



**ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ**

**ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΖΩΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΥΔΑΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ**

**&**

**ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΟΥ**

**ΜΔΕ: «ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΓΑΛΑΚΤΟΣ ΚΑΙ  
ΓΑΛΑΚΤΟΚΟΜΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ»**

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ**

**ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΣΤΑ  
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΤΥΠΟΥ ΓΙΑΟΥΡΤΗΣ ΑΠΟ ΓΙΔΙΝΟ ΓΑΛΑ**

**ΣΟΦΙΑ Α. ΘΕΟΔΩΡΟΥ**

**ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ: ΜΟΣΧΟΠΟΥΛΟΥ ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ, ΛΕΚΤΟΡΑΣ ΓΠΑ**

**ΑΘΗΝΑ, ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2015**



**ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ**

**ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΖΩΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΥΔΑΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ**

**&**

**ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΟΥ**

**ΜΔΕ: «ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΓΑΛΑΚΤΟΣ ΚΑΙ  
ΓΑΛΑΚΤΟΚΟΜΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ»**

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ**

**ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΣΤΑ  
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΤΥΠΟΥ ΓΙΑΟΥΡΤΗΣ ΑΠΟ ΓΙΔΙΝΟ ΓΑΛΑ**

**ΣΟΦΙΑ Α. ΘΕΟΔΩΡΟΥ**

**ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ: ΜΟΣΧΟΠΟΥΛΟΥ ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ, ΛΕΚΤΟΡΑΣ ΓΠΑ**

**ΑΘΗΝΑ, ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2015**

# ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

## ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΣΤΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΤΥΠΟΥ ΓΙΑΟΥΡΤΗΣ ΑΠΟ ΓΙΔΙΝΟ ΓΑΛΑ

ΣΟΦΙΑ Α. ΘΕΟΔΩΡΟΥ

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ: ΜΟΣΧΟΠΟΥΛΟΥ ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ, Λέκτορας ΓΠΑ

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ:

Πολίτης Ιωάννης, Καθηγητής ΓΠΑ

Μοάτσου Γκόλφω, Επίκουρος Καθηγήτρια ΓΠΑ

Μοσχοπούλου Αικατερίνη, Λέκτορας ΓΠΑ

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα, καταρχήν, να ευχαριστήσω θερμά την καθηγήτρια μου και επιβλέπουσα της μεταπτυχιακής μου μελέτης, κ.Μοσχοπούλου Αικατερίνη για την πολύτιμη βοήθεια της καθ'όλη τη διάρκεια εκπόνησης της μελέτης μου, για τις συμβουλές της, τις εύστοχες παρατηρήσεις της καθώς και για το χρόνο που μου αφιέρωσε.

Θα ήθελα, επίσης, να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στα μέλη της εξεταστικής επιτροπής, κ.Μοάτσου Γκόλφω και κ.Πολίτη Ιωάννη για τη συμβολή τους στην επιτυχή ολοκλήρωση της μεταπτυχιακής μου μελέτης.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα την κ.Ζωίδου Ευαγγελία και τον κ.Σακκά Λάμπρο οι οποίοι με βοήθησαν σημαντικά στη διεξαγωγή των αναλύσεων που πραγματοποιήθηκαν στο εργαστήριο της Γαλακτοκομίας. Τους ευχαριστώ για την πολύ όμορφη συνεργασία μας και τη στήριξη που μου προσέφεραν.

Οφείλω, ακόμη, τις ευχαριστίες μου στη διευθύντρια του τμήματος R&D της Βιομηχανίας ΔΕΛΤΑ στον Άγιο Στέφανο κ. Χατζηγεωργίου Α., στον κ.Στάμο Α., στην κ. Παπακοσμά Α. και σε όλο το προσωπικό του εργαστηρίου οι οποίοι συνέβαλαν στην παρασκευή των δειγμάτων και στην πραγματοποίηση των οργανοληπτικών αναλύσεων καθώς και ορισμένων ρεολογικών.

Ευχαριστώ πολύ και την Εταιρεία Ηπειρωτικές Πρωτεΐνες Α.Ε. η οποία προσέφερε τα πρωτεϊνικά συμπυκνώματα που χρησιμοποιήθηκαν κατά τη διεξαγωγή της μελέτης.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου, Αποστόλη και Ευφροσύνη, και τον αδερφό μου Μιχάλη, οι οποίοι είναι πάντα δίπλα μου.

Η συγκεκριμένη μεταπτυχιακή μελέτη πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια του ερευνητικού προγράμματος *Έφαρμογή καινοτόμων τεχνολογιών στην παραγωγή γιαουρτιού με αυξημένες βιολειτουργικές ιδιότητες* - **ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑ 2011**.

Τη μεταπτυχιακή μου μελέτη αφιερώνω  
στο γιο μου Άγγελο.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στη συγκεκριμένη μεταπτυχιακή εργασία μελετήθηκε η παρασκευή γιαούρτης στερεάς δομής (set type) από αίγαιο γάλα ως έχει, χωρίς προθήκη εξωγενούς πρωτεΐνης (μάρτυρας, GW-0%), καθώς και η παρασκευή προϊόντων τύπου γιαούρτης, από γίδινο, επίσης, γάλα εμπλουτισμένο με διάφορα συμπυκνώματα πρωτεϊνών του ορού. Ειδικότερα, στο γάλα που χρησιμοποιήθηκε για την παρασκευή των δειγμάτων προστέθηκε συμπύκνωμα αγελαδινής πρωτεΐνης ορού σε αναλογία 0,5 % (GW76D-0,5%) και 1,5% (GW76D-1,5%), καθώς και συμπύκνωμα πρωτεΐνης ορού αιγοπρόβειας προέλευσης σε αναλογία 0,5% (GW80-0,5%).

Η ολοκλήρωση της μελέτης οδήγησε σε ενδιαφέροντα συμπεράσματα. Πιο συγκεκριμένα, όλα τα δείγματα εμφάνισαν υψηλή ικανότητα συγκράτησης νερού, αντιοξειδωτική ικανότητα και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά σε ικανοποιητικό επίπεδο καθώς και έντονη φωτεινότητα του χρώματός τους. Ο πληθυσμός του *Streptococcus thermophilus* διατηρήθηκε υψηλός σε όλα τα δείγματα καθ' όλη τη διάρκεια των 28 ημερών. Όσον αφορά στα υπόλοιπα χαρακτηριστικά που μετρήθηκαν, το δείγμα GW76D-1,5% εμφάνισε τις υψηλότερες τιμές σε οξύτητα, ιξώδες, σκληρότητα, συνάφεια και κομμιώδες.

Επιστημονική περιοχή: ζυμωμένα γάλατα

Λέξεις-κλειδιά: γίδινο γάλα, γιαούρτι, συμπυκνώματα πρωτεϊνών του ορού

## **SUMMARY**

In this study, we investigated the production of set type yoghurt from goat milk without adding protein and also the production of yoghurt using different types of whey protein concentrates. WPC from mixed caprine/ovine milk was added to 0.5% and WPC from bovine milk was added to 0.5% and 1.5%.

All yogurts presented high values of water holding capacity, good organoleptic characteristics, satisfactory antioxidant activity and intense color luminosity. They also presented high number of typical lactococci throughout self-life. Regarding the other characteristics, GW76D-1,5% showed the highest values in acidity, firmness, viscosity, adhesiveness and guminess.

Scientific area: fermented milks

Key words: goat milk, yoghurt, WPC

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>ΠΡΟΛΟΓΟΣ .....</b>	<b>1</b>
<b>A. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ .....</b>	<b>2</b>
<b>1. Η ΑΙΓΟΤΡΟΦΙΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΚΑΙ ΣΤΟΝ ΚΟΣΜΟ .....</b>	<b>2</b>
1.1 Συστήματα εκτροφής - αποδόσεις.....	3
1.2 Στοιχεία της παγκόσμιας και ευρωπαϊκής παραγωγής γίδινου γάλακτος .....	4
1.2.1 Στοιχεία για την ελληνική παραγωγή γίδινου γάλακτος .....	5
1.3 Το μέλλον της αιγοτροφίας στην Ελλάδα .....	7
<b>2. ΤΟ ΓΙΔΙΝΟ ΓΑΛΑ .....</b>	<b>8</b>
2.1 Το λίπος του γάλακτος .....	9
2.2.1 Λιπαρά οξέα .....	9
2.2.2 Συζευγμένο λινελαϊκό οξύ: CLA.....	12
2.2 Οι πρωτεΐνες του γάλακτος.....	13
2.2.1 Βιοενεργά πεπτίδια.....	14
2.3 Λακτόζη .....	15
2.3.1 Οι υδατάνθρακες εκτός της λακτόζης-ολιγοσακχαρίτες.....	16
2.4 Οι βιταμίνες.....	17
2.5 Τα άλατα.....	18
<b>3. ΤΟ ΓΙΑΟΥΡΤΙ Ή Η ΓΙΑΟΥΡΤΗ.....</b>	<b>20</b>
3.1 Η ιστορία της γιαούρτης .....	20
3.2 Ζυμωμένα προϊόντα γάλακτος: η γιαούρτη.....	21
3.2.1 Οι καλλιέργειες της γιαούρτης.....	21
3.3 Η ελληνική νομοθεσία σχετικά με το γιαούρτι.....	22
3.4 Η γιαούρτη ως λειτουργικό τρόφιμο .....	24
3.4.1 Ευεργετικές ιδιότητες της γιαούρτης.....	24
3.5 Η παρασκευή της γιαούρτης.....	27
3.5.1 Το γάλα που προορίζεται για την παρασκευή της γιαούρτης.....	27
3.5.2 Τα στάδια παρασκευής της γιαούρτης .....	28
3.5.3 Οι τύποι της γιαούρτης στην Ελλάδα.....	30
<b>4. ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΠΡΩΤΕΪΝΩΝ ΕΞΩΓΕΝΟΥΣ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗΣ .....</b>	<b>32</b>
4.1 Προσθήκη σκόνης γάλακτος .....	32
4.2 Προσθήκη σκόνης τυρογάλακτος.....	33



4.3 Προσθήκη σκόνης καζεΐνης.....	34
<b>B. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....</b>	<b>35</b>
<b>5. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ .....</b>	<b>35</b>
5.1 Υλικά και διαδικασία παρασκευής των γιαουρτιών .....	35
5.1.1 Καλλιέργεια .....	36
5.1.2 Παρασκευή των γιαουρτιών .....	36
5.2 Δειγματοληψία και αναλύσεις.....	37
5.3 Φυσικοχημικές αναλύσεις .....	37
5.3.1 Προσδιορισμός pH, οξύτητας και σύστασης.....	37
5.3.2 Προσδιορισμός τέφρας .....	37
5.3.3 Προσδιορισμός ασβεστίου, μαγνησίου, καλίου, νατρίου .....	38
5.3.4 Προσδιορισμός φωσφόρου .....	39
5.4 Μικροβιολογικές αναλύσεις .....	39
5.5 Ρεολογικές αναλύσεις .....	40
5.5.1 Προσδιορισμός της ικανότητας συγκράτησης νερού (WHC: Water Holding Capacity).....	40
5.5.2 Προσδιορισμός του ιξώδους (viscosity) .....	40
5.5.3 Προσδιορισμός της σκληρότητας (firmness) .....	41
5.5.4 Προσδιορισμός της συνάφειας, της συνεκτικότητας και του κομμώδους.....	41
5.6 Προσδιορισμός της αντιοξειδωτικής ενεργότητας.....	42
5.6.1 Μέθοδος της δεσμευτικής ικανότητα της ρίζας DPPH .....	43
5.6.2 Μέθοδος της ικανότητας χήλωσης του Fe <sup>2+</sup> (Fe <sup>2+</sup> chelating activity, Fe <sup>2+</sup> -CA) .....	43
5.6.3 Μέθοδος της δεσμευτικής ικανότητα υπεροξειδίων (superoxide scavenging activity, SO-SA). .....	44
5.7 Αξιολόγηση χρώματος.....	45
5.8 Οργανοληπτική αξιολόγηση.....	45
5.9 Στατιστική επεξεργασία αποτελεσμάτων .....	46
<b>6. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ .....</b>	<b>47</b>
6.1 Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά.....	47
6.1.1 Χημική σύσταση .....	47
6.1.2 Το pH και η οξύτητα .....	48
6.2 Μικροβιακή σύσταση.....	51

6.3 Ρεολογικά χαρακτηριστικά .....	53
6.3.1 Η ικανότητα συγκράτησης ύδατος.....	53
6.3.2 Το ιξώδες .....	55
6.3.3 Η σκληρότητα .....	57
6.3.4 Η συνεκτικότητα, η συνάφεια και το κομμώδες.....	62
6.4 Αντιοξειδωτική ικανότητα.....	64
6.4.1 Η δεσμευτική ικανότητα DPPH (%) των γιαουρτιών.....	66
6.4.2 Η χηλωτική ικανότητα Fe <sup>2+</sup> (%) των γιαουρτιών. ....	67
6.4.3 Η δεσμευτική ικανότητα υπεροξειδίου (%) των γιαουρτιών.....	68
6.5 Το χρώμα .....	69
6.6 Οργανοληπτικά χαρακτηριστικά.....	72
<b>7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....</b>	<b>75</b>
ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ: .....	76
ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ:.....	77
ΙΣΤΟΤΟΠΟΙ.....	86

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η γιαούρτη είναι ένα γαλακτοκομικό προϊόν που παράγεται από τη ζύμωση του γάλακτος με ειδικά οξυγαλακτικά βακτήρια. Τα βακτήρια αυτά είναι συνδυασμός ενός οξυγαλακτικού βακίλου (*Lactobacillus bulgaricus*) και ενός οξυγαλακτικού στρεπτοκόκκου (*Streptococcus thermophilus*), τα οποία δρώντας από κοινού προκαλούν την πήξη του γάλακτος και διαμορφώνουν τα ιδιαίτερα γευστικά χαρακτηριστικά της γιαούρτης. Σήμερα, γνωρίζουμε ότι χάρη στα βακτήρια αυτά, τα οποία περιέχονται σε μεγάλο πληθυσμό (δεκάδες εκατομμύρια) σε κάθε γραμμάριο της γιαούρτης και λόγω, γενικότερα, των μεταβολών που επέρχονται στο γάλα από τη ζύμωση του, η γιαούρτη αποτελεί ένα άριστο τρόφιμο. Θεωρείται, ωστόσο, ότι είναι καλύτερο προϊόν σε σύγκριση με το γάλα από το οποίο παράγεται καθώς και ότι έχει γενικότερες "ευεργετικές" επιδράσεις στην υγεία αυτού που την καταναλώνει. Τις επιδράσεις αυτές πολλοί επιστήμονες δε διστάζουν να τις χαρακτηρίσουν και ως θεραπευτικές.

Ο εμπλουτισμός του γάλακτος που προορίζεται για την παρασκευή της γιαούρτης αποτελεί μία σημαντική τακτική που αυξάνει τις λειτουργικές και θρεπτικές του ιδιότητες και αποτρέπει παράλληλα την εμφάνιση ελαττωμάτων στην υφή του. Τα τελευταία χρόνια, έχει αυξηθεί η χρήση συμπυκνωμάτων πρωτεϊνών του ορού με σκοπό τον εμπλουτισμό του γάλακτος καθώς οι συγκεκριμένες πρωτεΐνες είναι πλούσιες σε απαραίτητα αμινοξέα και αυξάνουν τη θρεπτική αξία των προϊόντων μέσα στα οποία προστίθενται.

Το αντικείμενο της παρούσας μεταπτυχιακής μελέτης είναι η παρασκευή προϊόντων τύπου γιαούρτης από γίδινο γάλα που έχει εμπλουτισθεί με συμπυκνώματα πρωτεϊνών του ορού καθώς και ο προσδιορισμός ορισμένων συστατικών και ιδιοτήτων που χαρακτηρίζουν το προϊόντα αυτά.

## **A. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ**

### **1. Η ΑΙΓΟΤΡΟΦΙΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΚΑΙ ΣΤΟΝ ΚΟΣΜΟ**

Οι αίγες εξημερώθηκαν ταυτόχρονα με τα πρόβατα και πριν απ' όλα τα άλλα μηρυκαστικά. Με το πέρασμα, όμως, των χρόνων η προβατοτροφία αναπτύχθηκε και διαδόθηκε πολύ περισσότερο από την αιγοτροφία. Η εκτροφή των αιγών περιορίστηκε σε ορισμένες περιοχές του πλανήτη οι οποίες παρουσίαζαν ιδιαιτερότητες από πλευράς κλίματος, εδάφους και βλάστησης. Τα τελευταία, όμως, χρόνια παρατηρείται αυξανόμενο συνεχώς ενδιαφέρον για τις αίγες τόσο από τους κτηνοτρόφους όσο και από τους ειδικούς επιστήμονες. Έχουν εμφανιστεί συστηματικές και μεγάλες εκτροφές αιγών, όχι μόνο σε περιοχές και χώρες όπου από παλιά εκτρέφονταν τα ζώα αυτά, αλλά και σε άλλες όπου δεν υπήρχε αιγοτροφική παράδοση. Έτσι, εκτός από την ποσότητα του παραγόμενου γάλακτος, ανά εκτρεφόμενη αίγα, έχει βελτιωθεί και η ποιότητά του (Ευσταθίου, 1993).

Πιο συγκεκριμένα, τα αιγοπρόβατα εκτρέφονται για το γάλα τους αλλά και για το κρέας και το μαλλί τους εδώ και χιλιάδες χρόνια και αμέλγονται πολύ πριν από τις αγελάδες. Αποτελούν φυσικές «ανανεώσιμες πηγές», με μεγάλη παραλλακτικότητα όσον αφορά το γενετικό τους δυναμικό, τη γεωγραφική κατανομή, τη λειτουργία και την παραγωγικότητα. Αποτελούν τους πλέον αποτελεσματικούς μετατροπείς της χαμηλής ποιότητας βλάστησης (βοσκήσιμης ύλης) σε υψηλής ποιότητας ζωικά προϊόντα με ξεχωριστή χημική σύσταση και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά.

Παραδοσιακά, έχουν συνδεθεί με τη βόσκηση και τη χρησιμοποίηση γεωργικής γης που είναι ακατάλληλη για καλλιέργεια, όπως, για παράδειγμα, οι ορεινοί βοσκότοποι. Για τους παραπάνω λόγους, η αιγοπροβατοτροφία θεωρείται ότι έχει σημαντικά πλεονεκτήματα συγκριτικά με άλλους κλάδους της ζωικής παραγωγής από κοινωνικής, οικονομικής, περιβαλλοντικής και διαιτητικής πλευράς.

Η εκτροφή των αιγοπροβάτων στην Ελλάδα έχει μεγάλη παράδοση. Ο Όμηρος αναφέρεται αρκετά, κυρίως στην Οδύσσεια, στην παρουσία των συγκεκριμένων ζώων στη χώρα μας, καθώς και σε άλλες χώρες της Μεσογείου. Η ανάπτυξη της αιγοτροφίας στη χώρα μας ευνοήθηκε από τις αντίξοες κλιματολογικές συνθήκες (μικρές και ακανόνιστες βροχοπτώσεις) καθώς και από τις γεωφυσικές συνθήκες (ορεινοί όγκοι με διαβρωμένα εδάφη και μικρή βλάστηση). Αντίθετα, δεν ευνοήθηκε η εκτροφή ζώων με μεγαλύτερες απαιτήσεις όπως π.χ. οι αγελάδες (Κεχαγιάς, 2011).

### 1.1 Συστήματα εκτροφής - αποδόσεις

Το πιο διαδεδομένο σύστημα εκτροφής αιγών στις Μεσογειακές χώρες και στην Ελλάδα αποτελεί το εκτατικό σύστημα όπου η διατροφή των ζώων στηρίζεται, κυρίως, στους φυσικούς βοσκότοπους οι οποίοι δε λιπαίνονται και δε δέχονται αγροχημικά (ζιζανιοκτόνα και φυτοφάρμακα). Οι αίγες προτιμούν τη θαμνώδη και ξυλώδη βλάστηση η οποία λόγω των ξηροθερμικών συνθηκών που επικρατούν στη Μεσογειακή λεκάνη, είναι πλούσια σε βιοενεργά μόρια με αντιοξειδωτικές και αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες. Η βοσκήσιμη ύλη περιέχει βιοφλαβονοειδή, φυτοστερόλες, τερπένια, καροτίνη και άλλες φαινολικές ενώσεις. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την παραγωγή κτηνοτροφικών προϊόντων (γάλα και κρέας) που είναι πλούσια σε άρωμα και γεύση και χαρακτηρίζονται από εξαιρετικές φυσικοχημικές και διαιτητικές ιδιότητες (Ζέρβας, 2013). Το εκτατικό σύστημα εκτροφής προσομοιάζει με το βιολογικό ωστόσο με βάση τον κανονισμό για τη βιολογική κτηνοτροφία δε μπορεί να θεωρηθεί βιολογικό.

Το συγκεκριμένο σύστημα χρησιμοποιείται σε πάρα πολλές κτηνοτροφικές εκμεταλλεύσεις που είναι διάσπαρτες σε ολόκληρο τον Ελλαδικό χώρο, αρκετές, δε, από αυτές βρίσκονται σε απομονωμένες και δύσβατες περιοχές. Οι συγκεκριμένες συνθήκες δημιουργούν δυσκολίες όσον αφορά στην παραγωγή γάλακτος υψηλής μικροβιακής ποιότητας. Ωστόσο, η βελτίωση του οδικού δικτύου και η δυνατότητα ψύξης του γάλακτος, δημιουργούν τις κατάλληλες προϋποθέσεις έτσι ώστε να επιτευχθεί η βελτίωση της μικροβιακής ποιότητας (Κεχαγιάς, 2011).

Το μεγαλύτερο ποσοστό του εκτρεφόμενου αιγείου πληθυσμού στην Ελλάδα ανήκει σε τοπικές φυλές. Τα ζώα δεν είναι γενετικά σταθεροποιημένα και εμφανίζουν μεγάλη παραλλακτικότητα μορφολογικών και παραγωγικών χαρακτηριστικών. Χαρακτηρίζονται, επίσης, από υψηλή αντοχή στις ασθένειες και έχουν σχετικά χαμηλές διατροφικές απαιτήσεις. Παρουσιάζουν υψηλή γονιμότητα, με χαμηλό δείκτη πολυδυμίας. Η γαλακτική περίοδος διαρκεί από 200 έως 300 ημέρες. Η μέση γαλακτοπαραγωγή κυμαίνεται από 50-100 kg στις ορεινές περιοχές, ενώ, στις ημιορεινές και πεδινές περιοχές φθάνει τα 120-150 kg γάλα ανά αμελκτική περίοδο.

Θα πρέπει, επίσης, να αναφερθεί και το εντατικό σύστημα εκτροφής όπου η διατροφή στηρίζεται, κυρίως, στη συμπληρωματική, εντός του στάβλου, διατροφή και όχι στη βόσκηση. Στο συγκεκριμένο σύστημα συναντώνται παραγωγικότερες αίγες, βελτιωμένων

φυλών. Στις περιπτώσεις αυτές, η μέση ετήσια γαλακτοπαραγωγή της αίγας μπορεί να ξεπεράσει τα 400kg (Ζέρβας, 2014). Το συγκεκριμένο σύστημα έχει αναπτυχθεί τα τελευταία, κυρίως, χρόνια σε πεδινές και ημιορεινές περιοχές. Χαρακτηρίζεται από σχετικά σύγχρονες εγκαταστάσεις (αμελκτήρια, παγολεκάνες για την ψύξη του γάλακτος) και εφαρμογή ισόρροπων σιτηρεσίων και έχει εξελιχθεί λόγω της χρήσης διαφόρων επενδυτικών σχεδίων. Το γεγονός αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη βελτίωση της μικροβιακής ποιότητας του παραγόμενου γάλακτος (Κεχαγιάς, 2011).

## **1.2 Στοιχεία της παγκόσμιας και ευρωπαϊκής παραγωγής γίδινου γάλακτος**

Το 83% της παγκόσμιας ποσότητας του παραγόμενου γάλακτος προέρχεται από τα βοοειδή, το 13% από τα βουβάλια, το 2% από τις αίγες, το 1% από τα πρόβατα και το υπόλοιπο μικρό ποσοστό από καμήλες, ιπποειδή και άλλα γαλακτοπαραγωγά είδη ζώων. Ο πληθυσμός των αιγών σε παγκόσμιο επίπεδο ανέρχεται σε 921 εκατομμύρια ζώα από τα οποία το 95% το συναντάμε στην Ασία, την Αφρική και τη Λατινική Αμερική. Στην Ασία εκτρέφεται το 60% του συνολικού πληθυσμού των αιγών και παράγεται το 59% του συνολικού κατσικίσιου γάλακτος παγκοσμίως (FAO,2013). Όσον αφορά στην Ευρώπη, το 18% του παραγόμενου παγκοσμίως αιγείου γάλακτος παράγεται από τέσσερις χώρες της Νότιας Ευρώπης, τη Γαλλία, την Ελλάδα, την Ισπανία και την Ιταλία (Pandya and Ghodke, 2007). Γενικότερα, η Ευρώπη έχει αναπτυγμένη, σε μεγάλο βαθμό, την γαλακτοπαραγωγική αιγοτροφία, καθώς με το 2,0% περίπου του παγκόσμιου πληθυσμού ζώων παράγει σχετικά πολύ μεγάλο ποσοστό (20%) κατσικίσιου γάλακτος στον κόσμο.

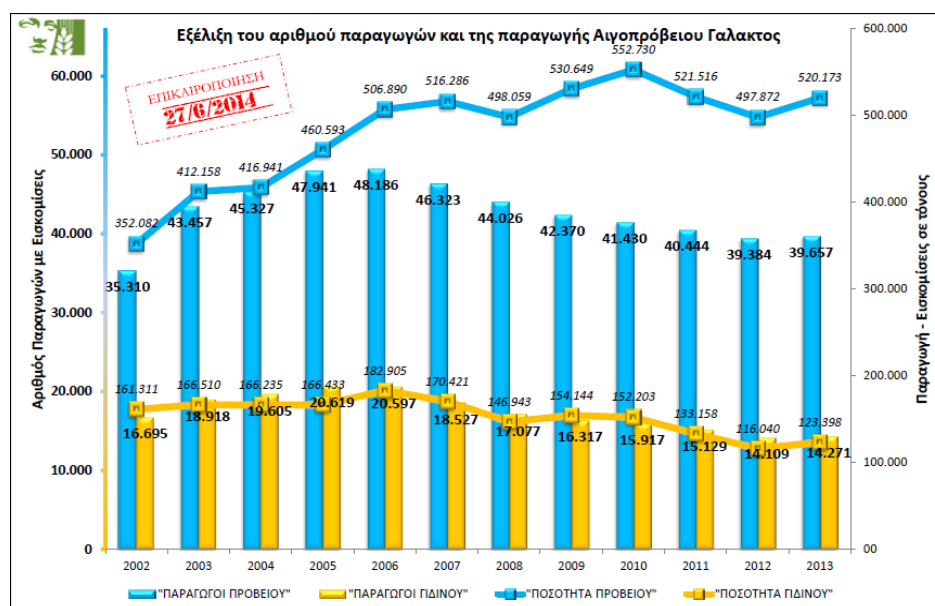
Στην Ελλάδα εκτρέφονται περίπου 5 εκατ. αίγες, δίνοντας στη χώρα μας την πρώτη θέση στον τομέα αυτό, σε επίπεδο Ευρωπαϊκής Ένωσης. Ο πληθυσμός αυτός των ζώων αντιπροσωπεύει το 47,6% των αιγών στην Ευρώπη. Η ελληνική αιγοτροφία κατατάσσεται, λοιπόν ως η πρώτη δύναμη στην Ευρώπη, αλλά παράλληλα είναι και η λιγότερο εκσυγχρονισμένη. Στην Ελλάδα παράγεται το 27,65% του παραγόμενου αιγείου γάλακτος σε ευρωπαϊκό επίπεδο και κατέχει η χώρα μας την 6η θέση στον κόσμο (1η θέση ανά κάτοικο στον κόσμο).

Ωστόσο, η ελληνική παραγωγή του αιγείου γάλακτος δεν είναι ικανοποιητική αν συγκριθεί με την παραγωγή της Γαλλίας, η οποία με πολύ μικρότερο αριθμό εκτρεφόμενων αιγών παράγει ετησίως 580.000 τόνους αίγειο γάλα. Όσον αφορά τα προϊόντα που

παρασκευάζονται από αίγιο γάλα στη χώρα μας αυτά είναι περιορισμένα. Ένα μεγάλο ποσοστό του γάλακτος αξιοποιείται στην τυροκομία, κυρίως στην παραγωγή της Φέτας (προστίθεται σε ποσοστό μέχρι 30% της συνολικής ποσότητας του γάλακτος, σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή νομοθεσία για τα ΠΟΠ), καθώς επίσης για παραγωγή κατσικίσιου γιαουρτιού και άλλων γαλακτοκομικών παραδοσιακών προϊόντων, τα οποία παράγονται και καταναλώνονται κυρίως σε τοπικό επίπεδο, όπως διάφοροι τύποι γαλοτυριών (Κατίκι, Ξυνοτύρι, Γαλομυζήθρα κ.α). Αντίθετα, η Γαλλία αξιοποιεί σε μεγάλο βαθμό το αίγιο γάλα και παράγει μεγάλη ποικιλία τυριών αλλά και σημαντικές ποσότητες γάλακτος κατανάλωσης (κυρίως UHT και σκόνη γάλακτος για παιδικές τροφές), ([www.foodbites.eu](http://www.foodbites.eu)).

### 1.2.1 Στοιχεία για την ελληνική παραγωγή γίδινου γάλακτος

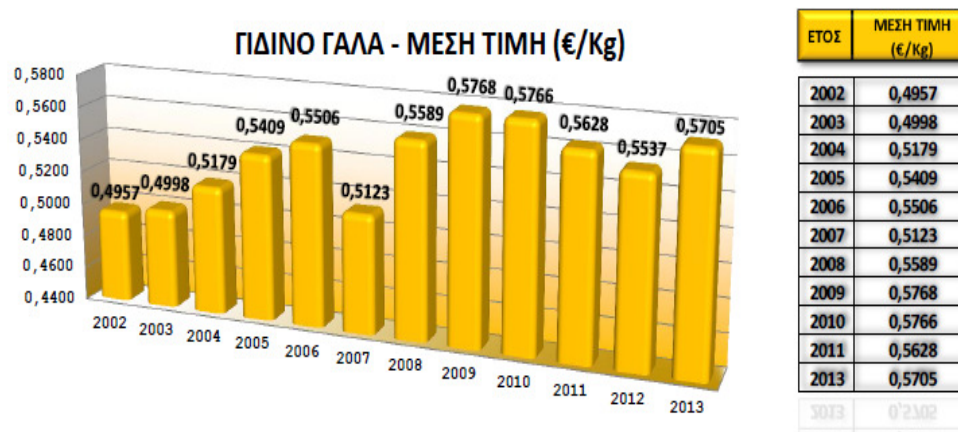
Από τα στοιχεία του ΕΛΟΓΑΚ για το 2013 (Εικόνα 1.1), παρατηρούμε ότι σημειώθηκε μία μικρή αύξηση στον αριθμό των παραγωγών του γίδινου γάλακτος, έπειτα από μία συνεχή πτωτική τάση που υπήρχε από το 2005 και μετά. Οι παραδόσεις του ελληνικού γίδινου γάλακτος το 2013 ανήλθαν στους 123.398 τόνους, παρουσιάζοντας και αυτές μία μικρή αύξηση σε σχέση με την προηγούμενη χρονιά.



**Εικόνα 1.1:** Εξέλιξη του αριθμού των παραγωγών και της παραγωγής αιγοπρόβειου γάλακτος (πηγή: ΕΛΟΓΑΚ).

Σύμφωνα, επίσης, με τα στοιχεία του ΕΛΟΓΑΚ, η παράδοση της υψηλότερης ποσότητας γάλακτος, για το 2013, πραγματοποιήθηκε από την περιφέρεια της κεντρικής Μακεδονίας (28.585 τόνοι) και ακολούθησαν η περιφέρεια της Θεσσαλίας (21.527 τόνοι) και της Πελοποννήσου (20.391 τόνοι). Ωστόσο, σε επίπεδο νομών, ο μεγαλύτερος όγκος παραγωγής γίδινου γάλακτος σημειώθηκε στο νομό Λάρισας και ανήλθε σε 14.000 τόνους. Ακολούθησε ο νομός Θεσσαλονίκης με παραδόσεις γάλακτος που φθάνουν τους 8.326 τόνους και ο νομός Λακωνίας με 8.026 τόνους.

Στην Εικόνα 1.2, καταγράφεται η μέση τιμή πώλησης του γίδινου γάλακτος από το 2002 μέχρι και το 2013, από όπου προκύπτει ότι οι υψηλότερες τιμές πώλησης καταγράφονται την τελευταία πενταετία.



**Εικόνα 1.2:** Μέση τιμή γίδινου γάλακτος (πηγή: ΕΛΟΓΑΚ).

Για το 2013, σύμφωνα με τον ΕΛΟΓΑΚ, οι τιμές κυμάνθηκαν από 0,4508€ ανά λίτρο, που είναι η χαμηλότερη τιμή και καταγράφηκε στο νομό Κυκλάδων, έως 0,6892€ που είναι η υψηλότερη και καταγράφηκε στο νομό Κεφαλονιάς. Γενικά, τις πιο υψηλές τιμές πώλησης του αίγειου γάλακτος τις παρατηρούμε στο νομό Χανίων, Μαγνησίας και Αττικής, όπου οι τιμές διαμορφώνονται αντίστοιχα στα 0,6197€, 0,6189€ και 0,6167€. Αντίθετα, οι χαμηλότερες τιμές που είναι τα 0,4814€, 0,4962€ και 0,50€, σημειώθηκαν στους νομούς Ζακύνθου, Πέλλας και Λευκάδας αντίστοιχα.



### **1.3 Το μέλλον της αιγοτροφίας στην Ελλάδα**

Ουσιαστικά, το μέλλον του κλάδου θα κριθεί από την έκβαση των προσπαθειών για τη δημιουργία επιχειρηματικού πνεύματος στους εκτροφείς και τη διαμόρφωση ενός κατάλληλου πλαισίου συνεργασίας τους με τις μεταποιητικές επιχειρήσεις. Το γεγονός αυτό θα συμβάλλει στην ανάπτυξη και στην παραγωγή καινοτόμων γαλακτοκομικών προϊόντων από γίδινο γάλα τα οποία θα διασφαλίσουν τη βιωσιμότητα των εκτροφών και θα έχουν εξαγωγίμα χαρακτηριστικά. Τα μικρά ποιμνία θα πρέπει να αναβαθμιστούν με στόχο τη δημιουργία ημιεντατικών ή εντατικών εκτροφών με μεγαλύτερο αριθμό ζώων. Σε κάθε περίπτωση θα πρέπει να ενταθούν και οι προσπάθειες για βελτίωση της ποιότητας του παραγόμενου γάλακτος αλλά και γενικότερα, των μεθόδων εκτροφής διασφαλίζοντας με αυτόν τον τρόπο την υγεία και την ευζωία των εκτρεφόμενων αιγών ([www.zookomos.gr](http://www.zookomos.gr)).

Ακόμη, επειδή, η σημασία του αίγειου γάλακτος για την ελληνική γαλακτοκομία και την εθνική οικονομία είναι πολύ μεγάλη, αξίζει να καταβληθεί μεγαλύτερη προσπάθεια για την καλύτερη αξιοποίησή του. Για το λόγο αυτό θα πρέπει να υπάρξει μία πιο ευρεία ενημέρωση των καταναλωτών σχετικά με τις ιδιαιτερότητες του γίδινου γάλακτος από διατροφικής άποψης. Ακόμη, είναι σημαντικό να ενισχυθεί η έρευνα που αφορά στην αξιοποίηση των λειτουργικών ιδιοτήτων των πρωτεϊνών του γίδινου γάλακτος και τυρογάλακτος σε άλλες εφαρμογές (τρόφιμα κλπ) καθώς και η περαιτέρω ανάπτυξη της τεχνολογίας για την απομόνωση και τυποποίησή τους. Τέλος, θα πρέπει να ενισχυθεί η έρευνα για την ανάδειξη των ιδιότυπων χαρακτηριστικών του γίδινου γάλακτος και των προϊόντων του αλλά και για την παραγωγή νέων τύπων γαλακτοκομικών προϊόντων, αποκλειστικά από γίδινο γάλα, στα πλαίσια των γευστικών και διατροφικών απαιτήσεων του σύγχρονου καταναλωτή ([www.foodbites.eu](http://www.foodbites.eu)).

## 2. ΤΟ ΓΙΔΙΝΟ ΓΑΛΑ

Το γάλα και τα προϊόντα του αποτελούν τρόφιμα υψηλής διατροφικής πυκνότητας τα οποία παρέχουν στον οργανισμό μεγάλη ποσότητα θρεπτικών στοιχείων σε σχέση με το ενεργειακό τους περιεχόμενο. Ωστόσο, εκτός από τη θρεπτική αξία του ως γάλα, έχει βρεθεί ότι αρκετά βιολογικά ενεργά συστατικά του ασκούν σημαντικές φυσιολογικές και βιοχημικές λειτουργίες οι οποίες έχουν καθοριστικές επιδράσεις στον ανθρώπινο μεταβολισμό και την υγεία (Gobbetti et al., 2007). Τα τελευταία χρόνια, έχει επιτευχθεί μεγάλη πρόοδος στον τομέα της επιστήμης, της τεχνολογίας και των εμπορικών εφαρμογών που αφορούν στο πλήθος και την πολυπλοκότητα των συγκεκριμένων βιοενεργών συστατικών του γάλακτος.

**Πίνακας 2.1:** Μέση σύνθεση των βασικών θρεπτικών ουσιών του γίδινου γάλακτος, του πρόβειου και του αγελαδινού (Park et al., 2007).

Σύνθεση	Γίδινο γάλα	Πρόβειο γάλα	Αγελαδινό γάλα
Λίπος (%)	3,8	7,9	3,6
Μη λιπαρά στερεά συστατικά (%)	8,9	12,0	9,0
Λακτόζη (%)	4,1	4,9	4,7
Πρωτεΐνη (%)	3,4	6,2	3,2
Καζεΐνη (%)	2,4	4,2	2,6
Αλβουμίνη-γλοβουλίνη (%)	0,6	1,0	0,6
Μη πρωτεϊνικό άζωτο(%)	0,4	0,8	0,2
Τέφρα (%)	0,8	0,9	0,7
Θερμίδες/100ml	70	105	69

Πολυάριθμες ερευνητικές μελέτες έχουν συμβάλει στην κατανόηση του ρόλου και της σύνθεσης μεγάλου αριθμού βιοενεργών συστατικών του γάλακτος και των γαλακτοκομικών

προϊόντων, οδηγώντας στην ανακάλυψη των ευεργετικών επιδράσεων που ασκούν στις λειτουργίες του οργανισμού και τελικά στην υγεία (Park, 2009).

Από τα διάφορα είδη γάλακτος των παραγωγικών ζώων το αίγαιο θεωρείται ότι παρουσιάζει το μεγαλύτερο ενδιαφέρον λόγω της ειδικής χημικής του σύστασης. Για το λόγο αυτό συμπεριλαμβάνεται στην κατηγορία των πρώτων υλών με υψηλή ποιότητα. Χρησιμοποιείται για την παρασκευή τροφών για νήπια και ηλικιωμένους, καθώς και για κατηγορίες του πληθυσμού με ιδιαίτερες ανάγκες (Zervas and Tsiplakou, 2013). Η μέση σύνθεση των βασικών θρεπτικών συστατικών των τριών ειδών γάλακτος (αγελαδινό, αίγαιο και πρόβειο) παρουσιάζεται στον Πίνακα 2.1.

## **2.1 Το λίπος του γάλακτος**

### **2.2.1 Λιπαρά οξέα**

Το γίδινο γάλα έχει σημαντικές θρεπτικές και θεραπευτικές λειτουργίες, όσον αφορά σε μη φυσιολογικές ή παθολογικές καταστάσεις της ανθρώπινης υγείας και διατροφής, κυρίως λόγω των βιολογικά ενεργών συστατικών του. Μελέτες έχουν δείξει ότι τα θρεπτικά και θεραπευτικά του πλεονεκτήματα σε σύγκριση με το αγελαδινό δεν προέρχονται από τις διαφορές που παρατηρούνται μεταξύ των δύο ειδών γάλακτος όσον αφορά την περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες και άλατα, αλλά από τα λιπίδια και πιο συγκεκριμένα από τα λιπαρά οξέα των λιπιδίων (Park, 1994; Park and Haenlein, 2006).

Πιο αναλυτικά, το λίπος του γίδινου γάλακτος περιέχει σημαντικά υψηλότερο ποσοστό λιπαρών οξέων μικρής και μεσαίας αλύσου απ'ότι το αγελαδινό (Πίνακας 2.2). Το γίδινο γάλα περιέχει κατά μέσο όρο 38% λιπαρά οξέα μεσαίας αλύσου (C6-14) στο λίπος του, σε αντίθεση με το αγελαδινό που το ποσοστό αυτό είναι περίπου 18%. Επιπλέον, το καπροϊκό, το καπρυλικό και το καπρινικό οξύ αποτελούν το 20% όλων των λιπαρών οξέων του λίπους του γίδινου γάλακτος ενώ το ποσοστό αυτό στο αγελαδινό ανέρχεται σε μόλις 6%. Τα τρία αυτά λιπαρά οξέα παίζουν σημαντικό ρόλο στη μείωση του βάρους και του λίπους του σώματος. Είναι ιδιαίτερα εύπεπτα επειδή υδρολύονται άμεσα και μεταφέρονται απευθείας από το έντερο στην πυλαία κυκλοφορία χωρίς να συμμετέχουν στην επανασύνθεση τριγλυκεριδίων, οπότε υπάρχει μικρή τάση για σχηματισμό λίπους (Marten et al., 2006).

**Πίνακας 2.2:** Μέση σύνθεση των λιπαρών οξέων (g/100g γάλακτος) του λίπους του γίδινου και αγελαδινού γάλακτος (Haenlein, 2004).

	Γίδινο γάλα	Αγελαδινό γάλα	% διαφορά του γίδινου από το αγελαδινό
C4:0 βουτυρικό οξύ	0.13	0.11	
C6:0 καπροϊκό οξύ	0.09	0.06	
C8:0 καπρυλικό οξύ	0.10	0.04	
C10:0 καπρινικό οξύ	0.26	0.08	
C12:0 λαουρικό οξύ	0.12	0.09	
C14:0 μυριστικό οξύ	0.32	0.34	
C16:0 παλμιτικό οξύ	0.91	0.88	
C18:0 στεατικό οξύ	0.44	0.40	
C6-14 συνολικά MCT	0.89	0.61	<b>+46</b>
C4-18 συνολικά SAFA	2.67	2.08	<b>+28</b>
C16:1 παλμιτελαϊκό οξύ	0.08	0.08	
C18:1 ελαϊκό οξύ	0.98	0.84	
C16:1-22:1 συνολικά MUFA	1.11	0.96	<b>+16</b>
C18:2 λινελαϊκό οξύ	0.11	0.08	
C18:3 λινολενικό οξύ	0.04	0.05	
C18:2-18:3 συνολικά PUFA	0.15	0.12	<b>+25</b>

MCT (Medium Chain Triglycerides): τριγλυκερίδια μεσαίας αλύσου

SAFA (Saturated Fatty Acids): κορεσμένα λιπαρά οξέα

MUFA (Monounsaturated Fatty Acids): μονοακόρεστα λιπαρά οξέα

PUFA (Polyunsaturated Fatty Acids): πολυακόρεστα λιπαρά οξέα

Γενικότερα, όλα τα λιπαρά οξέα μικρής και μεσαίας αλύσου έχουν τη μοναδική ικανότητα να παρέχουν άμεσα ενέργεια στον οργανισμό και να μην εναποτίθενται στο λιπώδη ιστό. Έχει βρεθεί, επίσης, ότι ασκούν σημαντικές βιοενεργές λειτουργίες στην πέψη και στο μεταβολισμό των λιπιδίων καθώς και σε καταστάσεις συνδρόμων δυσασπορρόφησης σε ασθενείς (Park, 1994; Park and Haenlein, 2006). Εκτός, όμως, από το θρεπτικό και

θεραπευτικό τους ρόλο, έχουν και τεχνολογική σημασία καθώς επηρεάζουν την ιδιαίτερη γεύση και το άρωμα των γαλακτοκομικών προϊόντων που παρασκευάζονται από το γίδινο γάλα (Park et al., 2007).

Το γίδινο γάλα δεν έχει μόνο, όμως, υψηλότερη περιεκτικότητα σε λιπαρά οξέα μικρής και μεσαίας αλύσου συγκριτικά με το αγελαδινό αλλά και σε μονοακόρεστα και πολυακόρεστα λιπαρά οξέα τα οποία ασκούν, επίσης, ευεργετική επίδραση στον ανθρώπινο οργανισμό. Η σημαντική αυτή υπεροχή του γίδινου γάλακτος δικαιολογεί το γεγονός ότι αποτελεί ένα μοναδικό προϊόν στην ανθρώπινη θρέψη και ιατρική (Haenlein, 2004).

Επιπλέον, το γίδινο γάλα έχει μικρότερου μεγέθους λιποσφαίρια συγκριτικά με το αγελαδινό ή με το γάλα άλλων ζώων. Η μέση διάμετρος του λιποσφαιρίων του λίπους του γίδινου, αγελαδινού, βουβαλίσσιου και πρόβειου γάλακτος είναι αντίστοιχα 3.49, 4.55, 5.92 και 3.30 $\mu\text{m}$  (Juarez and Ramos, 1986). Τα μικρότερου μεγέθους λιποσφαίρια του κατσικίσσιου γάλακτος το καθιστούν πιο εύπεπτο σε σχέση με το αγελαδινό (Chandan et al., 1992) και παρατηρείται καλύτερη διασπορά τους στο γαλάκτωμα του λίπους (Attaie and Richter, 2000), γεγονός που, επίσης, συμβάλλει στην υψηλότερη πεπτικότητά του (Park, 1994; Slačanac et al., 2010).

Πέραν αυτού, φαίνεται ότι το γίδινο γάλα δεν περιέχει αγλουτινίνη, μια πρωτεΐνη που ευνοεί τη συγκόλληση των λιποσφαιρίων και τη δημιουργία συσσωματωμάτων. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα το γίδινο γάλα να έχει μειωμένη αποκορυφωτική ικανότητα συγκριτικά με το αγελαδινό στο οποίο σχηματίζεται γρήγορα στην επιφάνειά του μία συνεχής λιπαρή στρώση (Park et al., 2007). Το γίδινο γάλα παρουσιάζει, επομένως, μία «φυσική ομογενοποίηση». Κατά συνέπεια, στο γίδινο γάλα τα λιποσφαίρια κατανέμονται καλύτερα σε σύγκριση με το αγελαδινό (Slačanac et al., 2010).

Γενικότερα, το λίπος του γίδινου γάλακτος θεωρείται ότι συμβάλλει στην ανθρώπινη διατροφή με τους εξής τρόπους:

-πέπτεται πιο γρήγορα σε σχέση με το αγελαδινό επειδή οι λιπάσες διασπούν ευκολότερα τους εστερικούς δεσμούς των λιπαρών οξέων μικρής και μεσαίας αλύσου σε σχέση με τους αντίστοιχους των λιπαρών οξέων μεγάλης αλύσου (Chandan et al., 1992; Park, 1994; Haenlein, 2004). Ακόμη, η χαμηλή μοριακή μάζα των λιπαρών οξέων μεσαίας αλύσου και η

υψηλότερη διαλυτότητά τους στο νερό, διευκολύνουν τη δράση των πεπτικών ενζύμων και συμβάλλουν στην ταχύτερη και πιο πλήρη υδρόλυση τους (Ebringer et al., 2008).

- τα συγκεκριμένα λιπαρά οξέα παρέχουν ενέργεια στα παιδιά που βρίσκονται στην ανάπτυξη με τις μοναδικές μεταβολικές τους ιδιότητες. Επίσης, ασκούν θετική επίδραση στο μεταβολισμό της χοληστερόλης, όπως υποχοληστεριναιμική δράση στους ιστούς και στο αίμα, μέσω της αναστολής της εναπόθεσής της (Haenlein, 1992; Park and Haenlein, 2006).

-έχει χρησιμοποιηθεί για τη θεραπεία ασθενών που παρουσιάζουν διάφορες περιπτώσεις δυσασπορρόφησης, π.χ. υπερλιποπρωτεϊναιμία, στεατόρροια, χολόλιθους, κυστική ίνωση, παιδική επιληψία, εντερική εκτομή (Haenlein, 1992, 2004; Park, 1994).

### **2.2.2 Συζευγμένο λινελαϊκό οξύ: CLA**

Το συζευγμένο λινελαϊκό οξύ (Conjugated Linoleic Acid: CLA) είναι ένα συστατικό του λίπους του γάλακτος το οποίο έχει προσελκύσει, τα τελευταία χρόνια, το ενδιαφέρον των διατροφολόγων, των καταναλωτών και, κυρίως, των ερευνητών επειδή φαίνεται ότι ασκεί πολλές ευεργετικές και βιολογικές επιδράσεις στον ανθρώπινο οργανισμό και συγκεκριμένα:

-μειώνει την ανάπτυξη των και τη διάδοση καρκινικών όγκων (Benjamin and Friedrich, 2009).

-μειώνει τον κίνδυνο εμφάνισης στεφανιαίας νόσου, μειώνοντας την ολική και την LDL χοληστερόλη, τα τριγλυκερίδια στο αίμα και παρουσιάζοντας αντιοξειδωτική δράση

-παίζει ευνοϊκό ρόλο στο σχηματισμό των οστών (οστεοσύνθεση)

-έχει αντιφλεγμονώδη επίδραση

-μειώνει τη μάζα του λίπους, χωρίς να επηρεάζει σημαντικά το συνολικό βάρος του σώματος (Bhattacharya et al., 2006).

-παρουσιάζει αντιδιαβητική δράση (Benjamin and Friedrich, 2009).

Με το γενικότερο όρο CLA περιγράφεται μία ομάδα πολυακόρεστων λιπαρών οξέων που υπάρχουν ως στερεοχημικά ισομερή και ισομερή θέσης του λινελαϊκού οξέος. (Bhattacharya et al., 2006). Πιο συγκεκριμένα, αποτελείται από 28 ισομερή του λινελαϊκού οξέος, με 18 άτομα C και δύο διπλούς δεσμούς και είναι αποτέλεσμα ισομερίωσης και βιοϋδρογόνωσης των ακόρεστων λιπαρών οξέων της τροφής από τους μικροοργανισμούς της μεγάλης κοιλίας των μηρυκαστικών. Για το λόγο αυτό τα προϊόντα του γάλακτος και το κρέας που προέρχονται από τα μηρυκαστικά ζώα, αποτελούν τις πιο άφθονες πηγές του

CLA στη διατροφή του ανθρώπου (Ebringer et al., 2008). Ωστόσο, το λίπος του γάλακτος θεωρείται ότι περιέχει το υψηλότερο ποσοστό όχι μόνο σε CLA, αλλά και σε βασενικό οξύ που αποτελεί την πρόδρομη ουσία για την παραγωγή του (Park et al., 2007). Επίσης, το 75-90% του συνολικού CLA που περιέχεται στο γάλα αποτελείται από το ισομερές *cis-9, trans-11-C18:2* (Ebringer et al., 2008).

Το πρόβειο γάλα έχει την υψηλότερη περιεκτικότητα σε CLA (λαμβάνοντας υπόψη και τη μεγαλύτερη λιποπεριεκτικότητα που έχει), ακολουθεί το αίγιο και μετά το αγελαδινό (Tsiplakou and Zervas, 2008a; Tsiplakou et al., 2009). Τελευταία, καταβάλλεται προσπάθεια από τους ερευνητές να αυξηθεί η ποσοστιαία αναλογία του CLA στο λίπος του γάλακτος με κατάλληλους χειρισμούς στη σύνθεση και στη χημική σύσταση του σιτηρεσίου των μηρυκαστικών ζώων (Tsiplakou and Zervas, 2008b), καθώς η διατροφή των ζώων θεωρείται ότι αποτελεί το σημαντικότερο παράγοντα που μπορεί να επηρεάσει το προφίλ των λιπαρών οξέων του λίπους του γάλακτος προς την επιθυμητή κατεύθυνση.

## **2.2 Οι πρωτεΐνες του γάλακτος**

Η σύσταση των πρωτεϊνών του γίδινου γάλακτος δε διαφέρει σημαντικά από εκείνη του αγελαδινού. Ωστόσο, οι πρωτεΐνες του γίδινου γάλακτος θεωρούνται ότι είναι πιο εύπεπτες και τα αμινοξέα τους απορροφούνται πιο ικανοποιητικά από αυτά του αγελαδινού γάλακτος. Το αίγιο γάλα σχηματίζει μικρά και εύθρυπτα πήγματα, όταν θα υποστεί οξίνιση, γεγονός το οποίο μπορεί να σχετίζεται με τη χαμηλότερη περιεκτικότητά του (Πίνακας 2.3) σε  $\alpha_{s1}$  καζεΐνη (Chandan et al., 1992). Είναι, επομένως, λογικό ότι οι μικρότεροι και πιο εύθρυπτοι σβώλοι διασπώνται πιο εύκολα από τις πρωτεΐνες του στομάχου οδηγώντας σε καλύτερη πέψη.

Το αίγιο γάλα, έχει, επίσης, καλύτερη ρυθμιστική ικανότητα σε σύγκριση με το αγελαδινό βοηθώντας μ' αυτόν τον τρόπο στη θεραπεία του έλκους του στομάχου. Αυτό αποδίδεται στη μεγαλύτερη περιεκτικότητά του σε φωσφορικά, που αποτελούν μαζί με τις πρωτεΐνες τα κύρια συστατικά με ρυθμιστικές ικανότητες (Ανυφαντάκης και Καλαντζόπουλος, 1984).

**Πίνακας 2.3:** Μέσο ποσοστό συμμετοχής των καζεϊνικών κλασμάτων στην ολική καζεΐνη διαφορετικών ειδών γάλακτος (Καμιναρίδης και Μοάτσου, 2014).

καζεϊνικά κλάσματα	% της ολικής καζεΐνης		
	αγελαδινό	πρόβειο	αίγειο <sup>1</sup>
$\alpha_{s1}$ -καζεΐνη	38	37	13-23
$\alpha_{s2}$ -καζεΐνη	10	14	13-16
$\beta$ -καζεΐνη και $\gamma$ -καζεΐνες	39	39	50-55
$\kappa$ -καζεΐνη	13	10	13-16

<sup>1</sup> εξαρτάται από τη φυλή

Πρέπει, ακόμη, να προστεθεί ότι οι μεγάλοι μοριακού βάρους πρωτεΐνες, όπως οι καζεΐνες και οι πρωτεΐνες του ορού του αγελαδινού γάλακτος, είναι δυνατό να προκαλέσουν αλλεργικές αντιδράσεις σε ορισμένα άτομα. Το γίδινο γάλα, αντιθέτως, είναι γνωστό ότι έχει υποαλλεργικές και θεραπευτικές επιδράσεις στη διατροφή και υγεία του ανθρώπου. Πολλές ερευνητικές μελέτες έχουν οδηγήσει στο συμπέρασμα ότι το γίδινο γάλα μπορεί να αντικαταστήσει το αγελαδινό σε περιπτώσεις νηπίων και ασθενών που υπέφεραν από αλλεργικές αντιδράσεις που αφορούσαν στην κατανάλωση αγελαδινού γάλακτος (Park, 1994; Haenlein, 2004).

### 2.2.1 Βιοενεργά πεπτίδια

Καθώς, ο τομέας της επιστήμης εξελισσόταν και αρκετοί άνθρωποι έγιναν πιο συνειδητοποιημένοι σχετικά με τα θέματα της υγείας τους και με την κατανάλωση τροφίμων που συνδέονται με αυτή, αναδύθηκε ένα νέο πεδίο επιστημονικής έρευνας το οποίο αφορά στα βιοενεργά και βιογενή συστατικά. Σε αυτά συμπεριλαμβάνονται και τα βιοενεργά πεπτίδια των πρωτεϊνών των τροφών τα οποία περιγράφηκαν για πρώτη φορά το 1950. Τις δύο τελευταίες δεκαετίες, οι πρωτεΐνες των τροφίμων κερδίζουν αυξανόμενη, συνεχώς αξία, λόγω της ταχέως επεκτεινόμενης γνώσης σχετικά με τα φυσιολογικά και λειτουργικά ενεργά πεπτίδια που απελευθερώνονται από αυτές (Korhonen and Pihlanto, 2007).

Ένα μεγάλος μέρος της βιολογικής αξίας του γάλακτος οφείλεται στο γεγονός ότι αποτελεί πηγή βιοενεργών πεπτιδίων. Τα βιοενεργά πεπτίδια έχουν οριστεί ως ειδικά πρωτεϊνικά



τμήματα που ακούν θετική επίδραση στη λειτουργία του οργανισμού και, ίσως, τελικά, επηρεάζουν την υγεία (Kitts and Weiler, 2003). Ο καταναλωτής μπορεί να προσλάβει τα βιοενεργά πεπτίδια από συμβατικά τρόφιμα, συμπληρώματα διατροφής, λειτουργικά τρόφιμα ή φαρμακευτικά σκευάσματα. Τα πεπτίδια είναι ανενεργά όταν είναι ενσωματωμένα στην αμινοξική ακολουθία της μητρικής πρωτεΐνης και γίνονται ενεργά όταν απελευθερώνονται από αυτή, με τους ακόλουθους τρεις τρόπους:

- μέσω της υδρόλυσης των πρωτεϊνών από τα ένζυμα του πεπτικού συστήματος
- μέσω της υδρόλυσης από πρωτεολυτικούς μικροοργανισμούς (ζύμωση του γάλακτος) και
- μέσω της πρωτεόλυσης με μικροβιακά ή φυτικά ένζυμα (Korhonen and Pihlanto, 2007).

Τα βιοενεργά πεπτίδια ασκούν σημαντικές βιολογικές λειτουργίες στο γαστρεντερικό σύστημα, στο καρδιαγγειακό, ενδοκρινικό, ανοσοποιητικό και στο νευρικό. Παρουσιάζουν, συγκεκριμένα, αντιμικροβιακές, αντιυπερτασικές, αντιοξειδωτικές, αντιθρομβωτικές, αντικυτταροτοξικές, ανοσοδιεγερτικές και αναλγητικές ιδιότητες. Πολλά από τα πεπτίδια που προέρχονται από τις πρωτεΐνες του γάλακτος εμφανίζουν περισσότερους από έναν λειτουργικούς ρόλους, όπως για παράδειγμα το πεπτίδιο της αλληλουχίας 60-70 της β-καζεΐνης το οποίο έχει οπιοειδή, ανοσοδιεγερτική και αντιυπερτασική δράση (Korhonen and Pihlanto, 2007).

### **2.3 Λακτόζη**

Ο δισακχαρίτης λακτόζη είναι ο κύριος υδατάνθρακας του γάλακτος. Συναντάται μόνο στο γάλα και εφοδιάζει με ενέργεια τον ανθρώπινο οργανισμό, μετά τη διάσπασή της σε γλυκόζη και γαλακτόζη από το ένζυμο β-γαλακτοζιδάση (λακτάση) του πεπτικού συστήματος. Η συγκέντρωσή της δε διαφέρει σημαντικά σε σύγκριση με το αγελαδινό και το πρόβειο γάλα, αν και συχνά αναφέρονται μικρότερες τιμές για το αίγιο γάλα σε ποσοστό 0.3% έως 0.5% (Park et al., 2007). Συγκεκριμένα, στο πρόβειο και στο αγελαδινό η περιεκτικότητα σε λακτόζη είναι 4,8% ενώ στο αίγιο 4,3%.

Ο ρόλος που διαδραματίζει στη διατροφή του ανθρώπου είναι σημαντικός καθώς ενισχύει την απορρόφηση συγκεκριμένων μεταλλικών στοιχείων όπως του σιδήρου, του μαγνησίου, του ψευδαργύρου κ.α. από το βλεννογόνο του λεπτού εντέρου. Την ιδιότητα αυτή δεν την εμφανίζουν οι μονοσακχαρίτες και οι δισακχαρίτες που υδρολύονται πριν φθάσουν στο

λεπτό έντερο (Καμιναρίδης και Μοάτσου, 2014). Επίσης, συμβάλλει μαζί με τη βιταμίνη D στην απορρόφηση του ασβεστίου και του φωσφόρου του γάλακτος (Shah, 2013).

Ωστόσο, ορισμένα άτομα παρουσιάζουν ανεπάρκεια του ενζύμου β-γαλακτοζιδάση και εμφανίζουν δυσανεξία στη λακτόζη. Η κατανάλωση γάλακτος δημιουργεί πρόβλημα καθώς προκαλεί έντονες πεπτικές διαταραχές. Το ποσοστό αυτού του πληθυσμού αγγίζει το 5% στην Κεντρική Ευρώπη, ενώ, στην Ασία και στη Λατινική Αμερική πλησιάζει σε ποσοστό το 90% (Ebringer et al., 2008). Στην περίπτωση αυτή, όμως, συνιστάται η κατανάλωση γιαούρτης, καθώς η συγκέντρωση της λακτόζης έχει μειωθεί αρκετά λόγω της ζύμωσης του γάλακτος από τα οξυγαλακτικά βακτήρια της γιαούρτης.

### **2.3.1 Οι υδατάνθρακες εκτός της λακτόζης-ολιγοσακχαρίτες**

Εκτός από τη λακτόζη υπάρχουν στο γάλα και μικρές ποσότητες γλυκόζης, γαλακτόζης και ολιγοσακχαριτών. Οι ολιγοσακχαρίτες είναι υδατάνθρακες που αποτελούνται από 3-10 μονοσακχαρίτες ενωμένους με γλυκοζιτικούς δεσμούς. Θεωρούνται ότι είναι διαλυτές ίνες, καθώς και ότι ορισμένοι από αυτούς, ιδιαίτερα οι τετρασακχαρίτες και οι πεντοσακχαρίτες (που περιέχουν άζωτο) ενισχύουν την ανάπτυξη ορισμένων στελεχών του *Bifidobacterium bifidus* (γνωστά ως *Bifidus factors*) σε βάρος των παθογόνων μικροοργανισμών. Επιπλέον, διαδραματίζουν πιθανότατα και κάποιο ρόλο στην ανάπτυξη του εγκεφάλου των νεογνών (Μοάτσου, 2014).

Το αίγιο γάλα εμφανίζει μία μοναδική διαφορά όσον αφορά στο κλάσμα των ολιγοσακχαριτών σε σύγκριση με το αγελαδινό. Φαίνεται ότι περιέχει 10 φορές υψηλότερο ποσοστό ολιγοσακχαριτών, σε σύγκριση με το αγελαδινό. Η περιεκτικότητα αυτή το καθιστά παραπλήσιο με το γάλα της γυναίκας (το οποίο περιέχει μεγάλο ποσοστό ολιγοσακχαριτών), γεγονός που έχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον όσον αφορά στη διατροφή των νηπίων. Οι ολιγοσακχαρίτες του ανθρώπινου γάλακτος θεωρούνται ότι ακούν ευεργετικές επιδράσεις στα παιδιά μέσω των πρεβιοτικών και αντιμολυσματικών τους ιδιοτήτων (Martinez-Ferez et al., 2006).

## 2.4 Οι βιταμίνες

Στο γάλα περιέχονται όλες οι βιταμίνες (Πίνακας 2.4), πολλές εκ των οποίων σε σημαντικές ποσότητες σε σχέση με τις ημερήσιες ανάγκες του ανθρώπινου οργανισμού (Καμιναρίδης και Μοάτσου, 2014).

Το γίδινο γάλα εφοδιάζει τον ανθρώπινο οργανισμό με νιασίνη, θειαμίνη (B1), ριβοφλαβίνη (B2) και παντοθενικό οξύ. Ωστόσο, εμφανίζει μικρή περιεκτικότητα σε βιταμίνη B12 και φολικό οξύ (B9), συγκριτικά με το αγελαδινό το οποίο περιέχει πενταπλάσια ποσότητα των δύο αυτών βιταμινών.

**Πίνακας 2.4:** Περιεκτικότητα σε βιταμίνες στα 100g διαφόρων ειδών γάλακτος (Park, 2009).

<b>Βιταμίνες ανά 100g γάλακτος</b>	<b>αίγιο</b>	<b>αγελαδινό</b>	<b>ανθρώπινο</b>
βιταμίνη A (I.U.)	185	126	190
βιταμίνη D (I.U.)	2.3	2.0	1.4
θειαμίνη, B1 (mg)	0.068	0.045	0.017
ριβοφλαβίνη, B2 (mg)	0.21	0.16	0.02
νιασίνη, B3 (mg)	0.27	0.08	0.17
παντοθενικό οξύ, B5 (mg)	0.31	0.32	0.20
πυριδοξίνη, B6 (mg)	0.046	0.042	0.011
φολικό οξύ, B9 (μg)	1.0	5.0	5.5
βιοτίνη, B8 (μg)	1.5	2.0	0.4
κοβαλαμίνη, B12 (μg)	0.065	0.357	0.03
βιταμίνη C, ασκορβικό οξύ (mg)	1.29	0.94	5.00

Το γίδινο γάλα περιέχει, επίσης, μεγαλύτερη ποσότητα βιταμίνης A σε σχέση με το αγελαδινό επειδή οι αίγες (και τα πρόβατα) μετατρέπουν όλο το β-καροτένιο της τροφής που προσλαμβάνουν σε βιταμίνη A. Το γεγονός αυτό επηρεάζει το χρώμα του γίδινου γάλακτος που είναι λευκό, σε αντίθεση με το αγελαδινό που έχει ένα υποκίτρινο χρώμα λόγω των καροτενίων του λίπους τα οποία προέρχονται από την τροφή των ζώων. Ως εκ τούτου, τα προϊόντα από αιγοπρόβειο γάλα έχουν λευκό χρώμα γεγονός που είναι

ιδιαίτερα επιθυμητό στην περίπτωση της γιαούρτης καθώς και των τυριών άλμης (Ανυφαντάκης και Καλαντζόπουλος, 1984).

## 2.5 Τα άλατα

Το γάλα προμηθεύει τον οργανισμό με όλα σχεδόν τα απαραίτητα μεταλλικά στοιχεία (Πίνακας 2.5). Αρκετά από τα κύρια άλατα και τα ιχνοστοιχεία έχουν βιοενεργό ρόλο στη φυσιολογία και το μεταβολισμό του ανθρώπινου σώματος. Υπάρχει σημαντική συσχέτιση μεταξύ των συγκεκριμένων συστατικών και την εμφάνιση ασθενειών όπως η υπέρταση, η οστεοπόρωση, τα καρδιαγγειακά προβλήματα κ.α. Έξι κύρια άλατα και οκτώ δευτερεύοντα, έχουν αναγνωριστεί ως βασικά για την ανάπτυξη, το μεταβολισμό και την εμφάνιση παθολογικών καταστάσεων. Τα έξι μακροστοιχεία είναι το ασβέστιο, ο φώσφορος, το νάτριο, το κάλιο, το χλώριο και το μαγνήσιο. Τα οκτώ ιχνοστοιχεία είναι ο σίδηρος, το ιώδιο, ο χαλκός, το μαγγάνιο, ο ψευδάργυρος, το κοβάλτιο, το σελήνιο και το χρώμιο (Underwood, 1977).

**Πίνακας 2.5:** Ενδεικτική περιεκτικότητα σε ανόργανα συστατικά διαφόρων ειδών γάλακτος (Raynal-Ljutovac et al., 2008).

Ανόργανα συστατικά (mg/L)	Αίγιο	Αγελαδινό	Πρόβειο	Ανθρώπινο
ασβέστιο	1260	1200	1950-2000	320
φώσφορος	970	920	1240-1580	150
κάλιο	1900	1500	1360-1400	550
νάτριο	380	450	440-580	200
χλώριο	1600	1100	1100-1120	450
μαγνήσιο	130	110	180-210	40
ψευδάργυρος	3400	3800	5200-7470	3000
σίδηρος	550	460	720-1222	600
χαλκός	300	220	400-680	360
μαγγάνιο	80	60	53-90	30
ιώδιο	80	70	104	80
σελήνιο	20	30	31	20

Το γίδινο γάλα περιέχει, σε σύγκριση με το αγελαδινό, περισσότερο ασβέστιο, φώσφορο, κάλιο, χλώριο, μαγνήσιο, σίδηρο, χαλκό, μαγγάνιο και ιώδιο και λιγότερο νάτριο, ψευδάργυρο και σελήνιο. Στην περιεκτικότητά του σε κάλιο και σε νάτριο οφείλεται η ιδιαίτερη υφάλμυρη γεύση του (Slačanac et al., 2010). Επίσης, το γίδινο γάλα αποτελεί εξαιρετική πηγή βιο-εύπεπτου ασβεστίου, φωσφόρου και μαγνησίου, καθώς περιέχει υψηλές ποσότητες αυτών των στοιχείων σε διαλυτή μορφή (Slačanac et al., 2010). Το ασβέστιο και ο φώσφορος είναι δύο στοιχεία τα οποία παίζουν ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο στη διατροφή και στη σωματική υγεία του ανθρώπου. Η συγκέντρωσή τους στο γίδινο γάλα είναι αρκετά υψηλή σε σχέση με το γάλα του ανθρώπου το οποίο περιέχει το 1/4 ή το 1/6 του ασβεστίου και του φωσφόρου αντίστοιχα.

Πρόσφατα, έχει θεωρηθεί ότι η πρόσληψη του ασβεστίου μέσω της κατανάλωσης γαλακτοκομικών προϊόντων ασκεί θετική επίδραση στο μεταβολικό σύνδρομο που χαρακτηρίζεται από την ταυτόχρονη παρουσία τριών τουλάχιστον μεταβολικών διαταραχών: παχυσαρκία, προβλήματα μεταβολισμού της γλυκόζης, υψηλή πίεση, υψηλά επίπεδα χοληστερόλης και δυσλιποπρωτεϊναιμία (Μοάτσου, 2014). Το ασβέστιο φαίνεται, επίσης, ότι εμπλέκεται και στην πρόληψη του καρκίνου του παχέως εντέρου. Ασκεί προστατευτικό ρόλο στον οργανισμό καθώς απομακρύνει τους καρκινογόνους παράγοντες κατά μήκος της γαστρεντερικής οδού, αφού προηγουμένως έχει συνδεθεί με αυτούς (Regetser et al., 1997). Συνδέεται, επίσης, με την παρεμπόδιση εμφάνισης νεφρολιθίασης (Μοάτσου, 2014).

Ο φώσφορος επηρεάζει αρκετές σημαντικές μεταβολικές λειτουργίες στον ανθρώπινο οργανισμό, όπως την εναπόθεση ασβεστίου στα οστά, τον ενεργειακό μεταβολισμό, το μεταβολισμό του λίπους και των υδατανθράκων, το ρυθμιστικό σύστημα του σώματος, καθώς και το σχηματισμό και τη μεταφορά των νουκλεϊκών οξέων και των φωσφολιπιδίων στις μεμβράνες των κυττάρων (Park, 2009).

### **3. ΤΟ ΓΙΑΟΥΡΤΙΉ Η ΓΙΑΟΥΡΤΗ**

#### **3.1 Η ιστορία της γιαούρτης**

Παρά το γεγονός ότι δεν υπάρχουν διαθέσιμες πληροφορίες σχετικά με την προέλευση της γιαούρτης καθώς και άλλων ζυμωμένων γαλακτοκομικών προϊόντων, επικρατεί η αντίληψη ότι η ζύμωση αποτέλεσε την πρώτη τεχνική που χρησιμοποιήθηκε από τον άνθρωπο με στόχο τη συντήρηση του γάλακτος. Έχει αναφερθεί ότι τα ζυμωμένα γάλατα προέρχονται από τη Μέση Ανατολή, πριν από τη Φοινικική εποχή. Πιστεύεται, επίσης, ότι Τούρκοι νομάδες που ζούσαν στην Ασία παρασκεύασαν πρώτοι γιαούρτι και η πρώτη καταγεγραμμένη ονομασία για το προϊόν αυτό ήταν η λέξη “yoghurt”, τον 8<sup>ο</sup> μ.Χ. αιώνα.

Το υποτροπικό κλίμα της Μέσης Ανατολής και οι υψηλές θερμοκρασίες που μπορεί να άγγιζαν και τους 40°C θεωρούνται ότι αποτέλεσαν ένα καθοριστικό παράγοντα που συνέβαλε στην εξέλιξη των ζυμωμένων προϊόντων. Υπό αυτές τις συνθήκες το γάλα ξινίζει και έπιζε γρήγορα, καθώς η συγκεκριμένη θερμοκρασία ήταν η ιδανική για την ανάπτυξη των βακτηρίων εκκίνησης (Shah, 2013).

Το γιαούρτι στην Ευρώπη, εμφανίστηκε, για πρώτη φορά, στις αρχές του 1500 μ.Χ., όταν ο βασιλιάς της Γαλλίας, Φραγκίσκος ο 1ος (1494-1547) που έπασχε από μία εξουθενωτική ασθένεια, θεραπεύτηκε έπειτα από την κατανάλωση γιαούρτης. Ωστόσο, οι Ευρωπαίοι εξακολουθούσαν να μη γνωρίζουν την αξία της συγκεκριμένης τροφής η οποία ήταν γνωστή στις Βαλκανικές, κυρίως, χώρες αιώνες πιο πριν.

Το επιστημονικό ενδιαφέρον των μικροβιολόγων για τη γιαούρτη άρχισε λίγο πριν το 1890, όταν η μικροβιολογία βρισκόταν στα πρώτα της βήματα. Τότε, ξεκίνησε η μελέτη της μικροβιακής χλωρίδας των όξινων προϊόντων. Η θεωρία που αφορούσε στα οφέλη του γιαουρτιού διαδόθηκε από ένα Ρώσο βακτηριολόγο, τον Elie Metchnikoff. Ο Metchnikoff απέδωσε την καλή υγεία και μακροβιότητα των Βουλγάρων στην κατανάλωση μεγάλων ποσοτήτων γιαούρτης (Ανυφαντάκης και Καλαντζόπουλος, 1993). Κατά τη διάρκεια των επόμενων δεκαετιών, συνέχισαν να πραγματοποιούνται μελέτες σχετικά με τις θετικές επιδράσεις των οξυγαλακτικών βακτηρίων στην ανθρώπινη υγεία. Πολλές από αυτές υποστήριξαν τη θεωρία του Metchnikoff και επιβεβαίωσαν το γεγονός ότι πράγματι το γιαούρτι είναι ωφέλιμο για την υγεία (Park, 2009).

### 3.2 Ζυμωμένα προϊόντα γάλακτος: η γιαούρτη

Τα ζυμωμένα όξινα προϊόντα γάλακτος είναι τα προϊόντα γάλακτος που παράγονται με την οξυγαλακτική ζύμωση ή την οξυγαλακτική και αλκοολική ζύμωση της λακτόζης του γάλακτος. Ανάλογα με το είδος της ζύμωσης και το είδος των μικροοργανισμών που χρησιμοποιείται διακρίνονται σε διάφορα προϊόντα. Τα τελευταία χρόνια, έχει αναπτυχθεί μία μεγάλη ποικιλία ζυμωμένων προϊόντων γάλακτος. Στην Ελλάδα αλλά και στις περισσότερες χώρες το πιο αντιπροσωπευτικό προϊόν είναι το γιαούρτι ή η γιαούρτη (Καμιναρίδης, 2013). Άλλα προϊόντα που ανήκουν σε αυτή την κατηγορία είναι τα τυριά, το κεφίρ, το κούμις και το ξινόγαλα (βουτυρόγαλα).

Το γιαούρτι είναι, όπως αναφέρθηκε, το αποτέλεσμα της γαλακτικής ζύμωσης της λακτόζης. Προκύπτει από τον εμβολιασμό του γάλακτος με δύο θερμοφιλά γαλακτικά βακτήρια τον *Streptococcus thermophilus* και τον *Lactobacillus delbrueckii spp. bulgaricus* τα οποία δρουν συνεργατικά. Τα δύο αυτά οξυγαλακτικά βακτήρια αποτελούν την καλλιέργεια εκκίνησης του γιαουρτιού και όταν χρησιμοποιούνται μαζί, αναπτύσσονται και παράγουν γρήγορα οξύτητα. Το φαινόμενο αυτό είναι αποτέλεσμα της συμβίωσης των δύο μικροοργανισμών, καθώς το ένα ενισχύει την ανάπτυξη του άλλου μέσω των προϊόντων του μεταβολισμού του (Καμιναρίδης και Μοάτσου, 2014).

Κατά την παρασκευή της γιαούρτης το pH μειώνεται συνεχώς και όταν φθάσει στο ισοηλεκτρικό σημείο των καζεϊνών (pH=4,6), έπειτα από 2-6 ώρες περίπου, μειώνεται το αρνητικό φορτίο των καζεϊνικών μικκυλίων και ο ρυθμός διαλυτοποίησης του κολλοειδούς φωσφορικού ασβεστίου αυξάνεται, οδηγώντας στην απομάκρυνση του προστατευτικού στρώματος των υδρόφιλων τμημάτων της κ-καζεΐνης. Το γεγονός αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση των ηλεκτροστατικών απώσεων και της στερεοχημικής σταθεροποίησης, ενώ, παράλληλα αυξάνονται οι αλληλεπιδράσεις ανάμεσα στις καζεΐνες και σχηματίζεται ένα τρισδιάστατο δίκτυο (Karam et al., 2013). Το συνεκτικό αυτό δίκτυο μετατρέπεται σε πήγμα (όξινο πήγμα της γιαούρτης) που περικλείει το σύνολο του νερού και των συστατικών του γάλακτος (Καμιναρίδης και Μοάτσου, 2014).

#### 3.2.1 Οι καλλιέργειες της γιαούρτης

Οι καλλιέργειες είναι ζωντανοί οργανισμοί που προστίθενται στο γάλα με σκοπό να επιφέρουν σε αυτό τις επιθυμητές μεταβολές που είναι απαραίτητες για την παρασκευή των προϊόντων. Οι κυριότεροι μικροοργανισμοί που χρησιμοποιούνται ευρέως στην

παρασκευή των ζυμωμένων γαλακτοκομικών προϊόντων είναι, όπως αναφέρθηκε, τα οξυγαλακτικά βακτήρια. Χρησιμοποιούνται, όμως, και άλλοι μικροοργανισμοί, όπως, προπιονικά βακτήρια, βακτήρια που έχουν ευνοϊκές επιδράσεις στην υγεία (προβιοτικά, τα περισσότερα εκ των οποίων ανήκουν στα οξυγαλακτικά) και ζύμες, μύκητες, για να προσδώσουν ιδιαίτερα χαρακτηριστικά στα προϊόντα.

Τα οξυγαλακτικά βακτήρια ζυμώνουν τη λακτόζη και οδηγούν στο σχηματισμό γαλακτικού, κυρίως, οξέος, καθώς και διαφόρων άλλων ουσιών. Το γαλακτικό οξύ προσδίδει στα ζυμωμένα προϊόντα την ευχάριστη όξινη γεύση και συμβάλλει στο πήξιμο του γάλακτος (και στην υφή του τυροπήγματος κατά την παρασκευή των όξινων τυριών). Επίσης, το χαμηλό pH που χαρακτηρίζει τα συγκεκριμένα προϊόντα παρεμποδίζει την ανάπτυξη παθογόνων μικροοργανισμών που είναι υπεύθυνοι για τη δημιουργία προβλημάτων και αλλοιώσεων. Τα γαλακτικά βακτήρια παράγουν, ακόμη, αρωματικές ουσίες και η πρωτεολυτική και, δευτερευόντως, λιπολυτική τους δράση, συμβάλλουν στη διαμόρφωση των ιδιαίτερων οργανοληπτικών χαρακτηριστικών των ζυμωμένων προϊόντων (Κεχαγιάς, 2011).

### **3.3 Η ελληνική νομοθεσία σχετικά με το γιαούρτι**

Ως γιαούρτι ή γιαούρτη κατά την ελληνική νομοθεσία (Κ.Τ.Π., 2010), χαρακτηρίζεται το προϊόν "το οποίο προκύπτει μετά από πήξη αποκλειστικά και μόνο νωπού γάλακτος της αντίστοιχης προς την ονομασία φύσης και προέλευσης, με την επίδραση καλλιέργειας ζύμης που προκαλεί ειδική γι' αυτό ζύμωση. Το γιαούρτι πρέπει να περιέχει λίπος και στερεό υπόλειμμα άνευ λίπους (ΣΥΑΛ) σε ποσοστό ανώτερο κατά 10% τουλάχιστον από τα όρια που καθορίζονται στο άρθρο 80 (παράγραφος 3) των αντίστοιχων ειδών γάλακτος, από τα οποία παρασκευάστηκε αυτό. Εκτός από τα είδη γάλακτος που περιλαμβάνονται στο άρθρο 80 (παράγραφος 3), επιτρέπεται η παρασκευή πλήρους γιαουρτιού από μίγμα ίσων μερών νωπού γάλακτος αγελάδας και βουβάλου ή προβάτου".

Σύμφωνα με τον Codex Alimentarius (FAO/WHO, 1977) το γιαούρτι ορίζεται ως "πηγμένο γαλακτοκομικό προϊόν που παράγεται με γαλακτική ζύμωση του γάλακτος με την δράση του *Lactobacillus bulgaricus* και του *Streptococcus thermophilus*. Οι μικροοργανισμοί αυτοί πρέπει να είναι στο τελικό προϊόν άφθονοι και ζωντανοί (ελάχιστος αριθμός τους στο τελικό προϊόν είναι  $10^7$  κύτταρα/g.)".



Επιπλέον, σύμφωνα με την ελληνική νομοθεσία το γιαούρτι κάθε είδους όταν έρχεται στην κατανάλωση πρέπει να πληροί τους εξής όρους:

- Να είναι συμπαγές, όχι πορώδες και η επιφάνεια της μάζας του, εκτός από τον υμένα, να εμφανίζει την όψη αλάβαστρου.
- Το γιαούρτι που πωλείται σε δοχεία πρέπει να καλύπτεται πάντα με φύλλο από αδιάβροχο χαρτί ή άλλα από τα επιτρεπόμενα είδη.
- Απαγορεύεται η πώληση γιαουρτιού που έχει αντιληπτό ίζημα. Σε περίπτωση, που κατά την εξέταση, διαπιστωθεί τέτοιο ίζημα, πρέπει με μικροσκοπική εξέταση να διευκρινίζεται αν αυτό οφείλεται σε ξένες ουσίες προς το γιαούρτι.
- Απαγορεύεται η πώληση γιαουρτιού που έχει υποστεί και κάποια άλλη ζύμωση, εκτός από την ειδική γι' αυτό.
- Απαγορεύεται η διάθεση στην κατανάλωση γιαουρτιού, του οποίου οι οργανοληπτικές ιδιότητες δεν είναι οι κανονικές και ευχάριστες.
- Απαγορεύεται η προσφορά για πώληση και η διάθεση γενικά στην κατανάλωση, γιαουρτιού χρωματισμένου με οποιαδήποτε χρωστική ή με κάποιο άλλο μέσο.
- Απαγορεύεται η διάθεση στην κατανάλωση γιαουρτιού που περιέχει συντηρητικές ουσίες, γενικά.
- Απαγορεύεται η παρασκευή και διάθεση στην κατανάλωση γιαουρτιού που παρασκευάστηκε από διατηρημένο γάλα γενικά, με εξαίρεση το αποστειρωμένο γάλα και το γάλα κατάψυξης.
- Απαγορεύεται η διάθεση στην κατανάλωση γιαουρτιού που περιέχει ζάχαρη.

Πρέπει, επίσης, να αναφερθεί ότι σύμφωνα με τον Κώδικα Τροφίμων της χώρας μας, κατά την παρασκευή της γιαούρτης πρέπει να χρησιμοποιείται αποκλειστικά και μόνο νωπό γάλα ως πρώτη ύλη. Δεν επιτρέπεται, δηλαδή, η χρήση άλλων προϊόντων γάλακτος ως πρώτη ύλη όπως π.χ. η σκόνη γάλακτος και οι πρωτεΐνες του γάλακτος. Με τη χρήση φρέσκου γάλακτος παράγονται, πράγματι, προϊόντα εξαιρετικής ποιότητας τα οποία σαφώς υπερτερούν των προϊόντων που θα μπορούσαν να παρασκευαστούν π.χ. από σκόνη γάλακτος. Παράλληλα, το γεγονός αυτό συμβάλλει στην καλύτερη αξιοποίηση του γάλακτος της εγχώριας παραγωγής, ενισχύοντας, με τον τρόπο αυτό, την ελληνική κτηνοτροφία, καθώς η μεταφορά νωπού γάλακτος από άλλες χώρες παρουσιάζει αρκετές δυσκολίες. Ωστόσο, θα πρέπει να αναφερθεί ότι κανείς δε μπορεί να αμφισβητήσει το γεγονός ότι είναι δυνατόν να παρασκευαστούν προϊόντα πολύ καλής ποιότητας έπειτα από εμπλουτισμό του γάλακτος με πρωτεΐνες γάλακτος ή τυρογάλακτος (Κεχαγιάς, 2011).

### **3.4 Η γιαούρτη ως λειτουργικό τρόφιμο**

Τα τελευταία χρόνια έχει διαμορφωθεί, ευρέως, η αντίληψη ότι τα τρόφιμα εκτός από την κάλυψη των διατροφικών αναγκών μπορούν να διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο στην καλή λειτουργία και υγεία του ανθρώπινου οργανισμού. Στο συμπέρασμα αυτό έχει οδηγήσει η εφαρμοσμένη έρευνα που διεξάγεται στο πεδίο των τροφίμων και η οποία συνδυάζει ευρήματα από μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί σε διάφορα πεδία της επιστήμης όπως της μοριακής βιολογίας, της φυσιολογίας, της διατροφής καθώς και της βιοτεχνολογίας. Η έρευνα και η ανάπτυξη αυτής της κατηγορίας προϊόντων ξεκίνησε από την Ιαπωνία στα μέσα της δεκαετίας του '80, οπότε και άρχισαν να κυκλοφορούν εμπορικά προϊόντα που σύμφωνα με τη νομοθεσία ονομάζονται "Foods for Specified Health Uses" (FOSHU). Στις μέρες μας, τα προϊόντα της κατηγορίας αυτής περιγράφονται με τον όρο λειτουργικά τρόφιμα.

Ως λειτουργικό χαρακτηρίζεται ένα τρόφιμο που περιέχει ένα ή περισσότερα συστατικά που επηρεάζουν θετικά μία ή περισσότερες λειτουργίες του οργανισμού, εκτός από την κάλυψη των διατροφικών αναγκών, ευνοώντας την υγεία και την ευημερία ή και μειώνοντας τον κίνδυνο εμφάνισης κάποιων ασθενειών. Τα συγκεκριμένα τρόφιμα προωθούν την υγεία μέσω μηχανισμών που δεν προβλέπονται στη συμβατική τροφή και οι οποίοι μεγιστοποιούν τις φυσιολογικές λειτουργίες του οργανισμού. Τα λειτουργικά τρόφιμα περιέχουν ωφέλιμα συστατικά όπως πρεβιοτικά, προβιοτικά, πολυφαινόλες, στερόλες, καροτενοειδή κ.α. (Granato et al., 2010).

Το γάλα συχνά θεωρείται ως λειτουργικό τρόφιμο δεδομένου ότι περιέχει πολλά διαφορετικά βιοενεργά συστατικά. Σήμερα, στην αγορά των λειτουργικών τροφίμων τα γαλακτοκομικά προϊόντα κυριαρχούν με ποσοστό 43%, το οποίο αφορά σχεδόν εξολοκλήρου σε ζυμωμένα προϊόντα γάλακτος (Ozer and Kirmaci, 2009).

#### **3.4.1 Ευεργετικές ιδιότητες της γιαούρτης**

Κατά την παρασκευή της γιαούρτης, παρατηρείται μείωση της περιεκτικότητας σε λακτόζη σε ποσοστό έως 30%, σε πρωτεΐνες και σε λίπος τα οποία αποδομούνται, καθώς και σε ορισμένες βιταμίνες (B<sub>12</sub>, C, βιοτίνη) που καταναλώνονται από τα ίδια τα οξυγαλακτικά βακτήρια. Αντίθετα, αυξάνονται το γαλακτικό οξύ, η γαλακτόζη, διάφορα πεπτίδια και ελεύθερα αμινοξέα, από την αποδόμηση των πρωτεϊνών, τα ελεύθερα λιπαρά οξέα (κυρίως

τα πτητικά) από την αποδόμηση του λίπους, ορισμένες βιταμίνες μικροβιακής σύνθεσης όπως το φολικό οξύ και η χολίνη (Meydani and Ha, 2000).

Οι ευεργετικές επιδράσεις της γιαούρτης στην υγεία είναι οι εξής:

- το γαλακτικό οξύ που περιέχεται στη γιαούρτη τονώνει την κινητικότητα του εντέρου και προκαλεί αύξηση των γαστρικών εκκρίσεων.

- ευνοεί την απορρόφηση του ασβεστίου από το έντερο. Ένα ποσοστό του γαλακτικού οξέος συνδέεται χημικά με το ασβέστιο, δημιουργώντας ένα σύμπλοκο που είναι πιο απορροφήσιμο από τον οργανισμό (Park, 2009). Υπάρχουν ενδείξεις ότι η πρόσληψη του ασβεστίου από τον οργανισμό διευκολύνεται από το χαμηλό pH. Το κολλοειδές φωσφορικό ασβέστιο που βρίσκεται στα καζεϊνικά μικύλλια, μεταβάλλεται σε υδατοδιαλυτό σε όξινο περιβάλλον και απορροφάται πιο εύκολα.

- έχει αντιμικροβιακή δράση απέναντι σε ένα μεγάλο αριθμό ανεπιθύμητων βακτηρίων που προκαλούν εντερικές λοιμώξεις (Buttriss, 1997), όπως τα *E. coli*, *Salmonella sp.* και *Shigella sp.* Η αντιμικροβιακή αυτή δράση αποδίδεται στο υπεροξείδιο του υδρογόνου (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) από τους γαλακτοβακίλλους, στο μικροβιακό ανταγωνισμό (Μάντης, 1993) ή στην παραγωγή ουσιών με αντιμικροβιακή δράση, από τα βακτήρια της γιαούρτης. Δημιουργείται με τον τρόπο αυτό ακατάλληλο περιβάλλον για την ανάπτυξη των παθογόνων βακτηρίων (Buttriss, 1997).

- συμβάλλει στην αναγέννηση της φυσικής χλωρίδας του εντέρου και η κατανάλωση της είναι ιδιαίτερα ευεργετική όταν κάποιος παίρνει αντιβιοτικά. Παρά το γεγονός ότι ο *L.bulgaricus* δε μπορεί να αποικίσει το έντερο του ανθρώπου, η γιαούρτη βοηθάει έμμεσα τον πολλαπλασιασμό των γαλακτοβακίλων του εντέρου (*L.bifidus*, *L.acidophilus*) και επαναφέρει την ισορροπία στη μικροβιακή χλωρίδα (Μάντης, 1993).

- η κατανάλωση γιαούρτης μειώνει τη χοληστερίνη του αίματος, ωστόσο ο πλήρης μηχανισμός δεν είναι γνωστός. Έχει προταθεί ότι τα οξυγαλακτικά βακτήρια της γιαούρτης είναι υπεύθυνα για τις υποχοληστεριναιμικές επιδράσεις της (Park, 2009). Ένας προτεινόμενος μηχανισμός της συγκεκριμένης δραστηριότητας των βακτηρίων είναι η αφομοίωση της χοληστερόλης από τα βακτηριακά κύτταρα (Buck and Gilliland, 1994). Η απομάκρυνση ή η αφομοίωση της χοληστερόλης μειώνει την ποσότητα που θα ήταν διαθέσιμη για απορρόφηση από το έντερο, γεγονός που επηρεάζει τα επίπεδα της χοληστερόλης στο αίμα (Pigeon et al., 2002).

- η περιεκτικότητα σε λακτόζη μειώνεται σε ποσοστό 25-30%. Η περιεκτικότητα της γιαούρτης σε λακτόζη εξαρτάται από το βαθμό συμπύκνωσης του γάλακτος πριν από τη

ζύμωση καθώς και από τη διάσπαση που θα υποστεί από τα οξυγαλακτικά βακτήρια. Επομένως, τα άτομα που εμφανίζουν δυσανεξία στη λακτόζη, μπορούν να καταναλώσουν γιαούρτι, καθώς ένα μεγάλο ποσοστό της λακτόζης έχει υδρολυθεί (Shah, 2013).

- η οξυγαλακτική χλωρίδα της γιαούρτης, υπό μορφή καλλιέργειας έχει δείξει ότι μπορεί να δράσει εναντίον της εξάπλωσης ορισμένων όγκων της κοιλιακής κοιλότητας. Οι ιδιότητες αυτές είναι, πιθανώς, αποτέλεσμα της μετατροπής των προκαρκινογόνων ουσιών σε ακίνδυνες ή της ενεργοποίησης του ανοσοποιητικού συστήματος (Park, 2009).

Ωστόσο, θα πρέπει να σημειώσουμε ότι εκτός από τα οξυγαλακτικά βακτήρια που δραστηριοποιούνται στο γιαούρτι και ευνοούν τον ανθρώπινο οργανισμό μέσω της κατανάλωσης τους, υπάρχουν και συστατικά του γιαουρτιού όπως οι πρωτεΐνες του ορού, τα πεπτίδια και το CLA, τα οποία θεωρούνται ότι συμβάλλουν και αυτά στις θετικές επιδράσεις που ασκεί το γιαούρτι (Park, 2009).

Πιο συγκεκριμένα, εκτός από τις κύριες πρωτεΐνες και τα βιοενεργά πεπτίδια που προκύπτουν φυσιολογικά από αυτές, η δράση των βακτηριακών πρωτεασών, κατά τη διάρκεια της ζύμωσης, μεταβάλλει τη φυσικοχημική κατάσταση των πρωτεϊνών του γάλακτος, οδηγώντας στην απελευθέρωση ελεύθερων αμινοξέων και βιοενεργών πεπτιδίων.

Επειδή οι μικροβιακές πρωτεάσες υδρολύουν τις πρωτεΐνες του γάλακτος περισσότερο τυχαία σε σχέση με τις εντερικές πρωτεάσες, η διαδικασία της ζύμωσης έχει ως αποτέλεσμα την παρουσία σημαντικότερων ποσοτήτων ελεύθερων αμινοξέων και βιοενεργών πεπτιδίων στο γιαούρτι συγκριτικά με το γάλα. Μεγάλος αριθμός επιστημονικών μελετών κατέληξε στο ότι η δράση των βακτηριακών πρωτεασών στις πρωτεΐνες του γάλακτος κατά τη διάρκεια της ζύμωσης στο γιαούρτι καθώς και κατά την πέψη τους από τα βακτήρια του εντέρου καταλήγει σε διαφορετικές βιοδραστικότητες που, ίσως, είναι ωφέλιμες για την υγεία του ανθρώπινου οργανισμού (Clare and Swaisgood, 2000; German et al., 2002; FitzGerald and Meisel, 2003; FitzGerald and Murray, 2006). Επίσης, το πεπτιδικό προφίλ των πρωτεϊνών του γάλακτος είναι σημαντικά διαφορετικό μετά τη μικροβιακή ζύμωση. Το γεγονός αυτό οδηγεί στο συμπέρασμα ότι η μικροβιακή πρωτεόλυση αποτελεί μία σημαντική πηγή βιοενεργών πεπτιδίων (Leblanc et al., 2002).

Επιπλέον, κατά τη διάρκεια της ζύμωσης, συμβαίνουν βιοχημικές αλλαγές και στο λίπος του γάλακτος. Η δράση των βακτηριακών λιπασών, οδηγεί στην απελευθέρωση μεγάλων ποσοτήτων ελεύθερων λιπαρών οξέων (Chandan and Shahani, 1993). Η διαδικασία της βιοϋδρογόνωσης, κατά τη ζύμωση, καταλήγει σε υψηλότερες συγκεντρώσεις CLA στο γιαούρτι σε σύγκριση με το γάλα που χρησιμοποιήθηκε για την παρασκευή του (Shantha et al., 1995).

### **3.5 Η παρασκευή της γιαούρτης**

#### **3.5.1 Το γάλα που προορίζεται για την παρασκευή της γιαούρτης**

Η σύσταση του γάλακτος των διαφόρων ειδών ζώων διαφέρει ποσοτικά και ποιοτικά, επηρεάζοντας έτσι τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του παραγόμενου γιαουρτιού. Η γεύση και το άρωμα εξαρτώνται άμεσα από την λιποπεριεκτικότητα και το είδος του γάλακτος, ενώ η συνεκτικότητα και εμφάνιση του γιαουρτιού έχουν άμεση σχέση με τις πρωτεΐνες του γάλακτος.

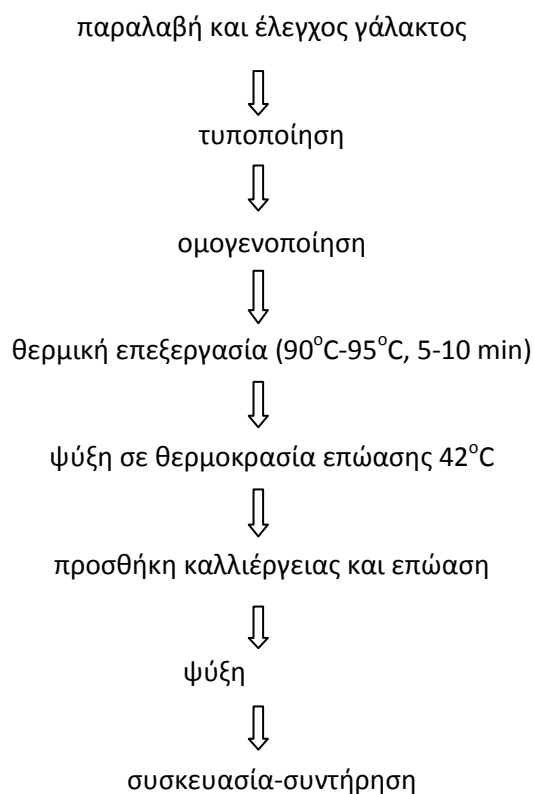
Το γάλα που χρησιμοποιείται θερμαίνεται σε υψηλή θερμοκρασία (90-95°C για 5-10min ή 85°C για 30min ή 115°C για 3sec) που είναι πιο έντονη από αυτή της παστερίωσης (72°C για 15sec) (Karam et al., 2013). Στις συγκεκριμένες θερμοκρασίες επιφέρονται οι παρακάτω μεταβολές στις μικροβιολογικές και φυσικοχημικές ιδιότητες του γάλακτος καθώς και στο γιαούρτι που παράγεται από αυτό:

- καταστρέφονται όλοι οι παθογόνοι μικροοργανισμοί, οι βακτηριοφάγοι και ένα μεγάλο μέρος της μικροχλωρίδας του γάλακτος (τα οποία θα μπορούσαν να επηρεάσουν αρνητικά την ποιότητα της γιαούρτης). Δημιουργούνται, επίσης, ουσίες που βοηθούν την ανάπτυξη των βακτηρίων της καλλιέργειας εκκίνησης.
- αυξάνεται η συνεκτικότητα και το ιξώδες του γιαουρτιού. Παρατηρείται, ακόμη, και βελτίωση της υφής του.
- αδρανοποιούνται ορισμένα ενδογενή ένζυμα του γάλακτος, όπως η αλκαλική φωσφατάση και η λιποπρωτεϊνική λιπάση, τα οποία θα επηρέαζαν αρνητικά τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά της γιαούρτης κατά τη συντήρησή της (ταγγή γεύση από λιπόλυση και πικρή από πρωτεόλυση), (Κεχαγιάς, 2011).
- δημιουργείται σύμπλοκο μεταξύ της β-γαλακτογλοβουλίνης και της κ-καζεΐνης το οποίο μειώνει την τάση συναίρεσης του πήγματος της γιαούρτης.

- αυξάνεται ο χρόνος συντήρησης του προϊόντος.
- αυξάνεται η πεπτικότητα των πρωτεϊνών της γιαούρτης (Shah, 2013).
- καταστρέφονται διάφορες φυσικές αντιβακτηριακές ουσίες του γάλακτος οι οποίες πιθανά παρεμποδίζουν την ανάπτυξη των οξυγαλακτικών καλλιεργιών εκκίνησης.
- μετουσιώνονται οι πρωτεΐνες του ορού γεγονός το οποίο προκαλεί την αύξηση της συνεκτικότητας της γιαούρτης και της ικανότητα συγκράτησης του νερού (Καμιναρίδης, 2013).

### 3.5.2 Τα στάδια παρασκευής της γιαούρτης

Τα στάδια που ακολουθούνται γενικότερα για την παρασκευή της γιαούρτης είναι τα εξής:



**-τυποποίηση:** ο σκοπός της τυποποίησης είναι η ρύθμιση της λιποπεριεκτικότητας και του Στερεού Υπολείμματος Άνευ Λίπους (ΣΥΑΛ), αφενός μεν για να ανταποκρίνεται το τελικό προϊόν στις υπάρχουσες νομοθετικές απαιτήσεις, από πλευράς σύνθεσης, και αφετέρου γιατί αυξάνοντας ή μειώνοντας ορισμένα συστατικά του γάλακτος, επηρεάζονται τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά και, ιδιαίτερα, η υφή των προϊόντων.

**-ομογενοποίηση:** είναι μία μέθοδος σταθεροποίησης του γαλακτώματος του λίπους του γάλακτος, με την οποία επιδιώκεται η διατήρηση της ομοιομορφίας του προϊόντος. Η ομογενοποίηση προκαλεί θραύση των λιποσφαιρίων με αποτέλεσμα το σχηματισμό μικρότερων τεμαχιδίων. Με αυτόν τον τρόπο παρεμποδίζεται η τάση τους να ανέρχονται προς τα επάνω, να σχηματίζουν συσσωματώματα και να διαμορφώνεται μία συνεχής λιπαρή φάση στην επιφάνεια του γάλακτος. Ωστόσο, στο γάλα που χρησιμοποιείται για την παρασκευή της παραδοσιακής γιαούρτης με πέτσα, δε γίνεται ομογενοποίηση, καθώς είναι επιθυμητή η συσσωμάτωση των λιποσφαιρίων και ο σχηματισμός της χαρακτηριστικής επιδερμίδας (πέτσας) στην επιφάνεια του (Καμιναρίδης και Μοάτσου, 2014; Κεχαγιάς, 2011).

Ακόμη, η ομογενοποίηση αυξάνει τη σταθερότητα, τη συνοχή, τη σκληρότητα και το ιξώδες του προϊόντος. Συμβάλλει στη μείωση διαχωρισμού του ορού και αυξάνει τη λευκότητα της γιαούρτης (Lucey, 2004).

**-θερμική επεξεργασία:** το γάλα που προορίζεται για την παρασκευή της γιαούρτης υφίσταται έντονη θερμική επεξεργασία, καθώς, όπως αναφέρθηκε, εκτός από τη βελτίωση της δομής του πηγματος, επιτυγχάνονται και άλλες ευνοϊκές επιδράσεις στο τελικό προϊόν.

**-προσθήκη καλλιέργειας και επώαση:** μετά την προσθήκη της οξυγαλακτικής καλλιέργειας το γάλα, αφού αναμιχθεί καλά, επώαζεται στους 42°C για 2-3 ώρες. Η θερμοκρασία αυτή είναι η άριστη θερμοκρασία ανάπτυξης των μικροοργανισμών που δραστηριοποιούνται στη γιαούρτη. Στο χρονικό αυτό διάστημα το γάλα πήζει και μετατρέπεται σε γιαούρτι. Η χρήση, ωστόσο, χαμηλής θερμοκρασίας επώασης προκαλεί μεγαλύτερη παραγωγή υδροκολλοειδών και αρωματικών ουσιών καθώς και χαμηλό ιξώδες. Αντίθετα, η εφαρμογή υψηλής θερμοκρασίας επώασης έχει ως αποτέλεσμα τη συναίρεση του πηγματος της γιαούρτης.

**-ψύξη:** μετά την πήξη του γιαουρτιού και όταν το pH κατέβει στο 4.5 – 4.6 ή η οξύτητα ανέβει στο 0,9 – 1% γαλακτικό οξύ, ακολουθεί η ψύξη του. Το στάδιο αυτό είναι απαραίτητο και αποσκοπεί στη μείωση της μεταβολικής δραστηριότητας των μικροοργανισμών και των ενζύμων, καθώς και στον έλεγχο της οξύτητας του γιαουρτιού. Εάν τα στάδια της ψύξης ξεκινήσει νωρίτερα, από το κατάλληλο χρονικό σημείο, τότε η γιαούρτη θα έχει χαμηλή συνεκτικότητα και αδύναμη γεύση. Εάν η ψύξη αρχίσει πιο αργά,

θα οδηγήσει σε υπεροξίνιση της γιαούρτης γεγονός που μπορεί να προκαλέσει συναίρεση του πήγματος και διαχωρισμό του ορού. Η γεύση, επίσης, του προϊόντος θα γίνει ιδιαίτερα όξινη, σε βαθμό μη επιθυμητό.

**-συντήρηση:** οι θερμοκρασίες συντήρησης του γιαουρτιού κυμαίνονται από τους 2°C έως και τους 5°C. Για να περιοριστούν, ωστόσο, οι ενζυμικές αλλαγές στο ελάχιστο θα πρέπει να χρησιμοποιείται ως θερμοκρασία συντήρησης αυτή των 0°C. Ακόμη, αν η θερμοκρασία διατήρησης του προϊόντος είναι μεγαλύτερη από τους 5°C, επιτρέπεται με αυτόν τον τρόπο ο πολλαπλασιασμός των μικροοργανισμών επιμόλυνσης, κυρίως των ζυμών και μυκήτων, οι οποίοι είναι υπεύθυνοι για πιθανές αλλοιώσεις στο γιαούρτι (Καμιναρίδης, 2013).

### **3.5.3 Οι τύποι της γιαούρτης στην Ελλάδα**

Στη χώρα μας παράγονται και καταναλώνονται, σε μεγάλες σχετικά ποσότητες, τέσσερα είδη γιαουρτιού:

- το παραδοσιακό με επιδερμίδα
- το στερεάς δομής (συνεκτικό)
- το αναδευμένο
- το στραγγισμένο

Κατά την παρασκευή της παραδοσιακής γιαούρτης, το γάλα στο οποίο δεν έχει γίνει τυποποίηση, διαμοιράζεται και πήζει μέσα στις συσκευασίες. Ως «μαγιά» χρησιμοποιείται γιαούρτι της προηγούμενης ημέρας (καλλιέργεια εκκίνησης). Το γάλα που χρησιμοποιείται δεν υφίσταται, όπως αναφέρθηκε, ομογενοποίηση.

Στο βιομηχανικό γιαούρτι στερεάς δομής (set) η επώαση γίνεται μέσα στα κύπελλα συσκευασίας, ενώ στο αναδευμένο (stirred) η επώαση γίνεται μέσα σε δεξαμενές. Η αναδευμένη γιαούρτη είναι ο τύπος που κυκλοφορεί περισσότερο και συνηθίζεται η κατανάλωσή της στις χώρες, κυρίως, της Βόρειας Ευρώπης. Είναι σε ημίρευστη έως ρευστή μορφή και το βασικό χαρακτηριστικό της είναι το αυξημένο ιξώδες. Επίσης, ο συγκεκριμένος τύπος προτιμάται για την ανάμιξη με συστατικά γεύσης, όπως προϊόντα από φρούτα, γιατί διευκολύνεται η ανάμιξη των συστατικών μετά την επώαση.

Για την παρασκευή της στραγγιστής γιαούρτης (γιαούρτι με αυξημένη αναλογία στερεών συστατικών), το γάλα πήζει σε δεξαμενές και με ανάδευση γίνεται θραύση του πήγματος. Η



στράγγιση του πηγματος μπορεί να γίνει είτε μέσα σε υφασμάτινους σάκκους (παραδοσιακό) είτε με την απομάκρυνση του ορού με φυγοκεντρικούς διαχωριστήρες στις μεγάλες βιομηχανίες γάλακτος (Κεχαγιάς, 2011).

#### **4. ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΠΡΩΤΕΪΝΩΝ ΕΞΩΓΕΝΟΥΣ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗΣ**

Η παρασκευή της γιαούρτης και τα χαρακτηριστικά της εξαρτώνται από το επίπεδο, τη φύση και τη σχετική αναλογία των πρωτεϊνών του γάλακτος. Πράγματι, η αύξηση των στερεών συστατικών του γάλακτος και ιδιαίτερα ο εμπλουτισμός του με πρωτεΐνες επηρεάζει τη σύνθεση του προϊόντος, τη ρυθμιστική ικανότητα, την έκταση της αλληλεπίδρασης των πρωτεϊνών, τη διάρκεια της ζύμωσης καθώς και την τελική δομή. Επηρεάζονται, με αυτόν τον τρόπο, η υφή και τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά της γιαούρτης, στοιχεία που καθορίζουν την ποιότητά της και ως εκ τούτου την αποδοχή της από τους καταναλωτές (Karam et al., 2013). Με την αύξηση της περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη αυξάνεται, επίσης, η ποσότητα του χημικά συνδεδεμένου νερού στο πήγμα και αποφεύγεται με τον τρόπο αυτό ο διαχωρισμός του ορού κατά το διάστημα της αποθήκευσης (Κεχαγιάς, 2011).

Η περιεκτικότητα του γάλακτος σε πρωτεΐνη μπορεί να αυξηθεί είτε με μεθόδους συμπύκνωσης είτε με την προσθήκη συστατικών γαλακτοκομικής προέλευσης. Ο κλασικός τρόπος συμπύκνωσης είναι η εξάτμιση του γάλακτος υπό κενό. Πιο πρόσφατη μέθοδο αποτελεί η χρήση των μεμβρανών (αντίστροφη ώσμωση ή/και υπερδιήθηση). Όσον αφορά στην προσθήκη συστατικών, η σκόνη άπαχου γάλακτος (SMP) χρησιμοποιείται παραδοσιακά για το σκοπό αυτό.

Ωστόσο, εναλλακτικούς τρόπους εμπλουτισμού σε πρωτεΐνη αποτελεί η χρήση απομονωμένης πρωτεΐνης γάλακτος (MPI) και συμπυκνωμάτων πρωτεϊνών γάλακτος (MPC). Μπορούν, επίσης, να χρησιμοποιηθούν και διάφορα άλλα πρωτεϊνικά σκευάσματα όπως σκόνη τυρογάλακτος (WPC), καζεΐνης (MC) καθώς και καζεϊνικά άλατα (Karam et. al., 2013).

##### **4.1 Προσθήκη σκόνης γάλακτος**

Η χρήση σκόνης άπαχου γάλακτος (SMP) για εμπλουτισμό, είναι προτιμότερη από τη σκόνη πλήρους γάλακτος που μπορεί να προσδώσει οξειδωμένη γεύση στο προϊόν (Tamime and Robinson, 2007). Η προσθήκη SMP αποτελεί την πιο συνηθισμένη πρακτική εμπλουτισμού στις βιομηχανίες γάλακτος και θεωρείται μία τυπική διαδικασία κατά την παρασκευή της γιαούρτης (Damin et al., 2009). Το ποσοστό προσθήκης κυμαίνεται από 1% έως και 6%. Ωστόσο, το συνιστώμενο ποσοστό προσθήκης είναι 3-4%. Γενικά, προσθήκη σκόνης άπαχου

γάλακτος σε ποσοστό 2% θεωρείται κατάλληλο ώστε να βελτιωθεί ποιοτικά η υφή της γιαούρτης (Tamime and Robinson, 2007).

Με την προσθήκη σκόνης SMP παράγονται γιαούρτια καλής ποιότητας και παρατηρείται αύξηση του ιξώδους του προϊόντος και της σκληρότητας του πηγματος (Tamime and Robinson, 2000; Peng et al., 2009; Patel, 2011). Ωστόσο, ένα περιοριστικό παράγοντα στη χρήση της αποτελεί η ενδεχόμενη ανάπτυξη υπερβολικής οξύτητας στο τελικό προϊόν ως αποτέλεσμα της υψηλής περιεκτικότητας της σκόνης σε λακτόζη (Tamime and Robinson, 2007; Patel, 2011).

#### **4.2 Προσθήκη σκόνης τυρογάλακτος**

Το τυρόγαλα είναι η υγρή φάση του γάλακτος που λαμβάνεται μετά τον τεμαχισμό του τυροπήγματος (ενζυμικού ή όξινου) κατά την τυροκόμηση ή κατά την παραγωγή καζεΐνης με τη χρήση πυτιάς, οξέων και (ή) φυσικοχημικών μεθόδων, σύμφωνα με τον κανονισμό 625/30-3-1978 της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Καμιναρίδης, 2013). Οι πρωτεΐνες του τυρογάλακτος παράγονται από υπερδιήθηση και ξήρανση με ψεκασμό του τυρογάλακτος και υπάρχουν διάφοροι τύποι συμπυκνωμάτων όπως συμπυκνώματα πρωτεϊνών του ορού (WPC), απομονωμένη πρωτεΐνη ορού του γάλακτος (WPI) και υδρολυμένη πρωτεΐνη ορού του γάλακτος (WPH). Τα χαρακτηριστικά τους διαφέρουν και αφορούν στις συνθήκες επεξεργασίας που ασκούνται πριν από την ξήρανση (αφαλάτωση, απομάκρυνση της λακτόζης, συμπύκνωση ή απλή ξήρανση) (Karam et al., 2013).

Η προσθήκη πρωτεϊνών του ορού με σκοπό τον εμπλουτισμό του γάλακτος έχει κερδίσει το ενδιαφέρον εξαιτίας των θρεπτικών και λειτουργικών χαρακτηριστικών τους (Séverin and Wenshui, 2005; Sodini et al., 2005). Αποτελούν πολύτιμα συστατικά καθώς είναι πλούσιες σε απαραίτητα αμινοξέα και αυξάνουν τη θρεπτική αξία των προϊόντων μέσα στα οποία προστίθενται. Βελτιώνουν, επίσης, τα χαρακτηριστικά των προϊόντων αυτών καθώς παρουσιάζουν εξαιρετικές λειτουργικές ιδιότητες όπως σχηματισμός πηκτών, ικανότητα αφρισμού, γαλακτωματοποιητική και σταθεροποιητική ικανότητα, ικανότητα συγκράτησης νερού (González-Martínez et al., 2002; Μοάτσου, 2014).

Το ποσοστό προσθήκης που συνιστάται για τα γαλακτοκομικά προϊόντα είναι περίπου 1-2%, καθώς υψηλότερο ποσοστό μπορεί να προσδώσει ανεπιθύμητη γεύση στο προϊόν και

να οδηγήσει, υπό κάποιες συνθήκες, στο σχηματισμό κοκκώδους υφής (Tamime and Robinson, 2000; González-Martínez et al., 2002).

Η προσθήκη συμπυκνώματος πρωτεϊνών του ορού (WPC) για τον εμπλουτισμό του γάλακτος αποτελεί μία πιο δημοφιλή πρακτική σε σύγκριση με τη χρήση απομονωμένης πρωτεΐνης ορού του γάλακτος (WPI), παρά το γεγονός ότι η τελευταία περιέχει υψηλότερο ποσοστό πρωτεϊνών και χαμηλότερη συγκέντρωση λακτόζης και αλάτων (Considine et. al., 2011).

#### **4.3 Προσθήκη σκόνης καζεΐνης**

Υπάρχουν διάφοροι τύποι σκόνης καζεΐνης όπως η όξινη καζεΐνη, η υδρολυμένη καζεΐνη και τα καζεϊνικά άλατα. Οι καζεΐνες λαμβάνονται από άπαχο γάλα έπειτα από κατάλληλη επεξεργασία. Τα καζεϊνικά άλατα παράγονται από ουδετεροποίηση της όξινης καζεΐνης με αλκάλια (Park, 2009) και είναι το καζεϊνικό ασβέστιο (CaCN), νάτριο (NaCn), μαγνήσιο (MgCn) και κάλιο (KCn), η ονομασία των οποίων προκύπτει από το εάν έχει χρησιμοποιηθεί για την ανάκτηση του καζεϊνικού κλάσματος το CaOH, NaOH, MgOH ή KOH αντίστοιχα. Από τους συγκεκριμένους τύπους σκόνης καζεϊνικών αλάτων, το καζεϊνικό ασβέστιο και το καζεϊνικό νάτριο είναι αυτά που χρησιμοποιούνται περισσότερο από τις βιομηχανίες γάλακτος (Fabra et al., 2010).

Το ποσοστό προσθήκης της σκόνης της καζεΐνης και των καζεϊνικών αλάτων είναι 1-2%, καθώς μεγαλύτερες ποσότητες επιφέρουν ανεξέλεγκτη σκληρότητα στο προϊόν (Tamime and Robinson, 2000).

## **B. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ**

### **5. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ**

#### **5.1 Υλικά και διαδικασία παρασκευής των γιαουρτιών**

Για την παρασκευή των γιαουρτιών χρησιμοποιήθηκε ελληνικό αίγαιο γάλα. Στο γάλα δεν έγινε τυποποίηση και η λιποπεριεκτικότητα του κυμαινόταν από 4,29% έως 4,40%. Για την παρασκευή των χαρμανιών, η σύσταση των οποίων αναφέρεται στον Πίνακα 5.1, χρησιμοποιήθηκαν δύο διαφορετικά συμπυκνώματα πρωτεϊνών του ορού τα οποία ήταν σε μορφή σκόνης. Το πρώτο συμπύκνωμα προερχόταν από αγελαδινό τυρόγαλα και περιείχε πρωτεΐνη σε ποσοστό 76% και το δεύτερο ήταν αιγοπρόβειας προέλευσης (από παρασκευή Φέτας), είχε 80% περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη και αποτελούσε προϊόν της εταιρείας Ηπειρωτικές Πρωτεΐνες του ομίλου Ελληνικές Πρωτεΐνες Α.Ε. Τα γιαούρτια που παρασκευάστηκαν ήταν τα εξής τέσσερα:

-από αίγαιο γάλα ως έχει, χωρίς προσθήκη εξωγενούς πρωτεΐνης. Το δείγμα κωδικοποιήθηκε ως **GW-0%**.

-με προσθήκη συμπυκνώματος πρωτεϊνών αγελαδινής προέλευσης σε αναλογία 0,5% και 1,5%. Τα δείγματα κωδικοποιήθηκαν ως **GW76D-0,5%** και **GW76D-1,5%** αντίστοιχα.

-με προσθήκη συμπυκνώματος πρωτεϊνών αιγοπρόβειας προέλευσης σε αναλογία 0,5%. Το δείγμα κωδικοποιήθηκε ως **GW80-0,5%**.

**Πίνακας 5.1:** Σύσταση % των μειγμάτων (χαρμανιών) από γίδινο γάλα.

κωδικοποίηση δείγματος	% προσθήκη συμπυκνώματος πρωτεϊνών	% λίπος	% πρωτεΐνη	% ολικά στερεά
<b>GW-0%</b>	-	4,36 ± 0,23	3,29 ± 0,14 <sup>a*</sup>	12,83 ± 0,36 <sup>a</sup>
<b>GW80-0,5%</b>	0,5	4,40 ± 0,17	3,52 ± 0,11 <sup>a,b</sup>	13,08 ± 0,28 <sup>a</sup>
<b>GW76D-0,5%</b>	0,5	4,32 ± 0,23	3,58 ± 0,06 <sup>b</sup>	13,03 ± 0,23 <sup>a</sup>
<b>GW76D-1,5%</b>	1,5	4,41 ± 0,27	4,46 ± 0,19 <sup>c</sup>	14,13 ± 0,48 <sup>b</sup>

\*Οι μέσοι όροι με διαφορετικούς εκθέτες στην ίδια στήλη διαφέρουν μεταξύ τους σημαντικά (P<0.05).

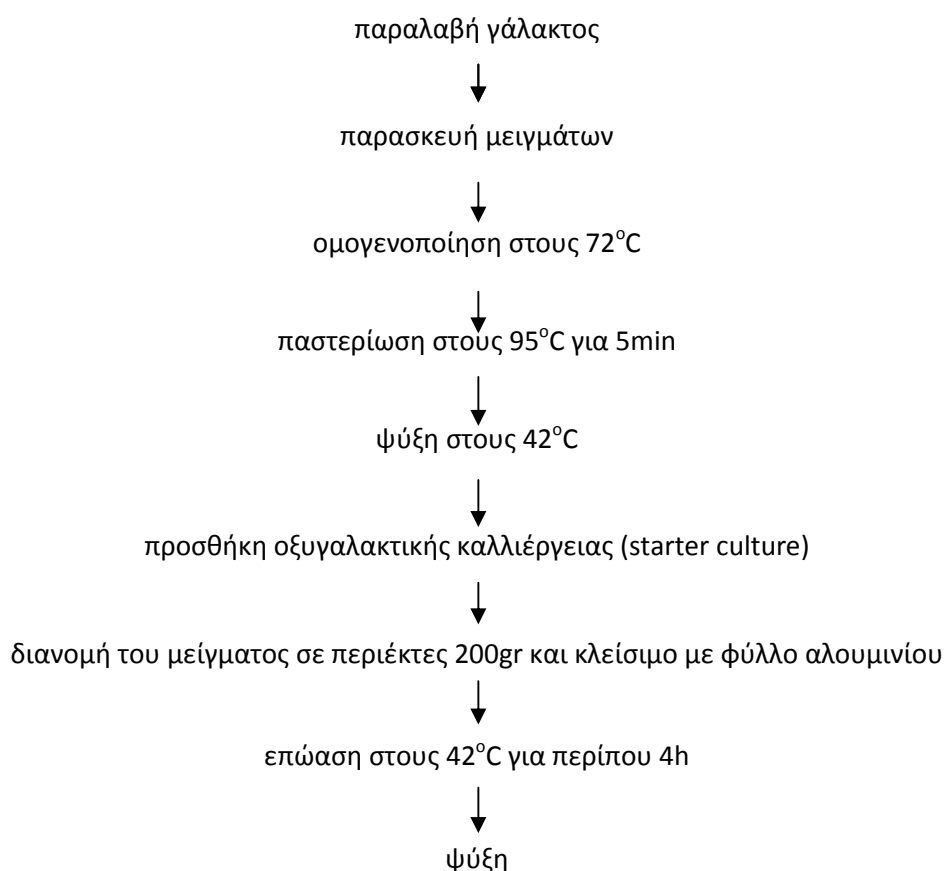
Σ' αυτό το σημείο θα πρέπει να αναφερθεί ότι σύμφωνα με την ελληνική νομοθεσία το προϊόν που παράγεται έπειτα από εμπλουτισμό του γάλακτος με οποιοδήποτε τύπο πρωτεΐνης, δεν επιτρέπεται να ονομαστεί γιαούρτι αλλά αναγράφεται στη συσκευασία ως προϊόν τύπου γιαούρτης. Ωστόσο, στη συγκεκριμένη μελέτη χάριν συντομίας τα δείγματα θα αναφέρονται με την ονομασία γιαούρτια.

### 5.1.1 Καλλιέργεια

Η καλλιέργεια οξυγαλακτικών βακτηρίων που χρησιμοποιήθηκε στο πείραμα ήταν εμπορική σε κατεψυγμένη μορφή. Η συγκεκριμένη καλλιέργεια είναι, σύμφωνα με τις προδιαγραφές του παρασκευαστή, κατάλληλη για την παρασκευή γιαούρτης στερεάς δομής (set type) και περιέχει ειδικά επιλεγμένα στελέχη των *Streptococcus thermophilus* και *Lactobacillus delbruekii ssp. bulgaricus* τα οποία δεν παράγουν εξωπολυσακχαρίτες (EPSs).

### 5.1.2 Παρασκευή των γιαουρτιών

Η διαδικασία που ακολουθήθηκε κατά την παρασκευή των γιαουρτιών ήταν η εξής:



Τα γιαούρτια μετά την παρασκευή τους διατηρήθηκαν στους 4°C για διάστημα 28 ημερών.

## 5.2 Δειγματοληψία και αναλύσεις

Η δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε την 1<sup>η</sup>, 7<sup>η</sup>, 14<sup>η</sup>, 21<sup>η</sup> και 28<sup>η</sup> ημέρα μετά την παρασκευή των γιαουρτιών. Οι αναλύσεις που έγιναν σε όλα τα δείγματα ήταν οι εξής:

- **φυσικοχημικές:** προσδιορισμός pH, οξύτητας, σύστασης
- **микροβιολογικές:** μέτρηση του πληθυσμού των *Streptococcus thermophilus* και *Lactobacillus bulgaricus* και παρουσία ή απουσία ζυμών-μυκήτων
- **ρεολογικές:** προσδιορισμός ικανότητας συγκράτησης ορού, ιξώδους, σκληρότητας, συνάφειας, συνεκτικότητας και κομμώδους
- **προσδιορισμός της αντιοξειδωτικής ικανότητας** (DPPH, ικανότητα χήλωσης Fe<sup>+2</sup>, δέσμευση υπεροξειδίου)
- **αξιολόγηση χρώματος**
- **οργανοληπτική αξιολόγηση**

## 5.3 Φυσικοχημικές αναλύσεις

### 5.3.1 Προσδιορισμός pH, οξύτητας και σύστασης

Οι μετρήσεις του pH πραγματοποιήθηκαν με τη χρήση πεχάμετρου ORION Star 3, ενώ για τον προσδιορισμό της οξύτητας προστέθηκαν 1-2 σταγόνες δείκτη φαινολοφθαλεΐνης σε 10gr δείγματος γάλακτος και, στη συνέχεια, έγινε τιτλοδότηση με διάλυμα NaOH N/9.

Ο προσδιορισμός της χημικής σύστασης των δειγμάτων έγινε μόνο την 1<sup>η</sup> ημέρα μετά την παρασκευή τους, σε αντίθεση με όλες τις άλλες αναλύσεις. Το λίπος, η πρωτεΐνη και τα ολικά στερεά προσδιορίστηκαν με τη χρήση του οργάνου Milkoskan. Η % περιεκτικότητα σε λακτόζη υπολογίστηκε από την παρακάτω σχέση:

$$\% \text{λακτόζη} = \% \text{ολικά στερεά} - \% (\text{λίπος} + \text{πρωτεΐνη} + \text{τέφρα}) \text{ (Sodini et al., 2005)}$$

### 5.3.2 Προσδιορισμός τέφρας

Η τέφρα είναι το λευκό στερεό υπόλειμμα που απομένει μετά την καύση της ξηρής ουσίας στους 550°C και περιέχει τα ανόργανα συστατικά του γάλακτος. Ο υπολογισμός της περιεκτικότητας των γιαουρτιών σε τέφρα και άλατα πραγματοποιήθηκε την 1<sup>η</sup> ημέρα μετά την παρασκευή τους. Συγκεκριμένα, για τον προσδιορισμό της τέφρας, ζυγίστηκαν

κατάλληλα προετοιμασμένες κάψες πορσελάνης (στεγνές, ξηρές από κλίβανο ξήρανσης και ψυγμένες σε ξηραντήριο), (απόβαρο: βάρος 1). Στη συνέχεια ζυγίστηκε μέσα στην κάθε κάψα ποσότητα 10gr από κάθε γιαούρτι και σημειώθηκε με ακρίβεια mg το περιεχόμενό της (μικτό βάρος: βάρος 2). Ο προσδιορισμός της τέφρας έγινε σύμφωνα με την πρότυπη μέθοδο IDF 119/ISO8070 (2007).

Όλες οι κάψες τοποθετήθηκαν σε κλίβανο αποτέφρωσης. Μόλις η θερμοκρασία από τους 0°C άγγιξε τους 50°C, τα δείγματα παρέμειναν στη θερμοκρασία αυτή για 1h. Μετά το πέρας της μία ώρας η θερμοκρασία αυξήθηκε πάλι κατά 50°C και όταν ο αποτεφρωτήρας έδειξε 100° C, τα δείγματα παρέμειναν πάλι για διάστημα 1h. Η παραπάνω διαδικασία ακολουθήθηκε μέχρι και τους 550°C όπου τα δείγματα παρέμειναν για 6 ώρες. Μετά την αποτέφρωση, οι κάψες ψύχθηκαν στο ξηραντήριο και ζυγίστηκαν με το λευκό περιεχόμενο τους (μικτό βάρος: βάρος 3).

Η περιεκτικότητα σε τέφρα υπολογίστηκε από τον τύπο:

$$\% \text{ τέφρα} = 100 \times \frac{\text{Βάρος τέφρας (Βάρος 3 - Βάρος 1)}}{\text{Βάρος δείγματος (Βάρος 2 - Βάρος 1)}}$$

Η τέφρα από το κάθε δείγμα συλλέχθηκε σε κλειστό περιέκτη καθώς ακολούθησαν οι αναλύσεις της περιεκτικότητας σε ασβέστιο, μαγνήσιο, κάλιο, νάτριο και φώσφορο. Η ανάλυση για κάθε δείγμα πραγματοποιήθηκε εις τριπλούν.

### **5.3.3 Προσδιορισμός ασβεστίου, μαγνησίου, καλίου, νατρίου**

Ο προσδιορισμός των στοιχείων ασβέστιο, μαγνήσιο, κάλιο, νάτριο πραγματοποιήθηκε με φασματοφωτομετρία ατομικής απορρόφησης με φλόγα, σύμφωνα με την πρότυπη μέθοδο IDF 119/ISO8070 (2007). Το όργανο ατομικής απορρόφησης που χρησιμοποιήθηκε ήταν το: AAS-6800 Atomic Absorption Spectrometer (SHIMADZU).

Σύμφωνα με τη μέθοδο, η τέφρα του δείγματος διαλύθηκε σε διάλυμα πυκνού νιτρικού οξέος και αραιώθηκε με νερό. Στο διάλυμα της τέφρας που προοριζόταν για τη μέτρηση των παραπάνω στοιχείων προστέθηκε διάλυμα χλωριούχου λανθανίου, προκειμένου να εξουδετερωθούν οι παρεμβολές από ιόντα άλλων στοιχείων. Το δείγμα, καθώς και τα πρότυπα διαλύματα ατομοποιήθηκαν μέσα σε φλόγα μίγματος C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> / αέρα σε φασματοφωτόμετρο ατομικής απορρόφησης. Η απορρόφηση των Ca, Na, Mg και K



μετρήθηκε στα εξής μήκη κύματος: Ca: 422,7nm, Na: 589nm, Mg: 285,2nm και K: 766,5nm. Ο υπολογισμός της συγκέντρωσης έγινε από την καμπύλη αναφοράς κάθε στοιχείου.

#### **5.3.4 Προσδιορισμός φωσφόρου**

Ο προσδιορισμός του ολικού φωσφόρου πραγματοποιήθηκε με φασματομετρία μοριακής απορρόφησης, σύμφωνα με την πρότυπη μέθοδο IDF 42/ISO 9874 (2006). Για τη συγκεκριμένη ανάλυση στην τέφρα του δείγματος προστέθηκε διάλυμα μόλυβδο-ασκορβικού οξέος και σχηματίστηκε διάλυμα μπλε χρώματος (molybdenum blue) του οποίου η συγκέντρωση προσδιορίστηκε φασματοφωτομετρικά σε μήκος κύματος 820 nm.

Η μέτρηση της απορρόφησης στα 820 nm έναντι του λευκού πραγματοποιήθηκε σε φωτόμετρο UV/VIS Spectrometer Lambda 20 και ο ποσοτικός προσδιορισμός έγινε με τη βοήθεια πρότυπης καμπύλης φωσφόρου.

#### **5.4 Μικροβιολογικές αναλύσεις**

##### **Προσδιορισμός μικροβιακής σύστασης**

Οι μικροβιολογικές αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν την 1<sup>η</sup>, 7<sup>η</sup>, 14<sup>η</sup>, 21<sup>η</sup> και 28<sup>η</sup> ημέρα από την παρασκευή των γιαουρτιών, με τη χρήση της μεθόδου των τρυβλίων, σύμφωνα με τη μέθοδο IDF standard 122 (2001). Ο σκοπός τους ήταν η αρίθμηση των χαρακτηριστικών μικροοργανισμών της γιαούρτης, δηλαδή των οξυγαλακτικών βακίλων και των οξυγαλακτικών κόκκων, καθώς και η παρουσία ή απουσία ζυμών και μυκήτων. Τα θρεπτικά υποστρώματα που προστέθηκαν στα αντίστοιχα τρυβλία, για να ευνοήσουν την ανάπτυξη των μικροοργανισμών ήταν τα παρακάτω:

-για την ανάπτυξη των οξυγαλακτικών βακίλων χρησιμοποιήθηκε το υπόστρωμα MRS ( με ρύθμιση pH: 5.6) και η επώαση των τρυβλίων έγινε στους 37° C σε κλίβανο, υπό αναερόβιες συνθήκες (10% διοξειδίου του άνθρακα), για διάστημα 72 ωρών, σύμφωνα με το IDF standard 117 (2003).

-για την ανάπτυξη των οξυγαλακτικών κόκκων χρησιμοποιήθηκε το υπόστρωμα M17 και η επώαση έγινε σε κλίβανο στους 37°C για 48 ώρες, σύμφωνα με το IDF standard 117 (2003).

-για την ανάπτυξη των ζυμών ή και μυκήτων χρησιμοποιήθηκε το υπόστρωμα YGC (Yeast Glucose Chloramphenicol) και η επώαση έγινε σε κλίβανο στους 25°C για διάστημα 5 ημερών, σύμφωνα με το IDF standard 94 (2004).

## 5.5 Ρεολογικές αναλύσεις

Όλες οι ρεολογικές αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν την 1<sup>η</sup>, 7<sup>η</sup>, 14<sup>η</sup>, 21<sup>η</sup> και 28<sup>η</sup> ημέρα από την παρασκευή των γιαουρτιών και έγιναν εις διπλούν για όλα τα δείγματα.

### 5.5.1 Προσδιορισμός της ικανότητας συγκράτησης νερού (WHC: Water Holding Capacity)

Η αποβολή ορού από το πήγμα της γιαούρτης αποτελεί ένα γεγονός μη επιθυμητό, καθώς προκαλεί ελαττώματα στην εμφάνιση και στην υφή του προϊόντος. Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε για τον προσδιορισμό της ικανότητας του γιαουρτιού να συγκρατεί τον ορό του είναι η μέθοδος των Unai και Akalin (2012). Η διαδικασία που ακολουθήθηκε ήταν η εξής:

Από κάθε δείγμα ζυγίστηκαν 20gr σε δοκιμαστικό σωλήνα και στη συνέχεια ακολούθησε φυγοκέντρηση για 10min στα 5000rpm και στους 20°C. Η ποσότητα του ορού που σχηματίστηκε, ζυγίστηκε με ακρίβεια και ο υπολογισμός της ικανότητας συγκράτησης νερού του δείγματος πραγματοποιήθηκε από τον τύπο:

$$WPC = \frac{\text{Βάρος γιαουρτιού} - \text{Βάρος ορού}}{\text{Βάρος γιαουρτιού}} \times 100$$

### 5.5.2 Προσδιορισμός του ιξώδους (viscosity)

Το ιξώδες είναι η αντίσταση που προβάλλουν τα ρευστά κατά τη ροή τους. Πιο συγκεκριμένα, το ιξώδες μετρά την τριβή μεταξύ των μορίων των ρευστών. Το ιξώδες είναι ένα χαρακτηριστικό της γιαούρτης που επηρεάζει την εμφάνιση και τις οργανοληπτικές της ιδιότητες (το αυξημένο ιξώδες δίνει την αίσθηση ότι το προϊόν είναι πλούσιο σε συστατικά). Επίσης, ο έλεγχος του ιξώδους χρησιμοποιείται για την εξασφάλιση σταθερής ποιότητας (Κεχαγιάς, 2011).

Το ιξώδες των γιαουρτιών προσδιορίστηκε με ιξωδόμετρο (Viscometer) Brookfield DVII+, RV με έμβολο Spindle 94 και ταχύτητα (speed) 2 rpm. Για κάθε δείγμα ελήφθησαν 20

μετρήσεις. Το αποτέλεσμα προέκυψε από το μέσο όρο της καμπύλης που σχηματίστηκε και εκφράστηκε σε μονάδες cps.

### **5.5.3 Προσδιορισμός της σκληρότητας (firmness)**

Η φυσική έννοια του συγκεκριμένου χαρακτηριστικού ορίζεται ως η απαιτούμενη δύναμη για να συμπιεστεί ένα τρόφιμο μεταξύ των γομφίων. Η μέτρηση της σκληρότητας των δειγμάτων πραγματοποιήθηκε με δύο μεθόδους:

**-1<sup>η</sup> μέθοδος:** η μέτρηση πραγματοποιήθηκε σε συσκευή Texture analyzer LFRA 1000 της Brookfield. Το δείγμα που βρισκόταν εντός του περιέκτη και είχε θερμοκρασία 20°C τοποθετήθηκε κάτω ακριβώς από την κεφαλή, πάνω σε επίπεδη πλάκα, σταθερό, και η κεφαλή, διαμέτρου 2cm, ρυθμίστηκε σε απόσταση 20mm από την επιφάνειά του. Η ανάλυση πραγματοποιήθηκε με ταχύτητα κεφαλής 2mm/sec και είχε μήκος βύθισης (διείσδυσης) 13mm. Η μονάδα μέτρησης που χρησιμοποιήθηκε για την έκφραση των αποτελεσμάτων ήταν το g.

**-2<sup>η</sup> μέθοδος:** ο υπολογισμός της σκληρότητας πραγματοποιήθηκε με τη χρήση του οργάνου Shimadzu AGS-500NG στο οποίο ήταν προσαρμοσμένη μία κεφαλή βάρους 5kg. Η κεφαλή κινήθηκε πάνω κάτω με ταχύτητα 120mm/min και ήταν συνδεδεμένη με ένα έμβολο διαμέτρου 25mm.

Η τεχνική που χρησιμοποιήθηκε στηρίζεται στη συμπίεση του δείγματος του γιαουρτιού (το οποίο παρέμεινε εντός του περιέκτη και είχε θερμοκρασία 10°C) με το έμβολο, σε δύο κύκλους. Η κεφαλή με το έμβολο τοποθετήθηκε σε απόσταση 20 mm από την επιφάνεια του γιαουρτιού και ακολούθησε η ανάλυση. Η δύναμη που ασκήθηκε από το έμβολο στο δείγμα προκάλεσε το τυπικό διάγραμμα συμπίεσης (compression curve). Ο υπολογισμός της σκληρότητας του δείγματος (σε μονάδες N) έγινε από την ανάλυση του διαγράμματος που σχηματίστηκε και συγκεκριμένα από τη μέγιστη κορυφή κατά την πρώτη συμπίεση του δείγματος.

### **5.5.4 Προσδιορισμός της συνάφειας, της συνεκτικότητας και του κομμώδους**

Οι φυσικές έννοιες των συγκεκριμένων όρων είναι οι εξής:

-συνάφεια ή προσκολλησιμότητα (adhesiveness) είναι η ενέργεια που απαιτείται για να αποκολληθεί ένα τρόφιμο από μία επιφάνεια.

-συνεκτικότητα (cohesiveness) ή σφιχτότητα είναι η δύναμη των δεσμών που συγκρατούν ένα τρόφιμο.

-κομμώδες ή κολλώδες (gumminess) είναι η ενέργεια που απαιτείται για να διασπασθεί- αποσυντεθεί ένα τρόφιμο, μέχρι να είναι έτοιμο για κατάποση.

Για τον υπολογισμό και των τριών παραπάνω ρεολογικών χαρακτηριστικών χρησιμοποιήθηκε το όργανο Shimadzu AGS-500NG και η τεχνική που εφαρμόστηκε ήταν ακριβώς η ίδια που εφαρμόστηκε και για τον προσδιορισμό της σκληρότητας με το συγκεκριμένο όργανο. Από το διάγραμμα συμπίεσης, σε δύο κύκλους, που σχηματίστηκε έπειτα από την ανάλυση του κάθε δείγματος, η μέτρηση των παραμέτρων πραγματοποιήθηκε ως εξής:

-η συνάφεια προήλθε από τη μέτρηση του εμβαδού της πρώτης αποσυμπίεσης.

-η συνεκτικότητα ήταν ο λόγος του εμβαδού της δεύτερης συμπίεσης προς το εμβαδό της πρώτης συμπίεσης.

-το κομμώδες υπολογίστηκε ως το γινόμενο της σκληρότητας επί τη συνεκτικότητα.

## **5.6 Προσδιορισμός της αντιοξειδωτικής ενεργότητας**

Το φαινόμενο της οξείδωσης, το οποίο προκαλείται από ενδογενείς και εξωγενείς παράγοντες, είναι μία χημική αντίδραση και συνδέεται με την παραγωγή ελεύθερων ριζών που είναι ασταθείς ενώσεις, καθώς έχουν υποστεί απώλεια ηλεκτρονίου. Για να ανακτήσει τη σταθερότητά της μια ελεύθερη ρίζα προσπαθεί να αποκτήσει ηλεκτρόνιο (αναγωγή) από άλλα μόρια. Οι αλυσιδωτές αντιδράσεις που ακολουθούν, μπορούν να οδηγήσουν στη μεταβολή των δομικών και λειτουργικών ιδιοτήτων των κυττάρων του οργανισμού, καθώς και στην καταστροφή τους, συμπεριλαμβανομένου και του γενετικού τους υλικού.

Οι αντιοξειδωτικές ουσίες είναι μόρια που είναι ικανά να επιβραδύνουν ή να εμποδίσουν την οξείδωση άλλων μορίων, δρώντας σα δότες ηλεκτρονίων. Τα αντιοξειδωτικά προστατεύουν, με αυτόν τον τρόπο, τα λιπίδια και τις μεμβράνες του σώματος από τη φθορά που προκαλούν οι ελεύθερες ρίζες, καθώς τις δεσμεύουν και τις εξουδετερώνουν μέσω της μετατροπής τους σε μη τοξικές και, επομένως, ακίνδυνες για τον ανθρώπινο οργανισμό.

Η μέτρηση της αντιοξειδωτικής ενεργότητας των δειγμάτων πραγματοποιήθηκε με την εφαρμογή τριών διαφορετικών μεθόδων. Οι μέθοδοι που χρησιμοποιήθηκαν ήταν οι εξής τρεις:

- 1) η δεσμευτική ικανότητα της ρίζας DPPH (DPPH radical scavenging activity, DPPH-RSA)
- 2) η ικανότητα χήλωσης του  $Fe^{2+}$  ( $Fe^{2+}$  chelating activity,  $Fe^{2+}$ -CA) και
- 3) η δεσμευτική ικανότητα των υπεροξειδίων

### **5.6.1 Μέθοδος της δεσμευτικής ικανότητας της ρίζας DPPH**

Το DPPH (2,2-διφαινυλο-1-πικρυλυδραζύλιο), αποτελεί μία από τις λίγες σταθερές και εμπορικά διαθέσιμες οργανικές ρίζες αζώτου. Χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της ικανότητας των συστατικών να δράσουν ως δεσμευτές ελεύθερων ριζών ή δότες ηλεκτρονίων. Η κατανάλωσή της από τα αντιοξειδωτικά, έχει ως αποτέλεσμα την εξασθένηση του μωβ χρώματος του διαλύματός της, η οποία παρακολουθείται στα 517nm, όπου παρατηρείται το μέγιστο του φάσματος του μορίου της ρίζας. Όταν σχηματίζει δεσμό με κάποια αντιοξειδωτική ουσία, σχηματίζεται η ανηγμένη μορφή DPPH-H, μειώνεται η απορρόφηση της και το χρώμα από μωβ μετατρέπεται σε κίτρινο. Η ένταση του αποχρωματισμού εξαρτάται στοιχειομετρικά από τον αριθμό των δεσμευόμενων ηλεκτρονίων.

Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε, για τον προσδιορισμό της αντιοξειδωτικής ενεργότητας των γιουρτιών, ήταν σύμφωνη με τα πρωτόκολλα που αναφέρονται στους Unal & Akalin (2012a), με κάποιες τροποποιήσεις. Συγκεκριμένα, η μέθοδος που εφαρμόστηκε παρουσιάζεται αναλυτικά στη μεταπτυχιακή ερευνητική μελέτη της Ιωάννου Β. (2014).

### **5.6.2 Μέθοδος της ικανότητας χήλωσης του $Fe^{2+}$ ( $Fe^{2+}$ chelating activity, $Fe^{2+}$ -CA)**

Η μέθοδος της μέτρησης της χηλωτικής ικανότητας του  $Fe^{2+}$  χρησιμοποιεί τη φεροζίνη ως χηλωτικό του  $Fe^{2+}$  με αποτέλεσμα τη δημιουργία έγχρωμου συμπλόκου. Εάν στα δείγματα υπάρχει ικανότητα δέσμευσης του  $Fe^{2+}$  η ένταση του παραγόμενου χρώματος στα 562 nm (A562) μειώνεται.

Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε ήταν σύμφωνη με τα πρωτόκολλα που αναφέρονται στους Unal & Akalin (2012a), με κάποιες τροποποιήσεις. Η μέθοδος που εφαρμόστηκε παρουσιάζεται αναλυτικά στη μεταπτυχιακή ερευνητική μελέτη της Ιωάννου Β. (2014). Ο χρόνος επώασης των δειγμάτων ήταν τα 60min.

### 5.6.3 Μέθοδος της δεσμευτικής ικανότητα υπεροξειδίων (superoxide scavenging activity, SO-SA).

Η συγκεκριμένη δοκιμή βασίζεται στη δημιουργία υπεροξειδίων *in vitro* μέσω της αντίδρασης του phenazin methosulfate (PMS) και του nicotinamide adenine dinucleotide (NADH). Η αντίδραση αυτή παράγει ρίζες υπεροξειδίων  $O_2^{\bullet-}$ , παρουσία της χρωστικής nitroblue tetrazolium (NBT). Οι  $O_2^{\bullet-}$  ανάγουν την χρωστική NBT (η οποία έχει κίτρινο χρώμα) σε formazan, η οποία έχει χρώμα μπλε-ιώδες. Όταν υπάρχουν αντιοξειδωτικά στο μίγμα των αντιδρώντων, αυτά δεσμεύουν τις  $O_2^{\bullet-}$  και με τον τρόπο αυτό παρεμποδίζεται η αναγωγή της NBT και το χρώμα παραμένει κίτρινο. Ο προσδιορισμός γίνεται με μέτρηση της απορρόφησης του μίγματος αντιδρώντων στα 560 nm (A560) και η παρουσία αντιοξειδωτικών στο δείγμα αναμένεται να μειώνει την απορρόφηση.

Η δεσμευτική ικανότητα υπεροξειδίων των δειγμάτων προσδιορίστηκε σύμφωνα με τη μέθοδο που αναφέρεται από τους Gurta et al. (2009), με κάποιες τροποποιήσεις.

Για την εφαρμογή της μεθόδου χρησιμοποιήθηκαν τα εξής:

- διάλυμα 234  $\mu$ M NADH σε ρυθμιστικό διάλυμα 16 mM Tris-HCl, pH 8,0
- διάλυμα 150  $\mu$ M nitroblue tetrazolim (NBT), σε ρυθμιστικό διάλυμα 16 mM Tris-HCl, pH 8,0
- διάλυμα 30  $\mu$ M phenazin methosulfate (PMS,) σε ρυθμιστικό διάλυμα 16 mM Tris-HCl, pH 8,0
- φίλτρο σύριγγος 0,45  $\mu$ m (PVDF, Whatman)
- διάλυμα πρότυπου αντιοξειδωτικού Trolox, 0,25 mg/ml σε μίγμα μεθανόλης/νερού 80:20

Η δοκιμή πραγματοποιήθηκε σε μικροπλακίδια των 96 θέσεων. Το δείγμα (10ml) αραιωνόταν σε υπερκάθαρο νερό (0,2g/ml), γινόταν φυγοκέντρηση στα 9500 rpm για 10 min, σε θερμοκρασία δωματίου, και το υπερκείμενο διηθείτο με φίλτρο 40 Whatman. Στη συνέχεια, 50  $\mu$ l από το υπερκείμενο + 60 $\mu$ l διαλύματος NADH + 60 $\mu$ l διαλύματος NBT+ 60 $\mu$ l διαλύματος PMS, τοποθετούνταν με τη σειρά σε κάθε θέση του πλακιδίου και ο προσδιορισμός της απορρόφησης γινόταν στα 560 nm (έπειτα από επώαση των δειγμάτων για 10 min) σε φωτόμετρο ELISA (TECAN Sunrise). Η μέτρηση της A560 ξεκινούσε αμέσως μετά την προσθήκη του PMS. Από την επεξεργασία των αποτελεσμάτων προέκυψε ότι η αντίδραση αναπτύσσεται μέχρι τα 10 min. Για τον λευκό προσδιορισμό χρησιμοποιήθηκε στη θέση του δείγματος νερό. Οι υπολογισμοί έγιναν με βάση τον τύπο:

$$\%SO-SA = [(A560 \text{ λευκού} - A560 \text{ δείγματος}) / A560 \text{ λευκού}] \times 100$$

## 5.7 Αξιολόγηση χρώματος

Η εξέταση του κάθε δείγματος πραγματοποιήθηκε εις διπλούν, σε θερμοκρασία 10°C, για όλες τις χρονικές περιόδους της δειγματοληψίας. Το όργανο που χρησιμοποιήθηκε για τον προσδιορισμό του χρώματος των δειγμάτων είναι το MINOLTA CR300. Σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή, έγινε, σε πρώτο στάδιο, η βαθμονόμηση του οργάνου με τη χρήση άσπρου πλακιδίου. Στη συνέχεια, προσδιορίστηκαν η φωτεινότητα (τιμή L:Lightness), σε κλίμακα μέχρι το 100, η απόχρωση μεταξύ πράσινου και κόκκινου (απόχρωση a), σε κλίμακα από -80 μέχρι +100, καθώς και η απόχρωση μεταξύ γαλάζιου και κίτρινου (απόχρωση b), σε κλίμακα -80 μέχρι +70.

## 5.8 Οργανοληπτική αξιολόγηση

Τα γιαούρτια αξιολογήθηκαν ως προς πέντε ομάδες οργανοληπτικών χαρακτηριστικών και η αξιολόγηση πραγματοποιήθηκε την 7<sup>η</sup> και την 28<sup>η</sup> ημέρα μετά από την παρασκευή τους, από εξαμελή ομάδα έμπειρων δοκιμαστών. Οι ομάδες με τα επιμέρους χαρακτηριστικά που αξιολογήθηκαν ήταν οι εξής:

- η γεύση: αξιολογήθηκε η ύπαρξη γεύσεων όπως **γλυκό**, **πικρό** και **ξινό**, σε κλίμακα που κυμαινόταν από το 1 (απουσία) έως και το 5 (έντονη παρουσία).
- η εμφάνιση του προϊόντος και η όψη της επιφάνειας: αξιολογήθηκε η **ετερογένεια της επιφάνειας** σε κλίμακα από το 0 (ομοιογενής) έως και το 4 (έντονα ετερογενής, με στερεά και υγρά μέρη).
- η δομή στο κουτάλι πριν την ανάδευση του προϊόντος: αξιολογήθηκαν δύο χαρακτηριστικά, το **ζελάρισμα** και η **σκληρότητα**, σε κλίμακα από το 0 έως και το 8 (0= καμία αντίσταση, αραιό προϊόν και 8= δυνατή αντίσταση, πηκτό προϊόν).
- η δοκιμή στο στόμα πριν από την ανάδευση του προϊόντος: αξιολογήθηκαν η **σφιχτότητα**, το **κολλώδες**, η **ρευστότητα** και το **πουδρέ**, σε κλίμακα από το 0 έως και το 6. Όσο πιο έντονο ήταν το κάθε χαρακτηριστικό τόσο αυξανόταν η κλίμακα π.χ. όσον αφορά στη σφιχτότητα της δομής του προϊόντος το 1 αντιστοιχούσε σε προϊόν καθόλου σφιχτό και το 6 σε πολύ σφιχτό.

- η δοκιμή στο στόμα μετά από την ανάδευση του προϊόντος: αξιολογήθηκαν το **ινώδες** και η **σπαστή δομή**, σε κλίμακα από το 0 έως και το 5 και από το 0 έως και το 6 αντίστοιχα. Όσον αφορά στο ινώδες η αξιολόγηση με 0 είχε την έννοια ότι δεν υπήρχε ροή του προϊόντος στο κουτάλι και με 5 ότι εμφάνιζε μεγάλη ροή (σα «σχοινί»). Το χαρακτηριστικό της σπαστής δομής αξιολογήθηκε με 0=καθόλου κομμάτια (<5cm) έως και 6=δομή που αποτελείται αποκλειστικά από κομμάτια.

### **5.9 Στατιστική επεξεργασία αποτελεσμάτων**

Η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων έγινε με το λογισμικό Statgraphics (Centurion v, xv, Manugintics, Inc., Rockville, Maryland 20852, USA). Ελέγχθηκε η επίδραση των παραγόντων του πειράματος με τη μέθοδο ανάλυσης της παραλλακτικότητας (Analysis of Variance, ANOVA) και θεωρήθηκε στατιστικά σημαντικά όταν η τιμή του P του F-test ήταν <0,05 (P<0,05). Οι διαφορές μεταξύ των μέσων όρων εξετάστηκαν με τη μέθοδο Duncan σε επίπεδο σημαντικότητας 95%.



## 6. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ

### 6.1 Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά

#### 6.1.1 Χημική σύσταση

Στον Πίνακα 6.1 καταγράφεται η % περιεκτικότητα των γιαουρτιών σε λίπος, πρωτεΐνη, λακτόζη, ολικά στερεά και τέφρα. Τα γιαούρτια διέφεραν σημαντικά ως προς την πρωτεΐνη και τα ολικά στερεά ( $P < 0,05$ ). Η περιεκτικότητα του δείγματος GW76D-1,5% σε πρωτεΐνη και σε ολικά στερεά ήταν υψηλότερη σε σύγκριση με τα άλλα δείγματα, γεγονός, όμως, που αναμενόταν λόγω της αρχικής προσθήκης σκόνης πρωτεϊνών του ορού σε μεγαλύτερο ποσοστό.

**Πίνακας 6.1:** Χημική σύσταση (%) γίδινης γιαούρτης χωρίς προσθήκη WPC (GW-0%), με προσθήκη WPC αγελαδινής προέλευσης σε ποσοστό 0.5% (GW76D-0.5%) και 1.5% (GW76D-1.5%) και με προσθήκη WPC αιγοπρόβειας προέλευσης σε ποσοστό 0.5% (GW80-0.5%), (μέσοι όροι τεσσάρων επαναλήψεων  $\pm$  τυπ. αποκλίσεις).

Χαρακτ/κό	GW-0%	GW76D-0,5%	GW76D-1,5%	GW80-0,5%
Λίπος	4,38 $\pm$ 0,22	4,23 $\pm$ 0,25	4,35 $\pm$ 0,21	4,40 $\pm$ 0,17
Πρωτεΐνη	3,23 $\pm$ 0,16 <sup>a*</sup>	3,45 $\pm$ 0,10 <sup>b</sup>	<b>4,25 <math>\pm</math> 0,10<sup>c</sup></b>	3,39 $\pm$ 0,09 <sup>a,b</sup>
Λακτόζη	3,95 $\pm$ 0,38	3,89 $\pm$ 0,39	3,99 $\pm$ 0,38	3,64 $\pm$ 0,26
Ολικά στερεά	12,35 $\pm$ 0,49 <sup>a</sup>	12,38 $\pm$ 0,43 <sup>a</sup>	<b>13,43 <math>\pm</math> 0,45<sup>b</sup></b>	12,26 $\pm$ 0,34 <sup>a</sup>
Τέφρα	0,80 $\pm$ 0,02	0,81 $\pm$ 0,01	0,83 $\pm$ 0,02	0,80 $\pm$ 0,03

\*Οι μέσοι όροι με διαφορετικούς εκθέτες στην ίδια σειρά διαφέρουν μεταξύ τους σημαντικά ( $P < 0,05$ )

**Πίνακας 6.2:** Περιεκτικότητα σε άλατα (mg/100g) γίδινης γιαούρτης χωρίς προσθήκη WPC (GW-0%), με προσθήκη WPC αγελαδινής προέλευσης σε ποσοστό 0.5% (GW76D-0.5%) και 1.5% (GW76D-1.5%) και με προσθήκη WPC αιγοπρόβειας προέλευσης σε ποσοστό 0.5% (GW80-0.5%), (μέσοι όροι τεσσάρων επαναλήψεων  $\pm$  τυπ. αποκλίσεις).

Συστατικό	GW-0%	GW76D-0,5%	GW76D-1,5%	GW80-0,5%
Ασβέστιο	135,42 $\pm$ 7,53 <sup>a*</sup>	<b>145,99 <math>\pm</math> 0,78<sup>b</sup></b>	142,72 $\pm$ 3,87 <sup>a,b</sup>	142,25 $\pm$ 2,62 <sup>a,b</sup>
Μαγνήσιο	17,09 $\pm$ 1,48	18,89 $\pm$ 0,98	18,81 $\pm$ 0,92	18,33 $\pm$ 1,16
Κάλιο	178,64 $\pm$ 1,65 <sup>a</sup>	154,72 $\pm$ 4,38 <sup>b</sup>	169,84 $\pm$ 5,93 <sup>a</sup>	<b>183,03 <math>\pm</math> 7,79<sup>a</sup></b>
Νάτριο	69,60 $\pm$ 4,22 <sup>a</sup>	76,52 $\pm$ 5,88 <sup>a</sup>	<b>88,07 <math>\pm</math> 7,82<sup>b</sup></b>	70,76 $\pm$ 4,73 <sup>a</sup>
Φώσφορος	116,96 $\pm$ 10,63	110,69 $\pm$ 2,35	109,3 $\pm$ 5,58	107,96 $\pm$ 6,89

\*Οι μέσοι όροι με διαφορετικούς εκθέτες στην ίδια σειρά διαφέρουν μεταξύ τους σημαντικά ( $P < 0,05$ ).

Στον Πίνακα 6.2 καταγράφεται η περιεκτικότητα των δειγμάτων σε ασβέστιο, μαγνήσιο, κάλιο, νάτριο και φώσφορο. Τα δείγματα διέφεραν σημαντικά ως προς την περιεκτικότητά τους σε ασβέστιο, κάλιο και νάτριο ( $P < 0.05$ ).

### 6.1.2 Το pH και η οξύτητα

Η οξύτητα και το pH επηρεάζουν την υφή του γιαουρτιού. Η μεγάλη οξύτητα βοηθά τη συναίρεση με αποτέλεσμα το διαχωρισμό ορού στο γιαούρτι. Το pH του γιαουρτιού πρέπει να είναι 4,5-4,6 (Καμινारीδης, 2013).

**Πίνακας 6.3:** Το pH και η οξύτητα των δειγμάτων κατά τη διάρκεια των 28 ημερών (μέσοι όροι τεσσάρων επαναλήψεων  $\pm$  τυπ. αποκλίσεις).

Ημέρες μετά την παρασκευή	Γιαούρτια	pH	Οξύτητα
1	GW-0%	4,54 $\pm$ 0,03 <sup>a*</sup>	68,00 $\pm$ 1,63 <sup>a</sup>
	GW76D-0,5%	4,55 $\pm$ 0,07 <sup>a</sup>	72,00 $\pm$ 2,00 <sup>a,b</sup>
	GW76D-1,5%	4,56 $\pm$ 0,03 <sup>a</sup>	<b>76,00 <math>\pm</math> 3,65<sup>b,c</sup></b>
	GW80-0,5%	4,58 $\pm$ 0,04 <sup>a</sup>	70,50 $\pm$ 3,11 <sup>a,b</sup>
7	GW-0%	4,25 $\pm$ 0,08 <sup>b,c</sup>	81,25 $\pm$ 2,50 <sup>c,d</sup>
	GW76D-0,5%	4,33 $\pm$ 0,07 <sup>b</sup>	83,67 $\pm$ 4,16 <sup>d,e</sup>
	GW76D-1,5%	4,29 $\pm$ 0,07 <sup>b</sup>	<b>90,75 <math>\pm</math> 1,50<sup>e,f</sup></b>
	GW80-0,5%	4,31 $\pm$ 0,03 <sup>b</sup>	83,75 $\pm$ 2,36 <sup>d,e</sup>
14	GW-0%	4,16 $\pm$ 0,06 <sup>c,d,e</sup>	89,50 $\pm$ 4,12 <sup>e,f</sup>
	GW76D-0,5%	4,16 $\pm$ 0,02 <sup>c,d,e</sup>	91,67 $\pm$ 3,51 <sup>f</sup>
	GW76D-1,5%	4,12 $\pm$ 0,07 <sup>d,e</sup>	<b>103,75 <math>\pm</math> 5,38<sup>g</sup></b>
	GW80-0,5%	4,19 $\pm$ 0,04 <sup>c,d</sup>	90,75 $\pm$ 5,62 <sup>e,f</sup>
21	GW-0%	4,11 $\pm$ 0,06 <sup>d,e</sup>	89,25 $\pm$ 4,72 <sup>e,f</sup>
	GW76D-0,5%	4,15 $\pm$ 0,03 <sup>d,e</sup>	90,67 $\pm$ 1,15 <sup>e,f</sup>
	GW76D-1,5%	4,11 $\pm$ 0,06 <sup>d,e</sup>	<b>104,50 <math>\pm</math> 8,06<sup>g</sup></b>
	GW80-0,5%	4,17 $\pm$ 0,04 <sup>c,d,e</sup>	89,00 $\pm$ 2,45 <sup>e,f</sup>
28	GW-0%	4,10 $\pm$ 0,06 <sup>d,e</sup>	90,00 $\pm$ 3,37 <sup>e,f</sup>
	GW76D-0,5%	4,13 $\pm$ 0,02 <sup>d,e</sup>	93,33 $\pm$ 5,86 <sup>f</sup>
	GW76D-1,5%	4,09 $\pm$ 0,07 <sup>e</sup>	<b>105,50 <math>\pm</math> 7,90<sup>g</sup></b>
	GW80-0,5%	4,16 $\pm$ 0,06 <sup>c,d,e</sup>	93,00 $\pm$ 4,24 <sup>f</sup>

\*Οι μέσοι όροι με διαφορετικούς εκθέτες στην ίδια στήλη διαφέρουν μεταξύ τους σημαντικά ( $P < 0.05$ ).

Στον Πίνακα 6.3 καταγράφονται οι τιμές του pH και της οξύτητας την 1<sup>η</sup>, 7<sup>η</sup>, 14<sup>η</sup>, 21<sup>η</sup> και 28<sup>η</sup> ημέρα από την παρασκευή τους. Τα γιαούρτια δε διέφεραν μεταξύ τους σημαντικά ως προς το pH ( $P > 0,05$ ) ωστόσο διέφεραν ως προς την οξύτητα ( $P < 0,05$ ). Παρατηρείται, επίσης, ότι το pH και η οξύτητα διέφεραν σημαντικά ( $P < 0,05$ ) και στα τέσσερα δείγματα μεταξύ της 1<sup>ης</sup> ημέρας διατήρησης και των υπολοίπων ημερών. Το γεγονός αυτό επιβεβαιώνεται και από τα αποτελέσματα του Πίνακα 6.5. Οι ημέρες της διατήρησης των δειγμάτων επιδρούν σημαντικά στη μεταβολή του pH και της οξύτητας ενώ ο τύπος του δείγματος επιδρά σημαντικά μόνο στη μεταβολή της οξύτητας.

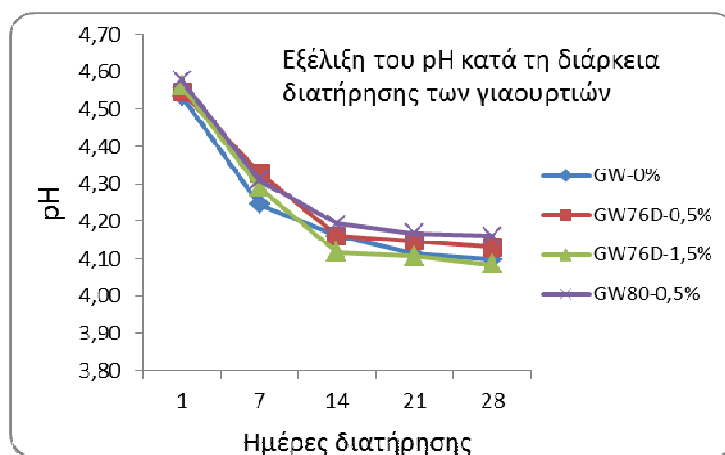
**Πίνακας 6.5:** Πιθανότητες (P-values) που υπολογίσθηκαν από την ανάλυση της παραλλακτικότητας (ANOVA) των μεταβλητών της οξίνισης και της μικροβιακής σύστασης ως προς την επίδραση των παραγόντων 'τύπος γιαούρτης' και 'ημέρες διατήρησης'. \*Στατιστικά σημαντική επίδραση.

Παράγοντας	Χαρακτηριστικά οξίνισης		Μικροβιολογικά χαρακτηριστικά	
	pH	οξύτητα	Οξυγαλακτικοί κόκκοι	Οξυγαλακτικοί βάκιλοι
Τύπος γιαούρτης	0,0092	0,0000*	0,5880	0,0526
Ημέρες διατήρησης	0,0000*	0,0000*	0,3841	0,5999

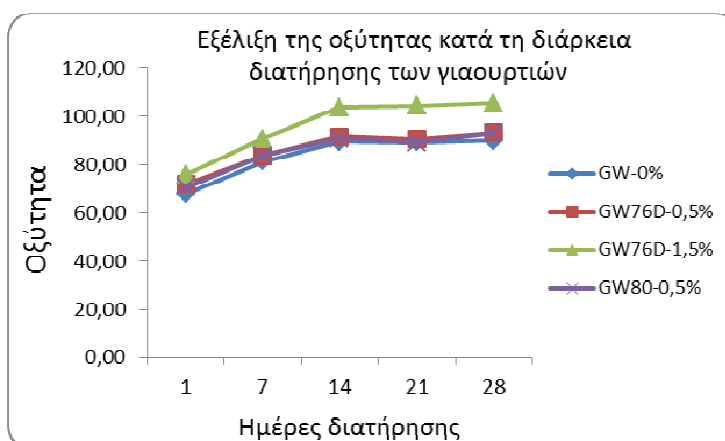
Η συνεχής μείωση του pH και η παράλληλη αύξηση της οξύτητας παρατηρούνται καθ' όλη τη διάρκεια των 28 ημερών για όλα τα δείγματα, με τη μεγαλύτερη πτώση και αύξηση αντίστοιχα να σημειώνονται μεταξύ της 1<sup>ης</sup> και 7<sup>ης</sup> ημέρας. Το γιαούρτι GW76D-1,5% παρουσίασε την υψηλότερη οξύτητα σε σύγκριση με τα άλλα δείγματα, σε όλη τη διάρκεια της διατήρησής τους, γεγονός που οφείλεται στη μεγαλύτερη περιεκτικότητά του σε πρωτεΐνη.

Θα πρέπει, επίσης, να αναφερθεί ότι οι χαμηλές τιμές του pH που μετρήθηκαν στα γιαούρτια οφείλονται σύμφωνα με τους Unai και Akalin (2013) στη ρυθμιστική ικανότητα των δειγμάτων. Συγκεκριμένα, οι συγγραφείς αναφέρουν ότι οι καζεΐνες συμβάλλουν στη ρυθμιστική ικανότητα του γάλακτος σε ποσοστό 36% ενώ το αντίστοιχο ποσοστό για τις πρωτεΐνες του ορού είναι μόλις 5,4%. Επομένως, καθώς ο λόγος καζεΐνες/πρωτεΐνες του

ορού μειώνεται (με την προσθήκη του WPC) μειώνεται και η ρυθμιστική ικανότητα του προϊόντος (Akalın et al., 2012). Στη μελέτη των Unal και Akalın (2013) με γιαούρτια τύπου set εμπλουτισμένα με σκόνη άπαχου γάλακτος, καζεϊνικό νάτριο-ασβέστιο ή συμπύκνωμα πρωτεϊνών του ορού, τα δείγματα που εμφάνισαν τις χαμηλότερες τιμές pH ήταν αυτά στα οποία είχε προστεθεί WPC.



Εικόνα 6.1: Η εξέλιξη του pH κατά τη διάρκεια διατήρησης των γιαουρτιών.

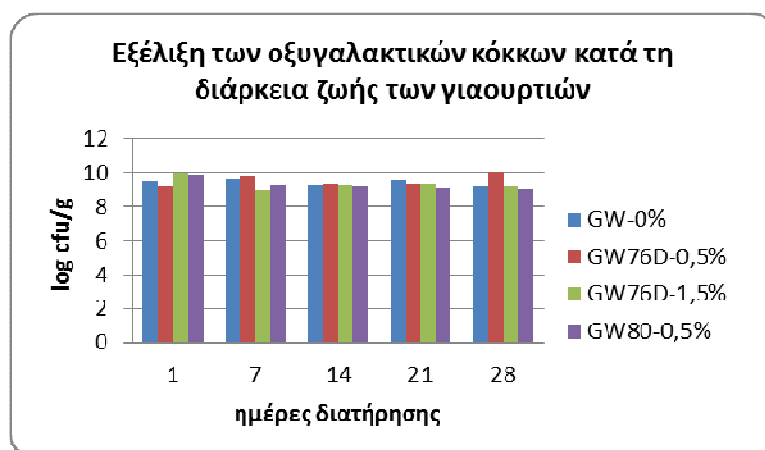


Εικόνα 6.2: Η εξέλιξη της οξύτητας κατά τη διάρκεια διατήρησης των γιαουρτιών.

## 6.2 Μικροβιακή σύσταση

Τα αποτελέσματα από τις μικροβιολογικές αναλύσεις παρουσιάζονται στον Πίνακα 6.4 και παρατηρείται ότι οι χαρακτηριστικοί μικροοργανισμοί της γιαούρτης, *Streptococcus thermophilus* και *Lactobacillus bulgaricus*, αναπτύχθηκαν σε όλα τα γιαούρτια. Συγκεκριμένα, ο πληθυσμός των οξυγαλακτικών κόκκων ήταν ιδιαίτερα υψηλός καθ' όλη τη διάρκεια της διατήρησής τους, ακόμη και την 28<sup>η</sup> ημέρα, και ήταν περίπου  $1 \times 10^9$  cfu/g. Αντίθετα, ο πληθυσμός των γαλακτικών βακίλων διατηρήθηκε σε χαμηλά επίπεδα από την 1<sup>η</sup> έως και την 28<sup>η</sup> ημέρα, για όλα τα δείγματα και ήταν περίπου  $1 \times 10^4$  cfu/g.

Σε μελέτη των Unal και Akalin (2013) με γιαούρτια τύπου set στα οποία είχε προστεθεί συμπύκνωμα πρωτεϊνών του ορού σε ποσοστό 2% και 4%, οι πληθυσμοί των *Streptococcus thermophilus* και *Lactobacillus bulgaricus* κατά τη διάρκεια των 28 ημερών ήταν περίπου  $10^8$  και  $10^7$  αντίστοιχα. Σύμφωνα, επίσης, με τους Karam et al. (2013), η προσθήκη του WPC στο προϊόν φαίνεται ότι διατηρεί την παρουσία των δύο χαρακτηριστικών οξυγαλακτικών βακτηρίων της καλλιέργειας εκκίνησης. Ωστόσο, ο πληθυσμός του *Streptococcus thermophilus* επικρατεί έναντι του *Lactobacillus bulgaricus*.

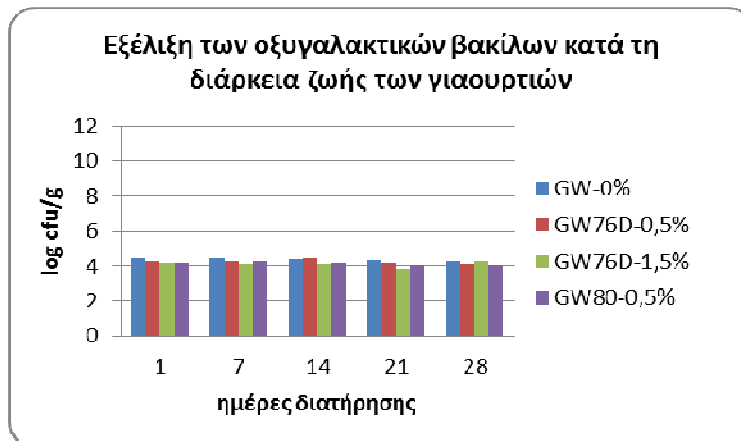


Εικόνα 6.3: Η εξέλιξη του πληθυσμού των οξυγαλακτικών κόκκων.

**Πίνακας 6.4:** Οι πληθυσμοί του *Streptococcus thermophilus* και του *Lactobacillus bulgaricus* (Logcfu.g-1) κατά τη διάρκεια των 28 ημερών (μέσοι όροι τεσσάρων επαναλήψεων ± τυπ. αποκλίσεις).

ημέρες από την παρασκευή	γιαούρτια	<i>Streptococcus thermophilus</i>	<i>Lactobacillus bulgaricus</i>
<b>1</b>	<b>GW-0%</b>	9,48 ± 0,15 <sup>a,b,c*</sup>	4,47 ± 0,21
	<b>GW76D-0,5%</b>	9,20 ± 0,01 <sup>a,b,c</sup>	4,30 ± 0,20
	<b>GW76D-1,5%</b>	9,96 ± 0,11 <sup>b,c</sup>	4,15 ± 0,18
	<b>GW80-0,5%</b>	9,88 ± 0,41 <sup>a,b,c</sup>	4,20 ± 0,24
<b>7</b>	<b>GW-0%</b>	9,65 ± 0,37 <sup>a,b,c</sup>	5,03 ± 1,12
	<b>GW76D-0,5%</b>	9,85 ± 0,83 <sup>a,b,c</sup>	4,27 ± 0,12
	<b>GW76D-1,5%</b>	8,98 ± 0,05 <sup>a</sup>	4,07 ± 0,16
	<b>GW80-0,5%</b>	9,25 ± 0,16 <sup>a,b,c</sup>	4,26 ± 0,38
<b>14</b>	<b>GW-0%</b>	9,26 ± 0,21 <sup>a,b,c</sup>	4,41 ± 0,12
	<b>GW76D-0,5%</b>	9,34 ± 0,03 <sup>a,b,c</sup>	4,47 ± 0,22
	<b>GW76D-1,5%</b>	9,23 ± 0,09 <sup>a,b,c</sup>	4,09 ± 0,20
	<b>GW80-0,5%</b>	9,23 ± 0,30 <sup>a,b,c</sup>	4,24 ± 0,23
<b>21</b>	<b>GW-0%</b>	9,60 ± 0,69 <sup>a,b,c</sup>	4,38 ± 0,36
	<b>GW76D-0,5%</b>	9,31 ± 0,29 <sup>a,b,c</sup>	4,18 ± 0,47
	<b>GW76D-1,5%</b>	9,31 ± 0,25 <sup>a,b,c</sup>	3,65 ± 0,38
	<b>GW80-0,5%</b>	9,10 ± 0,19 <sup>a,b,c</sup>	4,01 ± 1,02
<b>28</b>	<b>GW-0%</b>	9,19 ± 0,01 <sup>a,b,c</sup>	3,72 ± 0,92
	<b>GW76D-0,5%</b>	10,04 ± 1,30 <sup>c</sup>	4,07 ± 0,37
	<b>GW76D-1,5%</b>	9,21 ± 0,27 <sup>a,b,c</sup>	3,92 ± 0,47
	<b>GW80-0,5%</b>	9,06 ± 0,03 <sup>a,b</sup>	4,03 ± 0,47

\*Οι μέσοι όροι με διαφορετικούς εκθέτες στην ίδια στήλη διαφέρουν μεταξύ τους σημαντικά (P<0.05).



**Εικόνα 6.4:** Η εξέλιξη του πληθυσμού των οξυγαλακτικών βακίλων.

Επίσης, πρέπει να αναφερθεί ότι στα γιαούρτια δεν αναπτύχθηκαν, κατά τη διάρκεια της διατήρησής τους, ζύμες ή μύκητες.

### 6.3 Ρεολογικά χαρακτηριστικά

#### 6.3.1 Η ικανότητα συγκράτησης ύδατος

Η ποσότητα του χημικά συνδεδεμένου νερού στο πήγμα είναι μεγαλύτερη όταν αυξάνεται η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη. Αποφεύγεται, με τον τρόπο αυτό, ο διαχωρισμός του ορού που αποτελεί ένα γεγονός μη επιθυμητό κατά το διάστημα της αποθήκευσης (Κεχαγιάς, 2011). Ομοίως, οι Bhullar et al. (2002) αναφέρουν ότι η συναίρεση εξαρτάται, κυρίως, από την ικανότητα συγκράτησης νερού των πρωτεϊνών, γεγονός που σχετίζεται με την περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες καθώς και με τον τύπο τους.

Πράγματι, από τον Πίνακα 6.6, όπου περιέχονται τα αποτελέσματα των μετρήσεων της συγκεκριμένης παραμέτρου, φαίνεται ότι τη μεγαλύτερη ΙΣΥ εμφανίζει το δείγμα GW76D-1,5% (το οποίο έχει την υψηλότερη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη), σε όλο το διάστημα της διατήρησης των δειγμάτων, και τη μικρότερη το GW80-0,5%. Ωστόσο, όλα τα γιαούρτια παρουσίασαν αυξημένη ΙΣΥ, γεγονός που συμφωνεί με τα συμπεράσματα που προέκυψαν από μελέτη των Sodini et al. (2005) καθώς και των Unal και Akalin (2013) οι οποίες αφορούσαν την παρασκευή γιαουρτιών τύπου set από αγελαδινό γάλα με προσθήκη WPC. Σύμφωνα με τους ερευνητές τα εμπλουτισμένα γιαούρτια με WPC παρουσίασαν υψηλότερη ΙΣΥ συγκριτικά με το μάρτυρα γεγονός που απέδωσαν στο υψηλό επίπεδο

δεσμών του πήγματος. Οι Sodini et al. (2005), πρότειναν, επίσης, ότι καθώς ο λόγος πρωτεΐνες του ορού/ καζεΐνες αυξάνεται, βελτιώνεται η ικανότητα του πήγματος της γιαούρτης να δεσμεύει νερό.

**Πίνακας 6.6:** Η ικανότητα συγκράτησης ύδατος των δειγμάτων κατά τη διάρκεια των 28 ημερών (μέσοι όροι τεσσάρων επαναλήψεων  $\pm$  τυπ. αποκλίσεις).

Ημέρες μετά την παρασκευή	Γιαούρτια	ΙΣΥ
<b>1</b>	<b>GW-0%</b>	46,08 $\pm$ 3,12 <sup>a*</sup>
	<b>GW76D-0,5%</b>	50,75 $\pm$ 4,45 <sup>a,b,c,d</sup>
	<b>GW76D-1,5%</b>	<b>55,31 <math>\pm</math> 4,33<sup>c,d</sup></b>
	<b>GW80-0,5%</b>	44,91 $\pm$ 7,61 <sup>a</sup>
<b>7</b>	<b>GW-0%</b>	48,57 $\pm$ 1,37 <sup>a,b,c</sup>
	<b>GW76D-0,5%</b>	51,86 $\pm$ 3,47 <sup>a,b,c,d</sup>
	<b>GW76D-1,5%</b>	<b>54,71 <math>\pm</math> 5,82<sup>b,c,d</sup></b>
	<b>GW80-0,5%</b>	46,68 $\pm$ 6,48 <sup>a,b</sup>
<b>14</b>	<b>GW-0%</b>	47,93 $\pm$ 2,64 <sup>a,b,c</sup>
	<b>GW76D-0,5%</b>	51,87 $\pm$ 3,15 <sup>a,b,c,d</sup>
	<b>GW76D-1,5%</b>	<b>55,34 <math>\pm</math> 6,07<sup>c,d</sup></b>
	<b>GW80-0,5%</b>	47,02 $\pm$ 4,59 <sup>a,b</sup>
<b>21</b>	<b>GW-0%</b>	48,16 $\pm$ 3,20 <sup>a,b,c</sup>
	<b>GW76D-0,5%</b>	50,94 $\pm$ 2,88 <sup>a,b,c,d</sup>
	<b>GW76D-1,5%</b>	<b>57,47 <math>\pm</math> 3,64<sup>d</sup></b>
	<b>GW80-0,5%</b>	49,64 $\pm$ 5,09 <sup>a,b,c,d</sup>
<b>28</b>	<b>GW-0%</b>	47,93 $\pm$ 4,36 <sup>a,b,c</sup>
	<b>GW76D-0,5%</b>	51,90 $\pm$ 3,37 <sup>a,b,c,d</sup>
	<b>GW76D-1,5%</b>	<b>57,49 <math>\pm</math> 3,61<sup>d</sup></b>
	<b>GW80-0,5%</b>	47,76 $\pm$ 5,84 <sup>a,b,c</sup>

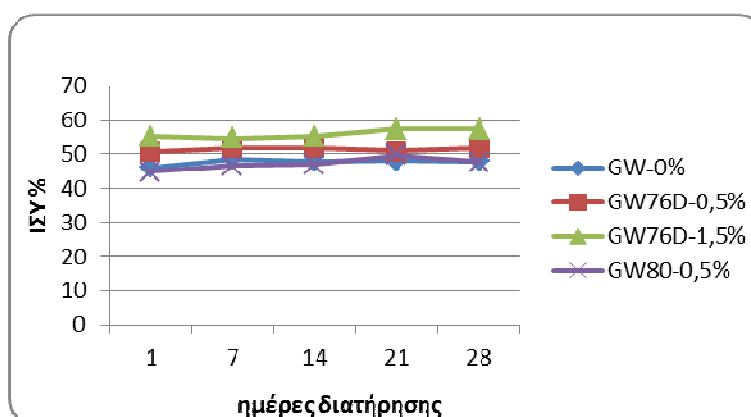
\*Οι μέσοι όροι με διαφορετικούς εκθέτες στην ίδια στήλη διαφέρουν μεταξύ τους σημαντικά (P<0.05).



Οι Remeuf et al. (2003) αναφέρουν ότι η υψηλή ΙΣΥ των δειγμάτων που έχουν εμπλουτισθεί με συμπυκνώματα πρωτεϊνών του ορού σχετίζεται πιθανότατα με την υψηλότερη διαλυτότητα του καζεϊνικού συστήματος και την πιο έντονα διακλαδισμένη μικροδομή της γιαούρτης, στοιχεία που καθιστούν το προϊόν λιγότερο ευαίσθητο στο να αποβάλλει νερό όταν υπόκειται σε φυγόκεντρες δυνάμεις.

Η υψηλή ικανότητα συγκράτησης ύδατος της γιαούρτης από γίδινο γάλα επιβεβαιώνεται και από τη μελέτη των Μοσχοπούλου κ.α. (2014), στην οποία μεταξύ των γιαουρτιών τύπου set που είχαν παρασκευασθεί από πρόβειο, αγελαδινό και γίδινο γάλα, το γίδινο γιαούρτι εμφάνισε τη μεγαλύτερη τιμή του συγκεκριμένου ρεολογικού χαρακτηριστικού.

Πρέπει, επίσης, να αναφερθεί ότι τα γιαούρτια διέφεραν μεταξύ τους σημαντικά ( $P < 0,05$ ) ως προς το συγκεκριμένο ρεολογικό χαρακτηριστικό αλλά και το καθένα ξεχωριστά μεταξύ της 1<sup>ης</sup> και των υπολοίπων ημερών διατήρησης ( $P < 0,05$ ).



Εικόνα 6.5: Η ικανότητα συγκράτησης ύδατος των γιαουρτιών.

### 6.3.2 Το ιώδες

Στον Πίνακα 6.7 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από τη μέτρηση του ιώδους των γιαουρτιών και της σκληρότητάς τους (με την πρώτη μέθοδο). Όσον αφορά το ιώδες, παρατηρούμε ότι και τα τρία γιαούρτια στα οποία προστέθηκαν συμπυκνώματα πρωτεϊνών του ορού, χαρακτηρίζονται από υψηλότερες τιμές σε σύγκριση με το δείγμα GW-0%. Ωστόσο, το δείγμα GW76D-1,5% εμφάνισε το μεγαλύτερο ιώδες με συνεχώς αυξανόμενο ρυθμό έως τη 14<sup>η</sup> ημέρα. Στα ίδια συμπεράσματα έχουν οδηγήσει και άλλες μελέτες

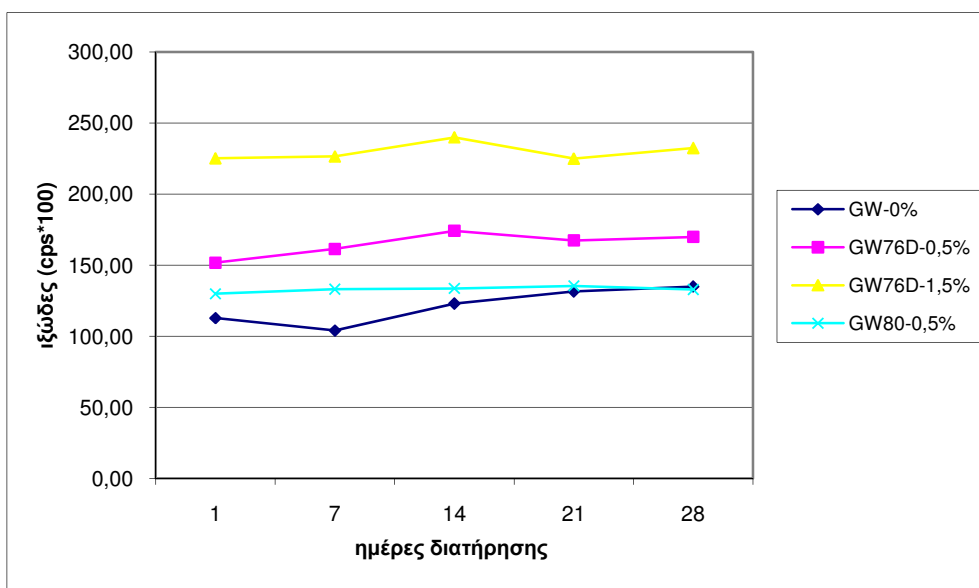
(Bhullar et al., 2002; Martin-Diana et al., 2003; Akalin et al., 2008) στις οποίες τα γιαούρτια που είχαν εμπλουτισθεί με WPC εμφάνισαν μεγαλύτερο ιξώδες συγκριτικά με το μάρτυρα.

Σύμφωνα με τους ερευνητές, η υψηλότερη περιεκτικότητα των δειγμάτων σε πρωτεΐνες του ορού και η μετουσίωση που αυτές υφίστανται κατά τη θερμική επεξεργασία, επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό το ιξώδες μέσω της αυξημένης ικανότητας των πρωτεϊνών να συνδέονται μεταξύ τους.

**Πίνακας 6.7:** Οι τιμές του ιξώδους και της σκληρότητας (1<sup>η</sup> μέθοδος μέτρησης) των γιαουρτιών κατά τη διάρκεια των 28 ημερών.

Ημέρες μετά την παρασκευή	Γιαούρτια	Σκληρότητα	Ιξώδες
<b>1</b>	<b>GW-0%</b>	37,5 ± 0,71 <sup>a*</sup>	112,75 ± 0,35 <sup>a,b</sup>
	<b>GW76D-0,5%</b>	55 ± 1,41 <sup>b,c,d</sup>	151,75 ± 23,69 <sup>a,b,c,d</sup>
	<b>GW76D-1,5%</b>	<b>73 ± 11,31<sup>e,f</sup></b>	<b>225,25 ± 45,61<sup>e</sup></b>
	<b>GW80-0,5%</b>	41 ± 4,36 <sup>a,b</sup>	130 ± 14,14 <sup>a,b,c,d</sup>
<b>7</b>	<b>GW-0%</b>	40,5 ± 4,95 <sup>a,b</sup>	104 ± 8,49 <sup>a</sup>
	<b>GW76D-0,5%</b>	56 ± 1,41 <sup>b,c,d</sup>	161,5 ± 2,12 <sup>b,c,d</sup>
	<b>GW76D-1,5%</b>	<b>78 ± 11,31<sup>e,f</sup></b>	<b>226,5 ± 26,16<sup>e</sup></b>
	<b>GW80-0,5%</b>	43,5 ± 0,71 <sup>a,b</sup>	133,25 ± 4,60 <sup>a,b,c,d</sup>
<b>14</b>	<b>GW-0%</b>	44,5 ± 2,12 <sup>a,b,c</sup>	123 ± 4,24 <sup>a,b,c</sup>
	<b>GW76D-0,5%</b>	55 ± 4,24 <sup>b,c,d</sup>	174,25 ± 11,67 <sup>d</sup>
	<b>GW76D-1,5%</b>	<b>77,5 ± 14,8<sup>e,f</sup></b>	<b>240 ± 49,5<sup>e</sup></b>
	<b>GW80-0,5%</b>	45,5 ± 3,54 <sup>a,b,c</sup>	133,75 ± 12,37 <sup>a,b,c,d</sup>
<b>21</b>	<b>GW-0%</b>	47 ± 0 <sup>a,b,c,d</sup>	131,5 ± 10,61 <sup>a,b,c,d</sup>
	<b>GW76D-0,5%</b>	61,5 ± 3,54 <sup>c,d,e</sup>	167,5 ± 10,61 <sup>c,d</sup>
	<b>GW76D-1,5%</b>	<b>77,5 ± 9,19<sup>e,f</sup></b>	<b>225 ± 28,28<sup>e</sup></b>
	<b>GW80-0,5%</b>	46 ± 0 <sup>a,b,c,d</sup>	135,5 ± 0 <sup>a,b,c,d</sup>
<b>28</b>	<b>GW-0%</b>	46 ± 2,83 <sup>a,b,c,d</sup>	135 ± 7,05 <sup>a,b,c,d</sup>
	<b>GW76D-0,5%</b>	63 ± 4,24 <sup>d,e</sup>	170 ± 10,61 <sup>c,d</sup>
	<b>GW76D-1,5%</b>	<b>88 ± 19,8<sup>f</sup></b>	<b>232,5 ± 24,75<sup>e</sup></b>
	<b>GW80-0,5%</b>	46 ± 0 <sup>a,b,c,d</sup>	133 ± 0 <sup>a,b,c,d</sup>

\*Οι μέσοι όροι με διαφορετικούς εκθέτες στην ίδια στήλη διαφέρουν μεταξύ τους σημαντικά (P<0.05).

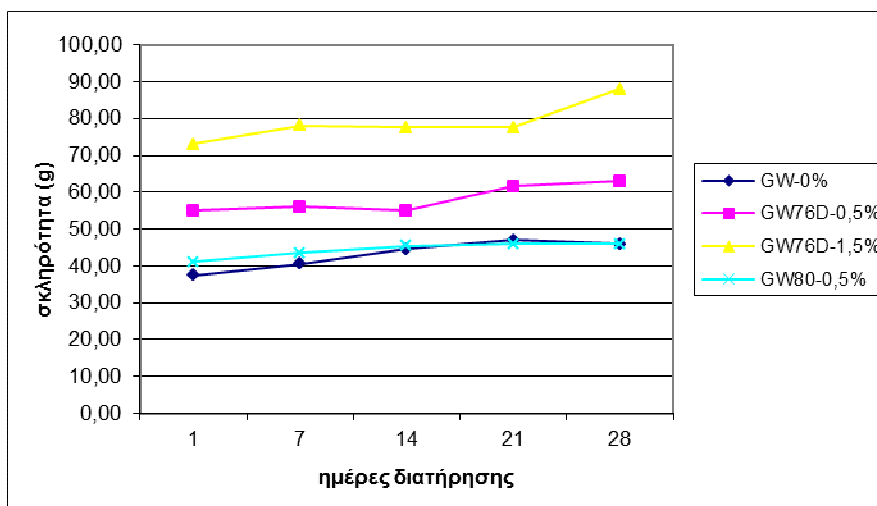


**Εικόνα 6.6:** Η εξέλιξη του ιξώδους των γιαουρτιών.

### 6.3.3 Η σκληρότητα

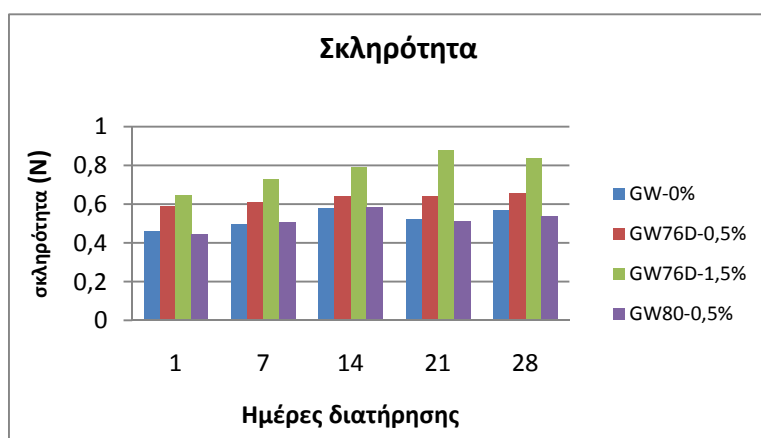
Η σκληρότητα που εμφάνισαν τα γιαούρτια έπειτα από την εφαρμογή δύο διαφορετικών μετρήσεων, παρουσιάζεται στις Εικόνες 6.7 και 6.8. Σύμφωνα, με την πρώτη μέθοδο μέτρησης το δείγμα GW76D-1,5% εμφάνισε μία συνεχή αύξηση στη σκληρότητα μέχρι την 7<sup>η</sup> ημέρα και μία αξιοσημείωτη αύξηση μεταξύ 21<sup>ης</sup> και 28<sup>ης</sup> ημέρας. Στη συγκεκριμένη μέτρηση το γιαούρτι με τις χαμηλότερες τιμές αποτέλεσε ο μάρτυρας. Το γεγονός αυτό είναι σύμφωνο με τα αποτελέσματα και από άλλες ερευνητικές μελέτες. Πιο αναλυτικά, οι Sandoval-Castilla et al. (2004) ανέφεραν υψηλότερες τιμές σκληρότητας σε γιαούρτια μειωμένης λιποπεριεκτικότητας τα οποία είχαν εμπλουτισθεί με WPC σε σύγκριση με το μάρτυρα που είχε, ωστόσο, ίδιο ποσοστό ολικών στερεών με το εμπλουτισμένο δείγμα.

Οι Herrero και Requera (2006), επίσης, παρατήρησαν αύξηση στη σκληρότητα γιαουρτιών από γίδινο γάλα εμπλουτισμένο με WPC (συγκριτικά με το μάρτυρα) και το απέδωσαν στο γεγονός ότι τα συσσωματώματα των πρωτεϊνών διαμορφώνουν τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ των καζεϊνικών μικκυλίων και των μετουσιωμένων πρωτεϊνών του ορού μέσω ενδομοριακών δισουλφιδικών δεσμών.



**Εικόνα 6.7:** Η εξέλιξη της σκληρότητας των γιαουρτιών σε g (1<sup>η</sup> μέθοδος μέτρησης).

Στα ίδια περίπου συμπεράσματα καταλήγουμε και από τη δεύτερη μέθοδο μέτρησης καθώς το γιαούρτι GW76D-1,5% είχε τη μεγαλύτερη σκληρότητα όχι μόνο σε σύγκριση με το μάρτυρα (GW-0%) αλλά και με τα άλλα δείγματα. Ακόμη, το συγκεκριμένο δείγμα παρουσίασε συνεχώς αυξανόμενη σκληρότητα μέχρι την 21<sup>η</sup> ημέρα, ενώ τα υπόλοιπα τρία δείγματα μέχρι τη 14<sup>η</sup> ημέρα. Αξιοσημείωτο είναι, τέλος, το γεγονός ότι η προσθήκη WPC αιγοπρόβειας προέλευσης σε ποσοστό 0,5% δεν επηρέασε τη σκληρότητα η οποία ήταν σχεδόν ίδια με την αντίστοιχη του μάρτυρα.



**Εικόνα 6.8:** Η εξέλιξη της σκληρότητας των γιαουρτιών (2<sup>η</sup> μέθοδος μέτρησης).

Συμπερασματικά, όσον αφορά τα συγκεκριμένα ρεολογικά χαρακτηριστικά, δηλαδή την ικανότητα συγκράτησης ύδατος, τη σκληρότητα και το ιξώδες, θα πρέπει να σημειωθεί ότι σύμφωνα και με τα στοιχεία του Πίνακα 6.8, περισσότερο επηρέασε ο τύπος της γιαούρτης, σε σημαντικό βαθμό ( $P < 0,05$ ), την εξέλιξη τους κατά τη διάρκεια της διατήρησης των 28 ημερών παρά οι ημέρες διατήρησης.

**Πίνακας 6.8:** Πιθανότητες (P-values) που υπολογίσθηκαν από την ανάλυση της παραλλακτικότητας (ANOVA) των ρεολογικών μεταβλητών ως προς την επίδραση των παραγόντων 'τύπος γιαούρτης' και 'ημέρες διατήρησης'. \*Στατιστικά σημαντική επίδραση.

Παράγοντας	Σκληρότητα	Ιξώδες	ΙΣΥ
Τύπος γιαούρτης	0,0000*	0,0000*	0,0000*
Ημέρες διατήρησης	0,0523	0,3871	0,5970

Θα πρέπει, ωστόσο, να αναφερθεί ότι οι τιμές του ιξώδους και της σκληρότητας των γιαουρτιών που μετρήθηκαν στη συγκεκριμένη μελέτη είναι, γενικότερα, χαμηλές σε σύγκριση με γιαούρτια συνεκτικής δομής τα οποία προέρχονται από αγελαδινό ή πρόβειο γάλα. Πράγματι, σε μελέτη των Μοσχοπούλου κ.α. (2014) με γιαούρτια τύπου set από πρόβειο, αγελαδινό και γίδινο γάλα, το γίδινο γιαούρτι παρουσίασε τις μικρότερες τιμές ιξώδους και σκληρότητας. Συγκεκριμένα, οι τιμές του ιξώδους για το πρόβειο γιαούρτι με 2% λιπαρά ξεπέρασαν τα 600cps από την 1<sup>η</sup> κιόλας ημέρα παρασκευής και άγγιξαν τα 800cps στο τέλος της διατήρησής του. Η σκληρότητα, αντίστοιχα, του ίδιου δείγματος παρουσίασε την τιμή των 2N αρχικά και στη συνέχεια ξεπέρασε την τιμή των 2,5N. Αντίθετα, από τις Εικόνες 6.6 και 6.8 που παρουσιάζουν την εξέλιξη τους ιξώδους και της σκληρότητας αντίστοιχα, φαίνεται ότι οι υψηλότερες τιμές του ιξώδους των δειγμάτων δεν έφθασαν ούτε τα 250cps αλλά και ότι οι τιμές της σκληρότητας κυμάνθηκαν από 0,4N έως περίπου 0,8N.

Στο συμπέρασμα ότι το γιαούρτι από γίδινο γάλα εμφανίζει τη μικρότερη τιμή σκληρότητας, κατέληξε και η μελέτη των Kaminarides and Anifantakis (2004), από μέτρηση που πραγματοποιήθηκε στο συγκεκριμένο ρεολογικό χαρακτηριστικό σε γιαούρτια από γίδινο γάλα, από πρόβειο και από ανάμειξη των δύο αυτών ειδών γάλακτος σε διαφορετικές αναλογίες.

Σ' αυτό το σημείο θα πρέπει να αναφερθεί ότι υπάρχουν συγκεκριμένες διαφορές μεταξύ του γίδινου και αγελαδινού γάλακτος οι οποίες είναι βέβαιο ότι επηρεάζουν τις τεχνολογικές τους ιδιότητες. Μία από αυτές τις διαφορές εντοπίζεται στη δομή του καζεϊνικού μικκυλίου και είναι ιδιαίτερα υπολογίσιμη όσον αφορά στη παρασκευή ζυμωμένων προϊόντων γάλακτος (Slačanac et al., 2010).

Πιο συγκεκριμένα, η σύνθεση της καζεΐνης επηρεάζεται και στα τρία είδη γάλακτος (γίδινο, πρόβειο και αγελαδινό) από το γενετικό πολυμορφισμό που εμφανίζουν τα καζεϊνικά κλάσματα. Οι γενετικές παραλλαγές προκύπτουν από την αντικατάσταση ενός ή περισσότερων αμινοξέων στην πεπτιδική αλυσίδα ή από την απαλοιφή ορισμένων τμημάτων της (Καμινναρίδης και Μοάτσου, 2014). Ο πολυμορφισμός που εμφανίζει η καζεΐνη έχει μελετηθεί εκτενώς στο γίδινο και αγελαδινό γάλα ( Park et al., 2009). Το γίδινο, όμως, γάλα παρουσιάζει μία ειδική μεταβλητότητα στη φύση και στο περιεχόμενο του πρωτεϊνικού κλάσματος. Η β-καζεΐνη αποτελεί τη βασική καζεΐνη του γίδινου, σε αντίθεση με το αγελαδινό, και το γεγονός αυτό έχει σημαντική επίδραση στις δομικές διαφορές των δύο ειδών γάλακτος. Ωστόσο, τη βασική μοναδικότητα του κατσικίσου γάλακτος αποτελεί ο πολυμορφισμός της  $\alpha_{s1}$  καζεΐνης. Το κάθε αλληλόμορφο της συγκεκριμένης καζεΐνης συνδέεται και με την ποσότητά της που υπάρχει στο γίδινο γάλα (μικρή, μέτρια, υψηλή) ή με την απουσία της (Slačanac et al., 2010).

Η αδύναμη δομή της γιαούρτης από γάλα γίδινο οφείλεται, σύμφωνα με τους Park et. al. (2007) στη χαμηλή περιεκτικότητα σε καζεΐνη, στις μικρότερες αναλογίες της  $\alpha_s$ - καζεΐνης, στη δομή του καζεϊνικού μικκυλίου (Slačanac et al., 2010) καθώς και στο μέγεθος του που είναι μεγαλύτερο σε σύγκριση με το αντίστοιχο του αγελαδινού γάλακτος (Πίνακας 6.9). Επίσης, ο Guo (2003) αναφέρει ότι η αδύναμη δομή και υφή της γίδινης γιαούρτης οφείλεται στο γεγονός ότι το κατσικίσιο γάλα έχει σε σύγκριση με το πρόβειο και το αγελαδινό υψηλότερο ποσοστό μη-καζεϊνικού N και μικρότερο ποσοστό πρωτεϊνικού N.

Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι σύμφωνα με τα αποτελέσματα από δύο μελέτες που πραγματοποιήθηκαν με διαφορετικές φυλές αιγών, εγχώριων και ξένων (Moatsou et al., 2004, 2008), τα αλληλόμορφα της  $\alpha_{s1}$  καζεΐνης που κυριαρχούσαν στις ελληνικές φυλές, Σκοπέλου και Αττικής, ήταν αυτά που συνδέονται με υψηλές ποσότητες της καζεΐνης στο γίδινο γάλα. Η παρουσία των συγκεκριμένων  $\alpha_{s1}$  γονοτύπων έχει όχι μόνο μεγάλη

επιστημονική σημασία αλλά και τεχνολογική. Επίσης, στη φυλή Αττικής ανιχνεύθηκε ένα καινούργιο αλληλόμορφο της β-καζεΐνης (Moatsou et al., 2008).

**Πίνακας 6.9:** Σύγκριση των ιδιοτήτων των πρωτεϊνών του γίδινου, πρόβειου και αγελαδινού γάλακτος (Park et al., 2007).

ιδιότητες πρωτεΐνης	γίδινο γάλα	πρόβειο γάλα	αγελαδινό γάλα
καζεΐνη μη-φυγοκεντρημένη (% της ολικής καζεΐνης)	8,7	μη διαθέσιμο	5,7
μέση διάμετρος	260	193	180
ενυδάτωση των μικκυλίων	1,77	μη διαθέσιμο	1,9
g / Ca / 100 καζεΐνης	3,6	3,7	2,9

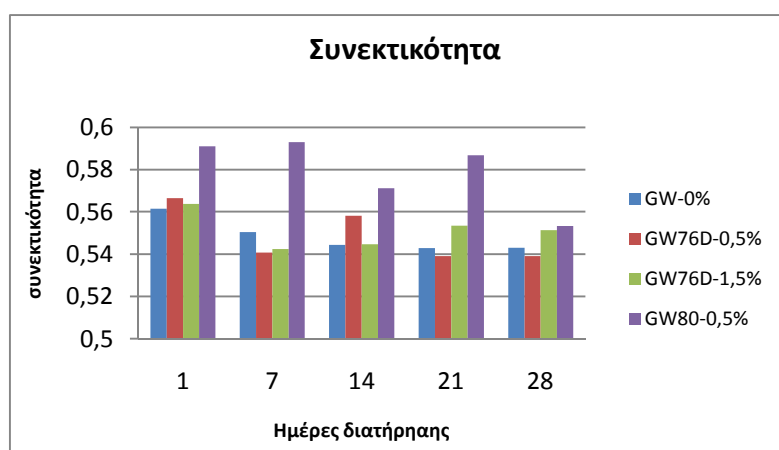
Σύμφωνα με τους Slačanac et al. (2010) τα επίπεδα της  $\alpha_{s1}$ -CN επηρεάζουν όχι μόνο τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του αίγειου γάλακτος αλλά και από τεχνολογικής πλευράς τις ιδιότητες που εμφανίζει κατά την πήξη του. Τα υψηλά επίπεδα της συγκεκριμένης καζεΐνης ευθύνονται για το μεγάλο διάστημα που απαιτείται για την πήξη του γάλακτος. Ωστόσο, όταν το αίγειο γάλα περιέχει υψηλό ποσοστό  $\alpha_{s1}$ -CN αποτελεί μία καλή επιλογή για την παραγωγή ζυμωμένων γαλακτοκομικών προϊόντων καθώς οδηγεί σε προϊόντα που χαρακτηρίζονται από μεγαλύτερη σκληρότητα του πηγμάτός τους. Τη σκληρότητα του πηγματος, όπως αναφέρουν οι ίδιοι συγγραφείς, στα προϊόντα από γίδινο γάλα επηρεάζουν θετικά η περιεκτικότητα σε β-καζεΐνη και σε ασβέστιο και αρνητικά η μέση διάμετρος του καζεϊνικού μικκυλίου. Όσον αφορά τη β-καζεΐνη η απουσία της από το γίδινο γάλα (μέσω της παρουσίας συγκεκριμένου αλληλόμορφου) συνεπάγεται τη δημιουργία πηγματος αδύναμης δομής (Park et al., 2007).

Τα καζεϊνικά μικκύλια του αίγειου γάλακτος διαφέρουν από τα αντίστοιχα του αγελαδινού καθώς χαρακτηρίζονται από μικρότερη ταχύτητα καθίζησης, μεγαλύτερο βαθμό διαλυτότητας της β-καζεΐνης, περισσότερο ασβέστιο και ανόργανο φώσφορο και μικρότερη σταθερότητα κατά τη θέρμανση (Slačanac et al., 2010; Park et al., 2007).

Αξίζει, όμως, σε αυτό το σημείο να αναφερθεί ότι το πιο μαλακό πηγμα των ζυμωμένων γαλακτοκομικών προϊόντων από αίγειο γάλα σε συνδυασμό με την υψηλότερη πεπτικότητα των πρωτεϊνών του, συμβάλλουν στο γεγονός ότι τα συγκεκριμένα προϊόντα έχουν θεραπευτικές ιδιότητες (Slačanac et al., 2010).

#### 6.3.4 Η συνεκτικότητα, η συνάφεια και το κομμώδες

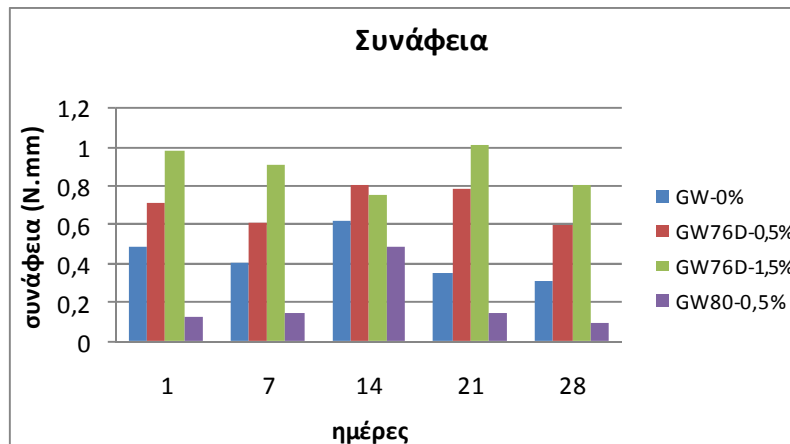
Τα αποτελέσματα από τις μετρήσεις των παραμέτρων, συνεκτικότητα, συνάφεια και κομμώδες, παρουσιάζονται στις Εικόνες 6.9, 6.10 και 6.11 αντίστοιχα. Όσον αφορά στη συνεκτικότητα, όλα τα δείγματα εμφάνισαν ικανοποιητικές τιμές στο συγκεκριμένο ρεολογικό χαρακτηριστικό και ήταν μεγαλύτερες από 0,54 περίπου, καθ'όλη τη διάρκεια της διατήρησής τους. Το αποτέλεσμα αυτό είναι σύμφωνο και με το αντίστοιχο που προέκυψε από τη μελέτη των Μοσχοπούλου κ.α. (2014). Στη μελέτη αυτή, το γίδινο γιαούρτι εμφάνισε τις υψηλότερες τιμές σε σύγκριση με τα γιαούρτια από πρόβειο ή αγελαδινό γάλα, χωρίς προσθήκη πρωτεϊνών, των οποίων οι τιμές δεν ξεπέρασαν το 0,4. Επίσης, από την Εικόνα 6.9 παρατηρούμε ότι το δείγμα GW80-0,5% εμφάνισε τη μεγαλύτερη συνεκτικότητα.



**Εικόνα 6.9:** Η εξέλιξη της συνεκτικότητας (cohesiveness) των γιαουρτιών κατά τη διάρκεια της διατήρησής τους.

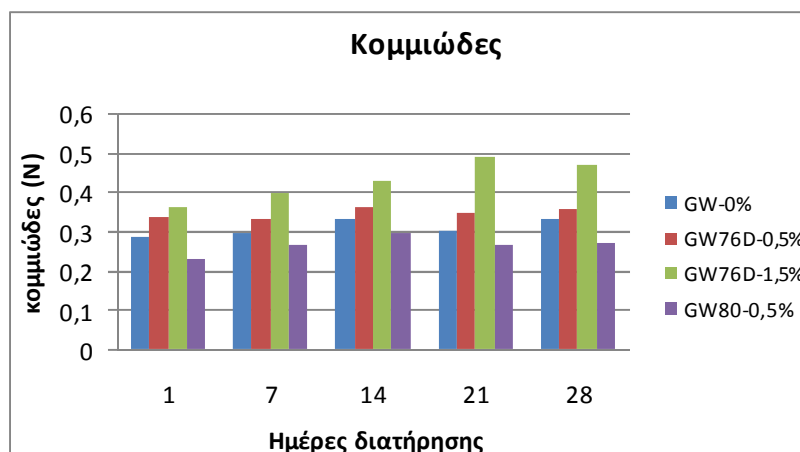
Σύμφωνα με μελέτη των Delikanlı and Özcan (2014), η προσθήκη πρωτεϊνών του ορού συμβάλλει στην αύξηση της συνεκτικότητας. Η μεγαλύτερη συνεκτικότητα σχετίζεται με πιο δυνατή δομή πήγματος λόγω των αυξανόμενων φορτισμένων ομάδων επί των αμινοξέων γεγονός που είναι αποτέλεσμα της μετουσίωσης των πρωτεϊνών του ορού.





**Εικόνα 6.10:** Η εξέλιξη της συνάφειας (adhesiveness) των γιαουρτιών κατά τη διάρκεια των 28 ημερών.

Όσον αφορά στα άλλα δύο ρεολογικά χαρακτηριστικά, τη συνάφεια και το κολλώδες, το γιαούρτι που εμφάνισε τις υψηλότερες τιμές και στις δύο παραμέτρους ήταν το GW76D-1,5%. Σύμφωνα με Delikanli and Ozcan (2014), η συνάφεια της γιαούρτης επηρεάζει τη σταθερότητα του προϊόντος κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης και τα οργανοληπτικά της χαρακτηριστικά καθώς συμβάλλει στην καλύτερη αίσθηση που έχει στο στόμα.



**Εικόνα 6.11:** Η εξέλιξη του κομμιώδους (gumminess) των γιαουρτιών κατά τη διατήρησή τους.

Τα αποτελέσματα που αφορούν στο κολλώδες συμπίπτουν με τα αποτελέσματα από την οργανοληπτική αξιολόγηση των γιαουρτιών η οποία αφορούσε στο ίδιο ρεολογικό χαρακτηριστικό (κολλώδες ή κομμώδες).

#### **6.4 Αντιοξειδωτική ικανότητα**

Η οξείδωση είναι απαραίτητη για πολλούς ζωντανούς οργανισμούς για την παραγωγή ενέργειας έτσι ώστε να πραγματοποιηθούν διάφορες βιολογικές λειτουργίες. Οι ελεύθερες ρίζες και οι δραστικές ενώσεις οξυγόνου αποτελούν φυσικούς μεταβολίτες που σχηματίζονται λόγω της αναπνοής των αερόβιων οργανισμών. Ωστόσο, οποιαδήποτε υπερβολική ποσότητα ριζών μπορεί να προκαλέσει βλάβη σε όλους τους τύπους των κυτταρικών μακρομορίων συμπεριλαμβανομένων των πρωτεϊνών, των υδατανθράκων, των λιπιδίων και των νουκλεϊκών οξέων, και να έχει ως αποτέλεσμα το θάνατο των κυττάρων και την καταστροφή των ιστών (Unal and Akalin, 2006). Αυτή η κυτταρική βλάβη μπορεί να οδηγήσει στην εμφάνιση ασθενειών όπως η αρτηριοσκλήρωση, η αρθρίτιδα, ο διαβήτης και ο καρκίνος (Sarmadi and Ismail, 2010). Είναι, επίσης, γνωστό ότι η οξείδωση των λιπιδίων που συμβαίνει στα τρόφιμα προκαλεί αλλοίωση της ποιότητάς τους (ταγγή γεύση, μη αποδεκτή) και συντομεύει τη διάρκεια διατήρησής τους.

Αντιοξειδωτική ικανότητα έχει αναφερθεί ότι εμφανίζουν οι πρωτεΐνες του γάλακτος (Woo et al., 2009) τα καζεϊνικά άλατα, τα συμπυκνώματα των πρωτεϊνών του ορού (Sugiarto et al., 2009), το γιαούρτι (Farvin et al., 2010; Hekmat and McMahon, 1998) και τα οξυγαλακτικά βακτήρια (Lin and Yen, 1999). Όσον αφορά το γιαούρτι οι Farvin et al., (2010) πρότειναν ότι η οξειδωτική σταθερότητα της γιαούρτης, ίσως, οφείλεται στα αντιοξειδωτικά πεπτίδια που απελευθερώνονται κατά τη ζύμωση του γάλακτος από τα οξυγαλακτικά βακτήρια. Συμπέραναν, επίσης, ότι τα συγκεκριμένα πεπτίδια δρουν ως δότες ηλεκτρονίων και μπορούν να αντιδράσουν με τις ελεύθερες ρίζες έτσι ώστε να τις μετατρέψουν σε πιο σταθερά προϊόντα. Η σημαντική αυτή λειτουργία οφείλεται, κυρίως, σε μικρά πεπτίδια που προέρχονται από τις καζεΐνες και τις πρωτεΐνες του ορού (Unal and Akalin, 2012b).

Τα τελευταία χρόνια, προτιμάται για τον εμπλουτισμό του γάλακτος η χρήση καζεϊνικών αλάτων και συμπυκνωμάτων των πρωτεϊνών του ορού (παρόλο που η σκόνη άπαχου γάλακτος είχε καθιερωθεί), έτσι ώστε να βελτιωθεί όχι μόνο η δομή των προϊόντων αλλά

και να αυξηθούν οι λειτουργικές τους ιδιότητες. Τα συγκεκριμένα συστατικά γάλακτος με βάση την πρωτεΐνη αποτελούν ένα καλό μέσο για την αύξηση της αντιοξειδωτικής ικανότητας της γιαούρτης (Unal and Akalin, 2012b).

Ο αντιοξειδωτικός μηχανισμός των αντιοξειδωτικών προκύπτει από τη χήλωση των μετάλλων, τη δέσμευση των ελεύθερων ριζών ή από συνεργατική επίδραση των δύο αυτών ιδιοτήτων (Karadag et al., 2009). Αρκετές μέθοδοι έχουν αναπτυχθεί με σκοπό να εκτιμηθεί η αντιοξειδωτική ικανότητα. Ωστόσο, καμία από αυτές δε μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως επίσημη τυποποιημένη μέθοδος. Επομένως, η εκτίμηση της αντιοξειδωτικής ικανότητας πραγματοποιείται, συνήθως, με την εφαρμογή διαφόρων μεθόδων μέτρησης (Unal and Akalin, 2012b). Στη συγκεκριμένη μεταπτυχιακή μελέτη εφαρμόστηκαν τρεις διαφορετικές μέθοδοι εκτίμησης, τα αποτελέσματα των οποίων παρουσιάζονται στον Πίνακα 6.10.

**Πίνακας 6.10:** Αντιοξειδωτική ικανότητα των γιαουρτιών (μέσοι όροι τεσσάρων επαναλήψεων  $\pm$  τυπ. αποκλίσεις).

Ημέρες μετά την παρασκευή	Γιαούρτια	DPPH	Χήλωση Fe (επώαση 60 min)	SO-SA
1	GW-0%	60,80 $\pm$ 2,32	89,11 $\pm$ 2,71 <sup>a*</sup>	61,45 $\pm$ 0,23 <sup>a</sup>
	GW76D-0,5%	61,54 $\pm$ 12,27	88,13 $\pm$ 4,28 <sup>a</sup>	60,86 $\pm$ 2,65 <sup>a</sup>
	GW76D-1,5%	66,78 $\pm$ 9,97	81,54 $\pm$ 5,53 <sup>a</sup>	67,31 $\pm$ 2,13 <sup>b,c</sup>
	GW80-0,5%	60,87 $\pm$ 10,27	84,41 $\pm$ 7,69 <sup>a</sup>	60,96 $\pm$ 0,73 <sup>a</sup>
14	GW-0%	58,13 $\pm$ 1,21	68,33 $\pm$ 2,57 <sup>b</sup>	65,86 $\pm$ 0,85 <sup>b,c</sup>
	GW76D-0,5%	58,81 $\pm$ 1,13	61,05 $\pm$ 3,48 <sup>b,c</sup>	64,77 $\pm$ 1,78 <sup>b</sup>
	GW76D-1,5%	62,33 $\pm$ 2,17	66,16 $\pm$ 3,96 <sup>b,c</sup>	68,46 $\pm$ 1,57 <sup>c</sup>
	GW80-0,5%	58,68 $\pm$ 13,31	66,02 $\pm$ 1,72 <sup>b,c</sup>	66,39 $\pm$ 0,58 <sup>b,c</sup>
21	GW-0%	57,90 $\pm$ 2,81	69,43 $\pm$ 0,89 <sup>b</sup>	68,32 $\pm$ 1,88 <sup>c</sup>
	GW76D-0,5%	55,19 $\pm$ 6,31	60,79 $\pm$ 8,10 <sup>b,c</sup>	64,91 $\pm$ 0,69 <sup>b</sup>
	GW76D-1,5%	62,51 $\pm$ 5,39	56,91 $\pm$ 4,06 <sup>c</sup>	68,09 $\pm$ 0,38 <sup>c</sup>
	GW80-0,5%	56,40 $\pm$ 11,53	61,44 $\pm$ 1,91 <sup>b,c</sup>	64,77 $\pm$ 1,97 <sup>b</sup>

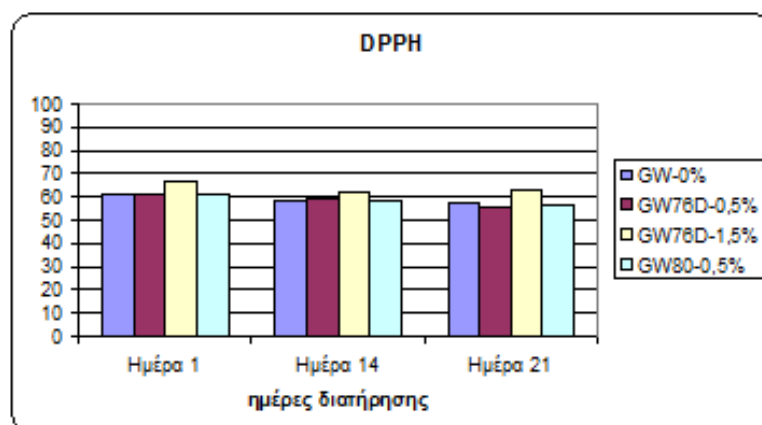
\*Οι μέσοι όροι με διαφορετικούς εκθέτες στην ίδια στήλη διαφέρουν μεταξύ τους σημαντικά (P<0.05).

#### 6.4.1 Η δεσμευτική ικανότητα DPPH (%) των γιαουρτιών.

Η ρίζα DPPH είναι μακρόβια ρίζα οργανικού αζώτου και η συγκεκριμένη μέθοδος βασίζεται στην ικανότητα του δείγματος να δεσμεύει την ελεύθερη αυτή σταθερή ρίζα, δίνοντας ένα υδρογόνο (Karadag et al., 2009).

Από την Εικόνα 6.12 παρατηρούμε ότι το δείγμα GW76D-1,5% (που περιείχε το μεγαλύτερο ποσοστό προσθήκης) εμφάνισε καθ'όλη τη διάρκεια της διατήρησης των γιαουρτιών το υψηλότερο ποσοστό το οποίο, όμως, μειωνόταν όσο οι ημέρες διατήρησης αυξανόντουσαν. Το ποσοστό αυτό κυμάνθηκε από 62,33% έως 66,78% (Πίνακας 6.10). Τα αποτελέσματα της παρούσας μεταπτυχιακής μελέτης είναι σύμφωνα με τα αποτελέσματα της μελέτης των Unai και Akalin (2012b), που αφορούσε γιαούρτι αγελαδινό, τύπου set, εμπλουτισμένο με διάφορα ποσοστά WPC και από τα οποία οι συγγραφείς κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η δεσμευτική ικανότητα DPPH εξαρτάται από το ποσοστό του WPC που προστίθεται. Ωστόσο, στη συγκεκριμένη μελέτη τα αγελαδινά γιαούρτια εμφάνισαν ποσοστό δεσμευτικής ικανότητας πολύ υψηλό, περίπου 90%.

Πρέπει, ακόμη, να αναφερθεί ότι η υψηλή δεσμευτική ικανότητα των πρωτεϊνών του ορού αποδίδεται στη λακτοφερίνη η οποία σύμφωνα με τους Lindmark-Månson and Åkesson (2000) αποτελεί ένα βασικό συστατικό της αντιοξειδωτικής δράσης. Η α-λακταλβουμίνη (Sadat et al., 2011) και η β-γαλακτογλοβουλίνη (Hernández-Ledesma et al., 2005; Del Mar Contreras et al., 2011) συμβάλλουν, επίσης, στην αυξημένη δεσμευτική ικανότητα της γιαούρτης.

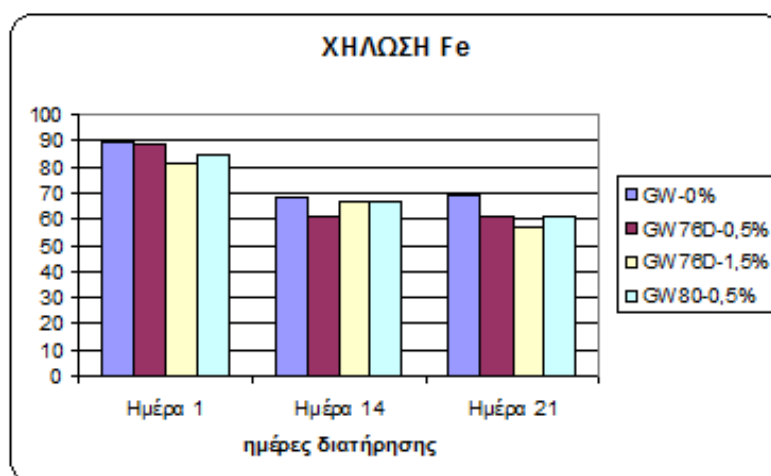


**Εικόνα 6.12:** Η δεσμευτική ικανότητα DPPH (%) των γιαουρτιών.

#### 6.4.2 Η χηλωτική ικανότητα $Fe^{2+}$ (%) των γιαουρτιών.

Ο σίδηρος είναι απαραίτητος για την αναπνοή, τη μεταφορά του οξυγόνου και τη δραστηριότητα πολλών ενζύμων. Ωστόσο, μπορεί να δράσει σαν καταλύτης, σε παθολογικές καταστάσεις, για την παραγωγή δραστικών ενώσεων οξυγόνου. Η ανηγμένη μορφή του σιδήρου προκαλεί τοξικότητα του οξυγόνου, μετατρέποντας το λιγότερο δραστικό υπεροξείδιο του υδρογόνου σε περισσότερες δραστικές ενώσεις όπως η ρίζα του υδροξυλίου ( $OH\cdot$ ) και το ιόν του τρισθενούς σιδήρου (Karadag et al., 2009).

Το γιαούρτι που εμφάνισε το μεγαλύτερο ποσοστό χηλωτικής ικανότητας (89,11%), έπειτα από επώαση 60min, ήταν το GW-0%. Ωστόσο, και τα υπόλοιπα γιαούρτια εμφάνισαν υψηλό ποσοστό που κυμάνθηκε από 81,54% έως 88,13%. Σε μελέτη των Unal και Akalin (2012b), που αφορούσε γιαούρτι αγελαδινό, τύπου set, τα δείγματα που είχαν εμπλουτισθεί με 2% και 4% WPC εμφάνισαν (έπειτα από επώαση 60min) περίπου 90% και 88% χηλωτική ικανότητα αντίστοιχα.

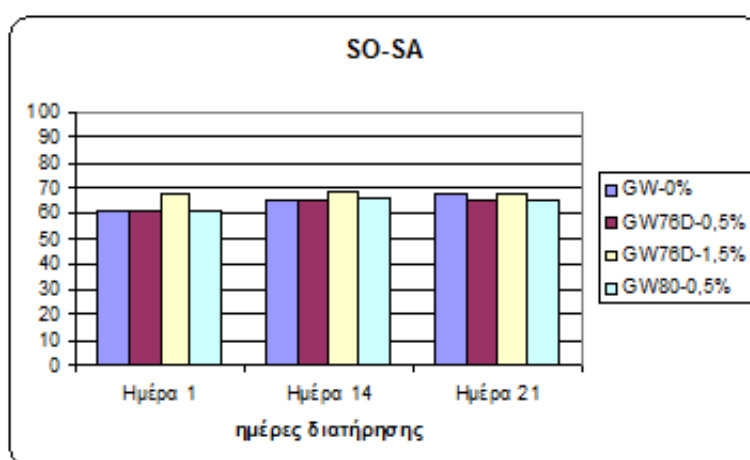


Εικόνα 6.13: Η χηλωτική ικανότητα  $Fe^{2+}$  (%) των γιαουρτιών.

Την 14<sup>η</sup> ημέρα όλα τα ποσοστά της χηλωτικής ικανότητας των δειγμάτων μειώθηκαν, σε μεγάλο, βαθμό και η μείωση αυτή παρατηρήθηκε και την 21<sup>η</sup> ημέρα με μικρότερη, όμως, ένταση εκτός από το μάρτυρα που σημείωσε αύξηση. Όπως φαίνεται και από τον Πίνακα 6.11 η μείωση αυτή ήταν σημαντική ( $P<0,05$ ) και αφορούσε όχι μόνο στις ημέρες της διατήρησης αλλά και στον τύπο της γιαούρτης.

### 6.4.3 Η δεσμευτική ικανότητα υπεροξειδίου (%) των γιαουρτιών.

Από την Εικόνα 6.14 παρατηρούμε ότι το δείγμα GW76D-1,5% εμφάνισε το υψηλότερο ποσοστό δέσμησης σε σύγκριση με όλα τα άλλα γιαούρτια, γεγονός που συμπίπτει με τα αποτελέσματα από την πρώτη μέθοδο. Η ικανότητα δέσμησης των υπεροξειδίων του δείγματος η οποία κυμάνθηκε από 67,31% έως 68,46% (σύμφωνα με τον Πίνακα 6.10) ήταν σχεδόν σταθερή καθ' όλη τη διάρκεια διατήρησης όλων των δειγμάτων.



Εικόνα 6.14: Η δεσμευτική ικανότητα υπεροξειδίου (%) των γιαουρτιών.

**Πίνακας 6.11:** Πιθανότητες (P-values) που υπολογίσθηκαν από την ανάλυση της παραλλακτικότητας (ANOVA) μεταβλητών αντιοξειδωτικής ενεργότητας ως προς την επίδραση των παραγόντων 'τύπος γιαούρτης' και 'ημέρες διατήρησης'. \*Στατιστικά σημαντική επίδραση.

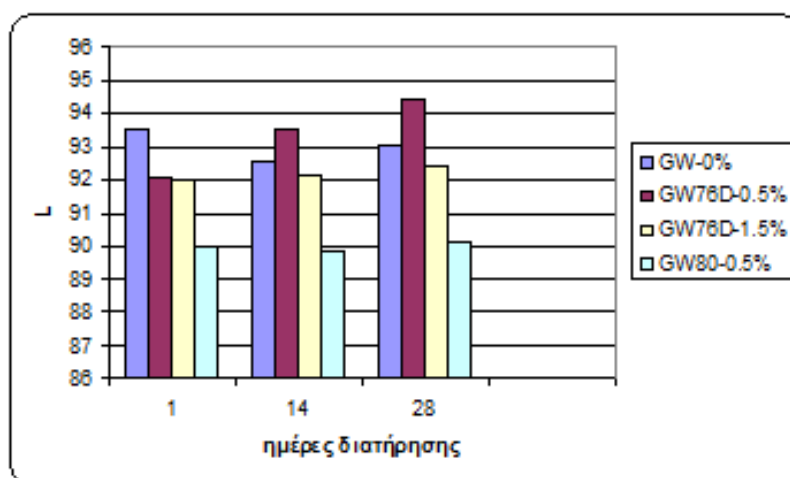
Παράγοντας	DPPH	F <sup>2+</sup>	SO-SA
Τύπος γιαούρτης	0,3399	0,0354*	0,0001*
Ημέρες διατήρησης	0,3741	0,0000*	0,0000*

Από τον Πίνακα 6.11 φαίνεται ότι η αντιοξειδωτική ικανότητα των δειγμάτων επηρεάστηκε σημαντικά ( $P < 0,05$ ) τόσο από τον τύπο της γιαούρτης όσο και από τις ημέρες διατήρησης, όσον αφορά τη χηλωτική ικανότητα  $Fe^{2+}$  (%) αλλά και τη δεσμευτική ικανότητα υπεροξειδίου (%).

### 6.5 Το χρώμα

Το χρώμα των δειγμάτων καθορίστηκε από τρεις παραμέτρους. Οι τιμές του L προσδιορίζουν τη φωτεινότητα, οι τιμές του a την απόχρωση μεταξύ του πράσινου και του κόκκινου και οι τιμές του b την απόχρωση μεταξύ του γαλάζιου και του κίτρινου. Όταν οι παράμετροι a και b λαμβάνουν τιμές κοντά στο μηδέν, το χρώμα των γιαουρτιών είναι λευκό.

Όσον αφορά τη φωτεινότητα του χρώματος των γιαουρτιών (παράμετρος L με τιμές από 89,79 έως 94,38), όλα τα δείγματα είχαν έντονο φωτεινό χρώμα. Τα αποτελέσματα συμφωνούν με τη μελέτη των Delikanlı και Ozcan (2014) οι οποίοι αναφέρουν ότι γιαούρτι άπαχο τύπου set εμπλουτισμένο με WPC σε ποσοστό 1%, είχε φωτεινότητα περίπου 93. Ωστόσο, από τις τιμές του Πίνακα 6.12 για το L, προκύπτει ότι το γιαούρτι GW76D-0,5% παρουσίασε τις υψηλότερες τιμές (εκτός της 1<sup>ης</sup> ημέρας), κατά τη διάρκεια των 28 ημερών, οπότε συμπεραίνεται ότι η προσθήκη συμπυκνώματος πρωτεΐνης ορού αγελαδινής προέλευσης σε ποσοστό 0,5% επηρέασε θετικά τη φωτεινότητα του προϊόντος.



Εικόνα 6.15: Η φωτεινότητα του χρώματος των γιαουρτιών κατά τη διατήρησή τους.

Σε μελέτη, επίσης, που πραγματοποιήθηκε από τους Μοσχοπούλου κ.α. (2014) η οποία αφορούσε στα χαρακτηριστικά γιαούρτης συνεκτικής δομής από διάφορα είδη γάλακτος, οι μετρήσεις της παραμέτρου L οδήγησαν στο συμπέρασμα ότι το γιαούρτι από γίδινο γάλα είχε τις υψηλότερες τιμές σε σύγκριση με τις αντίστοιχες των προϊόντων από αγελαδινό και πρόβειο γάλα.

Το υψηλότερο ποσοστό πρωτεϊνών του ορού, λόγω της προσθήκης WPC, αυξάνει τα συνολικά στερεά συστατικά του προϊόντος και συμβάλλει στην εμφάνιση καλύτερων ιδιοτήτων στο πήγμα (Delikanli and Ozcan, 2014). Όσον αφορά τη φωτεινότητα, οι Mor-Mur and Yuste (2003) αναφέρουν ότι η αυξημένη αυτή πήξη των πρωτεϊνών μέσω και του σχηματισμού μεγαλύτερου μεγέθους σωματιδίων μέσα στο δίκτυο του πηγματος ενισχύει την απορρόφηση του φωτός και οδηγεί, με αυτόν τον τρόπο, σε φωτεινότερο τόνο του προϊόντος.

**Πίνακας 6.12:** Χαρακτηριστικά του χρώματος (παράμετροι L, a και b) των γιαουρτιών (μέσοι όροι τεσσάρων επαναλήψεων  $\pm$  τυπ. αποκλίσεις).

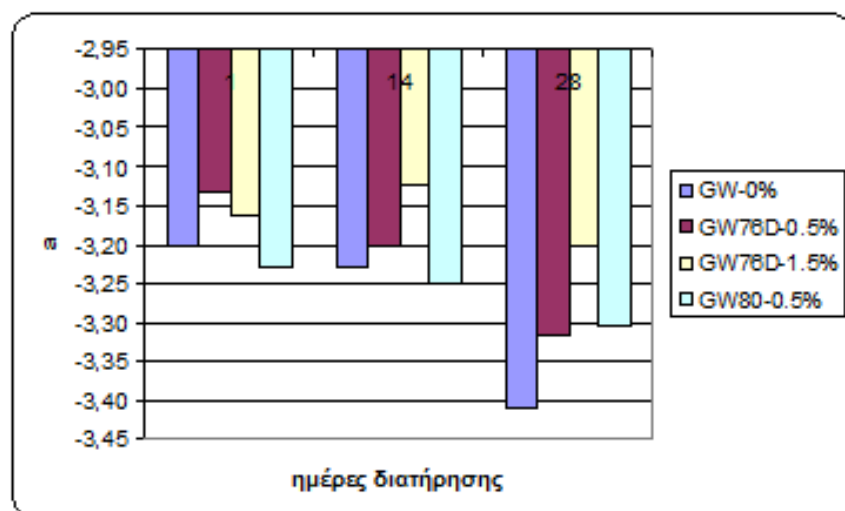
Ημέρες μετά την παρασκευή	Γιαούρτια	Φωτεινότητα (L)	Απόχρωση (a)	Απόχρωση (b)
1	GW-0%	93,51 $\pm$ 2,12	-3,20 $\pm$ 0,06	6,17 $\pm$ 0,39 <sup>a,b*</sup>
	GW76D-0,5%	92,03 $\pm$ 2,10	-3,13 $\pm$ 0,09	5,92 $\pm$ 0,09 <sup>a</sup>
	GW76D-1,5%	91,98 $\pm$ 1,66	-3,16 $\pm$ 0,06	6,35 $\pm$ 0,08 <sup>a,b</sup>
	GW80-0,5%	89,98 $\pm$ 0,78	-3,23 $\pm$ 0,11	6,28 $\pm$ 0,23 <sup>a,b</sup>
14	GW-0%	92,53 $\pm$ 0,42	-3,23 $\pm$ 0,04	6,31 $\pm$ 0,11 <sup>a,b</sup>
	GW76D-0,5%	<b>93,49 <math>\pm</math> 2,64</b>	-3,20 $\pm$ 0,15	6,30 $\pm$ 0,29 <sup>a,b</sup>
	GW76D-1,5%	92,17 $\pm$ 2,43	-3,12 $\pm$ 0,07	6,40 $\pm$ 0,12 <sup>a,b</sup>
	GW80-0,5%	89,79 $\pm$ 9,03	-3,25 $\pm$ 0,27	6,39 $\pm$ 0,55 <sup>a,b</sup>
28	GW-0%	93,03 $\pm$ 2,30	-3,41 $\pm$ 0,16	6,47 $\pm$ 0,44 <sup>a,b</sup>
	GW76D-0,5%	<b>94,38 <math>\pm</math> 0,42</b>	-3,32 $\pm$ 0,18	6,57 $\pm$ 0,15 <sup>b</sup>
	GW76D-1,5%	92,44 $\pm$ 2,96	-3,20 $\pm$ 0,21	6,63 $\pm$ 0,01 <sup>b</sup>
	GW80-0,5%	90,15 $\pm$ 0,02	-3,30 $\pm$ 0,29	6,51 $\pm$ 0,53 <sup>a,b</sup>

\*Οι μέσοι όροι με διαφορετικούς εκθέτες στην ίδια στήλη διαφέρουν μεταξύ τους σημαντικά (P<0.05).

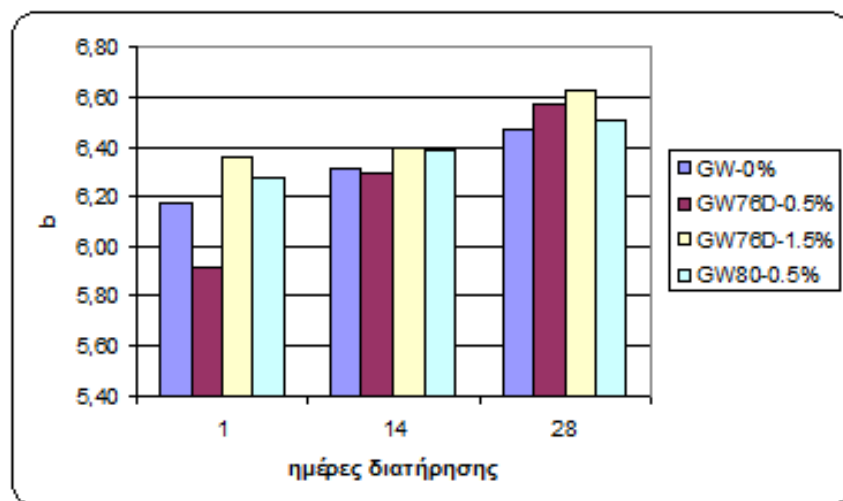


Από τον Πίνακα 6.12 παρατηρούμε, ακόμη, ότι για την παράμετρο  $a$  οι τιμές κυμαίνονται από το -3,41 έως το -3,12 και οι οποίες αντιστοιχούν κοντά στο πράσινο χρώμα. Οι τιμές της παραμέτρου  $b$ , οι οποίες κυμαίνονται από το +5,92 έως το +6,63 αντιστοιχούν κοντά στο κίτρινο χρώμα. Οι τιμές της παραμέτρου  $b$  επηρεάζονται σημαντικά ( $P<0,05$ ) από τις ημέρες διατήρησης, όπως φαίνεται από τον Πίνακα 6.13.

Από τις τιμές των μετρήσεων προκύπτει το συμπέρασμα ότι τα γιαούρτια ανανακλούσαν το κιτρινοπράσινο χρώμα, εμφανίζοντας, ωστόσο, την τάση να επικρατεί το χρώμα του κίτρινου και όχι του πράσινου καθώς οι τιμές της παραμέτρου  $a$  είναι πιο κοντά στο μηδέν. Σύμφωνα, εξάλλου, με τους Gonzalez-Martinez et al. (2002), η προσθήκη WPC προσδίδει στο γιαούρτι μία κιτρινωπή όψη και η ένταση του κίτρινου χρώματος είναι ανάλογη της ποσότητας του συμπυκνώματος που προστίθεται. Πράγματι, από τον Πίνακα 6.12 παρατηρούμε ότι το δείγμα GW76D-1,5% στο οποίο προστέθηκε το μεγαλύτερο ποσοστό WPC, εμφανίζει και τις υψηλότερες τιμές της παραμέτρου  $b$ .



**Εικόνα 6.16:** Η παράμετρος  $a$  του χρώματος των γιαουρτιών κατά τη διατήρησή τους.



**Εικόνα 6.17:** Η παράμετρος b του χρώματος των γιαουρτιών κατά τη διατήρησή τους.

**Πίνακας 6.13:** Πιθανότητες (P-values) που υπολογίσθηκαν από την ανάλυση της παραλλακτικότητας (ANOVA) των μεταβλητών του χρώματος ως προς την επίδραση των παραγόντων 'τύπος γιαούρτης' και 'ημέρες διατήρησης'. \*Στατιστικά σημαντική επίδραση.

Παράγοντας	L	a	b
Τύπος γιαούρτης	0,1685	0,2774	0,5375
Ημέρες διατήρησης	0,9095	0,0676	0,0159*

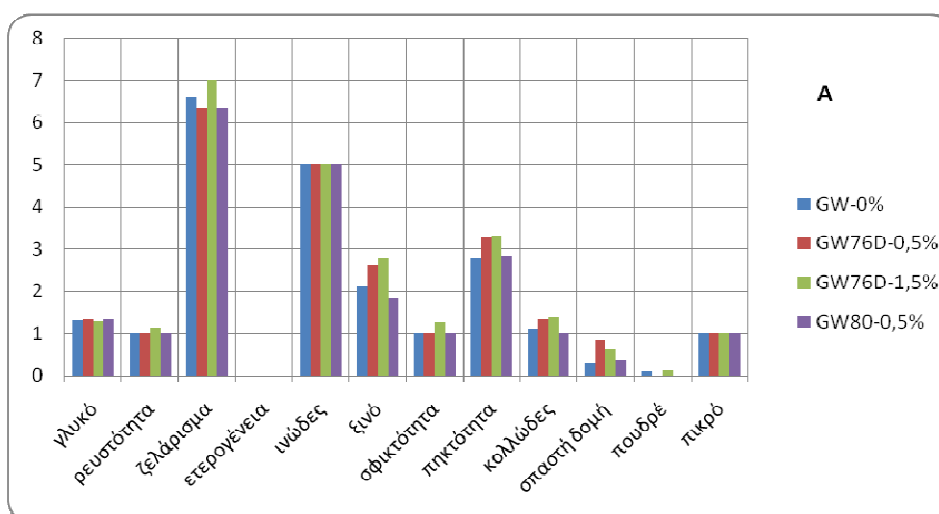
### 6.6 Οργανοληπτικά χαρακτηριστικά

Τα αποτελέσματα των δύο οργανοληπτικών αξιολογήσεων που πραγματοποιήθηκαν την 7<sup>η</sup> και 28<sup>η</sup> ημέρα παρουσιάζονται στις Εικόνες 6.18 και 6.19 αντίστοιχα. Όσον αφορά στην αξιολόγηση των γιαουρτιών ως προς τη γεύση, αυτή που επικράτησε ήταν η γεύση του ξινού. Συγκεκριμένα, σε όλα τα δείγματα ανιχνεύθηκε η γεύση του γλυκού αλλά όχι του πικρού (και στις δύο οργανοληπτικές αξιολογήσεις των 7 και 28 ημερών). Η γεύση του γλυκού δεν ήταν έντονη, ωστόσο, η παρουσία της ήταν υπολογίσιμη, γεγονός που έχει αναφερθεί και από τους Isleten & Karagul-Yuceer (2006) για γιαούρτια, επίσης, εμπλουτισμένα με WPC. Αντίθετα, η γεύση του ξινού ήταν ιδιαίτερα έντονη και αυξήθηκε σε παρουσία την 28<sup>η</sup> ημέρα, σε όλα τα δείγματα, γεγονός που συμβαδίζει με την πτώση του pH και την αύξηση της οξύτητας που παρατηρήθηκε κατά τη διατήρηση των δειγμάτων.

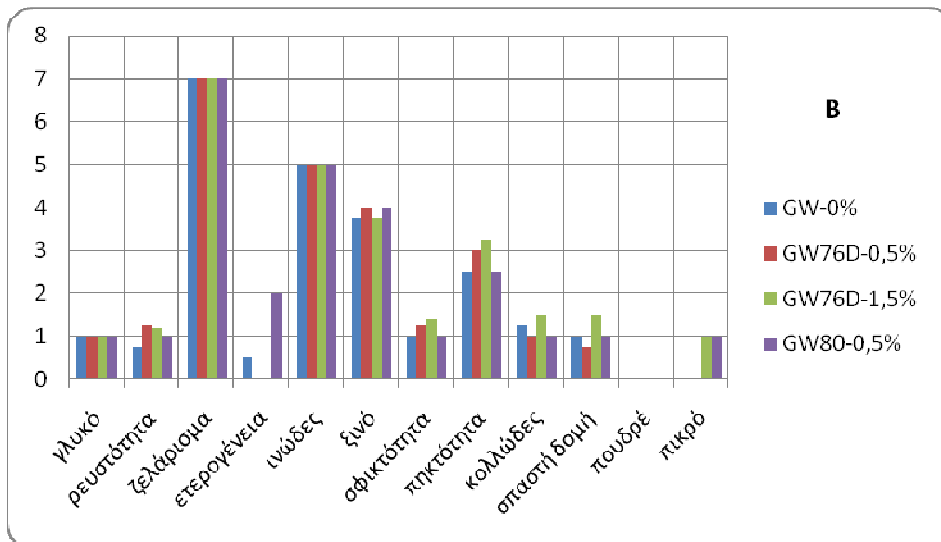
Η εμφάνιση όλων των προϊόντων ήταν και στις δύο αξιολογήσεις ιδιαίτερα ικανοποιητική καθώς χαρακτηρίζονταν από ομοιογένεια χωρίς πήγματα. Εξάιρεση αποτελεί το δείγμα GW80-0,5% το οποίο στην αξιολόγηση των 28 ημερών παρουσίασε ετερογενή επιφάνεια, σε μέτριο, όμως, βαθμό.

Η δομή των προϊόντων στο κουτάλι πριν από την ανάδευση προσδιορίστηκε από δύο χαρακτηριστικά, το ζελάρισμα και τη σκληρότητα (πηκτικότητα). Το δείγμα GW76D-1,5% αξιολογήθηκε με την υψηλότερη βαθμολογία.

Η δοκιμή στο κουτάλι πριν από την ανάδευση του προϊόντος η οποία αφορά σε τέσσερα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά (σφιχτότητα, κολλώδες, ρευστότητα και πουδρέ) καθώς και η αξιολόγηση της δοκιμής στο στόμα (ινώδες και σπαστή δομή) οδήγησαν σε περίπου ίδια αποτελέσματα την 7<sup>η</sup> και 28<sup>η</sup> ημέρα.



**Εικόνα 6.18 :** Η αξιολόγηση των γιαουρτιών ως προς όλα τα οργανοληπτικά τους χαρακτηριστικά, την 7<sup>η</sup> ημέρα.



**Εικόνα 6.19:** Η αξιολόγηση των γιαουρτιών ως προς όλα τα οργανοληπτικά τους χαρακτηριστικά, την 28<sup>η</sup> ημέρα.

## 7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

-Το γιαούρτι που είχε εμπλουτισθεί με σκόνη συμπυκνώματος πρωτεϊνών του ορού αγελαδινής προέλευσης σε ποσοστό 1,5%, παρουσίασε την υψηλότερη οξύτητα σε σύγκριση με τα υπόλοιπα δείγματα.

-Όλα τα γιαούρτια που παρασκευάστηκαν παρουσίασαν υψηλή ικανότητα συγκράτησης νερού. Ωστόσο, στο δείγμα GW76D-1,5% μετρήθηκε, με σημαντική διαφορά, η υψηλότερη τιμή του συγκεκριμένου ρεολογικού χαρακτηριστικού.

-Η προσθήκη συμπυκνώματος πρωτεϊνών του ορού αγελαδινής προέλευσης σε ποσοστό 0,5% και 1,5%, προκάλεσε αύξηση της σκληρότητας και τους ιξώδους στα γιαούρτια. Οι υψηλότερες τιμές καταγράφηκαν στα δείγματα που προήλθαν από την προσθήκη σε ποσοστό 1,5%. Αντίθετα, η προσθήκη 0,5% συμπυκνώματος πρωτεϊνών του ορού αιγοπρόβειας προέλευσης δεν επηρέασε τα συγκεκριμένα χαρακτηριστικά.

-Η προσθήκη των συμπυκνωμάτων πρωτεϊνών του ορού, ανεξάρτητα από την προέλευσή τους καθώς και από το % ποσοστό της προσθήκης, δεν επηρέασε το χρώμα των γιαουρτιών. Επηρέασε, όμως, θετικά τη φωτεινότητα του χρώματος σε όλα τα δείγματα. Ωστόσο, η προσθήκη συμπυκνώματος πρωτεΐνης ορού αγελαδινής προέλευσης σε ποσοστό 0,5% επηρέασε θετικά τη φωτεινότητα του προϊόντος σε μεγαλύτερο βαθμό.

-Η γεύση και αντιοξειδωτικές ιδιότητες των γιαουρτιών δεν επηρεάστηκαν αρνητικά από την προσθήκη οποιασδήποτε από τις σκόνες πρωτεϊνών του ορού. Όλα τα γιαούρτια είχαν ικανοποιητική αντιοξειδωτική ικανότητα (>60%) καθ' όλη τη διάρκεια της διατήρησής τους.

## **ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ:**

Ανυφαντάκης Ε. και Καλαντζόπουλος Γ. (1984): Το πρόβειο και το γίδινο γάλα και η αξιοποίησή τους. ΕΘΝΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΓΑΛΑΚΤΟΣ. Επιμορφωτικό Σεμινάριο στη Γαλακτοκομία, σελ. 98-134.

Ανυφαντάκης Ε. και Καλαντζόπουλος Γ. (1993): ΓΑΛΑΚΤΟΚΟΜΙΑ, εκδόσεις Α.Σταμούλης.

Ευσταθίου Λ. (1993): Η ΑΙΓΑ, Εγκόλπιο του αιγοτρόφου, φυλές-εκτροφή-διατροφή-αποδόσεις-ασθένειες-μελέτες

Ζέρβας Γ. (2014): Εναλλακτικά Συστήματα Διατροφής Αιγοπροβάτων, Παρουσίαση στα πλαίσια του μεταπτυχιακού μαθήματος «Διατροφή Γαλακτοπαραγωγών Ζώων».

Ζέρβας Γ. (2013): Διατροφή Μηρυκαστικών Ζώων.

Ιωάννου Ι. Βασιλική-Νικολέττα (2014): Επίδραση διαφόρων τεχνολογικών παραμέτρων στα χαρακτηριστικά προϊόντων τύπου γιαούρτης. Μεταπτυχιακή μελέτη, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα.

Καμιναρίδης Σ. και Μοάτσου Γκ. (2014): Γαλακτοκομία. Έκδοση 2<sup>η</sup>. Εκδόσεις Έμβρυο.

Καμιναρίδης Σ. (2013): Σημειώσεις του μεταπτυχιακού μαθήματος:«ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΓΑΛΑΚΤΟΣ ΚΑΙ ΓΑΛΑΚΤΟΚΟΜΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ».

Κεχαγιάς Χρήστος (2011): ΓΑΛΑ: ΕΠΙΣΤΗΜΗ, ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΙ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΑΣΦΑΛΙΣΗ ΤΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ. Εκδοτικός όμιλος Ίων.

Κώδικας Τροφίμων και Ποτών και αντικειμένων κοινής χρήσης (2010): Μέρος Α'. Τρόφιμα και Ποτά, κεφάλαιο Ι. Ελληνική Δημοκρατία. Υπουργείο Οικονομίας και Οικονομικών. Γενικό Χημείο του Κράτους.

Μάντης Α. (1993):Υγιεινή και Τεχνολογία του Γάλακτος και των προϊόντων του.

Μοάτσου Γκ. (2014): ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΗ ΑΞΙΑ ΚΑΙ ΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ ΤΟΥ ΓΑΛΑΚΤΟΣ, Σημειώσεις στο Μεταπτυχιακό μάθημα 'Διατροφή του Ανθρώπου'.

Μοσχοπούλου Αικ., Ζωίδου Ε., Σακκάς Λ., Καλαθάκη Χ., Λιαράκου Α., Στάμος Α., Χατζηγεωργίου Α. και Μοάτσου Γκ. (2014): Χαρακτηριστικά γιαουρτιού συνεκτικής δομής από διάφορα είδη γάλακτος. Προφορική παρουσίαση στη 2<sup>η</sup> έκθεση Γαλακτοκομίας και Τυροκομίας στο πλαίσιο της Dairy Expo.

#### **ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ:**

Akalin A.S., Unal G., Gonç S. and Fenderya S. (2008): Effects of whey protein concentrate and fructooligosaccharide on the rheological and sensory properties of reduced-fat probiotic yoghurt. *Milchwissenschaft* 63, pp. 171–174.

Attaie R. and Richter R. L. (2000): Size distribution of fat globules in goat milk. *Journal of Dairy Science*, 83, pp. 940–944.

Benjamin S. and Spener F. (2009): Conjugated linoleic acids as functional food: an insight into their health benefits. *Nutrition & Metabolism*, 6:36.

Bhattacharya A., Banua J., Rahmana M., Causeyb J., Gabriel Fernandes G. (2006): Biological effects of conjugated linoleic acids in health and disease. *Journal of Nutritional Biochemistry* 17, pp 789–810.

Bhullar Y.S., Uddin M.A., Shah N.P. (2002): Effects of ingredients supplementation on textural characteristics and microstructure of yoghurt. *Milchwissenschaft* 57, pp.328–332.

Buck L.M., Gilliland SE. (1994): Comparisons of freshly isolated strains of *Lactobacillus acidophilus* of human intestinal origin for ability to assimilate cholesterol during growth. *Journal of Dairy Science* 77, pp. 2925-2933.

Buttriss J. (1997): Nutritional properties of fermented milk products. *International Journal of Dairy Technology*. Vol 50, No 1, pp. 21-27.

Chandan R.C., Attaie R. and Shahani K.M. (1992): Nutritional aspects of goat milk and its products. Proc V Intl Conf on Goats. New Delhi, India. Vol II. Part I. pp. 399-420.

Chandan RC and Shahani KM (1993): Yogurt. In:Hui YH (ed.) Dairy Science and Technology Handbook. VCH Publishers Inc. New York. Pp. 1-57.

Clare D.A. and Swaisgood H.E. (2000): Bioactive milk peptides: a prospectus. J Dairy Sci. 83:1187-1195.

Considine T., Noisuwan A., Hemar Y., Wilkinson B., Bronlund J. and Kasapis S. (2011): Rheological investigations of the interactions between starch and milk proteins in model dairy systems: a review. Food Hydrocolloids 25, pp. 2008-2017.

Damin MR, Alcântara MR, Nunes AP & Oliveira MN (2009): Effects of milk supplementation with skim milk powder, whey protein concentrate and sodium caseinate on acidification kinetics, rheological properties and structure of nonfat stirred yogurt. Food Science and Technology 42, 1744-1750.

Delikanli B. and Ozcan T. (2014): Effects of various whey proteins on the physicochemical and textural properties of set type nonfat yoghurt. International Journal of Dairy Technology 67, pp.495-503.

Del Mar Contreras M., Hernández-Ledesma B., Amigo L., Martín-Álvarez P.J., Recio I. (2011): Production of antioxidant hydrolyzates from a whey protein concentrate with thermolysin: optimization by response surface methodology. LWT-Food Science and Technology 44, pp.9–15.

Ebringer L., Ferenčík M., Krajčovič J. (2008): Beneficial Health Effects of Milk and Fermented Dairy Products – Review. Folia Microbiol. 53 (5), 378–394.

Fabra MJ., Talens P. & Chiralt A. (2010): Influence of calcium on tensile, optical and water vapour permeability properties of sodium caseinate edible films. Journal of Food Engineering 96, pp. 356-364.



FAO/WHO (1977): Code of principles concerning milk and milk products. Draft standard for yoghurt and sweetened yoghurt. (Standard NoA- 11a, Step 7).

Farvin K.S., Baron C.P., Nielsen N.S., Jacobsen C. (2010): Antioxidant activity of yoghurt peptides: Part 1—invitro assays and evaluation in  $\omega$ -3 enriched milk. *Food Chem* 123, pp.1081–1089.

FitzGerald RJ, Meisel H. (2003):Milk protein hydrolysates and bioactive peptides. In Fox PF, McSweeney PLH (eds.) *Advanced Dairy Chemistry* , Vol 1: Proteins, Part B, 3<sup>rd</sup> ed., pp. 675-698.

FitzGerald RJ and Murray BA (2006): Bioactive peptides and lactic fermentations. *Int. J. Dairy Technol.* 59:118-125.

German JB, Dillard CJ, Ward RE (2002): Bioactive components in milk. *Curr. Opin. Clin. Nutr. Metab. Care* 5:653-658.

Granato D., Branco G.F., Cruz A.G. , Fonseca Faria J., Shah N.P (2010): Probiotic Dairy Products as Functional Foods. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, Vol.9, Iss. 5, pp.455-470.

Gobbetti M., Minervini F. and Rizzello C.G. (2007): Bioactive peptides in dairy products. In: *Handbook of Food Products Manufacturing* Y.H. Hui (ed). John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, NJ, pp. 489-517.

González-Martínez C., Becerra M., Cháfer M., Albors A., Carot J.M. &Chiralt A. (2002): Influence of substituting milk powder for whey powder on yogurt quality. *Trends in Food Science and Technology* 13, pp. 334-340.

Guo M. (2003): Goat's milk. In: Caballero B., Trugo L., Fingla P. (Eds.), *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition*. Academic Press, London, UK, pp. 2944–2949.

Gupta A., Mann B., Kumar R. and Sangwan R.B. (2009): Antioxidant activity of Cheddar cheeses at different stages of ripening. *International Journal of Dairy Technology* 62 (3), pp.339-347.

Haenlein, G.F.W., Caccese, R. (1984): Goat milk versus cow milk. In: Haenlein, G.F.W., Ace, D.L. (Eds.), *Extension Goat Handbook*. USDA Publ., Washington, DC, p. 1, E-1.

Haenlein G.F.W. (1992): Role of goat meat and milk in human nutrition. *Proc V Intl Conf on Goats*. New Delhi, India. Vol. II: Part I. pp. 575-580.

Haenlein (2004): Goat milk in human nutrition. *Small Rumin Res* 51: 155-163.

Hekmat S. and McMahon D.J. (1998): Distribution of iron between caseins and whey proteins in acidified milk. *International Journal of Food Science and Technology* 31, pp.632–638.

Hernández-Ledesma B., Dávalos A., Bartolomé B., Amigo L. (2005): Preparation of antioxidant enzymatic hydrolysates from  $\alpha$ -lactalbumin and  $\beta$ -lactoglobulin. Identification of active peptides by HPLC-MS/MS. *J Agric Food Chem* 53, pp.588–593.

Herrero A.M. and Requena T. (2006): The effect of supplementing goats milk with whey protein concentrate on textural properties of set-type yoghurt. *International Journal of Food Science and Technology* 41, pp.87-92.

IDF Standard 122 (2001): Milk and milk products-General guidance for the preparation of test samples, initial suspensions and decimal dilutions for microbiological examination.

IDF standard 117/ISO 7889 (2003): Yoghurt. Enumeration of characteristic microorganisms. Colony-count technique at 37°C.

IDF standard 94/ISO 6611 (2004): Milk and milk products. Enumeration of colony forming units of yeasts and/or moulds. Colony-count technique at 25°C.

IDF standard 119/ISO 8070 (2007): Milk and milk products- Determination of calcium, sodium, potassium and magnesium contents – Atomic absorption spectrometric method. Brussels: International Dairy Federation.

IDF standard 42/ISO 9874 (2006): Milk - Determination of total phosphorus content – Method using molecular absorption spectrometry.

Isleten M. and Karagul-Yuceer Y. (2006): Effects of dried dairy ingredients on physical and sensory properties of Nonfat Yogurt. *Journal of Dairy Science* 89, pp.2865-2872.

Juarez M. and Ramos M. (1986): Physico-chemical characteristics of goat milk as distinct from those of cow milk. *Intl. Dairy Fed. Bull No. 202*. pp. 54-67.

Kaminarides S. and Anifantakis E. (2004): Characteristics of set type yoghurt made from caprine or ovine milk and mixtures of the two. *International Journal of Food Science and Technology* 39, pp.319–324.

Karadag A., Ozcelik B., Saner S. (2009): Review of methods to determine antioxidant capacities. *Food Anal Methods* 2, pp.41–60.

Karam M.C., Gaiani C., Hosri C., Burgain J. and Scher J. (2013): Effect of dairy fortification on yogurt textural and sensorial properties: a review. *Journal of Dairy Research* 80, pp. 400-409.

Kitts.D.D. and Weiler K. (2003): Bioactive proteins and peptides from food sources. Applications of bioprocesses used in isolation and recovery. *Curr Pharm Des* 9, 1309-1323.

Korhonen H. and Pihlanto A. (2007): Bioactive peptides from food proteins, *Handbook of Food Products Manufacturing*. Y.H Hui, eds. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, NJ.pp.5-37.

LeBlank JG, Matar C, Valdez JC, LeBlank J, Perdigon G. (2002): Immunomodulating effects of peptidic fractions issued from milk fermented with *Lactobacillus helveticus*. *J. Immunol.* 141:2629-2634.

- Lin M. and Yen C. (1999): Antioxidative ability of lactic acid bacteria. *J Agric Food Chem* 47, pp.1460–1466.
- Lindmark-Månson H., Åkesson B. (2000): Antioxidative factors in milk. *British Journal of Nutrition* 84(1), pp.103–110.
- Lucey A.J. (2004): Cultured dairy products: an overview of their gelation and texture properties. *International Journal of Dairy Technology*, Vol 57, No 2/3, pp.77-84.
- Marten B., Pfeuffer M. and Schrezenmeir J. (2006): Medium-chain triglycerides. *International Dairy Journal* 16: 1374-1382.
- Martin-Diana A.B., Janer C., Peláez C. and Requena T. (2003): Development of a fermented milk containing probiotic bacteria. *International Dairy Journal* 13, pp. 827–833.
- Martinez-Ferez A., Rudloff S., Guadix A., Henkel C.A., Pohlentz G., Boza J.J, Gaudix E.M. and Kunz C. (2006): Goat's milk as a natural source of lactose-derived oligosaccharides: isolation by membrane technology. *Intl Dairy J* 16:173-181.
- Meydani S.N. and Ha W.K (2000): Immunologic effects of yogurt. *The American Journal of Clinical Nutrition*. Vol 71, no 4, 861-872.
- Moatsou G., Samolada M., Panagiotou P., Anifantakis E. (2004): Casein fraction of bulk milks from different caprine breeds. *Food Chemistry* 87, pp. 75–81.
- Moatsou G., Moschopoulou E., Mollé D., Gagnaire V., Kandarakis I., Léonil J. (2008): Comparative study of the protein fraction of goat milk from the Indigenous Greek breed and from international breeds. *Food Chemistry* 106, pp. 509–520.
- Mor-Mur M. and Yuste J. (2003): High pressure processing applied to cooked sausage manufacture: physical properties and sensory analysis. *Meat Science* 65, pp.1187 -1191.
- Ozer B.H. and Kirmaci H.A. (2009): Functional milks and dairy beverages. *International Journal of dairy Technology*, 63, 1-15.

Pandya A. J. and Ghodke K. M. (2007): Goat and sheep milk product other than cheeses and yoghurt. *Small Ruminant Research* 68, pp. 193–206.

Park Y.W. (1994): Hypo-allergenic and therapeutic significance of goat milk. *Small Rumin Res* 14:151-159.

Park Y.W. and Haenlein G.F.W (2006): Therapeutic and hypo-allergenic values of goat milk and implication of food allergy. In: *Handbook of Milk of Non-Bovine Mammals*. Y.W. Park and G.F.W. Haenlein, eds., Blackwell Publishers. Ames, Iowa, and Oxford, England. pp. 121-136.

Park Y.W., Juárez M., Ramos M., G.F.W. Haenlein G.F.W. (2007): Physico-chemical characteristics of goat and sheep milk. *Small Ruminant Research* 68, pp. 88–113.

Park Y.W. (2009): *Bioactive Components in Milk and Dairy Products*, Wiley-Blackwell.

Patel S. (2011): Evaluating the Effect of Milk Protein Concentrates (MPC) Fortification on Rheological Properties of Nonfat Set Yogurt Using Vane Rheometry Vol. Master of Science: The Graduate School University of Wisconsin-Stout.

Peng Y., Serra M., Horne D.S. & Lucey J.A. (2009): Effect of fortification with various types of milk proteins on the rheological properties and permeability of nonfat set yogurt. *Journal of Food Science* 74, pp.666-673.

Pigeon RM, Cuesta EP, Gilliland SE (2002): Binding of free bile acids by cells of yogurt starter culture bacteria. *Journal of Dairy Science*, 85, pp. 2705-2710.

Raynal-Ljutovac K., Lagriffoul G., Paccard P., Guillet I., Chilliard Y. (2008): Composition of goat and sheep milk products: An update.

Regester G.O., Smithers G.W., Mitchell I.R., McIntosh G.H. and Dionysius D.A. (1997): Bioactive factors in milk: Natural and induced. In: *Milk Composition and Biotechnology*. R. Welch, D. Burns, S. Davis, A. Popay and C. Prosser, eds. CAB International, Wallingford. CT. pp. 119-132.

Remeuf F., S. Mohammed, I. Sodini and J. P. Tissier (2003): Preliminary observations on the effects of milk fortification and heating on microstructure and physical properties of stirred yogurt. *Int. Dairy J.* 13, pp.773–782.

Sadat L., Cakir-Kiefer C., N'Negue M-A., Gaillard J-L., Girardet J-M., Miclo L. (2011): Isolation and identification of antioxidative peptides from bovine  $\alpha$ -lactalbumin. *International Dairy Journal* 21, pp.214–221.

Sandoval-Castilla O., Lobato-Calleros C., Aguirre-Mandujano E. and Vernon-Carter E. J. (2004): Microstructure and texture of yogurt as influenced by fat replacers. *International Dairy Journal* 14, pp.151–159.

Sarmadi B.H. and Ismail A. (2010): Antioxidative peptides from food proteins: a review. *Peptides* 31, pp.1949–1956.

Séverin S. and Wenshui X. (2005): Milk biologically active components as nutraceuticals: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 45, pp. 645-656.

Shantha NC, Ram LN, O' Leary J, Hicks CL, Decker EA (1995): Conjugated linoleic acid concentrations in dairy products as affected by processing and storage. *J.Food Sci.* 60:695-697.

Shah P.N. (2013): Health benefits of yogurt and fermented milks, In: *Manufacturing Yogurt and Fermented milk*. 2<sup>nd</sup> ed. pp 433-448, edited by Chandan R.C., Kilara A., John Wiley & Sons, Inc.

Slačanac V., Božanić R., Hardi J., Szabó R.J., Lučan M., Krstanović V. (2010): Nutritional and therapeutic value of fermented caprine Milk. *International Journal of Dairy Technology*. Vol 63.

Sodini I., Montella J. and Tong, P. (2005): Physical properties of yogurt fortified with various commercial whey protein concentrates. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85, 853-859.

Sugiarto M., Ye A., Singh H. (2009): Characterisation of binding of iron to sodium caseinate and whey protein isolate. *Food Chem* 114, pp.1007–1013.

Tamine A.Y and Robinson R.K (2000): *Yogurt Science and Technology*. Washington, DC: CRC Press Woodhead.

Tamine A.Y and Robinson R.K (2007): *Tamine and Robinson's Yoghurt Science and Technology*, 3<sup>rd</sup> edition. Cambridge, UK: CRC PressWoodhead.

Tsiplakou E. and Zervas G. (2008a): Comparative study between sheep and goats on ruminic acid and vaccenic acid in milk fat under the same dietary treatments. *Liv. Sci.* 119, 87-94.

Tsiplakou E. and Zervas G. (2008b): The effects of dietary inclusion of olive oil leaves and grape mark on the content of conjugated linoleic acid and vaccenic acid in the milk of dairy sheep and goats. *J. Dairy Res.* 75, 270-278.

Tsiplakou E., Flementakis E., Kalloniati C., Papadomichelakis G., Katinakis P. and Zervas G. (2009): Sheep and goats differences on CLA and fatty acids milk fat content in relation with mRNA stearoyl-CoA desaturase and lipogenic genes expression in their mammary gland. *J. Dairy Res.* 76, 392-401.

Unal G. and Akalin A.S. (2006): Antioxidant activity of milk proteins. *Agro Food industry hi-tech* 17(6):4–6.

Unal G. and Akalin A.S. (2012a): Antioxidant activity of commercial dairy products. *Agro Food Industries*, Vol. 23 (1).

Unal G. and Akalin A.S. (2012b): Antioxidant and angiotensin-converting enzyme inhibitory activity of yoghurt fortified with sodium calcium caseinate or whey protein concentrate. *Dairy Science & Technology* 92, pp.627–639.

Unal G. and Akalin A.S. (2013): Influence of fortification with sodium–calcium caseinate and whey protein concentrate on microbiological, textural and sensory properties of set-type yoghurt. *International Journal of Dairy Technology*. Vol 66, pp.264-272.

Underwood E.J. (1977): Chapter 1. Introduction. In:Trace elements in Human and Animal Nutrition. 4<sup>th</sup> ed. Academic Press, New York. pp. 1-12.

Woo S.H., Jhoo J.W., Kim G.Y. (2009): Antioxidant activity of low molecular peptides derived from milk protein. Korean J Food Sci Anim 29(5), pp.633–639.

Zervas G. and Tsiplakou E. (2013): Goat Milk. In»Milk and Dairy Production in Human Nutrition and Health» (Ed.Y.Park and G.Haenlein). WILEY-BLACKWELL Publishers, New York, pp.498-518.

## **ΙΣΤΟΤΟΠΟΙ**

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

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

[www.foodbites.eu](http://www.foodbites.eu)

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

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

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