εικοσαπενταενοϊκό και δοκοσαεξαενοϊκό οξύ, τα οποία δεν περιέχονται στα υποκατάστατα. Έρευνες έχουν δείξει ότι αυτά τα λιπαρά οξέα είναι αναγκαία για την ομαλή ανάπτυξη του εγκεφάλου και του αμφιβληστροειδούς χιτώνα, τόσο στο έμβryo όσο και στο βρέφος, και επομένως είναι πολύ σημαντικό ότι αυτά περιέχονται στο μητρικό γάλα.

Η σύσταση του λίπους του μητρικού γάλακτος και κυρίως η περιεκτικότητα σε λινελαϊκό οξύ, επηρεάζεται σημαντικά από τη διατροφή της μητέρας και το στάδιο του θηλασμού. Θηλάζουσες μητέρες που ακολουθούν δίαιτες πλούσιες σε πολυακόρεστα λιπαρά οξέα, παρήγαγαν γάλα με υψηλή περιεκτικότητα σε αυτά. Αν η ενεργειακή πρόσληψη της μητέρας έχει μειωθεί σε μεγάλο βαθμό, τότε η σύσταση του μητρικού γάλακτος είναι παρόμοια με τη σύσταση του εναποθηκευμένου λίπους της μητέρας (Jensen, 1989).

Το μητρικό γάλα περιέχει και ένζυμα (λιποπρωτεϊνική και παγκρεατική λιπάση, καθώς και λιπάσες που ενεργοποιούνται από τη χολή) που υπεισέρχονται στο μεταβολισμό του λίπους. Τα ένζυμα αυτά είναι ενεργά στο έντερο του βρέφους και



συνεισφέρουν σημαντικά στη διάσπαση των τριγλυκεριδίων του γάλακτος και γενικότερα του λίπους από το βρέφος.

Τόσο το αγελαδινό όσο και το μητρικό γάλα περιέχουν καρνιτίνη, η οποία παίζει σημαντικό ρόλο στην οξείδωση των λιπαρών οξέων μακράς αλύσου, διευκολύνοντας τη μεταφορά τους διαμέσου 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 (Carroll et al., 1987). 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 αγελάδος 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 εταιρίες παραγωγής υποκατάστατων προσθέτουν πλέον καρνιτίνη σε αυτά τα προϊόντα (Carroll et al., 1987).

### 1.1.3. ΥΔΑΤΑΝΘΡΑΚΕΣ

Ο κύριος υδατάνθρακας του μητρικού γάλακτος είναι ο δισακχαρίτης λακτόζη. Η συγκέντρωση της λακτόζης στο γάλα δεν διαφέρει από γυναίκα σε γυναίκα και φαίνεται ότι δεν επηρεάζεται από τη διαίτα. Η λακτόζη είναι σχετικά μη διαλυτή 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 μικρή 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 οξέος 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.

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 άλλων μηχανισμών που ακόμα δεν έχουν διευκρινιστεί. Μολονότι μία παροδική μετάβαση σε γάλα ελεύθερο λακτόζης μπορεί να κριθεί σκόπιμη, η παύση του θηλασμού δεν συνίσταται σε βρέφη με διάρροια (Suskind et al., 1993).

Τα επίπεδα του γάλακτος σε λακτόζη διατηρούνται σταθερά ακόμα και κάτω από συνθήκες υποσιτισμού, που συνδέεται με μείωση της παραγωγής γάλακτος (Garza et al., 1985). 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 (Kronfeld, 1982).

Το μητρικό γάλα περιέχει σε μικρό ποσοστό και άλλους υδατάνθρακες και πιο συγκεκριμένα ολιγοσακχαρίτες, και καθώς και αντιβακτηριακούς παράγοντες, οι οποίοι προστατεύουν το πεπτικό σύστημα του βρέφους από την ανάπτυξη παθογόνων βακτηρίων. 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.

#### 1.1.4. BITAMINEΣ

##### **Βιταμίνες**

Σε γενικές γραμμές, το μητρικό γάλα περιέχει όλες τις βιταμίνες που είναι απαραίτητες για τη φυσιολογική ανάπτυξη του βρέφους. Πάντως, όταν η πρόσληψη βιταμινών μέσω της τροφής από τη μητέρα είναι χρόνια χαμηλή, τότε επηρεάζεται η περιεκτικότητα του μητρικού γάλακτος σε αυτές. Ως γενικός κανόνας η περιεκτικότητα του μητρικού γάλακτος σε υδατοδιαλυτές βιταμίνες επηρεάζεται

περισσότερο από τη διατροφή της μητέρας από ότι επηρεάζεται η περιεκτικότητα σε λιποδιαλυτές βιταμίνες.

#### Λιποδιαλυτές βιταμίνες

**Βιταμίνη Α.** Η βιταμίνη Α παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη και στη διάπλαση των ιστών, κυρίως του επιθηλίου του γαστρεντερικού και του αναπνευστικού συστήματος. Το γάλα είναι μια καλή πηγή βιταμίνης Α καθώς και των προδρόμων ουσιών της. Η συγκέντρωσή της στο μητρικό γάλα επηρεάζεται από τη διατροφή της μητέρας. Η πρόσληψη βιταμίνης Α και καροτενίου σε γυναίκες που διαβιούν σε ορισμένες δυτικοευρωπαϊκές χώρες είναι υψηλότερη την άνοιξη και το καλοκαίρι, διότι τότε αυξάνεται η κατανάλωση πράσινων φυλλωδών και κίτρινων λαχανικών.

**Βιταμίνη D.** Η ποσότητα της βιολογικά ενεργής μορφής της βιταμίνης D στο μητρικό γάλα, είναι χαμηλή (0,5 – 1,5 μg / L). Η έκθεση της μητέρας στον ήλιο, καθώς και η διαιτητική πρόσληψη επηρεάζουν τα επίπεδα της βιταμίνης στο βρέφος, διότι αυξάνουν την περιεκτικότητα του μητρικού γάλακτος σε αυτή τη βιταμίνη. Υπάρχει επομένως, η αμφιβολία αν στο βρέφος που κατ' αποκλειστικότητα θηλάζει, πρέπει να χορηγείται βιταμίνη D. Οι μέχρι τώρα μελέτες δείχνουν ότι μπορούν να χορηγούνται συμπληρώματα της τάξεως των 10 μg την ημέρα για προληπτικούς λόγους, αλλά σε περιοχές με ηλιοφάνεια αυτό δεν πρέπει να θεωρείται ιδιαίτερα απαραίτητο. Πάντως έχουν παρατηρηθεί περιπτώσεις εμφάνισης ραχίτιδας σε βρέφη που θηλάζουν (Edidin et al., 1980).

**Βιταμίνη Ε.** Η βιταμίνη Ε παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στην πρόληψη της δημιουργίας υπεροξειδίων από τα πολυακόρεστα λιπαρά οξέα της δίαιτας. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό στην περίπτωση πρόωμου τοκετού, όπου η ανεπάρκεια βιταμίνης Ε μπορεί να οδηγήσει σε μια ευαισθησία των μεμβρανών των ερυθροκυττάρων και στην εμφάνιση αιμολυτικής αναιμίας.

Τα επίπεδα της βιταμίνης Ε στο μητρικό γάλα είναι υψηλότερα από αυτά του αγελαδινού. Προβλήματα χαμηλής πρόσληψης βιταμίνης Ε μπορεί να παρατηρηθούν, όταν το βρέφος προσλαμβάνει αγελαδινό γάλα ή αν το υποκατάστατο δεν έχει εμπλουτιστεί με αυτή τη βιταμίνη, κάτι το οποίο πλέον δεν συμβαίνει.

**Βιταμίνη Κ.** Στο μητρικό γάλα η βιταμίνη Κ βρίσκεται σε περιεκτικότητα 2 μg / L. Το αγελαδινό γάλα περιέχει περίπου 60 μg / L. Η βιταμίνη Κ συντίθεται από τους μικροοργανισμούς του εντέρου, αλλά χρειάζεται να περάσουν αρκετές ημέρες, ώστε να αναπτυχθεί ένας ικανοποιητικός μικροβιακός πληθυσμός στο αποστειρωμένο έντερο του νεογνού. Ακόμα και τότε, αλλά και αργότερα, ως και 4 εβδομάδες μετά τον τοκετό, υπήρξαν περιπτώσεις αιμορραγικής νόσου που σχετίστηκε με το θηλασμό, όταν δεν χορηγήθηκε βιταμίνη Κ κατά τη γέννηση. Ο καταλληλότερος τρόπος πρόληψης προβλημάτων λόγω ανεπάρκειας βιταμίνης Κ είναι η χορήγηση με ένεση 0,5 – 1,0 mg βιταμίνης Κ μετά τον τοκετό (Edidin et al., 1980).

#### Υδατοδιαλυτές βιταμίνες

Τα επίπεδα των υδατοδιαλυτών βιταμινών στο μητρικό γάλα μπορούν να επηρεαστούν από τη διαιτητική πρόσληψη της μητέρας μέσω της τροφής, αλλά και συμπληρωμάτων διατροφής. Πάντως, τα επίπεδα μερικών από τις υδατοδιαλυτές βιταμίνες, φτάνουν σε ένα μέγιστο και ακολούθως μετά την αύξηση της διαιτητικής τους πρόσληψης, δεν επιφέρει ιδιαίτερες αλλαγές στα επίπεδα αυτών στο γάλα. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η **βιταμίνη C**, της οποίας τα επίπεδα στο γάλα φαίνεται ότι φτάνουν στο μέγιστο με πρόσληψη περίπου 90 mg την ημέρα. Στην περίπτωση αυτή, ακόμη και υψηλότερη πρόσληψη της τάξεως των 250 ή και 1000 mg, δεν επηρεάζει περισσότερο τα επίπεδα αυτής της βιταμίνης στο μητρικό γάλα (Byerler et al., 1985).

Η υψηλή συχνότητα εμφάνισης ανεπάρκειας στη **βιταμίνη B<sub>12</sub>** σε θηλάζοντα βρέφη από χορτοφάγες μητέρες οδήγησε στη σύσταση για πρόσληψη συμπληρώματος 2,6 μg την ημέρα για τη μητέρα και 0,1 – 0,3 μg για το βρέφος (Kuhne et al., 1991). Συμπτώματα ανεπάρκειας σε βιταμίνη B<sub>12</sub> εμφανίζονται συνήθως στο βρέφος μεταξύ του 6<sup>ου</sup> και του 12<sup>ου</sup> μήνα και συνήθως παρατηρούνται πριν από την εμφάνιση συμπτωμάτων στη μητέρα.

#### 1.1.5. Ανόργανα στοιχεία

Μία από τις σημαντικότερες 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 υποτεθεί ότι οι νεφροί βρεφών που προλαμβάνουν αγελαδινό γάλα υπερλειτουργούν λόγω της αυξημένης παρουσίας ηλεκτρολυτών.

Τα **κύρια ανόργανα στοιχεία** του μητρικού γάλακτος είναι το **κάλιο**, το **ασβέστιο**, ο **φώσφορος**, το **χλώριο** και το **νερό**. Πάντως, όσον αφορά το **νάτριο**, η περιεκτικότητα του μητρικού γάλακτος σε αυτό, είναι πολύ μικρότερη από αυτή του αγελαδινού. Δεν έχει διευκρινιστεί ακόμα αν 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 θηλάζουν 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 γιατρού.

Στις περισσότερες των περιπτώσεων, υπάρχει μικρή συσχέτιση μεταξύ της διατροφής της μητέρας και της περιεκτικότητας του γάλακτος σε ανόργανα στοιχεία. Όμως, έχει αποδειχθεί ότι (Casey et al., 1981):

1. 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.
2. 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 συγκέντρωσή του 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 ρύσης.

### 1.1.6 Άλλα μη θρεπτικά συστατικά

Διάφορα συστατικά του μητρικού γάλακτος έχουν συσχετιστεί με προστατευτικές ιδιότητες του ανοσοποιητικού συστήματος. Τρεις κυρίως μηχανισμοί έχουν προταθεί ότι πιθανώς εμπλέκονται στις προστατευτικές ιδιότητες του μητρικού γάλακτος:

1. Η αλληλεπίδραση μεταξύ συγκεκριμένων συστατικών του γάλακτος με παθογόνους μικροοργανισμούς στο γαστρεντερικό σωλήνα, καθώς και με τη φυσιολογική μικροχλωρίδα του αυλού.
2. Η άμεση ρύθμιση του ανοσοποιητικού συστήματος του βρέφους από αυτά τα συστατικά, μέσω αντιφλεγμονωδών και άλλων μηχανισμών.
3. Η προαγωγή της υγείας του βρέφους μέσω της διατροφής, λόγω της υψηλής βιοδιαθεσιμότητας και της βιολογικής αξίας των συστατικών του μητρικού γάλακτος.

Ο πρώτος μηχανισμός οδηγεί στην καταστροφή των παθογόνων μικροοργανισμών, στην πρόληψη εισβολής παθογόνων μικροοργανισμών στο γαστρεντερικό σύστημα και στην παρεμπόδιση του πολλαπλασιασμού τους. Τα αντισώματα που εμπλέκονται σε αυτό το μηχανισμό συντίθενται στον οργανισμό της μητέρας. Πιο συγκεκριμένα λεμφοκύτταρα του γαστρεντερικού και βρογχοτραχειακού συστήματος μεταφέρονται στο μαστικό αδένα της μητέρας όπου παράγονται αντισώματα που εκκρίνονται στο γάλα και τα προσλαμβάνει το βρέφος κατά το θηλασμό (Suskind et al., 1993). Ο δεύτερος μηχανισμός οδηγεί σε αύξηση της λειτουργικότητας του ανοσοποιητικού συστήματος, είτε μέσω της αυξημένης σύνθεσης ορισμένων ανοσοπρωτεϊνών από το βρέφος, είτε σε μια ταχύτερη απόκριση σε κάποια πρόκληση. Ο τρίτος μηχανισμός βασίζεται στη συσχέτιση μεταξύ φτωχής διατροφικής κατάστασης και μειωμένης λειτουργικότητας του ανοσοποιητικού συστήματος. Τη μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε ανοσοπρωτεΐνες την έχει το πρωτόγαλα (Fishaut et al., 1981, Goldblum et al., 1975).

#### *Ανοσοσφαιρίνες*

Το μητρικό γάλα περιέχει διάφορες ανοσοσφαιρίνες όπως οι IgA, IgG, IgD και IgE, οι οποίες δρουν ως αντισώματα και προστατεύουν το γαστρεντερικό και αναπνευστικό σύστημα του βρέφους από αντιγόνα. Η κύρια ανοσοσφαιρίνη του μητρικού γάλακτος είναι η IgA. Βρίσκεται σε μεγάλη συγκέντρωση στο πρωτόγαλα

και σε μικρότερη, αλλά σημαντική, ποσότητα στο ώριμο γάλα. Η IgA είναι ανθεκτική στην πέψη και γι' αυτό μπορεί να δράσει στο γαστρεντερικό σύστημα. Οι ανοσοσφαιρίνες ενεργούν κατά μικροοργανισμών που μολύνουν το γαστρεντερικό σύστημα και κυρίως του *E. coli*, τα δεσμεύουν και κατ' αυτόν τον τρόπο δεν τους επιτρέπουν να εμφανιστούν στην κυκλοφορία του αίματος.

*Γαλακτογενείς τροφικοί παράγοντες (milk – borne trophic factors) ή διαμορφωτές αύξησης (growth modulators) ή βιοδραστικά συστατικά (bioactive substances)*

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

- 1 Ορμόνες και τροφικά πεπτίδια. Περιλαμβάνουν την αυξητική ορμόνη, την ινσουλίνη, τον ινσουλινομιμητικό παράγοντα 1 (IGF – 1), τον επιδερμικό αυξητικό παράγοντα (EGF), την προλακτίνη και τον παράγοντα απελευθέρωσης της αυξητικής ορμόνης (GHRF). Υπάρχουν ενδείξεις ότι οι προαναφερόμενες ενώσεις 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 (Buts, 1998).
- 2 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 των οργάνων και ρυθμίζουν τη λειτουργία του ανοσοποιητικού συστήματος μέσω της αύξησης της παραγωγής των ανοσοσφαιρινών. Βελτιώνουν επίσης την ανταπόκριση του οργανισμού των βρεφών στους εμβολιασμούς, μειώνουν τη νοσηρότητα και αυξάνουν της ανοχή σε αντιγόνα των τροφίμων (Buts 1998, Schlimme et al., 2000). Οι εταιρίες παραγωγής υποκατάστατων έχουν προχωρήσει στον εμπλουτισμό τους με νουκλεοτίδια, προσπαθώντας να μιμηθούν ακόμη περισσότερο τη σύσταση του μητρικού γάλακτος.
- 3 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 σε σχέση με την

αντίστοιχη των υποκατάστατων. 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 (Buts, 1998).

### **Άλλοι παράγοντες**

1. Η λυσοζύμη είναι ένα ένζυμο το οποίο καταστρέφει τα κυτταρικά τοιχώματα των βακτηριδίων και βρίσκεται σε 300 φορές μεγαλύτερη συγκέντρωση στο μητρικό στήθος με το αγελαδινό γάλα.
2. Η λακτοφερρίνη δεσμεύει το σίδηρο, που δεν γίνεται διαθέσιμος στα βακτηρίδια και έτσι μειώνει τον πολλαπλασιασμό τους.
3. Η λακτοπεροξειδάση καταστρέφει τους στρεπτόκοκκους και τα εντερικά βακτήρια.
4. Οι προσταγλανδίνες προστατεύουν την ακεραιότητα του γαστρεντερικού συστήματος.
5. Οι κυτταροκίνες ρυθμίζουν τη λειτουργία του ανοσοποιητικού συστήματος.
6. 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 (Buts 1998, Schlimme et al., 2000).

### **Παράγοντας bifidus**

Ο παράγοντας αυτός είναι ένας πολυσακχαρίτης που περιέχει άζωτο και ο οποίος προωθεί την ανάπτυξη του *Lactobacillus bifidus*. Η ανάπτυξη αυτού του μικροοργανισμού, ανταγωνίζεται την ανάπτυξη εντεροβακτηριδίων, τα οποία είναι παθογόνα και επομένως συμβάλλει στη φυσιολογική λειτουργία του εντέρου (Goldblum et al., 1975).



## 1.2 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΟΥ ΜΗΤΡΙΚΟΥ ΓΑΛΑΚΤΟΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΜΗΤΡΙΚΟΥ ΘΗΛΑΣΜΟΥ

Συνοπτικά, τα πλεονεκτήματα του θηλασμού τόσο για το βρέφος όσο και για τη μητέρα δίνονται στους πίνακες 3 και 4 αντίστοιχα.

Πίνακας 3. Πλεονεκτήματα του θηλασμού για το βρέφος (Worthington – Roberts BS, Rodwell Williams S. Nutrition throughout the life cycle. Mc CrawHill, 3<sup>rd</sup> edition, 1996).

- 
1. Παρέχει μία ισορροπία θρεπτικών συστατικών με υψηλή βιοδιαθεσιμότητα.
  2. Προσφέρει αντισώματα, θωρακίζοντας την υγεία του.
  3. Προστατεύει από γαστρεντερικές λοιμώξεις.
  4. Προστατεύει από αλλεργίες.
  5. Παρέχει ορμόνες οι οποίες προάγουν τη φυσιολογική ανάπτυξη του βρέφους.
  6. Μειώνει τον κίνδυνο αιφνίδιου βρεφικού θανάτου.
  7. Προστατεύει από παχυσαρκία, σακχαρώδη διαβήτη, τερηδόνα.
  8. Το μητρικό γάλα είναι αποστειρωμένο, φρέσκο και βρίσκεται πάντα στη σωστή θερμοκρασία.
  9. Δίνει την ευκαιρία στη μητέρα και το βρέφος να έχουν συνεχή φυσική επαφή.
  10. Προάγει την ανάπτυξη ψυχικού δεσμού μεταξύ μητέρας και βρέφους.
- 

Στις αρχές του προηγούμενου αιώνα η γνώση σχετικά με τη μικροβιολογία και την ανοσολογία ήταν περιορισμένη και τα βρέφη που διατρέφονταν με υποκατάστατα μητρικού γάλακτος παρουσίαζαν αυξημένη συχνότητα διάρροιας, λοιμώξεων του γαστρεντερικού τους συστήματος, καθώς επίσης και αυξημένη θνησιμότητα συγκριτικά με τα βρέφη που θήλαζαν. Τώρα, βέβαια η κατάσταση έχει αλλάξει, αλλά μικρές διαφορές εξακολουθούν να υπάρχουν, κυρίως στον αριθμό και τη σοβαρότητα των ασθενειών.

Πίνακας 4. Πλεονεκτήματα του θηλασμού για τη μητέρα (Worthington – Roberts BS, Rodwell Williams S. Nutrition throughout the life cycle. Mc CrawHill, 3<sup>rd</sup> edition, 1996).

- 
1. Προκαλεί συστολές στη μήτρα, βοηθώντας την έτσι να επανέλθει στη φυσιολογική πριν την εγκυμοσύνη κατάσταση.
  2. Μειώνει τον κίνδυνο αιμορραγίας μετά τον τοκετό.
  3. Αναστέλλει την αναπαραγωγική διαδικασία, παρέχοντας μητρική αντισυλληπτική προστασία.
  4. Μειώνει τον κίνδυνο εμφάνισης καρκίνου του μαστού.
  5. Προστατεύει τα αποθέματα σιδήρου μέσω της απουσίας έμμηνης ρύσης.
  6. Εξοικονομεί χρόνο, καθώς το μητρικό γάλα είναι παντού και πάντα έτοιμο, ενώ το τάισμα με το γάλα εμπορίου χρειάζεται προετοιμασία, αποστείρωση κλπ.
  7. Εξοικονομεί χρήματα (γάλα εμπορίου, συσκευές αποστείρωσης κλπ.).
- 

Το μητρικό γάλα υπερέχει του αγελαδινού, όχι τόσο στην ποσότητα των θρεπτικών συστατικών που περιέχει, αλλά στη βιοδιαθεσιμότητά τους, δηλαδή στη χρησιμοποίησή τους από τον οργανισμό, η οποία σε πολλές περιπτώσεις είναι πιο αποτελεσματική, όπως συμβαίνει με το σίδηρο και τον ψευδάργυρο (Casey et al., 1981). Επίσης, η σύσταση του λίπους και της πρωτεΐνης του μητρικού γάλακτος είναι ιδανική για το βρέφος, ενώ στο μητρικό γάλα υπάρχουν και συστατικά, τα οποία δεν βρίσκονται στα παρασκευάσματα για βρέφη. Πάντως, μία σημαντική διαφορά είναι ότι με το θηλασμό αποφεύγονται λάθη που μπορούν να συμβούν στην αραίωση των υποκατάστατων με νερό, που θα προκαλούσαν λανθασμένη συγκέντρωση ενέργειας και υπερφόρτωση των νεφρών.

Αν και μέχρι τον τρίτο μήνα της ζωής, ο ρυθμός ανάπτυξης των βρεφών που θηλάζουν είναι παρόμοιος με αυτόν που προσλαμβάνουν υποκατάστατα, μετά από τον τρίτο μήνα τα βρέφη που τρέφονται με υποκατάστατα παρουσιάζουν επιτάχυνση στο ρυθμό αύξησης του σωματικού βάρους, κάτι που δεν θεωρείται ιδανικό (VonKries et al., 1999).

Πλεονεκτήματα του θηλασμού έχουν επίσης αποδειχθεί όσον αφορά στην εμφάνιση αλλεργιών, στη μελλοντική εμφάνιση παχυσαρκίας (VonKries et al., 1999), στην εμφάνιση συμπτωμάτων κοιλιοκάκης, της νόσου του Chron (Rigas et al., 1993),

καθώς και τον διαβήτη τύπου II (Karjalainen et al., 1992). Έχει παρατηρηθεί ότι αντισώματα κατά συστατικών του αγελαδινού γάλακτος είναι παρόντα στο μητρικό γάλα και αυτά ενδεχομένως υπεισέρχονται στην πρόληψη εμφάνισης αλλεργιών. Αλλεργία στο μητρικό γάλα δεν υφίσταται. Σε σπάνιες περιπτώσεις όταν το βρέφος που θηλάζει έχει δυσανεξία στο αγελαδινό γάλα, μπορεί να παρουσιάσει αλλεργικά συμπτώματα, όταν η μητέρα καταναλώνει μεγάλη ποσότητα αγελαδινού γάλακτος. Σε αυτή την περίπτωση συνιστάται αλλαγή στη δίαιτα της μητέρας (αποφυγή υψηλής πρόσληψης αγελαδινού γάλακτος και προϊόντων που περιέχουν αυγό) (Gerrard, 1979).

Επίσης, έχει υποδειχθεί ότι ο μητρικός θηλασμός προφυλάσσει το βρέφος από τις λοιμώξεις του αναπνευστικού και του ουροποιητικού συστήματος (Wright et al., 1989, Pisacane et al., 1992) και από την οξεία μέση ωτίτιδα (Aniansson et al., 1994), ενώ υπάρχουν ενδείξεις ότι τα βρέφη που θηλάζουν έχουν υψηλότερο δείκτη νοημοσύνης με σχέση με τα βρέφη που τρέφονται με παρασκευάσματα (Quinn et al., 2001).

Πολλοί ισχυρίζονται με το θηλασμό αναπτύσσεται ένας ισχυρός δεσμός μεταξύ μητέρας και βρέφους. Υπάρχουν όμως και άλλοι που ισχυρίζονται ότι είναι περισσότερο η φυσική επαφή, και όχι ο θηλασμός αυτός καθ' αυτός, που δημιουργεί αυτό το δεσμό. Πάντως, μελέτες έχουν δείξει ότι όταν η φυσική επαφή μητέρας – νεογνού γίνει πολύ νωρίς, τότε είναι πολύ πιο πιθανό η μητέρα αυτή να θηλάσει το βρέφος της για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα συγκριτικά με μια άλλη μητέρα που άργησε να έχει αυτή την επαφή. Γι' αυτό το λόγο, ενώ κατά το πρώτο μισό του 20<sup>ου</sup> αιώνα η μητέρα αποχωριζόταν από το νεογνό αμέσως μετά τον τοκετό στα μαιευτήρια, στις μέρες μας επανέρχεται η τάση στο να παραμένει η μητέρα με το νεογνό μεγάλο χρονικό διάστημα μαζί σε ένα ήσυχο και ζεστό περιβάλλον, και πολύ συχνά με την παρουσία του πατέρα.

Ο θηλασμός επηρεάζει και την επανέναρξη της έμμηνου ρύσης. Η επιμήκυνση του χρόνου που η μητέρα παραμένει μη γόνιμη μετά τον τοκετό επιβροηθείται με το θηλασμό, σε αναλογία με τη συχνότητα και τη διάρκεια των θηλασμών. Ο θηλασμός αυξάνει την έκκριση της προλακτίνης και παρεμποδίζει την έκκριση της ορμόνης που απελευθερώνει τη γοναδοτροπίνη. Η αλληλεπίδραση μεταξύ της προλακτίνης και της ορμόνης που απελευθερώνει τη γοναδοτροπίνη παρεμποδίζει την επαναφορά της προ – ωορρηξίας. Η επιμήκυνση του χρόνου που η μητέρα παραμένει μη γόνιμη αυξάνει τα διαστήματα μεταξύ των κύσεων και οδηγεί σε μείωση των γεννήσεων. Η αύξηση

του χρόνου που μεσολαβεί μεταξύ δύο τοκετών, ώστε τα βρέφη να γεννώνται κατά το ελάχιστο 18 – 23 μήνες μετά από τον προηγούμενο τοκετό, συσχετίζεται με βελτίωση της επιβίωσης και της υγείας του γεννημένου αλλά και του κυοφορούμενου παιδιού. Η επίδραση αυτή του θηλασμού στη σύλληψη έχει υπολογισθεί ότι μπορεί να είναι 98% για τους πρώτους 6 μήνες μετά τον τοκετό, ακόμα και αν ο θηλασμός δεν είναι αποκλειστικός. Επίσης, υπάρχουν ενδείξεις ότι ο θηλασμός προστατεύει τη μητέρα από τον καρκίνο των ωοθηκών.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### 2. Η ΔΙΑΤΡΟΦΗ ΣΤΗ ΒΡΕΦΙΚΗ ΗΛΙΚΙΑ

Η διατροφή κατά την βρεφική ηλικία, που περιλαμβάνει τον πρώτο χρόνο ζωής του ανθρώπου, είναι σημαντικότερη από τη διατροφή σε οποιαδήποτε άλλη χρονική περίοδο. Στη βρεφική ηλικία ο ρυθμός ανάπτυξης, η διαφοροποίηση των ιστών αλλά και η ωρίμανση των διαφόρων συστημάτων του οργανισμού, συντελείται ταχύτατα. Αυτές οι φυσιολογικές μεταβολές απαιτούν την ισορροπημένη και ταυτόχρονα σχετικά υψηλή πρόσληψη ενέργειας και ορισμένων θρεπτικών συστατικών. Όμως, η ανοχή του βρέφους στα τρόφιμα είναι περιορισμένη λόγω της ανωριμότητας του πεπτικού συστήματος, του ήπατος και των νεφρών. Αντίθετα με τους ενήλικες, τα βρέφη δεν μπορούν να προσλάβουν στερεές τροφές και δεν μπορούν να καταναλώσουν τρόφιμα που περιέχουν μεγάλες ποσότητες φυτικών ινών, ή τρόφιμα που προκαλούν τη δημιουργία υψηλού νεφρικού φορτίου διαλυτών ουσιών. Τα βρέφη κατά τους έξι πρώτους μήνες της ζωής τους χρειάζεται να καταναλώνουν ένα μόνο τρόφιμο (π.χ. το μητρικό γάλα), προκειμένου να καλύψουν τις αυξημένες διατροφικές τους ανάγκες και να επιτύχουν άριστη ανάπτυξη. Αν καταναλώνουν υποκατάστατα μητρικού γάλακτος, αυτά θα πρέπει να έχουν σύνθεση παρόμοια με αυτή του μητρικού γάλακτος, ώστε να εξασφαλίζεται η βέλτιστη ανάπτυξη του βρέφους.

Η διατροφή κατά τη βρεφική ηλικία δεν έχει ως μοναδικό στόχο την κάλυψη των αναγκών σε ενέργεια και θρεπτικά συστατικά, που θα επιτρέψουν τη βέλτιστη σωματική ανάπτυξη του βρέφους. Η διατροφή στην παιδική και στην πρώτη παιδική ηλικία φαίνεται ότι είναι καθοριστικής σημασίας για την ανάπτυξη του εγκεφάλου και των διανοητικών ικανοτήτων του παιδιού. Για παράδειγμα, τα ω – 3 λιπαρά οξέα μακράς αλυσίδας, που περιέχονται στο μητρικό γάλα, όπως είναι το εικοσαπενταενοϊκό και το δοκοσα-εξαενοϊκό οξύ, είναι απαραίτητα για την ομαλή ανάπτυξη του εγκεφάλου (Neuringer et al., 1988). Επίσης, υπάρχουν ενδείξεις ότι η έλλειψη σιδήρου και η σιδηροπενική αναιμία στα βρέφη, που είναι αποτέλεσμα διατροφής ανεπαρκούς σε σίδηρο ή μειωμένης απορρόφησης σιδήρου, μπορεί να προκαλούν προβλήματα στη σωματική, διανοητική και ψυχοκινητική ανάπτυξη του βρέφους

(Male et al., 2001, Angulo-Kuzler et al., 2002). Σύμφωνα με έρευνες τα προβλήματα αυτά συνεχίζουν να υπάρχουν παρά τη θεραπεία με συμπλήρωμα σιδήρου (Walker, 1989).

Η διατροφή στη βρεφική ηλικία συσχετίζεται με την εμφάνιση αλλεργίας σε συστατικά των τροφίμων. Συγκεκριμένα έχει βρεθεί ότι σε βρέφη που θηλάζουν, μπορεί να εμφανιστεί αλλεργική αντίδραση στο αγελαδινό γάλα όταν η μητέρα καταναλώνει μεγάλες ποσότητες αγελαδινού γάλακτος (Jarvinen et al., 1999). Η εισαγωγή στέρεων ή ημιστερεών τροφών στη διατροφή του βρέφους πριν τη συμπλήρωση τεσσάρων ή έξι μηνών ζωής έχει βρεθεί ότι συσχετίζεται με την εμφάνιση αλλεργίας σε συστατικά των τροφίμων (Forsyth et al., 1993).

Επιπρόσθετα υπάρχουν ενδείξεις ότι η διατροφή στην παιδική ηλικία, αλλά ακόμη και πριν τη γέννηση, μπορεί να σχετίζεται με την εμφάνιση χρόνιων νοσημάτων στη μετέπειτα ζωή. Έρευνες έδειξαν συσχετίσεις μεταξύ του σωματικού βάρους κατά τη γέννηση και στην ηλικία του 1<sup>ου</sup> έτους με την εμφάνιση καρδιαγγειακών νοσημάτων και παθολογική σακχαραιμική καμπύλη (Barker et al., 1989, Hales et al., 1991). Επίσης είναι σαφές ότι η σύσταση της δίαιτας του βρέφους επηρεάζει το μεταβολισμό των λιπιδίων. Συγκεκριμένα, βρέφη που θηλάζουν έχουν υψηλότερα επίπεδα ολικής χοληστερόλης, χαμηλής πυκνότητας και πολύ χαμηλής πυκνότητας λιποπρωτεϊνών από τα βρέφη που τρέφονται με υποκατάστατα. Ο θηλασμός μπορεί να σχετίζεται με χαμηλότερα επίπεδα χοληστερόλης ορού στην ενήλικη ζωή και επομένως με μείωση του κινδύνου για εμφάνιση ισχαιμικής καρδιοπάθειας (Barclay et al., 1991).

## **2.1 ΔΙΑΤΡΟΦΗ ΤΟΥ ΒΡΕΦΟΥΣ**

Ο ρυθμός ανάπτυξης του βρέφους είναι ο ταχύτερος που συμβαίνει σε όλα τα στάδια της ζωής ενός ανθρώπου και σχετίζεται στενά με τη διατροφή του βρέφους. Τα βρέφη παρουσιάζουν μεγάλες διαφορές ως προς το ρυθμό ανάπτυξης, το βάρος, το μήκος, τη δραστηριότητα και το μεταβολικό ρυθμό τους. Για όλους τους παραπάνω λόγους, είναι αδύνατο να γίνουν συγκεκριμένες γενικές συστάσεις που να αφορούν στις απαιτήσεις σε ενέργεια και θρεπτικά συστατικά των βρεφών. Ωστόσο πάντα δίνονται οδηγίες χρησιμοποιώντας ορισμένους συντελεστές ασφάλειας.

Ο ρυθμός ανάπτυξης είναι ταχύτερος κατά το πρώτο εξάμηνο της ζωής του βρέφους, ενώ ελαττώνεται στο δεύτερο μισό του πρώτου χρόνου ζωής. Γι' αυτό το λόγο, οι συνιστώμενες προσλήψεις ενέργειας και θρεπτικών συστατικών αφορούν σε δύο διαφορετικές περιόδους, την περίοδο από τη γέννηση μέχρι τον 6<sup>ο</sup> μήνα (1<sup>η</sup> βρεφική ηλικία) και από τον 7<sup>ο</sup> μέχρι το 12<sup>ο</sup> μήνα της ζωής του βρέφους (2<sup>η</sup> βρεφική ηλικία). Το σωματικό βάρος σχεδόν διπλασιάζεται στους πρώτους 4 μήνες της ζωής και τριπλασιάζεται ως το τέλος του πρώτου χρόνου. Ο ρυθμός ανάπτυξης ελαττώνεται σταδιακά, έτσι ώστε το βάρος να αυξάνεται λιγότερο από 5 κιλά μεταξύ του πρώτου και δεύτερου χρόνου της ηλικίας (Λιναρδάκης και συν., 2000).

Λόγω του γρήγορου ρυθμού ανάπτυξης, το βρέφος έχει ανάγκη από όλα τα θρεπτικά συστατικά σε επαρκείς ποσότητες, ενώ ξεχωριστή σημασία αποκτούν τα θρεπτικά που παρέχουν ενέργεια, καθώς και οι βιταμίνες Α και D, το ασβέστιο, ο σίδηρος και το φυλλικό οξύ.

## **2.2. ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΣΕ ΕΝΕΡΓΕΙΑ**

Τα θηλάζοντα βρέφη και αυτά που διατρέφονται με τα ειδικά γάλατα του εμπορίου (περίπου 20 θερμίδες / 30 ml), προσαρμόζουν από μόνα τους την πρόσληψη γάλακτος ώστε να ικανοποιούν τις ανάγκες τους. Οι απαιτήσεις του βρέφους σε ενέργεια εξαρτώνται από το βάρος και το μήκος του, το βαθμό σωματικής δραστηριότητας και το ρυθμό ανάπτυξης του. Το βρέφος χρειάζεται ενέργεια για τρεις βασικούς σκοπούς:

1. το βασικό μεταβολισμό (περίπου το 50%)
2. την ανάπτυξη (μειώνεται από 33% κατά τους πρώτους μήνες σε 7,4% από τον 4<sup>ο</sup> ως το 12<sup>ο</sup> μήνα)
3. τη φυσική δραστηριότητα

Το ποσοστό ενέργειας που αντιστοιχεί στο καθένα από τα παραπάνω, μεταβάλλεται κατά τη διάρκεια του πρώτου έτους της ζωής. Τους πρώτους μήνες το βρέφος καταναλώνει το μεγαλύτερο ποσοστό ενέργειας για την ανάπτυξή του, ενώ από τον 5<sup>ο</sup> περίπου μήνα καταναλώνει το μεγαλύτερο ποσοστό ενέργειας για την υποστήριξη της αυξανόμενης φυσικής δραστηριότητας. Οι ενεργειακές ανάγκες για το βασικό μεταβολισμό δεν μεταβάλλονται στη διάρκεια του πρώτου έτους.

Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας, μετά από μελέτες σε φυσιολογικά αναπτυσσόμενα παιδιά, προτείνει πρόσληψη 108 θερμίδων ανά κιλό σωματικού

βάρους ημερησίως για τους πρώτους 6 μήνες και 98 θερμίδες ανά κιλό σωματικού βάρους ημερησίως για την περίοδο από τον 7<sup>ο</sup> ως τον 12<sup>ο</sup> μήνα (Cole et al., 1999). Αυτά τα προτεινόμενα ποσά πρόσληψης είναι κατά 15% περίπου υψηλότερα από τις υπολογισμένες απώλειες ενέργειας (Cole et al., 1999).

Το βρέφος πρέπει να αναπτύσσεται σε βάρος και μήκος με τον ίδιο ρυθμό. Συνήθως, τα βρέφη που διατρέφονται με τα ειδικά γάλατα εμπορίου προσλαμβάνουν περισσότερη ενέργεια ανά μονάδα μεγέθους τους σώματος τους συγκριτικά με βρέφη που θηλάζουν. Γι' αυτό το λόγο, το σωματικό τους βάρος αυξάνεται ταχύτερα, αλλά αυτό δε σημαίνει ότι πλεονεκτούν όσον αφορά στο ρυθμό ανάπτυξής τους.

Εάν η πρόσληψη ενέργειας είναι χαμηλότερη από τις ανάγκες (αρνητικό ισοζύγιο ενέργειας), ο ρυθμός ανάπτυξης και η φυσική δραστηριότητα θα μειωθούν.

Αν η πρόσληψη ενέργειας είναι υψηλότερη από τις ανάγκες (θετικό ισοζύγιο ενέργειας), η εναπόθεση λίπους και η αύξηση του σωματικού βάρους θα είναι μεγαλύτερες. Πάντως, η εναπόθεση λίπους κατά τη βρεφική ηλικία είναι μέρος της φυσιολογικής ανάπτυξης και ο ρυθμός εναπόθεσής του είναι πολύ υψηλός κατά τους πρώτους 4 μήνες, ενώ στη συνέχεια μειώνεται ως την ηλικία των 6 ετών περίπου. Η υψηλή εναπόθεση λίπους κατά τη βρεφική ηλικία ως προδιαθεσικός παράγοντας εμφάνισης παχυσαρκίας σε επόμενα στάδια της ζωής, δεν έχει επιβεβαιωθεί, αλλά αντίθετα, υπάρχουν κάποιες ενδείξεις ότι μία τέτοια συσχέτιση ενδεχομένως υπάρχει με το ρυθμό εναπόθεσης λίπους κατά τη νηπιακή περίοδο (2 – 3 ετών).

## **2.3. ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΣΕ ΘΡΕΠΤΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ**

### **2.3.1. ΝΕΡΟ**

Το νερό είναι πολύ σημαντικό θρεπτικό συστατικό για το βρέφος. Αναλογικά με την επιφάνεια του σώματός του, το βρέφος χρειάζεται περισσότερο νερό από τον ενήλικα. Κατά τους πρώτους μήνες της ζωής, όταν το βρέφος τρέφεται αποκλειστικά με μητρικό γάλα, δε χρειάζεται επιπρόσθετη πρόσληψη νερού. Όταν διατρέφονται με ειδικά γάλατα εμπορίου, είναι απαραίτητη η πρόσληψη νερού, ιδιαίτερα όταν η θερμοκρασία του περιβάλλοντος είναι υψηλή.

Δεδομένου ότι ο νεφρός στην αρχή της βρεφικής ηλικίας υπολειτουργεί, το βρέφος είναι επιδεκτικό σε διαταραχές της υδατικής ισορροπίας. Οι ανάγκες σε νερό προσδιορίζονται από τις μεταβολικές απώλειες, από τις ανάγκες για ανάπτυξη και



από τις διαλυτές ουσίες που προέρχονται από τη διαίτα. Οι απώλειες νερού από εξάτμιση κατά τη βρεφική και τη νηπιακή ηλικία είναι πάνω από το 60% του ποσού που είναι απαραίτητο για να διατηρηθεί η ομοιόσταση, συγκριτικά με το 40 – 50% ενός ενήλικα. Σε όλες τις ηλικίες περίπου το 24% των βασικών απωλειών θερμότητας οφείλεται σε εξάτμιση νερού από την επιδερμίδα και το αναπνευστικό σύστημα. Αυτό αντιστοιχεί σε 45 ml ανά 100 θερμίδες που καταναλώνονται. Οι απώλειες νερού μέσω των κοπράνων αντιστοιχούν σε 10 ml ανά κίλο βάρους την ημέρα.

Το γάλα προσφέρει στο βρέφος το νερό που χρειάζεται για να αντικαταστήσει την απώλεια νερού μέσω του δέρματος, των πνευμόνων, των ούρων και των κοπράνων, καθώς και μια μικρή ποσότητα που τους είναι απαραίτητη για την ανάπτυξη. Οι ανάγκες σε νερό υπολογίζονται σε περίπου 1,5 ml υγρών ανά θερμίδα την ημέρα. Το μητρικό γάλα και τα ειδικά γάλατα του εμπορίου που έχουν παρόμοια οσμωτική πυκνότητα με το μητρικό προσδίδουν το νερό που είναι απαραίτητο για το βρέφος. Προσοχή θα πρέπει να δίνεται στη σωστή τήρηση των οδηγιών που αναγράφονται στη συσκευασία των ειδικών γαλάτων του εμπορίου, όσον αφορά στην αραίωση της σκόνης με νερό. Θα πρέπει πάντα να ακολουθούνται οι συστάσεις της εταιρίας και να μην προστίθεται λιγότερο ή περισσότερο νερό.

### 2.3.2. ΠΡΩΤΕΪΝΗ

Η πρωτεΐνη παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη, αλλά και στην αντικατάσταση των ιστών και κυττάρων του σώματος. Τα ένζυμα, τα νύχια και τα μαλλιά, οι ορμόνες και τα συστατικά των κυτταρικών μεμβρανών αποτελούνται από πρωτεΐνες.

Η πρόσληψη πρωτεΐνης είναι πολύ σημαντική κατά τη βρεφική ηλικία, όταν ο αυξανόμενος ρυθμός ανάπτυξης επιβάλλει πρόσληψη αμινοξέων από τα οποία θα συνθέσει νέους ιστούς (κυρίως οργάνων και μυϊκού ιστού). Τα εννέα απαραίτητα αμινοξέα που δεν μπορεί να συνθέσει ο άνθρωπος, πρέπει να λαμβάνονται με την τροφή για να επιτευχθεί άριστος ρυθμός ανάπτυξης. Στα πρόωρα βρέφη κρίνονται απαραίτητα και άλλα αμινοξέα όπως η κυστίνη, η τυροσίνη και η ταυρίνη. Επίσης, σε περιπτώσεις βρεφών με φαινυλοκετονουρία, το βρέφος δε μπορεί να μετατρέψει τη φαινυλαλανίνη σε τυροσίνη και επομένως σε αυτή την περίπτωση θεωρείται και η τυροσίνη απαραίτητο αμινοξύ.

***Συνιστώμενη ημερήσια πρόσληψη πρωτεΐνης είναι:***

- 2,2 gr / kg σωματικού βάρους την ημέρα για τους πρώτους 6 μήνες και

- 1,6 gr / kg σωματικού βάρους την ημέρα για τους υπόλοιπους 6 μήνες.

Η ποσότητα αυτή αφορά υγιή, τελειόμηνα βρέφη. Σε περιπτώσεις πρόωρων ή ασθενών βρεφών, οι ανάγκες σε πρωτεΐνη αυξάνονται. Η Αμερικανική Παιδιατρική Ακαδημία όρισε ως ελάχιστη ποσότητα πρωτεΐνης τα 1,8 gr / 100 θερμίδες για τα υποκατάστατα μητρικού γάλακτος, με ποιότητα πρωτεΐνης ανάλογη με αυτή της καζεΐνης. Το μητρικό γάλα περιέχει λιγότερη πρωτεΐνη από τα ειδικά γάλατα του εμπορίου, αλλά επαρκεί για τους 6 πρώτους μήνες της ζωής του βρέφους. Μετά τον 6<sup>ο</sup> μήνα, η διαίτα του βρέφους πρέπει να εμπλουτίζεται με πρωτεΐνη υψηλής βιολογικής αξίας, που να προέρχεται από γιαούρτι, πολτοποιημένο κρέας και δημητριακά αναμεμιγμένα με γάλα.

Αν η διαιτητική πρόσληψη πρωτεΐνης υπερβαίνει τη συνιστώμενη ποσότητα, μπορεί να προκληθούν προβλήματα στους νεφρούς και το ήπαρ, καθώς αυτά θα προσπαθούν να μεταβολίσουν και να αποβάλλουν το πλεονάζον άζωτο.

### 2.3.3. ΥΔΑΤΑΝΘΡΑΚΕΣ

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 αυτών που παράγουν οξέα και συνθέτουν πολλές από τις βιταμίνες του συμπλέγματος Β. Οι υδατάνθρακες πρέπει να προσδίδουν το 30 – 60% της ενέργειας που χρειάζεται το βρέφος. Το 39% περίπου της ενέργειας που παρέχει το μητρικό γάλα προέρχεται από τους υδατάνθρακες. Το αντίστοιχο ποσοστό για τα ειδικά γάλατα του εμπορίου είναι περίπου 42%.

### 2.3.4. ΛΙΠΙΔΙΑ

Το λίπος συμβάλλει στη φυσιολογική ανάπτυξη του κεντρικού νευρικού συστήματος, στη διατήρηση της θερμοκρασίας του σώματος και στην προστασία των ζωτικών οργάνων. Αποτελεί μια συμπυκνωμένη μορφή ενέργειας, προσφέρει γεύση και αίσθημα κορεσμού, παρέχει τα απαραίτητα λιπαρά οξέα και μεταφέρει τις λιποδιαλυτές βιταμίνες. Η ενέργεια που αποδίδει το λίπος επιτρέπει στις πρωτεΐνες να χρησιμοποιηθούν για τη σύνθεση των οστών. Το βρέφος πρέπει να **προσλαμβάνει τουλάχιστον** 3,8 gr λίπους ανά 100 θερμίδες, με μέγιστο τα 6 gr ανά 100 θερμίδες που αντιστοιχεί στο 30 – 54% της προσλαμβανόμενης ενέργειας. Οι ποσότητες αυτές

μπορούν να προσλαμβάνονται από το μητρικό ή από ειδικά γάλατα του εμπορίου (Thomson, 1998).

Το 55% περίπου της ενέργειας που παρέχει το μητρικό γάλα προέρχεται από το λίπος. Το αντίστοιχο ποσοστό για τα ειδικά γάλατα του εμπορίου είναι 45 – 50%. Ιδιαίτερη σημασία για τη διατροφή του βρέφους έχει η σύσταση του λίπους. Το λινελαϊκό οξύ, το οποίο είναι απαραίτητο για την ανάπτυξη και την καλή κατάσταση του δέρματος, πρέπει να παρέχει το 1,2% της προσλαμβανόμενης ενέργειας. Τόσο το μητρικό όσο και τα ειδικά γάλατα του εμπορίου, είναι πλούσια σε λινελαϊκό οξύ (5% και 10% της ενεργειακής πρόσληψης αντίστοιχα) (Thomson, 1998). Τα ω – 3 λιπαρά οξέα μακράς αλυσίδας, που περιέχονται στο μητρικό γάλα, όπως και το εικοσαπενταενοϊκό και το δοκοσα-εξαενοϊκό οξύ, είναι απολύτως αναγκαία για την ομαλή ανάπτυξη του εγκεφάλου και του αμφιβληστροειδούς χιτώνα των ματιών και γενικά όλων των κυττάρων του σώματος.

### 2.3.5. BITAMINEΣ

Οι μεταβολικές διεργασίες που επιτελούνται στο σώμα του βρέφους επιβοηθούνται από τις βιταμίνες.

#### *Υδατοδιαλυτές βιταμίνες*

**Βιταμίνη Α.** Η βιταμίνη Α είναι απαραίτητη για τη φυσιολογική όραση και για την ανάπτυξη των οστών. Είναι επίσης απαραίτητη για την ανάπτυξη του εμβρύου και για άλλες φυσιολογικές λειτουργίες, όπως η σπερματογένεση, η απόκριση του ανοσοποιητικού συστήματος, η ακοή και η ανάπτυξη. Η βιταμίνη Α, όπως και οι προβιταμίνες της, συμβάλλουν ουσιαστικά στην προστασία του οργανισμού από τις ελεύθερες ρίζες οξυγόνου με την αντιοξειδωτική τους δράση.

Τα βρέφη γεννιούνται με αποθήκες βιταμίνης Α στο ήπαρ, και αυτές, μαζί με την πρόσληψη βιταμίνης Α από το μητρικό γάλα, επαρκούν ως την ηλικία των 6 μηνών. Όταν όμως η μητέρα παρουσιάζει ανεπάρκεια σε βιταμίνη Α, μπορεί να μην είναι σε θέση να προσδώσει επαρκή ποσότητα στο βρέφος το βρέφος, ώστε αυτό να μπορέσει να αναπτύξει τις αποθήκες στο ήπαρ και να είναι σε θέση να προστατευθεί από συμπτώματα ανεπάρκειας μετά τους πρώτους 6 μήνες.

#### *Συστήνεται η πρόσληψη*

- 400μg ισοδυνάμων δραστηκότητας ρετινόλης την ημέρα κατά το πρώτο εξάμηνο και

- 500 µg στο δεύτερο εξάμηνο της ζωής του βρέφους (Trumbo et al., 2001).

Στις ανεπτυγμένες χώρες σπάνια παρατηρείται έλλειψη βιταμίνης A στα βρέφη.

**Βιταμίνη D.** Τα επίπεδα της βιταμίνης D στο νεογνό εξαρτώνται από τα επίπεδα της βιταμίνης στη μητέρα. Εάν τα επίπεδα της βιταμίνης D της μητέρας είναι ανεπαρκή κατά την εγκυμοσύνη, το νεογνό θα έχει χαμηλά επίπεδα βιταμίνης D ορού, καθώς και ανεπαρκή αποθέματα. Επιπλέον η περιεκτικότητα του μητρικού γάλακτος σε βιταμίνη D εξαρτάται από την κατάσταση του οργανισμού της μητέρας όσον αφορά στη βιταμίνη D.

Το μητρικό γάλα δεν προσφέρει στο βρέφος όλη την απαραίτητη βιταμίνη D, γι' αυτό και συστήνεται η έκθεση στον ήλιο. Όπου δεν υπάρχει αρκετή ηλιοφάνεια, χορηγείται συμπλήρωμα βιταμίνης D. Η *συνιστώμενη ημερήσια πρόσληψη* βιταμίνης D είναι περίπου 10 µg την ημέρα για τον 1<sup>ο</sup> χρόνο της ζωής του βρέφους (Trumbo et al., 2001).

Ανεπαρκής ανάπτυξη, λήθαργος ή ευερεθιστότητα είναι τα αρχικά σημάδια ανεπάρκειας βιταμίνης D. Μεγάλης διάρκειας ανεπαρκή πρόσληψη μπορεί να οδηγήσει σε ραχίτιδα και τα βρέφη, αλλά περισσότερο τα παιδιά. Στη ραχίτιδα παρατηρείται μειωμένη ασβεστοποίηση στις επιφύσεις των οστών, όταν το οστό εξακολουθεί να αναπτύσσεται. Στην Ελλάδα, λόγω της ικανοποιητικής ηλιοφάνειας, δεν υπάρχουν προβλήματα από ανεπάρκεια βιταμίνης D.

Υπερβολική πρόσληψη βιταμίνης D (>50 mg την ημέρα) μπορεί να προκαλέσει υπερασβεσταιμία, η οποία εκδηλώνεται με δίψα, ανορεξία, εμετούς, μειωμένο IQ, ανεπαρκή ανάπτυξη και κίνδυνο ασβεστοποίησης των μαλακών ιστών και δημιουργία λίθων ασβεστίου στους νεφρούς (Trumbo et al., 2001).

**Βιταμίνη E.** Η βιταμίνη E του μητρικού γάλακτος επαρκεί για τις ανάγκες του βρέφους. Η *συνιστώμενη ημερήσια πρόσληψη* είναι:

- 4 mg α – τοκοφερόλης για βρέφη 0 – 6 μηνών και
- 5 mg α – τοκοφερόλης για βρέφη 6 – 12 μηνών (Trumbo et al., 2001).

Η σχέση της τοκοφερόλης προς τα πολυακόρεστα λιπαρά οξέα του μητρικού γάλακτος (τα πολυακόρεστα λιπαρά οξέα αντιστοιχούν στο 6% της προσλαμβανόμενης ενέργειας) είναι άριστη και εμποδίζει την οξειδωση των πολυακόρεστων λιπαρών οξέων σε υπεροξειδία.

**Βιταμίνη Κ.** Η πρόσληψη της βιταμίνης Κ χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή. Κατά τη γέννηση, ο εντερικός σωλήνας του βρέφους είναι αποστειρωμένος χωρίς βακτηρίδια που αργότερα θα παράγουν βιταμίνη Κ. Επίσης, τα επίπεδα της προθρομβίνης, που παράγεται με τη βοήθεια της βιταμίνης Κ, είναι χαμηλά. Το μητρικό γάλα, και κυρίως τις πρώτες μέρες, *προσφέρει ανεπαρκή ποσότητα βιταμίνης Κ* (μόνο 2 µg/l), επομένως το βρέφος χρειάζεται να λάβει συμπλήρωμα για να προφυλαχθεί από τον κίνδυνο ενδοκρανιακής αιμορραγίας. Το αγελαδινό γάλα και τα ειδικά γάλατα του εμπορίου που βασίζονται στο αγελαδινό γάλα έχουν τετραπλάσια περιεκτικότητα σε βιταμίνη Κ από το μητρικό. Συνήθως στα βρέφη χορηγείται εφάπαξ μια δόση βιταμίνης Κ (με ενδομυϊκή ένεση 0,5 – 1 mg βιταμίνης Κ ή 1 – 2,1 mg μέσω της στοματικής οδού) στο νοσοκομείο αμέσως μετά τη γέννηση (Trumbo et al., 2001).

#### *Λιποδιαλυτές βιταμίνες*

**Βιταμίνες της ομάδας Β.** Η *συνιστώμενη ημερήσια διαιτητική πρόσληψη* βιταμινών του συμπλέγματος Β, κατά την 1<sup>η</sup> και 2<sup>η</sup> βρεφική ηλικία δίνονται στον πίνακα 5.

Πίνακας 5. Συνιστώμενη Ημερήσια Διαιτητική Πρόσληψη Βιταμινών Β. (Trumbo et al., 2001).

<b>Βιταμίνη Β</b>	<b>Ημερήσια Διαιτητική Πρόσληψη</b>	<b>Ηλικία</b>
Θειαμίνη	0,2 mg	0 – 6 μηνών
	0.3 mg	6 – 12 μηνών
Ριβοφλαβίνη	0,3 mg	0 – 6 μηνών
	0,4 mg	6 – 12 μηνών
Νιασίνη	2 mg NE*	0 – 6 μηνών
	4 mg NE*	6 – 12 μηνών
B <sub>6</sub>	0,1 mg	0 – 6 μηνών
	0,3 mg	6 – 12 μηνών
Φυλλικό οξύ	65 µg	0 – 6 μηνών
	80 µg	6 – 12 μηνών

B <sub>12</sub>	0,4 μg	0 – 6 μηνών
	0,5 μg	6 – 12 μηνών
* NE: Ισοδύναμο νιασίνης		

Αν το βρέφος καταναλώνει καθημερινά επαρκή ποσότητα μητρικού γάλακτος από υγιή και σωστά διατρεφόμενη μητέρα ή βρεφικού γάλακτος του εμπορίου, οι ανάγκες του σε βιταμίνες Β καλύπτονται. Ιδιαίτερη σημασία για την ανάπτυξη έχουν η βιταμίνη B<sub>12</sub> και το φυλλικό οξύ, επειδή παίζουν σημαντικό ρόλο στην σύνθεση του DNA.

**Βιταμίνη C.** Η βιταμίνη C, (ασκορβικό οξύ), είναι σημαντική διότι εκτός από την πρόληψη εμφάνισης σκορβούτου και τη συνδρομή στην επούλωση των πληγών, επιδρά στη λειτουργία του ανοσοποιητικού συστήματος και στη σύνθεση κολλαγόνου. Η βιταμίνη C συμμετέχει επίσης στην αντιοξειδωτική άμυνα του οργανισμού, με ιδιαίτερα σπουδαίο ρόλο ως υδατοδιαλυτή βιταμίνη.

Η βιταμίνη C είναι επίσης σημαντική διότι αυξάνει την απορρόφηση του μη – αιμοσφαιρινικού σιδήρου, ο οποίος βρίσκεται σε τρόφιμα φυτικής προέλευσης.

Η περιεκτικότητα του μητρικού γάλακτος σε βιταμίνη C εξαρτάται από τη διαιτητική πρόσληψη της μητέρας. Η *συνιστώμενη ημερήσια πρόσληψη* είναι

- 40 mg για βρέφη 0 – 6 μηνών και
- 50 mg για βρέφη 6 – 12 μηνών (Trumbo et al., 2001)

και βασίζεται στην περιεκτικότητα του μητρικού γάλακτος σε βιταμίνη C. Τα βρέφη που τρέφονται είτε με μητρικό γάλα είτε με ειδικό γάλα του εμπορίου εξασφαλίζουν επαρκή πρόσληψη βιταμίνης.

### 2.3.6. ΑΝΟΡΓΑΝΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Τα ανόργανα στοιχεία παίζουν σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη και εξέλιξη του βρέφους.

**Ασβέστιο.** Οι ανάγκες σε ασβέστιο είναι υψηλές στη βρεφική ηλικία, καθώς συντελείται ταχύτατα η ανάπτυξη του σκελετού. Το γάλα είναι πολύ καλή πηγή ασβεστίου και εξασφαλίζει στο βρέφος την απαιτούμενη ποσότητα, είτε αυτό τρέφεται με μητρικό γάλα είτε με γάλα εμπορίου.

Η απορρόφηση ασβεστίου μπορεί να μειωθεί όταν δημιουργούνται δεσμοί με μακράς αλυσίδας λιπαρά οξέα, τα οποία βρίσκονται σε υποκατάστατα μητρικού γάλακτος και σε μη – τροποποιημένο αγελαδινό γάλα. Η υποασβεσταιμία μπορεί να οδηγήσει σε τέτανο (Thacher et al, 1999). Συνήθως όμως οι διαταραχές στο μεταβολισμό του ασβεστίου που σχετίζονται με ραχίτιδα και στεατόρροια είναι αποτέλεσμα και ταυτόχρονης ανεπάρκειας σε βιταμίνη D (Thacher et al, 1999).

Η **συνιστώμενη ημερήσια πρόσληψη** ασβεστίου είναι

- 210 mg για βρέφη 0 – 6 μηνών και
- 270 mg για βρέφη 6 – 12 μηνών

**Νάτριο.** Το νάτριο είναι ο κύριος ηλεκτρολύτης των εξωκυττάρων υγρών, με σημαντικό ρόλο στη διατήρηση της ισορροπίας τους. Οι ανάγκες του βρέφους σε νάτριο καλύπτονται και από το μητρικό γάλα και το γάλα του εμπορίου.

Η **συνιστώμενη ημερήσια πρόσληψη** είναι

- 120 mg για βρέφη 0 – 6 μηνών και
- 200 mg για βρέφη 6 – 12 μηνών

Γενικά συστήνεται η αποφυγή προσθήκης αλατιού στις στέρες και ημιστέρες τροφές που καταναλώνει το βρέφος στο 2<sup>ο</sup> εξάμηνο της ζωής του, ώστε να μην επιβαρύνεται η νεφρική λειτουργία.

Τα βρέφη δεν έχουν την ίδια ικανότητα με τους ενήλικες να αποβάλλουν την περίσσεια νατρίου. Η ικανότητα αυτή αρχίζει να αναπτύσσεται από την ηλικία των 4 περίπου μηνών. Επομένως, το τρόφιμο που προστίθεται στο διαιτολόγιο του βρέφους κατά το 1<sup>ο</sup> έτος της ζωής πρέπει να είναι χαμηλής περιεκτικότητας σε νάτριο και να μην προστίθεται αλάτι στο φαγητό.

**Σίδηρος.** Πριν από τον τοκετό το έμβryo εναποθηκεύει σίδηρο ανάλογα με το μέγεθος του σώματός του. Τα πρώιμα ή τα λιποβαρή βρέφη έχουν μικρές ποσότητες εναποθηκευμένου σιδήρου. Ακόμα και τελειόμηνα βρέφη που γεννιούνται με φυσιολογικό τοκετό βρίσκονται σε κίνδυνο ανεπάρκειας σιδήρου, διότι λόγω του υψηλού ρυθμού ανάπτυξης, αυξάνεται και ο όγκος του αίματος. Τα επίπεδα της αιμοσφαιρίνης 17 – 19 g/dl αίματος, ενώ στις πρώτες 6 – 8 εβδομάδες μειώνονται στα 10 – 11 g/dl (Trumbo et al, 2001). Οι ανάγκες του βρέφους σε σίδηρο καλύπτονται από δύο πηγές: από τα αποθέματα που δημιουργήθηκαν από την εγκυμοσύνη και από

την τροφή. Το 49% του σιδήρου από το μητρικό γάλα, το 10% από το αγελαδινό και το 4% από τα ειδικά γάλατα του εμπορίου, απορροφάται (Trumbo et al, 2001). Ο συνδυασμός αυτών των δύο πηγών καλύπτει τις ανάγκες του βρέφους τους πρώτους 4 – 6 μήνες ζωής, αργότερα όμως δεν επαρκεί, με αποτέλεσμα να χρειάζεται ο εμπλουτισμός των τροφίμων, προκειμένου να καλύπτεται το σύνολο των αναγκών. Τα βρέφη που διατρέφονται μόνο με μητρικό γάλα βρίσκονται σε αυξημένο κίνδυνο για εμφάνιση αρνητικού ισοζυγίου σιδήρου μετά τον 6<sup>ο</sup> μήνα της ζωής τους, ενώ οι εναποθηκευμένες ποσότητες σιδήρου εκμηδενίζονται ως τον 6<sup>ο</sup> – 9<sup>ο</sup> μήνα. Η εισαγωγή ατροποποιητού αγελαδινού γάλακτος στη διατροφή του βρέφους, πριν συμπληρωθεί ο πρώτος χρόνος της ζωής, αφενός δεν προσφέρει επαρκή σίδηρο για το βρέφος και αφετέρου μπορεί να προκαλέσει μικροαιμορραγίες από το πεπτικό σύστημα, που δημιουργούν σοβαρή αναιμία.

Με την εισαγωγή των στερεών και ημι – στερεών τροφών στη διατροφή του βρέφους, θα πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στην περιεκτικότητα των προσφερόμενων τροφών σε σίδηρο και στη βιοδιαθεσιμότητα του σιδήρου στις τροφές. Υπάρχουν ορισμένοι παράγοντες που μπορεί να συντελέσουν στην αύξηση ή στη μείωση της βιοδιαθεσιμότητας του σιδήρου. Στους παράγοντες που αυξάνουν τη βιοδιαθεσιμότητα του σιδήρου περιλαμβάνονται, η βιταμίνη C και το όξινο περιβάλλον, ενώ παράγοντες που τη μειώνουν είναι οι ταννίνες, οι μη – αμυλούχοι πολυσακχαρίτες, τα φυτικά οξέα, τα φωσφορικά άλατα, τα οξαλικά άλατα, το ασβέστιο και οι πολυφαινόλες (Trumbo et al, 2001).

Η *συνιστώμενη ημερήσια πρόσληψη* σιδήρου είναι:

- 0,27 mg για βρέφη 0 – 6 μηνών και
- 11 mg για βρέφη 6 – 12 μηνών

**Ψευδάργυρος.** Ο ψευδάργυρος είναι συστατικό πολλών ενζύμων στον οργανισμό και έχει ουσιώδη συμμετοχή σε πολλές μεταβολικές διεργασίες, όπως η σύνθεση πρωτεΐνης και νουκλεϊκών οξέων. Ο ψευδάργυρος απορροφάται κυρίως στο δωδεκαδάκτυλο ενώ η κύρια οδός απέκκρισής του είναι το πεπτικό σύστημα και δευτερευόντως οι νεφροί και η επιδερμίδα. Η λακτόζη αυξάνει την απορρόφηση του ψευδαργύρου. Το μητρικό γάλα επαρκεί για να καλύψει τις ανάγκες του βρέφους για τους πρώτους έξι μήνες της ζωής του.



Αποθηκευμένος ψευδάργυρος δεν υπάρχει κατά τη γέννηση. Όμως, τα επίπεδα του στους ιστούς είναι παρόμοια με αυτά ενός ενηλίκου. Επομένως, είναι απαραίτητη η πρόσληψη ψευδαργύρου από την τροφή. Η *συνιστώμενη πρόσληψη* είναι

- 2 mg ημερησίως κατά το 1<sup>ο</sup> εξάμηνο και
- 3 mg ημερησίως κατά το 2<sup>ο</sup> εξάμηνο

Η βιοδιαθεσιμότητα είναι μεγαλύτερη στο μητρικό γάλα, συγκριτικά με το αγελαδινό και τα ειδικά γάλατα του εμπορίου (59% ή και περισσότερο, 43 – 53% και 26 – 40% αντίστοιχα) και επομένως, οι συστάσεις βασίζονται στις ανάγκες του βρέφους σε ψευδάργυρο, όταν αυτό τρέφεται με υποκατάστατα μητρικού γάλακτος (Trumbo et al, 2001).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### 3. ΕΙΔΙΚΑ ΓΑΛΑΤΑ ΤΟΥ ΕΜΠΟΡΙΟΥ

Το μητρικό γάλα παρουσιάζει μία σειρά από πλεονεκτήματα που το καθιστούν σαφώς το πλέον κατάλληλο τρόφιμο για τον 1<sup>ο</sup> 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. Επιπρόσθετα, η βιοδιαθεσιμότητα των θρεπτικών συστατικών στο μητρικό γάλα είναι υψηλότερη από αυτή στα υποκατάστατα γάλακτος. Παράλληλα όμως, στις σπάνιες περιπτώσεις που ο θηλασμός δεν μπορεί να επιτευχθεί, η επιστήμη προχώρησε στη δημιουργία υποκατάστατων του μητρικού γάλακτος. Στην εποχή μας κυκλοφορεί ποικιλία από ειδικά βρεφικά γάλατα που μοιάζουν λιγότερο ή περισσότερο με το μητρικό, τα οποία χρησιμοποιούνται για να τραφούν τα βρέφη όταν αυτά δεν μπορούν να θηλάσουν ή μετά από τη διακοπή του μητρικού θηλασμού ή συγχρόνως με το θηλασμό, όταν το μητρικό γάλα δεν επαρκεί.

#### 3.1 ΣΥΣΤΑΣΗ ΕΙΔΙΚΩΝ ΓΑΛΑΤΩΝ ΤΟΥ ΕΜΠΟΡΙΟΥ ΓΙΑ ΒΡΕΦΗ

Τα βρεφικά γάλατα του εμπορίου παρασκευάζονται σύμφωνα με ορισμένες ειδικές προδιαγραφές και διακρίνονται σε 1<sup>ης</sup> και 2<sup>ης</sup> βρεφικής ηλικίας.

Η σύνθεσή τους πρέπει να μοιάζει όσο το δυνατόν περισσότερο με το μητρικό γάλα. Οι εταιρίες παρασκευής των υποκατάστατων χρησιμοποιούν ως βάση αποβουτυρωμένο αγελαδινό γάλα ή ένα μείγμα αποβουτυρωμένου αγελαδινού γάλακτος με πρόσθετη πρωτεΐνη ορού. Το λίπος του αγελαδινού γάλακτος αντικαθίσταται από φυτικά έλαια. Προστίθενται ακόμα λακτόζη, βιταμίνες και ανόργανα στοιχεία σε αναλογίες τέτοιες που να κάνουν τη σύσταση και τη θερμιδική αξία του γάλακτος αυτού να μοιάζει αρκετά με αυτή του μητρικού.

Οι πρωτεΐνες του μητρικού γάλακτος είναι η πρωτεΐνη ορού (γαλακτολευκοματίνες και γαλακτοσφαιρίνες) και η καζεΐνη σε αναλογία 80/20. Στο αγελαδινό γάλα η αναλογία αντιστρέφεται σε 20/80. μερικά βρεφικά γάλατα εμπορίου διατηρούν την αναλογία πρωτεΐνης ορού προς καζεΐνη σε 20/80, ενώ σε

άλλα προστίθεται πρωτεΐνη ορού, ώστε η αναλογία να τροποποιηθεί και να γίνει 60/40. και οι δύο τύποι θεωρούνται κατάλληλοι για τελειόμηνα βρέφη, ενώ για τα πρόωρα προτιμάται η σύνθεση με η μεγαλύτερη αναλογία πρωτεΐνης ορού. Επίσης, καθώς το μητρικό γάλα είναι καλή πηγή του αμινοξέος ταυρίνη, σε πολλά βρεφικά γάλατα του εμπορίου προστίθεται ταυρίνη σε ποσότητα τέτοια, ώστε να μοιάζουν με το μητρικό γάλα. Γενικά, στα ειδικά γάλατα του εμπορίου η εικόνα των αμινοξέων προσομοιάζει με αυτή του μητρικού γάλακτος.

Όσον αφορά στις βιταμίνες και τα ανόργανα στοιχεία, η απορρόφηση τους είναι καλύτερη όταν προέρχονται από το μητρικό γάλα, παρά από ειδικό γάλα του εμπορίου. Για να ξεπεραστεί αυτό το μειονέκτημα της χαμηλής βιοδιαθεσιμότητας, προστίθενται ποσότητες ανόργανων στοιχείων μεγαλύτερες από αυτές του μητρικού γάλακτος, προκειμένου να αυξηθούν τα επίπεδα απορρόφησης. Συνήθως γίνεται εμπλουτισμός με σίδηρο, ψευδάργυρο και βιταμίνη D. Η μείωση της συχνότητας εμφάνισης της αναιμίας στα βρέφη θεωρείται ότι σχετίζεται με τον εμπλουτισμό των παρασκευασμάτων για βρέφη με σίδηρο. Η διαδεδομένη άποψη ότι τα εμπλουτισμένα με σίδηρο παρασκευάσματα προκαλούν σε ορισμένα βρέφη δυσκοιλιότητα, υδαρή κόπρανα, κολικούς και αναγωγές δεν έχει επιβεβαιωθεί από τις κλινικές μελέτες .

Το συνηθισμένο ατροποποίητο γάλα του εμπορίου (αγελαδινό) δεν πρέπει να χρησιμοποιείται ως υποκατάστατο, κατά την περίοδο που το μητρικό ή το ειδικό γάλα του εμπορίου είναι το κύριο τρόφιμο για το βρέφος, διότι είναι φτωχό σε σίδηρο και βιταμίνη C. Η κατανάλωση του αγελαδινού γάλακτος δεν συστήνεται πριν το 1<sup>ο</sup> έτος ηλικίας. Το πεπτικό σύστημα του παιδιού μπορεί να είναι ευαίσθητο στην πρωτεΐνη του αγελαδινού γάλακτος με αποτέλεσμα να δημιουργούνται μικροαιμορραγίες και να επιδεινώνεται η ανεπάρκεια σιδήρου. Επίσης, μπορεί να προκληθεί μια χρόνια αλλεργία στο αγελαδινό γάλα. Τέλος, μπορεί να αυξηθεί ο κίνδυνος εμφάνισης σακχαρώδη διαβήτη και λόγω αυξημένης περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη, μπορεί να εμφανιστεί πρόβλημα στη νεφρική ηλικία του βρέφους. Ο ενδεδειγμένος χρόνος εισαγωγής του αγελαδινού γάλακτος στο ημερήσιο διαιτολόγιο είναι αυτός, κατά τον οποίο το βρέφος προσλαμβάνει τα 2/3 της συνολικής ενέργειας από μια ισορροπημένη δίαιτα που αποτελείται από δημητριακά, λαχανικά, φρούτα και άλλα τρόφιμα (συνήθως μετά το 12<sup>ο</sup> μήνα). Αυτό το γάλα πρέπει να είναι πλήρες και θα μπορούσε να είναι εμπλουτισμένο σε βιταμίνες A και D. Το ημιαποβουτυρωμένο ή αποβουτυρωμένο γάλα θεωρείται κατάλληλο για παιδιά ηλικίας άνω των 2 ετών.

Υπάρχει μεγάλη ποικιλία υποκατάστατων του μητρικού γάλακτος. Στα περισσότερα χρησιμοποιούνται ως βάση οι πρωτεΐνες του αγελαδινού γάλακτος, ενώ σε ορισμένα χρησιμοποιούνται οι πρωτεΐνες της σόγιας. Οι δύο αυτοί τύποι υποκατάστατων θεωρούνται ισοδύναμοι από διατροφική άποψη, αλλά διαφέρουν όσον αφορά στο είδος της πρωτεΐνης και των υδατανθράκων που περιέχουν. Επίσης, κυκλοφορούν στο εμπόριο γάλατα εμπλουτισμένα με νουκλεοτίδια, υποαλλεργικά γάλατα (περιέχουν υδρολυμένη πρωτεΐνη), καθώς και γάλατα 2<sup>ns</sup> βρεφικής ηλικίας απλά ή εμπλουτισμένα με καλλιέργειες προβιοτικών μικροοργανισμών και γάλατα για παιδιά ηλικίας μεγαλύτερης του ενός έτους. Πιστεύεται ότι τα παιδιά δεν χρειάζεται να καταναλώνουν αυτά τα παρασκευάσματα, εκτός αν δεν προσλαμβάνουν ικανοποιητική ποσότητα στερεών τροφών.

Πρόσφατα, άρχισε να διερευνάται η επίδραση των παρασκευασμάτων που στηρίζονται στη σόγια, στην υγεία των βρεφών. Τα βρέφη, τα οποία τρέφονται με γάλα σόγιας, απορροφούν τα ανόργανα στοιχεία και αναπτύσσονται όπως τα βρέφη που καταναλώνουν παρασκευάσματα που βασίζονται στο αγελαδινό γάλα (Irvine et al., 1998). Ο προβληματισμός για τα παρασκευάσματα με βάση τη σόγια οφείλεται στην έκθεση αυτών των βρεφών σε φυτοοιστρογόνα ή ισοφλαβόνες, η οποία είναι χιλιάδες φορές μεγαλύτερη από αυτή των βρεφών που θηλάζουν ή σιτίζονται με παρασκευάσματα που έχουν ως βάση το αγελαδινό γάλα. Σε μελέτες που έγιναν, οι συγκεντρώσεις αυτών των ουσιών στο πλάσμα βρεφών που τρέφονται με γάλατα σόγιας ήταν σημαντικά υψηλότερες από αυτές των βρεφών που θηλάζαν ή σιτίζονταν με παρασκευάσματα που έχουν ως βάση το αγελαδινό γάλα (Irvine et al., 1998). Η βιολογική σημασία αυτού του ευρήματος δεν έχει ακόμα κατανοηθεί πλήρως.

Συνήθως τα ειδικά γάλατα του εμπορίου κυκλοφορούν σε μορφή σκόνης, η οποία διαλύεται σε νερό σύμφωνα με τις οδηγίες που αναγράφονται στη συσκευασία. Για την παρασκευή του γάλακτος θα πρέπει να χρησιμοποιείται πάντα βρασμένο νερό, ενώ όλα τα σκεύη που χρησιμοποιούνται θα πρέπει να καθαρίζονται σχολαστικά και να αποστειρώνονται. Μετά τους έξι πρώτους μήνες η αποστείρωση των σκευών δεν είναι πλέον απαραίτητη. Γενικά, η συντήρηση του υποκατάστατου γάλακτος, καθώς και η προετοιμασία του θα πρέπει να γίνονται με ιδιαίτερη προσοχή, για να μην υπάρξει επιμόλυνση αυτού με μικροοργανισμούς που θα μπορούσαν να προκαλέσουν στο βρέφος λοίμωξη του πεπτικού. Οι ποσότητες του γάλακτος που παρασκευάζονται θα πρέπει να προσφέρονται άμεσα στο βρέφος, ενώ το γάλα που περισσεύει θα πρέπει να πετιέται και να μην ξαναχρησιμοποιείται. Το παρασκεύασμα

για βρέφη αφού ανοιχθεί, θα πρέπει να καταναλωθεί μέσα στο χρονικό διάστημα που ορίζει η παρασκευάστρια εταιρία.

### **3.2 ΕΙΔΙΚΑ ΓΑΛΑΤΑ ΓΙΑ ΒΡΕΦΗ ΜΕ ΕΙΔΙΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ**

Σε παθολογικές περιπτώσεις, όπου τα συνηθισμένα βρεφικά γάλατα δεν είναι κατάλληλα για το βρέφος, υπάρχουν ειδικά γάλατα ανάλογα με το υπάρχον πρόβλημα. Τέτοιες καταστάσεις είναι η δυσανεξία στη λακτόζη, η πρόωρη γέννηση ή κάποιες ενδογενείς διαταραχές του μεταβολισμού. Για τα βρέφη με δυσανεξία στη λακτόζη συστήνεται γάλα σόγιας, στο οποίο αντί της λακτόζης προστίθεται χυμός καλαμποκιού και σακχαρόζη. Προσωρινή δυσανεξία στη λακτόζη μπορεί να προκληθεί κατά τη διάρκεια γαστρεντερίτιδας. Στην περίπτωση αυτή ίσως χρειαστεί να δοθεί στο βρέφος προσωρινά γάλα σόγιας. Γάλα σόγιας συστήνεται να δίνεται σε βρέφη φυτοφάγων οικογενειών, σε βρέφη που πάσχουν από γαλακτοζαιμία, πρωτοπαθή έλλειψη λακτάσης ή δευτεροπαθή δυσανεξία στη λακτόζη και σε βρέφη τα οποία θεωρούνται δυνητικά αλλεργικά στο αγελαδινό γάλα, χωρίς όμως να έχουν εμφανίσει συμπτώματα αλλεργίας. Το γάλα σόγιας δεν συστήνεται σε βρέφη που έχουν ήδη εμφανίσει αλλεργία σε τρόφιμα, διότι πολλά βρέφη που είναι αλλεργικά στο αγελαδινό γάλα εμφανίζουν αλλεργία και στο γάλα σόγιας.

Κάποια βρέφη έχουν ενδογενείς διαταραχές του μεταβολισμού (π.χ. φαινυλοκετονουρία) και δεν μπορούν να μεταβολίσουν συγκεκριμένα θρεπτικά συστατικά. Για το λόγο αυτό, κυκλοφορούν ειδικά γάλατα που δεν περιέχουν στη σύνθεσή τους τα συστατικά αυτά. Επίσης, κυκλοφορούν ειδικά υποαλλεργικά γάλατα για βρέφη που εμφανίζουν αλλεργικές αντιδράσεις. Βρέφη αλλεργικά στα προϊόντα σόγιας μπορούν να καταναλώνουν παρασκευάσματα που περιέχουν υδρολυμένη καζεΐνη.

Τα πρόωρα βρέφη έχουν διαφορετικές ανάγκες από τα τελειόμηνα. Πιο συγκεκριμένα, χρειάζονται πιο εύπεπτη σύνθεση και συγχρόνως πιο πλούσια σε θρεπτικά συστατικά, όπως πρωτεΐνη, ανόργανα στοιχεία και βιταμίνες. Τα ειδικά γάλατα που προορίζονται για τα πρόωρα βρέφη τροποποιούνται ανάλογα, ώστε να καλύπτουν τις ανάγκες τους.

### **3.3. ΚΟΙΝΑ ΘΕΜΑΤΑ ΥΓΕΙΑΣ ΠΟΥ ΣΧΕΤΙΖΟΝΤΑΙ ΜΕ ΤΗ ΔΙΑΤΡΟΦΗ ΤΟΥ ΒΡΕΦΟΥΣ**

#### 3.3.1. Έλλειψη σιδήρου

Η έλλειψη σιδήρου και η σιδηροπενική αναιμία είναι το συχνότερο πρόβλημα υγείας που συναντάται στα βρέφη και τα μικρά παιδιά στις αναπτυγμένες χώρες (Male et al., 2001, Yip et al., 1989). Αφορά κυρίως βρέφη μεγαλύτερα των 4 – 6 μηνών, διότι μέχρι αυτή την ηλικία δεν έχουν εξαντληθεί οι αποθήκες σιδήρου του οργανισμού και τα βρέφη είτε θηλάζουν είτε τρέφονται με υποκατάστατα του μητρικού γάλακτος που είναι εμπλουτισμένα με σίδηρο.

Παλαιότερα υπήρχε η πεποίθηση ότι η έλλειψη σιδήρου προκαλεί μόνο αιματολογικά προβλήματα. Η σιδηροπενία και κυρίως η σιδηροπενική αναιμία, συσχετίζονται με καθυστέρηση της σωματικής και ψυχοκινητικής ανάπτυξης και με αυξημένο κίνδυνο για λοιμώξεις. Υπάρχουν ενδείξεις ότι οι συνέπειες της σιδηροπενικής αναιμίας στα βρέφη, όσον αφορά στη διανοητική και ψυχοκινητική τους ανάπτυξη, μπορεί να εξακολουθούν και στην παιδική ηλικία, παρά τη θεραπευτική αντιμετώπιση της σιδηροπενικής αναιμίας (Male et al., 2001, Angulo-Kuzler et al., 2002, Walker, 1989). Συνεπώς, η πρόληψη της σιδηροπενικής αναιμίας έχει μεγάλη σημασία για την ανάπτυξη του βρέφους.

Η κατάσταση σήμερα έχει βελτιωθεί, κυρίως λόγω της διάθεσης υποκατάστατων μητρικού γάλακτος δεύτερης βρεφικής ηλικίας που είναι εμπλουτισμένα σε σίδηρο και της σύστασης να μη δίνεται αγελαδινό γάλα σε βρέφη. Διαιτητικοί παράγοντες που μπορεί να ευθύνονται για την έλλειψη σιδήρου είναι η πρόωμη εισαγωγή του αγελαδινού γάλακτος και / ή στερεών τροφών στη διατροφή του βρέφους, η παράταση της περιόδου αποκλειστικής σίτισης με γάλα, η καθυστερημένη εισαγωγή στερεών τροφών στη διατροφή του βρέφους, η προσφορά στερεών τροφών σε μικρή χρονική απόσταση από το θηλασμό, η χαμηλή περιεκτικότητα της δίαιτας σε τρόφιμα πλούσια σε σίδηρο, η χαμηλή πρόσληψη βιταμίνης C και η έλλειψη πληροφόρησης για τους παράγοντες που επηρεάζουν την απορρόφηση του σιδήρου.

### 3.3.2. Αλλεργικές αντιδράσεις

Οι αλλεργικές αντιδράσεις των βρεφών σε συστατικά των τροφών είναι πολύ συνηθισμένο φαινόμενο, το οποίο παρουσιάζει αυξημένες τάσεις τις τελευταίες δεκαετίες. Οι αλλεργίες είναι συχνότερες στα παιδιά παρά στους ενήλικες, και αυτό πιθανώς συμβαίνει διότι το ανοσοποιητικό σύστημα του ανθρώπου ωριμάζει και γίνεται περισσότερο ανεκτικό σε εξωτερικούς παράγοντες. Οι αλλεργικές αντιδράσεις οφείλονται σε αντιγόνα των τροφίμων που διέρχονται από το πεπτικό σύστημα του ανθρώπου. Τότε παράγονται αντισώματα, τα οποία συνδέονται με τα συγκεκριμένα αντιγόνα και προκαλείται ευαισθητοποίηση του οργανισμού.

Τα αντιγόνα των τροφίμων συνήθως είναι πρωτεΐνες, μπορεί όμως να είναι και πολυσακχαρίτες. Το αγελαδινό γάλα και η σόγια θεωρούνται ισχυρά αλλεργιογόνα (Thomson, 1998). Τα συμπτώματα των τροφικών αλλεργιών εκδηλώνονται στο πεπτικό σύστημα (εμετός, διάρροια, αιμορραγίες), στο αναπνευστικό (ρινίτιδα, άσθμα, αναφυλαξία), στο δέρμα (έκζεμα) και στη συμπεριφορά (υπερδραστηριότητα).

Οι παράγοντες κινδύνου για την εμφάνιση τροφικών αλλεργιών περιλαμβάνουν τη γενετική προδιάθεση (οικογενειακό ιστορικό αλλεργίας), την ανοσολογική προδιάθεση (αυξημένη συγκέντρωση ανοσοσφαιρίνης E) στο αίμα του ομφάλιου λώρου) και άλλους παράγοντες, όπως τον τύπο του γάλακτος που δίνεται στο βρέφος, τη διατροφή της μητέρας κατά τη διάρκεια του θηλασμού, το χρόνο και τον τρόπο εισαγωγής των στερεών τροφών στη διατροφή του βρέφους καθώς και περιβαλλοντικούς παράγοντες (Thomson, 1998). Τα βρέφη που έχουν οικογενειακό ιστορικό αλλεργίας είναι σκόπιμο να θηλάσουν αποκλειστικά τουλάχιστον για τους πρώτους έξι μήνες, ενώ οι μητέρες των βρεφών αυτών πρέπει να αποφεύγουν να καταναλώνουν τρόφιμα που είναι γνωστά αλλεργιογόνα ή να περιορίζουν την κατανάλωσή τους. Η εισαγωγή στέρεων τροφών στη διατροφή αυτών των βρεφών πρέπει να γίνεται μετά τον 6<sup>ο</sup> μήνα, ενώ η εισαγωγή αλλεργιογόνων τροφών, όπως το αγελαδινό γάλα, να καθυστερεί ακόμα περισσότερο.

### 3.3.3. Δυσκοιλιότητα

Τα βρέφη θεωρείται ότι υποφέρουν από δυσκοιλιότητα, όταν έχουν αραιές κενώσεις (κάθε 5 – 7 μέρες) σκληρής υφής. Η δυσκοιλιότητα εμφανίζεται σπάνια σε βρέφη που θηλάζουν, διότι φαίνεται ότι το μητρικό γάλα έχει μια ήπια καθαρτική δράση. Παρατηρείται συχνότερα σε βρέφη που τρέφονται με τα ειδικά γάλατα του

εμπορίου. Η δυσκοιλιότητα συνήθως οφείλεται σε χαμηλή πρόσληψη υγρών, που μπορεί να είναι αποτέλεσμα κατανάλωσης πολύ συμπυκνωμένου γάλακτος. Η αντιμετώπιση της δυσκοιλιότητας στα βρέφη ηλικίας έως 4 μηνών περιλαμβάνει την αύξηση της πρόσληψης υγρών, ενώ σε μεγαλύτερα βρέφη (μετά τον 6<sup>ο</sup> μήνα) περιλαμβάνει τη σταδιακή αύξηση της πρόσληψης φυτικών ινών, την αύξηση της κατανάλωσης φρούτων, λαχανικών και οσπρίων και την αύξηση της πρόσληψης υγρών. Γενικά, η δυσκοιλιότητα είναι ένας από τους κύριους λόγους που μπορεί να προκαλέσει την εισαγωγή της στέρεας τροφής πριν την ηλικία των έξι μηνών.

#### 3.3.4. Αναγωγές

Οι αναγωγές, η εξαγωγή δηλαδή μικρής ποσότητας γάλακτος, συμβαίνει λόγω του γαστρο – οισοφαγικού αντανακλαστικού, το οποίο οφείλεται στην αδυναμία του οισοφαγικού σφιγκτήρα. Οι αναγωγές είναι πολύ συχνές στα νεογνά και μειώνονται με την πάροδο του χρόνου. Ένας τρόπος αντιμετώπισης τους είναι η αποφυγή κατανάλωσης μεγάλων ποσοτήτων γάλακτος. Αντίθετα, οι αλλαγές του γάλακτος που καταναλώνει το βρέφος δε φαίνεται να έχουν αποτέλεσμα.

#### 3.3.5. Γαστρεντερικές λοιμώξεις

Οι γαστρεντερικές λοιμώξεις εξακολουθούν να αποτελούν μία από τις κύριες αιτίες θανάτου των βρεφών, τόσο στις αναπτυσσόμενες όσο και στις αναπτυγμένες χώρες. Τα αίτιά τους είναι ιοί, βακτήρια ή παράσιτα. Τα κύρια συμπτώματα των γαστρεντερικών λοιμώξεων είναι η διάρροια και ο εμετός που ορισμένες φορές συνοδεύεται από πυρετό. Οι επιπτώσεις των γαστρεντερικών λοιμώξεων στον οργανισμό αφορούν κυρίως στην αφυδάτωση του οργανισμού λόγω μεγάλης απώλειας υγρών και ηλεκτρολυτών, η οποία εφόσον δεν αντιμετωπιστεί άμεσα, ενδέχεται να γίνει επικίνδυνη ακόμα και για τη ζωή του βρέφους. Τα συμπτώματα της ήπιας ή μέτριας αφυδάτωσης στα βρέφη είναι η ελάττωση της δραστηριότητας, η μικρή διούρηση, η έλλειψη δακρύων, η αφυδάτωση του στόματος και της γλώσσας.

Εκτός από την πρόκληση αφυδάτωσης η διάρροια ευθύνεται και για τη ραγδαία επιδείνωση της διατροφικής κατάστασης του βρέφους που συχνά είναι αποτέλεσμα της νηστείας που χρησιμοποιείται για την αντιμετώπιση της διάρροιας και της μειωμένης απορρόφησης θρεπτικών συστατικών. Τα βρέφη υφίστανται ευκολότερα τις δυσμενείς συνέπειες της διάρροιας στη διατροφική τους κατάσταση, επειδή έχουν υψηλότερες απαιτήσεις σε θρεπτικά συστατικά, μικρότερες αποθήκες



θρεπτικών συστατικών και υποφέρουν συχνότερα και από σοβαρότερης μορφής διάρροιες. Γενικά, με την αντιμετώπιση της διάρροιας συστήνεται ο συνδυασμός της από του στόματος χορήγησης θεραπείας επανενυδάτωσης και της σίτισης του βρέφους με τη συνήθη διατροφή του το δυνατό συντομότερο. Ειδικότερα (Gracey, 1999):

- Βρέφη που θηλάζουν πρέπει να συνεχίσουν να θηλάζουν κανονικά.
- Βρέφη που τρέφονται με τα ειδικά γάλατα του εμπορίου πρέπει να συνεχίσουν να καταναλώνουν γάλα. Λόγω των γαστρεντερικών λοιμώξεων είναι δυνατό ορισμένες φορές να προκληθεί δυσανεξία στη λακτόζη. Σ' αυτές τις περιπτώσεις θα μπορούσε να εξεταστεί η προσωρινή αραίωση του γάλακτος που περιέχει λακτόζη.

### **3.4. ΔΙΑΤΡΟΦΗ ΠΡΟΩΡΩΝ ΒΡΕΦΩΝ ή ΧΑΜΗΛΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΚΑΤΑ ΤΗ ΓΕΝΝΗΣΗ**

Ο αριθμός των πρόωρων βρεφών και των βρεφών χαμηλού βάρους κατά τη γέννηση αυξάνεται διαρκώς τα τελευταία χρόνια (Ventura et al., 1998). Υψηλότερος αριθμός γεννήσεων βρεφών χαμηλού βάρους παρατηρείται στις αναπτυσσόμενες χώρες και σε περιπτώσεις έφηβων μητέρων (Ventura et al., 1998).. Παράλληλα έχει σημειωθεί αξιοσημείωτη πρόοδος στην αντιμετώπιση τέτοιων περιπτώσεων, έτσι ώστε βρέφη χαμηλού ή πολύ χαμηλού βάρους κατά τη γέννηση να είναι δυνατό να επιβιώσουν χωρίς μακροχρόνιες συνέπειες για την υγεία τους. Η θνησιμότητα των βρεφών χαμηλού βάρους κατά τη γέννηση είναι κατά πολύ υψηλότερη αυτής των βρεφών φυσιολογικού βάρους. Όταν το βάρος του βρέφους κατά τη γέννηση είναι μικρότερο από 2,5 κιλά, ο κίνδυνος βρεφικού θανάτου αυξάνει κατά 5 – 65 φορές, σε σχέση με το γενικό κίνδυνο ανάλογα με το βάρος γέννησης (Ventura et al., 1998)..

Τα βρέφη χαμηλού βάρους κατά τη γέννηση μπορούν να διακριθούν σε τρεις κατηγορίες:

- Βρέφη χαμηλού βάρους κατά τη γέννηση, τα οποία ζυγίζουν λιγότερο από 2,5 κιλά
- Βρέφη πολύ χαμηλού βάρους κατά τη γέννηση, τα οποία ζυγίζουν λιγότερο από 1,5 κιλό

- Βρέφη εξαιρετικά χαμηλού βάρους κατά τη γέννηση, τα οποία ζυγίζουν λιγότερο από 1 κιλό.

Οι διατροφικές ανάγκες των πρόωρων βρεφών χαμηλού βάρους είναι διαφορετικές από των τελειόμηνων βρεφών χαμηλού βάρους. Ανάλογα με τη διάρκεια της κύησης, τα πρόωρα βρέφη έχουν χάσει πολλές από τις αναπτυξιακές φάσεις που συμβαίνουν κατά το τελευταίο τρίμηνο της εγκυμοσύνης. Στο διάστημα μεταξύ της 24<sup>ης</sup> και 36<sup>ης</sup> εβδομάδας, το βάρος του εμβρύου αυξάνεται με ρυθμό 15 – 20 γραμ. ανά κιλό βάρους την ημέρα. Αυτή η αύξηση του βάρους είναι συγκρίσιμη μόνο με την αύξηση βάρους των παιδιών που αναρρώνουν από κατάσταση σοβαρού υποσιτισμού. Τα πρόωρα βρέφη εμφανίζουν παρόμοια προβλήματα με αυτά τα παιδιά σε σχέση με την παροχή ενέργειας, πρωτεΐνης και μεταλλικών στοιχείων.

#### 3.4.1. Ενέργεια

Τα βρέφη χαμηλού βάρους κατά τη γέννηση, τελειόμηνα ή πρόωρα, έχουν υψηλότερες ενεργειακές ανάγκες από τα τελειόμηνα βρέφη που έχουν κανονικό βάρος, γιατί έχουν υψηλότερο μεταβολικό ρυθμό ανάπαυσης, μειωμένη εντερική απορρόφηση, λιγότερο αποτελεσματική ρύθμιση της θερμοκρασίας και αυξημένο ρυθμό ανάπτυξης. Ο ρυθμός του βασικού μεταβολισμού αυξάνεται την περίοδο μετά τη γέννηση και σχετίζεται άμεσα με την ενεργειακή πρόσληψη και το ρυθμό αύξησης του βάρους. Ο ρυθμός αύξησης είναι υψηλότερος στα μικρά για την ηλικία κύησης βρέφη, σε σχέση με τα κανονικά για την ηλικία κύησης και στα βρέφη που τρέφονται με εντερική διατροφή σε σχέση με αυτά που τρέφονται με παρεντερική διατροφή. Οι ημερήσιες ενεργειακές ανάγκες των βρεφών χαμηλού βάρους κατά τη γέννηση είναι 105 – 130 θερμίδες ανά κιλό βάρους περίπου και μπορούν να καλυφθούν με πρόσληψη 180 – 200 ml μητρικού γάλακτος ανά κιλό βάρους ή 150 – 200 ml παρασκευάσματος για βρέφη ανά κιλό βάρους (Ventura et al., 1998). Ορισμένα βρέφη μπορεί να χρειάζονται υψηλότερη ενεργειακή πρόσληψη για να αυξήσουν το βάρος τους. Οι συνιστώμενες ημερήσιες διαιτητικές προσλήψεις των βρεφών που σιτίζονται με εντερική διατροφή όσον αφορά στην ενέργεια και σε ορισμένα θρεπτικά συστατικά παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 6. Συνιστώμενες ημερήσιες διαιτητικές προσλήψεις για πρόωρα βρέφη (Mahan LK, Escot-Stump S. Krause's Food, Nutrition and Diet Therapy (10<sup>th</sup> ed.) Philadelphia: Saunders, 2000).

<b>Θρεπτικά συστατικά</b>	<b>Συνιστώμενη ημερήσια πρόσληψη / κιλό</b>
<b>Ενέργεια</b> (θερμίδες)	105 – 130
<b>Πρωτεΐνες</b> (γραμ. / κιλό)	3,5 – 4,0
<b>Λίπος</b> (% συνολικής ενέργειας)	40 – 50
Λινελαϊκό οξύ (% συνολικής ενέργειας)	3 – 5
<b>Υδατάνθρακες</b> (% συνολικής ενέργειας)	40 – 50
<b>Λιποδιαλυτές Βιταμίνες</b>	
Βιταμίνη A (IU)	700 – 1500
Βιταμίνη D (IU)	150 – 400
Βιταμίνη E (IU)	6 – 12
Βιταμίνη K (μg)	8 – 10
<b>Υδατοδιαλυτές Βιταμίνες</b>	
Βιταμίνη C (mg)	18 – 24
Θειαμίνη (μg)	180 – 240
Ριβοφλαβίνη (μg)	250 – 360
Βιταμίνη B <sub>6</sub> (μg)	150 – 210
Νιασίνη (mg)	3,6 – 4,8
Παντοθενικό Οξύ (μg)	1,2 – 1,7
Βιοτίνη (μg)	3,6 – 6,0
Φυλλικό Οξύ (μg)	25 – 50
Βιταμίνη B <sub>12</sub> (μg)	0,3
<b>Ανόργανα Στοιχεία</b>	
Νάτριο (mEq / κιλό)	4 – 8
Ασβέστιο (mg / 100 θερμίδες)	175
Φωσφόρος (mg / 100 θερμίδες)	91,5
Σίδηρος (mg / κιλό)	2 – 4

### 3.4.2. Νερό

Το σώμα των πρόωρων βρεφών έχει μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε νερό (κυρίως εξωκυτταρικό) σε σχέση με το σώμα των τελειόμηνων βρεφών. Η ποσότητα του εξωκυτταρικού νερού μειώνεται σε όλα τα βρέφη τις πρώτες ημέρες της ζωής. Αυτή η μείωση συνοδεύεται από απώλεια βάρους της τάξης του 10 – 15% και βελτίωση της νεφρικής λειτουργίας. Τα βρέφη εξαιρετικά χαμηλού βάρους συχνά χάνουν έως και 20 % του βάρους που έχουν κατά τη γέννηση, χωρίς να παρουσιάσουν κάποιες επιπλοκές.

Το νερό αντιστοιχεί στο 50 – 70% της αύξησης του βάρους ενός αναπτυσσόμενου καλά σιτιζόμενου βρέφους χαμηλού βάρους κατά τη γέννηση. Οι ανάγκες του βρέφους σε νερό ποικίλλουν ανάλογα με το μέγεθός του, τη διάρκεια της κύησης, την ηλικία του και το περιβάλλον (φωτοθεραπεία, θερμό περιβάλλον). Οι ημερήσιες ανάγκες του βρέφους σε νερό, προκειμένου να αντιμετωπιστούν οι απώλειες, κυμαίνονται μεταξύ 120 – 200 ml ανά κιλό βάρους. Το ισοζύγιο υγρών του βρέφους είναι πολύ σημαντικό και πολύ ευμετάβλητο. Για το λόγο αυτό απαιτείται συνεχής παρακολούθηση της πρόσληψης υγρών.

### 3.4.3. Πρωτεΐνες

Μεταξύ της 24<sup>ης</sup> και της 36<sup>ης</sup> εβδομάδας της κύησης το άζωτο του σώματος του εμβρύου αυξάνεται από 14,6 σε 18,6 γραμ. ανά κιλό βάρους. Η πρωτεΐνη πέπτεται και απορροφάται ικανοποιητικά και περίπου το 90% του απορροφημένου διαιτητικού πρωτεϊνικού αζώτου ενσωματώνεται στους ιστούς του βρέφους. Η πρωτεΐνη πρέπει να καλύπτει περίπου το 10% της ενεργειακής πρόσληψης (Gross, 1983). Η ωριμότητα του μεταβολισμού των αμινοξέων και η ικανότητα των νεφρών να ελέγξουν τους μεταβολίτες των αμινοξέων που δεν χρησιμοποιούνται προκαλούν δυσκολίες στον καθορισμό του μίγματος των αμινοξέων που χρειάζονται τα βρέφη χαμηλού βάρους κατά τη γέννηση. Η **συνιστώμενη ημερήσια πρόσληψη** είναι 3,4 γραμ. πρωτεϊνών ανά κιλό βάρους, που θα πρέπει να αντιστοιχεί σε 10,2 – 12,4% της ενεργειακής πρόσληψης (Gross, 1983). Εάν η ημερήσια πρόσληψη των πρωτεϊνών δεν είναι ικανοποιητική, παρατηρείται χαμηλός ρυθμός ανάπτυξης, υπολευκωματιναιμία και οίδημα, ενώ αν υπερβαίνει τα 4 γραμ. ανά κιλό βάρους μπορεί να μη χρησιμοποιείται ικανοποιητικά ή να εμφανίζονται διάφορα προβλήματα υγείας. Τα αμινοξέα γλυκίνη, κυστίνη και ταυρίνη θεωρούνται απαραίτητα για τη σύνθεση των ιστών και ο ανώριμος μεταβολισμός των βρεφών δεν είναι σε θέση να

τα παράγει σε επαρκείς ποσότητες. Το μητρικό γάλα ακόμα και αν καταναλώνεται σε ποσότητες 180 – 200 ml ανά κιλό βάρους, δε μπορεί να καλύψει τις πρωτεϊνικές ανάγκες ενός βρέφους χαμηλού βάρους κατά τη γέννηση, κυρίως σε περιπτώσεις ταχείας αύξησης του βάρους. Επομένως, συστήνεται η κατανάλωση συμπληρωματικού παρασκευάσματος για βρέφη, το οποίο θα περιέχει τροποποιημένη πρωτεΐνη.

#### 3.4.4. Λίπος

Το αναπτυσσόμενο πρόωρο βρέφος και ιδιαίτερα με χαμηλό βάρος γέννησης χρειάζεται ικανοποιητική ποσότητα απορροφήσιμου λίπους, για να καλύψει τις υψηλές ενεργειακές απαιτήσεις για την αύξηση, να παρέχει τα απαραίτητα λιπαρά οξέα και να διευκολύνει την απορρόφηση των λιποδιαλυτών βιταμινών. Η πέψη και η απορρόφηση των λιπών εξαρτώνται από τις λιπάσες, και τα χολικά άλατα του βρέφους. Στα βρέφη χαμηλού βάρους κατά τη γέννηση και ιδιαίτερα στα πρόωρα, η δραστηριότητα της λιπάσης είναι χαμηλή. Αυτό μπορεί να αντισταθμιστεί από τη δραστηριότητα της λιπάσης του μητρικού γάλακτος. Η αποτελεσματικότητα της απορρόφησης του λίπους από βρέφη χαμηλού βάρους κατά τη γέννηση που θηλάζουν είναι της τάξης του 80% (Gross, 1983). Είναι χαμηλότερη σε περισσότερο πρόωρα βρέφη και σε βρέφη που τρέφονται με υποκατάστατα μητρικού γάλακτος. Συστήνεται η πρόσληψη του λίπους να αντιστοιχεί σε ποσοστό 40 – 50% της ενεργειακής πρόσληψης.

Τα βρέφη χαμηλού βάρους κατά τη γέννηση παρουσιάζουν κλινικές, βιοχημικές και ιστολογικές ενδείξεις έλλειψης των απαραίτητων λιπαρών οξέων όταν η πρόσληψη του λινελαϊκού και λινολενικού οξέος προσδίδει λιγότερο από 1% της προσλαμβανόμενης ενέργειας. **Συνιστάται** τα πρόωρα βρέφη να προσλαμβάνουν 3 – 5% και 1% της ενέργειας από το λινελαϊκό και το λινολενικό οξύ αντίστοιχα, ώστε να καλύψουν τις ανάγκες τους στα απαραίτητα λιπαρά οξέα (Gross, 1983). Τα ακόρεστα λιπαρά οξέα απορροφώνται αποτελεσματικότερα από τα κορεσμένα λιπαρά οξέα και το μητρικό γάλα περιέχει μεγάλη αναλογία ακόρεστων λιπαρών οξέων, από τα οποία το σημαντικό μέρος είναι τα ω – 3 πολυακόρεστα λιπαρά οξέα μακράς αλυσού (εικοσανοειδή) που έχουν ιδιαίτερη σημασία για την καλή λειτουργία του εγκεφάλου και του αμφιβληστροειδή χιτώνα των ματιών. Επειδή τα μέσης αλυσού ακόρεστα λιπαρά οξέα απορροφώνται καλύτερα σε σχέση με τα μακράς αλυσίδας λιπαρά οξέα,

τα παρασκευάσματα για πρόωρα βρέφη έχουν εμπλουτιστεί με αυτό τον τύπο λιπαρών οξέων.

Σύμφωνα με πρόσφατες ενδείξεις, ιδιαίτερη σημασία για τη διατροφή αυτών των βρεφών έχει η ινοσιτόλη (Hallman et al., 1992). Η ινοσιτόλη παίζει καθοριστικό ρόλο στο μεταβολισμό των λιπιδίων και προάγει την ομαλή ανάπτυξη του βρέφους. Ο εμπλουτισμός της διατροφής των πρόωρων βρεφών με ινοσιτόλη μειώνει τον κίνδυνο πνευμονολογικών και οφθαλμολογικών βλαβών.

#### 3.4.5. Υδατάνθρακες

Τα βρέφη χαμηλού βάρους κατά τη γέννηση κινδυνεύουν από υπογλυκαιμία πολύ περισσότερο σε σχέση με τα βρέφη που έχουν κανονικό βάρος για την ηλικία της κύησης. Τα βρέφη πολύ χαμηλού βάρους κατά τη γέννηση εμφανίζουν επιπρόσθετα παρεμπόδιση της νεογλυκονεογένεσης και περιορισμένης οξειδωσης του λίπους. Ως αποτέλεσμα, τα βρέφη χαμηλού βάρους κατά τη γέννηση χρειάζονται γλυκόζη ως το κύριο οξειδωτικό υπόστρωμα για τον εγκέφαλο. Η κατανάλωση της γλυκόζης από αυτά τα βρέφη (5-6 γραμ. / κιλό / λεπτό) είναι υψηλότερη από αυτή των τελειόμηνων βρεφών φυσιολογικού βάρους (3-5 γραμ. / κιλό / λεπτό) (Gross, 1983). Ακόμα και μέτρια υπογλυκαιμία μπορεί να επηρεάσει τη μετέπειτα ψυχοκινητική και νευρολογική ανάπτυξη του βρέφους. Η ημερήσια πρόσληψη υδατανθράκων πρέπει να παρέχει ποσοστό 40 – 50% της ενεργειακής πρόσληψης (Gross, 1983).

Στα πρόωρα βρέφη η δραστηκότητα της λακτάσης είναι χαμηλή, με αποτέλεσμα να τίθεται υπό αμφισβήτηση η ικανότητα των βρεφών να πέπτουν ικανοποιητικά τη λακτόζη. Αντίθετα, επειδή η δραστηκότητα της σακχαράσης στις αρχές του τρίτου τριμήνου αντιστοιχεί στο 70% αυτής των νεογνών, η σακχαρόζη γίνεται εύκολα ανεκτή από τα περισσότερα πρόωρα βρέφη. Συνήθως στα παρασκευάσματα για πρόωρα βρέφη χρησιμοποιούνται η λακτόζη ή η γαλακτόζη. Επίσης, στη διατροφή των πρόωρων βρεφών χρησιμοποιούνται πολυμερή της γλυκόζης για να επιτευχθεί η ισοοσμωτικότητα ορισμένων ειδικών παρασκευασμάτων.

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

Institute of Medicine, National Academy of Sciences: Nutrition during lactation. Washington DC, National Academy Press, 1991.

Ryan AS. The resurgence of breast feeding in the United States. *Pediatrics* 1997, 99 (4).

Arora S, McJunkin C, Wehrer J, Kuhn P. Major factors influencing breastfeeding rates: mother's perception of father's attitude and milk supply. *Pediatrics* 2000, 106. URL:

Position of the American Dietetic Association: promotion of breastfeeding. *J Am Diet Assoc* 1997, 97: 662 – 666.

World Health Organization. The World Health Organization's infant feeding recommendation. *WHO Weekly Epidemiological Record* 1995 17: 117 – 120.

Fleisher Michaelsen K, Weaver L, Branca F, Robertson A. Feeding and nutrition of infants and young children. Guidelines for the WHO European Region, with emphasis on the former Soviet countries. WHO Regional Publications, European Series No 87, 2000.

Fisher JO, Birch LL, Smiciklas – Wright H, Picciano MF. Breastfeeding through the first year predicts maternal control in feeding and subsequent toddler energy intakes. *J Am Diet Assoc* 2000, 100: 641 – 646.

Johnson SL, Birch LL. Parents' and children's adiposity and eating style. *Pediatrics* 1994, 94: 653 – 661.

Fisher JO, Birch LL. Restricting access to foods and children's eating. *Appetite* 1999, 32: 405 – 19.

Barclay S, Ralph A, James WPT. Childhood diet and adult disease in *Textbook of paediatric nutrition*, 3<sup>rd</sup> edition. Edinburgh: Churchill Livingstone, 1991.

- Walker WA, Watkins JB. Nutrition in Pediatrics. Basic Science and Clinical Applications. BC Demacker Inc., London, UK, 2<sup>nd</sup> edition, 1996.
- Worthington – Roberts BS, Rodwell Williams S. Nutrition throughout the life cycle. Boston: Mc GrawHill, 3<sup>rd</sup> edition, 1996.
- Thomas B (ed). Manual of Dietetic practice, 2<sup>nd</sup> edition. Oxford: Blackwell Scientific Publication, 1994.
- Suskind RM, Lewinter – Suskind L (eds). Textbook of Paediatrics Nutrition, 2<sup>nd</sup> edition. New York: Raven Press, 1993.
- Chavalittamrong B, Suanpan S, Boonvisut S, Chatranon W, Gershoff SN. Protein and amino acids of breast milk from Thai mothers. Am J Clin Nutr 1981, 34: 1126 – 1130.
- Jarvenpaa AL, Raiha NCR, Rassin DK, Gaull GE. Milk protein quantity and quality in the term infant: I. Metabolic responses and effects on growth. Pediatrics 1982, 70: 214 – 220.
- Schultz K, Soltesz G, Mestyan J. The metabolic consequences of human milk formula feeding in premature infants. Acta Paediatr Scand 1980, 69: 647 – 652.
- Jensen RG. The lipids of human milk. Boca Raton FL: CRC Press, 1989.
- Carroll JE, Carter AL, Perlman S. Carnitine deficiency revisited. G Nutr 1987, 117: 1501 – 1503.
- Garza C, Butte NF. The effect maternal nutrition on lactational performance. In: Frontiers in clinical nutrition. Cretchmer N (ed). Aspen Press, 1985: 15 – 36.
- Cronfeld DS. Major metabolic determinations of milk volume, mammary efficiency and spontaneous ketosis in dairy cows. J Dairy Sci 1982: 65: 2204 – 2212.



- Edidin DV, Levitsky LL, Schey W, Dumbovic N, Campos A. Resurgence of nutritional rickets associated with breast feeding and special dietary practices. *Pediatrics* 1980, 65: 232 – 235.
- Byerley LO, Kirskey A. Effects of different levels of vitamin C intake on the vitamin C concentration in human milk and vitamin C intakes of breast - fed infants. *Am J Clin Nutr* 1985, 41: 665 – 671.
- Cuhne T, Bubl R, Baumgartner R. Maternal vegan diet causing a serious infantile neurological disorder due to vitamin B12 deficiency. *Eur J Pediatr* 1991, 150: 205 – 208.
- National Research Council, Food and Nutrition Board. Subcommittee on the 10<sup>th</sup> edition of the RDAs. Recommended dietary allowances, 10<sup>th</sup> edition. Washington DC: National Academy Press, 1989.
- Fishaut M, Murphy D, Neifert M, McIntosh K, Ogra PL. Bronchomammary axis in the immune response to respiratory syncytial virus. *J Pediatr* 1981, 99: 186 – 191.
- Goldblum RM, Ahlstedt S, Carlson B, Hanson LA, Jodal U, Lidin – Janson G, Sohl – Akerlund A. Antibody – forming cells in human colostrums after oral immunization. *Nature* 1975, 257: 797 – 799.
- Buts JP. Bioactive factors in milk. *Arch Pediatr* 1998, 5: 299 – 306.
- Schlimme E, Martin D, Meisel H. Nucleosides and nucleotides: natural bioactive substances in milk and colostrums. *Br J Nutr* 2000, 84 (Suppl 1): S59 – S68.
- Casey CE, Walravens PA, Hambidge KM. Availability of zinc: loading tests with human milk, cow's milk and infant formulas. *Pediatrics* 1981, 68: 394 – 396.
- VonKries R et al. Breastfeeding and obesity: cross sectional study. *BMJ* 1999, 319: 147 – 150.

- Rigas A, Rigas B, Glassman M, Yen YE, Lan SJ, Petridou E, Hsieh CC, Trichopoulos D. Breastfeeding and maternal smoking in the etiology of Crohn's disease and ulcerative colitis in childhood. *Ann Epidemiol* 1993, 3: 387 – 392.
- Karjalainen J, Eskelinen M, Kosma VM, Lipponen P, Tuominen L, Alhava E. A bovine albumin peptide as a possible trigger of insulin – dependent diabetes mellitus. *New Engl J Med* 1992, 327: 302 – 307.
- Gerrard JW. Allergy in breast-fed babies to ingredients in breast milk. *Ann Allergy* 1979, 42: 69 – 72.
- Wright AL, Holberg CJ, Martinez FD, Morgan WJ, Taussig LM. Breast feeding and lower respiratory tract illness in the first year of life. *Group Health Medical Associates. BMJ* 1989, 299: 946 – 949.
- Pisacane A, Graziano L, Mazzarella G, Scarpellino B, Zona G. Breast – feeding and urinary tract infection. *J Pediatrics* 1992, 120: 87 – 89.
- Aniansson G, Alm B, Andersson B, Hakansson A, Larsson P, Nylen O. A prospective coherent study on breast – feeding and otitis media in Swedish infants. *Pediatr Infect Dis J* 1994, 13: 183 – 188.
- Quinn PJ, O' Callaghan M, Williams GM, Najman JM, Andersen MJ, Bor W. The effect of breastfeeding on child development at 5 years: a cohort study. *J Pediatr Child Health* 2001, 37: 465 – 469.
- Food And Nutrition Board, National Research Council, National Academy of Sciences: Recommended Dietary Allowances, ed 10, Washington DC, 1989, National Academy Press.

- Cole CR, Rising R, Lifshitz F. Consequences of incomplete carbohydrate absorption from fruit juice consumption in infants. *Arch Pediatr Adolesc Med* 1999, 153: 1098 – 1102.
- Committee on Nutrition, American Academy of Pediatrics. Commentary on breast – feeding and infant – formulas, including proposed standards for formulas, *Pediatrics* 1976, 57: 279.
- Male C, Persson LA, Freeman V, Guerro A, Van't Hof MA, Haschke F, Euro – Growth Iron Study Group. Prevalence of iron deficiency in 12 months old babies from 11 European areas and influence of dietary factors on iron status (Euro – Growth study). *Acta Pediatrics* 2001, 90:492 – 498.
- Amgulo – Kuzler RM, Peirano P, Lin E, Garrido M, Lozzoff B. Spontaneous motor activity in human infants with iron deficiency anemia. *Early Hum Dev* 2002, 66: 67 – 79.
- Walker T. Effect of iron deficiency anemia on infant psychomotor development. In *Dietary Iron: Birth to two years*. Filer LJ (ed). N.Y: Raven Press, 1989: 161 – 175.
- Yip R. The changing characteristics of childhood iron nutritional status in the United States. In *Dietary Iron: Birth to two years*. Filer LJ (ed). N.Y: Raven Press, 1989: 37 – 56.
- Thompson JM. *Nutritional Requirements of infants and young children, Practical guidelines*. London: Blackwell Science Ltd. 1998.
- Ventura SJ, Martin JA, Curtin SC, Mathews TJ. Report of final natality statistics, 1996. *Mon Vital Stat Rep* 1998, 46 (11 Suppl): 1 – 99. Hallman M, Bry K, Hoppy K, Lappi M, Pohjavuori M. Inositol supplementation in premature infants with respiratory distress syndrome. *N Engl J Med* 1992, 326: 1233 – 1239.

[www.pediatrics.org/cgi/content/full/9/9/4/e12](http://www.pediatrics.org/cgi/content/full/9/9/4/e12)

[www.pediatrics.org/cgi/content/full/106/5/e67](http://www.pediatrics.org/cgi/content/full/106/5/e67).

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

## ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ

Οδηγία 2006/141/ΕΚ της Επιτροπής

Σχετικά για τα παρασκευάσματα για βρέφη και τα παρασκευάσματα 2ης βρεφικής ηλικίας και την τροποποίηση της οδηγίας 1999/21/ΕΚ

### ΑΡΘΡΟ 1

- Η Οδηγία αποτελεί «ειδική οδηγία» της Οδηγίας 89/398/ΕΟΚ και καθορίζει κριτήρια επισήμανσης και σύνθεσης των παρασκευασμάτων για βρέφη και των παρασκευασμάτων 2ης βρεφικής ηλικίας προς χρήση από υγιή βρέφη στην Κοινότητα.
- Παρέχεται η δυνατότητα στα κράτη μέλη να υλοποιήσουν τις αρχές και τους στόχους του διεθνούς κώδικα εμπορίας υποκατάστατων μητρικού γάλακτος που έχουν σχέση με την εμπορία, την πληροφόρηση και τις ευθύνες των υγειονομικών αρχών.

### ΑΡΘΡΟ 2

Ορισμοί:

- **Βρέφη**: τα παιδιά ηλικίας μικρότερης των 12 μηνών.
- **Παιδιά μικρής ηλικίας**: τα παιδιά ηλικίας μεταξύ 1 και 3 ετών.
- **Παρασκευάσματα για βρέφη**: τα τρόφιμα που προορίζονται για την ειδική διατροφή των βρεφών κατά τους πρώτους μήνες της ζωής τους και τα οποία επαρκούν για τις ανάγκες διατροφής των βρεφών μέχρι την εισαγωγή κατάλληλων συμπληρωματικών τροφών.
- **Παρασκευάσματα 2ης βρεφικής ηλικίας**: τα τρόφιμα που προορίζονται για την ειδική διατροφή των βρεφών όταν εισάγονται στο διαιτολόγιό τους κατάλληλες συμπληρωματικές τροφές και αποτελούν το κύριο υγρό στοιχείο ενός διαφοροποιημένου προοδευτικά διαιτολογίου των βρεφών αυτών.
- **Υπολείμματα φυτοφαρμάκων**: τα υπολείμματα στα παρασκευάσματα για βρέφη και τα παρασκευάσματα 2ης βρεφικής ηλικίας, ενός φυτοπροστατευτικού προϊόντος, συμπεριλαμβανομένων των μεταβολιτών του και των προϊόντων που προέρχονται από την αποικοδόμηση ή την αντίδρασή του.

### ΑΡΘΡΟ 3

- Τα παρασκευάσματα για βρέφη και τα παρασκευάσματα 2ης βρεφικής ηλικίας διατίθενται στην αγορά μόνο εφόσον συμμορφώνονται με την παρούσα οδηγία.
- Κανένα άλλο προϊόν εκτός από τα παρασκευάσματα για βρέφη δεν είναι δυνατόν να διατίθεται στο εμπόριο ή να παρουσιάζεται ως κατάλληλο να ικανοποιεί από μόνο του τις ανάγκες διατροφής φυσιολογικών υγιών βρεφών κατά τους πρώτους μήνες της ζωής τους μέχρι την εισαγωγή κατάλληλων συμπληρωματικών βρεφών.

#### ΑΡΘΡΟ 4

- Τα παρασκευάσματα για βρέφη και τα παρασκευάσματα 2ης βρεφικής ηλικίας δεν πρέπει να περιέχουν καμιά ουσία σε ποσότητα τέτοια που να θέτει σε κίνδυνο την υγεία των βρεφών και των μικρών παιδιών.

#### ΑΡΘΡΟ 5 – ΑΡΘΡΟ 6

- Τα παρασκευάσματα για βρέφη παρασκευάζονται από πηγές πρωτεϊνών που καθορίζονται στο σημείο 2 του παραρτήματος I και από άλλα συστατικά τροφίμων, ανάλογα με την περίπτωση, των οποίων η καταλληλότητα για την ειδική διατροφή των βρεφών από τη στιγμή της γέννησής τους έχει αποδειχθεί βάσει γενικά αποδεκτών επιστημονικών δεδομένων.
- Τα παρασκευάσματα 2ης βρεφική ηλικίας παρασκευάζονται από πηγές πρωτεϊνών που καθορίζονται στο σημείο 2 του παραρτήματος II και από άλλα συστατικά τροφίμων, ανάλογα με την περίπτωση, των οποίων η καταλληλότητα για την ειδική διατροφή των βρεφών ηλικίας άνω των 6 μηνών έχει αποδειχθεί βάσει γενικά αποδεκτών επιστημονικών δεδομένων.

#### ΑΡΘΡΟ 7

- Τα παρασκευάσματα για βρέφη από πρωτεΐνη αγελαδινού γάλακτος έχουν περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη μεταξύ *ελάχιστης και 0,5 g/100kJ* (2g/100 kcal).
- Τα παρασκευάσματα για βρέφη από προϊόντα υδρόλυσης πρωτεϊνών έχουν περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη μεταξύ *ελάχιστης και 0,56 g/100 kJ* (2,25 g/100 kcal).
- Τα παρασκευάσματα 2ης βρεφικής ηλικίας ανταποκρίνονται στα κριτήρια σύνθεσης που καθορίζονται στο παράρτημα II αφού συνεκτιμηθούν οι προδιαγραφές που παρατίθενται στο παράρτημα V.
- Κατά τη χρησιμοποίηση συστατικών σε παρασκευάσματα για βρέφη και σε παρασκευάσματα 2ης βρεφικής ηλικίας πρέπει να τηρούνται οι απαγορεύσεις και οι περιορισμοί των παραρτημάτων I και II.

#### ΑΡΘΡΟ 8

- Μόνο οι ουσίες που παρατίθενται στο παράρτημα III μπορεί να χρησιμοποιούνται για την παρασκευή παρασκευασμάτων για βρέφη και των παρασκευασμάτων 2ης βρεφικής ηλικίας προκειμένου να πληρούνται οι ανάγκες σε: ανόργανες ουσίες, βιταμίνες, αμινοξέα και λοιπές αζωτούχες ενώσεις, άλλες ουσίες που έχουν ειδικό διατροφικό προορισμό.
- Στις ουσίες που παρατίθενται στο παράρτημα III εφαρμόζονται κριτήρια καθαρότητας που προβλέπονται στην κοινοτική νομοθεσία.
- Για τις ουσίες που δεν προβλέπονται κριτήρια καθαρότητας από την κοινοτική νομοθεσία εφαρμόζονται γενικώς αποδεκτά κριτήρια καθαρότητας.

#### ΑΡΘΡΟ 9

- Όταν μια επιχείρηση τροφίμων διαθέτει ένα παρασκεύασμα για βρέφη στην αγορά γνωστοποιεί το γεγονός στην αρμόδια αρχή κάθε κράτους μέλους στο

οποίο κυκλοφορεί το προϊόν διαβιβάζοντας στην αρμόδια αρχή υπόδειγμα της ετικέτας που φέρει το προϊόν.

#### ΑΡΘΡΟ 10

- Τα παρασκευάσματα για βρέφη και τα παρασκευάσματα 2ης βρεφικής ηλικίας δεν πρέπει να περιέχουν υπολείμματα μεμονωμένων φυτοφαρμάκων σε περιεκτικότητα ανώτερη των 0,01 mg/kg προϊόντος.
- Τα φυτοφάρμακα που αναφέρονται στον πίνακα 1 του παραρτήματος VIII θεωρείται ότι δεν χρησιμοποιήθηκαν αν τα υπολείμματά τους δεν υπερβαίνουν το επίπεδο των 0,003 mg/kg. Τα επίπεδα αναθεωρούνται τακτικά με βάση της προόδους της τεχνολογίας.
- Τα φυτοφάρμακα που αναφέρονται στον πίνακα 2 του παραρτήματος VIII θεωρείται ότι δεν χρησιμοποιήθηκαν αν τα υπολείμματά τους δεν υπερβαίνουν το επίπεδο των 0,003 mg/kg. Τα επίπεδα αναθεωρούνται τακτικά με βάση δεδομένα σχετικά με τη μόλυνση του περιβάλλοντος.
- Για τα φυτοφάρμακα του παραρτήματος IX ισχύουν τα μέγιστα όρια υπολειμμάτων που ορίζονται το εν λόγω παράρτημα.

#### ΑΡΘΡΟ 11

- Η ονομασία με την οποία πωλούνται τα παρασκευάσματα για βρέφη και τα παρασκευάσματα 2ης βρεφικής ηλικίας είναι η εξής: **παρασκευάσματα για βρέφη** και **παρασκευάσματα δεύτερης βρεφικής ηλικίας**.

#### ΑΡΘΡΟ 12

- Η ονομασία πώλησης των παρασκευασμάτων για βρέφη και παρασκευασμάτων 2ης βρεφικής ηλικίας που παρασκευάζεται εξ ολοκλήρου από πρωτεΐνες γάλακτος είναι η εξής: **Γάλα για βρέφη** και **Γάλα δεύτερης βρεφικής ηλικίας**.

#### ΑΡΘΡΟ 13

- Η **επισήμανση** περιλαμβάνει τις ακόλουθες υποχρεωτικές ενδείξεις:
  1. στην περίπτωση των παρασκευασμάτων για βρέφη, ένδειξη που να αναφέρει ότι το προϊόν είναι κατάλληλο για την ειδική διατροφή των βρεφών από τη γέννησή τους, εφόσον δεν θηλάζονται.
  2. στην περίπτωση των παρασκευασμάτων δεύτερης βρεφικής ηλικίας, ένδειξη που να αναφέρει ότι το προϊόν είναι κατάλληλο μόνο για την ειδική διατροφή των βρεφών ηλικίας άνω των έξι μηνών, ότι δεν πρέπει να χρησιμοποιείται σε αντικατάσταση του μητρικού γάλακτος κατά τους πρώτους έξι μήνες της ζωής και ότι η απόφαση για την έναρξη συμπληρωματικών τροφών γίνεται μόνο από ειδικούς.
  3. η διαθέσιμη ενεργειακή αξία και για τα δύο είδη παρασκευασμάτων θα εκφράζεται σε kJ και kcal και η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες, υδατάνθρακες και λιπίδια θα εκφράζεται αριθμητικά για 100 ml έτοιμου προς χρήση προϊόντος.
  4. η μέση ποσότητα κάθε ανόργανης ουσίας και κάθε βιταμίνης που αναφέρονται στα παραρτήματα I και II και για τα δύο είδη

παρασκευασμάτων θα εκφράζεται αριθμητικά για 100 ml έτοιμου προς χρήση προϊόντος. Το ίδιο ισχύει για τη χολίνη, την ινοσιτόλη και την καρνιτίνη.

5. οδηγίες για τη σωστή παρασκευή, αποθήκευση και διάθεση του προϊόντος και προειδοποίηση για τους κινδύνους που διατρέχει η υγεία των βρεφών στην περίπτωση μη σωστής παρασκευής και αποθήκευσης.
- Η **επισήμανση** δύναται να περιλαμβάνει τα ακόλουθα:
    1. η μέση ποσότητα των θρεπτικών ουσιών που αναφέρονται στο παράρτημα III και για τα δύο είδη παρασκευασμάτων θα εκφράζεται αριθμητικά για 100 ml έτοιμου προς χρήση προϊόντος.
    2. όσον αφορά τα παρασκευάσματα δεύτερης βρεφικής ηλικίας, εκτός από τα αριθμητικά στοιχεία θα πρέπει να υπάρχουν και πληροφοριακά στοιχεία για τις βιταμίνες και τις ανόργανες ουσίες που περιλαμβάνονται στο παράρτημα VII εκφραζόμενα ως εκατοστιαία αναλογία για 100 ml έτοιμου προς χρήση προϊόντος.
  - Η επισήμανση γίνεται κατά τέτοιο τρόπο ώστε να παρέχει τις αναγκαίες πληροφορίες για μια σωστή χρήση των προϊόντων και να μην αποθαρρύνει το θηλασμό. Απαγορεύεται η χρήση των λέξεων «εξανθρωπισμένο», «εξομοιωμένο με το μητρικό» και «προσαρμοσμένο».
  - Η επισήμανση των παρασκευασμάτων περιλαμβάνει επίσης τη λέξη «προσοχή» ή ανάλογη προειδοποίηση ακολουθούμενη από τις εξής υποχρεωτικές ενδείξεις:
    1. ένδειξη για την ανωτερότητα του θηλασμού
    2. σύσταση για τη χρήση του προϊόντος μόνο μετά από τη συμβουλή ειδικευμένων ατόμων.
  - Η επισήμανση δεν περιλαμβάνει εικόνες βρεφών, ούτε άλλες εικόνες η κείμενα που να εξιδανικεύουν τη χρήση του. Μπορεί να περιέχει σχήματα που διευκολύνουν την αναγνώριση του προϊόντος και να απεικονίζουν τον τρόπο προετοιμασίας.
  - Η επισήμανση μπορεί να περιλαμβάνει ισχυρισμούς για θέματα διατροφής και υγείας μόνο στις περιπτώσεις που αναφέρονται στο παράρτημα IV.
  - Η επισήμανση των παρασκευασμάτων γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε να μπορούν να κάνουν σαφή διάκριση μεταξύ των προϊόντων.
  - Οι παραπάνω απαιτήσεις, απαγορεύσεις και ισχυρισμοί ισχύουν και για τη διαφήμιση των παρασκευασμάτων και την παρουσίασή τους και κυρίως για το σχήμα, την όψη και την συσκευασία, για το υλικό που χρησιμοποιείται, για τον τρόπο με τον οποίο είναι διευθετημένο και για το χώρο στον οποίο εκτίθενται.

#### ΑΡΘΡΟ 14

- Η διαφήμιση των παρασκευασμάτων πραγματοποιείται μόνο μέσω εκδόσεων που ειδικεύονται στη φροντίδα των βρεφών ή στις επιστημονικές εκδόσεις. Οι πληροφορίες αυτές δεν υπονοούν και δεν δημιουργούν την πεποίθηση ότι η χορήγηση τροφής με θήλαστρο δίνει ανάλογα ή καλύτερα αποτελέσματα από το θηλασμό.
- Δεν επιτρέπεται η διαφήμιση του τόπου πώλησης, η προσφορά δειγμάτων ή άλλο μέσο προώθησης των παρασκευασμάτων απευθείας στον καταναλωτή



όπως οι ειδικές ενδείξεις, τα κουπόνια, τα δώρα, οι ειδικές πωλήσεις, οι πωλήσεις κάτω του κόστους και οι πωλήσεις που συνεπάγονται την υποχρεωτική αγορά άλλων εμπορευμάτων.

- Οι κατασκευαστές και πωλητές των παρασκευασμάτων δεν επιτρέπεται να προσφέρουν στις εγκύους, τις μητέρες ή σε μέλη της οικογένειάς τους δωρεάν ή σε χαμηλή τιμή προϊόντα, δείγματα ή άλλα διαφημιστικά δώρα είτε άμεσα είτε έμμεσα μέσω των οργανισμών υγειονομικής περίθαλψης.

#### ΑΡΘΡΟ 15

- Τα κράτη μέλη πρέπει να διασφαλίσουν ότι τα πληροφοριακά και μορφωτικά υλικά περιλαμβάνουν σαφείς πληροφορίες για τα ακόλουθα στοιχεία:
  1. για τα πλεονεκτήματα και την ανωτερότητα θηλασμού
  2. για το θηλασμό και την προπαρασκευή και διατήρηση του θηλασμού
  3. τις ενδεχόμενες αρνητικές επιπτώσεις που παρουσιάζει για το θηλασμό η μερική χορήγηση του θηλάστρου
  4. τη δυσκολία επαναφοράς του θηλασμού όταν έχει διακοπεί
  5. όπου απαιτείται την ενδεδειγμένη χρήση των παρασκευασμάτων για βρέφη
- Στην περίπτωση που το υλικό περιέχει πληροφορίες για τη χρήση των παρασκευασμάτων για βρέφη, οι πληροφορίες πρέπει να περιλαμβάνουν τις οικονομικές και κοινωνικές επιπτώσεις της χρήσης τους κινδύνους για την υγεία από ακατάλληλες τροφές ή μεθόδους διατροφής και για τους κινδύνους για την υγεία από ακατάλληλη χρήση των παρασκευασμάτων.
- Τα κράτη μέλη διασφαλίζουν ότι η παροχή πληροφοριακού υλικού γίνεται μόνο μετά από αίτημα και με τη γραπτή έγκριση της αρμόδιας εθνικής αρχής.

#### ΑΡΘΡΟ 16

- Αντικατάσταση της τιμής του μαγγανίου που αναφέρεται στην οδηγία 1999/21/ΕΚ.

#### ΑΡΘΡΟ 17

- Οι απαιτήσεις που ορίζονται στο άρθρο 7 δεν εφαρμόζονται υποχρεωτικά σε διαιτητικά τρόφιμα για ειδικούς ιατρικούς σκοπούς που προορίζονται για βρέφη, όπως αναφέρεται στο σημείο 4 του παραρτήματος της οδηγίας 1999/21/ΕΚ, ως την 1<sup>η</sup> Ιανουαρίου 2012.

#### ΑΡΘΡΟ 18

- Τα κράτη μέλη εφαρμόζουν τις διατάξεις αυτές κατά τρόπο ώστε:
  1. να επιτρέπεται το εμπόριο των προϊόντων που είναι σύμφωνα με την παρούσα οδηγία το αργότερο την 1<sup>η</sup> Ιανουαρίου 2008.
  2. με την επιφύλαξη του άρθρου 18, να απαγορεύεται από τις 31 Δεκεμβρίου 2009 το εμπόριο των προϊόντων που δεν είναι σύμφωνα με την παρούσα οδηγία.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

ΒΑΣΙΚΗ ΣΥΝΘΕΣΗ ΤΩΝ ΠΑΡΑΣΚΕΥΑΣΜΑΤΩΝ ΓΙΑ ΒΡΕΦΗ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΑΝΑΣΥΣΤΑΣΗ ΤΟΥΣ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΙΣ ΟΔΗΓΙΕΣ ΤΟΥ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗ

### 1. Ενέργεια

Ελάχιστο	Μέγιστο
250 kJ / 100 ml (60 kcal / 100 ml)	295 kJ / 100 ml (70 kcal / 100 ml)

### 2. Πρωτεΐνες

(περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες = περιεκτικότητα σε άζωτο X 6,25)

#### 2.1. Παρασκευάσματα για βρέφη από πρωτεΐνες αγελαδινού γάλακτος

Ελάχιστο	Μέγιστο
0,45 g / 100 kJ (1,8 g / 100 kcal)	0,7 g / 100 kJ (3 g / 100 kcal)

Τα παρασκευάσματα για βρέφη από πρωτεΐνες αγελαδινού γάλακτος με περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες από την ελάχιστη ως 0,5 g / 100 kJ (2 g / 100 kcal) είναι σύμφωνα με το άρθρο 7.

#### 2.2. Παρασκευάσματα για βρέφη από προϊόντα υδρόλυσης πρωτεϊνών

Ελάχιστο	Μέγιστο
0,45 g / 100 kJ (1,8 g / 100 kcal)	0,7 g / 100 kJ (3 g / 100 kcal)

Για ίση ενεργειακή αξία το παρασκεύασμα για βρέφη πρέπει να περιέχει κάθε απαραίτητο και μη απαραίτητο αμινοξύ σε διαθέσιμη ποσότητα τουλάχιστον ίση προς εκείνη που περιέχεται στην πρωτεΐνη αναφοράς (μητρικό γάλα, όπως ορίζεται στο παράρτημα V). Για τις ανάγκες του υπολογισμού αυτού μπορούν να προστίθενται οι συγκεντρώσεις της μεθειονίνης και της κυστίνης αν ο λόγος μεθειονίνης / κυστίνης δεν είναι μεγαλύτερος από 2 και οι συγκεντρώσεις της φαινυλαλανίνης και της τυροσίνης αν ο λόγος τυροσίνης / φαινυλαλανίνης δεν είναι μεγαλύτερος από 2. Ο λόγος μεθειονίνης / κυστίνης μπορεί να είναι μεγαλύτερος από 2 αλλά να μην υπερβαίνει το 3, εφόσον αποδεικνύεται η καταλληλότητα του προϊόντος για ειδική διατροφή των βρεφών μέσω κατάλληλων μελετών.

Η περιεκτικότητα σε L – καρνιτίνη είναι τουλάχιστον ίση με 0,3 mg / 100 kJ (1,2 mg / 100 kcal).

#### 2.3. Παρασκευάσματα για βρέφη από απομονωμένες πρωτεΐνες σόγιας μόνες ή σε μείγμα με πρωτεΐνες αγελαδινού γάλακτος

Ελάχιστο	Μέγιστο
0,56 g / 100 kJ (2,25 g / 100 kcal)	0,7 g / 100 kJ (3 g / 100 kcal)

Μόνο απομονωμένες πρωτεΐνες από σόγια χρησιμοποιούνται στην παρασκευή των εν λόγω προϊόντων.

2.4. Σε όλες τις περιπτώσεις τα αμινοξέα μπορούν να προστεθούν σε παρασκευάσματα για βρέφη μόνο με σκοπό τη βελτίωση της θρεπτικής αξίας των πρωτεϊνών και μόνο στις απαιτούμενες για το σκοπό αυτό αναλογίες.

### 3. Ταυρίνη

Αν προστεθεί σε παρασκεύασμα για βρέφη, η ποσότητα της ταυρίνης δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη από **2,9 mg / 100 kJ (12 mg / 100 kcal)**.

### 4. Χολίνη

Ελάχιστο	Μέγιστο
1,7 mg / 100 kJ (7 mg / 100 kcal)	12 mg / 100 kJ (50 mg / 100 kcal)

### 5. Λιπίδια

Ελάχιστο	Μέγιστο
1,05 mg / 100 kJ (4,4 mg / 100 kcal)	1,4 mg / 100 kJ (6,0 mg / 100 kcal)

5.1. Απαγορεύεται η χρήση των ακόλουθων ουσιών:

- σησαμελαίου
- βαμβακελαίου

### 5.2. Λαυρικό οξύ και μυριστικό οξύ

Ελάχιστο	Μέγιστο
-	Μεμονωμένα ή μαζί: 20% της συνολικής περιεκτικότητας σε λιπαρές ουσίες

5.3. Η περιεκτικότητα σε ισομερή trans δεν πρέπει να υπερβαίνει το 3% της συνολικής περιεκτικότητας σε λιπαρές ουσίες.

5.4. Η περιεκτικότητα σε ερουκικό οξύ δεν πρέπει να υπερβαίνει το 1% της συνολικής περιεκτικότητας σε λιπαρές ουσίες.

### 5.5. Λινελαϊκό οξύ (υπό μορφή λινελαϊκών γλυκεριδίων).

Ελάχιστο	Μέγιστο
70 mg / 100 kJ (300 mg / 100 kcal)	285 mg / 100 kJ (1200 mg / 100 kcal)

5.6. Η περιεκτικότητα σε α – λινολενικό οξύ πρέπει να είναι κατώτερη των **12 mg / 100 kJ (50 mg / 100 kcal)**.

Ο λόγος λινελαϊκού οξέος προς το α – λινολενικό οξύ δεν πρέπει να είναι κατώτερος του 5 ούτε ανώτερος του 15.

5.7. Μπορούν να προστεθούν πολυακόρεστα λιπαρά οξέα (LCP) μακράς αλύσου (20 και 22 άτομα άνθρακα). Στην περίπτωση αυτή η περιεκτικότητά τους δεν πρέπει να υπερβαίνει:

- το 1% της συνολικής περιεκτικότητας λιπαρών για τα n – 3 LCP και
- το 2% της συνολικής περιεκτικότητας λιπαρών για τα n – 6 LCP [1% της συνολικής περιεκτικότητας λιπαρών για το αραχιδονικό οξύ (20:4 n – 6)].

Η περιεκτικότητα σε εικοσι-πεντανικό οξύ (20:5 n – 3) δεν πρέπει να υπερβαίνει την περιεκτικότητα σε εικοσιδωα-εξανικό οξύ (22:6 n – 3).

Η περιεκτικότητα σε εικοσιδωα-εξανικό οξύ (22:6 n – 3) δεν πρέπει να υπερβαίνει τα n – 6 LCP.

## 6. Φωσφολιπίδια

Η ποσότητα φωσφολιπιδίων σε παρασκευάσματα για βρέφη δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 2 g / l.

## 7. Ινοσιτόλη

Ελάχιστο	Μέγιστο
1 mg / 100 kJ (4 mg / 100 kcal)	10 mg / 100 kJ (40 mg / 100 kcal)

## 8. Υδατάνθρακες

Ελάχιστο	Μέγιστο
2,2 g / 100 kJ (9 g / 100 kcal)	3,4 g / 100 kJ (14 g / 100 kcal)

**8.1.** Μόνο οι παρακάτω υδατάνθρακες μπορούν να χρησιμοποιηθούν:

- λακτόζη
- μαλτόζη
- σακχαρόζη
- γλυκόζη
- μαλτοδεξτρίνες
- σιρόπι γλυκόζης ή αφυδατωμένο σιρόπι γλυκόζης
- άμυλο που έχει υποβληθεί προηγουμένως σε κατεργασία (εκ του φυσικού χωρίς γλουτένη)
- ζελατινοποιημένο άμυλο (εκ του φυσικού χωρίς γλουτένη)

## 8.2. Λακτόζη

Ελάχιστο	Μέγιστο
1,1 g / 100 kJ (4,5 g / 100 kcal)	- -

Η διάταξη αυτή δεν ισχύει για τα παρασκευάσματα για βρέφη των οποίων η περιεκτικότητα σε απομονωμένη πρωτεΐνη σόγιας υπερβαίνει το 50% της συνολικής περιεκτικότητας σε πρωτεΐνες.

## 8.3. Σακχαρόζη

Η σακχαρόζη μπορεί να προστεθεί μόνο σε παρασκευάσματα για βρέφη από προϊόντα υδρόλυσης πρωτεϊνών. Αν προστεθεί η σακχαρόζη, η περιεκτικότητά της δεν πρέπει να υπερβαίνει το 20% της συνολικής περιεκτικότητας σε υδατάνθρακες.

#### 8.4. Γλυκόζη

Η γλυκόζη μπορεί να προστεθεί μόνο σε παρασκευάσματα για βρέφη από προϊόντα υδρόλυσης πρωτεϊνών. Αν προστεθεί η γλυκόζη η περιεκτικότητά της δεν πρέπει να υπερβαίνει τα **0,5 g / 100 kJ (2 g / 100 kcal)**.

#### 8.5. Άμυλο που έχει υποβληθεί προηγουμένως σε κατεργασία ή / και ζελατινοποιημένο άμυλο

Ελάχιστο	Μέγιστο
-	2 g / 100 l και 30% της συνολικής περιεκτικότητας σε υδατάνθρακες

#### 9. Φρουκτο – ολιγοσακχαρίτες και Γαλακτο – ολιγοσακχαρίτες

Οι φρουκτο – ολιγοσακχαρίτες και οι γαλακτο – ολιγοσακχαρίτες μπορούν να προστεθούν σε παρασκευάσματα για βρέφη. Στην περίπτωση αυτή η περιεκτικότητά τους δεν πρέπει να υπερβαίνει: **0,8 g / 100 ml** μείγματος που αποτελείται από 90% ολιγογαλακτοζυλο – λακτόζη και 10% υψηλού μοριακού βάρους ολιγοφρουκτοζυλο – σακχαρόζη.

Άλλοι συνδυασμοί και μέγιστα όρια φρουκτο – ολιγοσακχαριτών και γαλακτο – ολιγοσακχαριτών μπορούν να χρησιμοποιηθούν σύμφωνα με το άρθρο 5.

#### 10. Ανόργανα στοιχεία

##### 10.1. Παρασκευάσματα για βρέφη από πρωτεΐνες αγελαδινού γάλακτος ή από προϊόντα υδρόλυσης πρωτεϊνών

	Ανά 100 kJ		Ανά 100 kcal	
	Ελάχιστο	Μέγιστο	Ελάχιστο	Μέγιστο
Νάτριο (mg)	5	14	20	60
Κάλιο (mg)	15	38	60	160
Χλώριο (mg)	12	38	50	160
Ασβέστιο (mg)	12	33	50	140
Φωσφόρος (mg)	6	22	25	90
Μαγνήσιο (mg)	1,2	3,6	5	15
Σίδηρος (mg)	0,07	0,3	0,3	1,3
Ψευδάργυρος (mg)	0,2	0,36	0,5	1,5
Χαλκός (mg)	8,4	25	35	100
Ιώδιο (mg)	2,5	12	10	50
Σελήνιο (μg)	0,25	2,2	1	9
Μαγγάνιο (μg)	0,25	25	1	100
Φθόριο (μg)	-	25	-	100

Ο λόγος ασβεστίου / φωσφόρου δεν είναι μικρότερος από 1,0 ούτε υπερβαίνει το 2,0.

##### 10.2. Παρασκευάσματα για βρέφη από απομονωμένη πρωτεΐνη σόγιας μόνη ή σε μείγμα με πρωτεΐνες αγελαδινού γάλακτος

Εφαρμόζονται όλες οι απαιτήσεις του σημείου 10.1, εκτός εκείνων που αφορούν το σίδηρο και το φωσφόρο οι οποίες έχουν ως εξής:

	Ανά 100 kJ		Ανά 100 ml	
	Ελάχιστο	Μέγιστο	Ελάχιστο	Μέγιστο
Σίδηρος (mg)	0,12	0,5	0,45	2
Φωσφόρος (mg)	7,5	25	30	100

## 11. Βιταμίνες

	Ανά 100 kJ		Ανά 100 kcal	
	Ελάχιστο	Μέγιστο	Ελάχιστο	Μέγιστο
Βιταμίνη Α (μg – RE) <sup>(1)</sup>	14	43	60	180
Βιταμίνη D (μg) <sup>(2)</sup>	0,25	0,65	1	2,5
Θειαμίνη (μg)	14	72	60	300
Ριβοφλαβίνη (μg)	19	95	80	400
Νιασίνη (μg) <sup>(3)</sup>	72	375	300	1500
Παντοθενικό οξύ (μg)	95	475	400	2000
Βιταμίνη Β6 (μg)	9	42	35	175
Βιοτίνη (μg)	0,4	1,8	1,5	7,5
Φολικό οξύ (μg)	2,5	12	10	50
Βιταμίνη Β12 (μg)	0,025	0,12	0,1	0,5
Βιταμίνη C (μg)	2,5	7,5	10	30
Βιταμίνη Κ (μg)	1	6	4	25
Βιταμίνη Ε (mg α-TE) <sup>(4)</sup>	0,5 / g πολυακόρεστων λιπαρών οξέων εκφραζόμενων σε λινελαϊκό οξύ όπως διορθώθηκε για τους διπλούς δεσμούς <sup>(5)</sup> αλλά σε καμιά περίπτωση κάτω του 0,1 mg / 100 διαθέσιμα kJ	1,2	0,5 / g πολυακόρεστων λιπαρών οξέων εκφραζόμενων σε λινελαϊκό οξύ όπως διορθώθηκε για τους διπλούς δεσμούς <sup>(5)</sup> αλλά σε καμιά περίπτωση κάτω του 0,5 mg / 100 διαθέσιμα kJ	5

(1) RE = όλα τα ισοδύναμα trans ρετινόλης

(2) υπό μορφή χοληκαλσιφερόλης της οποίας 10 μg = 400 i.u. βιταμίνης D

(3) πρόδρομη μορφή της νιασίνης

(4) α – TE ισοδύναμο d – α – τοκοφερόλης

(5) 0,5 mg α – TE / 1 g λινελαϊκό οξύ (18:2 n – 6), 0,75 mg α – TE / 1 g α – λινελαϊκό οξύ (18:3 n – 3), 1,0 mg α – TE / 1 g αραχιδονικό οξύ (20:4 n – 6), 1,25 mg / 1 g εικοσιπεντανικό οξύ (20:5 n – 3), 1,5 mg α - TE/ 1 g εικοσιδυα – εξανικό οξύ (22:6 n – 3)

## 12. Νουκλεοτίδια

Επιτρέπεται η προσθήκη των παρακάτω νουκλεοτιδίων:

	Μέγιστο <sup>(1)</sup>	
	(mg / 100 kJ)	(mg / 100 kcal)
5' μονοφωσφορική κυτιδίνη	0,60	2,50
5' μονοφωσφορική ουριδίνη	0,42	1,75
5' μονοφωσφορική αδενοσίνη	0,36	1,50
5' μονοφωσφορική γουανοσίνη	0,12	0,50
5' μονοφωσφορική ινoσίνη	0,24	1,00

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ

ΒΑΣΙΚΗ ΣΥΝΘΕΣΗ ΤΩΝ ΠΑΡΑΣΚΕΥΑΣΜΑΤΩΝ ΔΕΥΤΕΡΗΣ ΒΡΕΦΙΚΗΣ ΗΛΙΚΙΑΣ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΑΝΑΣΥΣΤΑΣΗ ΤΟΥΣ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΙΣ ΟΔΗΓΙΕΣ ΤΟΥ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗ

### 1. Ενέργεια

Ελάχιστο	Μέγιστο
250 kJ / 100 ml (60 kcal / 100 ml)	295 kJ / 100 ml (70 kcal / 100 ml)

### 2. Πρωτεΐνες

(περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες = περιεκτικότητα σε άζωτο X 6,25)

#### 2.1. Παρασκευάσματα δεύτερης βρεφικής ηλικίας από πρωτεΐνες αγελαδινού γάλακτος

Ελάχιστο	Μέγιστο
0,45 g / 100 kJ (1,8 g / 100 kcal)	0,8 g / 100 kJ (3,5 g / 100 kcal)

Για ίση ενεργειακή αξία το παρασκεύασμα για βρέφη πρέπει να περιέχει κάθε απαραίτητο και μη απαραίτητο αμινοξύ σε διαθέσιμη ποσότητα τουλάχιστον ίση προς εκείνη που περιέχεται στην πρωτεΐνη αναφοράς (μητρικό γάλα, όπως ορίζεται στο παράρτημα V). Για τις ανάγκες του υπολογισμού αυτού μπορούν να προστίθενται οι συγκεντρώσεις της μεθειονίνης και της κυστίνης αν ο λόγος μεθειονίνης / κυστίνης δεν είναι μεγαλύτερος από 2 και οι συγκεντρώσεις της φαινυλαλανίνης και της τυροσίνης αν ο λόγος τυροσίνης / φαινυλαλανίνης δεν είναι μεγαλύτερος από 2.

#### 2.3. Παρασκευάσματα για βρέφη δεύτερης βρεφικής ηλικίας από απομονωμένες πρωτεΐνες σόγιας μόνες ή σε μείγμα με πρωτεΐνες αγελαδινού γάλακτος

Ελάχιστο	Μέγιστο
0,56 g / 100 kJ (2,25 g / 100 kcal)	0,8g / 100 kJ (3,5g / 100 kcal)

Μόνο απομονωμένες πρωτεΐνες σόγιας μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην παρασκευή των εν λόγω προϊόντων.

2.4. Σε όλες τις περιπτώσεις, στα παρασκευάσματα δεύτερης βρεφικής ηλικίας είναι δυνατόν να προστίθενται αμινοξέα με σκοπό αποκλειστικά τη βελτίωση της θρεπτικής αξίας των πρωτεϊνών και μόνο στις απαιτούμενες για το σκοπό αυτό αναλογίες.

### 3. Ταυρίνη

Αν προστεθεί σε παρασκευάσματα δεύτερης βρεφικής ηλικίας η ποσότητά της δεν είναι μεγαλύτερη από **2,9 mg / 100 kJ (12 mg / 100 kcal)**.

#### 4. Λιπίδια

Ελάχιστο	Μέγιστο
0,96 g / 100 kJ (4,0 g / 100 kcal)	1,4 g / 100 kJ (6,0 g / 100 kcal)

4.1. Απαγορεύεται η χρήση των ακόλουθων ουσιών:

- σησαμελαίου
- βαμβακελαίου

#### 4.2. Λαυρικό οξύ και μυριστικό οξύ

Ελάχιστο	Μέγιστο
-	Μεμονωμένα ή μαζί: 20% της συνολικής περιεκτικότητας σε λιπαρές ουσίες

4.3. Η περιεκτικότητα σε ισομερή trans λιπαρών οξέων δεν πρέπει να υπερβαίνει το 3% της συνολικής περιεκτικότητας σε λιπαρές ουσίες.

4.4. Η περιεκτικότητα σε ερουκικό οξύ δεν πρέπει να υπερβαίνει το 1% της συνολικής περιεκτικότητας σε λιπαρές ουσίες.

#### 4.5. Λινελαϊκό οξύ (υπό μορφή λινελαϊκών γλυκεριδίων)

Ελάχιστο	Μέγιστο
70 mg / 100 kJ (300 mg / 100 kcal)	285 mg / 100 kJ (1200 mg / 100 kcal)

4.6. Η περιεκτικότητα σε α – λινολενικό οξύ δεν πρέπει να είναι κατώτερη των **12 mg / 100 kJ (50 mg / 100 kcal)**.

Ο λόγος του λινελαϊκού οξέος προς το α – λινολενικό οξύ δεν πρέπει να είναι κατώτερος του 5 ούτε ανώτερος του 15.

4.7. Μπορούν να προστεθούν πολυακόρεστα λιπαρά οξέα (LCP) μακράς αλύσου (20 και 22 άτομα άνθρακα). Στην περίπτωση αυτή η περιεκτικότητά τους δεν πρέπει να υπερβαίνει:

- το 1% της συνολικής περιεκτικότητας λιπαρών για τα n – 3 LCP και
- το 2% της συνολικής περιεκτικότητας λιπαρών για τα n – 6 LCP [1% της συνολικής περιεκτικότητας λιπαρών για το αραχιδονικό οξύ (20:4 n – 6)]

Η περιεκτικότητα σε εικοσι – πεντανικό οξύ (20:5 n – 3) δεν πρέπει να υπερβαίνει την περιεκτικότητα σε εικοσιδωα – εξανικό οξύ (20:6 n – 3).

Η περιεκτικότητα σε εικοσιδωαεξανικό οξύ (22:6 n – 3) δεν πρέπει να υπερβαίνει τα n – 6 LCP.

#### 5. Φωσφολιπίδια

Η ποσότητα φωσφολιπιδίων σε παρασκευάσματα δεύτερης βρεφικής ηλικίας δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη από **2 g / l**.



## 6. Υδατάνθρακες

Ελάχιστο	Μέγιστο
2,2 g / 100 kJ (9 g / 100 kcal)	3,4 g / 100 kJ (14 g / 100 kcal)

6.1. Απαγορεύεται η χρήση συστατικών που περιέχουν γλουτένη.

## 6.2. Λακτόζη

Ελάχιστο	Μέγιστο
1,1 g / 100 kJ (4,5 g / 100 kcal)	-

Η διάταξη αυτή δεν ισχύει για τα παρασκευάσματα δεύτερης βρεφικής ηλικίας στα οποία οι απομονωμένες πρωτεΐνες σόγιας αντιπροσωπεύουν περισσότερο από 50% της συνολικής περιεκτικότητας σε πρωτεΐνες.

## 6.3. Σακχαρόζη, φρουκτόζη, μέλι

Ελάχιστο	Μέγιστο
-	Μεμονωμένα ή μαζί: 20% της συνολικής περιεκτικότητας σε υδατάνθρακες

Το μέλι υφίσταται επεξεργασία με σκοπό να καταστραφούν τα σπόρια του *Clostridium botulinum*.

## 6.4. Γλυκόζη

Η γλυκόζη μπορεί να προστεθεί μόνο σε παρασκευάσματα δεύτερης βρεφικής ηλικίας από προϊόντα υδρόλυσης πρωτεϊνών. Αν προστεθεί, η περιεκτικότητά της δεν υπερβαίνει τα **0,5 g / 100 kJ (2 g / 100 kcal)**.

## 7. Φρουκτο – ολιγοσακχαρίτες και Γαλακτο – ολιγοσακχαρίτες

Οι φρουκτο – ολιγοσακχαρίτες και οι γαλακτο – ολιγοσακχαρίτες μπορούν να προστεθούν σε παρασκευάσματα δεύτερης βρεφικής ηλικίας. Στην περίπτωση αυτή η περιεκτικότητά τους δεν πρέπει να υπερβαίνει: **0,8 g / 100 ml** μείγματος που αποτελείται από 90% ολιγογαλακτοζυλο – λακτόζη και 10% υψηλού μοριακού βάρους ολιγοφρουκτοζυλο – σακχαρόζη.

Άλλοι συνδυασμοί και μέγιστα όρια φρουκτο – ολιγοσακχαριτών και γαλακτο – ολιγοσακχαριτών μπορούν να χρησιμοποιηθούν σύμφωνα με το άρθρο 6.

## 8. Ανόργανα στοιχεία

### 8.1. Παρασκευάσματα δεύτερης βρεφικής ηλικίας από πρωτεΐνες αγελαδινού γάλακτος ή από προϊόντα υδρόλυσης πρωτεϊνών

	Ανά 100 kJ		Ανά 100 kcal	
	Ελάχιστο	Μέγιστο	Ελάχιστο	Μέγιστο
Νάτριο (mg)	5	14	20	60
Κάλιο (mg)	15	38	60	160
Χλώριο (mg)	12	38	50	160
Ασβέστιο (mg)	12	33	50	140
Φωσφόρος (mg)	6	22	25	90
Μαγνήσιο (mg)	1,2	3,6	5	15
Σίδηρος (mg)	0,14	0,5	0,6	2

Ψευδάργυρος (mg)	0,12	0,36	0,5	1,5
Χαλκός (mg)	8,4	25	35	100
Ιώδιο (mg)	2,5	12	10	50
Σελήνιο (μg)	0,25	2,2	1	9
Μαγγάνιο (μg)	0,25	25	1	100
Φθόριο (μg)	-	25	-	100

Ο λόγος ασβεστίου / φωσφόρου στα παρασκευάσματα δεύτερης βρεφικής ηλικίας δεν πρέπει να είναι μικρότερος από 1,0 ούτε να υπερβαίνει το 2,0.

## 8.2. Παρασκευάσματα δεύτερης βρεφικής ηλικίας από απομονωμένες πρωτεΐνες σόγιας μόνες ή σε μείγμα με πρωτεΐνες αγελαδινού γάλακτος

Εφαρμόζονται όλες οι απαιτήσεις του σημείου 8.1, εκτός εκείνων που αφορούν το σίδηρο και το φωσφόρο οι οποίες έχουν ως εξής:

	Ανά 100 kJ		Ανά 100 kcal	
	Ελάχιστο	Μέγιστο	Ελάχιστο	Μέγιστο
Σίδηρος (mg)	0,22	0,65	0,9	2,5
Φωσφόρος (mg)	7,5	25	30	100

## 9. Βιταμίνες

	Ανά 100 kJ		Ανά 100 kcal	
	Ελάχιστο	Μέγιστο	Ελάχιστο	Μέγιστο
Βιταμίνη A (μg – RE) <sup>(1)</sup>	14	43	60	180
Βιταμίνη D (μg) <sup>(2)</sup>	0,25	0,75	1	3
Θειαμίνη (μg)	14	72	60	300
Ριβοφλαβίνη (μg)	19	95	80	400
Νιασίνη (μg) <sup>(3)</sup>	72	375	300	1500
Παντοθενικό οξύ (μg)	95	475	400	2000
Βιταμίνη B6 (μg)	9	42	35	175
Βιοτίνη (μg)	0,4	1,8	1,5	7,5
Φολικό οξύ (μg)	2,5	12	10	50
Βιταμίνη B12 (μg)	0,025	0,12	0,1	0,5
Βιταμίνη C (μg)	2,5	7,5	10	30
Βιταμίνη K (μg)	1	6	4	25
Βιταμίνη E (mg α – ET) <sup>(4)</sup>	0,5 / g	1,2	0,5 / g	5
	πολυακόρεστων λιπαρών οξέων εκφραζόμενων σε λινελαϊκό οξύ, όπως διορθώθηκε για τους διπλούς δεσμούς <sup>(5)</sup> αλλά σε καμία περίπτωση κάτω του 0,1 mg / 100 διαθέσιμα kJ		πολυακόρεστων λιπαρών οξέων εκφραζόμενων σε λινελαϊκό οξύ, όπως διορθώθηκε για τους διπλούς δεσμούς <sup>(5)</sup> αλλά σε καμία περίπτωση κάτω του 0,5 mg / 100 διαθέσιμα kJ	

(1) RE = όλα τα ισοδύναμα trans ρετινόλης

- (2) υπό μορφή χοληκαλσιφερόλης της οποίας 10  $\mu\text{g}$  = 400 i.u. βιταμίνης D  
 (3) πρόδρομη μορφή της νιασίνης  
 (4)  $\alpha$  – TE ισοδύναμο d –  $\alpha$  – τοκοφερόλης  
 (5) 0,5 mg  $\alpha$  – TE / 1 g λιγνολικό οξύ (18:2 n – 6), 0,75 mg  $\alpha$  – TE / 1 g  $\alpha$  – λιγνολικό οξύ (18:3 n – 3), 1,0 mg  $\alpha$  – TE / 1 g αραχιδονικό οξύ (20:4 n – 6), 1,25 mg / 1 g εικοσιπεντανικό οξύ (20:5 n – 3), 1,5 mg  $\alpha$  – TE / 1 g εικοσιδυα – εξανικό οξύ (22:6 n – 3)

## 10. Νουκλεοτίδια

	Μέγιστο <sup>(1)</sup>	
	Ελάχιστο	Μέγιστο
5' μονοφωσφορική κυτιδίνη	0,60	2,50
5' μονοφωσφορική ουριδίνη	0,42	1,75
5' μονοφωσφορική αδενοσίνη	0,36	1,50
5' μονοφωσφορική γουανοσίνη	0,12	0,50
5' μονοφωσφορική ινωσησίνη	0,24	1,00

(1) η συνολική συγκέντρωση νουκλεοτιδίων δεν υπερβαίνει τα **1,2 mg / 100 kJ (5 mg / 100 kcal)**.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ

### ΘΡΕΠΤΙΚΕΣ ΟΥΣΙΕΣ

#### 1. Βιταμίνες

Βιταμίνη	Παρασκευάσματα βιταμινών
Βιταμίνη Α	Οξικό ρετινύλιο Παλμιτικό ρετινύλιο Ρετινόλη
Βιταμίνη D	Βιταμίνη D2 (εργοκαλσιφερόλη) Βιταμίνη D3 (χοληκαλσιφερόλη)
Βιταμίνη Β1	Υδροχλωρική θειαμίνη Μono – νιτρική θειαμίνη
Βιταμίνη Β2	Ριβοφλαβίνη Νατριοφωσφορική 5' ριβοφλαβίνη
Νιασίνη	Νικοτιναμίδιο Νικοτινικό οξύ (νιασίνη)
Βιταμίνη Β6	Υδροχλωρική πυριδοξίνη 5' φωσφορική πυριδοξίνη
Φολικό οξύ	Φολικό οξύ
Παντοθενικό οξύ	D – παντοθενικό ασβέστιο D – παντοθενικό νάτριο D – πανθενόλη
Βιταμίνη 12	Κυανοκοβαλαμίνη Υδροξυ – κοβαλαμίνη
Βιοτίνη	D – βιοτίνη
Βιταμίνη C	L – ασκορβικό οξύ L – ασκορβικό νάτριο L – ασκορβικό ασβέστιο 6 – παλμιτιλο L – ασκορβικό οξύ Ασκορβικό κάλιο
Βιταμίνη E	D – α – τοκοφερόλη DL – α – τοκοφερόλη Οξική D – α – τοκοφερόλη Οξική DL – α – τοκοφερόλη
Βιταμίνη K	Φυλλοκινόνη (φυτομεναδιόνη)

#### 2. Ανόργανα στοιχεία

Ανόργανα στοιχεία Ασβέστιο (Ca)	Επιτρεπόμενα άλατα Ανθρακικό ασβέστιο Χλωριούχο ασβέστιο
	Άλατα ασβεστίου του κιτρικού οξέος Γλυκονικό ασβέστιο Γλυκεροφωσφορικό ασβέστιο Γαλακτικό ασβέστιο Άλατα ασβεστίου του ορθοφωσφορικού οξέος Υδροξείδιο του ασβεστίου

Μαγνήσιο (Mg)	Ανθρακικό μαγνήσιο Χλωριούχο μαγνήσιο Οξείδιο του μαγνησίου Άλατα μαγνησίου του ορθοφωσφορικού οξέος Θεικό μαγνήσιο Γλυκονικό μαγνήσιο Υδροξείδιο του μαγνησίου Άλατα μαγνησίου του κιτρικού οξέος
Σίδηρος (Fe)	Κιτρικός σίδηρος Γλυκονικός σίδηρος Γαλακτικός σίδηρος Θεικός σίδηρος Κιτρικό άλας του σιδήρου και του αμμωνίου Φουμαρικός σίδηρος Διφωσφορικός σίδηρος (πυροφωσφορικός σίδηρος) Διγλυκινικός σίδηρος
Χαλκός (Cu)	Κιτρικός χαλκός Γλυκονικός χαλκός Θεικός χαλκός Σύμπλοκο χαλκού – λυσίνης Ανθρακικός χαλκός
Ιώδιο (I)	Ιωδιούχο κάλιο Ιωδιούχο νάτριο Ιωδικό κάλιο
Ψευδάργυρος (Zn)	Οξεικός ψευδάργυρος Χλωριούχος ψευδάργυρος Γαλακτικός ψευδάργυρος Θεικός ψευδάργυρος Κιτρικός ψευδάργυρος Γλυκονικός ψευδάργυρος Οξείδιο του ψευδαργύρου
Μαγγάνιο (Mn)	Ανθρακικό μαγγάνιο Χλωριούχο μαγγάνιο Κιτρικό μαγγάνιο Θεικό μαγγάνιο Γλυκονικό μαγγάνιο
Νάτριο (Na)	Όξινο ανθρακικό νάτριο Χλωριούχο νάτριο Κιτρικό νάτριο Γλυκονικό νάτριο Ανθρακικό νάτριο Γαλακτικό νάτριο Άλατα νατρίου του ορθοφωσφορικού οξέος Υδροξείδιο του νατρίου
Κάλιο (K)	Όξινο ανθρακικό κάλιο Ανθρακικό κάλιο

	Χλωριούχο κάλιο Κιτρικά άλατα καλίου Γλυκονικό κάλιο Γαλακτικό κάλιο Άλατα καλίου του ορθοφωσφορικού οξέος Υδροξείδιο του καλίου
Σελήνιο (Se)	Σεληνικό νάτριο Σεληνιώδες νάτριο

### 3. Αμινοξέα και άλλες αζωτούχες ενώσεις

- L – κυστίνη και το υδροχλωρικό της άλας
- L – ιστιδίνη και το υδροχλωρικό της άλας
- L – ισολευκίνη και το υδροχλωρικό της άλας
- L – λευκίνη και το υδροχλωρικό της άλας
- L – λυσίνη και το υδροχλωρικό της άλας
- L – κυστεΐνη και το υδροχλωρικό της άλας
- L – μεθειονίνη
- L – φαινυλαλανίνη
- L – θρεονίνη
- L – τρυπτοφάνη
- L – τυροσίνη
- L – βαλίνη
- L – καρνιτίνη και το υδροχλωρικό της άλας
- L – τρυγική L – καρνιτίνη
- Ταυρίνη
- 5' μονοφωσφορική κυτιδίνη και το άλας της με νάτριο
- 5' μονοφωσφορική ουριδίνη και το άλας της με νάτριο
- 5' μονοφωσφορική αδενοσίνη και το άλας της με νάτριο
- 5' μονοφωσφορική γουανοσίνη και το άλας της με νάτριο
- 5' μονοφωσφορική ινোসίνη και το άλας τη με νάτριο

### 4. Άλλες διατροφικές ουσίες

- Χολίνη
- Χλωριούχος χολίνη
- Κιτρική χολίνη
- Διτρυγική χολίνη
- Ινοσιτόλη

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ IV

ΙΣΧΥΡΙΣΜΟΙ ΕΠΙ ΘΕΜΑΤΩΝ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ ΚΑΙ ΥΓΕΙΑΣ ΠΟΥ ΔΙΑΤΥΠΩΝΟΝΤΑΙ ΓΙΑ ΤΑ ΠΑΡΑΣΚΕΥΑΣΜΑΤΑ ΓΙΑ ΒΡΕΦΗ ΚΑΙ ΠΡΟΫΠΟΘΕΣΕΙΣ ΠΟΥ ΕΠΙΤΡΕΠΟΥΝ ΤΟΥΣ ΣΧΕΤΙΚΟΥΣ ΙΣΧΥΡΙΣΜΟΥΣ

### 1. Ισχυρισμοί επί θεμάτων διατροφής

Ισχυρισμοί επί θεμάτων διατροφής	Προϋποθέσεις που επιτρέπουν τον ισχυρισμό
Περιέχει μόνο λακτόζη	Η λακτόζη είναι ο μόνος υδατάνθρακας του παρασκευάσματος
Απουσία λακτόζης	Η περιεκτικότητα σε λακτόζη δεν είναι μεγαλύτερη από <b>2,5 mg / 100 kJ (10 mg / 100 kcal)</b> .
Προστιθέμενα πολυακόρεστα λιπαρά οξέα LCP ή αντίστοιχος διατροφικός ισχυρισμός που αφορά την προσθήκη εικοσιδυαεξανικού οξέος	Η περιεκτικότητα σε εικοσιδυαεξανικό οξύ δεν είναι μεγαλύτερη από 0,2% της συνολικής περιεκτικότητας σε λιπαρές ουσίες
Ταυρίνη	Προστέθηκαν προαιρετικά σε επίπεδο που θα ήταν κατάλληλο για τα τρόφιμα που προορίζονται για την ειδική διατροφή των βρεφών και σύμφωνα με τις προϋποθέσεις που ορίζονται στο παράρτημα I.
Φρουκτο – ολιγοσακχαρίτες και γαλακτο – ολιγοσακχαρίτες	
Νουκλεοτίδια	

### 2. Ισχυρισμοί επί θεμάτων υγείας (περιλαμβάνονται οι ισχυρισμοί μείωσης του κινδύνου εκδήλωσης ασθένειας)

Ισχυρισμοί επί θεμάτων υγείας	Προϋποθέσεις που επιτρέπουν τον ισχυρισμό
Μείωση κινδύνου αλλεργίας στις πρωτεΐνες γάλακτος. Ο ισχυρισμός αυτός για την υγεία μπορεί να περιλαμβάνει όρους που αναφέρονται σε μειωμένες αλλεργιογόνες ή μειωμένες αντιγονικές ιδιότητες	<p>Διατίθενται αντικειμενικά και επιστημονικώς εξακριβωμένα στοιχεία που αποδεικνύουν τους ισχυρισμούς</p> <p>Το παρασκεύασμα για βρέφη πληροί τις διατάξεις του σημείου 2.2 του παραρτήματος I και η ποσότητα των ανοσοδραστικών πρωτεϊνών, μετρούμενη με κατάλληλες μεθόδους γενικής αποδοχής, είναι κατώτερη του 1% των αζωτούχων ουσιών του παρασκευάσματος</p> <p>Στην επισήμανση πρέπει να αναφέρεται ότι το προϊόν δεν πρέπει να καταναλώνεται από βρέφη αλλεργικά στις αυτούσιες πρωτεΐνες των οποίων είναι παράγωγο το παρασκεύασμα, εκτός αν έχει αποδειχθεί με γενικώς αποδεκτές κλινικές δοκιμές ότι το παρασκεύασμα για βρέφη είναι ανεκτό από ποσοστό άνω του 90% των βρεφών (διάστημα εμπιστοσύνης 95%) που παρουσιάζουν</p>

	<p>υπερευαισθησία στις πρωτεΐνες από τις οποίες παρασκευάζεται το προϊόν υδρόλυσης</p>
	<p>Το παρασκεύασμα για βρέφη χορηγούμενο από το στόμα δεν πρέπει να προκαλεί στα ζώα ευαισθητοποίηση στις αυτούσιες πρωτεΐνες των οποίων παράγωγο είναι το παρασκεύασμα για βρέφη</p>



## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ V

### ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΑ ΚΑΙ ΜΗ ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΑ ΑΜΙΝΟΞΕΑ ΣΤΟ ΜΗΤΡΙΚΟ ΓΑΛΛΑ

Για τους σκοπούς της παρούσας οδηγίας απαραίτητα και μη απαραίτητα αμινοξέα του μητρικού γάλακτος εκφραζόμενα σε mg ανά 100 kJ και 100 kcal είναι τα ακόλουθα:

	Ανά 100 kJ <sup>(1)</sup>	Ανά 100 kcal
Κυστίνη	9	38
Ιστιδίνη	10	40
Ισολευκίνη	22	90
Λευκίνη	40	166
Λυσίνη	27	113
Μεθειονίνη	5	23
Φαινυλαλανίνη	20	83
Θρεονίνη	18	77
Τρυπτοφάνη	8	32
Τυροσίνη	18	76
Βαλίνη	21	88

(1) 1 kJ = 0,239 kcal

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ VI

Προδιαγραφές για την περιεκτικότητα, την πηγή και την επεξεργασία των πρωτεϊνών που χρησιμοποιούνται στην παρασκευή παρασκευασμάτων για βρέφη με περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες κάτω από 0,56 g / 100 kJ (2,25 g / 100 kcal) με βάση προϊόντα υδρόλυσης πρωτεΐνης ορού γάλακτος από πρωτεΐνη γάλακτος αγελάδας.

### 1. Περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες

(περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες = σε άζωτο X 6,25)

Ελάχιστο 0,44 g / 100 kJ (1,86 g / 100 kcal)	Μέγιστο 0,7 g / 100 kJ (3 g / 100 kcal)
--	---

### 2. Πηγή πρωτεϊνών

Απαλλαγμένη από ανόργανα στοιχεία γλυκιά πρωτεΐνη ορού γάλακτος που έχει ληφθεί από γάλα αγελάδας μετά από ενζυματική καθίζηση των καζεϊνών με χρήση χυμοσίνης που αποτελείται από:

- 63% απομονωμένη πρωτεΐνη ορού γάλακτος, απαλλαγμένη από γλυκομακροπεπίδια καζεΐνης, με ελάχιστη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη 95% σε ξηρή ύλη και μετουσίωση πρωτεϊνών μικρότερη από 70% με μέγιστη περιεκτικότητα σε τέφρα 3% και
- 37% συμπύκνωμα γλυκιάς πρωτεΐνης ορού γάλακτος με ελάχιστη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη 87% σε ξηρή ύλη και μετουσίωση πρωτεϊνών μικρότερη από 70% με μέγιστη περιεκτικότητα σε τέφρα 3,5%

### 3. Επεξεργασία των πρωτεϊνών

Διαδικασία υδρόλυσης δύο βαθμίδων χρησιμοποιώντας σκεύασμα θρυψίνης, με μια βαθμίδα θερμικής επεξεργασίας (από 3 ως 10 λεπτά σε 80 – 100 °C) μεταξύ των δύο βαθμίδων υδρόλυσης.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ VII

ΤΙΜΕΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΙΣΗΜΑΝΣΗ ΤΩΝ ΤΡΟΦΩΝ ΠΟΥ ΠΡΟΟΡΙΖΟΝΤΑΙ ΓΙΑ ΒΡΕΦΗ ΚΑΙ ΠΑΙΔΙΑ ΜΙΚΡΗΣ ΗΛΙΚΙΑΣ ΟΣΟΝ ΑΦΟΡΑ ΤΙΣ ΘΡΕΠΤΙΚΕΣ ΤΟΥΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

Θρεπτική ουσία	Τιμή αναφοράς για την επισήμανση
Βιταμίνη Α (μg)	400
Βιταμίνη D (μg)	7
Βιταμίνη Ε (mg – TE)	5
Βιταμίνη Κ(μg)	12
Βιταμίνη C (μg)	45
Θειαμίνη (mg)	0,5
Ριβοφλαβίνη (mg)	0,7
Νιασίνη (mg)	7
Βιταμίνη Β6 (mg)	0,7
Φολικό οξύ (μg)	125
Βιταμίνη Β12 (μg)	0,8
Παντοθενικό οξύ (mg)	3
Βιοτίνη (μg)	10
Ασβέστιο (mg)	550
Φωσφόρος (mg)	550
Κάλιο (mg)	1000
Νάτριο (mg)	400
Χλώριο (mg)	500
Σίδηρος (mg)	8
Ψευδάργυρος (mg)	5
Ιώδιο (μg)	80
Σελήνιο (μg)	20
Χαλκός (mg)	0,5
Μαγνήσιο (mg)	80
Μαγγάνιο (mg)	1,2

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ VIII

ΦΥΤΟΦΑΡΜΑΚΑ ΠΟΥ ΑΠΑΓΟΡΕΥΕΤΑΙ ΝΑ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝΤΑΙ ΣΕ ΓΕΩΡΓΙΚΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΤΑ ΟΠΟΙΑ ΠΡΟΟΡΙΖΟΝΤΑΙ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΚΑΙ ΠΑΡΑΣΚΕΥΑΣΜΑΤΩΝ ΓΙΑ ΝΕΑΡΑ ΒΡΕΦΗ & ΔΕΥΤΕΡΗΣ ΒΡΕΦΙΚΗΣ ΗΛΙΚΙΑΣ ΠΑΙΔΙΑ

- **Disulfoton** (άθροισμα του disulfoton, του σουλφοξειδίου του disulfoton και της σουλφόνης του disulfoton, εκφραζόμενο ως disulfoton)
- **Fensulfothion** (άθροισμα του fensulfothion, του οξυγονωμένου του αναλόγου και των σουλφονών τους, εκφραζόμενο ως fensulfothion)
- **Fentin** (εκφραζόμενο ως κατιόν του triphenyltin)
- **Haloxyfop** (άθροισμα του haloxyfop, των αλάτων και των εστέρων του συμπεριλαμβανομένων των συζευγμάτων, εκφραζόμενο ως haloxyfop)
- **Heptachlor** και trans επταχλωρεποξειδίο, εκφραζόμενο ως heptachlor
- **Hexachlorobenzene**
- **Nitrofen**
- **Omethoate**
- **Terbufos** (άθροισμα του terbufos, του σουλφοξειδίου και της σουλφόνης του, εκφραζόμενο ως terbufos)
- **Aldrin** και **dieldrin** (HEOD) εκφραζόμενα ως dieldrin
- **Endrin**

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΧ

ΕΙΔΙΚΑ ΜΕΓΙΣΤΑ ΟΡΙΑ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΩΝ ΦΥΤΟΦΑΡΜΑΚΩΝ Η ΜΕΤΑΒΟΛΙΤΩΝ ΦΥΤΟΦΑΡΜΑΚΩΝ ΣΤΑ ΠΑΡΑΣΚΕΥΑΣΜΑΤΑ ΓΙΑ ΒΡΕΦΗ ΚΑΙ ΣΤΑ ΠΑΡΑΣΚΕΥΑΣΜΑΤΑ ΔΕΥΤΕΡΗΣ ΒΡΕΦΙΚΗΣ ΗΛΙΚΙΑΣ

Χημική ονομασία της ουσίας	Μέγιστο όριο υπολειμμάτων (mg / kg)
Cadusafos	0,006
Demeton – S – methyl / demeton – S – methyl sulfone / oxydemeton – methyl (μεμονωμένο ή σε συνδυασμό, εκφραζόμενο ως demeton – S – methyl)	0,006
Ethorophos	0,008
Fipronil (άθροισμα των fipronil και fipronil – desulfinyl, εκφραζόμενο ως fipronil)	0,004
Propineb / propylenethiourea (άθροισμα των propineb και της propylenethiourea)	0,006

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

## ΓΕΝΕΤΙΚΑ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΟΙ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΙ

**ΓΕΝΕΤΙΚΑ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΟΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ (ΓΤΟ)** είναι ένας ζωντανός οργανισμός που έχει υποστεί τροποποίηση των αρχικών γενετικών του χαρακτηριστικών με προσθήκη, αφαίρεση, αντικατάσταση ή σιώπιση τουλάχιστον ενός γονιδίου.

Με τη γενετική τροποποίηση εισάγουμε άμεσα τα επιθυμητά γνωρίσματα σε έναν οργανισμό χωρίς τη διαδικασία της εγγενούς αναπαραγωγής, γεγονός που επιτρέπει τη μεταφορά γονιδίων μεταξύ οργανισμών ακόμα και αυτών που δεν είναι εξελικτικά συγγενείς. Κατά συνέπεια οι ΓΤΟ είναι βιοτεχνολογικά προϊόντα που κατασκευάζονται στα εργαστήρια με τη βοήθεια της γενετικής μηχανικής. Είναι δηλαδή η εξαγωγή επιλεγμένων γονιδίων από έναν οργανισμό (όπως ζώα, φυτά, βακτήρια και ιούς) και η τεχνητή εισαγωγή τους σε άλλους εντελώς διαφορετικούς οργανισμούς (όπως είναι τα καλλιεργούμενα φυτά).

Οι εφαρμογές των σύγχρονων τεχνικών της γενετικής τροποποίησης οδήγησαν και στη δημιουργία νέων τροφίμων, των «καινοφανών ή πρωτότυπων τροφίμων».

### 5.1 ΑΡΧΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΓΕΝΕΤΙΚΑ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΩΝ ΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ

Η γενετική τροποποίηση περιλαμβάνει την εισαγωγή τμήματος DNA το οποίο αποτελεί συνδυασμό διαφορετικών τμημάτων DNA στο γονιδίωμα του οργανισμού στόχου.

Ένα προς μεταφορά μόριο DNA περιλαμβάνει τρία βασικά γενετικά στοιχεία:

1. τον **υποκινητή (promoter)**. Ο υποκινητής λειτουργεί ως διακόπτης μεταγραφής του προς μεταφορά γονιδίου. Η αλληλουχία του υποκινητή τοποθετείται ανοδικά στην αλληλουχία που κωδικοποιείται ώστε να εξασφαλιστεί η σωστή έκφραση του στον οργανισμό στόχο. Είναι δύο ειδών: οι *συνεχούς μεταγραφής* (constitutive), οι οποίοι εξασφαλίζουν συνεχή μεταγραφή του γονιδίου και οι *επαγόμενοι* (inducible) όπου για να εξασφαλιστεί η μεταγραφή του γονιδίου απαιτείται η συνέργεια και άλλων παραγόντων.
2. το **τροποποιημένο γονίδιο**. Το γονίδιο αυτό δίνει το επιθυμητό χαρακτηριστικό. Προέρχεται συνήθως από άλλο οργανισμό και είναι τροποποιημένο με τέτοιο τρόπο ώστε να ενσωματωθεί κατάλληλα στον οργανισμό στόχο και να εκφραστεί.
3. την **αλληλουχία τερματισμού**. Λειτουργεί ως σημείο τερματισμού μεταγραφής του προς μεταφορά / τροποποίηση γονιδίου. Τίθεται στο τέλος της κωδικεύουσας αλληλουχίας του γονιδίου.

Το μόριο «υποκινητής – γονίδιο – αλληλουχία τερματισμού» ονομάζεται «κασέτα γονιδίων» (gene cassette). Στο ίδιο μόριο μπορούν να συνδυάζονται 2 ή περισσότερες κασέτες. Μπορεί να υπάρχουν και άλλα γενετικά στοιχεία, ο ρόλος των οποίων σχετίζεται με τον έλεγχο και τη σταθεροποίηση της λειτουργίας του μεταγραφόμενου γονιδίου ή με το να συνδυάζονται πιο εύκολα διαφορετικά γενετικά στοιχεία στο μόριο του DNA.

Η διαδικασία τροποποίησης φυτικών οργανισμών αποτελείται από τα παρακάτω στάδια:

1. δημιουργία ανασυνδυασμένου πλασμιδίου που περιέχει το επιθυμητό γονίδιο και τα απαραίτητα ρυθμιστικά ή βοηθητικά γενετικά στοιχεία.
2. μεταφορά του ανασυνδυασμένου μορίου DNA που φέρει το επιθυμητό γονίδιο το κύτταρο στόχος. Σ' αυτό το σημείο γίνεται πιστοποίηση της εισαγωγής του γονιδίου στο κύτταρο. Η εισαγωγή αυτή γίνεται με διάφορους τρόπους.
3. ανάπτυξη ολόκληρου οργανισμού από ένα μετασχηματισμένο κύτταρο.

## ΜΕΘΟΔΟΙ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ DNA

Χρησιμοποιούνται τρεις τρόποι μετασχηματισμού:

1. **Μεταφορά γονιδίων με κατάλληλο φορέα**, όπως το *Agrobacterium tumefaciens* (Εικόνα 1). Βασίζεται στις ικανότητες του βακτηρίου να μεταφέρει DNA στο φυτικό κύτταρο. Στη φύση η μεταφορά αυτή δημιουργεί φυτικούς όγκους στο σημείο μόλυνσης. Με τις μεθόδους της βιοτεχνολογίας έχει αφαιρεθεί από το βακτήριο το γονίδιο που είναι υπεύθυνο για την ανάπτυξη των όγκων. Έτσι, χρησιμοποιείται το βακτήριο για μεταφορά των επιθυμητών γονιδίων. Η τεχνική αυτή είναι η πιο επιτυχημένη μέθοδος παραγωγής γενετικά τροποποιημένων φυτών. Δυστυχώς, δεν μπορεί να εφαρμοστεί σε όλα τα είδη φυτών, όπως για παράδειγμα στα σιτηρά. Η μέθοδος χρησιμοποιείται για την τροποποίηση διαφορετικών φυτικών ειδών (ελαιοκράμβη, ντομάτα, βαμβάκι, πατάτα κλπ.).



**Εικόνα 1.** α) *Agrobacterium tumefaciens*. β) το βακτήριο εμφυτεύεται σε φυτικά κύτταρα.

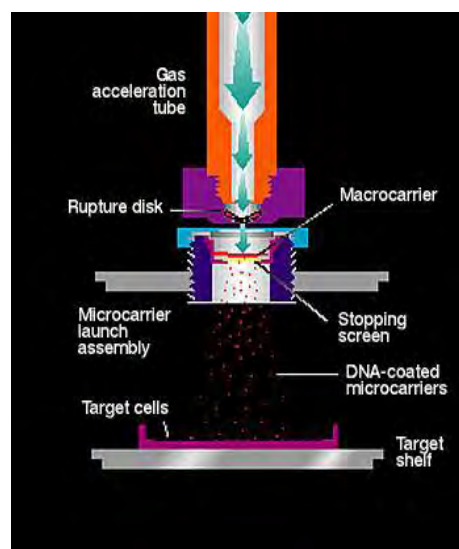
2. **Απευθείας μεταφορά DNA**. Σ' αυτή τη μέθοδο η μεταφορά του επιθυμητού γονιδίου γίνεται με τη βοήθεια ορισμένων φυσικών και χημικών παραγόντων. Με τη μέθοδο της ηλεκτροδιάτρησης έχει δημιουργηθεί γενετικά τροποποιημένο καλαμπόκι (εικόνα 2) και ρύζι. Αρχικά το κύτταρο πρέπει να χάσει το κυτταρικό του τοίχωμα και να παραχθούν οι πρωτοπλάστες. Στη συνέχεια, οι πρωτοπλάστες επεξεργάζονται με φυσικούς ή χημικούς παράγοντες για να μπορούν να προσλαμβάνουν DNA από τον εξωκυττάριο χώρο. Το DNA που εισάγεται, ενσωματώνεται στο φυτικό γονιδίωμα. Το

κυριότερο μειονέκτημα της μεθόδου είναι η δυσκολία δημιουργίας φυτικού οργανισμού από πρωτοπλάστες.



**Εικόνα 2.** Γενετικά τροποποιημένο καλαμπόκι από την εταιρία Monsanto. Η ονομασία της ποικιλίας είναι: MON863.

3. **Βαλλιστικές μέθοδοι μεταφοράς γονιδίων (μέθοδος βομβαρδισμού μικροσωματιδίων microparticle bombardment method – βιοβαλλιστική (biolistics) ή πιστόλι σωματιδίων (particle gun)** (Εικόνα 3). Στη μέθοδο αυτή επιταχύνονται πολύ μικρά σωματίδια βολφραμίου ή χρυσού επικαλυμμένα με DNA και εισάγονται στα κύτταρα με ηλεκτροστατικό παλμό, πιεσμένο αέρα ή κρουστικό πιστόλι σκόνης. Τα σωματίδια διέρχονται στο κύτταρο, το DNA διαλύεται και ελευθερώνεται για να ενσωματωθεί στο γονιδίωμα του κυττάρου. Οι βαλλιστικές μέθοδοι δεν απαιτούν τη χρήση πρωτοπλαστών και χρησιμοποιούνται ολόκληρα κύτταρα ή τμήματα φυτικού ιστού. Με τη μέθοδο αυτή έχει παραχθεί η γενετικά τροποποιημένη σόγια και το καλαμπόκι.



**Εικόνα 3.** α) πιστόλι σωματιδίων. β) βιοβαλλιστική μέθοδος.



Με τις παραπάνω μεθόδους, η εισαγωγή του γονιδίου στο φυτό γίνεται τυχαία. Σε ορισμένες περιπτώσεις η «κασέτα» του εκθέματος εισάγονται σε ένα αντίγραφο ή διαδοχικές επαναλήψεις σε περικομμένες ή επαναδιευθετημένες μορφές σε ένα ή περισσότερα σημεία. Η τυχαία εισαγωγή ξένου γενετικού υλικού μπορεί να προκαλέσει αντιδράσεις απρόβλεπτης θέσης ή πλειοτροπίας.

Για την εξάλειψη μη τροποποιημένων κυττάρων, το επιθυμητό γονίδιο τροποποιείται με τα επιλεγμένο γονίδιο δείκτη. Το γονίδιο δείκτη προσδίδει ανθεκτικότητα σε συγκεκριμένα αντιβιοτικά ή ζιζανιοκτόνα. Όταν το αντιβιοτικό ή το ζιζανιοκτόνο εφαρμοστεί σε ένα πληθυσμό κυττάρων, επιβιώσουν τα κύτταρα που φέρουν το γονίδιο ανθεκτικότητας. Αυτή η διαδικασία ονομάζεται *επιλογή*. Μετά την επιλογή απομακρύνεται ο δείκτης με διάφορες μεθόδους και έτσι έχουμε ένα διαγονιδιακό φυτό.

## 5.2. ΠΙΘΑΝΟΙ ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΤΩΝ ΓΕΝΕΤΙΚΑ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

Από τις πρώτες εισαγωγές γενετικά τροποποιημένων τροφίμων στην Ευρώπη από τις ΗΠΑ (1996), ξεκίνησε μια σειρά από έντονες διαμάχες μεταξύ των ενδιαφερόμενων (επιστήμονες, κρατικοί φορείς, καταναλωτές, αγρότες, εταιρίες) καθώς και κινητοποιήσεις από διάφορες ομάδες, όπως η Greenpeace, με αντικείμενο το κατά πόσο ασφαλή είναι αυτά τα τρόφιμα. Οι παραπάνω «ομάδες» έχουν χωριστεί στους «υποστηρικτές» των νέων μεθόδων της βιοτεχνολογίας και τους «πολέμιους».

Πίνακας 7. Είδος πιθανού κινδύνου

Είδος κινδύνου	Περιγραφή
Βιολογικοί	Πιθανοί κίνδυνοι στο στάδιο παραγωγής των γενετικά τροποποιημένων φυτών
Περιβαλλοντικοί	Πιθανοί κίνδυνοι στο στάδιο της καλλιέργειας των γενετικά τροποποιημένων φυτών
Κίνδυνοι υγείας	Πιθανοί κίνδυνοι κατά την κατανάλωση των προϊόντων GMOs από ανθρώπους ή ζώα

Η διαμάχη αυτή παρουσιάζει κάτι ενδιαφέρον. Ενώ στις ΗΠΑ τα γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα κυκλοφορούν στην αγορά χωρίς να απαιτείται ειδική σήμανση, παρόλο που υπάρχουν αυστηρές υπηρεσίες για την προστασία της υγείας των καταναλωτών, στην Ευρώπη οι καταναλωτές, αλλά και μεγάλο μέρος της επιστημονικής κοινότητας είναι ιδιαίτερα επιφυλακτικοί στη νέα τεχνολογία και τονίζουν ότι υπάρχει πιθανότητα να προκύψουν σοβαροί κίνδυνοι στο μέλλον από τα δημιουργία, εξάπλωση και κατανάλωση των GMOs.

Τα αίτια της αρνητικής στάσης των Ευρωπαίων είναι πολλά. Το κυριότερο πρόβλημα εστιάζεται στο γεγονός ότι η τεχνολογία αυτή βασίζεται σε βιολογικές διαδικασίες οι οποίες κατά ένα πολύ μεγάλο ποσοστό δεν έχουν δοκιμαστεί και μπορεί να υπάρξουν απρόβλεπτες αρνητικές επιπτώσεις από την εφαρμογή τους.

Η επιφυλακτικότητα και η άρνηση των Ευρωπαίων έγιναν μεγαλύτερες μετά την εξάπλωση της ασθένειας των «τρελών αγελάδων» καθώς και άλλων διατροφικών σκανδάλων και της αδυναμίας των ειδικών να προβλέψουν και να αντιμετωπίσουν έγκαιρα την κρίση.

Μια επιμέρους ανάλυση των κινδύνων τους κατατάσσει σε τρεις βασικές κατηγορίες, όπως παρουσιάζονται στον πίνακα 7.

## ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΙ ΚΙΝΔΥΝΟΙ

Οι κίνδυνοι αυτής της κατηγορίας αφορούν το στάδιο τη κατασκευής διαγονιδιακών οργανισμών, φυτών ή άλλων (πίνακας 10) (Karpeli & Auberson 1998, Butler et al 1999, Conner et al 1999).

Πίνακας 10. Πιθανοί βιολογικοί κίνδυνοι

Κίνδυνος	Περιγραφή
Κατάργηση φυσικών γενετικών φραγμών	Κατά τη μεταφορά γονιδίων με τη γενετική μηχανική από έναν οργανισμό σε έναν άλλο καταργούνται οι φυσικοί γενετικοί φραγμοί που υπάρχουν εδώ και αιώνες μεταξύ των ειδών και επιτελούνται αλλαγές στο γονιδίωμα του οργανισμού που πιθανόν να έχουν απρόβλεπτες αρνητικές επιπτώσεις.
Ενσωμάτωση «ξένου» γενετικού υλικού σε τυχαίες θέσεις στο γονιδίωμα ενός φυτού ή ζώου	Μπορεί να οδηγήσει σε αλλαγή ή διακοπή του γενετικού προγράμματος του οργανισμού με αποτέλεσμα να προκληθούν αλλαγές στη μορφολογία ή τα χαρακτηριστικά του φυτού. Το «ξένο» DNA όταν ενσωματωθεί σε μια περιοχή του γονιδιώματος μπορεί να επηρεάσει τη ρύθμιση άλλων γειτονικών γονιδίων με πιθανές αρνητικές συνέπειες όπως π.χ. την ενεργοποίηση ενός ανενεργού γονιδίου με αποτέλεσμα την παραγωγή κάποιας τοξίνης ή την αλλαγή στη σύσταση των θρεπτικών συστατικών ενός φυτού.
Εισαγωγή ρυθμιστικών αλληλουχιών	Επισημαίνεται ο κίνδυνος από την εισαγωγή της αλληλουχίας DNA του υποκινητή CaMV 35S (ρυθμιστική αλληλουχία) σχεδόν σε όλα τα γενετικά τροποποιημένα φυτά που βρίσκονται στο εμπόριο ή σε πειραματικές καλλιέργειες. Ο υποκινητής αυτός είναι μια αλληλουχία DNA που εισάγεται μαζί με το «ξένο» γονίδιο στα γενετικά τροποποιημένα φυτά προκειμένου να ρυθμίσει την έκφραση του «ξένου» γονιδίου. Είναι ένας ισχυρός υποκινητής που προέρχεται από τον ιό της μωσαϊκής του κουνουπιδιού (Cauliflower Mosaic Virus = CaMV). Θεωρείται ότι ο υποκινητής αυτός μπορεί να

	ενεργοποιήσει και άλλα γονίδια μέσα στα φυτά με πιθανές απρόβλεπτες συνέπειες στη γονιδιακή έκφραση π.χ. ενεργοποίηση γονιδίων ιών που βρίσκονται στο γονιδίωμα των φυτών και δημιουργία μολυσματικών ιών (Ho et al 1998, Ho et al, 1999).
Χρήση φορέων για τη μεταφορά γονιδίων	Επιφυλάξεις υπάρχουν επίσης και σχετικά με την ασφάλεια της χρήσης των φορέων (vectors) που χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά γονιδίων στους οργανισμούς – ξενιστές και κυρίως τους φορείς που προέρχονται από ιούς που ίσως αποκτήσουν ξανά τη λοιμογόνο δράση τους.

## ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΙ ΚΙΝΔΥΝΟΙ

Οι περιβαλλοντικοί κίνδυνοι από την καλλιέργεια γενετικά τροποποιημένων φυτών είναι ένας από τους ευρέως αποδεκτούς, εφόσον υπάρχουν ενδείξεις ότι τα φυτά αυτά αλληλεπιδρούν με το περιβάλλον τους και κανείς δεν μπορεί να εγγυηθεί ότι «γονιδιακά» θα παραμείνουν σταθερά με το πέρασμα του χρόνου (Klinger, 1998). Αυτό σημαίνει ότι υπάρχει περίπτωση τα γονίδια που έχουν εισαχθεί στα γενετικά τροποποιημένα φυτά να μεταφερθούν με κάποιους τρόπους είτε σε άλλα φυτά μέσω της γύρης, είτε ακόμα και σε ακραίες συνθήκες σε άλλους οργανισμούς του οικοσυστήματος (π.χ. βακτήρια).

Το γεγονός αυτό δεν σημαίνει ότι τα γενετικά τροποποιημένα φυτά είναι επικίνδυνα για το οικοσύστημα στο οποίο εισάγονται, αλλά υποδηλώνει ότι υπάρχει ένας βαθμός επικινδυνότητας εφόσον δεν μπορούν να προβλεφθούν οι μακροχρόνιες επιπτώσεις.

Το θέμα της εκτίμησης των περιβαλλοντικών κινδύνων είναι επίσης ιδιαίτερα σημαντικό και λόγω του γεγονότος ότι αναμένεται δραματική εξάπλωση των γενετικά τροποποιημένων καλλιεργειών σε παγκόσμια κλίμακα. Εκτιμάται ότι σε μερικά χρόνια το 70% των βασικότερων καλλιεργειών θα είναι γενετικά τροποποιημένες (Gachet et al, 1999).

Ήδη το 1999 στις ΗΠΑ, το γενετικά τροποποιημένο καλαμπόκι (ανθεκτικό στα έντομα) καταλαμβάνει περίπου το 30% της καλλιέργειας καλαμποκιού, ενώ η γενετικά τροποποιημένη σόγια (ανθεκτική σε ζιζανιοκτόνα) και το γενετικά τροποποιημένο βαμβάκι (ανθεκτικό στα έντομα) καταλαμβάνουν πάνω από το 50% των συνολικών καλλιεργειών σόγιας και καλαμποκιού αντίστοιχα (European Commission 2000a, Mitten et al 1999). Επίσης, αυξάνονται και οι εκτάσεις καλλιέργειας γενετικά τροποποιημένων φυτών στη Νότια Αμερική, Καναδά, Κίνα, Νότια Αφρική, Αυστραλία.

Λαμβάνοντας υπόψη τη ραγδαία εξάπλωση των γενετικά τροποποιημένων φυτών, είναι αναμενόμενο πολλοί περιβαλλοντολόγοι, οικολόγοι αλλά και επιστήμονες να έχουν ευαισθητοποιηθεί στο θέμα της επίδρασης των νέων καλλιεργειών στο περιβάλλον και εκφράζουν τις επιφυλάξεις τους, τονίζοντας ότι απαιτείται διεξοδική μελέτη των επιπτώσεων αυτών.

Οι περισσότεροι επιστήμονες συμφωνούν ότι το θέμα της επίδρασης των GMOs στα οικοσυστήματα και γενικότερα στο περιβάλλον χρειάζεται εκτεταμένες

έρευνες, περισσότερες δοκιμές πεδίου και συνεχή στενή παρακολούθηση για αρκετά χρόνια.

Συνοπτικά, οι βασικότεροι πιθανοί κίνδυνοι από τη χρήση των γενετικά τροποποιημένων φυτών που μπορούν να προκύψουν στο περιβάλλον αναφέρονται στον πίνακα 11.

Πίνακας 11. Πιθανοί περιβαλλοντικοί κίνδυνοι

Κίνδυνοι	Περιγραφή
Μεταφορά γονιδίων στο περιβάλλον	Μεταφορά των γονιδίων των γενετικά τροποποιημένων φυτών σε συγγενή φυτά ή σε ζιζάνια μέσω της γύρης και δημιουργία ανθεκτικών παρασίτων
Δημιουργία Bt ανθεκτικών εντόμων	Η συνεχής έκθεση στην τοξίνη Bt που παράγουν ορισμένα γενετικά τροποποιημένα φυτά μπορεί να οδηγήσει μέσω της φυσικής επιλογής στην επικράτηση στελεχών ανθεκτικών εντόμων στην τοξίνη
Επίδραση της τοξίνης Bt σε έντομα μη – στόχους	Πιθανές απρόβλεπτες επιδράσεις της τοξίνης σε έντομα που δεν είναι επιβλαβή στη γεωργία
Αύξηση στη χρήση ζιζανιοκτόνων	Πιθανή κατάχρηση χημικών ζιζανιοκτόνων λόγω της δημιουργίας γενετικά τροποποιημένων φυτών ανθεκτικών στα ζιζανιοκτόνα

## ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΓΟΝΙΔΙΩΝ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

### 1) Ποιο είναι το πρόβλημα.

Μια από τις βασικότερες επιφυλάξεις σχετικά με τη χρήση καλλιεργειών γενετικά τροποποιημένων φυτών, είναι ο κίνδυνος της «μεταφοράς ή διασποράς ή διαρροής» γονιδίων (gene transfer ή gene flow) από τη διασταύρωση διαγονιδιακών φυτών με συγγενή φυτά που αποτελούν τη φυσική βλάστηση ή με ζιζάνια (γενετική ρύπανση).

Η πιθανότητα μεταφοράς διαγονιδίων στα ζιζάνια των καλλιεργειών προβληματίζει τους ειδικούς. Υπάρχει κίνδυνος τα ζιζάνια που θα αποκτήσουν τα διαγονίδια αυτά (γονίδια ανθεκτικότητας σε παθογόνα και ασθένειες) να γίνουν και τα ίδια πιο ανθεκτικά και να αντιμετωπίζονται πιο δύσκολα.

### 2) Πως μπορεί να γίνει η μεταφορά γονιδίων.

Η μεταφορά γονιδίων μεταξύ φυτών είναι εφικτή, ιδιαίτερα μεταξύ συγγενικών φυτών με τη μεταφορά της γύρης (Mikkelsen et al, 1996). Πρόσφατες έρευνες έδειξαν ότι μπορεί να γίνει και μεταφορά «διαγονιδίων» μεταξύ φυτών που ανήκουν σε διαφορετικά γένη.

Σύμφωνα με μια έρευνα, μεταφέρθηκε γύρη από ένα παράσιτο σε ένα διαγονιδιακό φυτό ελαιοκράμβης (oilseed rape) που περιείχε ένα γονίδιο ανθεκτικότητας στο ζιζανιοκτόνο glufosinate ammonium. Τα υβρίδια που προέκυψαν μετά από διαδοχικές γενεές απέκτησαν τα χαρακτηριστικά του παρασίτου αλλά περιείχαν και το γονίδιο της ανθεκτικότητας, αποδεικνύοντας ότι έγινε μεταφορά διαγονιδίων (Chevre et al, 1997). Ανάλογες έρευνες έδειξαν δυνατότητα μεταφοράς

γονιδίων μεταξύ καλλιεργημένου τεύτλου (beet) και του άγριου συγγενούς φυτού *Beta vulgaris* (Bartsch et al, 1999).

Ορισμένοι επιστήμονες υποστηρίζουν ότι στη φύση η πιθανότητα μεταφοράς διαγονιδίων με τη γύρη και οι επιπτώσεις στο περιβάλλον είναι πολύ μικρές για να μελετηθούν αποτελεσματικά. Η εμπειρία δείχνει ότι για τους περισσότερους κόκκους γύρης μία απόσταση 200 μέτρων μεταξύ δύο καλλιεργειών οδηγεί σε καθαρότητα σπόρου 99,9% (Masood, 1998a). Πριν από μία δεκαετία, το δικαστήριο του Λονδίνου απέρριψε την αίτηση ενός αγρότη να διακοπούν δοκιμές πεδίου γενετικά τροποποιημένου καλαμποκιού που βρίσκονται κοντά σε δική του καλλιέργεια βιολογικού καλαμποκιού με την αιτιολογία ότι γονιμοποίηση με το διαγονίδιο ήταν σχεδόν απίθανη δεδομένου ότι οι δύο καλλιέργειες είχαν απόσταση μεταξύ τους 2 χιλιόμετρα (Masood, 1998b).

### 3) Μία πιθανή λύση (εισαγωγή γονιδίων σε χλωροπλάστες).

Ορισμένοι ερευνητές μελετούν την εισαγωγή γονιδίων στο DNA των χλωροπλαστών του φυτού. Οι χλωροπλάστες έχουν δικά τους γονίδια και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ενσωμάτωση ξένων διαγονιδίων ως εναλλακτική λύση.

Θεωρείται ότι τα χλωροπλαστιδιακά διαγονίδια δεν μεταφέρονται με τη γύρη (Daniell et al, 1998). Όπως δείχθηκε, σε φυτά καπνού και ελαιοκράμβης οι χλωροπλάστες κληρονομούνται από το μητρικό φυτό (maternal inheritance) (Scott & Wilkinson, 1998). Όμως, πολλοί ερευνητές αμφισβητούν το γεγονός ότι οι χλωροπλάστες κληρονομούνται με αυτό τον τρόπο σε όλα τα είδη φυτών (Cummins 1998, Stewart & Prakash 1998). Η προοπτική της εισαγωγής γονιδίων στους χλωροπλάστες έχει το επιπλέον πλεονέκτημα ότι το ξένο γονίδιο μπορεί να εισαχθεί σε πολλά αντίγραφα (μέχρι και 10.000 αντίγραφα) που οδηγούν σε μεγάλες ποσότητες διαγονιδιακών προϊόντων (Shmaefsky 2000b, Bilang & Potrykus 1998, Ingram 1998).

### 4) Αντιμετώπιση του προβλήματος στην Ευρώπη.

Η Ευρώπη αντιμετωπίζει το ζήτημα με ιδιαίτερη ευαισθησία και σοβαρότητα. Παράδειγμα αποτελεί η Ελβετία όπου διαπιστώθηκε πρόσφατα ότι δύο παραδοσιακές καλλιέργειες καλαμποκιού που είχαν εισαχθεί από τις ΗΠΑ (εταιρία Pioneer Hi – Bred), οι ονομαζόμενες Ulla και Benicia, ήταν μολυσμένες με γενετικά τροποποιημένο DNA σε ποσοστό 0,1 – 05%. Το ποσοστό αυτό μπορεί να μην θεωρείται υψηλό, αλλά επειδή δεν είχαν θεσπιστεί ακόμα τα πρότυπα γενετικής μόλυνσης στη χώρα, απαγορεύτηκε η εμπορία των σπόρων και διατάχθηκε η καταστροφή των καλλιεργειών που είχαν ήδη φυτευτεί. Η έκταση αυτή αφορούσε 400 εκτάρια, δηλαδή περίπου το 0,5% της συνολικής καλλιέργειας καλαμποκιού στην Ελβετία (Furst, 1999).

Η αιτία της μόλυνσης των σπόρων της φυσικής καλλιέργειας δεν έχει διευκρινιστεί, πιθανολογείται όμως ότι έγινε με γύρη από γειτονικές καλλιέργειες γενετικά τροποποιημένου καλαμποκιού στις ΗΠΑ.

Το γεγονός αυτό δείχνει:

- Τη διαφορά στην αποδοχή γενετικά τροποποιημένων τροφίμων μεταξύ ΗΠΑ και Ευρώπης. Στις ΗΠΑ οι καλλιέργειες γενετικά τροποποιημένου καλαμποκιού και άλλων ειδών επεκτείνονται συνέχεια και τα προϊόντα που προκύπτουν από αυτές δεν χρειάζονται ειδική σήμανση.
- Την αυστηρότητα ορισμένων ευρωπαϊκών χωρών στην αντιμετώπιση της επιμόλυνσης των τροφίμων με γενετικά τροποποιημένα στοιχεία.
- Τα δραστικά μέτρα που πήρε μια χώρα σαν την Ελβετία (ολική καταστροφή καλλιεργειών) λόγω «επιμιξίας» με 0,1 – 0,5% γενετικά τροποποιημένο

καλαμπόκι όταν η Αμερική καταναλώνει χωρίς κανένα περιορισμό μεγάλες ποσότητες από 100% γενετικά τροποποιημένο καλαμπόκι.

5) Αντιμετώπιση του προβλήματος στην Ελλάδα.

Στην Ελλάδα ο κίνδυνος διασποράς διαγονιδίων από τα γενετικά τροποποιημένα φυτά στο φυτικό φυσικό πληθυσμό περιορίζεται μόνο σε είδη που προϋπήρχαν στην Ελλάδα και για τα οποία υπάρχουν και συγγενή φυτά. Τέτοιο φυτό είναι η ελαιοκράμβη, η οποία μπορεί να διασταυρωθεί με τον φυσικό φυτικό πληθυσμό. Για το λόγο αυτό η αίτηση καλλιέργειας γενετικά τροποποιημένη ελαιοκράμβης που φέρει ανθεκτικότητα σε ζιζανιοκτόνο απορρίφθηκε ομόφωνα από την Ελληνική Εθνική Επιτροπή προφανώς για να αποφευχθεί ο κίνδυνος να μεταφερθεί η ανθεκτικότητα σε συγγενή φυτά της Ελλάδας.

Υπάρχουν, όμως, άλλα είδη όπως το καλαμπόκι, η ντομάτα και η σόγια, που είναι μη γηγενή, φυτά δηλαδή δεν υπάρχουν συγγενή φυτά στην Ελλάδα. Επομένως, οι καλλιεργητές αγοράζουν κάθε χρόνο νέο σπόρο για να φυτέψουν. Σε αυτή την περίπτωση θεωρητικά δεν υπάρχει κίνδυνος μεταφοράς γονιδίων από το γενετικά τροποποιημένο φυτό σε συγγενή φυτά (Γσαυτάρης 1998, Τύπας 1999).

## ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ Bt ΑΝΘΕΚΤΙΚΩΝ ENTOMΩΝ

1) Ποιο είναι το πρόβλημα.

Ο κίνδυνος αυτός αφορά τις διαγονιδιακές καλλιέργειες που φέρουν το γονίδιο Bt, όπως οι καλλιέργειες Bt καλαμποκιού που καταλαμβάνουν ιδιαίτερα μεγάλη έκταση στις ΗΠΑ. Οι καλλιέργειες αυτές είναι ανθεκτικές στα έντομα εφόσον παράγουν την τοξίνη Bt που εξοντώνει επιλεκτικά ορισμένα είδη εντόμων, όπως το *σκουλήκι του καλαμποκιού (Ostrinia nubilalis)*.

Εργαστηριακές μελέτες σε καλλιέργειες Bt σε πεδία έχουν δείξει ότι η εντατική καλλιέργεια Bt φυτών μπορεί να οδηγήσει στην εξελικτική επιλογή και επικράτηση στελεχών εντόμων ανθεκτικών στην τοξίνη Bt (Shelton 2000, deMaagd 1999). Τα στελέχη των εντόμων αυτών υφίστανται μια τυχαία μετάλλαξη σε κάποιο γονίδιο το οποίο τους προσδίδει ανθεκτικότητα στην τοξίνη.

Η δημιουργία ανθεκτικών εντόμων σε εντομοκτόνα είναι ένα φαινόμενο που συμβαίνει σε μεγάλη έκταση σε όλες τις περιοχές της γης. Υπολογίζεται ότι πάνω από 500 είδη αρθρόποδων έχουν δημιουργήσει ανθεκτικότητα σε ένα ή περισσότερα εντομοκτόνα (Shelton, 2000). Η δημιουργία Bt ανθεκτικών εντόμων σε μεγάλη κλίμακα μπορεί να οδηγήσει στην αχρήστευση του Bt ως εντομοκτόνου (το οποίο παράγεται από φυσική πηγή και θεωρείται ότι «σέβεται» περισσότερο το περιβάλλον) και στην αναπόφευκτη εφαρμογή πιο δραστικών και ίσως περισσότερο επιβλαβών χημικών εντομοκτόνων.

2) Πως μπορεί να αντιμετωπισθεί το πρόβλημα.

- i. **Με «καταφύγια» μη Bt φυτών.** Ένας τρόπος να αντιμετωπισθεί ο κίνδυνος της δημιουργίας Bt ανθεκτικών εντόμων είναι να δημιουργηθεί γύρω από την καλλιέργεια των Bt φυτών μία περιοχή με ίδια μη Bt φυτά, με σκοπό να λειτουργεί ως «καταφύγιο» γονιδίων. Αν υπάρξουν έντομα που δεν θα εξοντωθούν από την τοξίνη και επιβιώσουν στις Bt καλλιέργειες, θα διασταυρωθούν με τα μη ανθεκτικά έντομα που θα βρίσκονται στις καλλιέργειες που δεν παράγουν την τοξίνη.

Ο στόχος είναι τα έντομα που φέρουν τα γονίδια ανθεκτικότητας που πιθανόν να προκύψουν, να διασταυρωθούν με τα μη ανθεκτικά έντομα

και έτσι τα γονίδια ανθεκτικότητας να «πνιγούν» σε μια μεγαλύτερη δεξαμενή γονιδίων μη ανθεκτικών (Butler et al, 1999).

Για το λόγο αυτό στις ΗΠΑ επιβάλλεται από την EPA (Υπηρεσία Προστασίας του Περιβάλλοντος – Environmental Protection Agency) ειδικό πρόγραμμα «καταφυγίου» στις Bt καλλιέργειες για την αποφυγή δημιουργίας ανεπιθύμητης ανθεκτικότητας. Το «καταφύγιο» πρέπει να καταλαμβάνει ένα ποσοστό 20 – 40% της συνολικής Bt καλλιέργειας.

Η αποτελεσματικότητα του «καταφυγίου» βασίζεται στην αρχή ότι το γονίδιο ανθεκτικότητας είναι υπολειπόμενο και επομένως δεν θα εκφράζεται στα έντομα που έχουν προέλθει από τη διασταύρωση Bt ανθεκτικών και μη ανθεκτικών εντόμων. Όμως, έρευνες έχουν δείξει ότι σε εργαστηριακές συνθήκες το γονίδιο ανθεκτικότητας κληρονομείται ως ατελώς επικρατές αυτοσωμικό γονίδιο. Αυτό σημαίνει ότι η εμφάνιση ή μη της ανθεκτικότητας εξαρτάται από πολλούς παράγοντες που θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη όπως το είδος των εντόμων που εξετάζονται και ο τύπος της Bt τοξίνης. Έτσι, η χρήση των «καταφυγίων» θα πρέπει να γίνεται σε συνδυασμό με εναλλακτικές στρατηγικές.

Τέλος, ενδεικτικό για τη σημασία που δίνεται στη λύση των καταφυγίων, είναι το γεγονός ότι η Novartis το 1997 ξόδεψε περίπου 250.000 δολάρια στην έρευνα για την ανθεκτικότητα στην τοξίνη (Wadman, 1997b).

- ii. **Χρήση πολλαπλών γονιδίων τοξίνης.** Μια άλλη στρατηγική για την καταπολέμηση του προβλήματος είναι η εισαγωγή γονιδίων διαφορετικών Bt τοξινών στα φυτά. Σε καλλιέργειες φυτών που παράγουν διαφορετικές Bt τοξίνες, είναι πολύ πιο δύσκολο να προκύψουν έντομα ανθεκτικά για όλες τις τοξίνες.

Παρόλα αυτά, η αποτελεσματικότητα της μεθόδου δεν είναι εγγυημένη, αφού μπορεί να παρατηρηθεί δημιουργία ανθεκτικότητας σε πολλούς τύπους την τοξίνης (Huang et al, 1999). Παράλληλα, μελετάται η χρήση εναλλακτικών γονιδίων εντομοτοξινών από άλλες πηγές, όπως αναστολείς πρωτεασών, λεκτίνες, αναστολείς α – αμυλάσης κτλ. (deMaagd et al, 1999).

- iii. **Συμπερασματικά.** Προκειμένου να εφαρμοστεί ένα αποτελεσματικό πρόγραμμα για την αντιμετώπιση του προβλήματος της πιθανής δημιουργίας ανθεκτικών Bt εντόμων από τη χρήση Bt φυτών, είναι απαραίτητο να κατανοηθούν πλήρως οι μηχανισμοί δημιουργίας ανθεκτικότητας και να γίνουν εφαρμογές των παραπάνω προτάσεων σε μεγάλη κλίμακα και για μεγάλο χρονικό διάστημα για να μελετηθεί διεξοδικά το πρόβλημα.

## ΔΡΑΣΗ ΤΗΣ Bt ΤΟΞΙΝΗΣ ΣΕ ENTOMA ΜΗ ΣΤΟΧΟΥΣ

- 1) Ποιο είναι το πρόβλημα.

Ένας από τους κινδύνους της απελευθέρωσης γενετικά τροποποιημένων Bt φυτών είναι οι απρόβλεπτες συνέπειες της τοξίνης σε οργανισμούς, κυρίως σε αρθρόποδα, που δεν είναι βλαβεροί για τις καλλιέργειες και που ίσως είναι ωφέλιμοι για τη γεωργία. Μια τέτοια επίδραση θα ήταν για διατάραξη της βιοποικιλότητας στα φυσικά οικοσυστήματα.

## 2) Η υπόθεση της πεταλούδας «Μονάρχης».

Μια πολυσυζητημένη ανακοίνωση στο περιοδικό Nature (20 / 5 / 1999) στις ΗΠΑ αναφέρει ότι σε εργαστηριακές συνθήκες η γύρη από Bt καλαμποκιού είχε αρνητικές επιδράσεις στη βιωσιμότητα τα προνύμφης της άμορφης, ακίνδυνης και υπό προστασία πεταλούδας «μονάρχης» (*Danaus plexippus*).

Στο συγκεκριμένο πείραμα αναφέρεται 44% θνησιμότητα σε προνύμφες 3 ημερών που έλαβαν ως τροφή φύλλα milkweed με κόκκους γύρης Bt καλαμποκιού (Losey et al, 1999). Τα αποτελέσματα αυτά, παρόλο που ακόμη και ο ίδιος ο ερευνητής παραδέχτηκε ότι θέλουν περισσότερη έρευνα, διόγκωσαν τις ήδη υπάρχουσες διαμαρτυρίες και επιφυλάξεις που υπάρχουν για τη χρήση Bt φυτών, διότι υπογραμμίζουν τον κίνδυνο διαταραχής της βιοποικιλότητας (Hodgson, 1999).

Πολλοί επιστήμονες υποστηρίζουν ότι σε αντίθεση με τις εργαστηριακές συνθήκες, στο φυσικό περιβάλλον οι πιθανότητες να επηρεαστεί η πεταλούδα από τις Bt καλλιέργειες καλαμποκιού είναι ελάχιστες και αυτό γιατί (Mikesell, 1999):

- i. Οι πεταλούδες μονάρχης προτιμούν να γεννούν σε φύλλα milkweed που σπάνια θα βρεθούν στη μέση μιας καλλιέργειας καλαμποκιού και αν βρίσκονται απλώς κοντά τότε οι πιθανότητες μεταφοράς της Bt γύρης στα φύλλα αυτά είναι πολύ μικρές (λόγω του σχετικού μεγάλου βάρους των κόκκων της γύρης του καλαμποκιού). Οι έρευνες σε φυτείες Bt καλαμποκιού δείχνουν μικρή συγκέντρωση κόκκων γύρης σε κοντινά φύλλα milkweed.
- ii. Η περίοδος επώασης των προνυμφών δεν συμπίπτει συνήθως χρονικά με την περίοδο που διασπείρεται η γύρη του καλαμποκιού (διάρκεια 7 – 10 ημέρες).
- iii. Η δόση της γύρης του καλαμποκιού που συναντάται σε φυσικές συνθήκες στα φύλλα milkweed είναι κατά πάσα πιθανότητα μικρότερη από εκείνη που δόθηκε στο πείραμα.

**Συμπερασματικά:** οι πιθανότητες να εκτεθούν οι πεταλούδες στη συγκεκριμένη Bt γύρη στη φύση θεωρούνται ελάχιστες. Υπάρχει, όμως, κοινή αντίληψη ότι οι έρευνες πρέπει να συνεχιστούν ώστε να γίνει αντικειμενικότερη εκτίμηση των κινδύνων και των ωφελειών των Bt καλλιεργειών.

## 3) Ποια είναι τα πλεονεκτήματα από τις Bt καλλιέργειες.

Πολλοί επιστήμονες πλέον δέχονται ότι οι θετικές επιδράσεις από την καλλιέργεια Bt καλαμποκιού, όπως η μείωση της χρήσης χημικών εντομοκτόνων που έχει ήδη παρατηρηθεί, είναι περισσότερο σημαντικές για όλα τα είδη εντόμων, συμπεριλαμβανομένης και της πεταλούδας «μονάρχης» (Rice, 1999).

Παρατηρείται σε όλο και περισσότερες περιπτώσεις ότι η βιοποικιλότητα των εντόμων είναι καλύτερη σε καλλιέργειες Bt καλαμποκιού παρά σε καλλιέργειες που χρησιμοποιούνται τα κλασσικά χημικά εντομοκτόνα (Food & Ag Biotech, 1999).

Επίσης, ορισμένες έρευνες έδειξαν ότι ο μετασχηματισμός του καλαμποκιού με το γονίδιο Bt ενισχύει τη διατροφή ασφάλεια του σπόρου, καθιστώντας το λιγότερο ευάλωτο σε μύκητες που παράγουν μυκοτοξίνες (όπως τα γένη *Aspergillus* και *Fusarium* που παράγουν τις αφλατοξίνες και φουμονισίνες αντίστοιχα). Οι ισχυρές αυτές τοξίνες αποτελούν σημαντικό πρόβλημα στις καλλιέργειες καλαμποκιού καθώς μπορεί να προκαλέσουν το θάνατο ζώων αν περιέχονται σε ζωοτροφές και έχουν επίσης πιθανά καρκινογόνο δράση στον άνθρωπο (Thomson 2000, Munkvold et al 1999, Munkvold & Desjardins 1997).



Πίνακας 12. Πιθανοί κίνδυνοι από Bt φυτά.

Κίνδυνοι	Επιπτώσεις	Αντιμετώπιση
<b>Δημιουργία Bt ανθεκτικών εντόμων.</b> Η συνεχής έκθεση στην τοξίνη που παράγουν ορισμένα γενετικά τροποποιημένα φυτά μπορεί να οδηγήσει μέσω της φυσικής επιλογής στην επικράτηση στελεχών εντόμων ανθεκτικών σε αυτή την τοξίνη.	Μπορεί να οδηγήσει στη μείωση της αποτελεσματικότητας της τοξίνης Bt ως φυσικό εντομοκτόνο και στην ανάγκη για εφαρμογή πιο δραστικών και ίσως περισσότερο επιβλαβών χημικών εντομοκτόνων.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Κατασκευή «καταφυγίων» από μη Bt φυτά γύρω από τις καλλιέργειες των Bt φυτών</li> <li>Εισαγωγή πολλών διαφορετικών γονιδίων τοξίνης Bt στα φυτά.</li> </ul>
<b>Επίδραση της Bt τοξίνης σε έντομα μη στόχους.</b> Πιθανές απρόβλεπτες επιδράσεις της τοξίνης Bt σε έντομα που δεν είναι επιβλαβή για τη γεωργία.	Διατάραξη της βιοποικιλότητας.	Δημιουργία Bt φυτών που εκφράζουν τα γονίδια Bt μόνο στα μέρη του φυτού που καταναλώνονται από τα συγκεκριμένα έντομα στόχους και δεν εκφράζονται στη γύρη των φυτών.

#### 4) Που έχει στραφεί η έρευνα για τα Bt φυτά.

Οι έρευνες από τις εταιρίες παραγωγής Bt καλαμποκιού έχει στραφεί προς την παραγωγή της νέας γενιάς φυτών Bt που θα εκφράζουν τα γονίδια Bt μόνο στα μέρη του φυτού που καταναλώνονται από τα συγκεκριμένα έντομα στόχους, όπως το corn borer που τρώει μόνο τα corn stalks, καθώς επίσης και να μην εκφράζονται στη γύρη. Μια τέτοια ποικιλία θα ελαχιστοποιούσε τους κινδύνους από τη διασπορά της Bt γύρης σε έντομα μη στόχους, ενώ θα διατηρούσε το πλεονέκτημα της αποφυγής των χημικών εντομοκτόνων.

Στον πίνακα 12 παρουσιάζονται συνοπτικά οι περιβαλλοντικοί κίνδυνοι των Bt φυτών, τις επιπτώσεις τους και την αντιμετώπισή τους.

#### ΕΝΔΕΧΟΜΕΝΗ ΑΥΞΗΜΕΝΗ ΧΡΗΣΗ ΖΙΖΑΝΙΟΚΤΟΝΩΝ

Υπάρχουν επιφυλάξεις ότι η καλλιέργεια διαγονιδιακών φυτών, π.χ. σόγια, που είναι ανθεκτικά στη χρήση χημικών ζιζανιοκτόνων όπως το Roundup θα οδηγήσει στην ανεξέλεγκτη αύξηση της χρήσης των χημικών αυτών ουσιών (Wadman 1996, Kahn 1996).

Η γενετικά τροποποιημένη σόγια (Monsanto) περιέχει γονίδιο ανθεκτικότητας στο ζιζανιοκτόνο Roundup (από τα πιο διαδεδομένα ζιζανιοκτόνα που παράγει η Monsanto), έτσι ώστε να μην επηρεάζεται από τη χρήση του εν λόγω ζιζανιοκτόνου στις καλλιέργειες σόγιας. Ωστόσο, σύμφωνα με μια αναφορά που συνάχθηκε από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, έχει παρατηρηθεί μείωση της χρήσης χημικών σε καλλιέργειες γενετικά τροποποιημένης σόγιας (European Commission 2000c).

#### ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΥΓΕΙΑΣ

Ο τομέας της ανθρώπινης υγείας και ασφάλειας των τροφίμων είναι εξαιρετικά ευαίσθητος, κυρίως στην Ευρώπη που έχει υποφέρει από πολλά σκάνδαλα

(ασθένεια των τελών αγελάδων, διοξίνες κτλ) και η εμπιστοσύνη των πολιτών απέναντι στις αρχές και στους επιστήμονες φαίνεται να έχει κλονιστεί. Τα γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα έχουν μπει στο στόχαστρο πολλών ομάδων (καταναλωτών, παραγωγών βιολογικών προϊόντων, οικολογικών οργανώσεων κ.α.) και κάθε εξέλιξη στον τομέα αυτό παρακολουθείται στενά.

Πρωταρχικό ρόλο στη διαμόρφωση της κοινής γνώμης παίζουν τα μέσα μαζικής ενημέρωσης που δεν διστάζουν να ενισχύουν την φοβία του κόσμου με υπερβολικά δημοσιεύματα για τερατώδεις εφαρμογές της βιοτεχνολογίας και κινδύνους που θα προκύψουν από την κατανάλωση των γενετικά τροποποιημένων τροφίμων. Στην πραγματικότητα, όμως, εκείνο που λείπει είναι η αντικειμενική ενημέρωση του κόσμου για τα οφέλη και τους πιθανούς κινδύνους της νέας τεχνολογίας.

Οι πιθανοί κίνδυνοι υγείας από την κατανάλωση γενετικά τροποποιημένων τροφίμων μπορεί να προκύψουν όταν τα νέα γονίδια ή τα προϊόντα τους καταλήξουν μέσω της τροφικής αλυσίδας στον άνθρωπο. Η επίδραση στην ανθρώπινη υγεία και ανάπτυξη των νέων πρωτεϊνών που προκύπτουν από την έκφραση των νεοεισαχθέντων γονιδίων στα φυτά, δεν έχει πλήρως διαλευκανθεί, αλλά είναι πιθανό ορισμένες από τις νέες πρωτεΐνες να έχουν αλλεργιογόνο δράση ή άλλες αρνητικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία.

Μέχρι το τέλος του 2000 αναφέρθηκε μόνο μια περίπτωση αλλεργίας από τις πρωτεΐνες φυσιτικού που είχαν εκφραστεί σε φυτά σόγιας. Βέβαια κανείς δεν αμφισβητεί ότι το διάστημα κυκλοφορίας αυτών των προϊόντων στην αγορά είναι μικρό (περίπου 4 – 5 χρόνια) και ότι είναι νωρίς για να διεξαχθούν ασφαλή συμπεράσματα. Επίσης, δεν έχουν γίνει ακόμα επιδημιολογικές μελέτες σε μεγάλη κλίμακα και για μεγάλα χρονικά διαστήματα.

Η ασθένεια των «τρελών αγελάδων» που έπληξε την Ευρώπη, μας δίδαξε ότι μπορεί σε κάποια τρόφιμα να μην ανιχνεύεται εύκολα ο παράγοντας τοξικότητας και παρόλα αυτά το τρόφιμο αυτό να προκαλεί βλάβες στην υγεία οι οποίες εκδηλώνονται μετά από μεγάλα χρονικά διαστήματα.

Επομένως είναι σίγουρο ότι χρειάζεται συνεχής παρακολούθηση και έλεγχο των εφαρμογών της νέας τεχνολογίας, εφόσον φαίνεται ότι η εξέλιξη είναι αναπόφευκτη και τα νέα γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα και τα παράγωγά τους κατακλύζουν την αγορά.

Χιλιάδες επεξεργασμένα τρόφιμα περιέχουν γενετικά τροποποιημένα συστατικά, όπως για παράδειγμα η λεκιθίνη σόγιας στα προϊόντα ζαχαροπλαστικής. Στις ΗΠΑ υπολογίζεται ότι το 60% περίπου των επεξεργασμένων τροφίμων έχουν κάποιο συστατικό που έχει προέλθει από γενετικά τροποποιημένο φυτό (Lancet et al, 1999).

Οι πιθανοί κίνδυνοι υγείας από την κατανάλωση γενετικά τροποποιημένων τροφίμων παρουσιάζονται συνοπτικά στον παρακάτω πίνακα (πίνακας 13).

Πίνακας 13. Πιθανοί κίνδυνοι υγείας.

Κίνδυνοι	Περιγραφή κινδύνου
Πρόκληση αλλεργιών	Οι νέες πρωτεΐνες που δημιουργούνται στα γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα είναι πιθανό να έχουν απρόβλεπτη αλλεργιογόνο δράση
Ανθεκτικότητα σε αντιβιοτικά	Το γονίδιο ανθεκτικότητας σε αντιβιοτικά που φέρουν τα περισσότερα γενετικά τροποποιημένα φυτά μπορεί να

	«περάσει» σε βακτήρια του πεπτικού συστήματος καθιστώντας τα ανθεκτικά σε αντιβιοτικά
Απρόβλεπτοι	?

## ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΑΛΛΕΡΓΙΩΝ

### 1) Ποιο είναι το πρόβλημα.

Ορισμένες γενετικές επεμβάσεις στα φυτά, όπως η εισαγωγή νέων γονιδίων που δεν προϋπήρχαν στο φυτό, μπορεί να επηρεάσει την αλλεργιογόνο δράση τους. Η εισαγωγή νέων γονιδίων σε ένα φυτό μπορεί να οδηγήσει στην έκφραση νέων πρωτεϊνών οι οποίες όταν καταναλώνονται από ανθρώπους ή ζώα πιθανό να προκαλέσουν αλλεργίες.

Το πρόβλημα είναι σημαντικότερο όταν μεταφέρονται γονίδια πρωτεϊνών άγνωστης αλλεργικής δράσης. Η δυσκολία αυτή αφορά στον καθορισμό των πρωτεϊνών που προκαλούν αλλεργία καθώς δεν υπάρχει μια γενικά αποδεκτή, καθιερωμένη διαδικασία για την πρόβλεψη της αλλεργικής δράσης μιας πρωτεΐνης (Astwood et al, 1999).

### 2) Παράδειγμα.

Παράδειγμα αποτελεί η εισαγωγή σε φασόλια σόγιας γονιδίου από φιστίκια Βραζιλίας που κωδικοποιεί μια πρωτεΐνη πλούσια σε θειούχα αμινοξέα, προκειμένου να αυξήσει την περιεκτικότητα της σόγιας σε θείο, η πρωτεΐνη αυτή είναι βασικό αλλεργιογόνο των φιστικιών και βρέθηκε να διατηρεί την αλλεργιογόνο δράση της και στη σόγια. Για τον παραπάνω λόγο το προϊόν δεν κυκλοφόρησε στην αγορά.

### 3) Πως περιορίζεται το πρόβλημα της αλλεργικότητας.

Το πρόβλημα περιορίζεται όταν η πηγή των ξένων γονιδίων είναι γνωστή, γιατί τότε είναι πιο εύκολο να γίνουν οι δοκιμασίες ανίχνευσης αλλεργικότητας. Αν είναι γνωστή η αλλεργιογόνος δράση μιας πρωτεΐνης που υπάρχει σε ένα γενετικά τροποποιημένο τρόφιμο μπορεί να επισημανθεί η παρουσία της με κατάλληλη σήμανση στην ετικέτα του τροφίμου και να αποφευχθεί η κατανάλωσή της από τους ανθρώπους που πάσχουν από τη συγκεκριμένη αλλεργία.

Γενικότερα, όμως, δεν υπάρχουν ενδείξεις ότι οι ανασυνδυασμένες πρωτεΐνες στα γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα είναι περισσότερο αλλεργιογόνες απ' ό,τι οι φυσικές πρωτεΐνες (Lehrer et al 1996, Metcalfe 1996).

Παραμένει και εδώ το πρόβλημα της αξιοπιστίας των υπάρχουσών μεθόδων εκτίμησης της αντιαλλεργικής ασφάλειας των τροφίμων. Ορισμένες επιστημονικές αναφορές ζητούν των διαδικασιών εκτίμησης της ασφάλειας των γενετικά τροποποιημένων τροφίμων από τις αρχές των διαφόρων κρατών (Καναδάς) (Clark, 2000). Επίσης, ορισμένοι επιστήμονες αμφισβητούν τις μεθόδους που έχουν χρησιμοποιηθεί από τις εταιρίες, π.χ. από την Monsanto για την απόδειξη της Roundup Ready σόγιας, που καλλιεργείται ευρύτατα στις ΗΠΑ, και ζητούν να διεξαχθούν περαιτέρω έρευνες από ανεξάρτητους ερευνητές (Carman, 1999).

### 4) Η περίπτωση της «δηλητηριώδους» πατάτας.

Χαρακτηριστικό της υπερβολής των δημοσιευμάτων για τα γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα, είναι η περίπτωση του Dr. Pusztai, ερευνητή του Rowett

Research Institute, στο Aberdeen της Σκωτίας. Τον Αύγουστο του 1998, ο Dr. Puzstai ανακοίνωσε ότι κατά τη διάρκεια των πειραμάτων του, ποντίκια που είχαν τραφεί με γενετικά τροποποιημένες πατάτες υπέστησαν βλάβες στο ανοσοποιητικό τους σύστημα και παρουσίασαν επιπλοκές στην ανάπτυξή τους (Puzstai, 1999).

Ακολούθησε ένα πανδαιμόνιο αντιδράσεων και κατακραυγής για τα γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα. Ο Dr. Puzstai απολύθηκε από το Ινστιτούτο, αλλά έγινε ήρωας από μια μερίδα του κοινού αφού ακόμη και ο πρίγκιπας Κάρολος τον δικαίωσε (Puzstai – Nature Biotechnology, vol17, p.615). Όμως, ένα μέρος της επιστημονικής κοινότητας τέθηκε εναντίον του λαμβάνοντας υπόψη τα εξής:

- ο Dr. Puzstai ανακοίνωσε τα αποτελέσματα της έρευνάς του πριν ακόμη η έρευνα ολοκληρωθεί ή δημοσιευθεί ή ελεγχθεί από κάποια επιστημονική επιτροπή και χωρίς την έγκριση του Ινστιτούτου. Οι λόγοι αυτοί οδήγησαν στην απόλυσή του.
- Σύμφωνα με την αναφορά της Royal Society που συντάχθηκε από τον καθηγητή L. Donaldson και τον Sir R. May τον Μάιο του 1999 για λογαριασμό του Βρετανικού Υπουργείου Υγείας, τα αποτελέσματα της συγκεκριμένη έρευνας αμφισβητούνται έντονα ως προς την εγκυρότητά τους (Donaldson & May, 1999).
- Οι πατάτες περιείχαν γονίδια των λεκτινών (φυτικής προέλευσης τοξίνες) που έχουν γνωστή τοξική δράση σε έντομα. Ο στόχος των πειραμάτων ήταν να μελετηθεί η επίδραση των πρωτεϊνών αυτών και σε ζώα. Δεν επρόκειτο να διατεθούν για ανθρώπινη κατανάλωση.
- Τα αρνητικά αποτελέσματα της έρευνας τροφοδότησαν τις ήδη υπάρχουσες φοβίες του κόσμου που πιστεύει ότι οι δηλητηριώδεις πρωτεΐνες βρίσκονται σε όλα τα γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα. Στην πραγματικότητα όμως, τα τρόφιμα αυτά περνούν από πολύ αυστηρούς ελέγχους ασφαλείας και δεν υπήρχε περίπτωση να εγκριθεί ένα προϊόν όπως η συγκεκριμένη πατάτα.

Πάντως, η διαμάχη που φαίνεται να έχει ξεσπάσει δεν φαίνεται να βρίσκει λύση, καθώς διάφοροι επιστήμονες υποστηρίζουν ότι η δουλειά του Dr. Puzstai έχει κάποια βάση και θα έπρεπε να οδηγήσει σε πιο προσεκτική εξέταση των γενετικά τροποποιημένων τροφίμων (Firth, 1999).

**Συμπεράσματα:** παρόλο που δεν έχουν βρεθεί έως σήμερα επιβεβαιωμένες αρνητικές επιδράσεις στους ανθρώπους από την κατανάλωση των γενετικά τροποποιημένων τροφίμων, αυξάνεται ο αριθμός των επιστημόνων που είναι επιφυλακτικοί. Υποστηρίζουν ότι σε ένα τόσο νέο και δραματικά εξελισσόμενο τομέα δεν μπορεί να αποκλειστεί η δυνατότητα οι «τροποποιήσεις» που υφίσταται η τροφική αλυσίδα σε μοριακό επίπεδο να δημιουργήσουν μακροχρόνιες επιδράσεις στην υγεία του ανθρώπου.

Επομένως, είναι απαραίτητο να υπάρχει μεγαλύτερος έλεγχος κατά τη διάρκεια παραγωγής γενετικά τροποποιημένων φυτών, αλλά και αφού διατεθούν στο εμπόριο για μεγάλο χρονικό διάστημα. Κάθε περίπτωση πρέπει να ελέγχεται ξεχωριστά γιατί κάθε είδος γενετικά τροποποιημένο φυτό έχει τα δικά του χαρακτηριστικά και μπορεί να κρύβει διαφορετικούς κινδύνους. Επίσης, η σήμανση τέτοιων προϊόντων είναι απαραίτητη για την ενημέρωση των καταναλωτών και για να έχουν το δικαίωμα της επιλογής.

## ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΤΟΥ ΓΟΝΙΔΙΟΥ ΠΟΥ ΠΡΟΣΔΙΔΕΙ ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΑΝΤΙΒΙΟΤΙΚΑ

### 1) Ποιο είναι το πρόβλημα.

Τα περισσότερα γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα 1<sup>ης</sup> γενιάς περιέχουν ένα γονίδιο που τους προσδίδει ανθεκτικότητα σε κάποιο αντιβιοτικό (π.χ. καναμικίνη), το οποίο χρησιμεύει ως δείκτης αναγνώρισης της επιτυχίας της ενσωμάτωσης των ξένων γονιδίων στα αρχικά στάδια δημιουργίας τους. Το γονίδιο δείκτης αναγνώρισης διευκολύνει στο εργαστήριο την επιλογή των φυτικών κυττάρων και στη συνέχεια των φυτών που έχουν δεχθεί επιτυχώς τα ξένα γονίδια.

Μόνο τα φυτά που περιέχουν το γονίδιο ανθεκτικότητας σε ένα αντιβιοτικό μπορούν να αναπτυχθούν σε θρεπτικό μέσο που περιέχει το αντιβιοτικό, ενώ αν το γονίδιο ανθεκτικότητας δεν έχει ενσωματωθεί στο DNA των φυτικών κυττάρων, τα φυτά δεν θα αναπτυχθούν. Επειδή το γονίδιο δείκτης αναγνώρισης είναι συνδεδεμένο με το άλλο μεταφερόμενο γονίδιο που δίνει την επιθυμητή ιδιότητα στο φυτό, εκείνα τα φυτά που θα αναπτυχθούν στο θρεπτικό μέσο θα περιέχουν και το μεταφερόμενο γονίδιο.

Το ανθρώπινο πεπτικό σύστημα αποικοδομεί το DNA που υπάρχει στις τροφές σε πολύ μικρά τμήματα που δεν είναι λειτουργικά και επομένως η πιθανότητα μια ακέραιη λειτουργική αλληλουχία ξένου DNA να περάσει από το έντερο σε ανθρώπινα κύτταρα ή βακτήρια του πεπτικού είναι μηδαμινή.

Όμως, υπάρχουν ενδείξεις ότι η οριζόντια μεταφορά DNA, δηλαδή μεταφορά γυμνού ή συνδεδεμένου με κάποιο φορέα DNA που προέρχεται από κάποιο οργανισμό σε κάποιο άλλο μη συγγενικό (π.χ. DNA από βακτήριο σε φυτό ή από φυτό σε βακτήριο) είναι εφικτή κάτω από ορισμένες συνθήκες (Donaldson & May 1999, Shmaefsky 2000a).

Επομένως, ορισμένοι ερευνητές υποστηρίζουν ότι υπάρχει πιθανός κίνδυνος το γονίδιο ανθεκτικότητας σε αντιβιοτικά των γενετικά τροποποιημένων φυτών να μεταφερθεί σε βακτήρια που βρίσκονται στο πεπτικό σύστημα ζώων ή ανθρώπων που έχουν καταναλώσει γενετικά τροποποιημένα προϊόντα με αποτέλεσμα τα βακτήρια αυτά να γίνουν ανθεκτικά στα αντιβιοτικά (Lancet et al, 1999).

Η Βρετανική Επιτροπή για τα τρόφιμα και την επεξεργασία τους θεωρεί ότι ο κίνδυνος είναι σημαντικός, ενώ πολλοί επιστήμονες και εταιρίες υποστηρίζουν ότι δεν υπάρχουν ενδείξεις για τέτοιου είδους μεταφορά γονιδίων και ότι τα γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα δεν αποτελούν κίνδυνο για το περιβάλλον, τους καταναλωτές ή τα ζώα όταν χρησιμοποιούνται ως ζωοτροφές (Wadman, 1996).

### 2) Πως περιορίζεται το πρόβλημα.

Σύμφωνα με μια αναφορά της Royal Society, προτείνεται να αντικατασταθεί η χρήση γονιδίων ανθεκτικότητας σε αντιβιοτικά με άλλα γονίδια που μπορούν να χρησιμεύσουν ως δείκτες αναγνώρισης για τα γενετικά τροποποιημένα φυτά. Με τον τρόπο αυτό μπορεί να ελαχιστοποιηθεί και ο πιθανός κίνδυνος μεταφοράς γονιδίων ανθεκτικότητας σε παθογόνα στελέχη βακτηρίων (Royal Society Report, 1998).

Παράλληλα, ο FDA σε μια παρόμοια αναφορά εκτιμά ότι ο κίνδυνος είναι σχεδόν αμελητέος αλλά δεν θα πρέπει να χρησιμοποιούνται γονίδια ανθεκτικότητας σε ορισμένα αντιβιοτικά που αποτελούν το μοναδικό φάρμακο για την αντιμετώπιση ορισμένων παθήσεων (π.χ. βανκομυκίνη για την αντιμετώπιση ορισμένων παθήσεων από σταφυλόκοκκο) (FDA, 1998).

Έχουν ήδη βρεθεί εναλλακτικά γονίδια που μπορούν να χρησιμεύσουν ως δείκτες αναγνώρισης, όπως το γονίδιο *manA* που κωδικοποιεί το ένζυμο PMI (phospho-mannose isomerase) και έχει κλωνοποιηθεί από βακτήρια, ζύμες αλλά και από τον άνθρωπο. Ο δείκτης αυτός έχει βρεθεί ότι είναι πιο ασφαλής και αποτελεσματικός από τα γονίδια ανθεκτικότητας σε αντιβιοτικά. Δίνει υψηλά ποσοστά μετασχηματισμού φυτικών κυττάρων και δεν παρουσιάζει τους πιθανούς κινδύνους που συνοδεύουν τα γονίδια ανθεκτικότητας σε αντιβιοτικά (Privalle et al, 1999).

### **5.3.ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΟΠΩΣ ΔΙΑΤΥΠΩΝΟΝΤΑΙ ΣΕ ΕΠΙΣΗΜΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ ΤΗΣ ΒΡΕΤΑΝΙΑΣ ΚΑΙ ΤΩΝ ΗΠΑ**

Τα παρακάτω συμπεράσματα αναφέρονται στην αναφορά που συντάχθηκε από τον καθηγητή Liam Donaldson και τον Sir Robert May για λογαριασμό του Υπουργείου Υγείας της Βρετανίας σχετικά με τις επιπτώσεις των γενετικά τροποποιημένων τροφίμων στην υγεία.

1. Πολλά από τα θέματα που έχουν τεθεί για τα γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα ισχύουν και για τα τρόφιμα που παράγονται με τον συμβατικό τρόπο. Για παράδειγμα, πιθανές τροφικές ανισορροπίες ή αλλεργικές επιδράσεις μπορούν να συμβούν και από τους δύο τύπους τροφίμων.
2. Προς το παρόν δεν υπάρχουν ενδείξεις που να υποδηλώνουν ότι η τεχνολογία που χρησιμοποιείται για τη γενετικά τροποποίηση είναι βλαβερή.
3. Η πρόληψη και η αυστηρότητα τα μεθόδων που χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο της ασφάλειας του κάθε γενετικά τροποποιημένου τροφίμου είναι εφησυχαστική. Αυτή η διαδικασία μπορεί να ενισχυθεί με την ανάπτυξη ενός συστήματος παρακολούθησης της υγείας «health surveillance system».
4. Ωστόσο, τίποτα δεν είναι μπορεί να είναι απολύτως σίγουρο σε έναν επιστημονικό και τεχνολογικό τομέα που αναπτύσσεται ταχύτατα. Η γενετική τροποποίηση είναι μία σχετικά νέα επιστήμη και είναι απαραίτητο να διατηρηθεί ο στενός έλεγχος των εξελίξεων και ταυτόχρονα να συνεχιστεί η επιχορήγηση της έρευνας για την αύξηση της επιστημονικής γνώσης σε αυτό τον τομέα.
5. Οι ενέργειες για τη δημιουργία νομοθεσίας όσον αφορά το λεπτομερέστερο έλεγχο από εκπροσώπους του κοινού είναι καλοδεχούμενες και θα πρέπει να ενθαρρυνθούν για την ενημέρωση του κοινού σε θέματα σχετικά με τις επιπτώσεις των γενετικά τροποποιημένων τροφίμων στην υγεία.

Το βασικό συμπέρασμα που φαίνεται από την παραπάνω αναφορά αλλά και από διάφορα επιστημονικά άρθρα είναι ότι μπορεί να έχει εμφανιστεί κάποιο πρόβλημα από την κατανάλωση γενετικά τροποποιημένων τροφίμων αλλά πρέπει όλοι να προσέχουμε γιατί είναι νωρίς για οριστικά συμπεράσματα.

Τον Απρίλιο του 2000 εκδόθηκε στις ΗΠΑ μια παρόμοια αναφορά που ονομάζεται «Seeds of opportunity». Συντάχθηκε από την «Subcommittee on Basic Research». Η αναφορά αναλύει τα οφέλη αλλά και τις ανησυχίες που υπάρχουν για τις εφαρμογές της αγροτικής τεχνολογίας.

Η αναφορά καταλήγει στο συμπέρασμα ότι τα φυτά που παράγονται δεν διαφέρουν σημαντικά από τα παραδοσιακά φυτά, ούτε θέτουν επιπλέον κινδύνους. Υποστηρίζει ότι η σύγχρονη αγροτική βιοτεχνολογία προσφέρει πολύ μεγάλες

δυνατότητες για την παραγωγή υγιεινών και θρεπτικών τροφίμων που μπορούν να ικανοποιήσουν τις ανάγκες του παγκόσμιου πληθυσμού, ενώ παράλληλα μπορούν να προφέρουν προστασία στο περιβάλλον, να βοηθήσουν τους αγρότες και να μειώσουν το κόστος για τους καταναλωτές.

Τα αποτελέσματα της έρευνας είναι τα εξής:

1. Οι δυνατότητες της αγροτικής βιοτεχνολογίας είναι τεράστιες. Τα επιτεύγματα περιλαμβάνουν τη δημιουργία καλλιεργειών με μεγάλη ποικιλία από επιθυμητά χαρακτηριστικά που θα βοηθήσουν τους αγρότες, τους καταναλωτές και το περιβάλλον και θα αυξήσουν την παγκόσμια παραγωγή και ποιότητα των τροφίμων.
2. Δεν υπάρχουν ενδείξεις ότι η μεταφορά γονιδίων από διάφορους οργανισμούς σε φυτά θέτει κινδύνους. Οι κίνδυνοι που σχετίζονται με τις ποικιλίες των φυτών που έχουν δημιουργηθεί από την αγροτική βιοτεχνολογία είναι ίδιοι με τους κινδύνους που υπάρχουν για τις ποικιλίες που έχουν δημιουργηθεί με τις κλασικές μεθόδους αναπαραγωγής.
3. Η απειλή που θέτουν οι ανθεκτικές στα έντομα καλλιέργειες που έχουν αναπτυχθεί με αγροτική βιοτεχνολογία σε έντομα μη στόχους, όπως είναι η πεταλούδα μονάρχης, έχει μεγαλοποιηθεί και κατά πάσα πιθανότητα είναι ασήμαντη.
4. Δεν υπάρχει επιστημονική τεκμηρίωση για τη σήμανση με ετικέτες τροφίμων με βάση τη μέθοδο που έχουν παραχθεί. Η σήμανση της αγροτικής βιοτεχνολογίας θα προκαλούσε σύγχυση και όχι ενημέρωση του καταναλωτή.
5. Οι νομοθετικές αρχές των ΗΠΑ θα πρέπει να εστιάσουν στα χαρακτηριστικά του κάθε φυτού, στη χρήση που πρόκειται να έχει, στο περιβάλλον στο οποίο θα εισαχθεί και όχι στη μέθοδο με την οποία παράγεται.

#### 5.4. ΓΕΝΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΚΙΝΔΥΝΟΥΣ ΤΩΝ ΓΕΝΕΤΙΚΑ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

1. Οι κυριότεροι πιθανοί κίνδυνοι των γενετικά τροποποιημένων τροφίμων εστιάζονται στο *περιβάλλον* κατά την καλλιέργεια των γενετικά τροποποιημένων φυτών και στην *υγεία* κατά την κατανάλωση των τροφίμων αυτών.
2. Από τις χιλιάδες δοκιμές πεδίου που έχουν γίνει την τελευταία δεκαετία δεν υπάρχουν προς το παρόν σοβαρές ενδείξεις ότι οι νέες καλλιέργειες έχουν διαφορετικές καλλιέργειες στο περιβάλλον.
3. Ωστόσο, υπάρχουν ενδείξεις ότι α) είναι εφικτή η μεταφορά στην φύση των διαγονιδίων μέσω της γύρης, β) μπορεί να προκύψουν έντομα ανθεκτικά στην τοξίνη Bt που παράγεται από ορισμένα γενετικά τροποποιημένα φυτά και γ) η τοξίνη Bt μπορεί να επηρεάσει έντομα μη στόχους. Επομένως, πολλοί επιστήμονες διατηρούν επιφυλακτική στάση σχετικά με το κατά πόσο τελικά θα επηρεαστούν τα φυσικά οικοσυστήματα από την απελευθέρωση γενετικά τροποποιημένων φυτών.
4. Το χρονικό διάστημα που έχουν δοκιμαστεί οι γενετικά τροποποιημένες καλλιέργειες, δεν θεωρείται ικανοποιητικό για να αποδειχθεί πλήρως ότι δεν υπάρχει οικολογικός κίνδυνος. Επικρατεί η άποψη ότι οι γνώσεις μας σήμερα δεν μας παρέχουν τα μέσα να προβλέψουμε τις μακροπρόθεσμες

οικολογικές συνέπειες από την απελευθέρωση γενετικά τροποποιημένων φυτών.

5. Πολλοί επιστήμονες συμφωνούν με την άποψη ότι η επιστημονική κοινότητα δεν θα πρέπει να εφησυχάζει γιατί ακόμα δεν έχουν μελετηθεί διεξοδικά οι επιπτώσεις των μαζικών καλλιεργειών γενετικά τροποποιημένων φυτών στα φυσικά οικοσυστήματα. Οι έρευνες πεδίου πρέπει να συνεχιστούν για να εκτιμηθεί καλύτερα ο κίνδυνος των απρόβλεπτων αρνητικών επιπτώσεων από τις αλλαγές στο γενετικό υλικό των οργανισμών δεδομένου ότι αυτές πραγματοποιούνται τεχνητά από το άνθρωπο βραχυπρόθεσμα.
6. Στον τομέα της υγείας δεν έχουν παρατηρηθεί βλαβερές επιπτώσεις στον άνθρωπο από την κατανάλωση γενετικά τροποποιημένων τροφίμων. Οι πιθανοί κίνδυνοι εστιάζονται στις αλλεργίες που μπορεί να προκαλέσουν οι νέες πρωτεΐνες των γενετικά τροποποιημένων τροφίμων και στην ύπαρξη γονιδίων ανθεκτικότητας σε αντιβιοτικά. Χιλιάδες επεξεργασμένα τρόφιμα ήδη περιέχουν συστατικά από γενετικά τροποποιημένα φυτά και καταναλώνονται από εκατομμύρια ανθρώπους. Όμως, το διάστημα στο οποίο ο άνθρωπος έχει αρχίσει να καταναλώνει τα τρόφιμα αυτά θεωρείται μικρό. Εξάλλου, δεν έχουν πραγματοποιηθεί ακόμα επιδημιολογικές μελέτες σε μεγάλη κλίμακα που είναι απαραίτητες για τη διεξαγωγή ορισμένων συμπερασμάτων.
7. Το «μάθημα» που δόθηκε στην Ευρώπη από την εξάπλωση της ασθένειας των «τρελών αγελάδων» επιβάλλει τη στενή παρακολούθηση και έλεγχο των εξελίξεων της σύγχρονης βιοτεχνολογίας στον τομέα των τροφίμων από τις αρχές, την επιστημονική κοινότητα και τους καταναλωτές.
8. Τέλος, είναι απαραίτητη και η αντικειμενική ενημέρωση του κοινού. Στην Ευρώπη φαίνεται να υπάρχει ένας διαρκής εκφοβισμός του κοινού από τα μέσα μαζικής ενημέρωσης που πιθανόν να ενισχύεται από την εμπορική ανταγωνιστικότητα με τις ΗΠΑ.



# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

## ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΓΙΑ ΤΑ ΓΕΝΕΤΙΚΑ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΑ ΤΡΟΦΙΜΑ

Τα γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα έχουν αποτελέσει ένα από τα πιο αμφιλεγόμενα ζητήματα των τελευταίων ετών στον επιστημονικό, εμπορικό, νομοθετικό, κοινωνικό και ηθικό τομέα σε όλο τον κόσμο. Στην Αγγλία οι 7 μεγαλύτερες εφημερίδες έχουν γράψει χιλιάδες στήλες για τα γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα με την πλειοψηφία των σχολίων να είναι αρνητικά.

Δεκάδες εκδηλώσεις διαμαρτυρίας εναντίον της καλλιέργειας και χρήσης γενετικά τροποποιημένων φυτών στα τρόφιμα έχουν ξεσπάσει σε όλα τα μέρη του κόσμου. Η σύγχυση που έχει δημιουργηθεί αντανακλάται και στις αρμόδιες αρχές των διαφόρων χωρών πολλές από τις οποίες αδυνατούν μέχρι στιγμής να καταρτίσουν ένα συνεπές πρόγραμμα για την έγκριση και την εμπορία αυτών των προϊόντων.

Η ΕΕ ένωση έχει παγώσει τις διαδικασίες έγκρισης νέων γενετικά τροποποιημένων προϊόντων μέχρι να καθιερώσει νέα νομοθεσία που μπορεί να πάει μέχρι και 3 χρόνια για να θεσπιστεί. Έχει αποφασιστεί η σήμανση των γενετικά τροποποιημένων προϊόντων σε όλη την ευρωπαϊκή ένωση, η οποία όμως δεν έχει ακόμα εφαρμοστεί. Επίσης, η Ιαπωνία και η Νότια Κορέα σκοπεύουν να εφαρμόσουν σήμανση των προϊόντων, ενώ η Ιαπωνία ανακοίνωσε ότι δεν θα εγκρίνει άλλα γενετικά τροποποιημένα προϊόντα μέχρι να τεθούν σε εφαρμογή νέοι αυστηρότεροι κανόνες ασφαλείας.

Στις ΗΠΑ, η εικόνα είναι αρκετά διαφορετική γιατί δεν απαιτείται σήμανση των γενετικά τροποποιημένων προϊόντων, αφού ο FDA θεωρεί ότι τα προϊόντα αυτά δεν διαφέρουν από τα παραδοσιακά. Όμως, μετά τις αντιδράσεις στην Ευρώπη, δημιουργήθηκαν έντονες πιέσεις στις ΗΠΑ για τη σήμανση των γενετικά τροποποιημένων προϊόντων.

### **6.1. Η έννοια της «ουσιαστικής ισοδυναμίας» (substantial equivalence) και των νεοφανών τροφίμων (novel food).**

Ο όρος «ουσιαστική ισοδυναμία» εμφανίστηκε για πρώτη φορά το 1993 σε ένα άρθρο για την αξιολόγηση της ασφάλειας των τροφίμων που παράγονται με τις μεθόδους της βιοτεχνολογίας, το οποίο εξέδωσε μια ομάδα ειδικών του ΟΟΣΑ. Η ουσιαστική ισοδυναμία αποτελεί τη βάση για την αξιολόγηση της ασφάλειας των νεοφανών τροφίμων.

Η ουσιαστική ισοδυναμία βασίζεται στην ιδέα ότι οι οργανισμοί που χρησιμοποιούνται ως τρόφιμα ή πηγές τροφίμων μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως συγκριτική βάση για την αξιολόγηση των διατροφικών και τοξικολογικών ιδιοτήτων ενός νέου ή τροποποιημένου τροφίμου ή συστατικού τροφίμου. Τα γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα ως «καινούρια τρόφιμα», αξιολογούνται με βάση την έννοια της ουσιαστικής ισοδυναμίας (Miraglia et al, 1998).

Τα βασικά χαρακτηριστικά της έννοιας της ουσιαστικής ισοδυναμίας είναι τα εξής:

- Η ουσιαστική ισοδυναμία λαμβάνει υπόψη ορισμένα βασικά χαρακτηριστικά του νέου προϊόντος όπως φυσικές τοξικές ουσίες,

διατροφικά χαρακτηριστικά, αντιδιατροφικούς παράγοντες και τα συγκρίνει με εκείνα ενός αντίστοιχου παραδοσιακού τροφίμου.

- Η ουσιαστική ισοδυναμία είναι μια δυναμική έννοια αφού ένα νέο τρόφιμο που κρίνεται ισοδύναμο μπορεί με τη σειρά του να χρησιμοποιηθεί ως βάση για την αξιολόγηση άλλου τροφίμου.
- Η αξιολόγηση της ουσιαστικής ισοδυναμίας μπορεί να οδηγήσει στην αναγνώριση ορισμένων πτυχών του νέου τροφίμου που χρειάζονται περαιτέρω μελέτη.
- Για να διαπιστωθεί η ουσιαστική ισοδυναμία ενός γενετικά τροποποιημένου τροφίμου (ή οργανισμού) μπορεί να γίνει σύγκριση με τον μητρικό οργανισμό ή με διαφορετικές ποικιλίες του ίδιου είδους.

Επομένως, η αξιολόγηση της ασφάλειας των τροφίμων που προέρχονται από γενετικά τροποποιημένα φυτά, από διατροφική και τοξικολογική άποψη βασίζεται στην έννοια της ουσιαστικής ισοδυναμίας. Ο στόχος αυτής της έννοιας είναι να συγκρίνει τα νεοφανή τρόφιμα με συγκρίσιμα ανάλογα τρόφιμα, που καταναλώνονται χωρίς ανεπιθύμητες επιδράσεις.

Όταν αποδεικνύεται η ουσιαστική ισοδυναμία με βάση αναλυτικά δεδομένα (αγρονομικά χαρακτηριστικά, θρεπτικά συστατικά, ύπαρξη αντιδιατροφικών ή τοξικών παραγόντων) και την ακριβή γνώση της σύστασης του νεοεισαγόμενου γενετικού υλικού, δεν απαιτείται περαιτέρω ανάλυση της ασφάλειας του τροφίμου.

Όταν το νεοφανές τρόφιμο και το τρόφιμο – μάρτυρας έχουν ως μοναδική διαφορά την παρουσία των προϊόντων των νεοεισαγόμενων γονιδίων, τότε η ασφάλεια των προϊόντων αυτών θα πρέπει να αξιολογηθεί ειδικά. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στην πιθανότητα ύπαρξης αλλεργιογόνων παραγόντων λόγω της παρουσίας νέων πρωτεϊνών.

Επίσης, πρέπει να εξετασθεί η παρουσία ή όχι δευτερογενών μεταβολιτών από τα προϊόντα των εισαγόμενων γονιδίων που μπορούν να τροποποιήσουν τον μεταβολισμό του φυτού. Αυτές οι αναλύσεις μπορούν να γίνουν στις περισσότερες περιπτώσεις με χημική ανάλυση, δοκιμές *in vitro*, ζωοτεχνικές αναλύσεις και με δοκιμές οξείας και βραχυχρόνιας τοξικότητας όταν είναι καλά εδραιωμένες. Συνεπώς, η ουσιαστική ισοδυναμία αποτελεί ένα εργαλείο αξιολόγησης των γενετικά τροποποιημένων οργανισμών, υπάρχει όμως και η περίπτωση, η ουσιαστική ισοδυναμία να μην μπορεί να αποδειχθεί για ένα νεοφανές τρόφιμο.

## **6.2. Αμφισβήτηση της ουσιαστικής ισοδυναμίας.**

Άρθρο που δημοσιεύθηκε στο περιοδικό *Nature* αμφισβητεί την έννοια της ουσιαστικής ισοδυναμίας (Millstone et al, 1999). Σύμφωνα με την ουσιαστική ισοδυναμία, όταν ένας γενετικά τροποποιημένος οργανισμός αποδειχθεί ότι είναι ουσιαστικά ίδιος με το είδος που ανήκει, τότε δεν απαιτούνται άλλες αναλύσεις για να αποδειχθεί ότι είναι ασφαλής για κατανάλωση.

Η αμφισβήτηση έγκειται στην υπόθεση ότι η φυσικοχημική ανάλυση δεν μπορεί να αποδείξει με βεβαιότητα την ασφάλεια του προϊόντος σε ένα γενετικά τροποποιημένο τρόφιμο. Οι συγγραφείς του άρθρου πιστεύουν ότι η φυσικοχημική ανάλυση ενός γενετικά τροποποιημένου φυτού δεν αρκεί για την αξιολόγηση των πραγματικών συνθηκών στις οποίες βρίσκεται το φυτό στη φύση. Επίσης, για να ελεγχθεί η πιθανότητα δημιουργίας νέων τοξικών μεταβολιτών στο φυτό, απαιτούνται εντατικές τοξικολογικές και ανοσολογικές δοκιμασίες.

Η άποψη αυτή είναι χαρακτηριστική της τάσης που υπάρχει να τεθούν τα γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα στο «μικροσκόπιο» για αναλύσεις τέτοιες που

κανένα άλλο τρόφιμο δεν έχει υποστεί. Το ότι η κατανάλωση γενετικά τροποποιημένων τροφίμων δεν έχει ακόμα συνδεθεί με αρνητικές συνέπειες, δεν εφησυχάζει την επιστημονική κοινότητα και τους καταναλωτές στις αναπτυγμένες χώρες.

Αυτή η «φοβία» που έχει επικρατήσει για την κατανάλωση των γενετικά τροποποιημένων τροφίμων δικαιολογεί την ανάγκη για περισσότερες δοκιμασίες ανίχνευσης της ασφάλειας αυτών των τροφίμων.

### **6.3. Τα Γενετικά Τροποποιημένα Τρόφιμα Στην Ευρωπαϊκή Κοινότητα**

#### **1. Κανονισμοί και επιτροπές**

Η βασική νομοθεσία της Ευρωπαϊκής Ένωσης σχετικά με τα γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα είναι η «EC Regulation on Novel Foods and Novel Foods and Ingredients (258/97)» που τέθηκε σε εφαρμογή στις 15 Μαΐου 1997. Αφορά τις εγκρίσεις όλων των νεοφανών τροφίμων συμπεριλαμβανομένων και των γενετικά τροποποιημένων και ισχύει για όλα τα κράτη μέλη.

Οι υπεύθυνες Επιτροπές για την έγκριση των νέων γενετικά τροποποιημένων τροφίμων στην ΕΕ είναι:

1. Scientific Committee on Plants (of EC, DGXXIV, Directorate General for Consumer Policy and Consumer Health Protection) που αποτελείται από 15 επιστήμονες και σχηματίστηκε το Νοέμβριο του 1997.
2. European Committee for Novel Food Regulations (σχηματίστηκε το Μάιο του 1997).
3. Standing Committee on Foodstuffs (αποτελείται από στελέχη της ΕΕ).

Στην Ευρωπαϊκή Ένωση κάθε νέα γενετικά τροποποιημένη ποικιλία αντιμετωπίζει 4 τουλάχιστον επιτροπές (2 εθνικές και 2 ευρωπαϊκές) για να εγκριθεί όσον αφορά την ασφάλεια της ως καλλιεργήσιμο είδος και ως καταναλωτικό προϊόν.

Οι πρώτες εισαγωγές γενετικά τροποποιημένων τροφίμων από τις ΗΠΑ και οι πρώτες αιτήσεις για εγκρίσεις νέων γενετικά τροποποιημένων καλλιεργειών προκάλεσαν μεγάλη σύγχυση μεταξύ των αρμοδίων αρχών των κρατών και κάθε κράτος αντιμετώπιζε το θέμα με το δικό του τρόπο (Abbot, 1996).

Ωστόσο, η ΕΕ προσπάθησε να θεσπίσει ένα ενιαίο κανονισμό για όλες τις χώρες. Τα κυριότερα θέματα που θέλησε να διαλευκάνει είναι οι εγκρίσεις για νέες γενετικά τροποποιημένες καλλιέργειες και η επισήμανση που θα έχουν τα προϊόντα (EU FOOD LAW Feb. 1997, Mar. 1997, Apr. 1997, Jun. 1997, Jul. 1997).

#### **2. Έγκριση για καλλιέργεια νέων γενετικά τροποποιημένων φυτών.**

Σύμφωνα με το άρθρο 16 της Οδηγίας 90/20/EEC, οι εγκρίσεις για καλλιέργεια γενετικά τροποποιημένων οργανισμών θα δίνονται για χρονικό διάστημα 7 ετών, κατά τη διάρκεια των οποίων θα ελέγχεται αυστηρά η επίδραση της καλλιέργειας στο περιβάλλον. Αν στο διάστημα αυτό δεν παρατηρηθούν αρνητικές επιδράσεις και συνεχίζει να υπάρχει ενδιαφέρον για έγκριση, τότε θα χορηγείται μόνιμη άδεια.

Μια ειδική επιτροπή εξετάζει το επιστημονικό και νομικό πλαίσιο βάσει του οποίου θα ελέγχεται ο περιβαλλοντικός κίνδυνος των νέων γενετικά τροποποιημένων οργανισμών. Η ίδια επιτροπή θα εξετάζει και τις μακροχρόνιες επιδράσεις των

γονιδίων ανθεκτικότητας στα αντιβιοτικά και παρασιτοκτόνα που φέρουν οι γενετικά τροποποιημένοι οργανισμοί (EU FOOD LAW Nov. 1997).

3. Η ειδική σήμανση των γενετικά τροποποιημένων προϊόντων.

Από την 1<sup>η</sup> Νοεμβρίου 1997, η Επιτροπή «European Novel Food Regulations» αποφάσισε ότι όλα τα τρόφιμα που περιέχουν γενετικά τροποποιημένα συστατικά θα πρέπει να φέρουν ειδική σήμανση. Όμως, η ισχύουσα νομοθεσία για τα γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα θεωρείται ελλιπής (EU FOOD LAW Dec. 99).

Η επισήμανση είναι ιδιαίτερα πολύπλοκη και προκύπτουν ορισμένα ερωτήματα (EU FOOD LAW Sep. 1997, Oct. 1997, Nov. 1997, Dec. 1997):

***Κατά πόσο ορισμένα γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα ανήκουν στην κατηγορία των νεοφανών τροφίμων;***

Για να διαπιστωθεί η μη ισοδυναμία των γενετικά τροποποιημένων τροφίμων με τα υπάρχοντα προϊόντα στην αγορά, πρέπει να γίνει μια ειδική δοκιμασία στα τρόφιμα για την ανίχνευση της τροποποιημένης πρωτεΐνης ή του ξένου DNA που περιέχουν. Τον Δεκέμβριο του 1997, η Ευρωπαϊκή Ένωση πρότεινε όλα τα γενετικά τροποποιημένα προϊόντα τα οποία θα περιέχουν είτε πρωτεΐνη, είτε τροποποιημένο DNA, να επισημαίνονται με ετικέτα.

Σύμφωνα με την πρόταση αυτή, ορισμένα γενετικά τροποποιημένα προϊόντα, όπως η λεκιθίνη σόγιας (πρόσθετο τροφίμων) και το 95% του λαδιού σόγιας (δεν περιέχει ούτε πρωτεΐνη ούτε DNA) δεν θα χρειάζονται επισήμανση. Συνολικά περίπου το 95 – 98% των 30.000 περίπου πρωτεϊνών που προκύπτουν από γενετικά τροποποιημένες καλλιέργειες δε θα χρειάζονται υποχρεωτική επισήμανση.

Ορισμένες οργανώσεις, όπως η Greenpeace, διαφωνούν με αυτή την πρόταση και επιμένουν ότι τα γενετικά τροποποιημένα προϊόντα θα πρέπει να έχουν ειδική επισήμανση, ανεξάρτητα από το αν περιέχουν ή όχι γενετικά τροποποιημένες πρωτεΐνες ή ξένο DNA.

***Τι είδους διατύπωση θα έχει η σήμανση των γενετικά τροποποιημένων τροφίμων;***

Διάφορες απόψεις έχουν διατυπωθεί:

- «είναι προϊόν βιοτεχνολογίας»
- «έχει παραχθεί από γενετικά τροποποιημένους οργανισμούς»
- «μπορεί να έχει παραχθεί από γενετικά τροποποιημένους οργανισμούς»
- «δεν περιέχει γενετικά τροποποιημένα συστατικά»

Η ΕΕ προσανατολίζεται στη χρήση της φράσης: «αυτό το προϊόν περιέχει γενετικά τροποποιημένους οργανισμούς».

***Καθορισμός ορίων «επιμόλυνσης»;***

Το 1998 ξεκίνησε στη Γερμανία μια κίνηση καλλιεργητών για την δημιουργία προϊόντων επισημασμένων ως «ελεύθερα από GMO» (GMO free) με ανώτατο επιτρεπτό όριο επιμόλυνσης από γενετικά τροποποιημένες πρωτεΐνες 0,1% του συνολικού βάρους (Abbott & Roeper, 1998).

Τελικά, η ΕΕ θέσπισε στις 21 Οκτωβρίου 1999 το ανώτατο επιτρεπτό όριο επιμόλυνσης από γενετικά τροποποιημένα συστατικά (DNA ή πρωτεΐνες) το 1% (EU FOOD LAW Nov.99, European Commission 2000f). Ήδη, μεγάλες αλυσίδες super market εφαρμόζουν αυτό το όριο (Sainsbury 's). Η νομοθεσία αυτή σημαίνει επίσης ότι τα γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα και κυρίως η σόγια και το καλαμπόκι και τα

παράγωγά τους που εισάγονται από τις ΗΠΑ, πρέπει να επισημαίνονται όταν δεν τηρούν το ανώτερο επιτρεπτό όριο.

Δυστυχώς, υπάρχει δυσκολία στη εφαρμογή του ανώτατου ορίου γιατί τα τεστ (PCR ή ELISA) που ανιχνεύουν μόρια από γενετικά τροποποιημένους οργανισμούς είναι εξειδικευμένα και εν χρησιμοποιούνται σε ευρεία κλίμακα. Οι αρμόδιες αρχές της Ευρωπαϊκής Ένωσης αναγνώρισαν ότι η ανάπτυξη ταχέων και αξιόπιστων μεθόδων ανίχνευσης γενετικά τροποποιημένων συστατικών αποτελεί προτεραιότητα, ενώ στις ΗΠΑ ο USDA, ανακοίνωσε ότι θα ιδρύσει ένα εργαστήριο για την αξιολόγηση των μεθόδων ανίχνευσης GMOs και για την καθιέρωση διαδικασιών δοκιμής γενετικά τροποποιημένων σπόρων (European Commission, 2000e).

#### **6.4. ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΚΟΙΝΗΣ ΓΝΩΜΗΣ**

Τα γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα απασχόλησαν και συνεχίζουν να απασχολούν την κοινή γνώμη σε όλες τις κοινωνίες που είναι ευαισθητοποιημένες στα ζητήματα διατροφής και δημόσιας υγείας. Παρατηρείται διαφορά στη στάση των καταναλωτών της Βόρειας Αμερικής όπου τα γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα είναι αποδεκτά και στην Ευρώπη όπου επικρατεί μεγάλη καχυποψία, γεγονός που φαίνεται από τις κινητοποιήσεις πολλών ομάδων, όπως οι ενώσεις καταναλωτών και οι οικολογικές οργανώσεις και τα αποτελέσματα ορισμένων ερευνών (Ευρωβαρόμετρο, 1997, 2000).

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του Ευρωβαρομέτρου που έγινε το 1997 και το 2000 ξεχωρίζουν τα παρακάτω σημεία:

- Περισσότεροι από το 60% των ερωτηθέντων ανησυχούν για τους κινδύνους των γενετικά τροποποιημένων τροφίμων (1997), ενώ το 40% ανησυχούν για τις ιατρικές εφαρμογές της βιοτεχνολογίας
- Οι βασικότεροι λόγοι ανησυχίας φαίνονται από τις παρακάτω φράσεις (2000): «ακόμη και αν τα γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα έχουν πλεονεκτήματα, είναι ενάντια στη φύση», «αν κάτι πάει στραβά θα γίνει παγκόσμια καταστροφή», «τα γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα δεν είναι απαραίτητα»
- Μόνο το 11% των ερωτηθέντων νιώθουν επαρκώς πληροφορημένοι για τη βιοτεχνολογία
- Το 74% των καταναλωτών είναι υπέρ της επισήμανσης των γενετικά τροποποιημένων τροφίμων

#### **6.5. ΤΑ ΑΙΤΙΑ ΑΡΝΗΣΗΣ ΤΗΣ ΕΥΡΩΠΗΣ ΓΙΑ ΤΑ ΓΕΝΕΤΙΚΑ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΑ ΤΡΟΦΙΜΑ**

Όταν στις ΗΠΑ τα γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα χρησιμοποιούνται ευρύτατα, στην Ευρώπη υπάρχει μια αρνητική στάση από τους καταναλωτές και τις αρμόδιες αρχές. Η άρνηση αυτή ξεκίνησε λίγους μήνες μετά τις πρώτες εισαγωγές γενετικά τροποποιημένων τροφίμων το 1996. Οι λόγοι άρνησης παρουσιάζονται στον πίνακα 14.

Πίνακας 14. Βασικοί λόγοι άρνησης των γενετικά τροποποιημένων τροφίμων στην Ευρώπη.

Βασική αιτία	Περιγραφή
Η κρίση από την ασθένεια των «τρελών αγελάδων» και άλλων σκανδάλων διατροφής	Οι ευρωπαίοι καταναλωτές έχασαν την εμπιστοσύνη τους στις αρμόδιες αρχές και τους επιστήμονες, οι οποίοι δεν μπόρεσαν να ελέγξουν την κατάσταση
Ο φόβος ότι τα γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα είναι επικίνδυνα	Υπάρχει ο φόβος ότι τα γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα θα έχουν επιπτώσεις στο περιβάλλον. Επίσης, επικρατεί η αντίληψη ότι απειλείται η υγεία των ανθρώπων και των ζώων που καταναλώνουν γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα
Η έλλειψη αντικειμενικής ενημέρωσης	Για τα υπέρ και τα κατά της βιοτεχνολογίας από τις αρμόδιες αρχές και τις εταιρίες. Οι τελευταίες κατά κάποιο τρόπο προσπαθούν να επιβάλλουν την νέα τεχνολογία και τα προϊόντα της στους καταναλωτές σε μικρό χρονικό διάστημα μέσα στο οποίο οι καταναλωτές δεν πρόλαβαν να εξοικειωθούν.
Ο φόβος για τις δυνατότητες της βιοτεχνολογίας να επεμβαίνει στο γενετικό υλικό	Παρατηρείται μια ανησυχία στους πολίτες ότι η βιοτεχνολογία παρεμβαίνει αυθαίρετα στο γενετικό υλικό των φυτών, ζώων και ίσως των ανθρώπων με απρόβλεπτες συνέπειες
Η πεποίθηση ότι ο καταναλωτής δεν θα ωφεληθεί καθόλου από την εφαρμογή της βιοτεχνολογίας	Επικρατεί η άποψη ότι το μόνο όφελος που προκύπτει από την εφαρμογή της βιοτεχνολογίας στα τρόφιμα είναι αποκλειστικά για τις εταιρίες που παράγουν και προωθούν αυτά τα προϊόντα. Ίσως ωφελούνται και ορισμένοι αγρότες, αλλά όχι οι καταναλωτές
Η έλλειψη επίσημης που να διαχωρίζει τα γενετικά τροποποιημένα από τα «παραδοσιακά»	Στις ΗΠΑ η επίσημη δεν θεωρήθηκε απαραίτητη. Αντίθετα, στην Ευρώπη το θέμα πήρε τεράστιες διαστάσεις γιατί οι καταναλωτές πιστεύουν ότι στερούνται το δικαίωμα της επιλογής

#### ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΩΝ ΓΙΑ ΤΑ ΓΕΝΕΤΙΚΑ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΑ ΤΡΟΦΙΜΑ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ

Τα παραδείγματα του πίνακα 15 αποτελούν χρονοδιάγραμμα των αντιδράσεων στις χώρες της ΕΕ σχετικά με τις γενετικά τροποποιημένες καλλιέργειες και τα τρόφιμα. Επίσης, ενδεικτικά είναι και ορισμένα παραδείγματα που αναφέρονται στο περιοδικό Nature Biotechnology, Jul. 99, vol.17, p.623:

- Ο Sir Paul McCartney, ιδιοκτήτης μεγάλης εταιρίας επεξεργασμένων προϊόντων, έκλεισε το εργοστάσιο τροφίμων και το αποστέρωσε με ατμό, όταν μια ερευνητική ομάδα του BBC υπέδειξε ότι η σόγια που χρησιμοποιεί είχε επιμολυνθεί με ίχνη γενετικά τροποποιημένης σόγιας. Επίσης, η εταιρία ξόδεψε περίπου 5 εκατομμύρια δολάρια για να σιγουρέψει ότι τα προϊόντα της δεν περιέχουν γενετικά τροποποιημένα συστατικά και χρησιμοποίησε το λογότυπο «say no to GMO» πάνω σε κάθε προϊόν της.
- Στη Βρετανία ακτιβιστές κατέστρεψαν καλλιέργειες γενετικά τροποποιημένων φυτών με αποτέλεσμα να αναγκάσουν την εταιρία να αποσύρει τα σχέδια της για δοκιμές πεδίου με αυτές τις καλλιέργειες.

Μέχρι το τέλος του 1999, πολλές ευρωπαϊκές αλυσίδες super market υιοθέτησαν μια πολιτική περιορισμού ή / και αποκλεισμού στα προϊόντα τους (European Commission 2000d).

Πίνακας 15. Ευρωπαϊκές αντιδράσεις σχετικά με τα γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα (Mitsch & Mitchell, Deutsche Bank Report, 1999).

Φεβρουάριος 1997	Η Αυστρία και το Λουξεμβούργο απαγορεύουν τις πωλήσεις και η Γαλλία την εμπορική καλλιέργεια του γενετικά τροποποιημένου καλαμποκιού της Novartis
Μάρτιος 1997	Η Ιταλία και η Ισπανία απαγορεύουν την εμπορική καλλιέργεια γενετικά τροποποιημένου καλαμποκιού της Novartis
Απρίλιος 1997	Το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο καλεί την ευρωπαϊκή επιτροπή να αναστείλει την συγκατάθεσή της για εμπορία του γενετικά τροποποιημένου καλαμποκιού της Novartis
Σεπτέμβριος 1997	Η Ιταλία αποσύρει την απαγόρευση για καλλιέργεια του γενετικά τροποποιημένου καλαμποκιού της Novartis
Νοέμβριος 1997	Η Γαλλία επιβάλλει moratorium στην εμπορική καλλιέργεια όλων των γενετικά τροποποιημένων τροφίμων εκτός από το γενετικά τροποποιημένο καλαμπόκι της Novartis
Δεκέμβριος 1997	Η Γαλλία επιβάλλει moratorium όλων των γενετικά τροποποιημένων τροφίμων που περιέχουν γονίδια ανθεκτικότητας σε αντιβιοτικά, εκτός από το γενετικά τροποποιημένο καλαμπόκι της Novartis
Ιούλιος 1998	Η Γαλλία επιβάλλει moratorium στην εμπορική καλλιέργεια των γενετικά τροποποιημένων τροφίμων που έχουν συγγενή φυτά στην Ευρώπη (beet, rape)
Σεπτέμβριος 1998	Το ανώτατο διοικητικό δικαστήριο της Γαλλίας αναστέλλει την έγκριση για

	καλλιέργεια του γενετικά τροποποιημένου καλαμποκιού της Novartis. Όλες οι κύριες αλυσίδες super market της Αυστρίας αφαίρεσαν τα γενετικά τροποποιημένα προϊόντα από τα ράφια τους.
Οκτώβριος 1998	Η Ελλάδα απαγορεύει την εισαγωγή γενετικά τροποποιημένης ελαιοκράμβης. Η Αγγλία ανακοινώνει moratorium 3 ετών γενετικά για τα γενετικά τροποποιημένα φυτά ανθεκτικά στα έντομα
Νοέμβριος 1998	Η Γαλλία απαγορεύει την εισαγωγή και πώληση 2 ποικιλιών γενετικά τροποποιημένης ελαιοκράμβης
Φεβρουάριος 1999	Η Ευρωπαϊκή Βουλή ζητά επισήμανση των γενετικά τροποποιημένων καλλιεργειών και τροφίμων. Επίσης, ζητά απαγόρευση των καλλιεργειών που περιέχουν γονίδια ανθεκτικότητας σε αντιβιοτικά
Μάρτιος 1999	Μεγάλες ευρωπαϊκές αλυσίδες super market (Sainsbury, Marks & Spencer, Carrefour, Migros) εφαρμόζουν «γενετικό αποκλεισμό», χωρίζοντας τα τρόφιμα που έχουν γενετικά τροποποιημένα συστατικά από εκείνα που δεν έχουν. Η Ελλάδα ανακοινώνει ότι όλες οι αιτήσεις για πειραματικές καλλιέργειες γενετικά τροποποιημένων φυτών που εκκρεμούν, θα απορριφθούν.
Απρίλιος 1999	Οι θυγατρικές εταιρίες της Nestle και την Unilever και η εταιρία Tesco ανακοίνωσαν ότι θα σταματήσουν να χρησιμοποιούν γενετικά τροποποιημένα συστατικά στα προϊόντα τους.
Μάιος 1999	Η ΕΕ αναστέλλει τις διαδικασίες έγκρισης όλων των νέων γενετικά τροποποιημένων καλλιεργειών

## Η ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΓΕΝΕΤΙΚΑ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΟΥΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥΣ ΣΤΙΣ ΗΠΙΑ

Η υπεύθυνη για τις εγκρίσεις εταιρία είναι η Animal and Plant Health Inspection Service (APHIS), που ανήκει στο Υπουργείο Γεωργίας (USDA – U.S. Department of Agriculture). Η υπηρεσία διαθέτει ιστοσελίδα στο Internet και ενημερώνει για όλες τις τελευταίες εξελίξεις στον τομέα της αγροτικής



βιοτεχνολογίας. Αρμόδια υπηρεσία είναι και η EPA (Environmental Protection Agency).

Στις ΗΠΑ πολλά γενετικά τροποποιημένα προϊόντα μετά από κάποιο χρονικό διάστημα δεν χρειάζονται έγκριση αφού η APHIS θεωρεί ότι δεν αποτελούν κίνδυνο για το περιβάλλον.

### ***Η επισήμανση των γενετικά τροποποιημένων προϊόντων στις ΗΠΑ***

Μέχρι το τέλος του 2000 δεν υπήρχε νόμος που να υποχρεώνει την επισήμανση των γενετικά τροποποιημένων προϊόντων. Το 1992, ο FDA δημοσίευσε την πολιτική που θα ακολουθείται για τη ρύθμιση των τροφών και των ζωοτροφών που προκύπτουν από νέες ποικιλίες φυτών που δημιουργούνται με τη γενετική μηχανική. Η αξιολόγηση της ασφάλειας και της διατροφικής σύστασης των γενετικά τροποποιημένων τροφίμων στηρίζεται στις εξής πληροφορίες:

- Αγρονομικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά των φυτών
- Γενετικά ανάλυση της τροποποίησης που έχουν υποστεί
- Σταθερότητα των γονιδιακών χαρακτηριστικών
- Αξιολόγηση της ασφάλειας των νεοεισαχθέντων πρωτεϊνών
- Χημική ανάλυση των διατροφικών συστατικών

Παρόλα αυτά, δημιουργήθηκε μια μεγάλη κίνηση στις ΗΠΑ από διαφορετικές κοινωνικές ομάδες (ακαδημαϊκοί, ακτιβιστές, αγρότες, θρησκευτικοί ηγέτες) η οποία πιέζει για την επιβολή επισήμανσης στα γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα (Fox, 1999). Ένα χρόνο νωρίτερα, αντίστοιχες ομάδες μήνυσαν τον FDA για καταπάτηση των δικαιωμάτων των καταναλωτών και απαίτησαν υποχρεωτικό έλεγχο ασφάλειας και επισήμανση των προϊόντων (Fox 1998b, Jones 2000). Επίσης, πολλοί αγρότες είναι πιθανό να μειώσουν τις καλλιέργειες γενετικά τροποποιημένων φυτών στις ΗΠΑ τα επόμενα χρόνια, φοβούμενοι τις αυξανόμενες αρνητικές αντιδράσεις του κοινού για τα προϊόντα αυτά (Hsu, 2000).

Σύμφωνα με έρευνα του περιοδικού TIME το 81% των Αμερικανών επιθυμεί την επισήμανση των γενετικά τροποποιημένων τροφίμων, με κύρια αιτιολογία το δικαίωμα στην ενημέρωση. Η απαίτηση αυτή δημιουργεί μια σειρά από αντικρουόμενες απόψεις, κυρίως από εκπροσώπους της βιομηχανίας που υποστηρίζουν ότι μια τέτοια απόφαση θα αποθαρρύνει την ανάπτυξη της τεχνολογίας και ότι η επισήμανση επιχειρεί να λύσει ένα πρόβλημα που δεν υπάρχει (Irwin, 2000).

## **6.6. Η ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΣΤΙΣ ΥΠΟΛΟΙΠΕΣ ΧΩΡΕΣ ΤΟΥ ΚΟΣΜΟΥ**

Η νομοθεσία για τα γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα και τις καλλιέργειες ποικίλει από χώρα σε χώρα. Στον πίνακα 16 αναφέρονται τα βασικότερα σημεία που ισχύουν για τις χώρες που καλλιεργούν ή εμπορεύονται γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα (Mitten et al, 1999).

Πίνακας 16. Ισχύουσα νομοθεσία για τους γενετικά τροποποιημένους οργανισμούς σε διάφορες χώρες του κόσμου.

Κίνα	Καλλιεργούνται γενετικά τροποποιημένες καλλιέργειες σε εμπορική κλίμακα. Θετική στάση για τις καλλιέργειες αυτές.
Ιαπωνία	Εισάγονται γενετικά τροποποιημένα προϊόντα αλλά δεν καλλιεργούνται σε εμπορική κλίμακα. Η ασφάλεια αυτών

	των προϊόντων ελέγχεται από το Υπουργείο Υγείας και Πρόνοιας. Μελετάται η θέσπιση επισήμανσης
Αυστραλία και Νέα Ζηλανδία	Είναι στη διαδικασία της οριστικοποίησης της νομοθετικής διαδικασίας έγκρισης γενετικά τροποποιημένων καλλιεργειών. Μελετάται η θέσπιση επισήμανσης
Νότια Αφρική	Η νομοθεσία ελέγχεται από το Υπουργείο Εθνικής Υγείας. Υπάρχει συμβουλευτική επιτροπή επιστημόνων που ελέγχει όλες τις αιτήσεις για εγκρίσεις νέων GMOs
Νότια Αμερική	Η Αργεντινή, η Βραζιλία και η Χιλή έχουν ομάδες ειδικών για την αξιολόγηση και έγκριση GMOs

## 6.7. ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Η ισχύουσα νομοθεσία της Ευρωπαϊκής Ένωσης μετά από διάφορες τροποποιήσεις και απόσυρσης παλαιότερων νόμων είναι:

- **Οδηγία 90/219/EK.** Έχει τροποποιηθεί με την Οδηγία 2001/18/EK και αφορά την περιορισμένη χρήση γενετικώς τροποποιημένων οργανισμών. Ρυθμίζει την ερευνητική και βιομηχανική δραστηριότητα για τη χρήση γενετικά τροποποιημένων μικροοργανισμών σε ελεγχόμενες συνθήκες. Αφορά τη χρήση γενετικά τροποποιημένων μικροοργανισμών σε εργαστηριακή κλίμακα.
- **Οδηγία 2001/18/EK.** Αφορά τη σκόπιμη απελευθέρωση γενετικά τροποποιημένων οργανισμών στο περιβάλλον και ρυθμίζει τους κανόνες για δύο είδη δραστηριοτήτων: α) την πειραματική απελευθέρωση γενετικά τροποποιημένων οργανισμών στο περιβάλλον (πειραματικές δοκιμές στο χωράφι) και β) την τοποθέτηση στην αγορά προϊόντων που περιέχουν ή αποτελούνται από γενετικά τροποποιημένους οργανισμούς για χρήση σε καλλιέργεια ή εισαγωγή και επεξεργασία σε βιομηχανικά προϊόντα.
- **Κανονισμός (ΕΚ) 1829/2003.** Αφορά την τοποθέτηση στην αγορά τροφίμων και ζωοτροφών, καθώς και συστατικά τροφίμων ή ζωοτροφών που περιέχουν ή αποτελούνται από γενετικά τροποποιημένους οργανισμούς.
- **Κανονισμός (ΕΚ) 1946/2004.** Αφορά τη «διασυνοριακή διακίνηση γενετικά τροποποιημένων οργανισμών». Καλύπτει τη μετακίνηση γενετικά τροποποιημένων οργανισμών μεταξύ των χωρών μελών της ΕΕ και την εξαγωγή τους στις αναπτυσσόμενες χώρες.
- **Κανονισμός (ΕΚ) 1830/2003.** Αφορά την ιχνηλασιμότητα και επισήμανση γενετικά τροποποιημένων οργανισμών, τροφίμων και ζωοτροφών που παράγονται από γενετικά τροποποιημένους οργανισμούς καθώς και για την τροποποίηση της Οδηγίας 2001/18/EK.
- **Κανονισμός (ΕΚ) 641/2004.** Αφορά τις λεπτομέρειες εφαρμογής του Κανονισμού 1829/2003 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου όσον αφορά την αίτηση για έγκριση νέων γενετικά τροποποιημένων τροφίμων και ζωοτροφών, την κοινοποίηση υφιστάμενων προϊόντων και την τυχαία ή τεχνικώς αναπόφευκτη παρουσία γενετικά τροποποιημένου υλικού που έτυχε ευνοϊκής αξιολόγησης κινδύνου.

- **Κανονισμός (ΕΚ) 65/2004.** Αφορά την καθιέρωση συστήματος σχηματισμού και απόδοσης αναγνωριστικών κωδικών για τους γενετικά τροποποιημένους οργανισμούς. Οποιοσδήποτε κάνει αίτηση για διάθεση στην αγορά γενετικά τροποποιημένων οργανισμών πρέπει να έχουν κωδικό αποκλειστικής αναγνώρισης για κάθε γενετικά τροποποιημένο οργανισμό. Ο κωδικός περιλαμβάνεται στην έγκριση του συγκεκριμένου γενετικά τροποποιημένου οργανισμού.
- **Σύσταση της Επιτροπής 2004/787/ΕΚ** για τις κατευθυντήριες γραμμές για τη δειγματοληψία και ανίχνευση γενετικά τροποποιημένου οργανισμού και υλικών που παράγονται από γενετικά τροποποιημένους οργανισμούς ως προϊόντων ή συστατικών προϊόντων στο πλαίσιο του Κανονισμού (ΕΚ) 1830/2003.

### 6.7.1 ΑΠΕΛΕΥΘΕΡΩΣΗ ΓΕΝΕΤΙΚΑ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΩΝ ΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Ως *σκόπιμη απελευθέρωση* γενετικά τροποποιημένων οργανισμών στο περιβάλλον ονομάζεται η εισαγωγή του οργανισμού στο περιβάλλον χωρίς να έχουν ληφθεί τα απαραίτητα μέτρα για να αποφευχθεί η επαφή του με διάφορους πληθυσμούς του περιβάλλοντος. Αυτή η απελευθέρωση μπορεί να γίνει για πειραματικούς σκοπούς. Γίνεται σύμφωνα με την Οδηγία 2001/28/ΕΚ και αφορά κυρίως τη μελέτη και ανάπτυξη νέων καλλιεργειών γενετικά τροποποιημένων. Ελέγχεται η επίδραση του τροποποιημένου οργανισμού στο περιβάλλον και οι αλληλεπιδράσεις του με άλλους οργανισμούς. Αν τα αποτελέσματα της πειραματικής απελευθέρωσης είναι θετικά, ο οργανισμός αυτός μπορεί να εισαχθεί στην αγορά, συμφωνά με την παραπάνω οδηγία, για καλλιέργεια και επεξεργασία από τις βιομηχανίες.

Οι κυριότερες αρχές για έγκριση απελευθέρωσης ενός γενετικά τροποποιημένου οργανισμού στο περιβάλλον και ελέγχονται από την Οδηγία 2001/18/ΕΚ είναι οι εξής:

- Απαιτήση για αξιολόγηση της επικινδυνότητας για το περιβάλλον
- Μετά την εισαγωγή στην αγορά πρέπει να παρακολουθείται για αλληλεπιδράσεις με άλλους οργανισμούς του περιβάλλοντος
- Ενημέρωση του κοινού
- Τήρηση απαιτήσεων επισήμανσης και ιχνηλασιμότητας, βάσεις του Κανονισμού (ΕΚ) 1830/2003
- Απαραίτητες πληροφορίες για ταυτοποίηση και ανίχνευση του τροποποιημένου οργανισμού για να γίνουν οι απαραίτητοι έλεγχοι
- Χρόνος ισχύος της πρώτης έγκρισης απελευθέρωσης του γενετικά τροποποιημένου οργανισμού
- Υποχρεωτική εισήγηση της επιστημονικής επιτροπής της EFSA (Ευρωπαϊκή Αρχή Ασφάλειας Τροφίμων)
- Συμβολή του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου για τις αποφάσεις έγκρισης για την απελευθέρωση των γενετικά τροποποιημένων οργανισμών
- Ύπαρξη Συμβουλίων Υπουργών για έγκριση ή απόρριψη των προτάσεων της επιτροπής για την έγκριση του τροποποιημένου οργανισμού.

Η Οδηγία 2001/18/ΕΚ περιλαμβάνει και την εκτίμηση επικινδυνότητας του επεξεργασμένου οργανισμού στο περιβάλλον. Τα κυριότερα στοιχεία είναι:

- Προσδιορισμός όλων των χαρακτηριστικών του τροποποιημένου οργανισμού που μπορεί να έχουν αρνητικές επιπτώσεις, άμεσες ή έμμεσες, βραχυπρόθεσμες ή μακροπρόθεσμες στην υγεία και το περιβάλλον
- Εκτίμηση των πιθανών επιπτώσεων κάθε χαρακτηριστικού
- Εκτίμηση της πιθανότητας να έχουμε αρνητικές επιπτώσεις
- Εκτίμηση πιθανού κινδύνου καθενός χαρακτηριστικού
- Εφαρμογή μέτρων διαχείρισης του κινδύνου από την σκόπιμη απελευθέρωση ή την εισαγωγή του τροποποιημένου οργανισμού στην αγορά
- Προσδιορισμός συνολικού κινδύνου

Κάθε εταιρία που θέλει να απελευθερώσει πειραματικά ένα γενετικά τροποποιημένο οργανισμό πρέπει να κάνει αίτηση στην αρμόδια Εθνική Αρχή της χώρας της. Η Αρχή εξετάζει αν καλύπτει τις προϋποθέσεις της Οδηγίας 2001/18/ΕΚ και αποφασίζει για την έγκριση του οργανισμού ή όχι. Αν η εταιρία θέλει να εισάγει ένα γενετικά τροποποιημένο οργανισμό στην αγορά για εμπορικούς σκοπούς θα πρέπει να λάβει έγκριση από την Ευρωπαϊκή Ένωση. Η Εθνική Αρχή της χώρας θα πρέπει να κάνει μια έκθεση αξιολόγησης η οποία θα ελεγχθεί από όλα τα κράτη μέλη μέσω της ΕΕ. Τα κράτη μέλη καταγράφουν τις ενστάσεις τους. Αν δεν υπάρχουν ενστάσεις η Αρμόδια Αρχή εγκρίνει την εισαγωγή του τροποποιημένου οργανισμού στην αγορά σε όλες τις χώρες της ΕΕ. Η αρχική έγκριση ισχύει για 10 χρόνια το μέγιστο.

## **6.7.2. ΕΓΚΡΙΣΗ ΓΕΝΕΤΙΚΑ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΖΩΟΤΡΟΦΩΝ**

Ο Κανονισμός (ΕΚ) 1829/2003 αφορά την εισαγωγή στην αγορά της ΕΕ των γενετικά τροποποιημένων οργανισμών που προορίζονται ως τρόφιμα και ζωοτροφές και των τροφίμων και ζωοτροφών που περιέχουν, αποτελούνται ή παράγονται από γενετικά τροποποιημένους οργανισμούς.

Σύμφωνα με τον παραπάνω Κανονισμό τα προϊόντα θα πρέπει:

- Να μην έχουν δυσμενείς επιπτώσεις στην υγεία των ανθρώπων των ζώων και το περιβάλλον
- Να μην παραπλανούν τους καταναλωτές
- Να μην διαφέρουν από τα τρόφιμα και τις ζωοτροφές που θα αντικαταστήσουν ώστε η θρεπτική τους αξία να μην είναι χαμηλότερη
- Στην περίπτωση των ζωοτροφών να μην παραπλανούν τους καταναλωτές μειώνοντας τις ιδιότητες των τροφίμων φυτικής προέλευσης

Ο Κανονισμός δίνει μια ενιαία διαδικασία έγκρισης των προϊόντων αυτών στην Ευρώπη, ανεξάρτητα από το εάν πρόκειται για εισαγωγή στην αγορά αυτούσιου του οργανισμού ή των προϊόντων τροφίμου ή ζωοτροφής που προέρχονται από γενετικά τροποποιημένους οργανισμούς.

Η εταιρία πρέπει να υποβάλλει αίτηση στην Αρμόδια Αρχή της χώρας που θα χρησιμοποιηθεί το προϊόν. Πρέπει να αναφέρεται το πεδίο εφαρμογής, την επισήμανση και τη μέθοδο ανίχνευσης. Η Αρμόδια Αρχή ενημερώνει την EFSA η οποία αξιολογεί την επικινδυνότητα για το περιβάλλον, την ανθρώπινη υγεία και τα ζώα ([www.efsa.eu.int/science/gmo/gmo\\_guidance/660\\_en.html](http://www.efsa.eu.int/science/gmo/gmo_guidance/660_en.html)). Μετά η έκθεση της EFSA δίνεται στην Ευρωπαϊκή Επιτροπή η οποία με τη σειρά της συντάσσει πρόταση για έγκριση ή απόρριψη του προϊόντος. Η πρόταση αυτή ανακοινώνεται στους εκπροσώπους των κρατών μελών οι οποίοι παίρνουν και την τελική απόφαση. Αν δεν

υπάρχει πλειοψηφία από τους εκπροσώπους, λαμβάνεται απόφασή από το Υπουργικό Συμβούλιο. Αν και πάλι δεν υπάρχει πλειοψηφία η απόφαση λαμβάνεται από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή.

Τα εγκεκριμένα προϊόντα καταχωρούνται στον Κοινοτικό κατάλογο γενετικά τροποποιημένων τροφίμων και ζωοτροφών ([http://europa.eu.int/comm/food/dyna/gm\\_register/index\\_en.cfm](http://europa.eu.int/comm/food/dyna/gm_register/index_en.cfm)).

### 6.7.3. ΙΧΝΗΛΑΣΙΜΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΕΠΙΣΗΜΑΝΣΗ ΤΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΓΙΑ ΓΕΝΕΤΙΚΑ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΟΥΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥΣ

Οι Κανονισμοί (ΕΚ) 1829/2003 και 1830/2003 αφορούν προϊόντα που περιέχουν, αποτελούνται ή προέρχονται από γενετικά τροποποιημένους οργανισμούς.

**Ιχνηλασιμότητα** στα τρόφιμα ονομάζεται η ικανότητα ιχνογράφησης και παρακολούθησης του τροφίμου, της ζωοτροφής, των ζώων που παράγουν τρόφιμα και των συστατικών που αναμένεται να περιληφθούν σε τρόφιμα ή ζωοτροφές σε όλα τα στάδια παραγωγής και διάθεσης. Το 2004 ο Κώδικας Τροφίμων και Ποτών πρότεινε τον παρακάτω ορισμό: «Ιχνηλασιμότητα προϊόντος είναι η ικανότητα παρακολούθησης της διακίνησης του τροφίμου σε καθορισμένα στάδια παραγωγής, επεξεργασίας και διάθεσής του».

Η ιχνηλασιμότητα έχει ως στόχο:

- Τον έλεγχο και την επιβεβαίωση της επισήμανσης
- Την παρακολούθηση των πιθανών επιδράσεων στην υγεία και το περιβάλλον
- Την απόσυρση αντίστοιχων προϊόντων σε περίπτωση που διαπιστωθούν μη αναμενόμενοι κίνδυνοι στην υγεία και το περιβάλλον.

Κάθε εταιρία που εισάγει στην αγορά ένα γενετικά τροποποιημένο προϊόν θα πρέπει να μπορεί να προσδιορίσει τον προμηθευτή αλλά και την ίδια την εταιρία που το εισάγει στην αγορά. Θα πρέπει να υπάρχει έγγραφο που να αναφέρει ότι το προϊόν ή κάποια συστατικά του αποτελείται, περιέχει ή παράγεται από γενετικά τροποποιημένο οργανισμό καθώς και το μοναδικό αναγνωριστικό κωδικό για το συγκεκριμένο γενετικά τροποποιημένο οργανισμό. Αν το προϊόν αποτελείται από μίγμα γενετικά τροποποιημένων οργανισμών τότε θα πρέπει να αναφέρεται κατάλογος αναγνωριστικών κωδικών για κάθε γενετικά τροποποιημένο οργανισμό.

Για παράδειγμα όταν η παραγωγή ξεκινά με τη χρήση ενός γενετικά τροποποιημένου σπόρου, η εταιρία που θα τοποθετήσει στην αγορά το σπόρο θα πρέπει να πληροφορήσει τον αγοραστή ότι ο σπόρος είναι γενετικά επεξεργασμένος και να του παράσχει τις απαραίτητες πληροφορίες για τον ακριβή προσδιορισμό του γενετικά τροποποιημένου οργανισμού. Επίσης, η εταιρία θα πρέπει να διατηρεί αρχείο όλων των αγοραστών της. Ανάλογες θα πρέπει να είναι και οι πληροφορίες που θα δίνουν οι αγρότες στους αγοραστές της σοδειάς τους και να διατηρεί αρχείο των αγοραστών. Οι πληροφορίες διατηρούνται 5 χρόνια και δίνονται στις Αρμόδιες Αρχές όταν υπάρχει αίτημα. Τέλος, θα πρέπει να υπάρχει ετικέτα στο προϊόν που θα αναγράφει ότι προέρχεται, αποτελείται ή περιέχει γενετικά τροποποιημένο οργανισμό ώστε να ενημερώνεται και ο καταναλωτής.

Δεν απαιτείται να επισημαίνονται ως γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα που προέρχονται από ζώα που έχουν τραφεί με γενετικά τροποποιημένες τροφές ή έχουν θεραπευτεί με γενετικά τροποποιημένα φάρμακα (γάλα, κρέας, αυγά).

Στην παραγωγή τροφίμων και ζωοτροφών είναι αδύνατο να έχουμε 100% καθαρότητα του προϊόντος. Υπάρχει πιθανότητα τα συμβατικά τρόφιμα να επιμολυνθούν τυχαία κατά τη συγκομιδή τους, τη μεταφορά ή την επεξεργασία τους. Έτσι, η ισχύουσα νομοθεσία ορίζει ότι το χαμηλότερο όριο τυχαίας παρουσίας εγκεκριμένων γενετικά τροποποιημένων οργανισμών σε συμβατικά τρόφιμα και ζωοτροφές είναι το 0,9%. Αν ξεπεραστεί αυτό το όριο, τότε το συμβατικό τρόφιμο επισημαίνεται ως τρόφιμο που περιέχει, αποτελείται ή παράγεται από γενετικά τροποποιημένο οργανισμό. Επίσης, ποσοστό τυχαίας παρουσίας γενετικά τροποποιημένου οργανισμού μικρότερο του 0,5% έχει οριστεί για γενετικά τροποποιημένους οργανισμούς που έτυχαν ευνοϊκής αξιολόγησης κινδύνου από επιστημονικές επιτροπές αλλά δεν έχουν ακόμα εγκριθεί.

Στην Ελλάδα οι Υγειονομικές Υπηρεσίες σε συνεργασία με το Γενικό Χημείο του Κράτους εφαρμόζουν από το 2003 το Εθνικό Πρόγραμμα Δειγματοληψίας Τροφίμων για έλεγχο γενετικά τροποποιημένων οργανισμών. Γίνονται δειγματοληψίες τροφίμων που μπορεί να περιέχουν ή γράφουν στην ετικέτα τους «GMO free». Το ενικό Χημείο του Κράτους κάνει αναλύσεις για να ελέγξει συμμόρφωση με τη νομοθεσία. Αν δεν υπάρχει συμμόρφωση, το προϊόν αποσύρεται μέχρι να υπάρξει συμμόρφωση ή καταστρέφεται. Τέλος, γίνονται έλεγχοι και στην αγορά για να διαπιστωθεί συμμόρφωση με τους Κανονισμούς που αφορούν την επισήμανση των γενετικά τροποποιημένων τροφίμων.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

### 7.1. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΣΗΜΑΣΙΑ ΚΑΙ ΕΞΑΠΛΩΣΗ ΤΩΝ ΓΕΝΕΤΙΚΑ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΩΝ ΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ

#### 7.1.1. Οι κυριότερες εταιρίες

Τα πρώτα εμπορικά γενετικά τροποποιημένα προϊόντα εμφανίστηκαν στην αγορά το 1996 και οδήγησαν σε μια σειρά από πολλαπλές συγχωνεύσεις, εξαγορές και συμμαχίες μεταξύ μικρών εταιριών γενετικής τεχνολογίας, εταιριών παραγωγής σπόρων και μεγάλων αγροχημικών εταιριών. Στον πίνακα 17 παρουσιάζονται οι 10 πρώτες εταιρίες αγροβιοτεχνολογικών προϊόντων και οι πωλήσεις τους σε προϊόντα προστασίας καλλιεργειών το 1998.

Οι εταιρίες αυτές αποτέλεσαν το 80 – 90% της παγκόσμιας αγοράς αγροχημικών προϊόντων κατά την περίοδο 1997 – 98. Οι βασικότεροι πελάτες των εταιριών αυτών όσον αφορά τα γενετικά τροποποιημένα προϊόντα είναι αγρότες.

Πίνακας 17. Οι 10 μεγαλύτερες εταιρίες αγροτικής βιοτεχνολογίας (βάσει των πωλήσεων σε προϊόντα προστασίας καλλιεργειών).

Εταιρία	1998 (US \$ mill)	Έδρα μητρικής εταιρίας
Novartis *	4124	Ελβετία
Monsanto	4032	ΗΠΑ
Du Pont	3156	ΗΠΑ
Zeneca	2895	Μ. Βρετανία
AgrEvo **	2384	Γερμανία
Rhone – Poulenc **	2286	Γαλλία
Bayer	2248	Γερμανία
American Cyanamid	2194	ΗΠΑ
Dow Agrosiences	2132	ΗΠΑ
BASF	1932	Γερμανία

\* Η Novartis δημιουργήθηκε το 1996 από τη συγχώνευση των Ciba – Geigy και Sandoz

\*\* Η AgrEvo και Rhone – Poulenc συγχωνεύονται και ονομάζονται Aventis

Η Monsanto είναι η πρώτη εταιρία αγροχημικής βιοτεχνολογίας στην Αμερική με τις περισσότερες εγκεκριμένες πατέντες και τις περισσότερες εγκρίσεις για πειραματικές καλλιέργειες γενετικά τροποποιημένων φυτών (1318 εγκρίσεις από το 1993 ως το 1999). Οι πωλήσεις του γεωργικού τμήματος ανήλθαν στα 4,02 δις. δολάρια κατά το πρώτο 9μηνο του 1999 και τα καθαρά κέρδη σε 780 εκατομμύρια δολάρια (το 1998 ήταν 3,4 δις δολάρια και 920 εκατομμύρια δολάρια αντίστοιχα).

Τα κυριότερα γενετικά τροποποιημένα προϊόντα της Monsanto είναι η Roundup Ready σόγια (ανθεκτική στο ζιζανιοκτόνο Roundup Ready), το Bollgard βαμβάκι (βαμβάκι Bt, ανθεκτικό σε έντομα) και το Yield Guard καλαμπόκι (καλαμπόκι Bt, ανθεκτικό σε έντομα).

Τη διετία 1997 – 99 εξαγόρασε τις εταιρίες Asgrow, DeKalb, Cargill, Delta & Pine Land. Κατέχει το σημαντικότερο τμήμα καλλιεργούμενων εκτάσεων γενετικά τροποποιημένων φυτών σε όλο τον κόσμο.

Οι έντονες αντιδράσεις που έχουν προκαλέσει τα γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα και οι σπόροι στην Ευρώπη έχει επηρεάσει και τη Monsanto που δέχεται κριτική από όλους τους πολέμιους την βιοτεχνολογίας. Η Monsanto είναι από τις πρώτες εταιρίες που εξήγαγαν γενετικά τροποποιημένους σπόρους στην Ευρωπαϊκή αγορά πιστεύοντας ότι θα ήταν συνέχεια της αμερικάνικης αγοράς.

### 7.1.2. Μειονεκτήματα από την ανάπτυξη των βιοτεχνολογικών εταιριών

Ένα από τα σημαντικότερα μειονεκτήματα που προκύπτουν από την εξάπλωση της αγροτικής βιοτεχνολογίας, είναι ότι συγκεντρώνεται η αγορά της παραγωγής και της διάθεσης των σπόρων σε λίγες μεγάλες εταιρίες. Έτσι, δημιουργείται πίεση στους αγρότες όπως και από την συγκεντρωτική βιομηχανία επεξεργασίας και λιανικής διάθεσης τροφίμων.

Ταυτόχρονα, η εξάρτηση των αγροτών εντείνεται και από το γεγονός ότι οι γενετικά τροποποιημένες καλλιέργειες που προκύπτουν από τους σπόρους που αγοράζουν δεν είναι γόνιμες. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα οι αγρότες να μην παράγουν οι ίδιοι σπόρους από τις γενετικά τροποποιημένες καλλιέργειες και να αναγκάζονται να αγοράζουν κάθε χρόνο νέους σπόρους, κάτι που σημαίνει αυξημένο κόστος.

Οι λόγοι που οι εταιρίες παράγουν άγονους καρπούς (ονομάζεται «τεχνολογία τερματισμού») είναι για να μειωθεί η επίδραση των γενετικά τροποποιημένων καλλιεργειών στο περιβάλλον (μείωση της μεταφοράς γονιδίων) αλλά και για να έχουν τον έλεγχο της διάθεσης των γενετικά τροποποιημένων σπόρων στην αγορά.

Όμως, η έντονη κριτική που ασκήθηκε στην πρακτική αυτή, οδήγησε κάποιες εταιρίες, όπως η Monsanto, να ανακοινώσουν ότι θα σταματήσουν να εφαρμόζουν την τεχνολογία τερματισμού στα γενετικά τροποποιημένα προϊόντα (European Commission, 2000c).

## 7.2. Εξάπλωση γενετικά τροποποιημένων καλλιεργειών

### 7.2.1. Εξάπλωση γενετικά τροποποιημένων καλλιεργειών ανά είδος καλλιέργειας

Οι γενετικά τροποποιημένες καλλιέργειες εμφανίστηκαν στην αγορά το 1996 στις ΗΠΑ, παρόλο που η έρευνα είχε ξεκινήσει από τις αρχές της δεκαετίας του '80. Μέσα σε 3 χρόνια η εξάπλωσή τους έγινε με πολύ γρήγορους ρυθμούς και από τα 2,6 εκατομμύρια εκτάρια συνολικής έκτασης έφτασαν το 1999 τα 41,48 εκατομμύρια εκτάρια (πίνακας 18).

Πίνακας 18. Η έκταση των κυριότερων γενετικά τροποποιημένων καλλιεργειών στον κόσμο.

Καλλιέργεια	1996	1997	1998	1999	% συνολικής έκτασης (1999)
Σόγια	0,45	5,04	13,59	21,78	52,5
Καλαμπόκι	0,30	2,61	9,11	11,28	27,2
Ελαιοκράμβη	0,11	1,42	2,43	3,46	8,4
Πατάτες	0,01	0,01	0,03	0,04	0,1
Βαμβάκι	0,73	1,43	2,46	3,92	9,4
Καπνός	1,00	1,00	1,00	1,00	2,4
Σύνολο	2,60	11,51	28,62	41,48	100



Η γενετικά τροποποιημένη σόγια αποτελεί το 52,5 % της συνολικής έκτασης γενετικά τροποποιημένων καλλιεργειών και σχεδόν το 1/3 της συνολικής παραγωγής σόγιας στον κόσμο. Σημαντικό ποσοστό κατέχει και το γενετικά τροποποιημένο καλαμπόκι (27,2 %), είδος που καταναλώνεται ευρέως στην Αμερική. Το γενετικά τροποποιημένο καλαμπόκι αντιπροσωπεύει το 8% της συνολικής παγκόσμιας παραγωγής καλαμποκιού.

Οι προβλέψεις για το μέλλον παραμένουν αβέβαιες λόγω των μεγάλων κινητοποιήσεων του κοινού εναντίον των γενετικά τροποποιημένων τροφίμων. Πιθανότατα, θα υπάρξει σταθεροποίηση των καλλιεργειών σε αυτά τα επίπεδα μέχρι να ξεκαθαρίσει η κατάσταση στις διάφορες αγορές, όπως είναι η ευρωπαϊκή.

### **7.2.2. Εξάπλωση γενετικά τροποποιημένων καλλιεργειών ανά χώρα**

Την περίοδο 1996 – 99 η εξάπλωση των γενετικά τροποποιημένων καλλιεργειών παρουσίασε ραγδαία αύξηση. Οι ΗΠΑ κατέχουν το μεγαλύτερο ποσοστό γενετικά τροποποιημένων καλλιεργειών στον κόσμο, με μεγάλη διαφορά από τις υπόλοιπες χώρες. Η αμερικανική ήπειρος (Αμερική, Αργεντινή, Καναδάς, Βραζιλία, Μεξικό) συγκεντρώνει το 96% των συνολικών γενετικά τροποποιημένων καλλιεργειών. Η Ευρώπη κατέχει πολύ μικρό ποσοστό (0.03% της παγκόσμιας έκτασης γενετικά τροποποιημένων καλλιεργειών, γιατί η ΕΕ έχει θέσει «moratorium» στην εξάπλωση των καλλιεργειών αυτών μέχρι να θεσπιστούν αυστηρά μέτρα ασφαλείας και να αποφασιστεί μία κοινή πολιτική. Η ΕΕ πήρε αυτή τη θέση μετά από τις έντονες αντιδράσεις που προκλήθηκαν από τους πολίτες και διάφορες μη κυβερνητικές οργανώσεις για την εισαγωγή γενετικά τροποποιημένων σπόρων από τις ΗΠΑ.

Στις ΗΠΑ επικρατεί η καλλιέργεια της γενετικά τροποποιημένης σόγιας, η οποία παρουσιάζει σημαντική αύξηση. Οι ΗΠΑ έχουν τις μεγαλύτερες εξαγωγές σόγιας στο κόσμο εξάγοντας το 10 – 15% της παραγωγής σόγιας στην Ευρώπη. Σημαντική παραγωγή γενετικά τροποποιημένης σόγιας έχουν, επίσης, η Αργεντινή (75% της παραγωγής της χώρας) και η Βραζιλία (10% της παραγωγής της χώρας).

### **7.2.3. Εξάπλωση γενετικά τροποποιημένων καλλιεργειών ανά είδος γενετικής τροποποίησης.**

Οι κυριότερες γενετικές τροποποιήσεις που έχουν γίνει στις παραδοσιακές καλλιέργειες σόγιας, καλαμποκιού, ελαιοκράμβης κτλ. αφορούν κυρίως γονίδια ανθεκτικότητας σε ζιζανιοκτόνα, όπως η Roundup Ready σόγια και ανθεκτικότητας σε έντομα που προκαλούν ζημιές στις καλλιέργειες, όπως τα είδη Bt καλαμποκιού και βαμβακιού.

## **7.3. Δοκιμές πεδίου (Field Tests).**

Η μεγάλη έκταση που έχει λάβει η νέα τεχνολογία στην αγροτική παραγωγή και οικονομία φαίνεται από το γεγονός ότι στις ΗΠΑ οι δοκιμές πεδίου σε νέα γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα σχεδόν διπλασιάζονται κάθε χρόνο.

Από το 1994 έχουν εγκριθεί 2657 δοκιμές πεδίου σε 12.71 περιοχές. Μέχρι τον Ιανουάριο του 1998, είχαν δοκιμαστεί στις ΗΠΑ 48 διαφορετικά είδη φυτών. Το καλαμπόκι είναι το κυριότερο είδος που δοκιμάζεται καθώς έχει τη μεγαλύτερη οικονομική σημασία. Άλλα είδη που συμμετέχουν σε δοκιμές πεδίου είναι: πατάτα,

ντομάτα, μπρόκολο, μελιτζάνα, σταφύλια, καρότο, μπιζέλι, πιπεριά, φράουλα, ζαχαροκάλαμο, σιτάρι κ.α.

Στην Ευρώπη τα πρωτεία κατέχει η Γαλλία με τις περισσότερες δοκιμές πεδίου. Είναι δεύτερη μετά τις ΗΠΑ και έχει περισσότερες δοκιμές πεδίου από όλες τις ευρωπαϊκές ώρες μαζί.

Παράλληλα, νέες ποικιλίες γενετικά τροποποιημένων καλλιεργειών αναμένεται να εισέλθουν στην αγορά, η ονομαζόμενη «δεύτερη γενιά» βιοτεχνολογικών προϊόντων. Οι ποικιλίες αυτές έχουν βελτιωμένη διατροφική αξία και ποιότητα (πίνακας 19).

Πίνακας 19. Νέες ποικιλίες γενετικά τροποποιημένων τροφίμων.

Σόγια	<p><u>Σόγια που περιέχει λιγότερα κορεσμένα λιπαρά.</u> Το σογιέλαιο που προκύπτει είναι πιο σταθερό, δεν απαιτεί υδρογόνωση και θεωρείται πιο «υγιεινό».</p> <p><u>Σόγια για ζωοτροφές:</u> ενίσχυση των φασολιών σόγιας με 2 αμινοξέα (λυσίνη και μεθειονίνη). Η σόγια αυτή έχει υψηλότερη πρωτεϊνική αξία και σχετικά χαμηλό κόστος.</p> <p><u>Σπόροι σόγιας με υψηλότερη περιεκτικότητα σε σουκρόζη.</u> Έχουν καλύτερη γεύση και είναι πιο εύπεπτα.</p>
Ελαιοκράμβη	<p><u>Έλαιο με 40% περιεκτικότητα σε λαυρικό οξύ</u> για χρήση σε χημικά ή καλλυντικά.</p> <p><u>Έλαιο με υψηλή περιεκτικότητα σε στεαρικό οξύ,</u> στέρεο σε θερμοκρασία δωματίου χωρίς υδρογόνωση, κατάλληλο για αρτοποιία και ζαχαροπλαστική.</p>
Καλαμπόκι	Ποικιλίες με υψηλότερη πρωτεϊνική αξία για ζωοτροφές.
Βαμβάκι	<p>Βαμβάκι που θα παράγεται <u>σε διάφορα χρώματα.</u></p> <p>Βαμβάκι που <u>περιέχει κερατίνη λαγού.</u> Θα έχει και κάποιες από τις ιδιότητες του μαλλιού (πιο ζεστό).</p> <p>Βαμβάκι που <u>δεν τσαλακώνει.</u></p> <p>Βαμβάκι <u>λιγότερο εύφλεκτο.</u></p>
Λειτουργικά τρόφιμα (functional food ή nutraceuticals)	Τρόφιμα με <u>ευεργετικά συστατικά που θα προασπίζουν την υγεία του καταναλωτή</u> (π.χ. καρποί ενισχυμένοι με βιταμίνες, σίδηρο κτλ.). Αποτελούν μία από τις μεγαλύτερες υποσχέσεις της βιοτεχνολογίας.

#### **7.4. Τα κύρια σημεία της οικονομικής σημασίας και εξάπλωσης των γενετικά τροποποιημένων οργανισμών**

Η ανάπτυξη των εταιριών αγροτικής βιοτεχνολογίας, η εξάπλωση των γενετικά τροποποιημένων καλλιεργειών στις διάφορες χώρες καθώς και τα οικονομικά μεγέθη που αφορούν τη νέα τεχνολογία παρουσιάζονται παρακάτω.

Κύρια οικονομικά στοιχεία

- Οι 10 μεγαλύτερες εταιρίες σημείωσαν πωλήσεις 27,3 δις US \$ τα προηγούμενα χρόνια.
- Η έκταση γενετικά τροποποιημένων καλλιεργειών στον κόσμο έχει σχεδόν τετραπλασιαστεί από το 1999.
- Η γενετικά τροποποιημένη σόγια αποτελεί το 52,5% του συνόλου των γενετικά τροποποιημένων καλλιεργειών και σχεδόν το 1/3 της συνολικής παραγωγής σόγιας στον κόσμο.
- Περισσότερο από το 50% της καλλιέργειας σόγιας στις ΗΠΑ είναι γενετικά τροποποιημένο.
- Οι ΗΠΑ συγκεντρώνουν το 69,1% των συνολικών εκτάσεων γενετικά τροποποιημένων καλλιεργειών στον κόσμο και η αμερικάνικη ήπειρος το 96%.
- Η Ευρώπη συγκεντρώνει μόνο το 0,03% των συνολικών εκτάσεων γενετικά τροποποιημένων καλλιεργειών στον κόσμο.
- Τη μεγαλύτερη εξάπλωση έχουν οι γενετικά τροποποιημένες καλλιέργειες που φέρουν το γονίδιο ανθεκτικότητας σε ζιζανιοκτόνα.
- Το 60% περίπου των επεξεργασμένων τροφίμων στις ΗΠΑ περιέχουν συστατικά από γενετικά τροποποιημένα φυτά.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

## 8. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Δεν υπάρχει αμφιβολία ότι η δημιουργία γενετικά τροποποιημένων τροφίμων όχι μόνο θα συνεχιστεί, αλλά θα αναπτυχθεί σε τέτοιο βαθμό που μπορεί να αποτελέσουν την κυρίαρχη πηγή τροφίμων.

Η εξέλιξη των γενετικά τροποποιημένων τροφίμων επηρεάζεται από δύο βασικούς παράγοντες:

1. την επιστημονική πρόοδο στον τομέα και
2. τη στάση του καταναλωτή.

Η εξέλιξη θα λάβει την κατεύθυνση στην οποία θα υπάρχει η μεγαλύτερη κοινή συναίνεση ή η μικρότερη αντιπαράθεση απόψεων των δύο παραγόντων σε συνδυασμό με τα οικονομικά συμφέροντα των παραγωγών, των καταναλωτών και του κρατικού φορέα.

### 8.1. Επιστημονική πρόοδος

Η πρώτη φάση της αγροτικής βιοτεχνολογίας αφορούσε την εισαγωγή ολόκληρων γονιδίων με ρυθμιστικές αλληλουχίες από ιούς, σε τυχαίες θέσεις στο γονιδίωμα των φυτών και την ευρεία χρήση γονιδίων ανθεκτικότητας σε αντιβιοτικά ή ζιζανιοκτόνα για την επιλογή των διαγονιδίων. Οι μέθοδοι αυτές στο μέλλον μπορεί να θεωρηθούν πρωτόγονες, αφού επεμβαίνουν πολύ δραστικά στο γονιδίωμα των φυτών. Επίσης, η έλλειψη γνώσης και τα απρόβλεπτα αποτελέσματα δημιουργούν ανασφάλεια για τις μακροχρόνιες επιπτώσεις των γενετικά τροποποιημένων προϊόντων που παράγονται σήμερα.

Στο άμεσο μέλλον θα πρέπει να αναζητηθούν απαντήσεις στα σημεία που η νέα τεχνολογία έχει αδυναμίες, ώστε να μειωθούν οι πιθανές παρενέργειες από την καλλιέργεια ή την κατανάλωση των γενετικά τροποποιημένων τροφίμων όπως:

1. Η μεταφορά ξένων γονιδίων στους χλωροπλάστες των φυτών. Τα γονίδια παραμένουν στους χλωροπλάστες και εκφράζονται εκεί. Με αυτό τον τρόπο δεν περιέχονται ξένα γονίδια στη γύρη του φυτού και αποφεύγεται ο κίνδυνος μεταφοράς των διαγονιδίων σε άλλα φυτά του περιβάλλοντος.
2. Η αποφυγή χρήσης γονιδίων ανθεκτικότητας σε αντιβιοτικά ως δείκτες αναγνώρισης ή η αφαίρεσή τους όταν έχει ολοκληρωθεί η επιλογή των διαγονιδιακών φυτών. Έτσι, αποφεύγεται ο ελάχιστος κίνδυνος μεταφοράς σε βακτήρια του πεπτικού συστήματος των γονιδίων ανθεκτικότητας σε αντιβιοτικά.
3. Η δημιουργία διαγονιδιακών φυτών με μεθόδους που επεμβαίνουν λιγότερο στο γονιδίωμα των φυτών. Τέτοιο παράδειγμα αποτελεί η επέμβαση με laser στο DNA των φυτών.

Η επιστημονική πρόοδος για το γονιδίωμα των οργανισμών, τη δομή και τη λειτουργία των γονιδίων και των πρωτεϊνών θα βοηθήσει στην έρευνα πιο στοχευμένων αλλαγών στο γονιδίωμα των οργανισμών. Η πρόοδος αυτή και οι βελτιώσεις των βιοτεχνολογικών επεμβάσεων θα βοηθήσει στη αποσαφήνιση των απόψεων των επιστημόνων για τα γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα.

Παράλληλα η εξάπλωση των γενετικά τροποποιημένων φυτών θα προετοιμάσει το έδαφος θα προετοιμάσει το έδαφος για την αποδοχή των νέων βιοτεχνολογικών διατροφικών προϊόντων που θα προέρχονται από γενετικά τροποποιημένα ζώα που ήδη βρίσκονται σε πειραματικό στάδιο σε πολλά ερευνητικά εργαστήρια σε όλο τον κόσμο.

## **8.2. Η αντιμετώπιση του κοινού**

Η βιομηχανία της αγροτικής βιοτεχνολογίας είναι ακόμη υπό αμφισβήτηση μιας μεγάλης μερίδας καταναλωτών αλλά και της επιστημονικής κοινότητας, που αντιμετωπίζουν με σκεπτικισμό τα γενετικά τροποποιημένα προϊόντα. Η δυνατότητα της τεχνολογίας αυτής να συνδυάζει χαρακτηριστικά από διαφορετικά φυτά, ζώα ή μικροοργανισμούς για να δημιουργήσει οργανισμούς με καινούρια χαρακτηριστικά, απαιτεί λεπτό χειρισμό από τα επιστημονικά εργαστήρια που ασχολούνται με το αντικείμενο.

Σοβαρά ηθικά ζητήματα μπορεί να προκύψουν με την ευκολία αναδιανομής του γενετικού υλικού. Για παράδειγμα, η δημιουργία διαγονιδιακού καλαμποκιού που φέρει γονίδιο από το κοτόπουλο και του προσδίδει ανθεκτικότητα στα έντομα κατά την αποθήκευσή του, δημιουργεί την απορία του τι θα συμβεί στο μέλλον αν βρεθεί ότι ένα ανθρώπινο γονίδιο δίνει νέες ιδιότητες σε κάποιο είδος φυτού. Δίκαια, λοιπόν, επικρατεί η πεποίθηση ότι πρέπει να τεθούν κάποια όρια και η έρευνα θα πρέπει να προχωρήσει με σύνεση.

Είναι γεγονός ότι η βιομηχανία δεν έχει προσφέρει ακόμα ένα γενετικά τροποποιημένο προϊόν με ουσιαστικά οφέλη για τους καταναλωτές που να μπορεί να γίνει αποδεκτό από το κοινό ως «επίτευγμα» της αγροτικής βιοτεχνολογίας, όπως είναι οι γενετικά ανασυνδυασμένες ανθρώπινες ορμόνες που θεωρούνται μεγάλο επίτευγμα της φαρμακοβιομηχανίας.

Στο μέλλον οι βιομηχανίες θα είναι υποχρεωμένες να λαμβάνουν υπόψη τις απαιτήσεις των καταναλωτών. Ήδη οι ερευνητές υπόσχονται νέα προϊόντα που βρίσκονται στη φάση της ανάπτυξης και θα προσφέρουν λύσεις σε διατροφικά προβλήματα που αντιμετωπίζει η κοινωνία (π.χ. ρύζι ενισχυμένο με βιταμίνη Α ή σίδηρο) και λύσεις σε προβλήματα καλλιέργειών. Τα προϊόντα δεύτερης γενιάς της αγροτικής βιοτεχνολογίας θα πρέπει να είναι διαφορετικά, να έχουν ξεκάθαρα και σημαντικά οφέλη, να δικαιολογούν πιο άμεσα την εφαρμογή της τεχνολογίας και φυσικά να δημιουργούν ασφάλεια στους καταναλωτές.

## **8.3. Συμπερασματικά**

Η στάση του κοινού και του κρατικού φορέα θα είναι διαφορετική λόγω των παραπάνω εξελίξεων. Η μεγάλη ελευθερία των ΗΠΑ και η μεγάλη συντηρητικότητα της Ευρώπης δεν είναι δυνατό να συνεχιστούν. Τα νέα δεδομένα θα βοηθήσουν στη σύγκλιση απόψεων η οποία θα βασιστεί στο γεγονός ότι θα προκύψουν ουσιαστικότερα αποτελέσματα στους τομείς που αφορούν τα γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα. Τέλος, τα οικονομικά μεγέθη της παραγωγής, εμπορίας και κατανάλωσης των γενετικά τροποποιημένων τροφίμων θα αποτελέσουν καθοριστικό παράγοντα της εξέλιξης που θα λάβει ο κλάδος της αγροτικής βιοτεχνολογίας.

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

- Abbot, A (1996) European debate on Biotech highlights policy differences, *Nature* 379:197
- Abbot, A (1997) Europe outlines labelling rules for genetic modifications seeds, *Nature* 386:532
- Abbot, A, Roeper, B (1998) Germany seeks “non-modified” food label *Nature* 391:828
- APHIS (1998), <http://aphis.usda.gov/biotech>
- Apse, MP, Aharon GS, Snedden WA, Blumwald E(1999) Salt tolerance conferred by overexpression of a vacuolar Na<sup>+</sup>/H<sup>+</sup> antiport in *Arabidopsis*, *Science* 285:1256-1258
- Arakawa, T et al (1998a): Efficacy of a food plant-based oral cholera toxin B subunit vaccine, *Nature Biotechnology* 16:292
- Arakawa, T, Yu, j, Chong, DKX, Hough, , Engen, PC, Langridge, WHR (1998b): A plant-based cholera toxin B subunit-insulin fusion protein protects against the development of autoimmune diabetes, *Nature Biotechnology* 16:934-938
- Astwood, JD, Leach, JN, Fuchs, RL (1996) Stability of food allergens to digestion in vitro, *Nature Biotechnology* 10:1269-1273
- Baggot, B (1998) Patenting transgenics in the EU, *Nature Biotechnology* 16:299
- Bartsch, D, Lehnen M, Clegg J Polhorf M, Schuphan I, Ellstraud NC (1999) Impact of gene flow from cultivated beet of genetic diversity of wild sea beet populations, *Molecular Ecology* 8(11):1733-1741
- Beard, JL, Burton, JW & Teil EC (1996) Purified ferritin and Soybean meal can be sources of treating iron deficiency in rats, *J. Nutr.* 126:154-160
- Bilang R, Potrykus I (1998) Containing excitement over transplatomic plants, *Nature Biotechnology* 16:333
- Bowen, D, Rochelau, TA, Blackburn, M, Adreev, O, Golubeva, E, Bhartia, R, Ffrench-Constant, RH (1998) Insecticidal Toxins from the bacterium *Photobacterium luminescens*, *Science* 280:2129
- Butler, D (1997) Chair of GMO panel resigns over maize battle, *Nature* 385:667
- Butler, D, Reichhardt, T, Abbot, A, Dichson, D, and Saegusa, A (1999) Longterm effects of GM crops serves up food for thought, *Nature* 398:651-656

- CARMAN, j (1999) The problems with the safety of Roundup Ready Soybeans, [http://www.biotech-info.net/problem\\_with\\_soy2.html](http://www.biotech-info.net/problem_with_soy2.html)
- Casse-Delbart, F (1996) La transgenese vegetale, Les plants transgeniques en agriculture, John Libbey EUROTEXT
- Chamberlain, D, Neal Stewart, C, Jr (1999) Transgene escape and transplatomics, Nature Biotechnology 17:390-392
- Chesley, M (1998) The impact of biotechnology on transatlantic trade, Speech presented during the Conference "Biotechnology and the future of Greek Agriculture", hosted by the Hellenic-American Chamber of Commerce, Intercontinental Hotel, Athens 6 May 1998
- Chevre AM, Eber F, Baranger A, Rerard M (1997) Gene flow from transgenic crops, Nature 39:924
- Chilton MD, Drummond MH, Merlo DJ, Sciaky D, Montoya AL, Gordan MP, Nester EW (1977) Stable incorporation of plasmid DNA into higher plants cells: the molecular basis of crown gall tumorigenesis cell 11:263-271
- Clark, EA (2000) Food Safety of GM crops in Canada: toxicity and allergenicity, <http://www.uoguelph.ca/faculty/eclark/safety.html>
- Cline, MN, Esfeld, MA (1998) Biotechnology of wheat Cereal Food World 43:5-10
- Conner, AJ, Jacobs, JME (1999) Genetic engineering of crops as potential source of genetic hazard in human diet, Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis 443(1-2)223-234, [http://www.biotech-infonet/genetic\\_hazard/html](http://www.biotech-infonet/genetic_hazard/html)
- Cummins, JE (1998) Chloroplast-transgenic plants are not a gene flow panacea, Nature Biotechnology 16:401
- Daniell, H, Datta, R, Varma, S, Gray, Lee, SB (1998) Containment of herbicide resistance through genetic engineering of the chloroplast genome, Nature Biotechnology 16:345-349
- Day, PR (1996a) Genetic modification of plants: significant issues and hurdles to success, Am. J. Clin. Nutr, 63:651S-656S
- Day, PR (1996b) Genetic modifications of proteins in food, Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 36:S49-S67
- DeMaagd, RA, Bosch D, Stiekema W (1999) Bacillus thuringiensis toxin-mediated insect resistance in plants, Trends in Plants Science, 4:9-13
- Diehl, JH (1998) Genetically Engineered vegetable oils, Cereal Foods World 43:17-19

- Donaldson, L, May, R (1999) Health implications of Genetically Modified Foods, UK National Department of Health, May 1999, [http://www.biotech-info.net/health\\_risks.html](http://www.biotech-info.net/health_risks.html)
- Dorey, E (1999) EuropaBio unit created to boost agbio defense, Nature Biotechnology 17:631-632
- Duan, X, Li, X, Xue, Q, Abo-EI-Saad, M, Xu, D, Wu, R (1996) Transgenic rice plants harbouring an introduced potato proteinase inhibitor II gene are insect resistant Nature Biotechnology 14:494-498
- Editorial (1998) Label this science science-free, Nature Biotechnology 16:1
- Estruch, JJ, Warren, GW, Mullins, MA, Nye, GJ, Graig, GA, Koziel, MG (1996) Vip3A, a novel Bacillus Thuringiensis vegetative insecticidal protein with a wide spectrum of activities against lepidopteran insects. Proct. Natl. Acad. Sci. USA 93:5389-5394
- European Commission (2000a), Economic Impacts of Genetically modified crops on the Agri-Food sector, chapter 1: Area show to GM crops in the world: fast but uneven developments, <http://europa.eu.int/comm/dg06/ubli/gmo/fullrep/ch1.htm>
- European Commission (2000b), Economic Impacts of Genetically modified crops on the Agri-Food sector, chapter 2: biotech companies: a supply-oriented strategy, <http://europa.eu.int/comm/dg06/ubli/gmo/fullrep/ch2.htm>
- European Commission (2000c), Economic Impacts of Genetically modified crops on the Agri-Food sector, chapter 3: Farmers: strong profitability expectations, mixed outcome
- European Commission (2000d), Economic Impacts of Genetically modified crops on the Agri-Food sector, chapter 4: Consumers, Retailers: cascading effects, <http://europa.eu.int/comm/dg06/ubli/gmo/fullrep/ch4.htm>
- European Commission (2000e), Economic Impacts of Genetically modified crops on the Agri-Food sector, chapter 5: Markets: Segregation, Identity Preservation and Labelling, <http://europa.eu.int/comm/dg06ubli/gmo/fullrep/ch5.htm>
- European Commission (2000f), Healthy food of Europe's citizens: The European Union and food Quality, Directorate-General for Education and Culture, Belgium
- FDA (1996) Safety assurance of foods derived by modern biotechnology in the United States, <http://vm.cfsan.fda.gov/~Ird/biojap96.html>
- FDA (1998) "Report on consultation regarding use of antibiotic resistance market gene in transgenic plants", <http://vm.cfsan.fda.gov/~Ird/biotechm.html>
- Firth, P (1999) Leaving a bad taste, Scientific American, May 1999, <http://www.biotech-info.net/badtaste.html>



- Food & Ag Biotech (1999), Backgrounder on Monarch Butterflies and Bt Crops, <http://www.bio.org/food&ag/monarch.htm>
- Fox, JL (1998a). Maze faces new hurdle in EU, *Nature Biotechnology* 16:7.
- Fox, JL (1999). US agbio controversies continue, *Nature Biotechnology* 17:628.
- Fox, JL (1998b). Activists challenge FDA food policy, *Nature Biotechnology*, 17:629.
- Furst, I (1999). Swiss soiled seeds prompts tolerance question, *Nature Biotechnology*, 17:629.
- Gachet E., Martin GG, Vigneau F, and Mayer G (1999). Detection of genetically modified organisms (GMOs) by PCR: a brief review of methodologies available, *Trends in Food Science and Technology* 9:380-388.
- Goto F, Hoshihara T, Shigemoto N, Toki S, Takaiwa F (1999). Iron fortification of rice seed by the soybean ferritin gene, *Nature Biotechnology*, 17:282-286.
- Herbers K, Sonnewald U (1999). Production of new / modified proteins in transgenic plants, *Current opinion in Biotechnology* 10:163-168.
- Herrera – Estrella L, Deblock M, Messens E, Hernalsteens JP, Van Montagu M, Schell J (1983). Chimeric genes at dominant selectable markers in plant cells, *EMBO J* 2:987-995.
- Hiei Y, Ohta S, Komari T, Kumashiro T (1994). Efficient transformation of rice (*Oriza Sativa L.*) mediated by *Agrobacterium* and sequence analysis of the boundaries of the T – DNA, *Plant Journal* 6:271-282.
- Hirschberg J (1999). Production of high – value compounds: carotenoids and vitamin E, *Current opinion in Biotechnology* 10:186-191.
- Ho Mae – Wan, Traavik T, Olsvik O, Tappeser B, Vyvyan Howard C, von Weizacker C, Mc GavinC (1998). Gene technology and gene ecology of infectious diseases, *Microbial Ecology in Health and Disease*, 10:33-59.
- Ho MW, Ryan A, Cummins J (1999). Cauliflower Mosaic Viral promoter-A for disaster? *Microbial Ecology in Health and Disease*, 11(4), [http://www.biotech-info.net/health\\_risks.html](http://www.biotech-info.net/health_risks.html)
- Hoban TJ (1996). Anticipating public reaction to the use of genetic engineering in infant nutrition *Am. J. Clin. Nutr.*, 63:657S-662S.
- Hodgson J (1999). Monarch Bt-corn paper questioned, *Nature Biotechnology*, 17:627.
- Hodgson J (1999). UK interest groups take all sides of GM issue, *Nature Biotechnology*, 17:630-631.

- Hodgson J (1997). Euro indecision triggers food anarchy, *Nature Biotechnology* 15:1331.
- Holmberg N, Bulow L (1998). Improving stress tolerance in plants by gene transfer, *Trends in Plant Science* 3:61-66.
- Hooykaas PJJ, Schilperoot R (1982). Agrobacterium and plant genetic engineering, *Plant Molecular Biology* 19:15-38.
- Hsu K (2000). Farmers rethink high-tech planting, *Boston Globe*, 30/3/2000, page A16 <http://europa.eu.int/comm/dg06/publi/gmo/fullrep/ch3.html>
- Huang F, Buschman LL, Higgins RA, McGaughey WH (1999). Inheritance of resistance to *Bacillus thuringiensis* toxin (Dipel ES) in the European corn borer, *Science* 284:965-967.
- Ingram J (1998). A green solution to gene escape, *Trends in Plant science* 3(6):211.
- Irwin R (2000). US Food labelling bill stirs debate, *Information Systems for Biotechnology News Report*, March. 2000, <http://www.isb.vt.edu>
- Jones, PBC (2000), GM products labelling caters food or thought, *Information Systems for Biotechnology News Report*, February. 2000, <http://www.isb.vt.edu>
- Juma, C (2000) *Biotechnology and sustainable agriculture: Developing Country Perspectives*, Congressional Briefing, Washington DC, 24 January 2000, Center for International Development at Harvard University, <http://www.cid.harvard.edu/cidbiotech/pp/policypaper2.pdf>
- Jung, C, Cai, D, Kleine, M (1998) Engineering nematode resistance in crop species, *Trends in Plants Science* 3:266-271
- Kahn, A (1996) Analyse par la Commission du Genie Biomoleculaire des risques associes a la culture au champ des plantes transgeniques, In: "Les plantes transgeniques en agriculture-Dix ans d' experiences de la Commission du Genie Biomoleculaire", John Libbey Eurotext, 1996, p 43-47
- Kaiser, J. (1996) Pests overwhelm Bt cotton, *Science* 273:423
- Kappeli, O, Auberson, L. (1998) How safe is safe enough in plant genetic engineering? *Trends in plants science* 3(7):276-281
- Klinger, T, (1998) Biosafety assessment f genetically engineered organisms in the environment, *Trends in Ecology and Evolution* 13(1):5-6
- Ku, MSB (2000) Metabolically modified rice exhibits superior photosynthesis and yield, *Information Systems for Biotechnology News Report*, May 2000, <http://www.isb.vt.edu>

- Lehrer SB et al (1996). Why are some proteins allergic? *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 36:553-564.
- Losey JE, Rayor LS, Carter ME (1999). Transgenic pollen harms monarch larvae, *Nature* 399:214.
- Ma J, Hikmat BY, Wykoff K, Vine ND, Chargelegue D, Yu L, Hein M.B., Lehrer T (1998). Characterization of a recombinant plant monoclonal secretory antibody and preventive immunotherapy in humans, *Nature Biotechnology* 4(5):601-606.
- Macilwain C (1996). Bollworms chew hole in gene engineering cotton, *Nature* 382:289
- Maliyakal EJ (1997). Cotton crop improvement through genetic engineering, *Critical Reviews in Biotechnology* 17:185.
- Massood E (1998a). Organic farmer takes gene battle to court, *Nature* 394:8.
- Massood E (1998b). UK court gives green light to trial of modified maize, *Nature* 394:212.
- Massood E (1998c). Crop trials speed up as eco-warriors strike, *Nature* 13 aug 98.
- Metcalf DD (1996). Assessment of the allergic potential of foods derived from genetically engineered crop plants, *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 36:S165-S186.
- Mikesell L (1999). BIO Food & Ag Press Release, June 10: Academic researchers and industry agree on Bt crop impact on monarch butterflies overblown, The Biotechnology Industry Organization: <http://www.bio.org/food&ag/Bt0610.htm>
- Mikkelsen TR, Andersen B, Jorgensen RB (1996). The risk of crop transgene spread, *Nature* 380:31.
- Millstone E, Brunner E and Mayer S (1999). Beyond 'substantial equivalence', *Nature* 410:525-526.
- Miraglia M, Onori R, Brera C, Cava E (1998). Safety assessment of genetically modified food products: an evaluation of developed approaches and methodologies, *Microchemical Journal* 59:154-159.
- Mitsch FJ, Mitchell JS (1999) AgBiotech: Thanks, but no thanks? Deutsche Bank Alex. Brown Report, July 1999, <http://www.biotech-info.net/Deutsche.html>
- Mitten DH, MacDonald R, Klonus D (1999). Regulations of foods derived from genetically engineered crops, *Current opinion in Biotechnology* 10:298-302.
- Mol J, Cornish E, Mason J, Koes R (1999). Novel coloured flowers, *Current opinion in Biotechnology* 10:198-201.

- Mullis K, Faloona S, Scharf S, Saiki R, Horn G, Erlich E (1986). Specific enzymatic amplification of DNA in vitro: the polymerase chain reaction, Cold Spring Harbor Symp. Quant. Biol. 51:263-273.
- Mullis KB & Faloona FA (1987). Specific synthesis of DNA in vitro via a polymerase-catalysed chain reaction, Methods Enzymol 155:335-350.
- Munkvold GP, Desjardins AE (1997). Fumonisin in maize: can we reduce their occurrence? Plant Diseases, 81:556-565.
- Munkvold GP, Hellmich RL Rice LG (1999). Comparison of fumonisin concentrations in kernels of transgenic Bt maize hybrids and non-transgenic hybrids, Plant Diseases, 83:130-138.
- Murphy DJ (1999). Production of novel oils in plants, Current opinion in Biotechnology 10:175-180.
- Nature (1996). Distrust in genetically altered foods, Nature 383:559.
- Nature (1999). GM foods debate needs a recipe for restoring trust, Nature 398:639.
- Pascal G (1996). Evaluation de la sécurité alimentaire des plants transgéniques, 'Les plants transgéniques en agriculture' John Libbey Eurotext.
- Peerenboom E (1998). Science-free GM food tests advance. Nature Biotechnology 16(8):712.
- Pink D (1999). Deployment of disease resistance genes by plant transformation – a 'mix and match' approach, Trends in Plant Science 4:71-75.
- Poirier Y (1999). Production on new polymeric compounds in plants, Current opinion in Biotechnology 10:181-185.
- Privalle LS, Meghji M, Powell L (1999). Safety assessment of a novel plant selectable marker: Phosphomannose isomerase, Abstract No.395, Annual Meeting of the American Society of Plant Physiologists (July 1999, Baltimore MD).
- Raskin I (1996). Plant genetic engineering may help with environmental cleanup, Proc. Natl. Acad. Sci. USA 93:3164-3166.
- Rice M (1999). Monarchs and Bt corn: Questions and answers, Integrated Crop Management, <http://www.ipm.iastate.edu/ipm/icm/1999/6-14-1999/monarchBt.html>
- Royal Society Report (1998), Genetically modified plants for food use, [http://www.royalsoc.ac.uk/st\\_pol40.htm](http://www.royalsoc.ac.uk/st_pol40.htm)
- Rugh CL, Senecoff JF, Meagher RB, Merkle SA (1998). Development of transgenic yellow poplar for mercury phytoremediation, Nature Biotechnology 16:925-928.

- Saiki RK, Gelfand DH, Stoffel S, Scharf SJ, Higushi R, Horn GT, Mullis KB, Erlich HA (1988). Primer-directed enzymatic amplification of DNA with a thermostable DNA polymerase, *Science* 239:487-491.
- Saiki RK, Scharf SJ, Faloona F, Mullis KB, Horn GT, Erlich HA and Arnheim N (1985). Enzymatic amplification of  $\alpha$ -globin genomic sequences and restriction site analysis for diagnosis of sickle cell anemia, *Science* 230:1350-1354.
- Sanger F, Coulson AR, Barrell BG, Smith AJH, Roc BA (1980). Cloning in single-stranded bacteriophage as an aid to rapid DNA sequencing, *J. Mol. Biol.* 143:161-178.
- Schiermeier Q (1997). Swiss researchers facing 'anti-transgenic' vote, *Nature* 388:315.
- Scott SE and Wilkinson MJ (1999). Low probability of chloroplast movement of oilseed rape (*Brassica napus*) into wild *Brassica rapa*, *Nature Biotechnology*, 17:390-392.
- Shelton MA & Zhao JZ (2000). Insect resistance and the future of Bt transgenic plants, *Information Systems for Biotechnology News Report*, May 2000, <http://www.isb.vt.edu>
- Shmaefsky BR (2000a). In search of horizontal gene transfer, *Information Systems for Biotechnology News Report*, February 2000, <http://www.isb.vt.edu>
- Shmaefsky BR (2000b). Chloroplast expression of therapeutic proteins proves highly efficient, *Information Systems for Biotechnology News Report* May 2000, <http://isb.vt.edu>
- Smith N (2000). Seeds of opportunity: an assessment of the benefit, safety and oversight of plant genomics and agricultural biotechnology, printed for the use of the Committee on Science, 13/4/2000 <http://www.house.gov/science>
- Sommer A (1997). Vitamin A deficiency, child health and survival, *Nutrition* 1997, 13:484-485.
- Staub JM, Garcia B, Graves J, Hajdukiewicz PTJ, Hunter P, Nehra N, Paradkar V, Schlitter M, Carroll JA, Spatola L, Ward D, Ye G, Russell DA (2000). High-yield production of a human therapeutic protein in tobacco chloroplasts, *Nature Biotechnology* 18(3):333-338.
- Stephenson J.R. and Warner A (1996). Release of genetically modified microorganisms in the environment, *J. Chem. Tech. Biotech.* 65:5-14.
- Steward CN & Prakash CS (1998). Chloroplast-transgenic plants are not a gene flow panacea, *Nature Biotechnology* 16(5):401.
- Stix G (1995). A recombinant feast: new bioengineered crops move towards market, *Scientific American*, March 1995:20-21.

- Strauss E (1998). Possible new weapon of insect control, *Science* 280:2050.
- Stryer L (1995). Βιοχημεία, Πανεπιστημιακές εκδόσεις Κρήτης.
- Tabe L, Higgins TJV (1998). Engineering plant protein for improved nutrition, *Trends in Plant Science* 3:282-286.
- Tackett CO, Mason HS, Losonsky G, Clements JD, Levine MM, Arntzen CJ (1998). Immunogenicity in humans of a recombinant bacterial antigen delivered in a transgenic potato, *Nature Biotechnology* 4(5):607-609.
- Tangley L (2000). Engineering the harvest, *US News on line*, 13/3/2000, <http://www.usnews.com/usnewsissue/000313/food.htm>
- Taylor NB, Fuchs RL, MacDonald J, Shariff AR, Padgett SR (1999). Compositional analysis of glyphosate-tolerant soybeans treated with glyphosate, *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 47:4469-4473.
- The Lancet (1999). Health risks of Genetically Modified Foods, 353 (9167), 29 May 1999, [http://www.biotech-info.net/lancet\\_risks.html](http://www.biotech-info.net/lancet_risks.html)
- Thomson JA (2000). Report on GMOs at World Economic Forum, Information Systems for Biotechnology News Report, April 2000, <http://www.isb.vt.edu>
- VanKranenburg R, Boels IC, Kleerebezem M, deVos WM (1999). Genetics and engineering of microbial exopolysaccharides for food: approaches for the production of existing and novel polysaccharides, *Current opinion of Biotechnology* 10:498-504.
- Vasil IK (1998). Biotechnology and food security for the 21<sup>st</sup> century: a real world perspective, *Nature Biotechnology* 16(5):399.
- Wadman M (1996). Genetic resistance spread to consumers, *Nature* 383:564.
- Wadman M (1997a). US farmers warm to bioengineered crops, *Nature* 387:221.
- Wadman M (1997b). Dispute over insect resistance to crops, *Nature* 388:817.
- Zambrynski P, Joss H, Genetello C, Leemans J, Van Montagu M, Schell J (1983). Ti plasmids vector for the introduction of DNA into plant cells without alteration of their normal regeneration capacity, *EMBO J* 2:2143-215.

## **ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

- Ευρωβαρόμετρο 1997: European Commission: ‘Les Européens et la Biotechnologie Moderne’, Eurobarometre 46.1, Luxemburg: Directorate-General Research.
- Ευρωβαρόμετρο 2000: ‘Les Européens et la Biotechnologie’, Eurobarometre.

- Λεκανίδου Ρ (1996). Διαγωνιδιακοί Οργανισμοί, Ειδικά Κεφάλαια Μοριακής Βιολογίας Ενότητα ΙΙΙ, Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Βιολογίας.
- Σακελλάρης Γ (1998). Ευρωβαρόμετρο 1997: Η θέση των Ευρωπαίων απέναντι στη Βιοτεχνολογία, «Η άλλη πλευρά της Βιοτεχνολογίας», Ειδικές Μορφωτικές εκδηλώσεις Εθνικού Ιδρύματος Ερευνών (ΕΙΕ), Αθήνα 1998.
- Τσαυτάρης Α (1998). Βιοτεχνολογία: Επιτεύγματα – Προοπτικές – Προβληματισμοί, «Η άλλη πλευρά της Βιοτεχνολογίας», Ειδικές Μορφωτικές εκδηλώσεις Εθνικού Ιδρύματος Ερευνών (ΕΙΕ), Αθήνα 1998.
- Τύπας Μ (1999). Όχι σε όλα ή υπεύθυνος έλεγχος; The Medical Magazine, Τεύχος 3, Μάρτιος 1999: 46-49.
- Χαραλαμπίδης Ν (1999). Απελευθέρωση γενετικά μεταλλαγμένων οργανισμών στο περιβάλλον: ένα πείραμα σε πλανητική κλίμακα με απρόβλεπτες και ανεξέλεγκτες συνέπειες, The medical Magazine, Τεύχος 3, Μάρτιος 1999: 40-45.

## **NOMΟΘΕΣΙΑ**

- EU Food Law, April 1997, No.64, p2-5, p15.
- EU Food Law, December 1997, No.72, p1-6, p22-13.
- EU Food Law, February 1997, No.62, p28-29.
- EU Food Law, July 1997, No.67, p2-6, p18.
- EU Food Law, June 1997, No 66, p2-7.
- EU Food Law, March 1997, No.63, p12-15.
- EU Food Law, November 1997, No.71, p1-6.
- EU Food Law, October 1997, No.70, p4-5.
- EU Food Law, September 1997, No.67, p4, p30.
- EU Food Law (1999), No.95, Nov.1999, p4-6.
- EU Food Law (1999), No.96, Dec. 1999, p9-10, 13.

# **ΔΕΥΤΕΡΟ ΜΕΡΟΣ**



# ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το γάλα είναι ένα βιολογικό προϊόν που αποτελεί την πρώτη και μία από τις σημαντικότερες τροφές του ανθρώπου σε όλη τη διάρκεια της ζωής του. Αν και η ηλικία που άλλες τροφές (ημιστερεές και στερεές) εισάγονται στην διαίτα του ποικίλει, είναι λίγες οι περιπτώσεις που ένα βρέφος αρχίζει να δέχεται τέτοιες τροφές πριν τον 4<sup>ο</sup> με 6<sup>ο</sup> μήνα. Έτσι μέχρι αυτό το ηλικιακό στάδιο το βρέφος τρέφεται αποκλειστικά με γάλα, μητρικό ή μη, και παίρνει όλα τα απαραίτητα συστατικά που χρειάζεται από αυτό. Το γάλα είναι μια τροφή που συνδυάζει τα τρία βασικά θρεπτικά συστατικά, υδατάνθρακες, λίπος και πρωτεΐνες, σε συνδυασμό με μια σειρά από βιταμίνες και ιχνοστοιχεία.

Μέχρι πριν από μερικές δεκαετίες η μόνη επιλογή της μητέρας για να ταΐσει το νεογέννητο μωρό της ήταν το γάλα που είχε στο στήθος της. Σε περίπτωση που δεν ήταν δυνατό να θηλάσει το μωρό, έπινε αραιωμένο γάλα από κάποιο ζώο. Με την πρόοδο της επιστήμης και της τεχνολογίας, οι εταιρίες παραγωγής τροφίμων άρχισαν να παρασκευάζουν υποκατάστατα μητρικού γάλακτος. Τα υποκατάστατα αυτά έχουν ως βάση το γάλα αγελάδας που επεξεργάζεται κατάλληλα και προσφέρεται τελικά υπό μορφή σκόνης μετά από αφαίρεση του νερού, είτε ως υγρό. Το υποκατάστατο αυτό του μητρικού γάλακτος μπορεί να φανεί πολύ χρήσιμο σε περιπτώσεις όπου το μητρικό γάλα δεν είναι διαθέσιμο. Και είναι αρκετές αυτές οι περιπτώσεις, όπως σε περίπτωση θανάτου της μητέρας στον τοκετό ή αργότερα και ασθένειες της μητέρας που μπορεί να μεταδοθούν μέσω του γάλακτος. Υπάρχει, λοιπόν, κάποια αλήθεια στον ισχυρισμό των εταιριών παραγωγής αυτών των προϊόντων ότι η ύπαρξη υποκατάστατων μητρικού γάλακτος έχει σώσει τη ζωή πολλών μωρών που για διάφορους λόγους δεν μπορούσαν να θηλάσουν. Ακόμη και ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας δέχεται ότι στις περιπτώσεις που το μωρό δεν μπορεί να λάβει μητρικό γάλα, τότε είναι λογικό ότι πρέπει να τραφεί με άλλο τρόπο. Τι γίνεται όμως όταν η μητέρα έχει γάλα και θα μπορούσε να θηλάσει το νεογέννητο; Οι εταιρίες εκμεταλλευόμενες την άγνοια των μητέρων και την ανοχή της πολιτείας, προωθούν το προϊόν τους βάζοντας το οικονομικό συμφέρον πάνω από την υγεία των βρεφών.

Παρ' όλες τις προσπάθειες των επιστημόνων, δεν υπάρχει καμία πιθανότητα να μπορέσει ποτέ οποιοδήποτε προϊόν που χρησιμοποιείται ως υποκατάστατο του μητρικού γάλακτος να αντικαταστήσει το μητρικό γάλα. Από τα υποκατάστατα αυτά πάντα θα λείπουν συστατικά που είναι απαραίτητα για την ιδανική ανάπτυξη του μωρού. Η ανάπτυξη τους όμως θα ήταν ιδανική και οι πιθανότητες προσβολής από ασθένειες σημαντικά μικρότερες αν έπιναν αποκλειστικά μητρικό γάλα τους πρώτους έξι μήνες της ζωής τους. Οι προσπάθειες βέβαια των επιστημόνων συνεχίζονται και κάθε χρόνο όλο και καινούργια συστατικά αναγνωρίζονται και προστίθενται στο γάλα για να το κάνουν να μοιάσει όσο το δυνατό περισσότερο με το μητρικό.

Τι γίνεται όμως με τα χιλιάδες επιπλέον συστατικά που κατά υπολογισμούς περιέχει ακόμη το μητρικό γάλα και τα οποία είτε δε γνωρίζουμε ποια είναι ή δεν έχουμε ιδέα σε τι χρησιμεύουν και πως ενεργούν; Και ποια είναι η μακροχρόνια επίδραση των συστατικών ή προσθέτων που υπάρχουν στα υποκατάστατα και που δε βρίσκονται στο μητρικό γάλα στην υγεία του παιδιού;

Η γενετική μηχανική και η συμβατική βελτίωση των φυτών είναι δυο εντελώς διαφορετικοί κόσμοι. Η βελτίωση (παραδοσιακή / κλασσική μεθοδολογία) βασίζεται σε προγραμματισμένες διασταυρώσεις μεταξύ ατόμων του ίδιου είδους ή συγγενικών

ειδών. Αντίθετα, η γενετική μηχανική περιλαμβάνει την εξαγωγή επιλεγμένων γονιδίων από ένα οργανισμό (όπως ζώα, φυτά, βακτήρια) ή/και ιούς, ή τη σύνθεση αντιγράφων, και την τεχνητή εισαγωγή τους σε άλλους εντελώς διαφορετικούς οργανισμούς (όπως είναι τα καλλιεργούμενα φυτά). Η γενετική μηχανική συνήθως χρησιμοποιεί γονίδια ιών για τη διείσδυση και την προώθηση των ξένων γονιδίων, καθώς και γονίδια αντοχής σε αντιβιοτικά, τα οποία λειτουργούν ως γονίδια σήμανσης. Η τυχαία εισαγωγή ξένων γονιδίων στο γενετικό υλικό είναι δυνατό να προκαλέσει απρόβλεπτες μεταβολές στη λειτουργία άλλων γονιδίων. Υπάρχοντα μόρια μπορεί να κατασκευαστούν σε λάθος ποσότητες και σε λάθος χρόνο ή μπορεί να παραχθούν νέα μόρια. Έτσι, τα μεταλλαγμένα τρόφιμα μπορεί να περιέχουν τοξίνες ή αλλεργιογόνες ουσίες, οι οποίες είναι δυνατό να προκαλέσουν βλάβες στην υγεία.

Τα τελευταία χρόνια, η έρευνα που αφορά τη μελέτη των συστατικών του μητρικού γάλακτος αλλά και οι εφαρμογές της βιοτεχνολογίας, έχουν επιταχυνθεί οδηγώντας σε νέα προϊόντα με ιδιαίτερες λειτουργικές ιδιότητες (novel foods). Το πεδίο εφαρμογής της βιοτεχνολογίας δεν μπορεί να αποκλείσει τη βιομηχανία παραγωγής προϊόντων γάλακτος είτε με την άμεση προσθήκη νέων συστατικών (π.χ. νουκλεοτίδια), είτε έμμεσα μέσω της τροφικής αλυσίδας (σόγια, καλαμπόκι ή ζωοτροφή) ή των προσθέτων συντήρησης (σιρόπι) και διαχείρισης (μορφές αμύλου) των παιδικών τροφών.

Οι πληροφορίες σχετικά με την ασφάλεια των μεταλλαγμένων τροφίμων προέρχονται, σχεδόν αποκλειστικά, από έρευνες που έχουν πραγματοποιήσει οι βιομηχανίες, οι οποίες προωθούν τους μεταλλαγμένους οργανισμούς. Όπως είναι αναμενόμενο, η αξία και η ακρίβεια των αντίστοιχων ελέγχων εγείρουν σοβαρές αμφισβητήσεις αφού οι εταιρείες που έχουν κατασκευάσει τους μεταλλαγμένους οργανισμούς έχουν δαπανήσει δισεκατομμύρια δολάρια και βρίσκονται υπό την πίεση μιας γρήγορης απόσβεσης της επένδυσής τους. Είναι προφανές ότι απαιτούνται μακροχρόνιες ανεξάρτητες μελέτες και έλεγχοι για να δούμε αν μπορούμε να είμαστε σίγουροι για την ασφάλεια των μεταλλαγμένων τροφίμων. Μια άλλη ανησυχία αφορά στην πιθανότητα αύξησης και επιτάχυνσης της ανάπτυξης ανθεκτικότητας των παθογόνων σε αντιβιοτικά, λόγω της χρήσης αντίστοιχων γονιδίων σε μεταλλαγμένους οργανισμούς και τρόφιμα. Ήδη και στη χώρα μας έχουν εκφραστεί ανησυχίες για την πιθανότητα εμφάνισης νέων αλλεργιών (Πανελλήνιο Ιατρικό Συνέδριο, Μάιος 1999). Ταυτόχρονα, οι μελέτες για τις επιπτώσεις των μεταλλαγμένων προϊόντων (που χρησιμοποιούνται στις ζωοτροφές) στα ζώα είναι ελάχιστες. Οι τρεις γνωστές δημοσιεύσεις φάνηκε να θορύβησαν τις εταιρείες που προωθούν τα μεταλλαγμένα προϊόντα. Η μια από αυτές (έγινε για λογαριασμό της εταιρείας Monsanto από το Ινστιτούτο Koch της Γερμανίας) κατέγραψε αύξηση κατά 8% στα λιπαρά του γάλακτος των αγελάδων που τρέφονταν με μεταλλαγμένη σόγια. Το αποτέλεσμα δεν θεωρήθηκε στατιστικά σημαντικό και δεν δόθηκε κάποια εξήγηση για το αποτέλεσμα. Οι άλλες δύο μελέτες έγιναν από τον Dr. Arpad Pusztai στο βρετανικό Ινστιτούτο Rowett και αφορούσαν πειράματα σχετικά με την ασφάλεια μεταλλαγμένων οργανισμών (πατάτας) σε θηλαστικά (ποντίκια). Ύστερα από 35 χρόνια επιτυχούς καριέρας στο Ινστιτούτο, ο Dr. Pusztai απολύθηκε μετά τη δημοσιοποίηση αποτελεσμάτων που έδειχναν ότι η κατανάλωση μεταλλαγμένης πατάτας από τα ποντίκια, είχε σημαντικές συνέπειες στην ανάπτυξη των οργάνων τους και στο μεταβολισμό τους. Η πλήρης έρευνα δεν δόθηκε ποτέ στη δημοσιότητα από το Ινστιτούτο που κράτησε και τα στοιχεία.

## ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Σκοπός αυτής της εργασίας, είναι η καταγραφή των συστατικών του βρεφικού γάλακτος που παράγεται ή εισάγεται στη χώρα μας, από βιομηχανίες παιδικών τροφών και απευθύνεται σε βρέφη και παιδιά διαφορετικής ηλικίας (από νεογνά ως και το 2<sup>ο</sup> έτος της ζωής τους). Η καταγραφή αυτή αναμένεται να δώσει τη δυνατότητα για τον εντοπισμό συστατικών που μπορούν να θεωρηθούν ύποπτα για γενετική τροποποίηση (GMO), έτσι ώστε να ελεγχθεί η παρουσία / απουσία της, μέσω DNA αναλύσεων με τη βοήθεια της μεθόδου της Αλυσιδωτής Αντίδρασης Πολυμεράσης (PCR). Επιπλέον, η έρευνα μπορεί να αποτελέσει την αφετηρία και τη βάση για την παρακολούθηση των αλλαγών στα συστατικά ή πρόσθετα της σύνθεσης των βρεφικών τροφών (προϊόντα γάλακτος), που αναμένεται να συμβούν στο μέλλον λόγω νέων διατροφικών αναγκών και τον ανταγωνισμό των εταιριών παραγωγής και εμπορίας παιδικών τροφών.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

## 1.1. ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΣΥΣΤΑΤΙΚΩΝ ΣΕ ΓΑΛΑΤΑ 1<sup>ης</sup> ΒΡΕΦΙΚΗΣ ΗΛΙΚΙΑΣ ΠΟΥ ΚΥΚΛΟΦΟΡΟΥΝ ΣΤΗ ΧΩΡΑ ΜΑΣ

Τα υλικά των μετρήσεων αποτέλεσαν 3 δημοφιλείς συσκευασίες Humana (1), Novalac (2) και Similac Advance 1 (3) γάλακτος σε σκόνη που απευθύνεται σε παιδιά 1<sup>ης</sup> βρεφικής ηλικίας (πίνακες 20, 21, και 22). Η καταγραφή των συστατικών για κάθε συσκευασία έγινε σε τρεις χρονικές περιόδους (επαναλήψεις) με διάστημα τριών μηνών μεταξύ τους, έτσι ώστε να εξασφαλιστεί η σταθερότητα της σύνθεσης και ενδεχόμενες νέες τροποποιήσεις εκ μέρους των εταιριών κυκλοφορίας. Σύμφωνα με την καταγραφή προέκυψαν οι παρακάτω παρατηρήσεις:

- Όσον αφορά τη συνολική περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες δεν βρέθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των 3 συσκευασιών.
- Στη συσκευασία 3 παρατηρήθηκε περισσότερη ποσότητα α – λινολενικού οξέος (0,63 g / 100 g σκόνης έναντι 500 mg και 403 mg που περιέχουν οι συσκευασίες 1 και 2 αντίστοιχα).
- Το προϊόν 2 περιέχει περισσότερο νάτριο σε σχέση με τα άλλα δύο, ενώ μεγαλύτερη περιεκτικότητα καλίου παρατηρήθηκε στη συσκευασία 3.
- Δεν παρατηρήθηκαν αξιοσημείωτες διαφορές στην περιεκτικότητα του ασβεστίου και του ψευδαργύρου.
- Συγκρίνοντας τις τρεις συσκευασίες για την περιεκτικότητα του μαγνησίου βρέθηκε ότι το προϊόν 2 περιέχει υψηλά ποσοστά (συσκευασία 2 : 65 mg / 100 g σκόνης, συσκευασία 2 : 38 mg, συσκευασία 3 : 31 mg), ενώ όσον αφορά το φωσφόρο οι συσκευασίες 1 και 2 (255 mg / 100 g σκόνης) περιέχουν το ίδιο ποσοστό και η συσκευασία 3 έχει μικρότερη ποσότητα (216 mg).
- Στην περιεκτικότητα του σιδήρου παρατηρήθηκαν αυξημένα ποσοστά στο προϊόν 2 σε σχέση με τα άλλα δυο.
- Αξιοσημείωτες διαφορές παρατηρούνται στην περιεκτικότητα του ιωδίου. Το προϊόν 1 περιέχει τη μεγαλύτερη ποσότητα (87 μg / 100 g σκόνης) και το προϊόν 2 τη μικρότερη (40 μg / 100 g σκόνης). Η περιεκτικότητα του ιωδίου στη συσκευασία 3 είναι 68 mcg / 100 g σκόνης.
- Στην συσκευασία 2 δεν περιέχεται σελήνιο και φθόριο. Επίσης, φθόριο δεν περιέχει και η συσκευασία 3.
- Συγκρίνοντας τις τρεις συσκευασίες για την περιεκτικότητα των βιταμινών βρέθηκε διαφορά στη βιταμίνη E των προϊόντων 1 και 2 με το τελευταίο να περιέχει μεγαλύτερη ποσότητα (6 mg / 100 g σκόνης έναντι 13 mg / 100 g σκόνης). Διαφορές παρατηρούνται, επίσης, και στη Βιταμίνη K, με το προϊόν 3 να περιέχει τη μεγαλύτερη ποσότητα (76 mcg / 100 g σκόνης) και το προϊόν 2 τη μικρότερη (25 μg). Όσον αφορά τη βιταμίνη B1 η συσκευασία 3 έχει τη μεγαλύτερη περιεκτικότητα. Μικρές διαφορές μεταξύ των τριών προϊόντων βρέθηκαν στη Βιταμίνη B2. Η περιεκτικότητα της συσκευασίας 1 σε βιταμίνη B6 είναι μεγαλύτερη (495 μg / 100 g σκόνης έναντι 300 μg / 100 g σκόνης που περιέχουν τα άλλα δύο προϊόντα). Τη μικρότερη περιεκτικότητα σε βιταμίνη C την περιέχει συσκευασία 3 και τη μεγαλύτερη η συσκευασία 1. Τέλος, παρατηρείται μεγάλη διαφορά στην περιεκτικότητα της νιασίνης. Το προϊόν 2 περιέχει τη μεγαλύτερη ποσότητα (8,2 mg / 100 g σκόνης σε

σύγκριση με τα 4700 μg / 100 g σκόνης της συσκευασίας 1 και τα 5,4 mg / 100 gr σκόνης του προϊόντος 3).

- Σημαντικές διαφορές βρέθηκαν και στην περιεκτικότητα του φυλλικού οξέος με τη συσκευασία 1 να έχει τη μεγαλύτερη ποσότητα και τη συσκευασία 2 να περιέχει τη μικρότερη.
- Αυξημένο ποσό βιοτίνης παρατηρήθηκε στη συσκευασία 3, ενώ το προϊόν 1 περιέχει σημαντικά μεγαλύτερη ποσότητα χολίνης σε σχέση με το προϊόν 2. Στη συσκευασία 3 αναφέρεται η γλωριούχος χολίνη χωρίς, όμως, να αναγράφεται η ποσότητα της.
- Όσον αφορά την ινοσιτόλη, δεν παρατηρήθηκε αξιοσημείωτη διαφορά στις συσκευασίες 1 και 2, ενώ η συσκευασία 3 δεν περιέχει ινοσιτόλη.
- Η ταυρίνη αναγράφεται στα συστατικά των συσκευασιών 1 και 3 χωρίς να αναφέρεται η ποσότητα της. Τα δύο αυτά προϊόντα δεν περιέχουν L – καρνιτίνη.
- Τέλος, ολικά νουκλεοτίδια περιέχει μόνο η συσκευασία 3.

Ακολουθούν οι πίνακες 20, 21 και 22 με την καταγραφή των συστατικών.

Πίνακας 20.

## HUMANA Γάλα 1ης βρεφικής ηλικίας

Μέση Ανάλυση		Ανά 100 gr σκόνης	Ανά 100 ml έτοιμου γάλακτος
Ενέργεια			
	kJ	2083	271
	Kcal	497	65
Πρωτεΐνες	g	10,5	1,4
Υδατάνθρακες	g	60,2	7,8
λακτόζη	g	60,2	7,8
Λιπαρά	g	23,8	3,1
κορεσμένα	g	8,5	1,1
μονοακόρεστα	g	10,4	1,4
πολυακόρεστα	g	4,9	0,6
λινολεϊκό οξύ	mg	4300	559
λινολενικό οξύ	mg	550	72
Μέταλλα			
νάτριο	mg	150	20
κάλιο	mg	530	69
ασβέστιο	mg	455	59
μαγνήσιο	mg	38	4,9
φωσφόρος	mg	255	33
χλώριο	mg	345	45
Ιχνοστοιχεία			
σίδηρος	mg	4,6	0,6
ψευδάργυρος	mg	5,1	0,7
χαλκός	mg	300	39
ιώδιο	μg	87	11
μαγγάνιο	μg	51	6,6
σελήνιο	μg	15	2
φθόριο		150	19,5
Βιταμίνες			
βιταμίνη A	μg	505	66
βιταμίνη D	μg	8,3	1,1
βιταμίνη E	μg	6	0,8
βιταμίνη K	μg	40	5,2
βιταμίνη B <sub>1</sub>	μg	520	68
βιταμίνη B <sub>2</sub>	μg	710	92
βιταμίνη B <sub>6</sub>	μg	495	64
βιταμίνη B <sub>12</sub>	μg	1,3	0,2
βιταμίνη C	μg	80	10,4
νιασίνη	μg	4700	611
παντοθενικό οξύ	μg	2680	348
φολικό οξύ	μg	90	11,7
βιοτίνη	μg	13,8	1,8
Χολίνη	mg	80	10,4
Ινοσιτόλη	Mg	27	3,5

Πίνακας 21.

## Novalac - Γάλα 1ης βρεφικής ηλικίας

Μέση Ανάλυση		Ανά 100 g σκόνης	Ανά 100 ml έτοιμου γάλακτος	Ανά 100 kcal
<b>Πρωτεΐνες</b>	g	12	1,7	2,4
<b>Λίπη</b>	g	25,2	3,5	5
λινολεϊκό οξύ	g	4,1	0,6	0,8
α - λινολενικό οξύ	mg	403	56,4	79,8
<b>Υδατάνθρακες</b>	g	57,6	8,1	11,4
<b>Ενέργεια</b>	kcal	505,2	70,7	100
	kJ	2111,7	295,6	418
<b>Μέταλλα</b>				
νάτριο	mg	170	23,8	33,7
κάλιο	mg	450	63	89,1
χλώριο	mg	330	46,2	65,3
ασβέστιο	mg	500	70	99
φωσφόρος	mg	255	35,7	50,5
μαγνήσιο	mg	65	9,1	12,9
σίδηρος	mg	7	1	1,4
ψευδάργυρος	mg	4,5	0,6	0,9
ιώδιο	μg	40	5,6	7,9
χαλκός	μg	310	43,4	61,4
μαγγάνιο	μg	45	6,3	8,9
<b>Βιταμίνες</b>				
βιταμίνη A	μg ER	450	63	89,1
βιταμίνη B1	μg	300	42	59,4
βιταμίνη B2	μg	800	112	158,4
βιταμίνη B6	μg	300	42	59,4
βιταμίνη B12	μg	1	0,1	0,2
βιταμίνη C	mg	60	8,4	11,9
βιταμίνη D3	μg	7,5	1,1	1,5
βιταμίνη E	mg	13	1,8	2,6
βιταμίνη K1	μg	25	3,5	4,9
νιασίνη	mg	8,2	1,1	1,6
παντοθενικό οξύ	mg	2,4	0,3	0,5
φολικό οξύ	μg	45	6,3	8,9
βιοτίνη	μg	15	2,1	3
<b>Χολίνη</b>	mg	60	8,4	11,9
<b>Ινοσιτόλη</b>	mg	25	3,5	4,9
<b>Ταυρίνη</b>	mg	44	6,2	8,7
<b>L - καρνιτίνη</b>	mg	8	1,1	1,6

Πίνακας 22.

## Similac Advance 1 - Γάλα 1ης βρεφικής ηλικίας

Ανάλυση κατά προσέγγιση		Σκόνη (ανά 100 g)	Κανονική Αραίωση (ανά 100 ml)
Πρωτεΐνες	g	10,6	1,4
Λίπη	g	27,7	3,65
λινολεϊκό οξύ	g	5,5	0,73
λινολενικό οξύ	g	0,63	0,083
Υδατάνθρακες	g	55,4	7,3
Υγρασία	g	2,5	
Ενέργεια	kcal	513	68
	kJ	2146	285
Χολίνη	mg	82	10,8
Ταυρίνη	mg	34	4,5
Ινοσιτόλη	mg	24	3,2
Μέταλλα (τέφρα)	g	2,9	0,4
ασβέστιο	mg	400	52,7
φώσφορος	mg	216	28,4
μαγνήσιο	mg	31	4,1
νάτριο	mg	135	17,8
κάλιο	mg	600	79
χλώριο	mg	333	43,9
ψευδάργυρος	mg	3,8	0,5
σίδηρος	mg	3,5	0,46
χαλκός	mcg	360	47
μαγγάνιο	mcg	30,4	4
ιώδιο	mcg	68	9
σελήνιο	mcg	11,8	1,55
Βιταμίνες			
βιταμίνη A	Δ. Μ.	1900	250
βιταμίνη D	Δ. Μ.	345	45,4
βιταμίνη E	Δ. Μ.	12,9	1,7
βιταμίνη K1	mcg	76	10
βιταμίνη C	mg	46	6,1
βιταμίνη B <sub>1</sub>	mg	0,6	0,08
βιταμίνη B <sub>2</sub>	mg	1,1	0,15
βιταμίνη B <sub>6</sub>	mg	0,3	0,04
βιταμίνη B <sub>12</sub>	mcg	2,1	0,28
νιασίνη	mg	5,4	0,71
παντοθενικό οξύ	mg	3	0,39
φυλλικό οξύ	mcg	72	9,5
βιοτίνη	mcg	23	3
Εμπλουτισμός σε ολικά νουκλεοτίδια	mg	23,22	3,06
5 - μονοφωσφορική ουριδίνη	mg	5,92	0,8
5 - μονοφωσφορική γουανοσίνη	mg	2,28	0,3
5 - μονοφωσφορική αδενοσίνη	mg	4,02	0,53
5 - μονοφωσφορική κυτιδίνη	mg	11	1,45



## 1.2. ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΣΥΣΤΑΤΙΚΩΝ ΣΕ ΓΑΛΑΤΑ 2<sup>ns</sup> ΒΡΕΦΙΚΗΣ ΗΛΙΚΙΑΣ ΠΟΥ ΚΥΚΛΟΦΟΡΟΥΝ ΣΤΗ ΧΩΡΑ ΜΑΣ

Στην περίπτωση αυτή έγινε καταγραφή της θρεπτικής αξίας 7 συσκευασιών γάλακτος σε σκόνη που απευθύνεται σε παιδιά 2<sup>ns</sup> βρεφικής ηλικίας: Almiron Good Night (4), Aptamil 2 (5), Frisomel (6), Guigoz 2 (7), Milumil 2 (8), Nan 2 (9), Nativa 2 (10) (πίνακες 23 – 29). Μετά την καταγραφή των συστατικών σε τρεις χρονικές επαναλήψεις παρατηρήθηκαν τα εξής:

- Στη συσκευασία 1 η μέση ανάλυση γίνεται μόνο ανά 100 ml έτοιμου γάλακτος, ενώ στα υπόλοιπα γίνεται και ανά 100 g σκόνης.
- Μόνο στη συσκευασία 1 παρατηρήθηκε η χαμηλότερη ποσότητα ενέργειας (75 kcal / 100 ml έτοιμου γάλακτος). Στα υπόλοιπα προϊόντα η περιεκτικότητα της ενέργειας κυμαίνεται μεταξύ 460 και 495 kcal.
- Όσον αφορά τις πρωτεΐνες δεν παρατηρείται αξιοσημείωτη διαφορά. Στις συσκευασίες 1, 5 και 8 αναφέρεται ότι περιέχουν πρωτεΐνη ορού γάλακτος και καζεΐνη καθώς και οι ποσότητές τους. Στα υπόλοιπα προϊόντα απλώς αναγράφεται η περιεκτικότητα των πρωτεϊνών. Στη συσκευασία 6 αναφέρεται αφυδατωμένος ορός γάλακτος, ενώ στις συσκευασίες 9 και 10 αναφέρεται απομεταλλωμένος ορός γάλακτος.
- Δεν παρατηρούνται αξιοσημείωτες διαφορές στην περιεκτικότητα των υδατανθράκων. Διαφορές παρατηρούνται μόνο στις αναφορές των υδατανθράκων. Στη συσκευασία 8 αναφέρονται ποσότητες γλυκόζης, λακτόζης, σουκρόζης και αμύλου, ενώ το προϊόν 10 αναφέρει στα συστατικά του ότι περιέχει λακτόζη και σιρόπι λακτόζης χωρίς να αναγράφεται η ποσότητα τους. Το προϊόν 1 αναφέρει ποσότητες σακχάρου και αμύλου και στα συστατικά αναγράφεται η λακτόζη γάλακτος χωρίς ποσότητα. Στη συσκευασία 6 αναφέρεται μόνο η μέση ανάλυση των υδατανθράκων, ενώ στα συστατικά αναγράφονται η μαλτόζη, η σακχαρόζη και η μαλτοδεξτρίνη χωρίς τις ποσότητές τους. Αναφορά μόνο στα συστατικά και χωρίς αναγραφή της περιεκτικότητας για τη μαλτοδεξτρίνη και τη λακτόζη έχουμε και στη συσκευασία 9. Το ίδιο ισχύει και για το προϊόν 7, στα συστατικά του οποίου αναφέρεται η μαλτοδεξτρίνη και η σακχαρόζη, ενώ η συσκευασία 5 αναφέρει την περιεκτικότητα σε σάκχαρα, λακτόζη, γλυκόζη και μαλτόζη.
- Στο προϊόν 8 αναφέρεται η περιεκτικότητα σε διαιτητικές ίνες, ενώ τα προϊόντα 4 και 5 αναγράφουν περιεκτικότητα σε πρεβιοτικές ίνες και στα συστατικά τους μέσα σε παρένθεση αναφέρονται οι γαλακτο – ολιγοσακχαρίτες και η πολυφρουκτόζη. Στο προϊόν 9 Nan 2 αναφέρεται στα συστατικά μίγμα προβιοτικών χωρίς την περιεκτικότητά τους.
- Συγκρίνοντας τα προϊόντα σχετικά με την περιεκτικότητά τους σε λιπαρά δεν βρέθηκαν σημαντικές διαφορές. Παρατηρήθηκαν διαφορές μόνο στο ποια λιπαρά οξέα περιέχουν. Το προϊόν 8 αναφέρει περιεκτικότητα φυτικού και ζωικού λίπους (πίνακας 14), ενώ στη συσκευασία 4 αναφέρονται οι ποσότητες των κεκορεσμένων, ω – 6 και ω – 3 λιπαρών οξέων (πίνακας 10). Στο προϊόν 10 αναγράφεται το λινολενικό και το λινολεϊκό οξύ (πίνακας 16), στη συσκευασία 6 και 9 αναφέρονται οι ποσότητες του λινολενικού, λινολεϊκού και των DHA (πίνακες 12 και 15). Τέλος, το προϊόν 7 αναφέρει μόνο την περιεκτικότητά του λινολεϊκού οξέος (πίνακας 13) και στη συσκευασία 5

- αναγράφεται η ποσότητα του φυτικού λίπους, των κεκορεσμένων, των ω – 3 και των ω – 6 λιπαρών οξέων (πίνακας 11).
- Στις συσκευασίες 6, 7, 8 και 9 αναφέρεται η υγρασία και η αναλογία Ca / P (πίνακες 12, 13, 14 και 5).
  - Όσον αφορά την περιεκτικότητα του νατρίου αξιοσημείωτη είναι η χαμηλή τιμή του προϊόντος 9 (18 mg / 100 ml έτοιμου γάλακτος), ενώ στο κάλιο παρατηρήθηκαν δύο ακραίες τιμές: το προϊόν 9 περιέχει τη μικρότερη ποσότητα (66 mg) και το προϊόν 7 τη μεγαλύτερη (124 mg / 100 ml έτοιμου γάλακτος). Σε αυτά τα δύο προϊόντα παρατηρούνται και ακραίες τιμές στην περιεκτικότητα του χλωρίου και σημαντική διαφορά στην ποσότητα του μαγνησίου (πίνακες 13 και 15 αντίστοιχα).
  - Στη συσκευασία 7 βρέθηκε μεγάλη περιεκτικότητα ασβεστίου και φωσφόρου σε σχέση με τα υπόλοιπα προϊόντα (πίνακας 13).
  - Συγκρίνοντας τα προϊόντα για τις ποσότητες του σιδήρου, του χαλκού και του ψευδαργύρου δεν παρατηρήθηκαν αξιοσημείωτες διαφορές.
  - Μικρές διαφορές παρατηρούνται στην ποσότητα του μαγγανίου, ενώ όσον αφορά την περιεκτικότητα του ιωδίου χαρακτηριστικές είναι η χαμηλή τιμή του προϊόντος 9 (8 μg) και η υψηλή τιμή του προϊόντος 6 (20 μg) (πίνακες 12 και 15 αντίστοιχα).
  - Τα προϊόντα 6, 7 και 8 δεν περιέχουν σελήνιο.
  - Κατά την καταγραφή των συστατικών παρατηρήθηκαν διαφορές στην περιεκτικότητα των βιταμινών. Για τη Βιταμίνη Α χαμηλότερη τιμή βρέθηκε στη συσκευασία 6 (47 μg) και υψηλότερη στις συσκευασίες 7 και 10 (80 μg RE και στις δύο). Στα υπόλοιπα προϊόντα η περιεκτικότητα κυμαίνεται μεταξύ 63 και 66 μg RE. Επίσης, οι συσκευασίες 4 και 5 αναφέρουν στα συστατικά τους το β – καροτένιο, ενώ το προϊόν 7 περιέχει σημαντικά μεγαλύτερη ποσότητα β – καροτίνης σε σχέση με το προϊόν 8 (53 μg και 26 μg αντίστοιχα). Στις Βιταμίνες D, K, E, B12, ριβοφλαβίνη και νιασίνη δεν παρατηρείται αξιοσημείωτη διαφορά μεταξύ των 7 συσκευασιών. Όσον αφορά τη θειαμίνη βρέθηκε ότι το προϊόν 9 έχει τη μεγαλύτερη περιεκτικότητα (73 μg). Ακόμη, διαφορές παρατηρήθηκαν και στην ποσότητα του πανθοθενικού οξέος με την συσκευασία 9 να αναγράφει τη μεγαλύτερη ποσότητα (πίνακας 15), ενώ στα υπόλοιπα προϊόντα οι τιμές βρίσκονται μεταξύ 296 μg και 388 μg. Αξιοσημείωτες διαφορές εμφανίζει και η περιεκτικότητα σε βιταμίνη Β6 με τις συσκευασίες 7, 8, 9 και 10 να αναγράφουν τιμές μεταξύ 102 – 180 μg και τις υπόλοιπες τρεις να αναφέρουν περιεκτικότητα Β6 μεταξύ 40 – 43 μg. Για το φυλλικό οξύ υψηλές τιμές παρατηρούνται στα προϊόντα 7 και 9 (20 μg και 31 μg αντίστοιχα). Τέλος, οι συσκευασίες 7 και 10 παρουσιάζουν τις χαμηλότερες τιμές σε περιεκτικότητα βιταμίνης C (πίνακες 13 και 16).
  - Στην χολίνη δεν παρατηρείται διαφορά στην περιεκτικότητα των προϊόντων, ενώ η ινοσιτόλη αναφέρεται μόνο στις συσκευασίες 7, 9 και 10 χωρίς σημαντική διαφορά στην ποσότητα.
  - Ταυρίνη δεν περιέχεται στα προϊόντα 7 και 8. Στα υπόλοιπα δεν παρατηρείται αξιόλογη διαφορά στην περιεκτικότητα.
  - Τέλος, στη συσκευασία 4 αναφέρεται ποσότητα νουκλεοτιδίων, στη συσκευασία 6 αναφέρονται με ποσότητες τα νουκλεοτίδια AMP, CMP, GMP, IMP, UMP, ενώ το προϊόν 5 αναγράφει τα νουκλεοτίδια στα συστατικά του χωρίς περιεκτικότητα.

Πίνακας 23.

## Milumil 2 - Γάλα 2ης βρεφικής ηλικίας

Μέση Ανάλυση		Ανά 100 gr σκόνης γάλακτος	Ανά 100 ml έτοιμου γάλακτος
<b>Ενέργεια</b>	<b>kJ / kcal</b>	<b>1935 / 461</b>	<b>315 / 75</b>
<b>Πρωτεΐνες</b>	<b>g</b>	<b>11,4</b>	<b>1,9</b>
πρωτεΐνη ορού γάλακτος	g	2,3	0,4
καζεΐνη	g	9,1	1,5
<b>Υδατάνθρακες</b>	<b>g</b>	<b>58,3</b>	<b>9,5</b>
γλυκόζη	g	1,5	0,3
λακτόζη	g	37,8	6,2
σουκρόζη	g	5,4	0,9
άμυλο	g	10,2	1,7
<b>Διαιτητικές Ίνες</b>	<b>g</b>	<b>4,8</b>	<b>0,8</b>
<b>Λίπη</b>	<b>g</b>	<b>20,4</b>	<b>3,3</b>
φυτικό λίπος	g	20,1	3,3
ζωικό λίπος	g	0,2	
<b>Υγρασία</b>	<b>g</b>	<b>≤ 3,5</b>	
<b>Μέταλλα - Ιχνοστοιχεία</b>			
νάτριο	mg	138	23
κάλιο	mg	538	88
χλώριο	mg	348	57
ασβέστιο	mg	516	84
φώσφορος	mg	303	49
μαγνήσιο	mg	50	8
Ca / P		1,7	
σίδηρος	mg	7,3	1,2
ψευδάργυρος	mg	4,2	0,68
χαλκός	μg	360	59
μαγγάνιο	μg	120	20
ιώδιο	μg	71	12
<b>Βιταμίνες</b>			
βιταμίνη A	μg - RE	404	66
β - καροτίνη	μg	157	26
βιταμίνη D <sub>3</sub>	μg	9	1,5
βιταμίνη E	mg α - TE	4,6	0,74
βιταμίνη K <sub>1</sub>	μg	32	5,2
θειαμίνη (B <sub>1</sub> )	μg	448	73
ριβοφλαβίνη (B <sub>2</sub> )	μg	600	98
νιασίνη (B <sub>3</sub> )	mg NE	8,1	1,3
παντοθενικό οξύ (B <sub>5</sub> )	μg	2380	388
βιταμίνη B <sub>6</sub>	μg	628	102
φολικό οξύ	μg	90	15
βιταμίνη B <sub>12</sub>	μg	1,2	0,19
βιοτίνη	μg	11	1,9
βιταμίνη C	mg	54	8,8
<b>Χολίνη</b>	<b>mg</b>	<b>50</b>	<b>8,1</b>

Πίνακας 24.

Μέση Ανάλυση		Ανά 100	Ανά 100
		g σκόνης γάλακτος	ml γάλακτος έτοιμου προς χρήση
Ενέργεια	Kcal	487	67
	kJ	2040	282
<b>Λιπαρά</b>	G	22,4	3,1
λινολεϊκό οξύ	G	3,55	0,49
α - λινολενικό οξύ	Mg	440	61
<b>Πρωτεΐνες</b>	G	13,1	1,8
<b>Υδατάνθρακες</b>	G	58,2	8
νάτριο	Mg	230	32
κάλιο	Mg	655	90
χλώριο	Mg	495	68
ασβέστιο	Mg	585	81
φώσφορος	Mg	425	59
μαγνήσιο	Mg	53	7,3
μαγγάνιο	Mg	50	6,9
σελήνιο	Mg	9,7	1,34
<b>Βιταμίνες</b>			
βιταμίνη A	μg RE	580	80
βιταμίνη D	μg CE	11	1,52
βιταμίνη E	mg TE	3,9	0,54
βιταμίνη K1	Mg	27	3,7
βιταμίνη C	Mg	49	6,8
βιταμίνη B1	Mg	0,73	0,1
βιταμίνη B2	Mg	1,5	0,21
νιασίνη	Mg	16	2,2
βιταμίνη B6	Mg	0,97	0,13
φολικό οξύ	Mg	110	15
παντοθενικό οξύ	Mg	3,4	0,47
βιταμίνη B12	Mg	0,97	0,134
<b>Βιοτίνη</b>	Mg	17	2,35
<b>Χολίνη</b>	Mg	60	8,3
<b>Ινοσιτόλη</b>	Mg	24	3,31
<b>Ταυρίνη</b>	Mg	39	5,38
<b>Σίδηρος</b>	Mg	8,3	1,15
<b>Ιώδιο</b>	Mg	100	14
<b>Χαλκός</b>	Mg	0,58	0,08
<b>Ψευδάργυρος</b>	Mg	5,8	0,8

## Πίνακας 25.

## Almiron Good Night - Γάλα δεύτερης βρεφικής ηλικίας

Μέση Ανάλυση		Ανά 100 ml έτοιμου γάλακτος
Ενέργεια	kJ / kcal	315 / 75
Πρωτεΐνες	g	1,9
πρωτεΐνη ορού γάλακτος	g	0,4
καζεΐνη	g	1,4
Υδατάνθρακες	g	9,7
σάκχαρα	g	7,8
άμυλο	g	1,8
Λίπη	g	3,2
κεκορεσμένα	g	1,4
ω - 6 (LA)	mg	432
ω - 3 (ALA)	mg	80
Πρεβιοτικές Ίνες	g	0,8
Βιταμίνες		
βιταμίνη A	μg RE	63
βιταμίνη D3	μg	1,5
βιταμίνη E	mg α TE	0,82
βιταμίνη K1	μg	4,9
θειαμίνη (B1)	μg	41
ριβοφλαβίνη (B <sub>2</sub> )	μg	95
νιασίνη (B3)	mg NE	0,89
παντοθενικό οξύ (B5)	μg	317
βιταμίνη B6	μg	43
φολικό οξύ	μg	14
βιταμίνη B12	μg	0,17
βιοτίνη	μg	1,8
βιταμίνη C	mg	8,6
Μέταλλα	mg	
νάτριο	mg	22
κάλιο	mg	87
χλώριο	mg	56
ασβέστιο	mg	82
φώσφορος	mg	50
μαγνήσιο	mg	7
σίδηρος	mg	1,2
ψευδάργυρος	mg	0,76
χαλκός	μg	54
μαγγάνιο	μg	17
σελήνιο	μg	1,5
ιώδιο	μg	12
Λοιπά		
νουκλεοτίδια	mg	3
ταυρίνη	mg	5
χολίνη	mg	7,8

Πίνακας 26.

Frisomel - Γάλα 2ης βρεφικής ηλικίας			
Μέση Ανάλυση		Ανά 100 gr	Ανά 100 ml
Ενέργεια	kcal	480	72
	kJ	2020	305
Πρωτεΐνες	g	15	2,3
Υδατάνθρακες	g	57,3	8,6
Λιπαρά	g	21,5	3,2
λινολεϊκό οξύ	mg	2700	405
α - λινολενικό οξύ	mg	385	58
DHA	mg	21	3,2
Υγρασία	g	≤ 3	
<b>Μέταλλα</b>			
νάτριο	mg	230	35
ασβέστιο	mg	555	83
φώσφορος	mg	410	62
αναλογία Ca / P		1,4	1,4
σίδηρος	mg	7,3	1,1
χαλκός	mg	0,47	0,07
κάλιο	mg	635	95
χλώριο	mg	420	63
μαγνήσιο	mg	55	8,3
ψευδάργυρος	mg	4,7	0,71
ιώδιο	μg	53	8
μαγγάνιο	μg	61	9,2
<b>Βιταμίνες</b>			
βιταμίνη A	μg	310	47
β - καροτίνη	μg	350	53
βιταμίνη D3	μg	8,6	1,3
βιταμίνη E	mg	8,7	1,3
βιταμίνη K1	μg	36	5,4
θειαμίνη	mg	0,47	0,07
ριβοφλαβίνη	mg	0,73	0,11
νιασίνη	mg - NE	5,7	0,86
βιταμίνη B6	μg	290	44
φολικό οξύ	μg	73	11
παντοθενικό οξύ	mg	2,2	0,33
βιταμίνη B12	μg	1	0,15
βιοτίνη	μg	15	2,3
βιταμίνη C	mg	88	13
<b>Νουκλεοτίδια</b>			
AMP	mg	3,4	0,51
CMP	mg	12	1,8
GMP	mg	2,4	0,36
IMP	mg	1,5	0,23
UMP	mg	4,7	0,71
Ταυρίνη	mg	30	4,5
Χολίνη	mg	61	9,2

Πίνακας 27.

## NAN 2 - Γάλα σε σκόνη 2ης βρεφικής ηλικίας

Μέση Ανάλυση		Ανά 100 gr σκόνης	Ανά 100 ml έτοιμου γάλακτος
<b>Ενέργεια</b>	kcal / kJ	496 / 2070	67 / 279
<b>Λιπαρά</b>	g	23,8	3,21
λινολεϊκό οξύ	g	3,67	0,5
α - λινολενικό οξύ	mg	457	61,7
Λινολεϊκό / α - λινολενικό		8,1	
DHA	mg	44	5,9
<b>Πρωτεΐνες</b>	g	11,2	1,51
<b>Υδατάνθρακες</b>	g	59,2	8
<b>Ανόργανα άλατα</b>	g	2,84	0,38
νάτριο	mg	135	18
κάλιο	mg	490	66
χλώριο	mg	340	46
ασβέστιο	mg	588	79
φώσφορος	mg	392	53
μαγνήσιο	mg	42	5,7
μαγγάνιο	μg	72	10
σελήνιο	μg	9,9	1,3
<b>Υγρασία</b>	g	3	90,4
<b>Βιταμίνες</b>			
βιταμίνη A	μg RE	510	69
βιταμίνη D	μg CE	7,4	1
βιταμίνη E	mg TE	8,39	1,1
βιταμίνη K1	μg	34	4,6
βιταμίνη C	mg	90	12,2
βιταμίνη B1	mg	1	0,14
βιταμίνη B2	mg	1,3	0,18
νιασίνη	mg	17	2,3
βιταμίνη B6	mg	1,3	0,18
φολικό οξύ	μg	228	31
παντοθενικό οξύ	mg	6	0,8
βιταμίνη B12	μg	1,6	0,22
βιοτίνη	μg	24,8	3,3
<b>Χολίνη</b>	mg	57,5	7,8
<b>Ινοσιτόλη</b>	mg	24,3	3,3
<b>Ταυρίνη</b>	mg	45	6
<b>Καρνιτίνη</b>	mg	7,9	1,1
<b>Σίδηρος</b>	mg	6,4	0,86
<b>Ιώδιο</b>	μg	150	20
<b>Χαλκός</b>	mg	0,5	0,07
<b>Ψευδάργυρος</b>	mg	8,2	1,1
<b>Ca / P</b>		1,5	

Πίνακας 28.

## Guigoz 2 - Γάλα 2ης βρεφικής ηλικίας

Μέση Ανάλυση		Ανά 100 gr σκόνης	Ανά 100 κ. εκ. αραιωμένο
Ενέργεια	kcal	463	67
	kJ	1930	278
Λίπη	g	18,2	2,6
λινολεϊκό οξύ	g	2	0,29
Πρωτεΐνες	g	18,3	2,6
Υδατάνθρακες	g	56,4	8,1
Μέταλλα (τέφρα)	g	4,1	0,6
νάτριο	mg	265	38
κάλιο	mg	860	124
χλώριο	mg	620	89
ασβέστιο	mg	665	96
φώσφορος	mg	540	78
μαγνήσιο	mg	60	9
Υγρασία	g	3	
Βιταμίνες			
βιταμίνη A	IU	1900	270
	μg RE	560	80
βιταμίνη D	IU	420	60
	μg	10	1,5
βιταμίνη E	IU	5,6	0,8
βιταμίνη K1	μg	21	3
βιταμίνη C	mg	46	6,7
βιταμίνη B1	mg	0,69	0,1
βιταμίνη B2	mg	1,1	0,16
νιασίνη (PP)	mg	12	1,8
βιταμίνη B6	mg	0,93	0,13
φυλλικό οξύ	μg	140	20
παντοθενικό οξύ	mg	3,2	0,47
βιταμίνη B12	μg	0,9	0,13
βιοτίνη	μg	16	2,3
Χολίνη	mg	46	6,7
Ινοσιτόλη	mg	23	3,3
Σίδηρος	mg	7,9	1,1
Ιώδιο	μg	97	14
Χαλκός	mg	0,56	0,08
Ψευδάργυρος	mg	5,6	0,8
Μαγγάνιο	μg	32	5
Ca / P		1,2	



Πίνακας 29.

Aptamil 2 - Γάλα 2ης βρεφικής ηλικίας			
Μέση Ανάλυση		Ανά 100 gr	Ανά 100 ml
		σκόνης γάλακτος	έτοιμου γάλακτος
Ενέργεια	kJ / kcal	1975 / 471	295 / 70
Πρωτεΐνες	g	12,2	1,8
πρωτεΐνη ορού γάλακτος	g	2,4	0,4
καζεΐνη	g	9,7	1,4
Υδατάνθρακες	g	54,2	8,1
σάκχαρα	g	40,8	6,1
λακτόζη	g	37,9	5,6
γλυκόζη	g	1,8	0,3
μαλτόζη	g	1	0,1
Λίπη	g	23	3,4
φυτικό λίπος	g	22,7	3,4
κεκορεσμένα	g	9,9	1,5
ω - 6 (LA)	mg		463
ω - 3 (ALA)	mg		86
Πρεβιοτικές ίνες	g	5,4	0,8
Νουκλεοτίδια	mg	19	2,8
<b>Μέταλλα - Ιχνοστοιχεία</b>			
νάτριο	mg	150	22
κάλιο	mg	575	86
χλώριο	mg	374	56
ασβέστιο	mg	558	83
φώσφορος	mg	325	48
μαγνήσιο	mg	46	7
σίδηρος	mg	8,4	1,3
ψευδάργυρος	mg	6,1	0,91
χαλκός	μg	336	50
μαγγάνιο	μg	74	11
σελήνιο	μg	10	1,5
Ιώδιο	μg	77	12
<b>Βιταμίνες</b>			
βιταμίνη A	μg TE	456	68
βιταμίνη D <sub>3</sub>	μg	10	1,5
βιταμίνη E	mg α - TE	5	0,75
βιταμίνη K <sub>1</sub>	μg	36	5,3
θειαμίνη (B <sub>1</sub> )	μg	265	39
ριβοφλαβίνη (B <sub>2</sub> )	μg	652	97
νιασίνη	mg NE	5,6	0,83
παντοθενικό οξύ (B <sub>5</sub> )	μg	1,985	296
βιταμίνη B <sub>6</sub>	μg	267	40
φολικό οξύ	μg	101	15
βιταμίνη B <sub>12</sub>	μg	1	0,16
βιοτίνη	μg	13	1,9
βιταμίνη C	mg	53	8
Ταυρίνη	mg	34	5
Χολίνη	mg	54	8

### **1.3. ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΣΥΣΤΑΤΙΚΩΝ ΣΕ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΕΣ ΒΡΕΦΙΚΟΥ ΓΑΛΑΚΤΟΣ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝΤΑΙ ΜΕΤΑ ΤΟΝ 1<sup>ο</sup> ΧΡΟΝΟ ΖΩΗΣ ΤΟΥ ΠΑΙΔΙΟΥ**

Τα υλικά των μετρήσεων αποτέλεσαν 2 δημοφιλείς συσκευασίες της ίδιας εταιρίας Artamil 3 (11) και Milumil 3 (12) με μορφή γάλακτος σε σκόνη που απευθύνεται σε παιδιά μεγαλύτερα του ενός έτους (πίνακες 30 και 31). Η καταγραφή των συστατικών για κάθε συσκευασία έγινε σε τρεις διαφορετικές περιόδους (επαναλήψεις) με διάστημα 3 μηνών μεταξύ τους, ώστε να εξασφαλιστεί η σταθερότητα της σύνθεσης και ενδεχόμενες νέες τροποποιήσεις.

Μετά την καταγραφή προέκυψε ότι τα συστατικά των δύο προϊόντων είναι σχεδόν ίδια. Τα μόνα στοιχεία που θα μπορούσαν να αναφερθούν ως διαφορές είναι:

- Όσον αφορά τα λιπαρά οξέα στη συσκευασία 11 αναφέρονται τα  $\omega - 3$  και  $\omega - 6$ , ενώ η συσκευασία 12 αναφέρει ζωικό και φυτικό λίπος.
- Το προϊόν 11 δεν αναφέρει αναλογία Ca / P.
- Στο προϊόν 12 αναφέρεται το σελήνιο στα συστατικά χωρίς περιεκτικότητα, ενώ στα συστατικά της συσκευασίας 12 αναφέρεται η  $\beta$  - καροτίνη, επίσης χωρίς περιεκτικότητα.

Πίνακας 30.

Milumil 3 Γάλα σε σκόνη μετά το Milumil 2			
Μέση Ανάλυση		Ανά 100 g σκόνης γάλακτος	Ανά 100 ml έτοιμου γάλακτος
Ενέργεια	kJ / kcal	1935 / 461	325 / 77
Πρωτεΐνες	g	11,4	1,9
πρωτεΐνη ορού γάλακτος	g	2,3	0,4
καζεΐνη	g	9	1,5
Υδατάνθρακες	g	58,3	9,7
γλυκόζη	g	1,5	0,3
λακτόζη	g	37,8	6,3
μαλτόζη	g	0,2	
σουκρόζη	g	5,4	0,9
άμυλο	g	10,2	0,7
Διαιτητικές ίνες	g	4,8	0,8
Λίπη	g	20,4	3,4
φυτικό λίπος	g	20,1	3,4
ζωικό λίπος	g	0,2	
Υγρασία		≤3,5	
<b>Μέταλλα - Ιχνοστοιχεία</b>			
νάτριο	mg	138	23
κάλιο	mg	538	90
χλώριο	mg	348	58
ασβέστιο	mg	516	86
φώσφορος	mg	303	51
μαγνήσιο	mg	50	8
Ca / P		1,7	
σίδηρος	mg	7,3	1,2
ψευδάργυρος	mg	4,2	0,7
χαλκός	μg	360	60
μαγγάνιο	μg	120	20
ιώδιο	μg	71	12
<b>Βιταμίνες</b>			
βιταμίνη A	μg - RE	404	67
β - καροτίνη	μg	157	26
βιταμίνη D3	μg	9	1,5
βιταμίνη E	mg α - TE	4,6	0,76
βιταμίνη K1	μg	32	5,4
θειαμίνη (B1)	μg	448	75
ριβοφλαβίνη (B2)	μg	600	100
νιασίνη (B3)	mg NE	8,1	1,3
παντοθενικό οξύ (B5)	μg	2380	397
βιταμίνη B6	μg	628	105
φολικό οξύ	μg	90	15
βιταμίνη B12	μg	1,2	0,2
βιοτίνη	μg	11	1,9
βιταμίνη C	mg	54	9
Χολίνη	mg	50	8,3

Πίνακας 31.

## Aptamil 3. Γάλα σε σκόνη μετά το Aptamil 2

Μέση Ανάλυση		Ανά 100 g σκόνης γάλακτος	Ανά 100 ml έτοιμου γάλακτος
<b>Ενέργεια</b>	<b>kJ / kcal</b>	<b>1935 / 462</b>	<b>325 / 77</b>
<b>Πρωτεΐνες</b>	<b>g</b>	<b>11,4</b>	<b>1,9</b>
πρωτεΐνη ορού γάλακτος	g	2,3	0,4
καζεΐνη	g	9,1	1,5
<b>Υδατάνθρακες</b>	<b>g</b>	<b>58,3</b>	<b>9,7</b>
σάκχαρα	g	48,4	8,1
λακτόζη	g	38,9	6,5
γλυκόζη	g	1,4	0,2
σουκρόζη	g	7,8	1,3
άμυλο	g	7,8	1,3
<b>Πρεβιοτικές ίνες</b>	<b>g</b>	<b>4,8</b>	<b>0,8</b>
<b>Λίπη</b>	<b>g</b>	<b>20,4</b>	<b>3,4</b>
φυτικό λίπος	g	20,2	3,4
κεκορεσμένα	g	8,8	1,5
ω - 6 (LA)	mg		460
ω - 3 (ALA)	mg		85
<b>Μέταλλα - Ιχνοστοιχεία</b>			
νάτριο	mg	138	23
κάλιο	mg	539	90
χλώριο	mg	349	58
ασβέστιο	mg	516	86
φώσφορος	mg	303	51
μαγνήσιο	mg	50	8
σίδηρος	mg	7,3	1,2
ψευδάργυρος	mg	4,2	0,7
χαλκός	μg	360	60
μαγγάνιο	μg	120	20
σελήνιο	μg	7,2	1,2
ιώδιο	μg	72	12
<b>Βιταμίνες</b>			
βιταμίνη A	μg - RE	405	68
βιταμίνη D3	μg	9	1,5
βιταμίνη E	mg α - TE	4,5	0,75
βιταμίνη K1	μg	32	5,3
θειαμίνη (B1)	μg	449	75
ριβοφλαβίνη (B2)	μg	601	100
νιασίνη	μg	8,1	1,3
παντοθενικό οξύ (B5)	μg	2,383	398
βιταμίνη B6	μg	629	105
φολικό οξύ	μg	90	15
βιταμίνη B12	μg	1,2	0,2
βιοτίνη	μg	11	1,9
βιταμίνη C	mg	54	9
<b>χολίνη</b>	<b>mg</b>	<b>50</b>	<b>8,3</b>

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### Απομόνωση DNA και αναλύσεις για έλεγχο παρουσίας / απουσίας γενετικής τροποποίησης

#### 2.1. Μέθοδοι απομόνωσης DNA

Για την απομόνωση του DNA χρησιμοποιήθηκαν 2 μέθοδοι: (I) η CTAB (γενική μέθοδος) και (II) η First – Magnetic Food Kit method (ειδική για εξαγωγή DNA από τρόφιμα – προϊόντα γάλακτος), ώστε να καταστεί δυνατή η σύγκριση της αποτελεσματικότητάς τους, στην περίπτωση των προϊόντων βρεφικού γάλακτος.

Με την πρώτη μέθοδο έγιναν 2 προσπάθειες, ενώ με τη δεύτερη 4 προσπάθειες απομόνωσης γενετικού υλικού. Συνολικά χρησιμοποιήθηκαν 8 συσκευασίες βρεφικού γάλακτος σε σκόνη.

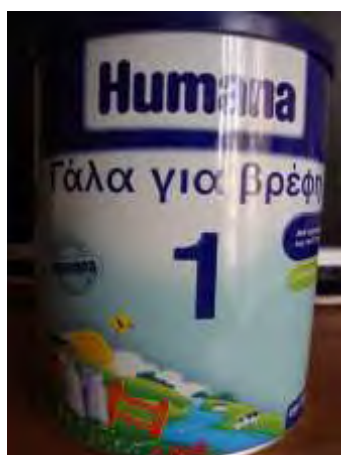
Με τη μέθοδο CTAB (περιγράφεται αναλυτικά παρακάτω) χρησιμοποιήθηκαν 3 συσκευασίες γάλακτος σε σκόνη, μία από κάθε ηλικιακή ομάδα. Οι συσκευασίες που χρησιμοποιήθηκαν είναι: *Similac Advance 1* – γάλα σε σκόνη 1<sup>ης</sup> βρεφικής ηλικίας (εικόνα 4α), *Guigoz 2* – γάλα σε σκόνη 2<sup>ης</sup> βρεφικής ηλικίας (εικόνα 4β) και *Aptamil 3* – γάλα σε σκόνη για παιδιά μετά το 1<sup>ο</sup> έτος ηλικίας (εικόνα 4γ).



Εικόνα 4.α) Similac Advance 1, β) Guigoz 2, γ) Aptamil 3.

Η επιλογή των συγκεκριμένων συσκευασιών για αυτή τη μέθοδο έγινε τυχαία. Χρησιμοποιήθηκε ποσότητα 0,1 gr από κάθε συσκευασία και ακολουθήθηκε πιστά το πρωτόκολλο της διαδικασίας. Έγινε επανάληψη της διαδικασίας με την εφαρμογή διαλύματος 0,1 gr του υλικού σε νερό και ακολούθως προσθήκη διαλύματος CTAB.

Με τη 2<sup>η</sup> μέθοδο ελέγχθηκαν σχεδόν όλες οι συσκευασίες βρεφικού γάλακτος σε σκόνη που καταγράφηκαν παραπάνω. Από τις συσκευασίες γάλακτος σε σκόνη 1<sup>ης</sup> βρεφικής ηλικίας χρησιμοποιήθηκε υλικό και από τις τρεις: **Similac Advance 1** (εικόνα 4α), **Humana** (εικόνα 5α) και **Novalac** (εικόνα 5β).



Εικόνα 5. α) Humana, β) Novalac.

Από τις συσκευασίες βρεφικού γάλακτος σε σκόνη 2<sup>ης</sup> βρεφικής ηλικίας, ελέγχθηκαν τρεις συσκευασίες: **Guigoz 2** (εικόνα 4β), **NAN 2** (εικόνα 6α) και **NATIVA 2** (εικόνα 6β). Η επιλογή τους έγινε λόγω αναγραφής στη συσκευασία συστατικών ύποπτων για γενετική τροποποίηση. Ένα από τα συστατικά του Guigoz 2 είναι το έλαιο καλαμποκιού, στην συσκευασία του NAN 2 αναφέρεται η λεκιθίνη σόγιας, ενώ τα ύποπτα συστατικά στο τρίτο προϊόν είναι η λεκιθίνη σόγιας και το σιρόπι γλυκόζης από καλαμπόκι.



Εικόνα 6. α) NAN 2, β) NATIVA 2.

Τέλος, ελέγχθηκαν και δύο συσκευασίες γάλακτος σε σκόνη για παιδιά από το 1<sup>ο</sup> έτος ηλικίας, Aptamil 3 (εικόνα 4γ) και Milumil 3 (εικόνα 7). Επιλέχθηκαν γιατί είναι οι συσκευασίες επιλογής και προτίμησης μεγάλου αριθμού γονέων. Στην περίπτωση αυτή εφαρμόστηκαν 4 επαναλήψεις.



Εικόνα 7. Milumil 3 – Γάλα σε σκόνη μετά το 1<sup>ο</sup> έτος ηλικίας.

Μόνο στην πρώτη ακολουθήθηκε πιστά το πρωτόκολλο διαδικασίας. Στις υπόλοιπες τρεις έγιναν διάφορες μικρές παραλλαγές, όπως λιγότερος χρόνος παραμονής των δειγμάτων στο υδατόλουτρο, μεγαλύτερη ποσότητα υλικού ή μεγαλύτερη ποσότητα των διαλυμάτων (αναφέρονται αναλυτικά παρακάτω). Δυστυχώς, και με αυτή τη μέθοδο δεν βρέθηκε γενετικό υλικό στα δείγματα.

Τέλος, τα δείγματα στάλθηκαν σε διαπιστευμένο εργαστήριο (Lab Supplies, Athens).

## 2.2. Γενική περιγραφή της διαδικασίας ποιοτικής ανίχνευσης γενετικής τροποποίησης

Η αρχική επεξεργασία των δειγμάτων που θα ελεγχθούν για την παρουσία γενετικής τροποποίησης, γίνεται σύμφωνα με την QE005. Ανάλογα με το είδος του δείγματος επιλέγεται ο κατάλληλος τρόπος ομογενοποίησης όπως και λήψης δείγματος εξέτασης και αποθήκευσης ενός τμήματος κατεργασμένου δείγματος. Στο σχεδιάγραμμα της εικόνας 14, περιγράφεται η διαδικασία ποιοτικής ανάλυσης των προς έλεγχο, δειγμάτων.

Η απομόνωση του φυτικού DNA γίνεται με τη μέθοδο CTAB ή άλλη πρόσφορη μέθοδος [First – Magnetic Food Kit method (ειδική για εξαγωγή DNA από τρόφιμα – προϊόντα γάλακτος)]. Ανάλογα με το είδος του δείγματος επιλέγεται η κατάλληλη OE:

1. στα δείγματα φυτικού πολλαπλασιαστικού υλικού, μη επεξεργασμένα ή ελαφρώς επεξεργασμένα τρόφιμα εφαρμόζεται η γενική μέθοδος CTAB (OE010).
2. στα δείγματα που περιέχουν λεκιθίνη ή έλαια εφαρμόζεται η μέθοδος CTAB με τη χρήση εξανίου (OE011).
3. στα δείγματα με αναμενόμενη χαμηλή περιεκτικότητα σε φυτικό DNA (π.χ. αλλαντικά και μπισκότα που περιέχουν συστατικά σόγιας, γλυκόζη κ.α.) εφαρμόζεται η OE014.
4. στα δείγματα που περιέχουν κακάο εφαρμόζεται η OE012.

Ο χαρακτηρισμός των απομονωμένων δειγμάτων DNA, όπως και η ποσοτική προσέγγισή τους, γίνεται σε ηλεκτροφόρηση με πηκτή αγαρόζης (OE030).

Ο έλεγχος των απομονωμένων δειγμάτων ως προς τη δυνατότητα ανίχνευσης φυτικού DNA γίνεται με τον πολλαπλασιασμό στην PCR (OE020) γονιδιακών περιοχών χαρακτηριστικών για το φυτικό γονιδίωμα. Υπάρχουν δύο επιλογές:

1. ανίχνευση οποιουδήποτε φυτικού DNA με τον πολλαπλασιασμό περιοχών που απαντώνται σε όλα τα φυτικά είδη (π.χ. γονίδια tRNA του χλωροπλάστη). Χρησιμοποιείται σε περίπτωση που τα εργαστήρια δεν διαθέτουν εκκινητές για τον πολλαπλασιασμό γονιδιακών για το συγκεκριμένο φυτικό είδος (όπως π.χ. το βαμβάκι) ή δεν είναι γνωστή η ακριβής σύσταση του προς έλεγχο δείγματος. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί, επίσης, στην περίπτωση που το δείγμα προς έλεγχο είναι «πολυσυστατικό», αποτελείται από υλικό διαφορετικών φυτικών ειδών ή σε περίπτωση ανάλυσης προϊόντων ζωικής προέλευσης (γάλα, γιαούρτι).
2. ανίχνευση DNA συγκεκριμένου φυτικού είδους το οποίο βασίζεται στον πολλαπλασιασμό περιοχών χαρακτηριστικών για τα γονιδίωμα του είδους (π.χ. περιοχή γονιδίου λεκτίνης για τη σόγια).

Στην περίπτωση θετικού αποτελέσματος στον έλεγχο αυτό (υπάρχει φυτικό DNA επαρκούς ποσότητας και ποιότητας) ακολουθεί η ανάλυση ως προς την ανίχνευση της γενετικής τροποποίησης.

Αν το αποτέλεσμα είναι αρνητικό (όχι πολλαπλασιασμός) γίνεται έλεγχος για την παρουσία αναστολέων δράσης της πολυμεράσης (PCR με εμβολιασμένο δείγμα, OE021). Στην περίπτωση μη ύπαρξης αναστολέων συμπεραίνεται πως στο συγκεκριμένο δείγμα δεν ανιχνεύεται φυτικό DNA.

Στην περίπτωση που υπάρχουν αναστολείς, ακολουθούνται τα παρακάτω βήματα:

1. αραίωση αρχικού δείγματος ή συμπληρωματικός καθαρισμός με στήλες τύπου Wizard (OE013) και στη συνέχεια επανάληψη του ελέγχου
2. γίνεται απομόνωση του DNA από το αποθηκευμένο ομογενοποιημένο δείγμα (με την ίδια ή διαφορετική διαδικασία) και ακολουθείται όλη η ροή των φάσεων ανάλυσης.

Όσον αφορά τη ανίχνευση γενετικής τροποποίησης με PCR γίνεται επιλογή των αντιδράσεων PCR ανάλογα με το είδος του δείγματος που πρέπει να αναλυθεί και τις απαιτήσεις του ερευνητή (OE001α, 001β, 001γ και 001δ). Σε γενικές γραμμές, αρχικά εφαρμόζεται η γενική μέθοδος ανίχνευσης, η οποία βασίζεται στην ανάλυση περιοχών ρυθμιστικών στοιχείων – αλληλουχία υποκινητή 35S και αλληλουχία τερματισμού NOS (OE001α ή 001β).

Στην περίπτωση θετικού αποτελέσματος, εκεί που είναι εφικτό και απαιτείται από τον ερευνητή, γίνεται ταυτοποίηση της συγκεκριμένης γενετικής τροποποίησης στο δείγμα (OE001γ και 001δ).

Για τα δείγματα που περιέχουν ή προέρχονται από άλλα φυτικά είδη, εκτός αυτών που αναφέρθηκαν, εφαρμόζεται η παρακάτω διαδικασία:

- ανίχνευση ελέγχου με βάση τον πολλαπλασιασμό περιοχής του γονιδίου tRNA του χλωροπλάστη
- ανίχνευση γενετικής τροποποίησης με βάση τον πολλαπλασιασμό περιοχής αλληλουχίας υποκινητή 35S ή / και αλληλουχίας τερματισμού NOS
- χρήση ως θετικού μάρτυρα του DNA από διαθέσιμα στο εργαστήριο υλικά αναφοράς.

**Αξιολόγηση και ερμηνεία των αποτελεσμάτων:** Αρχικά αξιολογούνται οι θετικοί και αρνητικοί μάρτυρες της αντίδρασης, οι οποίοι πρέπει να δίνουν το αναμενόμενο αποτέλεσμα.

**Θετικός μάρτυρας:** πρέπει να ανιχνεύεται προϊόν πολλαπλασιασμού αναμενόμενου μεγέθους. Δείχνει τη σωστή λειτουργία της αντίδρασης. Έλλειψη προϊόντος στο θετικό μάρτυρα υποδηλώνει τη λανθασμένη προετοιμασία της αντίδρασης μπορεί και από τυχαίο λάθος. Η δοκιμή ακυρώνεται και δεν αξιολογούνται τα δείγματα. Η



αντίδραση επαναλαμβάνεται και σε περίπτωση μη ορθής λειτουργίας του θετικού μάρτυρα και τη δεύτερη φορά, γίνεται διεύρυνση του προβλήματος. Σε περίπτωση που υπάρχει προϊόν πολλαπλασιασμού σε μία από τις δύο επαναλήψεις του θετικού μάρτυρα, η δοκιμή δεν ακυρώνεται και τα δείγματα αξιολογούνται εφόσον ως θετικός μάρτυρας χρησιμοποιείται DNA από γνωστό δείγμα (υλικό αναφοράς) με ΓΤ περιεκτικότητα % του ορίου ανίχνευσης.

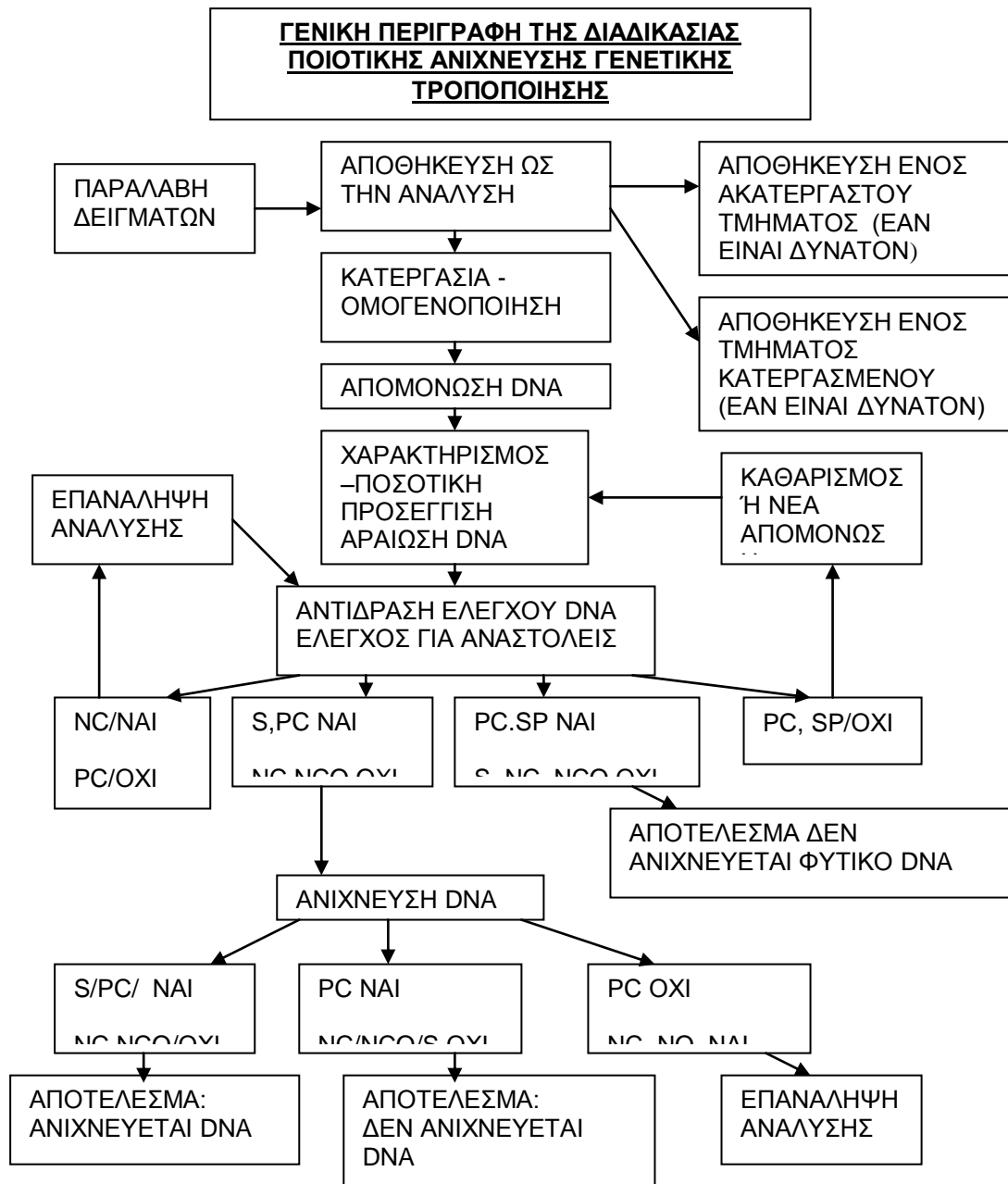
**Αρνητικός μάρτυρας εκχύλισης:** σε περίπτωση που ανιχνεύεται προϊόν πολλαπλασιασμού και στις δύο επαναλήψεις του μάρτυρα εκχύλισης επαναλαμβάνεται η διαδικασία απομόνωσης του DNA.

**Αρνητικός μάρτυρας της PCR:** στην περίπτωση ανίχνευσης προϊόντος πολλαπλασιασμού επαναλαμβάνεται η προετοιμασία των συστατικών της αντίδρασης. Αν το πρόβλημα παραμένει, γίνεται αντικατάσταση των αντιδραστηρίων ή ενεργοποιείται η σχετική ΟΕ αντιμετώπιση των επιμολύνσεων.

Μετά την αξιολόγηση των μαρτύρων, γίνεται αξιολόγηση του αποτελέσματος για το δείγμα.

- Ανιχνεύεται προϊόν πολλαπλασιασμού του ίδιου μεγέθους με αυτό του θετικού μάρτυρα. Στο δείγμα ανιχνεύεται το συγκεκριμένο γενετικό στοιχείο.
- Δεν ανιχνεύεται προϊόν πολλαπλασιασμού αναμενόμενου μήκους. Στο δείγμα δεν ανιχνεύεται το συγκεκριμένο γενετικό στοιχείο στο όριο ανίχνευσης της μεθόδου.

**Τελικό στάδιο:** τα δείγματά μας, είτε είναι αρνητικά είτε είναι θετικά για γενετική τροποποίηση θα σταλούν για επιβεβαίωση σε διαπιστευμένο εργαστήριο.



**Εικόνα 8.** Σχεδιάγραμμα διαδικασίας ποιοτικής ανάλυσης αντικειμένων προς δοκιμή.  
 S: δείγμα προς εξέταση  
 NC: αρνητικός μάρτυρας της PCR (νερό)  
 PC: θετικός μάρτυρας  
 SP: εμβολιασμένο δείγμα  
 NCO: αρνητικός μάρτυρας της διαδικασίας

## Μέθοδος CTAB

### Υλικά

- CTAB buffer
- RNase
- Μερκαπτοαιθανόλη
- Διάλυμα χλωροφορμίου – ισοαμυλικής αλκοόλης 24:1
- Ισοπροπανόλη
- Οξικό Αμμώνιο (Ammonium acetate)
- 70% και 95% αιθανόλη για τις πλύσεις

### Διαδικασία

Ζυγίζουμε 0,1 gr από κάθε δείγμα και το τοποθετούμε σε σωληνάρια (εικόνα 9α). Προσθέτουμε 800 μl CTAB buffer, 2μl RNase και 10 μl μερκαπτοαιθανόλη. Ανακινούμε καλά μέχρι να διαλυθεί η σκόνη και τοποθετώ τα σωληνάρια στο υδατόλουτρο (60 °C) για 20 λεπτά (εικόνα 9β).



**Εικόνα 9.** α) σωληνάρια. β) υδατόλουτρο

Έπειτα, βάζω σε κάθε σωληνάριο 10 μl διαλύματος χλωροφορμίου : ισοαμυλικής αλκοόλης (το διάλυμα παρασκευάζεται καθημερινά. Δημιουργούνται δύο φάσεις και πριν τη χρήση του γίνεται καλή ανακίνηση). Φυγοκεντρώ (εικόνα 10α) για 15 λεπτά στις 10.000 στροφές και μεταφέρουμε το υπερκείμενο σε καινούρια σωληνάρια. Προσθέτουμε 460 μl ισοπροπανόλης. Δημιουργούνται δυο φάσεις. Βάζουμε 200 μl οξείδιο του αμμωνίου, ανακινούμε και βάζουμε τα σωληνάρια στην κατάψυξη για μισή ώρα. Φυγοκεντρούμε ξανά στις 14.000 στροφές για 10 λεπτά. Πετάμε το υπερκείμενο και κάνουμε τις πλύσεις με τις αλκοόλες. Μετά το τελευταίο πλύσιμο πετάμε το υπερκείμενο και στεγνώνουμε στους 60 °C. Το υλικό είναι έτοιμο για την ηλεκτροφόρηση.



Εικόνα 10. α) Φυγόκεντρος. β) Υδατόλουτρο.

### ***Μέθοδος σύμφωνα με το First – Magnetic Food Kit***

#### Αρχή της μεθόδου

Η μέθοδος βασίζεται στη χημική λύση των κυττάρων, ακολουθούμενη από μαγνητικό διαχωρισμό του DNA. Τα κύτταρα πλένονται κατά τη διάρκεια δέσμευσής τους με τα μαγνητικά σωματίδια. Παρεμπόδιση της PCR από υπερφόρτωση με DNA αποφεύγεται με βελτιστοποίηση της ποσότητας των μαγνητικών σωματιδίων που απαιτούνται.

#### Υλικά

- Διάλυμα διαχωρισμού (Lysis buffer)
- Διάλυμα ενζύμων (Enzyme solution)
- Μαγνητικά σωματίδια (Magnetic beads)
- Διάλυμα πλύσης 1 (Washing buffer 1)
- Διάλυμα πλύσης 2 (Washing buffer 2)
- Διάλυμα πλύσης 3 (Washing buffer 3)

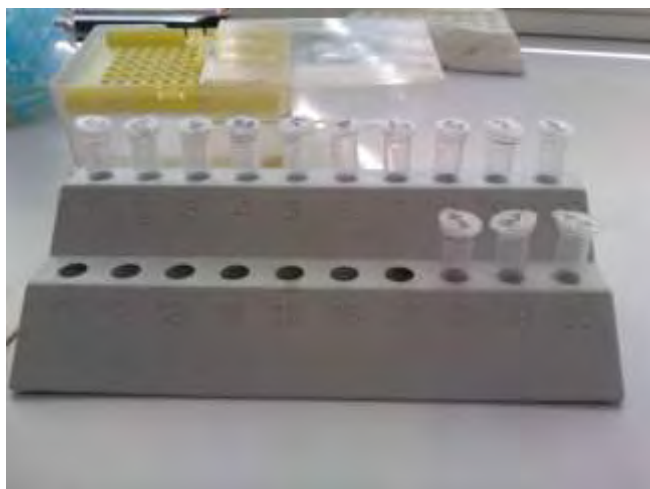
Όλα τα υλικά πρέπει να αποθηκεύονται στους 2 – 8 °C. Το διάλυμα διαχωρισμού και τα διαλύματα πλύσεων είναι φωτοευαίσθητα.

Πριν από κάθε χρήση τοποθετούνται για λίγη ώρα στον κλίβανο (37 °C).

#### Διαδικασία

Ζυγίζουμε 0,2 gr από κάθε γάλα και τα τοποθετούμε σε σωληνάρια eppendorf (εικόνα 11).

Προσθέτουμε 600 μl lysis buffer και 100 μl ενζύμου και ανακινούμε καλά μέχρι να διαλυθεί η σκόνη και να δημιουργηθεί ένα ομοιόμορφο μείγμα. Τοποθετούμε τα σωληνάρια στο υδατόλουτρο (εικόνα 10β) για 1 ώρα (65 °C). Στη συνέχεια φυγοκεντρούμε τα δείγματα στις 12.000 στροφές για 10 λεπτά.



**Εικόνα 11.** Σωληνάρια (tubes).

ακολουθώντας, μεταφέρουμε 400 μl από το υπερκείμενο σε καθαρά σωληνάρια. Προσθέτουμε 50 μl από τα μαγνητικά σωματίδια και 200 μl EtOH και τα αναμειγνύουμε. Τα αφήνουμε για 2 λεπτά και ετοιμάζουμε καθαρά σωληνάρια για τα



**Εικόνα 12.** α) μαγνητικό πεδίο β) Διαχωρισμός υλικού από τα διαλύματα (washing buffer) μέσω μαγνητικού πεδίου.

πλυσίματα. Τοποθετούμε τα σωληνάρια στο μαγνητικό πεδίο (εικόνα 12α και β). Μαζεύουμε με την πιπέτα όλο το υγρό και τοποθετούμε 800 μl από το διάλυμα πλύσης 1. Ανακινούμε καλά και βάζουμε τα σωληνάρια πάλι στο μαγνητικό πεδίο. Αφαιρούμε πάλι όλο το υγρό και ρίχνουμε 800 μl από το διάλυμα πλύσεως 2 (εικόνα 13). Ανακινούμε καλά, τοποθετούμε στο μαγνητικό πεδίο τα σωληνάρια και αφαιρούμε όλο το υγρό.



**Εικόνα 13.** Διαλύματα που χρησιμοποιούνται στη μέθοδο.

Ρίχνουμε 400 μl από το διάλυμα πλυσίματος 3 και επαναλαμβάνουμε τη διαδικασία. Έπειτα τοποθετούμε 50 μl απεσταγμένο νερό, ανακινούμε καλά και βάζουμε τα δείγματα στο υδατόλουτρο για 10 λεπτά. Τέλος, τοποθετούμε τα σωληνάρια στο μαγνητικό πεδίο, αφαιρούμε το υγρό και το τοποθετούμε σε καινούρια tubes. Τα δείγματα είναι έτοιμα για ηλεκτροφόρηση (εικόνα 14). Αν δεν χρησιμοποιήσουμε αμέσως τα δείγματα μπορούμε να τοποθετήσουμε τα σωληνάρια στην κατάψυξη.



**Εικόνα 14.** Μηχάνημα ηλεκτροφόρησης.

### 2.3. Αλυσιδωτή Αντίδραση Πολυμεράσης

Η **Αλυσιδωτή Αντίδραση Πολυμεράσης** (Polymerase Chain Reaction, PCR) αποτελεί μια πρόσφατη επαναστατική ανακάλυψη της μοριακής βιολογίας (Mullis, 1982) η οποία σταδιακά αποκτά συνεχώς διευρυνόμενες κλινικές και διαγνωστικές εφαρμογές. Η PCR είναι μια σχετικά απλή μέθοδος πολλαπλασιασμού μιας επιλεγμένης από τους εκκινητές αλληλουχίας DNA με τη βοήθεια του ενζύμου πολυμεράση και επιτυγχάνεται με επαναλαμβανόμενους κύκλους τριών διαδοχικών αντιδράσεων που επιτελούνται σε διαφορετική θερμοκρασία. Η τεχνική θεωρείται εξαιρετικά ευαίσθητη δεδομένου ότι το τελικό προϊόν της μετά από 30 – 40 κύκλους ανέρχεται στο ένα δισεκατομμύριο αντίγραφο της αρχικής αλληλουχίας. Οι παραλλαγές της τεχνικής PCR που αναπτύχθηκαν σταδιακά ικανοποιούν διαφορετικές εργαστηριακές απαιτήσεις που σχετίζονται με την ευαισθησία, τη σύγκριση και ποσοτικοποίηση, την ειδικότητα και την ακρίβεια της τεχνικής. Οι εφαρμογές της μεθόδου εκτείνονται από την ανίχνευση και τυποποίηση παθογόνων παραγόντων με ιδιαίτερη έμφαση στους ιούς και την ανίχνευση μεταλλάξεων σε κρίσιμα γονίδια που σχετίζονται με την καρκινογένεση ή την κληρονομική προδιάθεση ασθενειών μέχρι την έκφραση γονιδίων, τη γονοτυπική ανάλυση αντιγόνων ιστοσυμβατότητας και τη δραστηριότητα της τελομεράσης. Το εύρος των εφαρμογών και οι αυξανόμενες γνώσεις της επιστημονικής κοινότητας για τη δομή και λειτουργικότητα του γενετικού υλικού τα τελευταία χρόνια συνηγορούν ότι η PCR θα αποτελεί αναπόσπαστο στοιχείο διαγνωστικής και ερευνητικής χρήσης.

Όσον αφορά στην ανίχνευση γενετικά τροποποιημένων οργανισμών, θα πρέπει πρώτα να γίνει έλεγχος της ποιότητας της αλληλουχίας του DNA που απομονώθηκε. Ο έλεγχος αυτός γίνεται με την **αντίδραση ελέγχου** (control PCR), δηλαδή των πολλαπλασιασμό γονιδιακών περιοχών χαρακτηριστικών για το φυτικό γονιδίωμα.

Υπάρχει δυνατότητα είτε για ανίχνευση οποιουδήποτε φυτικού DNA είτε για ανίχνευση αλληλουχίας DNA χαρακτηριστικής για το συγκεκριμένο είδος. Η πρώτη περίπτωση χρησιμοποιείται σε εργαστήρια που δεν διαθέτουν εκκινητές για πολλαπλασιασμό γονιδίων για το συγκεκριμένο φυτικό είδος ή δεν υπάρχουν αρκετές πληροφορίες για την ακριβή σύσταση του δείγματος που ελέγχεται. Έτσι, το φυτικό DNA ανιχνεύεται με πολλαπλασιασμό περιοχών που απαντώνται σε όλα τα φυτικά είδη. Επίσης, χρησιμοποιείται και όταν το δείγμα αποτελείται από πολλά και διαφορετικά είδη και όταν αναλύονται προϊόντα ζωικής προέλευσης (γάλα, γιαούρτι).

Στην δεύτερη περίπτωση, γίνεται ανίχνευση DNA χαρακτηριστικού για το συγκεκριμένο είδος, επομένως υπάρχει σε όλες τις ποικιλίες.

#### ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

Η PCR χρησιμοποιείται για να ενισχύσει ένα συγκεκριμένο κομμάτι μιας αλληλουχίας DNA (DNA στόχος) *in vitro* με τη χρήση θερμοάαντοχης DNA πολυμεράσης. Με την τεχνική αυτή επιτυγχάνεται σύνθεση πολλών αντιγράφων (της τάξης του  $10^6$ ) της συγκεκριμένης περιοχής (π.χ. ενός γονιδίου). Τα υλικά (πίνακας 32) που απαιτούνται για τη μέθοδο είναι:

- Δείγμα του DNA που περιέχει την περιοχή – στόχο που πρέπει να ενισχυθεί
- Δύο εκκινητές (primers), δηλαδή, συνθετικά μονόκλιωνα ολιγονουκλεοτίδια, που είναι συμπληρωματικά στις αμφίπλευρες περιοχές της αλληλουχίας – στόχος, προσκολλώντας το καθένα στη μία από τις δύο αλυσίδες του DNA. Οι εκκινητές υβριδοποιούνται με τα δύο άκρα του DNA στόχου και η πολυμεράση, χρησιμοποιώντας ως καλούπι και τις δύο αλυσίδες του DNA, συνθέτει πολλά αντίγραφα της καθορισμένης περιοχής. Το βέλτιστο μήκος

των εκκινητών είναι 15 – 30 νουκλεοτίδια, ενώ η χρήση εκκινητών μικρότερου μήκους μπορεί να οδηγήσει στη δημιουργία μη ειδικών προϊόντων πολλαπλασιασμού.

- Ταq πολυμεράση ή μια άλλη DNA πολυμεράση με βέλτιστη θερμοκρασία γύρω στους 70°C
- Δεοξυριβονουκλεοτίδια (dNTPs) από τα οποία η DNA πολυμεράση συνθέτει την καινούρια αλυσίδα του DNA
- Ρυθμιστικό διάλυμα ορισμένου pH για βέλτιστη ενεργότητα και σταθερότητα της DNA πολυμεράσης και
- Ιόντα μαγνησίου (Mg<sup>++</sup>) που είναι απαραίτητα για τη λειτουργία του ενζύμου.

Υπάρχουν διάφορες μέθοδοι απομόνωσης DNA: CTAB, με στήλες Wizard κτλ. Στο εμπόριο διατίθενται έτοιμα σετ αντιδραστηρίων για την εκχύλιση DNA (kit). Η ποσοτικοποίηση του DNA γίνεται:

1. με **ηλεκτροφόρηση**, συγκρίνοντας την ένταση της ζώνης με αυτή γνωστού δείγματος DNA δεδομένης ποσότητας
2. **φωτομετρικά**, μετρώντας την απορρόφηση σε μήκος κύματος 260 και 280 nm.

**Αρχή της μεθόδου** (Μαυρομάτης & Αθανασούλη, 2004): Η μέθοδος βασίζεται στην ανίχνευση συγκεκριμένων περιοχών DNA (primers) στα δείγματα προς ανάλυση. Το αποτέλεσμα δείχνει την παρουσία ή απουσία γενετικών στοιχείων που αφορούν τη γενετική τροποποίηση, σε σύγκριση με κατάλληλους μάρτυρες και εντός της περιοχής ανίχνευσης της μεθόδου στο συγκεκριμένο δείγμα, το οποίο αναλύεται.

Οι μάρτυρες χωρίζονται σε θετικό και αρνητικό μάρτυρα.

**Θετικός μάρτυρας:** αποτελείται από DNA, από CRM (αν αυτό είναι διαθέσιμο) ή από γνωστό θετικό δείγμα. Επιδιώκεται η περιεκτικότητα της γενετικής τροποποίησης να είναι στο επίπεδο του ορίου ανίχνευσης, όπως αυτό προκύπτει από την επαλήθευση της μεθόδου.

**Αρνητικοί μάρτυρες:** μπορεί να είναι κάποιος από τους παρακάτω:

- αρνητικό δείγμα, το οποίο περιέχει φυτικό DNA (κατά προτίμηση του ίδιου είδους), το οποίο είναι ελεύθερο γενετικής τροποποίησης. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί υλικό αναφοράς με περιεκτικότητα γενετικής τροποποίησης στο επίπεδο 0% ή γνωστό μη γενετικά τροποποιημένο δείγμα. Το αποτέλεσμα ανάλυσης αυτού του μάρτυρα (δεν περιέχει το DNA στόχο) πρέπει να είναι αρνητικό.
- Μάρτυρας της διαδικασίας εκχύλισης DNA (extraction control), το οποίο είναι «λευκό» δείγμα, που επεξεργάζεται σε όλα τα στάδια της διαδικασίας απομόνωσης DNA, παράλληλα με το προς ανάλυση δείγμα. Ο μάρτυρας χρησιμοποιείται για την επιβεβαίωση ότι δεν γίνεται επιμόλυνση στη διαδικασία απομόνωσης του DNA. Σε κάθε ομάδα δειγμάτων, που επεξεργάζονται ταυτόχρονα, περιλαμβάνεται ένας μάρτυρας εκχύλισης. Το σωληνάριο για το μάρτυρα εκχύλισης επεξεργάζεται τελευταίο στη σειρά.

Παράλληλα, στη αντίδραση περιλαμβάνεται και ο μάρτυρας ελέγχου των συστατικών της αντίδρασης και της διαδικασίας προετοιμασίας της αντίδρασης (αρνητικός μάρτυρας της PCR). Ο μάρτυρας αυτός περιέχει όλα τα συστατικά της αντίδρασης, εκτός από το DNA στόχο. Αντί για το DNA στο μίγμα προστίθενται αντίστοιχος όγκος νερού. Χρησιμοποιείται περίπου ένας αρνητικός μάρτυρας ανά κάθε δέκα αντιδράσεις.



Η αντίδραση πραγματοποιείται από μια σειρά 25 – 50 επαναλαμβανόμενων θερμοκρασιακών αλλαγών που ονομάζονται κύκλοι (εικόνα 15). Κάθε κύκλος αποτελείται από 2 – 3 διακριτά στάδια θερμοκρασίας. Οι περισσότερες αντιδράσεις συντελούνται σε κύκλους που έχουν τρία διαφορετικά βήματα θερμοκρασίας:

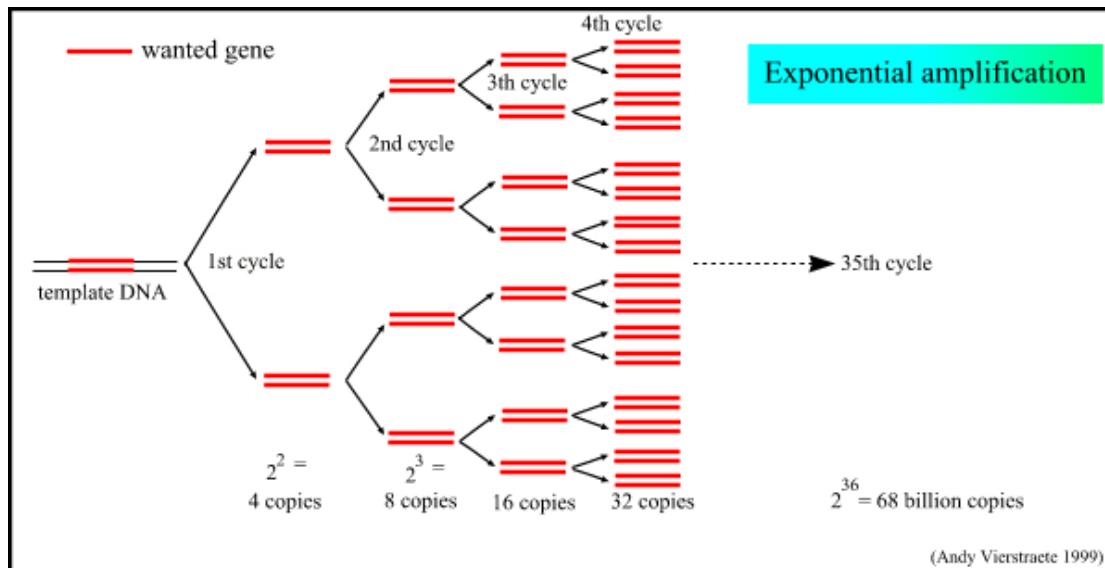
- **Μετουσίωση** (denaturation): είναι το πρώτο βήμα και περιλαμβάνει τήξη του DNA, δηλαδή, διάσπαση των δεσμών υδρογόνου μεταξύ των βάσεων της αλυσίδας και δημιουργία μονόκλωνου DNA. Αυτό γίνεται σε θερμοκρασία 91 – 97 °C.
- **Υβριδοποίηση των εκκινητών** (annealing): η θερμοκρασία αντίδρασης μειώνεται στους 40 – 60 °C και οι εκκινητές προσκολλώνται στη μονόκλωνη αλυσίδα του DNA. Σ' αυτό το βήμα η θερμοκρασία είναι πολύ σημαντική για την ειδικότητα της αντίδρασης και εξαρτάται από τη θερμοκρασία τήξεως ( $T_m$ ) των εκκινητών.
- **Σύνθεση / επιμήκυνση καινούριας αλυσίδας** (extension): στο βήμα αυτό πολυμεράση προσθέτει στο άκρο κάθε εκκινητή συμπληρωματικά ως προς το υπάρχον μόριο νουκλεοτίδια. Βέλτιστη θερμοκρασία στους 70 – 74 °C.



Εικόνα 15. Συσκευή PCR.

Μετά από κάθε κύκλο παρατηρείται εκθετική αύξηση των αντιγράφων της περιοχής του DNA που μας ενδιαφέρει (εικόνα 16). Το τελικό στάδιο ονομάζεται στάδιο τελικής επιμήκυνσης, γίνεται σε θερμοκρασία 70 – 74 °C για 5 – 15 λεπτά και είναι για τα «μη ολοκληρωμένα» προϊόντα (πίνακας 33).

Η αντίδραση είναι ευαίσθητη, ειδική και με μεγάλο ποσοστό επαναληψιμότητας, αλλά λόγω ευαισθησίας υπάρχει κίνδυνος επιμόλυνσης. Έτσι, πρέπει να χρησιμοποιούνται πάντα αρνητικοί μάρτυρες διαφορετικών τύπων (νερό, DNA από μη γενετικά τροποποιημένο υλικό κ.α.).



Εικόνα 16. Η εκθετική αύξηση της αλληλουχίας του επιθυμητού DNA με τη μέθοδο της PCR.

## Παράγοντες που επηρεάζουν την PCR

Οι παράγοντες που επηρεάζουν τη μέθοδο της Αλυσιδωτής Αντίδρασης Πολυμεράσης είναι:

1. **Θερμοκρασία και χρόνος μετουσίωσης.** Το δίκλωνο DNA μετατρέπεται σε μονόκλωνο, έτσι ώστε να γίνει εφικτή η υβριδοποίηση των εκκινητών στις αντίστοιχες συμπληρωματικές περιοχές, καθώς και η σύνθεση της νέας αλυσίδας από την πολυμεράση. Η μετατροπή των δίκλωνων αλυσίδων σε μονόκλωνες γίνεται με θέρμανση του DNA σε υψηλές θερμοκρασίες. Έπειτα, ακολουθεί ταχεία ψύξη του δείγματος, ώστε τα μετουσιωμένα μόρια να μην συνδεθούν ξανά. Το στάδιο μετουσίωσης πραγματοποιείται στους 91 – 97 °C. Εφόσον είναι γνωστό ότι η θερμοάντοχη Taq πολυμεράση είναι χρόνο ημίσειας ζωής 30 λεπτά στους 95 °C, ο χρόνος μετουσίωσης συνολικά δεν πρέπει να ξεπερνά τα 30 λεπτά.
2. **Θερμοκρασία υβριδοποίησης και σχεδιασμός εκκινητών.** Το στάδιο υβριδοποίησης των εκκινητών στις αφίπλευρες περιοχές του DNA στόχου είναι το πιο κρίσιμο για την ειδικότητα της αντίδρασης και για την επιτυχία του πολλαπλασιασμού. Αν η υβριδοποίηση πραγματοποιείται σε χαμηλή θερμοκρασία, υπάρχει κίνδυνος δημιουργίας μη ειδικών προϊόντων. Η αύξηση της θερμοκρασίας υβριδοποίησης των εκκινητών οδηγεί σε υψηλότερη ειδικότητα και ευαισθησία της μεθόδου. Το επιθυμητό είναι η υβριδοποίηση των εκκινητών στην υψηλότερη δυνατή θερμοκρασία. Ο τρόπος προσδιορισμού της βέλτιστης θερμοκρασίας υβριδοποίησης των εκκινητών περιλαμβάνει τη θερμοκρασία τήξεως (melting temperature,  $T_m$ ) των εκκινητών. Το  $T_m$  αναφέρεται στη θερμοκρασία στην οποία ο εκκινητής διατηρεί τη δίκλωνη δομή του κατά το ήμισυ. Η θερμοκρασία τήξεως των εκκινητών εξαρτάται από το μήκος και τη σύστασή τους. Η θερμοκρασία υβριδοποίησης των εκκινητών στην αντίδραση υπολογίζεται ως 5 °C κάτω από τη χαμηλότερη θερμοκρασία τήξεως από το ζεύγος εκκινητών που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί στην PCR. Φαίνεται, λοιπόν, πόσο σημαντική είναι η σωστή επιλογή των κατάλληλων εκκινητών, που θα εξασφαλίσουν τον αποτελεσματικό πολλαπλασιασμό του συγκεκριμένου DNA στόχου. Οι

κανόνες που πρέπει να τηρούνται για το σχεδιασμό των εκκινητών για την PCR, είναι:

- το μήκος των εκκινητών να είναι 15 – 30 βάσεις νουκλεοτιδίων.
- ο εκκινητής να έχει 40 – 60% περιεκτικότητα σε βάσεις (G + C).
- το 3' άκρο στο μόριο του εκκινητή να περιέχει G ή C ή CG ή GC. Το τελευταίο, λόγω σταθερής υβριδοποίησης των νουκλεοτιδίων G και C, αυξάνει την αποτελεσματικότητα της υβριδοποίησης των εκκινητών στο DNA στόχο και της έναρξης του πολυμερισμού.
- η θερμοκρασία τήξεως να είναι 55 – 80 °C.
- η θερμοκρασία τήξεως να είναι περίπου ίδια και για τους δύο εκκινητές (με διαφορά 2 – 4 °C).
- οι αλληλουχίες των δύο εκκινητών δεν πρέπει να είναι συμπληρωματικές μεταξύ τους και ειδικότερα το 3' άκρο τους (δεν πρέπει να υβριδίζονται μεταξύ τους).
- αποφυγή της αυτο-συμπληρωματικότητας του εκκινητή (self-complementarity). Ο εκκινητής δεν πρέπει να σχηματίζει δευτεροταγείς δομές, όπως π.χ. τις λεγόμενες «φουρκέτες».
- εκτός από την επιδιωκόμενη θερμοκρασία τήξεως, οι εκκινητές πρέπει να έχουν αρκετά σύνθετη και μοναδική αλληλουχία, έτσι ώστε η πιθανότητα οι εκκινητές να προσδεθούν και να υβριδοποιηθούν σε άλλες αλληλουχίες (εκτός από αυτή του DNA στόχου) να είναι μικρή.

Με βάση αυτούς τους κανόνες γίνεται ο σχεδιασμός των κατάλληλων εκκινητών για PCR, με τη βοήθεια ειδικών λογισμικών προγραμμάτων.

3. **Θερμοκρασία και χρόνος σύνθεσης της νέας αλυσίδας.** Αν και η θερμοάντοχη DNA πολυμεράση λειτουργεί και σε χαμηλότερες θερμοκρασίες, η βέλτιστη θερμοκρασία λειτουργίας της είναι 70 – 74 °C. Η διάρκεια του σταδίου σύνθεσης εξαρτάται από το μήκος του DNA στόχου. Λαμβάνοντας υπόψη ότι η πολυμεράση έχει την ικανότητα να συνθέτει περίπου 100 βάσεις νουκλεοτιδίων / δευτερόλεπτο (στις βέλτιστες θερμοκρασίες λειτουργίας), επιλέγεται ο χρόνος της σύνθεσης της νέας αλυσίδας, ανάλογα με το μήκος του τμήματος DNA, που θέλουμε να πολλαπλασιάσουμε.
4. **Ρυθμιστικό διάλυμα λειτουργίας της πολυμεράσης.** Η πολυμεράση διατίθεται στο εμπόριο μαζί με το αντίστοιχο συμπυκνωμένο ρυθμιστικό διάλυμα για τη λειτουργία του.
5. **Συγκέντρωση ιόντων μαγνησίου.** Τα ιόντα μαγνησίου επηρεάζουν την υβριδοποίηση των εκκινητών, την θερμοκρασία τήξης του DNA, την ειδικότητα του προϊόντος, τη δραστηριότητα και την ακρίβεια λειτουργίας του ενζύμου. Στην PCR, ως πηγή ελεύθερων ιόντων μαγνησίου, χρησιμοποιείται το MgCl<sub>2</sub>. Ανάλογα με το συγκεκριμένο συνδυασμό DNA εκμαγείο – εκκινητές, η βέλτιστη συγκέντρωση του MgCl<sub>2</sub> κυμαίνεται από 0,5 – 4 mM. Για το λόγο αυτό, η πολυμεράση συνοδεύεται επίσης από διάλυμα MgCl<sub>2</sub>. Για κάθε αντίδραση PCR που πραγματοποιείται, πρέπει να υπάρχει η κατάλληλη συγκέντρωση MgCl<sub>2</sub>.

Πίνακας 32. Τα συστατικά της αντίδρασης PCR.

Συστατικά της αντίδρασης	Ποσότητα που χρησιμοποιείται
10 X ρυθμιστικό διάλυμα	1 X
Taq DNA πολυμεράση	0,5 – 2 Units
Εκκινητές	0,1 – 1 $\mu$ M
Μίγμα νουκλεοτιδίων (dNTP)	50 – 300 $\mu$ M
MgCl <sub>2</sub>	0,5 – 4 mM
DNA	1 pg – 1 mg
Νερό	-

Πίνακας 33. Συνθήκες πολλαπλασιασμού (θερμικό προφίλ αντίδρασης).

Στάδιο	Θερμοκρασία ( $^{\circ}$ C)	Χρόνος (min)	Διαδικασία
1	91 – 97	3 – 5	Αρχική μετουσίωση
2	91 – 97	0,5 – 1	Μετουσίωση
3	40 – 60	0,5 – 1	Υβριδοποίηση εκκινητών
4	70 – 74	0,5 – 3	Σύνθεση DNA
5	Στάδια 2 – 4	-	Επανάληψη σταδίων 2 – 4, 29 – 49 φορές
6	70 – 74	3 – 10	Τελική επιμήκυνση
7	4 – 10	Για πάντα	Τέλος / αποθήκευση



**Εικόνα 17.** Ποσοτικοποίηση και έλεγχος παρουσίας της επιθυμητής ζώνης DNA σε δείγματα βρεφικού γάλακτος

