

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
« ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ ΔΙΑΧΕΙΡΗΣΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΓΑΛΑΚΤΟΣ ΚΑΙ
ΓΑΛΑΚΤΟΚΟΜΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ»

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ
ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΣΤΑ
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΤΥΠΟΥ ΓΙΑΟΥΡΤΗΣ.

ΙΩΑΝΝΟΥ Ι. ΒΑΣΙΛΙΚΗ - ΝΙΚΟΛΕΤΤΑ

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ: ΜΟΣΧΟΠΟΥΛΟΥ ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ, Λέκτορας ΤΕΤΤ- ΓΠΑ

ΑΘΗΝΑ, ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2014

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

**ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΣΤΑ
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΤΥΠΟΥ ΓΙΑΟΥΡΤΗΣ**

ΙΩΑΝΝΟΥ Ι. ΒΑΣΙΛΙΚΗ – ΝΙΚΟΛΕΤΤΑ

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ: ΜΟΣΧΟΠΟΥΛΟΥ ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ, Λέκτορας ΤΕΤΤ- ΓΠΑ

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ:

Πολίτης Ιωάννης, Καθηγητής ΤΕΖΠΥ – ΓΠΑ

Μοάτσου Γκόλφω, Επίκουρος Καθηγήτρια ΤΕΤΤ – ΓΠΑ

Μοσχοπούλου Αικατερίνη, Λέκτορας ΤΕΤΤ- ΓΠΑ

ΑΘΗΝΑ, ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2014

Ευχαριστίες

Με την ολοκλήρωση της παρούσας μεταπτυχιακής μελέτης, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους όσους βοήθησαν στην υλοποίησή της. Πρωτίστως οφείλω τις θερμές μου ευχαριστίες στην επιβλέπουσα και καθηγήτρια μου κ. Μοσχοπούλου Αικατερίνη για την καθοδήγηση, το συνεχές και αμέριστο ενδιαφέρον της καθώς όμως και τον χρόνο που μου αφιέρωσε κατά την εκτέλεση και συγγραφή της παρούσας μεταπτυχιακής μελέτης.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά και τα μέλη της εξεταστικής επιτροπής κ. Μοάτσου Γκόλφω και κ. Πολίτη Ιωάννη για την συμπαράσταση και την συμβολή τους στην ολοκλήρωση της παρούσας μεταπτυχιακής μελέτης και τις εύστοχες παρατηρήσεις και διορθώσεις τους.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω την κ. Ζωίδου Ευαγγελία και τον κ. Σακκά Λάμπρο για την αμέριστη βοήθεια τους και καθοδήγηση τους στις εργαστηριακές αναλύσεις που έλαβαν χώρα στο Εργ. Γαλακτοκομίας. Η άριστη επιστημονική τους γνώση και εμπειρία ήταν σημαντικές για την ολοκλήρωση της μεταπτυχιακής αυτής μελέτης.

Ιδιαίτερα θα ήθελα να ευχαριστήσω το Τμήμα R&D της Βιομηχανίας ΔΕΛΤΑ στον Άγιο Στέφανο και συγκεκριμένα την Διευθύντρια του τμήματος κ. Χατζηγεωργίου Α., τον κ. Στάμο Α., την κ. Παπακοσμά Α. καθώς και το προσωπικό του εργαστηρίου του R&D, για την πολύ σημαντική συμβολή τους στην παρασκευή των γιαουρτιών καθώς και στις ρεολογικές και οργανοληπτικές αναλύσεις οι οποίες ήταν απαραίτητες για τη μελέτη αυτή.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω την Εταιρεία Ηπειρωτικές Πρωτεΐνες Α.Ε. για την προσφορά των πρωτεϊνικών συμπυκνωμάτων που χρησιμοποιήθηκαν στη μελέτη αυτή.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Σπύρο Παραμυθιώτη και την οικογένεια μου για την αμέριστη στήριξη συμπαράσταση και βοήθεια καθ' όλη την διάρκεια της μεταπτυχιακής μου μελέτης.

Η παρούσα μεταπτυχιακή μελέτη έγινε στο πλαίσιο του ερευνητικού προγράμματος 'Εφαρμογή καινοτόμων τεχνολογιών στην παραγωγή γιαουρτιού με αυξημένες βιολογικές ιδιότητες' - ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑ 2011

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	1
A. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ.....	2
1. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΑΓΕΛΑΔΙΝΟΥ ΓΑΛΑΚΤΟΣ ΚΑΙ ΟΞΙΝΩΝ ΖΥΜΟΥΜΕΝΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ.....	2
1.1 Στοιχεία για την παγκόσμια παραγωγή.....	2
1.2 Στοιχεία για την ελληνική παραγωγή.....	4
2. ΓΙΑΟΥΡΤΙ ΚΑΙ ΟΞΥΓΑΛΑΤΑ.....	8
2.1 Ελληνική Νομοθεσία.....	8
2.1.1 Αδυναμίες της Ελληνικής Νομοθεσίας	9
2.2 Τύποι γιαούρτης	12
2.3 Τύποι γιαούρτης στην Ελλάδα.....	15
2.3.1 Το παραδοσιακό γιαούρτι.....	15
2.3.2 Βιομηχανικό γιαούρτι.....	16
2.3.3 Στραγγισμένο γιαούρτι.....	17
2.4 Επιδόρπια γιαουρτιού.....	18
2.5 Τύποι οξυγαλάτων.....	18
2.6 Ζυμωμένα προϊόντα με οξυγαλακτικά βακτήρια και ζύμες.....	19
2.7 Ζυμωμένα προϊόντα με προβιοτικά βακτήρια με ευβιωτικές για τον άνθρωπο ιδιότητες.....	20
2.8 Ζυμωμένα προϊόντα με μεσόφιλα βακτήρια.....	21
2.9 Ελληνικό γιαούρτι – Greek yoghurt	22
3. ΘΡΕΠΤΙΚΗ ΑΞΙΑ ΚΑΙ ΒΙΟΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΓΙΑΟΥΡΤΗΣ.....	23
4. ΓΙΑΟΥΡΤΙ ΜΕ ΑΥΞΗΜΕΝΗ ΠΡΩΤΕΪΝΟΠΕΡΙΕΚΤΗΚΟΤΗΤΑ	26
4.1 Προσθήκη πρωτεϊνών ορού του γάλακτος.....	26

4.1.1	Προσθήκη συμπυκνωμάτων πρωτεϊνών ορού (WPC).....	27
4.1.2	Προσθήκη απομονωμένης πρωτεΐνης ορού του γάλακτος (WPI).....	27
4.1.3	Προσθήκη υδρολυμένης πρωτεΐνης ορού του γάλακτος (WPH).....	27
4.2	Προσθήκη σκονών άπαχου γάλακτος (SMP).....	28
4.3	Προσθήκη καζεϊνών	28
B.	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....	29
5.	ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	29
5.1	Παρασκευή μιγμάτων γάλακτος	29
5.1.1	<i>Παρασκευή μιγμάτων γαλάτων λιποπεριεκτικότητας 2% με προσθήκη WPC1 και WPC2</i>	29
5.1.2	<i>Παρασκευή μιγμάτων γαλάτων λιποπεριεκτικότητας 0,2% με προσθήκη WPC1 και WPC2.....</i>	29
5.2	Καλλιέργεια.....	30
5.3	Παρασκευή γιαουρτιού στερεάς δομής (set type).....	30
5.4	Δειγματοληψία και αναλύσεις	30
5.4.1	<i>Προσδιορισμός σύστασης, pH και οξύτητας</i>	31
5.4.2	<i>Προσδιορισμός τέφρας</i>	32
5.4.3	<i>Προσδιορισμός αλάτων</i>	32
5.4.4	<i>Προσδιορισμός μικροβιακής σύστασης.....</i>	32
5.4.5	<i>Προσδιορισμός συναίρεσης</i>	33
5.4.6	<i>Προσδιορισμός της ικανότητας συγκράτησης νερού.....</i>	33
5.4.7	<i>Προσδιορισμός της πηκτότητας (Firmness).....</i>	33
5.4.8	<i>Προσδιορισμός ιξώδους (viscosity).....</i>	34
5.4.9	<i>Exudation (αποβολή ορού μετά από τοποθέτηση σε θέση υπό κλίση).....</i>	34
5.4.11	<i>Προσδιορισμός της αντιοξειδωτικής ενεργότητας</i>	34
5.4.10	<i>Προσδιορισμός χρώματος.....</i>	36

5.4.12 Οργανοληπτική αξιολόγηση	37
5.4.13 Στατιστική επεξεργασία αποτελεσμάτων.....	37
6. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	38
6.1 Χαρακτηριστικά γιαουρτιού στερεάς δομής (set type) με λίπος < 0,2% και προσθήκη WPC	38
6.1.1 Χημική σύσταση	38
6.1.2 Μικροβιολογική σύσταση.....	39
6.1.3 Εξέλιξη του pH και της οξύτητας	39
6.1.5 Ρεολογικές ιδιότητες.....	41
6.1.6 Χρώμα.....	44
6.1.7 Οργανοληπτική αξιολόγηση.....	45
6.2 Χαρακτηριστικά γιαουρτιού στερεάς δομής (set type) με λίπος 2% και προσθήκη WPC	47
6.2.1 Χημική σύσταση	47
6.2.2 Μικροβιολογική σύσταση	48
6.2.3 Εξέλιξη του pH και της οξύτητας	48
6.2.5 Ρεολογικές ιδιότητες.....	50
6.2.6 Χρώμα.....	53
6.2.7 Οργανοληπτική αξιολόγηση.....	53
6.3 Αντιοξειδωτικές ιδιότητες των παρασκευασμένων γιαουρτιών.....	56
7.ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	61
ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	62
ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	68
ΙΣΤΟΤΟΠΟΙ.....	69

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η επίδραση της προσθήκης 2 διαφορετικών συμπυκνωμάτων πρωτεϊνών του ορού, WPC 65% και WPC 80% από αιγοπρόβειο γάλα σε ποσοστά 2% και 1% και 1,62% αντίστοιχα, στα χαρακτηριστικά γιαουρτιού στερεάς δομής (set type) από αγελαδινό γάλα με <0,2% και 2% λίπος. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι όλα τα γιαούρτια είχαν ικανοποιητικά οργανοληπτικά χαρακτηριστικά, ικανοποιητική δομή /πηκτότητα, ακόμα και αυτά με λίπος <0,2%, η οποία βελτιώθηκε μέχρι τη διατήρηση στο ψυγείο για 28 ημέρες καθώς και υψηλό πληθυσμό οξυγαλακτικών μικροοργανισμών (>1x10⁸ cfu/g) σε όλη τη διάρκεια της διατήρησης στους 4°C. Επιπλέον τα φρέσκα γιαούρτια της 1^{ης} ημέρας είχαν υψηλό αντιοξειδωτικό δυναμικό, το οποίο, όμως, μειώθηκε με την πάροδο των ημερών. Μείωση παρατηρήθηκε κυρίως την 7^η ημέρα η οποία στη συνέχεια ήταν οριακή, ωστόσο τα γιαούρτια των 21 ημερών εξακολούθησαν να διατηρούν υψηλά επίπεδα αντιοξειδωτικής ικανότητας. Τέλος, από όλα τα γιαούρτια, αυτά με την προσθήκη WPC 80% σε ποσοστό 1,62%, υπερερούσαν ως προς την αντιοξειδωτική ικανότητα από τα υπόλοιπα.

Επιστημονική περιοχή: Ζυμωμένα γάλατα

Λέξεις κλειδιά: Γιαούρτι, συμπυκνώματα πρωτεϊνών ορού

SUMMARY

In this study, the effect of addition of two different WPCs, WPC 65% and WPC 80%, originated from mixed caprine/ovine milk, at different percentages (2% and 1% and 1,62% respectively) in the production of set type yoghurt from bovine milk with fat contents <0,2% and 2% was investigated. All yoghurts that were produced presented good organoleptic characteristics, high enough firmness, even those with <0,2% fat, and high numbers ($>1 \times 10^8$ cfu/g) of typical lactococci /lactobacilli throughout self-life. Moreover, all fresh yoghurt products presented high antioxidant activity and those produced with WPC 80% at level 1,62% had the highest. However, antioxidant activity decreased after 7 days of shelf life at 4°C but it was still present even at 21 days.

Key words: Yoghurt, WPC

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το γιαούρτι είναι ένα όξινο προϊόν γάλατος το οποίο καταναλίσκεται παγκοσμίως και έχει αποδεδειγμένη θρεπτική αξία. Τα τελευταία χρόνια οι ρυθμοί της ζωής επιβάλλουν μια διατροφή χαμηλή σε λιπαρά αλλά πλούσια σε αμινοξέα, ιχνοστοιχεία και πρωτεΐνες. Η αύξηση της πρωτεΐνης στο γιαούρτι έχει ως αποτέλεσμα την μείωση των υδατανθράκων και του νατρίου χωρίς να μειώνεται η συγκέντρωση του ασβεστίου γεγονός που έχει στρέψει τους καταναλωτές στη ολοένα και αυξανόμενη ζήτηση γιαουρτιών και άλλων οξυγαλακτικών προϊόντων με αυξημένη πρωτεΐνη. Η στροφή αυτή των καταναλωτών έχει οδηγήσει την βιομηχανία στην παρασκευή γιαουρτιών με αυξημένη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη τα οποία δεν στερούνται γευστικά αλλά είναι διατροφικά ενισχυμένα, με βελτιωμένη υφή, μειωμένη συναίρεση και κρεμώδη ύφη.

Ο σκοπός της παρούσας μεταπτυχιακής μελέτης ήταν ο εμπλουτισμός του αγελαδινού γάλακτος με πρωτεϊνικά συμπυκνώματα προκειμένου να παραχθούν νέοι τύποι γιαούρτης και η μελέτη της επίδρασής τους στα ρεολογικά και οργανοληπτικά τους χαρακτηριστικά, την μικροβιακή τους χλωρίδα, την χημική τους σύσταση, την αντιοξειδωτική τους ικανότητα και την συγκέντρωση των ανόργανων στοιχείων τους.

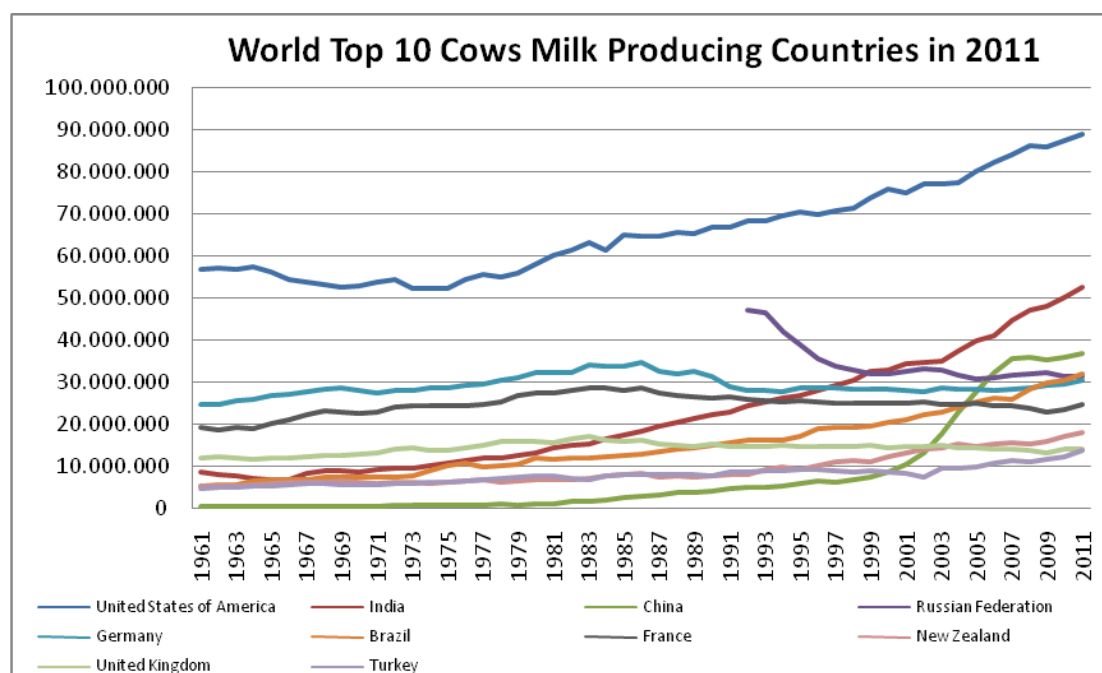
Α. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

1. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΑΓΕΛΑΔΙΝΟΥ ΓΑΛΑΚΤΟΣ ΚΑΙ ΟΞΙΝΩΝ ΖΥΜΟΥΜΕΝΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ

1.1 Στοιχεία για την παγκόσμια παραγωγή

Σύμφωνα με τα τελευταία στοιχεία του FAO, η παγκόσμια παραγωγή αγελαδινού γάλακτος το 2011 ανήλθε σε περίπου 606 εκατομμύρια τόνους με τις δέκα κορυφαίες χώρες παραγωγής να αντιπροσωπεύουν το 56,6% της παραγωγής. Οι ΗΠΑ είναι η μεγαλύτερη παραγωγός αγελαδινού γάλακτος στον κόσμο, αντιπροσωπεύοντας το 14,7% της παγκόσμιας παραγωγής. Το 2011 παρήγαγαν πάνω από 89 εκατομμύρια τόνους, σημειώνοντας αύξηση 1,9% σε σύγκριση με το 2009.

Η Ινδία είναι η δεύτερη μεγαλύτερη παραγωγός αγελαδινού γάλακτος, αντιπροσωπεύοντας το 8,7% της παγκόσμιας παραγωγής και παραγωγή πάνω από 52 εκατομμύρια τόνους το 2011. Το Ηνωμένο Βασίλειο καταλαμβάνει την 9^η θέση στην παγκόσμια κατάταξη παραγωγής παράγοντας το 2011 πάνω από 14 εκατομμύρια τόνους και αντιπροσωπεύει το 2,4% της παγκόσμιας παραγωγής αγελαδινού γάλακτος.



Εικόνα 1.1 Στοιχεία χωρών με την μεγαλύτερη παραγωγή αγελαδινού γάλακτος για το 2011. Πηγή: <http://www.FAO.com>

Πίνακας 1.1 Η παραγωγή γιαουρτιού και λοιπών ζυμομένων προϊόντων γάλακτος σε χώρες της Ευρώπης.
Πηγή: Prodc.com.<http://epp.eurostat.ec.europa.eu>

ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΓΙΑΟΥΡΤΙΟΥ ΚΑΙ ΛΟΙΠΩΝ ΖΥΜΟΥΜΕΝΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΓΑΛΑΚΤΟΣ (ΚΙΛΑ)					
	2005	2006	2007	2008	2009
Γαλλία	526.628.084	620.732.952	535.738671	526.802.449	516.668.832
Γερμανία	431.263.000	449.607.000	472.991.000	475.329.000	502.675.000
Πολωνία	210.174.000	267.274.000	165.178.000	196.878.000	247.956.000
Βουλγαρία	142.178.711	130.805.370	122.874603	130.000.977	134.864.809
Ελλάδα	101.933.154	99.958.921	110.205.798	100.487.917	106.424.537
Ουγγαρία	94.154.000	101.626.000	90.867.000	110.466.000	113.347.000

Σε ότι αφορά το γιαούρτι το απλό λευκό / φυσικό γιαούρτι (Ελληνικού τύπου και το παραδοσιακό) έχει δει τη μεγαλύτερη αύξηση του όγκου πωλήσεων στη διάρκεια του 2013 (+15,8%). Το γιαούρτι με χαμηλά λιπαρά έχει δει επίσης ισχυρή ανάπτυξη, με ωφέλιμο όγκο έως 7,7%. Σύμφωνα με την Mintel (Global Market Research & Market Insight), οι πιο σημαντικοί παράγοντες που επηρεάζουν την επιλογή γιαουρτιού είναι «τα χαμηλά λιπαρά» και «όλα τα φυσικά συστατικά του», βοηθώντας έτσι να εξηγηθούν καλύτερα οι τομείς της ανάπτυξης όπως φαίνεται στον Πίνακα 1.2. Το Bio Set (βιολογικό στερεάς δομής) γιαούρτι είδε τη μεγαλύτερη πτώση σε ετήσια βάση για το 2013, με τον όγκο των πωλήσεων του να πέφτουν κάτω από 7,1%. Στην Αγγλία το γιαούρτι με χαμηλά λιπαρά παραμένει φθηνότερο (£ 1.73/kg), ενώ το γιαούρτι των παιδιών είναι το πιο ακριβό στην τιμή των £ 3,19 kg.

Πίνακας 1.2 Πίνακας ανάπτυξης διαφόρων ειδών γιαούρτης (Πηγή: <http://www.kantarworldpanel.com>)

Είδος προϊόντος	Έξοδα (£)	Μεταβολή (%)	Όγκος παραγωγής (kg)	Μεταβολή (%)	Μέση τιμή (£/ kg)	Μεταβολή μέσης τιμής (%)
Βιολογικό στερεάς δομή (Bio-set)	403,742	-4.2	151,061	- 7.1	2.67	+ 3.2
Παιδικό	32,185	+ 5.1	10,077	+ 2.7	3.19	+ 2.4
Χαμηλό σε λιπαρά	162,273	+ 1.7	93,627	+ 4.2	1.73	- 2.5
Επώνυμης ετικέτας	363,343	+ 7.7	130,188	- 3.9	2.79	+ 12
Απλό λευκό γιαούρτι (plain yoghurt)	107,621	+ 15.8	58,516	+ 15.8	1.84	+ 0.0
Πολύ χαμηλό σε λιπαρά	332,167	+ 18.3	132,202	+ 7.7	2.51	+ 9.9

Τα τελευταία στοιχεία της Kantar Worldpanel (Consumer panel/ consumer behavior) για το 2013 δείχνουν ότι ο όγκος των πωλήσεων των οξυγαλάτων έχει μειωθεί κατά 2,6% σε σύγκριση με το προηγούμενο έτος. Ωστόσο, ισχυρή αύξηση του όγκου πωλήσεων (9,3%) και αύξηση της αξίας τους (10,6%) έχει παρατηρηθεί για τα ιδιωτικής ετικέτας οξυγάλατα σε ετήσια βάση. Τα επώνυμα οξυγάλατα έχουν μετακινηθεί προς την αντίθετη κατεύθυνση με μείωση σε ετήσια βάση κατά 5,1% του όγκου των πωλήσεων και πτώση σε ετήσια βάση κατά 5,1% των δαπανών. Η μέση τιμή για τη συνολική αγορά οξυγαλάτων μειώθηκε κατά 0,4% σε ετήσια βάση.

Πίνακας 1.3 Πίνακας ανάπτυξης οξυγαλάτων ιδιωτικής και επώνυμης ετικέτας για το 2013 (Πηγή: <http://www.kantarworldpanel.com>)

	Συνολικός αριθμός οξυγαλάτων	Μεταβολή (%)	Ιδιωτικής ετικέτας	Μεταβολή (%)	Επώνυμης ετικέτας	Μεταβολή (%)
Αξία (£)	285,520	-2.9	45,805	+10.6	239,716	-5.1
Όγκος (kg)	98,496	-2.6	19,305	+9.3	79,191	-5.1
Μέση τιμή (£/kg)	2,90	-0.4	2,37	+1.2	3,03	-0.1

1.2 Στοιχεία για την ελληνική παραγωγή

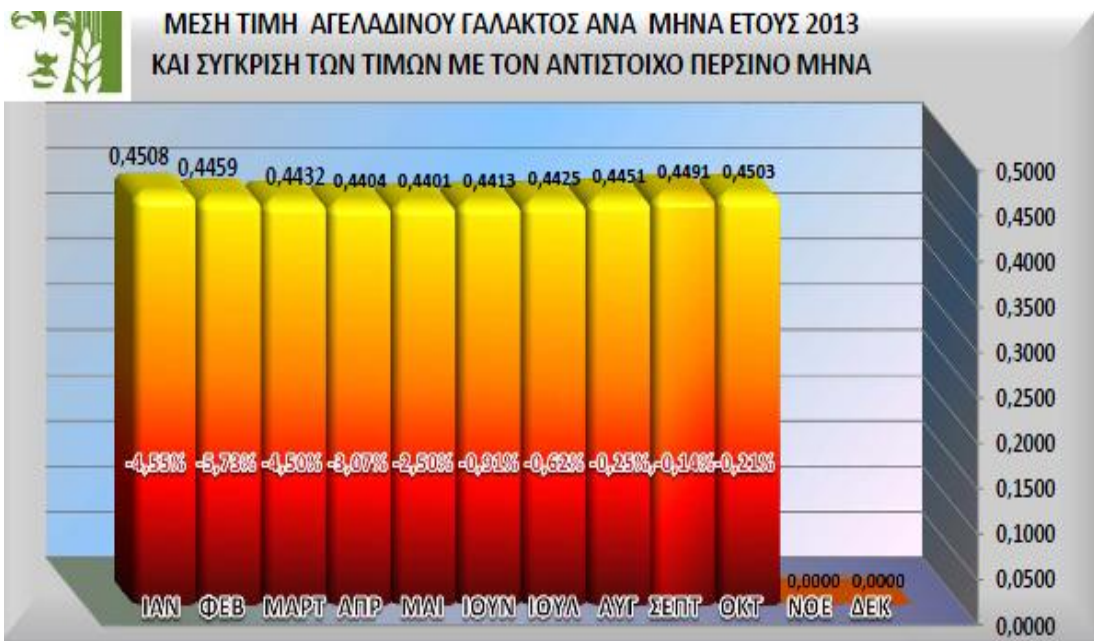
Η ελληνική γαλακτοπαραγωγή ανέρχεται στα 501.444 τόνους αγελαδινού γάλακτος για το 2013 και 497.347 τόνους αιγοπρόβειο για 2012. Σύμφωνα με τα στοιχεία του ΕΛΟΓΑΚ η ελληνική παραγωγή και η μέση τιμή πώλησης του αγελαδινού γάλακτος για τα έτη 2012-2013 απεικονίζεται στις Εικόνες 1.2 και 1.3 .



Εικόνα 1.2. Ποσότητες αγελαδινού γάλακτος για το 2013. Πηγή : ΕΛΟΓΑΚ

Πίνακας 1.4 Ποσότητες αγελαδινού γάλακτος για το 2012-2013 σε τόνους (Πηγή: ΕΛΟΓΑΚ)

ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΣΕ ΤΟΝΟΥΣ		
ΜΗΝΑΣ	2012	2013
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	54.821	51.489
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	51.946	48.099
ΜΑΡΤΙΟΣ	57.167	54.006
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	56.789	52.377
ΜΑΪΟΣ	58.803	53.069
ΙΟΥΝΙΟΣ	54.379	48.776
ΙΟΥΛΙΟΣ	53.593	50.149
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	52.509	48.987
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	49.996	46.702
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	49.792	47.793
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	47.979	0
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	49.734	0
ΣΥΝΟΛΟ	637.508	501.448



Εικόνα 1.3. Μέση τιμή αγελαδινού γάλακτος για το 2013. Πηγή: ΕΛΟΓΑΚ

Παρατηρείται δηλαδή μία πτωτική τάση στην παραγωγή αγελαδινού γάλακτος στην ελληνική αγορά για το 2013 σε σχέση με το 2012 παρά την πτώση της τιμής του. Το παράδοξο γεγονός αυτό σχετίζεται άμεσα με την οικονομική κρίση της χώρας μας.

Πίνακας 1.5 Μέση τιμή αγελαδινού γάλακτος για τα έτη 2012-2013 (Πηγή: ΕΛΟΓΑΚ)

ΜΗΝΑΣ	ΤΙΜΗ ΣΕ €	
	2012	2013
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	0,4723	0,4508
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	0,4730	0,4459
ΜΑΡΤΙΟΣ	0,4641	0,4432
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	0,4544	0,4404
ΜΑΪΟΣ	0,4514	0,4401
ΙΟΥΝΙΟΣ	0,4453	0,4413
ΙΟΥΛΙΟΣ	0,4453	0,4425
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	0,4463	0,4451
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	0,4497	0,4491
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	0,4513	0,4503
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	0,4536	0,000
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	0,4535	0,000
ΣΥΝΟΛΟ	0,4551	0,4448

Πίνακας 1.6 Πωλήσεις γιαουρτιού στα σούπερ μάρκετ σε όγκο (σε τόνους) (Πηγή: Symphony IRI, από Μανιφάβα 2011)

Κατηγορία	2008	2009	Ιαν. - 28/11/2009	Ιαν. - 28/11/2010	Μεταβολή (%)
Επώνυμα προϊόντα					
Γιαούρτι σε κουπάκια	50.223	50.571	47.096	45.698	-3%
Πινόμενο γιαούρτι	1.781	1.605	1.496	1.101	-26.4%
Γιαούρτι σε πήλινο	6.238	5.621	5.229	5.331	+2%
Επιδόρπια	4.650	4.557	4.230	3.972	-6.1%
Σύνολο επωνύμων	62.893	62.355	58.052	56.104	-3.4%
Ιδιωτικής ετικέτας	2.397	3.500	3.241	3.920	+20.9%

Σε ότι αφορά το γιαούρτι στην ελληνική αγορά το μεγαλύτερο ποσοστό των αγελαδινών γιαουρτιών δεν παράγονται από ελληνικό γάλα διότι η ελληνική παραγωγή δεν φθάνει να καλύψει την κατανάλωση. Για το λόγο αυτό γίνονται εισαγωγές αγελαδινού γάλακτος το οποίο λόγω του χρόνου μεταφοράς που απαιτείται δεν μπορεί να φτάσει φρέσκο (Διαμαντόπουλος, 2011).

2. ΓΙΑΟΥΡΤΙ ΚΑΙ ΟΞΥΓΑΛΑΤΑ

Τα όξινα ζυμούμενα προϊόντα γάλακτος με την αγγλική ονομασία «fermented milks» είναι τα προϊόντα γάλακτος που παράγονται με την οξυγαλακτική ζύμωση ή την οξυγαλακτική και αλκοολική ζύμωση της λακτόζης του γάλακτος. Διακρίνονται σε διάφορα προϊόντα ανάλογα με το είδος της ζύμωσης και το είδος των μικροοργανισμών που συμμετέχουν στη ζύμωση. Η ποικιλία των προϊόντων αυτών είναι μεγάλη ιδίως κατά τα τελευταία χρόνια. Στην Ελλάδα και στις περισσότερες χώρες το αντιπροσωπευτικότερο προϊόν των προϊόντων αυτών είναι το γιαούρτι ή η γιαούρτη.

2.1 Ελληνική Νομοθεσία

Ως **γιαούρτι** ορίζεται κατά την ελληνική νομοθεσία (Κ.Τ.Π, 2010), *"το προϊόν το οποίο προκύπτει μετά από πήξη αποκλειστικά και μόνο νοπού γάλακτος της αντίστοιχης προς την ονομασία φύσης και προέλευσης, με την επίδραση καλλιέργειας ζύμης που προκαλεί ειδική γι' αυτό ζύμωση. Το γιαούρτι θα 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 γάλατος από τα οποία παρασκευάστηκε αυτό. Εκτός από τα είδη γάλατος που περιλαμβάνονται στο άρθρο 80 (παράγραφος 3), επιτρέπεται η παρασκευή πλήρους γιαουρτιού από μίγμα ίσων μερών νοπού γάλακτος αγελάδας και βουβάλου ή προβάτου".*

Σύμφωνα με τον Codex Alimentarius (FAO/WHO, 1977a) 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)".*

Το γιαούρτι κάθε είδους θα πρέπει σύμφωνα με την ελληνική νομοθεσία, όταν έρχεται στην κατανάλωση να πληροί τους παρακάτω όρους:

α) να είναι συμπαγές, όχι πορώδες και η επιφάνεια της μάζας του, εκτός από τον υμένα, να παρουσιάζει την όψη αλάβαστρου.

β) το γιαούρτι που πωλείτε σε δοχεία πρέπει να καλύπτεται πάντα με φύλλο αδιάβροχο χαρτί ή άλλα από τα επιτρεπόμενα είδη.

γ) απαγορεύεται η πώληση γιαουρτιού που έχει αντιληπτό ίζημα. Σε περίπτωση που κατά την εξέταση, διαπιστωθεί τέτοιο ίζημα, πρέπει με μικροσκοπική εξέταση να διευκρινιστεί αν αυτό οφείλεται σε ξένες ουσίες προς το γιαούρτι..

δ) απαγορεύεται η πώληση γιαουρτιού που έχει υποστεί και κάποια άλλη ζύμωση, εκτός από την ειδική γι' αυτό.

ε) απαγορεύεται η διάθεση στην κατανάλωση γιαουρτιού, του οποίου οι οργανοληπτικές ιδιότητες δεν είναι κανονικές και ευχάριστες.

στ) απαγορεύεται η προσφορά για πώληση και η διάθεση γενικά στην κατανάλωση, γιαουρτιού χρωματισμένου με οποιαδήποτε χρωστική ή με κάποιο άλλο μέσο.

ζ) απαγορεύεται η διάθεση στην κατανάλωση γιαουρτιού που περιέχει συντηρητικές ουσίες γενικά.

η) απαγορεύεται η παρασκευή και διάθεση στην κατανάλωση γιαουρτιού που παρασκευάστηκε από διατηρημένο γάλα γενικά, με εξαίρεση το αποστειρωμένο γάλα και το γάλα κατάψυξης.

θ) απαγορεύεται η διάθεση στην κατανάλωση γιαουρτιού που περιέχει ζάχαρη.

2.1.1 Αδυναμίες της Ελληνικής Νομοθεσίας

Οι αδυναμίες που υπάρχουν στην ελληνική νομοθεσία για την παρασκευή γιαούρτης, σε σύγκριση με την προσέγγιση που έχει γίνει διεθνώς με το standard του Codex Alimentarius αναφέρονται παρακάτω:

- Στο νομοθετικό μας πλαίσιο υπάρχουν προδιαγραφές μόνο για τη γιαούρτη παρ' όλο που στην αγορά κυκλοφορούν και άλλα προϊόντα πέραν αυτής (π.χ ξινόγαλα, αριάνι, κεφίρ, κούμης, προϊόντα με προβιοτικούς μικροοργανισμούς). Η ύπαρξη λοιπόν του όρου «ζυμωμένα γάλατα» καθίσταται αναγκαία, μιας και η καθιέρωση του θα συμπεριλάβει εκτός από τη γιαούρτη και άλλα προϊόντα που παράγονται μετά από ζύμωση. Επίσης, η αποσαφήνιση όρων όπως βουτυρόγαλα, οξύγαλα κ.α κρίνεται απαραίτητη.
- Στον ορισμό της γιαούρτης δεν γίνεται καμία αναφορά στα είδη των μικροοργανισμών που χρησιμοποιούνται καθώς όμως και στον πληθυσμό τους κατά την πώληση και την ονοματολογία σε περίπτωση αντικατάστασης ή προσθήκης άλλου μικροοργανισμού. Σύμφωνα με το standard του Codex Alimentarius ο

συνολικός αριθμός των χαρακτηριστικών μικροοργανισμών της γιαούρτης θα πρέπει να είναι κατά την ημερομηνία της ελάχιστης διατηρησιμότητας τουλάχιστον 10^7 cfu/g. Επιπλέον, στην περίπτωση που αντικατασταθεί ο *Lactobacillus bulgaricus* με άλλον μικροοργανισμό του γένους *Lactobacillus*, θα πρέπει ο όρος γιαούρτη να συνοδεύεται από άλλη λέξη που θα διευκρινίζει την τροποποίηση αυτή.

- Στο standard του Codex Alimentarius για την παρασκευή γιαούρτης δίνεται η δυνατότητα της προσθήκης και άλλων ωφέλιμων μικροοργανισμών (π.χ. *Bifidobacteria*) μαζί με τους χαρακτηριστικούς μικροοργανισμούς. Ωστόσο, ο προστιθέμενος μικροοργανισμός θα πρέπει να έχει πληθυσμό τουλάχιστον 10^6 cfu/g προκειμένου να γίνει δήλωση και διαφήμιση του στην συσκευασία.
- Η έλλειψη συγκεκριμένου νομοθετικού πλαισίου σχετικά με τα προϊόντα με βελτιωτικά γεύσης ή και με συστατικά για την βελτίωση της θρεπτικής αξίας (σύνθετα προϊόντα) που κυκλοφορούν με διάφορες εμπορικές ονομασίες, έχει ως αποτέλεσμα τα προϊόντα αυτά να παρουσιάζουν μεγάλη ανομοιομορφία. Επίσης, τα χαρακτηριστικά των προϊόντων διαφοροποιούνται από χώρα σε χώρα και αυτό μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα κατά την διακίνηση τους και ακόμη μεγαλύτερη σύγχυση των καταναλωτών. Τα προϊόντα αυτά θα μπορούσαν να ενταχθούν στα ζυμωμένα γάλατα μετά από περιγραφή των χαρακτηριστικών τους σε σχέση με τον αριθμό των χαρακτηριστικών μικροοργανισμών και το μέγιστο επίπεδο προσθήκης βελτιωτικών γεύσης. Σε περίπτωση προσθήκης πρόσθετων θα πρέπει να υπάρχει σαφής καθορισμός τους, γιατί τα ζυμωμένα γάλατα εκτιμώνται από τους καταναλωτές ως φυσικά προϊόντα.
- Στον Κώδικα Τροφίμων της χώρας μας, για την παρασκευή της γιαούρτης επιτρέπεται η χρησιμοποίηση αποκλειστικά νωπού γάλακτος ως πρώτης ύλης. Ωστόσο, πολύ καλής ποιότητας προϊόν μπορεί να παρασκευαστεί έπειτα από εμπλουτισμό του γάλακτος με πρωτεΐνες γάλακτος ή χρησιμοποιώντας ως πρώτη ύλη συμπυκνωμένο γάλα που έχει υποστεί χαμηλή θερμική επεξεργασία.
- Μερικές άλλες αδυναμίες του υπάρχοντος νομοθετικού πλαισίου της χώρας μας είναι σύμφωνα με τον Κεχαγιά (2011):" α) δεν προβλέπεται ευελιξία για τη ρύθμιση της λιποπεριεκτικότητας (π.χ. παρασκευή γιαούρτης από άπαχο γάλα ή με διαφορετικά επίπεδα λιποπεριεκτικότητας), β) γίνεται ιδιαίτερη αναφορά στη γιαούρτη από βουβαλίσιο γάλα που σχεδόν έχει εκλείψει και δεν γίνεται αναφορά στην παρασκευή γιαούρτης ή άλλων ζυμωμένων ειδών γάλακτος από αίγιο γάλα, γ) δεν καλύπτεται ο τρόπος με τον οποίο μπορεί να γίνει σύμφωνα με τις σύγχρονες εξελίξεις αύξηση των στερεών χωρίς λίπος για παρασκευή γιαούρτης με αυξημένα στερεά και δ) υπάρχουν ασαφείς δηλώσεις που δημιουργούν σύγχυση, όπως αυτή που αναφέρεται στην

«απαγόρευση παρασκευής και διάθεσης στην κατανάλωση γιαούρτης που παρασκευάστηκε από διατηρημένο γάλα γενικά, με εξαίρεση το αποστειρωμένο γάλα και το γάλα κατάψυξης». Ως γνωστόν, η κατάψυξη δεν είναι σήμερα ο καλύτερος τρόπος για τη συντήρηση του γάλακτος για παρασκευή γιαούρτης (το λίπος οξειδώνεται και οι πρωτεΐνες αποσταθεροποιούνται)".

Συνοψίζοντας, το νομοθετικό πλαίσιο που ισχύει στην χώρα μας για τη γιαούρτη είναι ξεπερασμένο, δεν καλύπτει την ποικιλομορφία που υπάρχει στην αγορά και είναι ανάγκη να γίνει ριζική αναμόρφωσή του και να υιοθετηθεί ο όρος ζυμωμένα γάλατα, που θα περιλάβει και άλλα είδη γάλακτος που παρασκευάζονται με ζύμωση. Στον Πίνακα 2.1 παρουσιάζονται τα κυριότερα ζυμωμένα γάλατα σύμφωνα με την IDF (1992).

Πίνακας 2.1 Κυριότερα ζυμωμένα γάλατα και τα σπουδαιότερα χαρακτηριστικά τους (IDF, 1992).

Όνομα	Μικροοργανισμοί που χρησιμοποιούνται	Οξύτητα γ.ο (%)	Αλκοόλη κατ'όγκο (%)	Αριθμός ειδικών μικρ/g
Γιαούρτη	<i>Streptococcus thermophilus</i> & <i>Lactobacillus bulgaricus</i> (μίγμα)	>0,7	-	>10 ⁷
Οξύφιλο γάλα (Acidophilus)	<i>Lactobacillus acidophilus</i> (ανθρωπινη προέλευση)	>0,1	-	>10 ⁷
Βουτυρόγαλα	<i>Streptococcus lactis</i> & ή <i>Streptococcus lactis</i> subsp. <i>Cremoris</i> & ή <i>Streptococcus lactis</i> subsp. <i>Diacetylactis</i> & ή <i>Leuconostoc</i> spp.	>0,6	-	>10 ⁷
Κεφίρ	Ανάμικτη καλλιέργεια αποτελούμενη από: α) Ζύμες που ζυμώνουν την λακτόζη ή όχι, β) Βακτήρια από διάφορα γένη <i>Lactobacillus</i> , <i>Leuconostoc</i> , <i>Streptococci</i>	>0,8	>1,0	>10 ⁷
Κούμης	<i>Lactobacillus bulgaricus</i> & <i>Kluyveromyces marxianus</i>	>0,7	>1,0	>10 ⁷

2.2 Τύποι γιαούρτης

Το γάλα που χρησιμοποιείται για την παρασκευή του γιαουρτιού πρέπει να μην περιέχει αντιβιοτικά και άλλους αντιμικροβιακούς παράγοντες (π.χ. απολυμαντικά που χρησιμοποιούνται για τον καθαρισμό του εξοπλισμού) τα οποία παρεμποδίζουν την κανονική ανάπτυξη της καλλιέργειας εκκίνησης.

Το γιαούρτι είναι αποτέλεσμα της γαλακτικής ζύμωσης της λακτόζης από τα θερμόφιλα γαλακτικά βακτήρια *Streptococcus thermophilus* και *Lactobacillus bulgaricus* που δρουν συνεργιστικά. Ζυμώνουν την λακτόζη παράγοντας γαλακτικό οξύ το οποίο μειώνει το pH. Όταν το pH φτάσει στο ισοηλεκτρικό σημείο των καζεϊνών (pH 4,6) προκαλεί την όξινη πήξη και τη δημιουργία του πηγματος γιαουρτιού (Καμιναρίδης και Μοάτσου, 2009).

Τα κύρια χαρακτηριστικά του γιαουρτιού είναι:

- Το χαμηλό pH (pH 4,2 και οξύτητα 0,9- 1% γ.ο) και χαρακτηριστική γεύση και άρωμα που διαμορφώνονται από τα προϊόντα μεταβολισμού των οξυγαλακτικών βακτηρίων που είναι εκτός από το γαλακτικό οξύ, η ακεταλδεύδη και το διακετύλιο.
- Χαρακτηριστικός τύπος πηγματος με διαφόρους βαθμούς ρευστότητας.
- Η παρουσία ζωντανών βακτηριακών κυττάρων (περίπου 10^8 - 10^9 /g).

Οι θερμοκρασίες συντήρησης του γιαουρτιού είναι μεταξύ 2° C και 5° C. Για να περιοριστούν οι ενζυμικές αλλαγές στο ελάχιστο πρέπει να χρησιμοποιείται ως θερμοκρασία συντήρησης αυτή των 0° C. Αν οι θερμοκρασίες είναι άνω των 5° C επιτρέπουν τον πολλαπλασιασμό των μικροοργανισμών επιμόλυνσης που είναι κυρίως ζύμες και μύκητες.

Η διάρκεια συντηρήσεως του γιαουρτιού μπορεί να κυμαίνεται από 1 έως 6 εβδομάδες και αυτό εξαρτάται από τους παρακάτω παράγοντες:

1. Τη θερμοκρασία συντήρησης.
2. Τη τιμή του pH στο τέλος της επώασης
3. Τις επιμολύνσεις από ψυχρότροφους μικροοργανισμούς και ιδιαίτερα από ζύμες και μύκητες που περιορίζουν κατά πολύ το χρόνο συντήρησης.
4. Τη μέθοδο παραγωγής και το είδος συσκευασίας. Ο Κώδικας Τροφίμων και Ποτών δίνει ενδεικτικό χρόνο συντήρησης 15 ημερών.

Η παρασκευή γιαούρτης έχει τις ρίζες της στην Βαλκανική χερσόνησο καθώς όμως και στην Μέση Ανατολή. Για τους κατοίκους των περιοχών αυτών η παραγωγή προϊόντων από την ζύμωση του γάλακτος ήταν γνωστή από παλιά ως φυσικό-απλό γιαούρτι χωρίς ζάχαρη. Η κατά κεφαλήν ετήσια κατανάλωση γιαουρτιού και προϊόντων του είναι υψηλή σε όλες αυτές

τις περιοχές και στη Βουλγαρία , ειδικότερα, η κατανάλωση γιαουρτιού και προϊόντων του αντιστοιχεί σε 31.5 kg σε κάθε άτομο το χρόνο. Μετά το 1950 το γιαούρτι και τα προϊόντα του έγιναν γνωστά και στα υπόλοιπα μέρη του κόσμου (Δυτική Ευρώπη, Αμερική, Ωκεανία) (Tamime and Robinson,1999).

Οι κυριότεροι τύποι γιαούρτης που έχουν γίνει γνωστοί σε παγκόσμια κλίμακα είναι η συμπαγής (στερεή- συνεκτική- set type) και η ανακατεμένη (αναδεμένη –ημίρρευστη –stirred type). Ωστόσο υπάρχουν και άλλες παρασκευές γιαούρτης που βρίσκουν ανταπόκριση στην αγορά γαλακτοκομικών προϊόντων και είναι οι παρακάτω:

1. Από γάλα διαφορετικών θηλαστικών
2. Από αίγαιο γάλα
3. Από πρόβειο γάλα
4. Από βουβαλίσιο γάλα
5. Παστεριωμένο-μακράς διάρκειας γιαούρτι
6. Ρευστό γιαούρτι
7. Αεριούχο γιαούρτι
8. Γιαούρτι από υδρολυμένη λακτόζη (Lactose hydrolysed yoghurt)
9. Στραγγιστό-συμπυκνωμένο γιαούρτι (στραγγισμένο σακούλας, στραγγισμένο με φυγοκέντριση, συμπυκνωμένο με υπερδιήθηση).
10. Παγωμένο γιαούρτι (Frozen yoghurt)
11. Αποξηραμένο γιαούρτι
12. Βιολογικό –γιαούρτι (Bio- yoghurt)
13. Γιαούρτι με υποκατάστατο λίπους (Fat-substitutes yoghurt)
14. Γιαούρτι με φυτικό λίπος
15. Γιαούρτι από γάλα σόγιας
16. Διάφορα προϊόντα γιαουρτιού

Παστεριωμένο γιαούρτι

Ο χρόνος συντηρήσεως του γιαουρτιού κυμαίνεται στις 3-4 εβδομάδες. Για τον λόγο αυτό παρασκευάστηκε το παστεριωμένο γιαούρτι το οποίο αύξησε την ικανότητα συντηρήσεως του κατά 2-3 εβδομάδες. Η παστερίωση μπορεί να γίνει είτε στο προσυσκευασμένο προϊόν

με θέρμανση των κυττίων σε αυτόκαστο σε θερμοκρασίας 60-85⁰C και πίεση 2 atm, είτε στο αναμιγμένο πήγμα σε ειδικούς παστεριωτήρες και με θέρμανση στους 60-70⁰C για χρόνο από 3 λεπτά έως 40 δευτερόλεπτα (Μάντης, 2000).

Ρευστό γιαούρτι (Drinking yoghurt)

Το ρευστό γιαούρτι ανήκει στην κατηγορία του αναδευμένου (stirred) γιαουρτιού με χαμηλό ιξώδες το οποίο καταναλώνεται ως ένα δροσιστικό ποτό. Το γιαούρτι αναμιγνύεται καλά με ίση ποσότητα νερού, ανακινείται καλώς ή ομογενοποιείται το πήγμα και διανέμεται ως εμφιαλωμένο. Το προϊόν αυτό έχει μικρό ιξώδες και συνήθως παρασκευάζεται από γάλα χαμηλής λιποπεριεκτικότητας (σε αντίθεση με το αριάνι). Το ρευστό γιαούρτι είναι συνήθως αρωματισμένο με πουρέ ή χυμό φρούτων (φράουλα-βατόμουρο, μήλο, καρότο, κ.α). (Tamine and Robinson, 1999).

Αεριούχο γιαούρτι (Carbonated yoghurt)

Το αεριούχο γιαούρτι μπορεί να παρασκευαστεί τόσο σε υγρή όσο και σε ξηρή μορφή. Το πήγμα του γιαουρτιού ομογενοποιείται και συγχρόνως ενσωματώνεται σε αυτό CO₂ (Tamine and Robinson, 1999).

Γιαούρτι με υδρολυμένη λακτόζη (Lactose hydrolysed yoghurt)

Στο γιαούρτι το 60-70% της λακτόζης περίπου δεν υφίσταται γαλακτική ζύμωση. Η περαιτέρω υδρόλυση της λακτόζης προς γλυκόζη και γαλακτόζη γίνεται με την προσθήκη του ενζύμου β- D- γαλακτοσιδάσης προσδίδοντας στο προϊόν αυξημένη γλυκύτητα. Η υδρόλυση της λακτόζης γίνεται καλύτερα στο γάλα πριν από την προσθήκη της οξυγαλακτικής καλλιέργειας. Η μέθοδος έχει επιτυχία κυρίως σε γιαούρτια φρούτων (Tamine and Robinson, 1999).

Παγωμένο γιαούρτι (Frosen yoghurt)

Το παγωμένο γιαούρτι χωρίζεται σε τρεις κύριες κατηγορίες: του σκληρού, του μαλακού και της μους. Θυμίζει στην μορφή του παγωτό έχοντας όμως την όξινη γεύση του γιαουρτιού. Το αναμιγμένο γιαούρτι μπορεί να καταψυχθεί και να συντηρηθεί έως και 12 μήνες. Για το σκοπό αυτό τα στερεά συστατικά του φυσικού γιαουρτιού θα πρέπει να είναι τουλάχιστον 13-14% και του γιαουρτιού φρούτων 20-25% με προσθήκη σταθεροποιητών. Η κατάψυξη γίνεται με ταχεία μέθοδο και η συντήρηση στους -18⁰ C έως -26⁰ C (Chandan και O'Rell, 2006).

Η κατάψυξη δεν επηρεάζει την οξυγαλακτική χλωρίδα αισθητά αλλά το προϊόν έχει χάσει σε εμφάνιση και πρέπει να καταναλωθεί γρήγορα γιατί αλλοιώνεται.

Η κατάψυξη του μη αναμιγμένου γιαουρτιού δεν επιτυγχάνεται διότι σχηματίζονται κρύσταλλοι οι οποίοι βλάπτουν το πήγμα και προκαλούν διαχωρισμό ορού κατά την απόψυξη.

Αφυδατωμένο γιαούρτι

Παραδοσιακά το φυσικό γιαούρτι το οποίο ήταν χαμηλό σε λιπαρά αφυδατωνόταν πάνω σε πέτρες με την βοήθεια του ήλιου. Έτσι λοιπόν το προϊόν στραγγιζόταν σε μικρούς σφαιρικούς βόλους βάρους 50-80g και αφυδατωνόταν στον ήλιο. Έτσι μπορούσε να συντηρηθεί στην θερμοκρασία περιβάλλοντος στις θερμές χώρες της Μέσης Ανατολής και να καταναλώνεται αφού πρώτα διαβρεχτεί. Η μέθοδος αυτή ακολουθείτε μέχρι και σήμερα (Tamime, and Robinson,1999).

Σήμερα ωστόσο η παραγωγή αφυδατωμένου γιαουρτιού γίνεται είτε με την τεχνική εκνεφώσεως (spray drying) είτε λυοφιλοποίησης (Freeze drying). Έτσι το προϊόν γίνεται λεπτόκοκκη σκόνη, η οποία συσκευάζεται σε αδιαφανή, αδιάβροχη, αεροστεγή και ανθεκτική συσκευασία. Και σε αυτή την περίπτωση πριν την κατανάλωση του γίνεται η αντίστοιχη προσθήκη νερού. Το προϊόν είναι λεπτόρρευστο και θυμίζει γιαούρτι μόνο ως προς την γεύση (Helferich and Westhoff, 1980).

2.3 Τύποι γιαούρτης στην Ελλάδα

Στη χώρα μας παράγονται και καταναλίσκονται σε μεγάλες σχετικά ποσότητες τρεις κατηγορίες γιαουρτιού: το παραδοσιακό με επιδερμίδα, το βιομηχανικό και το στραγγισμένο. Στο βιομηχανικό γιαούρτι εκτός από το στερεάς δομής (set type), όπου η επώαση γίνεται μέσα στα κύπελλα συσκευασίας, υπάρχει και το αναδευμένο (stirred type) όπου η επώαση γίνεται μέσα σε δεξαμενές. Παρακάτω περιγράφεται ο τρόπος παρασκευής τους.

2.3.1 Το παραδοσιακό γιαούρτι

Το παραδοσιακό γιαούρτι με επιδερμίδα (πέτσα) παρασκευάζεται από διηθημένο(απομάκρυνση ανεπιθύμητων υλικών) γάλα το οποίο θερμαίνεται υπό συνεχή ανάδευση στους 90⁰ C για 15 min. Στην συνέχεια ακολουθεί η κατανομή του σε κυτία και αφήνεται να κρυώσει στους 45⁰ C προκειμένου να σχηματιστεί η στοιβάδα των λιποσφαιρίων (επιδερμίδα - πέτσα). Όταν η θερμοκρασία φτάσει στους 45⁰ C, η επιδερμίδα ανασηκώνεται

ελαφρά και ακολουθεί ο εμβολιασμός με ορισμένη ποσότητα παραδοσιακού γιαουρτιού (χωρίς επιδερμίδα) που παρασκευάστηκε την προηγούμενη μέρα (μαγιά) η οποία αποτελεί την καλλιέργεια εκκίνησης. Ακολουθεί η επώαση και η ψύξη (Καμιναρίδης και Μοάτσου, 2009).

2.3.2 Βιομηχανικό γιαούρτι

Οι τύποι του βιομηχανικού γιαουρτιού είναι το συμπαγές ή στερεάς δομής (set type) και το αναδευμένο (stirred type), που διαφέρουν ως προς την συνεκτικότητα τους. Το γάλα που χρησιμοποιείται πρέπει να μην περιέχει ίχνη αντιβιοτικών και άλλων αντιμικροβιακών παραγόντων, τα οποία θα παρεμποδίσουν την κανονική ανάπτυξη της καλλιέργειας εκκίνησης. Το γάλα που πρόκειται να γίνει γιαούρτι μετά την ομογενοποίηση του, θερμαίνεται σε υψηλή θερμοκρασία.

Οι βασικότερες διαφορές μεταξύ των δύο τύπων είναι:

- Στη συμπαγή γιαούρτη, το γάλα τοποθετείται σε πλαστικά κύπελλα και εκεί γίνεται το πήξιμο.
- Στην αναδευμένη γιαούρτη, το γάλα πήζει σε δεξαμενές.
- Στην αναδευμένη γιαούρτη, γίνεται ανάδευση του πηγματος μετά το πήξιμο, ενώ στη συμπαγή λαμβάνεται ιδιαίτερη φροντίδα ώστε το πήγμα να μη διαταραχθεί όπως σχηματίζεται στα κύπελλα, για να προκύψει μετά από ένα συμπαγές πήγμα.
- Η αναδευμένη γιαούρτη είναι ο τύπος που κυκλοφορεί και συνηθίζεται κυρίως στις χώρες της Β. Ευρώπης (είναι ημίρευστη έως ρευστή) και το βασικό της χαρακτηριστικό είναι το αυξημένο ιξώδες. Το επιθυμητό ιξώδες μπορεί να επιτευχθεί όταν το pH του πηγματος κυμαίνεται από 4,3 – 4,4 και η ανάδευση γίνει σε θερμοκρασία 0⁰ C -7⁰ C με μέτριες ταχύτητες. Χρησιμοποιούνται επίσης κατάλληλα στελέχη των χαρακτηριστικών μικροοργανισμών γιαούρτης, που παράγουν κατά τη διάρκεια της ζύμωσης εξωπολυσακχαρίτες, ο σχηματισμός των οποίων διευκολύνεται από σχετικά χαμηλότερες θερμοκρασίες επώασης (32⁰ C -35⁰ C).
- Η αναδευμένη γιαούρτη είναι ο τύπος που προτιμάται για την ανάμιξη της με συστατικά γεύσης (κυρίως προϊόντα από φρούτα), γιατί στον τύπο αυτό διευκολύνεται η ανάμιξη των συστατικών μετά την επώαση. Αντίθετα στη συμπαγή γιαούρτη η προσθήκη κομματιών φρούτων ή μαρμελάδας γίνεται στον πυθμένα στο κύπελλο πριν την επώαση και μετά προστίθενται το γάλα με την καλλιέργεια για να πήξει. Στις Εικόνες 2.1 και 2.2 δίδεται ένα γενικό σχήμα παρασκευής γιαούρτης με ή χωρίς ανάδευση.

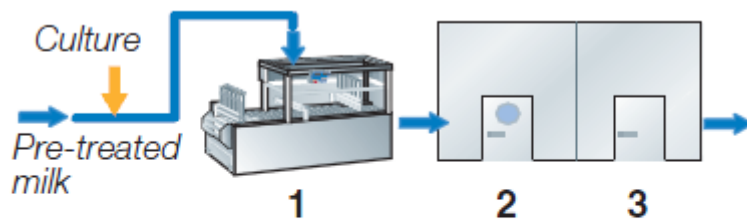


Fig. 11.3 Set yoghurt.

- 1 Cup filler
- 2 Incubation room
- 3 Rapid cooling room

Εικόνα 2.1. Γενικό σχήμα παρασκευής γιαούρτης χωρίς ανάδευση (set). Πηγή: Bylund, 1995.

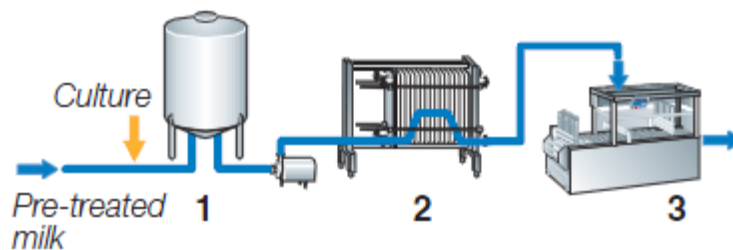


Fig. 11.4 Stirred yoghurt.

- 1 Incubation tank
- 2 Cooler
- 3 Cup filler

Εικόνα 2.2. Γενικό σχήμα παρασκευής γιαούρτης με ανάδευση (stirred). Πηγή: Bylund, 1995.

2.3.3 Στραγγισμένο γιαούρτι

Στραγγισμένο γιαούρτι χαρακτηρίζεται το προϊόν, το οποίο λαμβάνεται από πλήρες γιαούρτι, μετά από απομάκρυνση (αποστράγγιση) μέρους του νερού του με τα διαλυμένα σε αυτό συστατικά. Αυτό πρέπει να περιέχει λίπος σε ποσοστό 8% τουλάχιστον, με εξαίρεση το στραγγισμένο γιαούρτι αγελάδας, το οποίο πρέπει να περιέχει λίπος σε ποσοστό 5% τουλάχιστον (Κ.Τ.Π., 2010). Αυτό επιτυγχάνεται είτε με τον παραδοσιακό τρόπο της στράγγισης του πηγματος μέσα σε υφασμάτινους σάκους είτε με σύγχρονη τεχνολογία όπως η φυγοκέντριση του πηγματος ή η συμπύκνωση του γάλακτος με υπερδιήθηση πριν από την πήξη του (Βιταλιώτη, 2012).

α) Στραγγισμένο σακούλας: το γάλα πήζει σε δεξαμενές, το πήγμα θραύεται, ψύχεται και τοποθετείται σε υφασμάτινους σάκους (15-20 kg). Οι σάκοι τοποθετούνται σε ανοξείδωτες λεκάνες, ο ένας πάνω στον άλλο για να επιβληθεί η στράγγιση η οποία διαρκεί από 8-16

ώρες και πρέπει να γίνεται σε θερμοκρασία 0-5⁰ C. Ο ορός που αποβάλλεται περιέχει κυρίως λακτόζη, άλατα και ελάχιστες αζωτούχες ουσίες. Μετά την συμπλήρωση της στράγγισης, το περιεχόμενο των σάκων αδειάζεται σε ειδικό ζυμωτήριο και εκεί γίνεται μηχανική ζύμωση του γιαουρτιού και τυποποίηση του με προσθήκη, εάν απαιτείται, παστεριωμένης κρέμας ή παστεριωμένου ορού.

β) Στραγγισμένο με φυγοκέντριση: μετά την πήξη το πήγμα υποβάλλεται σε φυγοκέντριση, σε ειδικού τύπου διαχωριστήρες, οπότε και αποβάλλεται μέρος του ορού και έτσι επιτυγχάνεται η παραγωγή πήγματος με αυξημένη αναλογία στερεών.

γ) Συμπυκνωμένο με υπερδιήθηση: το γάλα αποβουτυρώνεται και θερμαίνεται στους 90- 95⁰ C/10-5 min. Ψύχεται σε θερμοκρασία 47-50⁰ C και συμπυκνώνεται με σύστημα υπερδιήθησεως (ultrafiltration) έως το μισό του αρχικού του όγκου.

2.4 Επιδόρπια γιαουρτιού

Σύμφωνα με την ελληνική νομοθεσία **επιδόρπιο** (dessert) χαρακτηρίζεται προϊόν έτοιμο προς βρώση που παρασκευάζεται από μία ή περισσότερες κατηγορίες γάλακτος που προβλέπονται από το άρθρο 80 του Κ.Τ.Π (2010), προϊόντα γάλακτος ή και συστατικό γάλακτος (πρωτεΐνη γάλακτος, λακτόζη) ή και μαγιά γιαουρτιού και στις δύο περιπτώσεις τα παραπάνω προϊόντα γάλακτος ή το γάλα σε αναλογία 75% τουλάχιστον κατά βάρος του τελικού προϊόντος, αναγόμενο σε νωπό γάλα, οξυγαλακτικές καλλιέργειες (*Lactobacillus* πλέον αυτών των *Lactobacillus bulgaricus* και *Streptococcus thermophilus*) σακχαρούχες γλυκαντικές ύλες (σακχαρόζη, ή άλλο σάκχαρο), φυσικές αρωματικές ουσίες όπως φρούτα (νωπά, αφυδατωμένα, εγκυτιωμένα κ.τ.λ), χυμοί φρούτων, κακάο σκόνη (λιποπεριεκτικότητα 10% τουλάχιστον σε βούτυρο κακάο), σοκολάτα ή εκχύλισμα καφέ με ή χωρίς καφεΐνη και άλλες φυσικές ουσίες που δίνουν γεύση και άρωμα. Επίσης στα παραπάνω προϊόντα επιτρέπεται η προσθήκη τεχνικών αρωματικών και χρωστικών υλών, σταθεροποιητών (καραγενάνη, αραβικό κόμμι, εδώδιμη ζελατίνη, κ.α), πυκνωτικών και πηκτικών υλών, εφόσον αυτές επιτρέπονται από τον Codex Alimentarius (Κωδικας Τροφίμων και Ποτών, 2010).

2.5 Τύποι οξυγαλάτων

Τα βασικά στάδια παραγωγής οξυγαλάτων περιγράφονται στο διάγραμμα 2.1

Προετοιμασία γάλακτος (καθαρισμός, έλεγχος για αντιβιοτικά, τυποποίηση)

↓

Θέρμανση στους 90- 95⁰ C/ 2-5 min

↓

Ψύξη στους 32⁰C

↓

Προσθήκη μεσόφιλης οξυγαλακτικής καλλιέργειας

↓

Επώαση στους 32⁰ C/ 10-20 h

↓

Ομογενοποίηση – κατανομή σε περιέκτες καταναλώσεως

↓

Ψύξη και εμπορία

Διάγραμμα 2.1. Στάδια παραγωγής οξυγαλάτων (Tamime and Marshall, 1997)

2.6 Ζυμωμένα προϊόντα με οξυγαλακτικά βακτήρια και ζύμες

Κεφίρ (Kefir)

Είναι οινόπνευματώδες οξύγαλα που περιέχει περίπου 0.9% g γαλακτικό οξύ, και 0.8% οινόπνευμα. Παράγεται σε χώρες γύρω από τον Καύκασο (Ρωσία, Κεντρική Ασία) στα Βαλκάνια, στις Σκανδιναβικές χώρες και τελευταία στη Δυτική Ευρώπη. Χρησιμοποιείται για την παρασκευή του κυρίως γάλα αίγας, αλλά μπορεί να χρησιμοποιηθεί και γάλα αγελάδας ή προβάτου.

Η ζύμωση του γάλακτος επιτυγχάνεται από μικροοργανισμούς που περιέχονται στους κόκκους του κεφίρ (Kefir grains) μεγέθους μπιζελιού. Οι νωποί κόκκοι χρησιμοποιούνται απ' ευθείας για την παρασκευή του κεφίρ. Όταν αποξηρανθούν για να συντηρηθούν είναι κίτρινοι, σκληροί και χρειάζονται αναζωογόνηση σε νερό και γάλα πριν χρησιμοποιηθούν. Η ζύμωση που γίνεται στο κεφίρ είναι γαλακτική και αλκοολική. Γίνεται στους 12 - 20°C και διαρκεί 12-24 h. Κύρια τελικά προϊόντα είναι το γαλακτικό οξύ, το οινόπνευμα και το CO₂ που του προσδίδει την αφρώδη υφή (Καμιναρίδης, 2012).

Κούμις (Koumiss)

Είναι οινόπνευματώδες αφρώδες οξύγαλα που περιέχει περίπου 1,0% γαλακτικό οξύ, 1,8% οινόπνευμα και 0,9% CO₂. Παράγεται στη Ρωσία και Ασία. Το όνομά του προέρχεται από τους Κουμάνες, φυλή που έζησε στις ασιατικές στέπες. Χρησιμοποιείται για την παρασκευή του κυρίως γάλα φοράδας. Η ζύμωση είναι γαλακτική και αλκοολική και γίνεται με συνδυασμό οξυγαλακτικών βακτηρίων (*Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*, *Lactobacillus leichmannii*, *Lactobacillus lactis*, *Lactobacillus casei* και ζυμών (*Torula koumiss*). Κύρια τελικά προϊόντα είναι το γαλακτικό οξύ, το οινόπνευμα και το CO₂. Είναι αφρώδες ποτό, θρεπτικό, εύπεπτο και έχει ευχάριστη όξινη και δριμεία γεύση (Καμινναρίδης, 2012).

2.7 Ζυμωμένα προϊόντα με προβιοτικά βακτήρια με ευβιωτικές για τον άνθρωπο ιδιότητες

Ως προβιοτικά βακτήρια ορίζονται τα βακτήρια που όταν καταναλώνονται στις κατάλληλες δόσεις συμβάλλουν στη βελτίωση της υγείας βελτιώνοντας την ισορροπία της εντερικής μικροχλωρίδας. Τα προβιοτικά ζυμωμένα όξινα προϊόντα περιέχουν ζωντανά προβιοτικά βακτήρια σε ικανοποιητικές συγκεντρώσεις, τα οποία επιζούν μετά από τη διαδικασία της πέψης και μπορούν να συμβάλλουν θετικά στην υγεία του καταναλωτή. Τα προβιοτικά βακτήρια που χρησιμοποιούνται στα προϊόντα αυτά ανήκουν κυρίως στα γένη *Lactobacillus* (π.χ. *Lactobacillus acidophilus*) και *Bifidobacterium* (π.χ. *Bifidobacterium bifidus*). Για τη βελτίωση της επιβίωσης και εγκατάστασης των επιλεγμένων αυτών ζωντανών βακτηρίων στο πεπτικό σύστημα χρησιμοποιούνται ταυτόχρονα και πρεβιοτικά. Τα πρεβιοτικά είναι πολυσακχαρίτες, όπως οι φρουκτο-ολιγοσακχαρίτες και οι ινουλίνες που δεν πέπτονται, οι οποίοι επιδρούν θετικά ενισχύοντας την ανάπτυξη ή/και τη δραστηριότητα των προβιοτικών βακτηρίων στο έντερο. Διάφορα εμπορικά ζυμούμενα προϊόντα με προβιοτικά βακτήρια παρουσιάζονται παρακάτω:

Bifihurt: Παράγεται στη Γερμανία από τους μικροοργανισμούς *Bifidobacterium bifidum*, *Lb. acidophilus*, *Lb. delbrueckii ssp bulgaricus*, *Str. thermophilus*. Το τελικό προϊόν περιέχει περισσότερο από 95% L (+) γαλακτικό οξύ (lactic acid) και 10⁷ bifidobacteria/ml (Kurmman et al., 1992).

Biogarde: Παράγεται στη Γερμανία από τους μικροοργανισμούς *Bifidobacterium bifidum*, *Lb. acidophilus*, *Str. Thermophilus*. Το τελικό προϊόν έχει μία πιο ήπια γεύση. Το Biogarde είναι προϊόν που απευθύνεται σε άτομα με εντερικά προβλήματα λόγω του ότι το γαλακτικό

οξύ που παράγεται είναι περισσότερο από το 90% με την δεξιόστροφη μορφή με αποτέλεσμα να απορροφάται από τον οργανισμό πιο εύκολα και να ευνοεί την ανάκαμψη της εντερικής χλωρίδας (<http://www.koningszuivel.nl/assortiment/yoghurt.html>).

Biolact: Παράγεται στη Ρωσία από τους μικροοργανισμούς *Bifitobacterium bifidum*, *Lb. acidophilus*, *Str. Thermophilus* (Rajiv, 1998).

Aco-yoghurt: Παράγεται στην Ελβετία και Ηνωμένο Βασίλειο από τους μικροοργανισμούς : *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Str. Thermophilus*. Η αντιμικροβιακή δράση του προϊόντος έχει φανεί σε κλινικές μελέτες που έχουν γίνει σε παιδιατρικές κλινικές στην Ελβετία σε παιδιά με εντερικά προβλήματα (Kurmman, et al., 1992).

2.8 Ζυμωμένα προϊόντα με μεσόφιλα βακτήρια

Ξινόγαλα ή ελληνικό οξύγαλα: Παράγεται στην Ελλάδα από τους μικροοργανισμούς *Lactococcus cremoris*, *Lactococcus lactis*, *Leuconostoc mesenteroides subsp cremoris* προηγούμενα γνωστό ως *Leuconostoc citrovorum* και είναι παχύρευστο υγρό. Είναι το παραδοσιακό προϊόν ζυμώσεως του βουτυρογάλακτος ή του άπαχου γάλακτος. Το βουτυρόγαλα ή το άπαχο γάλα θερμαίνεται στους 90-95⁰ C για 15 min έπειτα ψύχεται στους 25-28⁰ C και εμβολιάζεται με οξυγαλακτική καλλιέργεια σε αναλογία 10-15%. Η οξυγαλακτική καλλιέργεια μπορεί να είναι είτε οξύγαλα προηγούμενης ημέρας είτε ειδικά προετοιμασμένη καλλιέργεια σε αποστειρωμένο βουτυρόγαλα ή γάλα με χρήσης αφυδατωμένης μητρικής καλλιέργειας. Τα στελέχη τα οποία χρησιμοποιούνται είναι τα *Lactococcus lactis*, *Lactococcus cremoris* και το *Leuconostoc citrovorum* (Βιταλιώτη, 2012, Κυπαρισσίου κ.α., 2012).

Μετά την προσθήκη της οξυγαλακτικής καλλιέργειας γίνεται επώαση στους 28-30⁰C και αφού πήξει θραύεται με κτύπημα το πήγμα και το προϊόν μετατρέπεται σε παχύρευστο υγρό, το οποίο συσκευάζεται σε φιάλες και διακινείται σε θερμοκρασία ψύξεως.

Taette: Παράγεται στις Σκανδιναβικές χώρες από τους μικροοργανισμούς *Streptococcus lactis var. Taette* και είναι ιξώδες οξύγαλα (Καμινारीδης, 2012).

Ζυμωμένο βουτυρόγαλα ή καλλιεργημένο βουτυρόγαλα (Cultured butter milk): Παράγεται στις ΗΠΑ από τους μικροοργανισμούς *Lactococcus lactis subsp. lactis*, *Lactococcus lactis subsp cremoris*, *Lc. lactis subsp. diacetylactis*, *Leuconostoc citrovorum*. Η επώαση του βουτυρογάλακτος γίνεται στους 22⁰ C/ 14-16 h και το λίπος του φτάνει στο 0,1% (Καμινारीδης, 2012).

Μερικά, ακόμη γνωστά ζυμωμένα προϊόντα από μεσόφιλα βακτήρια είναι τα: **Acidophilus yoghurt**, **Special yoghurt**, **Biogurt** και **Bifigurt**.

2.9 Ελληνικό γιαούρτι – Greek yoghurt

Το ελληνικό γιαούρτι ή αλλιώς **Greek yoghurt** εξάγεται σε πολλές χώρες του κόσμου (Ευρώπη, Αμερική) και περιέχει λιγότερα σάκχαρα, υδατάνθρακες αλλά πολύ περισσότερη πρωτεΐνη σε σύγκριση με τα κοινά γιαούρτι και αυτό οφείλεται στην αφαίρεση του ορού κατά την παρασκευή του. Ο Πίνακας 2.2 παρουσιάζει τη σύσταση του Ελληνικού άπαχου γιαουρτιού (Greek yoghurt) και του άπαχου γιαουρτιού του εμπορίου.

Πίνακας 2.2 Σύσταση Ελληνικού άπαχου γιαουρτιού και κοινού άπαχου γιαουρτιού
(Πηγή: www.eid.org.gr)

Θρεπτικά συστατικά /100g	Ελληνικό άπαχο γιαούρτι	Άπαχο γιαούρτι
Ενέργεια	59 kcal	56 kcal
Πρωτεΐνες	10,19 g	5,73 g
Υδατάνθρακες	3,6 g	7,68 g
Λιπαρά	0,39 g	0,18 g
Ασβέστιο	110 mg	199 mg
Νάτριο	36 mg	77 mg

3. ΘΡΕΠΤΙΚΗ ΑΞΙΑ ΚΑΙ ΒΙΟΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΓΙΑΟΥΡΤΗΣ

Η πλούσια διατροφική αξία του γιαουρτιού το καθιστά ως την απαραίτητη, αναντικατάστατη, καθημερινή τροφή. Το γιαούρτι έχει αναγνωριστεί ως λειτουργικό τρόφιμο με ευεργετικές για την υγεία ιδιότητες. Η γιαούρτη λόγω της οξυγαλακτικής ζύμωσης που υφίσταται κατά την παρασκευή της διαφοροποιείται αρκετά από την αδιαμφισβήτητη θρεπτική αξία του γάλακτος όπως φαίνεται και από τη σύσταση που παρουσιάζεται στους Πίνακες 3.1 και 3.2 η θρεπτική αξία του γιαουρτιού παρουσιάζει τα κάτωθι πλεονεκτήματα έναντι του γάλακτος.

Α) Η περιεκτικότητα σε λακτόζη, λόγω της ζύμωσης που υπέστη, μειώνεται σε ποσοστό που μπορεί να φτάσει το 30% ανάλογα με το βαθμό συμπύκνωσης του γάλακτος πριν τη ζύμωση. Ένα σημαντικό ποσοστό ανθρώπων έχει πρόβλημα αφομοίωσης της λακτόζης, λόγω ανεπάρκειας του ενζύμου της λακτάσης, αυτό έχει ως αποτέλεσμα να προκαλούνται κοιλιακοί πόνοι και διάρροιες. Η μείωση της λακτόζης στη γιαούρτη σε συνδυασμό και με το σχηματισμό της λακτάσης από τους μικροοργανισμούς της γιαούρτης έχει βρεθεί ότι βοηθά σημαντικά στην ανακούφιση ανθρώπων που αντιμετωπίζουν μικρό πρόβλημα ανεπάρκειας λακτάσης.

Β) Οι πρωτεΐνες που βρίσκονται στη γιαούρτη και κυρίως οι καζεΐνες έχουν υποστεί ήδη μεταβολές (πήξιμο), που τις κάνουν πιο αφομοιώσιμες από τον οργανισμό. Στην καλύτερη αφομοιωσιμότητα των πρωτεϊνών συμβάλλουν επίσης το χαμηλό pH της γιαούρτης που επιταχύνει τη δράση των πεπτικών ενζύμων (πεψίνης), καθώς και η μερική πρωτεόλυση που έχουν υποστεί οι πρωτεΐνες από τα πρωτεολυτικά ένζυμα των μικροοργανισμών της γιαούρτης.

Γ) Υπάρχουν ενδείξεις ότι η πρόσληψη του ασβεστίου από τον οργανισμό διευκολύνεται μέσω του χαμηλού pH. Το κολλοειδές φωσφορικό ασβέστιο που βρίσκεται στην καζεΐνη σε όξινο περιβάλλον μεταβάλλεται σε υδατοδιαλυτό και απορροφάται ευκολότερα (Κεχαγιάς, 2011).

Δ) Η γιαούρτη έχει συνδεθεί από παλιά με τις ευεργετικές επιδράσεις στην υγεία. Σήμερα, μετά από έρευνες και κλινικές μελέτες ετών, έχουν προκύψει κυρίως οι εξής ευνοϊκές επιδράσεις για την υγεία: α) παρεμποδίζεται η ανάπτυξη παθογόνων μικροοργανισμών στο πεπτικό σύστημα, β) ενισχύεται το ανοσοποιητικό σύστημα, γ) αποκαθίσταται η ισορροπία της μικροχλωρίδας του εντέρου μετά από χορήγηση αντιβίωσης, δ) οι μικροοργανισμοί της

γιαούρτης έχει βρεθεί ότι έχουν αντικαρκινικές ιδιότητες, αφού έχει βρεθεί ότι διασπώνται από αυτούς αρκετές τοξικές ουσίες (Κεχαγιάς, 2011).

Ε) Θεραπευτικές ιδιότητες έχουν αποδοθεί στο γιαούρτι όσον αφορά τον καρκίνο του παχέος εντέρου, που αποτελεί την δεύτερη αιτία θανάτου στον κόσμο (Adolfsson et al., 2004).

Ζ) Επίσης έρευνες έχουν δείξει ότι η κατανάλωση μεγάλων ποσοτήτων γιαουρτιού σχετίζεται με τη μείωση της χοληστερόλης στο αίμα (Kiessling et al., 2002, Bernardeau et al., 2008).

Η) Σε πειράματα τα οποία πραγματοποιήθηκαν παρατηρήθηκε ότι ο εμπλουτισμός γιαουρτών με πολυφαινόλες (προσθήκη εκχυλισμάτων από προϊόντα οινοποιίας) αύξησε ακόμη περισσότερο τις αντιοξειδωτικές ιδιότητες του τελικού προϊόντος χωρίς να επηρεαστούν η δομή, η γεύση και η υφή του τελικού προϊόντος (Χουχούλη, 2012).

Θ) Επιπλέον πειράματα σχετικά με την δημιουργία λειτουργικών γιαουρτιών αυξάνοντας την αντιοξειδωτική του ικανότητα πραγματοποιήθηκαν και από τον Baba (2011). Ο ερευνητής κατάφερε να δημιουργήσει ένα προϊόν με αυξημένη αντιοξειδωτική δράση σε σχέση με τα κοινά γιαούρτια προσθέτοντας στο προϊόν τους άνηθο και μέντα.

Πίνακας 3.1 Σύσταση γάλακτος και γιαουρτιού ανά 100 g προϊόντος (Πηγή: Holland, et al., 1991; Buttriss, 1997).

Συστατικά	Γάλα		Γιαούρτι			
	Πλήρες	Άπαχο	Πλήρες	Χαμηλό σε λιπαρά	Χαμηλό σε λιπαρά/με φρούτα	Ελληνικό
Νερό (g)	87,8	91,1	81,9	84,9	77	77,0
Ενέργεια (kcal)	66	33	79	56	90	115
Πρωτεΐνη (g)	3,2	3,3	5,7	5,1	4,1	6,4
Λιπαρά (g)	3,9	0,1	3,0	0,8	0,7	9,1
Υδατάνθρακες (g)	4,8	5,0	7,8	7,5	17,9	Δεν αναφέρονται
Ασβέστιο (mg)	115	120	200	190	150	150
Φώσφορος (mg)	92	95	170	160	120	130
Νάτριο (mg)	55	55	80	83	64	Δεν αναφέρονται
Κάλιο (mg)	140	150	280	250	210	Δεν αναφέρονται
Ψευδάργυρος (mg)	10,4	0,4	0,7	0,6	0,5	0,5

**Πίνακας 3.2 Περιεκτικότητα βιταμινών σε γάλα και γιαούρτη ανά 100 g προϊόντος
(Πηγή: Hollanl et al., 1991; Deeth and Tamine, 1981)**

Βιταμίνες	Γάλα		Γιαούρτι		
	Πλήρες	Άπαχο	Πλήρες	Χαμηλό σε λιπαρά	Χαμηλό σε λιπαρά/με φρούτα
Ρετινόλη (μg)	52	1	28	8	10
Καροτινοειδή (μg)	21	Ίχνη	21	5	4
Θειαμίνη (B1) (μg)	30	40	60	50	50
Ριβοφλαβίνη (B2) (μg)	170	170	270	250	210
Πυριδοξίνη (B6) (μg)	60	60	100	90	80
Κυανοκοβαλαμίνη (B12) (μg)	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2
Βιταμίνη C (mg)	1	1	1	1	1
Βιταμίνη D (mg)	0,03	Ίχνη	0,04	0,01	0,01
Βιταμίνη E (μg)	90	Ίχνη	50	10	10
Φολικό οξύ (μg)	6	5	18	17	16
Νικοτινικά οξέα (μg)	100	100	200	100	100
Παντοθενικό οξύ (μg)	350	320	500	450	330
Βιοτίνη (μg)	1,9	1,9	2,6	2,9	2,3
Χολίνη (μg)	12,1	4,8	-	0,6	-

4. ΓΙΑΟΥΡΤΙ ΜΕ ΑΥΞΗΜΕΝΗ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΠΡΩΤΕΪΝΗ

Οι ρυθμοί ζωής σήμερα επιβάλλουν μια διατροφή με χαμηλά λιπαρά, πλούσια σε αμινοξέα, ιχνοστοιχεία και πρωτεΐνη. Έτσι οι καταναλωτές στρέφονται όλο ένα και περισσότερο σε προϊόντα που μπορούν να τους προσφέρουν γεύση χαμηλών λιπαρών με αυξημένη διατροφική αξία. Για τον λόγο αυτό γεννήθηκε η ανάγκη της δημιουργίας προϊόντων με αυξημένα επίπεδα πρωτεΐνης και ιχνοστοιχείων με ή χωρίς την προσθήκη πρωτεϊνών ορού του γάλακτος. Τα γιαούρτια με αυξημένη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη βοηθούν το αίσθημα κορεσμού και πληρότητας του καταναλωτή. Επιπλέον, η αύξηση της πρωτεΐνης στη γιαούρτη έχει ως αποτέλεσμα την μείωση των υδατανθράκων και του νατρίου χωρίς να μειώνεται η συγκέντρωση του ασβεστίου (όπως στο Greek yoghurt) γεγονός που καθιστά ακόμη μεγαλύτερη την ανάγκη της βιομηχανίας για δημιουργία γιαουρτιών με αυξημένη πρωτεΐνοπεριεκτικότητα. Έτσι λοιπόν, η ανάγκη των καταναλωτών προς γιαούρτια και άλλα οξυγαλακτικά προϊόντα με αυξημένη πρωτεΐνη, ασβέστιο μειωμένους υδατάνθρακες και νάτριο οδήγησε την βιομηχανία στην παρασκευή γιαουρτιών με αυξημένο ποσοστό πρωτεΐνης, τα οποία είναι διατροφικά ενισχυμένα, με βελτιωμένη υφή, μειωμένη συναίρεση και κρεμώδη ύφη.

4.1 Προσθήκη πρωτεϊνών ορού του γάλακτος

Οι πρωτεΐνες ορού του γάλακτος προέρχονται μετά από τυροκόμηση και χρησιμοποιούνται τόσο από την γαλακτοβιομηχανία όσο και από την βιομηχανία τροφίμων. Η χρήση τους έχει μελετηθεί από πολλούς ερευνητές όπως Zadow (1983, 1994a, b), Alais and Blanc (1975), Smith (1976), Robinson and Tamine (1978), IDF (1988b) και Sienkiewicz και Riedel (1990). Υπάρχουν πολλά διαφορετικά είδη σκονών πρωτεϊνών ορού (WP) όπως: τα συμπυκνώματα πρωτεϊνών του ορού (WPC), η απομονωμένη πρωτεΐνη ορού (WPI), η υδρολυμένη πρωτεΐνη ορού (WPH) η μετουσιωμένη πρωτεΐνη ορού γάλακτος, το κλάσμα πρωτεΐνης τυρογάλακτος και μη πρωτεϊνικά προϊόντα αζώτου τα οποία διατίθενται στην αγορά και τα χαρακτηριστικά του καθενός σχετίζονται με την τεχνική επεξεργασίας που εφαρμόζεται πριν από τα στάδια ξήρανσης όπως για παράδειγμα η αφαλάτωση, η αφαίρεση λακτόζης, η συμπύκνωση ή απλή ξήρανση. Το συνιστώμενο όριο προσθήκης σκόνης πρωτεϊνών ορού (WP) στο μείγμα του γιαουρτιού είναι περίπου 1-2%, αντίθετα η προσθήκη υψηλότερου ποσοστού σκόνης μπορεί να προσδώσει μια ανεπιθύμητη γεύση. (Tamine and Robinson ,1999).

4.1.1 Προσθήκη συμπυκνωμάτων πρωτεϊνών ορού (WPC)

Παραδοσιακά, το αποβουτυρωμένο γάλα σε σκόνη (SMP) χρησιμοποιείται από την γιαουρτοβιομηχανία για τον εμπλουτισμό του γάλακτος πριν την ζύμωση του. Ωστόσο, η αντικατάστασή της με συμπυκνώματα πρωτεϊνών ορού του γάλακτος (WPC) μπορεί να αποτελέσει μια οικονομική και αποδοτική εναλλακτική λύση. Επιπλέον, η προσθήκη πρωτεϊνών ορού γάλακτος (WPC) μπορούν να προσφέρουν λειτουργικές ιδιότητες στο προϊόν σε σχέση με την προσθήκη απλά αποβουτυρωμένου γάλακτος σε σκόνη (SMP). Τα συμπυκνώματα παράγονται από υπερδιήθηση του ορού του γάλακτος για την αύξηση του πρωτεϊνικού κλάσματος με απομάκρυνση της λακτόζης, μετάλλων και άλλων συστατικών χαμηλού μοριακού βάρους. Για την παρασκευή συμπυκνωμάτων πρωτεΐνης ορού του γάλακτος με υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη ($>600-650 \text{ g kg}^{-1}$), εφαρμόζεται ένα επιπλέον στάδιο διήθησης.

Σε πειράματα τα οποία πραγματοποιήθηκαν μελετήθηκε η επίδραση της αντικατάστασης του SMP με WPC και παρατηρήθηκαν τα εξής: η ικανότητα συγκράτησης νερού του προϊόντος στο οποίο έγινε αντικατάσταση της SMP με WPC αυξήθηκε με επίσης σημαντικές ρεολογικές διαφορές ανεξάρτητα από τη καλλιέργεια εκκίνησης (Sodini et al., 2005). Επιπλέον, πειράματα που πραγματοποιήθηκαν σε γιαούρτια με προσθήκη τόσο συμπυκνωμάτων όσο και καζεΐν-κών αλάτων (SCaCN) έδειξαν ότι η προσθήκη WPC έδωσε γιαούρτια με μεγαλύτερη συγκράτηση νερού (Water holding capacity) και μικρότερο βαθμό συναίρεσης σε σύγκριση με τα γιαούρτια που προέκυψαν από την προσθήκη καζεΐνικών αλάτων (SCaCN) (Akalın et al., 2012).

4.1.2 Προσθήκη απομονωμένης πρωτεΐνης ορού του γάλακτος (WPI)

Η απομονωμένη πρωτεΐνη ορού του γάλακτος (WPI) προκύπτει έπειτα από περαιτέρω επεξεργασία των πρωτεϊνών ορού του γάλακτος. Η WPI είναι μια πιο αγνή, καθαρή πρωτεΐνη, με πολύ χαμηλότερα επίπεδα λακτόζης και λίπους. Επί της ουσίας, πάνω από το 90% της WPI, κατά βάρος, είναι πρωτεΐνη.

4.1.3 Προσθήκη υδρολυμένης πρωτεΐνης ορού του γάλακτος (WPH)

Η ενζυμική υδρόλυση της WPC έχει ως αποτέλεσμα το σχηματισμό της υδρολυμένης πρωτεΐνης ορού του γάλακτος (WPH). Τα πλεονεκτήματα της WPH είναι η βελτίωση της θερμικής σταθερότητας της σκόνης, η μείωση της αλλεργιογόνου δράσης της καθώς όμως και η παραγωγή βιοδραστικών πεπτιδίων. Η προσθήκη WPH έχει ως αποτέλεσμα την καλύτερη

απορρόφηση της καθώς τα πεπτίδια είναι πιο απορροφήσιμα από το αίμα σε σύγκριση με της άλλες μορφές πρωτεΐνης (<http://www.sportsnutritionssociety.org>).

4.2 Προσθήκη σκονών άπαχου γάλακτος (SMP)

Η σκόνη άπαχου γάλακτος χρησιμοποιείται από την γαλακτοβιομηχανία για την ενίσχυση του γάλακτος για την παρασκευή γιαούρτης . Το ποσοστό προσθήκης της άπαχης σκόνης για την παρασκευή γιαουρτιού κυμαίνεται από 1% - 6%, ωστόσο το συνιστώμενο ποσοστό κυμαίνεται μεταξύ 3% - 4% καθώς αύξηση του ποσοστού αυτού έχει ως αποτέλεσμα προϊόν με έντονη πουδρέ γεύση (Tamine and Robinson, 1999). Σε ορισμένες αναπτυγμένες χώρες , η παρασκευή γιαούρτης γίνεται αποκλειστικά με προσθήκη άπαχης σκόνης γάλακτος SMP και άνυδρο λίπος γάλακτος. Υψηλής περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη άπαχες σκόνες γάλακτος είναι διαθέσιμες στην αγορά, οι οποίες παράγονται με υπερδιήθηση, προκειμένου να μειώσουν τα επίπεδα της λακτόζης του προϊόντος πριν από την ξήρανση του (Bjerre, 1990; Mistry and Hassan, 1991a,b ; Mistry et al., 1992; Aguilar and Ziegler, 1994a, b).

4.3 Προσθήκη καζεϊνών

Υπάρχουν διάφορα είδη σκονών καζεϊνών όπως : η όξινη καζεΐνη, η υδρολυμένη καζεΐνη καθώς όμως και το καζεϊνικό Na-, Ca-, K- και NH₃- τα οποία παρασκευάζονται από άπαχο γάλα. Οι ιδιότητές τους ποικίλλουν ανάλογα με την αρχική καζεΐνη. Η σκόνη καζεΐνης όπως το όνομα της αναφέρει αποτελείται κυρίως από καζεΐνη και η προσθήκη της στο μίγμα γιαουρτιού αυξάνει τόσο το επίπεδο της πρωτεΐνης στο προϊόν όσο και το ιξώδες του. Το επίπεδο της προσθήκης σε σχέση με την προσθήκη SPM είναι συγκριτικά χαμηλό. (Tamine and Robinson, 2007). Σε πείραμα το οποίο πραγματοποιήθηκε εξετάστηκε πως επηρεάζετε η οξύτητα και η υφή της γιαούρτης μετά από προσθήκη καζεϊνικού νατρίου ή σκόνης άπαχου γάλακτος. Τα αποτελέσματα του πειράματος έδειξαν ότι το γιαούρτι που παρήχθη με προσθήκη καζεϊνικού νατρίου είχε σαν αποτέλεσμα σημαντικές αλλαγές, οι οποίες ήταν η μείωση του χρόνου ζύμωσης του, αύξηση της συνεκτικότητας του καθώς όμως και της διάρκειας αποθήκευσης του (Damin et al., 2008).

B. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

5. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

5.1 Παρασκευή μιγμάτων γάλακτος

Για την παραγωγή γιαουρτιών στερεάς (set) δομής χρησιμοποιήθηκαν ανασυσταμένο άπαχο αγελαδινό γάλα με πρωτεΐνη 3.1%, κρέμα γάλακτος και συμπυκνώματα πρωτεϊνών ορού (WPCs) με σκοπό την δημιουργία μιγμάτων με διαφορετική περιεκτικότητα σε λίπος και πρωτεΐνη. Για τον σκοπό αυτόν χρησιμοποιήθηκαν δύο ειδών συμπυκνωμάτων πρωτεϊνών ορού του γάλακτος σε διαφορετικές συγκεντρώσεις. Τα συμπυκνώματα, τα οποία ήταν σε μορφή σκόνης, είχαν την εξής σύσταση: WPC1 (65% πρωτεΐνη και ~28% λακτόζη) και WPC2 (80% πρωτεΐνη και ~14% λακτόζη), ήταν αιγοπρόβειας προέλευσης (από παρασκευή Φέτας) και προέρχονταν από την εταιρεία Ηπειρωτικές Πρωτεΐνες Α.Ε.

Συνολικά παρασκευάσθηκαν και χρησιμοποιήθηκαν 6 μίγματα γάλακτος, 3 με λίπος 0,2% και 3 με λίπος 2% με διαφορετικά ποσοστά WPC και περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη, για παρασκευή ισάριθμων γιαουρτιών, το δε πείραμα επαναλήφθηκε 3 φορές.

5.1.1 Παρασκευή μιγμάτων γαλάτων λιποπεριεκτικότητας 0,2% με προσθήκη WPC1 και WPC2

Για την δημιουργία 3 μιγμάτων με λίπος 0,2% χρησιμοποιήθηκε ανασυσταμένο άπαχο αγελαδινό γάλα στο οποίο προστέθηκε νερό μέχρις ότου η πρωτεΐνοπεριεκτικότητά του να φτάσει στο 3,1%. Ακολούθως, στο πρώτο μίγμα προστέθηκε WPC1 σε ποσοστό 2% και σημάνθηκε ως **F0-65-2**. Στο δεύτερο μίγμα προστέθηκε WPC2 σε ποσοστό 1% και στο τρίτο μίγμα προστέθηκε WPC2 σε ποσοστό 1,62%. Τα γιαούρτια αυτά σημάνθηκαν ως **F0-80-1** και **F0-80-1.62** αντίστοιχα.

5.1.2 Παρασκευή μιγμάτων γαλάτων λιποπεριεκτικότητας 2% με προσθήκη WPC1 και WPC2

Για την δημιουργία 3 μιγμάτων γάλακτος με λίπος 2% και προσθήκη WPC χρησιμοποιήθηκε ανασυσταμένο άπαχο αγελαδινό γάλα στο οποίο προστέθηκε νερό μέχρι η πρωτεΐνοπεριεκτικότητά του να φτάσει στο 3,1%. Στο πρώτο μίγμα προστέθηκε WPC1 σε ποσοστό 2% και ακολούθησε η προσθήκη κρέμας προκειμένου η λιποπεριεκτικότητά του να φτάσει στο 2%. Το γιαούρτι αυτό σημάνθηκε ως **F2-65-2**. Η ίδια διαδικασία ακολουθήθηκε και για την δημιουργία μιγμάτων λιποπεριεκτικότητας 2% με προσθήκη WPC2. Η προσθήκη WPC2 έγινε τόσο σε ποσοστό 1% όσο και σε ποσοστό 1,62%. Τα γιαούρτια αυτά σημάνθηκαν ως **F2-80-1** και **F2-80-1.62** αντίστοιχα.

Μετά την παρασκευή τους τα μίγματα αναδεύονταν καλά για 10-15 min και ακολουθούσε η ενυδάτωσή τους για περίπου 30 min. Έπειτα πραγματοποιείτο το τεστ βρασμού σε υδατόλουτρο στους 95⁰ C προκειμένου να ελεγχθεί η μετουσίωση ή μη των πρωτεϊνών. Ακολουθούσε η ομογενοποίηση των μιγμάτων και τέλος η παστερίωση τους στους 95⁰ C για 5 min.

5.2 Καλλιέργεια

Χρησιμοποιήθηκε η καλλιέργεια του εμπορίου (YO –MIX 414) η οποία περιείχε ειδικά επιλεγμένα στελέχη του *Streptococcus thermophilus* και του *Lactobacillus delbruekii ssp. bulgaricus* τα οποία δεν παράγουν εξωπολυσακχαρίτες (EPSs). Σύμφωνα με τις προδιαγραφές του παρασκευαστή, η καλλιέργεια αυτή είναι κατάλληλη για την παρασκευή γιαούρτης στερεάς δομής (set type).

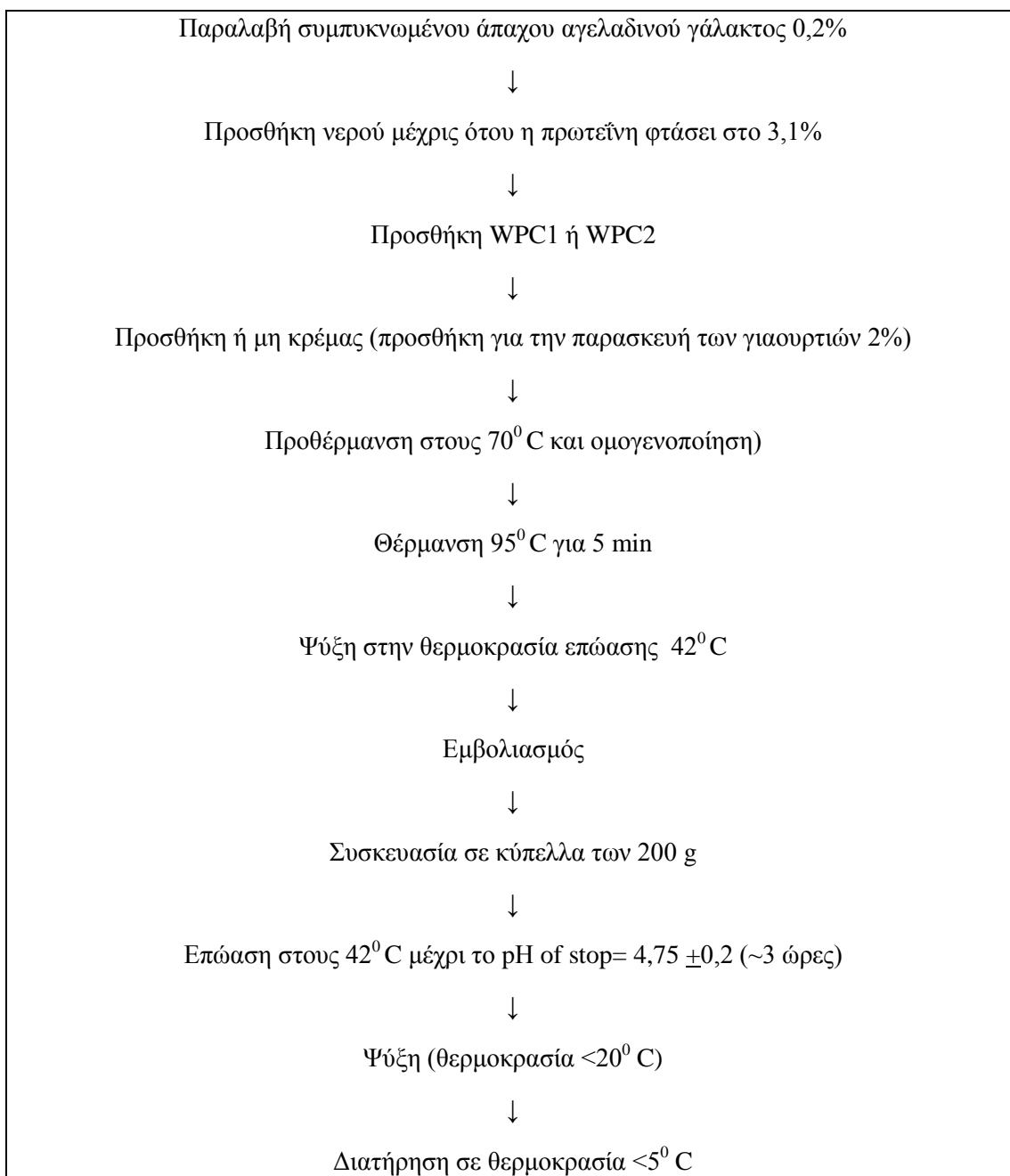
5.3 Παρασκευή γιαουρτιού στερεάς δομής (set type)

Αρχικά παρασκευάστηκαν τα μίγματα, ελήφθησαν δείγματα από κάθε μίγμα για ποιοτικό έλεγχο με την χρήση Milkoscan και ακολούθησε η τοποθέτησή τους σε κύπελλα των 200 g, ο εμβολιασμός τους, το κλείσιμο της συσκευασίας τους και τέλος η επώαση τους στους 42⁰C σε ειδικούς θαλάμους επώασης μέχρις ότου το pH of stop= 4,75 ±0,2. Ο έλεγχος της οξίνισης κατά την επώαση, γινόταν παράλληλα σε εμβολιασμένο μίγμα με σύστημα on line παρακολούθησης pH. Μετά την επώαση όλα τα γιαούρτια διατηρήθηκαν στους 4⁰C για 28 ημέρες από την παρασκευή τους.

Συνοπτικά η παρασκευή του γιαουρτιού στερεάς δομής (set type) παρουσιάζεται στο Διάγραμμα 1.

5.4 Δειγματοληψία και αναλύσεις

Από όλα τα γιαούρτια ελήφθησαν δείγματα την 1^η, 7^η, 14^η, 21^η και 28^η ημέρα μετά την ημέρα παρασκευή τους. Σε όλα τα δείγματα γιαουρτιού γινόταν προσδιορισμός του pH, της οξύτητας, της σύστασης (πρωτεΐνη, λίπος, τέφρα και άλατα), της συναίρεσης, της ικανότητας συγκράτησης του νερού, του ιξώδους, της συνεκτικότητας, του exudation, του χρώματος, μικροβιολογικές αναλύσεις, προσδιορισμός αντιοξειδωτικών ιδιοτήτων και οργανοληπτική αξιολόγηση.



Διάγραμμα 1. Παραγωγή βιομηχανικού γιαουρτιού συμπαγούς ή στερεάς δομής (set type)

5.4.1 Προσδιορισμός σύστασης, pH και οξύτητας

Η σύσταση των γιαουρτιών (λίπος, πρωτεΐνη και ολικά στερεά) προσδιορίστηκε σε Milkoscan. Η % περιεκτικότητα σε λακτόζη υπολογίστηκε από τη σχέση: %Ολικά στερεά – (%λίπος + %πρωτεΐνη + %τέφρα) (Sodini et al., 2005). Η σύσταση των γιαουρτιών προσδιορίστηκε μόνο την 1η ημέρα μετά την παρασκευή τους.

- Η μέτρηση του pH έγινε σε πεχάμετρο ORION Star 3.

- Η μέτρηση της οξύτητας έγινε ως εξής: σε 10 g δείγματος γάλακτος προστέθηκαν 1-2 σταγόνες δείκτη φαινολοφθαλεΐνης και ακολούθησε τιτλοδότηση με διάλυμα NaOH N/9 (Ανυφαντάκης, 1992).

5.4.2 Προσδιορισμός τέφρας

Για τον προσδιορισμό της τέφρας στο γιαούρτι, αρχικά έγινε ομογενοποίηση του δείγματος, ακολούθησε ξήρανση ποσότητας περίπου 5 g (με ακρίβεια τέταρτου δεκαδικού) μέχρι σταθερού βάρους, στη συνέχεια το περιεχόμενο της κάθε κάψας κάηκε σε λύχνο Bunsen και οι κάψες τοποθετήθηκαν στον φούρνο αποτέφρωσης στους 550⁰ C για 5,5 ώρες. Ο προσδιορισμός της τέφρας έγινε στα δείγματα 1^{ης} ημέρας εις τριπλούν.

5.4.3 Προσδιορισμός αλάτων

- *Φώσφορος*

Ο προσδιορισμός του φωσφόρου έγινε σύμφωνα με την πρότυπη μέθοδο IDF Standard 042 (IDF, 2006). Η τέφρα από το κάθε δείγμα, διαλύθηκε με 2-3 ml διαλύματος υδροχλωρικού οξέος 1M και αραιώθηκε με 3 ml νερού. Ακολούθησε η μεταφορά του περιεχομένου σε φιάλη των 100 ml και ο όγκος συμπληρώθηκε με νερό. Από την παραπάνω φιάλη ελήφθησαν 2 ml και μεταφέρθηκαν σε φιάλη των 50 ml όπου προστέθηκαν 2 ml διαλύματος μόλυβδο-ασκορβικού οξέος και ο όγκος συμπληρώθηκε με νερό. Η φιάλη θερμάνθηκε σε υδατόλουτρο στους 100⁰ C για 15 min και στην συνέχεια αφού τα δείγματα ψύχθηκαν σε θερμοκρασία δωματίου. Ακολούθησε μέτρηση της απορρόφησης στα 820 nm έναντι του λευκού σε φωτόμετρο UV/VIS Spectrometer Lambda 20. Ο ποσοτικός προσδιορισμός του φωσφόρου έγινε με την βοήθεια πρότυπης καμπύλης φωσφόρου.

- *Ασβέστιο, μαγνήσιο, κάλιο και νάτριο*

Ο προσδιορισμός των ασβεστίου, μαγνησίου, καλίου και νατρίου έγινε με βάση την πρότυπη μέθοδο IDF Standard 119 (IDF, 2007), αναλύοντας την τέφρα με ατομική απορρόφηση σε όργανο ατομικής απορρόφησης AAS-6800 Atomic Absorption Spectrometer (SHIMADZU).

5.4.4 Προσδιορισμός μικροβιακής σύστασης

Τα δείγματα γιαούρτης ομογενοποιήθηκαν σε Stomacher 400 και στην συνέχεια χρησιμοποιώντας αποστειρωμένη σπάτουλα υπό ασηπτικές συνθήκες ζυγίστηκαν 10 g προϊόντος και μεταφέρθηκαν σε αποστειρωμένη σακούλα Stomacher, όπου προστέθηκαν 90 ml διαλύματος κιτρικού τρι-νατρίου και ομογενοποιήθηκαν εκ νέου. Στην συνέχεια έγινε η προετοιμασία των διαδοχικών δεκαδικών αραιώσεων σύμφωνα με το IDF standard 122 (IDF,

2001) και ακολούθησε ο ενοφθαλμισμός σε ειδικά υποστρώματα και η επώαση των τριβλύων ως ακολούθως.

- Θερμόφιλοι βάκλιοι σε υπόστρωμα MRS, pH 5,6 με την τεχνική ενσωμάτωσης σε και επώαση στους 37⁰ C υπό αναερόβιες συνθήκες (10% διοξείδιο του άνθρακα) για 72 ώρες, σύμφωνα με το IDF standard 117 (IDF, 2003).
- Θερμόφιλοι κόκκοι σε υπόστρωμα M-17 με την τεχνική ενσωμάτωσης και επώαση στους 37⁰ C για 48 ώρες, σύμφωνα με το IDF standard 117 (IDF, 2003).
- Ζύμες και μύκητες σε υπόστρωμα YGC (Yeast Glucose Chloramphenicol) με την τεχνική ενσωμάτωσης και επώαση στους 25⁰ C για 5 ημέρες, σύμφωνα με το IDF standard 94 (IDF, 2004).

5.4.5 Προσδιορισμός συναίρεσης

Η συναίρεση του γιαουρτιού στερεάς δομής (set) προσδιορίστηκε με την μέθοδο της στράγγισης, ογκομετρώντας αλλά και ζυγίζοντας τον ορό μετά από τεμαχισμό και διήθηση 100 g του περιεχομένου του κυπέλου γιαουρτιού (200 g). Το περιεχόμενο αρχικά τεμαχίστηκε σε τεταρτημόρια και ακολούθησε η διήθηση μέσω διηθητικού χαρτιού για 24 ώρες. Ο ορός συλλεγόταν σε ογκομετρικό κύλινδρο και καταγραφόταν ο όγκος του σε συγκεκριμένες χρονικές στιγμές (3 h και 24 h). Επιπλέον καταγράφηκε το βάρος του ορού στις 24 h, από το οποίο προέκυψε η συναίρεση ως ποσοστό του επί τοις εκατό κατά βάρος (% w/w). Η μέτρηση της συναίρεσης πραγματοποιήθηκε την 1^η και την 21^η ημέρα μετά την παρασκευή των γιαουρτιών.

5.4.6 Προσδιορισμός της ικανότητας συγκράτησης νερού (Water Holding Capacity)

Ο προσδιορισμός της ικανότητας του γιαουρτιού να συγκρατεί τον ορό του (WHC) έγινε σύμφωνα με τη μέθοδο των Unal and Akalin (2012). 20 g από κάθε δείγμα τοποθετούνταν σε δοκιμαστικούς σωλήνες και φυγοκεντρούνταν στα 5000 g για 10 min στους 20⁰ C και ακολούθως ζυγίζόντουσαν σε ζυγό ακριβείας τα ml του ορού. Η ανάλυση έγινε εις διπλούν. Η μέτρηση του WHC πραγματοποιήθηκε την 1^η και την 21^η ημέρα μετά την παρασκευή των γιαουρτιών και ο υπολογισμός γινόταν με βάση τη σχέση: $WHC = 100 * (\text{βάρος γιαουρτιού} - \text{βάρος ορού}) / \text{βάρος γιαουρτιού}$ και εκφράστηκε επί τοις % κ.β.

5.4.7 Προσδιορισμός της πηκτότητας (Firmness)

Η μέτρηση της πηκτότητας του γιαουρτιού στερεάς δομής (set) πραγματοποιήθηκε σε συσκευή Texture analyzer LFRA 1000 της Brookfield. Η ανάλυση έγινε ως εξής:

Το δείγμα του γιαουρτιού, παραμένοντας μέσα στο πλαστικό κύπελλο και έχοντας αποκτήσει θερμοκρασία 20⁰C, τοποθετήθηκε πάνω σε μία επίπεδη πλάκα όπου συγκρατούνταν σταθερό. Η κεφαλή με το έμβολο (acrylic cylinder, 2cm διάμετρος) τοποθετήθηκε σε απόσταση 20 mm από την επιφάνεια του γιαουρτιού και ακολούθησε η ανάλυση σύμφωνα με τις εξής παραμέτρους: ταχύτητα (speed) 2mm/sec και βύθιση (distance) 13mm. Το αποτέλεσμα εκφράστηκε σε μονάδες gr. Η ανάλυση έγινε εις διπλούν και πραγματοποιήθηκε την 1^η, 7^η, 14^η, 21^η και 28^η ημέρα μετά την παρασκευή των γιαουρτιών

5.4.8 Προσδιορισμός ιξώδους (viscosity)

Το ιξώδες του γιαουρτιού στερεάς δομής (set) μελετήθηκε σε ιξωδόμετρο (Viscometer) Brookfield DVII+, RV με έμβολο Spindle 94 και ταχύτητα (speed) 2 rpm. Λαμβάνονταν 20 μετρήσεις ανά δείγμα και το αποτέλεσμα ήταν ο μέσος όρος της καμπύλης που σχηματιζόταν, εκφράστηκε δε σε μονάδες cps. Η ανάλυση έγινε εις διπλούν και πραγματοποιήθηκε την 1^η, 7^η, 14^η, 21^η και 28^η ημέρα μετά την παρασκευή των γιαουρτιών.

5.4.9 Exudation (αποβολή ορού μετά από τοποθέτηση σε θέση υπό κλίση)

Για τον προσδιορισμό του exudation των γιαουρτιών, τα δείγματα μετά την παραγωγή τους τοποθετούνταν με κλίση σε ψυγείο (+ 10⁰ C) και έπειτα από 6 ημέρες προσδιοριζόταν ο όγκος του ορού που είχε αποβληθεί, καταγραφόταν η ύπαρξη κλίσης της επιφάνειας και η ευκολία ή μη αποκόλλησης ολόκληρου του προϊόντος από το κύπελλο.

5.4.10 Προσδιορισμός της αντιοξειδωτικής ενεργότητας

Τα αντιοξειδωτικά παρεμποδίζουν την οξείδωση άλλων μορίων, η οποία μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα την παραγωγή ελευθέρων ριζών, οι οποίες με τη σειρά τους μπορούν να προκαλέσουν την έναρξη αλυσιδωτών αντιδράσεων.

Από τις μεθόδους που αναφέρονται στην βιβλιογραφία για τη μέτρηση της αντιοξειδωτικής ικανότητας εφαρμόστηκαν 2 μέθοδοι, η μέτρηση της **Δεσμευτικής ικανότητας της ρίζας DPPH (DPPH[•] radical scavenging activity, DPPH[•]-RSA)** και η **Ικανότητα χήλωσης του Fe²⁺ (Fe²⁺ chelating activity, Fe²⁺- CA)**. Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε ήταν σύμφωνη με τα πρωτόκολλα που αναφέρονται στους Unal & Akalin (2012), με μικρές τροποποιήσεις.

Δεσμευτική ικανότητα ριζών DPPH (DPPH[•] radical scavenging activity, DPPH[•]-RCA)

Η ρίζα DPPH (2,2-διφαινυλο-1-πικρυλυδραζύλιο/2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl), χρησιμοποιείται για την μέτρηση της ικανότητας συστατικών να δράσουν σαν δεσμευτές ελεύθερων ριζών η δότες ηλεκτρονίων. Η ρίζα λόγω των συζυγιακών δεσμών που υπάρχουν

στο μόριο της και της παρουσίας των νιτροομάδων που έλκουν ηλεκτρόνια, παρουσιάζει πολλές δομές συντονισμού που την καθιστούν σταθερή (Braude *et al.*, 1954). Απορροφά στο UV-Vis στα 517nm και έχει χρώμα μωβ. 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.

Για την εφαρμογή της μεθόδου χρησιμοποιήθηκαν:

- Μεθανόλη
- Διάλυμα 1 mM DPPH σε μεθανόλη .
- Διάλυμα Trolox 0.25 mg/ml σε διάλυμα μεθανόλης/H₂O 80/20
- Φίλτρο σύριγγος 0,45 μm (PVDF, Whatman).
- Φωτόμετρο ELISA (TECAN Sunrise)

Η διαδικασία που ακολουθήθηκε ήταν η εξής:

Σε eppendorf ζυγίζονταν περίπου 200 μl δείγματος, προστίθεντο σε σταθερή κατά βάρος αναλογία περίπου 80 μl διαλύματος DPPH και γινόταν συμπλήρωση του όγκου μέχρι 1ml με μεθανόλη. Ακολουθούσε καλή ανάδευση σε vortex και επώαση για 30 min, σε θερμοκρασία δωματίου, απουσία φωτός. Στη συνέχεια το διάλυμα φυγοκεντρείται στα 10000 rpm για 5 min σε θερμοκρασία δωματίου και το υπερκείμενο διηθείτο με φίλτρο σύριγγος 0,45 μm (PVDF, Whatman).

Η δοκιμή έγινε σε μικροπλακίδια των 96 θέσεων.

250 μL από το υπερκείμενο τοποθετούνταν σε κάθε θέση και ο προσδιορισμός της απορρόφησης γινόταν στα 517 nm από 0 min έως 10 min σε φωτόμετρο ELISA (TECAN Sunrise). Εκτός από τα δείγματα της γιαούρτης γινόταν επίσης μέτρηση σε διάλυμα control, το οποίο αντί για δείγμα περιείχε μεθανόλη και σε διάλυμα Trolox που χρησιμοποιείται σαν δείκτης αναφοράς, για επιβεβαίωση της εκτέλεσης της δοκιμής. Ταυτόχρονα με τα δείγματα γιαούρτης, control ή Trolox γινόταν και μέτρηση στα αντίστοιχα τους λευκά δείγματα, τα οποία περιείχαν μόνο δείγμα η control η Trolox και στην θέση του διαλύματος DPPH μεθανόλη. Έγιναν 3 επαναλήψεις ανά δείγμα.

Ο προσδιορισμός της αντιοξειδωτικής δράσης έγινε από τον τύπο:

$$SCA\% = [(A517_{CONTROL} - A517_{ΔΕΙΓΜΑ}) / A517_{CONTROL}] * 100$$

$$\text{Όπου } A517_{CONTROL} = A517_{CONTROL/TOTAL} - A517_{CONTROL/BLANK}$$

$$A517_{SAMPLE} = A517_{ΔΕΙΓΜΑ/TOTAL} - A517_{ΔΕΙΓΜΑ/BLANK}$$

Ικανότητα χήλωσης του Fe²⁺ (Fe²⁺ chelating activity, Fe²⁺-CA),

Η μέθοδος της μετρησης της χηλωτικής ικανότητας του Fe²⁺ χρησιμοποιεί τη φεροζίνη ως χηλωτικό του Fe²⁺ 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.

Για την εφαρμογή της μεθόδου χρησιμοποιήθηκαν:

- Διάλυμα $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ 0.5 mM
- Διάλυμα Ferrozine 1.25 mM
- Διάλυμα EDTA 0.1 mg/ml
- Φίλτρο σύριγγος 0,45 μm (PVDF, Whatman).
- Φωτόμετρο ELISA (TECAN Sunrise)

Για την διάλυση όλων των αντιδραστηρίων χρησιμοποιήθηκε υπερκάθαρο νερό.

Η διαδικασία που ακολουθήθηκε ήταν η εξής;

Το δείγμα της γιαούρτης διαλύοταν σε υπερκάθαρο νερό σε συγκέντρωση 1 g/ml. Σε σωλήνες φυγοκέντρου τοποθετούνταν 2 ml από το παραπάνω διάλυμα γιαούρτης 1 g/ml (ή 2 ml EDTA ή υπερκάθαρου νερού για το control) και 5,6 ml υπερκάθαρο νερό. Γινόταν καλή ανάμιξη σε vortex και στη συνέχεια φυγοκέντρωση 9500 rpm για 10 min σε θερμοκρασία δωματίου. Το υπερκείμενο διηθείτο με χαρτί Whatman 40.

Η δοκιμή έγινε σε μικροπλακίδια των 96 θέσεων.

190 μl από το διήθημα τοποθετούνταν σε κάθε θέση, όπου προστίθεντο 20 μl διαλύματος $FeSO_4 \cdot 7H_2O$. Γινόταν έντονη ανάδευση στο φωτόμετρο για 30 sec και επώαση στο σκοτάδι για 30 και 60 min. Κατόπιν προστίθετο 40 μL διαλύματος Ferrozine (στα blanks προστίθεται H_2O), γινόταν έντονη ανάδευση μέσα στο φωτόμετρο για 30 s και μέτρηση στα 562 nm σε χρόνο 10 min. Εκτός από τα δείγματα της γιαούρτης γινόταν επίσης μέτρηση σε διάλυμα control, το οποίο αντί για δείγμα περιείχε υπερκάθαρο νερό και σε διάλυμα EDTA που χρησιμοποιείται σαν δείκτης αναφοράς, για επιβεβαίωση της εκτέλεσης της δοκιμής. Ταυτόχρονα με τα δείγματα γιαούρτης, control ή EDTA γινόταν και μέτρηση στα αντίστοιχα τους λευκά δείγματα που περιείχαν μόνο δείγμα (control ή EDTA) με διάλυμα $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ και στην θέση του διαλύματος Ferrozine υπερκάθαρο νερό.

Έγιναν 3 επαναλήψεις ανά δείγμα.

Ο προσδιορισμός της αντιοξειδωτικής δράσης έγινε από τον τύπο:

$$SCA\% = [(A562_{CONTROL} - A562_{ΔΕΙΓΜΑ}) / A562_{CONTROL}] * 100$$

$$\text{Όπου } A562_{CONTROL} = A562_{CONTROL/TOTAL} - A562_{CONTROL/BLANK}$$

$$A562_{SAMPLE} = A562_{SAMPLE/TOTAL} - A562_{SAMPLE/BLANK}$$

5.4.11 Προσδιορισμός χρώματος

Για τον προσδιορισμό του χρώματος των παραγόμενων γιαουρτιών χρησιμοποιήθηκε το όργανο MINOLTA CR300. Αρχικά, σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή, έγινε

βαθμονόμηση του οργάνου χρησιμοποιώντας άσπρο πλακίδιο και ακολούθως προσδιορίστηκαν η Φωτεινότητα (**L**, Lightness) σε κλίμακα έως το 100, η απόχρωση μεταξύ πράσινου και κόκκινου (**a**) σε κλίμακα από -80 έως +100 και η απόχρωση μεταξύ γαλάζιου και κίτρινου (**b**) σε κλίμακα -80 έως +70. Η ανάλυση έγινε εις διπλούν, σε θερμοκρασία 10⁰ C και πραγματοποιήθηκε την 1^η, 7^η, 14^η, 21^η και 28^η ημέρα μετά την παρασκευή των γιαουρτιών.

5.4.12 Οργανοληπτική αξιολόγηση

Τα δείγματα των γιαουρτιών αξιολογήθηκαν, ως προς τις παρακάτω ιδιότητές τους, από μία ομάδα 6 έμπειρων δοκιμαστών την 7^η και την 28^η ημέρα μετά την παρασκευή τους.

- *Γεύση*

Βαθμολογήθηκε η ύπαρξη τυχών γεύσεων όπως: **Γλυκό, Ξινό, Αλμυρό, Πικρό** και **Μεταλλικό** σε κλίμακα από 1 (απουσία) έως 5 (έντονη παρουσία)

- *Εμφάνιση του προϊόντος – όψη επιφάνειας*

Βαθμολογήθηκε η **Ετερογένεια της επιφάνειας** σε κλίμακα από 0 (ομοιογενής) έως 4 (έντονη ετερογενής)

- *Δοκιμή στο κουτάλι πριν την ανάδευση του προϊόντος*

Βαθμολογήθηκε η **Πηκτικότητα** (thickness) σε κλίμακα από 0 (αραιό προϊόν) έως 8 (πολύ πηκτό προϊόν)

- *Δομή στο στόμα πριν την ανάδευση του προϊόντος*

Βαθμολογήθηκαν τα εξής χαρακτηριστικά: **Σφικτότητα** (hardness) σε κλίμακα από 0 (καθόλου σφικτό) έως 6 (έντονα σφικτό), **Ρευστότητα** (un-cohesiveness) σε κλίμακα από 0 (πολύ ρευστό- εύκολη κατάποση) έως 6 (καθόλου ρευστό, συσκόλια στην κατάποση), και **Πουδρέ** (powdery) σε κλίμακα από 0 (καθόλου πουδρέ) έως 6 (πολύ πουδρέ).

5.4.13 Στατιστική επεξεργασία αποτελεσμάτων

Τα αποτελέσματα αναλύθηκαν στατιστικά με τη μέθοδο ανάλυσης της παραλλακτικότητας (Analysis of Variance, ANOVA). Οι διαφορές μεταξύ των μέσων όρων εξετάστηκαν με τη μέθοδο της ελάχιστης σημαντικής διαφοράς σε επίπεδο σημαντικότητας 95%. Για τη στατιστική ανάλυση χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό Statgraphics (Centurion v, xv, Manugintics, Inc., Rockville, Maryland 20852, USA).

6. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

6.1 Χαρακτηριστικά γιαουρτιού στερεάς δομής (set type) με λίπος < 0,2% και προσθήκη WPC

6.1.1 Χημική σύσταση

Τα γιαούρτια F0-65-2, F0-80-1 και F0-80-1.62 δεν διέφεραν μεταξύ τους σημαντικά ($P>0,05$) ως προς την περιεκτικότητα σε λίπος και λακτόζη (Πίνακας 6.1). Η περιεκτικότητα σε λακτόζη, η οποία παραμένει αζύμωτη σε ποσοστό 60-70%, ήταν σε φυσιολογικά ποσοστά (Robinson και Itsaranuwat, 2006; Βιταλιώτη, 2012). Όμως, τα παραγόμενα γιαούρτια διέφεραν ως προς την πρωτεΐνη, την τέφρα και τα ολικά στερεά με την περιεκτικότητα στο γιαούρτι F0-80-1 να είναι σημαντικά ($P<0,05$) χαμηλότερη από αυτήν στα F0-65-2 και F0-80-1.62. Η διαφορά αυτή βέβαια προήλθε από την περιεκτικότητα στην πρωτεΐνη η οποία είχε προαποφασιστεί κατά τη δημιουργία των μιγμάτων. Όσον αφορά τα στερεά συστατικά των γιαουρτιών αυτών, τα οποία ουσιαστικά αφορούν το ΣΥΑΛ τους, ήταν μέσα στα πλαίσια του ΣΥΑΛ τουλάχιστον 8,2 % που έχει προταθεί για το βασικό γιαούρτι σύμφωνα με τον FAO/WHO (Robinson και Itsaranuwat, 2006). Τα ποσοστά της τέφρας, όμως, ήταν χαμηλότερα από αυτά που έχουν αναφερθεί από άλλους ερευνητές για γιαούρτια του εμπορίου (Παπαστάθη, 2011), είτε για πειραματικά γιαούρτια (Kaminarides and Anifantakis, 2004; Βιταλιώτη, 20012).

Όσον αφορά στην περιεκτικότητα σε άλατα (Πίνακας 6.2), υπήρχαν επίσης σημαντικές ($P<0,05$) διαφορές μεταξύ των γιαουρτιών ως προς την περιεκτικότητα στο ασβέστιο και στο φώσφορο και οι τιμές τους ήταν γενικά χαμηλότερες από αυτές που έχουν αναφερθεί για γιαούρτια της ελληνικής αγοράς (Παπαστάθη, 2011)

Πίνακας 6.1 Χημική σύσταση (%) γιαουρτιών set type με λίπος <0.2% και προσθήκη συμπυκνωμάτων πρωτεϊνών του ορού (WPC) την 1^η ημέρα μετά την παρασκευή τους (μέσοι όροι 3 πειραματικών επαναλήψεων \pm τυπ. απ.)

Χαρακτηριστικό	F0-65-2	F0-80-1	F0-80-1.62
Λίπος	0,12 \pm 0,03	0,12 \pm 0,03	0,12 \pm 0,03
Πρωτεΐνη	4,13 \pm 0,08 ^{a*}	3,78 \pm 0,10 ^b	4,15 \pm 0,13 ^a
Λακτόζη	4,75 \pm 0,04	4,60 \pm 0,05	4,61 \pm 0,08
Ολικά στερεά	9,85 \pm 0,13 ^a	9,25 \pm 0,05 ^b	9,65 \pm 0,13 ^{a,b}
Τέφρα	0,78 \pm \pm 0,00 ^a	0,75 \pm 0,01 ^b	0,78 \pm 0,02 ^a

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

Πίνακας 6.2 Περιεκτικότητα σε άλατα (mg/100g) γιαουρτιών set type με λίπος <0.2% και προσθήκη συμπυκνωμάτων πρωτεϊνών του ορού (WPC) την 1^η ημέρα μετά την παρασκευή τους (μέσοι όροι 3 πειραματικών επαναλήψεων ± τυπ. απ.)

Συστατικό	F0-65-2	F0-80-1	F0-80-1.62
Ασβέστιο	110,16 ± 7,34 ^{a*}	137,24 ± 9,15 ^b	138,67 ± 4,70 ^b
Μαγνήσιο	12,79 ± 0,56	14,26 ± 2,74	12,44 ± 0,63
Κάλιο	173,61 ± 40,66	154,07 ± 24,35	174,63 ± 25,35
Νάτριο	47,01 ± 4,51	46,79 ± 1,83	45,20 ± 2,36
Φώσφορος	92,84 ± ±0,83 ^a	89,31 ± 6,69 ^{a,b}	77,87 ± 6,67 ^b

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

6.1.2 Μικροβιολογική σύσταση

Τόσο οι θερμοφίλοι οξυγαλακτικοί κόκκοι (*St. thermophilus*) όσο και οι θερμοφίλοι οξυγαλακτικοί βάκιλλοι (*L. Bulgaricus*), οι δύο χαρακτηριστικές ομάδες μικροοργανισμών της γιαούρτης, αναπτύχθηκαν σε όλα τα γιαούρτια σε πληθυσμούς τυπικούς για το προϊόν (Πίνακας 6.3). Σύμφωνα με τους Robinson και Itsaranuwat (2006) τα κύτταρα των *St. thermophilus* και *L. bulgaricus* στο γιαούρτι και γενικά στα οξυγάλατα πρέπει να είναι ζωντανά και άφθονα σε πληθυσμούς μεταξύ 1×10^6 και 1×10^8 cfu.g⁻¹. Στα παραγόμενα γιαούρτια οι πληθυσμοί του *St. thermophilus* διατηρήθηκαν σε υψηλά επίπεδα $>1 \times 10^8$ cfu.g⁻¹ τουλάχιστον μέχρι τις 21 ημέρες διατήρησής τους και δεν φάνηκε η ανάπτυξή τους να επηρεάζεται από την προσθήκη WPC. Αντίθετα, οι πληθυσμοί του *L. Bulgaricus* ήταν εξ αρχής χαμηλοί ($\sim 1 \times 10^4$ cfu.g⁻¹). Οι Kyriacou κ.α. (2008) μελέτησαν το μικροβιακό πληθυσμό 83 ζυμούμενων προϊόντων γάλακτος από την ελληνική αγορά και βρήκαν ότι οι γαλακτοβάκιλλοι κυμαίνονταν μεταξύ 10^3 και 10^9 cfu.g⁻¹ με το 22% των προϊόντων να περιέχει λιγότερους από 10^6 cfu.g⁻¹.

Τέλος, πρέπει να σημειωθεί ότι δεν αναπτύχθηκαν καθόλου ζύμες και μύκητες και στα τρία προϊόντα μέχρι και την 21^η ημέρα διατήρησης.

6.1.3 Εξέλιξη του pH και της οξύτητας

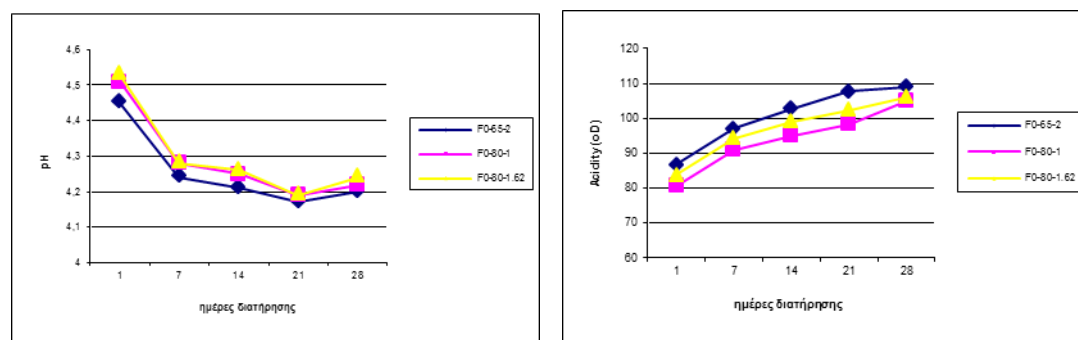
Ένα άλλο σημαντικό χαρακτηριστικό του γιαουρτιού είναι το pH του, το οποίο εκτός από τη γεύση επηρεάζει μαζί με τα στερεά συστατικά και την πηκτότητά του. Στον Πίνακα 6.4 παρουσιάζονται οι τιμές του pH και της οξύτητας στα γιαούρτια από την 1^η έως και την 26^η ημέρα διατήρησής τους. Και τα τρία γιαούρτια δεν διέφεραν μεταξύ τους σημαντικά (P>0,05) ως προς τις δύο αυτές ιδιότητες σε όλη την παραπάνω διάρκεια, αλλά τόσο το pH όσο και η

οξύτητα διέφεραν σημαντικά ($P < 0,05$) μεταξύ της 1^{ης} και των υπολοίπων ημερών διατήρησης. Η δε εξέλιξη της πτώσης του pH με παράλληλη αύξηση της οξύτητας ήταν παρόμοια και στα 3 γιαούρτια με την αντίστοιχη εντονότερη πτώση/αύξηση να διαγράφεται μεταξύ 1^{ης} και 7^{ης} ημέρας (Σχήμα 6.1).

Πίνακας 6.3 Πληθυσμοί *Streptococcus thermophilus* και *Lactobacillus bulgaricus* (Logcfu.g^{-1}) σε γιαούρτια set type με λίπος $< 0,2\%$ και προσθήκη συμπυκνωμάτων πρωτεϊνών του ορού (WPC) (μέσοι όροι 3 πειραματικών επαναλήψεων \pm τυπ. απ.)

Ημέρες μετά την παρασκευή	Γιαούρτι	<i>Streptococcus thermophilus</i>	<i>Lactobacillus bulgaricus</i>
1	F0-65-2	9,14 \pm 0,23 ^{a,b,*}	3,99 \pm 0,09 ^{a,b}
	F0-80-1	9,20 \pm 0,26 ^a	3,94 \pm 0,19 ^{a,b}
	F0-80-1.62	9,09 \pm 0,08 ^{a,b,c,d}	4,04 \pm 0,45 ^{a,b}
7	F0-65-2	9,09 \pm 0,06 ^{a,b,c,d}	4,26 \pm 0,25 ^{a,b}
	F0-80-1	9,02 \pm 0,16 ^{a,b,c,d}	4,04 \pm 0,45 ^{a,b}
	F0-80-1.62	8,87 \pm 0,09 ^{c,d}	4,50 \pm 0,03 ^a
14	F0-65-2	9,10 \pm 0,15 ^{a,b,c}	4,01 \pm 0,13 ^{a,b}
	F0-80-1	8,94 \pm 0,06 ^{b,c,d}	4,25 \pm 0,21 ^{a,b}
	F0-80-1.62	8,86 \pm 0,14 ^{c,d}	4,17 \pm 0,41 ^{a,b}
21	F0-65-2	8,93 \pm 0,02 ^{b,c,d}	3,77 \pm 0,28 ^b
	F0-80-1	8,85 \pm 0,16 ^d	3,97 \pm 0,68 ^{a,b}
	F0-80-1.62	8,89 \pm 0,13 ^{c,d}	4,11 \pm 0,21 ^{a,b}

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



Σχήμα 6.1 Εξέλιξη του pH και της οξύτητας γιαουρτιών set type με λίπος $< 0,2\%$ και προσθήκη συμπυκνωμάτων πρωτεϊνών του ορού (WPC) κατά τη διατήρησή τους

Πίνακας 6.4 pH και οξύτητα γιαουρτιών set type με λίπος <0,2% και προσθήκη συμπυκνωμάτων πρωτεϊνών του ορού (WPC) (μέσοι όροι 3 πειραματικών επαναλήψεων \pm τυπ. απ.)

Ημέρες μετά την παρασκευή	Γιαούρτι	pH	Οξύτητα (°D)
1	F0-65-2	4,45 \pm 0,12 ^{d*}	87 \pm 3,51 ^{a,b}
	F0-80-1	4,51 \pm 0,04 ^d	81 \pm 3,06 ^a
	F0-80-1.62	4,53 \pm 0,07 ^d	88 \pm 3,21 ^a
7	F0-65-2	4,24 \pm 0,04 ^{a,b,c}	97 \pm 1,73 ^{c,d,e}
	F0-80-1	4,28 \pm 0,07 ^{b,c}	91 \pm 1,73 ^{b,c}
	F0-80-1.62	4,28 \pm 0,07 ^c	94 \pm 2,52 ^{c,d}
14	F0-65-2	4,21 \pm 0,04 ^{a,b,c}	103 \pm 2,52 ^{e,f,g}
	F0-80-1	4,25 \pm 0,03 ^{a,b,c}	95 \pm 4,00 ^{c,d}
	F0-80-1.62	4,26 \pm 0,05 ^{a,b,c}	99 \pm 2,65 ^{d,e,f}
21	F0-65-2	4,17 \pm 0,03 ^a	108 \pm 6,11 ^g
	F0-80-1	4,19 \pm 0,04 ^{a,b}	98 \pm 2,89 ^{d,e,f}
	F0-80-1.62	4,19 \pm 0,03 ^{a,b}	102 \pm 2,52 ^{e,f,g}
28	F0-65-2	4,20 \pm 0,05 ^{a,b,c}	109 \pm 12,73 ^g
	F0-80-1	4,22 \pm 0,01 ^{a,b,c}	105 \pm 7,07 ^{e,g,g}
	F0-80-1.62	4,24 \pm 0,01 ^{a,b,c}	106 \pm 5,66 ^{f,g}

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

6.1.4 Ρεολογικές ιδιότητες

6.1.4.1 Συναίρεση και ικανότητα συγκράτησης νερού (WHC)

Η συναίρεση των γιαουρτιών F0-65-2, F0-80-1 και F0-80-1.62 στις 3 ώρες και στις 24 ώρες στράγγισης μετά το κόνημο, εκφρασμένη ως βάρος ορού στα 100 g προϊόντος, παρουσιάζεται στον Πίνακα 6.5. Τη μεγαλύτερη συναίρεση στις 3 ώρες αλλά και στις 24 ώρες την παρουσίασε με σημαντική (P<0,05) διαφορά από τα άλλα δύο γιαούρτια το γιαούρτι F0-80-1, τόσο την 1^η ημέρα όσο και την 24^η. Το γεγονός αυτό ήταν αναμενόμενο και αποδίδεται στο χαμηλότερο ποσοστό πρωτεΐνης και γενικά σε στερεά συστατικά.

Πίνακας 6.5 Συναίρεση (ορός ml/100g) και ικανότητα συγκράτησης νερού (g/100g) γιαουρτιών set type με λίπος <0,2% και προσθήκη συμπυκνωμάτων πρωτεϊνών του ορού (WPC) (μέσοι όροι 3 πειραματικών επαναλήψεων ± τυπ. απ.)

Ημέρες μετά την παρασκευή	Γιαούρτι	Συναίρεση (μετά από 3h στράγγισης)	Συναίρεση (μετά από 24h στράγγισης)	Ικανότητα συγκράτησης νερού
1 ^η	F0-65-2	33,83 ± 3,33 ^{a*}	49,67 ± 2,08 ^{b,c}	43,71 ± 3,90 ^a
	F0-80-1	41,33 ± 1,53 ^b	55 ± 2,65 ^a	37,15 ± 2,70 ^b
	F0-80-1.62	32,83 ± 3,75 ^a	51,83 ± 1,76 ^{a,b}	44,53 ± 3,00 ^a
21 ^η	F0-65-2	34,00 ± 1,00 ^a	45,00 ± 2,65 ^d	39,57 ± 0,50 ^{a,b}
	F0-80-1	40,00 ± 2,00 ^b	51,67 ± 1,53 ^{a,b}	36,72 ± 4,15 ^b
	F0-80-1.62	33,00 ± 4,58 ^a	47,33 ± 1,53 ^{c,d}	40,42 ± 0,84 ^{a,b}

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

Σύμφωνα με τους Harwalkar και Kalab (1983), η επίδραση του pH στο εύρος 3,85 με 4,5 στη συναίρεση του γιαουρτιού είναι μικρή και ασήμαντη σε επίπεδο σημαντικότητας 5%. Η συναίρεση που παρουσίασαν τα γιαούρτια F0-65-2, F0-80-1 και F0-80-1.62 συμφωνεί με αυτή που έχει αναφερθεί από άλλους ερευνητές για γιαούρτι συνεκτικής δομής από πρόβειο ή μίγμα πρόβειου και αίγιου γάλακτος (Kaminarides and Anifantakis, 2004; Kaminarides et al, 2007).

Όπως ήταν φυσικό το γιαούρτι F0-80-1 με τη μεγαλύτερη συναίρεση παρουσίασε τη μικρότερη ικανότητα συγκράτησης νερού (WHC) σταθερά μέχρι και την 21^η ημέρα. Όμως, οι τιμές του WHC και των 3 γιαουρτιών ήταν μικρότερες από αυτές που αναφέρουν οι Sodini et al. (2005). Αυτό προφανώς οφείλεται στα χαμηλά ποσοστά πρωτεΐνης. Σύμφωνα με τους Unal and Akalin (2012) όσο αυξάνεται το ποσοστό των WPC τόσο μεγαλύτερο είναι το WHC του γιαουρτιού.

6.1.4.2 Πηκτότητα (firmness) και ιξώδες (viscosity)

Η πηκτότητα (firmness) του γιαουρτιού εξαρτάται από τη δομή του πήγματος. Η πρωτεΐνη και τα άλατα είναι τα βασικά συστατικά για το σχηματισμό ικανοποιητικού πήγματος, ενώ η λακτόζη σε ένα επίπεδο μεταξύ 4,5-7,0 g.100ml⁻¹, ανάλογα με την προσθήκη στερών συστατικών, είναι βασική για την ανάπτυξη των καλλιιεργειών εκκίνησης (Robinson και Itsaranuwat, 2006).

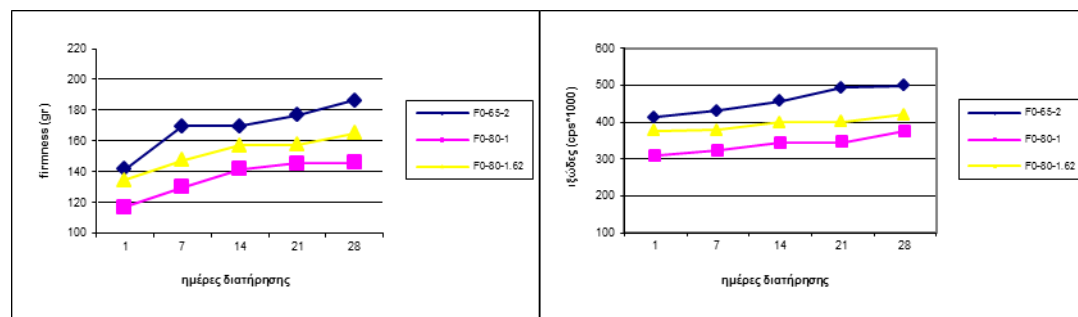
Στην παρασκευή του γιαουρτιού, κατά την αργή οξίνιση του θερμασμένου γάλακτος το κολοειδές φωσφορικό ασβέστιο (CCP) αρχίζει να διαλυτοποιείται από το pH 5,3 και συνεχίζει να διαλυτοποιείται από το εσωτερικό των καζεϊνικών μικκυλίων και μετά το

σχηματισμό του αρχικού πήγματος. Η απώλεια CCP από τα καζεϊνικά μικκύλια επιταχύνεται από τη χαμηλή θέρμανση του γάλακτος, τις υψηλές θερμοκρασίες επώασης και το πολύ μικρό ποσοστό εμβολίου. Έτσι, η απώλεια του CCP προκαλεί χαλάρωση του καζεϊνικού πλέγματος και συμπίπτει με την εμφάνιση ορού (συναίρεση) στην επιφάνεια του γιαουρτιού. Αντίθετα η απώλεια του CCP περιορίζεται από την υψηλή θέρμανση του γάλακτος καταλήγοντας έτσι σε γρηγορότερο πήξιμο και δομή με μεγαλύτερη ηχητότητα (Lee και Lucey, 2003). Στην παρούσα μελέτη τη μικρότερη ηχητότητα και επομένως και το μικρότερο ιξώδες ανάμεσα στα γιαούρτια F0-65-2, F0-80-1 και F0-80-1.62 την είχε το γιαούρτι F0-80-1 (Πίνακας 6.6), το οποίο είχε τη μεγαλύτερη συναίρεση και τη μικρότερη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη. Όμως η σταδιακή αποβολή ορού λόγω αύξησης της οξύτητας κατά την διατήρηση των γιαουρτιών (Kaminarides and Anifantakis, 2004) προκαλεί αύξηση της ηχητότητας. Η εξέλιξη της ηχητότητας και του ιξώδους μέχρι την 28^η ημέρα διατήρησης παρουσιάζονται στο Σχήμα 6.2.

Πίνακας 6.6 Ηχητότητα (gr) και ιξώδες (cps*1000) γιαουρτιών set type με λίπος <0,2% και προσθήκη συμπυκνωμάτων πρωτεϊνών του ορού (WPC) (μέσοι όροι 3 πειραματικών επαναλήψεων ± τυπ. απ.)

Ημέρες μετά την Παρασκευή	Γιαούρτι	Ηχητότητα	Ιξώδες
1	F0-65-2	141,83 ±9,71 ^{b*}	413,3 ±50,01 ^c
	F0-80-1	117,17 ±5,01 ^a	308,3 ±7,64 ^a
	F0-80-1.62	134,67 ±4,62 ^b	376,7 ±30,55 ^{b,c}
21	F0-65-2	177,0 ±12,68 ^d	495,0 ±32,79 ^d
	F0-80-1	145,33 ±3,21 ^{b,c}	345,0 ±5,00 ^{a,b}
	F0-80-1.62	157,67 ±0,03 ^c	401,7 ±2,89 ^c

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



Σχήμα 6.2 Εξέλιξη της ηχητότητας (firmness) και του ιξώδους (viscosity) γιαουρτιών set type με λίπος <0,2% και προσθήκη συμπυκνωμάτων πρωτεϊνών του ορού (WPC) κατά τη διατήρησή τους

6.1.4.3 Συμπεριφορά σε θέση υπό κλίση (exudation)

Και τα 3 είδη γιαουρτιού με 0.2% λίπος παρουσίασαν φυσιολογική και παρόμοια συμπεριφορά, μετά την παραμονή τους υπό κλίση στους 10°C για 6 ημέρες. Συγκεκριμένα, όλα είχαν κεκλιμένη επιφάνεια και αποκολλήθηκαν ολοκληρωτικά κατά την αναστροφή του κυπέλλου. Ο όρος ο οποίος αποβλήθηκε ήταν $20,50 \pm 1,73$ ml, $20,83 \pm 2,52$ ml και $20,17 \pm 3,88$ ml για τα γιαούρτια F0-65-2, F0-80-1 και F0-80-1.62 αντίστοιχα.

6.1.6 Χρώμα

Στον Πίνακα 6.7 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης του χρώματος των γιαουρτιών με <0,2% λίπος. Σύμφωνα με τη μέθοδο ανάλυσης, η τιμή L αντιστοιχεί στη φωτεινότητα, ενώ η τιμή a στην απόχρωση μεταξύ πράσινου και κόκκινου και η τιμή του b στην απόχρωση μεταξύ του κίτρινου και γαλάζιου πάνω σε συγκεκριμένη κλίμακα. Οι τιμές για τις παραμέτρους a και b κοντά στο μηδέν αντιστοιχούν στο λευκό χρώμα, ενώ οι αρνητικές τιμές του a στην κλίμακα είναι κοντά στην απόχρωση του κίτρινου και οι τιμές ~ +6 με +7 του b είναι κοντά στην απόχρωση του πράσινου. Δεδομένων των τιμών a και b που καταγράφηκαν για τα γιαούρτια αυτά μπορεί να ειπωθεί ότι αντανακλούσαν ένα κιτρινοπράσινο χρώμα, αυτό δηλαδή του ορού. Αυτό δε το χρώμα ήταν πολύ φωτεινό (τιμές ~ L 87-90) σε όλα τα γιαούρτια αυτής της κατηγορίας.

Πίνακας 6.7 Χαρακτηριστικά του χρώματος (L, a και b) γιαουρτιών set type με λίπος <0,2% και προσθήκη συμπυκνωμάτων πρωτεϊνών του ορού (WPC) (μέσοι όροι 3 πειραματικών επαναλήψεων \pm τυπ. απ.)

Ημέρες μετά την παρασκευή	Γιαούρτι	Φωτεινότητα (L)	Απόχρωση (a)	Απόχρωση (b)
1 ^η	F0-65-2	$88,53 \pm 0,71^{a,b,*}$	$-3,65 \pm 0,04^{a,b,c}$	$6,59 \pm 0,29$
	F0-80-1	$86,26 \pm 1,11^a$	$-3,49 \pm 0,06^a$	$6,74 \pm 0,37$
	F0-80-1.62	$86,70 \pm 0,30^a$	$-3,56 \pm 0,04^{a,b}$	$6,71 \pm 0,31$
14 ^η	F0-65-2	$87,72 \pm 0,66^{a,b}$	$-3,84 \pm 0,15^{b,c}$	$6,76 \pm 0,33$
	F0-80-1	$87,05 \pm 1,67^{a,b}$	$-3,59 \pm 0,09^{a,b}$	$6,60 \pm 0,15$
	F0-80-1.62	$87,72 \pm 1,02^{a,b}$	$-3,59 \pm 0,15^{a,b}$	$6,88 \pm 0,18$
28 ^η	F0-65-2	$89,99 \pm 3,61^b$	$-3,96 \pm 0,33^c$	$6,98 \pm 0,66$
	F0-80-1	$89,72 \pm 3,24^b$	$-3,65 \pm 0,40^{a,b,c}$	$6,86 \pm 0,54$
	F0-80-1.62	$87,81 \pm 0,19^{a,b}$	$-3,57 \pm 0,33^{a,b,c}$	$6,69 \pm 0,20$

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

6.1.7 Οργανοληπτική αξιολόγηση

Στον Πίνακα 6.8 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της οργανοληπτικής αξιολόγησης των γιαουρτιών F0-65-2, F0-80-1 και F0-80-1.62. Από τις 5 γεύσεις που αξιολογήθηκαν οι γεύσεις του γλυκού, αλμυρού, πικρού και μεταλλικού ήταν σχεδόν απύσες από όλα αυτά τα γιαούρτια. Αντίθετα η γεύση του ξινού διέφερε μεταξύ των γιαουρτιών την 7^η ημέρα αξιολόγησης και είναι αξιοσημείωτο ότι τα αποτελέσματα των δοκιμαστών ως προς αυτό συμφωνούν με τη μέτρηση του pH και της οξύτητας (Πίνακας 6.4). Την εντονότερη γεύση του ξινού την είχε το γιαούρτι F0-65-2 το οποίο είχε το χαμηλότερο pH.

Πίνακας 6.8 Οργανοληπτική αξιολόγηση (ως προς τη γεύση) γιαουρτιών set type με λίπος <0,2% και προσθήκη συμπυκνωμάτων πρωτεϊνών του ορού (WPC) (μέσοι όροι 3 πειραματικών επαναλήψεων ± τυπ. απ.)

Ημ.	Γιαούρτι	Γλυκό	Ξινό	Αλμυρό	Πικρό	Μεταλλικό
7	F0-65-2	1,06 ±0,10	3,06 ±0,59 ^{a,b*}	1,11 ±0,19	1,00 ±0,00	1,08 ±0,14
	F0-80-1	1,06 ±0,10	2,78 ±0,46 ^a	1,06 ±0,10	1,06 ±0,10	1,08 ±0,14
	F0-80-1.62	1,06 ±0,10	2,74 ±0,53 ^a	1,17 ±0,29	1,06 ±0,10	1,00 ±0,00
28	F0-65-2	1,0 ±0,00	4,00 ±0,71 ^b	1,00 ±0,00	1,00 ±0,00	1,00 ±0,00
	F0-80-1	1,0 ±0,00	3,71 ±0,65 ^{a,b}	1,00 ±0,00	1,00 ±0,00	1,00 ±0,00
	F0-80-1.62	1,0 ±0,00	3,71 ±0,65 ^{a,b}	1,00 ±0,00	1,00 ±0,00	1,00 ±0,00

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

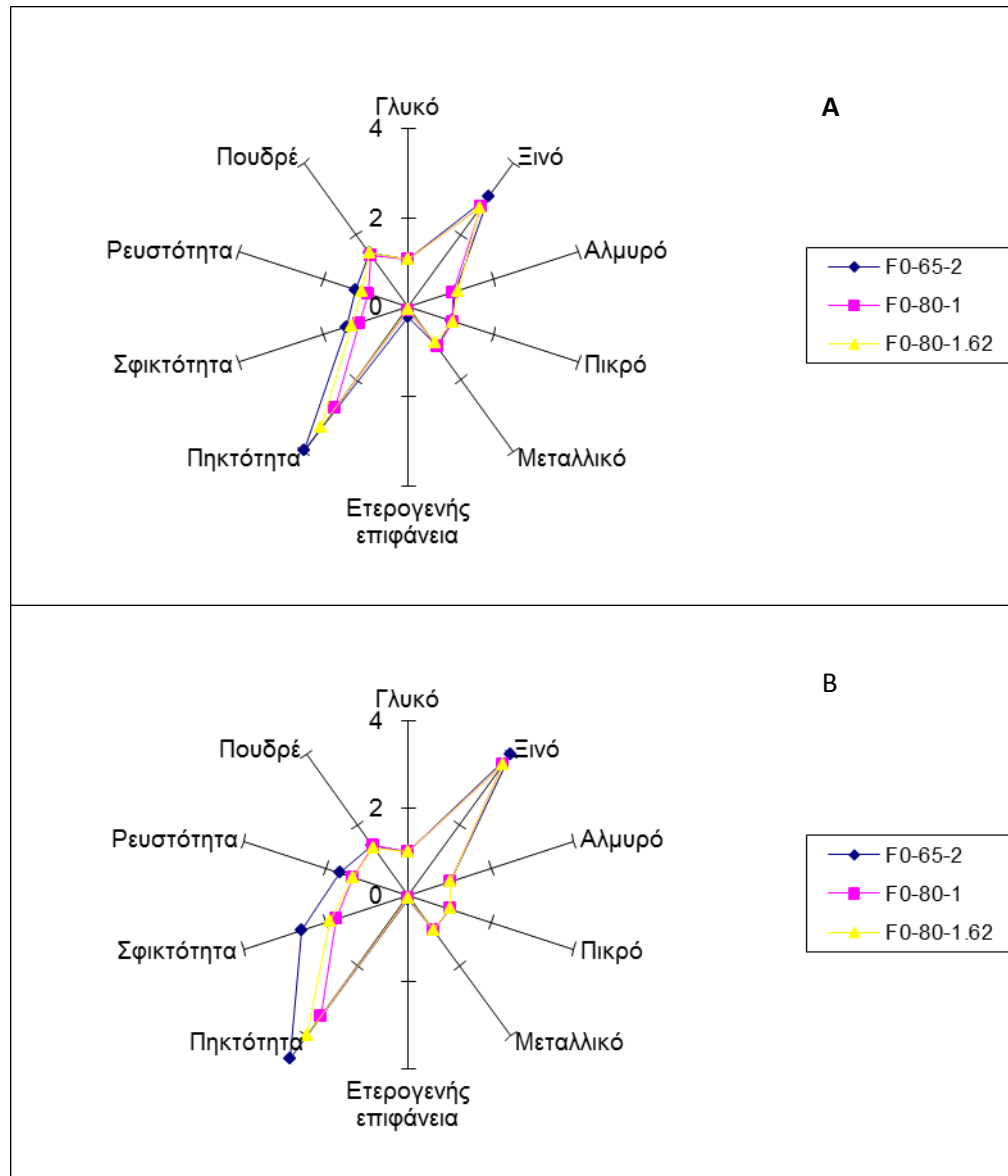
Επίσης όλα γιαούρτια είχαν ομοιογενή επιφάνεια χωρίς πήγματα (Πίνακας 6.9). Η αξιολόγηση της πηκτότητας συνέπεσε με αυτή της ανάλυσης της πηκτότητας με το όργανο texture analyzer και συγκεκριμένα το γιαούρτι F0-65-2 το οποίο είχε τη μεγαλύτερη πηκτότητα (Πίνακας 6.6) βαθμολογήθηκε για μεγαλύτερη πηκτότητα στη δοκιμή με το κουτάλι (Πίνακας 6.9).

Πίνακας 6.9 Οργανοληπτική αξιολόγηση (ως προς διάφορα άλλα χαρακτηριστικά) γιαουρτιών set type με λίπος <0,2% και προσθήκη συμπυκνωμάτων πρωτεϊνών του ορού (WPC) (μέσοι όροι 3 πειραματικών επαναλήψεων ± τυπ. απ.)

Ημ.	Γιαούρτι	Ετερογένεια επιφάνειας	Πηκτότητα	Σφικτότητα	Ρευστότητα	Πουδρέ
7	F0-65-2	0,24 ±0,12 ^{a*}	3,97 ±0,21 ^c	1,47 ±0,32 ^{a,b}	1,26 ±0,43 ^{a,b}	1,50 ±0,71
	F0-80-1	0,07 ±0,06 ^{a,b}	2,81 ±0,17 ^a	1,17 ±0,08 ^a	0,96 ±0,25 ^a	1,43 ±0,70
	F0-80-1.62	0,05 ±0,10 ^b	3,33 ±0,14 ^b	1,33 ±0,14 ^{a,b}	1,11 ±0,24 ^{a,b}	1,50 ±0,79
28	F0-65-2	0,08 ±0,12 ^{a,b}	4,63 ±0,18 ^d	2,58 ±0,12 ^c	1,67 ±0,24 ^b	1,42 ±0,12
	F0-80-1	0,06 ±0,09 ^{a,b}	3,44 ±0,09 ^b	1,75 ±0,35 ^{a,b}	1,35 ±0,03 ^{a,b}	1,40 ±0,32
	F0-80-1.62	0,06 ±0,09 ^{a,b}	3,98 ±0,50 ^c	1,92 ±0,59 ^b	1,35 ±0,03 ^{a,b}	1,35 ±0,03

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

Την ίδια τάση ακολούθησε και η αξιολόγηση της σφικτότητας και της ρευστότητας, ενώ η αίσθηση του πουδρέ ήταν πολύ χαμηλή και στα 3 γιαούρτια. Το συνολικό αποτέλεσμα της αξιολόγησης και των 10 οργανοληπτικών χαρακτηριστικών παρουσιάζεται στο Σχήμα 6.3.



Σχήμα 6.3 Κατατομή οργανοληπτικών χαρακτηριστικών γιαουρτιών set type με λίπος $< 0,2\%$ και προσθήκη συμπυκνωμάτων πρωτεϊνών του ορού (WPC) (μέσοι όροι 3 πειραματικών επαναλήψεων \pm τυπ. απ.) στις 7 ημέρες (A) και στις 28 ημέρες (B) διατήρησης.

6.2 Χαρακτηριστικά γιαουρτιού στερεάς δομής (set type) με λίπος 2% και προσθήκη WPC

6.2.1 Χημική σύσταση

Όπως τα γιαούρτια με λίπος <0.2%, έτσι και τα γιαούρτια F2-65-2, F2-80-1 και F2-80-1.62 δεν διέφεραν μεταξύ τους σημαντικά ($P>0,05$) ως προς την περιεκτικότητα σε λίπος και λακτόζη αλλά, όπως ήταν αναμενόμενο, διέφεραν σημαντικά ($P<0,05$) ως προς την πρωτεΐνη, την τέφρα και τα ολικά στερεά (Πίνακας 6.10), με την περιεκτικότητα στο γιαούρτι F2-80-1 να είναι χαμηλότερη από αυτήν στα F0-65-2 και F0-80-1.62. Τα ποσοστά της τέφρας ήταν επίσης χαμηλότερα από αυτά που έχουν αναφερθεί από άλλους ερευνητές για γιαούρτια του εμπορίου (Παπαστάθη, 2011), είτε για πειραματικά γιαούρτια (Kaminarides and Anifantakis, 2004; Βιταλιώτη, 20012).

Όσον αφορά στην περιεκτικότητα σε άλατα (Πίνακας 6.11), υπήρχαν επίσης σημαντικές ($P<0,05$) διαφορές μεταξύ αυτών των γιαουρτιών ως προς την περιεκτικότητα στο ασβέστιο και στο φώσφορο και οι τιμές τους ήταν γενικά χαμηλότερες από αυτές που έχουν αναφερθεί για γιαούρτια της ελληνικής αγοράς (Παπαστάθη, 2011)

Πίνακας 6.10 Χημική σύσταση (%) γιαουρτιών set type με λίπος 2% και προσθήκη συμπυκνωμάτων πρωτεϊνών του ορού (WPC) την 1^η ημέρα μετά την παρασκευή τους (μέσοι όροι 3 πειραματικών επαναλήψεων \pm τυπ. απ.)

Χαρακτηριστικό	F2-65-2	F2-80-1	F2-80-1.62
Λίπος	1,97 \pm 0,06	1,97 \pm 0,06	2,00 \pm 0,00
Πρωτεΐνη	4,17 \pm 0,10 ^{a*}	3,78 \pm 0,08 ^b	4,15 \pm 0,09 ^a
Λακτόζη	4,83 \pm 0,51 [`]	4,54 \pm 0,54	4,68 \pm 0,46
Ολικά στερεά	11,75 \pm 0,48 ^a	11,02 \pm 0,49 ^b	11,57 \pm 0,40 ^{a,b}
Τέφρα	0,78 \pm 0,01 ^a	0,73 \pm 0,00 ^b	0,74 \pm 0,01 ^b

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

Πίνακας 6.11 Περιεκτικότητα σε άλατα (mg/100g) γιαουρτιών set type με λίπος 2% και προσθήκη συμπυκνωμάτων πρωτεϊνών του ορού (WPC) την 1^η ημέρα μετά την παρασκευή τους (μέσοι όροι 3 πειραματικών επαναλήψεων ± τυπ. απ.)

Συστατικό	F2-65-2	F2-80-1	F2-80-1.62
Ασβέστιο	107,82 ± 7,71 ^{a*}	134,58 ± 2,17 ^b	133,96 ± 4,48 ^b
Μαγνήσιο	12,63 ± 0,82	10,51 ± 3,30	12,00 ± 0,21
Κάλιο	150,89 ± 55,32	147,17 ± 10,00	151,15 ± 7,90
Νάτριο	57,84 ± 9,94	48,00 ± 1,00	46,37 ± 0,01
Φώσφορος	91,07 ± ± 2,59 ^a	92,11 ± 2,00 ^a	80,27 ± 5,35 ^b

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

6.2.2 Μικροβιολογική σύσταση

Τόσο οι θερμοφίλοι οξυγαλακτικοί κόκκοι (*St. thermophilus*) όσο και οι θερμοφίλοι οξυγαλακτικοί βάκιλλοι (*L. Bulgaricus*) αναπτύχθηκαν σε όλα τα γιαούρτια σε πληθυσμούς τυπικούς για το προϊόν (Πίνακας 6.12). Οι πληθυσμοί του *St. thermophilus* διατηρήθηκαν σε υψηλά επίπεδα >1x10⁸ cfu.g⁻¹ τουλάχιστον μέχρι τις 21 ημέρες διατήρησής των γιαουρτιών και η ανάπτυξή τους δεν φάνηκε να επηρεάζεται από την προσθήκη WPC. Αντίθετα, οι πληθυσμοί του *L. Bulgaricus* ήταν εξ αρχής χαμηλοί (~1x10⁴ cfu.g⁻¹). Τέλος, πρέπει να σημειωθεί ότι δεν αναπτύχθηκαν καθόλου ζύμες και μύκητες και στα τρία προϊόντα μέχρι και την 21^η ημέρα διατήρησης.

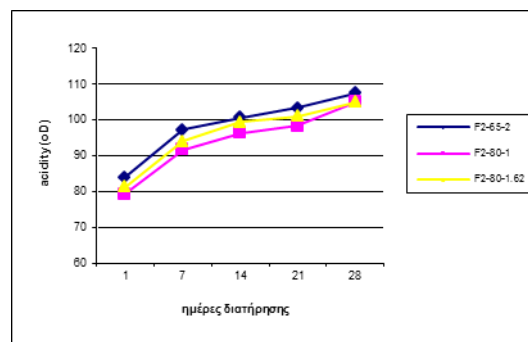
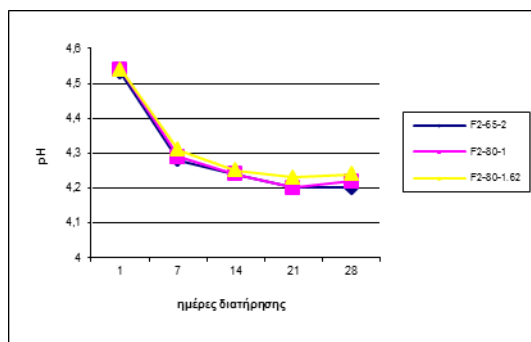
6.2.3 Εξέλιξη του pH και της οξύτητας

Στον Πίνακα 6.13 παρουσιάζονται οι τιμές του pH και της οξύτητας των γιαουρτιών F2-65-2, F2-80-1 και F2-80-1.62 από την 1^η έως και την 26^η ημέρα διατήρησής τους. Και τα τρία γιαούρτια δεν διέφεραν μεταξύ τους σημαντικά (P>0,05) ως προς τις δύο αυτές ιδιότητες σε όλη την παραπάνω διάρκεια. Και στα 3 όμως γιαούρτια τόσο το pH όσο και η οξύτητα διέφεραν σημαντικά (P<0,05) μεταξύ 1^{ης} και υπολοίπων ημερών διατήρησης. Η δε πτώση του pH με παράλληλη αύξηση της οξύτητας, ήταν εντονότερη μεταξύ 1^{ης} και 7^{ης} ημέρας (Σχήμα 6.4).

Πίνακας 6.12 Πληθυσμοί *Streptococcus thermophilus* και *Lactobacillus bulgaricus* (Logcfu.g⁻¹) σε γιαούρτι set type με λίπος 2% και προσθήκη συμπυκνωμάτων πρωτεϊνών του ορού (WPC) (μέσοι όροι 3 πειραματικών επαναλήψεων ± τυπ. απ.)

Διατήρηση (ημέρες μετά την παρασκευή)	Γιαούρτι	<i>Streptococcus thermophilus</i>	<i>Lactobacillus bulgaricus</i>
1	F2-65-2	9,01 ±0,33 ^{a,b,*}	4,04 ±0,49
	F2-80-1	8,75 ±0,59 ^{a,b}	4,34 ±0,51
	F2-80-1.62	9,04 ±0,47 ^{a,b}	4,29 ±0,54
7	F2-65-2	9,10 ±0,07 ^{a,b}	4,25 ±0,10
	F2-80-1	8,57 ±0,63 ^a	4,37 ±0,43
	F2-80-1.62	9,23 ±0,31 ^b	4,43 ±0,35
14	F2-65-2	9,09 ±0,10 ^{a,b}	4,19 ±0,20
	F2-80-1	8,98 ±0,05 ^{a,b}	4,35 ±0,37
	F2-80-1.62	9,17 ±0,38 ^b	4,32 ±0,28
21	F2-65-2	8,84 ±0,11 ^{a,b}	4,00 ±0,16
	F2-80-1	8,85 ±0,07 ^{a,b}	4,24 ±0,38
	F2-80-1.62	8,89 ±0,02 ^{a,b}	4,37 ±0,35

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



Σχήμα 6.4 Εξέλιξη του pH και της οξύτητας γιαουρτιών set type με λίπος 2% και προσθήκη συμπυκνωμάτων πρωτεϊνών του ορού (WPC) κατά τη διατήρησή τους 28 ημέρες μετά την παρασκευή τους

Πίνακας 6.13 pH και οξύτητα γιαουρτιού set type με λίπος 2% και προσθήκη συμπυκνωμάτων πρωτεϊνών του ορού (WPC) (μέσοι όροι 3 πειραματικών επαναλήψεων \pm τυπ. απ.)

Διατήρηση (ημέρες μετά την παρασκευή)	Γιαούρτι	pH	Οξύτητα (°D)
1	F2-65-2	4,53 \pm 0,09 ^{c*}	84 \pm 5,29 ^a
	F2-80-1	4,54 \pm 0,06 ^c	79 \pm 3,51 ^a
	F2-80-1.62	4,54 \pm 0,08 ^c	81 \pm 3,51 ^a
7	F2-65-2	4,28 \pm 0,07 ^{a,b}	97 \pm 3,06 ^{b,c,d}
	F2-80-1	4,29 \pm 0,08 ^{a,b}	92 \pm 2,07 ^b
	F2-80-1.62	4,31 \pm 0,08 ^b	94 \pm 1,73 ^{b,c}
14	F2-65-2	4,24 \pm 0,03 ^{a,b}	101 \pm 2,08 ^{d,e,f}
	F2-80-1	4,24 \pm 0,03 ^{a,b}	96 \pm 2,31 ^{b,c,d}
	F2-80-1.62	4,25 \pm 0,04 ^{a,b}	99 \pm 1,53 ^{c,d,e,f}
21	F2-65-2	4,20 \pm 0,02 ^a	103 \pm 3,51 ^{e,f,g}
	F2-80-1	4,20 \pm 0,03 ^a	98 \pm 0,58 ^{c,d,e}
	F2-80-1.62	4,23 \pm 0,04 ^{a,b}	101 \pm 4,24 ^{d,e,f,g}
28	F2-65-2	4,22 \pm 0,01 ^{a,b}	107 \pm 2,12 ^g
	F2-80-1	4,24 \pm 0,01 ^{a,b}	105 \pm 7,07 ^{f,g}
	F2-80-1.62	4,26 \pm 0,01 ^{a,b}	105 \pm 7,07 ^{f,g}

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

6.2.4 Ρεολογικές ιδιότητες

6.2.4.1 Συναίρεση και ικανότητα συγκράτησης νερού (WHC)

Η συναίρεση των γιαουρτιών F2-65-2, F2-80-1 και F2-80-1.62 στις 3 ώρες και στις 24 ώρες στράγγισης μετά το κόψιμο παρουσιάζεται στον Πίνακα 6.14.

Τη μεγαλύτερη συναίρεση στις 3 ώρες αλλά και στις 24 ώρες την παρουσίασε με σημαντική (P<0,05) διαφορά, στις 3 ώρες, από τα άλλα δύο γιαούρτια το γιαούρτι F2-80-1, τόσο την 1^η ημέρα όσο και την 24^η. Το γεγονός αυτό ήταν αναμενόμενο και αποδίδεται στο χαμηλότερο ποσοστό πρωτεΐνης και γενικά λιγότερα στερεά συστατικά που είχε το γιαούρτι αυτό συγκριτικά με τα άλλα δύο. Η συναίρεση που παρουσίασαν τα γιαούρτια F2-65-2, F2-80-1 και F2-80-1.62 συμφωνεί με αυτή που έχει αναφερθεί από άλλους ερευνητές για γιαούρτι συνεκτικής δομής από πρόβειο ή μίγμα πρόβειου και αίγειου γάλακτος (Kaminarides and Anifantakis, 2004; Kaminarides et al, 2007).

Όπως ήταν φυσικό το γιαούρτι F2-80-1 με τη μεγαλύτερη συναίρεση παρουσίασε τη μικρότερη ικανότητα συγκράτησης νερού (WHC) σταθερά μέχρι και την 21^η ημέρα (Πίνακας 6.14). Οι τιμές του WHC και των 3 αυτών γιαουρτιών ήταν μεγαλύτερες από αυτές των αντίστοιχων γιαουρτιών με <0,2% λίπος (Πίνακας 6.5) γεγονός που αποδίδεται και στην ύπαρξη μεγαλύτερου ποσοστού λίπους-στερών συστατικών, αλλά μικρότερες από αυτές που αναφέρουν οι Sodini et al. (2005) οι οποίοι είχαν χρησιμοποιήσει μεγαλύτερα ποσοστά προσθήκης WPC σε γιαούρτια set type. Και οι Unal and Akalin (2012) έχουν επίσης αναφέρει ότι όσο αυξάνεται το ποσοστό των WPC τόσο μεγαλύτερο είναι το WHC του γιαουρτιού.

Πίνακας 6.14 Συναίρεση (ορός ml/100g) και ικανότητα συγκράτησης νερού (g/100g) γιαουρτιών set type με λίπος 2% και προσθήκη συμπυκνωμάτων πρωτεϊνών του ορού (WPC) (μέσοι όροι 3 πειραματικών επαναλήψεων ± τυπ. απ.)

Ημέρες μετά την παρασκευή	Γιαούρτι	Συναίρεση (μετά από 3h στράγγισης)	Συναίρεση (μετά από 24h στράγγισης)	Ικανότητα συγκράτησης νερού
1 ^η	F2-65-2	24,33 ± 2,52 ^{a*}	45,00 ± 1,73 ^{a,b}	56,65 ± 2,74 ^{a,b}
	F2-80-1	30,50 ± 2,50 ^b	48,67 ± 1,53 ^a	51,84 ± 2,61 ^b
	F2-80-1.62	24,83 ± 2,75 ^a	46,33 ± 0,58 ^{a,b}	57,71 ± 1,62 ^a
21 ^η	F2-65-2	24,33 ± 1,15 ^a	39,00 ± 1,73 ^c	55,66 ± 0,99 ^{a,b}
	F2-80-1	32,33 ± 2,08 ^b	43,33 ± 2,08 ^{b,c}	46,73 ± 5,39 ^c
	F2-80-1.62	30,50 ± 4,95 ^a	47,00 ± 7,07 ^{a,b}	56,31 ± 0,98 ^{a,b}

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

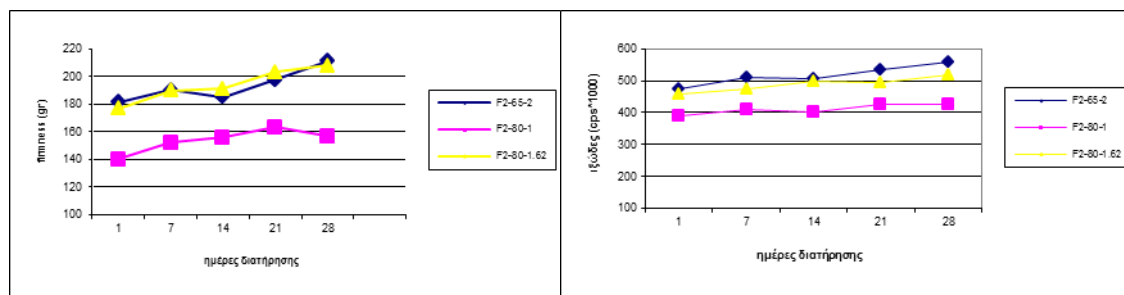
6.2.4.2 Πηκτότητα (firmness) και ιξώδες (viscosity)

Η πηκτότητα (firmness) και το ιξώδες των γιαουρτιών F2-65-2, F2-80-1 και F2-80-1.62 παρουσιάζονται στον Πίνακα 6.15. Τη μικρότερη πηκτότητα και επομένως και το μικρότερο ιξώδες ανάμεσα στα γιαούρτια αυτά την είχε το γιαούρτι F2-80-1 το οποίο είχε και τη μεγαλύτερη συναίρεση και τη μικρότερη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη και ολικά στερεά. Όμως και τα 3 αυτά γιαούρτια είχαν μεγαλύτερη πηκτότητα και ιξώδες από ό,τι τα ομόλογά τους με λίπος <0,2% (Πίνακας 6.6). Η εξέλιξη της πηκτότητας και του ιξώδους μέχρι την 28^η ημέρα διατήρησης παρουσιάζονται στο Σχήμα 6.5.

Πίνακας 6.15 Πηκτότητα (gr) και ιξώδες (cps*1000) γιαουρτιών set type με λίπος 2% και προσθήκη συμπυκνωμάτων πρωτεϊνών του ορού (WPC) (μέσοι όροι 3 πειραματικών επαναλήψεων ± τυπ. απ.)

Ημέρες μετά την παρασκευή	Γιαούρτι	Πηκτότητα	Ιξώδες
1	F2-65-2	181,17 ±23,71 ^{a,b*}	472,5 ±44,22 ^{b,c}
	F2-80-1	139,83 ±3,88 ^c	388,3 ±20,62 ^a
	F2-80-1.62	176,67 ±18,25 ^{a,b}	459,2 ±18,76 ^{b,c}
21	F2-65-2	197,83 ±17,9 ^a	534,2 ±44,18 ^d
	F2-80-1	163,33 ±2,93 ^{b,c}	425,8 ±11,27 ^{a,b}
	F2-80-1.62	203,25 ±1,77 ^a	492,5 ±10,6 ^{c,d}

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



Σχήμα 6.5 Εξέλιξη της πηκτότητας (firmness) και του ιξώδους (viscosity) γιαουρτιών set type με λίπος 2% και προσθήκη συμπυκνωμάτων πρωτεϊνών του ορού (WPC) κατά τη διατήρησή τους

6.2.4.3 Συμπεριφορά σε θέση υπό κλίση (exudation)

Και τα 3 είδη γιαουρτιού με 2% λίπος παρουσίασαν φυσιολογική και παρόμοια συμπεριφορά μετά την παραμονή τους υπό κλίση στους 10°C για 6 ημέρες. Συγκεκριμένα όλα είχαν κεκλιμένη επιφάνεια και αποκολλήθηκαν ολοκληρωτικά κατά την αναστροφή του κυπέλλου. Ο ορός ο οποίος αποβλήθηκε ήταν περισσότερος (αλλά χωρίς στατιστική διαφορά) από τα γιαούρτια F2-80-1 και F2-80-1.62 (25,17 ±1,89 ml και 24,17 ±2,02 ml αντίστοιχα) συγκριτικά με το γιαούρτι F2-65-2 (21,67±4,51 ml).

6.2.5 Χρώμα

Στον Πίνακα 6.16 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης του χρώματος των γιαουρτιών με 2% λίπος. Οι τιμές a και b που καταγράφηκαν για τα γιαούρτια F2-65-2, F2-80-1 και F2-80-1.62 αντιστοιχούν σε απόχρωση λιγότερη πράσινη (τιμές a πιο κοντά στο μηδέν) και επίσης σε περισσότερο κίτρινο (τιμές b πιο κοντά στο κίτρινο) γεγονός που αποδίδεται στην περιεκτικότητα σε λίπος συγκριτικά με τα γιαούρτια χωρίς αυτό.

Πίνακας 6.16 Χαρακτηριστικά του χρώματος (L, a και b) γιαουρτιών set type με λίπος 2% και προσθήκη συμπυκνωμάτων πρωτεϊνών του ορού (WPC) (μέσοι όροι 3 πειραματικών επαναλήψεων \pm τυπ. απ.)

Ημέρες μετά την παρασκευή	Γιαούρτι	Φωτεινότητα (L)	Απόχρωση (a)	Απόχρωση (b)
1 ^η	F2-65-2	88,38 \pm 0,21	-3,36 \pm 0,22 ^{a,b*}	7,26 \pm 0,03
	F2-80-1	88,47 \pm 1,36	-3,24 \pm 0,13 ^{a,b}	7,02 \pm 0,41
	F2-80-1.62	89,85 \pm 0,79	-3,12 \pm 0,09 ^a	6,90 \pm 0,22
14 ^η	F2-65-2	90,54 \pm 0,87	-3,47 \pm 0,20 ^b	7,19 \pm 0,23
	F2-80-1	89,12 \pm 1,36	-3,24 \pm 0,22 ^{a,b}	6,99 \pm 0,18
	F2-80-1.62	90,51 \pm 2,65	-3,28 \pm 0,18 ^{a,b}	7,26 \pm 0,19
28 ^η	F2-65-2	90,60 \pm 0,71	-3,24 \pm 0,14 ^{a,b}	7,04 \pm 0,18
	F2-80-1	89,80 \pm 0,21	-3,10 \pm 0,06 ^a	7,05 \pm 0,25
	F2-80-1.62	89,37 \pm 0,36	-3,11 \pm 0,08 ^a	7,23 \pm 0,25

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

6.2.6 Οργανοληπτική αξιολόγηση

Στον Πίνακα 6.17 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της οργανοληπτικής αξιολόγησης των γιαουρτιών F2-65-2, F2-80-1 και F2-80-1.62. Και σε αυτά τα γιαούρτια από τις 5 γεύσεις που αξιολογήθηκαν οι γεύσεις του γλυκού, αλμυρού, πικρού και μεταλλικού ήταν σχεδόν απύσες. Σύμφωνα με τους Unal and Akalin (2012), η προσθήκη WPC σε γιαούρτι στερεάς δομής σε ποσοστό μέχρι 2% δεν επηρεάζει τη γεύση. Επίσης η γεύση του ξινού μεταξύ των γιαουρτιών βαθμολογήθηκε με παραπλήσιες τιμές και δεν διέφερε σημαντικά, όπως στην περίπτωση των γιαουρτιών με λίπος <0,2% (Πίνακας 6.8), προφανώς λόγω της αίσθησης του λίπους που είχαν τα γιαούρτια αυτά.

Επίσης και τα 3 γιαούρτια είχαν ομοιογενή επιφάνεια χωρίς πηγμάτα (Πίνακας 6.18). Η αξιολόγηση της πηκτότητας συνέπεσε με αυτή της ανάλυσης της πηκτότητας με το όργανο

texture analyzer και συγκεκριμένα το γιαούρτι F2-65-2 το οποίο είχε τη μεγαλύτερη πηκτότητα (Πίνακας 6.15) βαθμολογήθηκε για μεγαλύτερη πηκτότητα στη δοκιμή με το κουτάλι τόσο την 7^η όσο και την 28^η ημέρα (Πίνακας 6.18). Την ίδια τάση ακολούθησε και η αξιολόγηση της σφικτότητας και της ρευστότητας, ενώ η αίσθηση του πουδρέ ήταν πολύ χαμηλή και στα 3 γιαούρτια. Το συνολικό αποτέλεσμα της αξιολόγησης και των 10 οργανοληπτικών χαρακτηριστικών παρουσιάζεται στο Σχήμα 6.6.

Πίνακας 6.17 Οργανοληπτική αξιολόγηση (ως προς τη γεύση) γιαουρτιών set type με λίπος 2% και προσθήκη συμπυκνωμάτων πρωτεϊνών του ορού (WPC) (μέσοι όροι 3 πειραματικών επαναλήψεων \pm τυπ. απ.)

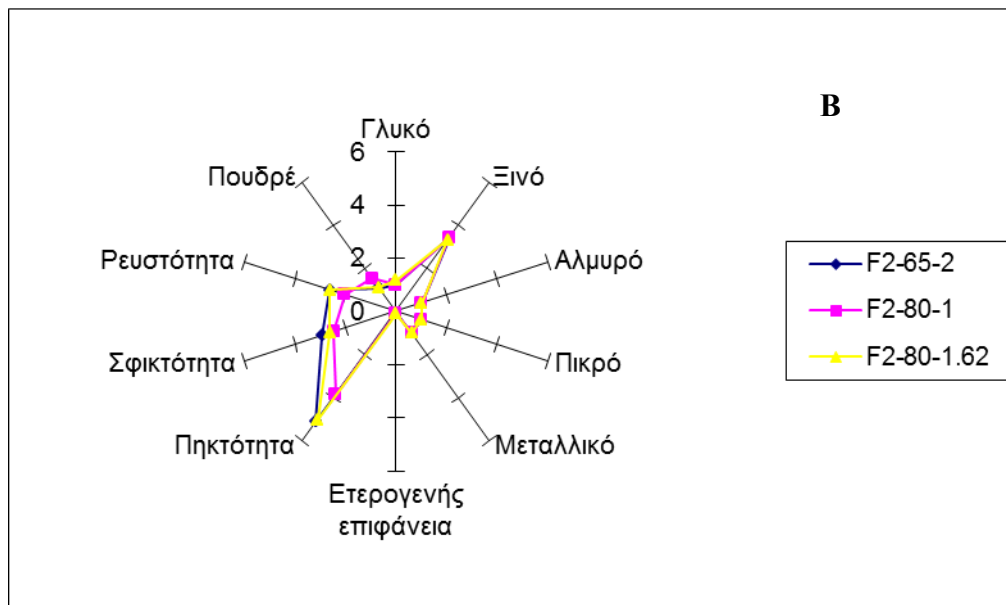
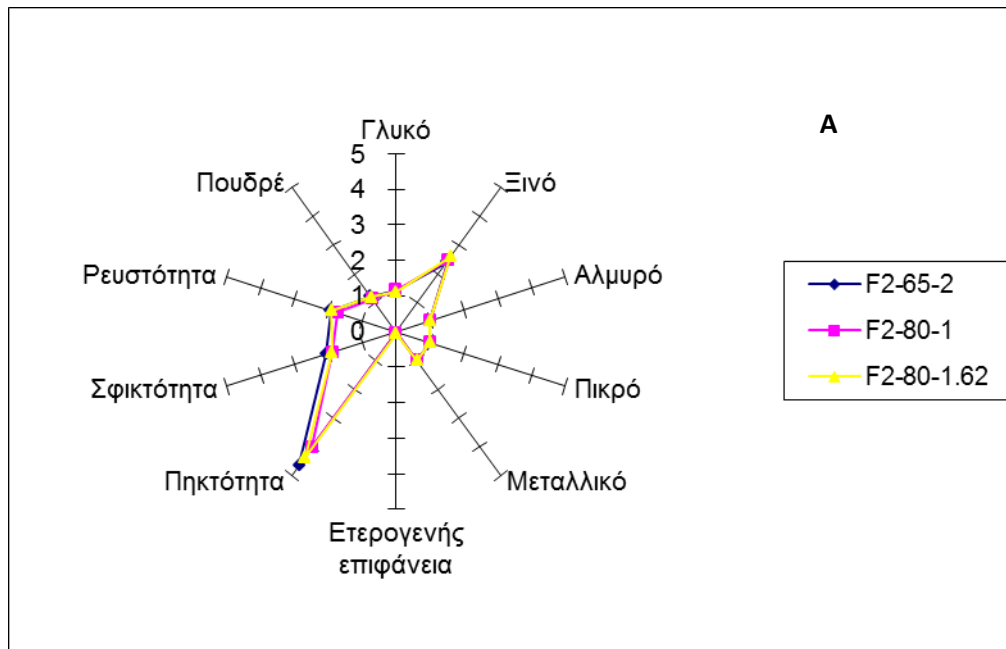
Ημ.	Γιαούρτι	Γλυκό	Ξινό	Αλμυρό	Πικρό	Μεταλλικό
7	F2-65-2	1,17 \pm 0,29	2,43 \pm 0,37 ^{a*}	1,00 \pm 0,00	1,00 \pm 0,00	1,00 \pm 0,00
	F2-80-1	1,17 \pm 0,29	2,50 \pm 0,43 ^a	1,00 \pm 0,00	1,00 \pm 0,00	1,00 \pm 0,00
	F2-80-1.62	1,11 \pm 0,19	2,60 \pm 0,25 ^{a,b}	1,00 \pm 0,00	1,00 \pm 0,00	1,00 \pm 0,00
28	F2-65-2	1,00 \pm 0,00	3,44 \pm 0,09 ^c	1,00 \pm 0,00	1,00 \pm 0,00	1,00 \pm 0,00
	F2-80-1	1,00 \pm 0,00	3,42 \pm 0,59 ^c	1,00 \pm 0,00	1,00 \pm 0,00	1,00 \pm 0,00
	F2-80-1.62	1,17 \pm 0,24	3,33 \pm 0,47 ^{b,c}	1,00 \pm 0,00	1,00 \pm 0,00	1,00 \pm 0,00

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

Πίνακας 6.18 Οργανοληπτική αξιολόγηση (ως προς διάφορα άλλα χαρακτηριστικά) γιαουρτιών set type με λίπος 2% και προσθήκη συμπυκνωμάτων πρωτεϊνών του ορού (WPC) (μέσοι όροι 3 πειραματικών επαναλήψεων \pm τυπ. απ.)

Ημ.	Γιαούρτι	Ετερογένεια επιφάνειας	Πηκτότητα	Σφικτότητα	Ρευστότητα	Πουδρέ
7	F2-65-2	0,04 \pm 0,07	4,64 \pm 0,34 ^{a,b}	2,07 \pm 0,21	1,93 \pm 0,30 ^{a,b}	1,22 \pm 0,46
	F2-80-1	0,04 \pm 0,07	4,01 \pm 0,47 ^{a*}	1,89 \pm 0,32	1,74 \pm 0,47 ^a	1,14 \pm 0,47
	F2-80-1.62	0,06 \pm 0,10	4,38 \pm 0,40 ^{a,b}	1,90 \pm 0,32	1,92 \pm 0,29 ^{a,b}	1,21 \pm 0,53
28	F2-65-2	0,06 \pm 0,09	5,13 \pm 0,18 ^b	2,92 \pm 0,59	2,63 \pm 0,18 ^b	1,08 \pm 0,12
	F2-80-1	0,06 \pm 0,09	3,88 \pm 0,53 ^a	2,46 \pm 1,00	2,04 \pm 0,41 ^{a,b}	1,52 \pm 0,21
	F2-80-1.62	0,08 \pm 0,012	5,02 \pm 0,21 ^b	2,63 \pm 0,88	2,63 \pm 0,53 ^b	1,13 \pm 0,18

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



Σχήμα 6.6 Κατατομή οργανοληπτικών χαρακτηριστικών γιαουρτιών set type με λίπος 2% και προσθήκη συμπυκνωμάτων πρωτεϊνών του ορού (WPC) (μέσοι όροι 3 πειραματικών επαναλήψεων \pm τυπ. απ.) την 7^η (A) και 28^η (B) ημέρα διατήρησης

6.3 Αντιοξειδωτικές ιδιότητες των παρασκευασμένων γιαουρτιών

Οι ρίζες οξυγόνου είναι γνωστό ότι μπορεί να προκαλέσουν οξειδωτικές αλλοιώσεις σε τρόφιμα, αλλά και βλάβες σε ζωντανούς οργανισμούς και θεωρούνται αίτια για πλήθος ασθενειών (Pinchuk et al, 2012).

Τα γιαούρτια και τα γαλακτοκομικά προϊόντα γενικότερα διαθέτουν ένα αντιοξειδωτικό δυναμικό που διαμορφώνεται από διαφορετικά συστατικά του γάλακτος. Τα συστατικά αυτά είναι ένζυμα όπως η δισμουτάση των υπεροξειδίων ή η καταλάση, δευτερεύοντα πρωτεϊνικά συστατικά του γάλακτος, τα οποία ανήκουν στο κλάσμα των πρωτεϊνών του ορού όπως λακτοφερίνη, λιποδιαλυτές βιταμίνες όπως η βιταμίνη E και τα καροτενοειδή, η υδατοδιαλυτή βιταμίνη C και το συνένζυμο Q10 (Lindmark-Mansson & Akesson, 2000, Chen et al., 2003). Η δεύτερη πηγή συστατικών είναι τα προϊόντα της πρωτεόλυσης, τα οποία παράγονται κατά την ζύμωση του γάλακτος από τα οξυγαλακτικά βακτήρια (FitzGerald, Murray & Walsh, 2004). Πεπτίδια που υπάρχουν στα γαλακτοκομικά προϊόντα διαδραματίζουν ζωτικό ρόλο στη διατήρηση των αντιοξειδωτικών συστημάτων άμυνας εμποδίζοντας τον σχηματισμό ελεύθερων ριζών. Τα συστατικά αυτά που παρουσιάζουν μια σειρά από βιολογικές δράσεις, απελευθερώνονται κατά την πέψη του γάλακτος στον ανθρώπινο οργανισμό είτε κατά τη ζυμώσή του (γιαούρτι, τυρί) με τις εναρκτήριες καλλιέργειες. (Korhonen και Pihlanto, 2003a, Gupta et al., 2009).

Τα τελευταία χρόνια υπάρχει μια τάση για προσθήκη διάφορων φυσικών αντιοξειδωτικών όπως κατεχίνη, τοκοφερόλες, ασκορβικό, φαινολικά εκχυλίσματα κ.α. ειδικά σε γιαούρτια (Ming Ye, et al., 2013, Najgebauer-Lejko Dorota, et al., 2014). Η αναζήτηση φυσικών αντιοξειδωτικών έχει επεκταθεί πέρα από αυτές τις παραδοσιακές πηγές και πολλές μελέτες έχουν δείξει ότι η επί πλέον προσθήκη πρωτεϊνών του γάλακτος (καζεΐνη και πρωτεΐνες του ορού) είτε με την αρχική τους μορφή (ολόκληρο μόριο) ή είτε μετά από ενζυμική υδρόλυση, θα μπορούσε να αυξήσει την αντιοξειδωτική δραστηριότητα (Morr, 1985, Conway V. et al., 2013). Όπως παρουσιάζεται από τους Gupta et al. (2009) τα αντιοξειδωτικά πεπτίδια από ζυμωμένα γάλατα περιέχουν ιστιδίνη, προλίνη αλλά και τυροσίνη, τρυπτοφάνη και μπορούν είτε να παρεμποδίσουν το σχηματισμό ελεύθερων ριζών, είτε να δεσμεύουν ελεύθερες ρίζες και ρίζες οξυγόνου. Οι Farvin et al. (2010a, b) επίσης αναφέρουν ότι πολλά αμινοξέα και μικρά πεπτίδια (<1000 Da) που παράγονται κατά τη ζύμωση της λακτόζης, συμβάλλουν στη διαμόρφωση του ισχυρού αντιοξειδωτικού δυναμικού των γιαουρτιών.

Με βάση τα παραπάνω η επιλογή της προσθήκης συμπυκνωμάτων πρωτεϊνών ορού WPC 65% και 80% στα γιαούρτια 0 και 2%, είχε σαν σκοπό την αξιολόγηση τους σαν φορείς αντιοξειδωτικών ιδιοτήτων. Τα αποτελέσματα των 2 δοκιμών που εφαρμόστηκαν στα

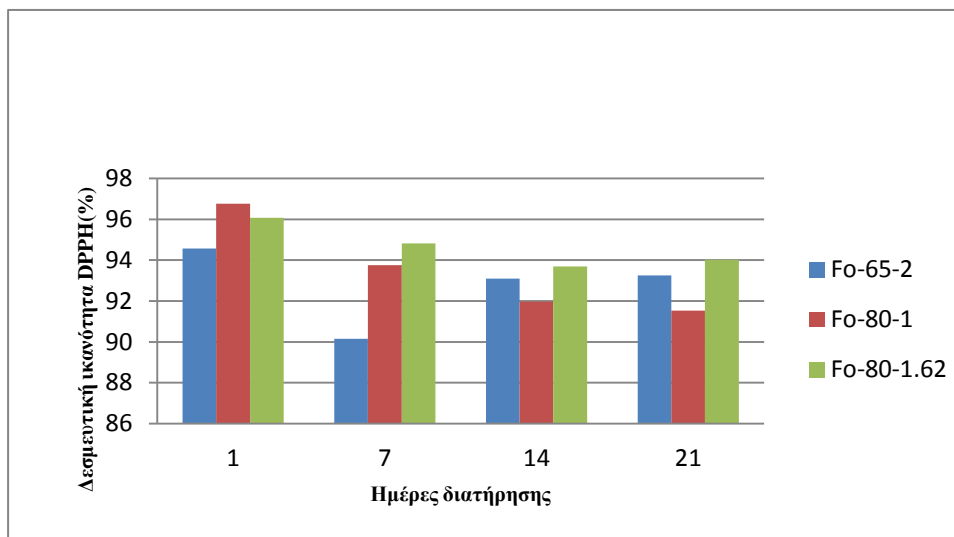
δείγματα 1^{ης} ημέρας και στα δείγματα μετά από 7, 14 και 21 ημέρες διατήρησης των γιαουρτιών στο ψυγείο παρουσιάζονται στα Σχήματα 6.7, 6.8, 6.9 και 6.10.

Καταρχήν η αντιοξειδωτική ικανότητα των γιαουρτιών μετρήθηκε με την ικανότητά τους να δεσμεύουν τις ρίζες DPPH. Η ιδιότητα τους αυτή πιστεύεται ότι οφείλεται στην ικανότητα του υποστρώματος του γιαουρτιού να είναι δότης υδρογόνου (Bandonien & Murkovic, 2002). Όπως φαίνεται στα Σχήματα 6.7 και 6.8 και οι 2 τύποι γιαουρτιών με 0 και 2% λιπαρά, την 1^η ημέρα είχαν αρκετά υψηλή αντιοξειδωτική ικανότητα σε σχέση με τη βιβλιογραφία (κυμάνθηκε από 85,2 και 97,7%), με τιμές για το διάλυμα αναφοράς (Trolox) 95,9 έως 98,2%. Οι Shori Amal Bakr & Baba Ahmad S. (2011) σε γιαούρτια χωρίς πρόσθετα βρήκαν αντίστοιχες τιμές μέχρι 33,6 %, ενώ σε γιαούρτια εμπλουτισμένα με WPC 2% και 4% οι Unal και Akalin (2012) βρήκαν 89% έως 93,16%. Κατά τη διατήρηση των γιαουρτιών στο ψυγείο, η ικανότητα δέσμευσης μειώθηκε, παρόλα αυτά όμως ακόμα και μετά 21 ημέρες παρέμεινε σε υψηλά επίπεδα. Η μείωση σε όλα τα γιαούρτια ήταν μεγάλη, περίπου 3-5%, την 7^η ημέρα. Μετά την 7^η ημέρα ήταν οριακή.

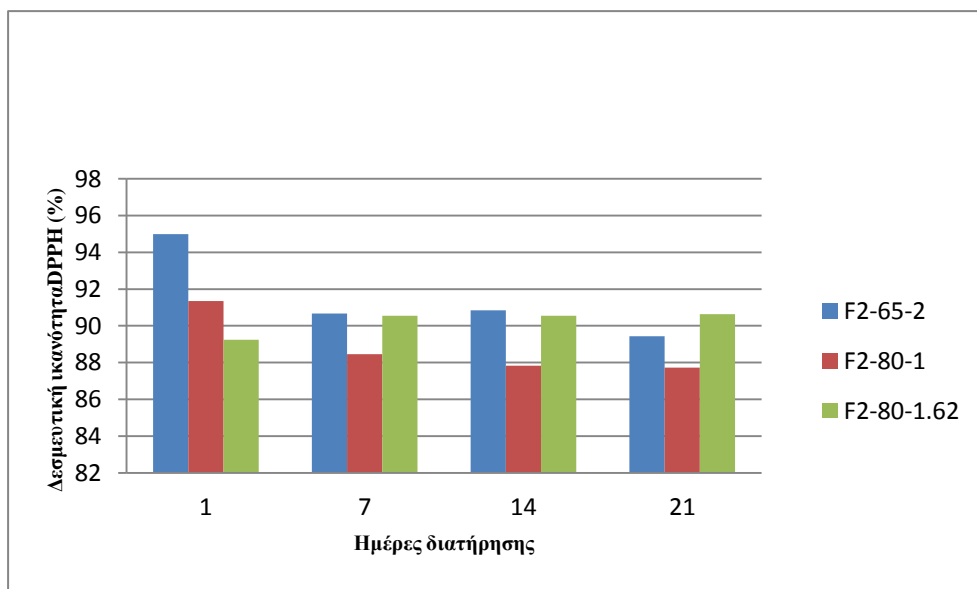
Οι μεγάλες τιμές κατά το πρώτο 24ωρο σχετίζονται με την διέγερση της ανάπτυξης (Ummadi MS & Curic-Bawden M, 2010), την έντονη πρωτεολυτική δραστηριότητα της καλλιέργειας και την απελευθέρωση βιοενεργών πεπτιδίων, κατά τη ζύμωση, η οποία ευνοείται περαιτέρω και από την προσθήκη των πρωτεϊνών του ορού. Τα παραπάνω αποτελέσματα συμβαδίζουν και με τα αποτελέσματα των El-Zahar Khaled, 2003, οι οποίοι εξέτασαν την πρωτεόλυση στο γιαούρτι και διαπίστωσαν ότι αυτή εξελίχθηκε κυρίως τις πρώτες 4 ώρες. Η χαμηλότερη δεσμευτική ικανότητα DPPH στη συνέχεια, αποδίδεται στην μειούμενη μεταβολική ενεργότητα των βακτηρίων του γιαουρτιού στις χαμηλές θερμοκρασίες του ψυγείου και στην αυξανόμενη αποικοδόμηση των πεπτιδικών ενώσεων με αντιοξειδωτική δράση. Πιθανόν κατά τη διάρκεια της ζύμωσης παράγονται πεπτίδια με αντιοξειδωτική δράση, τα οποία στη συνέχεια κατά την διάρκεια της αποθήκευσης μέχρι τις 21 ημέρες διασπώνται σε πεπτίδια λιγότερο ενεργά (Shori Amal Bakr, Baba Ahmad S., 2011). Οι Gupta et al. (2009) που μελέτησαν την πορεία της αντιοξειδωτικής δράσης σε τυριά Cheddar κατά την ωρίμανση κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η αντιοξειδωτική δραστηριότητα εξαρτάται από την βαθμό πρωτεόλυσης, σε ένα βαθμό και επίσης από τον τύπο της καλλιέργειας εκκίνησης που χρησιμοποιείται και διαπίστωσαν ότι αυτή αυξήθηκε κατά την διάρκεια της ωρίμανσης των τυριών, μετά όμως τους 4 μήνες λόγω της συνεχιζόμενης πρωτεόλυσης, αυτή μειώθηκε.

Από τα Σχήματα 6.7 και 6.8 παρατηρείται επίσης ότι τα γιαούρτια με 0% λιπαρά έδιναν σε όλες τις δειγματοληψίες μεγαλύτερες τιμές σε σχέση με τα γιαούρτια με 2% λιπαρά, οι οποίες πιθανόν οφείλονται στην μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες των γιαουρτιών αυτών, λόγω ισοδυναμίας μάζας.

Εκείνο που φάνηκε επίσης ήταν ότι όλα τα γιαούρτια F-80-1,62, είχαν το μεγαλύτερο αντιοξειδωτικό δυναμικό και υπερτερούσαν από τα F-80-1, λόγω του μεγαλύτερου πρωτεϊνικού περιεχομένου.

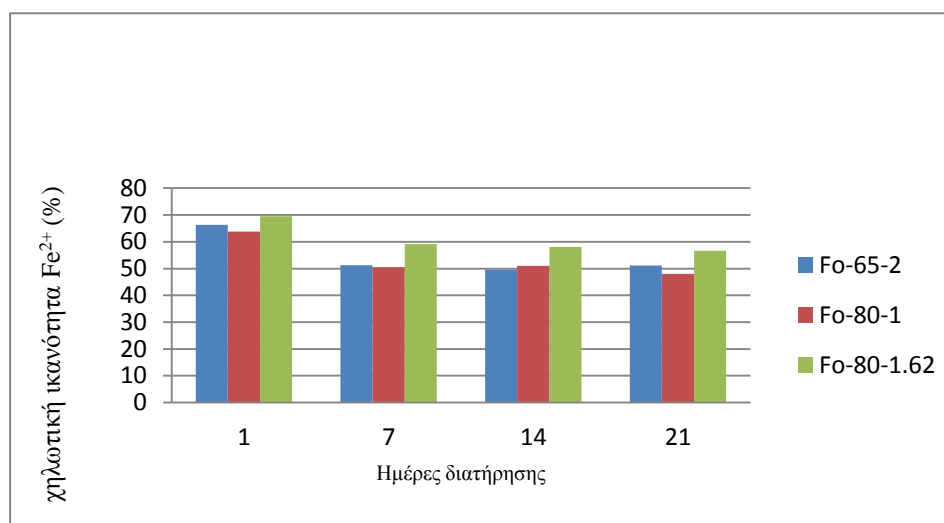


Σχήμα 6.7 Δεσμευτική ικανότητα ριζών DPPH (%) στα γιαούρτια set type με λίπος <0.2% και προσθήκη συμπυκνωμάτων πρωτεϊνών του ορού (WPC) κατά τη διάρκεια διατήρησης τους στους 4°C. Οι τιμές είναι οι μέσοι όροι 3 επαναλήψεων



Σχήμα 6.8 Δεσμευτική ικανότητα ριζών DPPH (%) στα γιαούρτια set type με λίπος 2% και προσθήκη συμπυκνωμάτων πρωτεϊνών του ορού (WPC) κατά τη διάρκεια διατήρησης τους στους 4°C. Οι τιμές είναι οι μέσοι όροι 3 επαναλήψεων

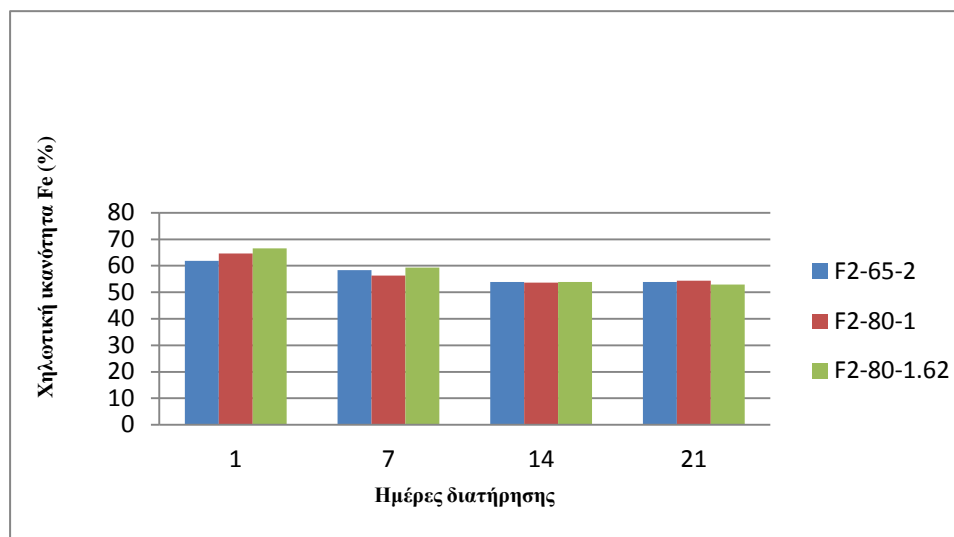
Τα αποτελέσματα από τη μέθοδο μέτρησης της χηλωτικής ικανότητας του Fe^{2+} μετά από χρόνο επώασης 60min, παρουσιάζονται στα Σχήματα 6.9. και 6.10. Αυτό που στην πραγματικότητα επιδιώκουμε μέσω της δέσμευσης ιόντων όπως ο Fe^{2+} , είναι να διαπιστώσουμε την ικανότητα που έχουν κάποια πεπτίδια να παρεμποδίζουν την οξείδωση των λιπιδίων ή των πρωτεϊνών. Οι Conway *et al.* (2012) υποστηρίζουν ότι την μεγαλύτερη χηλωτική ικανότητα εκδηλώνουν τα πεπτίδια που προέρχονται από τις καζεΐνες ειδικότερα τα φωσφοπεπτίδια, ενώ τα υδρολύματα των συμπυκνωμάτων των πρωτεϊνών του ορού κυρίως των μετουσιωμένων έχουν ελάχιστη δράση.



Σχήμα 6.9. Χηλωτική ικανότητα Fe^{2+} στα γιαούρτια set type με λίπος <0.2% και προσθήκη συμπυκνωμάτων πρωτεϊνών του ορού (WPC) κατά τη διάρκεια διατήρησης τους στους 4°C. Οι τιμές είναι οι μέσοι όροι 3 επαναλήψεων

Οι τιμές που βρέθηκαν στα εμπλουτισμένα με WPC γιαούρτια του πειράματος, θεωρούνται αρκετά υψηλές. Την 1^η ημέρα όλα τα γιαούρτια είχαν χηλωτική ικανότητα (60-70%). Οι τιμές της ήταν χαμηλότερες από αυτές που βρέθηκαν σε γιαούρτια στα οποία προστέθηκαν WPC 84% σε συγκεντρώσεις 2 και 4% και είχαν ικανότητα χήλωσης 90,79 και 88,79 % στα 60 min (Unal & Akalin, 2012). Ήταν όμως σημαντικά υψηλότερες από το 5,4% που αναφέρεται για τυριά τύπου Φέτα, και στα ίδια περίπου επίπεδα με το ποσοστό που αναφέρεται σε τυριά τύπου Πεκορίνο (~50%) (Meira *et al.*, 2012). Μετά από παραμονή 21 ημερών στο ψυγείο μειώθηκαν στο 50-55% περίπου. Η σημαντικότερη μείωση παρατηρήθηκε την 7^η ημέρα, οπότε η χηλική ικανότητα μειώθηκε σε ποσοστό περίπου 10-15% στα γιαούρτια με 0% λιπαρά, ενώ στα γιαούρτια με 2% μειώθηκε λιγότερο (έως 5%). Μετά την 14^η ημέρα στα γιαούρτια με 0% λιπαρά, μειώθηκε οριακά, ενώ στα γιαούρτια με 2% παρέμεινε σταθερή. Η

μέθοδος αυτή δεν διαφοροποιεί σημαντικά τους 2 τύπους γιαουρτιών. Επίσης και με αυτή τη μέθοδο, όπως και με την DPPH, διαπιστώθηκε σε γενικές γραμμές, η υπεροχή των γιαουρτιών F-80-1,62.



Σχήμα 6.10 Χλωτική ικανότητα του Fe^{2+} στα γιαούρτια set type με λίπος 2% και προσθήκη συμπυκνωμάτων πρωτεϊνών του ορού (WPC) κατά τη διάρκεια διατήρησής τους στους 4°C. Οι τιμές είναι οι μέσοι όροι 3 επαναλήψεων

Συμπερασματικά οι δείκτες που μετρήθηκαν είχαν υψηλές τιμές κυρίως στο γιαούρτια της 1^{ης} ημέρας, ενώ παρατηρήθηκε μείωση, κατά την διατήρησή τους στο ψυγείο.

Καταρχήν επιβεβαιώνεται ότι η πρωτεόλυση στα γιαούρτια περιορίζεται κυρίως τις πρώτες ώρες, ο εμπλουτισμός όμως με πρωτεΐνες ορού φαίνεται ότι διεγείρει την δραστητικότητα των καλλιεργειών και ταυτόχρονα συσσωρεύει μεγάλο ποσοστό αντιοξειδωτικών πεπτιδίων, τα οποία αν και στη συνέχεια υδρολύονται, οδηγούν σε μικρή σχετικά μείωση του αντιοξειδωτικού δυναμικού των γιαουρτιών.

Δεδομένων των υψηλών τιμών αντιοξειδωτικού δυναμικού που παρατηρήθηκαν ακόμα και προς το τέλος της συντήρησης στο ψυγείο και λαμβάνοντας υπόψη τα ικανοποιητικά οργανοληπτικά χαρακτηριστικά και κυρίως την βελτιωμένη δομή/συνεκτικότητα που παρατηρήθηκε με την πάροδο του χρόνου στα εμπλουτισμένα γιαούρτια -ιδιαίτερα σε εκείνα με το μεγαλύτερο ποσοστό πρωτεΐνης (WPC 80% -1,62%) και 2% λιπαρά- αλλά και το σταθερά υψηλό περιεχόμενό τους σε οξυγαλακτικά βακτήρια, θα μπορούσε κάποιος να ισχυριστεί ότι μπορεί να παραχθεί με την προσθήκη πρωτεϊνών ορού 'ζωντανό' γιαούρτι υψηλότερης θρεπτικής αξίας, που να συνδυάζει τα χαμηλά λιπαρά με την υψηλή αντιοξειδωτική ικανότητα και την βελτιωμένη δομή.

7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από την επεξεργασία και την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων της παρούσας μελέτης που αφορούσε γιαούρτια set type με λίπος <0,2% και 2% από αγελαδινό γάλα στα οποία προστέθηκαν συμπυκνώματα πρωτεϊνών ορού (WPC) από αιγοπρόβειο γάλα προέκυψαν τα εξής συμπεράσματα:

Όλα τα γιαούρτια είχαν:

- ικανοποιητικά οργανοληπτικά χαρακτηριστικά
- ικανοποιητική δομή/συνεκτικότητα, ακόμα και αυτά με λίπος <0,2%, η οποία βελτιώθηκε μέχρι τη διατήρηση στο ψυγείο για 28 ημέρες
- είχαν μεγάλο αριθμό οξυγαλακτικών μικροοργανισμών σε όλη τη διάρκεια της διατήρησης στους 4°C
- τα φρέσκα γιαούρτια της 1^η ημέρας είχαν υψηλό αντιοξειδωτικό δυναμικό
- οι αντιοξειδωτικές ιδιότητες των γιαουρτιών μειώθηκαν με την πάροδο των ημερών. Μείωση παρατηρήθηκε κυρίως την 7^η ημέρα η οποία στη συνέχεια ήταν οριακή ωστόσο τα γιαούρτια των 21 ημερών εξακολούθησαν να διατηρούν υψηλά επίπεδα αντιοξειδωτικής ικανότητας
- τα γιαούρτια με προσθήκη WPC 80% σε ποσοστό 1,62%, υπερέφεραν ως προς την αντιοξειδωτική ικανότητα από τα υπόλοιπα πειραματικά γιαούρτια

ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Adolfsson O., Meydani S.N. and Russel R.M. (2004). Yogurt and gut function. *The American Journal of Clinical Nutrition*, vol. 80 no.2 245-256.

Aguilar C.A. and Ziegler G.R. (1994a). Physical and microscopic characterization of dry whole milk with altered lactose contents. 1. Effect of lactose concentration. *Journal of Dairy Science* 77, 1189.

Aguilar C.A. and Ziegler G.R. (1994a). Physical and microscopic characterization of dry whole milk with altered lactose contents. 2. Effect of lactose crystallization. *Journal of Dairy Science* 77, 1198.

Akalin A.S, Unal G., Dinkci N. and Hayaloglut A.A. (2012). Microstructural, textural, and sensory characteristics of probiotic yoghurts fortified with sodium calcium caseinate or whey protein concentrate.

Alais C. and Blanc B. (1975). Milk proteins: biochemical and biological aspects. *World Review of Nutrition and Dietetics*, 20. 66.

Amal Bakr Shori & Ahmad S. Baba (2011). Comparative antioxidant activity, proteolysis and *in vitro* α -amylase and α -glucosidase inhibition of *Allium sativum*-yogurts made from cow and camel milk. *Journal of Saudi Chemical Society*, article in press

Apostolidis et al. (2007). Inhibitory potential of herb, fruit, and fungal-enriched cheese against key enzymes linked to type 2 diabetes and hypertension. *Innov. Food Sci. Emerg. Technol.* 8, 46–54.

Baba A.S. (2011). Changes in yogurt fermentation characteristics, and antioxidant potential and *in vitro* inhibition of angiotensin-1 converting enzyme upon the inclusion of peppermint, dill and basil. *LWT- Food Science and Technology*. Volume 44, Issue 6, pp. 1458- 1464.

Bernardeau M. , Vernoux J.P., Dubemet S., and Guegen M. (2008). Safety assessment of dairy microorganisms. The *Lactobacillus* genus, *Int: J. Food Microbiol.*, 126, 278.

Bjerre P. (1990). In *Recombination of Milk and Milk Products*. Special Issue No. 9001, International Dairy Federation, Brussels pp. 157- 165.

Buttriss J. (1997). Nutritional properties of fermented milk products. *International Journal of Dairy Technology*. Volume 50, Issue 1, pages 21–27.

Bylund G. (1995). *Dairy Processing Handbook*, Tetra Pak Processing System, Lund, Sweden.

Chandan R.H and O' Rell K.R. (2006). Manufacture of various types of yoghurt. In Chandan R.H, White C.H, Kilara A., Hui Y.H. (Ed.) *Manufacturing yoghurt and Fermented Milks*. Pp. 211-236. Blackwell Publishing, Ltd, Oxford, UK.

Chen J., H. Lindmark-Mansson, L. Gorton, B. Akesson (2003). Antioxidant capacity of bovine milk as assayed by spectrophotometric and amperometric methods. *International Dairy Journal*, 13 927–935

Conway V, SF Gauthier, Y Pouliot (2013). Antioxidant activities of buttermilk proteins, whey proteins, and their enzymatic hydrolysates *J. Agric. Food Chemistry*, 61 (2), 364–372

Damin M.R., Alcantara M.R., Nunes A.P., Oliveira M.N., (2008). 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 / Lebensmittel-Wissenschaft + Technologie*, p. 1-7, 2009.

Deeth H.C., and Tamime A.Y. (1981). Yogurt: Nutritive and therapeutic aspects. *J. Food Protection* 44, 78-86.

El-Zahar Khaled, Jean-Marc Chobert, Mahmoud Sitohy, Michelle Dalgalarondo and Thomas Haertl (2003). Proteolytic degradation of ewe milk proteins during fermentation of yoghurts and storage. *Nahrung/Food* 47, 3, 199 – 206

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

FAO/WHO, 1977b. Code of principles concerning milk and milk products. Standard for flavoured yoghurt and heat-treated after fermentation. (standard NoA- 11b, Step7).

FitzGerald Richard J., Brian A. Murray, and Daniel J. Walsh (2004). Hypotensive Peptides from Milk Proteins. The Emerging Role of Dairy Proteins and Bioactive Peptides in Nutrition and Health. *Journal of Nutrition*, 13, 4, 980S-988S

Gupta et al. (2009). Evaluation of antioxidant activity of four folk antidiabetic medicinal plants of India. *Pharmacologyonline* 1: 200-208.

Gupta A , B. Mann, R Kumar, R. Bhagat Sangwan (2009). Antioxidant activity of Cheddar cheeses at different stages of ripening *International Journal of Dairy Technology*, [62](#), [3](#), 339–347 .

Harwalkar V.R. and Kalab M. (1983). Susceptibility of yoghurt to syneresis. Comparison of centrifugation and drainage methods. *Milchwissenschaft*, 38, 517-522.

Helena Lindmark-Månsson and B.Akesson (2000). Antioxidative factors in milk. *British Journal of Nutrition*, 84, 103-110

Helferich W. and Westhoff D.(1980). All about yoghurt. Prentice Hall Inc. Englewood New Jersey.

Holland B., Welch A.A, Unwin I.D., Buss D.H, Paul A.A. and Southgate D.A.T. (1991). McCance and Widdowsons, The composition of foods. 5th edition. Cambridge, UK, Royal Society of Chemistry.

IDF (1988). Trends in Utilization of Whey and Whey Derivatives, Doc. No. 233, International Dairy Federation, Brussel.

IDF (1992). New technologies for fermented milks.

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

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

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

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

Jelen P. and Horbal H. (1974). Utilization of cottage cheese whey in yogurt manufacture. *J. Dairy Sci.* 1974;57:584.

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, 319-324.

Kaminarides S., Stamou P. and Massouras T. (2007). Comparison of the characteristics of set type yoghurt made from ovine milk of different fat content. *International Journal of Food Science and Technology*, 42, 1019-1028.

Kiessling R.S., Schneider J., and Jahreis G. (2002). Long- Term Consumption of Fermented Dairy Products over 6 Months Increases HDL Colesterol. *Eur. J. Clin. Nutr.* 56:843-849.

Korhonen H. and A. Pihlanto Food-derived Bioactive Peptides – Opportunities for Designing Future Foods *Current Pharmaceutical Design*, 2003, 9, 1297-1308.

Kurmann J.A., Rasic J.L., and Kroger M. (1992). Encyclopedia of Fermented Fresh Milk Products: An International Inventory of Fermented Milk, Cream, Buttermilk, Whey, and Related products.

Kyriacou A., Tsimpidi E., Kazantzi E., Mitsou E., Kirtzalidou E., Oikonomou Y. Gazis G. and Kotsou M. (2008). Microbial content and antibiotic susceptibility of bacterial isolates from yoghurts. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 59, 512-525.

Lee W. and Lucey J.A. (2003). Rheological properties, whey separation and microstructure in set-style yoghurt: effects of heating temperature and gelation temperature. *Journal of Texture Studies*, 34, 515-536.

Mann G. and Spoerty A. (1974). Studies of surfactant and cholesteremia in the Maasai. *American Journal of Clinical Nutrition* 27, 464- 469.

McCue & Setty (2005). Phenolic content, antioxidant activity and anti-amylolytic activity of extracts obtained from bioprocessed pineapple and guava wastes. *Braz. J. Chem. Eng.* vol.29 no.1 São Paulo .

Meira S.M.M., Daroit D.J., Helfer V.E., Corrêa A.P.F., Segalin J., Carro S., Brandelli A. (2012). Bioactive peptides in water soluble extracts of ovine cheeses from Southern Brasil and Uruguay. *Food Research International* 48, 322-329.

Mistry V.V and Hassan H.N. (1991a). Delactosed, high milk protein powder. 1. Manufacture and composition. *Journal of Dairy Science*, 74, 1163.

Mistry V.V and Hassan H.N. (1991b). Delactosed, high milk protein powder. 2. Physical and functional properties. *Journal of Dairy Science*, 74, 3716.

Mistry V.V and Hassan H.N. (1992). Manufacture nonfat yogurt from a high milk protein. *Journal of Dairy Science*, 75, 947.

Morr C.V (1985). Composition, physicochemical and functional properties of reference whey protein concentrates *Journal of Food Science*, 50, 5, 1406–1411

Najgebauer-Lejko Dorota □, Tadeusz Grega, Małgorzata Tabaszewska yogurts with addition of selected vegetables. Acidity, antioxidant properties and sensory quality. *Acta Sci. Pol., Technol. Aliment.* 13(1) 2014, 35-42

Pinchuk, H. Shoval, Y. Dotan, D. Lichtenberg (2012). Evaluation of antioxidants: Scope, limitations and relevance of assays. *Chemistry and Physics of Lipids* 165, 638– 647

Rajiv D. (1998). Factors affecting viability of yoghurt and probiotic bacteria in commercial starter. Publisher, Victoria University of Technology.

Robinson R.K. and Tamime A.Y. (1978). Some aspects of the utilisation of whey. *Dairy Industries International* 43 (3), 14.

Robinson R.K. and Itsaranuwat P. (2006). Properties of yoghurt and their appraisal. In Tamime A.Y. (Ed.) *Fermented milks*. pp. 76-94. Blackwell Science, SDT, Oxford, UK.

Sabeena Farvin K.H., Caroline P. Baron, Nina Skall Nielsen, Charlotte Jacobsen (2010). Antioxidant activity of yoghurt peptides: Part 1-in vitro assays and evaluation in x-3 enriched milk. *Food Chemistry*, 123, 1081–1089

Sienkiewicz T. and Riedel C.L. (1990). In whey and whey utilization, 2nd edition, Verlag Th. Mann, Gelsenkirchen- Buer.

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.

Tamine A.Y and Robinson R.K (1999). *Yoghurt, science and Technology*, 2nd edition. pp 1-128, 432-485. Woodhead Publishing Limited & CRC Press LLC.

Tamine A.Y and Marshall V.M.E. (1997). *Microbiology and Technology of Fermented Milks*, edition. Blackie Academic & Professional, London, UK.

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

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

Unal G. & Akalin A.S (2012). 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*. 66, 264-272

Ummadi MS, M Curic-Bawden (2010). Use of protein hydrolysates in industrial starter culture fermentations in *Protein Hydrolysates in Biotechnology*, Vijai K. Pasupuleti & Arnold L. Demain , Springer Dordrecht Heidelberg London New York

Ye M, L Ren, Y Wu, Y Wang, Y Liu (2013). Quality characteristics and antioxidant activity of hickory-black soybean yogurt. *LWT Food science and Technology* 51, 314-318

Zadow J. G (1983). Whey utilization. *CSIRO Food Research Quarterly*, 43 (1), 12.

Zadow J.G (1994a). In *Modern Technology – Advances in Milk Processing*, Vol 1 2nd edition, Edited by Robinson R.K Chapman Hall, London pp 313- 373.

Zadow J.G (1994b). XXIV International Dairy Congress, computer – disk – section Minimal Impact on the Environment of Profitable Manufacturing.

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ανυφαντάκης Ε. (1992). Μέθοδοι εξετάσεως του γάλακτος και των προϊόντων του. Εκδόσεις Σταμούλη.

Βιταλιώτη Κ., (2012). Παρασκευή γιαούρτης από μικροδιηθημένο γάλα. Μεταπτυχιακή μελέτη. ΓΠΑ, Αθήνα.

Διαμαντόπουλος Χ. (2011). Γαλακτοπαραγωγός αγελαδοτροφία και γαλακτοβιομηχανίες στην Ελλάδα. *Περιοδικό Γεωργία- Κτηνοτροφία*, τεύχος 9/2011. Εκδόσεις Αγρότυπος.

Ελληνικός Οργανισμός Γάλακτος και Κρέατος (ΕΛ.Ο. ΓΑ. Κ). [http://http://www.elog.gr](http://www.elog.gr).

Καμινारीδης Σ., (2012). Σημειώσεις του μεταπτυχιακού μαθήματος « Τεχνολογία Γάλακτος και Γαλακτοκομικών Προϊόντων»

Καμινारीδης Σ. και Μοάτσου Γ. (2009). Γαλακτοκομία. Εκδόσεις Έμβρυο.

Κεχαγιάς Χ. (2011). Γάλα. Επιστήμη, τεχνολογία και έλεγχοι για τη διασφάλιση της ποιότητας . Εκδόσεις Ίων.

Κυπαρισσίου Π., Μαζαράκη Σ., Παπακωσταντίνου Μ. (2012). Γνωρίζοντας τα Τρόφιμα. Τροφογενωσία – Εμπορευματογενωσία.

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

Μανιφάβα Δ. (2011). Ανακατατάξεις στις κατηγορίες των γαλακτοκομικών έφερε η κρίση. Περιοδικό Γαλακτοκομία. Εκδόσεις Τρίαινα. Αθήνα.

Μάντης Α. (2000). Υγιεινή και Τεχνολογία Γάλακτος και των Προϊόντων του. Γ' Έκδοση. Εκδόσεις αδελφών Κυριακίδη.

Παπαστάθη Κ. (2011). Αρωματικά συστατικά και ανόργανα άλατα σε άπαχα και μειωμένης λιποπεριεκτικότητας επιδόρπια τύπου γιαουρτιού χωρίς φρούτα και άρωμα φρούτων. Μεταπτυχιακή μελέτη, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα

Χουχούλη Β., (2012). Παρασκευή λειτουργικών τροφίμων με αντιοξειδωτικές ιδιότητες με χρήση πολυφαινολικών εκχυλισμάτων από υποπροϊόντα οινοποίησης. Μεταπτυχιακή μελέτη. Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Αθήνα.

ΙΣΤΟΤΟΠΟΙ

<http://www.dairyco.org.uk/>

<http://www.FAO.com>

www.eid.org.gr

<http://www.iriworldwide.eu/>

<http://www.kantarworldpanel.com/>

<http://www.konings.be/>

<http://www.mintel.com/>

<http://epp.eurostat.ec.europa.eu/>

<http://www.sportsnutritionssociety.org>

Prodcom. <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/>