



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ
ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ:
«ΑΓΡΟΧΗΜΕΙΑ & ΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ»
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ

«Μελέτη της επιμέρους ή της συνδυαστικής επίδρασης της αλάτισης και του φωτός στα μικροβιολογικά, φυσικοχημικά και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά φρέσκου βουτύρου αγελάδας, συντηρημένου στους 2-4 °C»

Μεταπτυχιακή Διατριβή της
Τόδη Σοφίας
Τεχνολόγος Γεωπονίας Εμπορίας και Ποιοτικού Ελέγχου Αγροτικών Προϊόντων

Επιβλέπων Καθηγητής
Ιωάννης Σαββαΐδης
Αναπληρωτής Καθηγητής Χημείας

ΙΩΑΝΝΙΝΑ 2013



**Η έγκριση της Εργασίας Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης από το Τμήμα
Χημείας του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, δεν υποδηλώνει την αποδοχή των
γνωμών του συγγραφέα.**

(Ν.5343/1932, άρθρο 202)



Πρόλογος

Η διατριβή αυτή εκπονήθηκε στα πλαίσια του Διατμηματικού Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών: «Αγροχημεία και Βιολογικές Καλλιέργειες», με σκοπό την απόκτηση Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης. Η ερευνητική εργασία έλαβε χώρα τόσο στο Εργαστήριο Χημείας και Τεχνολογίας Τροφίμων του Τμήματος Χημείας του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, όσο και στο Μικροβιολογικό & Χημικό Εργαστήριο του Τυροκομείου του Ιδρύματος Βαρώνου Μιχαήλ Τοσίτσα, στο Μέτσοβο.

Η μελέτη πραγματοποιήθηκε υπό την επίβλεψη του Αναπληρωτή Καθηγητή Χημείας κ. Ιωάννη Σαββαΐδη, τον οποίο ευχαριστώ θερμά, για τη διαρκή υποστήριξη και καθοδήγηση καθώς και για τις εποικοδομητικές του παρατηρήσεις, που συνέβαλλαν καθοριστικά στην διεξαγωγή της έρευνας και την συγγραφή της παρούσας διατριβής.

Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Αναπληρωτή Καθηγητή Χημείας κ. Κυριάκο Ρηγανάκο, για την συμμετοχή του στην τριμελή εξεταστική επιτροπή καθώς και την Επίκουρη Καθηγήτρια Χημείας κ. Μαρία Τασιούλα, για την καθοδήγησή της στην διεξαγωγή των αναλύσεων αλλά και για την συμμετοχή της στην τριμελή εξεταστική επιτροπή. Θερμές ευχαριστίες θα ήθελα να απευθύνω και στις συναδέλφους κ. Μαρία Τσιράκη, κ. Βάσια Βαρδάκα και κ. Χαρούλα Νάσιου για την συνεργασία μας και την πολύτιμη βοήθεια που μου προσέφεραν.

Θα ήθελα, επίσης, να ευχαριστήσω θερμά το προσωπικό του Τυροκομείου Ιδρύματος Βαρώνου Μιχαήλ Τοσίτσα και ιδιαίτερα τους κ. Κων/νο Τρίτο (Διευθυντή) και κ. Γιώργο Τσομπίκο (Τυροκόμο-Υπεύθυνο Παραγωγής) για την κατανόηση, την στήριξη καθώς και για την προσφορά της απαιτούμενης ποσότητας της πρώτης ύλης (δείγματα βουτύρου) και των αναλώσιμων εργαστηρίου, που ήταν απαραίτητα για την εκπόνηση της παρούσας εργασίας.

Τέλος, ιδιαίτερες ευχαριστίες, θα ήθελα να απευθύνω στον κ. Αποστόλη Μπίσα (Τυροκόμο), για τις πολύτιμες γνώσεις που μου μετέδωσε και για τη δυνατότητα ελεύθερης πρόσβασης στην πλούσια βιβλιοθήκη του.

Με εκτίμηση
Σοφία Τόδη



Περιεχόμενα

	<u>Σελίδα</u>
Πρώτο Μέρος: Βιβλιογραφικές αναφορές	1
1 Εισαγωγή	2
2 Γενικά περί γάλακτος	3
2.1 Εισαγωγή	3
2.2 Φυσικοχημικές ιδιότητες γάλακτος	4
2.3 Θρεπτικά συστατικά γάλακτος	7
2.4 Μικροβιακή χλωρίδα γάλακτος	8
3 Γαλακτοκομικά Προϊόντα	10
4 Ζυμούμενα προϊόντα γάλακτος	12
4.1 Εισαγωγή	12
4.2 Ξινόγαλα	12
4.3 Καλλιεργημένο βουτυρόγαλα (cultured buttermilk)	13
4.4 Κεφίρ	13
4.5 Κουμίσ (koumis)	14
4.6 Γιαούρτι	15
4.6.1 Είδη γιαουρτιού	15
4.6.2 Ευεργετικές ιδιότητες γιαουρτιού	17
4.7 Κρέμα γάλακτος	18
4.8 Βούτυρο	18
4.8.1 Ιστορία βουτύρου	18
4.8.2 Ο ρόλος του βουτύρου στη ζωή του ανθρώπου – Παγκόσμια & Ευρωπαϊκή παραγωγή	20
4.8.3 Ορισμοί & Προδιαγραφές για το βούτυρο	22
4.8.4 Είδη βουτύρου	24
4.8.5 Τεχνολογία παραγωγής βουτύρου	26
4.8.6 Ποιοτικός έλεγχος βουτύρου	33
4.8.6.1 Μακροσκοπικός έλεγχος ή οργανοληπτική εξέταση βουτύρου	33
4.8.6.2 Εργαστηριακός έλεγχος βουτύρου	35
4.8.6.2.1 Μικροβιολογικές αναλύσεις βουτύρου	36
4.8.6.2.2 Χημικές αναλύσεις βουτύρου	38



	<u>Σελίδα</u>
4.8.7 Παράγοντες που υποβαθμίζουν την ποιότητα του βουτύρου	38
4.8.8 Ελαττώματα – Αλλοιώσεις βουτύρου	39
4.8.8.1 Αλλοιώσεις χρώματος	39
4.8.8.2 Σφάλματα δομής και υφής	39
4.8.8.3 Σφάλματα γεύσης και αρώματος	40
Δεύτερο Μέρος: Εκτέλεση πειράματος & Καταγραφή αποτελεσμάτων	43
5 Σκοπός της εργασίας	44
6 Υλικά & Μέθοδοι	45
6.1 Χρησιμοποιούμενος εργαστηριακός εξοπλισμός	45
6.2 Διαδικασία παραγωγής βουτύρου	46
6.3 Δειγματοληψία – Συντήρηση δειγμάτων	47
6.4 Μικροβιολογικές αναλύσεις	47
6.4.1 Διαδικασία δειγματοληψίας	47
6.4.2 Μικροβιολογικές παράμετροι που μελετήθηκαν	49
6.5 Χημικές αναλύσεις	50
6.5.1 Προσδιορισμός pH	50
6.5.2 Προσδιορισμός υγρασίας	50
6.5.3 Προσδιορισμός λίπους	50
6.5.4 Προσδιορισμός οξύτητας	51
6.5.5 Προσδιορισμός αριθμού υπεροξειδίων (A.Y.)	51
6.5.6 Προσδιορισμός χρώματος	52
6.6 Οργανοληπτική εξέταση	53
7 Αποτελέσματα – Συζήτηση	55
7.1 Μεταβολές μικροβιολογικών παραμέτρων	55
7.1.1 Ολική μεσόφιλη χλωρίδα	55
7.1.2 Ψυχρότροφα βακτήρια	57
7.1.3 Εντεροβακτήρια	59
7.1.4 Γαλακτικά βακτήρια	61
7.1.5 Ζύμες & Μύκητες	64
7.2 Μεταβολές φυσικοχημικών παραμέτρων	66
7.2.1 pH	66



	<u>Σελίδα</u>
7.2.2 Υγρασία	68
7.2.3 Λίπος	70
7.2.4 Οξύτητα	72
7.2.5 Αριθμός Υπεροξειδίων (A.Y.)	74
7.2.6 Μεταβολές των παραμέτρων του χρώματος (L^* , a^* και b^*)	76
7.3 Μεταβολές οργανοληπτικών παραμέτρων	81
7.3.1 Εμφάνιση & Χρώμα	81
7.3.2 Δομή & Υφή	83
7.3.3 Γεύση & Άρωμα	84
8 Συμπεράσματα	87
9 Περίληψη	89
10 Abstract	91
11 Βιβλιογραφία	93



1 Εισαγωγή

Το γάλα αποτέλεσε και εξακολουθεί να αποτελεί ένα από τα βασικά είδη της διατροφής του ανθρώπου. Ωστόσο, παρά τα θρεπτικά του συστατικά, το γάλα περιέχει και μικρόβια που σε συνθήκες περιβάλλοντος είναι δυνατόν να πολλαπλασιαστούν (και μάλιστα με πολύ γρήγορο ρυθμό) και να επιφέρουν σοβαρές αλλοιώσεις στα συστατικά του. Αυτός, εξάλλου, είναι και ο λόγος για τον οποίο από πολύ παλιά αναζητήθηκαν διάφοροι τρόποι, προκειμένου να επιμηκυνθεί η διάρκεια ζωής του. Η παρασκευή τυριών, βουτύρου και άλλων όξινων προϊόντων του γάλακτος (π.χ. γιαούρτι, ξινόγαλα, κεφίρ κ.α.) ήταν από τους πρώτους τρόπους που χρησιμοποιήθηκαν, προκειμένου να ανακοπεί η δράση των μικροοργανισμών που προκαλούν την αλλοίωση του γάλακτος.

Παρόλα αυτά, η ευαλλοίωτη φύση των γαλακτοκομικών προϊόντων, οδήγησε στην αναζήτηση τρόπων προκειμένου να παραταθεί η διάρκεια ζωής τους, χωρίς όμως να υποβαθμιστούν τα ποιοτικά τους χαρακτηριστικά. Από τους πιο διαδεδομένους τρόπους συντήρησης των τροφίμων είναι η αλάτιση ή αλλιώς η προσθήκη αλατιού (του οποίου η αντισηπτική δράση είναι γνωστή), καθώς επίσης η συντήρησή τους υπό ψύξη αλλά και η προστασία τους από το φως.

Αντικείμενο της παρούσας εργασίας αποτέλεσε η μελέτη της επίδρασης της αλάτισης και του φωτός στα μικροβιολογικά, φυσικοχημικά και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του φρέσκου βουτύρου αγελάδας, το οποίο διατηρήθηκε υπό ψύξη, για διάστημα τριών μηνών.

Από την ανασκόπηση της διεθνούς και εγχώριας βιβλιογραφίας, προκύπτει η διαπίστωση ότι τα δεδομένα που αφορούν τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του νωπού αγελαδινού βουτύρου είναι περιορισμένα, αν όχι ανύπαρκτα.

Συνεπώς, δημιουργήθηκε η ανάγκη διερεύνησης των ποιοτικών χαρακτηριστικών του νωπού βουτύρου αγελάδας, προκειμένου να διαπιστωθούν οι μεταβολές που υφίστανται τα μικροβιολογικά, φυσικοχημικά και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του κατά τη διατήρησή του υπό ψύξη (στους 2-4 °C), για διάστημα τριών μηνών (εμπορικός χρόνος ζωής του προϊόντος). Συμπληρωματικά, μελετήθηκε η επίδραση του φωτός και του αλατιού στις μεταβολές που υπέστησαν τα ποιοτικά χαρακτηριστικά (μικροβιολογικά, φυσικοχημικά και οργανοληπτικά) του νωπού αγελαδινού βουτύρου, που διατηρήθηκε υπό ψύξη.

2 Γενικά περί γάλακτος

2.1 Εισαγωγή

Γάλα είναι το έκκριμα του μαστικού αδένου των θηλαστικών που προορίζεται για τη διατροφή του νεογέννητου για το οποίο αποτελεί τη μοναδική διατροφή μέχρι μια ορισμένη ηλικία. Το γάλα σχηματίζεται στο αδενικό επιθήλιο του μαστού, όπου το αίμα μεταφέρει τις απαραίτητες δομικές ουσίες, από τις οποίες τα κύτταρα του μαστού συνθέτουν τα κυριότερα συστατικά του γάλακτος (Μάντης, 2000).

Σύμφωνα με τον Ελληνικό Κώδικα Τροφίμων και Ποτών (ΚΤΠ 1998), «γάλα είναι το απαλλαγμένο από το πρωτόγαλα προϊόν του ολοσχερούς, χωρίς διακοπή, αρμέγματος, υγιούς γαλακτοφόρου ζώου, που ζει και τρέφεται υπό υγιεινούς όρους και που δεν βρίσκεται σε κατάσταση υπερκόπωσης».

Επίσης, ο οργανισμός FAO/WHO (1953), ορίζει ότι το «γάλα είναι το φυσιολογικό έκκριμα του μαστού που παίρνεται από μία ή δυο αμέλξεις χωρίς να προστεθεί ή να αφαιρεθεί τίποτα».

Παλιότερα το γάλα θεωρούνταν πλήρης τροφή, καθώς αποτελούσε την μοναδική τροφή των νεογνών των θηλαστικών κυρίως κατά τα πρώτα έτη της ζωής τους. Ωστόσο, μετέπειτα έρευνες έδειξαν ότι καμία τροφή δεν μπορεί να θεωρηθεί πλήρης αφού για τη σωστή διατροφή του ανθρώπου είναι απαραίτητη η κατανάλωση τροφίμων σε συνδυασμούς τέτοιους που να καλύπτουν τις ανάγκες του. Παρόλα αυτά, για τον άνθρωπο, το γάλα εξακολουθεί να αποτελεί μέρος της καθημερινής διατροφής του (καθόλη τη διάρκεια της ζωής του), είτε αυτούσιο είτε με τη μορφή γαλακτοκομικών προϊόντων (τυριά, βούτυρο, γιαούρτι).

Από ιστορική άποψη, δεν είναι γνωστό πότε ο άνθρωπος χρησιμοποίησε το γάλα των ζώων ως τροφή. Πολλές αναφορές για το γάλα συναντάμε σε κείμενα των Σουμέριων από όπου προκύπτει ότι ήδη από το 6.000 π.Χ. ο άνθρωπος εκμεταλλευόταν το γάλα των ζώων για τη διατροφή του. Αναφορές υπάρχουν επίσης και στην Παλαιά Διαθήκη, όπου η Γη της Επαγγελίας (Χαναάν) αναφέρεται ως η «Γη που ρέει μέλι και γάλα» (Μάντης, 2000).

Η χρησιμοποίηση του γάλακτος των γαλακτοπαραγωγών ζώων στη διατροφή του ανθρώπου, πιθανολογείται ότι συμπίπτει χρονικά με την εξημέρωσή τους. Ήδη από την προϊστορία ο άνθρωπος πρέπει να πέτυχε και την παρασκευή κάποιων από τα γαλακτοκομικά προϊόντα, όπως είναι το βούτυρο, το ξινόγαλα, το γιαούρτι και τα τυριά. Ωστόσο, η αξιοποίηση και η μεταποίησή του γινόταν για χιλιετίες με εμπειρικές μεθόδους στα πλαίσια της οικογενειακής οικονομίας. Η γαλακτοκομία, ως επιστήμη, άρχισε να αναπτύσσεται μετά τον 13^ο αιώνα, ενώ τον 20^ο αιώνα σημειώνει αλματώδη εξέλιξη από τεχνολογική άποψη. Παράλληλα αυξάνεται και η παραγωγή γάλακτος ως συνέπεια της ανάπτυξης της επιστήμης της Ζωοτεχνίας (Μάντης, 2000).

Πίνακας 1: Παγκόσμια Παραγωγή Γάλακτος

Έτος	Είδος γάλακτος (σε τόνους)				
	Βουβαλίσιο	Καμήλας	Αγελαδινό	Κατσικίσιο	Πρόβειο
2000	66.511.552	1.461.576	490.168.849	12.657.378	8.084.322
2001	69.282.625	1.490.332	497.804.059	12.908.145	8.238.877
2002	70.859.339	1.529.024	510.557.246	13.358.667	8.287.920
2003	73.504.347	1.566.240	518.174.383	13.881.368	8.533.077
2004	76.872.567	1.619.498	527.949.516	14.118.607	8.726.343
2005	78.778.616	1.624.691	544.133.115	14.609.709	8.960.349
2006	80.639.771	1.645.347	559.817.802	14.727.403	9.280.978
2007	83.915.399	1.813.425	572.077.151	15.038.570	9.148.745
2008	86.003.031	1.791.724	583.249.739	15.489.438	9.008.045
2009	88.475.151	1.827.812	586.471.242	15.711.604	9.692.510
2010	92.517.217	2.178.269	599.438.003	16.690.395	10.046.506

* Faostat, 2012**Πίνακας 2: Παραγωγή γάλακτος στην Ευρωπαϊκή Ένωση**

Έτος	Είδος γάλακτος (σε τόνους)				
	Βουβαλίσιο	Καμήλας	Αγελάδας	Κατσικίσιο	Πρόβειο
2000	144.336	0	150.716.143	1.905.197	2.696.824
2001	158.991	0	149.815.708	1.880.090	2.734.024
2002	151.702	0	149.942.194	1.935.092	2.816.455
2003	177.201	0	150.183.769	1.954.094	2.763.406
2004	190.241	0	148.063.897	1.970.816	2.748.097
2005	222.307	0	149.080.665	1.923.058	2.747.751
2006	228.324	0	148.514.568	1.893.874	2.882.517
2007	242.207	0	147.990.095	1.864.178	2.861.371
2008	224.113	0	148.458.897	1.947.107	2.910.839
2009	217.180	0	146.189.754	2.014.502	2.943.657
2010	218.293	0	147.299.678	1.986.673	3.161.677

* Faostat, 2012**2.2 Φυσικοχημικές ιδιότητες του γάλακτος**

Η φυσικοχημική σύνθεση του γάλακτος των διαφόρων ειδών ζώων παρουσιάζεται στον Πίνακα 3, που ακολουθεί.



Πίνακα 3: Φυσικοχημική σύσταση του γάλακτος

Συστατικό γάλακτος	Είδος γάλακτος		
	Αγελαδινό	Πρόβειο	Κατσικίσιο
Νερό (%)	87,5	81,0	86,0
Πρωτεΐνες (%)	3,5	5,7	4,5
Λίπος (%)	3,7	7,1	4,5
Γαλακτοσάκχαρο (%)	4,6	5,3	4,2
Άλατα (%)	0,7	0,9	0,8
Σύνολο Ξηράς Ουσίας	12,5	19,0	14,0
ΣΥΑΛ = Στερεό υπόλειμμα άνευ λίπους (Ξηρά ουσία-λίπος)	8,8	11,9	9,5
Ειδικό Βάρος (15°C)	1,030	1,035	1,032

* Ανυφαντάκης, 1994

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν και οι φυσικοχημικές ιδιότητες του γάλακτος, οι οποίες είναι:

➤ **Η γεύση, η οσμή και το χρώμα:** Το γάλα αμέσως μετά το άρμεγμα και εφόσον προέρχεται από υγιές ζώο που ζει και διατρέφεται κανονικά, έχει γεύση ελαφρώς γλυκίζουσα, οσμή όμοια με εκείνη της επιδερμίδας του ζώου που το παράγει και χρώμα λευκοκίτρινο. Τα χαρακτηριστικά αυτά δεν είναι ίδια για όλα τα είδη γάλακτος, ούτε παραμένουν ίδια καθόλη τη διάρκεια της γαλακτικής περιόδου και σε όλες τις εποχές του χρόνου. Για παράδειγμα, το γάλα που λαμβάνεται προς το τέλος της γαλακτικής περιόδου, όπως και το γάλα ζώων που πάσχουν από μαστίτιδες, έχει γεύση υφάλμυρη λόγω της αυξημένης περιεκτικότητάς του σε άλατα (Ανυφαντάκης, 1994).

➤ **Οξύτητα:** Το γάλα, αμέσως μετά την άμελξη, είναι ελαφρώς όξινο γεγονός που οφείλεται στα συστατικά του και κυρίως στην καζεΐνη, την αλβουμίνη, τις φωσφορικές και κιτρικές ενώσεις καθώς και στο CO₂ που περιέχει. Η οξύτητα του γάλακτος μεταβάλλεται γρήγορα εάν το γάλα παραμείνει χωρίς ψύξη (Ανυφαντάκης, 1994).

➤ **Το ιξώδες:** Ιξώδες καλείται η αντίσταση που προβάλλουν τα ρευστά κατά τη ροή. Το ιξώδες του γάλακτος δεν είναι σταθερό, επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες όπως είναι η θερμοκρασία του γάλακτος και η περιεκτικότητά του σε πρωτεΐνες και λίπος (Ανυφαντάκης, 1994).

➤ **Η πυκνότητα και το ειδικό βάρος:** Η πυκνότητα ορίζεται ως ο λόγος του βάρους ανά μονάδα όγκου. Επειδή η πυκνότητα μεταβάλλεται με τη θερμοκρασία, έχει επικρατήσει η μέτρηση του ειδικού βάρους (που ορίζεται ως ο λόγος της πυκνότητας της ουσίας που

εξετάζεται προς την πυκνότητα του απεσταγμένου νερού της ίδιας θερμοκρασίας) στη θερμοκρασία των 15 °C. Το ειδικό βάρος ενός κανονικού γάλακτος εξαρτάται από το ειδικό βάρος των επιμέρους συστατικών του καθώς και από την ποσότητά τους (Ανυφαντάκης, 1994).

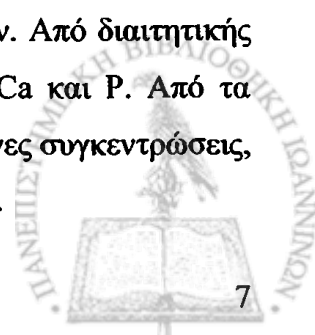
- **Δημιουργία αφρού:** Η κύρια αιτία δημιουργίας αφρού είναι οι πρωτεΐνες, οι οποίες προσροφούνται από το λεπτό φιλμ που περιβάλλει τις φυσαλίδες του αέρα και τους προσδίδει σταθερότητα. Η δημιουργία αφρού είναι επιθυμητή κατά την απόδραση του γάλακτος γιατί διευκολύνει την βουτυροποίηση, ενώ αντίθετα είναι ανεπιθύμητη κατά το γέμισμα δοχείων ή φιαλών και κατά την αποκορύφωση (Ανυφαντάκης, 1994).
- **Σημείο πήξης (κρυοσκοπικός δείκτης):** Το σημείο πήξης του γάλακτος είναι η πιο σταθερή φυσική ιδιότητά του γιατί η φυσιολογία της έκκρισης του γάλακτος στο μαστό είναι τέτοια ώστε, η ωσμωτική του πίεση να διατηρείται σε ισορροπία με εκείνη του αίματος, που είναι σταθερή. Η προσθήκη νερού στο γάλα ανεβάζει το Σ.Π. προς το μηδέν. Αντίθετα, η αύξηση της οξύτητας, το κατεβάζει λόγω της αύξησης του αριθμού των μορίων των διαλυτών συστατικών του, εξαιτίας της διάσπασης της λακτόζης (Ανυφαντάκης, 1994).
- **Επιφανειακή τάση:** Είναι η τάση που αναπτύσσεται στην επιφάνεια των υγρών από την αμοιβαία έλξη των μορίων τους και είναι η αιτία που τα υγρά παίρνουν την μορφή σταγόνας. Η επιφανειακή τάση επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες. Από τα συστατικά του γάλακτος, τα λιπίδια και οι πρωτεΐνες μειώνουν την επιφανειακή τάση, ενώ τα άλατα και η λακτόζη δεν την επηρεάζουν (Ανυφαντάκης, 1994).
- **Ηλεκτρική αγωγιμότητα:** Το γάλα περιέχει διάφορα είδη ιόντων και κατά συνέπεια είναι αγωγός του ηλεκτρικού ρεύματος. Παράλληλα όμως εμφανίζει και μια αντίσταση στη δίοδό του. Όσο μεγαλύτερη είναι η αγωγιμότητα, τόσο μικρότερη είναι η αντίσταση και αντίστροφα (Ανυφαντάκης, 1994).
- **Ειδική θερμότητα:** Καλείται η ποσότητα της θερμότητας, σε θερμίδες, που απαιτείται για την ανύψωση της θερμοκρασίας μιας μονάδας μάζας κατά 1 °C. Η ειδική θερμότητα του γάλακτος και της κορυφής εξαρτάται από την λιποπεριεκτικότητά τους καθώς και από την θερμοκρασία στην οποία γίνεται ο προσδιορισμός της (Ανυφαντάκης, 1994).
- **Δείκτης διαθλάσεως:** Είναι χαρακτηριστική σταθερά όταν μετράται κάτω από ορισμένες συνθήκες θερμοκρασίας και μήκους κύματος φωτός. Ο προσδιορισμός του δείκτη διαθλάσεως στο γάλα, παρουσιάζει ορισμένες δυσκολίες επειδή το γάλα περιέχει ουσίες σε κolloειδή κατάσταση. Για πιο ακριβείς μετρήσεις ενδείκνυται η απομάκρυνση της καζεΐνης και του λίπους (Ανυφαντάκης, 1994).



2.3 Θρεπτικά συστατικά γάλακτος

Το γάλα εκκρίνεται από τον μαστό των θηλαστικών και προορίζεται να καλύψει τις ανάγκες διατροφής των νεογνών τους κατά τις πρώτες, κυρίως, ημέρες της ζωής τους. Κοινό χαρακτηριστικό όλων των ειδών γάλακτος, που έχουν μελετηθεί ως σήμερα, είναι ότι περιέχουν τα ίδια συστατικά σε διαφορετικές ωστόσο αναλογίες. Αυτό συμβαίνει επειδή η φύση έχει προνοήσει ώστε το κάθε είδος γάλακτος να ανταποκρίνεται στις ανάγκες του νεογνού του κάθε είδους. Τα κυριότερα συστατικά του γάλακτος είναι:

- ✓ **Πρωτεΐνες:** Οι πρωτεΐνες του γάλακτος περιέχουν όλα τα απαραίτητα αμινοξέα και είναι πλούσιες στο αμινοξύ ιστιδίνη. Σε μεγάλη αναλογία στο γάλα υπάρχει η καζεΐνη, η αλβουμίνη και η γλοβουλίνη. Η βιολογική αξία των πρωτεϊνών του γάλακτος δεν οφείλεται μόνο στα απαραίτητα αμινοξέα αλλά και στο γεγονός ότι το μόριό τους συνδέεται με σημαντικές ποσότητες ιόντων ανόργανων αλάτων π.χ. φωσφόρου και ασβεστίου που είναι απαραίτητα για τη δόμηση του σκελετού (Ανυφαντάκης, 1994).
- ✓ **Λίπος:** Το λίπος του γάλακτος είναι πιο εύπεπτο σε σχέση με άλλα λίπη, γεγονός που οφείλεται στη διάταξη των λιπαρών οξέων του. Πιο συγκεκριμένα το λίπος του γάλακτος περιέχει τα απαραίτητα για τον οργανισμό του ανθρώπου λιπαρά οξέα αραχιδονικό, λινελαϊκό και λινολενικό. Χαρακτηριστικό γνώρισμα του λίπους του γάλακτος των μηρυκαστικών είναι η υψηλή περιεκτικότητά του σε κορεσμένα λιπαρά οξέα (55-60%), η πολύ χαμηλή περιεκτικότητά του σε πολυακόρεστα (2-4%), ενώ τα μονοακόρεστα αποτελούν το 40% (Ανυφαντάκης, 1994).
- ✓ **Λακτόζη:** Η λακτόζη είναι το μοναδικό σάκχαρο που βρίσκεται στο γάλα σε σημαντικές ποσότητες. Αποτελεί πηγή ενέργειας, αλλά η βιολογική της αξία δεν οφείλεται μόνο στο γεγονός αυτό, αλλά και στο ότι αποτελεί ουσιαστικά τη μοναδική πηγή γαλακτόζης που αποτελεί συστατικό των νευρικών ιστών και του εγκεφάλου. Επιπλέον, επειδή πέπτεται στο στομάχι σε μικρό ποσοστό, σημαντικό μέρος της φθάνει στο εντερικό τμήμα και ευνοεί την ανάπτυξη των οξυγαλακτικών βακτηρίων με συνέπεια την μείωση του pH, την επικράτηση της επιθυμητής χλωρίδας και τη δημιουργία δυσμενούς περιβάλλοντος για τα διάφορα εντεροπαθογόνα βακτήρια. Τέλος, συμβάλλει στην καλύτερη αφομοίωση του ασβεστίου, του μαγνησίου, του φωσφόρου και άλλων ανόργανων αλάτων (Ανυφαντάκης, 1994).
- ✓ **Αλατα:** Το γάλα περιέχει ποικιλία αλάτων και μεταλλικών στοιχείων. Από διαιτητικής πλευράς, ενδιαφέρον παρουσιάζει η περιεκτικότητά του σε άλατα Ca και P. Από τα ιχνοστοιχεία που περιέχει το γάλα, ο ψευδάργυρος υπάρχει σε αξιόλογες συγκεντρώσεις, ενώ είναι φτωχό σε μαγνήσιο, ιώδιο και σίδηρο (Ανυφαντάκης, 1994).



- ✓ **Βιταμίνες:** Το γάλα περιέχει όλες τις βιταμίνες και μάλιστα σε αφομοιώσιμες μορφές. Σε αξιόλογες ποσότητες περιέχει τη βιταμίνη Α, το παντοθενικό οξύ, τη νιασίνη, τη ριβοφλαβίνη (B₂), τη βιταμίνη C, τη θειαμίνη (B₁) και τη βιοτίνη (Ανυφαντάκης, 1994).

2.4 Μικροβιακή χλωρίδα γάλακτος

Εκτός από τα θρεπτικά του συστατικά, το γάλα παρουσιάζει μεγάλο ενδιαφέρον και από μικροβιολογικής άποψης, αφενός επειδή μπορεί να περιλαμβάνει παθογόνα, για τον άνθρωπο, μικρόβια και αφετέρου επειδή και οι μη παθογόνοι μικροοργανισμοί του γάλακτος μπορεί να πολλαπλασιαστούν και να επιφέρουν σοβαρές αλλοιώσεις στα συστατικά του (Μάντης, 2000).

Κατά τη δημιουργία του στα γαλακτικά κύτταρα, το γάλα δεν περιέχει μικρόβια. Η μόλυνσή του ξεκινάει με μικρόβια που φτάνουν στους γαλακτοφόρους πόρους μέσω της θηλής και συνεχίζεται κατά τη διάρκεια του αρμέγματος και την μετέπειτα διακίνηση και επεξεργασία του. Όταν το γάλα λαμβάνεται από υγιή ζώα και σε επιμελημένες συνθήκες παραγωγής, περιέχει μικρό αριθμό μικροβίων που συνήθως κυμαίνεται από 10 έως 5.000 μικρόβια ανά ml γάλακτος (μέσος όρος 300 μικρόβια /ml) και σπάνια περιέχει παθογόνα βακτήρια (Μάντης, 2000).

Οι μικροοργανισμοί που απαντώνται στο γάλα διακρίνονται σε ευεργετικούς, ανεπιθύμητους και σε επικίνδυνους και είναι:

1. **Οξυγαλακτικά βακτήρια:** παράγουν γαλακτικό οξύ δρώντας στη λακτόζη και διακρίνονται σε:

α) **Οξυγαλακτικούς στρεπτόκοκκους**, οι οποίοι μπορεί να είναι i) μη παθογόνοι (*Str. lactis*, *Str. cremoris*, *Str. thermophilus*, *Str. diacetylactis*), ii) παθογόνοι (*Str. bovis*, *Str. pyogenes* κ.α.) και iii) ετεροζυμωτικοί.

β) **Λακτοβάκυλλους** (*L. casei*, *L. lactis*, *L. brevis*, *L. bulgaricus*, *L. thermophilus*, *L. acidophilus*): αναπτύσσονται αργά στο γάλα και παρουσιάζουν μεγαλύτερη αντοχή σε χαμηλό pH σε σχέση με τους στρεπτόκοκκους.

γ) **Γένος *Leuconostoc*** (*L. lactis*, *L. citreovorum* (*cremonis*) και

δ) **Γένος *Propionibacterium*** (*P. freudenreichii*, *P. acidipropionici*): αποδομούν το γαλακτικό οξύ προς προπιονικό οξύ, οξικό οξύ και CO₂.

2. **Εντεροβακτηριοειδή** (*E. Coli*, *Citrobacter*, *Klebsiella*, *Aerobacter aerogenes*): προκαλούν ανώμαλες ζυμώσεις (της λακτόζης) με παραγωγή αερίων και ανεπιθύμητης οσμής και γεύσης.

3. **Σπορογόνα βακτήρια** (*Clostridium botulinum*, *Clostridium sporogenes*): είναι ανθεκτικά στην παστερίωση και προκαλούν ανώμαλες ζυμώσεις.

4. **Ψυχρότροφα βακτήρια** (*Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Aeromonas*, *Alcaligenes* κ.α.): πολλά από αυτά παράγουν πρωτεολυτικά και λιπολυτικά ένζυμα, προκαλώντας αποικοδόμηση του λίπους και των πρωτεϊνών του γάλακτος.
5. **Χρωμογόνα βακτήρια** (*Clostridium syncyanea*, *Micrococcus prodigiosus*, *Flavobacterium xanthogenes*): παράγουν χρωστικές, είναι αερόβια και ασπορογόνα.
6. **Παθογόνα βακτήρια:** είναι σπάνια όταν το ζώο είναι υγιές και το γάλα παράγεται υπό ενδεδειγμένες συνθήκες. Ωστόσο, όταν δεν ληφθούν τα κατάλληλα μέτρα κατά την άμελξη, στο γάλα μπορεί να υπάρχουν παθογόνα βακτήρια και ιοί (Μάντης, 2000).

Τα κυριότερα είδη τους παρουσιάζονται στον Πίνακα 4, που ακολουθεί.

Πίνακας 4: Παθογόνοι μικροοργανισμοί στο γάλα

Βακτήρια/ Ιοί	Προέλευση	Παρατηρήσεις
<i>Mycobacterium</i> sp. (<i>M. tuberculosis</i> , <i>M. bovis</i>)	- Άνθρωπο - Φυματικό ζώο	Η παστερίωση εξασφαλίζει την θανάτωση των παθογόνων μυκοβακτηριδίων, όταν ο πληθυσμός τους είναι μικρός.
<i>Brucella</i> sp.	Άρρωστο ζώο	Οι βρουκέλλες καταστρέφονται με την παστερίωση.
<i>Salmonella</i>	- Ζώα - Προσωπικό - Νερό	Οι σαλμονέλλες καταστρέφονται με την παστερίωση. Είναι απαραίτητη η λήψη μέτρων, για την αποφυγή επιμολύνσεων, μετά την παστερίωση.
<i>Listeria monocytogenes</i>	Ζώα	Πολλαπλασιάζεται βραδέως σε θερμοκρασία 3-7 °C. Παρουσιάζει αξιοσημείωτη αντοχή στη θερμότητα.
<i>Bacillus anthracis</i> & <i>Bacillus cereus</i>	Περιβάλλον	Η παστερίωση καταστρέφει τις βλαστικές μορφές και όχι τα σπόρια του <i>B. anthracis</i> . Ο <i>B. cereus</i> μπορεί να προκαλέσει τροφική τοξίνωση.
<i>Yersinia enterocolitica</i>	Εντερικό σύστημα ζώων	Είναι πιθανή η παραγωγή εντεροτοξίνης στους 25 °C.
Γένος <i>Shigella</i>	- Άνθρωπος - Περιβάλλον - Νερό	Οι σιγκέλλες δεν προσβάλλουν τα ζώα. Η μόλυνση του γάλακτος γίνεται έμμεσα.
<i>E. Coli</i>	Ζώα	Η πρόληψη βασίζεται στην παστερίωση του γάλακτος και την παρεμπόδιση επιμολύνσεων.
Γένος <i>Streptococcus</i>	- Ζώο - Άνθρωπος	Υπάρχουν θερμοάντοχα στελέχη που επιβιώνουν στην παστερίωση.
<i>Staphylococcus aureus</i>	- Ζώο που νοσεί - Άνθρωπος - Περιβάλλον	Οι εντεροτοξίνες είναι θερμοάντοχες και σταθερές σε χαμηλό pH.
<i>Coxiella burneti</i>	- Άρρωστα ζώα - Περιβάλλον	Η χαμηλή παστερίωση ενδέχεται να μην εξυγιαίνει το γάλα, όταν ο πληθυσμός του μικροοργανισμού είναι μεγάλος.
Ιός αφθώδη πυρετού	- Άρρωστα ζώα - Περιβάλλον	Ο ιός είναι ευαίσθητος σε όξινο περιβάλλον και αδρανοποιείται σε pH < 6,00.

*Μάντης, 2000

3 Γαλακτοκομικά προϊόντα

Παρά τα θρεπτικά συστατικά του, το γάλα περιέχει και μικρόβια που σε συνθήκες περιβάλλοντος είναι δυνατόν να πολλαπλασιαστούν και μάλιστα με πολύ γρήγορο ρυθμό, να αλλοιώσουν τα συστατικά του και τελικά να το καταστρέψουν. Αυτός εξάλλου είναι και ο λόγος για τον οποίο από πολύ παλιά αναζητήθηκαν διάφοροι τρόποι συντήρησής του, προκειμένου να επιμηκυνθεί η διάρκεια ζωής του (Ανυφαντάκης, 1994).

Η παρασκευή τυριών, βουτύρου και άλλων όξινων προϊόντων του γάλακτος (π.χ. γιαούρτι, ξινόγαλα, κεφίρ κ.α.) ήταν από τους πρώτους τρόπους που χρησιμοποιήθηκαν, προκειμένου να ανακοπεί η δράση των μικροοργανισμών που προκαλούν την αλλοίωση του γάλακτος. Με την εξέλιξη της τεχνολογίας, εφαρμόστηκαν νέες μέθοδοι επεξεργασίας του γάλακτος, που επιτρέπουν σήμερα την παρασκευή μιας μεγάλης ποικιλίας γαλακτοκομικών προϊόντων.

Από τις μεθόδους αυτές:

- ❖ κάποιες είναι ήπιες και δεν προξενούν αξιόλογες μεταβολές στα θρεπτικά συστατικά του γάλακτος,
- ❖ κάποιες είναι πιο δραστικές, με αποτέλεσμα να επιφέρουν την αλλοίωση κάποιων από τα συστατικά του γάλακτος και τέλος,
- ❖ κάποιες μέθοδοι επιτρέπουν την μεταφορά του συνόλου των θρεπτικών συστατικών του γάλακτος στα προϊόντα που λαμβάνονται, ενώ άλλες όχι.

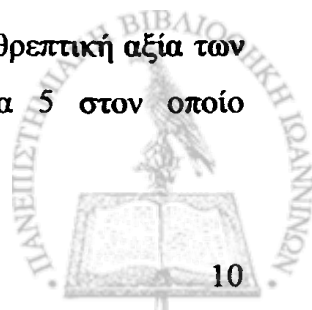
Κοινό χαρακτηριστικό όλων των μεθόδων επεξεργασίας του γάλακτος είναι ότι όλες περιλαμβάνουν θέρμανσή του σε θερμοκρασία η οποία ποικίλει ανάλογα με το προϊόν που πρόκειται να παρασκευαστεί.

Ο χειρισμός αυτός ως επί το πλείστον έχει:

- ✓ σημαντική επίδραση σε πολλές βιταμίνες του γάλακτος, κυρίως της θειαμίνης και της βιταμίνης B₁₂,
- ✓ περιορισμένη επίδραση στις πρωτεΐνες του γάλακτος των οποίων μειώνει ελάχιστα την θρεπτική αξία,
- ✓ ενώ δεν έχει καμία επίδραση πάνω στο λίπος.

Είναι προφανές ότι, όσο υψηλότερη είναι η θερμοκρασία που θερμαίνεται το γάλα και όσο μεγαλύτερη είναι η διάρκεια της θέρμανσης, τόσο μεγαλύτερες είναι και οι απώλειες σε θρεπτικά συστατικά (Ανυφαντάκης, 1994).

Αποτέλεσμα όλων των παραπάνω, είναι να υπάρχουν σημαντικές διαφορές στη θρεπτική αξία των διαφόρων γαλακτοκομικών προϊόντων, γεγονός που φαίνεται στον Πίνακα 5 στον οποίο παρουσιάζεται η σύσταση διαφόρων γαλακτοκομικών προϊόντων.



Πίνακας 5: Σύσταση διαφόρων γαλακτοκομικών ανά 100g προϊόντων

Προϊόν	Νερό (%)	Ενέργεια (Kcal)	Πρωτεΐνες (g)	Λίπος (g)	Υδατάνθρακες (g)	Ca (mg)	P (mg)
Γάλα αγελαδινό πλήρες	87,4	65	3,5	3,5	4,9	118	93
Γάλα αποβουτυρωμένο	90,5	36	3,6	0,1	5,1	121	95
Γάλα συμπυκνωμένο	73,8	137	7,0	7,9	9,7	252	205
Γάλα συμπυκνωμένο σακχαρούχο	27,1	321	8,1	8,7	54,3	262	206
Σκόνη γάλακτος πλήρης	2,0	502	26,4	27,5	38,2	909	708
Σκόνη γάλακτος αποβουτυρωμένη	3,0	363	35,9	0,8	52,3	1303	1016
Ξινόγαλα	90,5	36	3,6	0,1	5,1	121	95
Βούτυρο	15,5	716	0,6	81	0,4	20	16
Γιαούρτι	88	62	3,0	3,4	4,9	111	87
Τυρί μαλακό	52,2	299	17,5	24,7	1,8	105	184
Τυρί σκληρό	37	398	25	32,2	2,1	750	478
Παγωτό	62,1	207	4,0	12,5	20,6	123	0,9

* Ανυφαντάκης, 1994

Από τον Πίνακα 5 προκύπτει ότι, το σπουδαιότερο από τα γαλακτοκομικά προϊόντα είναι το τυρί καθώς περιέχει υψηλό ποσοστό λευκωμάτων και λίπους, είναι πλούσιο σε άλατα ασβεστίου και φωσφόρου, καθώς και σε καροτίνη και βιταμίνη Α. Στα τυριά, εξάλλου, γίνονται ζυμώσεις που διασπούν το σύνολο της λακτόζης σε γαλακτικό οξύ και άλλα προϊόντα, ενώ μεγάλο μέρος της καζεΐνης του γάλακτος μετατρέπεται σε απλούστερα πιο εύπεπτα συστατικά (Ανυφαντάκης, 1994). Ωστόσο η αξιολόγηση του τυριού έναντι άλλων τροφίμων, με βάση τη θρεπτική του αξία, δεν είναι εύκολη, επειδή εξαρτάται από το είδος του τυριού. Για παράδειγμα τα μαλακά τυριά έχουν υψηλό ποσοστό υγρασίας, σε αντίθεση με τα σκληρά. Κατά συνέπεια τα σκληρά τυριά αποτελούν πιο συμπυκνωμένη και πλούσια σε θρεπτικά συστατικά τροφή, σε σχέση με τα μαλακά.

Ανεξάρτητα από τις διακυμάνσεις στη σύστασή τους, τα τυριά συγκαταλέγονται μεταξύ των πολύ θρεπτικών τροφίμων, καθώς περιέχουν σε μεγάλο ποσοστό λίπος και λευκώματα, τα οποία έχουν υψηλή βιολογική αξία. Έτσι, η ημερήσια κατανάλωση 113 g σκληρού τυριού (π.χ. γραβιέρας) καλύπτουν τις ημερήσιες ανάγκες ενός ενήλικα σε ασβέστιο και τις αντίστοιχες των αναπτυσσόμενων ατόμων σε ποσοστό 57-68%. Επίσης καλύπτουν τις ανάγκες των ενηλίκων σε ριβοφλαβίνη, σε ποσοστό 22% (Ανυφαντάκης, 1994).

Τέλος, το γεγονός ότι ένα μεγάλο μέρος της παγκόσμιας παραγωγής γάλακτος (περίπου 15%) μετατρέπεται σε τυρί, αποδεικνύει την εξέχουσα θέση που κατέχει το τυρί στο διαιτολόγιο του ανθρώπου. Στη χώρα μας, η ετήσια κατά κεφαλή κατανάλωση συγκαταλέγεται ανάμεσα στις υψηλότερες του κόσμου. Η μεγαλύτερη ποσότητα τυριών παράγεται από αιγοπρόβριο γάλα το οποίο τυροκομείται κατά το 70-75%, ενώ το αγελαδινό κατά 25% (Ανυφαντάκης, 1994).

4 Ζυμούμενα προϊόντα γάλακτος

4.1 Εισαγωγή

Η οξίνιση του γάλακτος με ζύμωση, αποτελεί έναν από τους πιο παλιούς τρόπους διατήρησής του υπό μορφή προϊόντων με ευχάριστες, για τον άνθρωπο, οργανοληπτικές ιδιότητες. Αρχικά τα προϊόντα αυτά ονομάστηκαν «όξινα προϊόντα γάλακτος», ωστόσο ο όρος «ζυμούμενα προϊόντα» είναι πιο δόκιμος καθώς η οξύτητα των προϊόντων αυτών είναι αποτέλεσμα μικροβιακών ζυμώσεων (Ζερφυρίδης, 1996).

Τα κυριότερα είδη ζυμούμενων προϊόντων γάλακτος είναι:

4.2 Ξινόγαλα

Το ξινόγαλα είναι ένα ομοιογενές και παχύρρευστο προϊόν του γάλακτος με γεύση αρωματική, υπόξινη και ευχάριστη. Παρασκευάζεται από μερικώς ή πλήρως αποβουτυρωμένο γάλα το οποίο θερμαίνεται στους 90-95 °C για 15 λεπτά. Ως εκκινητής (starter) χρησιμοποιείται, είτε οξύγαλα, είτε καλλιέργεια αποτελούμενη από τους μικροοργανισμούς *Streptococcus cremoris*, *Lactococcus lactis* και *Leuconostoc citreovum*. Το ζελατινώδες πήγμα που προκύπτει αναδεύεται καλά, συσκευάζεται και διατηρείται υπό ψύξη (Ζερφυρίδης, 1996).

Το ξινόγαλα αποτελεί ένα ιδιαίτερα υγιεινό και θρεπτικό ρόφημα, καθώς περιέχει πρωτεΐνες υψηλής βιολογικής αξίας με μεγαλύτερη βιοδιαθεσιμότητα ακόμα και από εκείνες του ασπραδιού του αυγού. Περιέχει επίσης λακτόζη, βιταμίνες, μέταλλα και ελάχιστο λίπος. Το ξινόγαλα είναι ευεργετικό για το στομάχι και βοηθάει την απορρόφηση του ασβεστίου από το έντερο. Επιπλέον, έχει αντιμικροβιακή δράση για ένα μεγάλο αριθμό βακτηρίων, ιδιαίτερα αυτών που προκαλούν εντερικές λοιμώξεις. Ενισχύει αποτελεσματικά την κινητικότητα του εντέρου και βοηθά στην αναγέννηση της φυσικής μικροχλωρίδας του, ιδιαίτερα ύστερα από την χορήγηση αντιβιοτικών. Τέλος, είναι καλύτερα ανεκτό από τα άτομα που παρουσιάζουν δυσανεξία στη λακτόζη (Ζερφυρίδης, 1996).



- YEASTS: *Kluyveromyces lactis*, *K. bulgaricus*, *K. fragilis* / *marxianus*, *Candida kefir*, *C. pseudotropicalis*, *Saccharomyces ssp.* και *Torulopsis holmii* (*torulla ssp.*).
- ACETOBACTER: *Acetobacters aceti* και *A. Rasens*.

Ο πολυσακχαρίτης που περιέχει η μάζα των σπόρων του κεφίρ έχει αποδειχθεί ότι είναι μοναδικός και του έχει δοθεί το όνομα kefiran.

Ιδιότητες Κεφίρ:

Το κεφίρ, συμβάλει στη διαδικασία ανάρρωσης και μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν υποκατάστατο του μητρικού γάλακτος. Χρησιμοποιείται, επίσης, στα νοσοκομεία για την θεραπεία διαφόρων ασθενειών, συμπεριλαμβανομένων των μεταβολικών διαταραχών, της αθηροσκλήρωσης και των αλλεργικών παθήσεων. Έχει χρησιμοποιηθεί ακόμη και για τη θεραπεία της φυματίωσης, της ανώμαλης αύξησης κυττάρων, των υψηλών επιπέδων χοληστερόλης, των γαστρεντερικών και μεταβολικών ασθενειών, της υπέρτασης, των ισχαιμικών καρδιακών παθήσεων και των αλλεργιών.

Το κεφίρ είναι πλήρως ισορροπημένη τροφή, αφομοιώνεται εύκολα από τον οργανισμό και συμβάλει σε ένα υγιές ανοσοποιητικό σύστημα. Αναφέρεται ότι, η κανονική χρήση του κεφίρ μπορεί να βοηθήσει και να ανακουφίσει όλες τις εντερικές διαταραχές, να ενισχύσει την κινητικότητα του εντέρου και να συμβάλλει στη δημιουργία ενός υγιούς πεπτικού συστήματος.

Αποτελεί μια από τις καλύτερες προβιοτικές και αντιοξειδωτικές τροφές, επιδρά σε ολόκληρο το σώμα και βοηθά στη διατήρηση της καλής υγείας. Συνιστάται ιδιαίτερα σε μωρά, εγκύους και ηλικιωμένους. Οι ευεργετικές ζύμες και τα φιλικά βακτηρίδια του κεφίρ καταναλώνουν το μεγαλύτερο μέρος της λακτόζης του γάλακτος. Επομένως, η κατανάλωσή του ενδείκνυται ακόμη και από άτομα που έχουν δυσανεξία στη λακτόζη.

Προσφέρει αφθονία ασβεστίου, μαγνησίου, φωσφόρου και είναι πλούσιο σε βιταμίνες B₁₂, B₁ και βιταμίνη C. Επίσης, είναι άριστη πηγή βιοτίνης που βοηθά την αφομοίωση των άλλων βιταμινών του συμπλέγματος B, από τον ανθρώπινο οργανισμό. Τέλος, οι πρωτεΐνες του κεφίρ, αφομοιώνονται καλύτερα από εκείνες που περιέχει το γιαούρτι και χρησιμοποιούνται ευκολότερα από τον ανθρώπινο οργανισμό, ενώ τα αμινοξέα του είναι γνωστά για τη χαλάρωση του νευρικού συστήματος.

4.5 Κουμίσ (Koumiss)

Το παραδοσιακό κουμίσ παράγεται από γάλα φοράδας ή καμήλας. Σήμερα, όμως, για την παραγωγή του, χρησιμοποιείται και αγελαδινό γάλα. Ως μικροοργανισμοί ζύμωσης χρησιμοποιούνται οι: *Lactobacillus bulgaricus* ή *Lactobacillus casei* ή *Lactobacillus lactis* και η ζύμη *Torula koumiss*. Τα κύρια τελικά προϊόντα της μикτής ζύμωσης (γαλακτικής και αλκοολικής) είναι το γαλακτικό οξύ (~ 1%), η αιθανόλη (2-2,5%) και το CO₂. Το κουμίσ όπως και το κεφίρ,

θεωρείται υγιεινό και θρεπτικό ποτό και συνιστάται σε εντερικές παθήσεις, ενώ έχει χρησιμοποιηθεί και για την θεραπεία της φυματίωσης (Ζερφυρίδης, 1996).

4.6 Γιαούρτι

Σύμφωνα με τον παγκόσμιο οργανισμό FAO/WHO «Γιαούρτι είναι το προϊόν πηγμένου γάλακτος που προκύπτει από γαλακτική ζύμωση με την επίδραση του *Lactobacillus bulgaricus* και του *Streptococcus thermophilus* σε γάλα... (αναφέρονται τα είδη γάλακτος) με ή χωρίς πρόσθετα. Οι μικροοργανισμοί στο τελικό προϊόν πρέπει να είναι ζωντανοί και σε αφθονία».

Για όλα τα προϊόντα, κατά συνέπεια και για το γιαούρτι, προβλέπονται και χημικές προδιαγραφές. Έτσι σύμφωνα με τον Ελληνικό Κώδικα Τροφίμων και Ποτών, το γιαούρτι πρέπει να περιέχει λίπος και στερεό υπόλειμμα άνευ λίπους (ΣΥΑΛ), σε ποσοστό μεγαλύτερο κατά 10% τουλάχιστον, από τα όρια που προβλέπονται για το αντίστοιχο γάλα. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι, το γάλα κατά την θέρμανσή του, πριν από τον εμβολιασμό του με την καλλιέργεια και την επώαση, υφίσταται μερική συμπύκνωση (Ζερφυρίδης, 1996).

Επιπλέον, το γιαούρτι που καταναλώνεται στην ελληνική αγορά, πρέπει να πληρεί και τις εξής προδιαγραφές: “Να είναι συμπαγές, με υμένα, χωρίς ίζημα, να μην έχει υποστεί άλλη ζύμωση εκτός από την ειδική ζύμωση για το γιαούρτι και να έχει τις κανονικές οργανοληπτικές ιδιότητες. Επίσης απαγορεύεται η χρήση χρωστικών, συντηρητικών, ζάχαρης και οποιασδήποτε μορφής γάλακτος εκτός από το φρέσκο, το αποστειρωμένο και το γάλα κατάψυξης” (Ζερφυρίδης, 1996).

Η παραγωγή γιαουρτιού έγκειται στην σωστή ανάπτυξη του *St. thermophilus* και του *L. bulgaricus* στο γάλα μέχρι να αποκτήσει ορισμένη οξύτητα, οπότε ακολουθεί η ψύξη και η διατήρησή του έως ότου καταναλωθεί. Το γιαούρτι είναι βιοτεχνολογικό προϊόν και συνεπώς η μελέτη των μικροοργανισμών της καλλιέργειας, οι ιδιότητες των στελεχών της και η χρησιμοποίηση νέων διευρύνει τους ορίζοντες για τη δημιουργία νέων παρεμφερών προϊόντων με διάφορες επιθυμητές ιδιότητες. Εξάλλου, η αναζήτηση νέων γεύσεων οδήγησε στη δημιουργία νέων τύπων γιαουρτιού όπως για παράδειγμα γιαούρτι με φρούτα (Ζερφυρίδης, 1996).

4.6.1 Είδη γιαουρτιού

Υπάρχουν πολλοί τρόποι διαχωρισμού του γιαουρτιού.

α) Το γιαούρτι ανάλογα με το είδος γάλακτος από το οποίο προέρχεται, διακρίνεται σε:

- Αγελαδινό.
- Γίδινο.
- Πρόβειο.

β) Ανάλογα με την περιεκτικότητά του σε λιπαρά, διακρίνεται σε:

- Πλήρες (6-10%).
- Ημιαποβουτυρωμένο (1,5-5%).
- Άπαχο (0%).

γ) Ανάλογα με τον τρόπο επεξεργασίας, διακρίνεται σε:

- Παραδοσιακό γιαούρτι: Η πατροπαράδοτη τεχνολογία περιλάμβανε: α) διήθηση του γάλακτος με τσαντίλες, β) βρασμό του γάλακτος, προκειμένου να γίνει μερική συμπύκνωσή του, γ) φυσική ψύξη του γάλακτος, χωρίς ανάδευση, με σκοπό τον σχηματισμό πέτσας στην επιφάνειά του, δ) πήξη με την προσθήκη μικρής ποσότητας παλιότερου γιαουρτιού (μαγιά), ε) επώαση, στ) φυσική ψύξη του πηγματος και ζ) εισαγωγή του πηγματος στο ψυγείο. Η μέθοδος αυτή παρά το γεγονός ότι παρουσιάζει πολλά μειονεκτήματα (δεν γίνεται τυποποίηση του γάλακτος, η θέρμανση στη φωτιά δύσκολα ελέγχεται, υπάρχει κίνδυνος επιμόλυνσης της καλλιέργειας λόγω των επανειλημμένων χρήσεων κ.α.), εξακολουθεί να αποτελεί τη βάση του σύγχρονου βιομηχανικού τύπου γιαουρτιού (Μάντης, 2000).
- Γιαούρτι βιομηχανικού τύπου: η λιποπεριεκτικότητά του είναι στα ίδια ποσοστά με εκείνη του παραδοσιακού γιαουρτιού, αλλά δεν έχει «πέτσα» λόγω της ομογενοποίησης του γάλακτος (Μάντης, 2000).
- Στραγγισμένο γιαούρτι: αυτός ο τύπος γιαουρτιού γίνεται με στράγγισμα του συνηθισμένου γιαουρτιού ή με μερική αφυδάτωση του γάλακτος πριν από την πήξη. Το ποσοστό λίπους του είναι αυξημένο (>5% για το αγελαδινό και πάνω από 8% για το πρόβειο).
- Σκευάσματα γιαουρτιού:
 - Παστεριωμένο γιαούρτι ή μακράς διάρκειας: έχει χαμηλό pH και δεν προσφέρεται για υψηλές θερμοκρασίες παστερίωσης λόγω διαχωρισμού του ορού. Έτσι η παστερίωση του πρέπει να γίνεται σε τέτοιες θερμοκρασίες (συνήθως στους 65-70 °C για 30-40 sec) ώστε να σταματήσει η μικροβιακή ανάπτυξη και να αδρανοποιηθούν τα ένζυμα της περαιτέρω διάσπασης των συστατικών του γάλακτος. Συγχρόνως καταστρέφονται και οι μύκητες. Μετά την παστερίωση, στο γιαούρτι παραμένουν μικροοργανισμοί (10^7 cfu/g) σε αδρανή κατάσταση η δε λακτάση διατηρεί το 30 % της δραστηριότητάς της (Ζερφυρίδης, 1996).
 - Γιαούρτι φρούτων: η προσθήκη φρούτων ή/ και άλλων γευστικών ουσιών γίνεται προκειμένου να βελτιωθεί η γεύση του, λόγω της απώλειας πτητικών ουσιών κατά την παστερίωση του γιαουρτιού.
 - Γιαούρτι αποξηραμένο ή σκόνη: αυτό το είδος γιαουρτιού δεν είναι ευρέως διαδεδομένο, λόγω του υψηλού του κόστους και της μειωμένης ποιότητας. Το αποξηραμένο γιαούρτι

στερείται πλήρως γεύσης και δομής, ενώ η εμφάνισή του υπολείπεται έναντι άλλων τύπων γιαουρτιού. Για το λόγο αυτό χρησιμοποιείται για παρασκευάσματα (Ζερφυρίδης, 1996).

- Γιαούρτι παγωτό: υπάρχουν δύο τύποι: α) το γιαούρτι ελαφριάς κατάψυξης (soft frozen yogurt or soft serve yogurt), το οποίο διατηρείται στους -6°C και β) το σκληρό γιαούρτι παγωτό (hard frozen yogurt), που διατηρείται στους -25°C . Στο γιαούρτι παγωτό χρησιμοποιείται περισσότερη ζάχαρη λόγω της οξύτητας του προϊόντος, καθώς και περισσότεροι και ειδικοί σταθεροποιητές επειδή το pH είναι χαμηλό και συνεπώς υπάρχει η τάση διαχωρισμού του ορού με κίνδυνο τον σχηματισμό παγοκρυστάλλων κατά την κατάψυξη (Ζερφυρίδης, 1996).

4.6.2 Ευεργετικές ιδιότητες γιαουρτιού

Η περιεκτικότητα του γιαουρτιού σε θρεπτικά συστατικά εξαρτάται από τη σύσταση του γάλακτος από το οποίο προέρχεται. Ωστόσο, η θερμοκρασία, ο χρόνος έκθεσης στη θερμότητα αλλά και οι συνθήκες αποθήκευσης είναι δυνατόν να επηρεάσουν την θρεπτική αξία του τελικού προϊόντος. Παρόλα αυτά το γιαούρτι είναι ένα θρεπτικό προϊόν, με θεραπευτικές ιδιότητες και κατά συνέπεια καλό είναι να αποτελεί μέρος του καθημερινού διαιτολογίου του ανθρώπου.

Οι ευεργετικές ιδιότητες του γιαουρτιού μπορούν να συνοψιστούν στις εξής:

- ✦ αποτελεί πηγή βιταμινών της ομάδας B, ριβοφλαβίνης, νιασίνης, B_6 και B_{12} .
- ✦ είναι περισσότερο ανεκτό από άτομα που παρουσιάζουν δυσανεξία στη λακτόζη, λόγω της μείωσης της συγκέντρωσης της λακτόζης κατά τη διάρκεια της ζύμωσης.
- ✦ περιέχει πρωτεΐνες υψηλής βιολογικής αξίας. Η πρωτεΐνη του γιαουρτιού είναι πιο εύπεπτη από αυτή του γάλακτος, καθώς έχει προηγηθεί υδρόλυση των πρωτεϊνών του γάλακτος από τα βακτήρια του γιαουρτιού.
- ✦ περιέχει υψηλότερες συγκεντρώσεις συζευγμένου λινολενικού οξέος σε σχέση με το γάλα, γεγονός που φαίνεται ότι του προσδίνει αντικαρκινικές ιδιότητες και ενισχύει το ανοσοποιητικό σύστημα.
- ✦ αποτελεί καλή πηγή ασβεστίου και φωσφόρου. Το χαμηλό pH του γιαουρτιού, αφενός ελαττώνει την ανασταλτική δράση των φυτικών ινών και αυξάνει τη βιοδιαθεσιμότητα του ασβεστίου, αφετέρου προκαλεί τον ιονισμό του ασβεστίου, το οποίο με την μορφή ιόντων απορροφάται ευκολότερα από το έντερο. Κυρίαρχο ρυθμιστικό ρόλο στην απορρόφηση του ασβεστίου από το έντερο παίζει και η βιταμίνη D.
- ✦ έχει προταθεί ότι το γιαούρτι και τα οξυγαλακτικά βακτήρια που περιέχει συμβάλλουν στην καλή υγεία του γαστρεντερικού συστήματος. Πιο συγκεκριμένα, το γιαούρτι,

σκοτώνει τους επιβλαβείς μικροοργανισμούς του εντέρου, τονώνει την κινητικότητα του και βοηθάει στην αναγέννηση της χλωρίδας του εντέρου.

4.7 Κρέμα γάλακτος

Η κρέμα γάλακτος ή αλλιώς *αφρόγαλα* ή *ανθόγαλα* ή *καϊμάκι* ή *κορυφή* είναι το ημίρρευστο λιπαρό προϊόν που συγκεντρώνεται στην επιφάνεια του γάλακτος όταν αυτό αφεθεί σε ανάπαυση για πολλές ώρες (φυσική αποκορύφωση) ή όταν υποβληθεί σε φυγοκέντρηση (μηχανική αποκορύφωση). Η σύνθεση της κρέμας είναι συνάρτηση της λιποπεριεκτικότητάς της. Έτσι όσο αυξάνεται η λιποπεριεκτικότητά της, τόσο μειώνονται τα υπόλοιπα συστατικά της (λακτόζη, πρωτεΐνες και άλατα). Η λιποπεριεκτικότητα της κρέμας κυμαίνεται από 10 έως 40 %, ενώ η επιτρεπόμενη οξύτητά της είναι $<9^{\circ}\text{SH}$ (Soxhlet Henkel) ή 20°D (Dornic), υπολογισμένη σε ουσία χωρίς λίπος (Ζερφυρίδης, 1996).

Η κρέμα φέρεται στο εμπόριο ως: α) παστεριωμένη, η οποία συντηρείται για 10 ημέρες στο ψυγείο, β) αποστειρωμένη, η οποία συντηρείται για αρκετούς μήνες και γ) κατεψυγμένη, η οποία προορίζεται για απευθείας χρήση από τον καταναλωτή, τα ζαχαροπλαστεία ή τις βιομηχανίες τροφίμων και παγωτών. Υπάρχουν επίσης, ορισμένες χρήσεις της κρέμας για τις οποίες απαιτείται περαιτέρω επεξεργασία της, υπό καθορισμένες και ελεγχόμενες συνθήκες, ενώ το τελικό προϊόν εξακολουθεί να έχει σαν συνεχή φάση την υδατική και το λίπος να είναι διασπαρμένο μέσα σε αυτή. Μερικές από αυτές είναι η εναωρημένη κρέμα ή κρέμα σαντιγί της ζαχαροπλαστικής και η ψημένη κρέμα, η οποία αποτελεί παραδοσιακό προϊόν της Αγγλίας, με υφή ελαφρώς κοκκώδη και συμπαγή και ευχάριστη γεύση (Ζερφυρίδης, 1996).

4.8 Βούτυρο

4.8.1 Ιστορία βουτύρου

Η προέλευση του βουτύρου δεν είναι βέβαιη, ωστόσο πιθανολογείται ότι οι Χαλδαίοι και οι Βαβυλώνιοι ήταν οι πρώτοι που παρασκεύασαν βούτυρο πριν από 5.000 χρόνια. Άλλοι αναφέρουν ότι το βούτυρο ανακαλύφθηκε από τους Σίτες, ενώ φαίνεται ότι και οι Μογγόλοι, οι Θιβετιανοί και οι Γερμανοί των αρχαίων χρόνων γνώριζαν επίσης να παρασκευάζουν βούτυρο. Άλλες αναφορές καταδεικνύουν ότι βούτυρο ήταν γνωστό στην Ινδία εδώ και 3.500 χρόνια, ενώ πολλές είναι και οι αναφορές για τη χρήση του στη Βίβλο.

Κάποιες αναφορές κάνουν λόγο ότι οι Ρωμαίοι χρησιμοποιούσαν το βούτυρο, για την επάλειψη πληγών αλλά και άλλων δερματικών παθήσεων. Ωστόσο, γύρω στις αρχές του Μεσαίωνα και ενώ η οικονομία άρχισε να βασίζεται στην εκμετάλλευση των φυσικών πόρων, τα γαλακτοκομικά προϊόντα άρχισαν να αποτελούν βασική κατηγορία στη διατροφή των ανθρώπων. Τέλος,

σκοτώνει τους επιβλαβείς μικροοργανισμούς του εντέρου, τονώνει την κινητικότητα του και βοηθάει στην αναγέννηση της χλωρίδας του εντέρου.

4.7 Κρέμα γάλακτος

Η κρέμα γάλακτος ή αλλιώς *αφρόγαλα* ή *ανθόγαλα* ή *καϊμάκι* ή *κορυφή* είναι το ημίρρευστο λιπαρό προϊόν που συγκεντρώνεται στην επιφάνεια του γάλακτος όταν αυτό αφεθεί σε ανάπαυση για πολλές ώρες (φυσική αποκορύφωση) ή όταν υποβληθεί σε φυγοκέντρηση (μηχανική αποκορύφωση). Η σύνθεση της κρέμας είναι συνάρτηση της λιποπεριεκτικότητάς της. Έτσι όσο αυξάνεται η λιποπεριεκτικότητά της, τόσο μειώνονται τα υπόλοιπα συστατικά της (λακτόζη, πρωτεΐνες και άλατα). Η λιποπεριεκτικότητα της κρέμας κυμαίνεται από 10 έως 40 %, ενώ η επιτρεπόμενη οξύτητά της είναι $<9^{\circ}\text{SH}$ (Soxhlet Henkel) ή 20°D (Dornic), υπολογισμένη σε ουσία χωρίς λίπος (Ζερφυρίδης, 1996).

Η κρέμα φέρεται στο εμπόριο ως: α) παστεριωμένη, η οποία συντηρείται για 10 ημέρες στο ψυγείο, β) αποστειρωμένη, η οποία συντηρείται για αρκετούς μήνες και γ) κατεψυγμένη, η οποία προορίζεται για απευθείας χρήση από τον καταναλωτή, τα ζαχαροπλαστεία ή τις βιομηχανίες τροφίμων και παγωτών. Υπάρχουν επίσης, ορισμένες χρήσεις της κρέμας για τις οποίες απαιτείται περαιτέρω επεξεργασία της, υπό καθορισμένες και ελεγχόμενες συνθήκες, ενώ το τελικό προϊόν εξακολουθεί να έχει σαν συνεχή φάση την υδατική και το λίπος να είναι διασπαρμένο μέσα σε αυτή. Μερικές από αυτές είναι η εναωρημένη κρέμα ή κρέμα σαντιγί της ζαχαροπλαστικής και η ψημένη κρέμα, η οποία αποτελεί παραδοσιακό προϊόν της Αγγλίας, με υφή ελαφρώς κοκκώδη και συμπαγή και ευχάριστη γεύση (Ζερφυρίδης, 1996).

4.8 Βούτυρο

4.8.1 Ιστορία βουτύρου

Η προέλευση του βουτύρου δεν είναι βέβαιη, ωστόσο πιθανολογείται ότι οι Χαλδαίοι και οι Βαβυλώνιοι ήταν οι πρώτοι που παρασκεύασαν βούτυρο πριν από 5.000 χρόνια. Άλλοι αναφέρουν ότι το βούτυρο ανακαλύφθηκε από τους Σίτες, ενώ φαίνεται ότι και οι Μογγόλοι, οι Θιβητιανοί και οι Γερμανοί των αρχαίων χρόνων γνώριζαν επίσης να παρασκευάζουν βούτυρο. Άλλες αναφορές καταδεικνύουν ότι βούτυρο ήταν γνωστό στην Ινδία εδώ και 3.500 χρόνια, ενώ πολλές είναι και οι αναφορές για τη χρήση του στη Βίβλο.

Κάποιες αναφορές κάνουν λόγο ότι οι Ρωμαίοι χρησιμοποιούσαν το βούτυρο, για την επάλειψη πληγών αλλά και άλλων δερματικών παθήσεων. Ωστόσο, γύρω στις αρχές του Μεσαίωνα και ενώ η οικονομία άρχισε να βασίζεται στην εκμετάλλευση των φυσικών πόρων, τα γαλακτοκομικά προϊόντα άρχισαν να αποτελούν βασική κατηγορία στη διατροφή των ανθρώπων. Τέλος,

αρχαιολογικά ευρήματα στην Ιρλανδία, την Σκωτία και τις Σκανδιναβικές χώρες μαρτυρούν ότι για να μπορέσει να διατηρηθεί το βούτυρο (αφού τότε δεν είχε ανακαλυφθεί η ψύξη) αρωματιζόταν με σκόρδο, τοποθετούνταν σε ξύλινους κάδους και στη συνέχεια θάβονταν σε βάλτους για μεγάλο χρονικό διάστημα, ενώ φύτευαν και δέντρα προκειμένου να μπορούν να εντοπίσουν το μέρος που είχαν τοποθετήσει τα βαρέλια. Όσο περισσότερο άφηναν το βούτυρο θαμμένο κάτω από το έδαφος τόσο πιο νόστιμο γινότανε.

Οι μεγάλοι πολιτισμοί της αρχαιότητας, όπως ο Αρχαίος Ελληνικός, κυρίως επειδή είχαν εξαιρετικές εναλλακτικές λύσεις για τον εμπλουτισμό της διατροφής τους με λίπη, όπως το ελαιόλαδο, αγνοούσαν το βούτυρο. Αργότερα το βούτυρο διαδόθηκε σε όλο τον κόσμο και παραμένει μέχρι και σήμερα ένα σημαντικό προϊόν της διατροφής του ανθρώπου.

Λιγοστά είναι επίσης και όσα γνωρίζουμε για τον ρόλο του βουτύρου ως εμπορικό προϊόν. Περίπου το 2500 π.Χ, λέγεται ότι το βούτυρο μεταφερόταν, με πλοία, από την Ινδία με προορισμό τα λιμάνια της Ερυθράς θάλασσας, ενώ υπάρχουν επίσης, κάποια στοιχεία, τα οποία αναφέρουν ότι οι Γερμανοί έστελναν πλοία στην Νορβηγία και αντάλλαζαν τα γεμάτα με κρασί φορτία τους, με βούτυρο.

Μέχρι και το 1870 η παραγωγή του βουτύρου, παγκοσμίως, ήταν αποκλειστικά οικιακή (χωρική). Η διάδοση του βουτύρου είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση της ζήτησής του, πράγμα το οποίο σήμανε την ίδρυση εργοστασίου παραγωγής βουτύρου. Έτσι οι αγρότες μάζευαν το γάλα και το παρέδιδαν στο εργοστάσιο σε τακτά χρονικά διαστήματα. Με την ανάπτυξη όμως του μηχανολογικού εξοπλισμού, δημιουργήθηκαν ειδικοί φυγόκεντροι διαχωριστήρες, οι οποίοι ήρθαν από την Σουηδία το 1879, ώστε να διαχωρίζεται η κρέμα γάλακτος από το σύνολο του γάλακτος, οπότε και άρχισε η βιομηχανική παραγωγή του βουτύρου και δημιουργήθηκαν έτσι μέθοδοι σύγχρονης τεχνολογίας του (συνεχής παραγωγή βουτύρου). Αργότερα, κατάφεραν να ψύξουν την κρέμα γάλακτος με αποτέλεσμα να μπορεί το βούτυρο να μεταφερθεί σε μακρινές αποστάσεις μέσω των σιδηρόδρομων.

Όσον αφορά την συσκευασία του βουτύρου, είναι γνωστό ότι αρχικά χρησιμοποιούνταν ξύλινοι κάδοι, ενώ αργότερα (το 1880 περίπου) χρησιμοποιήθηκε η παραφίνη η οποία στη συνέχεια αντικαταστάθηκε από φυτικά περγαμηνοειδή, τα οποία αντικατέστησαν τα διάφορα υφάσματα που χρησιμοποιούνταν ως τότε για τη διατήρηση του βουτύρου.

Όσον αφορά την ποιότητα του βουτύρου, η οποία κρίνεται με βάση την υφή, τη γεύση και την εμφάνισή του, αποτελούσε και θα αποτελεί έναν από τους πιο σημαντικούς παράγοντες για την κατανάλωσή του.

4.8.2 Ο ρόλος του βουτύρου στη ζωή του ανθρώπου – Παγκόσμια & Ευρωπαϊκή Παραγωγή

Το βούτυρο θεωρείται πλούσια σε θρεπτικές ουσίες τροφή, που μπορεί να καταναλωθεί με πολλούς και διαφορετικούς τρόπους (π.χ. αλειμμένο στο ψωμί αλλά και ως συστατικό σε διάφορα φαγητά, σάλτσες και στη ζαχαροπλαστική).

Στην αρχαιότητα, λόγω των σημαντικών του ιδιοτήτων, το βούτυρο χρησιμοποιήθηκε όχι μόνο ως εύγεστο και πλούσιο σε ενέργεια τρόφιμο αλλά και σαν φάρμακο, προϊόν για την ομορφιά και σαν μέσο για οικονομικές συναλλαγές.

✓ Η διατροφική αξία του βουτύρου

Το βούτυρο είναι ένα φυσικό προϊόν, βασικό παράγωγο του γάλακτος, που περιέχει πρωτεΐνες, λίπη, βιταμίνες, ασβέστιο και αντιοξειδωτικές ουσίες. Είναι πλούσιο σε θερμίδες αφού 100 γραμμάρια βουτύρου περιέχουν 720 θερμίδες. Δεν περιέχει καθόλου υδατάνθρακες, αλλά είναι πλούσιο σε λίπη. Στα 100 γραμμάρια βουτύρου περιέχεται 1 γραμμάριο πρωτεΐνης και η αναλογία των λιπών του είναι η εξής: Κορεσμένα: 51 g, μονοακόρεστα: 21 g, πολυακόρεστα: 3 g, χοληστερόλη: 215 χιλιοστά του γραμμαρίου. Παρατηρούμε λοιπόν ότι μόνο το 66% των λιπαρών ουσιών που περιέχει το βούτυρο είναι κορεσμένα λίπη και ότι το 33% ακόρεστα (κυρίως μονοακόρεστα και πολύ λίγα πολυακόρεστα).

✓ Θρεπτικά συστατικά Βουτύρου

Η βιταμίνη Α, που περιέχεται σε 100 γραμμάρια βουτύρου, καλύπτει το 75% των ημερήσιων αναγκών του ανθρώπινου οργανισμού. Επιπλέον, στο βούτυρο υπάρχουν ωμέγα 3 λιπαρά οξέα, βιταμίνη Ε, βήτα καροτίνη, βιταμίνες Κ και D, λεκιθίνη, ιώδιο και χολίνη. Το σύνολο των ουσιών αυτών προσφέρουν στο βούτυρο αντιοξειδωτικές ιδιότητες, που είναι ωφέλιμες για τον ανθρώπινο οργανισμό.

✓ Ο ρόλος των λιπών στον ανθρώπινο οργανισμό

Τα λίπη κατέχουν σημαντικό ρόλο στη διατροφή μας και είναι απαραίτητα για την υγεία μας. Το 30%, περίπου, των θερμίδων που χρειαζόμαστε καθημερινά, πρέπει να προέρχεται από λίπη. Τα λίπη συμβάλλουν, επίσης, καθοριστικά στην απορρόφηση των βιταμινών που είναι απαραίτητες για τη λειτουργία του οργανισμού. Επιπλέον, είναι απαραίτητα για τη σύνθεση διαφόρων δομών του εγκεφάλου (π.χ. των κυτταρικών μεμβρανών) και ταυτόχρονα συμβάλλουν σε πολλές λειτουργίες του οργανισμού (π.χ. διατήρηση της θερμοκρασίας, αποθήκευση και παραγωγή ενέργειας).

Οι διατροφικές οδηγίες συστήνουν ότι, οι ημερήσιες ανάγκες του ανθρώπινου σώματος σε θερμίδες, μπορεί να καλύπτονται σε ποσοστό έως 10% από κορεσμένα λίπη. Σύμφωνα με τις συστάσεις, η συνολική πρόσληψη λίπους από τη διατροφή μας, πρέπει να είναι περίπου 60-70 γραμμάρια ημερησίως.

✓ **Στατιστικά στοιχεία παραγωγής Βουτύρου**

Στους Πίνακες 6 και 7, φαίνονται τα είδη και οι ποσότητες παραγωγής βουτύρου τόσο σε ευρωπαϊκό όσο και σε παγκόσμιο επίπεδο, την δεκαετία από το 2000 έως το 2010.

Πίνακας 6: Παγκόσμια παραγωγή βουτύρου σε τόνους

Έτος	Αγελαδινό βούτυρο	Βουβαλίσιο βούτυρο	Γίδινο βούτυρο	Βούτυρο, εξευγενισμένο έλαιο από πρόβειο γάλα	Εξευγενισμένο έλαιο από βουβαλίσιο γάλα	Εξευγενισμένο έλαιο, βουτυρόλαδο από αγελαδινό γάλα
2000	4.655.621	406.051	0	58.480	2.136.247	153.195
2001	4.692.687	575.897	0	56.936	2.272.474	139.133
2002	4.826.770	605.707	0	51.819	2.409.291	162.686
2003	4.840.277	635.323	0	55.939	2.466.756	168.920
2004	4.867.135	667.346	0	55.505	2.605.236	171.331
2005	4.852.351	694.365	0	56.876	2.744.389	179.060
2006	4.811.439	708.820	0	56.704	2.801.848	174.637
2007	4.899.997	729.378	0	56.695	2.892.654	194.040
2008	4.892.807	745.581	0	52.859	2.965.135	195.376
2009	4.851.611	763.719	0	57.925	3.051.111	198.473
2010	4.812.675	809.137	0	55.284	3.233.263	202.856

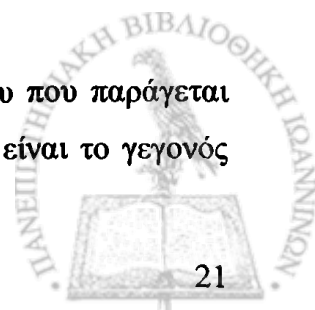
*Faostat, 2012

Πίνακας 7: Παραγωγή βουτύρου (σε τόνους) στην Ευρωπαϊκή Ένωση

Έτος	Αγελαδινό βούτυρο	Βουβαλίσιο βούτυρο	Γίδινο βούτυρο	Βούτυρο, εξευγενισμένο έλαιο από πρόβειο γάλα	Εξευγενισμένο έλαιο από βουβαλίσιο γάλα	Εξευγενισμένο έλαιο, βουτυρόλαδο από αγελαδινό γάλα
2000	2.633.148	0	0	0	0	0
2001	2.632.937	0	0	0	0	0
2002	2.670.260	0	0	0	0	0
2003	2.671.664	0	0	0	0	0
2004	2.611.067	0	0	0	0	0
2005	2.625.368	0	0	0	0	0
2006	2.551.101	0	0	0	0	0
2007	2.544.389	0	0	0	0	0
2008	2.529.868	0	0	0	0	0
2009	2.440.405	0	0	0	0	0
2010	2.429.576	0	0	0	0	0

* Faostat, 2012

Από τους δυο παραπάνω πίνακες παρατηρούμε ότι, το μοναδικό είδος βουτύρου που παράγεται στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, είναι το βούτυρο αγελάδας. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός



ότι ενώ σε ευρωπαϊκό επίπεδο, οι ποσότητες παραγωγής του αγελαδινού βουτύρου μειώνονται, την πρώτη δεκαετία του 2000, η παγκόσμια παραγωγή του παρουσιάζει αύξηση. Ενδεχομένως, η τάση αυτή να οφείλεται στην αλλαγή των διατροφικών συνηθειών του καταναλωτή, καθώς το βούτυρο από τρόφιμο ευεργετικό και πολυτελείας, όπως αρχικά θεωρούνταν, σχετίστηκε με την αύξηση της χοληστερόλης του αίματος και την πρόκληση καρδιοπαθειών. Κατά συνέπεια, η διατροφική αυτή αλλαγή και κυρίως η υιοθέτηση του μεσογειακού τρόπου διατροφής, είχε πιθανότητα ως αποτέλεσμα την μείωση της ζήτησης του βουτύρου και την αντικατάστασή του από άλλα είδη λιπαρών ουσιών και κυρίως από το ελαιόλαδο.

4.8.3 Ορισμοί & Προδιαγραφές για το βούτυρο

Σύμφωνα με το πρότυπο Codex Standard for Butter (CODEX STAN 279-1971) του Παγκόσμιου Οργανισμού Τροφίμων, «βούτυρο είναι το λιπαρό προϊόν που προέρχεται αποκλειστικά από το γάλα ή/ και από προϊόντα που λαμβάνονται από το γάλα, κυρίως υπό τη μορφή γαλακτώματος του τύπου νερού σε έλαιο». Επιπλέον, κατά την παρασκευή του βουτύρου, επιτρέπεται η χρήση υλικών όπως είναι το πόσιμο νερό, το χλωριούχο νάτριο (μαγειρικό αλάτι), καλλιέργειες γαλακτικού οξέος (οι οποίες χρησιμοποιούνται ως εκκινητές) καθώς και βακτήρια που παράγουν αρωματικές ενώσεις.

Η επιτρεπόμενη σύσταση του τελικού προϊόντος πρέπει να είναι:

- ✓ Ελάχιστη λιποπεριεκτικότητα: 80%.
- ✓ Μέγιστη Υγρασία: 16%.
- ✓ Μέγιστη περιεκτικότητα σε στερεά συστατικά εκτός του λίπους: 2%.

Στον Πίνακα 8, που ακολουθεί, φαίνονται τα επιτρεπόμενα πρόσθετα στο βούτυρο, σύμφωνα με το παγκόσμιο πρότυπο.

Πίνακας 8: Επιτρεπόμενα πρόσθετα στο βούτυρο

Είδος προσθέτου	Λειτουργική Κατηγορία	Ανώτατο αποδεκτό όριο
Εκχύλισμα του annatto (achiote)	Ενισχυτές χρώματος	20mg/kg
Υδροξείδιο του ασβεστίου	Ρυθμιστής οξύτητας, Σκληρυντικό	GMP ⁽¹⁾
Καροτένια, Beta-, Φυτικά	Ενισχυτές χρώματος	600mg/kg
Καροτενοειδή	Ενισχυτές χρώματος	25mg/kg
Πολυφωσφορικό αμμώνιο	Ρυθμιστής οξύτητας, Γαλακτωματοποιητής, Σταθεροποιητής	880mg/kg
Ανθρακικό νάτριο	Ρυθμιστής οξύτητας, Αυξητικός παράγοντας	GMP ⁽¹⁾
Όξινο ανθρακικό νάτριο	Ρυθμιστής οξύτητας, Αυξητικός παράγοντας	GMP ⁽¹⁾
Υδροξείδιο του νατρίου	Ρυθμιστής οξύτητας	GMP ⁽¹⁾

* CODEX STAN 192-1995

⁽¹⁾ GMP: Good Manufacturing Practice = Ορθή Παρασκευαστική Πρακτική



ότι ενώ σε ευρωπαϊκό επίπεδο, οι ποσότητες παραγωγής του αγελαδινού βουτύρου μειώνονται, την πρώτη δεκαετία του 2000, η παγκόσμια παραγωγή του παρουσιάζει αύξηση. Ενδεχομένως, η τάση αυτή να οφείλεται στην αλλαγή των διατροφικών συνηθειών του καταναλωτή, καθώς το βούτυρο από τρόφιμο ευεργετικό και πολυτελείας, όπως αρχικά θεωρούνταν, σχετίστηκε με την αύξηση της χοληστερόλης του αίματος και την πρόκληση καρδιοπαθειών. Κατά συνέπεια, η διατροφική αυτή αλλαγή και κυρίως η υιοθέτηση του μεσογειακού τρόπου διατροφής, είχε πιθανότητα ως αποτέλεσμα την μείωση της ζήτησης του βουτύρου και την αντικατάστασή του από άλλα είδη λιπαρών ουσιών και κυρίως από το ελαιόλαδο.

4.8.3 Ορισμοί & Προδιαγραφές για το βούτυρο

Σύμφωνα με το πρότυπο Codex Standard for Butter (CODEX STAN 279-1971) του Παγκόσμιου Οργανισμού Τροφίμων, «βούτυρο είναι το λιπαρό προϊόν που προέρχεται αποκλειστικά από το γάλα ή/ και από προϊόντα που λαμβάνονται από το γάλα, κυρίως υπό τη μορφή γαλακτώματος του τύπου νερού σε έλαιο». Επιπλέον, κατά την παρασκευή του βουτύρου, επιτρέπεται η χρήση υλικών όπως είναι το πόσιμο νερό, το χλωριούχο νάτριο (μαγειρικό αλάτι), καλλιέργειες γαλακτικού οξέος (οι οποίες χρησιμοποιούνται ως εκκινητές) καθώς και βακτήρια που παράγουν αρωματικές ενώσεις.

Η επιτρεπόμενη σύσταση του τελικού προϊόντος πρέπει να είναι:

- ✓ Ελάχιστη λιποπεριεκτικότητα: 80%.
- ✓ Μέγιστη Υγρασία: 16%.
- ✓ Μέγιστη περιεκτικότητα σε στερεά συστατικά εκτός του λίπους: 2%.

Στον Πίνακα 8, που ακολουθεί, φαίνονται τα επιτρεπόμενα πρόσθετα στο βούτυρο, σύμφωνα με το παγκόσμιο πρότυπο.

Πίνακας 8: Επιτρεπόμενα πρόσθετα στο βούτυρο

Είδος προσθέτου	Λειτουργική Κατηγορία	Ανώτατο αποδεκτό όριο
Εκχύλισμα του annatto (achiote)	Ενισχυτές χρώματος	20mg/kg
Υδροξείδιο του ασβεστίου	Ρυθμιστής οξύτητας, Σκληρυντικό	GMP ⁽¹⁾
Καροτένια. Beta-, Φυτικά	Ενισχυτές χρώματος	600mg/kg
Καροτενοειδή	Ενισχυτές χρώματος	25mg/kg
Πολυφωσφορικό αμμώνιο	Ρυθμιστής οξύτητας, Γαλακτωματοποιητής, Σταθεροποιητής	880mg/kg
Ανθρακικό νάτριο	Ρυθμιστής οξύτητας, Αυξητικός παράγοντας	GMP ⁽¹⁾
Όξινο ανθρακικό νάτριο	Ρυθμιστής οξύτητας, Αυξητικός παράγοντας	GMP ⁽¹⁾
Υδροξείδιο του νατρίου	Ρυθμιστής οξύτητας	GMP ⁽¹⁾

* CODEX STAN 192-1995

⁽¹⁾ GMP: Good Manufacturing Practice = Ορθή Παρασκευαστική Πρακτική



Όσον αφορά την σήμανση του τελικού προϊόντος, εκτός από τις γενικές απαιτήσεις για τη σήμανση (sectors 4.1 to 4.8 of the *General Standard for the Labelling of Pre-packaged Foods*, CODEX STAN 1-1985), το παγκόσμιο πρότυπο CODEX STAN 279-1971 ορίζει επιπλέον τα εξής:

- Η ονομασία «βούτυρο» με τα απαραίτητα χαρακτηριστικά πρέπει να χρησιμοποιείται για βούτυρο με λιπαρά περισσότερα από 95%.
- Πρέπει να φέρει την κατάλληλη ένδειξη που να δηλώνει αν πρόκειται για αλατισμένο ή ανάλατο βούτυρο, σύμφωνα με την εθνική νομοθεσία.
- Προκειμένου να αποφευχθεί τυχόν παραπλάνηση του καταναλωτή, η περιεκτικότητα του βουτύρου σε λιπαρές ουσίες του γάλακτος, θα πρέπει να δηλώνεται με τρόπο αποδεκτό και κατανοητό στην χώρα όπου πωλείται το προϊόν στον τελικό καταναλωτή. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με την έκφραση της περιεκτικότητας του βουτύρου σε λιπαρές ουσίες γάλακτος, είτε σε ποσοστό επί της μάζας είτε σε γραμμάρια ανά μερίδα με την προϋπόθεση ότι η μερίδα αυτή προσδιορίζεται, ποσοτικοποιείται και αυτό δηλώνεται στην ετικέτα.
- Οδηγίες αποθήκευσης του προϊόντος πρέπει να δίνονται είτε στον περιέκτη είτε σε συνοδευτικά έγγραφα.
- Το όνομα του προϊόντος, οι επιπλέον διευκρινήσεις καθώς και το όνομα και η διεύθυνση της εταιρείας τυποποίησης πρέπει να εμφανίζονται στον περιέκτη, σύμφωνα με την εκάστοτε εθνική πολιτική που αφορά τη συσκευασία τροφίμων.

Σύμφωνα με τον Ελληνικό Κώδικα Τροφίμων και Ποτών (ΚΤΠ 1998, άρθρο 81, παράγραφος 3) ο όρος βούτυρο ή βούτυρο γάλακτος αναφέρεται στο προϊόν που λαμβάνεται με χτύπημα γάλακτος ή αφρογάλακτος ή μίγμα τους είτε όπως έχουν, είτε μετά από οξίνιση με βιολογικό και μόνο τρόπο, περιεκτικότητας σε λίπος τουλάχιστον 80%. Επιπλέον, για το βούτυρο ισχύουν και ορισμένες φυσικές και χημικές σταθερές, οι οποίες παρουσιάζονται στον Πίνακα 9 που ακολουθεί, βάσει των οποίων ελέγχεται η γνησιότητά του.

Πίνακας 9: Χημική σύνθεση βουτύρου

Χημική σύνθεση	%	
Λίπος	80-90	Τριγλυκερίδια κατά 98% Φωσφατίδια –στερόλες Καροτίνη Βιταμίνες Α, D και Ε
Υγρασία	<16	
ΣΥΑΛ	<2	Γαλακτικό οξύ, Πρωτεΐνες, Άλατα
Χημικές σταθερές:		
Αριθμός βουτυροδιαθλασίμετρου	41-44	και όχι >45
Αριθμός Reichert – Meissl	26	και όχι <24
Αριθμός Polenske	3-10	
Αριθμός σαπωνοποίησης	227	

* ΚΤΠ 1998



Επίσης για το βούτυρο απαιτούνται και οι εξής προϋποθέσεις:

- ✕ Η συσκευασία πρέπει να δηλώνει την προέλευση του βουτύρου, διαφορετικά θεωρείται βούτυρο αγελάδας.
- ✕ Επιτρέπεται ανάμιξη μόνο του κατσικίσιου με το πρόβειο και μπορεί να διατίθεται ως βούτυρο προβάτου.
- ✕ Επιτρέπεται η χρώση νωπού βουτύρου, αρκεί αυτό να αναγράφεται ευκρινώς στη συσκευασία.
- ✕ Απαγορεύεται η πώληση χύμα βουτύρου ή η πώληση βουτύρου κάποιας χώρας σαν βούτυρο άλλης χώρας.
- ✕ Βούτυρο με ελαφριά αλλοίωση, μπορεί μετά από γνωμάτευση του Ανώτατου Χημικού Συμβουλίου, να υποστεί κατάλληλη επεξεργασία και να καταστεί ξανά κατάλληλο για βρώση, υπό τον διοικητικό έλεγχο της αγορανομίας. Το βούτυρο αυτό φέρεται στο εμπόριο με την ένδειξη «ΔΙΟΡΘΩΜΕΝΟ» με ευκρινή κεφαλαία γράμματα σε εμφανές σημείο της συσκευασίας.
- ✕ Το βούτυρο μπορεί να κυκλοφορεί στην αγορά ως ημιαλατισμένο ή αλατισμένο με ποσοστό μαγειρικού αλατιού (NaCl) 1% και 1-2%, αντίστοιχα.
- ✕ Το βούτυρο μπορεί να είναι τηγμένο, όταν προκύπτει από την τήξη του νωπού βουτύρου και την απομάκρυνση του ιζήματος, έτσι ώστε το τελικό προϊόν να περιέχει κατ' ανώτερο όριο μέχρι 1% υγρασία και λοιπά συστατικά γάλακτος. Στο τηγμένο βούτυρο επιτρέπεται η προσθήκη αλατιού μέχρι 1%.
- ✕ Μπορεί να κυκλοφορεί στην αγορά και ένα «σύνθετο» προϊόν με την ονομασία βούτυρο, όταν περιέχει τουλάχιστον 75% λιπαρές ουσίες του γάλακτος και παρασκευάστηκε αποκλειστικά και μόνο με βάση το βούτυρο (Ζερφυρίδης, 1996).

4.8.4 Είδη βουτύρου

Η ταξινόμηση των ειδών βουτύρου που κυκλοφορούν στην ελληνική και παγκόσμια αγορά, μπορεί να γίνει με διάφορους τρόπους:

Ανάλογα με το χρώμα του:

- Λευκό.
- Κίτρινο.

Ανάλογα με την προέλευση του γάλακτος:

- Αγελαδινό, με πιο γνωστό στην Ελλάδα, το βούτυρο τύπου "ΚΕΡΚΥΡΑΣ".
- Πρόβειο, κυρίως λιωμένο βούτυρο για χρήση στη ζαχαροπλαστική.
- Κατσικίσιο και



- Βουβαλίσιο.

Ανάλογα με το είδος της κρέμας από την οποία προέρχεται:

- Βούτυρο από γλυκιά κρέμα, με ήπια γεύση που θυμίζει αυτή του καρυδιού ή του βρασμένου γάλακτος.
- Βούτυρο από ώριμη κρέμα στο οποίο τα γαλακτικά βακτήρια ζυμώνουν το γαλακτικό οξύ, παράγοντας αρωματικές ενώσεις όπως η ακετοΐνη και το διακετύλιο.
- Βούτυρο τυρογάλακτος, το οποίο δεν διαφέρει από εκείνο από γλυκιά κρέμα, και παρασκευάζεται από την κρέμα τυρογάλακτος, που προέρχεται από το τυρόγαλο που παραλαμβάνεται κατά την επεξεργασία του γάλακτος στις βιομηχανίες παραγωγής τυριών.

Ανάλογα με τον τρόπο μεταχείρισης της κρέμας και τις συνθήκες συντήρησης του βουτύρου:

- Βούτυρο από νωπή κρέμα, με διάρκεια ζωής 30 ημέρες, στους -2°C έως 4°C .
- Βούτυρο από παστεριωμένη κρέμα, με διάρκεια ζωής 3 μήνες, στους $2-4^{\circ}\text{C}$.
- Βούτυρο από παστεριωμένη κρέμα, με διάρκεια ζωής 14 μήνες σε θερμοκρασία συντήρησης από -10°C έως -8°C .
- Λιωμένο βούτυρο, του οποίου η διάρκεια ζωής είναι 18 μήνες στους -8°C έως 2°C .

Ανάλογα με τις προσθήκες επιπλέον υλικών:

- Ανάλατο.
- Αλατισμένο (1-2% NaCl) και ημιαλατισμένο (έως 1% NaCl).
- Αρωματισμένο με βότανα ή μπαχαρικά.

Ανάλογα με τη σκληρότητα:

- Σκληρό κυρίως για μαγειρική χρήση.
- Μαλακό για επάλειψη.
- Λιωμένο για χρήση στη ζαχαροπλαστική.

Με διαφοροποιήσεις στη διατροφική του αξία:

- Light με 6 φορές λιγότερη χοληστερόλη από το κανονικό βούτυρο.
- Με προσμίξεις φυτικών λιπών για μείωση των κορεσμένων λιπαρών.

Ανάλογα με τη συσκευασία:

- Ατομική συσκευασία των 5 ή 10 γραμμαρίων.
- Χάρτινη συσκευασία που επενδύεται εξωτερικά με αλουμινόχαρτο και σκληρό χάρτινο περιτύλιγμα.
- Πλαστική συσκευασία κυρίως για τα βούτυρα επάλειψης.
- Γυάλινη συσκευασία κυρίως για τα λιωμένα βούτυρα.

4.8.5 Τεχνολογία παραγωγής του βουτύρου

Τα στάδια παραγωγής του βουτύρου περιγράφονται παρακάτω:

⊗ Αποκορύφωση του γάλακτος και παραλαβή της κρέμας

Ο διαχωρισμός του λίπους και η άνοδός του στην επιφάνεια του γάλακτος, μπορεί να επιτευχθεί με φυσικό τρόπο αν το γάλα αφηθεί σε ηρεμία για διάστημα αρκετών ωρών (~12 ώρες). Πιο συγκεκριμένα, ο βαθμός φυσικής αποκορύφωσης μπορεί να υπολογιστεί από τον τύπο:

$$\text{Βαθμός φυσικής αποβουτύρωσης} = 100 * \text{kg λίπους κρέμας} / \text{kg λίπους γάλακτος} \text{ (Ζερφυρίδης, 1996).}$$

Η μέθοδος αυτή ήταν γνωστή από πολύ παλιά, όταν οι κτηνοτρόφοι άφηναν το γάλα σε ξύλινους κάδους ή δοχεία μέχρι να διαχωριστεί η κρέμα και να συγκεντρωθεί στην επιφάνειά του. Στην συνέχεια, η κρέμα μεταφερόταν με προσοχή σε άλλα δοχεία και «βουτυροποιούνταν». Σήμερα, το γάλα αποκορυφώνεται σε ειδικά μηχανήματα τους λεγόμενους κορυφολόγους ή φυγοκεντρικούς διαχωριστήρες και μάλιστα η αποκορύφωση γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε η λιποπεριεκτικότητα της κρέμας να κυμαίνεται από 30-40% (Μάντης, 2000).

⊗ Παστερίωση κρέμας

Η παστερίωση της κρέμας γίνεται προκειμένου να διασφαλιστεί η δημόσια υγεία, κατά την κατανάλωση βουτύρου, από ασθένειες όπως η βρουκέλλωση, η φυματίωση και οι τροφοδηλητηριάσεις. Αν η κρέμα είναι χαμηλής λιποπεριεκτικότητας, μπορεί να παστεριωθεί στη θερμοκρασία και τον χρόνο του γάλακτος. Σε αντίθετη περίπτωση, η θερμοκρασία και ο χρόνος παστερίωσης πρέπει να ρυθμιστούν ώστε, η κρέμα να ανταποκρίνεται στα μικροβιολογικά σταθερότυπα της νομοθεσίας όπως φαίνεται στον Πίνακα 10 και σε αρνητική δοκιμή φωσφατάσης. Πιο συγκεκριμένα, για κρέμα λιποπεριεκτικότητας μέχρι 20%, η παστερίωση γίνεται στους 75 °C για 15 sec ενώ για κρέμα με λιποπεριεκτικότητα >20%, η παστερίωση γίνεται στους 80-83 °C για 20-25 min. Μετά την παστερίωση ακολουθεί η ψύξη της κρέμας στους 4 °C (Ζερφυρίδης, 1996).

Πίνακας 10: Μικροχλωρίδα παστεριωμένης κρέμας

Ομάδα μικροοργανισμών	Κατά την έξοδο από τη βιομηχανία cfu/g	Κατά τη διάθεση στην κατανάλωση cfu/g
Ολική Μεσόφιλη Χλωρίδα	<30.000	<100.000
Κολοβακτηριοειδή	<10	<100
Σταφυλόκοκκοι θετικοί σε πηκτάση	<10	<10
Σαλμονέλλα	Απουσία σε 25 g	

Ζερφυρίδης 1996

© Προσθήκη καλλιεργειών που παράγουν αρωματικές ουσίες - Ωρίμανση κρέμας

Ο όρος ωρίμανση κρέμας, πολλές φορές δημιουργεί σύγχυση. Αιτία της σύγχυσης αυτής, είναι ότι πρόκειται για δύο είδη ωρίμανσης. Η μία είναι γνωστή σαν φυσική ωρίμανση, κατά την οποία κάτω από ελεγχόμενες συνθήκες θερμοκρασίας, επηρεάζεται αρχικά η φυσική κατάσταση του λίπους (κρυσταλλωμένο ή ρευστό), πράγμα που στην συνέχεια θα επηρεάσει την συνεκτικότητα του βουτύρου που θα παρασκευασθεί. Το άλλο είδος ωρίμανσης είναι γνωστό με τον όρο βιολογική ωρίμανση και χαρακτηρίζεται από τη χρησιμοποίηση οξυγαλακτικών μικροοργανισμών, με σκοπό την οξίνιση της κρέμας και τον σχηματισμό αρωματικών ουσιών που επηρεάζουν τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του βουτύρου. Ανάλογα με τον τύπο του βουτύρου που θα παρασκευαστεί (από γλυκιά ή ώριμη κρέμα), η κρέμα μπορεί να υποστεί μόνο φυσική ωρίμανση προκειμένου για την παρασκευή βουτύρου από γλυκιά κρέμα, ή φυσική σε συνδυασμό με βιολογική για την παρασκευή βουτύρου από ώριμη κρέμα (Κεχαγιάς, 1997).

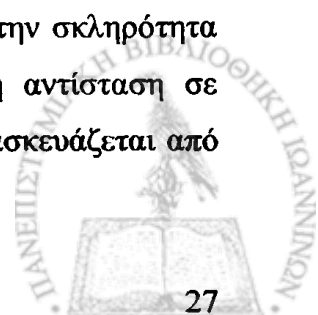
Φυσική ωρίμανση

Η θερμοκρασία ψύξεως αλλά και η διάρκεια διατήρησης της κρέμας σε χαμηλές θερμοκρασίες επηρεάζει τις φυσικές ιδιότητες του βουτύρου. Κατά την παστερίωση της κρέμας, το μεγαλύτερο ποσοστό του λίπους στα λιποσφαίρια είναι ρευστό. Με την ψύξη που ακολουθεί, ένα μεγάλο μέρος του λίπους κρυσταλλώνεται, γίνεται δηλαδή στερεό (Μάντης, 2000).

Η μορφή (ρευστό ή κρυσταλλωμένο), που βρίσκεται το λίπος στο βούτυρο έχει άμεση σχέση με την μορφή που είναι στην κρέμα κατά την διάρκεια της βουτυροποίησης και επηρεάζει άμεσα την σκληρότητα του βουτύρου. Όσο περισσότερο ρευστό λίπος έχουμε, τόσο πιο μαλακό γίνεται το βούτυρο. Το ακριβώς αντίθετο συμβαίνει με το κρυσταλλωμένο λίπος. Για να επιτευχθεί η κατάλληλη υφή στο βούτυρο (σχετικά καλή σκληρότητα σε θερμοκρασία δωματίου και ευκολία στην επάλειψη σε θερμοκρασίες ψυγείου), έχει βρεθεί ότι στο στάδιο αυτό, καθοριστικό ρόλο παίζει η θερμοκρασία ωρίμανσης και οι διακυμάνσεις της.

Έχει παρατηρηθεί ότι, όταν η ψύξη της κρέμας είναι ταχεία, σχηματίζονται πολλοί κρύσταλλοι, οπότε το ρευστό λίπος κινείται με δυσκολία στα διάκενα που αφήνουν, με αποτέλεσμα το βούτυρο που παρασκευάζεται να είναι σκληρό. Όταν η ψύξη είναι βραδεία, σχηματίζονται λιγότεροι, αλλά μεγαλύτερου μεγέθους κρύσταλλοι, οι οποίοι αφήνουν μεγαλύτερα διάκενα, και συνεπώς η κίνηση του ρευστού λίπους γίνεται χωρίς μεγάλη αντίσταση, με αποτέλεσμα το βούτυρο που παρασκευάζεται να είναι σχετικά μαλακό (Μάντης, 2000).

Ωστόσο, όχι μόνο το μέγεθος, αλλά και το σχήμα των κρυστάλλων επηρεάζουν την σκληρότητα του βουτύρου. Έτσι κρύσταλλοι σφαιρικού σχήματος δημιουργούν μικρότερη αντίσταση σε σύγκριση με κρυστάλλους ανώμαλων σχημάτων. Επομένως το βούτυρο που παρασκευάζεται από κρέμα με σφαιρικού σχήματος κρυστάλλους είναι σχετικά μαλακότερο.



© Προσθήκη καλλιεργειών που παράγουν αρωματικές ουσίες - Ωρίμανση κρέμας

Ο όρος ωρίμανση κρέμας, πολλές φορές δημιουργεί σύγχυση. Αιτία της σύγχυσης αυτής, είναι ότι πρόκειται για δύο είδη ωρίμανσης. Η μία είναι γνωστή σαν φυσική ωρίμανση, κατά την οποία κάτω από ελεγχόμενες συνθήκες θερμοκρασίας, επηρεάζεται αρχικά η φυσική κατάσταση του λίπους (κρυσταλλωμένο ή ρευστό), πράγμα που στην συνέχεια θα επηρεάσει την συνεκτικότητα του βουτύρου που θα παρασκευασθεί. Το άλλο είδος ωρίμανσης είναι γνωστό με τον όρο βιολογική ωρίμανση και χαρακτηρίζεται από τη χρησιμοποίηση οξυγαλακτικών μικροοργανισμών, με σκοπό την οξίνιση της κρέμας και τον σχηματισμό αρωματικών ουσιών που επηρεάζουν τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του βουτύρου. Ανάλογα με τον τύπο του βουτύρου που θα παρασκευαστεί (από γλυκιά ή ώριμη κρέμα), η κρέμα μπορεί να υποστεί μόνο φυσική ωρίμανση προκειμένου για την παρασκευή βουτύρου από γλυκιά κρέμα, ή φυσική σε συνδυασμό με βιολογική για την παρασκευή βουτύρου από ώριμη κρέμα (Κεχαγιάς, 1997).

Φυσική ωρίμανση

Η θερμοκρασία ψύξεως αλλά και η διάρκεια διατήρησης της κρέμας σε χαμηλές θερμοκρασίες επηρεάζει τις φυσικές ιδιότητες του βουτύρου. Κατά την παστερίωση της κρέμας, το μεγαλύτερο ποσοστό του λίπους στα λιποσφαίρια είναι ρευστό. Με την ψύξη που ακολουθεί, ένα μεγάλο μέρος του λίπους κρυσταλλώνεται, γίνεται δηλαδή στερεό (Μάντης, 2000).

Η μορφή (ρευστό ή κρυσταλλωμένο), που βρίσκεται το λίπος στο βούτυρο έχει άμεση σχέση με την μορφή που είναι στην κρέμα κατά την διάρκεια της βουτυροποίησης και επηρεάζει άμεσα την σκληρότητα του βουτύρου. Όσο περισσότερο ρευστό λίπος έχουμε, τόσο πιο μαλακό γίνεται το βούτυρο. Το ακριβώς αντίθετο συμβαίνει με το κρυσταλλωμένο λίπος. Για να επιτευχθεί η κατάλληλη υφή στο βούτυρο (σχετικά καλή σκληρότητα σε θερμοκρασία δωματίου και ευκολία στην επάλειψη σε θερμοκρασίες ψυγείου), έχει βρεθεί ότι στο στάδιο αυτό, καθοριστικό ρόλο παίζει η θερμοκρασία ωρίμανσης και οι διακυμάνσεις της.

Έχει παρατηρηθεί ότι, όταν η ψύξη της κρέμας είναι ταχεία, σχηματίζονται πολλοί κρύσταλλοι, οπότε το ρευστό λίπος κινείται με δυσκολία στα διάκενα που αφήνουν, με αποτέλεσμα το βούτυρο που παρασκευάζεται να είναι σκληρό. Όταν η ψύξη είναι βραδεία, σχηματίζονται λιγότεροι, αλλά μεγαλύτερου μεγέθους κρύσταλλοι, οι οποίοι αφήνουν μεγαλύτερα διάκενα, και συνεπώς η κίνηση του ρευστού λίπους γίνεται χωρίς μεγάλη αντίσταση, με αποτέλεσμα το βούτυρο που παρασκευάζεται να είναι σχετικά μαλακό (Μάντης, 2000).

Ωστόσο, όχι μόνο το μέγεθος, αλλά και το σχήμα των κρυστάλλων επηρεάζουν την σκληρότητα του βουτύρου. Έτσι κρύσταλλοι σφαιρικού σχήματος δημιουργούν μικρότερη αντίσταση σε σύγκριση με κρυστάλλους ανώμαλων σχημάτων. Επομένως το βούτυρο που παρασκευάζεται από κρέμα με σφαιρικού σχήματος κρυστάλλους είναι σχετικά μαλακότερο.

Τα τελευταία χρόνια γίνονται προσπάθειες να συγκεντρωθούν πληροφορίες σχετικά με την επίδραση της θερμοκρασίας ωρίμανσης στους τύπους των κρυστάλλων και ιδιαίτερα στους ανάμικτους, ώστε να γίνουν πιο κατανοητές οι μεταβολές που παρατηρούνται στην υφή του βουτύρου.

Επιπλέον, η σύνθεση του λίπους επηρεάζει το σημείο τήξεως αυτού και κατά συνέπεια την ποσότητα του ρευστού και του στερεού λίπους σε μία συγκεκριμένη θερμοκρασία. Κρέμα με μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε λιπαρά οξέα χαμηλού σημείου τήξεως, δίνει μαλακότερο βούτυρο από εκείνη που έχει μικρότερη περιεκτικότητα σε λιπαρά οξέα χαμηλού σημείου τήξεως.

Στην πράξη, η κρέμα, στην φάση της φυσικής ωρίμανσης, υποβάλλεται σε ένα κύκλο αλλαγών της θερμοκρασίας, προκειμένου να επιτευχθεί η κατάλληλη αναλογία ρευστού και στερεού λίπους που επηρεάζει την υφή του βουτύρου (Μάντης, 2000).

Τα προγράμματα θερμοκρασίας που ακολουθούνται κατά την διάρκεια της ωρίμανσης παρουσιάζουν διαφορές από χώρα σε χώρα και μεταβάλλονται ανάλογα με την εποχή του έτους. Το πιο διαδεδομένο πρόγραμμα, είναι γνωστό με το όνομα Anlaip, σύμφωνα με το οποίο μετά την παστερίωση, η κρέμα, ψύχεται στους 8 °C και διατηρείται στην θερμοκρασία αυτή για 2 ώρες. Μετά θερμαίνεται στους 19 °C και διατηρείται στην θερμοκρασία αυτή για 5-7 ώρες. Κατόπιν ψύχεται στους 16 °C και διατηρείται στην θερμοκρασία αυτή μέχρι να αρχίσει η βουτυροποίηση. Το πρόγραμμα αυτό είναι γνωστό με τους αριθμούς 8-19-16, ενώ τα τελευταία χρόνια γίνονται προσπάθειες για συντόμευση του χρόνου ωρίμανσης χωρίς να επηρεαστεί αρνητικά η υφή του τελικού προϊόντος (Κεχαγιάς, 1997).

Βιολογική ωρίμανση

Η βιολογική ωρίμανση, περιλαμβάνει την προσθήκη καλλιέργειας σε κάποιο στάδιο της φυσικής ωρίμανσης και τη διατήρηση της κρέμας στην κατάλληλη θερμοκρασία, μέχρι να αποκτήσει την επιθυμητή οξύτητα. Η ποσότητα της καλλιέργειας που προστίθεται είναι της τάξεως του 0,5-5%, ενώ η οξύτητά της κυμαίνεται μεταξύ 0,8-0,9%. Η θερμοκρασία της κρέμας κατά την προσθήκη της καλλιέργειας ποικίλει από 10-21 °C ανάλογα με την εποχή του έτους και τη χώρα, ενώ η διάρκεια της βιολογικής ωρίμανσης εξαρτάται από τη θερμοκρασία επώασης. Συνήθως χρειάζονται αρκετές ώρες (14-15 ώρες) για να επιτευχθεί pH της τάξης του 4,6-5,0.

Με την επίτευξη της επιθυμητής οξύτητας, ακολουθεί η ψύξη της κρέμας, είτε κατ' ευθείαν στην θερμοκρασία βουτυροποίησης, είτε σε ακόμη χαμηλότερη, ώστε να παρεμποδιστεί η περαιτέρω αύξηση της οξύτητας.

Οι καλλιέργειες που χρησιμοποιούνται για τη βιολογική ωρίμανση της κρέμας περιέχουν, ως επί το πλείστον, μίγμα μικροοργανισμών που παράγουν κυρίως γαλακτικό οξύ με μικροοργανισμούς που είναι υπεύθυνοι για το χαρακτηριστικό άρωμα του βουτύρου. Το χαρακτηριστικό άρωμα του

βουτύρου από ώριμη κρέμα συνδέεται κυρίως με το σχηματισμό και την παρουσία διακετυλίου, καθώς και άλλων αρωματικών ουσιών (π.χ. ακετοΐνης, οργανικών οξέων, ακεταλδεΐδης κ.α.). Οι μικροοργανισμοί που παράγουν κυρίως γαλακτικό οξύ ανήκουν στο γένος *Streptococcus* και συνήθως για την παρασκευή βουτύρου χρησιμοποιούνται ο *Streptococcus lactis* ή/και ο *Streptococcus cremoris*. Οι μικροοργανισμοί που παράγουν αρωματικές ουσίες ανήκουν, είτε στο γένος *Leuconostoc*, είτε στο γένος *Streptococcus*. Ανάλογα με το ποια κατηγορία μικροοργανισμών χρησιμοποιείται για το άρωμα του βουτύρου, έχουν γίνει γνωστές οι εξής κατηγορίες καλλιέργειών:

- α) Η κατηγορία Β, όταν για το άρωμα χρησιμοποιείται μόνο κάποιο είδος του γένους *Leuconostoc* (συνήθως χρησιμοποιείται ο *Leuconostoc cremoris*).
- β) Η κατηγορία D, όταν για το άρωμα χρησιμοποιείται κάποιο είδος του γένους *Streptococcus* και συνηθέστερα ο *Streptococcus lactis subsp. diacetylactis* και
- γ) Η κατηγορία BD, στην οποία συνδυάζονται οι δυο παραπάνω κατηγορίες μικροοργανισμών (Κεχαγιάς, 1997).

© Εισαγωγή στη βουτυροκάδη

Κατά την εισαγωγή της κρέμας στη βουτυροκάδη, προστίθεται νερό και ακολουθεί ανάδευσή τους. Η βίαιη ανατάραξη της κρέμας μέσα στη βουτυροκάδη λέγεται απόδαρση ή χτύπημα ή αλλιώς βουτυροποίηση επειδή έχει σαν αποτέλεσμα την μετατροπή της κρέμας σε βούτυρο.

Ο μηχανισμός μάλαξης της κρέμας στη βουτυροκάδη αποτελείται από δύο κυλίνδρους, με ραβδωτή επιφάνεια, οι οποίοι κινούνται αντίστροφα ο ένας ως προς τον άλλον, έτσι ώστε το βούτυρο να περνάει ανάμεσα από αυτούς και να μαλάσσεται (Κεχαγιάς, 1997).

Κατά τον συμβατικό τρόπο απόδαρσης της κρέμας, επιδιώκεται: α) η ολοκλήρωση της διαδικασίας της απόδαρσης σε 30-45 λεπτά, β) η μικρότερη, κατά το δυνατό, περιεκτικότητα λίπους στο βουτυρόγαλα και γ) η παραλαβή βουτύρου επιθυμητής συνεκτικότητας. Για να επιτευχθούν όλα τα παραπάνω, παίζουν ρόλο διάφοροι παράγοντες όπως είναι: i) το μέγεθος του λιποσφαιρίου, ii) η λιποπεριεκτικότητα, η οξύτητα και το ιξώδες της κρέμας, iii) η θερμοκρασία απόδαρσης, iv) η ταχύτητα περιστροφής της βουτυροκάδης καθώς επίσης και η εσωτερική της διαμόρφωση.

Στη συνέχεια, ακολουθεί η αποβολή του βουτυρογάλακτος, το πλύσιμο της κρέμας και η μάλαξή της (Ζερφυρίδης, 1996).

© Πλύσιμο κρέμας

Ο βασικός σκοπός του πλυσίματος της κρέμας, είναι η απομάκρυνση των υπολειμμάτων του βουτυρογάλακτος που υπάρχουν μεταξύ των κόκκων του βουτύρου και όχι η απομάκρυνση του βουτυρογάλακτος εντός των κόκκων. Παράλληλα, με το πλύσιμο της κρέμας επιτυγχάνεται: α) η διόρθωση τυχόν προβλημάτων συνεκτικότητας του βουτύρου και β) η μείωση της υπερβολικής οξύτητας που μπορεί να έχει το βούτυρο και συνεπώς η αύξηση του χρόνου διατήρησής του.

Επιπλέον, με την απομάκρυνση του νερού πλυσίματος απομακρύνονται και τυχόν δυσάρεστες οσμές και γεύσεις που ενδεχομένως να είχε η κρέμα.

Παρόλες τις επιθυμητές μεταβολές που επιφέρει το στάδιο αυτό, στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του βουτύρου, με το πλύσιμο ξεπλένονται, έστω και μερικώς, οι ουσίες της γεύσης και του αρώματος, με συνέπεια την μειωμένη γευστικότητα του βουτύρου, ενώ παράλληλα απομακρύνονται, κατά 25%, ουσίες όπως είναι η καζεΐνη, η λακτόζη και το γαλακτικό οξύ (Ζερφυρίδης, 1996).

Η διαδικασία του πλυσίματος του βουτύρου, συνήθως γίνεται δυο φορές.

© Ενοποίηση κόκκων με χτύπημα ή μάλαξη

Η μάλαξη πρέπει να γίνεται για τους εξής λόγους:

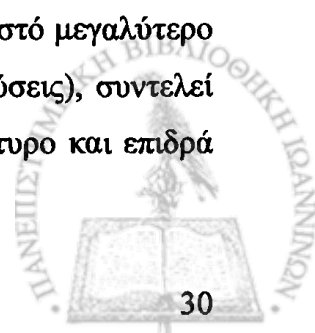
1. Συνενώνει τους κόκκους του βουτύρου σε μια συμπαγή μάζα, δίνοντάς του οριστική δομή.
2. Συντελεί στην τελική αποβολή των υπολειμμάτων βουτυρογάλακτος και νερού που παραμένουν ανάμεσα στους κόκκους του βουτύρου.
3. Συμβάλλει, καθοριστικά, στη ρύθμιση της υγρασίας του βουτύρου (σε περίπτωση που η υγρασία του είναι μικρότερη της κανονικής, μπορεί να προστεθεί νερό και με την μάλαξη να ενσωματωθεί στο βούτυρο).
4. Εκθλίβεται από τα λιποσφαίρια υγρό λίπος, με αποτέλεσμα το βούτυρο να γίνεται πιο μαλακό. Παράλληλα, συντελεί στο να μην υπάρχει κίνδυνος να σκληρύνει το βούτυρο κατά τη διατήρησή του υπό ψύξη.
5. Εξασφαλίζει την ομοιόμορφη κατανομή του αλατιού, στην περίπτωση του αλατισμένου βουτύρου.

Η διάρκεια της μάλαξης κυμαίνεται από 20 έως 40 λεπτά. Στο διάστημα αυτό, το βούτυρο, θα πρέπει να αποκτήσει την επιθυμητή υγρασία (<18%, σύμφωνα με τον Ελληνικό Κώδικα Τροφίμων και Ποτών) και την ομοιόμορφη κατανομή της στη μάζα του, χωρίς ορατές σταγόνες στην επιφάνειά του (Ζερφυρίδης, 1996).

© Προσθήκη αλατιού

Το αλάτι προστίθεται στο βούτυρο κατά την μάλαξη, προκειμένου να διανεμηθεί ομοιόμορφα. Συνήθως, έχει μορφή υδατικού διαλύματος ή λεπτής σκόνης (ώστε να λιώσει εύκολα) και θα πρέπει να είναι απαλλαγμένο από ανεπιθύμητη μικροχλωρίδα (παθογόνους μικροοργανισμούς), βαρέα μέταλλα και άλλες ξένες ουσίες ώστε να μην προκαλέσει αλλοιώσεις στο βούτυρο.

Ποσότητα αλατιού 1-2%, θεωρείται αποδεκτή από ευρωπαίους καταναλωτές. Ποσοστό μεγαλύτερο του 2%, δίνει πολύ αλμυρή γεύση (χωρίς να καλύπτει τις τυχόν ανεπιθύμητες γεύσεις), συντελεί στη δημιουργία μεγάλων σταγονιδίων νερού, στην αποβολή υγρασίας από το βούτυρο και επιδρά αρνητικά στη δομή του (Ζερφυρίδης, 1996).



© Συσκευασία βουτύρου

Το βούτυρο αμέσως μετά τη παραγωγή του και πριν ακόμη μαλακώσει υπερβολικά συσκευάζεται και μπαίνει στο ψυγείο ή στην κατάψυξη, προκειμένου να διατηρηθεί έως ότου καταναλωθεί. Σκοπός της συσκευασίας όλων των τροφίμων, κατά συνέπεια και του βουτύρου, είναι να προστατεύσει το προϊόν από κάθε είδους υποβάθμιση της ποιότητάς του (μικροβιολογική, χημική ή μηχανική), ώστε να φτάσει στον τελικό αποδέκτη (τον καταναλωτή) σε άριστη κατάσταση. Ταυτόχρονα, η συσκευασία πρέπει να αναγράφει όλες τις πληροφορίες που απαιτούνται από την αγορανομία και να είναι ελκυστική ώστε να προκαλέσει το ενδιαφέρον του καταναλωτή και τελικά να τον οδηγήσει στην αγορά του προϊόντος.

Επομένως, η ιδανική συσκευασία του βουτύρου θα πρέπει να έχει τις εξής ιδιότητες:

- ◆ Να μην εμποτίζεται από το βούτυρο, να μην διαβρώνεται από την οξύτητα και το αλάτι (που μπορεί να περιέχει) και να μην επηρεάζει και αλλοιώνει τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά και την υγιεινή κατάσταση του βουτύρου.
- ◆ Να είναι αδιάβροχη, ώστε να μην υπάρχει κίνδυνος απώλειας της υγρασίας και συνεπώς και απώλεια βάρους από το προϊόν.
- ◆ Να είναι αδιαπέραστη στο φως και το οξυγόνο, προκειμένου να διαφυλαχθεί το βούτυρο από οξειδωτική τάγγιση και διείδυση δυσάρεστων οσμών.
- ◆ Να έρχεται σε καλή επαφή με το βούτυρο, χωρίς να αφήνει κενά αέρα, ώστε να προστατεύει το προϊόν από το οξυγόνο και την επιφανειακή μικροβιακή ανάπτυξη.
- ◆ Να μην επιτρέπει επιμολύνσεις από μικροοργανισμούς.
- ◆ Να παρέχει μηχανική προστασία στο βούτυρο, ώστε να μην παραμορφώνεται όταν αυτό είναι μαλακό.
- ◆ Να είναι καθαρή, με ελκυστικά χρώματα και σχήματα, ώστε να προκαλεί το ενδιαφέρον του καταναλωτή και να τον οδηγεί να αγοράσει το προϊόν.
- ◆ Εκτός από τις πληροφορίες που απαιτούνται από τον αγορανομικό κώδικα, να δίνει επιπλέον πληροφορίες στον καταναλωτή π.χ. χάραξη γραμμών πάνω στη συσκευασία που αντιστοιχούν στην αποκοπή συγκεκριμένου βάρους από το περιεχόμενό της.
- ◆ Να είναι εύχρηστη, τόσο από την βιομηχανία (δηλαδή να προσφέρεται για γρήγορη μηχανική συσκευασία), όσο και από τον καταναλωτή (να μπορεί να την ανοίγει και να την κλείνει εύκολα).
- ◆ Να αποτελείται από οικολογικά υλικά, φιλικά προς το περιβάλλον.
- ◆ Να έχει χαμηλό κόστος.

Το νωπό βούτυρο συσκευάζεται, με τη βοήθεια ειδικών μηχανών, σε διάφορα μεγέθη συσκευασίας, ανάλογα με τον προορισμό του. Τα συνήθη μεγέθη συσκευασίας είναι: α) τα μικρά μεγέθη ή μιας μερίδας που ζυγίζουν 10-30 g, β) τα μεσαία μεγέθη, το βάρος των οποίων κυμαίνεται από 0,1-1 kg και γ) τα μεγάλα μεγέθη που συνήθως ζυγίζουν 2,5-5 kg.

Όσον αφορά τα υλικά συσκευασίας του βουτύρου, αυτά ποικίλλουν ανάλογα με το μέγεθος της συσκευασίας. Για τις μικρές συσκευασίες (<1 kg), χρησιμοποιείται αλουμινόφυλλο, εσωτερικά επικηρωμένο ή επενδυμένο με φύλλο κυτταρίνης ή πλαστικού. Καλό υλικό είναι και το παραφινωμένο χαρτί με εσωτερική επένδυση από πλαστικό. Μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν μόνο πλαστικές ύλες, με την προϋπόθεση ότι είναι σωστά πολυμερισμένες, ώστε να μην υπάρξει κίνδυνος μετανάστευσης πλαστικής ουσίας από την συσκευασία στο βούτυρο. Συνήθως, αυτές οι συσκευασίες τοποθετούνται σε χαρτοκιβώτια, προκειμένου να προστατευτεί το σχήμα τους κατά τη μεταφορά και τη διατήρησή τους στο ψυγείο.

Για τις μεγάλες συσκευασίες, των 2,5-5 kg, χρησιμοποιούνται χάρτινοι ή πλαστικοί περιέκτες ή μεταλλικοί περιέκτες, εσωτερικά λακαρισμένοι ή με άλλη επένδυση π.χ. παραφινωμένο χαρτί ή φύλλο πλαστικού, αφού έχει ληφθεί μέριμνα ώστε κατά τον πωματισμό της συσκευασίας να μην μένει κενός χώρος στην επιφάνεια και υπάρξει κίνδυνος οξείδωσης του προϊόντος.

Τέλος, οι ακόμα μεγαλύτερες συσκευασίες (25-50 kg) είναι συνήθως από πλαστικό ή μέταλλο ανάλογου πάχους και ανθεκτικότητας ή από ξύλο με εσωτερική επένδυση από υλικό ίδιο με εκείνο των μικρών συσκευασιών (Ζερφυρίδης, 1996).

© Συνθήκες διατήρησης & αποθήκευσης του βουτύρου

Οι συνθήκες διατήρησης του βουτύρου, σύμφωνα με τον Ελληνικό Κώδικα Τροφίμων και Ποτών φαίνονται στον Πίνακα 11.

Πίνακας 11: Συνθήκες διατήρησης βουτύρου

Θερμοκρασία σε °C	Διάρκεια	Παρατηρήσεις
-2 έως 4	30 ημέρες	από νωπή κρέμα
2 έως 4	3 μήνες	από παστεριωμένη κρέμα
-10 έως -8	14 μήνες	από παστεριωμένη κρέμα
-8 έως 2	18 μήνες	λιωμένο βούτυρο

* ΚΤΠ

Σε όλες τις περιπτώσεις, η σχετική υγρασία πρέπει να είναι 75-85%, έτσι ώστε να αποφευχθεί: α) η συσσώρευση υγρασίας στην επιφάνεια της συσκευασίας (με αποτέλεσμα να μην φαίνεται καθαρή)

και β) η διείδυση υγρασίας στα χαρτοκιβώτια, που περιέχουν τις επιμέρους συσκευασίες, ώστε να μην χάσουν την μηχανική τους αντοχή. Κατά τις δύο πρώτες μέρες αποφεύγεται το στοίβαγμα των χαρτοκιβωτίων, προκειμένου να σκληρύνει το βούτυρο κατά την ψύξη του και να αποκτήσει αντοχή στις παραμορφώσεις του σχήματός του.

Ο χρόνος διατήρησης του βουτύρου φαίνεται να έχει σχέση με το μέγεθος της συσκευασίας του. Έτσι, σε θερμοκρασία $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$, η συσκευασία των 25 kg διατηρείται για 4-10 μήνες, εκείνη των 2,5 kg για 2 μήνες και η συσκευασία μερίδας διατηρείται 1 μήνα. Στις ΗΠΑ, η θερμοκρασία των $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ θεωρείται ιδανική για τη διατήρηση του βουτύρου, επειδή σε τόσο χαμηλή θερμοκρασία ελαχιστοποιούνται οι κίνδυνοι μικροβιακής ανάπτυξης, υδρόλυσης ή οξείδωσης του λίπους, ενώ η απώλεια γευστικών χαρακτηριστικών είναι ελάχιστη. Επειδή η εν λόγω θερμοκρασία είναι πολύ χαμηλή, αυτή που συνήθως εφαρμόζεται είναι $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Μετά την εξαγωγή του βουτύρου από την κατάψυξη, η διατήρησή του στην θερμοκρασία ψυγείου διαρκεί 2-3 εβδομάδες, διότι οι βραδείες οξειδώσεις κατά την κατάψυξη επιτυγχάνονται μόλις ανέβει η θερμοκρασία.

Κατά τη διατήρηση του βουτύρου στην κατάψυξη οι αρωματικές ουσίες; διακετύλιο και ακετοΐνη ελαττώνονται και τελικά εξαφανίζονται. Επομένως, το φρέσκο βούτυρο είναι πιο ευχάριστο γευστικά από το διατηρημένο (Ζερφυρίδης, 1996).

4.8.6 Ποιοτικός έλεγχος βουτύρου

Ο έλεγχος της ποιότητας του βουτύρου θα πρέπει να γίνεται βάσει των οργανοληπτικών του χαρακτηριστικών και να περιλαμβάνει όλες εκείνες τις αναλύσεις και τους ελέγχους, προκειμένου να εξασφαλιστεί ότι το τελικό προϊόν, ανταποκρίνεται αφενός σε κάποια μικροβιολογικά και αφετέρου σε ορισμένα φυσικοχημικά δεδομένα. Για να θεωρηθεί πλήρης ο ποιοτικός έλεγχος του βουτύρου, θα πρέπει να περιλαμβάνει τόσο την μακροσκοπική όσο και την μικροβιολογική και χημική του εξέταση (Ζερφυρίδης, 1996).

4.8.6.1 Μακροσκοπικός έλεγχος ή οργανοληπτική εξέταση βουτύρου.

Η οργανοληπτική εξέταση των τροφίμων περιλαμβάνει τον έλεγχο εκείνων των ιδιοτήτων τους, οι οποίες γίνονται αντιληπτές από τις ανθρώπινες αισθήσεις δηλαδή από τη γεύση, την οσμή, την όραση και την αφή. Τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του βουτύρου που εκτιμώνται κατά τον μακροσκοπικό του έλεγχο, φαίνονται στον Πίνακα 12, που ακολουθεί.

Πίνακας 12: Οργανοληπτικά χαρακτηριστικά βουτύρου που εκτιμώνται κατά την οργανοληπτική του εξέταση

Οργανοληπτικά Χαρακτηριστικά	Βαθμολογία (μέγιστη)
Γεύση & Άρωμα	5
Δομή & Υφή	3
Χρώμα	1
Συσκευασία	1
Σύνολο	10

Σ' αυτά συμπεριλαμβάνεται και το αλάτι, προκειμένου για αλατισμένο βούτυρο. Το ύψος της βαθμολογίας του κάθε χαρακτηριστικού, διαφέρει από χώρα σε χώρα, ακόμη και μεταξύ βιομηχανιών.

Τρόπος βαθμολογίας:

Για να εξεταστεί το βούτυρο ως προς τη γεύση και το άρωμα, θα πρέπει η θερμοκρασία του να είναι 15 °C. Για το λόγο αυτό, το εξεταζόμενο δείγμα θα πρέπει να βγαίνει από το ψυγείο και να παραμένει σε θερμοκρασία δωματίου τουλάχιστον για 15-20 λεπτά πριν την έναρξη της οργανοληπτικής εξέτασής του .

Συνήθως, βαθμολογούνται πρώτα τα εύκολα χαρακτηριστικά (δομή, υφή, χρώμα) και στο τέλος η γεύση όπου συγκεντρώνει την μεγαλύτερη προσοχή. Εάν το εξεταζόμενο δείγμα είναι μικρό, τότε γίνεται μια τομή ώστε να παρατηρηθεί η δομή-υφή, το χρώμα και η εμφάνιση. Εάν πάλι είναι μεγάλο, εξάγονται, με τη βοήθεια δειγματολήπτη, ένα ή περισσότερα δείγματα, τα οποία φέρονται στην μύτη για όσφρηση, αποκόπτεται από αυτά ένα κομμάτι και γίνονται, τόσο για το σύνολο του δείγματος όσο και για την τομή του, οι παρακάτω παρατηρήσεις:

- ✓ **Δομή & Υφή:** Η δομή/ υφή μπορεί να παρουσιάζει διάφορα σφάλματα όπως: μπορεί να είναι υπερβολικά μαλακή ή υπερβολικά σκληρή, εύθραυστη, ελαιώδης ή κοκκώδης. Για την αξιολόγηση της δομής/ υφής παρατηρείται το δείγμα και στη συνέχεια πιέζεται με το δάχτυλο ώστε να εκτιμηθεί η σκληρότητά του. Ακολουθώντας, κόβεται, με το δάχτυλο, ένα κομμάτι, το οποίο φέρεται στο στόμα. Η εκτίμηση συνεχίζεται κατά τη διάρκεια που το βούτυρο λιώνει με τη μάσηση. Έτσι ολοκληρώνεται η εικόνα της συνεκτικότητας και της ομοιομορφίας της μάζας. Όταν το βούτυρο είναι αλατισμένο, θα πρέπει το αλάτι να έχει λιώσει καλά και να μην γίνεται αντιληπτό στη γλώσσα υπό μορφή κόκκων. Συνήθως για σφάλματα στη δομή αφαιρούνται 0,1-0,5 βαθμοί.

- ✓ **Χρώμα:** Το χρώμα πρέπει να είναι ομοιόμορφο. Ελαφρές, δυσδιάκριτες ή κατά τόπους αποχρώσεις είναι ανεκτές. Οι έντονες υποδηλώνουν ότι το βούτυρο έχει υπολείμματα βουτυρογάλακτος, άρα δεν πλύθηκε σωστά και η μάλαξή του ήταν ελλιπής. Συνήθως αφαιρείται ένας βαθμός.
- ✓ **Συσκευασία:** Η συσκευασία πρέπει να είναι καθαρή, εμφανίσιμη και να προσελκύει τον καταναλωτή να αγοράσει το προϊόν. Η θέα του βουτύρου, μετά το άνοιγμα της συσκευασίας, πρέπει να είναι ευχάριστη και να δημιουργεί, στον καταναλωτή, τη διάθεση να το δοκιμάσει. Συσκευασίες με αποτυπώματα δακτύλων, υπολείμματα βουτύρου ή άλλες ακαθαρσίες, επιφέρουν την αφαίρεση ενός βαθμού κατά την οργανοληπτική εξέταση του προϊόντος.
- ✓ **Γεύση & Άρωμα:** Η εξέταση του δείγματος ως προς τη γεύση γίνεται φέροντας στο στόμα ένα κομμάτι βουτύρου 1-2 g, το οποίο πιέζεται με τη γλώσσα, μασιέται μέχρι να λιώσει, φέρεται στον ουρανίσκο και τελικά αποβάλλεται. Το βούτυρο πρέπει να έχει λεπτό άρωμα και η γεύση του να είναι ελαφριά, γλυκιά, καθαρή, ευχάριστη και να δημιουργεί τη διάθεση για περισσότερη κατανάλωση. Οι έντονες γεύσεις (ξινή, πικρή, τυρώδης, αλκαλική, μεταλλική κ.α.) συνήθως υποδηλώνουν σφάλματα γεύσης. Με μέγιστη βαθμολογία το 5, βούτυρο που βαθμολογείται με 4,4-5 βαθμούς μπορεί να χαρακτηριστεί ως «εξαιρετικής ποιότητας ή άριστο», χωρίς να αναφέρεται κριτική περί σφαλμάτων. Με βαθμολογία μικρότερη των 4,4 βαθμών πρέπει να αναφερθούν τα σφάλματα και πιο συγκεκριμένα:
 - με βαθμολογίες 4,4-5,0 το βούτυρο θεωρείται «Πολύ καλό»,
 - με βαθμολογίες 4,0-4,4 το βούτυρο χαρακτηρίζεται «Καλό» και μπορεί να παρουσιάζει μικρά – επουσιώδη σφάλματα γεύσης όπως να είναι ελαφρά ξινό ή θερμασμένο ή μπαγιάτικο,
 - με βαθμολογίες 3,5-4,0 το βούτυρο είναι έντονα ξινό ή ελαφρά οξειδωμένο, οπότε χαρακτηρίζεται «Μέτριο»,
 - με βαθμολογίες 3,0-3,5 το βούτυρο έχει σαφώς ταγγή γεύση, γεύση ψαριού σκόρδου κλπ, οπότε χαρακτηρίζεται «Ανεκτό»,
 - και τέλος με βαθμολογίες <3,0 το βούτυρο μπορεί να χαρακτηριστεί «Μη Αποδεκτό» και συνήθως χρησιμοποιείται για την παραγωγή λιωμένου βουτύρου.

4.8.6.2 Εργαστηριακός έλεγχος βουτύρου

Ο εργαστηριακός έλεγχος του βουτύρου περιλαμβάνει μικροβιολογικές και χημικές αναλύσεις προκειμένου να διαπιστωθεί ότι το τελικό προϊόν είναι σύμφωνο με την εθνική και κοινοτική

νομοθεσία και κατά συνέπεια η κατανάλωση του δεν εγκυμονεί κινδύνους για την υγεία του καταναλωτή. Πιο αναλυτικά:

4.8.6.2.1 Μικροβιολογικές αναλύσεις βουτύρου

Το βούτυρο, όπως όλα τα είδη που προορίζονται για ανθρώπινη κατανάλωση, δεν θα πρέπει να φέρει παθογόνα βακτήρια (δηλαδή επικίνδυνο μικροβιακό φορτίο) που μπορεί να βλάψουν την υγεία του καταναλωτή. Το βούτυρο που παρασκευάζεται από απαστερίωτη κρέμα μπορεί να περιέχει όλα τα είδη μικροοργανισμών που περιέχονται στο γάλα και μάλιστα σε μεγαλύτερο ποσοστό. Κατά συνέπεια το βούτυρο αυτό είναι επικίνδυνο για τη δημόσια υγεία, καθώς μπορεί να μεταδώσει στον άνθρωπο τις λεγόμενες ζωοανθρωπονόσους νόσους όπως είναι η βρουκέλλωση και η φυματίωση.

Όταν το βούτυρο προέρχεται από παστεριωμένη κρέμα είναι απαλλαγμένο από παθογόνους μικροοργανισμούς. Ωστόσο, κίνδυνοι επιμόλυνσής του εξακολουθούν να υπάρχουν και κατά τον μετέπειτα χειρισμό της κρέμας και του βουτύρου. Για το λόγο αυτό θα πρέπει να ληφθεί μέριμνα ώστε να αποφευχθούν επιμολύνσεις.

Τη συνήθη μικροβιολογική χλωρίδα του βουτύρου, την αποτελούν διάφορα είδη των γενών *Bacillus*, *Clostridium* ή ορισμένα είδη οξυγαλακτικών βακτηρίων. Επίσης, ανευρίσκονται και μη θερμοάντοχα είδη που μπορεί να επιμολύνουν το βούτυρο στα διάφορα στάδια επεξεργασίας της παστεριωμένης κρέμας και τα οποία προέρχονται από τη σκόνη του περιβάλλοντος (αέρα) ή/και το νερό. Κυρίως, ανευρίσκονται είδη όπως *Pseudomonas*, *Achromobacter* και *Flavobacterium* καθώς και είδη ζυμών και μυκήτων, ωστόσο ο πληθυσμός τους είναι σχετικά μικρός όταν εφαρμόζονται οι κανόνες «ορθής βιομηχανικής πρακτικής». Σε διαφορετική περίπτωση, οι επιμολύνσεις είναι μεγάλες και το προϊόν υποβαθμίζεται γρήγορα.

Μια ακόμη σημαντική πηγή μόλυνσης του βουτύρου με ψυχρόφιλα είδη, είναι και το νερό της έκπλυσης. Για το λόγο αυτό, το νερό που χρησιμοποιείται στο πλύσιμο των σκευών και των μηχανημάτων καθώς και στην έκπλυση του βουτύρου, θα πρέπει να είναι της ίδιας μικροβιολογικής ποιότητας με το πόσιμο (Μάντης, 2000).

Η επιβεβαίωση της παρασκευής βουτύρου, υπό υγιεινές συνθήκες, γίνεται με: i) τη δοκιμή της φωσφατάσης, η οποία πρέπει να είναι αρνητική προκειμένου να επιβεβαιωθεί ότι η παστερίωση έγινε σωστά και ii) με την μικροβιολογική εξέταση του βουτύρου, πριν αυτό διατεθεί στην αγορά .

Τα μικροβιολογικά κριτήρια ποιότητας του βουτύρου παρουσιάζονται στον Πίνακα 13.

Πίνακας 13: Μικροβιολογικά κριτήρια ποιότητας του βουτύρου

Ομάδα μικροοργανισμών	Βούτυρο νωπό και λοιπά είδη cfu/g	Βούτυρο τηγμένο cfu/g
Ολική Μεσόφιλη Χλωρίδα	30.000 κατά την παραγωγή 50.000 κατά τη διακίνηση	1000
Εντεροβακτήρια	10	1
Ζύμες & Μύκητες	100	10
Σαλμονέλλα	Απουσία σε 25 g	
Δοκιμή φωσφατάσης	Αρνητική	

* Ζερφυρίδης, 1996

Παρατηρήσεις:

- Η μέτρηση της ολικής μεσόφιλης χλωρίδας είναι περιττή στην περίπτωση που για την παρασκευή του βουτύρου προστέθηκε καλλιέργεια για βιολογική ωρίμανση.
- Ο προσδιορισμός των Εντεροβακτηρίων αποτελεί δείκτη καθαριότητας του χώρου όπου παρασκευάζεται το προϊόν.
- Η αρίθμηση ζυμών και μυκήτων είναι σημαντική καθώς μπορεί να χρησιμεύσει για τον καθορισμό του μικροβιολογικού ορίου αλλοίωσης του βουτύρου.
- Η σαλμονέλλα είναι παθογόνος για τον άνθρωπο, συνεπώς ως αποδεκτό όριο θεωρείται η απουσία της στα 25 g.

Σύμφωνα με τον Κανονισμό 2073/2005 της Επιτροπής της 15^{ης} Νοεμβρίου 2005 περί μικροβιολογικών κριτηρίων για τα τρόφιμα, τα μικροβιολογικά κριτήρια για το βούτυρο και την κρέμα από νωπό γάλα ή γάλα που έχει υποστεί επεξεργασία σε θερμοκρασία χαμηλότερη από αυτή της παστερίωσης, παρουσιάζονται στον Πίνακα 14, που ακολουθεί.

Πίνακας 14: Μικροβιολογικά κριτήρια βουτύρου, σύμφωνα με τον Καν 2073/2005

Είδος Μικροοργανισμού	Πλάνο δειγματοληψίας ⁽¹⁾		Όρια ⁽²⁾		Στάδιο στο οποίο εφαρμόζεται το κριτήριο	Μέτρα σε περίπτωση μη ικανοποιητικών αποτελεσμάτων
	N	C	M	M		
<i>E. coli</i> ⁽²⁾	5	2	10 cfu/g	100 cfu/g	Τέλος της διαδικασίας παρασκευής	Βελτιώσεις στην υγιεινή της παραγωγής και στην επιλογή των πρώτων υλών.

* eur-lex

⁽¹⁾ n = αριθμός μονάδων δειγματοληψίας που αποτελούν το δείγμα,

c = αριθμός μονάδων δειγματοληψίας με τιμές μεταξύ m και M,

⁽²⁾ *E.coli*: εδώ χρησιμοποιείται ως δείκτης του επιπέδου υγιεινής.

4.8.6.2.2 Χημικές αναλύσεις βουτύρου

Οι χημικές αναλύσεις που γίνονται στο βούτυρο αποσκοπούν στο να διαπιστωθεί αν το τελικό προϊόν έχει υγρασία και λίπος σύμφωνα με τα αγορανομικά δεδομένα, καθώς και για τη διαπίστωση νοθείας όπως προσθήκη λίπους άλλης προέλευσης ή την ύπαρξη ουσιών που απαγορεύονται (π.χ. συντηρητικά, χρωστικές κ.α.)

Επομένως, το εργαστήριο ποιοτικού ελέγχου της βιομηχανίας θα πρέπει να έχει κατάλληλο εξοπλισμό για τον προσδιορισμό της υγρασίας, του λίπους, του αλατιού του βουτύρου (εφόσον παράγει αλατισμένο βούτυρο) καθώς και συσκευή μέτρησης pH. Άλλες αναλύσεις (π.χ. αριθμός υπεροξειδίων, ΣΥΑΛ) αποτελούν αντικείμενο εξειδικευμένων εργαστηρίων ελέγχων ποιότητας (Ζερφυρίδης, 1996).

Στον Πίνακα 15, δίνονται κάποιες νομοθετημένες απαιτήσεις για τη σύσταση και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του βουτύρου της Ευρωπαϊκής Κοινότητας.

Πίνακας 15: Νομοθετημένες απαιτήσεις για το βούτυρο της Ευρωπαϊκής Ένωσης

Ποσοστό	ΣΥΑΛ μέγιστο	Υγρασία μέγιστη	pH (από γλυκεία κρέμα)	pH (από ώριμη κρέμα)	Ελεύθερα λιπαρά οξέα (% ελαϊκό)	Δοκιμή φωσφατάσης	Εξουδετερωτικά συντηρητικά, αντιοξειδωτικά	Γεύση, οσμή	Εμφάνιση, υφή, κατανομή ύδατος
(%)	2 (%)	16 (%)	6.0-6.7	4.5-5.5	0.35	Αρνητική	Απόντα	Απουσία ξένων οσμών	Απουσία ελαττωμάτων

*Μαρτίνου-Βουλασίκη Ιωάννα (2002)

4.8.7 Παράγοντες που υποβαθμίζουν την ποιότητα του βουτύρου

Οι κυριότεροι παράγοντες που υποβαθμίζουν την ποιότητα του βουτύρου είναι:

- Η οξείδωση: αποτελεί την πιο συχνή αλλοίωση του βουτύρου. Με την οξείδωση, τα ακόρεστα λιπαρά οξέα μετατρέπονται, με αλυσιδωτές αντιδράσεις, σε υπεροξείδια, οξείδια, ακετόνες, αλδεΐδες, αλκοόλες κ.λπ., που δίδουν στο βούτυρο «ελαιώδη» γεύση. Μερικοί παράγοντες που συντελούν στην παρεμπόδιση ή την επιβράδυνση της οξείδωσης είναι η χαμηλή θερμοκρασία, η απουσία αέρα, η απουσία ηλιακού φωτός, το υψηλό pH, η απουσία μετάλλων (Cu, Fe) κ.λπ.
- Η λιπόλυση ή υδρόλυση του λίπους: προκαλείται από τη δράση λιπολυτικών ενζύμων (λιπάσες). Με τη λιπόλυση αυξάνεται η ολική οξύτητα του βουτύρου λόγω της απελευθέρωσης λιπαρών οξέων, τα οποία προσδίδουν στο βούτυρο ταγγή γεύση που κεντρίζει τον φάρυγγα. Οι λιπάσες, που φυσιολογικά υπάρχουν στο γάλα, καταστρέφονται με την παστερίωση της κρέμας γεγονός που δεν ισχύει για τις λιπάσες μικροβιακής

προέλευσης, οι οποίες δεν αδρανοποιούνται ακόμα κι αν οι μικροοργανισμοί από τους οποίους έχουν παραχθεί έχουν καταστραφεί. Μπορούν επομένως να μεταφερθούν, στη δραστική τους μορφή, στα γαλακτοκομικά προϊόντα και να προκαλέσουν αποικοδόμηση του λίπους κατά τη διάρκεια αποθήκευσής τους. (Deeth & Fitz-Gerald, 1976). Παράγοντες που παρεμποδίζουν τη δράση των λιπολυτικών ενζύμων είναι η χαμηλή θερμοκρασία αποθήκευσης, απουσία φωτός και μετάλλων, η καλή διασπορά της υγρασίας και του αλατιού στο βούτυρο κ.α.

- Οι μικροοργανισμοί: ως παράγοντας υποβάθμισης της ποιότητας του βουτύρου είναι μικρότερης σημασίας εφόσον η πρώτη ύλη είναι καλής ποιότητας, η παστερίωση γίνει σωστά και οι συνθήκες υγιεινής των εγκαταστάσεων της βιομηχανίας είναι οι ενδεδειγμένες, οπότε δεν δημιουργούνται προβλήματα από επιμολύνσεις.

4.8.8 Ελαττώματα – Αλλοιώσεις βουτύρου

Τα ελαττώματα-αλλοιώσεις στο βούτυρο είναι διάφορα σφάλματα που προκαλούνται κατά την διαδικασία παραγωγής και διατήρησής του και διακρίνονται στις εξής κατηγορίες:

4.8.8.1 Αλλοιώσεις χρώματος

Το βούτυρο μπορεί να εμφανίσει μέτριες ή ακόμα και έντονες μεταβολές του χρώματός του, οι οποίες μπορεί να οφείλονται:

- Σε χρωμογόνα βακτήρια (π.χ. *Pseudomonas aeruginosa serratia sp.*, *Micrococcus roseus* κ.α.) που παράγουν διάφορες χρωστικές ουσίες, οι οποίες διαχέονται γύρω από το σημείο που πολλαπλασιάζονται τα βακτήρια, οπότε η ανώμαλη χρώση παίρνει την μορφή κηλίδων.
- Σε μύκητες που σχηματίζουν έγχρωμο μικκύλιο. Για παράδειγμα, οι *Aspergillus niger* και *Penicillium sp.*, σχηματίζουν μελανό και πράσινο μικκύλιο, αντίστοιχα.
- Σε τάγγιση ή στεάτωση, οπότε το χρώμα μεταβάλλεται κατά περιοχές.
- Σε κακή μάλαξη, η οποία δημιουργεί περιοχές με διαφορετική απόχρωση.
- Σε υπερβολική ποσότητα ή κακή ανάμιξη πρόσθετης χρωστικής (Μάντης, 2000).

4.8.8.2 Σφάλματα δομής και υφής

Τα σφάλματα δομής και υφής που παρατηρούνται στο βούτυρο είναι τα εξής:

- ✖ **Σταγονίδια νερού**: Κατά την πίεση του δείγματος δεν θα πρέπει αυτό να αποβάλλει υγρά. Σε περίπτωση που παρουσιάζει σταγονίδια, θα πρέπει να είναι καθαρά και όχι

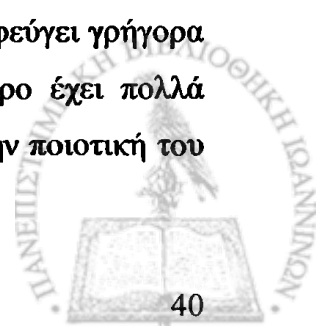
γαλακτόχρωα, γεγονός που σημαίνει ότι υπάρχουν υπολείμματα βουτυρογάλακτος και άρα η πλύση και η μάλαξη δεν έγιναν σωστά.

- ✖ **Εύθρυπτο- Κοκκώδες:** Βούτυρο με τεμαχίδια που δεν συγκολλάνε, καθώς επίσης βούτυρο που παρουσιάζει ανώμαλη επιφάνεια όταν κοπεί ή δεν αλείφεται καλά, δεν έχει ωριμάσει σωστά ή δεν ήταν σωστή η θερμοκρασία απόδαρσης. Το σφάλμα αυτό μπορεί επίσης να οφείλεται σε απότομη ψύξη κατά το πλύσιμο και τη μάλαξη ή ακόμη και σε υψηλή οξύτητα της κρέμας.
- ✖ **Αμμώδες:** Οφείλεται σε ιζηματοποίηση του καζεϊνικού ασβεστίου κατά την εξουδετέρωση της όξινης κρέμας με άλατα ασβεστίου. Ωστόσο μπορεί και να οφείλεται στην ελλιπή μάλαξη ή στη μη έγκυρη προσθήκη του αλατιού (προκειμένου για αλατισμένο βούτυρο) κατά την μάλαξη, με αποτέλεσμα να μην λιώσουν καλά οι κόκκοι του αλατιού.
- ✖ **Κολλώδες, μαστιχοειδές:** Το σφάλμα αυτό (το βούτυρο κολλά στο στόμα) παρατηρείται όταν το βούτυρο που μαλάσσεται είναι κοκκώδες ή έχει υποστεί υπερβολική μάλαξη. Συνήθως παρατηρείται τους χειμερινούς μήνες.
- ✖ **Ελαιώδες – μαλακό:** Οφείλεται σε ανώμαλη κρυστάλλωση κατά την φάση της ωρίμανσης της κρέμας, οπότε παρατηρείται σχηματισμός μικρού αριθμού μεγάλων κρυστάλλων τριγλυκεριδίων με αποτέλεσμα το μεγαλύτερο μέρος του λίπους να παραμένει σε συνεχή φάση και κατά συνέπεια το παραγόμενο βούτυρο να είναι πολύ μαλακό. Ωστόσο, αν παρατηρηθεί ρευστοποίηση του βουτύρου, τότε αυτή οφείλεται σε επιμόλυνση οφειλόμενη σε μικροβιακή ανάπτυξη.
- ✖ **Αδύνατο – ρευστό:** Στην περίπτωση αυτή, το βούτυρο μαλακώνει εύκολα στην κοινή θερμοκρασία. Το σφάλμα αυτό οφείλεται σε μη εφαρμογή φυσικής ωρίμανσης, σε ανεπαρκή ψύξη κατά την απόδαρση ή σε πλύσιμο και μάλαξη σε υψηλή θερμοκρασία.

Από τα παραπάνω γίνεται αντιληπτό ότι τα περισσότερα σφάλματα δομής και υφής μπορούν να αποφευχθούν με κατάλληλη ρύθμιση της θερμοκρασίας της κρέμας (πριν από την απόδαρση) και του βουτύρου κατά το πλύσιμο και τη μάλαξη (Ζερφυρίδης, 1996).

4.8.8.3 Σφάλματα γεύσης και αρώματος

Οι αρωματικές ουσίες του βουτύρου είναι το διακετύλιο και η ακετοΐνη, η παρουσία των οποίων δίνει στο βούτυρο την ευχάριστη γεύση και την φρεσκάδα του. Ωστόσο, το άρωμα φεύγει γρήγορα με αποτέλεσμα να χάνεται το πλεονέκτημα του φρέσκου προϊόντος. Το βούτυρο έχει πολλά σφάλματα γεύσης τα οποία μπορεί να εμφανίζονται ταυτόχρονα, συμβάλλοντας στην ποιοτική του υποβάθμιση. Μερικά από αυτά είναι:



- ✱ **Μειωμένη γεύση:** Το βούτυρο δεν έχει την ελαφριά και ευχάριστη χαρακτηριστική γεύση. Αντίθετα η γεύση του είναι «λίγη» και άτονη. Η *μειωμένη γεύση* του βουτύρου οφείλεται στην έλλειψη βιολογικής ωρίμανσης της κρέμας, την υπερβολική εξουδετέρωση της όξινης κρέμας ή το υπερβολικό πλύσιμο με το οποίο απομακρύνονται οι ουσίες της γεύσης και του αρώματος. Στο σφάλμα αυτό μπορεί και να οφείλεται η εμφάνιση και άλλων ανώμαλων γεύσεων μελλοντικά.
- ✱ **Ξινή:** Η ξινή γεύση του βουτύρου οφείλεται στην ξινή και χωρίς επαρκή εξουδετέρωση κρέμα, σε υπολείμματα βουτυρογάλακτος ή και σε μικροβιακή ανάπτυξη.
- ✱ **Πικρή:** Η πικράδα του βουτύρου μπορεί να οφείλεται στην ύπαρξη πρωτεολυτικών ζυμών στην κρέμα, στην παρουσία μαγνησίου και οξειδίου του σιδήρου στο αλάτι, καθώς και σε πικρό γάλα είτε λόγω τέλους της γαλακτικής περιόδου είτε λόγω κατανάλωσης από το ζώο πικρών τροφών (π.χ. μηδική, βίκος, αψιάνθος).
- ✱ **Ταγγή γεύση:** Η αλλοίωση αυτή μπορεί να οφείλεται: i) στην οξείδωση των ακόρεστων λιπαρών οξέων με αποτέλεσμα τη δημιουργία υπεροξειδίων, οξειδίων, κετονών, αλδεϋδών, αλκοολών κ.λ.π. που προσδίδουν τη ταγγή γεύση και ii) στην υδρόλυση του λίπους, που προκαλείται από τις λιπάσες οι οποίες είναι ένζυμα που είτε προέρχονται από το γάλα, είτε παράγονται από διάφορα είδη λιπολυτικών ψυχρότροφων βακτηρίων (π.χ. *Pseudomonas fluorescens*, *Pseudomonas fragi*, *Serratia marcescens*) ή ζυμών και μυκήτων και οδηγεί στην παραγωγή λιπαρών οξέων μικρού μοριακού βάρους (π.χ. βουτυρικό οξύ) που δίνουν στο βούτυρο την χαρακτηριστική ταγγή γεύση.
- ✱ **Ζυμώδης, ακάθαρτη γεύση ή γεύση μούχλας:** Τέτοιου είδους ανώμαλες γεύσεις στο βούτυρο προέρχονται από κρέμα που αποθηκεύτηκε σε ακάθαρτο περιβάλλον που ευνοεί την μικροβιακή ανάπτυξη.
- ✱ **Γεύση φρούτου:** Παλιό βούτυρο που έχει υποστεί μικροβιακές ζυμώσεις ή βούτυρο από παλιά κρέμα μπορεί να έχει αυτού του είδους την γεύση.
- ✱ **Τροφής και ειδικών χόρτων:** Ορισμένες τροφές (π.χ. σκόρδο, κρεμμύδι) δίνουν στο γάλα και κατά συνέπεια στην κρέμα και στο βούτυρο την μυρωδιά και την γεύση τους.
- ✱ **Ψαρίλας:** Η υψηλή οξύτητα στην κρέμα και το βούτυρο, η προσθήκη αλατιού σε μεγάλη ποσότητα, καθώς και η υπερβολική μάλαξη ευνοούν τη διάσπαση της λεκιθίνης και την παραγωγή τριμεθυλαμίνης, στην οποία οφείλεται η γεύση ψαριού.
- ✱ **Γεύση χλωρίνης:** Μπορεί να προέλθει από τα προϊόντα που χρησιμοποιούνται για την απολύμανση των σκευών και των μηχανημάτων.
- ✱ **Οσμή πετρελαίου, βενζίνης:** Συνήθως οφείλονται σε τυχαία μόλυνση των δοχείων της κρέμας.

- ✱ **Τυρώδης γεύση:** Οφείλεται σε ατελή έκπλυση του βουτύρου οπότε παρατηρείται κατακράτηση αυξημένης ποσότητας καζεϊνών.
- ✱ **Μπαγιάτικη γεύση:** Η ανώμαλη αυτή γεύση οφείλεται σε μπαγιάτικη κρέμα ή στη διατήρηση του βουτύρου σε θερμοκρασία μεγαλύτερη των 15 °C και για μεγάλο χρονικό διάστημα.
- ✱ **Γεύση αλκαλική ή γεύση σαπουνιού:** Οφείλεται στην υπερβολική εξουδετέρωση της οξύτητας της κρέμας.
- ✱ **Θερμασμένη, βρασμένη ή γεύση καμένου:** Η γεύση αυτή οφείλεται στην υπερβολική θέρμανση της κρέμας κατά την παστερίωση. Συνήθως εξαφανίζεται κατά τη διατήρηση του βουτύρου.
- ✱ **Γεύση μεταλλική:** Η παρατεταμένη επαφή της κρέμας με μέταλλα (π.χ. σίδηρος, χαλκός) επιταχύνουν τις οξειδώσεις παρουσία οξυγόνου και δίνουν στο βούτυρο μεταλλική γεύση.
- ✱ **Οσμή στάβλου, σκευών ή αγελάδας:** Οι μυρωδιές αυτές μπορεί να μεταφερθούν στο βούτυρο από το γάλα, το οποίο είναι ένα προϊόν που απορροφά εύκολα μυρωδιές από το περιβάλλον.
- ✱ **Στεατώδη, λιπώδης ή ελαιώδης γεύση:** Οφείλεται στην οξείδωση των ακόρεστων λιπών (π.χ. του ελαϊκού οξέος) από το οξυγόνο (Ζερφυρίδης, 1996).

- ✱ **Τυρώδης γεύση:** Οφείλεται σε ατελή έκπλυση του βουτύρου οπότε παρατηρείται κατακράτηση αυξημένης ποσότητας καζεϊνών.
- ✱ **Μπαγιάτικη γεύση:** Η ανώμαλη αυτή γεύση οφείλεται σε μπαγιάτικη κρέμα ή στη διατήρηση του βουτύρου σε θερμοκρασία μεγαλύτερη των 15 °C και για μεγάλο χρονικό διάστημα.
- ✱ **Γεύση αλκαλική ή γεύση σαπουνιού:** Οφείλεται στην υπερβολική εξουδετέρωση της οξύτητας της κρέμας.
- ✱ **Θερμασμένη, βρασμένη ή γεύση καμένου:** Η γεύση αυτή οφείλεται στην υπερβολική θέρμανση της κρέμας κατά την παστερίωση. Συνήθως εξαφανίζεται κατά τη διατήρηση του βουτύρου.
- ✱ **Γεύση μεταλλική:** Η παρατεταμένη επαφή της κρέμας με μέταλλα (π.χ. σίδηρος, χαλκός) επιταχύνουν τις οξειδώσεις παρουσία οξυγόνου και δίνουν στο βούτυρο μεταλλική γεύση.
- ✱ **Οσμή στάβλου, σκευών ή αγελάδας:** Οι μυρωδιές αυτές μπορεί να μεταφερθούν στο βούτυρο από το γάλα, το οποίο είναι ένα προϊόν που απορροφά εύκολα μυρωδιές από το περιβάλλον.
- ✱ **Στεατώδη, λιπώδης ή ελαιώδης γεύση:** Οφείλεται στην οξείδωση των ακόρεστων λιπών (π.χ. του ελαϊκού οξέος) από το οξυγόνο (Ζερφυρίδης, 1996).

Δεύτερο Μέρος

Εκτέλεση πειράματος & Καταγραφή των αποτελεσμάτων



5 Σκοπός της εργασίας

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η μελέτη της επίδρασης του φωτός, της αλάτισης καθώς και του συνδυασμού τους στον χρόνο ζωής φρέσκου βουτύρου αγελάδας που διατηρήθηκε υπό ψύξη ($2-4^{\circ}\text{C}$), για χρονικό διάστημα τριών μηνών.

Για την εκπόνηση της παρούσας εργασίας μελετήθηκαν τέσσερις περιπτώσεις αγελαδινού βουτύρου: 1) ανάλατο βούτυρο αγελάδας διατηρημένο υπό ψύξη στο σκοτάδι, 2) ανάλατο βούτυρο αγελάδας διατηρημένο υπό ψύξη σε θάλαμο φωτιζόμενο (αντίστοιχο των ψυγείων των super markets), 3) αλατισμένο βούτυρο αγελάδας διατηρημένο υπό ψύξη στο σκοτάδι και 4) αλατισμένο βούτυρο αγελάδας διατηρημένο υπό ψύξη σε θάλαμο με φως.

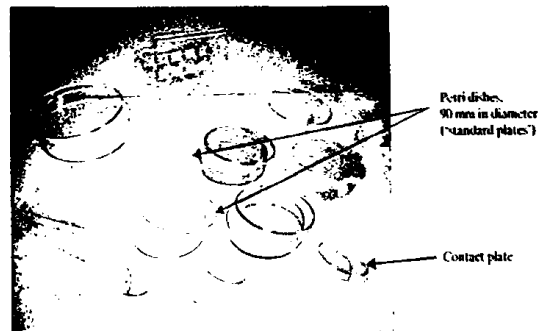
Η αξιολόγηση της ποιότητας του βουτύρου έγινε με τη βοήθεια μικροβιολογικών, χημικών και οργανοληπτικών κριτηρίων.

6 Υλικά και Μέθοδοι

6.1 Χρησιμοποιούμενος εργαστηριακός εξοπλισμός

Κατά την εκτέλεση της πειραματικής διαδικασίας έγινε χρήση των παρακάτω σκευών και οργάνων:

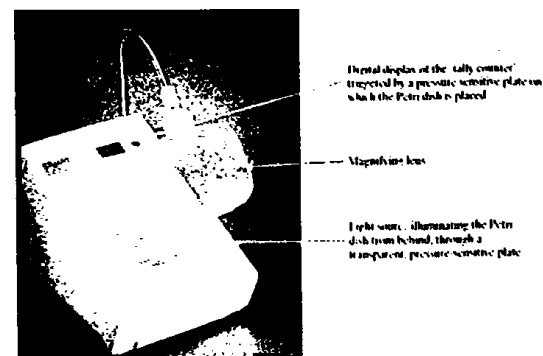
1. Λύχνος Bunsen.
2. Αναλυτικός ζυγός.
3. Ογκομετρικός κύλινδρος.
4. Κωνικές φιάλες.
5. Δοκιμαστικοί σωλήνες.
6. Στατώ δοκιμαστικών σωλήνων.
7. Λαβίδες και νυστέρια.
8. Μαγνήτες αναδεύσεων.
9. Μαγνητικοί αναδευτήρες με θέρμανση.
10. Κλίβανος αποστείρωσης (αυτόκαυστο).
11. Ομογενοποιητής (Bag mixer).
12. Αποστειρωμένες σακούλες για τον παραπάνω ομογενοποιητή.
13. Υδατόλουτρο.
14. Μηχανικός αναδευτήρας (vortex).
15. Πιπέτες.
16. Ρύγχη των 100μl και 1000μl για τις αντίστοιχες πιπέτες.
17. Τρυβλία petri (petri dishes plates).
18. Μικροβιολογικό τρίγωνο επίστρωσης.
19. Επωαστικοί θάλαμοι.
20. Μετρητής αποικιών.
21. Πεχάμετρο.
22. Θερμοζυγός Kern.
23. Πιατάκια αλουμινίου για τον παραπάνω θερμοζυγό.
24. Χρωματόμετρο Hunter.
25. Βουτυρόμετρα.
26. Στατώ βουτυρομέτρων.
27. Φυγόκεντρος.



Εικόνα 1: petri dishes plates



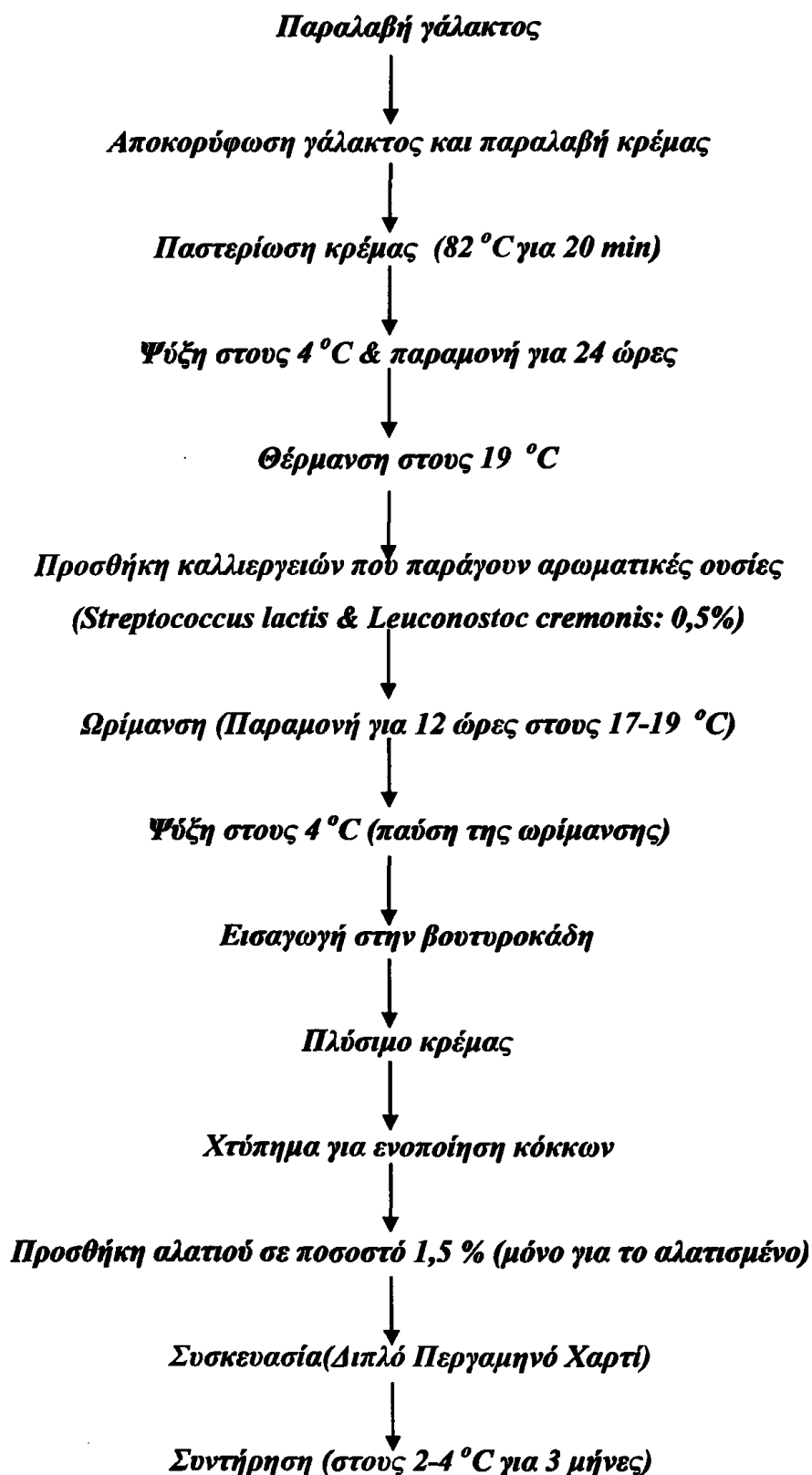
Εικόνα 2: Vortex mixer



Εικόνα 3: colony counter

6.2 Διαδικασία παραγωγής βουτύρου

Τα στάδια παραγωγής του βουτύρου αγελάδας, που μελετήθηκε στην παρούσα εργασία, απεικονίζονται στο διάγραμμα ροής που ακολουθεί:



6.3 Δειγματοληψία – Συντήρηση δειγμάτων

Για τις ανάγκες του πειράματος χρησιμοποιήθηκαν περίπου 9 kg βουτύρου αγελάδας, εκ των οποίων τα 4,5 kg ήταν αλατισμένο αγελαδινό βούτυρο και τα υπόλοιπα ανάλατο. Το βούτυρο όλων των μεταχειρίσεων της παρούσας μελέτης, συσκευάστηκε σε διπλό περγαμινό χαρτί, (το οποίο έχει χαμηλό πορώδες δηλαδή μεγάλη μηχανική αντοχή, μικρή διαπερατότητα στο νερό και αδιαπερατότητα στο λίπος), οι άκρες του οποίου, αφού αναδιπλώθηκαν, σφραγίστηκαν με κολλητική ταινία

Κατά τη διάρκεια του πειράματος, τα δείγματα του βουτύρου αγελάδας που προορίζονταν για ανάλυση, διατηρήθηκαν υπό ψύξη (στους 2-4 °C). Τα μισά δείγματα διατηρήθηκαν σε ψυγείο-θάλαμο με φως, ενώ τα υπόλοιπα σε αντίστοιχο ψυγείο-θάλαμο στο σκοτάδι.

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκαν οι εξής μεταχειρίσεις:

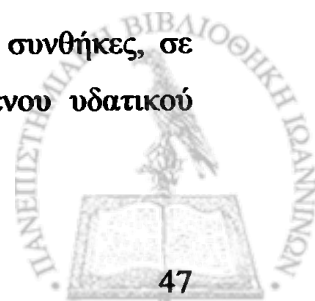
- ◆ **BUD (Butter Unsalted Dark):** Δείγματα αγελαδινού βουτύρου (υπό εξέταση) χωρίς προσθήκη αλατιού διατηρημένα στο σκοτάδι στους 2-4 °C (Μάρτυρας).
- ◆ **BUL (Butter Unsalted Light):** Δείγματα αγελαδινού βουτύρου (υπό εξέταση) χωρίς προσθήκη αλατιού διατηρημένα στο φως στους 2-4 °C.
- ◆ **BSD (Butter Salted Dark):** Δείγματα αγελαδινού βουτύρου (υπό εξέταση) με προσθήκη αλατιού (1,5 %) διατηρημένα στο σκοτάδι στους 2-4 °C.
- ◆ **BSL (Butter Salted Light):** Δείγματα αγελαδινού βουτύρου (υπό εξέταση) με προσθήκη αλατιού (1,5 %) διατηρημένα στο φως στους 2-4 °C.

Δείγματα για ανάλυση ελήφθησαν την 0^η, 1^η, 2^η, 4^η, 6^η, 8^η, 10^η, και 12^η εβδομάδα αποθήκευσης. Τόσο για τα ανάλατα δείγματα βουτύρου αγελάδας όσο και για τα αλατισμένα, η 0^η εβδομάδα συμπίπτει με την ημέρα παραγωγής τους. Συνεπώς την ημέρα αυτή, τα BUD και BUL δείγματα έχουν την ίδια μικροβιολογική και φυσικοχημική σύσταση, όπως και τα ίδια οργανοληπτικά χαρακτηριστικά, καθώς δεν έχει μεσολαβήσει η συντήρησή τους σε ψυγεία-θαλάμους με ή χωρίς φως. Ομοίως και για τα BSD και BSL δείγματα. Επομένως, την 0^η εβδομάδα ελήφθησαν δυο δείγματα (ένα δείγμα ανάλατου και ένα αλατισμένου βουτύρου) για μικροβιολογική, χημική και οργανοληπτική αξιολόγηση.

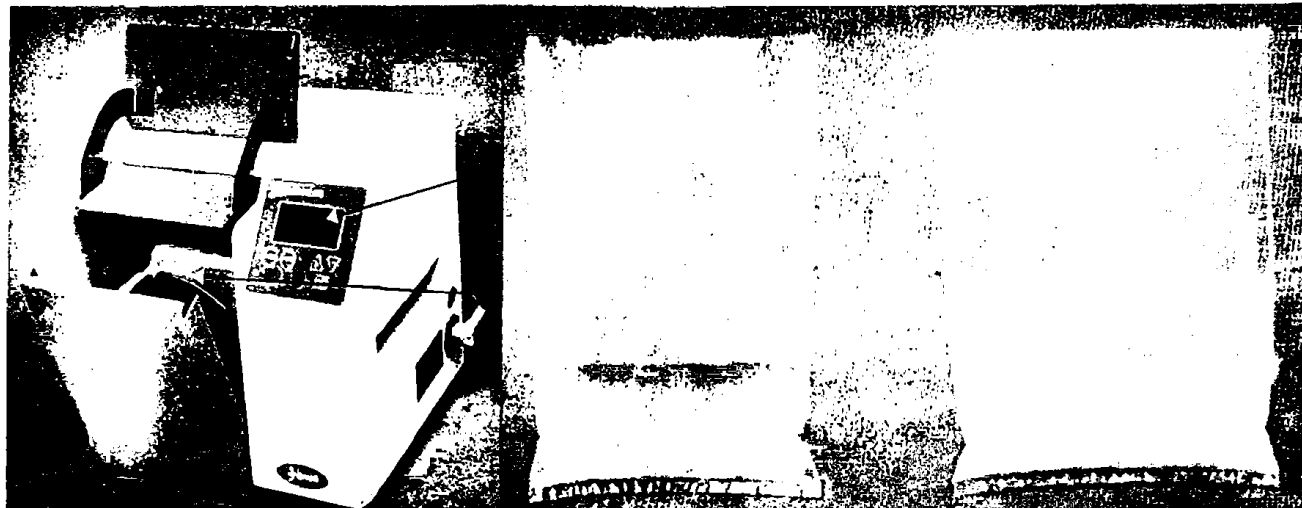
6.4 Μικροβιολογικές Αναλύσεις

6.4.1 Διαδικασία δειγματοληψίας

Ποσότητα 25 g από το δείγμα (βούτυρο αγελάδας) μεταφέρθηκε, υπό ασηπτικές συνθήκες, σε αποστειρωμένη σακούλα Stomacher. Έπειτα, προστέθηκαν 225 ml αποστειρωμένου υδατικού



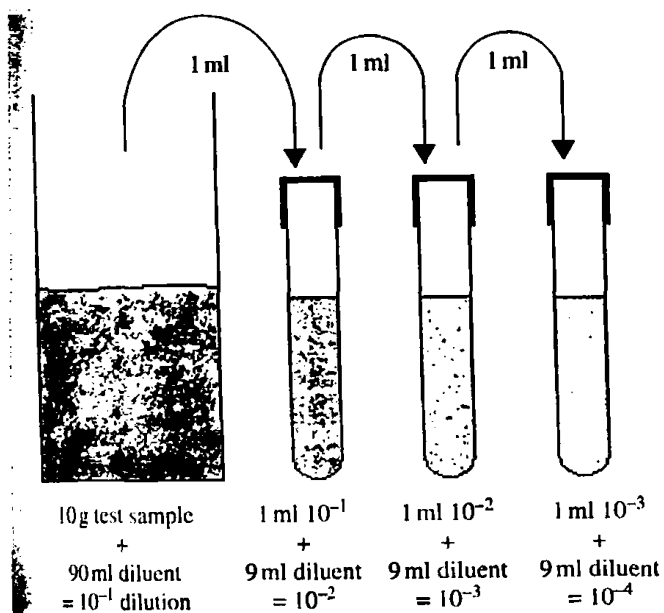
διαλύματος πεπτόνης 0,1% w/v και στη συνέχεια το μείγμα ομογενοποιήθηκε για 60 sec με τη βοήθεια ομογενοποιητή Blender 400 Stomacher (Εικόνα 4).



Εικόνα 4: Laboratory blender

Εικόνα 5: Before and after blending

Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκαν διαδοχικές δεκαδικές αραιώσεις του ομογενοποιημένου μίγματος, σε δοκιμαστικούς σωλήνες καθένας από τους οποίους περιείχαν 9 ml αποστειρωμένου διαλύματος πεπτόνης (Εικόνα 6). Από τους δοκιμαστικούς σωλήνες, που περιείχαν την αραιωμένη πλέον ποσότητα του αρχικού διαλύματος, πραγματοποιήθηκε ενοφθαλμισμός εναιωρήματος στα τρυβλία (ενσωμάτωσης ή επίστρωσης) ανάλογα με την αραιώση που απαιτούνταν. Ακολούθως τα τρυβλία τοποθετήθηκαν στους επωαστικούς κλιβάνους (Εικόνα 7).



Εικόνα 6: Preparing a dilution series



Εικόνα 7: Laboratory incubator

6.4.2 Μικροβιολογικές παράμετροι που μελετήθηκαν

Κατά την διεξαγωγή του πειράματος προσδιορίστηκαν οι εξής κατηγορίες μικροοργανισμών:

1. Ολική μεσόφιλη χλωρίδα ή O.M.X. (Total Viable Count: TVC).
 2. Ψυχρότροφα βακτήρια (Psychrotrophs bacteria).
 3. Εντεροβακτήρια (Enterobacteriaceae).
 4. Γαλακτικά βακτήρια (Lactic Acid Bacteria: LAB).
 5. Ζύμες και μύκητες (Yeasts and Moulds).
- Η Ολική μεσόφιλη χλωρίδα προσδιορίστηκε ως αποτέλεσμα επίστρωσης 0,1 ml δείγματος σε θρεπτικό υλικό Plate Count Agar (P.C.A.), το οποίο επώαστηκε στους 30 °C για 48 ώρες. Στο τέλος του χρόνου επώασης καταμετρήθηκαν όλες οι αποικίες που αναπτύχθηκαν στο θρεπτικό υλικό.
 - Τα ψυχρότροφα βακτήρια προσδιορίστηκαν ως αποτέλεσμα επίστρωσης 0,1 ml δείγματος σε θρεπτικό υλικό Plate Count Agar (P.C.A.), το οποίο επώαστηκε στους 6 °C για 10 ημέρες. Στο τέλος του χρόνου επώασης καταμετρήθηκαν όλες οι αποικίες που αναπτύχθηκαν στο θρεπτικό υλικό.
 - Τα Εντεροβακτήρια προσδιορίστηκαν με τη μέθοδο της ενσωμάτωσης μετά την τοποθέτηση 1ml δείγματος σε θρεπτικό υλικό Violet Red Bile Glucose Agar (V.R.B.G.A.), το οποίο επώαστηκε στους 37 °C για 24 ώρες. Στο τέλος της ανάπτυξης καταμετρήθηκαν οι κοκκινωπές αποικίες με ένα χαρακτηριστικό «στεφάνι» στην περίμετρο τους. Για να εξασφαλιστούν οι αναερόβιες συνθήκες, απαραίτητες στην ανάπτυξη των δυνητικά αναερόβιων Εντεροβακτηρίων, το δείγμα ενσωματώθηκε με 2 στρώσεις θρεπτικού υλικού.
 - Τα γαλακτικά βακτήρια προσδιορίστηκαν κι αυτά με τη μέθοδο της ενσωμάτωσης, κατά τον ίδιο τρόπο με τα Εντεροβακτήρια. Ως θρεπτικό υλικό χρησιμοποιήθηκε το Man Rogosa Sharpe Agar (M.R.S.) το οποίο επώαστηκε στους 37 °C για περίπου 72 ώρες. Καταμετρήθηκαν οι αποικίες με ραβδοειδές και φακοειδές σχήμα.
 - Οι ζύμες και οι μύκητες προσδιορίστηκαν με τη μέθοδο της επίστρωσης (παρόμοια με την ολική μεσόφιλη χλωρίδα). Έγινε χρήση του υλικού Rose Bengal Chloramphenicol Agar (R.B.C.) το οποίο επώαστηκε στους 30 °C για 72 ώρες. Καταμετρήθηκαν όλες οι αποικίες.

Σημείωση: Η επίστρωση των υλικών πραγματοποιήθηκε με αποστειρωμένο γυάλινο τρίγωνο, ενώ τόσο η διαδικασία επίστρωσης όσο και η διαδικασία ενσωμάτωσης, πραγματοποιήθηκαν κάτω από ασηπτικές συνθήκες. Τα θρεπτικά υλικά, τα υλικά ομογενοποίησης καθώς και τα ρύγχη (tips)

αποστειρώθηκαν σε κλίβανο αποστείρωσης, εκτός από το υλικό V.R.B.G.A. το οποίο αποστειρώθηκε μέσω βρασμού. Η διατήρηση των υποστρωμάτων (αποφυγή στερεοποίησης άγαρ) μέχρι τον χρόνο χρήσης τους έγινε σε υδατόλουτρο θερμοκρασίας περίπου 48 °C.

6.5 Χημικές αναλύσεις

6.5.1 Προσδιορισμός pH

Το pH κάθε δείγματος μετρήθηκε με το επιτραπέζιο εργαστηριακό πεχάμετρο Schott (Schott pH-meter CG 842, Germany). Η μέτρηση πραγματοποιήθηκε με εμβάπτιση του ηλεκτροδίου του πεχαμέτρου, στο ομογενοποιημένο δείγμα βουτύρου, αφού προηγουμένως είχε πραγματοποιηθεί η διαδικασία λήψης δείγματος για μικροβιολογική ανάλυση.



Εικόνα 8: pH-meter

6.5.2 Προσδιορισμός υγρασίας

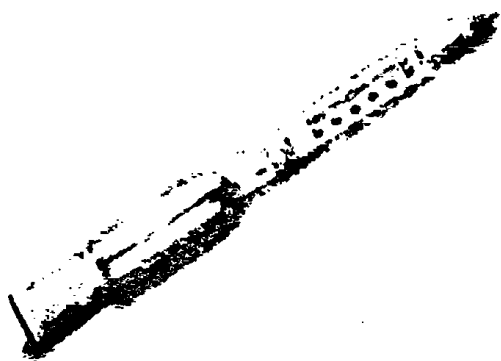
Ο προσδιορισμός της υγρασίας κάθε δείγματος, έγινε με τη βοήθεια του θερμοζυγού Kern (Kern PH 120-3, Balingen, Germany). Για την πραγματοποίησή της, μικρή ποσότητα βουτύρου (~10 g) τοποθετήθηκε στο ειδικό πιάτο αλουμινίου, το οποίο τοποθετήθηκε στον θάλαμο του θερμοζυγού. Ακολούθησε η θέρμανση του δείγματος μέχρι την πλήρη αποβολή της περιεχόμενης υγρασίας του. Η ένδειξη του μηχανήματος αντιστοιχούσε στην επί τοις εκατό (%) περιεχόμενη υγρασία του δείγματος.

6.5.3 Προσδιορισμός λίπους

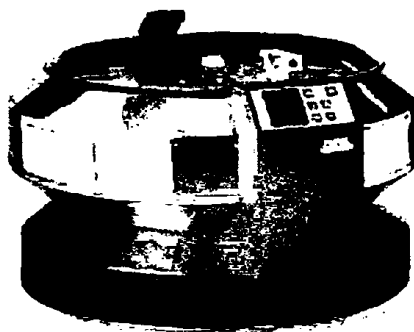
Για τον προσδιορισμό του λίπους των δειγμάτων του βουτύρου, χρησιμοποιήθηκε θειικό οξύ με E.B=1,530, διάλυμα αμυλικής αλκοόλης με E.B=0,81 και βουτυρόμετρα με πώμα και στα δυο άκρα και κλίμακα βαθμολογίας από 70%-90%.

Τεχνική: Στον ειδικό υποδοχέα του βουτυρομέτρου ζυγίστηκαν 5 g βουτύρου, εφαρμόστηκε το πώμα στον υποδοχέα του βουτυρομέτρου και στην συνέχεια προστέθηκε θειικό οξύ, έως ότου καλυφθεί ο υποδοχέας με το βούτυρο. Ακολούθως, το βουτυρόμετρο τοποθετήθηκε σε υδατόλουτρο στους 65 °C για 30 min περίπου, ενώ κατά διαστήματα, αναδεύονταν προκειμένου να λιώσει το βούτυρο. Στην συνέχεια, προστέθηκε στο βουτυρόμετρο 1 ml αμυλικής αλκοόλης και ανακινήθηκε προσεκτικά. Τέλος, προστέθηκε θειικό οξύ (E.B= 1,530) μέχρι να καλυφθούν τα 3/4 της στήλης του βουτυρομέτρου. Ακολούθως, τοποθετήθηκε το μικρό πώμα, ανακινήθηκε το

περιεχόμενο και το βουτυρόμετρο μεταφέρθηκε στο υδατόλουτρο σε θερμοκρασία $65\text{ }^{\circ}\text{C}$ για 1-2 λεπτά. Στη συνέχεια ακολούθησε φυγοκέντρωση στις 1200 στροφές/λεπτό για 5-6 λεπτά. Η βάση της στήλης της λιπαρής φάσης προσαρμόστηκε στο μηδέν με μετακίνηση του μεγάλου πώματος και έγινε η ανάγνωση του αποτελέσματος, χωρίς καθυστέρηση, ώστε να μην μεταβληθεί ο όγκος του λίπους λόγω ψύξεως.



Εικόνα 9: Βουτυρόμετρο Gerber



Εικόνα 10: Φυγόκεντρος

6.5.4 Προσδιορισμός οξύτητας

Για τον προσδιορισμό της οξύτητας ζυγίστηκαν 5 g βουτύρου σε μια κωνική φιάλη και προστέθηκαν 25 ml μείγματος αιθανόλης – διαιθυλαιθέρα σε αναλογία 1:1. Το μίγμα ανακινήθηκε έως ότου να λιώσει το βούτυρο. Στη συνέχεια προστέθηκαν μερικές σταγόνες δείκτη φαινολοφθαλεΐνης και ακολούθησε ογκομέτρηση με διάλυμα καυστικού νατρίου (NaOH) 0,1N μέχρι το μείγμα του βουτύρου να αποκτήσει ροζ χρώμα και να το διατηρεί για 20-30 δευτερόλεπτα. Το αποτέλεσμα του προσδιορισμού της οξύτητας εκφράστηκε σε g ελαϊκού οξέος ανά 100 g βουτύρου.

Για παράδειγμα, αν 0,5 τα ml NaOH που καταναλώθηκαν κατά την ογκομέτρηση τότε για τον υπολογισμό της οξύτητας κάνουμε τους παρακάτω υπολογισμούς:

1ml NaOH 0,1 N αντιστοιχεί σε 0,0282 g ελαϊκού οξέος.

τα 0,5ml NaOH 0,1 N αντιστοιχούν σε 0,0141 g ελαϊκού οξέος.

Τα 0,0141 g ελαϊκού οξέος περιέχονται σε 5 g βουτύρου, οπότε στα 100 g βουτύρου περιέχονται 0,28 g ελαϊκού οξέος.

6.5.5 Προσδιορισμός του αριθμού των υπεροξειδίων (Α.Υ.)

Ο αριθμός των υπεροξειδίων αποτελεί ένα ασφαλές κριτήριο του βαθμού αλλοίωσης της λιπαρής ύλης. Για τον προσδιορισμό τους ακολουθήθηκε η μέθοδος Lea.

Τεχνική: 1 g βουτύρου ζυγίστηκε με ακρίβεια $\pm 0,001$ g σε φιάλη ιωδίου, στην οποία προστέθηκαν 10 ml χλωροφορμίου (CHCl_3), 15 ml οξικού οξέος (CH_3COOH) και 1 ml κεκορεσμένου διαλύματος ιωδιούχου καλίου (KI), το οποίο παρασκευάστηκε πρόσφατα. Η φιάλη πωματίστηκε αμέσως, ανακινήθηκε και αφέθηκε στο σκοτάδι για 5 λεπτά. Στη συνέχεια προστέθηκαν στο μίγμα 75 ml νερού και λίγες σταγόνες δείκτη αμύλου. Το ιώδιο που ελευθερώθηκε ογκομετρήθηκε με διάλυμα θειοθειϊκού νατρίου ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) 0,002 N (ή με 0,01 N $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ αν η τιμή του Α.Υ. είναι μεγαλύτερη του 100) μέχρι το διάλυμα να αποκτήσει λευκό-γκρι χρώμα και να το διατηρήσει για 20-30 δευτερόλεπτα. Συγχρόνως γίνεται και λευκός προσδιορισμός. Ο αριθμός των υπεροξειδίων υπολογίζεται από την σχέση:

$$\text{A.Y.} = 1000\alpha\text{N} / \beta \text{ meq/kg,}$$

όπου: α = ο αριθμός των ml του διαλύματος $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ που καταναλώθηκαν στην ογκομέτρηση

N = η κανονικότητα του διαλύματος και

β = το βάρος του δείγματος σε g.

Νωπές λιπαρές ύλες έχουν συνήθως Α.Υ. μικρότερο από 10 meq/kg, ενώ η ταγγή γεύση αρχίζει να γίνεται αισθητή όταν ο Α.Υ. έχει τιμές μεταξύ 20 και 40 meq/kg (Τζουβάρα-Καραγιάννη, 1994).

6.5.6 Προσδιορισμός χρώματος

Ο προσδιορισμός του χρώματος έγινε με τη χρήση χρωματόμετρου Hunter (Hunter Lab, D25 L, Optical Sensor, Reston, Virginia, USA). Κατά την εξέταση των δειγμάτων, προσδιορίστηκαν οι παράμετροι: L^* (lightness: φωτεινότητα), a^* (redness: ερυθρότητα) και b^* (yellowness: κίτρινη απόχρωση), βάσει των οποίων υπολογίστηκε η μεταβολή της έντασης του χρώματος (παράγοντας Chroma). Η κάθε μέτρηση αποτελεί τον μέσο όρο τεσσάρων μετρήσεων.

Το σύστημα Hunter υιοθετεί τα σύμβολα L^* , a^* και b^* για τον προσδιορισμό του χρώματος και ισχύουν τα παρακάτω:

- ✓ το σύμβολο L^* σχετίζεται με την φωτεινότητα του χρώματος
- ✓ το κόκκινο χρώμα αντιστοιχεί στο ($+a^*$)
- ✓ το πράσινο χρώμα αντιστοιχεί στο ($-a^*$)
- ✓ το κίτρινο χρώμα αντιστοιχεί στο ($+b^*$) και
- ✓ το μπλε χρώμα αντιστοιχεί στο ($-b^*$).

Το χρωματόμετρο αποτελείται από τρία διαφορετικά ηλεκτρικά κυκλώματα, φίλτρα και φωτοκύτταρα. Φως, ορισμένης έντασης, εστιάζεται στην επιφάνεια του δείγματος και συλλέγεται, μέσω διαφράγματος σε κλειστό θάλαμο, η κάθετα ανακλώμενη ακτινοβολία (μέτρο της παραμέτρου L^*). Στο πάνω άκρο του θαλάμου, υπάρχουν τρία φίλτρα (κόκκινο, πράσινο, μπλε)

συνδεδεμένα με φωτοκύτταρα που μετρούν τις τιμές των παραμέτρων a^* και b^* (Τασιούλα, Κοντομηνάς, 2003).

Για τον προσδιορισμό του χρώματος, χρησιμοποιήθηκε μια γυάλινη, καλά πλυμένη πλάκα, η οποία καλύφθηκε ομοιόμορφα με λεπτή στρώση δείγματος βουτύρου. Στη συνέχεια, η πλάκα τοποθετήθηκε στην υποδοχή του χρωματόμετρου και ακολούθησε η μέτρηση των δειγμάτων. Κάθε δείγμα μετρήθηκε τέσσερις φορές, στρέφοντας την πλάκα κατά 90° μετά από κάθε μέτρηση πλην της τελευταίας. Η κάθε μέτρηση αποτελεί τον μέσο όρο τεσσάρων μετρήσεων για τα L^* , a^* και b^* .

6.6 Οργανοληπτική εξέταση

Η οργανοληπτική εξέταση πραγματοποιήθηκε σε μία κλίμακα αξιολόγησης σύμφωνα με την οποία τα υπό εξέταση δείγματα (βούτυρο αγελάδας) αξιολογήθηκαν ως προς την «γεύση-άρωμα» τη «δομή-υφή» και το «χρώμα-εμφάνιση». Τα δείγματα εξετάστηκαν από μία πενταμελή έμπειρη ομάδα του εργαστηρίου Μικροβιολογίας Τροφίμων, του Τμήματος Χημείας του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, σε σύγκριση με ένα μάρτυρα.

Προκειμένου να γίνει η οργανοληπτική αξιολόγηση των δειγμάτων, θα πρέπει η θερμοκρασία τους να είναι 15°C , για το λόγο αυτό το κάθε δείγμα παρέμεινε σε θερμοκρασία δωματίου για 15-20 λεπτά πριν την εξέταση.

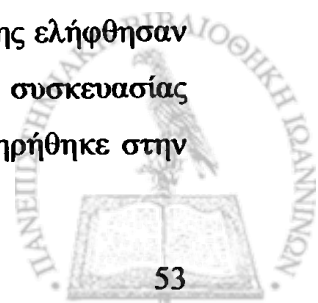
Η διαδικασία πραγματοποιήθηκε με τέτοιο τρόπο ώστε οι κριτές να μην επηρεάζονται μεταξύ τους και μεταξύ των δοκιμών καταναλώθηκε νερό και ψωμί προκειμένου να υπάρχει ξεκάθαρη διάκριση των γεύσεων.

Το άθροισμα της μέγιστης βαθμολογίας των παραπάνω παραμέτρων ήταν το 9, το οποίο υποδήλωνε την άριστη κατάσταση του προϊόντος. Ο Πίνακας 16, δείχνει τον τρόπο με τον οποίο έγινε η οργανοληπτική αξιολόγηση των δειγμάτων από τους δοκιμαστές.

Πίνακας 16: Τρόπος βαθμολογίας των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών του βουτύρου

Παράμετρος προς εξέταση	Βαθμολογία (Άριστη)	Αποδεκτά όρια	Μη ανεκτό
Γεύση & Άρωμα	5	3-3,5	<3
Δομή & Υφή	3	2,5	<2,5
Χρώμα & Εμφάνιση	1	0,8-1	<0,8
Σύνολο	9	-	-

Τα δείγματα που προορίζονταν για την πραγματοποίηση της οργανοληπτικής εξέτασης ελήφθησαν την ημέρα της κάθε δειγματοληψίας. Πιο συγκεκριμένα, μετά το άνοιγμα της κάθε συσκευασίας ποσότητα δείγματος (~50 g) τοποθετήθηκε σε τρυβλία petri και στη συνέχεια διατηρήθηκε στην



κατάψυξη. Μετά την ολοκλήρωση του πειράματος (3 μήνες, όση και η διάρκεια ζωής του εν λόγω προϊόντος) τα δείγματα μεταφέρθηκαν υπό ψύξη (εντός φελιζόλ-ψυγείου και καλυμμένα με πάγο) στο εργαστήριο, προκειμένου να γίνει η οργανοληπτική αξιολόγησή τους.

7 Αποτελέσματα – Συζήτηση

7.1 Μεταβολές μικροβιολογικών παραμέτρων

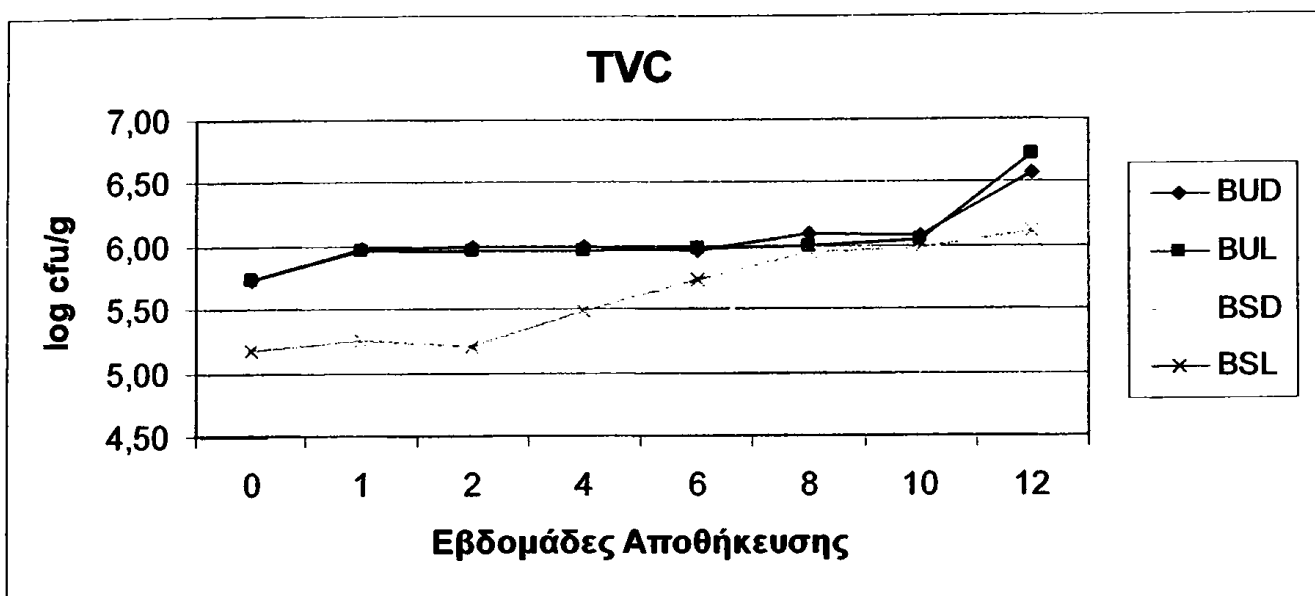
Από την βιβλιογραφική ανασκόπηση, προκύπτει ότι η επίδραση της αλάτισης στη διατήρηση της ποιότητας του βουτύρου ποικίλλει ανάλογα με την θερμοκρασία διατήρησής του. Πιο συγκεκριμένα παρατηρήθηκε ότι όταν το βούτυρο συντηρήθηκε σε θερμοκρασίες στις οποίες δεν αναστέλλεται η βακτηριακή ανάπτυξη, το πολύ αλατισμένο βούτυρο, διατηρήθηκε καλύτερα σε σχέση με το ελαφρώς αλατισμένο και το ανάλατο. Όταν, όμως, το βούτυρο συντηρήθηκε σε θερμοκρασίες στις οποίες αναστέλλεται η βακτηριακή ανάπτυξη, τότε το ελαφρώς αλατισμένο βούτυρο διατηρήθηκε καλύτερα σε σχέση με το πολύ αλατισμένο και το ανάλατο. Ωστόσο, καμία λογική εξήγηση δεν δόθηκε για το γεγονός αυτό (Washburn et al, 1917).

Επιπλέον, από την ανασκόπηση της διεθνούς και εγχώριας βιβλιογραφίας, δεν προέκυψαν δεδομένα σχετικά με την επίδραση του φωτός στα ποιοτικά χαρακτηριστικά του ναπού αγελαδινού βουτύρου (αλατισμένου ή ανάλατου). Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι μεταβολές που επήλθαν στα μικροβιολογικά χαρακτηριστικά του φρέσκου βουτύρου αγελάδας (συντηρημένου στους 2-4 °C για διάστημα τριών μηνών) υπό την επίδραση του αλατιού και του φωτός.

7.1.1 Ολική μεσόφιλη χλωρίδα

Η ολική μεσόφιλη χλωρίδα (ή O.M.X.) αποτελεί το σύνολο των αερόβιων μεσόφιλων μικροοργανισμών που υπάρχουν σε ένα τρόφιμο και συνήθως αποτελεί δείκτη αλλοίωσής του. Σύμφωνα με την ICMSF (International Commission on Microbiological Specifications for Foods, 1998), η O.M.X. δεν θα πρέπει να υπερβαίνει το μικροβιολογικό όριο αλλοίωσης, το οποίο για τα τρόφιμα είναι 7,00 log cfu/g. Ωστόσο στην περίπτωση του βουτύρου η προσθήκη καλλιεργειών (συνδυασμός των μικροοργανισμών *Streptococcus lactis* και *Leuconostoc cremonis* σε ποσοστό 0,5 %) για την απόκτηση των επιθυμητών οργανοληπτικών χαρακτηριστικών, επηρεάζει (ανεβάζει πλασματικά) την αρχική τιμή της O.M.X. Κατά συνέπεια η υψηλή αρχική O.M.X. δεν θα πρέπει να ληφθεί υπόψη για την αποδοχή ή την απόρριψη του προϊόντος.

Στο Σχήμα 1 φαίνεται η μεταβολή της ολικής μεσόφιλης χλωρίδας (O.M.X.) των δειγμάτων βουτύρου αγελάδας συντηρημένων στους 2-4 °C. Μελετήθηκαν οι εξής μεταχειρίσεις: BUD= βούτυρο αγελάδας ανάλατο και διατηρημένο στο σκοτάδι (μάρτυρας), BUL= βούτυρο αγελάδας ανάλατο και διατηρημένο στο φως, BSD= βούτυρο αγελάδας αλατισμένο και διατηρημένο στο σκοτάδι και BSL= βούτυρο αγελάδας αλατισμένο και διατηρημένο στο φως.



Σχήμα 1: Μεταβολή της Ο.Μ.Χ. των δειγμάτων βουτύρου αγελάδας, συντηρημένων στους 2-4 °C, στις μεταχειρίσεις: BUD= βούτυρο αγελάδας ανάλατο και διατηρημένο στο σκοτάδι (μάρτυρας), BUL= βούτυρο αγελάδας ανάλατο και διατηρημένο στο φως, BSD= βούτυρο αγελάδας αλατισμένο και διατηρημένο στο σκοτάδι και BSL= βούτυρο αγελάδας αλατισμένο και διατηρημένο στο φως.

Από το Σχήμα 1, παρατηρούμε ότι ο αρχικός πληθυσμός των μεσόφιλων βακτηρίων του βουτύρου αγελάδας κατά την ημέρα παραγωγής του (μηδενική μέρα) ήταν 5,73 log cfu/g για τα ανάλατα δείγματα και 5,18 log cfu/g για τα αλατισμένα δείγματα.

Πιο αναλυτικά, η Ο.Μ.Χ. των BUL δειγμάτων αγελαδινού βουτύρου, παρουσιάζει αύξηση με τελικό πληθυσμό (τη 12^η εβδομάδα αποθήκευσης) της τάξης των 6,72 log cfu/g. Με άλλα λόγια, η Ο.Μ.Χ. των BUL δειγμάτων, κατά την τρίμηνη αποθήκευσή τους, πλησίασε αλλά δεν ξεπέρασε το μικροβιολογικό όριο αλλοίωσης. Ανοδική ήταν και η πορεία της Ο.Μ.Χ. στην περίπτωση των BUD δειγμάτων. Πιο συγκεκριμένα, την 12^η εβδομάδα συντήρησης των δειγμάτων (BUD), οι πληθυσμοί της Ο.Μ.Χ. ήταν της τάξης των 6,58 log cfu/g.

Ανοδική πορεία ακολούθησε η Ο.Μ.Χ. και στην περίπτωση των BSL δειγμάτων, ωστόσο ο πληθυσμός της την 12^η εβδομάδα συντήρησής τους ήταν 6,11 log cfu/g, δηλαδή κατά 0,61 log cfu/g μικρότερος από τον πληθυσμό της Ο.Μ.Χ. των BUL δειγμάτων, την αντίστοιχη εβδομάδα.

Όσον αφορά τον πληθυσμό των μεσόφιλων βακτηρίων των BSD δειγμάτων, παρατηρούμε ότι παρέμεινε σταθερός μέχρι και τη 2^η εβδομάδα συντήρησης, (5,17-5,18 log cfu/g) και στη συνέχεια, σημείωσε μικρή άνοδο οπότε ανήλθε στους 5,40 log cfu/g την 6^η εβδομάδα. Επιπλέον άνοδο σημείωσε η Ο.Μ.Χ. των BSD δειγμάτων, μετά την 6^η εβδομάδα αποθήκευσης, προσεγγίζοντας τους 5,83 log cfu/g τη 12^η εβδομάδα (μικρότερος τελικός πληθυσμός Ο.Μ.Χ. μεταξύ των τεσσάρων μεταχειρίσεων που μελετήθηκαν στην παρούσα εργασία).

Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι, καμία από τις περιπτώσεις της παρούσας εργασίας (BUD, BUL, BSD και BSL) δεν έφτασε στο μικροβιολογικό όριο αλλοίωσης των 7,00 log cfu/g κατά την τρίμηνη παρακολούθησής τους.

Συμπερασματικά, θα μπορούσε να ειπωθεί ότι τα ανάλατα δείγματα βουτύρου (τόσο εκείνα που συντηρήθηκαν στο φως όσο και εκείνα που συντηρήθηκαν στο σκοτάδι), αποτέλεσαν ευνοϊκότερο περιβάλλον για την ανάπτυξη των μεσόφιλων βακτηρίων, σε σχέση με τα αντίστοιχα αλατισμένα. Συνεπώς η αλάτιση συνέβαλλε στην καλύτερη διατήρηση του βουτύρου. Ωστόσο, σύμφωνα με τα στοιχεία της παρούσας μελέτης, το φως δεν φαίνεται να επηρεάζει καθοριστικά την Ο.Μ.Χ. των δειγμάτων του βουτύρου, καθώς οι καμπύλες της Ο.Μ.Χ., στην περίπτωση των ανάλατων δειγμάτων, συγκλίνουν, ενώ στην περίπτωση των αλατισμένων δειγμάτων παρουσιάζουν μικρή απόκλιση ($\sim 0,3$ log cfu/g) κυρίως μετά την 4^η εβδομάδα αποθήκευσης.

Οι Singhal et al (1999) σε άρθρο τους που περιλαμβάνει πληροφορίες για διάφορους τύπους κρέμας και βουτύρου, με ιδιαίτερη αναφορά στις διαδικασίες παρασκευής τους, τα σημεία ελέγχου κατά την παραγωγή τους και τους μικροβιολογικούς κινδύνους που συνδέονται με τη δημόσια υγεία, πρότειναν την τιμή $<5 \cdot 10^4$ cfu/g, ως αποδεκτό μικροβιολογικό όριο για την Ο.Μ.Χ. των βουτύρων χωρίς την προσθήκη καλλιεργειών.

Τέλος, οι Mallia et al (2008), στη μελέτη για τον προσδιορισμό της σταθερότητας κατά την αποθήκευση του βουτύρου που είχε εμπλουτιστεί με ακόρεστα λιπαρά οξέα, παρατήρησαν ότι οι αρχικοί πληθυσμοί των μεσόφιλων μικροοργανισμών ήταν 2,45 log cfu/g για το «συμβατικό» και 2,41 log cfu/g για το εμπλουτισμένο βούτυρο, αντίστοιχα, ενώ οι αντίστοιχοι πληθυσμοί μετά από 6 εβδομάδες αποθήκευσης στους 6 °C, ήταν 2,72 log cfu/g για το «συμβατικό» και 3,78 log cfu/g για το εμπλουτισμένο.

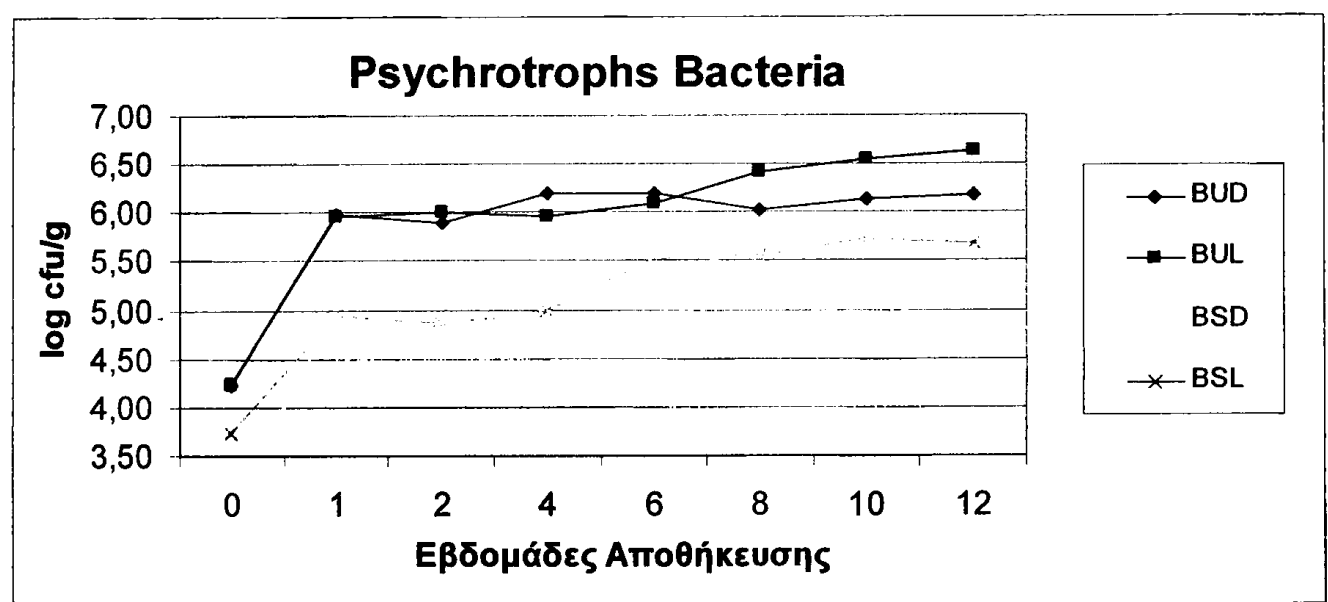
7.1.2 Ψυχρότροφα βακτήρια

Η θερμοκρασία αποτελεί τον σπουδαιότερο περιβαλλοντικό παράγοντα που επηρεάζει την ανάπτυξη, αλλά και τη δραστηριότητα των διαφόρων τύπων μικροβίων. Γενικά, η μικροβιακή ανάπτυξη μπορεί να λάβει χώρα σε κλίμακα μεταξύ -8 °C και 90 °C. Το εύρος διακύμανσης της θερμοκρασίας μέσα στο οποίο αναπτύσσονται τα ψυχρότροφα βακτήρια κυμαίνεται από 0 έως 35 °C, με άριστη θερμοκρασία ανάπτυξης τους 25-30 °C.

Τα ψυχρότροφα βακτήρια των γενών *Pseudomonas*, *Aeromonas*, *Alcaligenes* και *KLebsiella* μπορούν να πολλαπλασιάζονται βραδέως σε γάλα θερμοκρασίας 2-7 °C και να υποβαθμίσουν την ποιότητά του. Ένζυμα με πρωτεολυτική και λιπολυτική δράση, που παράγονται από ψυχρότροφα βακτήρια (ιδιαίτερα του γένους *Pseudomonas*), έχουν αρνητικές επιπτώσεις τόσο στην απόδοση

του γάλακτος κατά την τυροκόμηση, όσο και στην ποιότητα των παραγόμενων προϊόντων (τυριά, βούτυρο, γιαούρτι κ.α.).

Στο Σχήμα 2 φαίνεται η μεταβολή των ψυχρότροφων βακτηρίων των δειγμάτων βουτύρου αγελάδας που συντηρήθηκαν στους 2-4 °C. Μελετήθηκαν οι εξής περιπτώσεις: BUD= βούτυρο αγελάδας ανάλατο και διατηρημένο στο σκοτάδι (μάρτυρας), BUL= βούτυρο αγελάδας ανάλατο και διατηρημένο στο φως, BSD= βούτυρο αγελάδας αλατισμένο και διατηρημένο στο σκοτάδι και BSL= βούτυρο αγελάδας αλατισμένο και διατηρημένο στο φως.



Σχήμα 2: Μεταβολή των ψυχρότροφων βακτηρίων των δειγμάτων βουτύρου αγελάδας, συντηρημένων στους 2-4 °C, στις μεταχειρίσεις: BUD= βούτυρο αγελάδας ανάλατο και διατηρημένο στο σκοτάδι (μάρτυρας), BUL= βούτυρο αγελάδας ανάλατο και διατηρημένο στο φως, BSD= βούτυρο αγελάδας αλατισμένο και διατηρημένο στο σκοτάδι και BSL= βούτυρο αγελάδας αλατισμένο και διατηρημένο στο φως.

Από το Σχήμα 2, παρατηρούμε αυξητική τάση των ψυχρότροφων βακτηριών σε όλες τις μεταχειρίσεις που μελετήθηκαν στην παρούσα εργασία. Πιο συγκεκριμένα, οι αρχικοί πληθυσμοί (μηδενική εβδομάδα) των ψυχρότροφων βακτηριών ήταν 4,24 log cfu/g και 3,73 log cfu/g για τα ανάλατα και τα αλατισμένα δείγματα βουτύρου, αντίστοιχα.

Αξιοσημείωτη είναι η σχεδόν κατακόρυφη αύξηση των ψυχρότροφων βακτηριών την πρώτη εβδομάδα συντήρησης των BUL δειγμάτων (από 4,24 log cfu/g φτάνουν στους 6,00 log cfu/g), η οποία ακολουθείται από περαιτέρω αύξηση, σημειώνοντας τελικούς πληθυσμούς ψυχρότροφων της τάξης των 6,63 log cfu/g.

Στα BUD δείγματα βουτύρου, παρατηρείται επίσης μια απότομη αύξηση του πληθυσμού των ψυχρότροφων την πρώτη εβδομάδα συντήρησής τους υπό ψύξη, όπως συνέβη και στα BUL δείγματα, ωστόσο ο τελικός πληθυσμός των ψυχρότροφων ήταν 6,18 log cfu/g, δηλαδή μικρότερος κατά 0,45 log cfu/g σε σχέση με τα BUL δείγματα.

Όσον αφορά τα αλατισμένα δείγματα βουτύρου, τόσο εκείνα που συντηρήθηκαν στο φως όσο και εκείνα που συντηρήθηκαν στο σκοτάδι, σημείωσαν αύξηση του πληθυσμού των ψυχρότροφων βακτηρίων κατά την τρίμηνη, υπό ψύξη, συντήρησή τους. Αξίζει να σημειωθεί ότι από την 4^η εβδομάδα συντήρησης και μετά, και στις δυο μεταχειρίσεις αλατισμένων δειγμάτων βουτύρου (BSD και BSL) οι πληθυσμοί των ψυχρότροφων ήταν σχεδόν ίδιοι, ενώ οι τελικοί πληθυσμοί τους, τη 12^η εβδομάδα, ήταν 5,66 log cfu/g για τα BSD δείγματα και 5,69 log cfu/g για τα BSL.

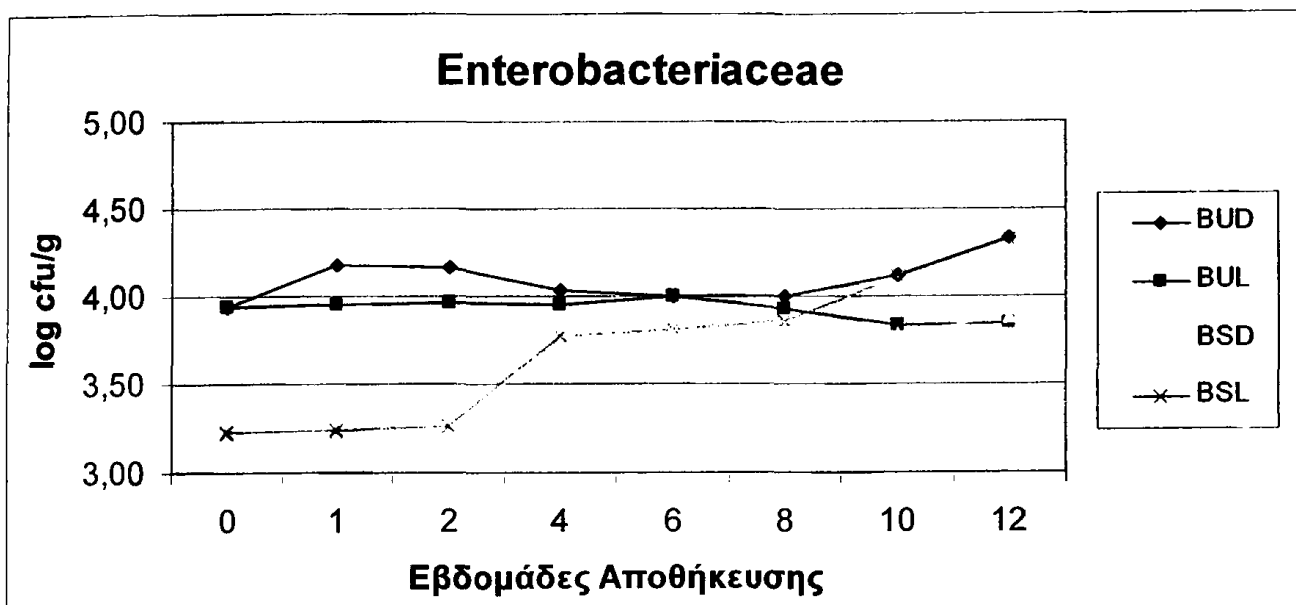
Συμπερασματικά, θα μπορούσε να ειπωθεί ότι οι τελικοί πληθυσμοί των ψυχρότροφων βακτηρίων των BSL δειγμάτων ήταν μικρότεροι κατά 1,00 log cfu/g από τους αντίστοιχους πληθυσμούς των BUL δειγμάτων. Στην περίπτωση των BSD δειγμάτων, οι τελικοί πληθυσμοί ψυχρότροφων ήταν μικρότεροι κατά 0,52 log cfu/g σε σχέση τους αντίστοιχους πληθυσμούς των BUD δειγμάτων. Με άλλα λόγια η αλάτιση απέτρεψε, εν μέρει, την ανάπτυξη των ψυχρότροφων βακτηρίων και στις δυο περιπτώσεις αλατισμένου βουτύρου, τόσο εκείνων που συντηρήθηκαν στο σκοτάδι (BSD), όσο και εκείνων που διατηρήθηκαν στο φως (BSL).

Όσον αφορά την επίδραση του φωτός, από τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας, δεν προκύπτει να έχει συμβάλει καθοριστικά στην πορεία ανάπτυξης των ψυχρότροφων βακτηρίων των δειγμάτων του βουτύρου. Το γεγονός αυτό επιβεβαιώνεται από το Σχήμα 2, όπου παρατηρούμε ότι οι γραφικές παραστάσεις των BSL και BSD δειγμάτων συγκλίνουν, ενώ εκείνες των BUD και BUL δειγμάτων παρουσιάζουν απόκλιση κατά ~0,19-0,45 log cfu/g, κυρίως μετά την 6^η εβδομάδα αποθήκευσης των δειγμάτων.

Τέλος, θα πρέπει να σημειωθεί ότι από την ανασκόπηση της διεθνούς και εγχώριας βιβλιογραφίας, δεν βρέθηκε κάποια εργασία με αντικείμενό της την μελέτη των ψυχρότροφων βακτηρίων σε βούτυρο ή ομοειδή προϊόντα ή/και την πορεία εξέλιξής τους σε αυτό. Ωστόσο, ο Μάντης (2000) αναφέρει ότι στο βούτυρο ανευρίσκονται μη θερμοάαντοχα είδη που το επιμολύνουν στα διάφορα στάδια επεξεργασίας της παστεριωμένης κρέμας (π.χ. στάδιο απόδρασης, έκπλυσης, μάλαξης κ.λ.π.) όπως είδη *Pseudomonas*, *Achromobacter* κ.α.

7.1.3 Εντεροβακτήρια

Τα Εντεροβακτήρια είναι Gram-αρνητικά, μη σπορογόνα, αερόβια ή προαιρετικά αναερόβια, βακτήρια και παρουσιάζουν βέλτιστη ανάπτυξη στους 22-37 °C. Στο Σχήμα 3, φαίνεται η γραφική παράσταση μεταβολής τους, στα δείγματα βουτύρου αγελάδας που συντηρήθηκαν στους 2-4 °C. Στην παρούσα εργασία εξετάστηκαν οι εξής μεταχειρίσεις: BUD= βούτυρο αγελάδας ανάλατο και διατηρημένο στο σκοτάδι (μάρτυρας), BUL= βούτυρο αγελάδας ανάλατο και διατηρημένο στο φως, BSD= βούτυρο αγελάδας αλατισμένο και διατηρημένο στο σκοτάδι και BSL= βούτυρο αγελάδας αλατισμένο και διατηρημένο στο φως.



Σχήμα 3: Μεταβολή των Εντεροβακτηρίων των δειγμάτων βουτύρου αγελάδας, συντηρημένων στους 2-4 °C, στις μεταχειρίσεις: BUD= βούτυρο αγελάδας ανάλατο και διατηρημένο στο σκοτάδι (μάρτυρας), BUL= βούτυρο αγελάδας ανάλατο και διατηρημένο στο φως, BSD= βούτυρο αγελάδας αλατισμένο και διατηρημένο στο σκοτάδι και BSL= βούτυρο αγελάδας αλατισμένο και διατηρημένο στο φως.

Οι αρχικές τιμές των Εντεροβακτηρίων των ανάλατων δειγμάτων αγελαδινού βουτύρου ήταν 3,94 log cfu/g, ενώ των αλατισμένων ήταν 3,23 log cfu/g.

Πιο αναλυτικά, από την παρούσα μελέτη προκύπτει ότι ο πληθυσμός των Εντεροβακτηρίων στην περίπτωση των BUD δειγμάτων, παρουσίασε μικρή άνοδο μέχρι και τη 2^η εβδομάδα (οπότε ο πληθυσμός τους ήταν 4,17 log cfu/g). Στη συνέχεια και πιο συγκεκριμένα μέχρι την 8^η εβδομάδα διατήρησης των BUD δειγμάτων, ο πληθυσμός των Εντεροβακτηρίων παρουσίασε μικρή πτώση προσεγγίζοντας τους 4,00 log cfu/g, ενώ ο τελικός τους πληθυσμός ήταν 4,33 log cfu/g.

Στην περίπτωση των BUL δειγμάτων βουτύρου, ο πληθυσμός των Εντεροβακτηρίων παρέμεινε σχεδόν σταθερός μέχρι και την 6^η εβδομάδα συντήρησής τους, σημειώνοντας τιμές από 3,94 log cfu/g έως 4,00 log cfu/g, ενώ στη συνέχεια παρουσίασε μικρή πτώση φτάνοντας τους 3,85 log cfu/g την 12^η εβδομάδα αποθήκευσης.

Όσον αφορά τον πληθυσμό των Εντεροβακτηρίων στην περίπτωση των BSD δειγμάτων βουτύρου, ήταν σταθερός μέχρι και τη 2^η εβδομάδα (3,23 log cfu/g), αυξήθηκε στους 3,77 log cfu/g την 4^η εβδομάδα, στη συνέχεια σημείωσε μικρές διακυμάνσεις και προσέγγισε την τιμή 3,88 log cfu/g την 12^η εβδομάδα.

Στην περίπτωση των BSL δειγμάτων, ο πληθυσμός των Εντεροβακτηρίων σημείωσε ανοδική πορεία μετά την 2^η εβδομάδα αποθήκευσής τους στους 2-4 °C. Πιο αναλυτικά, η αύξηση του πληθυσμού των Εντεροβακτηρίων ήταν πιο φανερή από τη 2^η έως την 4^η εβδομάδα, με τιμές 3,26 log cfu/g και 3,77 log cfu/g, αντίστοιχα (αύξηση κατά 0,51 log cfu/g). Στη συνέχεια παρατηρήθηκε

σταδιακή αύξηση του πληθυσμού των Εντεροβακτηρίων, ενώ η τελική τους τιμή διαμορφώθηκε στους 4,32 log cfu/g.

Από το Σχήμα 3, παρατηρούμε ότι μέχρι και την 4^η εβδομάδα αποθήκευσης η αλάτιση φαίνεται να «παίζει» σημαντικό ρόλο στους πληθυσμούς των Εντεροβακτηρίων, οι οποίοι εμφανίζονται να είναι έως και 0,7 log cfu/g υψηλότεροι στα BUD και BUL δείγματα σε σχέση με τα BSD και BSL. Ωστόσο, η μετέπειτα πορεία εξέλιξης των Εντεροβακτηρίων (μετά την 4^η εβδομάδα), δεν επιτρέπει την εξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων για την επίδραση του αλατιού στην συγκεκριμένη κατηγορία μικροοργανισμού.

Το ίδιο συμβαίνει και με την επίδραση του φωτός. Μέχρι την 4^η εβδομάδα δεν φαίνεται να επηρεάζει την πορεία εξέλιξης των Εντεροβακτηρίων (οι γραφικές παραστάσεις των BSD και BSL συγκλίνουν). Το ίδιο συμβαίνει και με τις γραφικές παραστάσεις των BUD και BUL δειγμάτων μέχρι και την 6^η εβδομάδα αποθήκευσης. Στη συνέχεια ωστόσο, δεν γίνεται σαφής η επίδραση του φωτός στη μεταβολή των Εντεροβακτηρίων.

Οι Sagdic et al (2004), στη μελέτη με αντικείμενο τη σύγκριση των φυσικοχημικών, μικροβιολογικών και οργανοληπτικών χαρακτηριστικών και του «προφίλ» των λιπαρών οξέων του παραδοσιακού τούρκικου βουτύρου «yayik butter», το οποίο παράχθηκε από γιαούρτι προερχόμενο από γίδινο, πρόβειο και αγελαδινό γάλα, παρατήρησαν ότι δεν ανιχνεύθηκαν Εντεροβακτήρια στα εξεταζόμενα δείγματα βουτύρου. Επίσης, οι Singhal et al (1999), πρότειναν την τιμή $<10^1$ cfu/g, ως αποδεκτό μικροβιολογικό όριο για την παράμετρο «Ολικά Κολοβακτηριοειδή».

Τέλος, οι Halbinger et al (1979) παρατήρησαν ότι οι όχι σωστοί χειρισμοί του βουτύρου μετά την παστερίωση της κρέμας μπορεί να ευνοήσουν επιμολύνσεις από διάφορα είδη μικροοργανισμών μεταξύ των οποίων και Εντεροβακτηρίων.

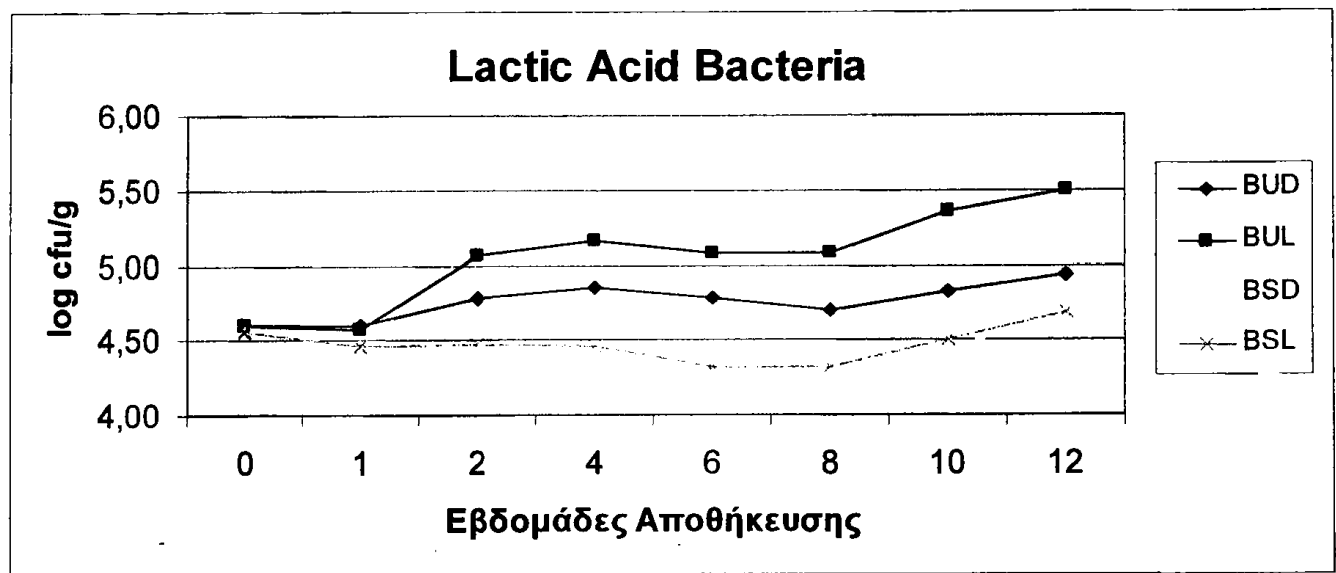
7.1.4 Γαλακτικά βακτήρια

Ο όρος «γαλακτικά βακτήρια» ή «οξυγαλακτικά βακτήρια» ή «βακτήρια του γαλακτικού οξέος» αναφέρεται σε μια μεγάλη ομάδα ωφέλιμων βακτηρίων, τα οποία έχουν την ικανότητα να μετατρέπουν το σάκχαρο του γάλακτος, τη λακτόζη σε γαλακτικό οξύ. Καθώς η ποσότητα του οξέος αυξάνει, η δομή των πρωτεϊνών του γάλακτος αλλάζει (μετουσίωση ή θρόμβωση) και συνεπώς αλλάζει και η υφή του προϊόντος.

Από τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης, προκύπτει ότι τα γαλακτικά βακτήρια, αποτέλεσαν σημαντικό μέρος της μικροχλωρίδας του βουτύρου ανεξαρτήτως μεταχείρισης. Ωστόσο, οι υψηλές τιμές τους «δικαιολογούνται» λόγω της προσθήκης αρχικής καλλιέργειας εκκίνησης.

Στο Σχήμα 4 φαίνεται η μεταβολή των γαλακτικών βακτηρίων των δειγμάτων βουτύρου αγελάδας, συντηρημένων στους 2-4 °C, των εξής μεταχειρίσεων: BUD= βούτυρο αγελάδας ανάλατο και

διατηρημένο στο σκοτάδι (μάρτυρας), BUL= βούτυρο αγελάδας ανάλατο και διατηρημένο στο φως, BSD= βούτυρο αγελάδας αλατισμένο και διατηρημένο στο σκοτάδι και BSL= βούτυρο αγελάδας αλατισμένο και διατηρημένο στο φως.



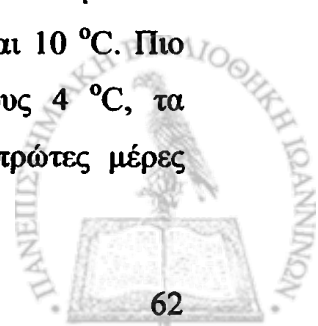
Σχήμα 4: Μεταβολή των γαλακτικών βακτηρίων των δειγμάτων βουτύρου αγελάδας, συντηρημένων στους 2-4 °C, στις μεταχειρίσεις: BUD= βούτυρο αγελάδας ανάλατο και διατηρημένο στο σκοτάδι (μάρτυρας), BUL= βούτυρο αγελάδας ανάλατο και διατηρημένο στο φως, BSD= βούτυρο αγελάδας αλατισμένο και διατηρημένο στο σκοτάδι και BSL= βούτυρο αγελάδας αλατισμένο και διατηρημένο στο φως.

Οι αρχικές τιμές (0^η εβδομάδα) των γαλακτικών βακτηρίων ήταν 4,60 log cfu/g και 4,56 log cfu/g για τα μη αλατισμένα και για τα αλατισμένα δείγματα βουτύρου, αντίστοιχα.

Στα BUL δείγματα βουτύρου, ο πληθυσμός των γαλακτικών βακτηρίων την 1^η εβδομάδα αποθήκευσης ήταν 4,57 log cfu/g. Στη συνέχεια ακολούθησε φάση ανάπτυξης (πληθυσμοί LAB της τάξης των 5,16 log cfu/g, την 4^η εβδομάδα αποθήκευσης), την οποία διαδέχτηκε πτώση του πληθυσμού των LAB στους 5,08 log cfu/g, την 8^η εβδομάδα αποθήκευσης, ενώ ο τελικός πληθυσμός τους, στα BUL δείγματα βουτύρου ήταν 5,49 log cfu/g. Συνεπώς, παρατηρείται αύξηση του πληθυσμού των LAB στα BUL δείγματα την 10^η και την 12^η εβδομάδα αποθήκευσης.

Στην περίπτωση των BUD δειγμάτων, ο τελικός πληθυσμός των γαλακτικών βακτηρίων ήταν 4,94 log cfu/g, δηλαδή μικρότερος κατά 0,55 log cfu/g σε σχέση με τον αντίστοιχο πληθυσμό των δειγμάτων BUL.

Τα παραπάνω αποτελέσματα «συμφωνούν» με εκείνα των Samet-Bali et al (2009), οι οποίοι μελέτησαν τα φυσικοχημικά και μικροβιολογικά χαρακτηριστικά του παραδοσιακού τυνησιακού βουτύρου, παρασκευασμένου από αγελαδινό γάλα και συντηρημένου στους 4 °C και 10 °C. Πιο συγκεκριμένα, αναφέρουν ότι στα δείγματα βουτύρου που αποθηκεύτηκαν στους 4 °C, τα γαλακτικά βακτήρια, εκδήλωσαν φάση αναστολής της ανάπτυξης κατά τις 12 πρώτες μέρες



αποθήκευσης. Μετά τη 12^η μέρα, ακολούθησε εκθετική φάση ανάπτυξης, την οποία διαδέχτηκε σταδιακή μείωση των πληθυσμών.

Αναφορικά με τις μεταχειρίσεις BSD και BSL, οι πληθυσμοί των γαλακτικών βακτηρίων, ήταν σε γενικές γραμμές μικρότεροι σε σχέση με τους αντίστοιχους πληθυσμούς των δυο περιπτώσεων των ανάλατων δειγμάτων βουτύρου, όπως φαίνεται και από το Σχήμα 4. Αξίζει να σημειωθεί ότι παρατηρείται μείωση κατά 0,1 log cfu/g του πληθυσμού των γαλακτικών βακτηρίων κατά την 1^η εβδομάδα αποθήκευσης των BSD και BSL δειγμάτων (φάση αναστολής ανάπτυξης των μικροοργανισμών). Ωστόσο, μετά την 1^η εβδομάδα, η πορεία εξέλιξης των γαλακτικών βακτηρίων στα BSD και BSL δείγματα διαφέρει από την αντίστοιχη στα BUD και BUL.

Πιο συγκεκριμένα και στις δυο μεταχειρίσεις των αλατισμένων δειγμάτων, οι πληθυσμοί των γαλακτικών βακτηρίων, από 4,56 log cfu/g, σημείωσαν σταδιακή μείωση μέχρι και την 8^η εβδομάδα αποθήκευσης, η οποία ακολουθήθηκε από αύξηση του πληθυσμού τους κατά τις τελευταίες εβδομάδες (10^η έως 12^η) αποθήκευσης των δειγμάτων, προσεγγίζοντας τελικούς πληθυσμούς (τη 12^η εβδομάδα) της τάξης των 4,61 log cfu/g και 4,68 log cfu/g για BSD και BSL δείγματα, αντίστοιχα.

Συμπερασματικά, θα μπορούσε να ειπωθεί ότι η αλάτιση επέδρασε αρνητικά στην ανάπτυξη των γαλακτικών βακτηρίων. Το συμπέρασμα αυτό επιβεβαιώνεται από το γεγονός ότι, ενώ οι αρχικοί πληθυσμοί των LAB, είχαν μικρή διαφορά (4,60 log cfu/g για ανάλατα και 4,56 log cfu/g για τα αλατισμένα δείγματα), η πορεία εξέλιξής τους αλλά και οι τελικοί πληθυσμοί τους διαφέρουν, καθώς τη 12^η εβδομάδα αποθήκευσης, οι πληθυσμοί LAB, ήταν της τάξης των 4,94 log cfu/g, 5,49 log cfu/g, 4,61 log cfu/g και 4,68 log cfu/g για τα BUD, BUL, BSD και BSL δείγματα, αντίστοιχα.

Σε ότι αφορά το φως, δεν φαίνεται να επηρεάζει την πορεία των γαλακτικών βακτηρίων στις περιπτώσεις των αλατισμένων δειγμάτων (οι γραφικές παραστάσεις των BSD και BSL συγκλίνουν), ενώ στην περίπτωση των ανάλατων, η παρουσία φωτός φαίνεται να ευνοεί την ανάπτυξη των γαλακτικών βακτηρίων.

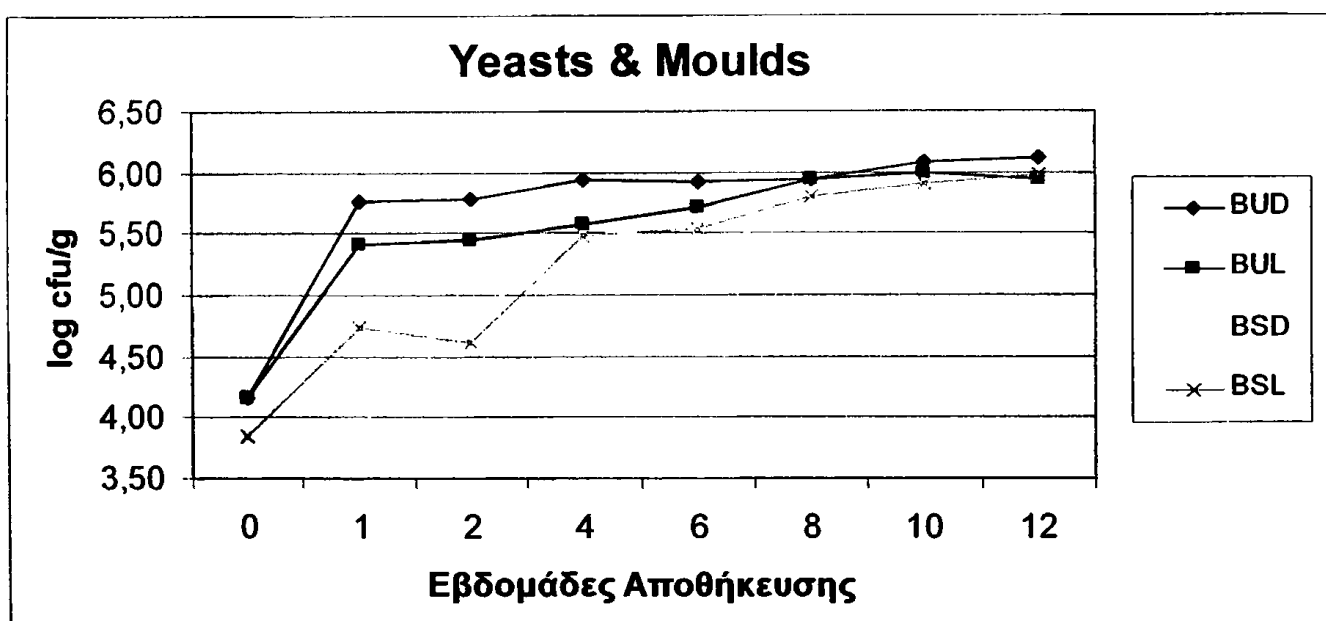
Μελέτη του πληθυσμού των γαλακτικών βακτηρίων πραγματοποίησαν και οι Sagdic et al (2004), στην εργασία τους για το παραδοσιακό τούρκικο βούτυρο «yayik butter». Ωστόσο, οι Sagdic et al (2004) μελέτησαν δύο είδη γαλακτικών βακτηρίων, τα: *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus* (LB) και τον *Streptococcus thermophilus* (ST) και όχι τους συνολικούς πληθυσμούς τους.

Ενδεικτικά, οι πληθυσμοί του LB ήταν της τάξης των $5,73 \pm 0,10$ log cfu/g , $5,20 \pm 0,14$ log cfu/g , $5,80 \pm 0,14$ log cfu/g, για το γίδινο, πρόβειο και αγελαδινό «yayik butter», αντίστοιχα, ενώ οι πληθυσμοί του ST στο γίδινο, πρόβειο και αγελαδινό «yayik butter» ήταν $5,93 \pm 0,04$ log cfu/g, $5,42 \pm 0,17$ log cfu/g και $6,30 \pm 0,14$ log cfu/g, αντίστοιχα.

7.1.5 Ζύμες & Μύκητες

Οι Μύκητες και οι Ζύμες ανήκουν στους αυστηρά αερόβιους μικροοργανισμούς. Οι Μύκητες παρουσιάζουν χαρακτηριστική υφή η οποία είναι γνωστή ως μικκύλιο και προέρχεται από τη βλάστηση και την ανάπτυξη ενός κυττάρου ή ενός σπορίου. Κατά τη βλάστηση, το σπόριο εκβάλλει ένα μακρύ νήμα, την υφή, η οποία διακλαδίζεται, επιμηκύνεται και σχηματίζει τελικά το μικκύλιο. Οι Ζύμες είναι μια ομάδα μονοκύτταρων μυκήτων που δεν σχηματίζουν μικκύλιο. Υπάρχουν ψυχρότροφα στελέχη και στα δυο αυτά είδη μικροοργανισμών (Μύκητες και Ζύμες) (Kalogridou- Vassiliadou et al, 1994).

Στο Σχήμα 5 φαίνεται η μεταβολή των ζυμών και μυκήτων των δειγμάτων βουτύρου αγελάδας, συντηρημένων στους 2-4 °C, για τις εξής μεταχειρίσεις: BUD= βούτυρο αγελάδας ανάλατο και διατηρημένο στο σκοτάδι (μάρτυρας), BUL= βούτυρο αγελάδας ανάλατο και διατηρημένο στο φως, BSD= βούτυρο αγελάδας αλατισμένο και διατηρημένο στο σκοτάδι και BSL= βούτυρο αγελάδας αλατισμένο και διατηρημένο στο φως.



Σχήμα 5: Μεταβολή ζυμών και μυκήτων των δειγμάτων βουτύρου αγελάδας, συντηρημένων στους 2-4 °C, στις μεταχειρίσεις: BUD= βούτυρο αγελάδας ανάλατο και διατηρημένο στο σκοτάδι (μάρτυρας), BUL= βούτυρο αγελάδας ανάλατο και διατηρημένο στο φως, BSD= βούτυρο αγελάδας αλατισμένο και διατηρημένο στο σκοτάδι και BSL= βούτυρο αγελάδας αλατισμένο και διατηρημένο στο φως.

Οι αρχικοί πληθυσμοί των ζυμών και μυκήτων για τα ανάλατα δείγματα βουτύρου αγελάδας ήταν 4,16 log cfu/g, ενώ για τα αλατισμένα ήταν 3,85 log cfu/g. Οι σχετικά υψηλοί πληθυσμοί ζυμών και μυκήτων, πιθανόν να οφείλονται σε επιμολύνσεις, στα διάφορα στάδια επεξεργασίας (π.χ. έκπλυση, μάλαξη) της παστεριωμένης κρέμας (Μάντης, 2000) και πιθανότητα προέρχονται από το περιβάλλον (αέρα) ή και το νερό.

Όπως προκύπτει από το Σχήμα 5, στις περιπτώσεις των BUD και BUL δειγμάτων βουτύρου, σημειώθηκε αύξηση του πληθυσμού των ζυμών και των μυκήτων κατά την 1^η εβδομάδα αποθήκευσης, φτάνοντας τους 5,41 log cfu/g στα δείγματα BUL και τους 5,76 log cfu/g στα BUD δείγματα. Στη συνέχεια, και στις δυο περιπτώσεις (BUL και BUD) παρατηρούνται μικρές διακυμάνσεις του πληθυσμού των ζυμών και μυκήτων, ενώ οι τελικές τιμές τους (τη 12^η εβδομάδα αποθήκευσης) ήταν 5,95 log cfu/g για τα πρώτα και 6,11 log cfu/g για τα δεύτερα.

Την ίδια πορεία ακολούθησε ο πληθυσμός των ζυμών και μυκήτων και στην περίπτωση του BSL βουτύρου, δηλαδή, σημείωσε αύξηση κατά 0,89 log cfu/g από την 0^η έως την 1^η εβδομάδα. Στη συνέχεια σημείωσε μικρή πτώση, προσεγγίζοντας τους 4,61 log cfu/g τη 2^η εβδομάδα αποθήκευσης και ακολούθησε σταδιακή αύξηση του πληθυσμού των ζυμών και μυκήτων προσεγγίζοντας, τη 12^η εβδομάδα, τους 5,98 log cfu/g.

Τέλος, στην περίπτωση των BSD δειγμάτων βουτύρου, παρατηρήθηκε φάση αναστολής της ανάπτυξης μεταξύ της αρχικής ημέρας και της 1^{ης} εβδομάδας αποθήκευσης. Στη συνέχεια ακολουθεί απότομη αύξηση του πληθυσμού των ζυμών και μυκήτων μέχρι και την 4^η εβδομάδα αποθήκευσης των δειγμάτων (από 3,94 log cfu/g που ήταν την 1^η εβδομάδα, ο πληθυσμός τους προσέγγισε τους 5,46 log cfu/g την 4^η εβδομάδα). Ακολουθούν μικρές διακυμάνσεις στον πληθυσμό των ζυμών και των μυκήτων, ενώ ο τελικός πληθυσμός τους στην περίπτωση αυτή (BSD) ήταν 5,76 log cfu/g δηλαδή μικρότερος σε σχέση με τις άλλες τρεις υπό εξέταση περιπτώσεις της παρούσας μελέτης (BUD=6,11 log cfu/g, BUL=5,95 log cfu/g και BSL=5,98 log cfu/g).

Συμπερασματικά, θα μπορούσε να ειπωθεί, ότι το φως και το αλάτι δεν επηρέασαν τους πληθυσμούς και την πορεία εξέλιξης των ζυμών και των μυκήτων, καθώς από το Σχήμα 5, παρατηρούμε ότι οι γραφικές παραστάσεις των δειγμάτων BUL και BUD σχεδόν συγκλίνουν, ενώ το ίδιο συμβαίνει και για τις αντίστοιχες (γραφικές παραστάσεις) των δειγμάτων BSL και BSD. Από το Σχήμα 5, παρατηρούμε επίσης, ότι από την 4^η εβδομάδα αποθήκευσης των δειγμάτων και μετά, ο πληθυσμός των ζυμών και των μυκήτων μεταξύ των δειγμάτων που μελετήθηκαν στην παρούσα εργασία (BUD, BUL, BSD και BSL), παρουσιάζει μικρή διαφορά της τάξης των 0,1-0,4 log cfu/g.

Επιπλέον, λαμβάνοντας υπόψη την οργανοληπτική αξιολόγηση των δειγμάτων και πιο συγκεκριμένα την αξιολόγηση της παραμέτρου «Γεύση & Άρωμα» (Σχήμα 16), παρατηρούμε ότι οι δοκιμαστές απέρριψαν τα δείγματα βουτύρου (δηλαδή τα βαθμολόγησαν με βαθμό <3) την 10^η εβδομάδα αποθήκευσης. Επομένως, προκύπτει το συμπέρασμα ότι πληθυσμός ζυμών και μυκήτων της τάξης των 6,00 log cfu/g, θα μπορούσε να προταθεί ως μικροβιολογικό όριο αλλοίωσης του

βουτύρου. Ωστόσο, οι Singhal et al (1999) προτείνουν την τιμή $<10^1$ cfu/g ως αποδεκτό μικροβιολογικό όριο για τις Ζύμες και τους Μύκητες.

Οι Samet-Bali et al (2009) αναφέρουν ότι ο πληθυσμός των ζυμών και μυκήτων στο τυνησιακό βούτυρο ήταν της τάξης των $4,81 \pm 0,01 \log \text{ cfu/g}$. Ωστόσο η πορεία εξέλιξης των ζυμών και των μυκήτων είναι διαφορετική από αυτή των αντίστοιχων μικροοργανισμών της παρούσας μελέτης. Πιο αναλυτικά, οι Samet-Bali et al (2009), παρατήρησαν ότι στο τυνησιακό βούτυρο που συντηρήθηκε στους 4°C , οι ζύμες και οι μύκητες εκδήλωσαν αρχικά (τις πρώτες 12 ημέρες) φάση αναστολής της ανάπτυξης, ενώ στη συνέχεια σημείωσαν μέγιστους πληθυσμούς την 25^η ημέρα αποθήκευσης και στη συνέχεια παρουσίασαν απότομη πτώση.

Επιπλέον, οι Sagdic et al (2004), αναφέρουν πληθυσμούς ζυμών και μυκήτων της τάξης των $2,25 \pm 0,07 \log \text{ cfu/g}$, $3,10 \pm 0,14 \log \text{ cfu/g}$ και $2,75 \pm 0,07 \log \text{ cfu/g}$ στο «yayik butter» που παράχθηκε από γίδινο, πρόβειο και αγελαδινό γάλα, αντίστοιχα. Ωστόσο, τα αποτελέσματά τους έρχονται σε αντίθεση τόσο με αυτά της παρούσας μελέτης όσο και με εκείνα των Samet-Bali et al (2009), όπου παρατηρήθηκαν σαφώς μεγαλύτεροι πληθυσμοί ζυμών και μυκήτων.

7.2 Μεταβολές φυσικοχημικών παραμέτρων

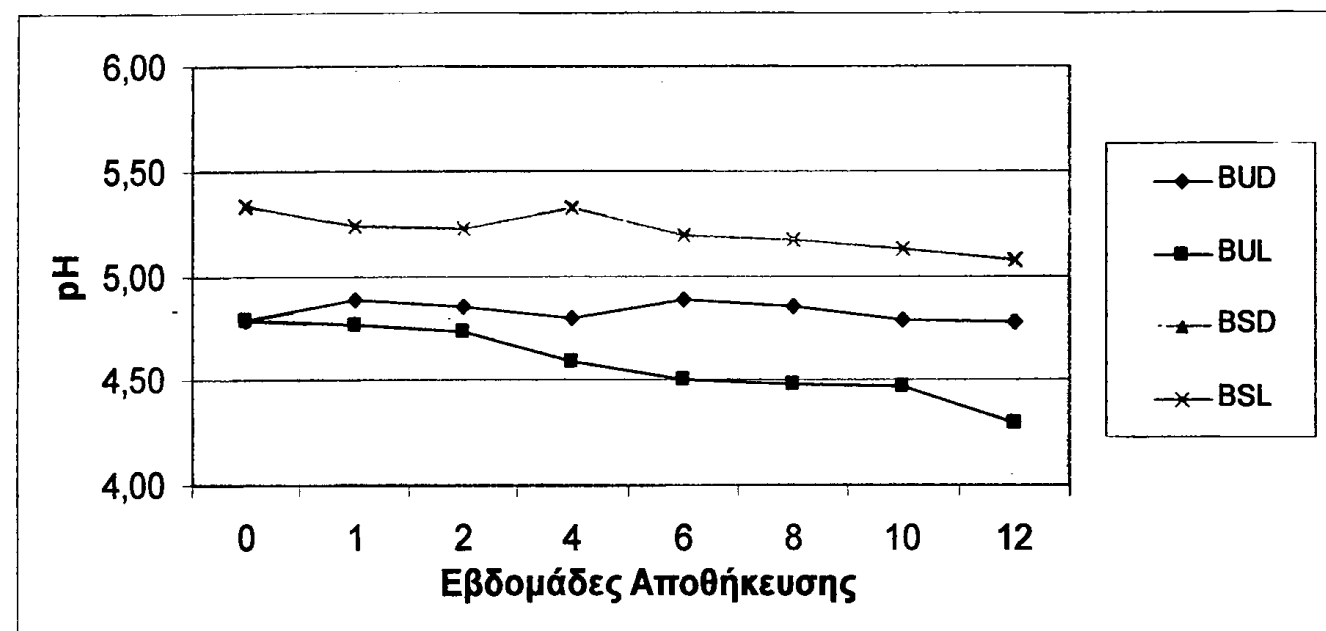
Ο προσδιορισμός των φυσικοχημικών παραμέτρων των τροφίμων, κατ' επέκταση και του βουτύρου, αποσκοπεί στο να γίνει γνωστή η σύσταση, η δομή, οι ιδιότητές τους, οι νοθείες καθώς επίσης και οι μεταβολές που υφίστανται τα τρόφιμα κατά την παρασκευή και την αποθήκευσή τους. Στη συνέχεια παρουσιάζεται η επίδραση της αλάτισης και του φωτός στα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του φρέσκου βουτύρου αγελάδας που συντηρήθηκε υπό ψύξη (στους $2-4^\circ\text{C}$), για διάστημα τριών μηνών.

7.2.1 pH

Το pH είναι ο αρνητικός δεκαδικός λογάριθμος της συγκέντρωσης των κατιόντων H^+ . Ο προσδιορισμός και ο έλεγχος του pH, έχει μεγάλη σημασία για τις βιομηχανίες τροφίμων, ιδιαίτερα στη χρήση και τον έλεγχο των μικροοργανισμών και των ενζύμων. Είναι γνωστό ότι τα ένζυμα δραστηριοποιούνται σε συγκεκριμένο pH. Η λιπάση του γάλακτος, για παράδειγμα, είναι πιο δραστική σε $\text{pH} > 7$, ενώ αδρανοποιείται σε $\text{pH} < 6$. Κατά συνέπεια, κάθε μεταβολή του pH του περιβάλλοντος στο οποίο βρίσκεται το ένζυμο, επιφέρει μεταβολές στη δράση του. Επιπλέον το pH αποτελεί σημαντικό παράγοντα που καθορίζει το είδος των αναπτυσσόμενων μικροοργανισμών. Για παράδειγμα η ανάπτυξη των ζυμών και των μυκήτων ευνοείται σε όξινο pH, ενώ το άριστο pH ανάπτυξης των περισσότερων βακτηρίων κυμαίνεται μεταξύ 5,6–7,5. Συνεπώς, μεταβολή του pH

των προϊόντων στα οποία αναπτύσσονται οι μικροοργανισμοί, μπορεί να παρεμποδίσει την ανάπτυξή τους.

Στο Σχήμα 6 παρουσιάζεται η μεταβολή του pH των δειγμάτων βουτύρου αγελάδας, συντηρημένων στους 2-4 °C, για τις εξής μεταχειρίσεις: BUD= βούτυρο αγελάδας ανάλατο και διατηρημένο στο σκοτάδι (μάρτυρας), BUL= βούτυρο αγελάδας ανάλατο και διατηρημένο στο φως, BSD= βούτυρο αγελάδας αλατισμένο και διατηρημένο στο σκοτάδι και BSL= βούτυρο αγελάδας αλατισμένο και διατηρημένο στο φως.



Σχήμα 6: Μεταβολή pH των δειγμάτων βουτύρου αγελάδας, συντηρημένων στους 2-4 °C, στις μεταχειρίσεις: BUD= βούτυρο αγελάδας ανάλατο και διατηρημένο στο σκοτάδι (μάρτυρας), BUL= βούτυρο αγελάδας ανάλατο και διατηρημένο στο φως, BSD= βούτυρο αγελάδας αλατισμένο και διατηρημένο στο σκοτάδι και BSL= βούτυρο αγελάδας αλατισμένο και διατηρημένο στο φως.

Από το Σχήμα 6, παρατηρούμε ότι το pH του ανάλατου βουτύρου αγελάδας την 0^η ημέρα, ήταν 4,79 ενώ του αλατισμένου, την ίδια ημέρα, ήταν 5,33. [Η διαφορά στο pH των δυο ειδών βουτύρου (αλατισμένου και ανάλατου) οφείλεται στην προσθήκη αλατιού για την παρασκευή των αλατισμένων δειγμάτων βουτύρου].

Οι τιμές του pH των ανάλατων δειγμάτων βουτύρου αγελάδας της παρούσας εργασίας συμφωνούν με εκείνες των Samet-Bali et al (2009), οι οποίοι αναφέρουν ότι η μέση τιμή του pH του παραδοσιακού τυνησιακού αγελαδινού βουτύρου που συντηρήθηκε στους 4 °C ήταν $4,70 \pm 0,05$.

Οι Sagdic et al (2004), αναφέρουν τιμές pH της τάξης του $4,66 \pm 0,01$, $4,83 \pm 0,02$ και $4,64 \pm 0,01$ για το τούρκικο «yayik butter» που παρασκευάστηκε από αγελαδινό, πρόβειο και γίδινο γάλα, αντίστοιχα.

Η μεταβολή του pH στα BUD δείγματα βουτύρου, παρουσίασε ανεπαίσθητη διακύμανση και από 4,79 που ήταν αρχικά, έφτασε στην τιμή 4,78 μετά από τρεις μήνες αποθήκευσης στους 2-4 °C, Μεγαλύτερη ήταν η πτώση του pH για τα BUL δείγματα καθώς από 4,79 που ήταν αρχικά έφτασε στο 4,30, δηλαδή πτώση κατά 0,49 μονάδες. Τα αποτελέσματα αυτά, συμφωνούν με εκείνα των Samet-Bali et al (2009), οι οποίοι κάνουν λόγο για πτώση του pH του τυνησιακού βουτύρου από το ~4,7 που ήταν αρχικά στο ~4,45 κατά τη διάρκεια των 12 πρώτων ημερών αποθήκευσής του στους 4 °C. Επιπλέον, στην ίδια μελέτη, παρατήρησαν άμεση πτώση του pH στο 4,4 για εκείνα τα δείγματα τυνησιακού βουτύρου που συντηρήθηκαν στους 10 °C.

Στην παρούσα μελέτη, όσον αφορά τις δυο περιπτώσεις του αλατισμένου βουτύρου αγελάδας (BSD και BSL), το pH σημείωσε πτώση, η οποία για το μεν BSL ήταν 0,26 μονάδες (δηλαδή από 5,33 του ήταν την ημέρα παραγωγής μειώθηκε στο 5,07), για το δε BSD, η πτώση ήταν 0,18 μονάδες (από 5,33 που ήταν αρχικά έπεσε στο 5,15). Συνεπώς, κατά τη 12^η εβδομάδα αποθήκευσης του αλατισμένου βουτύρου αγελάδας, παρατηρείται μικρή διαφορά στο pH των δυο υπό μελέτη περιπτώσεων (BSD και BSL) της τάξης των 0,08 μονάδων. Από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση δεν κατέστη δυνατό να βρεθούν στοιχεία αναφορικά με τιμές pH αλατισμένου βουτύρου.

Τέλος, η μείωση του pH, η οποία παρατηρήθηκε και στις τέσσερις μεταχειρίσεις της παρούσας εργασίας, πιθανόν οφείλεται στην παραγωγή γαλακτικού οξέος από τα γαλακτικά βακτήρια, τα οποία υπάρχουν στα δείγματα βουτύρου λόγω της προσθήκης της καλλιέργειας εκκίνησης. Ωστόσο ο προσδιορισμός του γαλακτικού οξέος, δεν αποτέλεσε αντικείμενο μελέτης στην παρούσα εργασία.

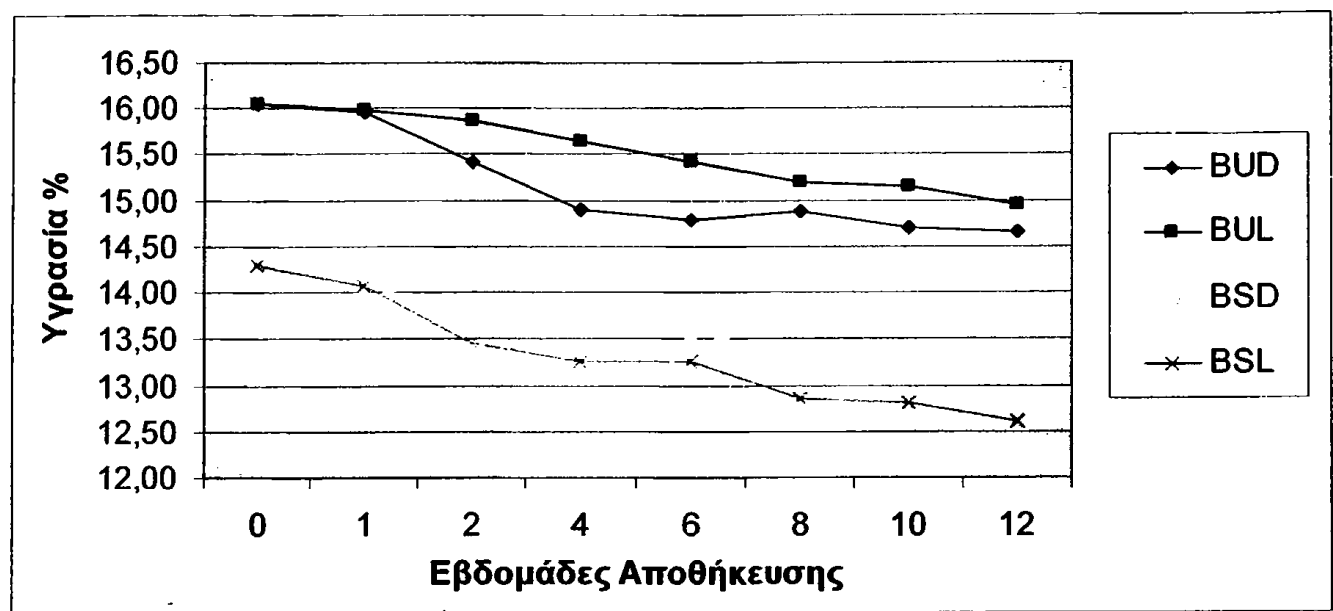
Συνοψίζοντας, από το Σχήμα 6, παρατηρούμε ότι τα δείγματα βουτύρου που συντηρήθηκαν στο φως, σημείωσαν μικρότερη τελική τιμή pH, σε σχέση με τα αντίστοιχα δείγματα που συντηρήθηκαν στο σκοτάδι. Ωστόσο, η διαφορά στις τελικές τιμές του pH, είναι πιο εμφανής στα ανάλατα δείγματα καθώς $pH_{BUL} = 4,30$ και $pH_{BUD} = 4,78$ (διαφορά 0,48 μονάδες) και λιγότερη εμφανής στα αλατισμένα δείγματα όπου $pH_{BSL} = 5,07$ και $pH_{BSD} = 5,15$ (διαφορά 0,08 μονάδες).

7.2.2 Υγρασία

Υγρασία καλείται το νερό που υπάρχει σε ένα προϊόν. Το νερό αποτελεί κύριο συστατικό πολλών τροφίμων (π.χ. λαχανικών), σε άλλα (π.χ. λίπη και έλαια) απαντάται σε μικρές ποσότητες και σε ορισμένες περιπτώσεις απουσιάζει.

Στο Σχήμα 7, απεικονίζεται η μεταβολή της υγρασίας των δειγμάτων βουτύρου αγελάδας, συντηρημένων στους 2-4 °C, για τις εξής περιπτώσεις: BUD= βούτυρο αγελάδας ανάλατο και διατηρημένο στο σκοτάδι (μάρτυρας), BUL= βούτυρο αγελάδας ανάλατο και διατηρημένο στο

φως, BSD= βούτυρο αγελάδας αλατισμένο και διατηρημένο στο σκοτάδι και BSL= βούτυρο αγελάδας αλατισμένο και διατηρημένο στο φως.



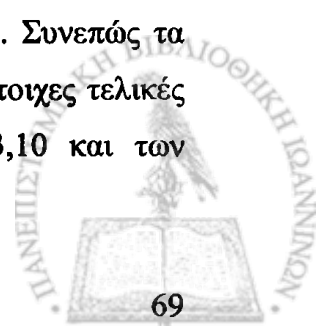
Σχήμα 7: Μεταβολή της περιεχόμενης υγρασίας των δειγμάτων βουτύρου αγελάδας, συντηρημένων στους 2-4 °C, στις μεταχειρίσεις: BUD= βούτυρο αγελάδας ανάλατο και διατηρημένο στο σκοτάδι (μάρτυρας), BUL= βούτυρο αγελάδας ανάλατο και διατηρημένο στο φως, BSD= βούτυρο αγελάδας αλατισμένο και διατηρημένο στο σκοτάδι και BSL= βούτυρο αγελάδας αλατισμένο και διατηρημένο στο φως.

Από την σχηματική απεικόνιση της μεταβολής της υγρασίας των υπό εξέταση περιπτώσεων (Σχήμα 7), παρατηρούμε ότι η αρχική υγρασία των δειγμάτων ανάλατου βουτύρου ήταν 16,05, δηλαδή υψηλότερη, κατά 1,76 ποσοστιαίες μονάδες, σε σχέση με εκείνη των αντίστοιχων περιπτώσεων αλατισμένου βουτύρου (που ήταν 14,29). Οι Washburn et al (1917), παρατήρησαν ότι η αρχική περιεχόμενη υγρασία των ανάλατων δειγμάτων βουτύρου, ήταν 0,63% υψηλότερη σε σχέση με τα αλατισμένα δείγματα.

Ωστόσο, τα ποσοστά υγρασίας της παρούσας μελέτης συμφωνούν τόσο με τον Ελληνικό Κώδικα Τροφίμων και Ποτών όσο και με το παγκόσμιο πρότυπο Codex Standard for Butter (CODEX STAN 279-1971) που ορίζουν τιμές υγρασίας για το βούτυρο <16 %.

Όσον αφορά τη διαφορά στις αρχικές υγρασίες (%) των δειγμάτων βουτύρου, αυτή οφείλεται στους επιπλέον χειρισμούς που υπέστη το βούτυρο με την προσθήκη του αλατιού, οι οποίοι είχαν ως αποτέλεσμα την μεγαλύτερη αποβολή υγρασίας και κατά συνέπεια την μικρότερη αρχική περιεχόμενη υγρασία τους.

Το τελικό ποσοστό υγρασίας των BUD δειγμάτων ήταν 14,95 και των BUL 14,49. Συνεπώς τα BUL δείγματα είχαν μεγαλύτερη απώλεια υγρασίας σε σχέση με τα BUD. Οι αντίστοιχες τελικές τιμές της υγρασίας των αλατισμένων δειγμάτων βουτύρου ήταν: των BSD=13,10 και των



BSL=12,60. Συνεπώς, τα δείγματα που διατηρήθηκαν στο φως είχαν μεγαλύτερη απώλεια υγρασίας σε σχέση με τα αντίστοιχα δείγματα που συντηρήθηκαν στο σκοτάδι.

Επιπλέον, παρατηρούμε ότι η συνολική απώλεια υγρασίας στα BUL δείγματα ήταν 1,56 μονάδες στα BSL δείγματα 1,69, στα BUD ήταν 1,10 και στα BSD δείγματα 1,19, οπότε οδηγούμαστε στο συμπέρασμα ότι η απώλεια υγρασίας ήταν μεγαλύτερη στα αλατισμένα δείγματα σε σχέση με τα ανάλατα. Στο ίδιο συμπέρασμα κατέληξαν και οι Washburn et al (1917).

Συνοψίζοντας, θα μπορούσε να ειπωθεί ότι ο συνδυασμός της αλάτισης και του φωτός είχαν σαν αποτέλεσμα το βούτυρο αγελάδας να έχει μεγαλύτερη απώλεια υγρασίας.

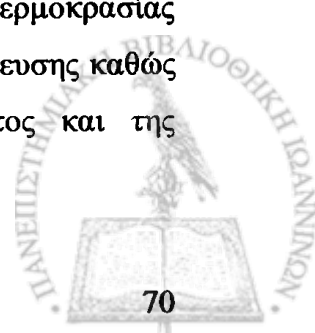
Παρόμοιες μέσες τιμές περιεχόμενης υγρασίας αναφέρουν και οι Sagdic et al (2004), για τις περιπτώσεις του τουρκικού βουτύρου «yayik butter». Πιο συγκεκριμένα, αναφέρουν τιμές υγρασίας της τάξης των $15,20 \pm 0,14$, $14,40 \pm 0,28$ και $15,65 \pm 0,07$ για το γίδινο, πρόβειο και αγελαδινό «yayik butter», αντίστοιχα.

7.2.3 Λίπος

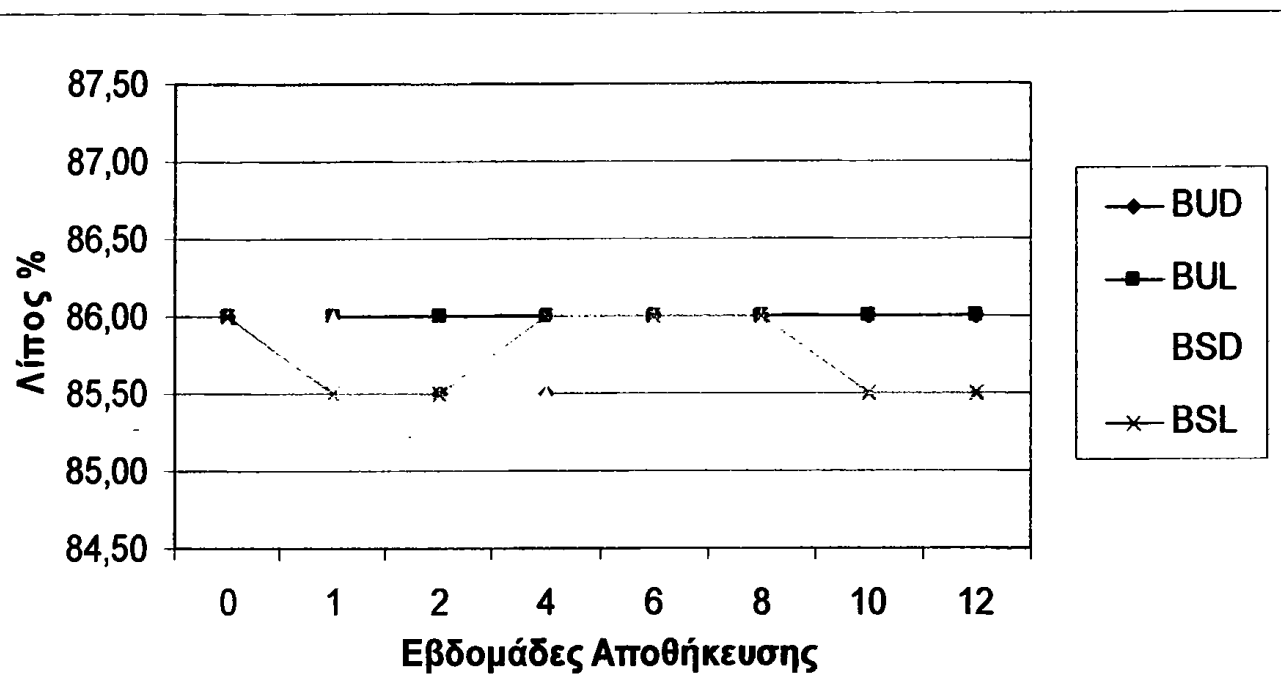
Στα γαλακτοκομικά προϊόντα (συμπεριλαμβανομένου και του βουτύρου) είναι δυνατό να αναπτυχθούν δυσάρεστες οσμές οι οποίες χαρακτηρίζονται ως «σαπωνώδεις», ή «ελαιώδεις» ή οσμές «τάγγισης». Οι οσμές αυτές παράγονται από τη διάσπαση του λίπους και την παραγωγή ελεύθερων λιπαρών οξέων. Η διάσπαση αυτή είναι γνωστή ως λιπόλυση και προκαλείται από το ένζυμο λιπάση. Η λιπάση υπάρχει στο γάλα, ωστόσο μπορεί και να παραχθεί παρουσία ψυχρότροφων βακτηρίων (π.χ. παρουσία Ψευδομονάδων) και είναι πιο δραστική σε $pH > 7$, ενώ αδρανοποιείται σε $pH < 6$. Η λιπάση του γάλακτος αδρανοποιείται με την παστερίωση, γεγονός που δεν ισχύει για τις λιπάσες μικροβιακής προέλευσης οι οποίες δεν αδρανοποιούνται ακόμα κι αν οι μικροοργανισμοί από τους οποίους έχουν παραχθεί έχουν καταστραφεί. Μπορούν επομένως να μεταφερθούν, στη δραστική τους μορφή, στα γαλακτοκομικά προϊόντα και να προκαλέσουν αποικοδόμηση του λίπους κατά τη διάρκεια αποθήκευσής τους. (Deeth & Fitz-Gerald, 1976).

Παράγοντες που είναι δυνατό να παρεμποδίσουν τη δράση των λιπολυτικών ενζύμων είναι: η χαμηλή θερμοκρασία αποθήκευσης, το pH προϊόντος (< 6), η κατανομή υγρασίας και το υψηλό ποσοστό αλατιού στο βούτυρο. Επιπλέον το λίπος μπορεί να υποστεί οξείδωση από το οξυγόνο του αέρα, με αποτέλεσμα τη δημιουργία οξειδωτικής τάγγισης, που προσδίνει στο βούτυρο χαρακτηριστική οσμή η οποία γίνεται αντιληπτή ως «ελαιώδης» (Deeth & Fitz-Gerald, 1976).

Τέλος, έχει αναφερθεί ότι ο ρυθμός οξείδωσης των λιπιδίων είναι ανάλογος της θερμοκρασίας (Fennema, 1996) και ότι η λιπόλυση ενισχύεται με την πάροδο της διάρκειας αποθήκευσης καθώς έχει παρατηρηθεί συνεργιστική δράση του χρόνου αποθήκευσης του προϊόντος και της θερμοκρασίας στη λιπόλυση (Chin, 1992; Jin & Park, 1995, 1996).



Στο Σχήμα 8, φαίνεται η μεταβολή του λίπους των δειγμάτων βουτύρου αγελάδας, συντηρημένων στους 2-4 °C, για τις υπό μελέτη, στην παρούσα εργασία, περιπτώσεις: BUD= βούτυρο αγελάδας ανάλατο και διατηρημένο στο σκοτάδι (μάρτυρας), BUL= βούτυρο αγελάδας ανάλατο και διατηρημένο στο φως, BSD= βούτυρο αγελάδας αλατισμένο και διατηρημένο στο σκοτάδι και BSL= βούτυρο αγελάδας αλατισμένο και διατηρημένο στο φως.



Σχήμα 8: Μεταβολή του λίπους των δειγμάτων βουτύρου αγελάδας, συντηρημένων στους 2-4 °C, για τις μεταχειρίσεις: BUD= βούτυρο αγελάδας ανάλατο και διατηρημένο στο σκοτάδι (μάρτυρας), BUL= βούτυρο αγελάδας ανάλατο και διατηρημένο στο φως, BSD= βούτυρο αγελάδας αλατισμένο και διατηρημένο στο σκοτάδι και BSL= βούτυρο αγελάδας αλατισμένο και διατηρημένο στο φως.

Από το Σχήμα 8, παρατηρούμε ότι για όλες τις περιπτώσεις που μελετήθηκαν στην παρούσα εργασία, δεν παρατηρήθηκε αξιόλογη μεταβολή στο ποσοστό του λίπους. Επίσης, διαφορές δεν παρατηρούνται μεταξύ των μεταχειρίσεων.

Ενδεικτικά, αξίζει να σημειωθεί ότι οι αρχικές τιμές (%) λίπους για όλες τις υπό μελέτη μεταχειρίσεις ήταν 86%. Την 12^η εβδομάδα συντήρησης οι τιμές του (λίπους) παρέμειναν στο 86% για τις περιπτώσεις των BUD και BUL δειγμάτων και προσέγγισαν το 85,5% στα BSD και BSL δείγματα.

Αξίζει επίσης να αναφερθεί ότι, όλα τα δείγματα εμφάνισαν τιμές λίπους απόλυτα σύμφωνες τόσο με την Ελληνικό Κώδικα και Ποτών (ο οποίος ορίζει ως αποδεκτό ποσοστό λίπους 80-90%), όσο και με το παγκόσμιο πρότυπο Codex Standard for Butter (CODEX STAN 279-1971) που ορίζει ως ελάχιστο ποσοστό λιποπεριεκτικότητας, το 80%.

Οι Sagdic et al (2004), ανέφεραν τις τιμές $82,90 \pm 0,14$, $83,80 \pm 0,14$ και $82,15 \pm 0,07$ ως μέσες τιμές λιποπεριεκτικότητας του «yayik butter» που παρασκευάστηκε από γίδινο, πρόβειο και αγελαδινό γάλα, αντίστοιχα.

Υψηλότερες μέσες τιμές λίπους, (της τάξης του 95,80%, 96,03% και 93,03% για το βούτυρο τυρογάλακτος, βούτυρο προερχόμενο από γλυκιά κρέμα και βούτυρο με προσθήκη καλλιέργειας, αντίστοιχα), ανέφεραν οι Jinjarak et al (2006), στη συγκριτική μελέτη των χαρακτηριστικών του βουτύρου από ορό γάλακτος (τυρογάλακτος) με άλλα βούτυρα.

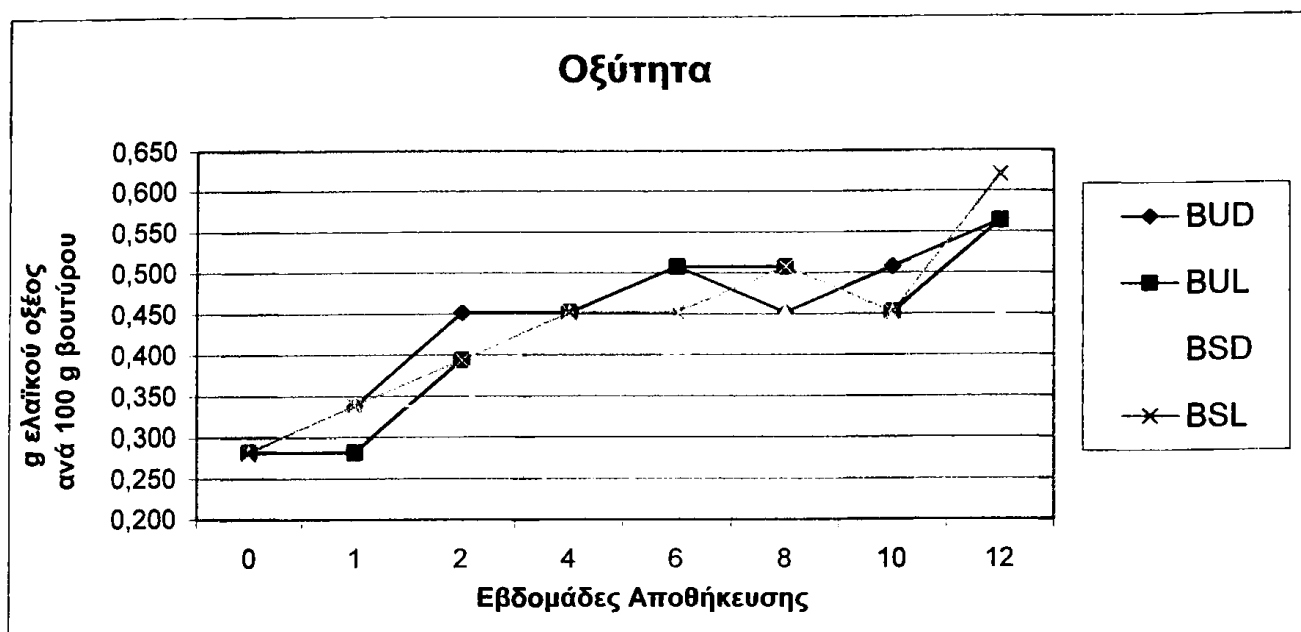
Αντίθετα, οι Samet-Bali et al (2009), αναφέρουν μικρότερη μέση λιποπεριεκτικότητα (της τάξης του $65,70 \pm 2,16\%$) του τυνησιακού βουτύρου. Αξίζει ωστόσο να σημειωθεί ότι στις προαναφερθείσες μελέτες, αναφέρονται μέσες τιμές λιποπεριεκτικότητας χωρίς να γνωρίζουμε το πώς αυτή μεταβλήθηκε κατά τη διάρκεια αποθήκευσής τους.

7.2.4 Οξύτητα

Η οξύτητα αποτελεί βασικό κριτήριο ποιοτικής αξιολόγησης του βουτύρου. Με τον προσδιορισμό της οξύτητας αναφερόμαστε στα ελεύθερα λιπαρά οξέα που περιέχονται στο βούτυρο και υπολογίζεται ο βαθμός υδρόλυσης των τριγλυκεριδίων του. Η λιπόλυση ή υδρόλυση του λίπους, προκαλείται από τη δράση των λιπολυτικών ενζύμων (των λιπασών) και εκτός από αύξηση της ολικής οξύτητας του βουτύρου (λόγω της απελευθέρωσης λιπαρών οξέων), προσδίδει στο βούτυρο ταγγή γεύση που κεντρίζει τον φάρυγγα.

Οι λιπάσες που φυσιολογικά υπάρχουν στο γάλα καταστρέφονται με την παστερίωση της κρέμας, γεγονός που δεν ισχύει για τις λιπάσες μικροβιακής προέλευσης, οι οποίες δεν αδρανοποιούνται ακόμα κι αν οι μικροοργανισμοί από τους οποίους έχουν παραχθεί έχουν καταστραφεί. Επομένως, μπορεί να μεταφερθούν, στη δραστική τους μορφή, στα γαλακτοκομικά προϊόντα και να προκαλέσουν αποικοδόμηση του λίπους κατά τη διάρκεια αποθήκευσής τους. (Deeth & Fitzgerald, 1976). Παράγοντες που παρεμποδίζουν τη δράση των λιπολυτικών ενζύμων είναι η χαμηλή θερμοκρασία αποθήκευσης, η απουσία φωτός και μετάλλων, η καλή διασπορά της υγρασίας και του αλατιού στο βούτυρο κ.α.

Στο Σχήμα 9, φαίνεται η μεταβολή της οξύτητας των δειγμάτων βουτύρου αγελάδας που συντηρήθηκαν στους 2-4 °C, για τις εξής, υπό μελέτη, περιπτώσεις: BUD= βούτυρο αγελάδας ανάλατο και διατηρημένο στο σκοτάδι (μάρτυρας), BUL= βούτυρο αγελάδας ανάλατο και διατηρημένο στο φως, BSD= βούτυρο αγελάδας αλατισμένο και διατηρημένο στο σκοτάδι και BSL= βούτυρο αγελάδας αλατισμένο και διατηρημένο στο φως.



Σχήμα 9: Μεταβολή της οξύτητας των δειγμάτων βουτύρου αγελάδας, συντηρημένων στους 2-4 °C, στις μεταχειρίσεις: BUD= βούτυρο αγελάδας ανάλατο και διατηρημένο στο σκοτάδι (μάρτυρας), BUL= βούτυρο αγελάδας ανάλατο και διατηρημένο στο φως, BSD= βούτυρο αγελάδας αλατισμένο και διατηρημένο στο σκοτάδι και BSL= βούτυρο αγελάδας αλατισμένο και διατηρημένο στο φως.

Η οξύτητα, όπως προκύπτει και από το Σχήμα 9, παρουσιάζει ανοδική τάση σε όλες τις περιπτώσεις που μελετήθηκαν στην παρούσα εργασία. Πιο συγκεκριμένα, όλες οι μεταχειρίσεις (BUD, BUL, BSD και BSL), είχαν την ίδια αρχική οξύτητα (0,282 g ελαϊκού οξέος / 100 g βουτύρου), ωστόσο τα δείγματα του ανάλατου βουτύρου (BUD και BUL) κατέληξαν να έχουν και την ίδια τελική οξύτητα (0,564 g ελαϊκού οξέος / 100 g βουτύρου). Μικρότερη τελική οξύτητα (0,452 g ελαϊκού οξέος / 100 g βουτύρου), είχαν τα BSD δείγματα, ενώ την μεγαλύτερη τελική οξύτητα (0,620 g ελαϊκού οξέος / 100 g βουτύρου) είχαν τα BSL δείγματα βουτύρου.

Συμπερασματικά, μπορεί να ειπωθεί ότι, και στις τέσσερις μεταχειρίσεις της παρούσας μελέτης, έχει λάβει χώρα η υδρόλυση ή αλλιώς το υδρολυτικό τάγγισμα που αποτελεί μια από τις κυριότερες αλλοιώσεις του βουτύρου και η οποία εκτός από την αύξηση της οξύτητας συνοδεύεται και από αλλαγή της γεύσης του βουτύρου (ταγγή γεύση). Το γεγονός αυτό επιβεβαιώνεται και από τα αποτελέσματα της οργανοληπτικής αξιολόγησης της παραμέτρου «Γεύση & Άρωμα» των δειγμάτων του βουτύρου (Σχήμα 16). Από τα Σχήματα 9 και 16 παρατηρούμε ότι, ανεξαρτήτως μεταχείρισης, καθώς πλησιάζουμε προς τη 12^η εβδομάδα, αυξάνεται η οξύτητα των δειγμάτων και συνεπώς ο βαθμός υδρόλυσής τους, ενώ παράλληλα μειώνεται ο βαθμός αποδοχής των δειγμάτων από τους δοκιμαστές.

Επιπλέον προκύπτει, ότι η αλάτιση σε συνδυασμό με την απουσία φωτός, παρεμποδίζει την αύξηση της οξύτητας καθώς τα BSD δείγματα, έχουν την μικρότερη αύξηση οξύτητας (0,170 g ελαϊκού

οξέος/100 g βουτύρου) σε σχέση με τις άλλες μεταχειρίσεις, ενώ την μεγαλύτερη αύξηση οξύτητας την είχαν τα BSL δείγματα (0,383 g ελαιικού οξέος/100 g βουτύρου).

Από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση, προκύπτει ότι οι Sagdic et al (2004), προσδιόρισαν την ογκομετρούμενη οξύτητα στο τουρκικό «yayik butter», ωστόσο σύμφωνα με την μέθοδο που ακολούθησαν, τα αποτελέσματα εκφράστηκαν ως ποσοστό επί τοις εκατό (%) σε γαλακτικό οξύ. Οι τιμές της οξύτητας για το γίδινο, πρόβειο και αγελαδινό «yayik butter» ήταν $0,25 \pm 0,01$, $0,23 \pm 0,01$ και $0,24 \pm 0,01$, αντίστοιχα.

Δεδομένα ογκομετρούμενης οξύτητας, εκφρασμένη σε βαθμούς Dornic, προκύπτουν και από την εργασία των Samet-Bali et al (2009). Η μέθοδος που ακολούθησαν, περιλαμβάνει την προσθήκη δείκτη φαινολοφθαλεΐνης και την ογκομέτρηση των δειγμάτων του τυνησιακού βουτύρου με διάλυμα καυστικού νατρίου (NaOH) N/9, έως ότου το μίγμα αποκτήσει ροζ χρώμα. Οι μέσες τιμές οξύτητας που αναφέρουν είναι $22,5 \pm 0,01$ °D.

Αξίζει, τέλος, να σημειωθεί ότι από τις προαναφερθείσες εργασίες, δεν προκύπτουν στοιχεία σχετικά με τη μεταβολή της ογκομετρούμενης οξύτητας. Επιπλέον, η έκφραση των αποτελεσμάτων της κάθε μελέτης με διαφορετικό τρόπο, δυσχεραίνει την μεταξύ τους σύγκριση.

7.2.5 Αριθμός Υπεροξειδίων (A.Y.)

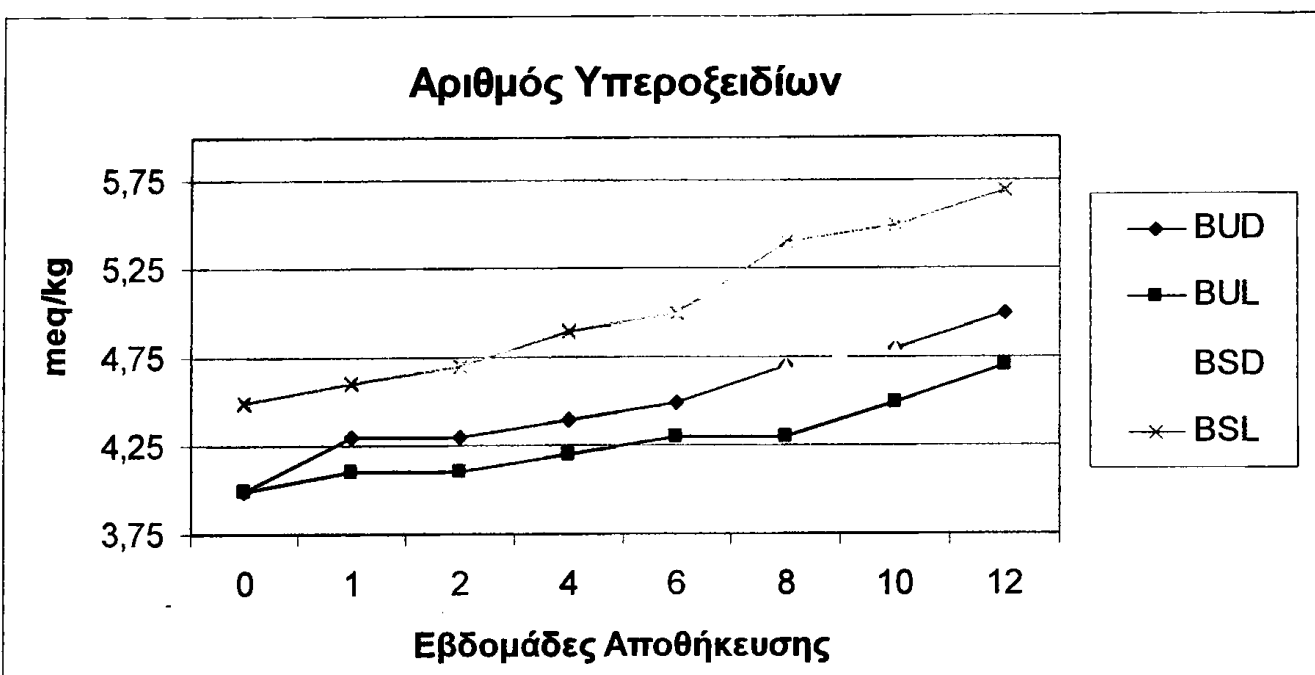
Τα υπεροξείδια είναι χημικές ενώσεις που δημιουργούνται από την αντίδραση κυρίως του οξυγόνου με μια λιπαρή ύλη (ελαιόλαδο, βούτυρο κ.α.). Ο προσδιορισμός του αριθμού των υπεροξειδίων, αποτελεί βασικό κριτήριο ελέγχου του βαθμού οξείδωσης των λιπών και ελαίων που εκτός από την παρουσία οξυγόνου, μπορεί να οφείλεται και σε άλλους παράγοντες όπως είναι η θερμοκρασία, το φως, τα μέταλλα, κ.α.

Οι μέθοδοι και οι τεχνικές που χρησιμοποιούνται για την εκτίμηση του βαθμού οξείδωσης του ελαιολάδου, αλλά και των άλλων λιπαρών υλών, βασίζονται στον προσδιορισμό των πρωτογενών και των δευτερογενών προϊόντων της οξείδωσης. Τα υπεροξείδια των ακόρεστων λιπαρών οξέων, είναι τα πρωτογενή προϊόντα της οξείδωσης, ενώ οι αλδεΐδες και οι κετόνες αποτελούν τα δευτερογενή προϊόντα τα οποία είναι προϊόντα διάσπασης των υπεροξειδίων.

Υψηλές τιμές υπεροξειδίων υποδηλώνουν ότι η λιπαρή ύλη έχει υποστεί οξειδωτικές αλλοιώσεις και ότι θα έχει μικρή αντοχή στο χρόνο. Πρακτικά ο αριθμός υπεροξειδίων προσδιορίζει, πόσο προχωρημένη είναι η οξείδωση των ουσιών της λιπαρής ύλης, πράγμα που επιτρέπει την εξαγωγή συμπερασμάτων για την ηλικία της και το είδος της αποθήκευσής της.

Στο Σχήμα 10 απεικονίζεται η μεταβολή του αριθμού των υπεροξειδίων των δειγμάτων βουτύρου αγελάδας, συντηρημένων στους 2-4 °C, για τις εξής περιπτώσεις: BUD= βούτυρο αγελάδας ανάλατο και διατηρημένο στο σκοτάδι (μάρτυρας), BUL= βούτυρο αγελάδας ανάλατο και

διατηρημένο στο φως, BSD= βούτυρο αγελάδας αλατισμένο και διατηρημένο στο σκοτάδι και BSL= βούτυρο αγελάδας αλατισμένο και διατηρημένο στο φως.



Σχήμα 10: Μεταβολή του αριθμού των υπεροξειδίων των δειγμάτων βουτύρου αγελάδας, συντηρημένων στους 2-4 °C, στις μεταχειρίσεις: BUD= βούτυρο αγελάδας ανάλατο και διατηρημένο στο σκοτάδι (μάρτυρας), BUL= βούτυρο αγελάδας ανάλατο και διατηρημένο στο φως, BSD= βούτυρο αγελάδας αλατισμένο και διατηρημένο στο σκοτάδι και BSL= βούτυρο αγελάδας αλατισμένο και διατηρημένο στο φως.

Όπως προκύπτει από το Σχήμα 10, ο αριθμός των υπεροξειδίων παρουσιάζει ανοδική τάση σε όλες τις μεταχειρίσεις της παρούσας εργασίας. Πιο αναλυτικά, η αρχική τιμή του για τα ανάλατα δείγματα βουτύρου αγελάδας ήταν 4 meq/kg, ενώ για τα αλατισμένα ήταν 4,5 meq/kg. Οι τελικές τιμές του Α.Υ. την 12^η εβδομάδα συντήρησης των δειγμάτων ήταν 4,7 meq/kg, 5,0 meq/kg, 5,7 meq/kg και 4,8 meq/kg για τα BUL, BUD, BSL και τα BSD δείγματα βουτύρου, αντίστοιχα.

Επιπλέον, είναι γνωστό ότι, νωπές λιπαρές ύλες έχουν συνήθως Α.Υ. μικρότερο από 10 meq/kg, ενώ η ταγγή γεύση αρχίζει να γίνεται αισθητή όταν ο Α.Υ. έχει τιμές μεταξύ 20 και 40 meq/kg (Τζουβάρα- Καραγιάννη, 1994). Συνεπώς, η λιπαρή ύλη που χρησιμοποιήθηκε για τις ανάγκες της παρούσας εργασίας (βούτυρο αγελάδας) δεν υπέστη οξειδωτικές αλλοιώσεις (σε σημαντικό βαθμό) και επομένως είχε ικανοποιητική αντοχή στο χρόνο. Ενδεχομένως η χαμηλή θερμοκρασία συντήρησης των δειγμάτων (2-4 °C), το υψηλό pH (>4,8), η απουσία αέρα, ηλιακού φωτός και μετάλλων (Cu, Fe) κ.λ.π μπορεί να συντέλεσαν στην καλή διατήρησή τους.

Τέλος, από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση, προκύπτει ότι μόνο οι Sagdic et al (2004), αναφέρουν στην εργασία τους για το τούρκικο βούτυρο «yayik butter», τον αριθμό των υπεροξειδίων, τον οποίο ωστόσο χαρακτηρίζουν ως «μη ανιχνεύσιμο».

7.2.6 Μεταβολές των παραμέτρων του χρώματος (L*, a* και b*)

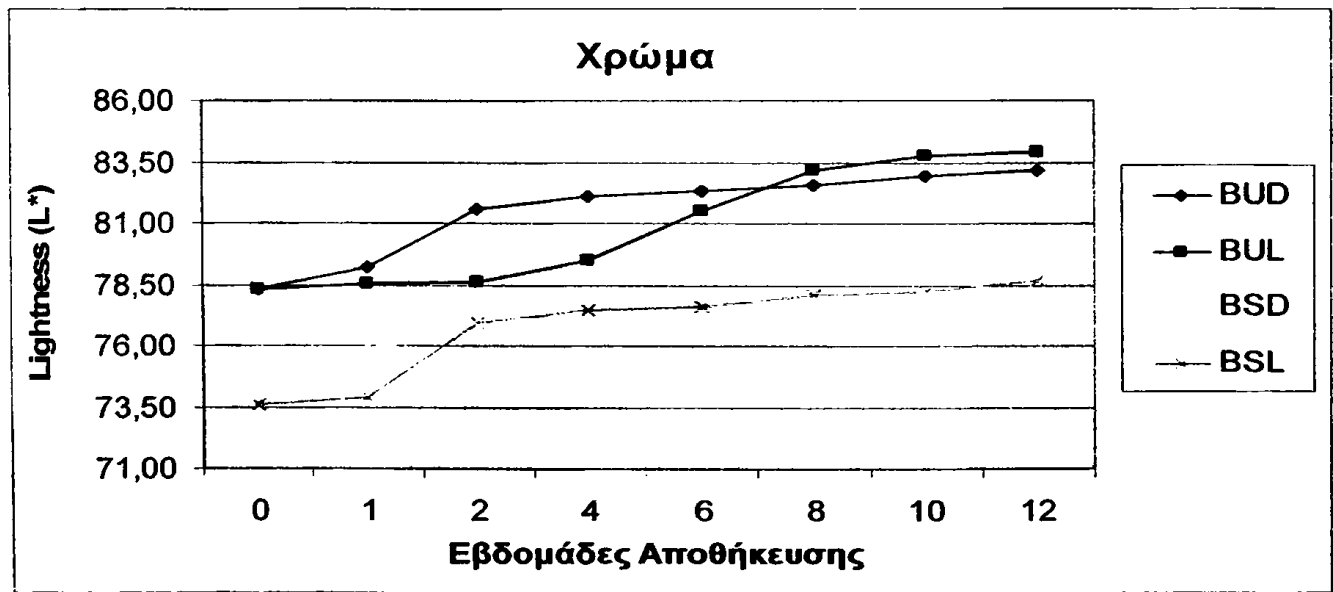
Το χρώμα είναι το σημαντικότερο χαρακτηριστικό της εμφάνισης των τροφίμων. Συνήθως, είναι το πρώτο χαρακτηριστικό που αντιλαμβάνεται ο καταναλωτής, αποτελεί καθοριστικό παράγοντα για την αξιολόγηση της ποιότητας των τροφίμων και κατ' επέκταση για την αποδοχή ή την απόρριψη τους. Ο καταναλωτής έχει συνηθίσει κάθε τρόφιμο με το δικό του συγκεκριμένο χρώμα και οποιαδήποτε απόκλιση τη θεωρεί ως ποιοτική υποβάθμιση του τροφίμου.

Το χρώμα του βουτύρου εξαρτάται από το είδος του γάλακτος από το οποίο προέρχεται. Πιο συγκεκριμένα, το βούτυρο που παρασκευάστηκε από γάλα προβάτου, κατσίκας και βουβάλου έχει χρώμα λευκό, ενώ το βούτυρο που προέρχεται από αγελαδινό γάλα έχει χρώμα κιτρινωπό.

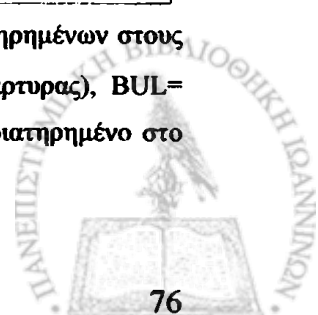
Στην παρούσα μελέτη, ο προσδιορισμός του χρώματος έγινε τόσο με την αξιολόγηση της παραμέτρου «Εμφάνιση & Χρώμα» (από τους δοκιμαστές), όσο και τη βοήθεια χρωματόμετρου. Στα Σχήματα 11, 12 και 13 απεικονίζονται οι μεταβολές των παραμέτρων: L* (φωτεινότητα), a* (ερυθρότητα) και b* (κίτρινη απόχρωση), βάσει των μετρήσεων του χρωματόμετρου.

✓ Παράμετρος L* (φωτεινότητα)

Στο Σχήμα 11, παρατηρούμε τις μεταβολές της παραμέτρου L* (φωτεινότητα) που σημειώθηκαν στα δείγματα βουτύρου αγελάδας τα οποία συντηρήθηκαν στους 2-4 °C. Μελετήθηκαν οι εξής μεταχειρίσεις: BUD= βούτυρο αγελάδας ανάλατο και διατηρημένο στο σκοτάδι (μάρτυρας), BUL= βούτυρο αγελάδας ανάλατο και διατηρημένο στο φως, BSD= βούτυρο αγελάδας αλατισμένο και διατηρημένο στο σκοτάδι και BSL= βούτυρο αγελάδας αλατισμένο και διατηρημένο στο φως.



Σχήμα 11: Μεταβολή της παραμέτρου L* (φωτεινότητα) των δειγμάτων βουτύρου αγελάδας, συντηρημένων στους 2-4 °C, στις μεταχειρίσεις: BUD= βούτυρο αγελάδας ανάλατο και διατηρημένο στο σκοτάδι (μάρτυρας), BUL= βούτυρο αγελάδας ανάλατο και διατηρημένο στο φως, BSD= βούτυρο αγελάδας αλατισμένο και διατηρημένο στο σκοτάδι και BSL= βούτυρο αγελάδας αλατισμένο και διατηρημένο στο φως.



Η αρχική τιμή της παραμέτρου L^* ήταν 78,35 για τα μη αλατισμένα δείγματα βουτύρου αγελάδας και 73,64 για τα αλατισμένα δείγματα.

Στην περίπτωση των BUL δειγμάτων η παράμετρος L^* , παρέμεινε σχεδόν σταθερή μέχρι και τη 2^η εβδομάδα αποθήκευσης τους, την 6^η εβδομάδα προσέγγισε την τιμή 81,51 και στη συνέχεια ακολούθησε ανοδική πορεία σημειώνοντας τελική τιμή, την 12^η εβδομάδα, 83,92.

Όσον αφορά τα BUD δείγματα βουτύρου, η παράμετρος L^* ακολούθησε ανοδική πορεία, σημειώνοντας απότομη αύξηση από την 1^η έως τη 2^η εβδομάδα αποθήκευσης των δειγμάτων (από 79,20 έφτασε στο 81,56), την 6^η εβδομάδα η τιμή της ήταν 82,35, ενώ η τελική της τιμή ήταν 83,18.

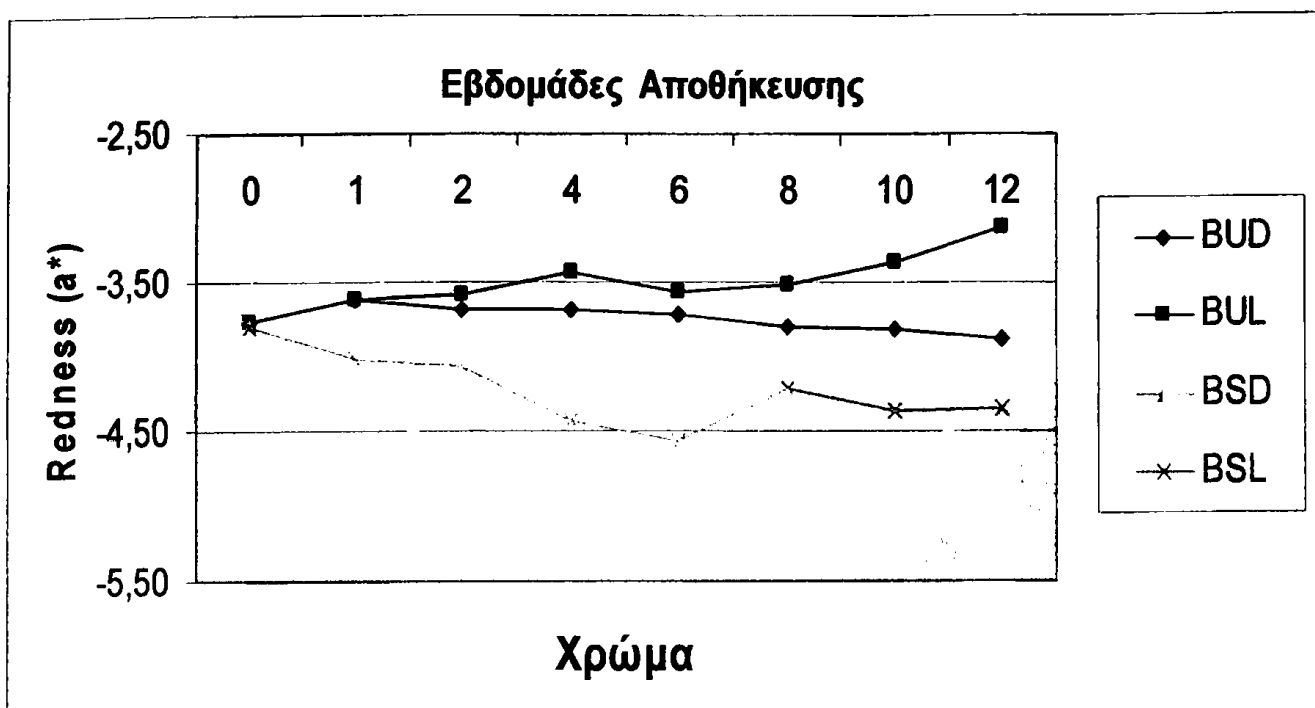
Η μεταβολή της παραμέτρου L^* , στην περίπτωση των BSL δειγμάτων παρουσίασε μικρή αύξηση την πρώτη εβδομάδα αποθήκευσης (από 73,64 την 0^η εβδομάδα, έφτασε στο 73,89 την 1^η εβδομάδα), στη συνέχεια σημείωσε απότομη αύξηση και από 73,89 που ήταν την 1^η εβδομάδα έφτασε στην τιμή 76,99 τη 2^η εβδομάδα αποθήκευσης των δειγμάτων, την 6^η εβδομάδα είχε την τιμή 77,63 και η τελική της τιμή ήταν 78,67. Στην περίπτωση των BSD δειγμάτων, η παράμετρος L^* ακολούθησε αυξητική πορεία με αρχική τιμή 73,64 και ενδεικτικές τιμές 76,87 την 6^η εβδομάδα και 77,91 την 12^η εβδομάδα αποθήκευσης των δειγμάτων.

Αξίζει να σημειωθεί, ότι η μεγαλύτερη αύξηση της παραμέτρου L^* , παρατηρήθηκε στα BUL και BSL δείγματα βουτύρου (δηλαδή στα δείγματα που συντηρήθηκαν στο φως), όπου η L^* σημείωσε αύξηση κατά 5,57 και 5,03 μονάδες, αντίστοιχα. Επιπλέον, αύξηση της παραμέτρου L^* , παρατηρήθηκε και στα BSD και BUD δείγματα. Ωστόσο, σε αυτές τις περιπτώσεις, η αύξηση ήταν κατά 4,83 και 4,27 μονάδες για τα BUD και BSD δείγματα βουτύρου, αντίστοιχα.

Οι Jinjara et al (2006), αναφέρουν ότι η παράμετρος L^* του βουτύρου τυρογάλακτος ήταν 82,62, του βουτύρου από γλυκιά κρέμα ήταν 85,89 και του βουτύρου με προσθήκη καλλιέργειας ήταν 85,14. Αξίζει, ωστόσο, να σημειωθεί ότι οι Jinjara et al (2006), μελέτησαν ανάλατα είδη βουτύρου, ενώ από την εργασία τους δεν προκύπτουν πληροφορίες σχετικά με την μεταβολή της παραμέτρου L^* στα υπό μελέτη δείγματα βουτύρου.

✓ Παράμετρος a^* (ερυθρότητα ή κόκκινη απόχρωση)

Στο Σχήμα 12, απεικονίζεται η μεταβολή της παραμέτρου a^* (ερυθρότητα ή κόκκινη απόχρωση) των δειγμάτων βουτύρου αγελάδας, συντηρημένων στους 2-4 °C, για τις εξής περιπτώσεις: BUD= βούτυρο αγελάδας ανάλατο και διατηρημένο στο σκοτάδι (μάρτυρας), BUL= βούτυρο αγελάδας ανάλατο και διατηρημένο στο φως, BSD= βούτυρο αγελάδας αλατισμένο και διατηρημένο στο σκοτάδι και BSL= βούτυρο αγελάδας αλατισμένο και διατηρημένο στο φως.



Σχήμα 12: Μεταβολή της παραμέτρου a^* (ερυθρότητα) των δειγμάτων βουτύρου αγελάδας, συντηρημένων στους 2-4 °C, στις μεταχειρίσεις: BUD= βούτυρο αγελάδας ανάλατο και διατηρημένο στο σκοτάδι (μάρτυρας), BUL= βούτυρο αγελάδας ανάλατο και διατηρημένο στο φως, BSD= βούτυρο αγελάδας αλατισμένο και διατηρημένο στο σκοτάδι και BSL= βούτυρο αγελάδας αλατισμένο και διατηρημένο στο φως.

Οι αρχικές τιμές της παραμέτρου a^* ήταν -3,76 για τα ανάλατα δείγματα βουτύρου αγελάδας και -3,80 για τα αλατισμένα. Στα BUL δείγματα, η παράμετρος a^* σημείωσε ανοδική πορεία έως την 4^η εβδομάδα οπότε $a^*=-3,43$, μειώθηκε την 6^η εβδομάδα όπου $a^*=-3,56$ και ακολούθησε ανοδική πορεία μέχρι την 12^η, οπότε ήταν $a^*=-3,13$.

Ελαφρώς ανοδική τάση μέχρι την 1^η εβδομάδα, όπου $a^*=-3,61$, σημείωσε η παράμετρος a^* στην περίπτωση των BUD δειγμάτων. Στη συνέχεια παρουσίασε μικρή πτώση, σημειώνοντας την τιμή -3,72 την 6^η εβδομάδα και τελική τιμή $a^*=-3,88$ την (12^η εβδομάδα αποθήκευσης των δειγμάτων).

Στην περίπτωση των BSL δειγμάτων, η παράμετρος a^* , σημείωσε καθοδική πορεία μέχρι την 6^η εβδομάδα αποθήκευσης των δειγμάτων οπότε $a^*=-4,57$, ακολούθησε άνοδος της a^* την 8^η εβδομάδα οπότε $a^*=-4,22$ και στη συνέχεια κάθοδος με τελική τιμή $a^*=-4,35$ την 12^η εβδομάδα συντήρησης των δειγμάτων.

Στα BSD δείγματα βουτύρου, η παράμετρος a^* , παρουσίασε αρχικά πτωτική τάση με ενδεικτικές τιμές: $a^*=-4,68$ την 6^η εβδομάδα και χαμηλότερη τιμή την 8^η εβδομάδα όπου $a^*=-4,87$. Στη συνέχεια, σημείωσε ανοδική τάση μέχρι και την 12^η εβδομάδα, οπότε η τιμή της ήταν -4,42.

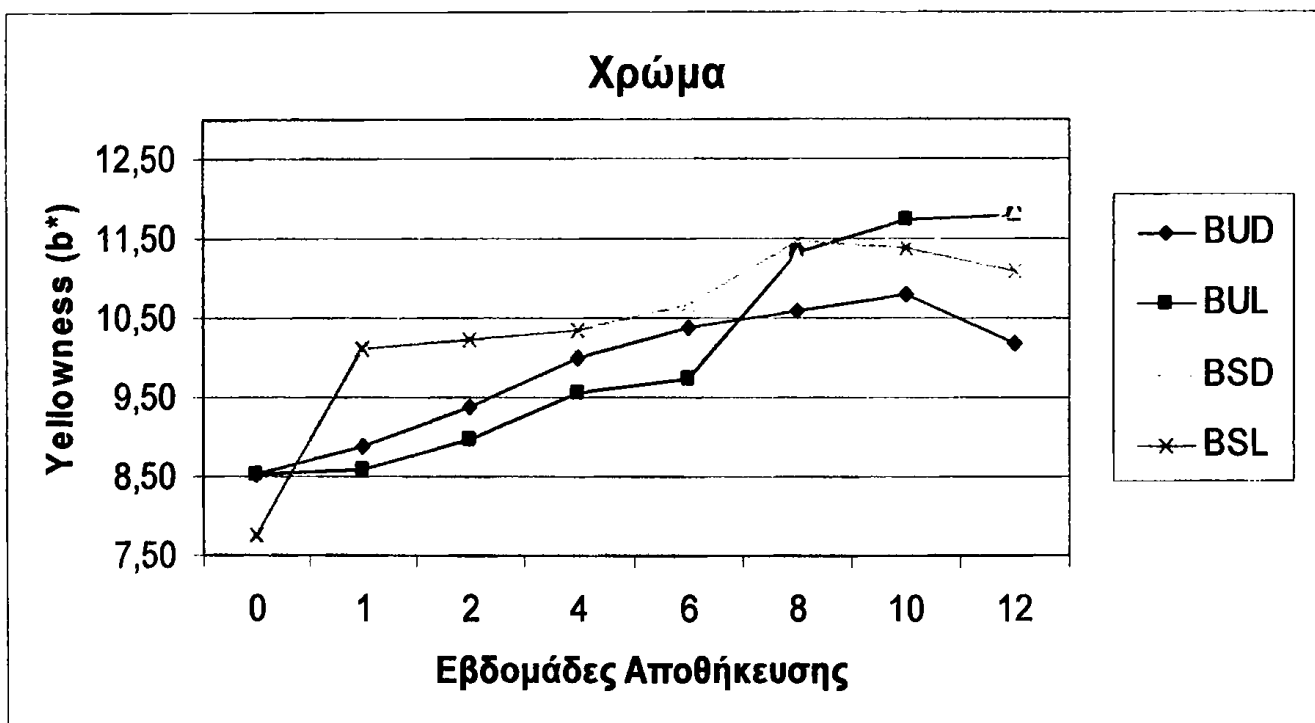
Συνοψίζοντας, μπορεί να ειπωθεί ότι στα αλατισμένα δείγματα βουτύρου, η παράμετρος a^* σημείωσε πτώση και πιο συγκεκριμένα στα BSL δείγματα η a^* μειώθηκε κατά 0,55 μονάδες, ενώ στα BSD, η πτώση ήταν κατά 0,62 μονάδες. Στην περίπτωση των BUD δειγμάτων η πτώση της a^*

ήταν κατά 0,12 μονάδες, ενώ σε αντίθεση με τις άλλες μεταχειρίσεις, στην περίπτωση των BUL δειγμάτων η a^* σημείωσε μικρή άνοδο κατά 0,63 μονάδες.

Οι Jinjarak et al (2006), αναφέρουν ως τιμές της παραμέτρου a^* τις τιμές -1,71, -1,38 και -1,45 για τα βούτυρο τυρογάλακτος, το βούτυρο από γλυκιά κρέμα και το βούτυρο με προσθήκη καλλιέργειας, αντίστοιχα. Αξίζει, ωστόσο, να σημειωθεί ότι οι Jinjarak et al (2006), μελέτησαν ανάλατα είδη βουτύρου, ενώ από την εργασία τους δεν προκύπτουν πληροφορίες σχετικά με την μεταβολή της παραμέτρου a^* στα υπό μελέτη δείγματα βουτύρου.

✓ Παράμετρος b^* (κίτρινη απόχρωση)

Στο Σχήμα 13, απεικονίζονται οι μεταβολές της παραμέτρου b^* (κίτρινη απόχρωση), των δειγμάτων βουτύρου αγελάδας που συντηρήθηκαν στους 2-4 °C. Μελετήθηκαν οι εξής μεταχειρίσεις: BUD= βούτυρο αγελάδας ανάλατο και διατηρημένο στο σκοτάδι (μάρτυρας), BUL= βούτυρο αγελάδας ανάλατο και διατηρημένο στο φως, BSD= βούτυρο αγελάδας αλατισμένο και διατηρημένο στο σκοτάδι και BSL= βούτυρο αγελάδας αλατισμένο και διατηρημένο στο φως.



Σχήμα 13: Μεταβολή της παραμέτρου b^* (κίτρινη απόχρωση) των δειγμάτων βουτύρου αγελάδας, συντηρημένων στους 2-4 °C, στις μεταχειρίσεις: BUD= βούτυρο αγελάδας ανάλατο και διατηρημένο στο σκοτάδι (μάρτυρας), BUL= βούτυρο αγελάδας ανάλατο και διατηρημένο στο φως, BSD= βούτυρο αγελάδας αλατισμένο και διατηρημένο στο σκοτάδι και BSL= βούτυρο αγελάδας αλατισμένο και διατηρημένο στο φως.

Από το Σχήμα 13, παρατηρούμε ότι οι αρχικές τιμές (την εβδομάδα 0) της παραμέτρου b^* ήταν 8,53 για τα μη αλατισμένα δείγματα βουτύρου αγελάδας και 7,77 για τα αλατισμένα.

Όσον αφορά τα BUL δείγματα, η παράμετρος b^* σημείωσε ανοδική πορεία με ενδεικτικές τιμές: $b^*=9,56$ την 4^η εβδομάδα, $b^*=9,74$ την 6^η εβδομάδα, $b^*=11,33$ την 8^η εβδομάδα και τελική τιμή $b^*=11,79$ την 12^η εβδομάδα αποθήκευσης των δειγμάτων.

Στην περίπτωση των BUD δειγμάτων, η παράμετρος b^* παρουσίασε ανοδική τάση με ενδιάμεσες τιμές: $b^*=10,37$ την 6^η εβδομάδα και μεγαλύτερη τιμή την 10^η εβδομάδα όπου $b^*=10,80$. Στη συνέχεια, σημείωσε μικρή πτώση μέχρι την 12^η εβδομάδα οπότε $b^*=10,17$.

Στα BSL δείγματα, η παράμετρος b^* ακολούθησε ανοδική πορεία, με ενδεικτικές τιμές την $b^*=10,69$ την 6^η εβδομάδα και μεγαλύτερη τιμή την 8^η εβδομάδα όπου $b^*=11,47$. Στη συνέχεια παρουσίασε μικρή πτώση με τελική τιμή $b^*=11,10$ την 12^η εβδομάδα.

Τέλος, η παράμετρος b^* , ακολούθησε ανοδική πορεία, καθόλη την τρίμηνη διάρκεια αποθήκευσης των BSD δειγμάτων με ενδεικτικές τιμές $b^*=11,16$ την 2^η εβδομάδα αποθήκευσης, $b^*=11,22$ τη 6^η εβδομάδα, $b^*=11,36$ τη 10^η εβδομάδα και τελική τιμή $b^*=11,84$ την 12^η εβδομάδα αποθήκευσης των δειγμάτων.

Συμπερασματικά, από τον προσδιορισμό της παραμέτρου b^* στις μεταχειρίσεις της παρούσας εργασίας προκύπτει ότι, μεγαλύτερη μεταβολή (και συγκεκριμένα αύξηση) της παραμέτρου b^* παρατηρήθηκε στα αλατισμένα δείγματα, η οποία ήταν της τάξης των 4,07 και 3,33 μονάδων για τα BSD και BSL δείγματα, αντίστοιχα. Η αντίστοιχη μεταβολή (αύξηση) της b^* για τα BUL και BUD δείγματα ήταν 3,26 και 1,64, αντίστοιχα.

Οι Jinjara et al (2006), αναφέρουν ως τιμές της παραμέτρου b^* τις τιμές 20,04, 20,96 και 22,46 για το βούτυρο τυρογάλακτος, το βούτυρο από γλυκιά κρέμα και το βούτυρο με προσθήκη καλλιέργειας, αντίστοιχα. Αξίζει, ωστόσο, να σημειωθεί ότι οι Jinjara et al (2006), μελέτησαν μόνο ανάλατα είδη βουτύρου, ενώ από την εργασία τους δεν προκύπτουν πληροφορίες σχετικά με την μεταβολή της παραμέτρου b^* στα υπό μελέτη δείγματα βουτύρου.

✓ Μεταβολή της έντασης του χρώματος (ΔE)

Στον Πίνακα 17, παρουσιάζεται η μεταβολή των παραμέτρων του χρώματος βάσει των οποίων υπολογίζεται η μεταβολή της έντασης του χρώματος (ΔE), η οποία ορίζεται ως εξής η τετραγωνική ρίζα του αθροίσματος: $(\Delta l)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2$,

όπου: $\Delta l = l - l_0$ με l_0 το l της 0^{ης} εβδομάδας,

$\Delta a = a - a_0$ με a_0 το a της 0^{ης} εβδομάδας και

$\Delta b = b - b_0$ με b_0 το b της 0^{ης} εβδομάδας.

Πίνακας 17: Μεταβολή της έντασης του χρώματος των δειγμάτων βουτύρου αγελάδας, που συντηρήθηκαν στους 2-4 °C, για τις μεταχειρίσεις: BUD= βούτυρο αγελάδας ανάλατο και διατηρημένο στο σκοτάδι (μάρτυρας), BUL= βούτυρο αγελάδας ανάλατο και διατηρημένο στο φως, BSD= βούτυρο αγελάδας αλατισμένο και διατηρημένο στο σκοτάδι και BSL= βούτυρο αγελάδας αλατισμένο και διατηρημένο στο φως.

Εβδομάδα	BUD (Μάρτυρας)	BUL	BSD	BSL
6 ^η	4,40	3,39	4,81	5,00
12 ^η	5,10	6,48	5,93	6,06

Από τον Πίνακα 17, παρατηρούμε ότι σε όλες τις υπό μελέτη, στην παρούσα εργασία, περιπτώσεις δειγμάτων βουτύρου αγελάδας (BUD, BUL, BSD και BSL), έχει επέλθει μεταβολή στην ένταση του χρώματος. Αξίζει να σημειωθεί ότι μεγαλύτερη μεταβολή στην ένταση του χρώματος έχουν υποστεί τα BUL δείγματα και μικρότερη τα δείγματα BUD.

Συμπερασματικά, θα μπορούσε να ειπωθεί ότι είναι φανερή η επίδραση του φωτός στην ένταση του χρώματος των ανάλατων δειγμάτων βουτύρου, καθώς στα BUL δείγματα, έχει επέλθει μεταβολή (αύξηση) της έντασης του χρώματος κατά 3,09 μονάδες, ενώ στα BUD δείγματα η αύξηση αυτή είναι μόλις 0,70 μονάδες. Ωστόσο, δεν συμβαίνει το ίδιο στις περιπτώσεις των αλατισμένων δειγμάτων βουτύρου, καθώς η μεταβολή (αύξηση) της έντασης του χρώματος των BSD και BSL δειγμάτων είναι σχεδόν ίδια (1,12 και 1,06 μονάδες, αντίστοιχα).

7.3 Μεταβολές οργανοληπτικών παραμέτρων

Τα οργανοληπτικά ή εμφανή χαρακτηριστικά αποτελούν ένα βασικό κριτήριο ποιότητας, γιατί καθορίζουν το βαθμό αρεσκείας ή απόρριψης των τροφίμων από τους καταναλωτές. Τα αποτελέσματα της οργανοληπτικής αξιολόγησης των δειγμάτων βουτύρου αγελάδας, για όλες τις μεταχειρίσεις της παρούσας μελέτης φαίνονται στα Σχήματα 14, 15 και 16.

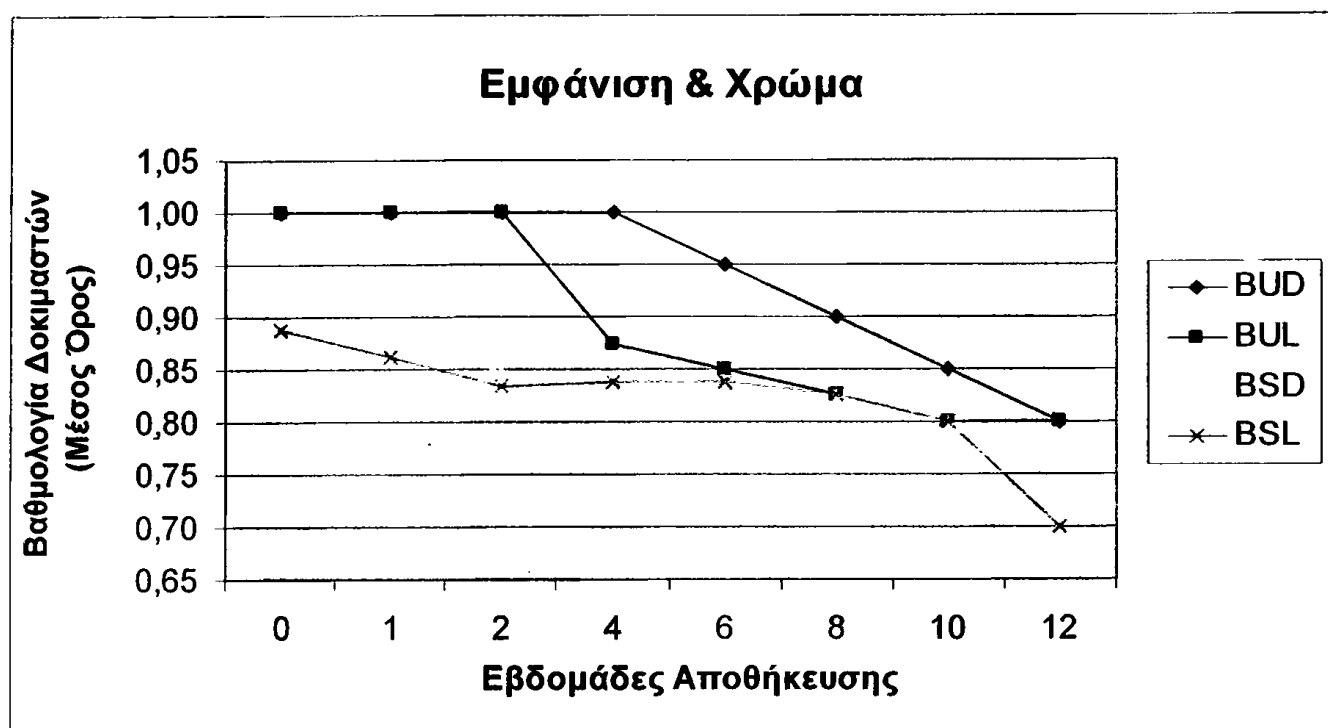
Για την καθεμία από τις υπό μελέτη περιπτώσεις αξιολογήθηκαν οι παράμετροι: «Εμφάνιση-Χρώμα», «Δομή - Υφή» και «Γεύση». Η δοκιμή και κατά συνέπεια η αξιολόγηση των δειγμάτων πραγματοποιήθηκε μόνο σε εκείνες τις περιπτώσεις όπου το επέτρεπαν τα αποτελέσματα των μικροβιολογικών αποτελεσμάτων (μη αλλοιωμένο δείγμα: O.M.X. <7,00 log cfu/g).

7.3.1 Εμφάνιση & Χρώμα

Το χρώμα είναι συνήθως το πρώτο χαρακτηριστικό που αντιλαμβάνεται ο καταναλωτής και αποτελεί καθοριστικό παράγοντα για την επιλογή ή την αξιολόγηση της ποιότητας των τροφίμων.

Για την παράμετρο «Εμφάνιση & Χρώμα», η βαθμολογία 0,8 ορίστηκε ως το χαμηλότερο αποδεκτό όριο σε μια κλίμακα με άριστο το 1.

Πιο αναλυτικά, στο Σχήμα 14 φαίνεται ο μέσος όρος της βαθμολογίας των δοκιμαστών για τις υπό μελέτη, στην παρούσα εργασία, μεταχειρίσεις: BUD= βούτυρο αγελάδας ανάλατο και διατηρημένο στο σκοτάδι (μάρτυρας), BUL= βούτυρο αγελάδας ανάλατο και διατηρημένο στο φως, BSD= βούτυρο αγελάδας αλατισμένο και διατηρημένο στο σκοτάδι και BSL= βούτυρο αγελάδας αλατισμένο και διατηρημένο στο φως.



Σχήμα 14: Οργανοληπτική αξιολόγηση της παραμέτρου «Εμφάνιση & Χρώμα» των δειγμάτων βουτύρου αγελάδας, συντηρημένων στους 2-4 °C, για τις υπό μελέτη περιπτώσεις: BUD= βούτυρο αγελάδας ανάλατο και διατηρημένο στο σκοτάδι, BUL= βούτυρο αγελάδας ανάλατο και διατηρημένο στο φως, BSD= βούτυρο αγελάδας αλατισμένο και διατηρημένο στο σκοτάδι και BSL= βούτυρο αγελάδας αλατισμένο και διατηρημένο στο φως.

Από το Σχήμα 14, παρατηρούμε ότι τα BUD δείγματα που συντηρήθηκαν στους 2-4 °C είχαν τον μεγαλύτερο βαθμό αποδοχής, καθώς διατήρησαν τα επιθυμητά χαρακτηριστικά ως προς το χρώμα και την εμφάνιση, για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα σε σχέση με τα υπόλοιπα. Αυτό εξάλλου αποδεικνύει το γεγονός ότι βαθμολογήθηκαν, από τους δοκιμαστές, με 1 «άριστα» μέχρι και την 4^η εβδομάδα αποθήκευσης, ενώ μόλις την 10^η εβδομάδα χαρακτηρίστηκαν ως μη αποδεκτά. Εξίσου θετική ήταν και η βαθμολογία των δοκιμαστών για το BUL βούτυρο αγελάδας, το οποίο μόλις την 12^η εβδομάδα συντήρησής του χαρακτηρίστηκε ως μη αποδεκτό.

Τέλος, ικανοποιητική αλλά όχι άριστη, κρίθηκε η εμφάνιση των αλατισμένων δειγμάτων βουτύρου τόσο εκείνων που συντηρήθηκαν στο φως, όσο και εκείνων που συντηρήθηκαν στο σκοτάδι. Η μέγιστη βαθμολογία τους ήταν μόλις 0,88 βαθμοί την 0^η εβδομάδα, την 8^η εβδομάδα προσέγγισαν τα όρια της απόρριψης και αξιολογήθηκαν ως μη αποδεκτά την 10^η εβδομάδα αποθήκευσης. Κατά

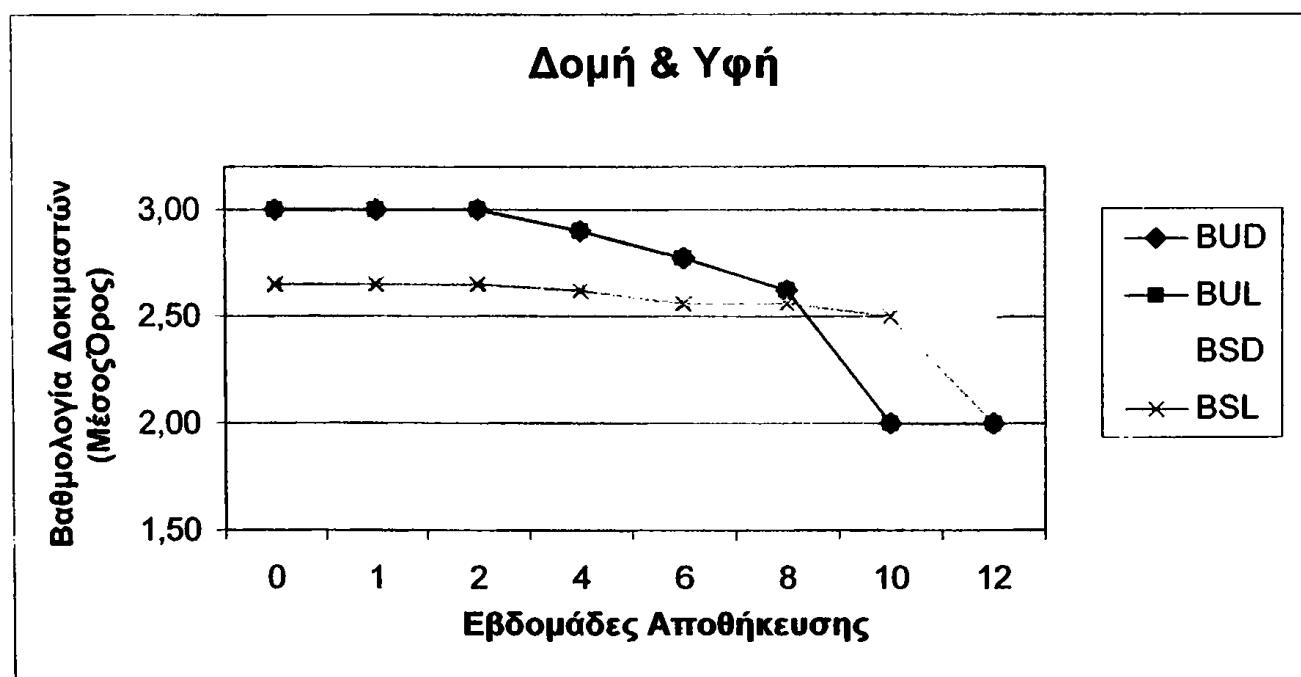
συνέπεια, μπορούμε να οδηγηθούμε στο συμπέρασμα ότι η αλάτιση συντέλεσε στην υποβάθμιση της εμφάνισης και του χρώματος των BSD και BSL δειγμάτων βουτύρου.

7.3.2 Δομή & Υφή

Η υφή είναι το άθροισμα των ιδιοτήτων που προκύπτουν από τα δομικά στοιχεία του τροφίμου (μοριακά, μικροσκοπικά, μακροσκοπικά) και τον τρόπο με τον οποίο αυτά επιδρούν στα αισθητήρια όργανα. Τα χαρακτηριστικά της υφής (τρυφερότητα, μαλακότητα, τραγανότητα, χυμώδες, συνεκτικότητα, εύθρυπτο κ.α.) εκφράζουν το σύνολο των φυσικών κυρίως ιδιοτήτων που αντιλαμβάνεται ο άνθρωπος με τα διάφορα αισθητήρια όργανα.

Στο Σχήμα 15 απεικονίζονται τα αποτελέσματα της βαθμολογίας των δοκιμαστών ως προς την παράμετρο «Δομή & Υφή» των δειγμάτων βουτύρου για τις υπό μελέτη μεταχειρίσεις: BUD= βούτυρο αγελάδας ανάλατο και διατηρημένο στο σκοτάδι (μάρτυρας), BUL= βούτυρο αγελάδας ανάλατο και διατηρημένο στο φως, BSD= βούτυρο αγελάδας αλατισμένο και διατηρημένο στο σκοτάδι και BSL= βούτυρο αγελάδας αλατισμένο και διατηρημένο στο φως.

Η αξιολόγηση των δειγμάτων έγινε σε μια κλίμακα από 0 έως 3 βαθμούς στην οποία η βαθμολογία 3 αντιστοιχούσε στο «άριστα», με 2,5 αξιολογούνταν τα δείγματα των οποίων η δομή και η υφή θεωρούνταν ανεκτή, ενώ με 2,49 βαθμούς και κάτω βαθμολογούνταν όσα δείγματα δεν είχαν ικανοποιητική δομή και υφή.



Σχήμα 15: Οργανοληπτική αξιολόγηση της παραμέτρου: «Δομή & Υφή» των δειγμάτων βουτύρου αγελάδας, συντηρημένων στους 2-4 °C, για τις υπό μελέτη περιπτώσεις: BUD= βούτυρο αγελάδας ανάλατο και διατηρημένο στο σκοτάδι, BUL= βούτυρο αγελάδας ανάλατο και διατηρημένο στο φως, BSD= βούτυρο αγελάδας αλατισμένο και διατηρημένο στο σκοτάδι και BSL= βούτυρο αγελάδας αλατισμένο και διατηρημένο στο φως.

Στο Σχήμα 15, παρατηρούμε ότι η δομή και η υφή των BUL και BUD δειγμάτων βουτύρου, αξιολογήθηκαν με τον ίδιο βαθμό καθόλη τη διάρκεια συντήρησης των δειγμάτων. Το ίδιο παρατηρείται και για τα δείγματα του αλατισμένου βουτύρου (BSD και BSL). Ωστόσο, το ανάλατο βούτυρο συγκέντρωσε μεγαλύτερη βαθμολογία σε σχέση με το αλατισμένο.

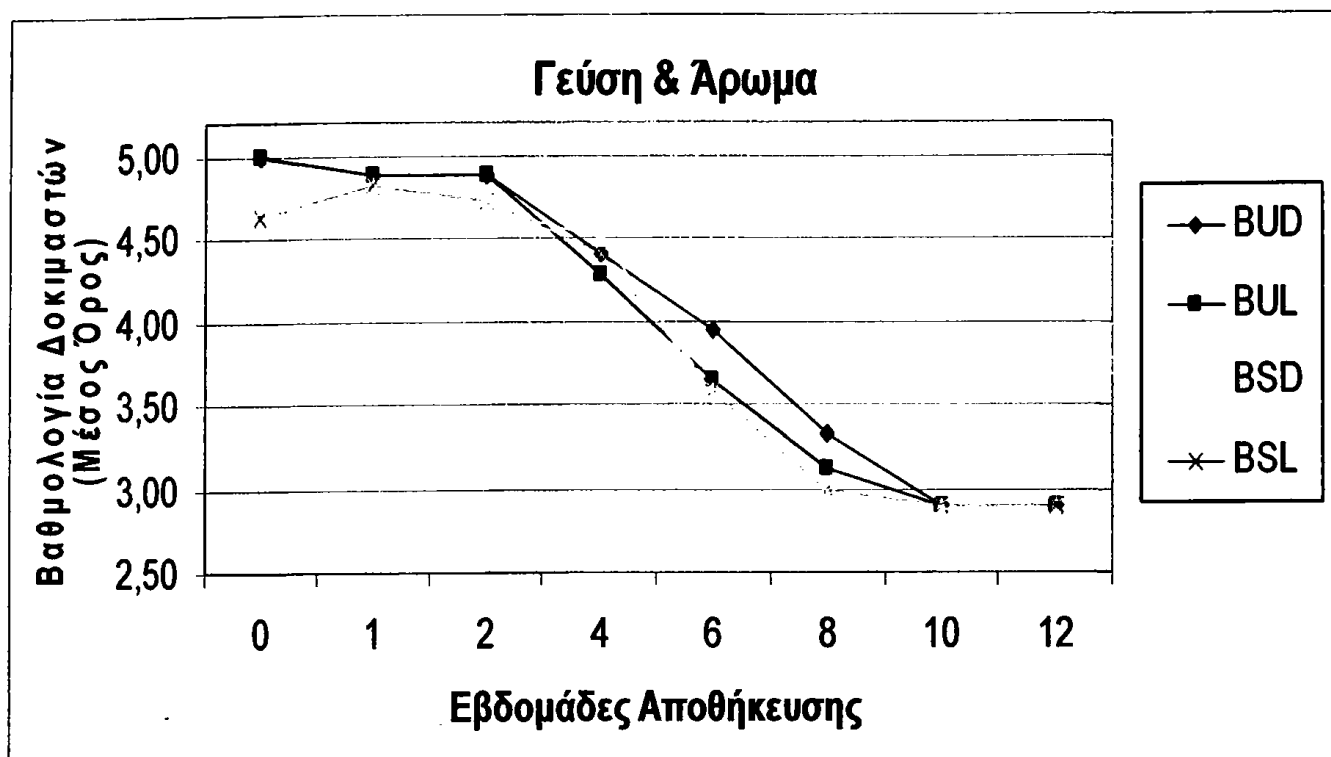
Πιο συγκεκριμένα, το ανάλατο βούτυρο βαθμολογήθηκε, από τους δοκιμαστές, με άριστα μέχρι και τη 2^η εβδομάδα αποθήκευσης, ενώ μετά την 10^η εβδομάδα συντήρησης χαρακτηρίστηκε ως μη αποδεκτό. Αντίθετα, το αλατισμένο βούτυρο αγελάδας αξιολογήθηκε με χαμηλότερη βαθμολογία (περίπου 2,65) από τις πρώτες κιόλας εβδομάδες, την οποία και διατήρησε (παρατηρήθηκε πολύ μικρή πτώση) μέχρι και την 12^η εβδομάδα.

Συμπερασματικά, θα μπορούσε να ειπωθεί ότι η αλάτιση επηρέασε αρνητικά και την παράμετρο «Δομή & Υφή» του βουτύρου. Ενδεχομένως, η όχι ομοιόμορφη υφή (όπως την χαρακτήρισαν οι δοκιμαστές) των αλατισμένων δειγμάτων βουτύρου να οφείλεται στην ελλιπή μάλαξη ή στην μη έγκυρη προσθήκη του αλατιού κατά την μάλαξη με αποτέλεσμα να μην λιώσουν καλά οι κόκκοι αλατιού και τελικά να μην γίνει αποδεκτό από τους δοκιμαστές.

7.3.3 Γεύση & Άρωμα

Η γεύση και το άρωμα είναι τα χαρακτηριστικά που αξιολογεί ο καταναλωτής με τα αισθητήρια της γεύσης και της οσμής. Το σύνθετο αποτέλεσμα των αισθήσεων της οσμής και της γεύσης μαζί καλείται flavor. Η σχηματική απεικόνιση της αξιολόγησης της παραμέτρου «Γεύση & Άρωμα» των δειγμάτων βουτύρου αγελάδας δίνεται στο Σχήμα 16. Η βαθμολογία δόθηκε βάσει μιας κλίμακας από 0 «απορριπτέο» έως 5 «άριστο», στην οποία το 3 ορίστηκε ως το χαμηλότερο αποδεκτό όριο.

Η αξιολόγηση της προαναφερθείσας παραμέτρου αφορά τις υπό μελέτη μεταχειρίσεις: BUD= βούτυρο αγελάδας ανάλατο και διατηρημένο στο σκοτάδι (μάρτυρας), BUL= βούτυρο αγελάδας ανάλατο και διατηρημένο στο φως, BSD= βούτυρο αγελάδας αλατισμένο και διατηρημένο στο σκοτάδι και BSL= βούτυρο αγελάδας αλατισμένο και διατηρημένο στο φως.



Σχήμα 16: Οργανοληπτική αξιολόγηση της παραμέτρου «Γεύση & Άρωμα» των δειγμάτων βουτύρου αγελάδας, συντηρημένων στους 2-4 °C, των εξής μεταχειρίσεων: BUD= βούτυρο αγελάδας ανάλατο και διατηρημένο στο σκοτάδι, BUL= βούτυρο αγελάδας ανάλατο και διατηρημένο στο φως, BSD= βούτυρο αγελάδας αλατισμένο και διατηρημένο στο σκοτάδι και BSL= βούτυρο αγελάδας αλατισμένο και διατηρημένο στο φως.

Από το Σχήμα 16, παρατηρούμε ότι τα BUD και BUL δείγματα βουτύρου, συγκέντρωσαν την ίδια βαθμολογία μέχρι και τη 2^η εβδομάδα αποθήκευσης. Στη συνέχεια, τα BUD δείγματα συγκέντρωσαν μεγαλύτερη βαθμολογία, ωστόσο και οι δυο μεταχειρίσεις (BUD και BUL), απορρίφθηκαν από τους δοκιμαστές μετά τη 10^η εβδομάδα αποθήκευσης.

Τα αλατισμένα δείγματα βουτύρου (BSD και BSL) που μελετήθηκαν στην παρούσα εργασία, αξιολογήθηκαν με μικρότερη βαθμολογία σε σχέση με τα ανάλατα (BUD και BUL), καθόλη τη διάρκεια της τρίμηνης αποθήκευσής τους. Ενδεικτικά, αναφέρουμε ότι την 0^η εβδομάδα τα ανάλατα δείγματα (BUD και BUL) βαθμολογήθηκαν με 5 «άριστα», ενώ τα αλατισμένα (BSD και BSL) με 4,63. Ομοίως την 8^η εβδομάδα, τα BUD δείγματα βουτύρου συγκέντρωσαν βαθμολογία 3,33, τα BUL 3,13, ενώ την ίδια εβδομάδα (8^η), τα BSD δείγματα αξιολογήθηκαν με 2,98 και τα BSL 2,99. Συνεπώς τα αλατισμένα δείγματα (BSD και BSL) χαρακτηρίστηκαν ως «απορριπτέα» ή «οριακά αποδεκτά», από την 8^η εβδομάδα αποθήκευσης, ενώ τα ανάλατα κρίθηκαν ως «αποδεκτά» την 8^η εβδομάδα και ως «μη αποδεκτά» από την 10^η εβδομάδα και μετά.

Συνοψίζοντας, θα μπορούσε να ειπωθεί ότι είναι σαφής η προτίμηση των δοκιμαστών υπέρ των ανάλατων δειγμάτων βουτύρου. Επιπλέον από το Σχήμα 16, γίνεται αντιληπτό ότι τα BUD δείγματα βουτύρου υπερτερούν έναντι των BUL. Επομένως, εκτός από την αλάτιση, και το φως

επέδρασε αρνητικά στα χαρακτηριστικά του βουτύρου. Ενδεχομένως, η παρουσία φωτός να συνέβαλλε στην υδρόλυση του βουτύρου με αποτέλεσμα τα BUD δείγματα να διατηρήσουν τα επιθυμητά οργανοληπτικά χαρακτηριστικά τους δηλαδή τη «βουτυράδα» (όπως χαρακτηριστικά ανέφεραν οι δοκιμαστές), σε αντίθεση με τα BUL δείγματα που απέκτησαν «ελαιώδη» γεύση.

8 Συμπεράσματα

Με την ολοκλήρωση της τρίμηνης παρακολούθησης των μικροβιολογικών, φυσικοχημικών και οργανοληπτικών χαρακτηριστικών νωπού βουτύρου αγελάδας και ειδικότερα των ακόλουθων μεταχειρίσεων: BUD= βούτυρο αγελάδας ανάλατο και διατηρημένο στους 2-4 °C στο σκοτάδι (μάρτυρας), BUL= βούτυρο αγελάδας ανάλατο και διατηρημένο στο φως στους 2-4 °C, BSD= βούτυρο αγελάδας αλατισμένο και διατηρημένο στους 2-4 °C, στο σκοτάδι και BSL= βούτυρο αγελάδας αλατισμένο και διατηρημένο στους 2-4 °C, στο φως, προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα:

- Τα ανάλατα δείγματα βουτύρου, αποτέλεσαν ευνοϊκότερο περιβάλλον για την ανάπτυξη των μεσόφιλων βακτηρίων, σε σχέση με τα αλατισμένα. Συνεπώς η αλάτιση συνέβαλλε στην καλύτερη διατήρηση του βουτύρου. Ωστόσο, το φως δεν φαίνεται να επηρεάζει καθοριστικά την O.M.X. των δειγμάτων του βουτύρου.
- Η αλάτιση απέτρεψε, εν μέρει, την ανάπτυξη των ψυχρότροφων βακτηρίων και στις δυο περιπτώσεις αλατισμένου βουτύρου (BSD και BSL). Ωστόσο, όσον αφορά το φως, από τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας, δεν προκύπτει να έχει συμβάλει καθοριστικά στην πορεία εξέλιξης των συγκεκριμένων μικροοργανισμών.
- Αναφορικά με τους πληθυσμούς των Εντεροβακτηρίων, μέχρι και την 4^η εβδομάδα αποθήκευσης των δειγμάτων, η αλάτιση δρα αρνητικά στους πληθυσμούς τους. Η μετέπειτα πορεία εξέλιξής τους (των Εντεροβακτηρίων), δεν μας επιτρέπει να εξάγουμε ασφαλή συμπεράσματα για την επίδραση αλατιού στη συγκεκριμένη μικροβιολογική παράμετρο. Όσον αφορά την επίδραση του φωτός, μέχρι την 4^η εβδομάδα, η παράμετρος αυτή δεν φαίνεται να επηρεάζει την πορεία εξέλιξης των Εντεροβακτηρίων, στη συνέχεια ωστόσο, δεν γίνεται σαφής η επίδρασή της στη μεταβολή των Εντεροβακτηρίων.
- Αρνητική ήταν η επίδραση της αλάτισης στην ανάπτυξη των γαλακτικών βακτηρίων. Σε ό,τι αφορά το φως, δεν φαίνεται να επηρεάζει την πορεία εξέλιξης των γαλακτικών βακτηρίων στις περιπτώσεις των αλατισμένων δειγμάτων, ενώ στην περίπτωση των ανάλατων δειγμάτων, η παρουσία φωτός φαίνεται να ευνοεί την ανάπτυξη τους.
- Το φως και η αλάτιση δεν επηρέασαν τους πληθυσμούς και την πορεία εξέλιξης των ζυμών και των μυκήτων των υπό μελέτη περιπτώσεων.
- Σε όλες μεταχειρίσεις της παρούσας εργασίας, παρατηρήθηκε πτώση του pH, η οποία πιθανόν οφείλεται στην παραγωγή γαλακτικού οξέος από τα γαλακτικά βακτήρια.
- Η άνευ μεταβολή πορεία του λίπους, υποδηλώνει ότι φως και αλάτιση δεν επιδρούν στην πορεία της παραμέτρου αυτής.

- Σε όλες τις μεταχειρίσεις της παρούσας μελέτης (BUD, BUL, BSD και BSL δείγματα βουτύρου αγελάδας) παρατηρήθηκε απώλεια υγρασίας, η οποία ήταν μεγαλύτερη στα BSL δείγματα (1,69 μονάδες) και μικρότερη στα BUD δείγματα (1,10 μονάδες).
- Από τον προσδιορισμό της οξύτητας, προκύπτει ότι και στις τέσσερις μεταχειρίσεις έχει λάβει χώρα η υδρόλυση ή αλλιώς το υδρολυτικό τάγγισμα που αποτελεί μια από τις κυριότερες αλλοιώσεις του βουτύρου και η οποία εκτός από την αύξηση της οξύτητας συνοδεύεται και από αλλαγή της γεύσης του βουτύρου (ταγγή γεύση).
- Ο προσδιορισμός του αριθμού των υπεροξειδίων των υπό μελέτη περιπτώσεων, φανερώνει ότι η λιπαρή ύλη δεν έχει υποστεί οξειδωτικές αλλοιώσεις και επομένως είχε ικανοποιητική αντοχή στο χρόνο.
- Σε όλες τις περιπτώσεις δειγμάτων βουτύρου αγελάδας (BUD, BUL, BSD και BSL), έχει επέλθει μεταβολή στις παραμέτρους του χρώματος, η οποία είναι μεγαλύτερη στα BUL δείγματα βουτύρου και μικρότερη στα BUD.
- Τέλος από την οργανοληπτική αξιολόγηση των δειγμάτων προκύπτει ότι, η προσθήκη αλατιού είχε ως αποτέλεσμα την αξιολόγηση των παραμέτρων: «Δομή & Υφή» και «Γεύση & Άρωμα» των BSD και BSL δειγμάτων βουτύρου αγελάδας, με χαμηλότερο βαθμό (σε σχέση με τα BUD και BUL δείγματα βουτύρου). Με άλλα λόγια ήταν σαφής η προτίμηση των δοκιμαστών, υπέρ των ανάλατων δειγμάτων βουτύρου. Επιπλέον, η υψηλότερη βαθμολογία των BUD δειγμάτων βουτύρου έναντι των BUL, υποδηλώνει ότι, εκτός από την αλάτιση, και το φως επηρέασε αρνητικά την γεύση και το άρωμα του βουτύρου.

Περίληψη

Αντικείμενο της παρούσας εργασίας ήταν η μελέτη της επίδρασης του φωτός, της αλάτισης καθώς και του συνδυασμού τους στον χρόνο ζωής φρέσκου βουτύρου αγελάδας που διατηρήθηκε υπό ψύξη (στους 2-4 °C) για χρονικό διάστημα τριών μηνών. Για την εκπόνηση της μελέτης, εξιολογήθηκαν τα μικροβιολογικά, φυσικοχημικά και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά τεσσάρων περιπτώσεων αγελαδινού βουτύρου: 1) BUD: ανάλατο βούτυρο αγελάδας διατηρημένο, υπό ψύξη, στο σκοτάδι (μάρτυρας), 2) BUL: ανάλατο βούτυρο αγελάδας διατηρημένο, υπό ψύξη, σε θάλαμο με φως, 3) BSD: αλατισμένο βούτυρο αγελάδας διατηρημένο, υπό ψύξη, στο σκοτάδι και 4) BSL: αλατισμένο βούτυρο αγελάδας διατηρημένο, υπό ψύξη, σε θάλαμο με φως.

Κατά την διεξαγωγή του πειράματος μελετήθηκε η πορεία εξέλιξης της ολικής μεσόφιλης χλωρίδας των ψυχρότροφων βακτηρίων των Εντεροβακτηρίων, των γαλακτικών βακτηρίων και των ζυμών και μυκήτων. Στις χημικές αναλύσεις προσδιορίστηκε το pH, η υγρασία, το λίπος, η οξύτητα και ο αριθμός των υπεροξειδίων. Στην οργανοληπτική εξέταση των δειγμάτων του βουτύρου, εξιολογήθηκαν οι παράμετροι: «Γεύση & Άρωμα», «Δομή & Υφή», καθώς και «Εμφάνιση & Χρώμα». (Το χρώμα προσδιορίστηκε και με τη βοήθεια χρωματόμετρου).

Από τα αποτελέσματα των μικροβιολογικών αναλύσεων προέκυψε ότι η αλάτιση «απέτρεψε» την ανάπτυξη μεσόφιλων και ψυχρότροφων βακτηρίων. Ωστόσο, το φως δεν φαίνεται να επηρέασε καθοριστικά την πορεία εξέλιξής τους. Αρνητική ήταν η επίδραση της αλάτισης στην ανάπτυξη των γαλακτικών βακτηρίων, ενώ σε ότι αφορά το φως, δεν φαίνεται να επηρέασε την πορεία εξέλιξής τους στις περιπτώσεις των αλατισμένων δειγμάτων. Αντίθετα, στις περιπτώσεις των ανάλατων δειγμάτων, η παρουσία φωτός φαίνεται να ευνοεί την ανάπτυξη τους. Επιπλέον, το φως και η αλάτιση (τόσο το καθένα ξεχωριστά όσο και ο συνδυασμός τους) δεν φάνηκε να επηρεάζουν τους πληθυσμούς και την πορεία εξέλιξης των ζυμών και των μυκήτων των υπό μελέτη περιπτώσεων. Αναφορικά με τους πληθυσμούς των Εντεροβακτηρίων, μέχρι και την 4^η εβδομάδα αποθήκευσης των δειγμάτων, η αλάτιση έδρασε αρνητικά στους πληθυσμούς τους. Ωστόσο, η μετέπειτα πορεία εξέλιξης τους (Εντεροβακτηρίων), δεν μας επιτρέπει να εξαγάγουμε ασφαλή συμπεράσματα για την επίδραση του αλατιού στα χαρακτηριστικά του βουτύρου. Όσον αφορά την επίδραση του φωτός, μέχρι την 4^η εβδομάδα δεν φαίνεται να επηρεάζει την πορεία εξέλιξης των Εντεροβακτηρίων, στη συνέχεια ωστόσο, δεν γίνεται σαφής η επίδρασή του στη μεταβολή των Εντεροβακτηρίων.

Από τα αποτελέσματα των φυσικοχημικών αναλύσεων, προέκυψε ότι σε όλες τις μεταχειρίσεις της παρούσας εργασίας, παρατηρήθηκε πτώση του pH, σταθερή πορεία του λίπους και απώλεια της περιεχόμενης υγρασίας, η οποία ήταν μεγαλύτερη στα αλατισμένα δείγματα βουτύρου που συντηρήθηκαν στο φως. Επιπλέον, παρατηρήθηκε ότι και στις τέσσερις μεταχειρίσεις έχει λάβει χώρα η υδρόλυση ή αλλιώς το υδρολυτικό τάγγισμα. Ωστόσο, ο προσδιορισμός του αριθμού των

περοξειδίων, φανερώνει ότι η συγκεκριμένη λιπαρή ύλη δεν έχει υποστεί οξειδωτικές αλλοιώσεις και επομένως είχε ικανοποιητική αντοχή στο χρόνο. Επιπρόσθετα, σε όλες τις περιπτώσεις δειγμάτων βουτύρου αγελάδας (BUD, BUL, BSD και BSL), έχει επέλθει μεταβολή στις παραμέτρους του χρώματος, η οποία είναι μεγαλύτερη στα BUL δείγματα βουτύρου και μικρότερη στα BUD.

Από την οργανοληπτική αξιολόγηση των δειγμάτων, προκύπτει ότι η αλάτιση είχε ως αποτέλεσμα την ποιοτική υποβάθμιση των δειγμάτων βουτύρου. Το συμπέρασμα αυτό προκύπτει από το γεγονός ότι η αξιολόγηση των αλατισμένων δειγμάτων, ως προς τις παραμέτρους «Εμφάνιση & Χρώμα», «Δομή & Υφή» και «Γεύση & Άρωμα», συγκέντρωσε μικρότερο βαθμό σε σχέση με τα ανάλατα. Συνεπώς, ήταν σαφής η προτίμηση των δοκιμαστών, υπέρ των ανάλατων δειγμάτων βουτύρου.

Αε βάση τα παραπάνω δεδομένα, μπορούμε να οδηγηθούμε στο συμπέρασμα ότι ενώ η αλάτιση συνετέλεσε στην καλύτερη διατήρηση του βουτύρου από μικροβιολογικής άποψης, δεν είχε εξίσου θετικό αντίκτυπο στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του. Επιπλέον, το φως, εκτός από το ότι συνέβαλε στην μεγαλύτερη απώλεια υγρασίας, δεν φάνηκε να επηρεάζει καθοριστικά την Ο.Μ.Χ. και την πορεία εξέλιξης των γαλακτικών βακτηρίων στις περιπτώσεις των αλατισμένων δειγμάτων, ενώ στην περίπτωση των ανάλατων (BUD και BUL), η παρουσία του φαίνεται να ευνοεί την ανάπτυξη των γαλακτικών βακτηρίων.

10 Abstract

In the present study, the effect of salt and light, and/or their combination were assessed on shelf-life of butter (produced from cow's milk) which was kept at 2-4 °C for approximately a three-month period of time. During the study, microbiological, biochemical and sensory characteristics of the following treatments of butter were evaluated: 1) BUD: unsalted cow butter, kept in the dark at 2-4 °C (control sample), 2) BUL: unsalted cow butter, preserved in light at 2-4 °C, 3) BSD: salted cow butter kept in the dark at 2-4 °C and finally 4) BSL: salted cow butter preserved in light at 2-4 °C.

The microbiological parameters included the enumeration of total mesophilic bacteria, psychotrophs bacteria, Enterobacteriaceae, lactic acid bacteria as well as yeasts and moulds were evaluated. Furthermore, physicochemical quality parameters were monitored including: determination of pH, moisture, fat content, acidity, peroxide value and color (L; Lightness, a; Redness, b; yellowness). Sensory parameters also evaluated included the following: «Appearance & Color», «Structure and Texture» as well as «Taste & Aroma».

Results of microbiological analyses showed that salt inhibited the growth of mesophilic and psychotrophic bacteria, however light did not influence their growth. Negative was also the impact of salt on the growth of lactic acid bacteria, whereas, light seemed to favor growth on the unsalted samples.

Furthermore, salt and light (each one as well as their combination) did not affect the evolution of yeasts and moulds. Regarding Enterobacteriaceae, salt had a negative effect on their population until the 4th week of storage, but afterwards, its impact on their evolution is questionable. As for light, it seemed that it did not affect their (Enterobacteriaceae's) evolution until 4th week of storage, whereas its later impact is not clear.

Regarding the physicochemical quality indices, the pH values of all samples, decreased, whereas fat content was stable during the storage period (12 weeks). In addition, there was a loss of moisture in all samples and especially in salted butter samples, which were preserved in light at 2-4 °C. Moreover, irrespective of treatment, hydrolysis (one of the most important factors that cause the spoilage of butter) took place in all butter samples. As far as peroxide value is concerned, changes of BUD, BUL, BSD and BSL samples did not show oxidative spoilage and thus they would keep their characteristics for a long period of time. Color parameters were affected with BUL samples being affected to a greater extent as compared to BUD samples.

Based on sensory evaluation, addition of salt on butter samples had a negative effect on the sample's appearance and affected the sensory parameters («texture- structure» as well as «taste and

roma») in a negative degree either. Consequently, panelists preferred unsalted butter to salted product.

To conclude, while salt contributed in keeping quality of butter, as far as microbiological aspects are concerned, it had a negative effect on its sensory evaluation. Additionally, light resulted in salted sample's losing more moisture but did not affect their populations of mesophilic and lactic acid bacteria. On the contrary, the presence of light on salted samples favored the growth of lactic acid bacteria.

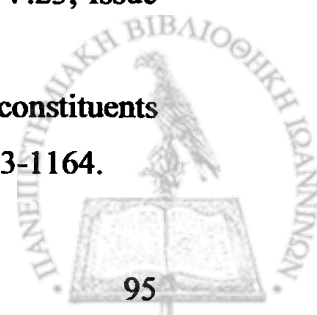
1 Βιβλιογραφία

Διεθνής Βιβλιογραφία

1. AOAC (1995), «Oils and fats. Official methods of analysis», 16th Edition, Virginia 9-10
2. Benkerroum N., Ghouati Y., Ghalfi H., Mejdoub T., Roblain D., Jacques P., et al, (2002), «Biocontrol of *Listeria monocytogenes* in a model cultured milk (Lben) by in situ bacteriocin production from *Lactococcus lactis ssp.*», International Journal of Dairy Technology, 55, p.145-151.
3. Bobe G., Hammond E.G., Freeman A.E., Lindberg G.L., Beitz D.C., (2003), «Texture from cows with different milk fatty acid compositions», Journal of Dairy Science, V.86, Issue10, p.3122-3127.
4. Bodyfelt F.W., Tobias J., and Trout G.M., (1988), «Sensory evaluation of butter», The Sensory Evaluation of Dairy Products, p.377-417, Van Nostrand Reinhold, New York.
5. Brown C.W., Smith L.M., and Ruehle G.L.A., (1920), «A bacteriological and biochemical study of experimental butters», Journal of Dairy Science, V.3, Issue 5, p.375-405.
6. Chin, (1992), «Evaluation of hydrolytic and oxidative lipolysis of commercial goat milk cheese stored under different time and temperature treatment », M. S. Thesis, Praire View A&M University, Texas.
7. Davies, F. Lyndon, Law, Barry A., «Advances in the microbiology and biochemistry of cheese and fermented milk» Elsevier Applied Science c1984, London.
8. Deeth H.C., and Fitz-Gerald, (1976), «Lipolysis in dairy products: A Review», The Australian Journal of Dairy Technology, p.53-64.
9. Fearon A.M., (2003), «Butter: Properties and Analysis», 2nd Edition, Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition, p.726-731.
10. Fennema O.R., (1996), In: Food Chemistry O. R. Fennema, (Edt) Marcel Dekker, Ink, New York, p.272-280.
11. Grimes M., (1923), «A Study of the action of certain bacteria, yeasts and molds on the keeping quality of butter in cold storage», Journal of Dairy Science, V.6, Issue 5, P.427-445.
12. Guthrie E.S., Manhart V.C., Nelson D.H., Ellenberge H.B. etc., (1933), «The chemical analysis of butter», Journal of Dairy Science, V.16, Issue 3, p.300-306.
13. Guthrie E.S., Scheib B.J., and Stark C.N., (1936), «The effect of certain factors upon the keeping quality of butter», Journal of Dairy Science, V.19, Issue 4, p.267-278.
14. Halbinger, R.E.F.C. Goonzolz, J. Mussini, and R. Veille. 1979, «Microbiological testing of market cream», Industria Lachera 58: 663 (dairy Sci.Abstr.42: 1454, 1980).

5. Hayaloglu A.A., (1999), «A comparative study on physicochemical, microbiological and organoleptic qualities of butter produced from cream and yogurt in Malatya region», Ph.D. thesis, Institute of Natural and Applied Sciences, Cukurova University, Adana, Turkey.
6. International Dairy Federation, (1969), «Determination of salt (sodium chloride) content butter», Brussels, Belgium.
7. International Dairy Federation, (1992), «Milk and milk products: Preparation of samples and dilutions for microbiological examination» Brussels, Belgium.
8. International Dairy Federation/International Organisation for Standardization, (2002), «Butter, determination of moisture, non-fat solids and fat contents», IDF 80/ISO Standard 3727, Part 1-3, Brussels, Belgium.
9. Jinjara S., Olabi A., Jimenez-Flores R. and Walker J.H., (2006), «Sensory, Functional, and Analytical Comparisons of Whey Butter with Other Butters», Journal of Dairy Science, V.89, Issue 7, p. 2428-2440.
10. Jacobsen D.H., (1938), «Bacterial content and keeping quality of butter after removal from storage», Journal of Dairy Science, V.21, Issue 4, p.187-193.
11. Kalogridou-Vassiliadou D., Tzanetakis N., Litopoulou- Tznetaki E. (1994), «Microbiological and Physicochemical Characteristics of Anthotyro, a Greek traditional whey cheese», Food Microbiology, V.11, Issue1, p.15-19.
12. Krause A.J, Miracle R.E., Sanders T.H., Dean L.L., and Drake M.A, (2008), «The effect of refrigerated and frozen storage on butter flavour and texture», Journal of Dairy Science, V.91, Issue2, p.455-465.
13. Lee K., Lee J., Kim Y., Moon S-H., and Park Y.H. (2001), «Unique properties of four lactobacilli in amino acid production and symbiotic mixed culture for lactic acid biosynthesis», Curreny Microbiology, 43, p.383-390.
14. Macy H., (1927), «Mold and yeast counts and their relation to the composition of butter», Journal of Dairy Science, V.10, Issue 5, p.384-395.
15. Macy H. and Steele G.H. (1934), «Butter as a substance for mold growth», Journal of Dairy Science, V.17, Issue 5, p.397-407.
16. Mallia S., Piccinali P., Rehberger B., Badertscher R., Escher F., Schlichterle- Cerny H. (2008), «Determination of storage stability of butter enriched with unsaturated fatty acids/conjugated linoleic acids (UFA/CLA) using instrumental and sensory methods», International Dairy Journal, V.18, p.983-993.
17. Marshall, Robert T, «Standards methods for the examination of dairy products», American Public Health Association, Washington.

28. Montville T. and Matthews K., Μετάφραση: Κολλιοπούλου Α., (2010), «Μικροβιολογία Τροφίμων», Εκδόσεις Ίων, Αθήνα.
29. Rohm H., Lechner F., Lehner M., (1990), «Microflora of Austrian set yagurt», *Journal of Food Protection*, 53, p.3-14.
30. Ozkanli O., and Kaya A., (2005), «Storage stability of butter oils produced from sheep's non-pasteurized and pasteurized milk», *Food Chemistry*, V.100, Issue3, p.1026-1031.
31. Parfitt E.H., Hood E.G., Hammer O.B.W., Macy H., (1939), «The microbiological analysis of butter», *Journal of Dairy Science*, V.16, Issue 3, p.289-299.
32. Rahn O. and Boysen H., (1928), «Distribution and growth of bacteria in butter», *Journal of Dairy Science*, V.11, Issue 6, p.446-470.
33. Richards E., and Fearon A.M. (2003), «Butter: The product and its manufacture», *Encyclopedia of Dairy Sciences and Nutrition*, 2nd Edition, p.718-726.
34. Riel R.R., White A.H., and Mcgugan W.A., (1956), «Washed and non-washed butter: Chemical Factors», *Journal of Dairy Science*, V.39, Issue 10, p.1352-1358.
35. Sagdic O., Donmez M., Demirci M., (2004), «Comparison of characteristics and fatty acid profiles of traditional Turkish yayik butters produced from goats', ewes' or cows' milk», *Food Control*, V.15, p.485-490.
36. Samet-Bali O., Ayadi M.A., Attia H., (2009), «Traditional Tunisian butter: Physicochemical and microbial characteristics and storage stability of the oil fraction», *LWT- Food Science and Technology*, V.42, p.899-905.
37. Sawaya W.N., Khan P., and Al- Shalhat A.F., (1984), «Physical and chemical characteristics of ghee and butter from goat's and sheep's milk», *Food Chemistry*, V.14, Issue3, p.227-232.
38. Şenel E., Atamer M., and Şebnem Öztekin F., (2011), «The oxidative and lipolytic stability of Yayık butter produced from different species of mammals milk (cow, sheep, goat) yoghurt», *Food Chemistry*, V.127, Issue1, p.333-339.
39. Shipe W.F., Bassette R., Deane D.D., Dunkley W.L., Hammond E.G., Harper W.J., Kleyn D.H., Morgan M.E., Nelson J.H., Scanlan R.A., (1978), «Off flavours of milk: Nomenclature, Standards and Bibliography», *Journal of Dairy Science*, V.61, p.855-869.
40. Singhal R. and Kulkarni P., (1999), «Microbiology of cream and butter», *Encyclopedia of Food Microbiology*, p.1445-1455, India.
41. Sorensen C.M., (1940), «The keeping quality of butter», *Journal of Dairy Science*, V.23, Issue 5, p.423-436.
42. Stull J.W., (1953), «The effect of light on activated flavor development and on the constituents of milk and its products: A Review», *Journal of Dairy Science*, V.36, Issue11, p. 1153-1164.



43. Varnam A. H. and Sutherland J.P., (2001), «Milk and milk products: technology, chemistry and microbiology», Springer.
44. Walstra P., Wouters J. T. M. and Geurts T.J., (2006), «Dairy science and technology», CRC/Taylor & Francis.
45. Washburn R.M. and Dahlberg A.C., (1917), «The influence of salt on the changes taking place in storage butter», Journal of Dairy Science, V.1, Issue 2, p.114-126.
46. White A.H. and Smith K.N. (1956), «Washed and non-washed butter: Microbiological Aspects», Journal of Dairy Science, V.39, Issue 10, p.1359-1363.
47. Wehr M. and Frank J., (2004), «Standard Methods for the examination of dairy products», 17th edition, American Public Health Association.

Ελληνική Βιβλιογραφία

1. Αγγελής Γ., (2007), «Μικροβιολογία και Μικροβιακή Τεχνολογία», Εκδόσεις Σταμούλη Α.Ε., Αθήνα.
2. Αρβανιτογιάννης Ι., Βαρζάκας Θ., Τζίφα Κ., (2008), «Έλεγχος Ποιότητας Τροφίμων- Εργαστηριακός Οδηγός», Εκδόσεις Σταμούλη Α.Ε., Αθήνα.
3. Ανυφαντάκης Ε., (1992), «Μέθοδοι Εξέτασης του Γάλακτος και των Γαλακτοκομικών Προϊόντων», Εκδόσεις Σταμούλη, Αθήνα.
4. Ανυφαντάκης Ε., (1994), «Χημεία και Ανάλυση του Γάλακτος», Εκδόσεις Σταμούλη, Αθήνα.
5. Ανυφαντάκης Ε., (2004), «Τυροκομία: Χημεία, Φυσικοχημεία, Μικροβιολογία, Β' Έκδοση», Εκδόσεις Σταμούλη, Αθήνα.
6. Βουδούρης Ε., Κοντομηνάς Μ., (1997), «Ανάλυση Τροφίμων: Θεωρία και Εφαρμογές», Οργανισμός Εκδόσεων Διδακτικών Βιβλίων, Αθήνα.
7. Ζερφυρίδης Γ. (1996), «Τεχνολογία Προϊόντων Γάλακτος», Εκδόσεις Γ. Δεδούση, Θεσσαλονίκη.
8. Ζερφυρίδης Γ. (2001), «Τεχνολογία Προϊόντων Γάλακτος- Τυροκομία», Εκδόσεις Γιαχούδη, Θεσσαλονίκη.
9. Καλατζόπουλος Γ., (1999), «Μαθήματα Εφαρμοσμένης Μικροβιολογίας Γάλακτος και Γαλακτοκομικών Προϊόντων», Εκδόσεις Αθ. Σταμούλης, Αθήνα.
10. Καραγκούνη- Κύρτσου Α., (2001), «Εργαστηριακές Ασκήσεις Γενικής Μικροβιολογίας», Εκδόσεις Σταμούλη, Αθήνα.
11. Καραγκούνη- Κύρτσου Α., (2012), «Γενική Μικροβιολογία», Εκδόσεις Σταμούλη, Αθήνα.
12. Καραουλάνης Γ., (2005), «Εργαστηριακές Αναλύσεις και Ποιοτικός Έλεγχος στις Βιομηχανίες Τροφίμων», Εκδόσεις Σταμούλη, Αθήνα.

13. Κεχαγιάς Χρ. (1997), «Ποιότητα Γάλακτος & Γαλακτοκομικών Προϊόντων», Εκδόσεις Ίων, Αθήνα.
14. Κεχαγιάς Χρ. (2005), «Στοιχεία Τεχνολογίας και Έλεγχου Ποιότητας Γάλακτος και Γαλακτοκομικών Προϊόντων», Εκδόσεις Ίων, Αθήνα.
15. Κοτζεκίδου – Ρουκά, Π. (1993), «Μικροβιολογική Ανάλυση Τροφίμων», Εκδόσεις Γιαχούδη-Γιαπούλη, Θεσσαλονίκη.
16. Κοτζεκίδου-Ρούκα Π., (2009), «Μικροβιολογία Τροφίμων», Εκδόσεις Γιαχούδη, Θεσσαλονίκη.
17. Κυριακόπουλος Π., (1995), «Η Τυροκομία στην πράξη- Εφαρμοσμένη τεχνολογία τυριών, κρέμας, βουτύρου», Εκδόσεις Τρίαινα Εκδοτική, Αθήνα.
18. Κυριτσάκης, Α., (1984), «Εργαστηριακές Ασκήσεις Τεχνολογίας και Ποιοτικού Ελέγχου Λιπαρών Υλών», Θεσσαλονίκη.
19. Κώδικας Τροφίμων και Ποτών.
20. Μαρτίνου-Βουλασίκη Ι., (2002), «Τεχνολογία και Έλεγχος Ποιότητας Γάλακτος και Γαλακτοκομικών Προϊόντων», Εργαστηριακές Ασκήσεις, Α.Τ.Ε.Ι Θεσσαλονίκης.
21. Μάντης Α., (2000), «Υγιεινή και τεχνολογία του γάλακτος και των προϊόντων του», 3η έκδοση, Εκδόσεις Κυριακίδη, Θεσσαλονίκη.
22. Μάντης Α., Παπαγεωργίου Δ., Φλετούρης Δ., (2008), «Εργαστηριακή Εξέταση του Γάλακτος και των Γαλακτοκομικών Προϊόντων», Εκδόσεις Αδελφών Κυριακίδη α.ε., Αθήνα.
23. Μπαλατσούρας Γ., (2006), «Μικροβιολογία Τροφίμων», Εκδόσεις Έμβρυο, Αθήνα.
24. Μπουρνάκης Α., (1999), «Συσκευασία τροφίμων- Επίδραση χαρακτηριστικών διαπερατότητας στη διατηρησιμότητα», Αθήνα.
25. Ρούσσης Ι., (1988), «Χημεία Τροφίμων- Εξέταση Τροφίμων», Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Τμήμα Χημείας, Εργαστήριο Χημείας Τροφίμων», Εκδόσεις Πανεπιστημιακού Τυπογραφείου Ιωαννίνων, Ιωάννινα.
26. Σαββαΐδης Ι., (2007), «Γενική Μικροβιολογία», Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Τμήμα Χημείας, Εργαστήριο Χημείας και Τεχνολογίας Τροφίμων, Εκδόσεις Πανεπιστημιακού Τυπογραφείου Ιωαννίνων, Ιωάννινα.
27. Σαμολαδά Μ., Κουτσουμάνης Κ., (2011), «Εργαστηριακές Ασκήσεις Γενικής Μικροβιολογίας», Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Γεωπονική Σχολή, Τομέας Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων, Θεσσαλονίκη.
28. Τασιούλα Μ., Κοντομηνάς Μ., (2003), «Ποιοτικός Έλεγχος και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των τροφίμων», Εκδόσεις Πανεπιστημιακού Τυπογραφείου Ιωαννίνων, Ιωάννινα.

