



ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ  
ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ  
ΤΡΟΦΙΜΩΝ & ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ

ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

«ΟΡΡΟΣ ΓΑΛΑΚΤΟΣ ΚΑΙ ΟΙ ΧΡΗΣΕΙΣ ΤΟΥ ΣΤΗ  
ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ»

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΧΑΡΙΤΟΥ ΓΕΩΡΓΙΑ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

κος ΒΑΡΖΑΚΑΣ ΘΕΟΔΩΡΟΣ

ΚΑΛΑΜΑΤΑ

2018



## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Για την πραγμάτωση της πτυχιακής μου μελέτης συνέβαλλαν κάποιοι άνθρωποι που χωρίς την πολύτιμη βοήθειά τους δεν θα μπορούσα να την ολοκληρώσω. Κατά κύριο λόγο, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή της πτυχιακής μου, κ. Θεόδωρο Βαρζάκα, διότι με συμβούλευε και με καθοδηγούσε καθ' όλη τη διάρκεια της διεκπόνησής της. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου και τους φίλους μου για την στήριξη και την κατανόηση τους. Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τη θεία μου, Ρούλα, που μου έμαθε να επιμένω στα δύσκολα.



# ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα πτυχιακή μελέτη παρατίθενται τρόποι αξιοποίησης του ορρού γάλακτος στη βιομηχανία τροφίμων καθώς και μέθοδοι επεξεργασίας του. Στα πρώτα κεφάλαια αναφέρονται γενικά στοιχεία για την τυροκομία, ενώ στα δύο τελευταία αναλύονται οι τρόποι επεξεργασίας του ορρού και οι χρήσεις του.

Μέχρι πριν από λίγες δεκαετίες η αξιοποίηση του ορρού γάλακτος ήταν ένα σοβαρό πρόβλημα για τη γαλακτοβιομηχανία, καθώς αποτελούσε ένα άχρηστο και επιβλαβές προϊόν για το περιβάλλον. Στις μέρες μας, η υψηλή θρεπτική και βιολογική του αξία έχει αναγνωριστεί και η χρήση του έχει καθιερωθεί στη διατροφή των ανθρώπων και των ζώων.

Ο ορρός γάλακτος, ένα παραπροϊόν της γαλακτοκομικής βιομηχανίας, περιέχει πολλά πολύτιμα συστατικά, ιδιαίτερα διαλυτές πρωτεΐνες (π.χ. β-λακτοσφαιρίνη, α-γαλακτοαλβουμίνη, ανοσοσφαιρίνη), είναι ευρέως αποδεκτός ως συστατικό σε διάφορες συνθέσεις τροφίμων (π.χ. ζαχαροπλαστική, αρτοσκευάσματα, συμπληρώματα υγείας και αθλητισμού) και βρίσκεται κατά κύριο λόγο σε ξηρή μορφή. Τα προϊόντα ορρού γάλακτος διαθέτουν τις κατάλληλες διατροφικές (π.χ. αμινοξέα), δραστικές (π.χ. ζελατινοποίησης, αφρισμού) και βιολογικές (π.χ. αντιμικροβιακές) ιδιότητες για την υγεία. Παρακάτω θα αναφερθούν οι εφαρμογές του ορρού γάλακτος, οι οποίες είναι πολλές και αυξάνονται συνεχώς, ως αποτέλεσμα της τεχνολογικής ανάπτυξης και της επιστημονικής εξέλιξης.

## Λέξεις – Κλειδιά

Ορρός γάλακτος, τυρόγαλα, πρωτεΐνες ορρού γάλακτος, τεχνολογίες επεξεργασίας.



## **ABSTRACT**

In this present study are mentioned ways of utilization of whey in the food industry as well as methods of processing. The first chapters are mentioned general data on cheese production, while the last two analyze the methods of processing whey and its uses

Just a few decades ago, the use of whey was a serious problem for the dairy industry as it was a useful and harmful product for the environment. Nowadays, its high nutritional and biological value has been recognized and its use has been established in the diet of humans and animals.

Whey, a by-product of the dairy industry, contains many valuable ingredients, particularly soluble proteins (e.g.  $\beta$ -lactoglobulin,  $\alpha$ -galactoalbumin and immunoglobulin). It is widely accepted as a food ingredient in various food compositions (e.g. confectionery, pastries, health and sports supplements) and is mainly in dry form. Whey products have appropriate nutritional (e.g., amino acids), active (e.g., gelatinization, fluorescence) and biological (e.g., antimicrobial) health properties. The applications of whey are many and are constantly increasing as a result of technological development and scientific development.

## **Keywords**

Whey, Cheese whey, whey proteins, Processing technologies.





# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ 1

---

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΤΥΡΟΚΟΜΙΑ 3

---

### 1.1 ΟΡΙΣΜΟΣ 3

### 1.2 ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΤΥΡΙΟΥ 6

### 1.3 ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΓΑΛΑΚΤΟΣ 7

#### 1.3.1 ΚΥΡΙΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΤΟΥ ΓΑΛΑΚΤΟΣ 10

### 1.4 ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΤΥΡΙΩΝ 13

#### 1.4.1 ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΓΑΛΑΚΤΟΣ 14

#### 1.4.2 ΠΗΞΗ ΓΑΛΑΚΤΟΣ 14

#### 1.4.3 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΥΡΟΠΗΓΜΑΤΟΣ 15

#### 1.4.4 ΩΡΙΜΑΝΣΗ ΤΥΡΙΩΝ 16

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. Ο ΟΡΡΟΣ ΓΑΛΑΚΤΟΣ 17

---

### 2.1 ΟΡΙΣΜΟΣ 17

### 2.2 ΤΥΠΟΙ ΟΡΡΟΥ ΓΑΛΑΚΤΟΣ 17

### 2.3 ΣΥΣΤΑΣΗ ΟΡΡΟΥ ΓΑΛΑΚΤΟΣ 18

#### 2.3.1 ΛΑΚΤΟΖΗ 20

#### 2.3.2 ΠΡΩΤΕΪΝΕΣ ΤΟΥ ΟΡΡΟΥ ΓΑΛΑΚΤΟΣ 21

#### 2.3.3 ΜΕΤΑΛΛΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ 22

#### 2.3.4 ΒΙΤΑΜΙΝΕΣ 23

#### 2.3.5 ΛΙΠΟΣ 23

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΟΥ ΟΡΡΟΥ ΓΑΛΑΚΤΟΣ ΜΕ ΜΕΜΒΡΑΝΕΣ**

---

**24**

<b>3.1 Η ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΤΩΝ ΜΕΜΒΡΑΝΩΝ ΣΤΗΝ ΤΥΡΟΚΟΜΙΑ</b>	<b>24</b>
3.1.1 ΤΥΠΟΙ ΜΕΜΒΡΑΝΗΣ	26
3.1.2 ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗ ΩΣΜΩΣΗ (RO)	29
3.1.3 ΝΑΝΟΔΙΗΘΗΣΗ (NF)	30
3.1.4 ΥΠΕΡΔΙΗΘΗΣΗ	31
3.1.5 ΜΙΚΡΟΔΙΗΘΗΣΗ	31
<b>3.2 ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΟΡΡΟΥ ΓΑΛΑΚΤΟΣ</b>	<b>32</b>
3.2.1 ΑΝΑΚΤΗΣΗ ΚΑΖΕΪΝΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΣ ΛΙΠΟΥΣ	32
3.2.2 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΤΩΝ ΟΛΙΚΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ ΚΑΙ ΞΗΡΑΝΣΗ	33
<b>3.3 ΑΝΑΚΤΗΣΗ ΠΡΩΤΕΪΝΩΝ</b>	<b>35</b>
3.3.1 ΑΝΑΚΤΗΣΗ ΠΡΩΤΕΪΝΗΣ ΜΕ ΥΠΕΡΔΙΗΘΗΣΗ	35
3.3.2 ΑΠΟΒΟΥΤΥΡΩΣΗ ΠΡΩΤΕΪΝΙΚΩΝ ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΑΤΩΝ ΟΡΡΟΥ ΓΑΛΑΚΤΟΣ	38
3.3.3 ΑΝΑΚΤΗΣΗ ΜΕΤΟΥΣΙΩΜΕΝΗΣ ΠΡΩΤΕΪΝΗΣ	39
<b>3.4 ΑΝΑΚΤΗΣΗ ΛΑΚΤΟΖΗΣ</b>	<b>41</b>
3.4.1 ΚΡΥΣΤΑΛΛΩΣΗ	41
3.4.2 ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΞΗΡΑΝΣΗ	43
<b>3.5 ΑΦΑΛΑΤΩΣΗ ΟΡΡΟΥ ΓΑΛΑΚΤΟΣ</b>	<b>44</b>
3.5.1 ΜΕΡΙΚΗ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗ ΜΕ ΝΑΝΟΔΙΗΘΗΣΗ	44
3.5.2 ΗΛΕΚΤΡΟΔΙΑΛΥΣΗ	45

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΧΡΗΣΕΙΣ ΣΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ**

---

**47**

<b>4.1 ΚΡΕΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΚΡΕΑΤΟΣ</b>	<b>47</b>
<b>4.2 ΑΡΤΟΠΟΙΑ</b>	<b>48</b>
4.2.1 ΚΕΙΚ	49
4.2.2 ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΧΩΡΙΣ ΓΛΟΥΤΕΝΗ	50
4.2.3 ΨΩΜΙ	50
4.2.4 ΜΠΙΣΚΟΤΑ	51
4.2.5 ΜΠΑΡΕΣ ΔΗΜΗΤΡΙΑΚΩΝ	51

<b>4.3 ΓΑΛΑΚΤΟΚΟΜΙΚΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ</b>	<b>52</b>
4.3.1 ΓΙΑΟΥΡΤΙ	52
4.3.2 ΡΟΦΗΜΑΤΑ ΣΟΚΟΛΑΤΑΣ	53
4.3.3 ΠΑΓΩΤΑ	54
4.3.4 ΤΥΡΙΑ	55
<b>4.4 ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΖΑΧΑΡΟΠΛΑΣΤΙΚΗΣ</b>	<b>56</b>
4.4.1 ΖΑΧΑΡΩΔΗ ΠΡΟΪΟΝΤΑ	56
4.4.2 ΖΑΧΑΡΩΤΑ	57
<b>4.5 ΒΡΕΦΙΚΕΣ ΤΡΟΦΕΣ</b>	<b>57</b>
4.5.1 ΚΛΑΣΣΙΚΗ ΣΥΝΤΑΓΗ	58
4.5.2 ΣΥΝΤΑΓΗ ΓΙΑ ΠΑΙΔΙΑ ΠΟΥ ΓΕΝΝΗΘΗΚΑΝ ΠΡΟΩΡΑ	59
4.5.3 ΣΥΝΤΑΓΗ ΓΙΑ ΜΕΓΑΛΥΤΕΡΑ ΠΑΙΔΙΑ	60
<b>4.6 ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΑ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ</b>	<b>60</b>
4.6.1 ΟΦΕΛΗ ΓΙΑ ΤΟΝ ΑΝΘΡΩΠΟ	61
4.6.2 ΠΑΡΕΝΕΡΓΕΙΕΣ ΑΠΟ ΤΗ ΛΗΨΗ ΚΑΙ ΔΟΣΟΛΟΓΙΑ	61
<b>4.7 ΠΟΤΑ</b>	<b>62</b>
<b>4.8 ΧΡΗΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΠΤΗΝΟΤΡΟΦΙΑ</b>	<b>63</b>

## **ΕΠΙΛΟΓΟΣ**

---

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

---



## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο ορρός γάλακτος είναι το υγρό που απομένει από το γάλα κάθε θηλαστικού μετά την παρασκευή τυριού, μετά την πήξη του οποίου, το υγρό διαχωρίζεται από το τυρόπηγμα. Το υγρό αυτό περιλαμβάνει περίπου το 50% της λακτόζης του γάλακτος καθώς και βιταμίνες, μεταλλικά στοιχεία και πρωτεΐνες, οι οποίες απομονώνονται και πωλούνται ως ορρός γάλακτος. Ο αποξηραμένος ορρός γάλακτος ονομάζεται και σκόνη ορρού γάλακτος. Ως γλυκός ορρός γάλακτος θεωρείται η πυτιά καζεΐνης και το pH της κυμαίνεται από 5,9 έως 6,6. Η παραγωγή ανόργανης-οξικής-καθιζημένης καζεΐνης μας δίνει το όξινο ορρό γάλακτος με pH από 4,3 έως 4,6 ([www.food-info.net/gr/qa/qa-wi24.htm](http://www.food-info.net/gr/qa/qa-wi24.htm)).

Μόλις και πριν μερικές δεκαετίες ο ορρός γάλακτος αποτελούσε ένα σημαντικό πρόβλημα για τη βιομηχανία, διότι δεν ανακυκλωνόταν και θεωρούταν απειλή για το οικοσύστημα. Μπορεί να προέρχεται από αγελαδινό γάλα, πρόβειο, κατσικίσιο ή και από γάλα καμήλας. Τα τελευταία χρόνια η παραγωγή σκόνης ορρού γάλακτος έχει αυξηθεί στην Ευρωπαϊκή Ένωση από 1.950.000 τόνους το 2011 σε 2.200.000 τόνους του 2014 (Krolczyk et al., 2016).

Εδώ και αρκετά χρόνια, στη βιομηχανία τροφίμων έχει παρατηρηθεί η τάση χρήσης υποκατάστατων συστατικών στις συνταγές πολλών προϊόντων. Αυτό αφορά σε τρόφιμα με μειωμένο λίπος και ζάχαρη ή προϊόντα διατροφής για χορτοφάγους και άτομα με δυσανεξία στη λακτόζη, όπου ο ορρός γάλακτος, αλλά και τα παρασκευάσματά του, μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως υποκατάστατα. Η χρήση του ορρού γάλακτος δεν έχει θετικό αντίκτυπο μόνο στην υγεία των καταναλωτών αλλά και στις επιχειρήσεις τροφίμων μειώνοντας το κόστος των πρώτων υλών και, κατά συνέπεια, το κόστος παραγωγής. Η μείωση του κόστους επιτυγχάνεται με τη μερική ή πλήρη αντικατάσταση του γάλακτος σε σκόνη, των αυγών, του λίπους, της σακχαρόζης ή και άλλων πρωτεϊνών (Krolczyk et al., 2016).



# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΤΥΡΟΚΟΜΙΑ

## 1.1 Ορισμός

Κατά τον κώδικα αρχών για τα γαλακτοκομικά προϊόντα των διεθνών οργανισμών FAO/WHO (Codex Stan 283-1978), τυρί ορίζεται «Τυρί είναι το μαλακό, ημίσκληρο, σκληρό ή εξαιρετικά σκληρό προϊόν που έχει ωριμάσει ή είναι μη ζαρωμένο, το οποίο μπορεί να είναι επικαλυμμένο και στο οποίο ο λόγος πρωτεΐνης ορρού γάλακτος / καζεΐνης δεν υπερβαίνει το ποσοστό γάλακτος που λαμβάνεται από:

- a) την πλήρη ή μερική πήξη της πρωτεΐνης του γάλακτος, του αποκορυφωμένου γάλακτος, του μερικώς αποκορυφωμένου γάλακτος, της κρέμας γάλακτος ή του βουτυρογάλακτος ή οποιουδήποτε συνδυασμού αυτών των υλικών, μέσω της πυτιάς ή άλλων κατάλληλων παραγόντων πήξεως και με μερική αποστράγγιση του ορού γάλακτος που προκύπτει από την πήξη, τηρώντας παράλληλα την αρχή ότι η παρασκευή τυριού οδηγεί σε συγκέντρωση πρωτεΐνης γάλακτος (συγκεκριμένα στο τμήμα καζεΐνης) και ότι, κατά συνέπεια, η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες του τυριού θα είναι σαφώς υψηλότερη από το επίπεδο πρωτεΐνης του μείγματος των ανωτέρων γαλακτοκομικών υλικών από τα οποία παρασκευάστηκε το τυρί · και / ή
- b) τεχνικές επεξεργασίας που συνεπάγονται την πήξη της πρωτεΐνης του γάλακτος ή / και των προϊόντων που παράγονται από το γάλα, τα οποία παρέχουν τελικό προϊόν με παρόμοια φυσικά, χημικά και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά με το προϊόν που ορίζεται στο στοιχείο a).

Τα τυριά κατηγοριοποιούνται με τους εξής τρόπους: (Μοάτσου, 2009)

- 1) με βάση την πρώτη ύλη (π.χ. τυριά από γάλα, τυρόγαλα κλπ)
- 2) με βάση το είδος του γάλακτος της τυροκόμησης (π.χ. αγελαδινό, πρόβειο κλπ)
- 3) με βάση την υγρασία (σκληρό τυρί, μαλακό τυρί)
- 4) με βάση τη λιποπεριεκτικότητα (π.χ. άπαχο τυρί)
- 5) με βάση την ωρίμανση (π.χ. φρέσκα τυριά)

6) με βάση την τεχνολογία παρασκευής τους και τα χαρακτηριστικά τους.

Σύμφωνα με το άρθρο 83 του Κώδικα Τροφίμων και Ποτών, διακρίνονται τρία είδη τυριών:

- **Κανονικά τυριά**

- Τυριά από γάλα με ωρίμανση (πολύ σκληρά, σκληρά, ημίσκληρα, μαλακά)
- Τυριά από γάλα χωρίς ωρίμανση (φρέσκα νωπά τυριά με αλοιφώδη υφή ή τυριά κρέμα)
- Τυριά, από τυρόγαλα, με ή χωρίς ωρίμανση (τυριά τυρογάλακτος)

- **Ανακατεργασμένα τυριά ή τηγμένα τυριά**

- Ανακατεργασμένα τυριά ή ανακατεργασμένα τυριά με αλοιφώδη υφή
- Επώνυμα ανακατεργασμένα τυριά ή επώνυμα ανακατεργασμένα τυριά με αλοιφώδη υφή
- Παρασκευάσματα ανακατεργασμένων και παρασκευάσματα ανακατεργασμένων τυριών με αλοιφώδη υφή

- **Τυριά προστατευόμενης ονομασίας προέλευσης**

- Σκληρά τυριά (γραβιέρα, κεφαλοτύρι, λαδοτύρι)
- Ημίσκληρα τυριά (φορμαέλα, κασέρι)
- Μαλακά τυριά και τυριά αλοιφώδους υφής (φέτα, κοπανιστή, γαλοτύρι, κατίκι Δομοκού)
- Τυριά τυρογάλακτος (μανούρι, ξυνομυζήθρα Κρήτης)



**Πίνακας 1.1.** Ταξινόμηση των τυριών (Μοιάτσου,2009).

<b>Κατηγορία</b>	<b>Υγρασία</b>	<b>Τεχνολογία</b>
Μαλακά τυριά	55-80%	<p>Δεν ωριμάζουν</p> <p>Πήξη του γάλακτος με λίγη ή καθόλου πυτιά</p> <p>Διαίρεση τυροπήγματος ατελής ή καθόλου</p> <p>Ανάπτυξη υψηλής οξύτητας και αρώματος γαλακτικής ζύμωσης</p> <p>Πολύ περιορισμένη πρωτεόλυση ή λιπόλυση</p>
Ημισκληρά τυριά	45-55%	<p>Πήξη γάλακτος με πυτιά</p> <p>Διαίρεση τυροπήγματος μέτρια</p> <p>Ταχεία ωρίμανση</p> <p>Πλούσιο άρωμα</p>
Σκληρά τυριά	35-45%	<p>Πήξη γάλακτος με πυτιά</p> <p>Διαίρεση σε μικρούς κόκκους</p> <p>Αναθέρμανση σε υψηλή θερμοκρασία, με παρατεταμένη ανάδευση του τυροπήγματος στο τυρόγαλα</p> <p>Πίεση</p> <p>Πολύ πλούσιο άρωμα</p>
Πολύ σκληρά τυριά	<35%	<p>Πήξη γάλακτος με πυτιά</p> <p>Διαίρεση τυροπήγματος σε πολύ μικρούς κόκκους</p> <p>Πολύ υψηλή θερμοκρασία αναθέρμανσης, 52-58°C</p> <p>Παρατεταμένη ανάδευση του τυροπήγματος μετά την αναθέρμανση</p> <p>Πίεση</p> <p>Μακρόχρονη ωρίμανση και διατήρηση</p>

## 1.2 Πρώτες ύλες για την παραγωγή τυριού

Τα κύρια υλικά που χρειαζόμαστε για την παραγωγή τυριού είναι το γάλα, η πτυιά και το αλάτι. Το γάλα που χρησιμοποιούμε για την παραγωγή τυριών πρέπει να είναι άριστης ποιότητας, να είναι απαλλαγμένο από ακαθαρσίες και να προέρχεται από υγιή ζώα, πρέπει να παστεριώνεται για να καταστρέφονται οι παθογόνοι μικροοργανισμοί και να χρησιμοποιούνται κατάλληλοι μικροοργανισμοί για να προσδώσουν γεύση και ωρίμανση στο τυρί (Ανυφαντάκης, 2004).

Το δεύτερο συστατικό που είναι πολύ σημαντικό για την πήξη του γάλακτος είναι η πτυιά. Στη χώρα μας ονομάζουν πτυιά όλα τα προϊόντα του εμπορίου που χρησιμοποιούνται για την πήξη του γάλακτος κατά την παρασκευή των τυριών. Σε διεθνές επίπεδο όμως, έχει καθιερωθεί η ονομασία αυτή να δίδεται μόνο σε προϊόντα που λαμβάνονται με εκχύλιση από ήνυστρα μη απογαλακτισμένων νεαρών μηρυκαστικών, κατά κύριο λόγο μοσχαριών. Τα σχετικά προϊόντα από άλλες πηγές χαρακτηρίζονται ως υποκατάστατά της ή απλά ως ένζυμα πήξης. Η πτυιά παράγεται σε υγρή και στερεή μορφή (σκόνη, πάστα, παστίλιες), ενώ ακόμα κατασκευάζονται πτυιές με τις ίδιες δυνατότητες που έχει η πτυιά του ζώου. Έχει υψηλό κόστος αλλά η πηκτική της δύναμη είναι πολλαπλάσια του όγκου της, δηλαδή το κόστος της ανά λίτρο γάλακτος είναι ελάχιστο (Ανυφαντάκης, 2004).

Η δύναμη της πτυιάς πέρα από την ποσότητα που χρησιμοποιείται εξαρτάται και από:

- Τη θερμοκρασία πήξης του γάλακτος
- Την οξύτητα του γάλακτος
- Τη χημική σύσταση του γάλακτος (λίπος, πρωτεΐνη ) και την περιεκτικότητα του γάλακτος σε άλατα κυρίως ασβεστίου.

Το επόμενο σημαντικό συστατικό είναι το αλάτι, το οποίο είναι απαραίτητο για την παραγωγή σχεδόν όλων των τυροκομικών προϊόντων. Η ποσότητα του αλατιού που χρησιμοποιείται κυμαίνεται 2-4% του βάρους του τυροπήγματος.

Η προσθήκη του αλατιού είναι ιδιαίτερα σημαντική επειδή:

- Υποβοηθά τη φυσικοχημική αλλαγή που γίνεται στο τυρόπηγμα
- Παρεμποδίζει την ανάπτυξη ανεπιθύμητων μικροοργανισμών
- Ελέγχει την ανάπτυξη επιθυμητών μικροοργανισμών

- Προσδίδει γεύση
- Βελτιώνει την ποιότητα και τη διατήρηση του τυριού.

Πρέπει να χρησιμοποιείται πάντοτε καθαρό και καλής ποιότητας αλάτι διότι αλλιώς μπορεί να οδηγήσει σε μειονεκτήματα στο τυρί όπως είναι ο χρωματισμός της επιφάνειας του.

Άλλες βοηθητικές ύλες που χρησιμοποιούνται στην παραγωγή του τυριού είναι :

- χλωριούχο ασβέστιο (διευκολύνει την επεξεργασία του τυροπήγματος)
- συντηρητικές ουσίες
- χρωστικές ή αποχρωστικές ουσίες (β-καροτένιο , χλωροφύλλη κλπ.)
- αρωματικές ύλες
- προστατευτικές ύλες της επιδερμίδας των τυριών (παραφίνη, κουκούτσια σταφυλιών κλπ).

### 1.3 Σύσταση του γάλακτος

Σύμφωνα με Codex Alimentarius του FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), ως γάλα ορίζεται η φυσιολογική έκκριση του μαστού που λαμβάνεται από μία ή περισσότερες αμέλξεις, χωρίς καμία προσθήκη ή αφαίρεση, η οποία προορίζεται να καταναλωθεί ως πόσιμο γάλα ή για περαιτέρω επεξεργασία.

Ο ελληνικός Κώδικας Τροφίμων και Ποτών (2003), αναφέρει ότι το γάλα είναι το απαλλαγμένο από πρωτόγαλα προϊόν της ολοσχερούς, χωρίς διακοπή αρμέγματος υγιούς γαλακτοφόρου ζώου, που ζει και τρέφεται υπό υγιεινούς όρους και δε βρίσκεται σε κατάσταση υπερκόπωσης. Με τον όρο «γάλα» απλά, χωρίς να συνοδεύεται από κάποιο επίθετο, νοείται αποκλειστικά και μόνο το γάλα το οποίο:

- Προέρχεται από αγελάδα.
- Είναι νωπό.
- Είναι πλήρες.
- Δεν έχει υποστεί αφυδάτωση ή συμπύκνωση.
- Δεν περιέχει άλλες πρόσθετες ύλες.

Το γάλα θεωρείται η πιο πλήρης τροφή λόγω των συστατικών των οποίων αποτελείται. Περιέχει κατά μέσο όρο περίπου 12% στερεά συστατικά εκ των οποίων το 8,6% είναι συστατικά άνευ λίπους. Περιέχει συστατικά όπως η λακτόζη και το λίπος, που παρέχουν ενέργεια στον οργανισμό, δομικά συστατικά, όπως οι πρωτεΐνες και τα ανόργανα άλατα, και εκατοντάδες άλλα συστατικά σε πολύ μικρές ποσότητες, όπως οι βιταμίνες και τα ιχνοστοιχεία. Τα συστατικά τα οποία παρουσιάζονται σε μεγάλες ποσότητες ονομάζονται κύρια, ενώ τα υπόλοιπα δευτερεύοντα (Μοάτσου 2009).

Επιπλέον, το γάλα αποτελεί πλούσιο θρεπτικό υπόστρωμα για ποικίλους μικροοργανισμούς, οι οποίοι μπορούν να προκαλέσουν αλλοιώσεις στο γάλα. Στο γάλα περιέχονται και διάφορα σωματικά κύτταρα, τα οποία προέρχονται από το ανοσοποιητικό σύστημα των ζώων με διάμετρο ~10μm, δε θεωρούνται όμως συστατικά του γάλακτος με την άμεση έννοια. Ο αριθμός αυτός αλλάζει ανάλογα με το πόσο υγιές είναι το ζώο. Στο γάλα ενός υγιούς ζώου ο αριθμός αυτός είναι ~100.000/mL, σε αντίθεση με ένα ζώο το οποίο πάσχει από κάποια ασθένεια (π.χ. μαστίτιδα) που ο αριθμός αυξάνεται κατά πολύ (Μοάτσου 2009).

**Πίνακας 1.2.** Τα συστατικά του αγελαδινού γάλακτος (Ανυφαντάκης, 2004).

ΚΥΡΙΑ	ΔΕΥΤΕΡΕΥΟΝΤΑ
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Νερό (88%)</li> <li>• Λίπος (3,7%)</li> <li>• Πρωτεΐνες (3,2%)               <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Καζεΐνες</li> <li>➤ Πρωτεΐνες ορρού</li> </ul> </li> <li>• Υδατάνθρακες (4,7%)               <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Λακτόζη</li> </ul> </li> <li>• Άλατα (0,75%)               <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Φωσφορικά</li> <li>➤ Θειικά</li> <li>➤ Χλωριούχα</li> <li>➤ Κιτρικά</li> <li>➤ Ανθρακικά</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Αέρια (οξυγόνο, άζωτο, διοξείδιο του άνθρακα)</li> <li>• Λιπίδια εκτός λίπους (φωσφολιπίδια, βιταμίνες D, E, K, A, στερόλες, καροτενοειδή, κερεβροσίτες)</li> <li>• Ένζυμα (καταλάση, υπεροξειδάση, ξανθίνη, οξειδάση, φωσφατάσες, αμυλάσες, λιπάσες, εστεράσες, πρωτεάσες, αλδολάσες, καρβονική ανυδράση)</li> <li>• Υδατοδιαλυτές βιταμίνες (θειαμίνη, ριβοφλαφίνη, φολικό οξύ, νιασίνη, πυριδοξίνη, παντοθενικό οξύ, βιταμίνη B12 και C)</li> <li>• Μη πρωτεϊνικές αζωτούχες ουσίες (αμμωνία, αμινοξέα, ουρία, ουρικό οξύ)</li> <li>• Ίχνη μετάλλων (χαλκός, σίδηρος, ψευδάργυρος, μαγνήσιο, μόλυβδος κ.α.)</li> <li>• Ορμόνες</li> <li>• Αντιβακτηριακές ουσίες</li> <li>• Μικροοργανισμοί (βακτήρια, ζύμες, μύκητες)</li> <li>• Σωματικά κύτταρα)</li> </ul>

### 1.3.1 Κύρια συστατικά του γάλακτος

- **Νερό**

Το συστατικό που βρίσκεται σε μεγαλύτερη αφθονία στο γάλα είναι το νερό, μέσα στο οποίο βρίσκονται σε διασπορά όλα τα άλλα συστατικά του, τα οποία αποτελούν το σύνολο των στερεών του συστατικών (Μοάτσου, 2009).

Κατά την τυροκόμηση, ένα μεγάλο μέρος νερού αποβάλλεται για να διατηρηθούν τα υπόλοιπα συστατικά για πολύ καιρό και το ποσοστό του νερού που θα απομακρυνθεί διαφέρει ανάλογα με το είδος του τυριού.

- **Λιπίδια και λίπος του γάλακτος**

Τα λιπίδια είναι οργανικές ενώσεις διαλυτές σε οργανικό διαλύτη και αδιάλυτες σε νερό. Στο γάλα υπάρχουν τρεις κατηγορίες λιπιδίων (Μοάτσου, 2009):

- a. Τα ουδέτερα ή απλά λιπίδια ή γλυκερίδια ή λίπος του γάλακτος (98% των λιπιδίων)
- b. Τα πολικά λιπίδια (1% των λιπιδίων)
- c. Τα μη σαπωνοποιήσιμα συστατικά (λιγότερο από το 1% των λιπιδίων).

Το λίπος είναι ένα πολύ σημαντικό συστατικό στο γάλα για τους εξής λόγους (Μοάτσου, 2009):

- a. Αποτελεί πηγή ενέργειας και βασικών δομικών υλών για τις κυτταρικές μεμβράνες των νεογέννητων.
- b. Αποτελεί πηγή λιπαρών οξέων (π.χ. λινελαϊκό οξύ) και λιποδιαλυτών βιταμινών (A, D, E, K)
- c. Διαμορφώνει τα ρεολογικά και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά στα γαλακτοκομικά προϊόντα.
- d. Καθορίζει την τιμή του γάλακτος.

- **Πρωτεΐνες**

Τα αζωτούχα συστατικά του γάλακτος αποτελούνται κατά 95% από πρωτεϊνικής φύσης συστατικά, ενώ το υπόλοιπο 5% είναι αζωτούχα συστατικά μικρού μοριακού βάρους. Οι πρωτεΐνες του γάλακτος συγκροτούν ένα πολύπλοκο μείγμα, του οποίου τα επιμέρους συστατικά απομονώνονται δύσκολα. Στην τυροκόμηση ιδιαίτερο ενδιαφέρουν αποτελούν οι πρωτεΐνες (Μοάτσου, 2009).

Οι δύο μεγάλες κατηγορίες που χωρίζονται οι πρωτεΐνες του γάλακτος είναι οι καζεΐνες και οι πρωτεΐνες του ορρού. Οι καζεΐνες, που αποτελούν το 80% του συνόλου των πρωτεϊνών, είναι αδιάλυτες (κατακρημνίζονται σε pH 4,6 στους 20°C ενώ οι πρωτεΐνες του ορρού, αποτελούν το υπόλοιπο 20%, παραμένουν διαλυτές στον ορρό του γάλακτος υπό τις παραπάνω συνθήκες (Μοάτσου, 2009).

Πέρα από το pH, οι καζεΐνες και οι πρωτεΐνες του ορρού έχουν και άλλα σημεία στα οποία διαφέρουν. Η καζεΐνη με τη βοήθεια της χυμοσίνης και με την παρουσία ιόντων  $Ca^{2+}$  πήζει. Η πήξη της καζεΐνης με τη δράση της πυτιάς χρησιμοποιούνται στη παραγωγή τυριών, σε αντίθεση με τις πρωτεΐνες του ορρού που απομακρύνονται με το τυρόγαλα. Επίσης, η καζεΐνη παραμένει σταθερή σε υψηλές θερμοκρασίες, ενώ δεν ισχύει το ίδιο για τις πρωτεΐνες του ορρού. Η καζεΐνη περιέχει 0,85% φώσφορο και μικρή ποσότητα θείου, ενώ η ποσότητα θείου που περιέχουν οι πρωτεΐνες του ορρού είναι 1,7%. Επιπλέον, η σύνθεση της καζεΐνης γίνεται στο μαστό και δε μπορεί να βρεθεί πουθενά αλλού στη φύση ενώ αρκετές πρωτεΐνες του ορρού προέρχονται από το αίμα. Τέλος, η καζεΐνη βρίσκεται στο γάλα σε μορφή καζεϊνικών μικκυλίων, που είναι κolloειδή συσσωματώματα με διάμετρο 20-400 nm, σε αντίθεση με τις πρωτεΐνες του ορρού που υπάρχουν στο γάλα ως σωματίδια κolloειδούς διαλύματος με διάμετρο 3-6 nm (Μοάτσου, 2009).

**Πίνακας 1.3.** Αζωτούχες ουσίες αγελαδινού γάλακτος (Ανυφαντάκης, 2004).

<b>ΑΖΩΤΟΥΧΕΣ ΟΥΣΙΕΣ</b>	<b>ΜΟΡΙΑΚΟ ΒΑΡΟΣ</b>
I. πρωτεΐνες	95
1. Ισοηλεκτρική καζεΐνη $\alpha_{s1}$ -καζεΐνη $\alpha_{s2}$ -καζεΐνη $\beta$ -καζεΐνη $\kappa$ -καζεΐνη $\gamma$ -καζεΐνη και άλλες	78
2. Πρωτεΐνες Ορρού $\beta$ -γαλακτογλοβουλίνη $\alpha$ -γαλακτοαλβουμίνη αλβουμίνη ορρού ανοσογλοβουλίνες	17
II. Αζωτούχες ουσίες μη πρωτεϊνικής φύσεως	5

- **Καζεΐνη**

Με τον όρο καζεΐνη ή ολική καζεΐνη ορίζεται μία ετερογενής ομάδα πρωτεϊνών, οι οποίες διαφέρουν μεταξύ τους ως προς την αμινοξική τους σύσταση και τη συμπεριφορά τους κατά την πήξη του γάλακτος με πυτιά (Μοάτσου, 2009).

Οι καζεΐνες βρίσκονται στο γάλα με τη μορφή των καζεϊνικών μικκυλίων. Με τον όρο καζεϊνικό μικκύλιο εννοούμε ένα σχεδόν σφαιρικό σωματίδιο, το οποίο είναι αποτέλεσμα της διασύνδεσης 4 μεμονωμένων καζεϊνών μικρού μεγέθους και ονομάζονται  $\alpha_{s1}$ -,  $\alpha_{s2}$ -,  $\beta$ - και  $\kappa$ -καζεΐνη. Σε μικρό ποσοστό συμμετέχουν και οι  $\gamma$ -καζεΐνες, που προέρχονται από την υδρόλυση της  $\beta$ -καζεΐνης από την



πλασμίνη. Τέλος, πολύ σημαντικό ρόλο κατά τη διαμόρφωση του μικκυλίου έχουν ανόργανα συστατικά, όπως το ασβέστιο και το φώσφορο (Μοάτσου, 2009).

- **Πρωτεΐνες του ορρού**

Οι πρωτεΐνες του ορρού γάλακτος παραμένουν διαλυτές σε pH 4,6 στους 20°C αλλά και κατά την υπερφυγοκέντρωση του γάλακτος και κατά την πήξη του με πυτιά, άρα απομακρύνονται με το τυρόγαλα. Έπειτα, από το τυρόγαλα μπορούν να παραληφθούν, είτε με θέρμανση είτε με οξίνιση, και στην ιδιότητά τους αυτή βασίζεται η παρασκευή τυριών από τυρόγαλα (Μοάτσου, 2009).

Οι σημαντικότερες πρωτεΐνες του ορρού γάλακτος είναι η β-γαλακτογλοβουλίνη, α-γαλακτοαλβουμίνη, η αλβουμίνη του ορρού, οι ανοσογλοβουλίνες και η ομάδα των πρωτεοζών-πεπτονών. Είναι ιδιαίτερα ευαίσθητες στη θέρμανση και έχουν υψηλή θρεπτική αξία διότι περιέχουν απαραίτητα αμινοξέα σε ιδανικές για τη διατροφή αναλογίες (Μοάτσου, 2009).

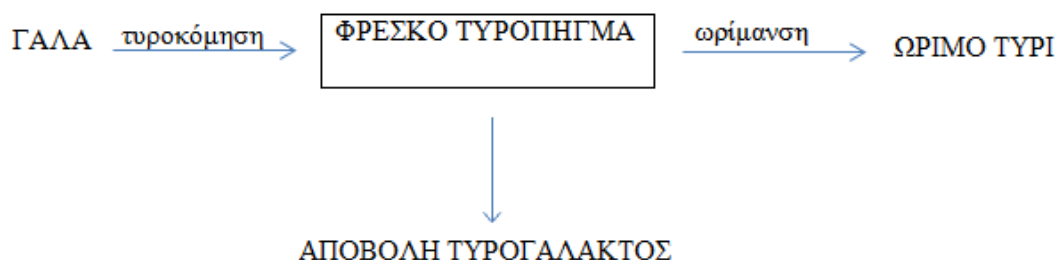
- **Λακτόζη**

Η λακτόζη είναι ο κύριος υδατάνθρακας του γάλακτος των περισσότερων θηλαστικών και βρίσκεται σε μεγάλες ποσότητες σε αυτό. Αποτελείται από ένα μόριο d-γλυκόζης και ένα μόριο d-γαλακτόζης. Αποτελεί πηγή ενέργειας και προσδίδει ελαφρώς γλυκιά γεύση, όμως για να χρησιμοποιηθεί χρειάζεται να διασπαστεί σε γλυκόζη και γαλακτόζη. Η διάσπαση αυτή επιτυγχάνεται με το ένζυμο λακτάση (Μοάτσου, 2009).

## **1.4 Παρασκευή τυριών**

Σύμφωνα με τον Ελληνικό Κώδικα Τροφίμων και Ποτών (2003) : *Τυριά από γάλα με ωρίμανση είναι τα προϊόντα ωρίμανσης του πήγματος (στάλπης) που είναι απαλλαγμένα από τυρόγαλα στον επιθυμητό κάθε φορά βαθμό και τα οποία παρασκευάστηκαν με την επενέργεια πυτιάς, ή άλλων ενζύμων που δρουν ανάλογα, σε γάλα (νωπό ή παστεριωμένο, αγελάδος, προβάτου, κατσίκας, βούβαλου και μείγματα αυτών) ή σε μερικώς αποβουτυρωμένο γάλα ή σε μείγμα αυτών ή/και σε μίγματα αυτών με κρέμα γάλακτος (αφρόγαλα).*

Η απεικόνιση του ορισμού είναι (Μοάτσου, 2009) :



**Σχήμα 1.1.** Διαδικασία παραγωγής τυριών (Μοάτσου, 2009)

#### 1.4.1 Προετοιμασία γάλακτος

Η προετοιμασία του γάλακτος είναι ιδιαίτερα σημαντική, διότι στο στάδιο αυτό γίνονται διάφορες βελτιώσεις των τυροκομικών ιδιοτήτων του τυριού και της σύστασης τους, που είναι απαραίτητες για την παρασκευή του τυριού. Συνήθως γίνεται καθαρισμός του γάλακτος, θέρμιση αν καθυστερεί η τυροκόμηση, τυποποίηση της σύστασής του, ομογενοποίηση σε ορισμένους τύπους τυριών, παστερίωση, χρώση, αν χρειαστεί, εμπλουτισμός με ασβέστιο και οξυγαλακτικά βακτήρια. Έπειτα, ακολουθεί η ωρίμανση του γάλακτος. Το γάλα εμβολιάζεται με καλλιέργειες εκκίνησης και διατηρείται για 45-60' στους 25-30°C, για να εξασφαλίσουμε ότι τα βακτήρια είναι ενεργά, αυξάνονται και έχουν αναπτύξει οξύτητα.

#### 1.4.2 Πήξη γάλακτος

Η πήξη του γάλακτος είναι το πιο σημαντικό βήμα κατά την παραγωγή του τυριού και είναι ο διαχωρισμός του γάλακτος στο στερεό τυρόπηγμα και στον υγρό ορρό του γάλακτος. Η πήξη είναι ο σχηματισμός ενός πηκτώματος από την αποσταθεροποίηση των καζεϊνών που προκαλεί τη συνάθροισή τους και διαμορφώνει ένα δίκτυο το οποίο ακινητοποιεί μερικώς το νερό και παγιδεύει τα λιπαρά σφαιρίδια στη διαμορφωμένη μήτρα. Αυτό πραγματοποιείται είτε με όξινη πήξη είτε με προσθήκη πυτιάς (Μοάτσου, 2009).

Η όξινη πήξη είναι μία διαδικασία που ολοκληρώνεται άμεσα, συχνά όμως χρειάζονται βακτήρια εκκινητές από τις οικογένειες *Lactococci*, *Lactobacilli* ή *Streptococci*. Τα βακτήρια αυτά μετατρέπουν τα σάκχαρα του γάλακτος (λακτόζη) σε γαλακτικό οξύ και Τα ίδια αυτά βακτήρια έχουν σημαντικό ρόλο στη γεύση διαφόρων ώριμων τυριών.

Μερικά φρέσκα τυριά χρειάζονται μόνο την οξύτητα για να πήξουν, αλλά για τα περισσότερα χρησιμοποιείται η πυτιά. Η πυτιά θέτει το τυρί σε ένα ισχυρό και ελαστικό πήκτωμα συγκρινόμενο με το εύθραυστο τυρόπηγμα που παράγεται από την όξινη πήξη. Η πήξη γίνεται σε χαμηλότερη οξύτητα διότι σε υψηλή οξύτητα τα βακτήρια που προσδίδουν γεύση στο τυρί παρεμποδίζονται. Η πήξη του γάλακτος με πυτιά επηρεάζεται σημαντικά από τη θερμοκρασία του γάλακτος. Σε θερμοκρασία  $>52^{\circ}\text{C}$  αδρανοποιείται η πυτιά, ενώ σε θερμοκρασία  $>41^{\circ}\text{C}$  η πήξη καθυστερεί. Στις θερμοκρασίες  $10-20^{\circ}\text{C}$  η πήξη καθυστερεί και κάτω από τους  $10^{\circ}\text{C}$  δε γίνεται πήξη. Τα μαλακότερα, μικρότερα, φρεσκότερα τυριά είναι πηγμένα με μεγαλύτερο ποσοστό οξέος προς πυτιά από τις σκληρότερες, μακριάς ωρίμανσης ποικιλίες.

Η στράγγιση των τυροπηγμάτων από όξινη πήξη είναι στην αρχή γρήγορη και αυτόματη, έπειτα όμως δεν προχωράει σε μεγάλο βαθμό λόγω της περιορισμένης δυνατότητας συστολής τους. Τα πήγματα αυτά δεν έχουν συνοχή, με αποτέλεσμα ο διαχωρισμός του τυροπήγματος από τη μάζα να είναι ατελής με θολή εμφάνιση, λόγω της αποβολής μικρών συσσωματωμάτων καζεϊνών. Τα τυροπήγματα αυτά, αφαλατώνονται σε μεγάλο βαθμό και η στράγγισή τους γίνεται σε σχετικά υψηλές θερμοκρασίες, περίπου στους  $30^{\circ}\text{C}$ .

Τα πήγματα που δημιουργούνται από τη χρήση της πυτιάς είναι ασταθή εξαιτίας της πυτιάς και του γαλακτικού οξέος, έχουν τη φυσική ικανότητα να συναιρούνται και να αποβάλουν από τη μάζα τους τυρόγαλα. Η στράγγιση τους επιτυγχάνεται με διαίρεση και συνεχή ανάδευση, για να αποφευχθεί η συγκόλληση των τεμαχιδίων που προκύπτουν.

### **1.4.3 Επεξεργασία τυροπήγματος**

Μετά την πήξη του γάλακτος και αφότου έχει αποκτήσει τη σταθερότητα που επιθυμούμε, το τυρόπηγμα κόβεται σε μικρά κομμάτια με λεπίδες μαχαιριών ή σύρματα, αυξάνοντας τη διαθέσιμη περιοχή για να απελευθερωθεί ο ορρός γάλακτος. Τα κομμάτια του τυροπήγματος ξεκινούν να συρρικνώνονται και να αποβάλουν ένα πράσινο υγρό που αποκαλείται τυρόγαλα. Η διαδικασία αυτή διαχωρισμού του νερού, ονομάζεται σύνεση και συνεχίζεται για παραπάνω από ένα στάδιο αναθέρμανσης. Η αύξηση της θερμοκρασίας αναγκάζει την πρωτεϊνική μήτρα να συρρικνωθεί εξαιτίας των αυξανόμενων υδροφοβικών αλληλεπιδράσεων, και αυξάνει επίσης το ποσοστό ζύμωσης της λακτόζης σε γαλακτικό οξύ. Επίσης, τα μόρια του τυροπήγματος συρρικνώνονται εξαιτίας της αυξανόμενης οξύτητας. Ο χρόνος και η θερμοκρασία του σταδίου αναθέρμανσης επηρεάζουν άμεσα την τελική περιεκτικότητα σε υγρασία και πρέπει να ελεγχθούν προσεκτικά, διότι

από την τελική περιεκτικότητα σε υγρασία του τυροπήγματος καθορίζεται το ποσό της ζυμώσιμης λακτόζης και το τελικό pH του τυριού μετά την ωρίμανση.

Στα σκληρά και στα ημίσκληρα τυριά πραγματοποιείται ανάδευση πριν, κατά τη διάρκεια και μετά την αναθέρμανση, ενώ στα μαλακά τυριά η ανάδευση είναι πολύ ήπια ή δε γίνεται καθόλου. Η ανάδευση βοηθάει να εμποδίζεται η συγκόλληση των κόκκων του τυροπήγματος, οπότε η επιφάνεια τους από την οποία αποβάλλεται το τυρόγαλα διατηρείται μεγάλη, ενώ οι μεταξύ τους κρούσεις δημιουργούν κάποια πίεση που λειτουργεί προς την ίδια κατεύθυνση.

Μόλις το τυρόπηγμα αποκτήσει την επιθυμητή υγρασία και οξύτητα, γίνεται ο διαχωρισμός του από τον ορρό γάλακτος. Η απομάκρυνση του ορρού γάλακτος γίνεται είτε από την κορυφή είτε μπορεί να στραγγιχτεί με τη βαρύτητα. Το μείγμα ορρού γάλακτος και τυροπήγματος που δημιουργείται μπορεί να τοποθετηθεί και σε ειδικές φόρμες για στράγγισμα. Ο χειρισμός που γίνεται στο τυρόπηγμα διαφέρει ανάλογα με την ποικιλία του τυριού που μας ενδιαφέρει να παράγουμε. Για παράδειγμα, στο τυρί γκούντα γίνεται πλύση του τυροπήγματος με σκοπό την αύξηση της περιεκτικότητας σε υγρασία και τη μείωση της περιεχόμενης λακτόζης και της οξύτητας ενώ, ακόμα, μειώνεται η σταθερότητα και αυξάνεται η σύσταση.

#### **1.4.4 Ωρίμανση τυριών**

Για να επιτευχθεί η κατάλληλη γεύση, μορφή αλλά και υφή, το τυρόπηγμα ωριμάζει σε διάφορες θερμοκρασίες υπό ελεγχόμενες συνθήκες. Η περίοδος της ωρίμανσης δε διαρκεί ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα, μπορεί να είναι λίγες ημέρες ή αρκετά χρόνια. Για παράδειγμα, τα μαλακά τυριά δεν ωριμάζουν, ενώ τα ημίσκληρα ωριμάζουν πολύ πιο γρήγορα από τα πολύ σκληρά τυριά. Κατά την ωρίμανση ενός τυριού τα μικρόβια και τα ένζυμα μετασχηματίζουν τη σύσταση του και κάνουν τη γεύση πιο έντονη. Ο μετασχηματισμός που συμβαίνει είναι αποτέλεσμα της διάσπασης των πρωτεϊνών της καζεΐνης και του λίπους του γάλακτος σε ένα σύνθετο μείγμα αμινοξέων, αμινών και λιπαρών οξέων.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. Ο ΟΡΡΟΣ ΓΑΛΑΚΤΟΣ

### 2.1 Ορισμός

Ο κώδικας αρχών και διεθνών οργανισμών FAO/WHO για τον ορρό γάλακτος (ή τυρόγαλο) (Codex Stan A-7-1978) ορίζει ότι είναι το ρευστό γαλακτοκομικό προϊόν που λαμβάνεται κατά τη διάρκεια παρασκευής των τυριών, της καζεΐνης, ή παρόμοιων προϊόντων που λαμβάνονται από το τυρόπηγμα μετά την πήξη του γάλακτος ή/και των προϊόντων που λαμβάνονται από το γάλα. Η πήξη επιτυγχάνεται μέσω της δράσης, κυρίως, ενζύμων τύπου πυτιάς.

Σύμφωνα με τον Κανονισμό 625/30-3-1978 της Ευρωπαϊκής Ένωσης, ορρός γάλακτος ή τυρόγαλα είναι το προϊόν που λαμβάνεται με τη χρήση οξέων, πυτιάς, και (ή) φυσικοχημικών μεθόδων, κατά την παραγωγή τυριών και καζεΐνης.

Η αξιοποίηση του από τα τυροκομεία δεν είναι εύκολη εξαιτίας του μικρού παραγόμενου όγκου και του μεγάλου κόστους επένδυσης. Τα μεγάλα τυροκομεία έχουν τη δυνατότητα αξιοποίησης του ορρού για την παραγωγή ειδικών γαλακτοκομικών προϊόντων, όπως είναι ο ανθότυρος και το μανούρι, σε αντίθεση με τα μικρά, οικογενειακού τύπου και γι' αυτό πολλές φορές ο ορρός γάλακτος απορρίπτεται στο περιβάλλον. Αυτό όμως έχει ως αποτέλεσμα την απώλεια των θρεπτικών συστατικών αλλά και τη ρύπανση του οικοσυστήματος εξαιτίας της παρουσίας γαλακτικού οξέος και της υψηλής τιμής του βιοχημικά απαιτούμενου οξυγόνου (BOD) του ορρού γάλακτος. Λόγω της υψηλής τιμής, BOD απορρίπτεται η χρήση του από το σύστημα βιολογικού καθαρισμού του τυροκομείου με αποτέλεσμα η διάθεση του να αποτελεί σημαντικό πρόβλημα για τα τυροκομεία (Τσιούρης και Σωσσίδου, 2015).

### 2.2 Τύποι Ορρού Γάλακτος

Ο τύπος του ορρού γάλακτος διαφέρει ανάλογα με την επεξεργασία που έχει γίνει για την απομάκρυνση της καζεΐνης από το υγρό γάλα για να ληφθεί το τυρόγαλα. Διακρίνεται σε «όξινο ορρό γάλακτος» και σε «τυρόγαλο πυτιάς ή γλυκό ορρό γάλακτος». Το όξινο τυρόγαλο (pH 4.3-4.6) λαμβάνεται μετά την οξίνιση του γάλακτος με την προσθήκη ανόργανων οξέων για την πήξη της καζεΐνης όπως η παρασκευή νωπών τυροκομικών τυριών (π.χ. Cottage) ή των περισσότερων

βιομηχανικών καζεϊνών, ενώ το γλυκό τυρόγαλο (pH 5.9-6.6) είναι υποπροϊόν της τυροκομίας και λαμβάνεται μετά την πήξη του γάλακτος με πυτιά (Ανυφαντάκης, 2004).

Κατά των Κώδικα των Ομοσπονδιακών Κανονισμών των ΗΠΑ, ο όξινος ορρός γάλακτος λαμβάνεται από μία διαδικασία κατά την οποία ένα σημαντικό ποσό λακτόζης μετατρέπεται σε γαλακτικό οξύ ή από το σχηματισμό του τυροπήγματος με άμεση οξίνιση του γάλακτος, ενώ ο γλυκός ορρός γάλακτος, λαμβάνεται από μία διαδικασία όπου ασήμαντη ποσότητα λακτόζης μετατρέπεται σε γαλακτικό οξύ.

Ο όξινος ορρός γάλακτος έχει συνήθως περισσότερη τέφρα και χαμηλότερο περιεχόμενο σε πρωτεΐνη κάνοντας τη χρήση του στη διατροφή πιο περιορισμένη εξαιτίας της όξινης γεύσης του και του υψηλού αλατούχου περιεχόμενου (Siso, 1996 ; Mawson,1994) ενώ ο γλυκός ορρός γάλακτος είναι πλουσιότερος σε λακτόζη (Pintado, Macedo, Malcata, 2001).

Τα κυριότερα συστατικά του γλυκού και όξινου ορρού (93%) είναι η λακτόζη (70-72% των συνολικών στερεών) , οι πρωτεΐνες του ορρού γάλακτος (8-10%) και τα μεταλλικά στοιχεία(12-15%) (Jelen, 2011). Οι διαφορές σε αυτούς τους δύο τύπους ορρού γάλακτος είναι μικρές και προσδιορίζονται κυρίως από την οξύτητα, την σύνθεση του κλάσματος της πρωτεΐνης και τα μεταλλικά στοιχεία. Παρόλα αυτά, οι μικρές αυτές διαφορές μπορούν να έχουν μεγάλη επίδραση στην τεχνολογία και στις διατροφικές ιδιότητες των γαλακτοκομικών προϊόντων και πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά την επεξεργασία του ορρού.

Τέλος, υπάρχουν και τα συμπυκνώματα πρωτεΐνης ορρού γάλακτος (WPC) και τα προϊόντα απομόνωσης πρωτεΐνης ορρού γάλακτος (WPI) που λαμβάνονται αφαιρώντας επαρκή μη πρωτεϊνικά συστατικά από τον παστεριωμένο ορρό γάλακτος με σκοπό το τελικό ξηρό προϊόν να μην περιέχει περισσότερο από ένα συγκεκριμένο ποσοστό πρωτεΐνης. Και τα δύο, παράγονται με τεχνικές φυσικού διαχωρισμού όπως καθίζηση ή διήθηση. Για παράδειγμα, με τη χρήση του WPC34 το τελικό προϊόν δεν πρέπει να περιέχει περισσότερο από 34% πρωτεΐνης ενώ το WPI λαμβάνεται ώστε το τελικό προϊόν να μην περιέχει 90% πρωτεΐνη ή μεγαλύτερη (<http://www.thinkusadairy.org/products/whey-protein-and-ingredients/whey-categories>).

## 2.3 Σύσταση Ορρού Γάλακτος

Ο ορρός γάλακτος αποτελείται κατά κύριο λόγο από νερό, λακτόζη, πρωτεΐνες, βιταμίνες, ιχνοστοιχεία και λίπος καθώς και πολλά άλλα στοιχεία, όπως ένζυμα, ορμόνες και αυξητικούς

παράγοντες. Η σύσταση του ορρού γάλακτος διαμορφώνεται ανάλογα με το είδος του γάλακτος και τη μέθοδο παρασκευής του αλλά και από τη διατροφή, το είδος, τη φυλή, το επίπεδο υγείας και την αναπαραγωγική κατάσταση του ζώου από το οποίο προέρχεται το γάλα. Κατά την τυροκόμηση μεταφέρεται στο τυρόγαλα περίπου το 50% των στερεών συστατικών του αγελαδινού γάλακτος, το 45% του γίδινου και το 40% του πρόβειου γάλακτος. Τα συστατικά αυτά δεν κατανέμονται κατά όμοιο τρόπο μεταξύ τυριού και τυρογάλακτος. Στο τυρί μεταφέρονται κατά κύριο λόγο οι πρωτεΐνες και το λίπος ενώ στο τυρόγαλο το νερό και τα υδατοδιαλυτά συστατικά (Ανυφαντάκης, 2004).

Ανάλογα με σύσταση του γάλακτος μπορούμε να προσδιορίσουμε την αναλογία των στερεών συστατικών του ορρού. Η σύσταση του παραγόμενου τυρογάλακτος επηρεάζεται από όλους τους παράγοντες που επηρεάζουν τη σύσταση του γάλακτος και των τεχνολογικών επεμβάσεων κατά την επεξεργασία (Ανυφαντάκης, 2004).

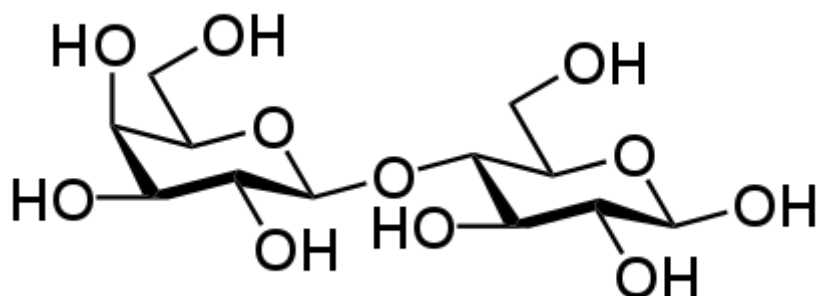
Ο ορρός γάλακτος έχει πολύ μικρό περιεχόμενο σε ξηρή ουσία (6.0-7.5%) και αποτελείται κυρίως από λακτόζη (70-73%), πρωτεΐνες (12-13%) και μεταλλικά άλατα (7-11%). Επίσης, περιέχει μεταβαλλόμενη ποσότητα γαλακτικού οξέος (0,5-10%), κιτρικό οξύ (περίπου 1%) και μη πρωτεϊνικό άζωτο (0.5-0.8%). Ο ορρός γάλακτος θεωρείται πλούσιος σε ασβέστιο, φώσφορο, νάτριο, κάλιο και χλώριο. Το ασβέστιο και ο φώσφορος βρίσκονται σε μεγαλύτερη συγκέντρωση στον όξινο ορρό από ότι στον γλυκό ενώ, τα υπόλοιπα τρία έχουν σταθερή συγκέντρωση ανεξαρτήτως προέλευσης.

Όπως φαίνεται και στον πίνακα 2.1., σύμφωνα με στοιχεία του Εργαστηρίου Γαλακτοκομίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, για το ίδιο τυρί το πρόβειο τυρόγαλα είναι πολύ πιο πλούσιο σε πρωτεΐνες και λίπος σε σχέση με το αγελαδινό. Επίσης, στα σκληρά τυριά μεταφέρεται περισσότερο λίπος στο τυρόγαλα (Ανυφαντάκης, 2004).

Πίνακας 2.1. Σύσταση τυρογάλακτος ελληνικών τυριών πρόβειου και αγελαδινό γάλακτος (Ανυφαντάκης, 2004).

ΛΕΥΚΟ ΤΥΡΙ ΑΛΜΗΣ			ΚΕΦΑΛΟΤΥΡΙ		ΓΡΑΒΙΕΡΑ	
Συστατικά						
(%)	Αγελαδινό	Πρόβειο	Αγελαδινό	Πρόβειο	Αγελαδινό	Πρόβειο
Ξηρή ουσία	6,44	7,87	6,55	8,1	6,90	8,74
Νερό	93,56	92,13	93,45	91,90	93,10	91,23
Λίπος	<u>0,32</u>	<u>0,39</u>	<u>0,40</u>	<u>0,80</u>	<u>0,60</u>	<u>1,26</u>
Πρωτεΐνες	<u>0,8</u>	<u>1,61</u>	<u>0,80</u>	<u>1,55</u>	<u>0,90</u>	<u>1,52</u>
Λακτόζη	4,80	5,33	4,85	5,25	4,90	5,27
Γαλακτικό Οξύ	0,2	0,14	0,11	0,14	0,12	0,14
Ανόργανα άλατα	0,50	0,60	0,50	0,50	0,50	0,50

### 2.3.1 Λακτόζη



Σχήμα 2.1. Μόριο λακτόζης (<https://el.wikipedia.org/wiki/Λακτόζη>)



Η λακτόζη είναι ο χαρακτηριστικός υδατάνθρακας του γάλακτος και, μετά το νερό, είναι το συστατικό που βρίσκεται σε μεγαλύτερο συγκέντρωση στο τυρόγαλα. Από τη λακτόζη λαμβάνεται το τυρόγαλα με κρυστάλλωση και έπειτα αξιοποιείται. Είναι αναγωγικός δισακχαρίτης που αποτελείται από ένα μόριο γλυκόζης και ένα μόριο γαλακτόζης. Με τη δράση του ενζύμου λακτάση η λακτόζη υδρολύεται και διασπάται σε γλυκόζη και γαλακτόζη (Μοάτσου, 2009).

Οι δύο αυτοί μονοσακχαρίτες που δημιουργούνται αποτελούν πολύ σημαντική πηγή ενέργειας για επιθηλιακά κύτταρα του εντέρου, όπως και για τους ιστούς που καταναλώνουν υδατάνθρακες ως πηγή ενέργειας, όπως είναι ο εγκέφαλος. Η λακτόζη χρησιμοποιείται ως υπόστρωμα για την ανάπτυξη βακτηρίων που παράγουν γαλακτικό οξύ στο γαστρεντερικό σωλήνα. Το γαλακτικό οξύ μειώνει το pH του εντερικού περιεχομένου και αποτελεί ανασταλτικό παράγοντα για την ανάπτυξη παθογόνων μικροοργανισμών όπως είναι η σαλμονέλα (Μοάτσου, 2009).

Η λακτόζη διαφοροποιείται εξαιτίας της εμφάνισης της με διαφορετικές τροποποιήσεις με φυσικοχημικές αλληλοσυσχετίσεις που καθορίζονται από τη θερμοκρασία. Σε ένα υδατικό διάλυμα η λακτόζη βρίσκεται παρούσα σε δύο ισομερείς μορφές α και β και οι δύο αυτές μορφές βρίσκονται σε μία αντιστρέψιμη ισορροπία. Αυτό σημαίνει ότι υπάρχει ένας συνεχής μετασχηματισμός της α μορφής στη β και αντίστροφα, ο οποίος ονομάζεται πολυστροφισμός (Niro, 2006).

Η λακτόζη στη βιομηχανία τροφίμων μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως υλικό πληρώσεως για να αυξήσει το ιξώδες και να βελτιώσει τη σύσταση διαφόρων τροφίμων χωρίς όμως να τα κάνει γλυκά και στη φαρμακοβιομηχανία ως πρώτη ύλη για παράγωγα της λακτόζης και υπόστρωμα για ζύμωση. Όμως η χρήση είναι περιορισμένη λόγω της χαμηλής διαλυτότητας και της δυσπεψίας της από πολλά άτομα γι'αυτό και τις περισσότερες φορές υδρολύεται πριν τη χρήση της (Walzem et al., 2002).

### **2.3.2 Πρωτεΐνες του ορρού γάλακτος**

Είναι οι πρωτεΐνες του γάλακτος που μένουν διαλυτές σε pH 4,6 στους 20°C. Οι πρωτεΐνες του θεωρούνται πλήρεις και υψηλής βιολογικής αξίας, διότι περιέχουν όλα τα απαραίτητα αμινοξέα που απαιτούνται από τον οργανισμό για να αναδομήσει τους ιστούς του, να παράγει αντισώματα, ορμόνες, ένζυμα και να προμηθευτεί ενέργεια. Λόγω της υψηλής βιολογικής και διατροφικής αξίας των πρωτεϊνών του ορρού, είναι αρκετά εύπεπτες με αποτέλεσμα την καλύτερη χρήση των αμινοξέων από τον οργανισμό. Οι πρωτεΐνες του ορρού γάλακτος περιέχουν σε μεγάλη αναλογία

θειούχα αμινοξέα και είναι η μεγαλύτερη φυσική πηγή διακλασμένων αμινοξέων, τα οποία ευνοούν τη σύνθεση των πρωτεϊνών του μυϊκού ιστού (Μοάτσου, 2009).

Οι σημαντικότερες από τις πρωτεΐνες του ορρού γάλακτος είναι η β-γαλακτογλοβουλίνη(50,65%) , η α-γαλακταλβουμίνη (17,32%), οι ανοσογλοβουλίνες ή ανοσοσφαιρίνες (12,42%). Οι πρωτεΐνες αυτές που αποτελούν το μεγαλύτερο μέρος (80,39%) των αζωτούχων ουσιών του ορρού είναι θερμοευαίσθητες και κατακρημνίζονται σε υψηλές θερμοκρασίες (Ανυφαντάκης, 2004).

Ο ορρός γάλακτος αποτελείται και από άλλες πρωτεΐνες, όπως είναι η αλβουμίνη του ορρού, η γαλακτοπεροξειδάση και η λακτοφερρίνη και περιέχει πεπτίδια τα οποία διαμορφώνονται από την υδρόλυση άλλων πρωτεϊνών του γάλακτος.

**Πίνακας 2.2.** Φυσικά χαρακτηριστικά των κύριων πρωτεϊνών του ορρού (Zydney, 1998).

<b>ΠΡΩΤΕΪΝΗ</b>	<b>Συγκέντρωση (g/L)</b>	<b>Μοριακό βάρος (g/mol)</b>	<b>Ισοηλεκτρικό pH</b>
<b>Β-λακτογλοβουλίνη</b>	<b>2.7</b>	<b>18,362</b>	<b>5.2</b>
Α-λακταλβουμίνη	1.2	14,147	4.5-4.8
Ανοσογλοβουλίνες	0.65	150,000-1,000,000	5.5-8.3
Αλβουμίνη του ορού	0.4	69,000	4.7-4.9

### **2.3.3 Μεταλλικά στοιχεία**

Τα μεταλλικά στοιχεία του ορρού γάλακτος συμμετέχουν σε πλήθος φυσιολογικών λειτουργιών και ενισχύουν τις λειτουργικές ιδιότητες των πρωτεϊνών του ορρού. Τα κυριότερα μεταλλικά στοιχεία είναι τα μονοσθενή ιόντα νατρίου, καλίου και χλωρίου σε συνδυασμό με πιο ενεργά ιόντα, όπως είναι του ασβεστίου, του μαγνησίου, τα κιτρικά και φωσφορικά (Τσιούρης και Σωσσίδου, 2015) .

Τα μεταλλικά στοιχεία συμμετέχουν στη ρύθμιση της κατανομής των εξωκυτταρικών και ενδοκυτταρικών υγρών του σώματος μέσω διαφορετικής ώσμωσης στα διάφορα μέρη του σώματος. Η εντερική απορρόφηση του ασβεστίου ευνοείται από την ταυτόχρονη παρουσία λακτόζης στο γαστρεντερικό σωλήνα (Τσιούρης και Σωσσίδου, 2015).

### 2.3.4 Βιταμίνες

Οι βιταμίνες του ορρού γάλακτος είναι κατά κύριο λόγο υδατοδιαλυτές και συμμετέχουν σε πολύ σημαντικές φυσιολογικές λειτουργίες του οργανισμού (Τσιούρης και Σωσσίδου , 2015).

- Η βιταμίνες B2 (ριβοβλαμίνη) είναι απαραίτητη για την ανάπτυξη και την επιδιόρθωση των ιστών.
- Η βιταμίνη B5 (παντοθενικό οξύ) συμβάλλει στο μεταβολισμό των υδατανθράκων, των λιπών και των πρωτεϊνών.
- Η βιταμίνη B6 (πυριδοξίνη) συμμετέχει στο μεταβολισμό των πρωτεϊνών και συμβάλλει στην πρόληψη φλεγμονών.
- Η βιταμίνη C (ασκορβικό οξύ) είναι ισχυρό αντιοξειδωτικό και προστατεύει τον οργανισμό από οξειδωτικούς παράγοντες.

### 2.3.5 Λίπος

Το λίπος του ορρού γάλακτος είναι  $\leq 1,5\%$ , παρά όμως το μικρό ποσοστό, η ποσότητα των λιπιδίων εξαρτάται από την τεχνική διαχωρισμού που χρησιμοποιείται.

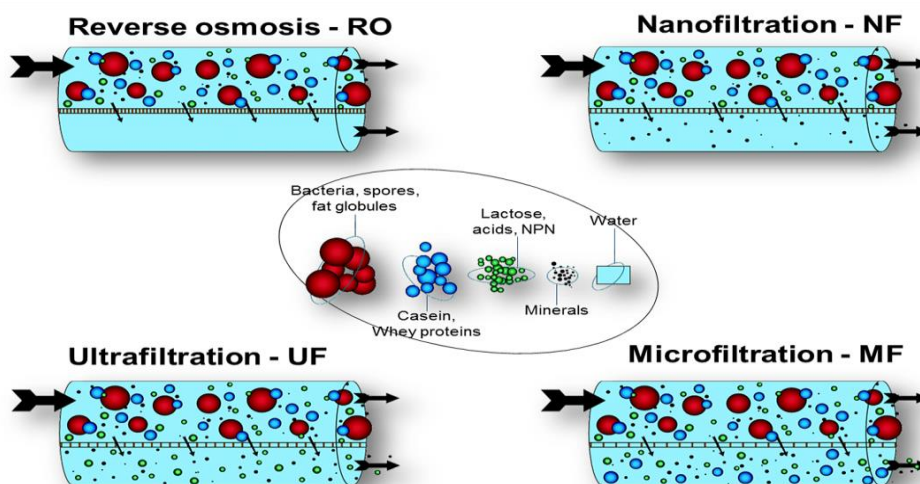
# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΟΥ ΟΡΡΟΥ ΓΑΛΑΚΤΟΣ ΜΕ ΜΕΜΒΡΑΝΕΣ

## 3.1. Η Τεχνολογία των Μεμβρανών στην Τυροκομία

Με τον όρο «τεχνολογία των μεμβρανών» εννοούμε όλες τις εφαρμογές στις οποίες χρησιμοποιούνται ημιπερατές μεμβράνες με σκοπό τον διαχωρισμό ή την κλασματοποίηση των συστατικών σε ένα διάλυμα. Η ημιπερατή μεμβράνη επιτρέπει σε μόρια, σωματίδια ή μικροοργανισμούς που έχουν συγκεκριμένα στοιχεία να τη διαπεράσουν, ενώ σε άλλα δεν επιτρέπει τη διέλευση. Για την επίτευξη του διαχωρισμού αυτού πρέπει ανάμεσα στις δύο πλευρές να υπάρξει μία δύναμη, η οποία μπορεί να είναι η πίεση, η συγκέντρωση, το ηλεκτροχημικό δυναμικό ή η θερμοκρασία.

Όταν η δύναμη που ασκείται είναι η πίεση, οι μεμβράνες διαχωρίζονται στις εξής κατηγορίες : μικροδιήθησης, υπερδιήθησης, νανοδιήθησης και αντίστροφης ώσμωσης, με τη μικροδιήθηση να έχει τη μικρότερη δυνατότητα συγκράτησης των ουσιών και την αντίστροφη ώσμωση τη μεγαλύτερη.

Εδώ και πολλά χρόνια, η τεχνολογία των μεμβρανών χρησιμοποιείται και στη βιομηχανία γάλακτος και στην τυροκομία και περιλαμβάνει:



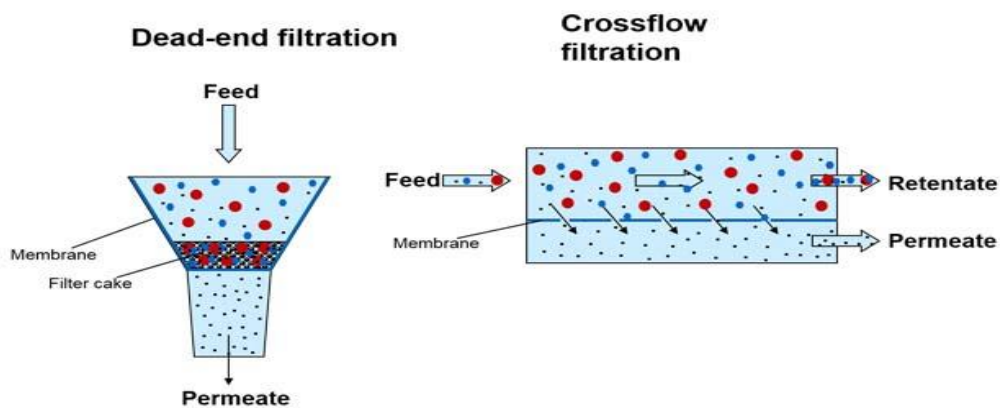
Εικόνα 3.1. Διαφορετικές τεχνολογίες μεμβρανών (<https://www.tetrapak.com/gr/processing/whey-handing>)

- Αντίστροφη ώσμωση (Reverse Osmosis - RO) : συμπύκνωση διαλυμάτων με την απομάκρυνση νερού
- Νανοδιήθηση (Nanofiltration - NF) : συμπύκνωση οργανικών συστατικών με την απομάκρυνση μέρους μονοσθενών ιόντων (π.χ. νάτριο, χλώριο)
- Υπερδιήθηση (Ultrafiltration - UF) : συμπύκνωση μακρομορίων (π.χ. πρωτεΐνες)
- Μικροδιήθηση (Microfiltration - MF) : απομάκρυνση βακτηρίων, διαχωρισμός μακρομορίων.

Στις παραπάνω τεχνικές έχει επικρατήσει η μέθοδος εφαπτόμενης τροφοδοσίας (cross-flow), στην οποία το διάλυμα τροφοδοσίας διοχετεύεται διαμέσου της μεμβράνης υπό πίεση. Η μέθοδος εφαπτόμενης τροφοδοσίας, σε αντίθεση με τη μέθοδο κατά μέτωπο τροφοδοσίας (dead end), καθιστά δυνατή τη διαρκή διεξαγωγή της διαδικασίας φιλτραρίσματος χωρίς αποκλεισμό φίλτρου και με σταθερά χαρακτηριστικά φίλτρου. Στη μέθοδο εφαπτόμενη τροφοδοσίας, το μεγαλύτερο μέρος της ροής τροφοδοσίας μετακινείται εφαπτομενικά κατά μήκος της επιφάνειας του φίλτρου και όχι μέσα στο φίλτρο (Tetrapak, 2015).

Κάποια πλεονεκτήματα της μεθόδου αυτής είναι (Tetrapak, 2015):

- Δεν υπάρχει φίλτρο
- Δεν υπάρχει βοηθητικό φίλτρο
- Δεν έχει χειροκίνητο μηχανισμό
- Ομοιόμορφη, ελεγχόμενη ποιότητα προϊόντος
- Συνεχής διαδικασία
- Αυτοματοποιημένη διαδικασία
- Μεγάλη διάρκεια ζωής φίλτρου (μεμβράνης) (1-10 έτη)
- Εξοπλισμός υγιεινής.



Εικόνα 3.2. Μέθοδος εφαπτομενικής τροφοδοσίας (cross-flow) (Tetrapak, 2015).

### 3.1.1. Τύποι Μεμβράνης

Η επιλογή του σωστού τύπου μεμβράνης είναι το πιο σημαντικό. Οι τύποι μεμβράνης, οι παράμετροι σχεδιασμού και επεξεργασίας των εγκαταστάσεων θα πρέπει να αντιστοιχίζονται προσεκτικά ώστε να ικανοποιούν τις επιθυμητές επιδόσεις και την οικονομική απόδοση της συνολικής διαδικασίας (<https://www.tetrapak.com/processing/membrane-filtration/membrane-types>).

Πίνακας 3.1. Τύποι μεμβρανών και χρήση στη βιομηχανία τροφίμων (<https://www.tetrapak.com/processing/membrane-filtration/membrane-types>).

ΥΛΙΚΟ ΜΕΜΒΡΑΝΗΣ	ΤΥΠΟΣ ΜΕΜΒΡΑΝΗΣ	ΧΡΗΣΗ ΣΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ
Πολυμερής	Σπειροειδής	Γιαούρτι, φρέσκο τυρί
	Πλάκα-πλαίσιο	Τυρί κρέμα
Κεραμικό	Σωληνοειδές	Γάλα, γιαούρτι, γαλακτοκομικά προϊόντα

### 1) Πολυμερής σπειροειδής



**Εικόνα 3.3.** Πολυμερής σπειροειδής (<https://www.tetrapak.com/processing/membrane-filtration/membrane-types>).

Βασικά χαρακτηριστικά: το υλικό της συγκεκριμένης μεμβράνης είναι μοναδικό σχέδιο, όπου μια μεγάλη περιοχή μεμβράνης τυλίγεται σε ένα συμπαγές στοιχείο. Ένας αριθμός στοιχείων μεμβράνης προσαρμόζονται σε ένα περίβλημα από ανοξείδωτο χάλυβα για να σχηματίσουν ένα στοιχείο και ένας αριθμός μονάδων είναι ενσωματωμένοι σε μια εγκατάσταση (<https://www.tetrapak.com/processing/membrane-filtration/membrane-types>).

#### Οφέλη:

- Χαμηλό κόστος
- Συμπαγής σχεδιασμός
- Αποτελεσματική επεξεργασία
- Προσφέρει ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών για τη βιομηχανία γαλακτοκομικών προϊόντων.

## 2) Πολυμερής πλάκα-πλαίσιο



**Εικόνα 3.4.** Πολυμερής πλάκα-πλαίσιο (<https://www.tetrapak.com/processing/membrane-filtration/membrane-types>).

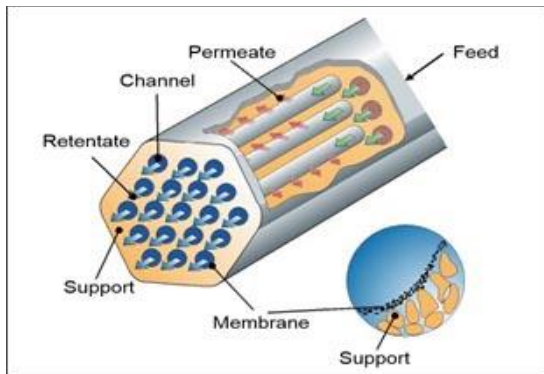
Βασικά χαρακτηριστικά: Στα συγκεκριμένα συστήματα, οι μεμβράνες τοποθετούνται πάνω σε μια πλάκα-σαν δομή, η οποία, με τη σειρά της, είναι τοποθετημένη σε πλάκες υποστήριξης PSO. Χρησιμοποιείται για υπερδιήθηση προϊόντων υψηλού ιξώδους (<https://www.tetrapak.com/processing/membrane-filtration/membrane-types>).

### Οφέλη:

- Χειρίζεται προϊόντα υψηλού ιξώδους
- Καθορισμένη δυναμική ροής
- Αντοχή σε υψηλή θερμοκρασία
- Δυνατότητα απομόνωσης μεμονωμένων μεμβρανών
- Υψηλή ευελιξία διαμόρφωσης.



### 3) Σωληνοειδής κεραμική



**Εικόνα 3.5.** Σωληνοειδής κεραμική (<https://www.tetrapak.com/processing/membrane-filtration/membrane-types>).

#### Βασικά χαρακτηριστικά:

- Κεραμική μεμβράνη και δομή υποστήριξης
- Ακριβές μέγεθος πόρου
- Διαύλους ροής διαμέτρου 3 και 4 mm.

#### Οφέλη:

- ανθεκτικό στη θερμοκρασία, εξαιρετικές υγιεινές ιδιότητες
- Ανθεκτικό για μεγάλη διάρκεια ζωής μεμβράνης
- Απολυμαντικό
- Καθορισμένες συνθήκες ροής.

### 3.1.2 Αντίστροφη Ώσμωση (RO)

Η αντίστροφη ώσμωση είναι μία μέθοδος διαχωρισμού, στην οποία, με τη χρήση μεμβρανών, με ή χωρίς ελαστικούς πόρους μικρής διαμέτρου, ο διαλύτης διαχωρίζεται από άλλα συστατικά ενός διαλύματος. Η χημική σύσταση των μεμβρανών είναι αρκετά σημαντική διότι καθορίζει και την επιλεκτικότητα τους. Απαιτούνται υψηλές πιέσεις εξαιτίας του μικρού ρυθμού διήθησης. Η αντίστροφη ώσμωση δεν είναι μία μέθοδος που προτιμάται στις γαλακτοβιομηχανίες διότι είναι

μέθοδος συμπύκνωσης και την ανταγωνίζονται άλλες σχετικές μέθοδοι. Η αντίστροφη ώσμωση απαιτεί πιέσεις που μπορεί να φθάσουν τα 100 bar ενώ οι μεμβράνες που χρησιμοποιούνται έχουν ανοίγματα πόρων μικρότερα από 1nm, οπότε επιτρέπεται μόνο η διέλευση των μορίων του νερού (<https://www.tetrapak.com/processing/membrane-filtration/membrane-types>).

Η αντίστροφη ώσμωση χρησιμοποιείται για τη συμπύκνωση του άπαχου γάλακτος και του τυρογάλακτος. Τα στερεά συστατικά του τυρογάλακτος κατακρατούνται στο συμπύκνωμα, ενώ στο διήθημα περνούν το νερό και ελάχιστες ποσότητες αλάτων. Το διήθημα είναι άνευ αξίας λόγω της σύστασης του (<https://www.tetrapak.com/processing/membrane-filtration/membrane-types>).

Στην περίπτωση του τυρογάλακτος η αντίστροφη ώσμωση χρησιμοποιείται στις εξής περιπτώσεις:

- Παρασκευή σκόνης. Αρχικά γίνεται συμπύκνωση του τυρογάλακτος, μέχρι τα στερεά συστατικά να φτάσουν στο 25% και έπειτα ακολουθεί η εξάτμιση μέχρι να φτάσουν στο 50% και τέλος η κονιοποίηση.
- Για τη μεταφορά του στο εργοστάσιο επεξεργασίας ή σε κτηνοτρόφους.
- Για τη συμπύκνωση του πριν την ηλεκτροδιάλυση.

### 3.1.3. Νανοδιήθηση (NF)

Η νανοδιήθηση είναι μία μέθοδος η οποία επιτρέπει τον διαχωρισμό των ουσιών με μοριακό βάρος μικρότερο του 1.000 DA, που αντιστοιχεί σε μέγεθος πόρων 1nm. Μέσα από αυτές τις μεμβράνες μπορούν να περάσουν μονοσθενή ιόντα και μικρού μοριακού βάρους ενώσεις. Απαιτείται 2,5 φορές μικρότερη πίεση από την αντίστροφη ώσμωση. Είναι η φθηνότερη μέθοδος αφαλάτωσης όταν η συγκέντρωση του NaCl δεν είναι μεγαλύτερη του 32%.

Η συγκεκριμένη μέθοδος χρησιμοποιείται στις εξής περιπτώσεις (Ανυφαντάκης, 2004):

- Συμπύκνωση και μερική αφαλάτωση διηθημάτων υπερδιήθησης τυρογάλακτος, πριν την επεξεργασία τους για την παραγωγή λακτόζης, και γλυκού τυρογάλακτος για κονιοποίηση.
- Ως προκαταρκτικό βήμα για την πληρέστερη αφαλάτωση του ορρού γάλακτος με ηλεκτροδιάλυση και ιονική ανταλλαγή.

### 3.1.4. Υπερδιήθηση

Η υπερδιήθηση είναι μία μέθοδος διαχωρισμού της λακτόζης, των μη πρωτεϊνικών αζωτούχων κλασμάτων και των αλάτων από τις πρωτεΐνες, το λίπος και τα βακτήρια του άλατος. Τα συστατικά του τυρογάλακτος κατανέμονται μεταξύ συμπυκνώματος και διηθήματος σε αναλογία που προσδιορίζεται από το βαθμό συμπύκνωσης. Οι μεμβράνες που χρησιμοποιούνται έχουν μεγαλύτερους πόρους από τις μεμβράνες που χρησιμοποιούνται κατά τη νανοδιήθηση, οι πιέσεις που ασκούνται είναι μικρότερες και ο ρυθμός διήθησης μεγαλύτερος.

Οι μεμβράνες που χρησιμοποιούνται στην υπερδιήθηση έχουν άνοιγμα πόρων 0,01-0,05 $\mu\text{m}$ , και η πίεση που εφαρμόζεται είναι 1-10bar. Στην υπερδιήθηση χρησιμοποιούνται δύο τύποι μεμβρανών, οι ασυμμετρικές συνθετικές μεμβράνες και οι ανόργανες μεμβράνες. Οι πρώτες αποτελούνται από μία ευρεία ποικιλία συνθετικών πολυμερών σωμάτων και μειγμάτων ενώ οι δεύτερες αποτελούνται από ανόργανα υλικά, όπως οξείδιο ζirkονίου και αλουμίνα.

Τα μεγαλύτερα πλεονεκτήματα της μεθόδου είναι οι μοναδικές ικανότητες διαχωρισμού, η μικρή κατανάλωση ενέργειας και η ευελιξία στις θερμοκρασίες λειτουργίας. Οι εγκαταστάσεις υπερδιήθησης μπορούν να λειτουργήσουν σε θερμοκρασίες από 0°C έως 80°C. Η θερμοκρασία εξαρτάται από την ευαισθησία του διαλύματος και το υλικό των μεμβρανών (Johnsson & Tragbirdh, 1990).

### 3.1.5. Μικροδιήθηση

Η μικροδιήθηση περιλαμβάνει τους διαχωρισμούς των αιωρούμενων σωματιδίων και μικροοργανισμών που αντιστοιχούν σε πιέσεις μικρότερες του 1bar. Το μέγεθος της μεμβράνης της μικροδιήθησης είναι 0,1 $\mu\text{m}$ -10 $\mu\text{m}$  και γι' αυτό θεωρείται κατάλληλη διεργασία για αποστείρωση.

Η πιο σημαντική εφαρμογή της μικροδιήθησης είναι ότι χρησιμοποιείται ως προεπεξεργασία της υπερδιήθησης του ορού γάλακτος για την απομάκρυνση σημαντικών ποσοτήτων ανεπιθύμητων συστατικών, όπως είναι το λίπος και τα μικύλλια της καζεΐνης, τα οποία μπορεί να καταστρέψουν τις ιδιότητες του ορού (Cancino et al., 2006).

## 3.2. Διαφορετικές διαδικασίες επεξεργασίας ορρού γάλακτος

Ο ορρός γάλακτος πρέπει να υποβληθεί σε επεξεργασία ακριβώς μετά τη λήψη του από το τυρόπηγμα, διότι η θερμοκρασία του και η σύσταση του ευνοούν την ανάπτυξη βακτηρίων που οδηγούν στην αποικοδόμηση των πρωτεϊνών και στο σχηματισμό γαλακτικού οξέος (Tetrapak, 2015).

Προτείνεται, ο ορρός γάλακτος να απομακρύνεται απευθείας από τη διαδικασία του τυριού και να αποθηκεύεται σε ρυθμιστικό διάλυμα μικρής διάρκειας, έπειτα να διαυγάζεται, να παστεριώνεται και να ψύχεται σε αποθήκη πριν την περαιτέρω επεξεργασία του. Σε περίπτωση μεταφοράς του, μπορεί να αποθηκευτεί σε μεμβράνη διήθησης για να μειωθεί το κόστος μεταφοράς του (Tetrapak, 2015).

### 3.2.1 Ανάκτηση καζεΐνης και διαχωρισμός λίπους

Τα σωματίδια της καζεΐνης είναι πάντα παρόντα στον ορρό γάλακτος, έχουν δυσμενή επίδραση στο διαχωρισμό του λίπους και γι' αυτό πρέπει να αφαιρεθούν πρώτα. Για το διαχωρισμό αυτό μπορούν να χρησιμοποιηθούν διάφοροι τύπου συσκευών όπως κυκλώνες, φυγοκεντρικοί διαχωριστές ή περιστρεφόμενα φίλτρα (Tetrapak, 2015).



Σχήμα 3.1. Διαχωρισμός λίπους και σωματιδίων ορρού γάλακτος (Tetrapak, 2015).

Το λίπος ανακτάται σε φυγοκεντρικούς διαχωριστές. Τα λεπτόκοκκα σωματίδια συλλέγονται συνήθως με τον ίδιο τρόπο όπως στο τυρί, μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε επεξεργασμένα τυριά και έπειτα από ωρίμανση και στο μαγείρεμα. Η κρέμα του ορρού γάλακτος, με περιεκτικότητα σε λιπαρά 25-30%, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ξανά στην τυροκόμηση για την τυποποίηση του

γάλακτος. Ο ορρός γάλακτος προορίζεται για αποθήκευση και, πριν από τη μεταποίησή του πρέπει να ψύχεται, ή να παστεριώνεται και να ψύχεται μετά την αφαίρεση του λίπους και των σωματιδίων της καζεΐνης. Για βραχυπρόθεσμη αποθήκευση 10-15 ώρες η ψύξη σε  $<5^{\circ}\text{C}$  είναι συνήθως επαρκής για τη μείωση της δράσης των βακτηρίων. Για μεγαλύτερες περιόδους αποθήκευσης και χρήσης του ορρού γάλακτος σε βρεφικές τροφές και σε τροφές που προορίζονται για αθλητές απαιτείται παστερίωση του ορρού γάλακτος, απαιτείται η απομάκρυνση του λίπους και των σωματιδίων και αυτή η προσέγγιση συνίσταται με σκοπό την καλή ποιότητα των προϊόντων (Tetrapak, 2015).

### 3.2.2 Συγκέντρωση των ολικών στερεών και ξήρανση

Το πρώτο στάδιο της συγκέντρωσης των ολικών στερεών περιλαμβάνει της αύξηση της ξηρής ύλης από 6% σε 18-25% με τη χρήση της αντίστροφης ώσμωσης, μόνη της ή σε συνδυασμό με τη νανοδιήθηση. Έπειτα, ο ορρός γάλακτος μπορεί να μεταφερθεί σε άλλη τοποθεσία για περαιτέρω επεξεργασία (π.χ. εξάτμιση ή ξήρανση), είτε να ξηρανθεί απευθείας στο χώρο. Η εξάτμιση απομακρύνει το νερό από το διάλυμα. Τα προϊόντα στα οποία γίνεται εξάτμιση είναι, συνήθως, ευαίσθητα στη θερμότητα και είναι πιθανό να καταστραφούν με τη θέρμανση, γι' αυτό το λόγο η εξάτμιση γίνεται υπό κενό, σε χαμηλές θερμοκρασίες (Tetrapak, 2015).

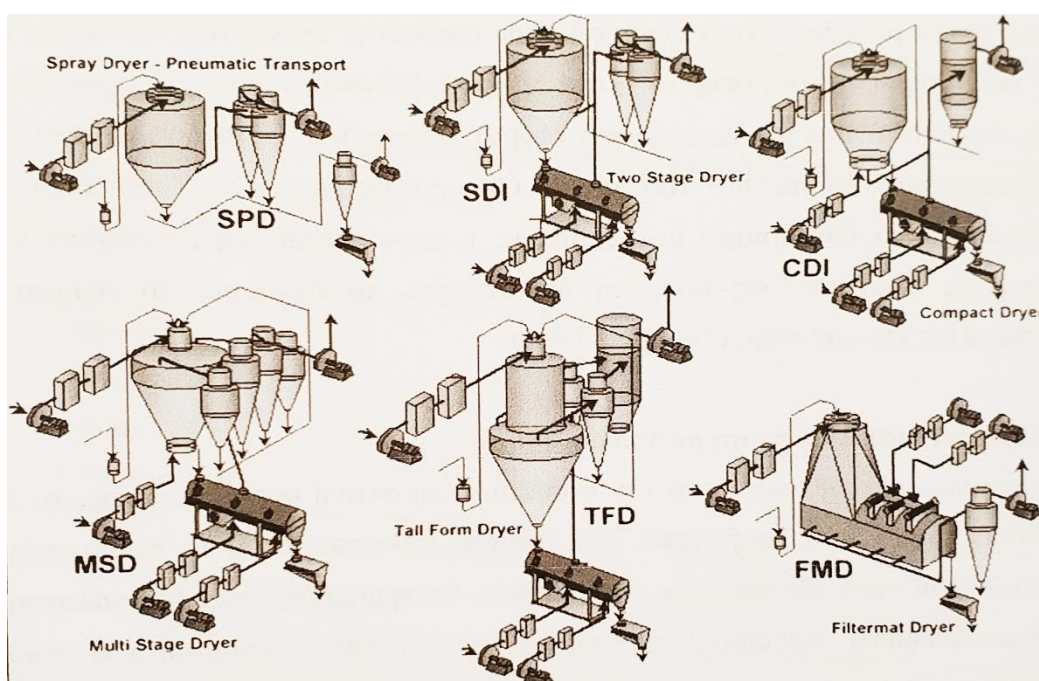
Η συμπύκνωση του ορρού πραγματοποιείται υπό κενό σε εξατμιστήρες πίπτοντος υμένα δύο ή περισσότερων σταδίων. Μετά από εξάτμιση στο 45-5% των ολικών στερεών, το συμπύκνωμα ψύχεται στους  $30-40^{\circ}\text{C}$  και αναδεύεται σε ειδικά σχεδιασμένες δεξαμενές κρυσταλλοποίησης. Το προϊόν διατηρείται στους κρυσταλλωτές για 4-8 ώρες με σκοπό την ομοιόμορφη κατανομή των μικρών κρυστάλλων της λακτόζης (Tetrapak, 2015).

Ο συμπυκνωμένος ορρός γάλακτος είναι ένα υπερκορεσμένο διάλυμα λακτόζης και υπό συγκεκριμένες συνθήκες, η λακτόζη μπορεί να κρυσταλλώσει αυθόρμητα προτού ο ορρός εξέλθει από τον εξατμιστήρα (Tetrapak, 2015).

Ο ορρός γάλακτος ξηραίνεται όπως το γάλα, δηλαδή σε ξηραντήρες τυμπάνου ή με ψεκασμό σε περιεκτικότητα σε υγρασία λιγότερο από 5%. Η χρήση ξηραντήριων με τύμπανο δημιουργεί ένα πρόβλημα. Είναι δύσκολο να ξύσουμε το στρώμα του ξηρού ορρού γάλακτος από την επιφάνεια του τυμπάνου. Γι' αυτό αναμειγνύεται ένα πληρωτικό υλικό, όπως το πίτουρο σιταριού ή σίκαλης, με τον ορρό γάλακτος πριν από την ξήρανση, για να γίνει πιο εύκολο το ξύρισμα του ξηρού προϊόντος (Tetrapak, 2015).

Η ξήρανση με ψεκασμό του ορρού γάλακτος, είναι η πιο διαδεδομένη μέθοδος ξήρανσης. Πριν την ξήρανση, το συμπύκνωμα ορού γάλακτος υφίσταται παραπάνω επεξεργασία για να σχηματίσει μικρούς κρυστάλλους λακτόζης, με σκοπό να παραχθεί ένα μη υγροσκοπικό προϊόν, το οποίο δεν παρουσιάζει σβώλους (Tetrapak, 2015).

Για την ξήρανση διαφόρων τύπων ορρού γάλακτος μπορούν να χρησιμοποιηθούν διάφοροι τύποι ξηραντήρων, με απλούστερο του ενός σταδίου έως των δύο σταδίων, και ίσως και τριών σταδίων συστημάτων ξήρανσης και τελικά τους ξηραντήρες «filtermat» (FMDs). Το ποιος ξηραντήρας θα χρησιμοποιηθεί για ένα προϊόν εξαρτάται από το πόσο δύσκολο είναι να φτιαχτεί το προϊόν και τις απαιτήσεις των τελικών προϊόντων (Tetrapak, 2015).



**Εικόνα 3.6.** Διάφοροι τύποι ξηραντήρων με ψεκασμό οι οποίοι χρησιμοποιούνται για την ξήρανση προϊόντων ορρού γάλακτος (Pisecky, 2005)

Ο όξινος ορός γάλακτος που προέρχεται από cottage cheese και καζεΐνη είναι δύσκολο να ξηραθεί λόγω της υψηλής περιεκτικότητας του σε γαλακτικό οξύ, το οποίο συσσωρεύεται και σχηματίζει σβώλους στον ξηραντήρα ψεκασμού. Η ξήρανση μπορεί να διευκολυνθεί με εξουδετέρωση και πρόσθετα, όπως είναι το αποβουτυρωμένο γάλα και προϊόντα δημητριακών (Pisecky, 2005).

### 3.3 Ανάκτηση Πρωτεϊνών

Οι πρωτεΐνες του ορρού γάλακτος απομονώθηκαν αρχικά μέσω της χρήσης διαφόρων τεχνικών ιζηματοποίησης, αλλά, πλέον, χρησιμοποιούνται ο μεμβρανικός διαχωρισμός και οι χρωματογραφικές διαδικασίες. Η διαδικασία που εκτενέστερα έχει χρησιμοποιηθεί για το διαχωρισμό των πρωτεϊνών από ορρό γάλακτος είναι η θερμική μετουσίωση, κατά την οποία η κατακρημνισμένη πρωτεΐνη που διαμορφώνεται από τη διαδικασία είναι διαλυτή ή ελάχιστα διαλυτή, ανάλογα με τις θερμικές συνθήκες που επικρατούν κατά τη μετουσίωση και ονομάζεται «θερμικώς κατακρημνισμένη πρωτεΐνη ορρού γάλακτος» (HPWP) (Tetrapak, 2015).

Οι εγγενείς πρωτεΐνες του ορρού, ως συστατικά των σκονών του, μπορούν να παραχθούν με προσεκτική ξήρανση του. Λόγω της σύνθεσης τους έχουν μόνο περιορισμένη εφαρμογή στα τρόφιμα, γι' αυτό και γίνεται απομόνωση των πρωτεϊνών του ορρού. Οι πρωτεΐνες που λαμβάνονται από διαχωρισμό με μεμβράνες ή ιονική ανταλλαγή κατέχουν καλές λειτουργικές ιδιότητες, ως προς τη διαλυτότητα, το άφρισμα, το σχηματισμό γαλακτώματος και την πήξη (Tetrapak, 2015).

#### 3.3.1 Ανάκτηση Πρωτεΐνης με Υπερδιήθηση

Μετά από τη σκόνη και την αφαιρωμένη σκόνη ορρού γάλακτος, το τρίτο σημαντικό προϊόν που λαμβάνεται από τον ορρό γάλακτος είναι τα συμπυκνώματα πρωτεϊνών του ορρού. Αποτελούν μία οικονομική και ποιοτική διαθέσιμη εμπορικά πηγή πρωτεϊνών (Dominiques et al., 2001).

Μετά την παρασκευή σκόνης τυρογάλακτος με ξήρανση, το προϊόν που λαμβάνεται έχει υψηλή περιεκτικότητα σε λακτόζη. Με υπερδιήθηση του γάλακτος είναι δυνατόν να παραχθούν συμπυκνώματα, τα οποία, με ξήρανση, δίνουν προϊόντα με αυξημένη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες, γνωστά ως πρωτεϊνικά συμπυκνώματα ορρού γάλακτος (Whey Protein Concentrates – WPC). Σύμφωνα με τον Οργανισμό Τροφίμων και Φαρμάκων των Η.Π.Α. (FDA) ως πρωτεϊνικά συμπυκνώματα ορού γάλακτος ορίζονται τα προϊόντα που λαμβάνονται με απομάκρυνση επαρκούς ποσότητας μη πρωτεϊνικών συστατικών από τυρόγαλα, ούτε ώστε το τελικό προϊόν να περιέχει τουλάχιστον 25% πρωτεΐνες. Η περιεκτικότητα των προϊόντων αυτών σε πρωτεΐνες εξαρτάται από το βαθμό συμπύκνωσης του τυρογάλακτος και αν γίνεται ή όχι επαναδιήθησή του, το ποσοστό αυτό κυμαίνεται από 30-90%. Υπάρχουν διάφοροι τύπου συμπυκνωμάτων πρωτεϊνών ορρού που αναγνωρίζονται από έναν κωδικό αριθμό που αναφέρεται στην κατά προσέγγιση περιεκτικότητα τους σε πρωτεΐνες (Ανυφαντάκης, 2004).

**Πίνακας 3.2.** Χημική σύσταση % συμπυκνωμάτων πρωτεϊνών του ορρού, διάφορων τύπων (Ανυφαντάκης, 2004)

<b>ΤΥΠΟΙ ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΑΤΩΝ ΠΡΩΤΕΪΝΩΝ ΟΡΡΟΥ ΓΑΛΑΚΤΟΣ</b>				
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
Συστατικά	35%	50%	65%	80%
Νερό	4,6	4,3	4,2	4,0
Λακτόζη	46,5	30,9	21,	3,5
Πρωτεΐνες	36,2	52,1	63,0	81,0
Λίπος	2,1	3,7	5,6	7,2
Τέφρα	7,8	6,4	3,9	3,1
Γαλακτικό οξύ	2,8	2,6	2,2	1,2

\*1. Υποκατάστατο αποβουτυρωμένου γάλακτος, 35% πρωτεΐνη σε ξηρά ουσία

2. Πρωτεϊνικό συμπλήρωμα σε άλλα τρόφιμα, 50% πρωτεΐνη σε ξηρά ουσία

3. Πρακτικό όριο πρωτεΐνης μόνο από υπερδιήθηση, 65% πρωτεΐνη σε ξηρά ουσία

4. Προϊόν υπερδιήθησης και επαναδιήθησής, 80% πρωτεΐνη σε ξηρά ουσία

Τα συμπυκνώματα πρωτεϊνών του ορρού γάλακτος παρουσιάζουν διάφορα πλεονεκτήματα εκ των οποίων τα πιο σημαντικά είναι (Ανυφαντάκης, 2004):

- Μικρή περιεκτικότητα σε λακτόζη
- Μικρή θερμιδική ενέργεια
- Μικρή λιποπεριεκτικότητα



- Μεγάλη περιεκτικότητα σε αμινοξέα και ισορροπημένη μεταξύ τους σχέση
- Μικρή περιεκτικότητα σε άλατα
- Καλή γαλακτοματοποιητική ικανότητα.

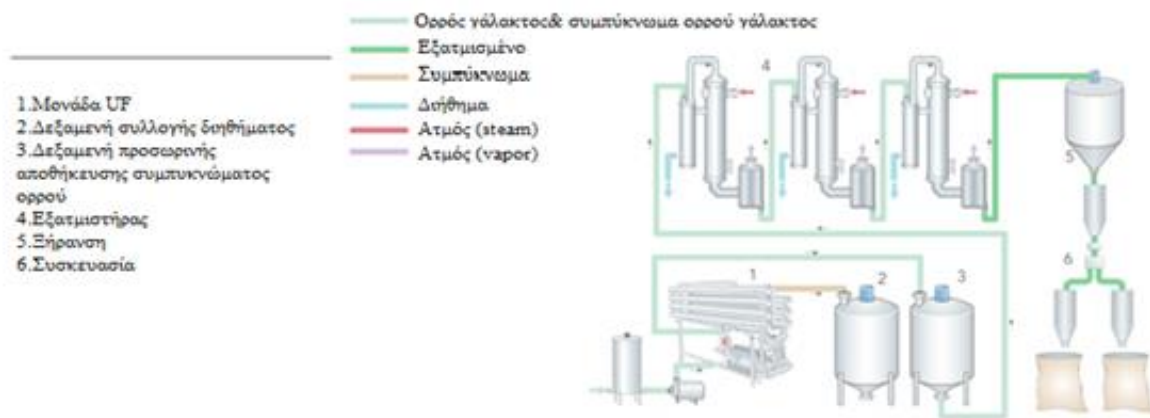
Για να ληφθεί ένα πρωτεϊνικό προϊόν 35% ο υγρός ορρός γάλακτος συμπυκνώνεται σε μία, κατά προσέγγιση, συνολική περιεκτικότητα σε ξηρά στερεά 9%. Για παράδειγμα 100kg ορρού γάλακτος παράγουν περίπου 17kg συμπυκνώματος και 83kg διηθήματος με 6 φορές συμύκνωση.

**Πίνακας 3.3.** Σύσταση ορρού γάλακτος/προκύπτοντος συμπυκνώματος και διηθήματος (Tetrapak, 1995)

ΣΥΣΤΑΤΙΚΟ	Βάρος σε 100kg ορού γάλακτος		Βάρος σε 100kg συμπυκνώματος		Βάρος σε 100kg διηθήματος	
	Kg	%	Kg	%	Kg	%
<b>Πρωτεΐνη</b>	0,55	0,55	0,55	3,24	0	0
<b>Λακτόζη</b>	4,80	4,80	0,82	4,82	3,98	4,80
<b>Τέφρα</b>	0,80	0,80	0,14	0,82	0,66	0,80
<b>Μη πρωτεϊνικό άζωτο</b>	0,18	0,18	0,03	0,18	0,15	0,18
<b>Λίπος</b>	0,03	0,03	0,03	0,18	0	0
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΞΗΡΑΣ ΟΥΣΙΑΣ</b>	6,36	6,36	1,57	9,24	4,79	5,78

Για να ληφθεί ένα πρωτεϊνικό συμπύκνωμα 85% ο υγρός ορρός γάλακτος συμπυκνώνεται αρχικά 20-30 φορές με άμεση υπερδιήθηση σε μία περιεκτικότητα στερεών περίπου 25%. Έπειτα, είναι απαραίτητο το συμπύκνωμα να επαναδιηθηθεί για να αφαιρεθεί περισσότερη λακτόζη και τέφρα και να αυξηθεί η συγκέντρωση της πρωτεΐνης σε σχέση με τη συνολική ξηρά ουσία. Κατά την επαναδιήθηση προστίθεται νερό στην τροφοδοσία ενώ συνεχίζεται η διήθηση προκειμένου να

ξεπλυθούν τα μικρότερα μοριακά συστατικά τα οποία θα περάσουν μέσω των μεμβρανών, κυρίως η λακτόζη και τα μεταλλικά στοιχεία.

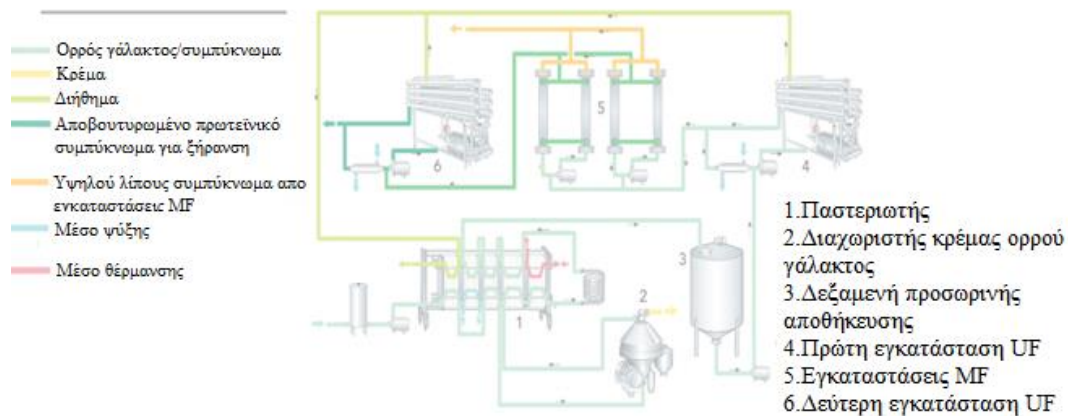


**Σχήμα 3.2.** Επεξεργασία για την ανάκτηση ξηρού πρωτεϊνικού συμπυκνώματος με τη χρήση UF (Tetrapak, 2015).

### 3.3.2 Αποβουτύρωση Πρωτεϊνικών Συμπυκνωμάτων Ορού Γάλακτος

Η αποβουτυρωμένη σκόνη WPC με περιεκτικότητα 80-85% σε πρωτεϊνική ξηρά ουσία είναι ενδιαφέρουσα επιλογή για εφαρμογές, όπως ως υποκατάστατο του λευκού αυγού και ως συστατικό τροφίμων και φρουτοποτών.

Η επεξεργασία του συμπυκνώματος του ορού από εγκαταστάσεις υπερδιήθησης σε εγκαταστάσεις μικροδιήθησης μπορεί να μειώσει την περιεκτικότητα της σκόνης 80-85% WPC σε λίπος από 7,2% σε λιγότερο από 0,4% .



**Σχήμα 3.3.** Διαδικασία αποβουτύρωσης πρωτεϊνικού συμπυκνώματος ορρού γάλακτος (Tetrapak, 2015).

Ο ορρός γάλακτος προθερμαίνεται και διαχωρίζεται για να ανακτηθεί όσο περισσότερο λίπος γίνεται υπό τη μορφή 25-30% κρέμας. Η κρέμα αυτή μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί για την τυποποίηση του λίπους του γάλακτος των τυριών. Στο στάδιο αυτό διαχωρίζονται τα μικρότερα σωματίδια. Έπειτα ο ορρός παστεριώνεται και ψύχεται στους 55-60°C πριν μεταφερθεί σε μία ενδιάμεση δεξαμενή αποθήκευσης. Στη συνέχεια, ο ορρός γάλακτος αντλείται στην πρώτη UF εγκατάσταση και συμπυκνώνεται στο τριπλάσιο. Το συμπύκνωμα αντλείται στις εγκαταστάσεις MF ενώ το διήθημα πηγαίνει σε μια δεξαμενή συλλογής μετά από αναγεννητική ψύξη.

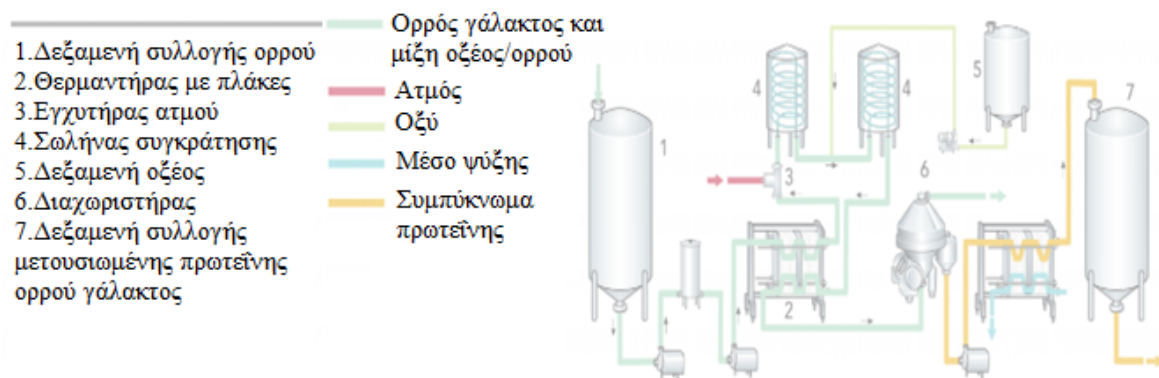
Το συμπύκνωμα έπειτα από την MF επεξεργασία, συλλέγεται χωριστά και το αποβουτυρωμένο διήθημα μεταφέρεται για επιπλέον υπερδιήθηση με επαναδιήθηση. Το συμπύκνωμα περιέχει το μεγαλύτερο μέρος του λίπους και των βακτηρίων. Η WPC που προκύπτει ξηραίνεται επιπλέον για να μειωθεί η περιεκτικότητα σε υγρασία σε ένα μέγιστο 4% πριν τοποθετηθεί σε συσκευασίες.

### 3.3.3 Ανάκτηση Μετουσιωμένης Πρωτεΐνης

Οι πρωτεΐνες του ορρού γάλακτος δε μπορούν να κατακρημνιστούν από πυτιά ή οξύ και γι' αυτό πρέπει πρώτα να μετουσιωθούν με θέρμανση και έπειτα να κατακρημνιστούν από ένα οξύ, διαδικασία η οποία πραγματοποιείται σε δύο στάδια:

1. Κατακρήμνιση (μετουσίωση) της πρωτεΐνης από έναν συνδυασμό θερμικής επεξεργασίας και ρύθμισης του pH
2. Συμπύκνωση των πρωτεϊνών με φυγοκεντρικό διαχωρισμό.

Οι μετουσιωμένες πρωτεΐνες του ορρού γάλακτος μπορούν να αναμιχθούν με το γάλα της τυροκόμησης πριν προστεθεί πυτιά. Έτσι, διατηρούνται σε δομή δικτυωτού πλέγματος ή οποία διαμορφώνεται από τα μόρια της καζεΐνης κατά τη διάρκεια της πήξης. Η προσθήκη συμπυκνωμένης πρωτεΐνης ορρού στο γάλα των τυριών προκαλεί ελάχιστες αλλαγές στις ιδιότητες της πήξης. Η δομή του τυροπήγματος γίνεται πιο λεπτή και ομοιόμορφη από ότι με τις συμβατικές μεθόδους.



**Σχήμα 3.4.** Ανάκτηση μετουσιωμένων πρωτεϊνών ορρού γάλακτος (Tetrapak, 2015).

Στο παραπάνω σχήμα, παρουσιάζεται η παραγωγή μετουσιωμένων πρωτεϊνών ορρού γάλακτος. Έπειτα από ρύθμιση του pH, ο ορρός γάλακτος αντλείται μέσω μίας δεξαμενής (1) σε ένα θερμαντήρα με πλάκες (2) για αναγεννητική θέρμανση. Η θερμοκρασία του ορρού αυξάνεται στους 90-95°C με την άμεση έγχυση ατμού (3) πριν περάσει από ένα σωληνοειδές τμήμα συγκράτησης (4) για 3-4 λεπτά. Στο στάδιο αυτό προστίθεται το οξύ με σκοπό τη μείωση του pH. Οι πρωτεΐνες που τροποποιούνται κατά τη θερμότητα κατακρημνίζονται σε διάστημα 60 δευτερολέπτων (Tetrapak, 2015).

### 3.4. Ανάκτηση Λακτόζης

Η λακτόζη είναι το βασικό συστατικό του ορρού γάλακτος και υπάρχουν δύο βασικές μέθοδοι ανάκτησης της, ανάλογα με την πρώτη ύλη (Tetrapak, 2015):

- Κρυστάλλωση της λακτόζης σε μη επεξεργασμένο αλλά συμπυκνωμένο ορρό γάλακτος
- Κρυστάλλωση της λακτόζης σε ορρό γάλακτος από τον οποίο η πρωτεΐνη έχει αφαιρεθεί με UF ή κάποια άλλη μέθοδο πριν από τη συμπύκνωση.

#### 3.4.1 Κρυστάλλωση

Η κρυστάλλωση είναι μία διαδικασία διαχωρισμού, κατά την οποία μεταφέρεται μάζα από ένα υγρό διάλυμα, του οποίου η σύνθεση είναι μεικτή, σε ένα καθαρό στερεό κρύσταλλο. Ρυθμίζοντας τις συνθήκες αφαιρούνται τα διαλυτά συστατικά, ώστε το διάλυμα να γίνει υπέρκορο και η περίσσεια διαλυτή ουσία κρυσταλλώνει σε μία καθαρή μορφή. Αυτό επιτυγχάνεται με μείωση της θερμοκρασίας ή με συμπύκνωση του διαλύματος (Tetrapak, 2015).

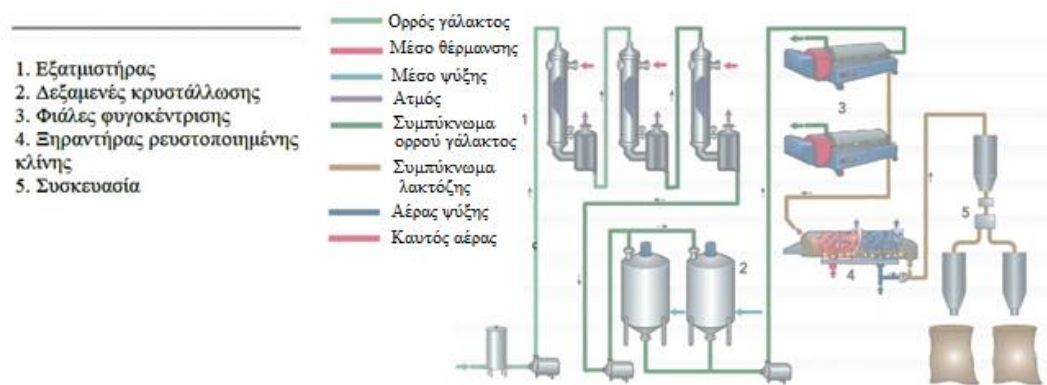
Μόλις διαμορφωθούν οι πυρήνες, ο σημαντικός παράγοντας στην κρυστάλλωση είναι ο ρυθμός που αυξάνονται οι κρύσταλλοι. Ο ρυθμός αυτός ελέγχεται από τη διάχυση της διαλυτής ουσίας μέσω του διαλύτη στην επιφάνεια του κρυστάλλου και από την ταχύτητα αντίδρασης όταν τα μόρια της διαλυτής ουσίας ρυθμίζονται εκ νέου στο δικτυωτό πλέγμα του κρυστάλλου (Tetrapak, 2015).

Σε χαμηλές θερμοκρασίες η διάχυση απαιτεί μόνο ένα μικρό μέρος της συνολικής ενέργειας που απαιτείται για την αύξηση του κρυστάλλου, επομένως η διάχυση σε αυτές τις θερμοκρασίες έχει μικρή επίδραση στο ρυθμό αύξησης. Σε υψηλότερες θερμοκρασίες η διάχυση είναι σημαντικότερη γιατί οι ενέργειες διάχυσης είναι της ίδιας τάξης με τις ενέργειες αύξησης. Ακαθαρσίες που μπορεί να υπάρχουν μέσα στο διάλυμα καθυστερούν την αύξηση του κρυστάλλου και, αν υπάρχουν σε μεγάλη συγκέντρωση, οι κρύσταλλοι δε θα αυξηθούν (Tetrapak, 2015).

Ο κύκλος της κρυστάλλωσης καθορίζεται από τους παρακάτω παράγοντες (Tetrapak, 2015):

- Διαθέσιμη επιφάνεια για αύξηση του κρυστάλλου
- Καθαρότητα διαλύματος

- Βαθμός κορεσμού. Όταν ο υπερκορεσμός διατηρείται σε χαμηλό επίπεδο, ο σχηματισμός των πυρήνων δεν είναι εύκολος αλλά οι διαθέσιμοι πυρήνες θα συνεχίσουν να αυξάνονται, με αποτέλεσμα τον σχηματισμό μεγάλων κρυστάλλων. Ενώ, όταν ο υπερκορεσμός είναι υψηλός, μπορεί να υπάρξει σχηματισμός επιπλέον πυρήνων και έτσι οι υπάρχοντες κρύσταλλοι δε θα αυξηθούν πολύ.
- Θερμοκρασία. Η αργή ψύξη διατηρεί χαμηλά τα επίπεδα υπερκορεσμού και έτσι παράγονται μεγάλοι κρύσταλλοι ενώ η γρήγορη ψύξη παράγει μικρούς κρυστάλλους. Το ποσοστό σχηματισμού των πυρήνων αυξάνεται επίσης από την αναταραχή των κρυστάλλων στο διάλυμα.
- Ιξώδες
- Αναταραχή κρυστάλλων στο διάλυμα.



**Σχήμα 3.5.** Γραμμή διαδικασίας για την παραγωγή λακτόζης (Tetrapak, 2015).

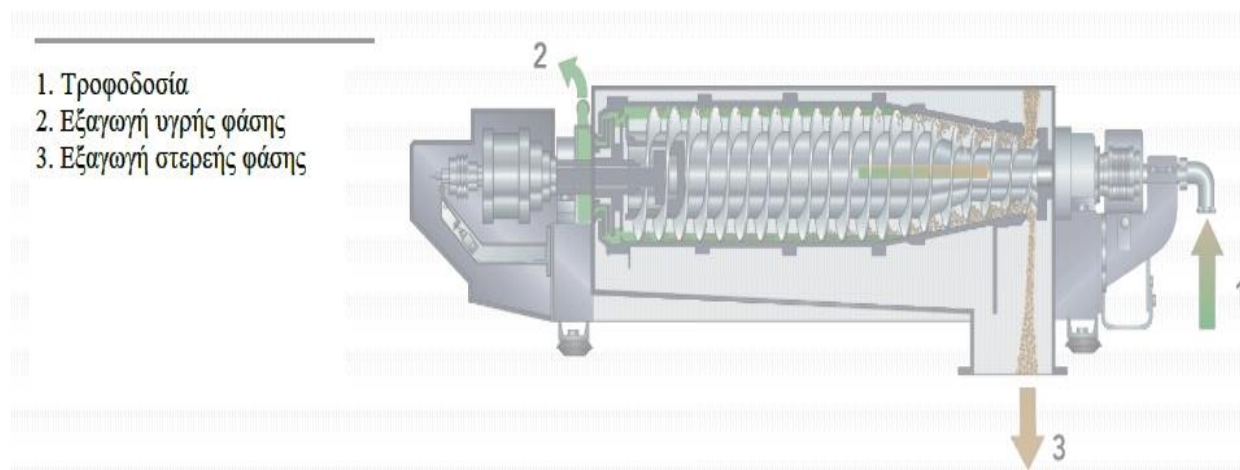
Στο παραπάνω σχήμα απεικονίζεται η διαδικασία παραγωγής της λακτόζης. Αρχικά ο ορός γάλακτος συμπυκνώνεται με εξάτμιση σε 60-62% ξηρή ουσία και μεταφέρεται σε δεξαμενές κρυστάλλωσης (2), όπου προστίθενται κρύσταλλοι σε σχήμα σπόρου. Η κρυστάλλωση γίνεται αργά σε προκαθορισμένο πρόγραμμα χρόνου/θερμοκρασίας. Οι δεξαμενές έχουν ειδικά περιβλήματα για ψύξη και ειδικό εξοπλισμό που ελέγχει τη θερμοκρασία, καθώς και ειδικούς αναδευτήρες. Είναι πολύ σημαντικό, κατά την κρυστάλλωση, να αναταράσσεται συνεχώς το περιεχόμενο της δεξαμενής, για να μεταφερθεί το υπερκορεσμένο διάλυμα στην επιφάνεια των κρυστάλλων. Επίσης, η αναταραχή αποτρέπει την ιζηματοποίηση των κρυστάλλων της λακτόζης. Μόλις τελειώσει η

κρυστάλλωση ο πολτός ρέει σε φιάλες φυγοκέντρισης (3) για να γίνει ο διαχωρισμός των κρυστάλλων, οι οποίοι ξηραίνονται (4) και στη συνέχεια λειαινούνται και κοσκινίζονται και, τέλος, η λακτόζη συσκευάζεται (5) (Tetrapak, 2015).

Η παραδοσιακή διαδικασία παραγωγής λακτόζης απαιτεί διατήρηση του συμπυκνώματος για 16-24 ώρες μετά την προσθήκη των κρυστάλλων. Για τη διαδικασία αυτή απαιτούνται δεξαμενές σημαντικού μεγέθους και εντατικής ενέργειας για καλή ανάδευση και χαμηλό ιξώδες.

### 3.4.2 Διαχωρισμός και Ξήρανση

Για τη συλλογή των κρυστάλλων της λακτόζης μπορούν να χρησιμοποιηθούν διάφοροι τύποι φυγοκεντριτών. Ένας είναι ο οριζόντιος φυγοκεντρικός διαχωριστής, ο οποίος λειτουργεί συνέχεια και έναν κοχλιόδρομο για την εκφόρτωση της λακτόζης. Εγκαθίστανται δύο μηχανές στη σειρά. Η πρώτη επεξεργάζεται τη λακτόζη και στη δεύτερη γίνεται αποδοτικότερος διαχωρισμός. Κατά τον διαχωρισμό ξεπλένονται οι ακαθαρσίες και επιτυγχάνεται υψηλό ποσοστό καθαρότητας. Η υγρασία που παραμένει στη λακτόζη μετά το δεύτερο στάδιο είναι <9% και η καθαρή λακτόζη αποτελεί περίπου το 99% των ξηρών στερεών.



**Εικόνα 3.7.** Φυγοκεντρικός διαχωριστής (Tetrapak, 2015).

Μετά το διαχωρισμό, η λακτόζη ξηραίνεται σε μία περιεκτικότητα σε υγρασία 0,1-0,5%, ανάλογα με τη μελλοντική χρήση. Η θερμοκρασία κατά την ξήρανση δεν πρέπει να υπερβεί τους 93°C, διότι σε υψηλότερες θερμοκρασίες διαμορφώνεται η β-λακτόζη. Επίσης, πρέπει να ληφθεί υπόψη ο

χρόνος ξήρανσης, καθώς, όταν πραγματοποιείται γρήγορη ξήρανση, ένα στρώμα άμορφης λακτόζης τείνει να διαμορφωθεί στον α-ένυδρο κρύσταλλο και είναι πιθανό αργότερα να οδηγήσει στο σχηματισμό κομματιών. Η ξήρανση πραγματοποιείται σε ξηραντήρα ρευστοποιημένης κλίνης, στον οποίο θερμοκρασία είναι στους 92°C για 15-20 λεπτά. Το ξηρό σάκχαρο μεταφέρεται με αέρα σε θερμοκρασία 30°C, ο οποίος το ψύχει. Έπειτα, οι κρύσταλλοι αλέθονται και γίνονται σκόνη και μετά συσκευάζονται (Tetrapak, 2015).

### 3.5 Αφαλάτωση Ορρού Γάλακτος

Λόγω του ότι ο ορρός γάλακτος έχει αρκετά υψηλό περιεχόμενο σε άλατα, περίπου 8-12% σε ξηρό βάρος, η χρησιμότητα του στα τρόφιμα είναι περιορισμένη. Με την αφαίρεση των μεταλλικών του αλάτων, μπορούν να βρεθούν διάφοροι τρόποι εφαρμογής για τον ορρό γάλακτος που είναι μερικώς (25-30%) ή αρκετά (90-95%) αφαλατωμένος. Η αφαλάτωση περιλαμβάνει την αφαίρεση των ανόργανων αλάτων μαζί με τη μείωση των περιεχομένων οργανικών ιόντων, όπως είναι τα άλατα του γαλακτικού οξέος και τα κιτρικά άλατα (Tetrapak, 2015).

Η μερική αφαλάτωση είναι βασισμένη στη χρησιμοποίηση της νανοδιήθησης ενώ η αφαλάτωση υψηλού βαθμού βασίζεται σε μία από τις παραπάνω τεχνικές:

- Ηλεκτροδιάλυση
- Ιονική ανταλλαγή.

#### 3.5.1 Μερική Αφαλάτωση με Νανοδιήθηση

Οι μεμβράνες νανοδιήθησης είναι οι πιο κατάλληλες για γαλακτοκομικές εφαρμογές και παρουσιάζουν υψηλή διαπερατότητα για μονοσθενή ιόντα (μεταξύ 40-90%), και χαμηλή διαπερατότητα για τα πολυσθενή ιόντα (μεταξύ 5-20%) και τις οργανικές ενώσεις (π.χ. πρωτεΐνες, λακτόζη, ουρία). Κατά συνέπεια, η λειτουργία των μεμβρανών δεν είναι πάντοτε αποδοτική και συχνά δημιουργούνται προβλήματα με την επιλεκτικότητα και την παραγωγικότητα. (Jeantet et al., 2000).



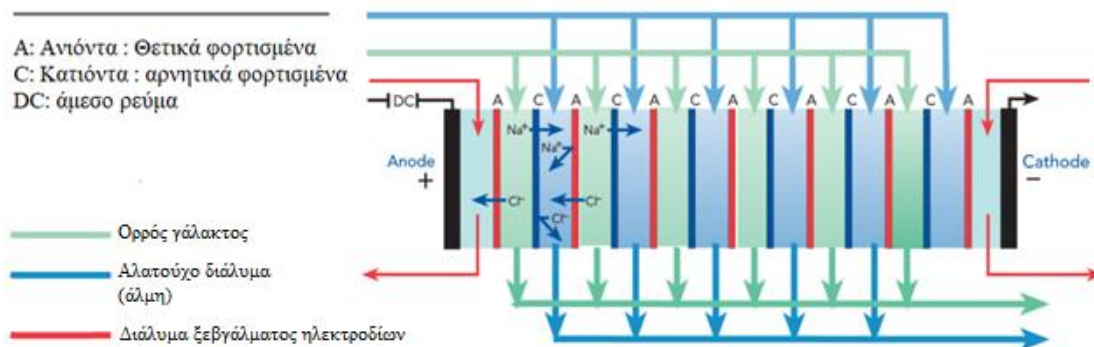
Μία κρίσιμη πτυχή της νανοδιήθησης κατά την επεξεργασία του ορρού γάλακτος, είναι ότι η διαρροή της λακτόζης πρέπει να μην ξεπερνά το 0,1% για να αποφεύγονται προβλήματα λόγω υψηλού BOD στα υγρά απόβλητα (Tetrapak, 2015).

Η χρήση εξοπλισμού νανοδιήθησης στην επεξεργασία ορρού γάλακτος μπορεί να γίνει στις ακόλουθες περιπτώσεις (Tetrapak, 2015):

- ως εναλλακτική λύση χαμηλού κόστους για τη μείωση της αλμυρής γεύσης στην γλυκό ορρό γάλακτος
- ως ένα προκαταρκτικό βήμα προς την πληρέστερη αφαλάτωση του ορρού γάλακτος με ηλεκτροδιάλυση και ανταλλαγή ιόντων
- για την ανάμειξη οξέος σε ορρό γάλακτος υδροχλωρικού και γαλακτικού οξέος. Ο ρυθμός διείσδυσης είναι χαμηλός για τα γαλακτικά ιόντα αλλά είναι υψηλός για τα μόρια του ελεύθερου γαλακτικού οξέος
- για τη μείωση του αλατιού σε αλατισμένο ορό γάλακτος.

### 3.5.2 Ηλεκτροδιάλυση

Η ηλεκτροδιάλυση είναι η μοναδική διαδικασία διαχωρισμού με μεμβράνες που χρησιμοποιεί μία ηλεκτρική διαφορά δυναμικού ως τη δρώσα δύναμη για τη μεταφορά των διαφόρων συστατικών. Οι μεμβράνες που χρησιμοποιούνται έχουν λειτουργίες ανταλλαγής ανιόντων και κατιόντων, που καθιστούν τη διαδικασία της ηλεκτροδιάλυσης ικανή να μειώσει το μεταλλικό περιεχόμενο ενός υγρού, π.χ. θαλασσινό νερό ή ορρό γάλακτος (Tetrapak, 2015). Η ηλεκτροδιάλυση (ED) είναι η πιο επικρατούσα και οικονομική διαδικασία για την αφαλάτωση συμπυκνωμένου με εξάτμιση ορού γάλακτος (Rektor & Vatai, 2004).



**Εικόνα 3.8.** Δέσμη κελιών για ηλεκτροδιάλυση (Tetrapak, 2015).

Παραπάνω φαίνεται η σχηματική εικόνα μίας μονάδας ηλεκτροδιάλυσης. Αποτελείται από διάφορα τμήματα, τα οποία χωρίζονται από εναλλασσόμενες μεμβράνες ανταλλαγής κατιόντων και ανιόντων, οι οποίες βρίσκονται σε απόσταση περίπου 1χιλ. ή λιγότερο. Στα τελευταία τμήματα περιέχονται ηλεκτρόδια. Μπορούν να υπάρξουν τουλάχιστον 200 ζευγάρια κελιών μεταξύ κάθε ζευγαριού ηλεκτροδίων. Τα δύο ηλεκτρόδια στο τέλος κάθε στήλης κελιών έχουν χωριστά κανάλια έκπλυσης μέσω των οποίων ένα χωριστό οξινισμένο ρεύμα κυκλοφορεί για να προστατεύσει τα ηλεκτρόδια από χημική επίθεση (Tetrapak, 2015).

Για την επεξεργασία του ορρού γάλακτος, ορρός και ελαφρά όξινη άλμη (για την αποφυγή υπερκορεσμού με ιόντα αλάτων) περνούν μέσω των εναλλασσόμενων κελιών στη στήλη, της οποίας η κατασκευή μπορεί να παρομοιαστεί με αυτή ενός θερμαντήρα με πλάκες. Στη συσκευή αφαλάτωσης υπάρχουν χώροι που κυκλοφορεί μόνο τυρόγαλα και άλλοι χώροι όπου αποβάλλονται τα ιόντα των αλάτων και απομακρύνονται με τη βοήθεια της άλμης (Tetrapak, 2015).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΧΡΗΣΕΙΣ ΣΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

Η χρήση του ορρού γάλακτος στη βιομηχανία τροφίμων είναι ευρεία και μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε αρκετούς κλάδους όπως είναι : η αρτοποιία, η γαλακτοκομία, τα κρέατα και τα προϊόντα κρέατος κλπ. Η κατανάλωση ορρού γάλακτος, φαίνεται να ξεκινά από την αρχαία Ελλάδα, για θεραπευτικές σκοπούς από τον Ιπποκράτη (Jelen, 2011)..

Ο ορρός γάλακτος έχει διευκολύνει σε γενικές γραμμές τη βιομηχανία διότι μειώνει το κόστος του προϊόντος, δίνει προϊόντα με ωραία γεύση και έχει οφέλη για την υγεία.

### 4.1. Κρέατα και προϊόντα κρέατος

Τα προϊόντα μεταποίησης ορρού γάλακτος που χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία κρέατος είναι τα εξής : η σκόνη γλυκού ορρού γάλακτος, συμπυκνώματα πρωτεΐνης ορρού γάλακτος (WPC) (περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες 34-80%), απομονωμένη πρωτεΐνη ορρού γάλακτος (WPI) (> 90% πρωτεΐνη) ,ορρός γάλακτος με περιεκτικότητα σε λακτόζη, απιονισμένος ορρός γάλακτος και η λακτόζη. Χρησιμοποιούνται κυρίως στην παραγωγή προϊόντων, όπως είναι: τα φραγκοστάφυλα, τα λουκάνικα, η μορταδέλα και το κρέας (Krolczyk et al., 2016).

Η πρωτεΐνη ορρού γάλακτος μπορεί να αντικαταστήσει μερικώς την πρωτεΐνη του κρέατος, καθώς και να υποκαταστήσει εν μέρει ή πλήρως την πρωτεΐνη σόγιας και άλλους συνδετικούς παράγοντες, τα πληρωτικά, το τροποποιημένο άμυλο και τα υδροκολλοειδή (Keaton, 1999; Prabhu, 2006; Youssef & Barbut, 2011).

Οι πρωτεΐνες ορρού γάλακτος με βελτιωμένη γεύση και αυξημένη λειτουργικότητα επιτυγχάνονται με τις νέες τεχνολογίες. Όταν επιλέγουμε ένα συγκεκριμένο προϊόν ορρού γάλακτος, είναι απαραίτητο να ταιριάζει η λειτουργία του με τα χαρακτηριστικά που θέλουμε να επιτύχουμε. Για παράδειγμα, αν θέλουμε να τροποποιήσουμε την περιεκτικότητα σε λίπος χρησιμοποιούμε τα συμπυκνώματα υψηλής πρωτεΐνης. Με την προσθήκη γλυκού ορρού γάλακτος, παρατηρείται ελαφρά αύξηση της γλυκύτητας και έτσι μειώνεται η προσθήκη γλυκαντικών ουσιών (Krolczyk et al., 2016).

Οι ιδιότητες των πρωτεϊνών του ορρού γάλακτος που χρησιμοποιούνται για την επεξεργασία προϊόντων κρέατος και πουλερικών είναι οι εξής (Krolczyk et al., 2016):

- η **ικανότητα δέσμευσης νερού**. Εμποδίζεται η εξάντληση της μάζας κατά τη διάρκεια της θερμικής επεξεργασίας και της αποθήκευσης του προϊόντος. Αυξάνεται η υγρασία του τελικού προϊόντος και διευκολύνεται η κοπή των προϊόντων ψυχρού κρέατος σε φέτες.
- το **ιξώδες**. Δημιουργεί καλές εντυπώσεις στους καταναλωτές σχετικά με το τελικό προϊόν κατά την κατανάλωση του προϊόντος και σχετίζεται άμεσα με την ικανότητα δέσμευσης του νερού.
- η **υψηλή διαλυτότητα** - σε pH από 2-10 ενώ το καζεϊνικό νάτριο είναι διαλυτό σε pH>5,0 και η πρωτεΐνη σόγιας απομονώνεται μόνο σε pH >5,5.
- ο **σχηματισμός σταθερών γαλακτωμάτων**. Είναι ιδιαίτερα σημαντικός για την παραγωγή λεπτόκοκκων προϊόντων κρέατος, κυρίως όταν η πρώτη ύλη δεν είναι καλής ποιότητας. Οι πρωτεΐνες του ορρού γάλακτος μπορούν να αντικαταστήσουν μερικώς κάποιους γαλακτωματοποιητές.
- Επίσης, η προσθήκη πρωτεϊνών ορρού γάλακτος βελτιώνει τη γεύση και τη ζελατινοποίηση. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην παραγωγή βρώσιμων περιβλημάτων λουκάνικου, όπως ακόμα και για τη φύτευση ημιπροϊόντων, καθώς η προσθήκη τους έχει θετική επίδραση στην πρόσφυση του κτύπου σε τμήματα κρέατος, πουλερικών ή ψαριών. Επίσης, έχουν αντιοξειδωτική δράση.

## 4.2 Αρτοποιία

Ο ορρός γάλακτος χρησιμοποιείται στη βιομηχανία αρτοποιίας και ζαχαροπλαστικής για την παραγωγή ψωμιών, μπισκότων, κέικ και διαφόρων άλλων προϊόντων. Τα προϊόντα της αρτοποιίας είναι πλούσια σε υδατάνθρακες αλλά φτωχά σε πρωτεΐνη, γι' αυτό και δε μπορούν να θεωρηθούν διαιτητικά προϊόντα. Ως εκ τούτου, προϊόντα επεξεργασίας ορρού γάλακτος σε συνδυασμό με σακχαρώδεις αλκοόλες ή γλυκαντικά συμβάλλουν στη μείωση της περιεκτικότητας σε υδατάνθρακες των προϊόντων αυτών (Krolczyk et al., 2016).

Για παράδειγμα, το WPC34 είναι κατάλληλο για προϊόντα όπως είναι τα μπισκότα με μερική αντικατάσταση τόσο του αυγού όσο και του λίπους. Ενώ, το WPC80 είναι ένα καλό υποκατάστατο των αυγών σε προϊόντα όπως είναι το ψωμί, τα κέικ και τα μπισκότα (τόσο ξηρά όσο και μαλακά). Χρησιμοποιώντας τα WPC, τα οποία θεωρούνται ως αντικατάστατα των λιπαρών, μπορεί το τελικό

προϊόν που θα παραχθεί να έχει έως 50% μειωμένη περιεκτικότητα σε λίπος και αυξημένη περιεκτικότητα σε υγρασία (Krolczyk et al., 2016).

Κατά τη χρήση στην αρτοποιία, τα συστατικά του ορρού γάλακτος μπορούν να γαλακτωματοποιήσουν, να πυκνώσουν, να σκουρύνουν και να κάνουν πιο αφράτα τα προϊόντα. Επίσης, ο ορρός γάλακτος βοηθά στην αύξηση της διαλυτότητας, στη ζελατινοποίηση και στην ένωση του νερού με τα διατροφικά στοιχεία. Παρόλα αυτά, το αποτέλεσμα διαφέρει ανάλογα με τον τύπο και το επίπεδο της συγκέντρωσης, κυμαίνεται από 11% έως πάνω από 90% που είναι whey protein isolate (WPI) (Krolczyk et al., 2016).

#### 4.2.1 Κέικ

Για την παρασκευή κέικ, τα αυγά παίζουν σημαντικό ρόλο καθώς συμβάλλουν στην ανάπτυξη της δομής και της γεύσης του. Η πρωτεΐνη του ορρού γάλακτος έχει αρκετές κοινές ιδιότητες με τα αυγά γι' αυτό και μπορεί να τα αντικαταστήσει μερικώς (Wit, 2001).

Ένα αυγό ζυγίζει, κατά μέσο όρο, 52-55g, εκ των οποίων το 76% είναι νερό οπότε όταν αντικαθιστούμε ολόκληρα φρέσκα αυγά, πρέπει να προστεθεί νερό στην πρωτεΐνη του ορού γάλακτος. Οι προτεινόμενες αναλογίες WPCs και νερού, αν αντικαταστήσουν τα αυγά της κότας είναι οι εξής (Krolczyk et al., 2016):

100 g φρέσκα ολόκληρα αυγά = 15 g WPC80 + 75 g νερό

100 g φρέσκα ολόκληρα αυγά = 35 g WPC34 + 75 g νερό

100 g αποξηραμένα ολόκληρα αυγά = 57 g WPC80

Επίσης, η αντικατάσταση αυγών με πρωτεΐνες ορρού γάλακτος συμβάλει στη μείωση του κόστους παραγωγής (το προϊόν που λαμβάνεται θρυμματίζεται λιγότερο κατά τη διάρκεια της κοπής και της συσκευασίας - γεγονός που σημαίνει έλλειψη πρόσθετων δαπανών).

Επιπλέον, για διατροφικούς λόγους και επειδή στον κρόκο του αυγού υπάρχει χοληστερόλη, έχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον η αντικατάσταση του. Διεξήχθη ένα πείραμα κατά το οποίο παρασκευάστηκαν δύο κέικ, το πρώτο κέικ παρασκευάστηκε χρησιμοποιώντας μια τυπική συνταγή κέικ και το δεύτερο με την προσθήκη WPCs. Η εμφάνιση και των δύο κέικ ήταν παρόμοια, αλλά το δεύτερο κέικ είχε «φουσκώσει» περισσότερο εξαιτίας της προσθήκης των WPCs. Ωστόσο, το δεύτερο κέικ, στο οποίο, είχαν αντικατασταθεί τα αυγά με WPCs, είχε φτωχή γεύση και ήταν ξερό (Krolczyk et al., 2016).

Συχνά, στα είδη ζαχαροπλαστικής χρησιμοποιείται λακτόζη ως υποκατάστατο της σακχαρόζης, καθώς ενισχύει την αντίδραση Maillard<sup>1</sup>, βελτιώνει τη γαλακτωματοποίηση και τη δομή των θρυμμάτων και ενισχύει τη γεύση (Krolczyk et al., 2016).

Επιπλέον, οι πρωτεΐνες ορρού γάλακτος περιέχουν υψηλό επίπεδο αμινοξέων και θεωρούνται πηγή πρωτεϊνών υψηλής ποιότητας. Επίσης, χαρακτηρίζονται από υψηλή περιεκτικότητα σε ασβέστιο και άλλα μέταλλα, όπως το κάλιο και ο ψευδάργυρος. Χάρη σε αυτές τις ιδιότητες ο ορρός γάλακτος είναι πολύτιμο πρόσθετο για την αρτοποιία.

#### **4.2.2 Προϊόντα χωρίς γλουτένη**

Αφαιρώντας τη γλουτένη και προσθέτοντας ορρό γάλακτος με βάση το γάλα σε προϊόντα της αρτοποιίας παράγουμε με εύκολο τρόπο προϊόντα χωρίς γλουτένη υψηλής ποιότητας.

Ο ορρός γάλακτος αντισταθμίζει τη δομική επίδραση της γλουτένης όταν ψήνεται με εναλλακτικές ουσίες χωρίς γλουτένη στο αλεύρι σίτου. Η δομή του κέικ και του προϊόντος άρτου θα μοιάζει πολύ με εκείνη των παραδοσιακών προϊόντων με βάση το σιτάρι.

Η ζύμη κατά το χτύπημα είναι σταθερή και εύκολη στη χρήση. Τα τελικά προϊόντα έχουν μια ελκυστική υφή και ωραία γεύση.

#### **4.2.3 Ψωμί**

Η χρήση του ορρού γάλακτος στο ψωμί βοηθάει τον όγκο, την κρούστα αλλά και τη διάρκεια της φρεσκάδας. Η ποσότητα του ορρού γάλακτος που μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε είναι μικρή και εξαρτάται από τον τύπο του ψωμιού που φτιάχνουμε. Η άμεση χρήση του ορρού στην παραγωγή ψωμιού μειώνει τον όγκο του ψωμιού, παρόλα αυτά η χρήση WPC ως συμπλήρωμα διατροφής στο ψωμί έχει αρκετά οφέλη. Διάφορες αλληλεπιδράσεις ανάμεσα στις πρωτεΐνες του ορρού κατά το ψήσιμο βελτιώνουν το χρώμα και το κάνουν πιο μαλακό, η λακτόζη βοηθάει το ψωμί να αποκτήσει ωραία κρούστα και βελτιώνει τη γεύση του και η διατροφική αξία του ψωμιού βελτιώνεται λόγω της παρουσίας των πρωτεϊνών, του ασβεστίου και της βιταμίνης Β που υπάρχουν στον ορρό (Wit,2001).

---

<sup>1</sup> Η αντίδραση Maillard είναι μία χημική αντίδραση μεταξύ αμινοξέων και αναγωγικών σακχάρων που προσδίδει ωραία γεύση και έντονο χρώμα στο φαγητό.

#### 4.2.4 Μπισκότα

Η παραγωγή μπισκότων με ορρό γάλακτος ξεκίνησε με σκοπό τη δημιουργία ενός σνακ για τα παιδιά που να τους προσφέρει αρκετά οφέλη. Τα μπισκότα αυτά περιέχουν 20% πρωτεΐνη και φτιάχνονται με την προσθήκη ορρού χωρίς λακτόζη και βουτυρογάλακτος στο αλεύρι. Η σύσταση του μπισκότου αυτού είναι η εξής : 57% αλεύρι, 20% πρωτεΐνη γάλακτος, 16% ζάχαρη, 2% λίπος, 2% μέταλλα και 3% υγρασία. Η διατροφική αξία του προϊόντος ήταν δικαιολογημένη λόγω της παρουσίας απαραίτητων αμινοξέων, όπως φαίνεται και στο παρακάτω πίνακα (Wit, 2001)

**Πίνακας 4.1.** Σύγκριση των αναγκών των παιδιών σε αμινοξέα με ένα απλό μπισκότο και με το μπισκότο μετά την προσθήκη πρωτεΐνης ορού γάλακτος. (Wit, 2001).

Αμινοξέα	Νομοθετική απαίτηση	Απλό μπισκότο (g/16g N)	Μπισκότο με προσθήκη πρωτεΐνη ορού γάλακτος
Ιστιδίνη	1,8	2,2	2,5
Ισολευκίνη	2,9	3,8	3,8
Λευκίνη	4,	6,8	11,4
Λυσίνη	4,6	2,9	8,6
Μεθειονίνη/κυστεΐνη	2,3	2,7	3,6
Φαινυλαλανίνη/τυροσίνη	2,3	4,2	6,7
Θρεονίνη	2,9	3,1	3,5
Τρυπτοφάνη	0,9	1,1	2,4

#### 4.2.5 Μπάρες Δημητριακών

Οι μπάρες δημητριακών εμφανίζουν την ταχύτερη και πιο εκρηκτική ανάπτυξη στην αγορά αθλητικής διατροφής. Οι γαλακτοκομικές πρωτεΐνες έχουν ιδιαίτερη θέση στη διαμόρφωση αυτών

των προϊόντων. Λόγω της καλής λειτουργικότητας και των εξαιρετικών θρεπτικών χαρακτηριστικών, τα συστατικά που παράγονται από τον ορρό γάλακτος διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο όταν σχηματίζεται μια μπάρα δημητριακών. Τα προϊόντα πρωτεΐνης ορρού γάλακτος υψηλής περιεκτικότητας σε πρωτεΐνες WPC80 και πρωτεΐνες ορρού γάλακτος (πρωτεΐνη 90%) αποτελούν βασικά στοιχεία στη διαμόρφωση τους. Το WPI και οι απομονωμένες πρωτεΐνες ορρού γάλακτος παρέχουν επίσης ένα ισορροπημένο προφίλ αμινοξέων (Bouzas, 1999).

Η εμφάνιση, η γεύση και η υφή μπορούν να επηρεαστούν από τα συστατικά που χρησιμοποιούνται, κυρίως από την πηγή της πρωτεΐνης. Οι πρωτεΐνες του ορρού γάλακτος προσφέρουν γενικά ωραία γεύση, και προτιμάται περισσότερο σε σχέση με αυτά που περιέχουν πρωτεΐνη σόγιας, καζεϊνικά άλατα ή αλβουμίνη αυγού που προσδίδουν μέτρια γεύση (Bouzas, 1999).

Ο τύπος πρωτεΐνης που χρησιμοποιείται στη σύνθεση επηρεάζει σημαντικά την υφή. Οι μπάρες δημητριακών που παράγονται με πρωτεΐνες γαλακτοκομικών προϊόντων, ειδικά WPIs, είναι πιο εύκαμπτες και μεσαίου μεγέθους, ενώ ελαφρώς λιγότερο ζαχαρωμένες από αυτές που κατασκευάζονται με άλλη πηγή πρωτεΐνης (Bouzas, 1999).

## **4.3 Γαλακτοκομικά Προϊόντα**

### **4.3.1 Γιαούρτι**

Το γιαούρτι είναι ένα όξινο προϊόν που προέρχεται από τη ζύμωση του γάλακτος μέσω δύο γαλακτικών βακτηρίων, που προσδίδουν ευχάριστη γεύση και άρωμα. Παλαιότερα, η παραγωγή του γιαουρτιού γινόταν με τον εμβολιασμό του γάλακτος, που λαμβανόταν από την εξάτμιση μέσω του βρασμού των 2/3 του όγκου του. Από την προηγούμενη ημέρα, γινόταν εμβολιασμός του γιαουρτιού με τη συγκέντρωση του νέου γάλακτος. Έπειτα, γινόταν επώαση κατά τη διάρκεια της νύχτας σε θερμοκρασία δωματίου, όπου είχε ως αποτέλεσμα ένα σκληρό ζελατινοποιημένο προϊόν (Wit, 2001).



Στις μέρες μας, το γιαούρτι παράγεται από τη ζύμωση του γάλακτος με επιλεγμένες αποικίες θερμοφίλων γαλακτικών βακτηρίων, *Lactobacillus delbrueckii ssp. Bulgaricus* και *Streptococcus thermophilus*, που δρουν σε συνεργασία (Wit, 2001).

Η προσθήκη πρωτεϊνών ορρού γάλακτος στο γιαούρτι προσδίδει απαλή και κρεμώδη υφή στο τελικό προϊόν και αυξάνει πολύ τη θρεπτική του αξία. Σε πολλές χώρες της Ευρώπης είναι αποδεκτή η αντικατάσταση περίπου 20% του γάλακτος με WPC35, καθώς είναι ένα προϊόν ορρού που έχει σύσταση παρόμοια με αυτή του αποβουτυρωμένου γάλακτος. Η βασική του διαφορά είναι ότι η WPC-35 περιλαμβάνει πρωτεΐνες του ορρού, ενώ το πρωτεϊνικό μέρος του γάλακτος αποτελείται από 80% καζεϊνικά μικκύλια (Wit, 2001).

Τα προϊόντα του ορρού γάλακτος που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην παραγωγή γιαουρτιού είναι τα εξής (Krolczyk et al., 2016):

- Γλυκός ορρός σε σκόνη, η οποία αντικαθιστά το αποβουτυρωμένο γάλα.
- WPC, προτιμάται περισσότερο από τους παραγωγούς γιαουρτιού. Στην περίπτωση μικτού γιαουρτιού μπορούμε να προσθέσουμε 0,7-2,0% WPC34 ή 0,5-0,8% WPC80. Η μεγαλύτερη ποσότητα μπορεί να φέρει δυσμενή αποτελέσματα στα χαρακτηριστικά. Τα οφέλη της αντικατάστασης με WPC είναι μεταξύ άλλων η αυξημένη αντοχή και η μείωση κινδύνου του φαινομένου συναίρεσης.
- WPI, το οποίο έχει χαμηλή περιεκτικότητα σε λακτόζη και λίπος γάλακτος και χρησιμοποιείται σε γιαούρτια με αυτά τα χαρακτηριστικά.
- Η σκόνη του ορρού γάλακτος με μειωμένη περιεκτικότητα σε μεταλλικά στοιχεία. Η συγκεκριμένη προσθήκη επιτυγχάνει τη διαδικασία της ζύμωσης, όμως η μειωμένη περιεκτικότητα σε μεταλλικά στοιχεία αποδυναμώνει τη δόμηση της γέλης οπότε είναι απαραίτητη η προσθήκη υδρολύματος πρωτεϊνών γάλακτος.

### 4.3.2 Ροφήματα σοκολάτας

Το σοκολατούχο γάλα είναι ένα ρόφημα το οποίο παρασκευάζεται από τυποποιημένο (3% λιπαρά) γάλα ή αποβουτυρωμένο γάλα με την προσθήκη κακάο, ζάχαρης και σταθεροποιητών (Wit, 2001).

Για την παραγωγή σοκολατούχου γάλακτος, η σκόνη γάλακτος διαλύεται σε νερό με συγκέντρωση 8,7% και χρησιμοποιείται και δείγμα 1,6 kg σκόνης κακάο με 6,5 kg ζάχαρης προστίθεται στη

συνέχεια ανά 100 kg ανασυσταθέντος αποβουτυρωμένου γάλακτος. Το μείγμα προθερμαίνεται για 15 λεπτά στους 90°C και έπειτα ακολουθεί ομογενοποίηση. Αυτές οι διαδικασίες είναι σημαντικές για τη μείωση τόσο των σωματιδίων κακάο όσο και των λιπαρών σφαιριδίων σε μία λιπαρή διασπορά. Αυτή η σταθερά ομογενοποιείται από 0,02% κ-καρραγενάνη<sup>2</sup> πριν το σοκολατούχο γάλα μπει στο μπουκάλι. Η αποστείρωση με αυτόκλειστο γίνεται για 30' στους 120°C (Wit, 2001).

Τα μικκύλια των καζεϊνών είναι αυτά τα οποία προσδίδουν την χαρακτηριστική γεύση του άπαχου σοκολατούχου γάλακτος, χαρακτηριστικό που δε μπορεί να αποδοθεί με τη χρήση πρωτεϊνών ορρού εξαιτίας του μικρού μεγέθους τους. Παρόλα αυτά, είναι εφικτό να τροποποιηθούν οι πρωτεΐνες αυτές σε συγκεκριμένα μεγέθη για να έχουν το επιθυμητό μέγεθος. Αυτό επιτυγχάνεται με τη μετουσίωση του WPC υπό ακριβή συγκέντρωση πρωτεϊνών, pH και άλατος που ακολουθείται από μία διαδικασία ομογενοποίησης. (Wit., 2001)

Όταν αντικαθιστούμε το γάλα με WPC35, η παραγωγική διαδικασία παραμένει η ίδια αλλάζοντας απλά τις συνθήκες. Η παραγωγή ξεκινάει με την ίδια συγκέντρωση στερεών όμως γίνεται ηπιότερη ομογενοποίηση και αποστείρωση (30' στους 110°C). Αυτό συμβαίνει διότι οι μετουσιωμένες πρωτεΐνες του ορρού γάλακτος είναι πιο ευαίσθητες σε σχέση με τα καζεϊνικά μικκύλια. Έπειτα, προσθέτουμε κακάο και ζάχαρη. Το μίγμα προθερμαίνεται, ομογενοποιείται, σταθεροποιείται από 0,03% κ-καρραγενάνη και αποστειρώνεται για να μπει στο μπουκάλι. Το προϊόν που έχει παραχθεί έχει ιδανικό ιξώδες, ωραία γεύση και ικανότητα αποθήκευσης όπως και το κανονικό σοκολατούχο γάλα (Wit, 2001).

### 4.3.3 Παγωτά

Το παγωτό χωρίζεται σε 4 κατηγορίες ανάλογα με τα συστατικά που έχουν χρησιμοποιηθεί (Wit, 2001). :

1. παγωτό από γαλακτοκομικά προϊόντα
2. παγωτό που περιέχει φυτικό λιπαρό
3. παγωτό που έχει παρασκευαστεί από χυμό φρούτων με την προσθήκη γάλακτος και

---

<sup>2</sup> Καρραγενάνη : μία ουσία που εξάγεται από κόκκινα και μωβ φύκια, αποτελείται από ένα μείγμα πρωτεϊνών. Χρησιμοποιείται ως παράγοντας πάχυνσης ή γαλακτωματοποιητής.

4. το σορμπέ παγωτό ή γρανίτα που φτιάχνεται με νερό, ζάχαρη και φρούτα.

Κατά την παρασκευή παγωτού χρησιμοποιείται 100 kg μείγμα παγωτού, 11 kg γάλα το οποίο μπορεί να αντικατασταθεί είτε με 25-50% WPC ή αφαλατωμένο ορρό γάλακτος σε σκόνη. Η αντικατάσταση αυτή έχει έντονη επίδραση στις φυσικές ιδιότητες του τελικού προϊόντος όπως είναι το ιξώδες και η υφή του (Wit, 2001). Ο βασικός λόγος που προτιμάται η αντικατάσταση αυτή είναι ότι ο ορρός γάλακτος είναι πιο οικονομικός σε σχέση με το γάλα.

### 4.3.4 Τυριά

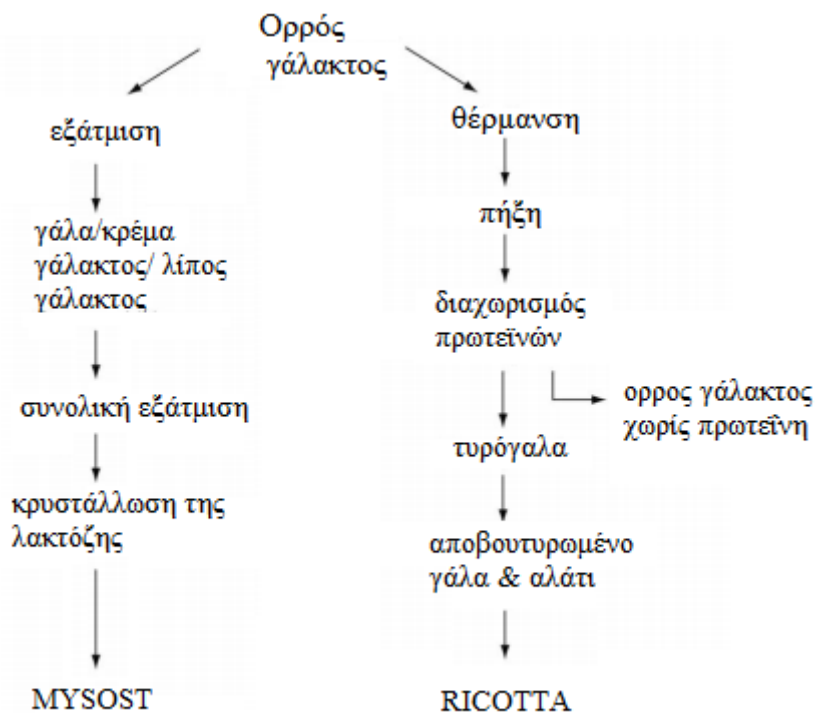
Ο γλυκός ορρός γάλακτος, ο ορρός με μειωμένη λακτόζη, το WPC και το WPI μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή τυριών και ανάλογων τυροκομικών προϊόντων. Τα πιο δημοφιλή τυριά τυρογάλακτος είναι η μυζήθρα, η ricotta, το μανούρι και το ανθότυρο (Krolczyk et al., 2016).

Τρόποι παραγωγής τυριού με βάση τον ορρό γάλακτος (Krolczyk et al., 2016) :

1. Η θερμική επεξεργασία του ορρού γάλακτος και έπειτα η οξίνιση του για να διαχωριστεί το λίπος και η πρωτεΐνη. Μπορούν να προστεθούν συστατικά του γάλακτος, αν αυτό είναι επιθυμητό.
2. Η βραδεία εξάτμιση του ορρού γάλακτος σε ανοικτά δοχεία μέχρι η λακτόζη που περιέχεται σε αυτό να προκαλέσει καφετί χρώμα.

Το Ιταλικό τυρί ricotta, παράγεται από γλυκό τυρόγαλο που έχει απομείνει μετά την παραγωγή άλλων τυριών, όπως είναι το cheddar και η mozzarella κλπ. Η παραγωγική διαδικασία είναι εξαιρετικά απλή και αποτελείται από θερμαινόμενο ορρό γάλακτος με την προσθήκη αποβουτυρωμένου γάλακτος σε ποσοστό 5-10% αυξάνεται η ξηρή μάζα του γάλακτος και βελτιώνεται η γεύση του τελικού προϊόντος (Jelen, 2011).

Το Νορβηγικό τυρί, mysost, χρησιμοποιεί όλα τα συστατικά του ορρού γάλακτος και δεν αφήνει άλλα υπολείμματα εκτός από υδρατμούς. Το mysost είναι ουσιαστικά εξαιρετικά συμπυκνωμένος ορρός γάλακτος στον οποίο μπορούν να χρησιμοποιηθούν και άλλα συστατικά (π.χ. λίπος γάλακτος, κρέμα γάλακτος ή κατσικίσιο γάλα). Το κύριο πρόβλημα συναντάται στην κρυστάλλωση της λακτόζης. Η βαθμίδα «ελεγχόμενης κρυστάλλωσης» που συνιστάται είναι από 95°C (η θερμοκρασία που βρίσκεται στην τελευταία φάση) σε κάτω από 65°C (Jelen, 2011).



**Σχήμα 4.1.** Εναλλακτικές διαδικασίες παραγωγής τυριού από ορρό γάλακτος (Jelen, 2011).

## 4.4. Προϊόντα Ζαχαροπλαστικής

### 4.4.1 Ζαχαρώδη προϊόντα

Τα ζαχαρώδη προϊόντα είναι αεριούχα ζελατινοποιημένα προϊόντα που περιέχουν ένα μείγμα υδατανθράκων, κυρίως ζάχαρης και διαφορετικών τύπων σιροπιού γλυκόζης, παράγοντες σταθεροποίησης, γεύσης και χρώματος (Wit, 2001).

Τα περισσότερα αεριούχα προϊόντα είναι πρωτεϊνικού αφρού, που είναι πολύ ευαίσθητα στα λιπαρά συστατικά. Τέτοιο προϊόν είναι η μαρέγκα, η οποία είναι ένα μείγμα πρωτεΐνης με ζάχαρη που έχει αποξηρανθεί στους 110-125°C. Συγκεκριμένα, η διαδικασία ξήρανσης δημιουργεί μεγάλες απαιτήσεις στη σταθερότητα του αφρού και έλλειψη του λίπους. Μπορούμε να αντικαταστήσουμε τα ασπράδια των αυγών με WPC αλλά μόνο όταν του έχει αφαιρεθεί το λίπος (Wit, 2001).

Για την παραγωγή μαρέγκας με WPC, χρησιμοποιείται 14% άπαχο WPC. 200gr WPC αναδεύονται για 15' σε μεσαία ταχύτητα. Έπειτα 400gr σουκρόζης προστίθενται κατά την ανάδευση και 250 gr μετά την ανάδευση. Το τελικό μείγμα, απλώνεται σε φόρμα και ξηραίνεται για 30 λεπτά στους 125°C. Το τελικό προϊόν είναι το ίδιο ποιοτικά με αυτά που έχουν ασπράδια αυγού (Wit, 2001). .

#### **4.4.2 Ζαχαρωτά**

Τα τελευταία χρόνια απασχόλησε τη βιομηχανία η αυξημένη ζήτηση προϊόντων όπως είναι τα ζαχαρωτά και διάφορα επιδόρπια. Η υφή και το άρωμα των προϊόντων αυτών προέρχεται από συμπυκνωμένο γάλα, ενώ η γεύση τους από την προσθήκη πρωτεϊνών, οι οποίες δεν επιτρέπουν και την ύπαρξη λίπους (Wit, 2001). .

Η χρήση των προϊόντων ορρού στα ζαχαρωτά είναι γνωστή και κατέχει κυρίαρχη θέση στη βιομηχανία. Η λακτόζη, επηρεάζει το χρώμα αλλά και τη γεύση των προϊόντων αυτών εξαιτίας της αντίδρασης Maillard. Κατά το μαγείρεμα, η λακτόζη αντιδρά με τις πρωτεΐνες του ορρού, τα πεπτίδια και τα αμινοξέα. Οι αντιδράσεις αυτές προσδίδουν γεύση και δίνουν ένα καφέ χρώμα στο τελικό προϊόν. Η λακτόζη που παραμένει, δρα ως σταθεροποιητής της γεύσης και επηρεάζει ελάχιστα τη γλυκύτητα των προϊόντων. Οι πρωτεΐνες του ορρού γάλακτος ενισχύουν τη δυνατότητα ανάμιξης των προϊόντων εξαιτίας των γαλακτωματοποιητικών ιδιοτήτων τους και συμβάλουν στην ανάμιξη και στη δομή των προϊόντων κατά τη διάρκεια του μαγειρέματος (Wit, 2001)..

Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε συμπυκνωμένο ορρό και γλυκό ορρό γάλακτος. Ο αποξηραμένος ορρός γάλακτος δε χρησιμοποιείται τόσο συχνά εκτός αν έχει ενυδατωθεί επαρκώς για να επεξεργαστεί (Wit, 2001).

#### **4.5 Βρεφικές τροφές**

Μία από τις πιο κοινές βιομηχανικές εφαρμογές για την πρωτεΐνη ορρού γάλακτος είναι οι βρεφικές τροφές ως πηγή βασικών αμινοξέων και άλλων θρεπτικών ουσιών. Ενώ το μητρικό γάλα θεωρείται η βέλτιστη πηγή διατροφής για ένα βρέφος, δεν είναι πάντοτε μια βιώσιμη επιλογή και δε μπορεί να προσφέρει μια κατάλληλη εναλλακτική λύση (Wit, 2001).

Οι βρεφικές τροφές είναι κυρίως κατασκευασμένες από αγελαδινό γάλα ως υποκατάστατο του ανθρώπινου γάλακτος. Το αγελαδινό γάλα περιέχει περίπου 3 φορές περισσότερες πρωτεΐνες και

μεταλλικά στοιχεία σε σχέση με το ανθρώπινο γάλα, γι' αυτό το λόγο οι μύσχοι αναπτύσσονται πιο γρήγορα από τα νεογέννητα παιδιά (Wit, 2001).

Η πρώτη προσπάθεια που έγινε για την κατανάλωση του αγελαδινού γάλακτος από τα νεογέννητα, έγινε με αραίωση του γάλακτος και έπειτα με την προσθήκη ζάχαρης και υποκατάστατων στερεών. Στη δεκαετία του 1970 η χρησιμότητα της πρωτότυπης σύνθεσης που θα αντικαθιστούσε το ανθρώπινο γάλα έγινε αντιληπτή και η προσοχή στράφηκε στην ανάπτυξη βρεφικών τροφών με ορρό γάλακτος. Έτσι, ξεκίνησε η παραγωγή της πρωτότυπης αυτής συνταγής. Η συνταγή αυτή παρασκευάζεται από την ανάμιξη ίσων ποσοτήτων γάλακτος και ορού γάλακτος (Wit, 2001).

Για την παραγωγή αυτής της ειδικής συνταγής μπορούν να χρησιμοποιηθούν διάφορες διαδικασίες που διακρίνονται σε «ξηρές» και «υγρές» ή ανάμιξη και των δύο αυτών. Σε όλες τις περιπτώσεις το γάλα που χρησιμοποιούμε πρέπει να είναι παστεριωμένο, είτε συμπυκνωμένο ή σκόνη γάλακτος μετά από ανασύσταση. Η συγκέντρωση των συνολικών στερεών είναι περίπου 45% μετά από την ανάμιξη με άλλα συστατικά. Ο ορρός γάλακτος, τα φυτικά λιπαρά και οι λιποδιαλυτές βιταμίνες προστίθενται με πίεση 15-20MPa<sup>3</sup> και σε θερμοκρασία 75°C. Το μείγμα παστεριώνεται σε μεγάλη ένταση για αποφευχθεί η ανάπτυξη βακτηρίων και έπειτα ακολουθεί ξήρανση με ψεκασμό. Οι ποιοτικές απαιτήσεις στις παιδικές τροφές είναι πολύ πιο αυστηρές από αυτές για τις σκόνες γάλακτος (Wit, 2001).

#### 4.5.1 Κλασική συνταγή

Η κλασική φόρμουλα είναι κατασκευασμένη για παιδιά που ζυγίζουν περισσότερο από 2,5 κιλά μετά από κανονική περίοδο κυοφορίας. Η συγκεκριμένη φόρμουλα περιέχει εξίσου την επιθυμητή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες και καζεΐνες του ορού γάλακτος (60/40) και μειωμένη περιεκτικότητα σε μεταλλικά στοιχεία. Τα λιπαρά που βρίσκονται στο αγελαδινό γάλα έχουν αντικατασταθεί με φυτικά λιπαρά και είναι προσαρμοσμένα στην επιθυμητή σύνθεση λίπους στο αγελαδινό γάλα. Μεγάλο ενδιαφέρον αποτελεί η λακτοφερρίνη, που είναι η δεύτερη πιο σημαντική πρωτεΐνη στο ανθρώπινο γάλα αλλά δεν συναντάται σε μεγάλη ποσότητα στο αγελαδινό γάλα. Στον πίνακα 3.3., γίνεται σύγκριση των βασικών συστατικών που βρίσκονται στο ανθρώπινο γάλα, στο αγελαδινό και

---

<sup>3</sup> Το Pascal (Pa) είναι μονάδα μέτρησης της πίεσης στο SI. MPa = Mega Pascal. 1MPa = 1.000.000 Pascal

στις παιδικές τροφές με ορό γάλακτος. Οι βιταμίνες και τα μέταλλα προστίθενται σε αυτόν τον τύπο, για να συμπληρωθεί το μείγμα 60/40 γάλακτος και ορού γάλακτος. (Wit., 2001).

Στη συγκεκριμένη συνταγή βρίσκονται όλα τα διατροφικά στοιχεία που χρειάζεται ένα νεογέννητο τους πρώτους 4-6 μήνες της ζωής του, καθώς είναι εμπλουτισμένη με σίδηρο και βιταμίνη D. Η προσθήκη σιδήρου παρεμβάλλει μερικώς τη λειτουργία της γαλακτοφερρίνης ως πρωτεΐνης δέσμευσης σιδήρου (Wit, 2001).

**Πίνακας 2.3.** Μέση συνταγή των διατροφικών στοιχείων στο ανθρώπινο γάλα, στο αγελαδινό γάλα και βρεφική τροφή με ορό γάλακτος (Wit, 2001).

<b>Σύσταση (%)</b>	<b>Ανθρώπινο γάλα</b>	<b>Αγελαδινό γάλα</b>	<b>Παιδική τροφή με ορό γάλακτος</b>
Νερό	87.0	87.0	87.0
Λίπος	4.2	4.2	4
Πρωτεΐνες	1.5	3.5	1.5
Πρωτεΐνες/καζεΐνες του ορού γάλακτος	60/40	20/80	60/40
Λακτόζη	7.0	4.6	7.0
Μεταλλικά στοιχεία	0.2	0.7	0.3

#### **4.5.2 Συνταγή για παιδιά που γεννήθηκαν πρόωρα**

Τα παιδιά που έχουν γεννηθεί πρόωρα (ζυγίζουν λιγότερο από 2,5κιλά) έχουν συγκεκριμένες ανάγκες σε ενέργεια, πρωτεΐνες, μεταλλικά στοιχεία και βιταμίνες. Συγκεκριμένες τροφές με ορό γάλακτος έχουν σχεδιαστεί για τα παιδιά αυτά, για να ενισχύσουν την ισορροπία των αμινοξέων με σκοπό την ανάπτυξη και τον μεταβολισμό. Τα αμινοξέα στο αίμα είναι πολύ σημαντικά ειδικά στα μωρά που έχουν γεννηθεί πρόωρα. Στη συγκεκριμένη συνταγή η συγκέντρωση κάποιων αμινοξέων,

όπως είναι η λυσίνη, η μεθειονίνη και η θρεονίνη, είναι μεγαλύτερη από αυτή στο ανθρώπινο γάλα. Αυτό το προφίλ αμινοξέων παρεμποδίζει τη δυνατότητα να επιτευχθεί μια βέλτιστη ισορροπημένη σύνθεση αμινοξέων στο αίμα των βρεφών (Wit, 2001).

### **4.5.3 Συνταγή για μεγαλύτερα παιδιά**

Η συγκεκριμένη φόρμουλα δημιουργήθηκε για να καλύψει τις ανάγκες των παιδιών που είναι μετά τους 6 μήνες ζωής. Έχει βάση το γάλα, περισσότερους ηλεκτρολύτες, σίδηρο και υψηλότερη συγκέντρωση πρωτεϊνών συμπληρωμένο με στερεά τροφή (π.χ. δημητριακά και φρούτα) (Wit, 2001).

## **4.5 Συμπληρώματα Διατροφής**

Τα συμπληρώματα διατροφής έχουν διεισδύσει στην ζωή των ανθρώπων και αποτελούν σημαντικό σύμμαχο στην συμπλήρωση του καθημερινού διαιτολογίου. Είναι ευρέως διαδεδομένα, τόσο σε αθλητές όσο και στο ευρύ κοινό. Σύμφωνα όμως με την έως τώρα βιβλιογραφία η χρήση τους είναι συχνότερη στους αθλητές (46%) συγκριτικά με τον ευρύτερο πληθυσμό (34-40%), ενώ αυξάνεται ακόμη περισσότερο όσο προχωρούμε στον πρωταθλητισμό (59%) (Sobal & Marquart, 1994).

Για την παραγωγή συμπληρωμάτων διατροφής η πιο διαδεδομένη από τις πρωτεΐνες που χρησιμοποιείται είναι ο ορός γάλακτος, καθώς αποτελεί μια από τις πιο πλήρεις πρωτεΐνες όσον αφορά στο προφίλ των αμινοξέων που περιέχει, δηλαδή εμπεριέχει και τα 9 αμινοξέα που είναι απαραίτητα για τη διατροφή του ανθρώπινου οργανισμού (Wit, 2001).

Συμπληρώματα διατροφής χρειάζονται όσοι:

- Ασκούνται συστηματικά
- Θέλουν να αυξήσουν τη μυϊκή τους μάζα
- Κάνουν εντατική προπόνηση σε κάποιο άθλημα
- Κάνουν κακή διατροφή
- Έχουν υποστεί κάποιο τραυματισμό



Όλοι οι παραπάνω πρέπει να καταναλώνουν μεγαλύτερες ποσότητες πρωτεϊνών ούτως ώστε ο μυϊκός ιστός να μπορέσει να αναπτυχθεί, να δυναμώσει και να επιδιορθωθεί, ανάλογα με την περίπτωση.

#### **4.6.1 Οφέλη για τον άνθρωπο**

Η λήψη των συμπληρωμάτων διατροφής με πρωτεΐνη έχει διάφορα οφέλη για τον άνθρωπο :

- Προστατεύει τη συνολική υγεία του σώματος, προάγει τη μυϊκή ενδυνάμωση και αποκατάσταση καθώς και την υγεία των ιστών του δέρματος,
- Προλαμβάνει τον οργανισμό από την κατάσταση του καταβολισμού, δηλαδή τη διάσπαση του μυϊκού ιστού για την παραγωγή ενέργειας. Αυτό είναι καλό να αποφεύγεται όταν κάποιος θέλει να δημιουργήσει ένα δυνατό και μεγάλο μυϊκό σύστημα.
- Χρειάζεται η κατανάλωση περισσότερων θερμίδων από τα 3 μακροθρεπτικά συστατικά για την πέψη των πρωτεϊνών πράγμα που βοηθάει στην απώλεια βάρους.
- Βοηθά στην καύση του λίπους.

#### **4.6.2 Παρενέργειες από την λήψη και δοσολογία**

Σε γενικό βαθμό δεν έχουν παρατηρηθεί παρενέργειες από τη λήψη πρωτεϊνικών σκευασμάτων. Επειδή πρόκειται για τρόφιμο, οι μόνες παρενέργειες που μπορούν να παρατηρηθούν είναι κάποια δυσανεξία στη λακτόζη ή κάποια ευαισθησία σε κάποια πρόσθετα τα οποία είναι πιθανό να εμπεριέχονται, όπως για παράδειγμα οι χρωστικές και οι γεύσεις.

Η δοσολογία δεν είναι συγκεκριμένη για όλους όσοι καταναλώνουν πρωτεϊνικά συμπληρώματα. Κάθε οργανισμός έχει διαφορετικές ανάγκες και η δοσολογία θα πρέπει να καθορίζεται με βάση αυτές. Για παράδειγμα, κάποιος συστηματικά αθλούμενος πρέπει να καταναλώνει 1,5 με 2 γραμμάρια πρωτεΐνης ανά κιλό. Είναι σημαντικό να καθορίζεται και η διατροφή του ανάλογα και δημιουργείται ένας συνδυασμός.

Πριν βέβαια καταλήξει κανείς στην απόφαση να χρησιμοποιήσει κάποιο σκεύασμα, θα πρέπει να ενημερωθεί για το προϊόν που θέλει να αγοράσει, να διαβάσει κριτικές και συστατικά και πάνω απ' όλα να συμβουλευτεί κάποιον διατροφολόγο για να καθοριστεί με σιγουριά η συνολική ημερήσια ποσότητα πρωτεϊνών που χρειάζεται για να καλύψει τις ανάγκες του.

## 4.7 Ποτά

Πολλές ανεπίσημες πηγές αναφέρουν ότι η χρήση του ορρού γάλακτος ως ποτό ξεκινάει από την αρχαία Ελλάδα. Σε γενικές γραμμές, τα ροφήματα ορρού γάλακτος δεν ήταν πολύ επιτυχημένα στον καταναλωτή, εκτός από μερικές συγκεκριμένες περιπτώσεις. Ο ελάχιστης επεξεργασίας ορρός γάλακτος πωλείται σε καταστήματα υγιεινής διατροφής σε διάφορες χώρες, ιδίως στην Ευρώπη. Υπάρχουν κάποιες αναφορές για ποτά με βάση τον ορρό γάλακτος που διατίθενται στο εμπόριο για ειδικές περιπτώσεις (π.χ. «επίσημο ποτό Ολυμπιακών Αγώνων» το 1984 στο Σεράγεβο). Οι τοπικές αγορές παρουσιάζουν συχνά ποτά από ορρό γάλακτος που παράγονται από γαλακτοκομικές εταιρείες που αναζητούν νέες αγορές για την περίσσεια ορρού γάλακτος. Η μάλλον δυσάρεστη γεύση του ακατέργαστου ορρού γάλακτος, η προέλευση της οποίας δεν έχει ποτέ εξηγηθεί ικανοποιητικά, αποτελεί σημαντικό αποτρεπτικό παράγοντα που περιορίζει την αποδοχή των προϊόντων αυτών από τους σύγχρονους καταναλωτές, ιδίως ενόψει του έντονου ανταγωνισμού άλλων γευστικών και φθηνών ποτών (Jelen, 2011).

Το μόνο ποτό ορρού γάλακτος με ιστορικό επιτυχίας είναι το ελβετικό προϊόν Rivella, το οποίο στην πραγματικότητα χρησιμοποιεί τροποποιημένο ορρό γάλακτος ως μόνο δευτερεύον συστατικό σε 33% συνολικά όγκου (το υπόλοιπο 67% προστίθεται νερό). Η πιο τυπική προσέγγιση στην ανάπτυξη ποτών ορρού γάλακτος είναι ο συνδυασμός με χυμούς φρούτων, ειδικά εσπεριδοειδή, τα οποία είναι περισσότερο συμβατά με τη χαρακτηριστική γεύση του ορρού γάλακτος. Αυτό ισχύει ιδιαίτερα στην περίπτωση του όξινου ορρού γάλακτος, ο οποίος είναι ο πιο κατάλληλος για αυτή την εφαρμογή λόγω της υψηλής περιεκτικότητάς του γαλακτικού οξέος και ασβεστίου σε σύγκριση με το γλυκό ορρό γάλακτος. Μερικά από τα αρωματικά φρούτα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν είναι το μάνγκο, τα φρούτα του πάθους, το γκρέιπφρουτ, το λεμόνι, το πορτοκάλι, το αχλάδι καθώς και συνδυασμοί αυτών (Jelen, 2011).

## 4.8 Χρήσεις στην πτηνοτροφία

Η χρήση του ορρού γάλακτος στην πτηνοτροφία είναι σχετικά περιορισμένη, καθώς η λακτόζη δε μπορεί να αξιοποιηθεί από τα ορνίθια γι' αυτό και μένει αδιάσπαστη στον αυλό του γαστρεντερικού σωλήνα και προκαλεί πεπτικές διαταραχές. Η αδυναμία των ορνιθίων να αξιοποιήσουν τη λακτόζη αποδίδεται στο γεγονός πως τα ορνίθια δε διαθέτουν λακτάση, που είναι το απαραίτητο ένζυμο για τη διάσπαση της λακτόζης σε γαλακτόζη και γλυκόζη, τα οποία απορροφούνται από τον οργανισμό (Τσιούρης και Σωσσίδου , 2015).

Παρόλα αυτά, σύμφωνα με πρόσφατη έρευνα, η προσθήκη ορρού γάλακτος στη διατροφή των πτηνών σε ποσοστό 1-2% αύξησε σημαντικά τις αποδόσεις των κρεοπαραγωγών ορνιθίων, συνέβαλε στη διαμόρφωση ευνοϊκών συνθηκών στο πεπτικό σύστημα για την ανάπτυξη επωφελών βακτηρίων και βελτίωσε σημαντικά την ποιότητα του παραγόμενου ορνιθίου κρέατος (Τσιούρης και Σωσσίδου , 2015).

Ο ορρός γάλακτος έχει χρησιμοποιηθεί με επιτυχία στις εκτροφές κρεοπαραγωγών ορνιθίων για την πρόληψη από παθογόνους μικροοργανισμούς (π.χ. *Salmonella spp.*, *E. Coli*, *C. Perfringens*). Η κυριότερη θεωρία για την ερμηνεία της δράσης του ορρού γάλακτος έναντι παθογόνων μικροοργανισμών, αποδίδεται στη χρήση της λακτόζης ως πρεβιοτικού από τα επωφελή βακτήρια της εντερικής μικροχλωρίδας που παράγουν γαλακτικό οξύ και στην άμεση αντιβακτηριακή δράση των προϊόντων μεταβολισμού του ορρού γάλακτος. Πιο συγκεκριμένα, τα επωφελή βακτήρια της εντερικής μικροχλωρίδας, όπως είναι το *Bifidobacterium spp.* και το *Lactobacillus spp.*, χρησιμοποιούν τη λακτόζη ως πηγή ενέργειας και παράγουν πτητικά λιπαρά οξέα και γαλακτικό οξύ. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, αφενός την πτώση του pH, το οποίο αποτελεί ανασταλτικό παράγοντα για την ανάπτυξη παθογόνων μικροοργανισμών και, αφετέρου, τον πολλαπλασιασμό των επωφελών βακτηρίων, στους οποίους παρέχει σημαντικό πλεονέκτημα έναντι των παθογόνων και των δυνητικά παθογόνων μικροοργανισμών (Τσιούρης και Σωσσίδου , 2015).

Η χρήση ενός φυσικού προϊόντος, όπως είναι ο ορρός γάλακτος, που επηρεάζει το pH του εντερικού περιεχομένου και ενισχύει τα επωφελή βακτήρια της εντερικής μικροχλωρίδας, κατά κάποιο τρόπο ως φυσικό πρεβιοτικό, για την πρόληψη της καμυλοβακτηρίωσης στις εκτροφές κρεοπαραγωγών ορνιθίων, δεν έχει διερευνηθεί (Τσιούρης και Σωσσίδου , 2015).



## ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Ο ορρός γάλακτος αποτελεί ένα σημαντικό απόβλητο κατά την τυροκόμηση γι' αυτό και τα τελευταία χρόνια έχει αλλάξει ο τρόπος προσέγγισης της επεξεργασίας και της χρήσης του. Έχει παρουσιαστεί μεγάλο ενδιαφέρον για τη χρήση του ορρού γάλακτος και των προϊόντων του στην παραγωγή τροφίμων. Ο ορρός γάλακτος βρήκε άμεσα πολλές εφαρμογές στην αρτοποιία, γαλακτοκομία στα κρέατα αλλά και στα συμπληρώματα διατροφής.

Στις μέρες μας, παρατηρείται συχνά η ανάγκη της χρήσης υποκατάστατων συστατικών σε διάφορες συνταγές με σκοπό την παραγωγή ενός τελικού προϊόντος με καλύτερα διατροφικά στοιχεία. Ο ορρός γάλακτος αποτελεί ένα καλό υποκατάστατο τροφίμων καθώς περιέχει πολλές πρωτεΐνες, βιταμίνες και μεταλλικά στοιχεία. Επίσης, κάποιες άλλες ιδιότητες του αφορούν την εξωτερική εμφάνιση του τελικού προϊόντος, καθώς προσδίδει μία καλή εμφάνιση και υφή. Ο ορρός γάλακτος έχει αντιμικροβιακή, αντιμυκητιακή και αντιβακτηριακή δράση που είναι πολύ σημαντικά για την υγεία των καταναλωτών. Επιπλέον, η αξιοποίησή του βοήθησε αρκετά στη μείωση του κόστους παραγωγής πολλών προϊόντων διατροφής καθώς επίσης συμβάλλει στη μείωση του περιβαλλοντικού κινδύνου.

Οι λειτουργικές ιδιότητες των πρωτεϊνών ορρού γάλακτος χρησιμοποιούνται κυρίως στην παραγωγή τροφίμων. Κάποιες από τις ιδιότητες του ορρού είναι η διαλυτότητα, η ζελατινοποίηση και ο αφρισμός, ενώ, ο ορρός γάλακτος και τα παρασκευάσματά του μπορούν να χρησιμοποιηθούν στα τρόφιμα ως λειτουργικά πρόσθετα ή για αντικατάσταση ορισμένων λιπαρών ή μη συστατικών. Η αντικατάσταση λιπαρών συστατικών από παρασκευάσματα ορρού με υψηλό ποσοστό πρωτεϊνών έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της θερμιδικής αξίας του τελικού προϊόντος.

Η παγκόσμια πηγή ορρού γάλακτος ξεπερνάει τα 100 δισεκατομμύρια κιλά και είναι διαθέσιμη για χρήση ως πολύτιμα συστατικά σε τρόφιμα αλλά και ζωοτροφές. Στο μέλλον αναμένονται ενδιαφέροντες ανακαλύψεις για νέες χρήσεις του ορρού γάλακτος και των προϊόντων του καθώς η λειτουργική και θρεπτική αποτελεσματικότητα των συστατικών του εξακολουθεί να αυξάνεται.



## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

### **A. Ελληνική**

1. Ανυφαντάκης, Ε., 2004, *Τυροκομία Χημεία-Φυσικοχημεία-Μικροβιολογία*, Εκδόσεις Σταμούλη, Αθήνα.
2. Καμινारीδης Σ. , Μοάτσου Γ. 2009 , *Γαλακτοκομία*, Εκδόσεις Έμβρυο, Αθήνα
3. Κώδικας Τροφίμων και Ποτών , άρθρο 83, έκδοση 3 Απρίλιος 2014.
4. Τσιούρης, Β., Σωσσίδου Ν. Ε., *Ορός γάλακτος: ένα «παραπροϊόν τυροκόμησης χρήσιμο για την πτηνοτροφία*, περιοδικό «Δήμητρα», 2015
5. Υπουργείο γεωργίας, φυσικών πόρων και περιβάλλοντος, *Παραδοσιακή Παρασκευή γαλακτοκομικών προϊόντων*.

### **B. Ξενόγλωσση**

1. Cancino, B., Espina, V. Orellana, Cl., 2006, *Whey Concentration Using Microfiltration And Ultrafiltration*, Desalination, vol.200, pp.557-558.
2. De Wit J.N., 2001, *Lecturer's handbook on whey and whey products*, European Whey Products Association.
3. Dominques, L., Lima, N., Texeira, J. A., 2001, *Alcohol Production From Cheese Whey Permeate Using Genetically Modified Flocculent Yeast Cells*, Biotechnology And Bioengineering, vol.72, no.5.
4. Bouzas, J., 1999, *Whey Products and Lactose in Confectionery Applications*, U.S. Dairy Export Council.
5. FAO/WHO , Codex Standard 283-1978
6. Fox, P. F. and P. L. H. Mcsweeney (ed.). 2003. *Advanced Dairy Chemistry*, Volume 1: Proteins, 3rd. ed., part A. Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York, p.p. 603.
7. Hilton C. Deeth, Nidhi Bansal , 2019, *Whey Proteins from Milk to Medicine*, Academic Press

8. Jeantet, R., Rodriguez. J, Garem. A., 2000, *Nanofiltration Of Sweet Whey By Spiral Wound Organic Membranes: Impact Of Hydrodynamics*, Lait, vol.80, pp.155-163
9. Jelen P., 2009, *Whey-based functional beverages*, Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition, p.p. 259-280
10. Jelen P, 2011., *Whey processing*, Encyclopedia of Dairy Sciences (Second Edition)
11. Johnson M. E., 2017, *A-100 Year Review : Cheese production and quality*, Journal of Dairy Science, Vol.100 p.p. 9952-9965
12. Johnsson, A.S., Tragbirdh, G., 1990, *Ultrafiltration Applications*, Desalination, vol.77,pp.135-179
13. Krolczyk Jolanta B., Dawidziuk Tomasz, Janiszewska- Turak Emilia, Solowiej Bartosz, 2016 *Use of Whey and Whey Preparations in the Food Industry*, Pol. J. Food Nutri. Sci. Vol. 66, No.3, p.p. 157-165
14. Keaton J., 1999, *Whey protein and lactose products in processed meat. U.S. Dairy Export Council: Application Monographs. Meats.*
15. Mawson, A.J., 1994, *Bioconversions For Whey Utilization And Waste Abatement*, Biores. Technol., vol.47, pp.195-203
16. Philippopoulos, C.D., Papadakis, M.T., 2001, *Current Trends In Whey Processing And Utilization In Greece*, International Journal of Dairy Technology, vol54, no1
17. Pisecky J., 2005, *Spray Drying In the Cheese Industry*, International Dairy Journal, vol.15, pp.531-536.
18. Pintado, M.E., Macedo, A.C., Malcata 1, F.X., 2001, *Review: Technology, Chemistry And Microbiology of Whey Cheeses*, Food Sci Tech Int, vol.7, no.2, pp.105-116
19. Prabhu G., 2006, *Whey proteins in processed meats. U.S. Dairy Export Council, Applications Monographs. Processed meats. P.p. 1-12*
20. Ramos O.L., Pereira R.N., Rodrigues R.M, Teixeira J.A., A.A. Vicente F.X. Malcata, 2016, *Whey and Whey Powders: Production and Uses*, Encyclopedia of Food and Health, p.p.498-505.



21. Rajka Božanić, Irena Barukčić, Katarina Lisak, Jakopović and Ljubica Tratnik, 2014, *Possibilities of Whey Utilisation*, Austin J. Nutri Food S.
22. Rektor, A., Vatai, G., 2004, *Membrane Filtration Of Mozzarella Whey*, Desalination, vol.162, pp.279-286.
23. Siso, M. I. G., 1996, *The Biotechnological Utilization of Cheese Whey: A Review*, Bioresource Technology, vol. 57, pp.1-11.
24. Sobal, J., & Marquart, L. F. (1994). *Vitamin/mineral supplement use among high school athletes. Adolescence*, 29(116), 835.
25. Soda, M. El. and M. H. Abd El-Salam, 2002, *Cheeses Matured in Brine*, Elsevier Ltd, Volume 1, p.p. 406-411.
26. Susli, H. (1956). *New type of whey utilization: A lactomineral table beverage*. In Proc. 14th Int. Dairy Congr (Vol. 1, p. 477)
27. Technical data sheets from : arla, armor, insulac, bmi, lactalis
28. Tetrapak, 2015, *Dairy Processing Handbook*, Tetra Pak Processing Systems A.B, Lund, Sweden.
29. Youssef M.K., Barbut S., 2011, Effects of two types of soy protein isolates, native and preheated whey protein isolates on emulsified meat batters prepared at different protein levels. P.p. 54-60.
30. Zydney, A.L., 1998, *Protein Separations Using Membrane Filtration: New Opportunities For Whey Fractionation*, Int. Dairy Journal, vol.8, pp. 243-250.
31. Walzem, R. L., Dillard, C. J., German, J.B., 2002, *Whey Components: Millennia of Evolution Create Functionalities for Mammalian Nutrition: What We Know And What We May Be Overlooking*, Crit. Rev. Food Sci. Nutri., vol.42, pp.353-375.

## Γ. Διαδίκτυο

1. <http://dairyprocessinghandbook.com>
2. [www.thehealthcloud.co.uk](http://www.thehealthcloud.co.uk)

3. <http://www.wheyproteininstitute.org>
4. <http://dairyprocessinghandbook.com/chapter/cheese>
5. <http://www.lotra-co.com>
6. <https://www.arlafoodsingredients.com/>
7. <http://www.foodbites.eu/j15/el/trofima/diergasies/783-whey-proteins>
8. <http://www.armor-proteines.com/>
9. <http://www.insulac.pt/>
10. <http://www.fao.org>
11. [www.uoguelph.ca/](http://www.uoguelph.ca/)
12. <http://www.thinkusadairy.org>
13. [www.onlinelibrary.wiley.com](http://www.onlinelibrary.wiley.com) [www.gea.com](http://www.gea.com)
14. <https://hellenicprotein.gr/>
15. <http://www.spxflow.com/en/apv/industries/dairy/whey/whey-powder/>
16. [www.food-info.net](http://www.food-info.net)
17. [www.niro.com](http://www.niro.com)
18. [www.tetrapak.com](http://www.tetrapak.com)