ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ
ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Επίδραση της λιποπεριεκτικότητας του γάλακτος στην παρασκευή γιαούρτης

της
Ψαρρέα Ουρανίας

Εποπτεύων Καθηγητής
Κανδύλης Παναγιώτης

ΤΕΙ Πελοποννήσου, Τμήμα Τεχνολογίας Τροφίμων
2014

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η συγγραφή της πτυχιακής μου εργασίας με θέμα « Η επίδραση της λιποπεριεκτικότητας του γάλακτος στην παρασκευή γιαούρτης », πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια των υποχρεώσεών μου ως σπουδάστρια του τμήματος Τεχνολογίας Τροφίμων της σχολής Τεχνολογίας Γεωπονίας, Τροφίμων και Διατροφής το 2013-2014.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα και επιστημονικό συνεργάτη του τμήματος Δρ. Παναγιώτη Κανδύλη για την άψογη συνεργασία και την πολύτιμη βοήθειά του, καθ' όλη την διάρκεια του πειραματικού μέρους για την εκπόνηση της πτυχιακής μου εργασίας.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τα μέλη του οικογενειακού και φιλικού μου περιβάλλοντος, τα οποία όλη αυτή την περίοδο των σπουδών μου πρόσφεραν απλόχερα την βοήθεια τους και την στήριξη τους για να συνεχίσω.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ
ΠΕΡΙΛΗΨΗ
ABSTRACT

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ 8
1.1 Ιστορική αναδρομή 8
1.1.1 Γάλα 8
1.1.2 Γιαούρτη 8
1.1.3 Τυρί 8
1.2 Γάλα 9
1.2.1 Ορισμός του γάλακτος 9
1.2.2 Σύσταση του γάλακτος 9
1.2.2.1 Λίπος 10
1.2.2.2 Πρωτεΐνες 11
1.2.2.3 Λακτόζη 12
1.3 Είδη γάλακτος βάση προέλευσης 12
1.3.1 Αγελαδινό γάλα 12
1.3.1.1 Σύσταση αγελαδινού γάλακτος 12
1.3.1.2 Ποικιλίες & Τυποποίηση αγελαδινού γάλακτος 13
1.3.2 Κατσικίσιο γάλα 14
1.3.2.1 Σύσταση κατσικίσιου γάλακτος 14

2. Η ΓΙΑΟΥΡΤΗ 17
2.1 Ορισμός γιαούρτης 17
2.2 Τρόπος παρασκευής 17
2.2.1 Προμήθεια του γάλακτος 17
2.2.2 Υποδοχή και αποθήκευση του γάλακτος 17
2.2.3 Φυγοκέντριση και διαχωρισμός 17
2.2.4 Τυποποίηση γάλακτος 18
2.2.5 Θερμική επεξεργασία 18
2.2.6 Ομογενοποίηση 19
2.2.7 Εμβολιασμός και επώαση 20
2.2.8 Ψύξη 20
2.2.9 Συσκευασία της γιαούρτης 21
2.2.10 Συνθήκες και διάρκεια συντήρησης 21
2.3 Τύποι γιαούρτης 21
2.4 Καλλιέργεια εκκίνησης 28
2.4.1 Οξυγαλακτική καλλιέργεια 29
2.4.1.1 *Streptococcus Thermophilus* 30
2.4.1.2 *Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus* 31
2.4.2 Επιθυμητά χαρακτηριστικά καλλιεργειών 31
2.4.3 Μορφές καλλιέργειας για βιομηχανική χρήση 32
2.4.4 Παρασκευή και συντήρηση καλλιεργειών 32

2.5 Μικροβιολογία και προϊόντα ζυμώσεως της γιαούρτης 33
2.6 Γαλακτική ζύμωση και παρασκευή ζυμώμενων ειδών γάλακτος 33
2.6.1 Στάδια γαλακτικής ζύμωσης 36
2.7 Παράγοντες που επηρεάζουν την υφή της γιαούρτης 36
2.8 Παράγοντες που επηρεάζουν το ιξώδες 37
2.9 Παράγοντες που επηρεάζουν το διαχωρισμό ορού 38
2.10 Οφέλη της γιαούρτης 39
2.10.1 Καταπολέμηση της δυσανεξίας της λακτόζης 39
2.10.2 Υψηλό ποσοστό θρεπτικών συστατικών 40
2.10.3 Προστασία από μολύνσεις και καρκίνο 41
2.10.4 Αντιπαχυντικές επιδράσεις 41
2.10.5 Καταπολέμηση των ασθενειών των ούλων 42
2.10.6 Καταπολέμηση καρδιοπαθειών 42
2.11 Προβιοτικά 43
2.11.1 Ορισμός 43
2.11.2 Κριτήρια επιλογής προβιοτικών μικροοργανισμών 44
2.11.3 Θρεπτικά συστατικά προβιοτικών 45
2.11.4 Έλεγχος των εντερικών λοιμώξεων 45
2.11.5 Μείωση των επιπέδων της χοληστερόλης του ορού 45
2.12 Συναίρεση / Ικανότητα συγκράτησης νερού 46

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

3. ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ 49
3.1 Παραγωγή γιαούρτης 49
3.2 Μέτρηση φυσικοχημικών παραμέτρων 49

4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ 51
4.1 Γενικά 51
4.2 Επίδραση του λίπους στην ικανότητα οξίνισης του γάλακτος 51
4.3 Επίδραση της λιποπεριεκτικότητας στο pH των γιαουρτιών κατά την αποθήκευση 52
4.4 Επίδραση της λιποπεριεκτικότητας του γάλακτος στην οξύτητα των γιαουρτιών κατά την αποθήκευση 53
4.5 Επίδραση της λιποπεριεκτικότητας του γάλακτος στη συναίρεση και στη ικανότητα συγκράτησης νερού των γιαουρτιών κατά την αποθήκευσή 54

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το γιαούρτι είναι ένα από τα βασικότερα προϊόντα διατροφής παγκοσμίως. Είναι πλούσιο σε πολύτιμα για τον ανθρώπινο οργανισμό θρεπτικά συστατικά όπως πρωτεΐνες υψηλής βιολογικής αξίας, ασβέστιο, φώσφορο και βιταμίνες του συμπλέγματος Β, ενώ υπάρχουν και ικανοποιητικές ποσότητες μαγνησίου, καλίου και βιταμινών Α και D. Οι πρωτεΐνες της γιαούρτης είναι ανώτερες του γάλακτος και το ασβέστιο είναι περισσότερο διότι τα συστατικά περιέχονται σε συμπυκνωμένη μορφή. Η καλλιέργεια την οποία περιέχει το γιαούρτι, συμβάλει στην καλή λειτουργία των ζωτικών οργάνων του ανθρώπου. Το γιαούρτι, λοιπόν πρέπει να αποτελέσει αναπόσπαστο κομμάτι της ημερήσιας διατροφής όλων μας, αφού έχει μεγάλη βιολογική αξία και μπορεί και δρα τόσο προληπτικά όσο και θεραπευτικά στον ανθρώπινο οργανισμό, προάγοντας έτσι την υγεία.

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η επίδραση της λιποπεριεκτικότητας του γάλακτος στην παρασκευή γιαούρτης και στα κύρια φυσικοχημικά χαρακτηριστικά των γιαουρτιών κατά την αποθήκευση τους στους 4°C για 4 εβδομάδες. Παρασκευάστηκαν τρία διαφορετικά γιαούρτια χρησιμοποιώντας αγελαδινό γάλα με 1,5% , 2,6% και 3,7% σε λιπαρά και προστέθηκε οξυγαλακτική καλλιέργεια γιαούρτης (*Lactobacillus bulgaricus* και *Streptococcus thermophilus*). Έπειτα από την παρασκευή γιαούρτης και κατά την διάρκεια της αποθήκευσης μελετήθηκαν ανά εβδομάδα (7, 14, 28 ημέρες) τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά της γιαούρτης (το pH, η οξύτητα, η συναίρεση και η ικανότητα συγκράτησης νερού). Και στα τρία γιαούρτια κατά την αποθήκευση τους παρατηρήθηκε πτώση του pH και μεγαλύτερες τιμές τιτλοδοτούμενης οξύτητας. Οι μετρήσεις έδειξαν ότι το γιαούρτι με το περισσότερο λίπος είχε μικρότερη συναίρεση και μεγαλύτερη ικανότητα συγκράτησης νερού. Επίσης στο γιαούρτι με το περισσότερο λίπος το pH του δεν έπεσε κάτω από την τιμή 4 ενώ στις άλλες δυο περιπτώσεις ήταν κάτω από 4. Τα αποτελέσματα καταδεικνύουν ότι το γάλα με 3,7% λιπαρά είναι καταλληλότερο για την παρασκευή γιαούρτης. Στην περίπτωση γιαούρτης με χαμηλότερα λιπαρά θα πρέπει να δοθεί προσοχή σε χαρακτηριστικά όπως η συναίρεση και η ικανότητα συγκράτησης νερού.

Λέξεις κλειδιά: γιαούρτη, γάλα, λιποπεριεκτικότητα, συναίρεση, ικανότητα συγκράτησης νερού.

ABSTRACT

Yogurt is one of the main food products worldwide. It is rich in valuable to the human body nutrients such as high quality protein, calcium, phosphorus and vitamins of the B complex, as well as adequate amounts of magnesium, potassium and vitamins A and D. The proteins of yogurt are higher than the ones on milk and with more calcium because the ingredients contained in it are in concentrated form. The yogurt culture helps in proper functioning of vital human organs. The yogurt should therefore become an integral part of all our daily food, as it has great biological value and can act as both preventive and therapeutic in the body, thus promoting health.

In the present research, the effect of fat content of milk in yogurt production and in main physicochemical characteristics of yogurt during storage at 4 °C for 4 weeks, was studied. Three different yoghurts were prepared from cow's' milk with 1.5%, 2.6% and 3.7% fat and lactic acid culture (*Lactobacillus bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus*) was then added. Following preparation of yogurt and during storage, the physicochemical characteristics of yogurt (pH, acidity, syneresis and water holding capacity) were studied per week (7, 14, 28 days). In all three yogurts during storage a drop in pH and higher titratable acidity values, were observed. The measurements showed that the yogurt with more fat had less syneresis and greater water holding capacity values. Also the pH value of yogurt with the highest value of fat, did not fall below value of 4, while in other two cases were below 4. These results revealed that the full fat milk (3.7%) proved ideal for yogurt production. When low fat milk is used attention should be paid in yogurt's characteristics such as syneresis and water holding capacity.

Keywords: yogurt, milk, fat content, syneresis, water holding capacity.

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 - ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Ιστορική αναδρομή

1.1.1 Γάλα

Η ιστορία του γάλακτος είναι τόσο παλιά όσο και η εξημέρωση της κατσίκας και του προβάτου, πριν από 9.000 χρόνια, στα οροπέδια του Ιράν και του Αφγανιστάν. Δύο χιλιάδες χρόνια αργότερα, εξημερώθηκαν και οι αγελάδες στις περιοχές της Μέσης Ανατολής και σε μερικά τμήματα της Αφρικής. Η παραγωγή του γάλακτος και των γαλακτοκομικών προϊόντων επεκτάθηκε εμπορικά μετά το 1863 και την ανακάλυψη από τον Παστέρ της διαδικασίας αδρανοποίησης των βακτηριδίων που μετατρέπουν το κρασί σε ξίδι. Η μέθοδος αυτή, που είναι γνωστή σήμερα ως «παστερίωση», βρήκε μεγάλη πρακτική εφαρμογή στην παραγωγή, διακίνηση και τυποποίηση προϊόντων γάλακτος, με αποτέλεσμα να εκτιναχθεί η χρήση των γαλακτοκομικών στα ύψη.

1.1.2 Γιαούρτη

Το γιαούρτι, αν και πρόσφατη εξέλιξη στη Δυτική Ευρώπη, είναι μια από τις αρχαιότερες τροφές που γνωρίζει ο άνθρωπος. Υπήρξε βασικό τρόφιμο στη νοτιοανατολική Ευρώπη, τη Μέση Ανατολή, την Κεντρική Ασία και τμήματα της Άπω Ανατολής, για χιλιάδες χρόνια. Η γέννησή του χρονολογείται στη νεολιθική εποχή. Τόπος, η ευρύτερη περιοχή της Μέσης Ανατολής. Η πρώτη δημιουργία έγινε όταν το περίσσιο γάλα, από το άρμεγμα των αιγοπροβάτων, αποθηκεύτηκε σε ένα πήλινο δοχείο και παρέμεινε εκεί επί αρκετές ώρες. Η υψηλή θερμοκρασία δεν άργησε να το μετατρέψει σε μία συμπαγή κρέμα. Υπήρξε βέβαια και ο τολμηρός ή ίσως ο περίεργος, που δοκίμασε το νέο προϊόν και διαπίστωσε ότι ήταν φαγώσιμο. Είναι πιθανόν οι πρώτοι βοσκοί να έμαθαν να βράζουν το γάλα, να το μπολιάζουν με λίγο γιαούρτι από τη προηγούμενη πηξιά και να το διατηρούν ζεστό, σκεπάζοντας το, πιθανόν με δέρματα ζώων. Μια εύγευστη και εύκολη στην παρασκευή της τροφή έγινε, όπως ήταν φυσικό, κομμάτι της καθημερινής διατροφής των νομαδικών λαών. Αρκετοί λαοί όπως οι Μογγόλοι τρέφονταν με γιαούρτι όπου δεν υπήρχε άλλο διαθέσιμο φαγητό ενώ, παράλληλα, το χρησιμοποιούσαν ως μέσο συντήρησης του κρέατος.

1.1.3 Τυρί

Η Ιστορία του τυριού είναι τόσο μακρόχρονη όσο και αυτή του ανθρώπινου γένους και συνδέεται με την εξημέρωση κατοικίδιων ζώων 10.000 χρόνια π.Χ. Οι ρίζες της τυροκομίας δεν είναι γνωστές με βεβαιότητα. Είναι πολύ πιθανό η παρασκευή του να έγινε εντελώς τυχαία κατά την μεταφορά του γάλακτος μέσα σε στομάχια νεαρών ζώων. Αναφορές για το τυρί γίνονται σε πολλά αρχαία και κλασικά κείμενα. Από τη μυθολογία ακόμα, λέγεται ότι οι Θεοί έστελναν τον Αριστάιο, γιο του Απόλλωνα, για να διδάξει στους

Έλληνες την τυροκομία, ενώ από την Οδύσσεια του Ομήρου μαθαίνουμε για τον Κύκλωπα Πολύφημο και την τυροκομική τέχνη του, όπου δίνει περιγραφές των τυριών που ωρίμαζαν μέσα στη σπηλιά του. Ο Αριστοτέλης και ο Διοσκουρίδης έδωσαν τις πρώτες συνταγές για την παραγωγή τυριού. Στα κείμενα των αρχαίων κωμωδιογράφων βρίσκουμε άφθονες περιγραφές από τυριά της Ελλάδας. Η τυροκομία φαίνεται ότι ήρθε στην Ευρώπη από τους Άριους, νομάδες κτηνοτρόφους στην κεντρική Ασία. Στην αρχαία Ρώμη υπήρχε πλούσια αγορά τυριών, με αρώματα, μυρωδικά και ποικιλίες γεύσεων, ενώ τα επόμενα κείμενα της εποχής καταπλήσσουν με την ορθότητα των λεπτομερειών για την τυροκομία. Κατακτώντας την Ευρώπη και τον τότε γνωστό κόσμο έμαθαν στους κατοίκους κάθε περιοχής να τυροκομούν και να εκμεταλλεύονται το γάλα των ζώων. Κατά την διάρκεια της βυζαντινής αυτοκρατορίας στον Ελληνικό χώρο η τυροκομία ήταν πολύ εκτεταμένη. Οι λίγες μαρτυρίες που έχουμε ομιλούν για το βλάχικο τυρί, τις μυζήθρες (απ' όπου πήρε το όνομα του και ο Μυζηθράς - Μιστράς). Κατά τη διάρκεια της Τουρκοκρατίας στα βουνά της Ηπειρωτικής Ελλάδας και των νησιών, η παράδοση συνεχίστηκε αμείωτα. Στο τέλος του 19 αιώνα, το νεοσύστατο ελληνικό κράτος με τους υπουργούς του και ιδιαίτερα του Εμμανουήλ Μπενάκη, αντελήφθη την οικονομική σημασία της κτηνοτροφίας και κάλεσε τον ελληνικής καταγωγής διαπρεπή τυροκόμο Ραϋμόνδο Δημητριάδη να εκπαιδεύσει τους νέους τυροκόμους της χώρας. Σ ' αυτόν οφείλουμε την κατασκευή της γραβιέρας στην Ελλάδα. Αργότερα οι επίσης μεγάλοι τυροκόμοι Ζυγούρης και Πολυχρονιάδης συνέχισαν το έργο του, διασχίζοντας τη χώρα και εκπαιδεύοντας νέους στην τέχνη. Αργότερα συγκροτήθηκε η Εθνική Επιτροπή Γάλακτος η οποία και προωθεί με κάθε τρόπο τα συμφέροντα των παραγωγών γάλακτος και της τυροκομίας στην Ελλάδα.

1.2 Γάλα

1.2.1 Ορισμός του γάλακτος

Το γάλα είναι η τροφή που η φύση προόρισε για τη διατροφή και τη γρήγορη ανάπτυξη του νεογέννητου στα θηλαστικά. Έχει σημαντικές διαφορές στην εκατοστιαία αναλογία των διαφόρων συστατικών του, τα κυριότερα από αυτά είναι τα ίδια για όλα τα είδη γάλακτος και αποτελούνται από λίπη, πρωτεΐνες, σάκχαρο (λακτόζη) και ανόργανα άλατα (Μάντης, 2000).

Το γάλα αποτελεί ένα υγρό που εκκρίνεται από τους μαστούς των θηλαστικών ζώων ύστερα από τον τοκετό των νεογνών τους. Είναι προϊόν διάσπασης των κυττάρων των γαλακτοφόρων αδένων. Σχηματίζεται στο αδενικό επιθήλιο του μαστικού αδένα και πιο συγκεκριμένα στις αδενοκυψελίδες. Το αίμα μεταφέρει στο μαστό τις απαραίτητες δομικές ουσίες από τις οποίες τα επιθηλιακά κύτταρα του μαστού συνθέτουν τα κύρια συστατικά του γάλακτος.

1.2.2 Σύσταση του γάλακτος

Το γάλα περιέχει νερό κατά 81-90%, λίπος κατά 2,20-9% και γαλακτοσάκχαρο κατά 3-6,5%. Επίσης περιέχει μικρές αναλογίες σε άλατα φωσφορικά, ασβεστίου, χαλκού, σιδήρου και νατρίου, όπως και βιταμίνη A, D και E. Τα συστατικά αυτά είναι διαλυμένα ή

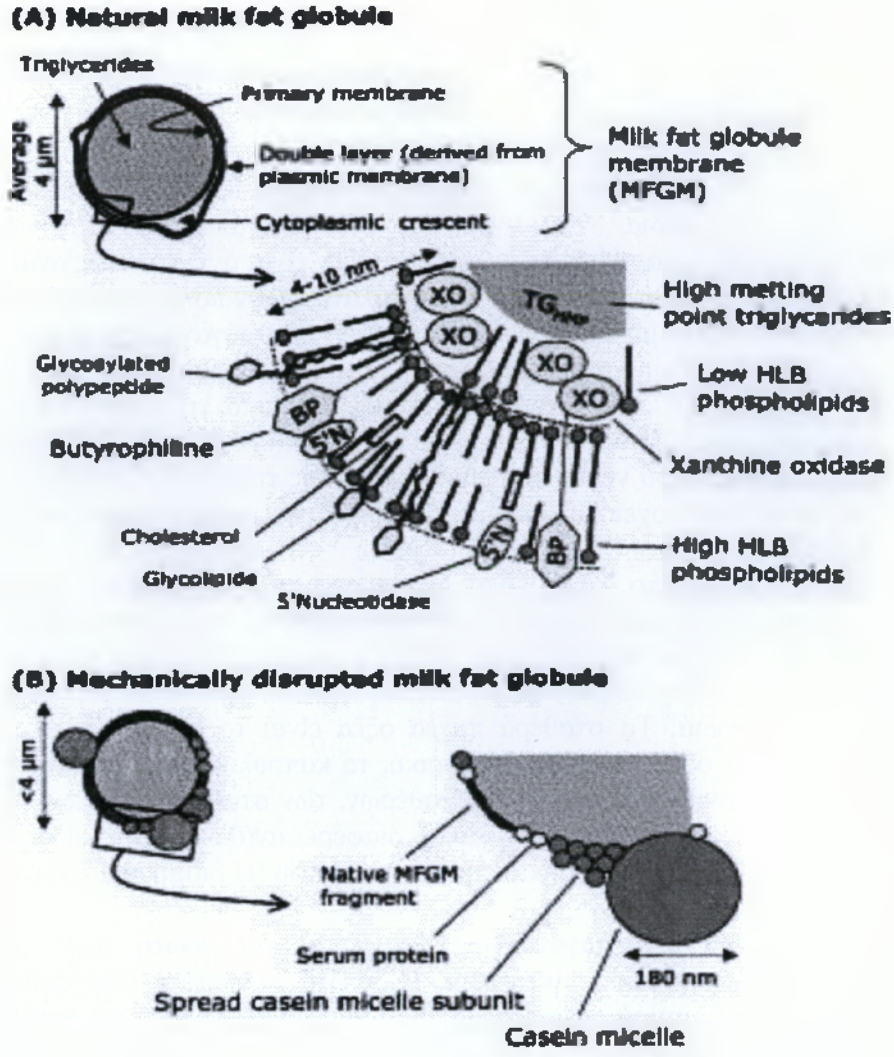
εναιωρημένα στο νερό. Η περιεκτικότητα του γάλακτος σε διάφορα συστατικά εξαρτάται από το είδος του ζώου και την τροφή του.

1.2.2.1 Λίπος

Το λίπος στο γάλα βρίσκεται σε κατάσταση γαλακτώματος δηλαδή ως εναιώρημα από μικροσκοπικά σταγονίδια στο υγρό που έχει το γάλα. Τα σταγονίδια αυτά τα ονομάζουμε λιποσφαίρια. Ο αριθμός των λιποσφαιρίων είναι αντιστρόφως ανάλογος με τον όγκο τους. Γενικώς δε τα πολύ πλούσια σε λίπος γάλατα έχουν πολύ μεγάλα λιποσφαίρια. Το μέγεθος τους έχει σχέση και με το είδος του ζώου που τα παρήγαγε, π.χ. τα λιποσφαίρια του αγελαδινού γάλακτος είναι πιο χοντρά από τα λιποσφαίρια του πρόβειου. Επίσης το μέγεθος τους εξαρτάται και από τη ράτσα του ζώου καθώς και από την εποχή της γαλακτικής περιόδου. Σε θερμοκρασία στους 15°C το λίπος έχει ειδικό βάρος 930-940, πολύ μικρότερο από του γαλακτοζαχάρου, του νερού του γάλακτος, ή της τυρίνης. Για αυτό όταν αφήνουμε πολύ ώρα το γάλα σε δοχείο βλέπουμε να ανεβαίνει στην επιφάνεια ένα στρώμα αποκλειστικά από λίπος.

Από χημική άποψη το λίπος είναι ένα προϊόν του οργανισμού αρκετά σύνθετο. Αποτελείται από σύνθετους αιθέρες ή εστέρες στους οποίους η γλυκερίνη είναι η βάση, και τα λεγόμενα παχέα οξέα το συμπλήρωμα. Από τα παχέα οξέα άλλα είναι σταθερά (δεν αλλάζουν κατάσταση με τον καιρό) και άλλα είναι πτητικά. Αυτά με τον καιρό αλλάζουν, δίνουν γεύση και μυρωδιά. Τα σταθερά παχέα οξέα είναι το φοινικικό στεατικό και το ελαϊκό οξύ. Τα πτητικά οξέα είναι το βουτυρικό, το καπρυλικό, και το καπρυκό που είναι αδιάλυτα στο νερό. Η αναλογία μεταξύ των αιθέρων, των σταθερών παχέων οξέων δηλαδή του φοινικικού, του στεατικού, και του ελαϊκού διαφέρει ανάλογα με το είδος του ζώου, τη ράτσα, το άτομο του ζώου, την εποχή και την διατροφή του (Η βιομηχανία γάλακτος, Σπύρος Σπύρου).

Λίπος με μορφή λιποσταγονιδίων εμφανίζεται για πρώτη φορά ανάμεσα στις δεξαμενές του ενδοπλασματικού δικτυωτού. Η πρώτη συνθετική διεργασία γίνεται στο εργοστόπλασμα όπου τα λιπαρά οξέα εστεροποιούνται σε γλυκερίδια και τριγλυκερίδια. Τα λιπαρά οξέα προέρχονται από το αίμα και ιδιαίτερα από τα χυλομικρά και τις λιποπρωτεΐνες χαμηλής πυκνότητας. Στα μηρυκαστικά το 60% κατά βάρος των λιπαρών οξέων με περισσότερα από 12 άτομα άνθρακα και κυρίως το παλμιτικό στεατικό και το ελαϊκό προέρχονται από το αίμα. Όλα τα λιπαρά οξέα μικρής αλύσεως συνθέτονται στο μαστό από το οξικό και το β-υδροξυβουτυρικό οξύ. Τα λιποσταγονίδια που σχηματίζονται στο ενδοπλασματικό δικτυωτό, αυξάνονται σε μέγεθος καθώς κινούνται προς την κορυφαία μεμβράνη των κυττάρων της αδενοκυψέλης γιατί συνενώνονται μεταξύ τους. Με τον τρόπο αυτό σχηματίζονται τελικά τα λιποσφαίρια, το μέγεθος των οποίων ποικίλει από 1 έως 20 μm και αποβάλλονται στην εκκριματοδόχο κοιλότητα. Κατά την αποβολή τους περιβάλλονται από κυτταροπλασματική μεμβράνη η οποία είτε είναι τμήμα εξ' ολοκλήρου της κορυφαίας μεμβράνης του κυττάρου είτε προέρχεται κατά ένα μεγάλο μέρος από την μεμβράνη των εκκριτικών κυστιδίων, τα οποία συμβάλουν στην αποβολή των λιποσφαιρίων και συναποβάλλουν και το δικό τους περιεχόμενο (Μάντης, 2000).



Εικόνα 1.2.2.1 Μεμβράνη λιποσφαιρίου

1.2.2.2 Πρωτεΐνες

Οι κυριότερες πρωτεΐνες του γάλακτος (καζεΐνη, β-γαλακτοσφαιρίνη και α-γαλακταλβουμίνη) είναι που αποτελούν ποσοστό μεγαλύτερό από 90% του συνόλου και συνθέτονται στο μαστό. Τόπος συνθέσεως είναι τα ριβοσώματα του ενδοπλασματικού δικτυωτού. Στο σημείο αυτό με υλικό τα αμινοξέα που προσκομίζονται με την κυκλοφορία, συνθέτουν νηματοειδή πεπτίδια τα οποία δεν είναι γνωστό πως μεταφέρονται στη συσκευή goldgi. Εκεί γίνεται η συνένωση τους σε πρωτεϊνικά μόρια τα οποία συμπυκνώνονται σε κοκκία. Τα πρωτεϊνικά κοκκία αποτελούνται από περισσότερα πρωτεϊνικά μόρια και έχουν μέγεθος 800-1200. Αν και πρόκειται για καζεΐνες χαρακτηρίζονται ως μικκύλια (Μάντης, 2000).

1.2.2.3 Λακτόζη

Το χαρακτηριστικό αυτό σάκχαρο του γάλακτος των θηλαστικών συνθέτεται στο μαστό και μάλιστα δεν ανευρίσκεται αλλού στη φύση. Όμως δεν έχει εξακριβωθεί σε πιο ακριβώς σημείο του αδενικού κυττάρου του μαστού γίνεται η σύνθεση της. Η ανεύρεση του ένζυμου λακτόζη–συνθετάση στις μεμβράνες της συσκευής goldgi οδηγεί στην υπόθεση ότι η λακτόζη συνθέτεται στη συσκευή golgi από τη γλυκόζη και την UDP γαλακτόζη του αίματος με τη δράση του ενζύμου γαλακτο-συλτρανσφεράση και της α-γαλακταλβουμίνης. Στη συνέχεια ελευθερώνεται με τα εκκριτικά κοκκία και σε συνδυασμό με τις πρωτεΐνες (Μάντης, 2000).

1.3 Είδη γάλακτος βάση προέλευσης

1.3.1 Αγελαδινό Γάλα

1.3.1.1 Σύσταση αγελαδινού γάλακτος

Το αγελαδινό γάλα είναι μία πλήρης τροφή, που καλύπτει σχεδόν όλες τις ανάγκες που έχει ο ανθρώπινος οργανισμός. Για την ακρίβεια, αποτελείται από πρωτεΐνες, λακτόζη, τριγλυκερίδια, φώσφορο, ασβέστιο και βιταμίνες (B2, A και κυρίως D).

Η μέση χημική σύσταση του γάλακτος, όσον αφορά τα κύρια συστατικά του είναι: νερό 87%, λίπος 3,6%, καζεΐνες 2,8%, πρωτεΐνες ορού 0,6%, λακτόζη 4,9% και ανόργανα άλατα (τέφρα) 0,7% . Έχει πλούσια περιεκτικότητά σε ασβέστιο και λυσίνη, ένα αμινοξύ που συχνά λείπει από τις φυτικές πρωτεΐνες. Η πλειονότητα των λιπιδίων που περιέχει είναι κορεσμένα λιπαρά. Το αγελαδινό γάλα, όμως, υστερεί σε λινολεϊκό οξύ συγκριτικά με το μητρικό γάλα, το οποίο είναι 50 φορές πιο πλούσιο. Κυρίαρχο στα μεταλλικά στοιχεία είναι το ασβέστιο και ο φώσφορος, που ευνοούν την απορρόφησή του από τον οργανισμό. Περιέχει όλες τις βιταμίνες, με εξαίρεση τη βιταμίνη B12, ενώ περιέχει 0,1 έως 0,2mg βιταμίνης D και 2mg βιταμίνης C.

Η κατανάλωσή του είναι πολύ σημαντική για τα παιδιά, διότι θεωρείται ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες ανάπτυξης του σκελετού και διατήρησης της πεπτικής γαλακτικής χλωρίδας. Επιπρόσθετα, ευνοεί την απορρόφηση του ασβεστίου. Εντούτοις, έχει παρατηρηθεί αρκετές φορές δυσανεξία στη λακτόζη, εξαιτίας της έλλειψης του ενζύμου λακτάσης στους ενήλικες.

Πίνακας 1.3.1.1 Σύσταση λιπιδίων της μεμβράνης λιποσφαιρίων αγελαδινού γάλακτος (Keenan, T.W., Mather, I H., 2002)

Είδος Λιπιδίου	% συνολικών λιπιδίων
Τριγλυκερίδια	62
Διγλυκερίδια	9
Μονογλυκερίδια	0-0,5

Στερόλες	0,2-2,0
Εστέρες Στερολών	0,1-0,3
Υδρογονάνθρακες	1,2
Μη εστερποιημένα Λιπαρά οξέα	0,6-6,0
Φωσφολιπίδια	**26-31**
Σφιγγομυελίνη	22%
Φωσφατιδυλοχολίνη	36%
Φωσφατιδυλοαιθανολαμίνη	27%
Φωσφατιδυλοινοσιτόλη	11%
Φωσφατιδυλοσερίνη	4%
Λυσοφωσφατιδυλοχολίνη	2%

1.3.1.2 Ποικιλίες & Τυποποίηση αγελαδινού γάλακτος

- **Φρέσκο αγελαδινό γάλα**: Είναι μικρής διάρκειας και τυποποιείται σε: α) «πλήρες», με όλα τα λιπαρά (τουλάχιστον 3,25%) σε μπλε συσκευασία, β) πράσινο, «με χαμηλά λιπαρά» (2% ή λιγότερο) και γ) «χωρίς λιπαρά», συνήθως σε μοβ συσκευασία. Την ίδια στιγμή, μπορεί κανείς να βρει αγελαδινό γάλα με προσθήκη ασβεστίου, με προσθήκη λιπαρών Ω-3 ή με βιταμίνη D και E. Το φρέσκο αγελαδινό γάλα μικρής διάρκειας μπορεί να κρατήσει μέχρι και πέντε μέρες από την ημερομηνία εμφιάλωσης και παστεριώνεται στους 71,7°C για 15 δευτερόλεπτα τουλάχιστον. Επίσης, υπάρχει και το φρέσκο γάλα μακράς διάρκειας, που έχει περάσει από υψηλή παστερίωση και μπορεί να συντηρηθεί στο ψυγείο μέχρι και τρεις εβδομάδες μετά την εμφιάλωση. Το συγκεκριμένο γάλα μπορεί να διαρκέσει και περισσότερο, αλλά οι εταιρείες τυποποίησης το αποφεύγουν για λόγους marketing.

- **Γάλα UHT** (ultra high temperature processing): Υπάρχει και μια άλλη κατηγορία τυποποίησης, το γάλα UHT, όπου τα βακτηρίδια σκοτώνονται με τη χρήση ιδιαίτερα υψηλών θερμοκρασιών (1350°C για 1 δευτερόλεπτο τουλάχιστον). Το τυποποιημένο με αυτόν τον τρόπο γάλα μπορεί να διατηρηθεί και έναν χρόνο μετά την ημερομηνία της αρχικής εμφιάλωσης, παραμένοντας σε θερμοκρασία δωματίου, αν έχει συσκευαστεί σε αεροστεγείς συσκευασίες, αλλά όταν ανοιχτεί έχει την ίδια διάρκεια ζωής με το φρέσκο γάλα. Όπως και στην παστερίωση, η επίδραση της επεξεργασίας στη διατροφική ποιότητα του γάλακτος είναι μικρή, αλλά το UHT γάλα έχει χαρακτηριστική γεύση. Η πιο έντονη θερμική επεξεργασία της αποστείρωσης του γάλακτος καταστρέφει περίπου τη μισή ποσότητα των βιταμινών C και B_1.

- **Συμπυκνωμένο γάλα**: Επίσης, υπάρχει και γάλα σε κονσέρβα, συνήθως σε συμπυκνωμένη μορφή (η οποία δέχεται προσθήκη νερού), με ημερομηνίες λήξης που φτάνουν έως και τα δύο χρόνια από την ημέρα παραγωγής. Οι πιο κοινές μορφές συμπυκνωμένου γάλακτος περιέχουν ζάχαρη, ενώ η λογική τους βασίζεται στην αφαίρεση μεγάλου τμήματος της υγρασίας του γάλακτος, έτσι ώστε να μπορεί να ελαχιστοποιηθεί η επικινδυνότητα ανάπτυξης παθογόνων μικροοργανισμών.

- **Γάλα για αλλεργικά άτομα**: Σε καθαρά εξειδικευμένο επίπεδο, διατίθεται και γάλα με acidophilus, ένα βακτηρίδιο το οποίο βοηθά τα αλλεργικά άτομα να ανεχθούν καλά τη λακτόζη. Για τον ίδιο ακριβώς σκοπό, υπάρχει και γάλα με μειωμένη ή χωρίς καθόλου λακτόζη.

- **Ξινόγαλα**: Είναι ένα ακόμη είδος γάλακτος που έχει εμφανιστεί τελευταία στα ράφια των σούπερ μάρκετ, καμιά φορά και με την «εξωτική» επωνυμία «αριάνι». Το ξινόγαλα αρχικά ήταν υποπροϊόν της παρασκευής βουτύρου, αλλά τα τελευταία χρόνια παράγεται με την προσθήκη λακτικού οξέος σε γάλα με χαμηλά λιπαρά. Μερικές φορές, για λόγους γεύσης, οι εταιρείες προσθέτουν στο ξινόγαλα λίγο βούτυρο ή και αλάτι.

- **Κεφίρ**: Παρόμοιο σε γεύση είναι και το γαλακτοκομικό προϊόν «κεφίρ», το οποίο περιέχει λακτικό οξύ σε ποσόστωση 1% και επίσης αλκοόλ κατά 1%. Το κεφίρ είναι προϊόν ζύμωσης με βάση τους σπόρους του κεφίρ.

- **Γάλα με πρόσθετη γεύση**: Οι ανάγκες της αγοράς οδήγησαν και στη δημιουργία ειδικών σειρών γάλακτος με γεύσεις, όπως σοκολάτα ή βανίλια, που απευθύνονται κυρίως σε πολύ νεαρές ηλικίες. Δυστυχώς, σε αυτήν την κατηγορία γάλακτος, τα λιπαρά ή τα πρόσθετα είναι συνήθως αυξημένα.

1.3.2 Κατσικίσιο γάλα

Είναι ευρέως γνωστό ότι το κατσικίσιο γάλα έχει χρησιμοποιηθεί από πολύ παλιά σαν υποκατάστατο του αγελαδινού και σε κάποιες περιπτώσεις του μητρικού στη διατροφή των μικρών παιδιών. Αυτό απετέλεσε και έναν από τους λόγους να τύχει ιδιαίτερης προσοχής από τους ερευνητές.

1.3.2.1 Σύσταση κατσικίσιου γάλακτος

Αν και η σύσταση του κατσικίσιου γάλακτος, τόσο ποσοτικά όσο και ποιοτικά παρουσιάζει μεγάλη παραλλαγές που εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, (διατροφή, γαλακτική περίοδος, φυλές κ.α.), από τα αποτελέσματα πολλών ερευνών διαπιστώνεται ότι η χημική του σύσταση, όσον αφορά τα κύρια συστατικά του, δεν έχει μεγάλες διαφορές από το αγελαδινό.

Το κατσικίσιο γάλα αποτελεί μια καλή πηγή χαμηλού κόστους αλλά υψηλής ποιότητας πρωτεΐνη, παρέχοντας 8,7g πρωτεΐνης / κούπα 250 ml που καλύπτει το 17,4% της συνιστώμενης ημερήσιας πρόσληψης (RDI) σε πρωτεΐνη. Αντίστοιχα το αγελαδινό γάλα παρέχει 8,1g / κούπα 250 ml ή 16,3% του RDI σε πρωτεΐνη.

Σε αντίθεση με το αγελαδινό, το κατσικίσιο γάλα έχει μικρή περιεκτικότητά σε as1-καζεΐνη, γεγονός στο οποίο αποδίδεται από πολλούς ερευνητές και η υποαλλεργική του ιδιότητα που έχει παρατηρηθεί σε πολλές περιπτώσεις αλλεργιών. Επιπλέον η χαμηλή περιεκτικότητά του σε as1–καζεΐνη ευνοεί το σχηματισμό πιο μαλακού και "εύθραυστου" πήγματος κατά την πήξη του γάλακτος. Κατά συνέπεια, αυτό το πήγμα διασπάται πιο γρήγορα από τα ένζυμα του στομάχου (πρωτεάσες), αποκτώντας καλλίτερη πεπτικότητα.

Είναι σημαντικό επίσης να τονισθεί ότι οι πρωτεΐνες του κατσικίσιου γάλακτος αποτελούν πηγή βιονεργών πεπτιδίων, τα οποία παρουσιάζουν διατροφικό αλλά και κλινικό ενδιαφέρον γιατί επιδρούν θετικά στη λειτουργία των κύριων συστημάτων του ανθρώπινου οργανισμού (ανοσοποιητικό, γαστρεντερικό, νευρικό, καρδιαγγειακό).

Οι διατροφικές ιδιότητες του κατσικίσιου γάλακτος οφείλονται στη δομή και στη σύσταση του λίπους του γάλακτος (προφίλ λιπαρών οξέων). Το κατσικίσιο γάλακ, όπεριέχει μεγάλες συγκεντρώσεις σε βιταμίνης Α, θειαμίνη, ριβοφλαβίνη, νιασίνη και παντοθενικό οξύ, και μικρότερες σε φολικό οξύ και βιταμίνη Β, και μερικά ένζυμα όπως ξανθίνη, οξειδάση, αλκαλική φωσφατάση και ριβονουκλεάση, συγκρινόμενο με το αγελαδινό.

(*Δρ. Θεόφιλος Μασούρας, Επικ. Καθηγητής Γαλακτοκομίας, 2012)

Πίνακας 1.3.1 Διακύμανση των συστατικών και των χαρακτηριστικών του αγελαδινού και του κατσικίσιου γάλακτος (Κεχαγιάς)

Σύσταση	Αγελαδινό	Κατσικίσιο	Πρόβειο
Λίπος (%)	3,6-4,8	2,3-6,9	5,8-8,1
Πρωτεΐνη (%)	2,9-3,5	2,4-6,0	4,9-6,8
Λακτόζη (%)	4,5-4,9	4,0-4,8	4,2-4,9
Οξύτητα (%) γαλακτικού οξέος	0,15-0,18	0,14-0,23	0,22-0,25
pH	6,6-6,7	6,3-6,8	6,5-6,8
Τέφρα (%)	0,6-0,8	0,6-1,1	0,8-1,0

Πίνακας 1.3.2 Φυσικές και χημικές σταθερές του νωπού γάλακτος από διάφορα είδη ζώων
*ΣΥΑΛ: Στερεό Υπόλειμμα Άνευ Λίπους

Είδος	Λίπος % (ελάχ.)	*ΣΥΑΛ% (ελάχ.)
Αγελάδας	3,5	8,46
Κατσίκας	4,0	9,00
Προβάτου	6,0	10,20
Βούβαλου	6,0	9,70

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 - Η ΓΙΑΟΥΡΤΗ

2.1 Ορισμός γιαούρτης

Ως γιαούρτι ή γιαούρτη κατά την ελληνική νομοθεσία (Κ.Τ.Π., 2003), χαρακτηρίζεται το προϊόν "το οποίο προκύπτει έπειτα από πήξη αποκλειστικά και μόνο νωπού γάλακτος της αντίστοιχης προς την ονομασία φύσης και προέλευσης, με την επίδραση καλλιέργειας ζύμης που προκαλεί ειδική γι' αυτό ζύμωση. Το γιαούρτι πρέπει να περιέχει λίπος και στερεό υπόλειμμα άνευ λίπους (ΣΥΑΛ) σε ποσοστό ανώτερο κατά 10% τουλάχιστον από τα όρια που καθορίζονται στο άρθρο 80 (παράγραφος 3) των αντίστοιχων ειδών γάλακτος, από τα οποία παρασκευάστηκε αυτό".

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

2.2 Τρόπος παρασκευής

2.2.1 Προμήθεια του γάλακτος

Οποιοδήποτε είδος γάλακτος χρησιμοποιηθεί, θα πρέπει να είναι καθαρό, φρέσκο, κανονικής σύστασης, απαλλαγμένο ξένων ουσιών και αντιβιοτικών και να προέρχεται από υγιή ζώα. Για τον μικροβιολογικό έλεγχο, το χύμα γάλα τοποθετείται σε ψυχρές δεξαμενές οι οποίες πρέπει να αποκτήσουν την επιθυμητή θερμοκρασία των 10°C σε 1 ώρα και <5°C σε 2 ώρες. Είναι συνετό να αποφεύγεται η άσκοπη ανάδευση για να προληφθεί η λιπολυτική επιδείνωση της γεύσης του γάλακτος. Η παραλαβή από τις γαλακτοκομικές φάρμες στο εργοστάσιο επεξεργασίας γίνεται σε μονωμένες δεξαμενές σε διαστήματα 48 ωρών, όπως κρίνεται κατάλληλο (Ramesh C. Chandan, 2006).

2.2.2 Υποδοχή και αποθήκευση του γάλακτος

Η θερμοκρασία του νωπού γάλακτος σε αυτό το στάδιο δεν θα πρέπει να υπερβαίνει τους 7°C. Η απομόνωση ή η αποθήκευση υπό ψύξη έως και 72 ώρες, βοηθά στην πρώτη ύλη και τη διαχείριση της ροής κατά την επεξεργασία. Η ποιότητα του γάλακτος προσμετράται ξανά και ελέγχεται (Ramesh C. Chandan, 2006).

2.2.3 Φυγοκέντριση και διαχωρισμός

Το πρώτο στάδιο καθαρισμού του γάλακτος γίνεται με την διήθηση στο αγρόκτημα. Στη βιομηχανία γάλακτος ο πρώτος καθαρισμός γίνεται με την παρεμβολή ενός μεταλλικού διάτρητου πλέγματος στο οποίο συγκρατούνται εμφανείς ακαθαρσίες. Μετά τον αδρομερή

καθαρισμό μπορεί να ακολουθήσει αυτοματοποιημένη διήθηση του γάλακτος, που γίνεται γρηγορότερα στη θερμοκρασία των 35-40°C. Ωστόσο, αντί της διήθησης μπορεί να εφαρμοστεί η διαύγαση. Κατά την διαύγαση το γάλα καθαρίζεται περνώντας από φυγοκεντρικούς διαχωριστήρες, που ονομάζονται διαυγαστές.

Με την φυγοκέντριση, η οποία είναι αποτελεσματικότερη όταν το γάλα έχει προθερμανθεί στους 50°C, οι ξένες ύλες που βρίσκονται στο γάλα εκσφενδονίζονται με τη μορφή λάσπης προς την περιφέρεια, καθώς είναι βαρύτερες από τα άλλα συστατικά του. Επιπλέον με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται η απόσμηση και η απομάκρυνση σωματικών κυττάρων (Καμιναρίδης Στέλιος, 2009). Με τη διαδικασία της φυγοκέντρισης τα λευκοκύτταρα και τυχόν ιζήματα απομακρύνονται. Στη συνέχεια το γάλα διαχωρίζεται σε κρέμα και αποβουτυρωμένο γάλα ή τυποποιείται στο επιθυμητό επίπεδο λίπους στους 5°C (Ramesh C. Chandan, 2006).

2.2.4 Τυποποίηση γάλακτος

Η τυποποίηση του γάλακτος έχει ως σκοπό τη ρύθμιση της σύστασης του γάλακτος σε κύρια συστατικά έτσι ώστε να καλύπτει τις προδιαγραφές της χημικής σύστασης, που ορίζονται από τη νομοθεσία για ορισμένα προϊόντα (π.χ γάλα μειωμένης περιεκτικότητας, άπαχο γάλα κ.α). Η τυποποίηση στο γάλα αφορά ουσιαστικά τη μεταβολή της λιποπεριεκτικότητας του, αφού αυτό είναι το συστατικό με τη μεγαλύτερη διακύμανση, και επιπλέον αφαιρείται εύκολα με την εφαρμογή φυσικών μεθόδων (Καμιναρίδης Στέλιος, 2009).

Η τυποποίηση του γάλακτος για την παραγωγή γιαούρτης, οδηγεί σε μείωση του λίπους και μια πιθανή αύξηση 30-35% σε λακτόζη, πρωτεΐνη, ιχνοστοιχεία, και περιεκτικότητα σε βιταμίνη. Με την αύξηση της περιεκτικότητας της πρωτεΐνης, αυξάνεται η ποσότητα του χημικά συνδεδεμένου νερού στο πήγμα και ταυτόχρονα βελτιώνεται η συνεκτικότητα και αποφεύγεται ο διαχωρισμός του ορού κατά την αποθήκευση. Η θρεπτική πυκνότητα του μίγματος γιαούρτης έτσι αυξάνεται πάνω από εκείνη του γάλακτος. Επίσης το ειδικό του βάρος αλλάζει από 1,03 - 1,04 στους 20°C (Ramesh C. Chandan, 2006).

2.2.5 Θερμική επεξεργασία

Η παρασκευή της γιαούρτης απαιτεί έντονη θερμική επεξεργασία, αρκετά πάνω από τα επίπεδα παστερίωσης, η οποία καταστρέφει όλη την παθογόνα χλωρίδα και των βλαβερών μικροοργανισμών που περιέχονται σε αυτήν. Επιπλέον, τα ένζυμα του γάλακτος που είναι εγγενώς παρούσα αδρανοποιούνται. Από μικροβιολογική άποψη, η καταστροφή των ανταγωνιστικών οργανισμών δημιουργεί ευνοϊκές προϋποθέσεις για την ανάπτυξη των επιθυμητών βακτηριδίων της γιαούρτης. Αυτό συμβάλλει στη μεγάλη διάρκεια ζωής, καθώς και σε θέματα ασφάλειας τροφίμων της γιαούρτης προς βρώση. Επιπλέον, οδηγεί στην αποβολή του οξυγόνου, στη δημιουργία αναγωγικών συνθηκών, και στην παραγωγή αζωτούχων ενώσεων που πρωτεΐνης που διασπούν την πρωτεΐνη. Όλα αυτά τα αποτελέσματα ενισχύουν τη διατροφική κατάσταση του μέσου για την ανάπτυξη της καλλιέργειας της γιαούρτης.

Οι φυσιολογικές αλλαγές στις πρωτεΐνες ως αποτέλεσμα της θερμικής επεξεργασίας, έχουν μια βαθιά επίδραση στο ιξώδες της γιαούρτης (Shah, 2003). Βέλτιστα αποτελέσματα λαμβάνονται όταν το γάλα υπόκειται σε θερμική επεξεργασία στους 90-95°C για διάστημα 5-10 λεπτών (Robinson, 2003a). Κατά συνέπεια, η μετουσίωση της πρωτεΐνης του ορού γάλακτος κατά 70-95% ενισχύει την ικανότητα απορρόφησης νερού, δημιουργώντας έτσι ομαλή συνεκτικότητα, υψηλό ιξώδες και σταθερότητα από τον διαχωρισμό του ορού του γάλακτος στο γιαούρτι. Πιο συγκεκριμένα γίνεται αντίδραση της β-γαλακτογλοβουλίνης με την καζεΐνη, πράγμα που βελτιώνει τα υδρόφιλα χαρακτηριστικά του πήγματος. Παρατεταμένο βράσιμο του γάλακτος σε υψηλές θερμοκρασίες είναι δυνατόν να επιδράσει δυσμενώς στα συστατικά του γάλακτος και να έχει σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία αδύνατης μάζας.

Οι διατροφικές αλλαγές από τη θερμική επεξεργασία περιλαμβάνουν, την ευκολία πέψης των μετουσιωμένων πρωτεϊνών του ορού γάλακτος στο γαστρεντερικό σωλήνα, μαλακό τυρόπηγμα για το στομάχι, και ταχεία γαστρική κένωση που αποδίδεται στην παχύρρευστη φύση της γιαούρτης.

2.2.6 Ομογενοποίηση

Η ομογενοποίηση είναι μια μέθοδος σταθεροποίησης του γαλακτώματος του λίπους του γάλακτος. Έχει σαν αποτέλεσμα την ομοιογενή εμφάνιση του συσκευασμένου γάλακτος χωρίς διαχωρισμό του λίπους στην επιφάνεια, αλλά και την διαμόρφωση ιδιαίτερων ρεολογικών χαρακτηριστικών σε ορισμένα γαλακτοκομικά προϊόντα (Καμιναρίδης Στέλιος, 2009).

Είναι η διαδικασία κατά την οποία τα λιποσφαίρια του γάλακτος κατατέμνονται σε μικρότερα και έτσι το γάλα δεν εμφανίζει αποκορύφωση κατά την παραμονή του. Παράλληλα, με την διαδικασία αυτή επιτυγχάνεται η αύξηση του ιξώδους και επομένως η καλύτερη συνεκτικότητα της γιαούρτης. Αποφεύγεται δε στη παραδοσιακή γιαούρτη καθώς παρεμποδίζει στο σχηματισμό υμένα από τη συσσωμάτωση των λιποσφαιρίων. Η ομογενοποίηση του γάλακτος πραγματοποιείται σε υψηλές θερμοκρασίες. Με τη θραύση των λιποσφαιρίων καταστρέφεται η φυσική μεμβράνη και αυξάνεται η επιφάνεια των λιποσφαιρίων που είναι εκτεθειμένη στις λιπάσες. Εκτός από την επίδραση στο λίπος, η ομογενοποίηση, ιδιαίτερα όταν χρησιμοποιείται υψηλή πίεση, επιδρά και στη δομή των μικελλών της καζεΐνης. Το μέγεθος των μικελλών ελαττώνεται με αποτέλεσμα να αυξάνονται τα υδρόφιλα χαρακτηριστικά του πήγματος. Η επιλογή των συνθηκών ομογενοποίησης εξαρτάται από διάφορους παράγοντες. (Κεχαγιάς, 2011)

Όταν το γάλα για παρασκευή γιαούρτης περιέχει χαμηλή συγκέντρωση ολικών στερεών (< 12%), τότε πρέπει να χρησιμοποιηθεί πιο αυξημένη πίεση για να βελτιωθεί το ιξώδες, η συνεκτικότητα του πήγματος και να ελαττωθεί ο βαθμός συναίρεσης για την αποφυγή διαχωρισμού ορού. Με την αύξηση των ολικών στερεών (> 14%) αντίστροφα η πίεση πρέπει να ελαττώνεται, καθώς η αύξηση των ολικών στερεών διασφαλίζει ικανοποιητικό ιξώδες, συνεκτικότητα και σταθερότητα σ' ότι σχετίζεται με την απελευθέρωση του ορού. Στόχος της ομογενοποίησης στο γάλα με αυξημένα ολικά στερεά είναι η παρεμπόδιση διαχωρισμού του λίπους.

Οι θερμοκρασίες ομογενοποίησης που χρησιμοποιούνται συνήθως είναι από 55°C έως 80°C με πίεση μεταξύ 10 και 20 MPa (100-250 bar). Σε γενικές γραμμές η ομογενοποίηση γίνεται πριν από την τελική θέρμανση. Αυτό συμβαίνει επειδή είναι πιο αποτελεσματική όταν η μορφή του λίπους είναι σε υγρή κατάσταση.

Όταν επιδιώκεται αυξημένο ιξώδες (όπως ανακατεμένη / αναδευμένη γιαούρτη) η ομογενοποίηση γίνεται μετά τη θερμική επεξεργασία.

Η ομογενοποίηση συνεπώς συνίσταται αφενός μεν στον λεπτοτεμαχισμό των λιποσφαιρίων αλλά συγχρόνως λαμβάνουν χώρα αλλαγές μέσα στο γάλα, το αποτέλεσμα των οποίων γενικά επιδρά ευμενώς στην παρασκευή γιαούρτης βιομηχανικού τύπου. Η ομογενοποίηση όταν γίνεται προηγείται πάντα της παστερίωσης, της κατάψυξης, της αποστείρωσης και της συμπύκνωσης αλλά όχι της αποβουτύρωσης γιατί τα μικρά λιποσφαίρια δεν αποκορυφώνονται εύκολα.

2.2.7 Εμβολιασμός και επώαση

Στη συνέχεια το ομογενοποιημένο γάλα ψύχεται σε μία βέλτιστη θερμοκρασία ανάπτυξης (41-42°C). Σ' αυτήν τη θερμοκρασία προστίθεται η οξυγαλακτική καλλιέργεια η οποία αποτελείται συνήθως από τους χαρακτηριστικούς μικροοργανισμούς *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* και *Streptococcus thermophilus*. Η καλλιέργεια πριν προστεθεί στο γάλα, πρέπει να ανακατευτεί καλά και να αραιωθεί με λίγο γάλα στη θερμοκρασία πήξης, ώστε να γίνει ομοιόμορφη ρευστή μάζα για να διευκολύνει την ανάμειξη της με το υπόλοιπο γάλα. Ο εμβολιασμός γίνεται γενικά σε ποσοστό 0.5-5%, ανάλογα με την επιδιωκόμενη οξύτητα και τη διάρκεια πήξης του γάλακτος, και η βέλτιστη θερμοκρασία διατηρείται καθ 'όλη την περίοδο επώασης για να επιτευχθεί μια επιθυμητή ογκομετρούμενη οξύτητα ή pH. pH από 4.5 έως 4.6 χρησιμοποιείται συνήθως ως το τελικό σημείο της ζύμωσης. Μια ήρεμη επώαση είναι απαραίτητη για την τελική υφή του προϊόντος και την ανάπτυξη του σώματος του.

Ο συνηθέστερος χρόνος επώασης των οξυγαλακτικών βακτηρίων για το πήξιμο της είναι 2-3 ώρες. Σε γενικές γραμμές, όσο μεγαλύτερος είναι ο χρόνος επώασης, τόσο υψηλότεροι είναι οι αριθμοί των οξυγαλακτικών βακτηρίων και περισσότερες οι πιθανότητες μετεπεξεργασιακής οξίνισης. Συνεπώς, πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή ώστε τα οξυγαλακτικά βακτήρια να μην παράγουν πολύ γαλακτικό οξύ και κάνουν το γιαούρτι να έχει πικρή και ξινή γεύση.

Η βέλτιστη θερμοκρασία ανάπτυξης για τον *L. bulgaricus* είναι 40-50°C και για τον *S. thermophilus* 35-40°C. Η θερμοκρασία επώασης της καλλιέργειας της γιαούρτης κυμαίνεται από 31°C έως 45°C. Ωστόσο, το μεγαλύτερο μέρος της βάσης της γιαούρτης επωάζεται στους 41-43°C.

Τόσο η θερμοκρασία επώασης όσο και το ποσοστό εμβολιασμού επηρεάζουν τη δομή και τις ιδιότητες της γιαούρτης. Σε γενικές γραμμές, οι συνθήκες που ευνοούν την ταχύτερη παραγωγή οξέος (υψηλότερη θερμοκρασία και υψηλότερο ποσοστό εμβολιασμού) έχουν την τάση να παράγουν ασθενές πήγμα και περισσότερο διαχωρισμό ορού γάλακτος. Φαίνεται ότι το ασθενές πήκτωμα και η συναίρεση σχετίζονται με την αναδιάταξη των σωματιδίων καζεΐνης στο δίκτυο του πηκτώματος, και με το ρυθμός διαλυτοποίησης του κολλοειδούς ασβεστίου κατά τη διάρκεια της ζύμωσης.

2.2.8 Ψύξη

Μετά το πέρας των 3 ωρών και με την κατάλληλη οξύτητα κατά την επώαση σταματά η περαιτέρω ζύμωση με συγκεκριμένη τιμή pH 4,5-4,65. Η ψύξη γίνεται σταδιακά και οδηγεί στη παρασκευή γιαούρτης με χαμηλή συνεκτικότητα και υπολειπόμενη γεύση. Ο στόχος της

ψύξης είναι να περιοριστεί η αύξηση της καλλιέργειας της γιαούρτης και της δραστικότητας των ενζύμων της όσο το δυνατόν γρηγορότερα και να διατηρηθεί το επιθυμητό pH, το σώμα και η υφή. Ο ρυθμός επίσης της ψύξης επηρεάζει τη συνεκτικότητα και καλύτερα αποτελέσματα έχουν βρεθεί όταν δεν εφαρμόζεται έντονος ρυθμός ψύξης.

2.2.9 Συσκευασία της γιαούρτης

Τα υλικά, τα οποία χρησιμοποιούνται στη συσκευασία της γιαούρτης πρέπει να προστατεύουν το προϊόν από την αφυδάτωση, τις επιμολύνσεις, την απώλεια του αρώματος ή την πρόσκτηση οσμών από το περιβάλλον. Παράλληλα πρέπει να μην αντιδρούν με τα συστατικά της γιαούρτης, να είναι ανθεκτικά στα οργανικά οξέα και να διατηρούν ορισμένο σχήμα.

Στην πράξη η γιαούρτη συσκευάζεται σε πλαστικά κυτία από πολυβινυλοχλωρίδιο (PVC), πολυστυρένιο ή πολυαιθυλένιο, όλα με ειδικές προδιαγραφές σκληρότητας, ανθεκτικότητας, διαπερατότητας κτλ. Το μέγεθος της συσκευασίας, εξαρτάται από τις ανάγκες της αγοράς. Κυριαρχεί όμως το κυτίο των 220-250 γρ. (Μάντης, 2000).

2.2.10 Συνθήκες και Διάρκεια Συντήρησης

Η διάρκεια συντήρησης της γιαούρτης μπορεί να κυμαίνεται από 1 έως 6 εβδομάδες και αυτό εξαρτάται:

α) Από τη θερμοκρασία συντηρήσεως: Όσο πλησιέστερα προς τους 0°C συντηρείται η γιαούρτη τόσο επιμηκύνεται ο χρόνος συντηρήσεως της. Αυτό οφείλεται κυρίως στην επιβράδυνση της ενζυμικής δράσεως γιατί τα ίδια τα οξυγαλακτικά στελέχη της γιαούρτης δεν πολλαπλασιάζονται σε θερμοκρασίες κάτω από 20°C. Δεν ισχύει όμως το ίδιο και για τις ζύμες ή τα ψυχρότροφα βακτήρια που επιμολύνουν τη γιαούρτη.

β) Από την αρχική τιμή pH: Εάν μετά το τέλος της επωάσεως η γιαούρτη είναι αρκετά όξινη (pH~4,0~4,3) η διάρκεια συντηρήσεως της περιορίζεται σημαντικά γιατί υπεροξινίζει ταχύτερα από γιαούρτη με pH εκκινήσεως 4,8-4,6.

γ) Από τις επιμολύνσεις: Σημασία έχουν οι επιμολύνσεις με ψυχρότροφους μικροοργανισμούς και ιδιαίτερα με ζύμες και μύκητες οι οποίοι περιορίζουν κατά πολύ το χρόνο συντηρήσεως.

δ) Από τη μέθοδο παραγωγής και το είδος της συσκευασίας: Στην πράξη ο χρόνος συντηρήσεως κυμαίνεται από 3 έως 5 εβδομάδες. Ο Κώδικας Τροφίμων και Ποτών (1998) δίνει το ενδεικτικό χρόνο συντηρήσεως 15 ημερών σε θερμοκρασία 0-2°C. Μετά το χρόνο αυτή η γιαούρτη γίνεται ακατάλληλη κυρίως λόγω υπεροξινίσεως και διαχωρισμού ορού.

2.3 Τύποι γιαούρτης

Το γιαούρτι διακρίνεται, ανάλογα:

α) Με το είδος του γάλακτος που χρησιμοποιείται σε γιαούρτι αγελάδας, γίδινο και πρόβειο.

β) Με τον τρόπο επεξεργασίας του σε παραδοσιακό, παραδοσιακό στραγγισμένο, φυσικό, αναμιγμένο, επιδόρπιο γιαούρτι παστεριωμένο και επιδόρπιο γιαούρτι στραγγισμένο νέου τύπου.

γ) Με την επεξεργασία του γάλακτος και την περιεκτικότητα του σε λιπαρά σε γιαούρτι αποβουτυρωμένο, αφυδατωμένο, γιαούρτι γρανίτα ή παγωτό, γιαούρτι διαίτης, ημιαποβουτυρωμένο, κατεψυγμένο με φρούτα και σε γιαούρτι χωρίς επιδερμίδα.

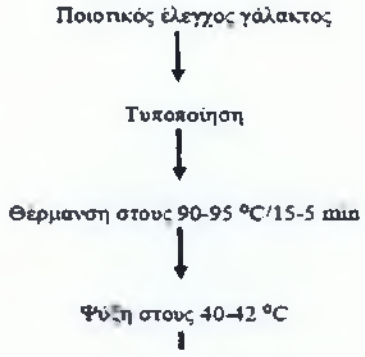
Υπάρχουν πολλοί τύποι γιαουρτιών, ανάλογα με το γάλα και την επεξεργασία του, αλλά και με τα έξτρα υλικά που προστίθενται στη βασική "συνταγή". Παρακάτω δίνονται οι πιο κοινοί τύποι γιαούρτης.

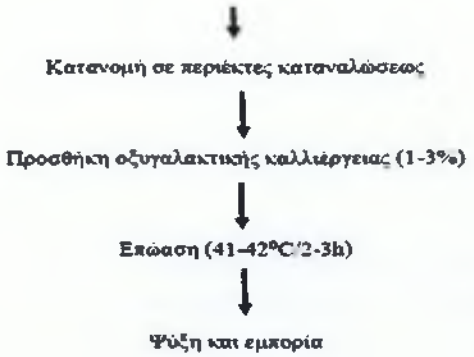
- **Παραδοσιακή γιαούρτη**

Η παραδοσιακή γιαούρτη με επιδερμίδα (πέτσα) παρασκευάζεται από βρασμένο γάλα χωρίς προηγούμενη τυποποίηση και ομογενοποίηση. Μετά το βρασμό το γάλα διαμοιράζεται σε κυτία, όπου παραμένει χωρίς ανάδευση προκειμένου να δημιουργηθεί η ορισμένη ποσότητα γιαούρτης που παρασκευάστηκε την προηγούμενη ημέρα (μαγιά) και αποτελεί την καλλιέργεια εκκίνησης. Ακολουθεί η επώαση και η ψύξη (Στέλιος Καμιναρίδης, Γκόλφω Μοάτσου, 2009).

Η τεχνολογία παρασκευής παραδοσιακής γιαούρτης διαμορφώθηκε μετά από την εμπειρία χιλιετιών και είναι περίπου η ίδια στους περισσότερους λαούς. Η χρησιμοποίηση ως μαγιάς γιαούρτης της προηγούμενης ημέρας παρασκευής με συχνά ασταθή χαρακτηριστικά είναι μειονέκτημα. Από άποψη υγιεινής, εάν το γάλα θερμαίνεται επαρκώς όπως απαιτείται

εξυγιαίνεται από τους επικίνδυνους για τη Δημόσια Υγεία μικροοργανισμούς, οι οποίοι προέρχονται τα ζώα. Γενικά όμως οι συνθήκες παραγωγής υστερούν σε υγιεινή και υπάρχει κίνδυνος επιμολύνσεων από τα σκεύη, το προσωπικό και το περιβάλλον. Η γαλακτοβιομηχανία έχει τηρήσει τη βασική τεχνολογία αλλά έχει εκσυγχρονίσει τα στάδια παραγωγής με αυτοματοποίηση και βελτίωση των συνθηκών υγιεινής και εμφάνισης του προϊόντος. (Αντωνίου Ι.Μάντη)



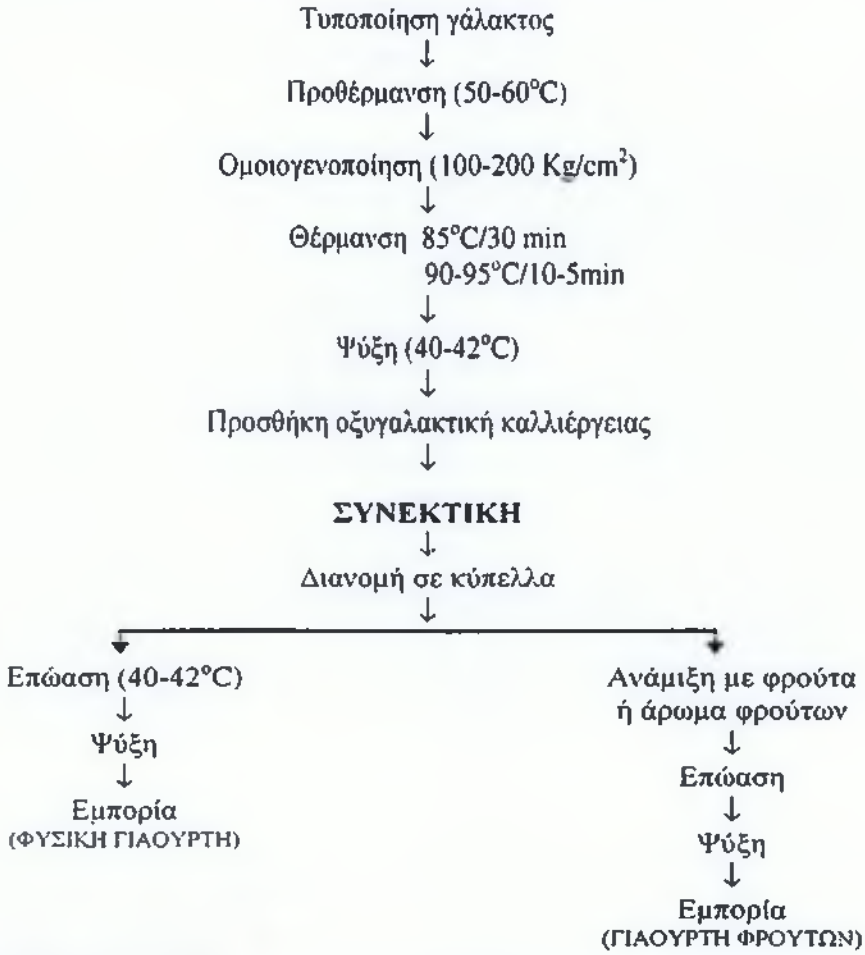


Εικόνα 2.3.1 Σχηματική παρουσίαση της παραγωγής γιαούρτης (Tamime & Robinson, 1985).

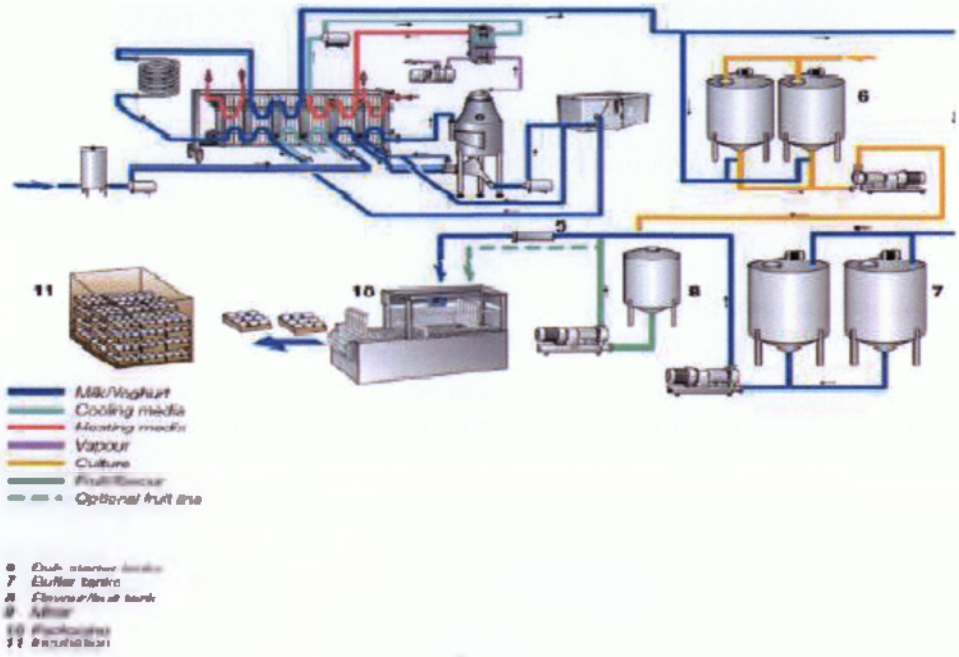
- **Συνεκτική γιαούρτη**

Είναι ο τύπος γιαούρτης που έχει κυριαρχήσει σήμερα στη χώρα μας και παράγεται ως φυσική γιαούρτη ή με φρούτα. Το γάλα ομογενοποιείται και γι' αυτό δεν σχηματίζει υμένιο στην επιφάνεια. Η συσκευασία της γίνεται σε ερμητικώς κλειστά κύπελλα.

Η επώαση γίνεται στους περιέκτες και το πήγμα δεν διαταράσσεται μετά την πήξη. Αναλυτικότερα τα στάδια παραγωγής δίνονται στο σχήμα 2.3.2 παρακάτω.



Διάγραμμα 2.3.2 Διάγραμμα ροής παραγωγής συνεκτικής γιαούρτης ή επιδορπίου (Μάντης, 2000)



Εικόνα 2.3.3 Αναπαράσταση συγκροτήματος παραγωγής γιαούρτης συμπαγούς ή στερεάς δομής (Bylund, 2005)

- **Αναμιγμένη γιαούρτη**

Διαφέρει από την συνεκτική γιαούρτη στο ότι το γάλα επωάζεται σε δεξαμενές, και το πήγμα, θραύεται, ψύχεται, αναμιγνύεται ή όχι με φρούτα και συσκευάζεται σε ερμητικά κλειστούς περιέκτες (κύπελλα). Τα διαδοχικά στάδια παραγωγής δίνονται στο σχήμα παρακάτω (Σχ. 2.3.4)

1. Τυποποίηση γάλακτος
2. Προθέρμανση 55°C

3. Ομοιογενοποίηση
4. Θέρμανση 90-95°C /10-5 λεπτά
5. Ψύξη 40-43°C
6. Προσθήκη οξυγαλακτικής καλλιέργειας
7. Επώαση σε δεξαμενές πήξεως (42-43°C)

8. Συσκευασία σε κύπελλα
9. Ψύξη (4°C)

8. Ανάμιξη με φρούτα
9. Συσκευασία σε κύπελλα
10. Ψύξη (4°C) (επιδόρπιο φρούτων)

Σχ. 2.3.4 Διάγραμμα ροής παραγωγής αναμιγμένης γιαούρτης

Η ομογενοποίηση του γάλακτος στην παραγωγή συνεκτικής ή αναμιγμένης γιαούρτης βελτιώνει την ποιότητα της διότι κατά τον Bruner (1974):

α) Μειώνεται το μέγεθος των λιποσφαιρίων και δεν προσροφούνται πλέον σε αυτά μικκύλια καζεΐνης. Έτσι αυξάνεται ο όγκος της ύλης που βρίσκεται σε διασπορά και αυτό αυξάνει το ιξώδες.

β) Θραύονται τα μικκύλια καζεΐνης, με συνέπεια την αύξηση της υδροφιλίας του μορίου. Αυτό αυξάνει την ικανότητα συγκρατήσεως του νερού.

γ) Καταστρέφεται η συγκολλητίνη (agglutinin) του γάλακτος η οποία συνενώνει τα λιποσφαίρια, ενώ παράγονται αντιοξειδωτικές ρίζες –SH.

Το καλύτερο ιξώδες της γιαούρτης επιτυγχάνεται με ομοιογενοποίηση του γάλακτος σε πίεση 150-200 Atm και θερμοκρασία 60-75°C .

- **Στραγγισμένη γιαούρτη**

Είναι γιαούρτη με αυξημένη αναλογία στερεών συστατικών (23-25%). Αυτό επιτυγχάνεται είτε με τον παραδοσιακό τρόπο της στράγγισης του πήγματος μέσα σε υφασμάτινους σάκους, είτε με σύγχρονη τεχνολογία όπως η φυγοκέντριση του πήγματος γιαούρτης ή η συμπύκνωση του γάλακτος με υπερδιήθηση πριν από την πήξη του. Διακρίνεται σε:

α) Στραγγισμένη σακούλας : Το γάλα πήζει σε δεξαμενές, το πήγμα θραύεται, ψύχεται και τοποθετείται σε υφασμάτινους σάκους (15-20 κιλά). Οι σάκοι τοποθετούνται σε ανοξείδωτες λεκάνες, ο ένας πάνω στον άλλον για να επιβοηθείται η στράγγιση, η οποία

διαρκεί από 8-16 ώρες και πρέπει να γίνεται σε θερμοκρασία 0-5°C. Ο ορός που προκύπτει περιέχει ανόργανα άλατα, λακτόζη και ελάχιστες αζωτούχες ύλες. Έπειτα ακολουθεί η μηχανική ζύμωση της γιαούρτης που γίνεται σε ειδικό ζυμωτήριο, και η τυποποίηση της

β) Στραγγισμένη με φυγοκέντριση : Μετά την πήξη το πήγμα υποβάλλεται σε φυγοκέντριση οπότε αποβάλλεται μέρος του ορού επιτυγχάνοντας έτσι τη παραγωγή πήγματος με αυξημένη αναλογία στερεών. Ανάλογα με τον φυγοκεντριτή γίνεται ή όχι η αποβουτύρωση του γάλακτος πριν από την πήξη οπότε υπάρχει ή όχι ανάγκη προσθήκης κρέμας πριν από την ψύξη και την συσκευασία, ώστε η τελική αναλογία λίπους να είναι περίπου 10%.

γ) Συμπυκνωμένη με υπερδιήθηση : Το γάλα αποβουτυρώνεται και θερμαίνεται στους 90-95°C /10-5 λεπτά. Ψύχεται σε θερμοκρασία 47-50°C και συμπυκνώνεται με συστήματα υπερδιηθήσεως έως στο ½ του αρχικού όγκου. Κατά την υπερδιήθηση χρησιμοποιούνται μεμβράνες οι οποίες κατακρατούν το λίπος και τις πρωτεΐνες , αλλά αφήνουν να διαφεύγει στο διήθημα η λακτόζη, τα άλατα και οι μη πρωτεϊνικής φύσεως αζωτούχες ουσίες. Έτσι το συμπύκνωμα είναι πλούσιο σε πρωτεΐνες και λίπος ενώ η λακτόζη διατηρείται όπως στο κανονικό γάλα (Tamine και Robinson, 1985).

- **Αγελάδας σκέτο**

Παρασκευάζεται από πλήρες, ημιαποβουτυρωμένο ή αποβουτυρωμένο φρέσκο γάλα αγελάδας. Είναι πλούσιο σε πρωτεΐνες, ασβέστιο και άλλα θρεπτικά συστατικά.

- **Γιαούρτι με προβιοτικά**

Επειδή ορισμένα οξυγαλακτικά βακτήρια πλέον αυτών που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή γιαούρτης (*Lactobacillus bulgaricus* και *Streptoccocus thermophilus*) αποδείχτηκε ότι ασκούν ευεργετική επίδραση στη λειτουργία του εντέρου και γενικότερα στην υγεία του ανθρώπου, κυκλοφόρησαν στο εμπόριο γιαούρτια που περιέχουν ορισμένα από αυτά τα βακτήρια τα οποία χαρακτηρίζονται ως «προβιοτικά». Τα κυριότερα προβιοτικά που χρησιμοποιούνται είναι είδη του γένους *Bifidobacterium* (B.bifiidum, B.longum), του γένους *Lactobacillus* (L. Acidophilus, L. casei, L. paracasei, L. rammnosus) καθώς και είδη *Lactococcus* (L. Lactis, L.diacetylactis).

- **Κατεψυγμένο γιαούρτι ή παγωμένο γιαούρτι**

Το αναμιγμένο γιαούρτι μπορεί να καταψυχθεί με επιτυχία και να συντηρηθεί έως 12 μήνες. Για το σκοπό αυτό το φυσικό γιαούρτι πρέπει να έχει τουλάχιστον 13-14% στερεά συστατικά και το γιαούρτι φρούτων 20-25% ή προσθήκη σταθεροποιητών. Η κατάψυξη γίνεται με ταχεία μέθοδο και η συντήρηση στους -18°C έως -26°C. Η απόψυξη πρέπει να γίνει βραδέως (24-36 ώρες) και σε θερμοκρασία ψύξεως (π.χ. +5°C).

Το παγωμένο γιαούρτι συνδυάζει την όξινη γεύση της γιαούρτης με την παγωμένη αίσθηση του παγωτού. Η κατάψυξη δεν επηρεάζει αισθητά την οξυγαλακτική χλωρίδα αλλά το προϊόν έχει χάσει σε εμφάνιση και πρέπει να καταναλωθεί γρήγορα γιατί αλλοιώνεται. Η κατάψυξη της μη αναμιγμένης γιαούρτης δεν επιτυγχάνεται διότι σχηματίζονται κρύσταλλοι οι οποίοι βλάπτουν το πήγμα και προκαλούν διαχωρισμό ορού κατά την απόψυξη.

- **Αφυδατωμένο γιαούρτι**

Στις χώρες της Μέσης Ανατολής η αφυδάτωση της γιαούρτης στον ήλιο είναι πατροπαράδοτη μέθοδος. Το προϊόν στραγγίζεται , μορφοποιείται σε μικρές σφαίρες βάρους 50-80g και αφυδατώνεται στον ήλιο. Έτσι μπορεί να συντηρηθεί για αρκετούς μήνες στη θερμοκρασία περιβάλλοντος των θερμών χωρών και καταναλώνεται αφού διαβραχεί με νερό.

Στη σύγχρονη βιομηχανία η αφυδάτωση της γιαούρτης γίνεται είτε με την τεχνική εκνεφώσεως ή με λυοφιλοποίηση και το προϊόν γίνεται λεπτόκοκκη σκόνη , η οποία συσκευάζεται σε αδιαφανή, η οποία συσκευάζεται σε αδιαφανή, αδιάβροχη, αεροστεγή και ανθεκτική συσκευασία. Πριν από την κατανάλωση προστίθεται η αντίστοιχη ποσότητα νερού και γίνεται καλή ανάμιξη. Το προϊόν είναι σχετικά λεπτόρρευστο και θυμίζει γιαούρτι μόνο ως προς τη γεύση.

- **Επιδόρπιο γιαούρτης**

Σύμφωνα με την Ελληνική νομοθεσία (Κ.Τ.Π. 1988) ως επιδόρπιο χαρακτηρίζεται το προϊόν έτοιμο προς βρώση που παρασκευάζεται από:

α) Μια ή περισσότερες κατηγορίες γάλακτος που προβλέπονται από το άρθρο 80 του Κ.Τ.Π. (1998)

β) Προϊόντα γάλακτος ή και συστατικό γάλακτος (πρωτεΐνη γάλακτος, λακτόζη) ή και μαγιά γιαούρτης και στις δύο περιπτώσεις τα παραπάνω προϊόντα γάλακτος ή το γάλα σε αναλογία 75% τουλάχιστον κατά βάρος του τελικού προϊόντος, αναγόμενο σε νωπό γάλα

γ) Σακχαρούχες γλυκαντικές ύλες

δ) Σκόνη κακάο, λιποπεριεκτικότητας 10% τουλάχιστον σε βούτυρο κακάο, σοκολάτα ή εκχύλισμα καφέ με η χωρίς καφεΐνη

ε) Χυμοί φρούτων με η χωρίς ζάχαρη, τεμάχια φρούτων φρέσκα ή ζαχαρωμένα καθώς και προϊόντα με γλυκαντικές ύλες που περιλαμβάνοντα στον κώδικα τροφίμων

Επίσης στα παραπάνω προϊόντα επιτρέπεται η προσθήκη χρωστικής ύλης, σταθεροποιητών και πηκτικών υλών από ύλες που προβλέπονται από τον κώδικα. Η παραπάνω περιγραφή καλύπτει μια ποικιλία τύπων γιαούρτης χωρίς βέβαια να την ονομάζει έτσι προς προστασία των τύπων φυσικής γιαούρτης.

- **Ρευστό γιαούρτι**

Το γιαούρτι αναμιγνύεται με ίση ποσότητα νερού, ανακινείται καλώς ή απλά ομογενοποιείται το πήγμα και διανέμεται ως εμφιαλωμένο. Το προϊόν αυτό έχει μικρό ιξώδες και συνήθως παρασκευάζεται από γάλα χαμηλής λιποπεριεκτηκοτητας.

- **Αεριούχο γιαούρτι**

Το πήγμα της γιαούρτης ομογενοποιείται σε πίεση 175 Kg/cm2 και συγχρόνως ενσωματώνεται σε αυτό CO2.

- **Γιαούρτι με υδρολυμένη λακτόζη**

Στο γιαούρτι το 60-70% περίπου της λακτόζης δεν υφίσταται ζύμωση προς γαλακτικό οξύ. Η περαιτέρω ζύμωση της λακτόζης σε γλυκόζη και γαλακτόζη γίνεται με την προσθήκη του ενζύμου β-D-γαλακτοσιδάσης και αυτό προσδίδει στο προϊόν αυξημένη γλυκύτητα. Η υδρόλυση της λακτόζης γίνεται καλύτερα στο γάλα πριν από την προσθήκη της οξυγαλακτικής καλλιέργειας Η μέθοδος έχει επιτυχία κυρίως στο γιαούρτι φρούτων.

Εκτός από τους παραπάνω τύπους σκευασμάτων γιαούρτης παράγονται σε διάφορες χώρες, με μορφή ευρεσιτεχνίας, συνεχώς και νέα προϊόντα με μεγάλες διαφορές ως προς τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά και την χημική σύσταση. Έτσι επιβάλλεται να διατηρηθεί ο τίτλος «γιαούρτι» μόνο για τα προϊόντα που ανταποκρίνονται προς τον ορισμό του FAO/WHO, (1997α) που αναφέρεται στην αρχή.

Πίνακας 2.3.5 Συστατικά ανά 100 g. προϊόντος για πλήρες και άπαχο γιαούρτι

Συστατικά σε 100 g. προϊόντος	Πλήρες γιαούρτι	Άπαχο γιαούρτι
Νερό (g)	86	83,5
Ενέργεια (kcal)	60	54,6
Πρωτεΐνη (g)	3,4	5,6
Λίπος (g)	3,2	0,18
Υδατάνθρακες (g)	4,6	7,5
Ασβέστιο (mg)	118	120
Φώσφορος (mg)	93	94,4

2.4 Καλλιέργεια εκκίνησης

Μια εναρκτήρια καλλιέργεια ή καλλιέργεια εκκίνησης μπορεί να οριστεί ως ένα μικροβιακό παρασκεύασμα μεγάλων αριθμών κυττάρων, τουλάχιστον ενός μικροοργανισμού, που πρέπει να προστεθεί σε μια πρώτη ύλη για την παραγωγή ζυμούμενων προϊόντων και να επιταχυνθεί η διαδικασία ζύμωσης τους.

Οι μικροοργανισμοί που χρησιμοποιούνται ως καλλιέργειες έχουν διάφορες ιδιότητες και χαρακτηριστικά. Μερικοί είναι μεσόφιλοι και έχουν ως άριστη θερμοκρασία ανάπτυξης τους 20-30°C και άλλοι θερμόφιλοι με άριστη θερμοκρασία ανάπτυξης τους 40-45°C. Ανάλογα με το σκοπό που επιδιώκεται με τη χρήση των καλλιεργειών, συνδυάζονται

περισσότερα είδη βακτηρίων, συνήθως 2 ή 3 ή και κάποιο συγκεκριμένο είδος με περισσότερα στελέχη.

Για την παρασκευή γαλακτοκομικών προϊόντων με ζύμωση, όπως γιαούρτη, βουτυρόγαλα, κεφίρ, τυριά και βούτυρο, η ομάδα των βακτηρίων γαλακτικού οξέος (οξυγαλακτικά βακτήρια) καταλαμβάνει ένα κεντρικό ρόλο σε αυτή τη διαδικασία. Η κατηγορία αυτή έχει μια μακρά ιστορία εφαρμογής και κατανάλωσης στην παραγωγή τροφίμων και ποτών που έχουν υποστεί ζύμωση. Περιλαμβάνει διάφορα είδη βακτηρίων που παράγουν οξέα, κυρίως γαλακτικό οξύ, το οποίο παίζει σημαντικό ρόλο στη συντήρηση. Μερικά από τα γαλακτικά βακτήρια σχηματίζουν από τα σάκχαρα σχεδόν μόνο το γαλακτικό οξύ (ομοζυμωτικά), ενώ άλλα σχηματίζουν, εκτός από το γαλακτικό οξύ και σημαντικές ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα, οξικό οξύ, μυρμηκικό οξύ και αλκοόλη (ετεροζυμωτικά).

Συγχρόνως παράγονται και άλλες ουσίες που συμμετέχουν στη διαμόρφωση της γεύσης των προϊόντων. Τα τελευταία χρόνια αποδεικνύεται και επιστημονικά ότι μερικά από τα βακτήρια αυτά, πέρα από τον τεχνολογικό τους ρόλο, έχουν και ευνοϊκές επιδράσεις για την υγεία (προβιοτικά).

2.4.1 Οξυγαλακτική καλλιέργεια

Για την παραγωγή γιαούρτης χρησιμοποιούνται συνήθως στη ζύμωση τα δύο είδη *Streptococcus thermophilus* και *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus,* τα οποία αλληλεπιδρούν μεταξύ τους. Οι ειδικοί αυτοί μικροοργανισμοί, είναι αυτοί που καθορίζουν τη φυσιολογία, την υφή και τη γεύση του τελικού προϊόντος της γιαούρτης.

Κατά την ανάπτυξη τους στο γάλα εμφανίζουν υποχρεωτικά μια συμβιωτική σχέση μεταξύ τους. Αν και μπορούν να αναπτυχθούν ξεχωριστά, η αλληλεπίδραση τους επιτρέπει την αποτελεσματικότερη παραγωγή οξέος.

Ο *S. thermophilus* αναπτύσσεται ταχύτερα από τον *L. bulgaricus,* κατά το πρώτο μέρος της επώασης. Παρά το γεγονός ότι λακτόζη μπορεί να υποστεί εύκολα ζύμωση, η ανάπτυξη του στο γάλα μπορεί να είναι αργή διότι η καζεΐνη δεν υδρολύεται τόσο εύκολα.

Για το λόγο αυτό ο *Streptococcus thermophilus* σχηματίζει ζεύγη με άλλους πρωτεολυτικούς οργανισμούς για τη γαλακτική ζύμωση, όπως με τον *L. bulgaricus.* Ο *L. bulgaricus* δρα πρωτεολυτικά αρχικά και παράγει αμινοξέα από τις πρωτεΐνες απαραίτητα για την ανάπτυξη του *S. thermophilus.* Με την ανάπτυξη του όμως και ο *S. thermophilus* παράγει μυρμηκικό οξύ και αφαιρεί οξυγόνο, το οποίο βοηθά την ανάπτυξη του *L. bulgaricus.* Με την πρόοδο της ζύμωσης, το γαλακτικό οξύ παρεμποδίζει την ανάπτυξη του *S. thermophilus* χωρίς να επιδρά αρνητικά στον *L. bulgaricus,* οπότε η αναλογία των δύο μικροοργανισμών αλλάζει σε όφελος του *L. bulgaricus.* Ως εκ τούτου, η παραγωγή οξέος επιτυγχάνεται κατά το πρώτο στάδιο της επώασης κατά κύριο λόγο από τον *S. thermophilus*, και στο δεύτερο στάδιο, κυρίως από τον *L. bulgaricus.*

Απαραίτητη προϋπόθεση για οποιαδήποτε επίδραση των βακτηρίων *S. thermophilus* και *L. bulgaricus*, είτε στην ενδογενή μικροχλωρίδα ή στο σύνολο του ανθρώπινου οργανισμού, είναι ότι αυτά τα βακτηρίδια παραμένουν βιώσιμα κατά τη διάρκεια της γαστρικής διέλευσης και μπορούν να περάσουν στο έντερο. Οι έρευνες δείχνουν ότι τα παραπάνω βακτήρια είναι ανθεκτικά στη γαστρική οξύτητα και, κατά συνέπεια, παραμένουν ζωντανά, πολυπληθή, και ενεργά στο ανθρώπινο έντερο, αν και δεν είναι φυσικοί κάτοικοι αυτού (Nabil Berrada, 1990).

2.4.1.1 Streptococcus thermophilus

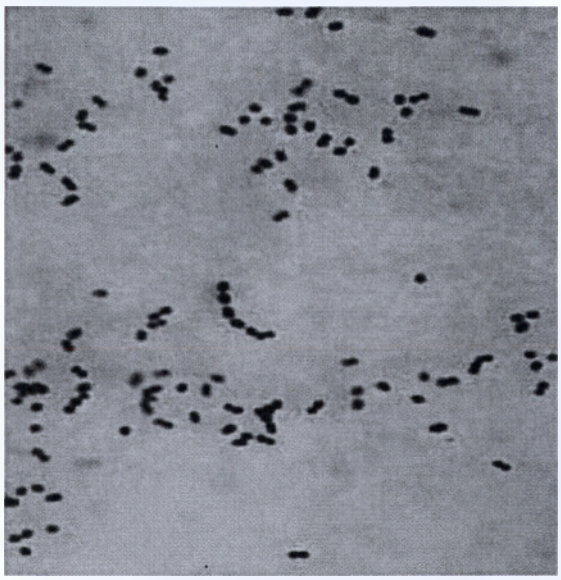
Ο *Streptococcus thermophilus* έχει μερικά τυπικά χαρακτηριστικά που το διαφοροποιούν από τα υπόλοιπα βακτήρια, και προέρχεται αποκλειστικά από το γαλακτοκομικό περιβάλλον, από το οποίο μπορεί και εύκολα να απομονωθεί. Είναι ένας Gram-θετικός, αναερόβιος, ακίνητος και με αρνητική καταλάση οργανισμός με σφαιρικά/ωοειδή κύτταρα διαμέτρου 0,7-0,9 μm (Robinson, 2003b).

Αν και η βέλτιστη θερμοκρασία ανάπτυξης του είναι 37°C, αναπτύσσεται καλά σε συνεργασία με τον *Lactobacillus bulgaricus* κατά την επώαση της γιαούρτης στους 43°C. Κατά τη διάρκεια της ζύμωσης γιαούρτης, η αρχική ανάγκη του *Streptococcus thermophilus* για πηγή αζώτου πληρούται από ελεύθερα αμινοξέα που βρίσκονται εγγενώς στο γάλα. Καθώς εκτυλίσσεται η ζύμωση, τα πεπτίδια που παράγονται από τον *Lactobacillus bulgaricu* υδρολύονται από τις πεπτιδάσες του *Streptococcus thermophilus* για να δημιουργήθούν ελεύθερα αμινοξέα για τις διατροφικές ανάγκες του.

Ο *Streptococcus thermophilus* πολλαπλασιάζεται στους 37-40°C βαθμούς αλλά μπορεί να αναπτυχθεί και στους 50°C. Είναι ομοζυμωτικός και θερμοάντοχος και μπορεί να επιβιώσει σε θερμοκρασία 65°C επί 30 λεπτά. Είναι λιγότερο οξεογόνος από τον δεύτερο.

Το γάλα είναι ένα καλό μέσο για την ανάπτυξή του. Ο *Streptococcus thermophilus* μπορεί να ζυμώσει τη γλυκόζη, φρουκτόζη, μαννόζη, σακχαρόζη, και λακτόζη. Η λακτόζη υδρολύεται με λακτάση ή με το ένζυμο β-γαλακτοσιδάση. Ο *Streptococcus thermophilus* παράγει σημαντικά επίπεδα λακτάσης, η οποία καταλύει την υδρόλυση της λακτόζης σε γλυκόζη και γαλακτόζη. Στη πορεία μεταβολίζονται σε γαλακτικό οξύ.

Η δραστηριότητα της λακτάσης του *Streptococcus thermophilus* έχει σημασία στην υποβοήθηση της πέψης της λακτόζης στο ανθρώπινο πεπτικό σωλήνα μετά την κατανάλωση της γιαούρτης από άτομα με δυσανεξία στη λακτόζη. Επίσης είναι πολύ ευαίσθητος σε ανασταλτικές ουσίες, ειδικά αντιβιοτικά και περισσότερο ευάλωτος από τον *Lactobacillus bulgaricus σε* βακτηριοφάγους.

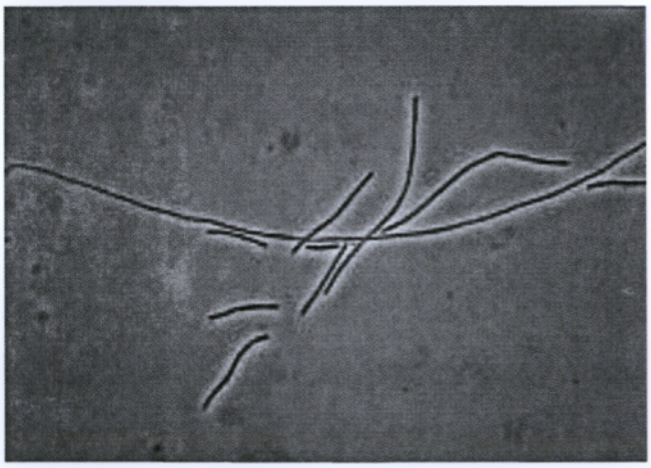


Εικόνα 2.4.1 Κύτταρα του *Streptococcus thermophilus* στο οπτικό μικροσκόπιο

2.4.1.2 Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus

Ο *Lactobacillus bulgaricus* είναι ένας αναερόβιος ομοζυμωτικός οργανισμός που παράγει γαλακτικό οξύ και ορισμένα υπεροξείδια του υδρογόνου. Μπορεί και παράγει μεγάλη ποσότητα γαλακτικού οξέος (μέχρι 1,8%). Όπως και ο *Streptococcus thermophilus*, έτσι και ο *Lactobacillus bulgaricus* παράγει το ένζυμο λακτάση για να υδρολυσεί τη λακτόζη σε γλυκόζη και γαλακτόζη. Η γλυκόζη στη συνέχεια μεταβολίζεται σε γαλακτικό οξύ, ενώ η γαλακτόζη συσσωρεύεται στο μέσο ανάπτυξης. Ο *Lactobacillus bulgaricus* προκαλεί έντονη οξίνιση του υποστρώματος. Μπορεί έτσι το γάλα να αποκτήσει οξύτητα μέχρι και 2,7 % σε γαλακτικό οξύ.

Η βέλτιστη θερμοκρασία ανάπτυξης του Lactobacillus bulgaricus είναι 45°C, αλλά για την παραγωγή γιαούρτης, η θερμοκρασία των 42-43°C χρησιμοποιείται για να ικανοποιήσει την κατώτερη βέλτιστη θερμοκρασία ανάπτυξης του *Streptococcus thermophilus*. Αντέχει σε πολύ χαμηλότερο pH απ' ότι ο *Streptococcus thermophilus*. Σε αντίθεση όμως με αυτόν, μπορεί και υδρολύει την καζεΐνη σε πεπτίδια, χρησιμοποιώντας την πρωτεϊνάση του κυτταρικού τοιχώματός του (Argyle et al, 1976a, 1976b. Chandan et al., 1982). Αλλά για να μετατρέψει τα προκύπτων πεπτίδια σε ελεύθερα αμινοξέα, πρέπει να βασίζεται στον *Streptococcus thermophilus*, ο οποίος έχει ενεργή δραστηριότητα πεπτιδάσης.



Εικόνα 2.4.2 Κύτταρα του *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus* υπό το μικροσκόπιο.

2.4.2 Επιθυμητά χαρακτηριστικά καλλιεργειών

Οι καλλιέργειες πρέπει να είναι γενετικά σταθερές δηλαδή να έχουν μόνο ένα μικρό αριθμό μεταλλακτικών ατόμων, ώστε να διατηρούν σταθερά τα βιοχημικά τους χαρακτηριστικά. Επίσης είναι απαραίτητο να έχουν μικρές απαιτήσεις σ' ότι αφορά τις συνθήκες του περιβάλλοντος, για να μπορούν να αναπτυχθούν εύκολα χωρίς υψηλό κόστος. Τα ένζυμα που είναι υπεύθυνα για την παραγωγή των επιθυμητών προϊόντων ζύμωσης.

χρειάζεται να εκκρίνονται εύκολα. Τέλος, πρέπει να αναπτύσσονται εύκολα στο υπόστρωμα και να μην έχουν ανάγκες από πολύπλοκα θρεπτικά συστατικά, μεγάλου μάλιστα κόστους.

2.4.3 Μορφές καλλιέργειας για βιομηχανική χρήση

Οι καλλιέργειες διατίθενται στις βιομηχανίες σε τρεις κυρίως μορφές: υγρή, σκόνη λυοφιλιωμένη και συμπυκνωμένη κατεψυγμένη.

Όταν οι καλλιέργειες διατηρούνται στην υγρή μορφή, χρειάζονται στη συνέχεια αρκετές ανακαλλιέργειες για να δραστηριοποιηθούν. Η μορφή αυτή από βιομηχανική και εμπορική άποψη δεν έχει ενδιαφέρον σήμερα λόγω των πολλών ανακαλλιεργειών που χρειάζονται και της δημιουργίας πιο αποτελεσματικών μορφών που αναφέρονται παρακάτω.

Όσον αφορά τη μορφή σκόνης λυοφιλιωμένης, υπάρχουν δυο τύποι. Ο ένας τύπος χρειάζεται όπως και οι υγρές καλλιέργειες, μερικές ανακαλλιέργειες πριν την χρησιμοποίηση του. Ο άλλος περιέχει μεγάλο αριθμό κυττάρων και μπορεί να χρησιμοποιηθεί απ' ευθείας για εμβολιασμό του υποστρώματος. Το πλεονέκτημα των καλλιεργειών υπό μορφή λυοφιλωμένης σκόνης είναι ότι διατηρούνται σε καλή κατάσταση σε θερμοκρασίες ψυγείου για 6 περίπου μήνες και στην κατάψυξη για ένα χρόνο.

Η συμπυκνωμένη κατεψυγμένη μορφή προέρχεται από υγιή καλλιέργεια στην οποία έγινε συμπύκνωση κυττάρων με υπερφυγοκέντρηση. Στη συνέχεια έγινε κατάψυξη με υγρό άζωτο. Οι καλλιέργειες αυτές περιέχουν μεγάλο αριθμό κυττάρων. Όταν συντηρηθούν στους -40°C για 1-2 μήνες μπορούν να χρησιμοποιηθούν απ ευθείας για εμβολιασμό του υποστρώματος. Όταν συντηρηθούν σε χαμηλότερες θερμοκρασίες -70°C τότε αυξάνεται μεν η διάρκεια συντήρησης τους, χρειάζεται όμως παρασκευή ενδιάμεση καλλιέργειας πριν το εμβολιασμό του υποστρώματος. Το πλεονέκτημα των συμπυκνωμένων κατεψυγμένων καλλιεργειών είναι ότι προστίθενται κατευθείαν στις δεξαμενές όπου υπάρχει το υπόστρωμα, αποφεύγονται οι επιμολύνσεις και ελαττώνεται το κόστος που δημιουργείται με τις ανακαλλιέργειες.

2.4.4 Παρασκευή και συντήρηση καλλιεργειών

Οι καλλιέργειες μπορούν να παραχθούν σε ζυμωτές ή σε ειδικές δεξαμενές. Χρησιμοποιείται υπόστρωμα που εξασφαλίζει άριστες συνθήκες για την ανάπτυξη. Πρώτα γίνεται έλεγχος και ρύθμιση του pH. Όμως για τον κάθε μικροοργανισμό πρέπει να λαμβάνεται ειδική μέριμνα τόσο για την παραγωγή μεγάλων ποσοτήτων κυττάρων, όσο και για τη διατήρηση των επιθυμητών ιδιοτήτων του.

Μετά την ανάπτυξη των μικροοργανισμών σε μεγάλες ποσότητες γίνεται η συγκομιδή των κυττάρων συνήθως με ειδικές φυγοκεντρικές συσκευές. Στη συνέχεια η καλλιέργεια προετοιμάζεται για να παρασκευαστεί υπό εμπορεύσιμη μορφή εύκολα συντηρήσιμη. Οι συνηθέστεροι τρόποι συντήρησης είναι η λυοφιλίωση όπου το αιώρημα με τα μικροβιακά κύτταρα αναμιγνύεται με προστατευτικές ουσίες των κυττάρων, καταψύχεται και αφυδατώνεται με εξάχνωση σε ψηλό κενό, και η κατάψυξη, όπου γίνεται και πάλι με την παρουσία προστατευτικών ουσιών ,όπως είναι η γλυκερόλη, με εμβάπτιση και συντήρηση σε υγρό άζωτο.

Η συντήρηση καλλιεργειών σε υγρή μορφή μπορεί να γίνει μόνο για μερικές ημέρες, παρουσιάζει δε ένα σημαντικό μειονέκτημα. Υπάρχει ο κίνδυνος για γενετικές μεταβολές και απώλεια των χαρακτηριστικών της καλλιέργειας.

2.5 Μικροβιολογία και προϊόντα ζυμώσεως της γιαούρτης

Η μικροβιακή χλωρίδα της γιαούρτης πρέπει να αποτελείται αποκλειστικά σχεδόν από τα οξυγαλακτικά στελέχη που χρησιμοποιούνται για την παρασκευή της. Τα στελέχη αυτά όπως αναφέρθηκε είναι ο *Streptococcus thermophilus* και ο *Lactobacillus bulgaricus*, που με τη βιοχημική τους δραστηριότητα προκαλούν την πήξη του γάλακτος και διαμορφώνουν τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά (γεύση, άρωμα κλπ.) της γιαούρτης. Τα παραπάνω βακτήρια δρουν συμβιωτικά μεταξύ τους αλλά έχουν μεγάλη ευαισθησία στις αντιμικροβιακές ουσίες και τους βακτηριοφάγους.

Ζυμώνουν τη λακτόζη με ομοιογαλακτική ζύμωση και με κύριο τελικό προϊόν κατά 90-95% το γαλακτικό οξύ. Δευτερευόντως και σε πολύ μικρές ποσότητες παράγονται διάφορα πτητικά κυρίως προϊόντα τα οποία είναι πρωταρχικής σημασίας για τη γεύση και το άρωμα της γιαούρτης. Τα κυριότερα από τα προϊόντα αυτά είναι (Dutta και συν. 1973):

α) Καρβονυλικές ενώσεις και κυρίως ακεταλδεΰδη, ακετοϊνη, ακετόνη, 2-βουτενόνη και διακετύλιο, από την αποδόμηση της λακτόζης.

β) Πτητικά λιπαρά οξέα όπως καπρονικό, καπροϊκό, καπρυλικό κ.α. από την υδρόλυση των λιπών.

γ) Ελεύθερα αμινοξέα από την αποδόμηση των πρωτεϊνών.

Τα οξυγαλακτικά στελέχη για να επιφέρουν αντιληπτές μεταβολές πρέπει να πολλαπλασιαστούν και να φτάσουν σε πληθυσμούς πάνω από 10*8 κύτταρα/ml.

Εκτός από την οξυγαλακτική χλωρίδα, στη γιαούρτη συχνά ανευρίσκονται σπόροι θερμοάντοχων βακίλων, οι οποίοι μπορούν να πολλαπλασιαστούν κατά τη διάρκεια της επωάσεως και να την αλλοιώσουν (Driesen και Stadhouders 1980). Επίσης είναι δυνατό να ανευρεθούν σταφυλόκοκκοι, μικρόκοκκοι ή αρνητικά κατά Gram βακτήρια και ιδίως κολοβακτηριοειδή, τα οποία αποτελούν επιμολύνσεις μετά την παστερίωση (Arnott και συν. 1974, Kalogridou-Vasiliadou 1977). Όταν όμως το pH της γιαούρτης μειωθεί κάτω από 4,5 τα κολοβακτηριοειδή, αλλά και γενικά τα μη σπορογόνα βακτήρια, πλην των οξεαντόχων, θνήσκουν γρήγορα (Μάντης και Κιλικίδης 1974, Mantis και συν. 1982, Goel και συν. 1971). Γενικά η γιαούρτη όταν αναπτύξει οξύτητα (pH=4,0-4,3) είναι ένα δυσμενές υπόστρωμα όχι μόνο για τον πολλαπλασιασμό, αλλά και την επιβίωση πολλών παθογόνων βακτηρίων. Ελάχιστα όμως είναι γνωστά για την τύχη των διαφόρων ιών. Για τους λόγους αυτούς η υγιεινότητα της γιαούρτης εξασφαλίζεται μόνο με την αποτελεσματική θέρμανση του γάλακτος και την προστασία του από τις επιμολύνσεις.

Σημαντικό πρόβλημα μπορεί να αποτελέσει η επιμόλυνση με μύκητες και ζύμες, γιατί μπορούν και πολλαπλασιάζονται στο χαμηλό pH και στη θερμοκρασία συντηρήσεως της γιαούρτης.

2.6 Γαλακτική ζύμωση και παρασκευή ζυμώμενων ειδών γάλακτος

Η γαλακτική ζύμωση συμβαίνει στη φυσιολογική ζύμωση του γάλακτος ως μια επεξεργασία συνήθως θεληματική. Η οξύνιση είναι η πιο συνηθισμένη ζύμωση του γάλακτος και αφορά την μετατροπή της λακτόζης σε γαλακτικό οξύ με την βοήθεια ενζύμων που παράγονται από οξυγαλακτικά βακτηρίδια. Οι μικροοργανισμοί αυτοί παράγουν κυρίως γαλακτικό οξύ από την λακτόζη σε μεγαλύτερες ποσότητες. Η οξύτητα φτάνει πολλές φορές

σε 2 με 4 % .Οι μικροοργανισμοί αυτοί δεν αναπτύσσονται σε θερμοκρασίες κατώτερες των 15°C αλλά αναπτύσσονται κυρίως στους 38°C με 43°C βαθμούς πολύ καλά .

Όταν η οξύτητα φτάσει σε 0,7 με 0.8 σε γαλακτικό οξύ ή pH 4,4-4.5 πήζει η γιαούρτη. Στο στάδιο αυτό πρέπει να παύσει η επώαση γιατί η γιαούρτη θα γίνει όξινη. Οι μικροοργανισμοί που προκαλούν την πήξη του γάλακτος κατά τη δράση τους, παράγουν μικρές ποσότητες ακεταλδευδης, ακετοΐνης και διακετυλίου που δίνουν το χαρακτηριστικό άρωμα της γιαούρτης. Ο *Lactobacillus bulgaricus* εκτός από την παραγωγή γαλακτικού οξέος έχει την ικανότητα να προσβάλει και την καζεΐνη, να παράγει πεπτόνες που δίνουν αρωματική γεύση στη γιαούρτη και ελευθερώνει αμινοξέα, κυρίως βαλίνη που είναι απαραίτητη για τη ανάπτυξη του *Streptococcus thermophilus*. Ο συγκεκριμένος αναπτύσσεται καλύτερα σε χαμηλότερη θερμοκρασία από τον *Lactobacillus bulgaricus*. Σε θερμοκρασία ανώτερη των 45°C αναπτύσσεται καλύτερα ο *Lactobacillus bulgaricus*, οπότε παράγεται ξινή γιαούρτη ενώ σε θερμοκρασία κατώτερη των 45°C αναπτύσσεται ο *Streptococcus thermophilus*, οπότε η γιαούρτη γίνεται πιο γλυκιά.

Βασικό στάδιο στην παρασκευή των ζυμώμενων ειδών γάλακτος αποτελεί η οξύνιση του γάλακτος με τη βοήθεια των οξυγαλακτικών καλλιεργειών. Κατά την οξύνιση του γάλακτος με τη βοήθεια των γαλακτικών βακτηρίων έχουμε μια σταδιακή απομάκρυνση του ασβεστίου και φωσφόρου από τις μικέλλες της καζεΐνης και μεταφορά τους στη διαλυτή φάση. Σε pH = 5.2 - 5.3 αρχίζει η αποσταθεροποίηση των μικελλών που εκδηλώνεται με την καθίζηση των πρωτεϊνών. Η καθίζηση συμπληρώνεται όταν το pH φθάσει στο ισοηλεκτρικό σημείο της καζεΐνης, οπότε συμπληρώνεται και η απομάκρυνση των αλάτων που είναι συνδεδεμένα μ' αυτή. Το ασβέστιο που απομακρύνεται από τις καζεΐνες συνδέεται με το γαλακτικό οξύ και σχηματίζεται το γαλακτικό ασβέστιο.

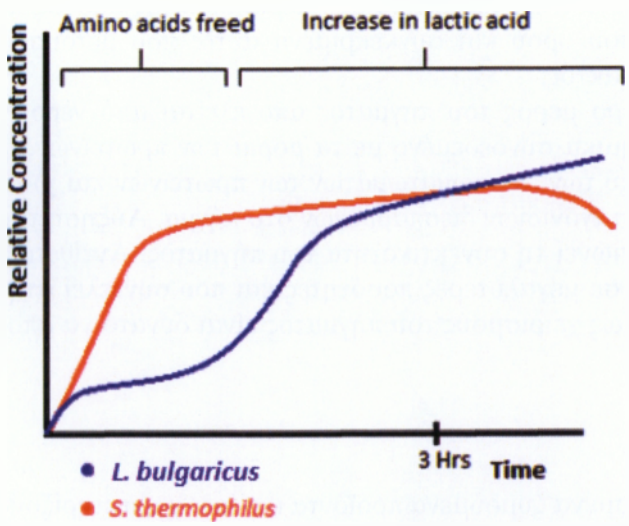
Στο γάλα όμως που προορίζεται για παρασκευή ζυμώμενων ειδών γάλακτος γίνεται σχετικά έντονη θερμική επεξεργασία (80-85°C για 30 λεπτά η 90-92°C για 5-15 λεπτά), με την οποία μετουσιώνονται οι ευαίσθητες πρωτεΐνες του ορού. Το πήγμα επομένως που καθιζάνει με την οξύνιση με γαλακτικό οξύ περιέχει εκτός από τις καζεΐνες και ένα μέρος από τις πρωτεΐνες του ορού και συγκεκριμένα αυτές που μετουσιώνονται με τη θερμική επεξεργασία του γάλακτος.

Το μεγαλύτερο μέρος του πήγματος αποτελείται από νερό, το οποίο βρίσκεται με τρεις μορφές: α) Χημικά συνδεδεμένο με τα μόρια των πρωτεϊνών, β) Τριχοειδές που είναι εγκλωβισμένο μεταξύ των συσσωματωμάτων των πρωτεϊνών και γ) Ελεύθερο υπό τη μορφή μικρών ή μεγάλων σταγονιδίων διεσπαρμένων στο πήγμα. Αύξηση του χημικά συνδεδεμένου νερού συνήθως βελτιώνει τη συνεκτικότητα του πήγματος. Αντίθετα το ελεύθερο νερό είναι αυτό που βρίσκεται σε μεγαλύτερες ποσότητες και που συντελεί στην απελευθέρωση ορού. Με κατάλληλους όμως χειρισμούς του πήγματος είναι δυνατό να αποφευχθεί ο διαχωρισμός ορού.

Πίνακας 2.4.3 Ορισμένα ζυμούμενα προϊόντα και πως χαρακτηρίζονται από συγκεκριμένη καλλιέργεια εκκίνησης που χρησιμοποιείται για ζύμωση (codex alimentarius)

Γιαούρτι	Συμβιωτικές καλλιέργειες των *Streptococcus thermophilus* και *Lactobacillus*

	delbrueckii subsp. bulgaricus
Εναλλακτική καλλιέργεια γιαούρτης	Οι καλλιέργειες των *Streptococcus thermophilus* και κάθε είδος *Lactobacillus*
Γάλα Acidophilus	*Lactobacillus acidophilus*
Κεφίρ	Η καλλιέργεια εκκίνησης που προετοιμάζεται από κόκκους κεφίρ, *Lactobacillus kefiri*, είδη τους γένους *Leuconostoc, Lactococcus* και *Acetobacter* αναπτύσεται με μια δυνατή στοιχειώδης σχέση. Οι κόκκοι κεφιρ συγκροτούν τόσο ζυμώμενη μαγιά από λακτόζη όσο και μη ζυμώμενη μαγιά από λακτόζη
Κούμις	*Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* και *Kluyveromyces marxianus*



Εικόνα 2.6.1 Μια προσέγγιση της σχετικής συγκέντρωσης μεταξύ *L. bulgaricus* και *S. thermophilus* από το σημείο του εμβολιασμού.

2.6.1 Στάδια γαλακτικής ζύμωσης

Στην κανονική διάρκεια της γαλακτικής ζύμωσης των βακτηρίων, η ανάπτυξη τους περνάει μέσα από τέσσερα στάδια: το χρονικό διάστημα που μεσολαβεί, την περίοδο ταχείας ή λογαριθμικής ανάπτυξης, τη περίοδο κατά την οποία υπάρχει μικρή ή δεν υπάρχει αύξηση του αριθμού τους, και η τελική περίοδος κατά την οποία η ζύμωση παύει και τα κύτταρα σιγά-σιγά πεθαίνουν.

Οι αλλαγές από την πρώτη περίοδο στη δεύτερη και από τη δεύτερη στην τρίτη είναι συγκριτικά γρήγορες και συνοδεύονται από μορφολογικές αλλαγές και αλλαγές στη φυσιολογία των κυττάρων. Η μετάβαση από την τρίτη στην τέταρτη περίοδο είναι σταδιακή.

Στην τρίτη περίοδο, τα κύτταρα μπορεί να είναι σε μία ήρεμη κατάσταση κατά την οποία υπάρχει μικρός ή καθόλου πολλαπλασιασμός, και ο ρυθμός θανάτου μπορεί να είναι τόσο καλά ισορροπημένος ώστε ο αριθμός των βακτηρίων να παραμένει σταθερός.

2.7 Παράγοντες που επηρεάζουν την υφή της γιαούρτης

Πάρα πολλοί παράγοντες επηρεάζουν τη συνεκτικότητα της γιαούρτης μεταξύ των οποίων είναι α) η περιεκτικότητα του γάλακτος σε ολικά στερεά και ιδιαίτερα πρωτεΐνες β) η θερμική επεξεργασία του γάλακτος που σχετίζεται κυρίως με τη μετουσίωση των πρωτεϊνών του ορού γ) η ομογενοποίηση του γάλακτος δ) η ψύξη της γιαούρτης ε) η περιεκτικότητα του γάλακτος σε άλατα στ) η πρωτεολυτική δράση των μικροοργανισμών της γιαούρτης και ζ) η οξύτητα.

- **Ολικά Στερεά**

Η συνεκτικότητα της γιαούρτης αυξάνεται με τη συμπύκνωση του γάλακτος κατά 10-15% ή με προσθήκη σκόνης γάλακτος σε ποσοστό 2%. Τη μεγαλύτερη βελτίωση στη συνεκτικότητα γιαούρτης επιφέρει η αύξηση της περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη. Με την αύξηση της πρωτεΐνης αυξάνεται η ποσότητα του χημικά συνδεδεμένου νερού στο πήγμα και βελτιώνεται η συνεκτικότητα. Διάφορα παρασκευάσματα πρωτεϊνών μπορούν να προστεθούν στο γάλα για την παρασκευή γιαούρτης. Ένα από αυτά είναι το καζεϊνικό νάτριο το οποίο βελτιώνει τη συνεκτικότητα της γιαούρτης και ελαττώνει τον ελεύθερο ορό. Τα συμπυκνώματα πρωτεϊνών ορού βελτιώνουν τη συνεκτικότητα αλλά δεν ελαττώνουν τον ελεύθερο ορό. Ωστόσο η γιαούρτη στην όποια προστίθενται συμπυκνώματα ορού έχει πιο λεία υφή από αυτή στην οποία προστίθεται καζεϊνικό νάτριο.

- **Θερμική επεξεργασία**

Με την θερμική επεξεργασία που γίνεται συνήθως στο γάλα που προορίζεται για παρασκευή γιαούρτης δεν γίνονται σημαντικές μεταβολές στις μικέλλες της καζεΐνης σε σύγκριση με τις μεταβολές που γίνονται στη δομή των ευαίσθητων στη θέρμανση πρωτεϊνών του ορού. Οι πιο κατάλληλες θερμοκρασίες για την θερμική επεξεργασία του γάλακτος για την παρασκευή γιαούρτης, είναι στους 80-85°C για 20-30 λεπτά ή στους 90°C για 5 λεπτά. Με την θερμική επεξεργασία που είναι εντονότερη της παστερίωσης, διευκολύνεται η αντίδραση της β-γαλακτογλοβουλίνης με την καζεΐνη, πράγμα που βελτιώνει τα υδρόφιλα χαρακτηριστικά του πήγματος που θα σχηματισθεί, και τη συνεκτικότητα του.

- **Ομογενοποιηση του γάλακτος**

Με τη ομογενοποίηση του γάλακτος ελαττώνεται το μέγεθος των λιποσφαιριών, πράγμα που ευνοεί την καλύτερη ενσωμάτωση τους στο πήγμα, ενώ συγχρόνως παρεμποδίζεται η άνοδος τους στην επιφάνεια κατά τη διάρκεια της επώασης. Με την ομογενοποίηση γίνονται αλλαγές στις μικέλλες στης καζεΐνης, που έχουν σαν αποτέλεσμα το σχηματισμό μαλακότερου πήγματος.

- **Ψύξη της γιαούρτης**

Η γιαούρτη σε θερμοκρασίες ψυγείου έχει καλύτερη συνεκτικότητα απ' ότι σε ψηλότερες. Ο ρυθμός επίσης ψύξης επηρεάζει τη συνεκτικότητα και καλύτερα αποτελέσματα έχουν βρεθεί όταν δεν εφαρμόζεται έντονος ρυθμός ψύξης.

- **Περιεκτικότητα του γάλακτος σε άλατα**

Η περιεκτικότητα του γάλακτος σε άλατα και κυρίως η ισορροπία αυτών επηρεάζει την ικανότητα των πρωτεϊνών να δεσμεύουν νερό, και κατ' επέκταση, τη συνεκτικότητα του πήγματος. Βελτίωση της υφής έχει παρατηρηθεί σε γάλατα με υψηλή περιεκτικότητα σε Ca και P, ενώ με την προσθήκη CaCl μπορούν να διορθωθούν τυχόν αδυναμίες σε γάλα που δεν έχει εξισορροπημένη σύνθεση και να βελτιωθεί η συνεκτικότητα.

- **Πρωτεολυτική δράση των μικροοργανισμών**

Αν και η πρωτεόλυση δεν είναι έντονη κατά τη διάρκεια παρασκευής της γιαούρτης, εντούτοις μερικά στελέχη κυρίως του *L. bulgaricus*, είναι αρκετά πρωτεολυτικά. Στις περιπτώσεις αυτές οι πρωτεΐνες διασπώμενες χάνουν την ικανότητα δέσμευσης του νερού με αποτέλεσμα την ελάττωση της συνεκτικότητας.

- **Οξύτητα**

Χαμηλή οξύτητα της γιαούρτης (pH > 4,6) ή πολύ υψηλή (pH < 4,0) επηρεάζουν δυσμενώς τη συνεκτικότητα γιατί ελαττώνεται η ικανότητα των πρωτεϊνών για δέσμευση νερου. Σε φυσιολογικές τιμές pH 4,0-4,5 αυξάνεται η υγροσκοπικότητα των πρωτεϊνών με αποτέλεσμα τη βελτίωση της συνεκτικότητας (Κεχαγιάς, 2011)

2.8 Παράγοντες που επηρεάζουν το ιξώδες

Οι παράγοντες που επηρεάζουν τη συνεκτικότητα επηρεάζουν με τον ίδιο ακριβώς τρόπο και το ιξώδες. Σε ότι αφορά όμως το ιξώδες ιδιαίτερη σημασία έχει η επίδραση των καλλιεργειών και η ανάδευση της γιαούρτης που γίνεται για την παρασκευή ανακατεμένης γιαούρτης.

- **Καλλιέργειες**

Μερικά στελέχη των μικροοργανισμών της γιαούρτης εκκρίνουν πολυσάκχαρα τα οποία αυξάνουν το ιξώδες. Στελέχη με την ιδιότητα αυτή προτιμώνται για την παρασκευή ανακατεμένης γιαούρτης.

- **Ανάδευση (Μηχανική επεξεργασία πήγματος)**

Βετλίωση του ιξώδους μπορεί να γίνει μετά από ανάδευση γιαούρτης σε μέτριες ταχύτητες, όταν η θερμοκρασία κυμαίνεται από 0-7°C και το pH από 4,3-4,4. Σε συνθήκες διαφορετικές από τις παραπάνω το ιξώδες επηρεάζεται δυσμενώς.

2.9 Παράγοντες που επηρεάζουν το διαχωρισμό ορού

Οι παράγοντες που αυξάνουν τη συνεκτικότητα και το ιξώδες ελαττώνουν και την ελευθέρωση ορού από το πήγμα. Ιδιαίτερη σημασία για την ελευθέρωση ορού έχουν οι θερμοκρασία επώασης, η μεταχείριση του πήγματος, η σύνθεση του γάλακτος και η οξύτητα.

- **Θερμοκρασία επώασης**

Ψηλές θερμοκρασίες επώασης (> 48°C) ευνοούν τη συστολή του πήγματος, με αποτέλεσμα τη ελευθέρωση ορού. Τη ίδια ανεπιθύμητη επίδραση έχει και η ψηλή θερμοκρασία αποθήκευσης στα ψυγεία.

- **Μεταχείριση του πήγματος**

Κατά τη μεταφορά της γιαούρτης πρέπει να αποφεύγεται απότομοι χειρισμοί (μετακινήσεις) του πήγματος που προκαλούν την ελευθέρωση ορού. Στην ανακατεμένη γιαούρτη, ενσωμάτωση αέρα μετά από έντονη ανάδευση προκαλεί διαχωρισμό ορού τοπικά στα σημεία που είναι οι φυσαλίδες αέρος.

- **Σύνθεση του γάλακτος**

Εκτός από τις πρωτεΐνες και γενικά τα ολικά στέρεα, ιδιαίτερη σημασία για την ελευθέρωση ορού έχει και η λιποπεριεκτικότητα η οποία όταν είναι χαμηλή έχει συνδεθεί με την απελευθέρωση ορού.

- **Οξύτητα**

Καλλιέργειες που σχηματίζουν στην αρχή της επώασης μεγάλες ποσότητες γαλακτικού οξέος προκαλούν συσσωμάτωση των πρωτεϊνών, που έχει σαν αποτέλεσμα την ελάττωση της ικανότητας αυτών να δεσμεύουν νερό.

2.10 Οφέλη της γιαούρτης

Από άποψη διατροφικού προφίλ, το γιαούρτι έχει παρόμοια σύνθεση με το γάλα από το οποίο και προέρχεται, αλλά διαφέρει κάπως αν φρούτα, δημητριακά ή άλλα συστατικά προστεθούν. Η θρεπτική του ομοιότητα με το γάλα σημαίνει ότι το γιαούρτι αποτελεί μια άριστη πηγή πρωτεΐνης, ασβεστίου, φωσφόρου, ριβοφλαβίνης (βιταμίνη Β2), θειαμίνης (βιταμίνη Β1) και βιταμίνης Β12, καθώς και μια πολύτιμη πηγή φολικού οξέος, νιασίνης, μαγνησίου και ψευδαργύρου. Η πρωτεΐνη που παρέχει είναι υψηλής βιολογικής αξίας (δηλαδή περιέχει όλα τα αμινοξέα που είναι ουσιώδη για την υγεία), και οι βιταμίνες και τα ανόργανα άλατα που απαντώνται στο γάλα και γενικά στα γαλακτοκομικά προϊόντα, είναι βιοδιαθέσιμα (δηλαδή διαθέσιμα για απορρόφηση και χρήση από το σώμα).

Το γάλα και τα γαλακτοκομικά προϊόντα όπως το γιαούρτι, ιδιαίτερα οι ποικιλίες με χαμηλά λιπαρά, παρέχουν μια σειρά από σημαντικά θρεπτικά συστατικά σε επαρκείς ποσότητες σε σχέση με την ενέργεια και την λιποπεριεκτικότητα τους, καθιστώντας τα μια θρεπτικής αξίας τροφή. Η κατανάλωση γαλακτοκομικών προϊόντων, όπως το γιαούρτι, βοηθά στη βελτίωση της συνολικής ποιότητας της διατροφής και αυξάνει τις πιθανότητες επίτευξης των διατροφικών συστάσεων. Η έρευνα έχει δείξει ότι η κατανάλωση γάλακτος συνδέεται θετικά με την πιθανότητα τα παιδιά και οι έφηβοι να επιτύχουν την συνιστώμενη πρόσληψη βιταμίνης Α, φολικού οξέος, βιταμίνης Β12, ασβεστίου και μαγνησίου (Ballew et al. 2000).

Η κατανάλωση όλο και περισσότερου γάλακτος έχει βελτιώσει την διατροφική ποιότητα των ατόμων μεγαλύτερης ηλικίας. Αντίθετα, άτομα που αποκλείουν το γάλα και τα γαλακτοκομικά προϊόντα από τη δίαιτά τους, έχουν την τάση να προσλαμβάνουν χαμηλά θρεπτικά συστατικά, γεγονός που μπορεί να επηρεάσει την ανάπτυξη και την υγεία των οστών. Αν και η χρήση του υποκατάστατων του γάλακτος βελτίωνει τη διατροφική ποιότητα των προαναφερθέντων ατόμων, σε κάποιο βαθμό, πάλι οι προτεινόμενες προσλήψεις ριβοφλαβίνης και ασβεστίου εξακολουθούν να μην πληρούνται. Περαιτέρω μελέτες έχουν δείξει επίσης ότι η αποφυγή γαλακτοκομικών προϊόντων στην παιδική ηλικία, έχει ως αποτέλεσμα μικρό ανάστημα, μειωμένη ανάπτυξη, και κακή υγεία των οστών.(Isolauri et al . 1998, Black et al . 2002, Christie et al . 2002). Επιπλέον, η δυσανεξία στη λακτόζη συνδέεται με χαμηλή πρόσληψη ασβεστίου και μικρής οστεϊκής πυκνότητας σε μια ποικιλία ατόμων διαφορετικής ηλικίας και εθνών, λόγω της περιττής αποφυγής των γαλακτοκομικων προϊόντων (Stallings et al . 1994, Corazza et al . 1995, Honkanen et al . 1996, Jackson & Savaiano 2001, Buchowski et al . 2002, di Stefano et al. 2002).

2.10.1 Καταπολέμηση της δυσανεξίας της λακτόζης

Η λακτόζη, ο κύριος υδατάνθρακας που βρίσκεται στο γάλα και στα γαλακτοκομικά προϊόντα, είναι ένας δισακχαρίτης που αποτελείται από δύο μονοσακχαρίτες, την γλυκόζη και την γαλακτόζη, όπου ενώνονται μεταξύ τους με μία αντίδραση συμπύκνωσης. Μπορεί να υδρολύεται στο σώμα από το ένζυμο λακτάση (β-γαλακτοσιδάση) και τα σάκχαρα που προκύπτουν μπορούν έκτοτε να απορροφηθούν από το λεπτό έντερο και να χρησιμοποιηθούν ως ενέργεια από το σώμα. Η δυσπεψία στη λακτόζη, οφείλεται σε ανεπαρκείς ποσότητες του ενζύμου λακτάση. Αν η λακτόζη περάσει μέσα στο μεγάλο έντερο χωρίς να έχει χωνευθεί, μπορεί να υποστεί ζύμωση από την κολονική μικροχλωρίδα, προκαλώντας δυσμενή γαστρεντερικά συμπτώματα σε μερικά άτομα, όπως μετεωρισμό, διάρροια και κοιλιακό άλγος.

Η έρευνα έχει δείξει ότι η λακτόζη στο γιαούρτι είναι καλύτερα ανεκτή από άτομα με έλλειψη λακτάσης, απ'ότι μια ισοδύναμη ποσότητα στο γάλα (Gallagher et al . 1974, Kolars

et al 1984, McDonagh etal . 1987, Dewit et al . 1988, Marteau al . 1990α, Rosado et al . 1992). Αυτό οφείλετεια κατά ένα μέρος στην παρουσία ζωντανών βακτηρίων στο γιαούρτι (Gilliland & Kim 1984, Savaiano et al . 1984, Lerebours et al . 1989). Ομοίως, έχει προταθεί ότι το βακτηριακό ένζυμο β-γαλακτοσιδάση που αντιστέκεται εν μέρει στην υδρόλυση και μπορεί να ανιχνευθεί στο δωδεκαδάκτυλο μετά την κατανάλωση γιαούρτης, είναι διαθέσιμο για να υδρολύσει τη λακτόζη και επομένως να οδηγήσει σε βελτιωμένη ανοχή της (Kolars et al. 1984, McDonagh et al . 1987, Pochart et al . 1989, Marteau et al . 1990b, Martini et al . 1991). Η β-γαλακτοσιδάση είναι ένα ενδοκυττάριο ένζυμο, και έτσι παραμένει ενεργό εφ ' όσον το κυτταρικό τοίχωμα των βακτηρίων παραμένει άθικτο. Επίσης το διαφορετικό ιξώδες της γιαούρτης σε σύγκριση με το γάλα μπορεί να οδηγήσει σε βραδύτερη γαστρική κένωση και έτσι μία μεγαλύτερη διέλευση μέσω του γαστρεντερικού σωλήνα, το οποίο, με τη σειρά του, μπορεί να βελτιώνει την απορρόφηση και να μειώνει το φορτίο της λακτόζης στο παχύ έντερο (Vesa et al . 1996).

Μερικοί άνθρωποι δεν μπορούν να καταναλώσουν γάλα λόγω δυσανεξίας στην λακτόζη, ένα φυσικό σάκχαρο που περιέχει το γάλα. Κατά τη μετατροπή του γάλακτος σε γιαούρτι, η λακτόζη μειώνεται κατά 20-30%. Το αποτέλεσμα αυτής της μείωσης είναι ότι το γιαούρτι αποτελεί τροφή εύπεπτη ακόμα και για ανθρώπους που δεν μπορούν να πίνουν γάλα.Τα γεγονότα δείχνουν ότι το γιαούρτι είναι αρκετά ανεκτό από άτομα που έχουν δυσανεξία στη λακτόζη. Οπότε ο περιττός αποκλεισμός γαλακτοκομικών προϊόντων μπορεί να αποφευχθεί για αυτά τα άτομα. Φυσιολογικά το γάλα χρειάζεται 4 ώρες για να χωνευτεί ενώ μόνο μια ώρα για το γιαούρτι.

2.10.2 Υψηλό ποσοστό θρεπτικών συστατικών

Το γιαούρτι είναι πλούσιο σε πολύτιμα για τον ανθρώπινο οργανισμό θρεπτικά συστατικά: πρωτεΐνη υψηλής βιολογικής αξίας, ασβέστιο, φώσφορο και βιταμίνες του συμπλέγματος Β, ενώ υπάρχουν και ικανοποιητικές ποσότητες μαγνησίου, καλίου και βιταμινών Α και D (ιδιαίτερα τα εμπλουτισμένα προϊόντα). Οι πρωτεΐνες της γιαούρτης είναι ανώτερες του γάλακτος, το ασβέστιο είναι περισσότερο διότι τα συστατικά περιέχονται σε συμπυκνωμένη μορφή, ενώ οι βιταμίνες του συμπλέγματος Β αυξάνονται με την επίδραση των βακτηριδίων και έτσι, σε σχέση με το γάλα, διευκολύνεται η εντερική απορρόφηση του ασβεστίου, φωσφόρου και μαγνησίου.

Το γιαούρτι συμβάλλει στην ανάπτυξη και σωματική διάπλαση των παιδιών. Η όξυνση και τα ένζυμα της γιαούρτης διευκολύνουν την πέψη και βελτιώνουν την αφομοίωση των συστατικών. Τα πολυάριθμα ζωντανά και ενεργά βακτήρια ασκούν θετική δράση στη μικροχλωρίδα του εντέρου και στην παραγωγή εντερικών αντισωμάτων.

Ως τροφή, το γιαούρτι βοηθάει στην υψηλή πρόσληψη ασβεστίου και κατ' επέκταση στην καλή υγεία των οστών. Επίσης, ενισχύει το ανοσοποιητικό σύστημα και είναι ευεργετικό σε περιόδους ανάρρωσης αρρώστων. Ιδιαίτερα σε περιπτώσεις γαστρεντερίτιδας το γιαούρτι μπορεί να αντικαταστήσει το γάλα προσφέροντας τις απαραίτητες θρεπτικές ουσίες. Το παραδοσιακό γιαούρτι χωρίς ζάχαρη μπορεί να μειώσει την κακοσμία στόματος και τα επιβλαβή βακτηρίδια που ζουν στη γλώσσα και το σάλιο. Το γιαούρτι πρέπει να αποτελέσει αναπόσπαστο κομμάτι της ημερήσιας διατροφής όλων μας, αφού έχει μεγάλη βιολογική αξία και μπορεί και δρα τόσο προληπτικά όσο και θεραπευτικά στον ανθρώπινο οργανισμό, προάγοντας έτσι την υγεία.. Συγκεκριμένα, το πραγματικό γιαούρτι πρέπει να αναφέρει στην ετικέτα «ζωντανό» ή «με ζωντανά γαλακτικά ένζυμα» ή να γράφει την επιστημονική τους ονομασία Είναι τροφή κατάλληλη για όλες τις ηλικιακές ομάδες και μπορεί να αποτελέσει ένα ελαφρύ γεύμα, ένα υγιεινό σνακ πριν τη γυμναστική, ένα ελαφρύ

βραδινό, ακόμη και ένα επιδόρπιο αν συνδυαστεί με μέλι, ξηρούς καρπούς και φρούτα. Και φυσικά είναι το ιδανικό τρόφιμο για δίαιτα αφού προσδίδει λίγες θερμίδες.
Τα πολύτιμα θρεπτικά συστατικά που περιέχει είναι:

- Πρωτεΐνες υψηλής βιολογικής αξίας: Αποτελούν πολύ σημαντικά «δομικά» συστατικά και είναι υπεύθυνες για την ανάπτυξη των ιστών και κυρίως των μυών και διάφορων βιολογικών οργάνων.

- Βιταμίνη Α: Απαραίτητη για την διάπλαση των ιστών και τη μορφοποίηση του ανοσοποιητικού συστήματος, την όραση, την ανάπτυξη και την αναπαραγωγή.

- Βιταμίνη D: Συμβάλει στην ισορροπία του ανοσοποιητικού συστήματος και ρυθμίζει τα επίπεδα ασβεστίου και φωσφόρου.

- Βιταμίνες του Συμπλέγματος Β: Συμβάλλουν στην καλή λειτουργία του μεταβολισμού και του νευρικού συστήματος, στην γρήγορη ανάπτυξη των παιδιών και αποτελούν συνένζυμα πολλών λειτουργιών και βιοχημικών διεργασιών.

- Ασβέστιο: Πολύ σημαντικό θρεπτικό συστατικό για την δημιουργία και υγιή ανάπτυξη οστών και δοντιών και συμβάλλει στην αποτροπή της οστεοπόρωσης.

2.10.3 Προστασία από μολύνσεις και καρκίνο

Πρόσφατα στοιχεία αποκαλύπτουν ότι η προσθήκη της γιαούρτης στη διατροφή μας μπορεί να μας προστατεύσει από την ανάπτυξη αρκετών τύπων καρκίνου, συμπεριλαμβανομένων και εκείνων του παχέος εντέρου, της κύστης και του μαστού. Σε μια μελέτη που δημοσιεύθηκε στο International Journal of Cancer, βρέθηκε μείωση κατά 35% του κινδύνου του καρκίνου του παχέος εντέρου σε όσους κατανάλωναν τη μεγαλύτερη ποσότητα της γιαούρτης σε σύγκριση με εκείνους που κατανάλωναν χαμηλότερη ποσότητα σε περισσότερους από 45.000 άνδρες και γυναίκες κατά τη διάρκεια μιας 12-ετής περιόδου.

Σουηδοί επιστήμονες ανακάλυψαν μια ισχυρή συσχέτιση μεταξύ της μείωσης του κινδύνου του καρκίνου της ουροδόχου κύστης και της πρόσληψης γιαούρτης σε μια μελέτη 80.000 ανδρών και γυναικών. Μετά από 9-χρόνια παρακολούθησης, τα ευρήματα έδειξαν 38% χαμηλότερο κίνδυνο της νόσου σε άτομα που κατανάλωναν τακτικά γιαούρτι σε σχέση με εκείνους που έτρωγαν λιγότερο. (Susanna C Larsson, Swen-Olof Andersson1, Jan-Erik Johansson and Alicja Wolk, 2008)

2.10.4 Αντιπαχυντικές επιδράσεις

Πολυάριθμες μελέτες έχουν αποδείξει οτι το γιάουρτι καταπολεμάει την παχυσαρκία. Σε έρευνα σε ζώα, οι επιστήμονες διαπίστωσαν ότι στα ποντίκια που συμπληρώθηκε στην διατροφή τους γιαούρτι σε σκόνη, είχαν σημαντικά χαμηλότερη αύξηση βάρους από ό, τι τα ποντίκια ελέγχου. Αυτό αποδόθηκε στην αύξηση των επιπέδων των λιπιδίων στα κόπρανα,που σημαίνει οτι το γιαούρτι μειώνει την απορρόφηση λίπους στο λεπτό έντερο. Τα άτομα με την υψηλότερη πρόσληψη γαλακτοκομικών τροφίμων, όπως το γιαούρτι,

μείωσαν τον κίνδυνο αύξησης του βάρους τους κατά 67% σε σύγκριση με εκείνους με τη χαμηλότερη πρόσληψη, σύμφωνα με έρευνα που δημοσιεύθηκε στο περιοδικό της Αμερικανικής Ιατρικής Association, σε σχέση σε μια 10-ετή περίοδο (Mark A.Pereira, David R. Jacobs, Linda Van Horn, Martha L., Alex I.Kartashov, David S. Ludwig, 2002). Επιπλέον, οι ερευνητές της Σχολής Δημόσιας Υγείας του Χάρβαρντ, μελέτησαν τη σχέση μεταξύ συγκεκριμένων τροφίμων και της μακροπρόθεσμης αύξησης του σωματικού βάρους σε περισσότερους από 120.000 άνδρες και γυναίκες (N Engl J Med. Author manuscript; available in PMC Dec 23, 2011.). Μετά την ανάλυση των δεδομένων από την εικοσαετή έρευνα, οι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι το γιαούρτι ήταν η τροφή που συνδέεται περισσότερο με την διατήρηση του βάρους, ακόμη περισσότερο από ό, τι τα φρούτα, τα λαχανικά και τα δημητριακά ολικής αλέσεως. Για να διαπιστωθεί αν η κατανάλωση της γιαούρτης μπορεί να ενισχύσει την απώλεια βάρους στους ανθρώπους, οι ερευνητές του Πανεπιστημίου του Τενεσί επέλεξαν τυχαία 34 υγιείς παχύσαρκους και τους έδωσαν από 500 γραμμάρια άπαχο γιαούρτι, στην μια ομάδα και μια μερίδα γαλακτοκομικών προϊόντων την ημέρα, στην άλλη για 12 εβδομάδες (MB Zemel, J Richards,S Marthis , A Milstead, L Gebhardt and E Silva, 2005). Και οι δύο ομάδες είχαν παρόμοια διατροφή με χαμηλές θερμίδες. Στο τέλος της μελέτης, η ομάδα με το γιαούρτι εμφάνισαν μια μέση απώλεια βάρους των περίπου 6 κιλών, σε σύγκριση με 5 κιλά στην ομάδα ελέγχου. Επιπλέον, εκείνοι που κατανάλωναν γιαούρτι αύξησαν κατά 31% την μυϊκή μάζα και έχασαν 81% περισσότερο κοιλιακό λίπος, το οποίο εκφράζεται με μείωση πάνω από 1,5 εκατοστά από τη μέση. Η βελτίωση αυτή είναι αξιοσημείωτη διότι η συσσώρευση λίπους σπλαχνικού έχει συσχετιστεί με με αυξημένο κίνδυνο για καρδιαγγειακή νόσο και διαβήτη τύπου II (Hamdy O, Porramatikul S, Al-Ozairi E., 2006). Τα υφιστάμενα δεδομένα δείχνουν ότι το ασβέστιο που είναι το κύριο συστατικό στο γιαούρτι είναι υπεύθυνο για τα απισχναντικά αποτελέσματα της γιαούρτης. Μολονότι το ασβέστιο μπορεί να λειτουργεί μέσω πολλαπλών μηχανισμών, ένας τρόπος δράσης του σχετίζεται με την ικανότητά του να καταστέλλει την απελευθέρωση της ορμόνης καλσιτριόλης, στην οποία οφείλεται η αποθήκευση λίπους και ετσι βοηθάει στην λιποδιάλυση (MB Zemel, J Richards,S Marthis , A Milstead, L Gebhardt and E Silva, 2005).

2.10.5 Καταπολέμηση των ασθενειών των ούλων

Η χρόνια αύξηση των βακτηριδίων στο στόμα οδηγεί σε φλεγμονή και βλάπτει τα ούλα και τα οστά που στηρίζουν τα δόντια. Αυτή η κατάσταση, είναι γνωστή ως περιοδοντική νόσος ή ασθένεια των ούλων, έχει συσχετιστεί με τα εγκεφαλικά επεισόδια και καρδιακές ασθένειες (Pihlstrom BL, Michalowicz BS, Johnson NW, 2005). Ιάπωνες ερευνητές διαπίστωσαν ότι η καθημερινή πρόσληψη τουλάχιστον 2 ουγγιές απο γιαούρτι μεταξύ των ανδρών και των γυναικών συνδέθηκε με μειωμένο κίνδυνο εμφάνισης τους κατά 60% και 50%, αμφότερα.

2.10.6 Καταπολέμηση καρδιοπαθειών

Άλλες έρευνες έχουν δείξει ότι το γιαούρτι προσφέρει ισχυρή καρδιαγγειακή υποστήριξη. Σε μια μελέτη στην οποία συμμετείχαν περισσότερες από 1.000 γυναίκες ηλικίας 70 ετών και άνω, εκείνες με την υψηλότερη πρόσληψη γιαούρτι όχι μόνο είχαν υψηλότερα επίπεδα της HDL χοληστερόλης, αλλά επίσης σημαντικά χαμηλότερη στένωση

της καρωτίδα αρτηρίας, μια μέτρηση της αθηροσκλήρωσης, από οτι εκείνες με τη χαμηλότερη πρόσληψη (Ivey KL, Lewis JR, Hodgson JM 2011). Μια μελέτη που δημοσιεύθηκε στο European Journal of Clinical Nutrition επιβεβαίωσε την περαιτέρω αύξηση της HDL, σαν αποτέλεσμα πρόσληψης γιαούρτης σε ανθρώπους εθελοντές. Μετά την κατανάλωση 250 γραμμαρίων γιαούρτι πλήρες σε λιπαρά καθημερινά για 21 εβδομάδες, οι συμμετέχοντες παρουσίασαν αύξηση της τάξης του 12 mg / dL των επιπέδων της HDL χοληστερόλης χωρίς καμία αλλαγή στα επίπεδα της LDL. Αυτό με τη σειρά του μετέβαλε ικανοποιητικά την αναλογία LDL / HDL χοληστερόλης τους περισσότερο από 23% 0.16

2.11 Προβιοτικά

2.11.1 Ορισμός

Η λέξη «προβιοτικά», που προέρχεται από την ελληνική γλώσσα, σημαίνει «για τη ζωή» (Fuller, 1989) και είχε αρκετούς ορισμούς στο παρελθόν. Ανάμεσα σε αυτούς είναι οι εξής: «ουσίες που παράγονται από τα πρωτόζωα και διεγείρουν την ανάπτυξη ενός άλλου πρωτόζωου» ή «οργανισμοί και ουσίες που έχουν ευεργετική επίδραση στο ζώο ξενιστή συμβάλλοντας στην εντερική μικροβιακή ισορροπία του». Ο ορισμός των προβιοτικών έχει έκτοτε επεκταθεί για να τονίσει τη σημασία των ζωντανών κυττάρων ως βασικό συστατικό ενός αποτελεσματικού προβιοτικού. Προσφάτως, οι Huis in't Veld και Havenaar (1991) διεύρυναν τον ορισμό των προβιοτικών ως «μια μόνο» ή «μίγμα» καλλιέργειας ζώντων μικροοργανισμών, που εφαρμόζονται σε άνθρωπο ή ζώο (π.χ. ως αποξηραμένα κύτταρα ή σαν ένα προϊόν που έχει υποστεί ζύμωση), και επηρεάζει ευεργετικά τον ξενιστή βελτιώνοντας τις ιδιότητες της ενδογενής μικροχλωρίδας. Ο ορισμός αυτός συνεπάγεται ότι τα προβιοτικά προϊόντα, για παράδειγμα το βιο-γιαούρτι, περιέχουν ζωντανούς μικροοργανισμούς και βελτιώνουν την κατάσταση της υγείας του ξενιστή ασκώντας ευεργετικές επιδράσεις στη γαστρεντερική του οδό.

Τα τελευταία χρόνια εμφανίσθηκαν στην αγορά νέοι τύποι γιαούρτης που παρασκευάζονται με τη χρήση των λεγόμενων προβιοτικών βακτηρίων όπως τα *Lactobacillus bulgaricus* και *Streptococcus thermophilus*. Τα βακτήρια αυτά πιστεύεται ότι αυξάνουν τη ευεργετική επίδραση της γιαούρτης, και γενικότερα των τροφίμων στα οποία συναντώνται, στην υγεία του ανθρώπου. Επιπλέον της διατήρησης της υγιούς ισορροπίας της μικροχλωρίδας του πεπτικού μας συστήματος, τα προβιοτικά μας προστατεύουν από εντερικά παθογόνα που προκαλούν γαστρεντερίτιδες και διάρροιες, καταπολεμούν το ελικοβακτηρίδιο του πυλωρού που ευθύνεται για το έλκος του στομάχου, ενισχύουν το ανοσοποιητικό μας σύστημα, μας προστατεύουν από αλλεργίες και έχουν αντικαρκινική δράση. Σήμερα οι ερευνητές στρέφονται σε εφαρμογές των προβιοτικών βακτηρίων πέραν του πεπτικού συστήματος του ανθρώπου, ενώ παράλληλα μελετάνε προβιοτικά βακτήρια με εξειδικευμένη λειτουργικότητα (Analie Lourens-Hattingh, Bennie C. Viljoen, 2001).

2.11.2 Κριτήρια επιλογής προβιοτικών μικροοργανισμών

Η επιλογή ενός μικροοργανισμού προκειμένου να χρησιμοποιηθεί ως προβιοτικό στηρίζεται σε συγκεκριμένα κριτήρια. Οι μικροοργανισμοί πρέπει να μπορούν να επιβιώσουν στις συνθήκες του ανθρώπινου πεπτικού συστήματος, άρα η ανθεκτικότητα τους σε χαμηλές τιμές pH, αλλά και έναντι των υδρολυτικών ενζύμων του πεπτικού σωλήνα και των χολικών αλάτων, είναι σημαντική. Η ικανότητα προσκόλλησης στον εντερικό βλεννογόνο θεωρείται επίσης σημαντικό κριτήριο σε σχέση με την ικανότητα των προβιοτικών είτε να εμποδίζουν τη προσκόλληση παθογόνων μικροοργανισμών, είτε να παραμένουν για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα στο έντερο και να λειτουργούν ανοσορυθμιστικά. Η ικανότητα προσκόλλησης των προβιοτικών ποικίλει. Φαίνεται ότι επηρεάζεται τόσο από τα γαστρικά υγρά όσο και από τη διαδικασία παρασκευής των ίδιων των προβιοτικών (Tuomola et al. 2000; Ouwehand et al. 2001). Η ικανότητα προσκόλλησης εξαρτάται επίσης από τις συνθήκες ανάπτυξης του στελέχους, τον αριθμό των καλλιεργειών και την χρησιμοποίηση κρυοπροστατευτικών κατά τη λυοφιλίωση προκειμένου να συντηρηθεί (Elo et al. 1991).

Τα προβιοτικά βακτήρια πρέπει να διαθέτουν καλό τεχνολογικό δυναμικό, δηλαδή να μπορούν να καλλιεργούνται σε μεγάλη κλίμακα, να έχουν μεγάλο χρόνο ζωής και στη περίπτωση που χρησιμοποιούνται για τη παρασκευή προϊόντων ζύμωσης να συμβάλουν στη διαμόρφωση των οργανοληπτικών ιδιοτήτων των προϊόντων. Η βιωσιμότητα των προβιοτικών θεωρείται σημαντικό κριτήριο καθώς οι μέχρι τώρα κλινικές μελέτες έχουν γίνει με τη χρήση ζωντανών μικροοργανισμών, και υπάρχουν περιπτώσεις στις οποίες τα ζωντανά κύτταρα είναι βασική προϋπόθεση για την ανάπτυξη ανοσορυθμιστικής δράσης. Σε μια πρόσφατη καταγραφή που έγινε στις ΗΠΑ βρέθηκε ότι από τα 30 σκευάσματα που εξετάσθηκαν τα 11 δεν περιείχαν ζωντανά κύτταρα, ενώ στην Μ. Βρετανία μόνο 6 στα 13 περιείχαν ζωντανά κύτταρα σε ικανοποιητικό επίπεδο (Temmerman et al. 2001; Hamilton-Miller 2001). Πρέπει να σημειωθεί πάντως, ότι τα τελευταία χρόνια άρχισαν να γίνονται μελέτες και με τη χρήση μη ζωντανών μικροοργανισμών (Ouwenhand and Salminen 1998).

Ως προβιοτικά χρησιμοποιούνται σήμερα διάφορα είδη και γένη μικροοργανισμών. Μεταξύ αυτών κυριαρχούν τα οξυγαλακτικά βακτηρία (lactic acid bacteria), και ειδικότερα οι γαλακτοβάκιλλοι και οι εντερόκοκκοι, καθώς επίσης και τα bifidobacteria. Τα οξυγαλακτικά βακτήρια απαντώνται σε μεγάλους πληθυσμούς στα τρόφιμα που έχουν υποστεί ζύμωση. Άλλωστε ακόμη και σήμερα τα προβιοτικά βακτήρια καταναλώνονται κυρίως υπό μορφή γαλακτοκομικών προϊόντων. Δεν είναι τυχαίο ότι οι ίδιες ομάδες βακτηρίων αποτελούν ταυτόχρονα σημαντικό τμήμα της εντερικής χλωρίδας του ανθρώπου.

Οι γαλακτοβάκιλλοι είναι γενικά ανθεκτικοί στις συνθήκες καταπόνησης που επικρατούν στο ανθρώπινο πεπτικό σύστημα και ταυτόχρονα διαθέτουν τεχνολογικό δυναμικό. Έτσι εξηγείται η ευρεία χρήση τους ως προβιοτικά. Τα bifidobacteria αντίθετα είναι ευαίσθητα στο οξυγόνο και έχουν μεγάλες διατροφικές απαιτήσεις, και για το λόγο αυτό χρησιμοποιούνται λιγότερο από τους γαλακτοβακίλλους. Τα περισσότερα άλλα προβιοτικά είδη δεν χρησιμοποιούνται στη παραγωγή προϊόντων ζύμωσης, αλλά κυκλοφορούν υπό μορφή διαιτητικών συμπληρωμάτων και φαρμακευτικών σκευασμάτων.

Οι ιδιότητες των προβιοτικών πρέπει να παραμένουν σταθερές τόσο κατά τη διαδικασία παραγωγής του τροφίμου η του σκευάσματος, όσο και κατά τη συντήρηση τους. Πολύ σημαντική είναι επίσης η καθαρότητα των προβιοτικών στελεχών. Έχουν αναφερθεί επιμολύνσεις σε προβιοτικά σκευάσματα. Τίθεται λοιπόν θέμα τήρησης των κανόνων υγιεινής κατά τη παρασκευή, αλλά και σωστής ταυτοποίησης των στελεχών. Όλα τα προβιοτικά στελέχη που κυκλοφορούν στο εμπόριο πρέπει να είναι καταχωρημένα σε μια διεθνώς αναγνωρισμένη συλλογή μικροοργανισμών, έτσι ώστε να είναι δυνατός ανά πάσα στιγμή ο έλεγχος της ταυτότητας και των ιδιοτήτων τους.

2.11.3 Θρεπτικά συστατικά προβιοτικών

Οι ευεργετικές συνέπειες από την κατανάλωση γαλακτοκομικών προϊόντων που έχουν υποστεί ζύμωση αποτελούσε κάποτε πολύ συζητήσιμο θέμα. Η κατανάλωση των προβιοτικών προϊόντων είναι χρήσιμη στη διατήρηση της καλής υγείας, την αποκατάσταση σωματικού σθένους, και στην καταπολέμηση του καρκίνου του εντέρου και άλλων ασθενειών (Mital ένα Garg, 1992).

2.11.4 Έλεγχος των εντερικών λοιμώξεων

Τα προβιοτικά βακτήρια όπως τα bifidobacteria και οι γαλακτοβάκιλλοι κατέχουν αντιμικροβιακές ιδιότητες (Hughes μια Hoover, 1991). Τόσο ο L. acidophilus όσο και ο B. bifidum έχουν δειχθεί ότι είναι ανασταλτικοί παράγοντες ενάντια σε πολλά από τα πιο γνωστά τροφιμογενοί παθογόνα.

Αρκετές μελέτες έδειξαν τον προληπτικό έλεγχο των εντερικών μολύνσεων μέσω γάλακτικής καλλιέργειας με L. acidophilus ή B. bifidum ή και τα δύο (Ράσιτς ένα Κούρμαν, 1983? Gorbach, Chang ένα Goldin, 1987). Μηχανισμοί για την αναστολή των παθογόνων που αποδίδονται στους γαλακτοβάκιλλους και στα bifidobacteria περιλαμβάνουν:

α) Την παραγωγή ανασταλτικών / αντιμικροβιακών ουσιών όπως: οργανικά οξέα, υπεροξείδιο υδρογόνου, βακτηριοσίνες, αντιβιοτικά και χολικά οξέα αποσύζευξης

β) Την ανταγωνιστική τους δράση, για θέσεις πρόσφυσης και θρεπτικών συστατικών

γ) Τη διέγερση του ανοσοποιητικού συστήματος

Η Παραγωγή οργανικών οξέων από τα προβιοτικά μειώνει το pH και μεταβάλλει το δυναμικό οξείδωσης-αναγωγής στο έντερο, οδηγώντας σε αντιμικροβιακή δράση. Συνδυασμένα με την περιορισμένη περιεκτικότητα σε οξυγόνο στο έντερο, τα οργανικά οξέα αναστέλλουν ειδικά παθογόνα Gram-αρνητικά βακτήρια, π.χ. κολοβακτηριοειδών (Sandine, 1979). Τα Bifidobacteria παράγουν γαλακτικό και οξικό οξύ, αλλά οι μεγαλύτερες ποσότητες οξικού οξέος που παράγονται, το οποίο επιδεικνύει μια ισχυρότερη ανταγωνιστική δράση έναντι των Gram-αρνητικών βακτηρίων (Rasic, 1983). Οι προβιοτικοί μικροοργανισμοί μπορούν να αποτρέψουν την επιβλαβή εξάπλωση των βακτηρίων ενός οργανισμού καθώς είναι πιο ανταγωνιστικοί από άλλους εισβολείς για τα απαραίτητα θρεπτικά συστατικά. Επίσης ανταγωνίζονται για τις θέσεις προσκόλλησης και καθιστούν το τοπικό περιβάλλον δυσμενή για την ανάπτυξη των εισβολέων με την παραγωγή αντιβακτηριακών ουσιών (Sandine, 1979? Gurr, 1987). Η τακτική κατανάλωση των προβιοτικών βακτηρίων μπορεί να επάγει μια βελτιωμένη ανοσολογική απόκριση στους ανθρώπους (Rasic, 1983).

2.11.5 Μείωση των επιπέδων της χοληστερόλης του ορού

Υπάρχουν ισχυρισμοί ότι η κατανάλωση του γάλακτος που έχει υποστεί ζύμωση μειώνει σημαντικά τα επίπεδα χοληστερόλης του ορού (Gilliland, Νέλσον, ένα Maxwell, 1985? Gilliland, 1989? Mann μια Spoerry, 1974). Για άτομα με υπερχοληστερολαιμία, οι

σημαντικές μειώσεις στα επίπεδα της χοληστερόλης στο πλάσμα συνδέεται με μια σημαντική μείωση του κινδύνου των καρδιακών προσβολών.

Το κύριο μέρος του μεταβολισμού της χοληστερόλης είναι το ήπαρ, αν και οι σημαντικές ποσότητες σχηματίζονται στο έντερο. Υπάρχουν δυνατοί ισχυρισμοί ότι ορισμένα στελέχη *L. acidophilus* και μερικά είδη bifidobacteria είναι σε θέση να μειώσουν τα επίπεδα χοληστερίνης εντός του εντέρου. Χοληστερόλη συνκατακρημνίζεται με χολικά άλατα αποσύζευξης , όπως το pH μειώνεται ως συνέπεια της παραγωγής γαλακτικού οξέος από τα γαλακτικά βακτήρια (Marshall, 1996). Ο ρόλος που διαδραματίζει η καλλιέργεια bifidobacteria μπορεί να συμβάλει στη μείωση του ορού χοληστερόλης, δεν έχει ακόμη κατανοηθεί. Σημειώνεται ότι το ζυμωμένο γάλα αναστέλλει τη χοληστερόλη της σύνθεσης στο σώμα

2.12 Συναίρεση / Ικανότητα συγκράτησης νερού

Σε κάποιο στάδιο κατά τη διάρκεια της οξίνισης οι πρωτεΐνες γάλακτος ενώνονται μαζί, ως αποτέλεσμα του μειωμένου pH, και φτιάχνουν ένα πήγμα. Αναλυτικότερα το πήγμα δημιουργείται από τις επιμήκεις πρωτεϊνικές ίνες που σχηματίζουν ένα τρισδιάστατο πλέγμα κυρίως με δια-μοριακούς δεσμούς υδρογόνου και η προκύπτουσα δομή είναι ικανή να συγκρατεί νερό σε μη ρέουσα κατάσταση. Η συγκράτηση του νερού υποβοηθάται από ιοντισμένα τμήματα των πρωτεϊνικών μορίων, αλλά επηρεάζεται από το pH και τη θερμοκρασία. Η διαδικασία αυτή είναι η βάση της υφής της τελικής γιαούρτης. (Στοιχεία Χημείας Τροφίμων).

Με αύξηση των ελκτικών δυνάμεων μεταξύ των πρωτεϊνικών μορίων π.χ. με μεταβολή του pH πλησίον του ισοηλεκτρικού σημείου, το πήγμα συστέλλεται αποβάλλοντας μέρος του συγκρατούμενου νερού. Τότε η υφή της γιαούρτης θα καταστραφεί. Αυτό το φαινόμενο ονομάζεται συναίρεση και η εμφάνιση του εξαρτάται, από την οξύτητα και τη θερμοκρασία. (Continuous Manufacture of Yogurt, Driessen) Σε πολλά πήγματα παρουσιάζεται με την πάροδο του χρόνου.

Ένα από τα ελαττώματα στην εμφάνιση των γαλακτοκομικών προϊόντων που έχουν υποστεί ζύμωση, είναι ο ελεύθερος ορός γάλακτος. Παρόλο που ο ελεύθερος ορός γάλακτος δεν είναι από μόνος του επιζήμιος για το γιαούρτι, η παρουσία του μπορεί να υποδηλώνει ότι υπήρχαν προβλήματα κατά τη διάρκεια της παραγωγής ή της διανομής του προϊόντος. Οι πιο κοινοί λόγοι για την εμφάνιση της συναίρεσης περιλαμβάνουν, χρήση υψηλής θερμοκρασίας επωάσεως, υπερβολική αναλογία πρωτεΐνης τυρογάλακτος προς καζεΐνη, χαμηλή περιεκτικότητα σε στερεά, και φυσική κακομεταχείριση του προϊόντος κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης και της διανομής (Lucey 2004). Συνεπώς το γιαούρτι, το οποίο είναι ένα οξύγαλα που σχηματίζεται από τη σταδιακή αύξηση της οξύτητας με μια καλλιέργεια εκκινήσεως, παρουσιάζει προβλήματα συναίρεσης με την αλλαγή της θερμοκρασίας ή την κακή διαχείριση.

Μέσο πρόληψης της συναίρεσης του ορού γάλακτος, είναι ο εμπλουτισμός της ξηράς ύλης και/ή της περιεκτικότητας σε πρωτεΐνες, καθώς και η προσθήκη υδροκολλοειδών όπως ζελατίνη και άμυλο (Li Jiancal, Guo Mingruo, 2006).

Το κυριότερο κριτήριο που καθορίζει τη χρησιμότητα και τη λειτουργικότητα των πρωτεϊνών στο γιαούρτι είναι ο τρόπος αλληλεπίδρασής του με το νερό. Ακόμη η ικανότητα των πρωτεϊνών να δεσμεύουν και να ακινητοποιούν το νερό είναι μία από τις βασικότερες λειτουργικές ιδιότητες της γιαούρτης. Οι γαλακτωματοποιητές έχουν την ικανότητα να συγκρατούν μεγάλες ποσότητες νερού, που σε μερικές περιπτώσεις υπερβαίνει το 98% του

βάρους τους - 1g ξηρής πρωτεΐνης συγκρατεί 5g νερού με ενυδάτωση και επιπλέον 10-πλάσια ποσότητα της ενυδατωμένης πρωτεΐνης ακινητοποιημένο νερό στο πήγμα. Το νερό αυτό έχει ιδιότητες όμοιες με το νερό αραιών διαλυμάτων αλάτων, αλλά είναι φυσικά παγιδευμένο (ακινητοποιημένο) και δεν μπορεί να διαχωριστεί εύκολα. Η ακινητοποίηση συνίσταται στο ότι το νερό δεν ρέει ελεύθερα από το πήγμα αλλά τα μόριά του κινούνται μέσα σε αυτό. Οι πρωτεΐνες που σχηματίζουν εύκολα πήγματα έχουν δομές με μεγάλο βαθμό ασυμμετρίας.

Η φύση των αλληλεπιδράσεων πρωτεΐνης-νερού και πρωτεΐνης-πρωτεΐνης είναι πολύ σημαντική για τον καθορισμό της λειτουργίας της πρωτεΐνης στο σύστημα γιαούρτης ως κολλοειδούς διασποράς, αδιάλυτου ιζήματος. Επίσης οι πρωτεΐνες και οι πολυσακχαρίτες χαρακτηρίζονται από την ικανότητα συγκράτησης νερού. Η ικανότητα συγκράτησης νερού (water holding capacity) αναφέρεται στην ικανότητα ενός πλέγματος μακρομορίων να παγιδεύουν ποσότητες νερού. Είναι το αντίθετο του φαινομένου της συναίρεσης.

Μεγάλες ποσότητες νερού συγκρατούνται στο γιαούρτι σε μορφή πήγματος με δυνάμεις που έχουν σχέση με αλληλεπιδράσεις του νερού με το πολυμερές που βοηθούν στο σχηματισμό της δομής του πήγματος και στον εγκλωβισμό του νερού στο πήγμα. Το μεγαλύτερο μέρος του νερού έχει μεγάλη κινητικότητα ίδια με του καθαρού νερού και συγκρατείται με χαλαρές δυνάμεις, ενώ παρουσία περίσσειας νερού το πήγμα έχει ικανότητα διόγκωσης. Το ποσό του δεσμευμένου νερού διαφέρει ανάλογα με το γιαούρτι και τα συστατικα που περιέχει. Η απομάκρυνση του νερού από το γιαούρτι γίνεται τόσο πιο δύσκολα όσο αυτό είναι πιο δεσμευμένο.

Η διαθεσιμότητα του νερού για την ανάπτυξη και τη δράση των μικροοργανισμών εξαρτάται επίσης από το βαθμό δέσμευσης/συγκράτησης του νερού στο γιαούρτι. Έτσι, το νερό που αποτελεί μέρος της δομής των μη υδατικών συστατικών της γιαούρτης και το γειτνιάζον νερό δεν είναι διαθέσιμα για μικροβιακές δράσεις, ενώ το ελεύθερο νερό είναι πλήρως διαθέσιμο για μικροβιακές δράσεις. Κατά συνέπεια η πιθανότητα ανάπτυξης μικροοργανισμών και η περαιτέρω σταθερότητα της γιαούρτης εξαρτάται όχι τόσο από το ολικό ποσό του νερού, αλλά από το ελεύθερο νερό που είναι διαθέσιμο για τέτοιου είδους δράσεις.

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 - ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ

3.1 Παραγωγή γιαούρτης

Για την παρασκευή γιαούρτης χρησιμοποιήθηκε παστεριωμένο γάλα αγελάδας του εμπορίου (3,7% λιπαρά) και (1,7% λιπαρά). Η θερμόφιλη καλλιέργεια γιαούρτης, CH-1 που αποτελείται από συγκεκριμένες καλλιέργειες *S. thermophilus* και *L. delbrueckii ssp. bulgaricus* σε λυοφιλιωμένη μορφή (Chr. Hansen, Horsholm, Denmark) χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα εργασία. Πριν από την χρήση η CH-1 καλλιέργεια ενεργοποιήθηκε προσθέτοντας ένα φακελάκι των 50U (αποτελούμενο από ~1 x 10^6 cfu/g *S. thermophilus* και ~1 x 10^8 cfu/g *L. delbrueckii* ssp. *bulgaricus*) σε 500 mL αποστειρωμένου 14% (w/v) αποβουτυρωμένου γάλακτος.

Το παστεριωμένο γάλα θερμάνθηκε στους 42-45°C. Μετά από 15 λεπτά προστέθηκε η καλλιέργεια γιαούρτης CH-1 σε αναλογία 0.3% (v/v). Το σύστημα αφού αναμίχθηκε καλά αφέθηκε σε ηρεμία έως ότου φτάσει στην όξινη πήξη με τιμή pH 4.7 και στη συνέχεια τοποθετήθηκε αμέσως στους 4°C για 28 ημέρες. Παρασκευάστηκαν συνολικά 3 διαφορετικά γιαούρτια με διαφορετικό λίπος το καθένα και με την ίδια καλλιέργεια.

3.2 Μέτρηση φυσικοχημικών παραμέτρων

- Μέτρηση pH
  Με πεχάμετρο (βυθίζοντας τα ηλεκτρόδια στο δείγμα μέχρι σταθερής τιμής).

Το pH είναι ένας άλλος τρόπος έκφρασης της οξύτητας. Μεταξύ του pH και της ογκομετρούμενης οξύτητας υπάρχει κάποια σχέση, δεν προσδιορίζουν, ωστόσο, τα ίδια χαρακτηριστικά. Στην πρώτη περίπτωση προσδιορίζεται η ένταση της οξύτητας (Καμιναρίδης Στέλιος, 2009).

- Μέτρηση οξύτητας
  Με τη μέθοδο της τιτλοδότησης.

Ζυγίζονται 9g δείγματος σε κωνική φιάλη των 100-250 mL. Προστίθεται διπλάσια ποσότητα αποσταγμένου νερού, δείκτης φαινολοφθαλεΐνης και γίνεται τιτλοδότηση με πρότυπο διάλυμα NaOH 0.1N μέχρι να εμφανιστεί ελαφρώς ροζ χρώμα σε όλο τον όγκο του δείγματος. Η έκφραση της οξύτητας σε % γαλακτικό οξύ γίνεται με τον παρακάτω τύπο:

Γαλακτικό οξυ (%) = (ml N/10 NaOH *0,009) / Ποσότητα δείγματος *100

- Συναίρεση
  50 ml δείγματος γιαούρτης τοποθετείται σε υάλινο χωνί στο οποίο έχει τοποθετηθεί ηθμός. Το χωνί τοποθετείται πάνω σε κωνική φιάλη ή ογκομετρικό κύλινδρο και ύστερα στο ψυγείο (4°C) για 5 ώρες. Μετά τις 5 ώρες μετράται ο όγκος του τυρογάλακτος που συλλέχτηκε (με σιφώνιο). Ο τύπος που χρησιμοποιείται είναι:

$$STS(\%) = \frac{V_1}{V_2} \times 100$$

όπου: V_1 = ο όγκος του τυρογάλακτος που συλλέχτηκε μετά τις 5 ώρες, V_2 = ο όγκος του αρχικού δείγματος γιαούρτης.

- Ικανότητα συγκράτησης νερού (Water Holding Capacity)

Η ικανότητα συγκράτησης νερού (WHC) των γιαουρτιών θα μετρηθεί με φυγοκέντρηση: 10 g γιαούρτης τοποθετούνται σε φυγοκεντρικό σωλήνα και φυγοκεντρούνται στις 4500 rpm για 30 min στους 10°C.

$$WHC(\%) = \left(1 - \frac{W_1}{W_2}\right) \times 100$$

όπου: W_1 =το βάρος του τυρογάλακτος μετά την φυγοκέντρηση, W_2 = το βάρος της γιαούρτης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 - ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

4.1 Γενικά

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η παραγωγή γιαούρτης χρησιμοποιώντας γάλα με διαφορετικά λιπαρά. Συγκεκριμένα παρασκευάστηκαν 3 γιαούρτια με διαφορετικά λιπαρά αγελαδινού γάλακτος (1,5% σε λιπαρά, 3,7% σε λιπαρά και 2,6% ανάμικτο) με την ενεργοποιημένη καλλιέργεια (*Streptococcus thermophilus* και *Lactobacillus bulgaricus*). Το γάλα μαζί με τους μικροοργανισμούς αφέθηκε για ζύμωση στους 42°C μέχρι το pH να φτάσει την τιμή 4,6-4,5. Στη συνέχεια τα παραγόμενα γιαούρτια τοποθετήθηκαν στο ψυγείο (4°C) για 28 ημέρες.

Κατά την διάρκεια της αποθήκευσης μελετήθηκαν ανά εβδομάδα (7, 14, 28 ημέρες) τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά (το pH, η οξύτητα, η συναίρεση και η ικανότητα συγκράτησης νερού) της κάθε γιαούρτης ξεχωριστά.

4.2 Επίδραση του λίπους στην ικανότητα οξίνισης του γάλακτος

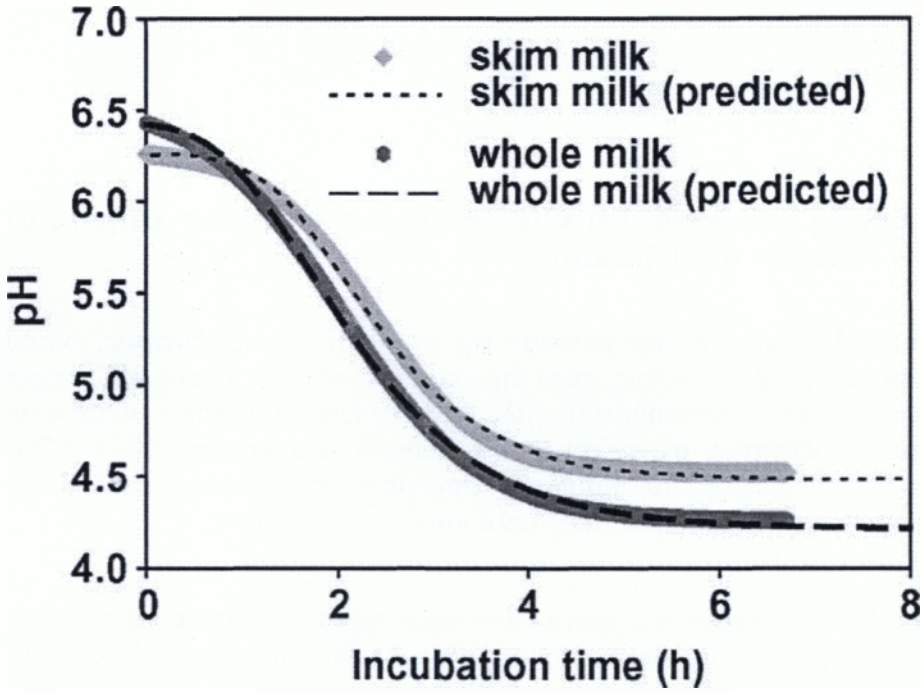
Έπειτα από την προσθήκη της καλλιέργειας το γάλα αφέθηκε για ζύμωση στους 42°C μέσα στο υδατόλουτρο και ύστερα μελετήθηκε η κινητική πτώσης του pH με συνεχείς μετρήσεις έως τα γιαούρτια να πάρουν την τιμή pH 4,6-4,5. Τα αποτελέσματα από την επίδραση της κάθε καλλιέργειας στην κινητική τη πτώση του pH παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 4.2.1 Κινητική πτώσης του pH κατά την παρασκευή των γιαουρτιών της εργασίας.

Ώρα	Λιπαρά 1,5%	Λιπαρά 2,6%	Λιπαρά 3,7%
10:45	6,91	6,94	6,95
11:45	6,30	6,26	6,12
12:45	5,84	5,79	5,76
13:45	5,48	5,46	5,42
14:30	5,04	5,04	5,01
15:30	4,61	4,6	4,58

Τα δείγματα γιαούρτης μπήκαν στο υδατόλουτρο στις 10:45. Αμέσως άρχισε η μέτρηση του pH.

Από τα δεδομένα του πίνακα γίνεται γνωστό ότι μετά από 4,5 ώρες η πήξη της γιαούρτης πραγματοποιήθηκε και στα τρία διαφορετικά δείγματα. Από την ζύμωση της λακτόζης παράγεται γαλακτικό οξύ το οποίο ρίχνει το pH. Όταν το pH φτάσει στο ισοηλεκτρικό σημείο των καζεϊνών (pH 4,6) προκαλείται η όξινη πήξη και δημιουργείται το πήγμα της γιαούρτης. Στα πρώτα στάδια βλέπουμε ότι το 3,7% παρουσιάζει ταχύτερη πτώση του pH. Αυτό γίνεται με γρήγορους ρυθμούς και στη διάρκεια καθώς πλησιάζει στο (4,6), όπου και προκαλείται η όξινη πήξη, αρχίζει να ελαττώνει αργά και σταθερά. Μετά το πέρας των 4,5 ωρών το pH έγινε εξίσου ίδιο και στις τρεις περιπτώσεις χωρίς καμία απολύτως διαφορά. Αυτά τα αποτελέσματα είναι σε συμφωνία με αυτά άλλων εργασιών, όπου η γιαούρτη που παρασκευάστηκε με πλήρες γάλα παρουσίασε ταχύτερη πτώση του pH (C. Soukoulis,* P. Panagiotidis, R. Koureli, C. Tzia, 2007).



Διάγραμμα 4.2.2 Καμπύλη επίδρασης της λιποπεριεκτικότητας, συναρτήσει του pH και του χρόνου επώασης κατά τη διάρκεια της γαλακτικής ζύμωσης του άπαχου και αποβουτυρωμένου γάλα.(C. Soukoulis,* P. Panagiotidis, R. Koureli, C. Tzia, 2007)

4.3 Επίδραση της λιποπεριεκτικότητας στο pH των γιαουρτιών κατά την αποθήκευση

Οι μετρήσεις από την ανάλυση του pH των γιαουρτιών κατά την αποθήκευση τους στους 4°C παρουσιάζονται στον πίνακα 4.3.1. Σε όλα τα γιαούρτια που παρασκευάστηκαν το

pH τους κατά την διάρκεια των ημερών ελαττωνόταν. Στα γιαούρτια με 3,7 % λιπαρά η πτώση του pH ήταν μικρή. Τα γιαούρτια με 1,5% λιπαρά είχαν μεγαλύτερη πτώση του pH τους.

Πίνακας 4.3.1 Επίδραση του χρόνου αποθήκευσης και της λιποπεριεκτικότητας του γάλακτος που χρησιμοποιήθηκε, στο pH των παραγόμενων γιαουρτιών.

Λιπαρά	pH - 7 ημέρες	pH - 14 ημέρες	pH - 28 ημέρες
1,5%	4,16	4,00	3,98
2,6%	4,20	4,03	4,00
3,7%	4,30	4,21	4,20

4.4 Επίδραση της λιποπεριεκτικότητας του γάλακτος στην οξύτητα των γιαουρτιών κατά την αποθήκευσή

Τα αποτελέσματα από την μέτρηση της τιτλοδοτούμενης οξύτητας, εκφρασμένης σε g γαλακτικού οξέος / g γιαούρτης, κατά την αποθήκευση τους στους 4°C, παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα. Το γιαούρτι με γάλα 1,5% σε λιπαρά οδήγησε σε μεγαλύτερες τιμές τιτλοδοτούμενης οξύτητας, σε σχέση με το γιαούρτι που περιείχε γάλα 3,7%. Κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης τα γιαούρτια συνέχισαν την παραγωγή γαλακτικού οξέος οδηγώντας σε όλο και υψηλότερες τιμές τιτλοδοτούμενης οξύτητας.

Πίνακας 4.4.1 Επίδραση του χρόνου αποθήκευσης και της λιποπεριεκτικότητας του γάλακτος που χρησιμοποιήθηκε, στην τιτλοδοτούμενη οξύτητα (g γαλακτικού οξέος/g γιαούρτης) των παραγόμενων γιαουρτιών.

Λιπαρά	Οξύτητα - 7 ημέρες	Οξύτητα - 14 ημέρες	Οξύτητα - 28 ημέρες
1,5%	0,84	0,89	0,95
2,6%	0,82	0,85	0,9
3,7%	0,79	0,82	0,86

4.5 Επίδραση της λιποπεριεκτικότητας του γάλακτος στη συναίρεση και στη ικανότητα συγκράτησης νερού των γιαουρτιών κατά την αποθήκευσή

Με την μεταβολή του pH πλησίον του ισοηλεκτρικού σημείου, το πήγμα των πρωτεϊνών (που είχε δημιουργηθεί κατά το διάστημα της οξίνισης) συστέλλεται αποβάλλοντας μέρος του συγκρατούμενου νερού. Σ' αυτό το στάδιο καταστρέφεται η υφή της γιαούρτης με αποτέλεσμα να επηρεάζεται αρνητικά η αντίληψη των καταναλωτών, οι οποίοι πιστεύουν ότι οφείλεται σε μικροβιολογικά αίτια. Οι γαλακτοβιομηχανίες σε μια προσπάθεια να καλυτερεύσουν την εμφάνιση της γιαούρτης χρησιμοποίησαν σταθεροποιητές όπως πηκτίνη, ζελατίνη και άμυλο. Επίσης και κατά τη διάρκεια αποθήκευσης της γιαούρτης παρατηρούμε διάφορες μεταβολές στη συναίρεση ανάλογα με τις συνθήκες διατήρησης, επεξεργασίας και συντήρησης. Γι' αυτό το λόγο πρέπει να αποφεύγεται η απότομη μεταβολή της ψύξης διότι προκαλείται συστολή με συρρίκνωση του πήγματος και αποβολή υγρασίας. Επιπλέον με την παστερίωση παρατηρείται μείωση του ιξώδους και της συναίρεσης και απώλεια της γεύσης της φυσικής γιαούρτης (Tamime και Robinson, 1999).

Η εκούσια συναίρεση είναι η καταστροφή του πρωτεϊνικού πλέγματος της γιαούρτης η οποία επιτυγχάνεται με την φυγοκέντριση. Κατά την ομογενοποίηση διαμερίζεται το λίπος σε λεπτά λιποσφαίρια των οποίων η αυξημένη επιφάνεια καλύπτεται και από καζεΐνη, όσο και το καζεϊνικό συσσωμάτωμα μικυλίων σε απλά μικύλια. Συνεπώς σχηματίζουν καλύτερο πήγμα με την αποσταθεροποίηση τους σε χαμηλό pH.

Σε pH<4.0 προκαλείται συναίρεση του πήγματος εξαιτίας μη καλής ενυδατώσεως των πρωτεϊνών και το πήγμα γίνεται θρομβώδες Ο ρυθμός επίσης επίτευξής του pH παίζει ρόλο. Δεν πρέπει να είναι ούτε αργός ούτε γρήγορος διότι το πήγμα γίνεται κοκκώδες χωρίς συνέχεια και επομένως με μικρή συνεκτικότητα. Για το λόγο αυτό ρυθμίζεται ο χρόνος πήξης να είναι 3-3.5 ώρες (Ζερφυρίδης, 2001). Η ικανότητα συγκράτησης νερού αναφέρεται στην ικανότητα ενός πλέγματος μακρομορίων να παγιδεύουν ποσότητες νερού. Είναι το αντίθετο του φαινομένου της συναίρεσης.

Πίνακας 4.5.1 Επίδραση του χρόνου αποθήκευσης και της λιποπεριεκτικότητας του γάλακτος που χρησιμοποιήθηκε για τον προσδιορισμό της συναίρεση των παραγόμενων γιαουρτιών.

Λιπαρά	Συναίρεση - 7 ημέρες	Συναίρεση - 14 ημέρες	Συναίρεση - 28 ημέρες
1,5%	57%	58%	58%
2,6%	50%	52%	55,6%
3,7%	41,4%	42,2%	42,8%

Πίνακας 4.5.2 Επίδραση του χρόνου αποθήκευσης και της λιποπεριεκτικότητας του γάλακτος που χρησιμοποιήθηκε για τον προσδιορισμό της ικανότητας συγκράτησης νερού (ΙΣΝ).

Λιπαρά	ΙΣΝ - 7 ημέρες	ΙΣΝ - 14 ημέρες	ΙΣΝ - 28 ημέρες
1,5%	35,9%	33%	36,1%
2,6%	42%	42,4%	47,8%
3,7%	52,3%	53,1%	54,6%

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η επίδραση της λιποπεριεκτικότητας του γάλακτος στην παρασκευή γιαούρτης. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το λίπος του γάλακτος επιδρά στα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά της γιαούρτης. Οι συνέπειες από την επίδραση της γιαούρτης ανάλογα με το λίπος που περιείχε, αλλού ήταν θετικές και αλλού έφεραν αρνητικά αποτελέσματα.

Οι μετρήσεις του pH έδειξαν ότι η γιαούρτη που παρασκευάστηκε με γάλα 3,7% σε λιπαρά είχε μια σταδιακή πορεία στη μείωση του pH κατά την αποθήκευση της με κατώτερη τιμή pH την 4,2. Από την άλλη η γιαούρτη με το γάλα των 1,5% σε λιπαρά έφτασε σε pH 3,98 με αποτέλεσμα να ελαττώνεται η ικανότητα των πρωτεϊνών για δέσμευση νερού και να προκαλείται συναίρεση του πήγματος εξαιτίας μη καλής ενυδατώσεως των πρωτεϊνών, επηρεάζοντας έτσι τη συνεκτικότητα της γιαούρτης.

Επίσης αυτό αποδεικνύεται και με την οξύτητα. Χαμηλή οξύτητα είχαμε στο γιαούρτι των 3,7% με τελικό pH 4,2 ενώ στο γιαούρτι των 1,5 % είχαμε υψηλότερη οξύτητα με τελικό pH το 3,98. Επιπλέον από τις μετρήσεις που πήραμε η συναίρεση της γιαούρτης των 1,5 % ήταν μεγαλύτερη σε σύγκριση με το γιαούρτι με γάλα 3,7 % σε λιπαρά.

Η ικανότητα συγκράτησης νερού είναι το αντίθετο φαινόμενο της συναίρεσης. Το γιαούρτι με το γάλα των 3,7% σε λιπαρά είχε μεγάλη ικανότητα συγκράτησης νερού σε σχέση με το γιαούρτι με γάλα 1,5% σε λιπαρά. Όλες αυτές οι μετρήσεις έδειξαν ότι το γιαούρτι με γάλα 3,7% σε λιπαρά διέθετε καλύτερη συνεκτικότητα, επειδή σε φυσιολογικές τιμές pH 4,0-4,5 αυξάνεται η υγροσκοπικότητα των πρωτεϊνών με αποτέλεσμα τη βελτίωση της συνεκτικότητας (Κεχαγιάς 2011). Από την άλλη πλευρά το γιαούρτι με το γάλα των 1,5 % σε λιπαρά είχε μεγάλη συναίρεση, μικρή ικανότητα συγκράτησης νερού και pH κάτω από 4, καταστρέφοντας έτσι τη συνεκτικότητα της γιαούρτης και κάνοντας το πήγμα θρομβώδες. Γιαούρτια με πλήρες λιπαρά απέδειξαν την υψηλότερη ικανότητα συγκράτησης νερού. Τα αποτελέσματα αυτά οφείλονται στην περιεκτικότητας σε λίπος (Marjan Nouri, Hamid Ezzatpanah, Soleiman Abbasi, 2011).

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική

Ζυγούρης Νικόλαος (1952): *Η βιομηχανία του γάλακτος*, Εκδόσεις Κεντρικό Ταμείο Γεωργίας Κτηνοτροφίας και Δασών

Καμιναρίδης Στέλιος, Μοάτσου Γκόλφω (2009): *Γαλακτοκομία*, Εκδόσεις Έμβρυο, 160, 219-221

Κεχαγιάς Χρήστος, Κουλούρης Σπύρος (2005): *Στοιχεία τεχνολογίας και έλεγχοι ποιότητας γάλακτος και γαλακτοκομικών προϊόντων*, Εκδόσεις Ίων

Κεχαγιάς Χρήστος (2011): *Γάλα, επιστήμη, τεχνολογία και έλεγχοι για τη διασφάλιση της ποιότητας*, Εκδόσεις Ίων, 34, 143-146, 153-159

Μάντης Αντώνης (2000): *Υγιεινή και τεχνολογία του γάλακτος και των προϊόντων του*, Εκδόσεις Κυριακίδη Αφοί ΑΕ, 8-9, 237-244, 245-248

Παναγιωτόπουλος Νέρωνας (2001): *Αρχές επεξεργασίας γαλακτοκομικών προϊόντων*

Τζιά Κ., Ταούκης Π., Ωραιοπούλου Β. (2007): *Συστατικά τροφίμων - Χημεία και ιδιότητες*, Τμήμα Χημικών Μηχανικών, Ε.Μ.Π, 134, 170

Ξένη

Chandan Ramesh (2006): *Manufacturing Yoghurt and Fermented Milks*, Blackwell Publishing Ltd, 108, 109, 123, 195-203, 205

Hamdy O, Porramatikul S, Al-Ozairi E. (2006): *Metabolic obesity: the paradox between visceral and subcutaneous fat*, Curr Diabetes Rev., vol. 2, no. 4, 367-373

Ivey KL, Lewis JR, Hodgson JM *(2011): Association between yogurt, milk, cheese consumption and common carotid artery intima-media thickness and cardiovascular disease risk factors in elderly women*, Am J Clin Nutr., vol. 94, no. 1, 234-239

Kailasapathy Kaila, Chin James (2000): *Survival and therapeutic potential of probiotic organisms with reference to Lactobacillus acidophilus and Bifidobacterium spp.*, Centre for Advanced Food Research, University of Western Sydney, 78, 80–88

Larsson SC, Andersson SO, Johansson JE, Wolk A. *(2008): Cultured milk, yogurt, and dairy intake in relationship to bladder cancer risk in a prospective study of Swedish women and men,* Am J Clin Nutr., vol. 88, no. 4, 1083-1087

Leroy Frederic, Luc De Vuyst (2004): *Lactic acid bacteria as functional starter cultures for the food fermentation industry,* Trends in Food Science & Technology, 15, 67–78

Li Jiancal, Guo Mingruo (2006): *Effects of Polymerized Whey Proteins on Consistency and Water-holding Properties of Goat's Milk Yogurt,* Journal of Food Science, vol. 71, no. 1,

Lourens-Hattingh Analie, Viljoen Bennie (2001): *Yogurt as probiotic carrier food,* International Dairy Journal, 11, 1–17

Marshall Valerie (1987): *Lactic acid bacteria: starters for flavour,* FEMS Microbiology Reviews 46, 327-336

Mckinley Michelle (2005): *The nutrition and health benefits of yoghurt,* International Journal of Dairy Technology, vol. 58, no. 1

Nouri Marjan , Ezzatpanah Hamid , Abbasi Soleiman (2011): *Application of Renneted Skim Milk as a Fat Mimetics in Nonfat Yoghurt,* Food and Nutrition Sciences 2, 541-548

Gilliland Stanley (1990): *Health and nutritional benefits from lactic acid bacteria,* FEMS Microbiology Reviews 87, 175-188

Pereira MA, Jacobs DR Jr, Van Horn L, Slattery ML, Kartashov AL, Ludwig DS (2002): *Dairy consumption, obesity and the insulin resistance syndrome in young adults*, the CARDIA study, JAMA, vol. 287, no. 16

Pihlstrom BL, Michalowicz BS, Johnson NW (2005): *Periodontal diseases*, Lancet

Radke-Mitchell Lyn, Sandine E. (1985): *Influence of Temperature on Associative Growth of Streptococcus therrnophilus and Lactobacillus bulgaricus,* Oregon Agricultural Experiment Station, vol. 366, 1809–20

Rawson Helen, Marshall Valerie (1997): *Effect of 'ropy' strains of Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus and Streptococcus thermophilus on rheology of stirred yogurt,* International Journal of Food Science and Technology 32, 213–220

Schiraldi Chiara, Adduci Vincenzo, Valli Vivien, Maresca Carmelina, Giuliano Mariateresa, Lamberti Monica , Cartenì Maria, Mario De Rosa (2002): *High Cell Density Cultivation of Probiotics and Lactic Acid Production,* Biotechnology and Molecular Biology Section, Department of Experimental Medicine, Faculty of Medicine, Second University of Naples

Shaker R.R, Jumah R.Y, Abu-Jdayil B. (2000): *Rheological properties of plain yogurt during coagulation process: impact of fat content and preheat treatment of milk,* Journal of Food Engineering 44, 175-180

Soukoulis C., Panagiotidis P., Koureli R., Tzia C. (2007): *Industrial Yogurt Manufacture: Monitoring of Fermentation Process and Improvement of Final Product Quality,* J. Dairy Science, 90, 2641–2654

Yildiz Fatih (2009) - *Development and Manufacture of Yogurt and Other Functional Dairy Products,* CRC Press

Zemel MB (2002): *Regulation of adiposity and obesity risk by dietary calcium: mechanisms and implications.* J Am Coll Nutr., 21, 146S-151S

Διαδίκτυο

http://www.womenonly.gr/article.asp?catid=13751&subid=2&pubid=4427593 - Ιστορία του γάλακτος

http://www.swsti-diatrofi.com/search?updated-max=2009-11-15T06:08:00-08:00&max-results=20&reverse-paginate=true - Ιστορία του γιαουρτιού

http://www.cheesenet.gr/greek/history.swf - Ιστορία του τυριού

http://www.iama.gr/ethno/ksanthi/tsakalidou.htm

http://www.foodbites.eu/i15/index.php?option=com_content&view=article&id=1342&catid=117&Itemid=73&lang=el (του Δρ. Θεόφιλου Μασούρα, Επίκουρου Καθ. Γαλακτοκομίας)