



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΧΗΜΕΙΑΣ

ΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΑΓΕΛΑΔΙΝΩΝ ΣΤΡΑΓΓΙΣΤΩΝ ΓΙΑΟΥΡΤΙΩΝ



Μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία στο πλαίσιο του ΠΜΣ Χημείας, του Τμήματος Χημείας, του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, με κατεύθυνση στην Αναλυτική Χημεία, Χημεία και Τεχνολογία Περιβάλλοντος και Τροφίμων

ΧΛΗ ΣΟΦΙΑ

ΧΗΜΙΚΟΣ

ΙΩΑΝΝΙΝΑ 2023

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στο πλαίσιο του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών (ΠΜΣ) στη Χημεία, του Τμήματος Χημείας, του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, με κατεύθυνση στην «Αναλυτική Χημεία, Χημεία και Τεχνολογία Περιβάλλοντος και Τροφίμων».

Αντικείμενο της μελέτης αποτέλεσαν τα γαλακτοκομικά προϊόντα, και ιδιαίτερα το αγελαδινό στραγγιστό γιαούρτι, λόγω της διάκρισης και αυξημένης ζήτησής του από τους καταναλωτές, χάρις στην ικανότητά του να παρέχει ένα ευρύ φάσμα θρεπτικών και ωφέλιμων, για την υγεία, συστατικών.

Η ανάθεση του θέματος και η επίβλεψη πραγματοποιήθηκε από τον καθηγητή κ. Ρούσση Ιωάννη, τον οποίο θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά για την καθοδήγηση καθ' όλη τη διάρκεια της διατριβής και, γενικότερα, της μεταπτυχιακής μου εκπαίδευσης.

Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω, από καρδιάς, τους συναδέλφους μου για την εξαιρετική συνεργασία και στήριξη, καθώς και για τις αξέχαστες στιγμές που περάσαμε.

Ευχαριστίες θα ήθελα να εκφράσω και στις βιομηχανίες ΔΩΔΩΝΗ, ΖΑΓΟΡΙ, ΚΡΙ – ΚΡΙ και ΟΛΥΜΠΟΣ, για την παροχή δειγμάτων για τη διεξαγωγή της πειραματικής διαδικασίας.

Τέλος, οφείλω το μεγαλύτερο ευχαριστώ στην οικογένειά μου και στους δικούς μου ανθρώπους, για την εμπιστοσύνη και στήριξή τους σε αυτή μου τη διαδρομή.

Η παρούσα μελέτη εκπονήθηκε στο πλαίσιο της πράξης «Ανάπτυξη ερευνητικών υποδομών για τον σχεδιασμό, την παραγωγή και την ανάδειξη των χαρακτηριστικών ποιότητας και ασφάλειας αγροδιατροφικών και βιολειτουργικών προϊόντων (ΕΥ-ΑΓΡΟΔΙΑΤΡΟΦΗ)» (MIS 5047235) που εντάσσεται στη δράση «Ενίσχυση των Υποδομών Έρευνας και Καινοτομίας» και χρηματοδοτείται από το Επιχειρησιακό Πρόγραμμα «Ανταγωνιστικότητα, Επιχειρηματικότητα και Καινοτομία» στο πλαίσιο του ΕΣΠΑ 2014-2020, με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης).

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία μελετήθηκε η επίδραση του χρόνου συντήρησης αγελαδινών στραγγιστών γιαουρτιών σε χαρακτηριστικά της ποιότητάς τους. Επίσης, αποτιμήθηκαν χαρακτηριστικά ποιότητας αγελαδινών στραγγιστών γιαουρτιών από μονάδες που βρίσκονται στην Ήπειρο, στη Μακεδονία και τη Θεσσαλία.

Κατά τη διατήρηση των στραγγιστών γιαουρτιών, παρατηρήθηκε μείωση της συναίρεσης, κατά τους αρχικούς χρόνους, ενώ, σε μεταγενέστερους χρόνους, παρέμενε σταθερή. Η συγκέντρωση των πεπτιδίων και αμινοξέων, στο υδατικό εκχύλισμα αυξήθηκε. Η αντιοξειδωτική δράση, στο υδατικό εκχύλισμα, παρουσίασε αύξηση (μέθοδος Folin), ενώ στο μεθανολικό εκχύλισμα, δεν εμφάνιζε συστηματική μεταβολή. Χαρακτηριστικές, πτητικές ενώσεις των γιαουρτιών, παρουσίαζαν μεταβολές της συγκέντρωσής τους, ωστόσο ανιχνεύονταν μέχρι και την 60η ημέρα. Η συγκέντρωση των πτητικών οξέων δεν μεταβλήθηκε με το χρόνο. Το οξικό οξύ δεν ανιχνεύθηκε στα φρέσκα στραγγιστά γιαούρτια. Η συγκέντρωση των τερπενικών ενώσεων παρατηρήθηκε ότι μειώθηκε με το χρόνο.

Τα στραγγιστά γιαούρτια διαφορετικής γεωγραφικής προέλευσης παρουσίασαν διαφοροποιήσεις ως προς τη συναίρεση, τη συγκέντρωση των πεπτιδίων και αμινοξέων, στο υδατικό εκχύλισμα και την αντιοξειδωτική δράση, στο υδατικό και μεθανολικό εκχύλισμα. Οι διαφορές αυτές αποδίδονται κυρίως στις τεχνολογίες παραγωγής που εφαρμόζονται από την εκάστοτε βιομηχανική μονάδα. Παρατηρήθηκαν επίσης, διαφοροποιήσεις στη συγκέντρωση ορισμένων τερπενικών ενώσεων στα στραγγιστά γιαούρτια της Ηπείρου, οι οποίες, πιθανώς, να σχετίζονται με τη γεωγραφική προέλευση του γάλακτος που χρησιμοποιήθηκε για την παραγωγή τους, ωστόσο αυτό κρίζει περαιτέρω μελέτης.

Τέλος, παρατηρήθηκε ότι τα στραγγιστά γιαούρτια με τα χαμηλότερα λιπαρά διέθεταν υψηλότερη συναίρεση, υψηλότερη ή παρόμοια συγκέντρωση πεπτιδίων και αμινοξέων, στο υδατικό εκχύλισμα, ενώ δεν παρουσίαζαν συστηματική μεταβολή της αντιοξειδωτικής δράσης, στο υδατικό εκχύλισμα όπως και στο μεθανολικό εκχύλισμα.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ	1
1. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....	2
1.1. Γάλα	2
1.2. Γιαούρτι.....	3
1.3. Στραγγιστό γιαούρτι.....	4
1.4. Ιστορικά δεδομένα.....	4
1.5. Οφέλη της κατανάλωσης γάλακτος και γιαουρτιού στην ανθρώπινη υγεία	6
1.5.1. Υγεία οστών και δοντιών	6
1.5.2. Υγεία του εντέρου	7
1.5.3. Αντιμικροβιακή δράση.....	8
1.5.4. Επίδραση έναντι του διαβήτη τύπου 2	8
1.5.5. Επίδραση στο σωματικό βάρος	8
1.5.6. Ενίσχυση πέψης της λακτόζης.....	9
1.5.7. Πρόληψη έναντι καρδιαγγειακών παθήσεων.....	10
1.5.8. Πρόληψη έναντι της υπέρτασης.....	10
1.5.9. Αντικαρκινική δράση.....	10
1.6. Βιοδραστικά συστατικά γάλακτος και γιαουρτιού.....	11
1.6.1. Βιοδραστικά συστατικά γάλακτος	12
1.6.1.1. Βιοδραστικές πρωτεΐνες και πεπτίδια	13
1.6.1.2. Βιοδραστικά λιπίδια γάλακτος.....	16
1.6.1.3. Αυξητικοί παράγοντες	17
1.6.2. Βιοδραστικά συστατικά κλασσικού και στραγγιστού γιαουρτιού	17
1.6.2.1. Προβιοτικά και πρεβιοτικά	18
1.6.2.2. Λοιπά βιοδραστικά συστατικά γιαουρτιού	19
1.7. Πτητικά συστατικά	20
1.7.1. Πτητικά συστατικά και αρώματα αγελαδινού γάλακτος.....	21
1.7.2. Πτητικά συστατικά γιαουρτιού και στραγγιστού γιαουρτιού	22
1.8. Αρχές μεθόδων ανάλυσης γάλακτος και στραγγιστού γιαουρτιού	25
1.8.1. Ογκομετρούμενη οξύτητα.....	25
1.8.2. Λακτόζη	25
1.8.3. Λίπος.....	26
1.8.4. Πρωτεΐνες - Μέθοδος της φορμόλης.....	26
1.8.5. Στερεό υπόλειμμα	26
1.8.6. Συναίρεση στραγγιστού γιαουρτιού.....	27
1.1.1. Πεπτίδια και αμινοξέα - Μέθοδος Lowry.....	27

1.1.2.	Πεπτίδια και αμινοξέα - Μέθοδος Bradford	28
1.1.3.	Αντιοξειδωτική δράση - Μέθοδος Folin.....	29
1.1.4.	Προσδιορισμός αντιοξειδωτικής δράσης – Μέθοδος FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power)	30
1.1.5.	Μέθοδος αποτίμησης της ικανότητας δέσμευσης της ελεύθερης ρίζας DPPH.....	31
1.1.6.	Προσδιορισμός πτητικών ενώσεων με αέρια χρωματογραφία (SPME-GS/MS)....	32
1.2.	Σκοπός	34
2.	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....	35
2.1.	Δείγματα	35
2.2.	Όργανα και συσκευές	37
2.3.	Αντιδραστήρια και υλικά.....	38
2.4.	Μέθοδοι	39
2.4.1.	Μέθοδοι ανάλυσης βασικής σύστασης γάλακτος	39
2.4.1.1.	pH γάλακτος.....	39
2.4.1.2.	Ειδικό βάρος.....	39
2.4.1.3.	Ογκομετρούμενη οξύτητα.....	39
2.4.1.4.	Λακτόζη	40
2.4.1.5.	Λίπος	41
2.4.1.6.	Πρωτεΐνες - Μέθοδος φορμόλης.....	42
2.4.1.7.	Στερεό υπόλειμμα	42
2.4.1.8.	Τέφρα.....	43
2.4.2.	Λήψη υδατικού εκχυλίσματος γάλακτος για εφαρμογή φωτομετρικών μεθόδων..	43
2.4.2.1.	Μέθοδος Lowry	44
2.4.2.2.	Μέθοδος Bradford.....	45
2.4.2.3.	Μέθοδος Folin.....	46
2.4.2.4.	Μέθοδος FRAP	48
2.4.3.	Μέθοδοι ανάλυσης βασικών χαρακτηριστικών στραγγιστού γιαουρτιού	49
2.4.3.1.	pH στραγγιστού γιαουρτιού.....	49
2.4.3.2.	Ογκομετρούμενη οξύτητα	50
2.4.3.3.	Λακτόζη	50
2.4.3.4.	Λίπος	50
2.4.3.5.	Πρωτεΐνες - Μέθοδος φορμόλης.....	50
2.4.3.6.	Στερεό υπόλειμμα	50
2.4.3.7.	Τέφρα.....	50

2.4.3.8.	Συναίρεση.....	51
2.4.4.	Λήψη υδατικού εκχυλίσματος στραγγιστού γιαουρτιού για εφαρμογή φωτομετρικών μεθόδων.....	51
2.4.4.1.	Μέθοδο Bradford.....	52
2.4.4.2.	Μέθοδο Lowry	52
2.4.4.3.	Μέθοδος Folin.....	52
2.4.4.4.	Μέθοδος FRAP	52
2.4.5.	Λήψη μεθανολικού εκχυλίσματος στραγγιστού γιαουρτιού	53
2.4.5.1.	Μέθοδος αποτίμησης της ικανότητας δέσμευσης της ελεύθερης ρίζας DPPH.....	53
2.4.6.	Ημιοποσοτικός προσδιορισμός πτητικών ενώσεων γάλακτος και στραγγιστού γιαουρτιού.....	54
2.5.	Στατιστική επεξεργασία.....	55
3.	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	56
3.1.	Χαρακτηρίστηκα ποιότητας αγελαδινού στραγγιστού γιαουρτιού κατά τη διατήρησή του.....	56
3.1.1.	Βασική σύσταση γάλακτος και στραγγιστού γιαουρτιού.....	56
3.1.2.	Αναλύσεις υδατικού εκχυλίσματος γάλακτος	58
3.1.2.1.	Πεπτίδια και αμινοξέα υδατικού εκχυλίσματος.....	58
3.1.2.2.	Αντιοξειδωτική δράση υδατικού εκχυλίσματος	59
3.1.3.	Πτητικές ενώσεις.....	59
3.1.4.	pH και ογκομετρούμενη οξύτητα στραγγιστού γιαουρτιού	61
3.1.5.	Συναίρεση στραγγιστού γιαουρτιού.....	63
3.1.6.	Αναλύσεις υδατικού και μεθανολικού εκχυλίσματος στραγγιστού γιαουρτιού	64
3.1.6.1.	Πεπτίδια και αμινοξέα υδατικού εκχυλίσματος.....	64
3.1.6.2.	Αντιοξειδωτική δράση υδατικού εκχυλίσματος	66
3.1.6.3.	Αντιοξειδωτικής δράσης μεθανολικού εκχυλίσματος	68
3.1.7.	Πτητικές ενώσεις.....	70
3.2.	Χαρακτηριστικά ποιότητας αγελαδινών στραγγιστών γιαουρτιών διαφορετικής γεωγραφικής προέλευσης	74
3.2.1.	Βασική σύσταση στραγγιστών γιαουρτιών	74
3.2.2.	Χαρακτηριστικά ποιότητας αγελαδινών στραγγιστών γιαουρτιών, με 2% λιπαρά και διαφορετικής γεωγραφικής προέλευσης.....	76
3.2.2.1.	pH και ογκομετρούμενη οξύτητα	76
3.2.2.2.	Συναίρεση.....	77
3.2.2.3.	Αναλύσεις υδατικού και μεθανολικού εκχυλίσματος	78
3.2.2.4.	Πτητικές ενώσεις.....	84

3.2.3.	Χαρακτηριστικά ποιότητας αγελαδινών στραγγιστών γιαουρτιών, με 5 - 6% λιπαρά και διαφορετικής γεωγραφικής προέλευσης	85
3.2.3.1.	pH και ογκομετρούμενη οξύτητα	86
3.2.3.2.	Συναίρεση	86
3.2.3.3.	Αναλύσεις υδατικού και μεθανολικού εκχυλίσματος	87
3.2.3.4.	Πτητικές ενώσεις	91
3.2.4.	Χαρακτηριστικά ποιότητας αγελαδινών στραγγιστών γιαουρτιών, με 8% λιπαρά και διαφορετικής γεωγραφικής προέλευσης	92
3.2.4.1.	pH και ογκομετρούμενη οξύτητα	92
3.2.4.2.	Συναίρεση	93
3.2.4.3.	Αναλύσεις υδατικού και μεθανολικού εκχυλίσματος	94
3.2.4.4.	Πτητικές ενώσεις	97
3.3.	Χαρακτηριστικά ποιότητας αγελαδινών στραγγιστών γιαουρτιών διαφορετικής περιεκτικότητας λιπαρών	99
3.3.1.	pH και ογκομετρούμενη οξύτητα	99
3.3.2.	Συναίρεση	101
3.3.3.	Αναλύσεις υδατικού και μεθανολικού εκχυλίσματος	102
3.3.3.1.	Πεπτίδια και αμινοξέα υδατικού εκχυλίσματος	102
3.3.3.2.	Αντιοξειδωτική δράση υδατικού εκχυλίσματος	105
3.3.3.3.	Αντιοξειδωτική δράση μεθανολικού εκχυλίσματος	108
3.3.4.	Πτητικές ενώσεις	109
	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	114
4.	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	116

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

ΓΔ2: αγελαδινό γάλα που χρησιμοποιήθηκε για την παραγωγή του 'Ηπειρώτικου στραγγιστού γιαουρτιού'' αγελάδας με 2% λιπαρά, της εταιρίας ΔΩΔΩΝΗ Α.Ε.

ΓΔ6: αγελαδινό γάλα που χρησιμοποιήθηκε για την παραγωγή του 'Ηπειρώτικου στραγγιστού γιαουρτιού'' αγελάδας με 6% λιπαρά, της εταιρίας ΔΩΔΩΝΗ Α.Ε.

Δ2: 'Ηπειρώτικο στραγγιστό γιαούρτι'' αγελάδας με 2% λιπαρά, της εταιρίας ΔΩΔΩΝΗ Α.Ε.

Δ6: 'Ηπειρώτικο στραγγιστό γιαούρτι'' αγελάδας με 6% λιπαρά, της εταιρίας ΔΩΔΩΝΗ Α.Ε.

Ζ2: Αγελαδινό στραγγιστό γιαούρτι με 2% λιπαρά, της εταιρίας ΖΑΓΟΡΙ, ΜΠΟΥΤΣΙΚΟΣ, Χ., - Α. ΝΤΟΥΜΑΣ Ο.Ε.

Ζ8: Αγελαδινό στραγγιστό γιαούρτι με 8% λιπαρά, της εταιρίας ΖΑΓΟΡΙ, ΜΠΟΥΤΣΙΚΟΣ, Χ., - Α. ΝΤΟΥΜΑΣ Ο.Ε.

ΚΚ2: Αγελαδινό στραγγιστό γιαούρτι με 2% λιπαρά, της εταιρίας ΚΡΙ ΚΡΙ Α.Ε.

ΚΚ8: Αγελαδινό στραγγιστό γιαούρτι με 8% λιπαρά, της εταιρίας ΚΡΙ ΚΡΙ Α.Ε.

Ο2: Αγελαδινό στραγγιστό γιαούρτι με 2% λιπαρά, της εταιρίας ΟΛΥΜΠΟΣ Α.Ε.

Ο5: Αγελαδινό στραγγιστό γιαούρτι με 5% λιπαρά, της εταιρίας ΟΛΥΜΠΟΣ Α.Ε.

3Η: 3η ημέρα από την ημέρα παραγωγής του στραγγιστού γιαουρτιού.

20Η: 20η ημέρα από την ημέρα παραγωγής του στραγγιστού γιαουρτιού.

40Η: 40η ημέρα από την ημέρα παραγωγής του στραγγιστού γιαουρτιού.

60Η: 60η ημέρα από την ημέρα παραγωγής του στραγγιστού γιαουρτιού.

1. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

1.1. Γάλα

Το γάλα είναι το έκκριμα του μαστικού αδένος των θηλυκών θηλαστικών και παρέχει σχεδόν όλα τα συστατικά που είναι απαραίτητα για τη διατήρηση της ζωής. Το προϊόν αυτό προορίζεται για κατανάλωση ως πόσιμο γάλα ή ως προϊόντα γάλακτος. Είναι λευκό ή κιτρινόλευκο, αδιαφανές υγρό. Το χρώμα του επηρεάζεται από τη σκέδαση και την απορρόφηση του φωτός, από τα λιποσφαίρια και τα μικύλια της πρωτεΐνης. Η γεύση του ανεπεξέργαστου ή ήπια παστεριωμένου γάλακτος είναι ήπια και ελαφρώς γλυκιά, ενώ η οσμή χαρακτηρίζεται ως αρκετά αδύναμη.

Το γάλα χαρακτηρίζεται ως ένα ιδιαίτερα πολύπλοκο φυσικοχημικά σύστημα, αποτελούμενο από ένα μεγάλο αριθμό συστατικών που βρίσκονται σε διαφορετικές φάσεις και καταστάσεις και με τη βοήθεια ισορροπίας δυνάμεων επιτυγχάνεται η σταθερότητα του. Ωστόσο εύκολα μπορεί να αποσταθεροποιηθεί και να καταλήξει σε διαχωρισμένες ή αλλοιωμένες καταστάσεις (1,2).

Η σύσταση του γάλακτος ποικίλει σε σημαντικό βαθμό και επηρεάζεται σημαντικά από παράγοντες όπως το ζώο προέλευσής του, την ηλικία του, την τροφή του, και εμμέσως από την περιοχή και την εποχή, καθώς και από γενετικούς παράγοντες. Ωστόσο, σε όλες τις περιπτώσεις, το κύριο συστατικό του είναι το νερό, με ποσοστό 63-87%. Το λίπος, οι πρωτεΐνες, η λακτόζη, τα οργανικά οξέα, τα ανόργανα συστατικά, οι βιταμίνες, τα ιχνοστοιχεία και τα ένζυμα αποτελούν άλλα κύρια συστατικά του. Το λίπος του γάλακτος αποτελείται 95 – 96 % από τριγλυκερόλες και χαρακτηρίζεται από σχετικά υψηλή περιεκτικότητα σε χαμηλού μοριακού βάρους λιπαρά οξέα, με κύριο το βουτανοϊκό οξύ. Οι πρωτεΐνες του γάλακτος χωρίζονται στις καζεΐνες και τις πρωτεΐνες του ορού γάλακτος. Το καζεϊνικό κλάσμα αποτελεί το μεγαλύτερο ποσοστό των πρωτεϊνών, ενώ η λακτογλοβουλίνη και η α-λακταλβουμίνη αποτελούν τις κύριες πρωτεΐνες του ορού γάλακτος. Οι πρωτεΐνες του γάλακτος είναι εξαιρετικής ποιότητας, λόγω της υψηλής περιεκτικότητας των καζεϊνών και των πρωτεϊνών του ορού γάλακτος σε βασικά αμινοξέα. Το κύριο ζάχαρο του γάλακτος είναι η λακτόζη, η οποία αποτελεί το 4 – 6 % του γάλακτος, ενώ το κιτρικό οξύ είναι το βασικό οργανικό οξύ. Οξέα όπως το γαλακτικό και οξικό οξύ είναι προϊόντα αποικοδόμησης της λακτόζης (1, 2, 3, 4).

Το γάλα συνήθως πριν την διάθεσή του στους καταναλωτές υφίσταται διάφορα στάδια επεξεργασίας. Το γάλα που διατίθεται στην αγορά διακρίνεται σε διάφορες κατηγορίες. Το πλήρες, το γάλα χαμηλής λιποπεριεκτικότητας και το αποβουτυρωμένο είναι μερικές από αυτές (1,2).

1.2. Γιαούρτι

Ως γιαούρτι ορίζεται το προϊόν ζύμωσης του γάλακτος, που προκύπτει κατά τη ζύμωση της λακτόζης προς γαλακτικό οξύ, λόγω της παρουσίας του *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus* και του *Streptococcus salvarius ssp. thermophilus*. Συχνά προστίθενται και άλλα είδη γαλακτικών βακτηρίων (LAB) για να δώσουν στο τελικό προϊόν μοναδικά χαρακτηριστικά. Άλλα βακτήρια που χρησιμοποιούνται συνήθως για την παραγωγή γιαουρτιού είναι τα *Lactobacillus helveticus*, *Lactobacillus casei* και *Lactobacillus jugurti*, αλλά και μερικά είδη *Bifidobacterium*. Επίσης, κατά τη γαλακτική ζύμωση σχηματίζονται και υποπροϊόντα, σε μικρές συγκεντρώσεις, που προσδίδουν το συγκεκριμένο άρωμα και γεύση του. Η υφή, η γεύση και το άρωμα αποτελούν κύρια ποιοτικά χαρακτηριστικά του. Το γιαούρτι είναι συνήθως λείο και παχύρρευστο και έχει χαρακτηριστική όξινη γεύση.

Τα συστατικά του γιαουρτιού προέρχονται, σε μεγάλο βαθμό, από το γάλα παρασκευής του. Είναι πλούσιο σε βιταμίνες και μέταλλα και παρέχει μια εξαιρετική πηγή ασβεστίου και πρωτεΐνης. Η περιεκτικότητα του γιαουρτιού σε λίπος και στερεό υπόλειμμα είναι περίπου 10% μεγαλύτερη από την περιεκτικότητα του γάλακτος από το οποίο προέρχεται. Το κύριο οξύ του γιαουρτιού είναι τα γαλακτικά οξύ που προκύπτει από τη ζύμωση της λακτόζης από τα γαλακτικά βακτήρια.

Το γιαούρτι και άλλα προϊόντα γάλακτος που έχουν υποστεί ζύμωση περιέχουν υψηλότερη συγκέντρωση πρωτεϊνών από το γάλα και, συνεπώς, το γιαούρτι αποτελεί καλύτερη πηγή πρωτεΐνης. Επίσης, η θερμική επεξεργασία του γάλακτος και η δράση των βακτηρίων εκκίνησης, κατά την παραγωγή γιαουρτιού, προκαλούν τη διάσπαση των πρωτεϊνών του γάλακτος, γεγονός που οδηγεί σε αυξημένα επίπεδα πεπτιδίων, ελεύθερων αμινοξέων και μη πρωτεϊνικού αζώτου.

Σήμερα, υπάρχει, παγκοσμίως, μια μεγάλη ποικιλία διαφορετικών τύπων γιαουρτιού. Τα διαφορετικά είδη γιαουρτιού παρασκευάζονται μεταβάλλοντας τις συνθήκες επεξεργασίας και τη σύσταση του γάλακτος που χρησιμοποιείται ως βάση. Ορισμένα από τα πιο γνωστά είδη είναι το κλασσικό γιαούρτι, το στραγγιστό γιαούρτι

ή αλλιώς ελληνικό γιαούρτι, τα επιδόρπια γιαουρτιού, τα πόσιμο γιαούρτι, το κεφίρ, το frozen yogurt κ.α. (5, 6, 7).

1.3. Στραγγιστό γιαούρτι

Το στραγγιστό γιαούρτι αποτελεί περίπου το 50% της συνολικής αγοράς γιαουρτιού. Το γιαούρτι αυτού του τύπου παραδοσιακά παρασκευάζεται με στράγγιση του ζυμωμένου κρύου τυροπήγματος του γιαουρτιού, για να απομακρυνθεί ο ορός του γάλακτος, χρησιμοποιώντας μια υφασμάτινη σακούλα μέχρι να επιτευχθεί ένα επιθυμητό επίπεδο στερεών. Σήμερα, η διαδικασία αυτή επιτυγχάνεται με φυγοκέντρηση και διήθηση. Συνεπώς, το στραγγιστό γιαούρτι πρόκειται για συμπυκνωμένο γιαούρτι, που έχει γίνει απομάκρυνση μέρους του ορού του γάλακτος, γεγονός που συμβάλει στη παράταση του χρόνου ζωής του προϊόντος.

Το στραγγιστό γιαούρτι παρασκευάζεται, παραδοσιακά, από πλήρες γάλα, συμπληρωμένο με κρέμα για την τυποποίηση του επιπέδου του λίπους στο 7%. Μετά την ολοκλήρωση της ζύμωσης, το γιαούρτι συμπυκνώνεται όλη τη νύχτα στους 4°C. Λόγω της αποστράγγισης του ορού γάλακτος, τα συνολικά στερεά αυξάνονται από 14 % σε 21 – 23 %. Αυτό οδηγεί σε ένα εξαιρετικά παχύρρευστο προϊόν. Η περιεκτικότητα σε λιπαρά αυτού του τύπου γιαουρτιού ανέρχεται περίπου στο 10 %. Η υψηλή περιεκτικότητα σε λιπαρά προσδίδει κρεμώδη υφή και μετριάζει την όξινη γεύση. Η ζυμωμένη πρωτεΐνη επίσης συμπυκνώνεται και συμβάλλει στη λεία υφή.

Σημαντικά πλεονεκτήματα του στραγγιστού γιαουρτιού είναι η υψηλότερη περιεκτικότητά του σε πρωτεΐνες, σε σχέση με τα κλασσικά γιαούρτι, τα αποκλειστικά φυσικά συστατικά του και η χαμηλή περιεκτικότητά του σε σάκχαρα. Το στραγγιστό περιέχει 2 - 2,5 φορές μεγαλύτερη ποσότητα πρωτεϊνών από το κανονικό γιαούρτι (5, 6, 8).

Η διαδικασία στράγγισης για την αφαίρεση του ορού γάλακτος διαφέρει από κατασκευαστή σε κατασκευαστή και ακόμη και οι μη λιπαρές ποικιλίες στραγγιστού γιαουρτιού είναι πολύ πιο παχύρρευστες, πιο πλούσιες και πιο κρεμώδεις από τα κλασσικά γιαούρτια που δεν έχουν υποστεί στράγγιση.

1.4. Ιστορικά δεδομένα

Σύμφωνα με ιστορικά δεδομένα, η παγκόσμια παραγωγή και κατανάλωση των ζυμωμένων γαλακτοκόμων προϊόντων χρονολογείται αρκετούς αιώνες παλιότερα. Η

λέξη ζύμωση ‘*fermentation*’ προήλθε από τη λατινική λέξη *fervere* και ορίστηκε αργότερα από τον Louis Pasteur ως «η ζωή χωρίς αέρα». Ιστορικά, η διαδικασία της ζύμωσης, φαίνεται να επινοήθηκε από τον άνθρωπο ως μία τεχνική συντήρησης του γάλακτος. Η αρχική ιδέα, υποστηρίζεται ότι προήλθε από τη περιοχή της Μέσης Ανατολής, ακόμα και πριν από τη φοινικική εποχή, αν και δεν υπάρχουν επίσημα δεδομένα που να το επιβεβαιώνουν. Σημαντικό ρόλο, για την επινόηση της διαδικασίας της ζύμωσης και την ανάπτυξη των ζυμούμενων γαλακτοκομικών προϊόντων σε αυτές τις περιοχές, αποτέλεσαν, οι υψηλές θερμοκρασίες του υποτροπικού κλίματος της Μέσης Ανατολής. Το κλίμα αυτό, των περίπου 40°C, είναι το βέλτιστο για την ανάπτυξη βακτηριακής καλλιέργειας στο γάλα, με αποτέλεσμα την πήξη του και το σχηματισμό γιαουρτιού και άλλων ζυμούμενων προϊόντων του.

Στην Αίγυπτο, η κατανάλωση παραδοσιακών σκευασμάτων γάλακτος που είχαν υποστεί ζύμωση όπως το laban rayeb και το laban khad χρονολογείται γύρω στο 7000 π.Χ. Οι Vedas αναφέρουν, περίπου 5000 χρόνια π.Χ., το dadhi, ένα προϊόν γάλακτος που είχε υποστεί ζύμωση και έμοιαζε με το σύγχρονο γιαούρτι. Δεδομένα αναφέρουν ότι το προϊόν αυτό φημιζόταν για τις θεραπευτικές ιδιότητες του. Ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός, ότι μέχρι και σήμερα, το dadhi ή dahi αποτελεί σημαντικό συστατικό της διατροφής στη Νότια Ασία, παράγεται στα περισσότερα ινδικά νοικοκυριά και καταναλώνεται καθημερινά. Επίσης, από τον στραγγισμό του dahi μέσω υφάσματος, λαμβάνεται το Shrikhand, το οποίο παρουσιάζει εντυπωσιακή ομοιότητα με το ελληνικού τύπου γιαούρτι.

Ωστόσο, ο επίσημος όρος ‘γιαούρτι’, για τον χαρακτηρισμό αυτού του είδους προϊόντος, πιστεύεται ότι χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά από τους Τούρκους, τον 8ο αιώνα, ο οποίος εμφανίστηκε ως ‘yoghurut’. Θεωρείται, ότι οι Τούρκοι νομάδες στην Ασία έφτιαζαν το γιαούρτι. Μία άλλη παραδοχή, ωστόσο, αναφέρει ότι το γιαούρτι πρωτοπαρασκευάστηκε ή εφευρέθηκε από τους βαλκανικούς λαούς. Το ξινόγαλο, παρασκευαζόταν από πρόβειο γάλα από τους χωρικούς της Θράκης.

Επίσης, σύμφωνα με αναφορές, καθοριστικός παράγοντας στη διάδοση του γιαουρτιού και των διαφόρων προϊόντων του, στον κόσμο, αποτέλεσε η εισβολή των Μογγόλων, των Τάρταρων και άλλων ασιατικών ηγεμόνων στη Ρωσία και την Ευρώπη.

Αναφορές σχετικές με το στραγγιστό γιαούρτι επισημαίνουν πως, για πολλά χρόνια, η παραδοσιακή παραγωγή του από νομάδες γινόταν σε σακουλάκια από δέρμα ζώων. Το δέρμα επέτρεπε την ενισχυμένη αφαίρεση του ορού γάλακτος, καθιστώντας έτσι το γιαούρτι πολύ πηχτό και με υψηλή περιεκτικότητα σε στερεά και γαλακτικό οξύ. Επίσης, υπάρχουν παρόμοιες αναφορές σε χώρες της Νότιας Ασίας όπως η Ινδία και το Νεπάλ, όπου η συμπύκνωση πραγματοποιούνταν σε πήλινο δοχείο. Στην Ελλάδα, όπως έχει ήδη αναφερθεί, παραδοσιακά, παρασκευαζόταν στραγγίζοντας τον ορό γάλακτος από γιαούρτι σε ένα υφασμάτινο πουγκί (6).

1.5. Οφέλη της κατανάλωσης γάλακτος και γιαουρτιού στην ανθρώπινη υγεία

Σύμφωνα με ιστορικά δεδομένα, η διαπίστωση των ευεργετικών λειτουργιών της κατανάλωσης των γαλακτοκομικών προϊόντων στην ανθρώπινη υγεία, ξεκίνησε από την αρχαιότητα. Από τότε, τα γαλακτοκομικά προϊόντα που έχουν υποστεί ζύμωση θεωρούνταν σημαντικά τρόφιμα για την ενίσχυση της υγείας του εντέρου. Πριν ακόμη, τεκμηριωθεί αυτό από επιστημονικές έρευνες, τα γαλακτοκομικά προϊόντα που είχαν υποστεί ζύμωση χρησιμοποιούνταν για την ανακούφιση της διάρροιας που προκαλείται από μόλυνση από παθογόνα βακτήρια. Επίσης, η κατανάλωσή τους συνδέθηκε και με άλλα οφέλη, καθώς, κατά την περσική παράδοση, θεωρήθηκε ότι η γονιμότητά και η μακροζωία του πατριάρχη Abraham οφειλόταν στη τακτική κατανάλωση γιαουρτιού. Άλλη αναφορά, επισημαίνει ότι, στις αρχές του 1500, η θεραπεία του βασιλιά Φραγκίσκου Α΄ της Γαλλίας από μια σοβαρή ασθένεια συνδέθηκε με την κατανάλωση γιαουρτιού φτιαγμένο από κατσικίσιο γάλα. Επιστημονικές αναφορές, στις αρχές του 20ου αιώνα, συσχετίζουν την καλή υγεία και μακροζωία των Βουλγάρων με την τακτική κατανάλωση μεγάλων ποσοτήτων γιαουρτιού. Ωστόσο, μέχρι και σήμερα, η υψηλή παγκόσμια κατανάλωση των γαλακτοκομικών προϊόντων, ιδιαίτερα αυτών που έχουν υποστεί ζύμωση, εξακολουθεί να συνδέεται με τα αξιοσημείωτα οφέλη που παρέχουν στην υγεία (5, 6).

1.5.1. Υγεία οστών και δοντιών

Ο διατροφικός ρόλος του γάλακτος έχει συνδεθεί, παραδοσιακά, με την παροχή βασικών και μη βασικών θρεπτικών συστατικών που σχετίζονται με τη βέλτιστη ανάπτυξη του καταναλωτή. Ωστόσο, μελέτες έχουν αποδείξει, επιπρόσθετα οφέλη για την ανθρώπινη υγεία, όπως η πρόληψη έναντι χρόνιων ασθενειών. Μεταξύ των

κυριότερων οφελών που προσδίδει η κατανάλωση του γάλακτος συμπεριλαμβάνεται η υγεία των οστών και των δοντιών. Το γάλα παρέχει βιοδιαθέσιμο ασβέστιο, φώσφορο, μαγνήσιο και πρωτεΐνη, τα οποία είναι απαραίτητα για την υγιή ανάπτυξη των οστών και τη σωματική ανάπτυξη. Συνεπώς, η κατανάλωση επαρκών ποσοτήτων γάλακτος από την πρώιμη παιδική ηλικία και καθ' όλη τη διάρκεια της ενήλικης ζωής έχει ως αποτέλεσμα γερά οστά και προστασία από σοβαρές παθήσεις, όπως η οστεοπόρωση. Επιπλέον, τόσο το ασβέστιο όσο και ο φώσφορος βοηθούν στην ανάπτυξη και διατήρηση υγιών δοντιών. Η καζεΐνη, η κύρια πρωτεΐνη του γάλακτος, σχηματίζει ένα λεπτό στρώμα στο σμάλτο των δοντιών, το οποίο παρέχει προστασία έναντι των οξέων των τροφίμων. Επίσης, συμβάλλει στη μείωση της τερηδόνας. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός ότι, αν και η ζύμωση του γάλακτος δεν μεταβάλλει την περιεκτικότητα σε μεταλλικά στοιχεία, η αξιοποίηση ορισμένων μετάλλων, όπως το ασβέστιο, ο φώσφορος και ο σίδηρος, από το ανθρώπινο σώμα πραγματοποιείται καλύτερα από το ζυμωμένο γάλα σε σύγκριση με το μη. Αυτό, πιθανώς, οφείλεται στο γεγονός, ότι κατά τη διάσπαση της καζεΐνης απελευθερώνονται πεπτίδια, όπως τα φωσφοπεπτίδια, τα οποία μπορούν να βοηθήσουν στην επιτάχυνση της απορρόφησης των μετάλλων. Σύμφωνα με μελέτες, πιστεύεται, επίσης, ότι το γαλακτικό οξύ συσχετίζεται με την περιεκτικότητα σε ασβέστιο και τη δύναμη των οστών. Επιπλέον, το όξινο pH που επικρατεί στο γιαούρτι, μετατρέπει το κolloειδές ασβέστιο στην ιοντική του μορφή, και επιτρέπει τη μεταφορά του στα κύτταρα του βλεννογόνου του εντέρου. Έτσι, η κατανάλωση γιαουρτιού βελτιώνει την υγεία των οστών και μειώνει τον κίνδυνο καταγμάτων στη μετέπειτα ζωή. Έχει, ακόμα, αναφερθεί ότι η επίδραση που προωθεί την ανάπτυξη αποδίδεται στο μικροοργανισμό *S. thermophilus*, ο οποίος, θεωρείται ότι βελτιώνει τη βιοδιαθεσιμότητα των μετάλλων του προϊόντος (6, 9, 10, 11).

1.5.2. Υγεία του εντέρου

Σε υγιή άτομα, οι αποικίες διαφόρων βακτηρίων του εντέρου υπάρχουν σε ισορροπία, ωστόσο, διάφοροι παράγοντες όπως το άγχος, η ηλικία, οι γαστρεντερικές διαταραχές και η αντιβιοτική θεραπεία μπορούν να διαταράξουν αυτή την ισορροπία, με αποτέλεσμα την εμφάνιση πεπτικών και μεταβολικών δυσλειτουργιών. Η σωστή διαίτα μπορεί να μεταβάλλει επιτυχώς το μικροβίωμα του ανθρώπινου εντέρου. Τα προϊόντα που έχουν υποστεί ζύμωση, έχει αποδειχθεί ότι ενισχύουν την μεταβολική

δραστηριότητα και τη σύνθεση της μικροχλωρίδας του εντέρου και αυτό βοηθά στη διατήρηση μιας υγιούς μικροβιακής ισορροπίας (6).

1.5.3. Αντιμικροβιακή δράση

Πολλές μελέτες αναφέρονται στις αντιμικροβιακές ιδιότητες του γιαουρτιού. Τα βακτήρια εκκίνησης του γιαουρτιού παράγουν βακτηριοσίνες. Οι βακτηριοσίνες είναι πρωτεΐνες ή πεπτίδια, τα οποία αποτελούν αντιμικροβιακές ουσίες που αναστέλλουν τα παθογόνα βακτήρια. Το *L. delbrueckii ssp. bulgaricus* παράγει βακτηριοσίνες, συμπεριλαμβανομένης της «bulgarican», η οποία έχει δείξει αντιβακτηριακή δράση. Αντιμικροβιακές ενώσεις που έχουν απομονωθεί από αποβουτυρωμένο γάλα με καλλιέργεια *L. delbrueckii ssp. bulgaricus* και *S. thermophilus* έχουν παρουσιάσει δράση έναντι μιας σειράς από οργανισμών συμπεριλαμβανομένων της σαλμονέλας, της *Shigella*, του *Escherichia coli* και της ψευδομονάδας. Αρκετοί γαλακτοβάκιλλοι παράγουν, επίσης, υπεροξειδίο του υδρογόνου, το οποίο θεωρείται αντιμικροβιακός παράγοντας (6).

1.5.4. Επίδραση έναντι του διαβήτη τύπου 2

Αντικείμενο πολυάριθμων μελετών αποτελεί η συσχέτιση της τακτικής κατανάλωσης γαλακτοκομικών προϊόντων με τη μείωση εμφάνισης του διαβήτη τύπου 2. Πιστεύεται ότι η υψηλή περιεκτικότητα των τροφίμων αυτών σε ασβέστιο και μαγνήσιο είναι ο κυριότερος παράγοντας για αυτό το αποτέλεσμα, ωστόσο, προς το παρόν, δεν υπάρχουν εντελώς σαφείς ενδείξεις. Μία σχετική μελέτη, αποτελεί η έρευνα της κοινοπραξίας InterAct (2012), όπου συμμετείχαν πάνω 16.000 άτομα, διαφορετικού φύλου, από 8 ευρωπαϊκές χώρες και εξέτασαν τη συσχέτιση της κατανάλωσης γαλακτοκομικών προϊόντων διαφόρων τύπων και του κινδύνου εμφάνισης διαβήτη. Το συμπέρασμα που προέκυψε ήταν ότι δεν υπάρχει καμία συσχέτιση του κινδύνου εμφάνισης διαβήτη με την κατανάλωση αυτών των προϊόντων και μάλιστα, παρατηρήθηκε μία αντίστροφη συσχέτιση της συνδυαστικής πρόσληψης ζυμούμενων γαλακτοκομικών προϊόντων με τον διαβήτη. Ωστόσο, το θέμα χρίζει περεταίρω μελέτης (6, 10, 12).

1.5.5. Επίδραση στο σωματικό βάρος

Παράλληλα, υπάρχουν πολλές ενδείξεις για άμεση σχέση μεταξύ της κατανάλωσης γιαουρτιού με τη διαμόρφωση του ανθρώπινου σώματος και τον έλεγχο του βάρους καθώς και με τη μείωση της παχυσαρκίας. Σύμφωνα, με μία συγκεντρωτική έρευνα,

όπου συγκεντρώθηκαν τα δεδομένα διαφόρων μελετών, παρατηρήθηκε ότι η κατανάλωση γαλακτοκομικών προϊόντων ως μέρος μιας δίαιτας, περιορισμένων θερμίδων, σχετιζόταν με σημαντική απώλεια βάρους και σωματικού λίπους. Η παχυσαρκία, σε αρκετές περιπτώσεις, σχετίζεται με την υγεία του εντέρου. Έχει αποδειχθεί ότι ο μικροβιακός πληθυσμός του εντέρου ατόμων, που πάσχουν και μη από παχυσαρκία, είναι διαφορετικός και ότι όταν τα παχύσαρκα άτομα χάσουν βάρος, η μικροχλωρίδα του εντέρου τους επανέρχεται σε αυτήν των αδύνατων ατόμων. Όπως έχει ήδη αναφερθεί η κατανάλωση γιαουρτιού και λοιπόν ζυμούμενων γαλακτοκομικών προϊόντων επηρεάζει, επίσης, το μικροβιακό πληθυσμό του εντέρου διατηρώντας την απαραίτητη ισορροπία. Ένας δεύτερος, πιθανώς, μηχανισμός, βασίζεται στο γεγονός, ότι το γιαούρτι παρέχει μεγαλύτερη ποσότητα διαφόρων υδατοδιαλυτών θρεπτικών συστατικών, όπως το ασβέστιο, ανά μέγεθος μερίδας σε σχέση με το γάλα, ενώ, παράλληλα, διαθέτει, σε μεγάλη αφθονία, ορισμένα θρεπτικά συστατικά, όπως οι πρωτεΐνες του ορού γάλακτος και καζεΐνης, τα βιοενεργά πεπτίδια, τα αμινοξέα και τα λιπαρά οξέα που είναι πιο βιοδιαθέσιμα από ό,τι σε άλλες μορφές γαλακτοκομικών. Τα συστατικά αυτά έχει δείχθει ότι διευκολύνουν την απώλεια βάρους και λίπους, καθώς πιστεύεται πως υπάρχει σύνδεση μεταξύ της υψηλής πρόσληψης ασβεστίου και τη μείωσης της λιπογένεσης, της διέγερσης της διαδικασίας λιπόλυσης και της οξειδωσης των λιπιδίων (13, 14, 15, 16).

1.5.6. Ενίσχυση πέψης της λακτόζης

Πολλές είναι οι αναφορές σχετικά με τις ευεργετικές ιδιότητες της κατανάλωσης γαλακτοκομικών προϊόντων και της ενίσχυσης της πέψης της λακτόζης. Το ένζυμο λακτάση είναι υπεύθυνο για την πέψη της λακτόζης. Αν και υπάρχει στα βρέφη κατά το θηλασμό, μπορεί να εξαφανιστεί, μετά τον απογαλακτισμό. Κανονικά, ο δισακχαρίτης λακτόζη υδρολύεται σε γλυκόζη και γαλακτόζη από τη λακτάση και στη συνέχεια απορροφούνται στο λεπτό έντερο. Αρκετά άτομα, ωστόσο, όπου εμφανίζουν μειωμένη δράση της λακτάσης, υποφέρουν από δυσανεξία στη λακτόζη. Η δυσανεξία στη λακτόζη αναφέρεται σε ελλιπή πέψη της λακτόζης, με αποτέλεσμα μια επίπεδη ή χαμηλή αύξηση του σακχάρου στο αίμα μετά από κατάποση λακτόζης. Σε άτομα με δυσανεξία στη λακτόζη, η λακτόζη δεν μεταβολίζεται, ζυμώνεται από την εγγενή μικροχλωρίδα και παράγονται οργανικά οξέα, διοξείδιο του άνθρακα, μεθάνιο και υδρογόνο. Τα προϊόντα αυτά μαζί με άλλους παράγοντες προκαλούν την εμφάνιση δυσάρεστων συμπτωμάτων όπως κοιλιακά άλγη, φούσκωμα, κράμπες, διάρροια και

μετεωρισμό. Ωστόσο, έχει βρεθεί ότι άτομα με δυσανεξία στη λακτόζη, ανέχονται τη λακτόζη του γιαουρτιού καλύτερα από την ίδια ποσότητα λακτόζης στο γάλα. Αυτό αποδίδεται, αρχικά, στο γεγονός ότι ορισμένη ποσότητα της λακτόζης του γάλακτος μεταβολίζεται κατά τη ζύμωση και αφετέρου στην ύπαρξη του ένζυμου λακτάσης στην καλλιέργεια ζύμωσης, με αποτέλεσμα να διασπάται η υπόλοιπη λακτόζη εύκολα σε απορροφήσιμη γλυκόζη και γαλακτόζη. Υπάρχουν, λοιπόν, ισχυρές κλινικές ενδείξεις, ότι με την κατανάλωση γιαουρτιού βελτιώνεται η ικανότητα διαχείρισης της λακτόζης (6).

1.5.7. Πρόληψη έναντι καρδιαγγειακών παθήσεων

Σύμφωνα με δεδομένα κλινικών μελετών, η κατανάλωση γιαουρτιού και γαλακτοκομικών προϊόντων, ως μέρος μίας ισορροπημένης και υγιεινής διατροφής μπορεί να είναι ευεργετική για την πρόληψη έναντι καρδιαγγειακών παθήσεων. Μία ομάδα επιστημόνων, το 2014, συγκέντρωσε δεδομένα από 17 σχετικές μελέτες, όπου συμμετείχαν συνολικά 62.779 συμμετέχοντες και οδηγήθηκαν στο συμπέρασμα ότι η κατανάλωση γάλακτος συσχετίζεται με σχετική μείωση του κινδύνου εμφάνισης καρδιαγγειακών νόσων κατά 6%, ωστόσο, δεν προέκυψαν δεδομένα που να επιβεβαίωναν τη σύνδεσή με τη μείωση της θνησιμότητας (6, 17).

1.5.8. Πρόληψη έναντι της υπέρτασης

Έρευνες έχουν δείξει ότι η κατανάλωση γάλακτος και γιαουρτιού προλαμβάνει την υψηλή αρτηριακή πίεση. Αυτό αποδίδεται, εν μέρει, στη βιοδιαθεσιμότητα του εγγενούς ασβεστίου και καλίου. Σύμφωνα, με σχετική ανάλυση των αποτελεσμάτων ενός μεγάλου αριθμού μελετών, όπου χρησιμοποιήθηκαν τα δεδομένα περίπου 52.000 συμμετεχόντων, ηλικίας 25 - 65 ετών, επιβεβαιώθηκε ότι η κατανάλωση γάλακτος και γαλακτοκομικών προϊόντων, ιδιαίτερα αυτών με χαμηλά λιπαρά, θα μπορούσε να έχει ευεργετική επίδραση στην αρτηριακή πίεση, μειώνοντας τον κίνδυνο εμφάνισης υπέρτασης. Παρόμοια μελέτη, που διεξήχθη από ομάδα ερευνητών, επιβεβαιώνει τα παραπάνω δεδομένα, επισημαίνοντας ότι εμφανίζεται αντίστροφη συσχέτιση μεταξύ της κατανάλωσης ρευστών γαλακτοκομικών προϊόντων (γάλα και γιαούρτι) και της εμφάνισης υψηλής αρτηριακής πίεσης (6, 18, 19).

1.5.9. Αντικαρκινική δράση

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι αναφορές που υποστηρίζουν ότι τα γαλακτοκομικά προϊόντα συμβάλουν στην πρόληψη έναντι του καρκίνου. Η εμφάνιση

του καρκίνου, σχετίζεται, συχνά, με περιβαλλοντικούς παράγοντες και παράγοντες που συνδέονται με συνήθειες του τρόπου ζωής, όπως η διατροφή. Για παράδειγμα, η υψηλή κατανάλωση κρέατος σε συνδυασμό με χαμηλή πρόσληψη φυτικών ινών μπορεί να προκαλέσει το σχηματισμό αρκετών γονιδιοτοξικών ενώσεων ή μεταβολιτών, τα οποία, ακολούθως, μπορούν να οδηγήσουν στην πρόκληση καρκίνου του παχέος εντέρου. Σύμφωνα, με μία μεγάλη ευρωπαϊκή έρευνα, σχετικά με τον καρκίνο και τη διατροφή (EPIC), διερευνήθηκε η συσχέτιση της πρόσληψης γάλακτος και γιαουρτιού με τον κίνδυνο εμφάνισης καρκίνου του παχέος εντέρου. Κατά τη διάρκεια 11 ετών παρακολούθησης, 477.122 ατόμων, 4.513 άτομα παρουσίασαν καρκίνο του παχέος εντέρου. Μετά από ανάλυση των συνολικών αποτελεσμάτων, παρατηρήθηκε ότι η κατανάλωση γάλακτος συσχετιζόταν αντιστρόφως με τον κίνδυνο εμφάνισης καρκίνου του παχέος εντέρου. Αντίστροφη συσχέτιση παρατηρήθηκε και για το γιαούρτι, αλλά σε ορισμένες μόνο κατηγορίες της μελέτης. Μάλιστα, οι αντίστροφες αυτές συσχετίσεις που παρατηρήθηκαν, φάνηκε να μην επηρεάζονται από την περιεκτικότητα σε λιπαρά των προϊόντων (6, 20, 21, 22).

1.6. Βιοδραστικά συστατικά γάλακτος και γιαουρτιού

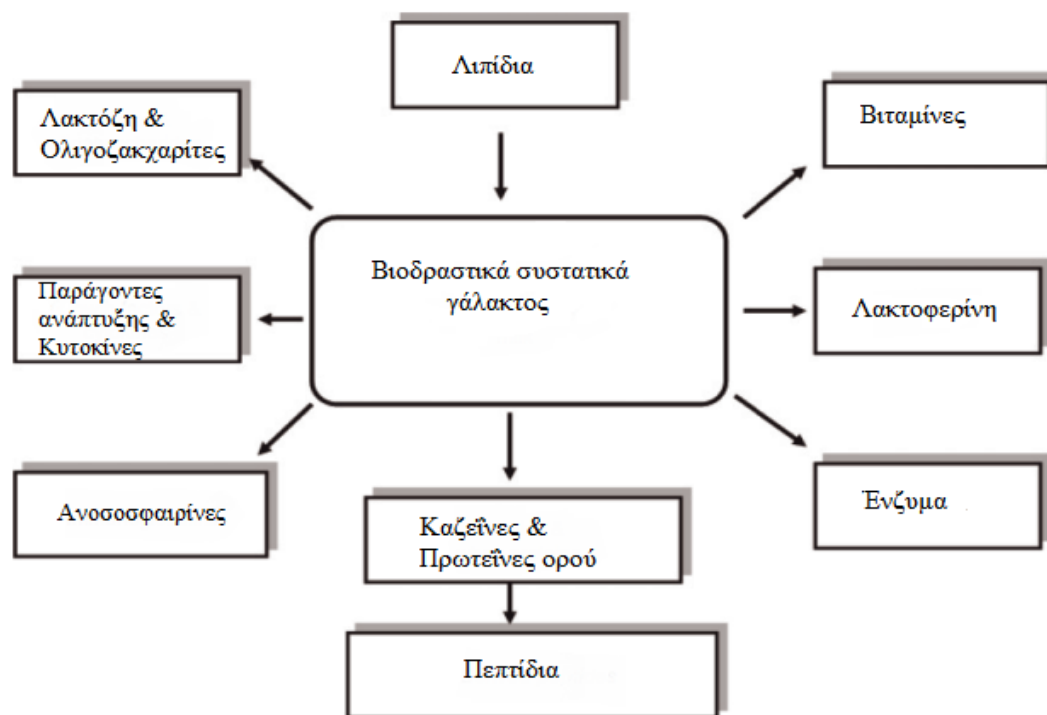
Τα τρόφιμα με βιοδραστικά συστατικά και τα λειτουργικά τρόφιμα αποτελούν, πλέον, μία δημοφιλή προσέγγιση για τη βελτίωση της ανθρώπινης διατροφής και υγείας, σε ένα περιβάλλον όπου οι ασθένειες που οφείλονται στο σύγχρονο τρόπο ζωής και η γήρανση του πληθυσμού θεωρούνται απειλή για την ευημερία της κοινωνίας. Ο όρος βιοενεργά συστατικά αναφέρεται σε ενώσεις, που είτε υπάρχουν φυσικά στα τρόφιμα είτε προκύπτουν κατά την επεξεργασία τους και μπορούν να έχουν φυσιολογικές και βιοχημικές λειτουργίες όταν καταναλώνονται από τον άνθρωπο. Οι βιοδραστικές ενώσεις έχουν την ικανότητα να αλληλοεπιδρούν με ένα ή περισσότερα συστατικά του ζωντανού ιστού παρέχοντας ένα ευρύ φάσμα ωφέλιμων επιδράσεων. Συνήθως, προέρχονται από φυτικές, ζωικές ή άλλες πηγές, όπως οι μικροοργανισμοί. Ορισμένες βασικές βιολογικές και λειτουργικές ιδιότητες που συνδέονται με τη δραστηριότητά τους αποτελούν η αντιοξειδωτική, η αντιφλεγμονώδη, η αντιδιαβητική, η αντικαρκινική, και η αντιμικροβιακή. Βιοενεργά συστατικά στα γαλακτοκομικά τρόφιμα, αποτελούν, συνήθως, συγκεκριμένες πρωτεΐνες, πεπτίδια, λιπίδια και υδατάνθρακες.

Τα γαλακτοκομικά τρόφιμα, πολλές φορές, χάρις την υψηλή περιεκτικότητά τους σε βιοδραστικά συστατικά χαρακτηρίζονται ως λειτουργικά τρόφιμα. Τα λειτουργικά

τρόφιμα, συχνά, εμφανισιακά, μοιάζουν με τα συμβατικά και καταναλώνονται ως μέρος της καθημερινής διατροφής, ωστόσο η κατανάλωσή τους παρέχει σημαντικά φυσιολογικά οφέλη και μπορεί να συμβάλει στη μείωση του κινδύνου από χρόνιες ασθένειες, μέσω των βασικών διατροφικών λειτουργιών τους (5, 23).

1.6.1. Βιοδραστικά συστατικά γάλακτος

Ορισμένα συστατικά του γάλακτος παρουσιάζουν σημαντικές βιοδράσεις και συμβάλλουν στις ευεργετικές δράσεις του προϊόντος, με αποτέλεσμα, συχνά, να θεωρείται λειτουργικό τρόφιμο. Μελέτες έχουν αποδείξει ότι η παρουσία και η αφθονία αυτών των συστατικών προσφέρουν μια μεγάλη ποικιλία από φυσιολογικές, προστατευτικές και διατροφικές λειτουργίες. Χαρακτηριστικά παραδείγματα αποτελούν οι πρωτεΐνες, οι ολιγοσακχαρίτες και τα λιπίδια, μεταξύ πολλών άλλων συστατικών που βρίσκονται σε χαμηλότερες συγκεντρώσεις. Επίσης, τα βιοδραστικά πεπτίδια που προκύπτουν από τις πρωτεΐνες του γάλακτος, συνήθως μέσω γαστρεντερικών διεργασιών είτε με τη ζύμωση ή την ωρίμανση, αποτελούν ιδιαίτερα σημαντικές βιοδραστικές ουσίες. Τα βιοδραστικά συστατικά και πεπτίδια του γάλακτος μπορούν να επηρεάσουν σημαντικά το καρδιαγγειακό, πεπτικό, ενδοκρινικό, ανοσολογικό και νευρικό σύστημα του ανθρώπου. Οι ευεργετικές επιδράσεις στην υγεία, συχνά, αποδίδονται σε αυτά τα συστατικά, τα οποία, έχει αποδειχθεί ότι εμφανίζουν αντιμικροβιακές, αντιοξειδωτικές, αντιθρομβωτικές, αντιυπερτασικές και ανοσοτροποποιητικές δράσεις. Στο παρακάτω σχήμα παρουσιάζονται οι κυριότερες κατηγορίες βιοδραστικών ενώσεων που περιέχονται στο γάλα, ενώ στη συνέχεια παρουσιάζονται περισσότερες πληροφορίες γι' αυτές (3, 5, 24, 25).



Εικόνα 1. Κατηγορίες βιοδραστικών ενώσεων γάλακτος (5).

1.6.1.1. Βιοδραστικές πρωτεΐνες και πεπτίδια

Οι κύριες πρωτεΐνες του γάλακτος είναι οι καζεΐνες και οι πρωτεΐνες του ορού γάλακτος. Οι πρωτεΐνες αυτές διακρίνονται για την υψηλή θρεπτική τους αξία. Ωστόσο, τα τελευταία χρόνια, το επιστημονικό και εμπορικό ενδιαφέρον, έχει επικεντρωθεί στις βιολογικές ιδιότητες αυτών των πρωτεϊνών. Μέσω διαφόρων μελετών, έχει αποδειχθεί ότι τα μόρια αυτά ασκούν διακριτές φυσιολογικές λειτουργίες. Επιπλέον, οι πρωτεΐνες γάλακτος παρουσιάζουν ενισχυμένες φυσιολογικές ιδιότητες λόγω των πολυάριθμων βιοδραστικών πεπτιδίων που είναι κρυπτογραφημένα εντός της πολυπεπτιδικής τους αλυσίδας. Τα βιολογικά ενεργά πεπτίδια που απελευθερώνονται από τις καζεΐνες και τις πρωτεΐνες του ορού περιέχουν 3 έως 20 αμινοξέα ανά μόριο και μπορούν να απελευθερωθούν με πρωτεόλυση κατά τη γαστρεντερική διέλευση ή κατά την επεξεργασία των τροφίμων. Ένζυμα όπως τα πεπτικά, τα πηκτικά και τα μικροβιακά ένζυμα, συνήθως μπορούν να διασπάσουν τις αρχικές πρωτεΐνες και έτσι να παραχθούν αυτές οι βιοδραστικές ενώσεις. Η αντιοξειδωτική, η αντικαρκινική, η αντιβακτηριακή και η αντιιική αποτελούν ορισμένες χαρακτηριστικές ιδιότητες αυτών (5, 26, 27, 28).

Το αγελαδινό γάλα περιέχει περίπου 3,5% πρωτεΐνη, από την οποία η καζεΐνη αποτελεί περίπου το 80%. Η καζεΐνη διασπάται περαιτέρω σε α_{s1} -, α_{s2} -, β - και κ -καζεΐνη. Η καζεΐνη διαθέτει υψηλή θρεπτική αξία, καθώς περιέχει πολύτιμα αμινοξέα, ασβέστιο, φώσφορο και πολλά ιχνοστοιχεία. Μεμονωμένα κλάσματα καζεΐνης έχει αποδειχθεί ότι είναι βιολογικά ενεργά, ενώ κυρίως αποτελούν μία καλή πηγή βιοδραστικών πεπτιδίων, τα οποία διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στο νευρικό, καρδιαγγειακό, πεπτικό και ανοσοποιητικό σύστημα. Ιδιαίτερης σημασίας αποτελούν τα αντιθρομβωτικά, αντιυπερτασικά, τα οπιοειδή, τα αντιμικροβιακά, τα καζεϊνοφωσφοπεπτίδια και τα γλυκομακροπετρίδια (26, 29, 30, 31).

Οι πρωτεΐνες του ορού γάλακτος απαρτίζουν το υπόλοιπο 20% της συνολικής πρωτεΐνης. Οι πρωτεΐνες αυτές διαφέρουν μεταξύ τους ως προς τη χημική δομή, τις λειτουργικές τους ιδιότητες και τις βιολογικές τους λειτουργίες. Οι κύριες πρωτεΐνες του ορού γάλακτος είναι οι ανοσοσφαιρίνες (IG), η α -λακταλβουμίνη (α -LA), η β -λακτοσφαιρίνη (β -LG), η λακτοφερρίνη (BLF) και η λακτοϋπεροξειδάση (LP), καθώς συνυπάρχουν και άλλα δευτερεύοντα συστατικά. Οι συγκεντρώσεις των πρωτεϊνών αυτών επηρεάζονται από διάφορους παράγοντες, όπως το τύπο του ορού γάλακτος (όξινο ή γλυκός), το ζώο προέλευσης του γάλακτος (αγελαδινό, αιγοπρόβειο ή πρόβειο), την εποχή, το τύπο της τροφής, το στάδιο της γαλουχίας και την ποιότητα της επεξεργασίας (5, 26).

Πίνακας 1. Το % ποσοστό των πρωτεϊνών του ορού αγελαδινού γάλακτος (32).

Πρωτεΐνη	% Ποσοστό
β -λακτοσφαιρίνη	52,5
α -λακταλβουμίνη	22,5
Ανοσογλοβουλίνη	12,5
Αλβουμίνη βόειου ορού (BSA)	7,5
Γλυκομακροπεπτίδιο	3,0
Λακτοφερρίνη	1,5
Λακτοπεροξειδάση	0,5
Λυσοζύμη	< 0,1

Η β -λακτοσφαιρίνη (β -Lg) είναι η κύρια πρωτεΐνη του ορού του αγελαδινού γάλακτος, αντιπροσωπεύοντας περίπου το 50 %. Η β -Lg παρέχει μια ποικιλία

λειτουργικών και διατροφικών χαρακτηριστικών, καθιστώντας την ένα πολυλειτουργικό υλικό συστατικό για πολλές εφαρμογές σε τρόφιμα και βιοχημικές εφαρμογές. Έχει αποδειχθεί πως η β-Lg αποτελεί εξαιρετική πηγή πεπτιδίων με ευρύ φάσμα βιοδράσεων, όπως αντιυπερτασική, αντιμικροβιακή, αντιοξειδωτική, αντικαρκινική, οπιοειδή, υποχοληστερολαιμική και άλλες μεταβολικές επιδράσεις (5, 33).

Η α- λακταλβουμίνη (α-La) αντιπροσωπεύει περίπου το 20 % της πρωτεΐνης του ορού γάλακτος στα βοοειδή και συντίθεται πλήρως στο μαστικό αδένα, όπου δρα ως συνένζυμο για τη βιοσύνθεση της λακτόζης. Μελέτες έχουν αποδείξει τις ευεργετικές δράσεις της, οι οποίες αποδίδονται είτε σε ολόκληρο το μορίου είτε σε πεπτιδία της μερικώς υδrolυμένης πρωτεΐνης, είτε σε αμινοξέα της. Θεωρείται καλή πηγή των απαραίτητων αμινοξέων τρυπτοφάνης και κυστεΐνης. Οι αντιυπερτασικές, οι αντιμικροβιακές, οι αντικαρκινικές, οι οπιοειδείς και οι πρεβιοτικές βιοδράσεις έχουν συσχετιστεί με τη δράση της (5, 33).

Οι ανοσοσφαιρίνες (Ig) φέρουν τη βιολογική λειτουργία των αντισωμάτων και υπάρχουν στο πρωτόγαλα όλων των θηλαστικών για την παροχή παθητικής ανοσίας έναντι των παθογόνων που εισβάλουν στον οργανισμό. Αποτελούν περίπου το 70 - 80 % της συνολικής περιεκτικότητας σε πρωτεΐνες στο πρωτόγαλα, ενώ στο γάλα αντιπροσωπεύουν μόνο το 1 – 2 % της ολικής πρωτεΐνης. Διαθέτουν τη δυνατότητα παρεμπόδισης της προσκόλλησης των μικροβίων, αναστολής του βακτηριακού μεταβολισμού, αύξησης της φαγοκυττάρωσης των βακτηρίων, εξουδετέρωσης των βακτηρίων, των τοξινών και των ιών (5, 34).

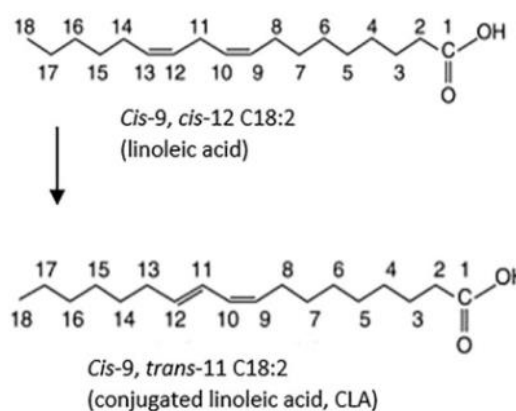
Η λακτοφερρίνη (LF) είναι γλυκοπρωτεΐνη που δεσμεύει τον σίδηρο και βρίσκεται στο πρωτόγαλα, στο γάλα και σε άλλες εκκρίσεις του σώματος και στα κύτταρα των περισσότερων ειδών θηλαστικών. Η πρωτεΐνη αυτή θεωρείται ότι είναι ένα σημαντικό αμυντικό μόριο έναντι ξενιστών και παρουσιάζει ένα μεγάλο αριθμό βιοδράσεων, όπως αντιμικροβιακές, αντιοξειδωτικές, αντιφλεγμονώδεις, αντικαρκινικές και ανοσορρυθμιστικές βιοδράσεις. Επιπλέον, από την διάσπαση της προκύπτουν αρκετά βιοδραστικά πεπτιδία (32, 35, 36).

Η λακτοϋπεροξειδάση (LP) είναι μια γλυκοπρωτεΐνη που απαντάται φυσικά στο πρωτόγαλα, το γάλα και πολλές άλλες εκκρίσεις του ζώου και αποτελεί το πιο άφθονο ένζυμο του γάλακτος. Το ένζυμο αυτό καταλύει την υπεροξειδωση του θειοκυανικού

ανιόντος και ορισμένων αλογονιδίων, παρουσία πηγής υπεροξειδίου του υδρογόνου, για τη δημιουργία βραχείας διάρκειας προϊόντων οξείδωσης του SCN^- , κυρίως υποθειοκυανικού (OSCN^-), τα οποία σκοτώνουν ή αναστέλλουν την ανάπτυξη πολλών ειδών μικροοργανισμών. Το υποθειοκυανικό ανιόν προκαλεί οξείδωση ομάδων σουλφυδρυλίου μικροβιακών ενζύμων και άλλων πρωτεϊνών της μεμβράνης που οδηγούν σε αναστολή της ανάπτυξης ή θανάτωση των ευαίσθητων μικροοργανισμών (5, 37).

1.6.1.2. Βιοδραστικά λιπίδια γάλακτος

Περισσότερα από 400 λιπαρά οξέα, διαφορετικής χημικής σύστασης, απαρτίζουν το λίπος του αγελαδινού γάλακτος και στην πλειοψηφία τους εμφανίζονται υπό την μορφή τριγλυκεριδίων. Το συζυγιακό λινολεϊκό οξύ (CLA) αναφέρεται σε ένα σύνολο ισομερών θέσεων και γεωμετρικών ισομερών του *cis*-9, *cis*-12 – δεκαοκτανοδιενοϊκού οξέος (C18:2). Στο λίπος του γάλακτος το κύριο ισομερές του CLA είναι το 9-*cis*, 11-*trans*, το οποίο ονομάζεται επίσης και ρουμενικό οξύ. Το λίπος του γάλακτος είναι η πλουσιότερη φυσική πηγή CLA και οι συγκεντρώσεις του κυμαίνονται από 2 έως 53,7 mg / g λίπους. Τα τελευταία χρόνια, ένας μεγάλος αριθμός μελετών έχει συσχετίσει το CLA με ένα ευρύ φάσμα λειτουργιών, ωφέλιμων για την υγεία. Αξιοσημείωτη είναι η συσχέτισή του έναντι του καρκίνου, του διαβήτη και της παχυσαρκίας, καθώς και η συμβολή του στο ανοσοποιητικό σύστημα. Τα ωφέλιμα αυτά αποτελέσματα φαίνεται να συνδέονται, κυρίως, με δύο ισομερή του CLA, το *cis*-9, *trans*-11 και το *trans*-10, *cis*-12 ισομερές (38, 39, 40).



Εικόνα 2. Λινολεϊκό οξύ (41).

Τα πολικά λιπίδια αποτελούν, επίσης, μία βιολογικά ενδιαφέρουσα ομάδα λιπιδίων του γάλακτος. Τα λιπίδια αυτά, εντοπίζονται κυρίως στη μεμβράνη των λίποσφαιριδίων. Οι πρωτεΐνες αποτελούν το 60 % της μεμβράνης, ενώ το υπόλοιπο 40% είναι λιπίδια, όπου πρόκειται, κυρίως, για τριγλυκερίδια, χοληστερόλη, φωσφολιπίδια και σφιγγολιπίδια. Η περιεκτικότητα σε πολικά λιπίδια κυμαίνεται μεταξύ 9,4 και 35,5 mg ανά 100 g γάλακτος. Τα πολικά λιπίδια θεωρούνται σημαντικά συστατικά του γάλακτος λόγω των διατροφικών και τεχνολογικών τους ιδιοτήτων,

ωστόσο αρκετές είναι και οι αναφορές για τη βιοδραστικότητά τους. Μελέτες έχουν δείξει, ότι τα σιγγκολιπίδια και τα παράγωγά τους μπορούν να αποτελέσουν σημαντικά βιοδραστικά συστατικά, διαθέτοντας αντικαρκινική και αντιβακτηριακή δράση και συμβάλλοντας στη μείωση της χοληστερόλης (5, 42, 43).

Επίσης, μελέτες έχουν δείξει την αντιοξειδωτική δράση διαφόρων συστατικών του λίπους του γάλακτος. Τα κύρια αντιοξειδωτικά στο λίπος αποτελούν το συζευγμένο λινολεϊκό οξύ (CLA), οι βιταμίνες Α και Ε, το β-καροτένιο και συνένζυμο Q10. Η βιταμίνη D3, τα φωσφολιπίδια και τα αιθερικά λιπίδια, θεωρείται, πιθανώς ότι παρουσιάζουν αντιοξειδωτική δράση (44, 45).

1.6.1.3. Αυξητικοί παράγοντες

Οι αυξητικοί παράγοντες πρόκειται για πολυπεπτίδια, που διαθέτουν την ικανότητα να προωθούν είτε να αναστέλλουν την ανάπτυξη. Οι κύριοι αυξητικοί παράγοντες που εντοπίζονται στις μαστικές εκκρίσεις των βοοειδών είναι η β-κυτταρίνη (BTC), ο επιδερμικός αυξητικός παράγοντας (EGF), ο αυξητικός παράγοντας ινοβλαστών (FGF1 και FGF2), ο αυξητικός παράγοντας που μοιάζει με ινσουλίνη (IGF - I και IGF-II), ο μετασχηματιστικός αυξητικός παράγοντας (TGF-β1 και TGF-β2) και ο προερχόμενος από αιμοπετάλια παράγοντας ανάπτυξης (PDGF). Οι αυξητικοί παράγοντες που βρίσκονται σε υψηλότερες συγκεντρώσεις στο βόειο γάλα είναι ο EGF, ο IGF - I, ο IGF - II και ο TGF-β2, ενώ οι συγκεντρώσεις των υπολοίπων είναι αρκετά χαμηλές (< 4ng / mL). Έχουν πραγματοποιηθεί αρκετές μελέτες με επίκεντρο τις βιολογικές δράσεις αυτών των συστατικών. Οι παράγοντες EGF και το BTC έχουν την ικανότητα να διεγείρουν τον πολλαπλασιασμό των επιδερμικών, επιθηλιακών και εμβρυϊκών κυττάρων, ενώ, παράλληλα, αναστέλλουν την έκκριση γαστρικού οξέος και προάγουν την επούλωση των πληγών και την οστική απορρόφηση. Η ανάπτυξη του εμβρύου, η δημιουργία των ιστών, ο σχηματισμός των οστών και των χόνδρων και η ρύθμιση του ανοσοποιητικού συστήματος επηρεάζονται σημαντικά από την οικογένεια TGF-β παραγόντων. Και οι δύο μορφές IGF διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στον πολλαπλασιασμό πολλών τύπων κυττάρων και ρυθμίζουν συγκεκριμένες μεταβολικές λειτουργίες, όπως η πρόσληψη της γλυκόζης και η σύνθεση του γλυκογόνου (5, 46).

1.6.2. Βιοδραστικά συστατικά κλασσικού και στραγγιστού γιαουρτιού

Όπως έχει, ήδη, επισημανθεί, τα οφέλη που παρέχει η κατανάλωσή του γιαουρτιού και γενικότερα των προϊόντων γάλακτος, που έχουν υποστεί ζύμωση, στην υγεία, λόγω

της αφθονίας τους σε θρεπτικά συστατικά, αποτελούν κύριο λόγο της προτίμησής τους από τους καταναλωτές. Τόσο το κλασσικό, όσο και το στραγγιστό γιαούρτι μπορούν να καταταχθούν στα λειτουργικά τρόφιμα. Δεδομένου ότι το γιαούρτι αποτελεί προϊόν ζύμωσης του γάλακτος, ένας μεγάλος αριθμός συστατικών του, συμπεριλαμβανομένου διαφόρων βιοδραστικών συστατικών, προέρχονται από αυτό. Επιπρόσθετα, τα ζωντανά βακτήρια, τα οποία χρησιμοποιούνται στη παραγωγή του γιαουρτιού, μπορούν, επίσης, να συσχετιστούν με διάφορες ωφέλιμες βιολογικές δράσεις, ενώ, παράλληλα, οδηγούν στο σχηματισμό νέων συστατικών. Ο σχηματισμός, κυρίως, νέων βιοδραστικών πεπτιδίων ενισχύει ιδιαίτερα τις ωφέλιμες αυτές δράσεις. Αξιοσημείωτο, αποτελεί, το γεγονός ότι το στραγγιστό γιαούρτι διαθέτει ακόμη υψηλότερη συγκέντρωση πρωτεϊνών, και συνεπώς βιοδραστικών πεπτιδίων. Στο παρακάτω σχήμα συνοψίζονται τα κυριότερα βιοδραστικά συστατικά που συναντώνται στο γιαούρτι. (5, 6, 20).



Εικόνα 3. Οι κυριότερες κατηγορίες βιοδραστικών συστατικών γιαουρτιού (5).

1.6.2.1. Προβιοτικά και πρεβιοτικά

Τα προβιοτικά μπορούν να οριστούν ως τρόφιμα ή συμπληρώματα που περιέχουν συμπυκνώματα καθορισμένων στελεχών ζωντανών μικροοργανισμών που κατά την κατανάλωση σε ορισμένες δόσεις ασκούν επιπρόσθετα οφέλη στην υγεία. Τα βακτήρια του γιαουρτιού *Streptococcus thermophilus* και *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus* αποτελούν καλλιέργειες που συνδέονται με οφέλη στην υγεία, δράοντας ως προβιοτικά. Για την ενίσχυση της λειτουργίας των προβιοτικών, τα περισσότερα εμπορικά γιαούρτια συμπληρώνονται με διάφορα είδη γενών *Lactobacillus* και

Bifidobacterium. Επομένως, το γιαούρτι, πέρα από τα θρεπτικά συστατικά που παρέχει στον καταναλωτή, μπορεί να αποτελέσει και ένα καλό μέσο μεταφοράς ωφέλιμων προβιοτικών στο εντερικό σύστημα του. Χαρακτηριστικά, τα γαλακτικά βακτήρια ενισχύουν την προστασία έναντι παθογόνων μικροοργανισμών του εντέρου, κυρίως μέσω αντιμικροβιακών μηχανισμών, οι οποίοι βασίζονται, στον ανταγωνιστικό αποικισμό και την παραγωγή οργανικών οξέων, όπως το γαλακτικό και το οξικό οξύ, βακτηριοσινών και άλλων μεταβολιτών. Με ανταγωνιστικό αποικισμό τα γαλακτικά βακτήρια αναστέλλουν την προσκόλληση παθογόνων στο εντερικό βλεννογόνο. Η παραγωγή οργανικών οξέων, όπως γαλακτικό και οξικό οξύ, μειώνει το εντερικό pH, αναστέλλοντας την ανάπτυξη παθογόνων μικροοργανισμών. Γενικά, τα βακτήρια του γιαουρτιού, έχει αποδειχθεί επιστημονικά, ότι σχετίζονται με βιολογικές διαδικασίες, όπως την πέψη της λακτόζης, τη μείωση ή αποτροπή των επεισοδίων διάρροιας και την ενίσχυση της άμυνας του ανοσοποιητικού (6, 47, 48).

Τα πρεβιοτικά είναι μη αφομοιώσιμοι σύνθετοι υδατάνθρακες και αποτελούν συστατικά τροφίμων που έχουν την ικανότητα να διεγείρουν επιλεκτικά την ανάπτυξη και τη δράση συγκεκριμένων βακτηρίων στο παχύ έντερο, συνήθως των *Bifidobacteria* και *Lactobacillus*, επηρεάζοντας ευεργετικά την υγεία του ξενιστή. Παραδείγματα πρεβιοτικών συστατικών που έχουν προσελκύσει το ενδιαφέρον επιστημονικών μελετών αποτελούν οι β-γλυκάνες, η ινουλίνη, η πηκτίνη, τα κόμμεα και το ανθεκτικό άμυλο (5, 49).

1.6.2.2. Λοιπά βιοδραστικά συστατικά γιαουρτιού

Τα γαλακτικά βακτήρια του γιαουρτιού συμβάλλουν σημαντικά στην ενίσχυση της βιοδράσης του τροφίμου, λόγω των ωφέλιμων δράσεων που παρέχουν στον καταναλωτή. Ωστόσο, τα γιαούρτια διαθέτουν, επίσης, ένα ευρύ αριθμό βιοδραστικών συστατικά μη βακτηριακής προέλευσης, με χαρακτηριστικά παραδείγματα τις πρωτεΐνες που προέρχονται από το γάλα, τα πολυάριθμα πεπτίδια και το λινολεϊκό οξύ (CLA). Πέρα από τις κύριες πρωτεΐνες που προέρχονται από το γάλα και τα βιοενεργά πεπτίδια που σχηματίζονται φυσικά, τόσο στο κλασσικό όσο και στο στραγγιστό γιαούρτι, απαντάται ένας σημαντικός αριθμός βιοενεργών πεπτιδίων και ελεύθερων αμινοξέων, τα οποία προκύπτουν από την υδρόλυση των πρωτεϊνών του γάλακτος, λόγω της δράσης των βακτηριακών πρωτεασών, κατά τη διάρκεια της ζύμωσης και πιστεύεται ότι ασκούν ευεργετικά αποτελέσματα στο πεπτικό, καρδιαγγειακό και νευρικό σύστημα. Οι πρωτεάσες, που προέρχονται από τα γαλακτικά βακτήρια

προκαλούν την αποικοδόμηση των καζεϊνών του γάλακτος προς ολιγοπεπτίδια, που μπορούν να αποτελέσουν σημαντική πηγή βιοδραστικών πεπτιδίων. Τα πεπτίδια αυτά έχει αποδειχθεί ότι συσχετίζονται με ανοσορυθμιστικές, αντιμικροβιακές, αντιοξειδωτικές και αντικαρκινικές δράσεις. Η υψηλότερη περιεκτικότητα του γιαουρτιού σε ελεύθερα αμινοξέα και βιοενεργά πεπτίδια αποδίδεται στο γεγονός, ότι οι βακτηριακές πρωτεάσες υδρολύουν, ταχύτερα, τις πρωτεΐνες του γάλακτος από τις εντερικές πρωτεάσες. Αρκετές μελέτες έχουν επικεντρωθεί στα πεπτίδια που προκύπτουν από αυτή τη διαδικασία, εστιάζοντας στις ιδιαίτερες βιοδράσεις τους με πιθανά οφέλη στην ανθρώπινη υγεία. Τα πεπτίδια που προέρχονται από τη καζεΐνη έχουν συσχετιστεί με ενίσχυση του ανοσοποιητικού συστήματος. Για παράδειγμα, έχει βρεθεί ότι θραύσματα β-καζεΐνης μπορούν να συμβάλουν στη προστασία έναντι λοιμώξεων. Παράλληλα, η λακτοφερρίνη, ένα πεπτίδιο που προέρχεται από τη λακτοφερρίνη, έχει αποδειχθεί ότι περιέχει ανοσοδιεγερτικά πεπτίδια (20, 50, 51, 52) .

Η περιεκτικότητα του γιαουρτιού σε λιπίδια, αν και μπορεί να ποικίλλει ως προς την ποσότητα, δεν διαφέρει σημαντικά στην ποιότητα σε σύγκριση με το αρχικό γάλα. Το 95 % των λιπιδίων του γιαουρτιού, βρίσκονται υπό την μορφή τριγλυκεριδίων. Το γιαούρτι, όπως και το γάλα, αποτελούν καλή πηγή συζυγιακού λινολεϊκού οξέος. Η λιπάση των βακτηρίων ζύμωσης συμβάλλει στην απελευθέρωση μεγάλων ποσοτήτων ελευθέρων λιπαρών οξέων. Η διαδικασία βιοϋδρογόνωσης κατά τη διάρκεια της ζύμωσης οδηγεί σε υψηλότερες συγκεντρώσεις του βιοδραστικού CLA στο γιαούρτι από ό,τι στο γάλα. Μελέτες που έχουν διεξαχθεί, τόσο σε ανθρώπινα μοντέλα όσο και σε ζώα, έχουν συσχετίσει τη δράση του με αντικαρκινικές ιδιότητες (5, 20, 53, 54).

1.7. Πτητικά συστατικά

Η γεύση και το άρωμα αποτελούν βασικά χαρακτηριστικά των τροφίμων και είναι ένας σημαντικός παράγοντας που καθορίζει την αποδοχή και την προτίμηση τους από τους καταναλωτές. Τα γαλακτοκομικά προϊόντα διακρίνονται για τα ιδιαίτερα αισθητηριακά χαρακτηριστικά τους. Τα χαρακτηριστικά αυτά εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τη σχετική ισορροπία των αρωματικών και γευστικών ενώσεων που προέρχονται από το λίπος, τις πρωτεΐνες ή τους υδατάνθρακες τους. Το flavor αυτών των προϊόντων διαμορφώνεται από ένα σύνολο πτητικών και μη συστατικών. Παρακάτω πραγματοποιείται εκτενέστερη αναφορά στις βασικότερες πτητικές ενώσεις που εντοπίζονται στο αγελαδινό γάλα και στο κλασσικό και στραγγιστό γιαούρτι.

1.7.1. Πτητικά συστατικά και αρώματα αγελαδινού γάλακτος

Το άρωμα του γάλακτος, το οποίο διαμορφώνεται από ένα σύνολο πτητικών και μη ενώσεων, είναι χαρακτηριστικό για κάθε είδος και επηρεάζεται από το μεταβολισμό του ζώου και τις αλληλεπιδράσεις με το περιβάλλον. Οι διάφορες πτητικές ενώσεις μπορούν να μεταφερθούν στο γάλα από τον εισπνεόμενο αέρα, από τα αέρια της μεγάλης κοιλίας ή τον πεπτικό σωλήνα, μέσω του αίματος και από εκεί στο γάλα. Η διατροφή του ζώου αποτελεί ένα σημαντικό παράγοντα που συσχετίζεται με τη σύνθεση των ενώσεων αυτών, είτε αλληλοεπιδρώντας με το μεταβολισμό της μεγάλης κοιλίας είτε με μεταφορά ενεργών μορίων αρώματος. Επιπλέον, η δραστηριότητα της γηγενής μικροχλωρίδας συμβάλει στη διαμόρφωση τους.

Καθώς το αγελαδινό γάλα αποτελεί ένα από τα κυριότερα είδη γάλακτος που καταναλώνεται παγκοσμίως, ο προσδιορισμός των πτητικών ενώσεων του έχει αποτελέσει αντικείμενο αρκετών ερευνών. Σύμφωνα με μελέτες, οι χαρακτηριστικότερες ομάδες ενώσεων που συναντώνται στο αγελαδινό γάλα είναι οι αλδεΐδες, οι κετόνες, οι αλκοόλες, διάφοροι υδρογονάνθρακες, οι εστέρες, κάποιες ενώσεις θείου και τα τερπένια. Σύμφωνα με μία σχετική μελέτη, σε αγελαδινό γάλα, ανιχνεύτηκαν συνολικά 41 πτητικές ενώσεις με τη βοήθεια ανάλυσης GC-MS. Οι κετόνες αποτέλεσαν τις πιο άφθονες ενώσεις σε δείγματα αγελαδινού γάλακτος, με την ακετόνη να αποτελεί το κυριότερο συστατικό. Αρκετές παρόμοιες έρευνες έχουν επιβεβαιώσει ότι η ακετόνη αποτελεί ένα συστατικό αρώματος του φρέσκου νωπού γάλατος. Η δεύτερη κατηγορία πτητικών ενώσεων που εντοπίστηκε, σε μεγάλη αφθονία, ήταν οι αλδεΐδες οι οποίες, συνήθως, προέρχονται από λιπίδια (αλδεΐδες ευθείας αλυσίδας, όπως η ισοβουτανάλη, η πεντανάλη, η εξανάλη και η εννεανάλη), αμυνοξέα (ενώσεις διακλαδισμένης αλυσίδας, όπως η 3-μεθυλοβουτανάλη) ή και αποικοδόμηση, καθώς η ακεταλδεΐδη είναι υποπροϊόν της μικροβιακής δραστηριότητας της γαλακτικής μικροχλωρίδας. Οι αλκοόλες φάνηκε να αποτελούν, επίσης, σημαντική κατηγορία, με την αιθανόλη και τη 3-μεθυλο-1-βουτανόλη να είναι σε μεγαλύτερη αφθονία. Οι αρχικές αλκοόλες πιθανώς προέρχονται από αναγωγή των αντίστοιχων αλδεϋδών. Μία ακόμη κατηγορία ενώσεων που απομονώθηκε ήταν οι υδρογονάνθρακες, με κυριότερο το 1-εξένιο. Οι θειούχες ενώσεις, οι εστέρες και τα τερπένια, αν και εντοπίστηκαν σε πολύ μικρές ποσότητες, η συμβολή τους στα αρωματικά χαρακτηριστικά του γάλακτος είναι αρκετά ενδιαφέρουσα. Το χαρακτηριστικό άρωμα του νωπού γάλακτος έχει συνδεθεί με τη χαμηλή συγκέντρωση

της διμέθυλοσουλφόνης, ενώ σε υψηλότερες συγκεντρώσεις της παρουσιάζεται ελάττωμα του αρώματος. Επίσης, το διμέθυλοσουλφίδιο επηρεάζει το άρωμα του γάλακτος και ακόμα και μικρές μεταβολές της συγκέντρωσής του μπορούν να αλλάξουν το άρωμά του. Τα τερπένια που συναντώνται στο γάλα και τα γαλακτοκομικά προϊόντα προέρχονται, συνήθως, από τη τροφή των ζώων και σύμφωνα με μελέτες, η συγκέντρωση και η κατανομή τους έχουν χρησιμοποιηθεί για τη διάκριση τυριών που παράγονται σε πεδινές ή ορεινές περιοχές. Οι εστέρες προκύπτουν με εστεροποίηση μεταξύ των αλκοολών μικρής αλυσίδας και των ελευθέρων λιπαρών οξέων, εντός του μαστικού αδένος, ωστόσο μπορεί να συνδέονται και με μικροβιακή δράση. Επιπλέον, οι συνθήκες αποθήκευσης των δειγμάτων γάλακτος μπορεί να επιδράσουν στη συγκέντρωση των διαφόρων εστέρων. Ενδιαφέρον αποτελεί το γεγονός ότι σε σχετική μελέτη έχειδειχθεί ότι εστέρες αποτελούσαν μία από τις κυριότερες ομάδες ενώσεων σε δείγματα γάλακτος και ακολουθούσαν οι αλδεΐδες και οι κετόνες. Αυτό μπορεί να οφείλεται στις διαφορετικές μεθόδους ανάλυσης που χρησιμοποιήθηκαν, αποδεικνύοντας πως η επιλογή της μεθόδου ανάλυσης αποτελεί επίσης καθοριστικό παράγοντα για τον εντοπισμό των πτητικών ενώσεων ενός δείγματος (55, 56, 57).

Επίσης, σε πρόσφατη μελέτη αναφέρθηκε ότι παστεριωμένα γάλατα, διαφορετικών λιπαρών, μπορεί να παρουσιάζουν διαφορετική σύνθεση πτητικών ενώσεων, αποδεικνύοντας πως και η διαφορετική περιεκτικότητα σε λιπαρά μπορεί να επηρεάζει το άρωμα του τελικού προϊόντος. Συγκεκριμένα, μελετώντας παστεριωμένα γάλατα με 0,5, 1,5 και 3,5 % λιπαρά, παρατηρήθηκε ότι μόνο στα γάλατα με τα χαμηλότερα λιπαρά εντοπίζονταν οι ενώσεις 2-ενδεκανόνη, 1-δεκανόλη, 2-μεθυλ-1-βουτανόλη, 2-μεθυλ-προπανάλη, 2-μεθυλ-βουτανάλη, ενώ η βουτανάλη και η εξανάλη ανιχνεύονταν στο γάλα με 3,5% λιπαρά (58).

1.7.2. Πτητικά συστατικά γιαουρτιού και στραγγιστού γιαουρτιού

Το γιαούρτι, και ειδικότερα, το στραγγιστό, αποτελεί ένα ιδιαίτερα δημοφιλές προϊόν όχι μόνο για τα θρεπτικά συστατικά του και τα αξιοσημείωτα οφέλη του στην υγεία, αλλά και για τα ιδιαίτερα ποιοτικά χαρακτηριστικά του, όπως η υφή, η γεύση και το άρωμα του. Οι μελέτες έχουν δείξει ότι η ποιότητα του γιαουρτιού επηρεάζεται από παράγοντες, όπως ο τύπος του γάλακτος που χρησιμοποιείται, οι καλλιέργειες εκκίνησης, και τα πιθανά γλυκαντικά.

Σχετικά με τη σύνθεση του χαρακτηριστικού αρώματος και γεύσης του γιαουρτιού, καθοριστικό ρόλο διαδραματίζουν το γαλακτικό οξύ, καθώς και ένα σύνθετο μείγμα από αρωματικές ενώσεις, συμπεριλαμβανομένου των πτητικών ενώσεων που ήδη υπάρχουν στο γάλα και αυτών που παράγονται κατά τη ζύμωση του. Ωστόσο, η πραγματική απελευθέρωση των πτητικών αυτών ενώσεων μπορεί να επηρεαστεί σημαντικά από τα κύρια συστατικά του, όπως το λίπος, οι πρωτεΐνες και οι υδατάνθρακες (60).

Σύμφωνα με έρευνες περισσότερες από 90 διαφορετικά πτητικές ενώσεις έχουν εντοπιστεί στο γιαούρτι, συμπεριλαμβανομένου υδρογονανθράκων, αλκοολών, αλδεϋδών, κετονών, οξέων, εστέρων, λακτονών, ενώσεων που περιέχουν θείο, πυραζινών και παραγώγων φουρανίου.

Οι καρβονυλικές ενώσεις αποτελούν τις κυριότερες ενώσεις του γιαουρτιού, με την ακεταλδεϋδη να αποτελεί τη βασικότερη πτητική ένωση που συμβάλει στη διαμόρφωση της τυπικής γεύσης του. Παράγεται, κυρίως, από τους μικροοργανισμούς *Lactobacillus bulgaricus* και *Streptococcus thermophilus*, και, σε αραιές συγκεντρώσεις, χαρακτηρίζεται από ευχάριστο φρουτώδες άρωμα, προσδίδοντας στο γιαούρτι γεύση πράσινου μήλου ή ξηρού καρπού. Το διακετύλιο, αποτελεί, επίσης, μια σημαντική αρωματική ένωση που δίνει βουτυρώδες flavor και σε υψηλές συγκεντρώσεις συμβάλει στη βελτίωση της ποιότητας της γεύσης του γιαουρτιού. Προέρχεται από τη ζύμωση του κιτρικού οξέος που υπάρχει στο γάλα. Η ακετοΐνη αποτελεί μία ένωση που συναντάται, συνήθως, σε πολλά γαλακτοκομικά προϊόντα, που έχουν υποστεί ζύμωση. Η ακετοΐνη έχει ένα ελαφρώς γλυκό, σαν βούτυρο, flavor, παρόμοιο με αυτό του διακετυλίου. Η ακετοΐνη προκύπτει εύκολα από το διακετύλιο, μέσω της δράσης της αναγωγάσης του διακετυλίου. Συνδυαστικά, το διακετύλιο με την ακετοΐνη προσδίδουν την ήπιο, ευχάριστο, βουτυρώδες flavor και είναι κρίσιμης σημασίας για την πλούσια αντίληψη του γιαουρτιού. Η ακετόνη και η 2-βουτανόνη αποτελούν ενώσεις που προέρχονται από το γάλα, ωστόσο δευτερεύουσας σημασίας ενώσεις, για το flavor, στα γαλακτοκομικά προϊόντα. Παρουσιάζουν ένα γλυκό, φρουτώδες άρωμα και επηρεάζουν, σε ορισμένο βαθμό, το άρωμα και τις γευστικές ιδιότητες του γιαουρτιού. Ορισμένη ποσότητα ακετόνης μπορεί να παραχθεί και από τα βακτήρια του γιαουρτιού.

Στο γιαούρτι περιέχονται, επίσης, αρκετά πτητικά οξέα, που είτε προέρχονται από το γάλα είτε προκύπτουν κατά τη ζύμωση, τα οποία συμβάλλουν ενεργά στο αρωματικό προφίλ του προϊόντος. Το οξικό οξύ αποτελεί μια σημαντική ένωση που παράγεται από τις καλλιέργειες εκκίνησης. Τα υψηλά επίπεδα οξικού οξέος προσδίδουν μια γεύση ξυδιού που δεν είναι πάντα αποδεκτή από τους καταναλωτές. Το βουτανοϊκό οξύ σε πολύ μικρές ποσότητες συνδέεται με το βουτυρώδες flavor. Το εξανοϊκό οξύ σχετίζεται με τη γεύση του γιαουρτιού και προσδίδει λουλουδάτες και πικάντικες νότες. Μπορεί να παραχθεί με ζύμωση της λακτόζης ή σχηματίζεται με λιπόλυση ελεύθερων λιπαρών οξέων. Στο γιαούρτι περιέχονται και οξέα μεγαλύτερης ανθρακικής αλυσίδας, όπως το οκτανοϊκό οξύ και το δεκανοϊκό, τα οποία συμβάλλουν στη χαρακτηριστικό flavor σαπουνιού (59, 61, 62, 63).

Οι αλκοόλες αποτελούν μια ακόμη ομάδα πτητικών ενώσεων που βρίσκονται στο γιαούρτι, με κυριότερη την αιθανόλη. Η αιθανόλη αποτελεί τελικό προϊόν διάσπασης της γλυκόζης και του καταβολισμού των αμινοξέων. Γενικά, η συμβολή της στο συνολικό άρωμα και γεύση του τελικού προϊόντος δεν είναι πλήρως ξεκάθαρη. Έχει αναφερθεί ότι η αιθανόλη παρέχει πιθανώς μια συμπληρωματική γεύση, ενώ ορισμένοι ερευνητές υποστηρίζουν ότι οι μικρές ποσότητες αιθανόλης, που παράγονται κατά τη ζύμωση του γαλακτικού οξέος δεν έχουν πρακτική σημασία στο flavor του προϊόντος.

Οι πτητικοί εστέρες που συναντώνται στο γιαούρτι, αντιστοιχούν στα οξέα και τις αλκοόλες που υπάρχουν. Οι αιθυλεστέρες, που προέρχονται από την ενζυματική ή χημική εστεροποίηση οξέων με αιθανόλη, διαθέτουν ευχάριστες γλυκές και φρουτώδεις νότες και συμβάλλουν στο άρωμα των γαλακτοκομικών προϊόντων, που έχουν υποστεί ζύμωση. Οι περισσότεροι εστέρες έχουν φρουτώδη και λουλουδάτη οσμή και συμβάλλουν στο άρωμα και τη γεύση ελαχιστοποιώντας την οξύτητα και την πικράδα που προσδίδεται από τα λιπαρά οξέα και τις αμίνες (59, 63).

Σε αυτό το σημείο πρέπει να αναφερθεί ότι οι πτητικές ενώσεις που ανιχνεύονται σε ένα δείγμα γιαουρτιού, δεν έχουν όλες την ίδια αισθητηριακή σημασία. Μελέτες έχουν επιβεβαιώσει ότι από τις κυριότερες πτητικές ενώσεις που έχουν καθοριστική επίδραση στο τελικό flavor του προϊόντος, αλλά και υπάρχουν σε ποσότητες που μπορούν να ανιχνευθούν από κοινές εργαστηριακές τεχνικές είναι η ακεταλδεΐδη, η αιθανόλη, η ακετόνη, το διακετύλιο και η 2-βουτανόνη, με το διακετύλιο και την ακεταλδεΐδη να αποτελούν τα ισχυρότερα αρωματικά του γιαουρτιού (59).

Σε έρευνα, που η ανάλυση επικεντρώθηκε στα κυριότερα πτητικά συστατικά των στραγγιστών γιαουρτιών, προέκυψε πως, μεταξύ άλλων, η ισοαμυλική αλκοόλη, η 1-πεντανόλη, η ακετοΐνη, η 2-επτανόνη, το οξικό οξύ, 2-εννεανόνη, η 2-ενδεκανόνη, η 2-υδροξυ-3-πεντανόνη, το βουτανοϊκό οξύ, το 3-μεθυλοβουτανοϊκό οξύ, το εξανοϊκό οξύ και η φουρφουράλη αποτέλεσαν τα βασικότερα συστατικά τους. Αν και, υπό τις συνθήκες της μελέτης, δεν εντοπίστηκε η ακεταλδεΰδη, μεταξύ των κυριότερων ενώσεων, από πολλές άλλες μελέτες είναι γνωστό ότι αποτελεί κυρίαρχο συστατικό του προϊόντος αυτού (61, 63).

1.8. Αρχές μεθόδων ανάλυσης γάλακτος και στραγγιστού γιαουρτιού

1.8.1. Ογκομετρούμενη οξύτητα

Η οξύτητα του γάλακτος οφείλεται κυρίως σε κιτρικά και όξινα φωσφορικά άλατα, πρωτεΐνες, στο διαλυμένο CO₂ που προκύπτει κατά τη διαδικασία του αρμέγματος και στο γαλακτικό οξύ που παράγεται από τη δράση βακτηρίων στη λακτόζη του γάλακτος. Στο γιαούρτι αντίστοιχα, η οξύτητα οφείλεται κυρίως στο γαλακτικό και οξικό οξύ που παράγεται κατά τη ζύμωση της λακτόζης του γάλακτος από τα γαλακτικά βακτήρια. Ο προσδιορισμός της πραγματοποιείται με ογκομέτρηση με καυστικό νάτριο και δείκτη, κυρίως, της φαινολοφθαλεΐνης. Ο προσδιορισμός αυτός μετρά την ποσότητα του καυστικού νατρίου που απαιτείται για να αλλάξει το pH του τροφίμου από την αρχική του τιμή, στο pH της αλλαγής του χρώματος της φαινολοφθαλεΐνης, που προστίθεται στο τρόφιμο για να δείξει το τελικό σημείο (pH = 8,3). Στην πραγματικότητα, η μέθοδος μετρά την ρυθμιστική ικανότητα του τροφίμου και όχι την πραγματική οξύτητα (64).

1.8.2. Λακτόζη

Η λακτόζη αποτελεί το κύριο σάκχαρο του γάλακτος και των προϊόντων του. Για τον προσδιορισμό της λακτόζης εφαρμόζεται ιωδομετρική μέθοδος. Η μέθοδος βασίζεται στις αναγωγικές ιδιότητες της λακτόζης. Η χλωραμίνη T αντιδρά με το ιωδιούχο κάλιο, παράγοντας ιώδιο, το οποίο στη συνέχεια ανάγεται από τη διαθέσιμη λακτόζη. Η περίσσεια ιωδίου μπορεί να προσδιοριστεί, εύκολα με ογκομέτρηση με θειοθειικό νάτριο και δείκτη άμυλο, υπό όξινες συνθήκες. Από τη διαφορά του δείγματος και του τυφλού μπορεί να προσδιοριστεί η λακτόζη. Στο δείγμα, αρχικά, προστίθεται φωσφοβολφραμικό νάτριο για απομάκρυνση των πρωτεϊνών (65).

1.8.3. Λίπος

Η μέθοδος προσδιορισμού του λίπους χρησιμοποιεί το H_2SO_4 Gerber. Κατά τον προσδιορισμό, το οξύ χρησιμοποιείται για την αύξηση του ειδικού βάρους του ορού γάλακτος, με αποτέλεσμα να δημιουργείται μεγαλύτερη διαφορά μεταξύ αυτού και των λιποσφαιριδίων. Η θερμότητα που αναπτύσσεται, λόγω της ανάμιξης του οξέος με το γάλα, προκαλεί τη τήξη του λίπους, καθώς διαλύονται οι πρωτεΐνες των λιποσφαιριδίων και απελευθερώνεται το λίπος. Το ειδικό βάρος του λίπους είναι 0,9 και του μίγματος οξέος-γάλακτος είναι 1,43. Αυτή η κατάσταση προάγει τον πλήρη διαχωρισμό του λίπους, όταν εφαρμόζεται κατάλληλη φυγοκεντρική δύναμη. Λόγω της εφαρμογής φυγοκεντρικής δύναμης, οι ελαφρύτερες ουσίες οδηγούνται προς το κέντρο, ενώ το υπόλοιπο τμήμα του ορού που είναι βαρύτερο προς τον πάτο του βουτυρόμετρου. Η προσθήκη αμυλικής αλκοόλης συμβάλλει στο διαχωρισμό του λίπους από το μείγμα οξέος γάλακτος και αποτρέπει την αποτέφρωση του λίπους από το H_2SO_4 Gerber (66).

1.8.4. Πρωτεΐνες - Μέθοδος της φορμόλης

Κατά την μέθοδο της φορμόλης, αρχικά, γίνεται ογκομέτρηση με υδροξείδιο του νατρίου, προκειμένου να εξουδετερωθούν τα οξέα του τροφίμου και, στη συνέχεια, προστίθεται φορμαλδεΰδη. Με την προσθήκη της φορμαλδεΰδης στο ουδέτερο διάλυμα αμινοξέων, οι ελεύθερες αμινομάδες των πρωτεϊνών αντιδρούν με τις καρβονυλικές ομάδες της φορμαλδεΰδης προκαλώντας αύξηση της οξύτητας του τροφίμου. Η οξύτητα που αναπτύσσεται σχετίζεται με την ποσότητα πρωτεΐνης που υπάρχει, η οποία μπορεί να προσδιοριστεί με ογκομέτρηση με καυστικό νάτριο και δείκτη φαινολοφθαλεΐνης (66).

1.8.5. Στερεό υπόλειμμα

Το ολικό στερεό υπόλειμμα αποτελείται από ό,τι απομένει μετά την πλήρη εξάτμιση του νερού από το τρόφιμο, το οποίο περιλαμβάνει λιπαρές πρωτεΐνες, λακτόζη και ανόργανα υλικά. Μία μέθοδος που χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό του στερεού υπολείμματος είναι η σταθμική μέθοδος όπου γίνεται πλήρης απομάκρυνση του νερού από το τρόφιμο σε υδατόλουτρο και πυριαντήριο και πραγματοποιείται ζύγιση του υπολείμματος. Πριν τη τοποθέτησή του τροφίμου στο υδατόλουτρο, προστίθενται σταγόνες οξικού οξέος ή ακετόνης για καθίζηση πρωτεϊνών, ώστε να πραγματοποιηθεί η εξάτμιση, με αποφυγή αφρισμού (67).

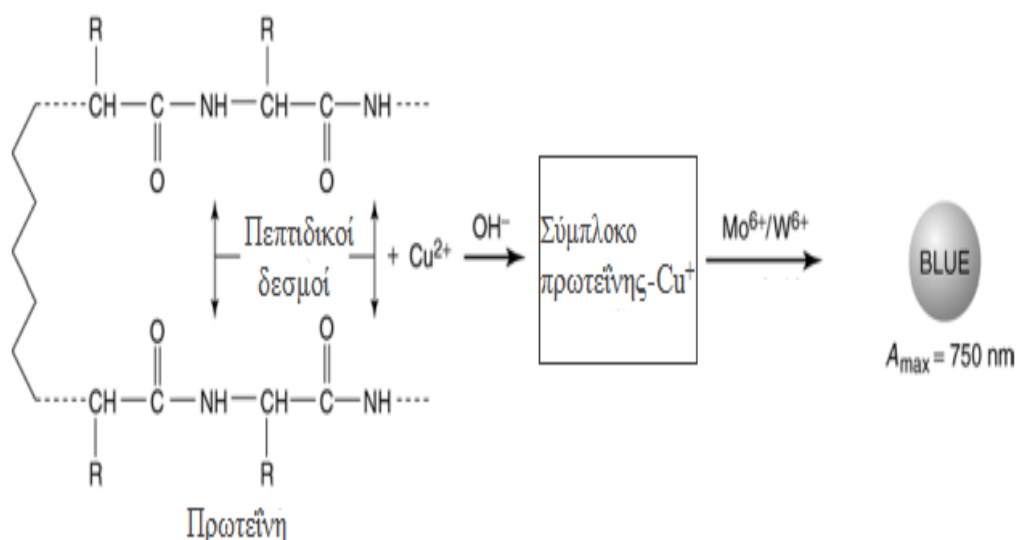
1.8.6. Συναίρεση στραγγιστού γιαουρτιού

Ο όρος συναίρεση χρησιμοποιείται για να περιγράψει το ανεπιθύμητο φαινόμενο αποβολής νερού από το γιαούρτι. Συνεπώς, ο όρος αυτός σηματοδοτεί το ανώτερο όριο της ικανότητας συγκράτησης υγρού από το τρόφιμο. Η μέθοδος προσδιορισμού που χρησιμοποιείται βασίζεται στη φυγοκέντρωση και στη μεταβολή του όγκου ή του βάρους του προϊόντος λόγω της αποβολής του υγρού. Η φυγοκέντρωση χρησιμοποιείται για να ασκήσει μια εξωτερική δύναμη που βοηθά να σπρώξει το υγρό προς τα έξω (68).

1.1.1. Πεπτίδια και αμινοξέα - Μέθοδος Lowry

Η μέθοδος Lowry, αποτελεί μία φασματοφωτομετρική μέθοδος και χρησιμοποιείται ευρέως για τον προσδιορισμό των πρωτεϊνικών μορίων, σχεδόν σε όλες τις περιπτώσεις όπου εμπλέκονται μείγματα πρωτεϊνών ή ακατέργαστα εκχυλίσματα. Η μέθοδος είναι ευαίσθητη σε περίπου 0,01 mg πρωτεΐνης / mL και χρησιμοποιείται καλύτερα σε διαλύματα με συγκεντρώσεις στην περιοχή 0,01 - 1,0 mg πρωτεΐνης / mL.

Η μέθοδος αυτή βασίζεται τόσο στην αντίδραση Biuret, κατά την οποία οι πεπτιδικοί δεσμοί των πρωτεϊνικών μορίων αντιδρούν με το χαλκό, υπό αλκαλικές συνθήκες, για να παράγουν Cu^+ , ο οποίος, στη συνέχεια, αντιδρά με το αντιδραστήριο Folin - Ciocalteu, όσο και στην αντίδραση Folin - Ciocalteu, κατά την οποία το σύμπλοκο του φωσφομολυβδενικού - φωσφοβολφραμικού οξέος ανάγεται σε οξείδια του μολυβδαινίου Mo_8O_{23} και του βολφραμίου W_8O_{23} , μπλε χρώματος, από την καταλυόμενη από χαλκό οξείδωση των αρωματικών αμινοξέων. Οι αντιδράσεις καταλήγουν σε ένα έντονο μπλε χρώμα, το οποίο εξαρτάται εν μέρει από την περιεκτικότητα του διαλύματος σε τυροσίνη και τρυπτοφάνη. Προσδιορίζοντας την ένταση του μπλε χρώματος του διαλύματος, μετρώντας την απορρόφηση του στα 750 nm, μπορεί να προσδιοριστεί η συγκέντρωση των πρωτεϊνικών μορίων (69).

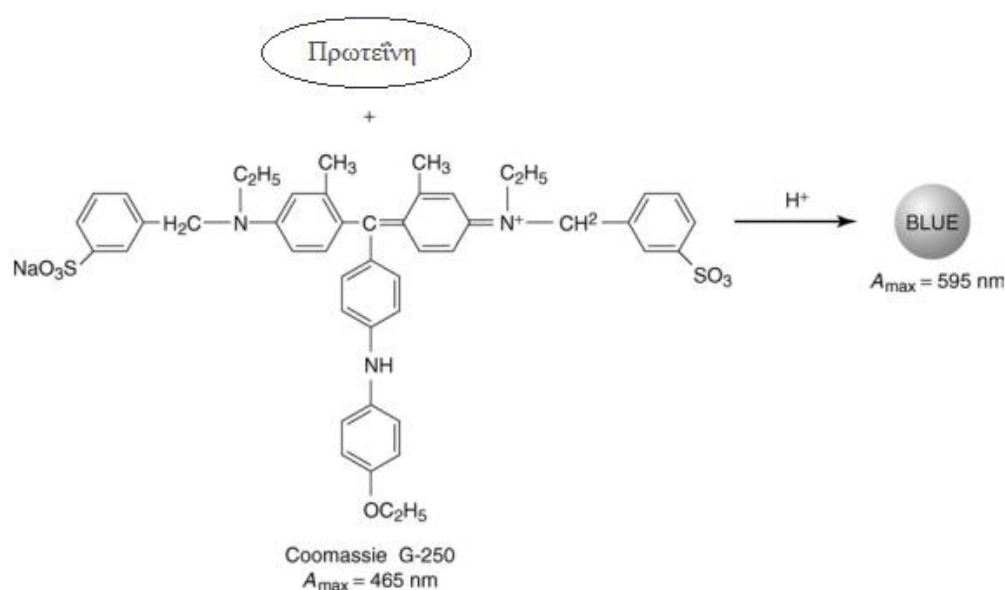


Εικόνα 4. Σχηματική απεικόνιση της μεθόδου Lowry (70).

1.1.2. Πεπτίδια και αμινοξέα - Μέθοδος Bradford

Η μέθοδος Bradford πρόκειται για μία γρήγορη και ακριβής φασματοφωτομετρική μέθοδος για την εκτίμηση της συγκέντρωσης πρωτεϊνικών μορίων. Αυτή η τεχνική είναι απλούστερη, ταχύτερη και πιο ευαίσθητη από άλλες μεθόδους, όπως η μέθοδος Lowry. Επίσης, υπόκειται σε λιγότερες παρεμβολές από κοινά αντιδραστήρια και μη πρωτεϊνικά συστατικά βιολογικών δειγμάτων.

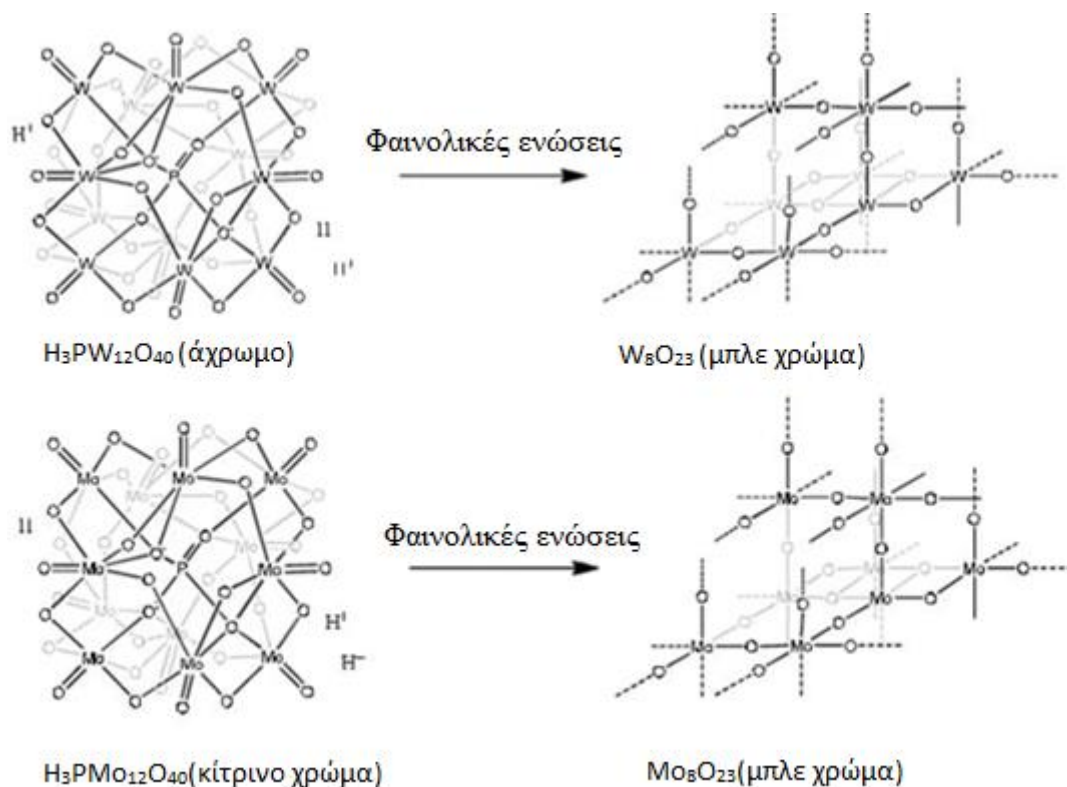
Η μέθοδος Bradford βασίζεται στη δέσμευση της χρωστικής Coomassie brilliant Blue G250 από τα πρωτεϊνικά μόρια. Η χρωστική αυτή συνδέεται, κυρίως, με τα αμινοξέα αργινίνη και λυσίνη. Η ελεύθερη χρωστική μπορεί να υπάρχει σε τέσσερις διαφορετικές ιοντικές μορφές. Οι φορτισμένες μορφές της που κυριαρχούν σε όξινο διάλυμα του αντιδραστηρίου, οι πιο κατιονικές, κόκκινη και πράσινη, μορφές έχουν μέγιστο απορρόφησης στα 470 nm και 650 nm, αντίστοιχα. Σε αντίθεση, η πιο ανιονική μπλε μορφή της χρωστικής, η οποία συνδέεται με την πρωτεΐνη, έχει μέγιστη απορρόφησης στα 590 nm. Έτσι, η ποσότητα των πεπτιδίων και αμινοξέων μπορεί να εκτιμηθεί με τον προσδιορισμό της ποσότητας χρωστικής σε μπλε ιοντική μορφή, με μέτρηση της απορρόφησης του διαλύματος στα 595nm (71, 72, 73).



Εικόνα 5. Σχηματική απεικόνιση της μεθόδου Bradford (70).

1.1.3. Αντιοξειδωτική δράση - Μέθοδος Folin

Η μέθοδος Folin - Ciocalteu είναι μία από τις πιο γνωστές μεθόδους προσδιορισμού των ολικών φαινολικών συστατικών και αποτίμησης της αντιοξειδωτικής δράσης. Η μέθοδος βασίζεται στην αναγωγή του αντιδραστηρίου Folin - Ciocalteu από τις φαινολικές ενώσεις του τρόφιμου, υπό αλκαλικές συνθήκες. Το αντιδραστήριο Folin - Ciocalteu αποτελείται από ένα σύμπλοκο φωσφομολυβδενικού οξέος ($\text{H}_3\text{PMo}_{12}\text{O}_{40}$ – κίτρινο χρώμα) – φωσφοβολφραμικού οξέος ($\text{H}_3\text{PW}_{12}\text{O}_{40}$ - άχρωμο), στο οποίο το μολυβδαίνιο και το βολφράμιο έχουν αριθμό οξείδωσης + 6. Όταν το σύμπλοκο ανάγεται, διασπάται σε οξείδια, μπλε χρώματος, του μολυβδαινίου Mo_8O_{23} και του βολφραμίου W_8O_{23} , που εμφανίζουν απορρόφηση στην περιοχή των 700 – 765 nm και είναι ανάλογη της συγκέντρωσης των φαινολικών αντιοξειδωτικών.



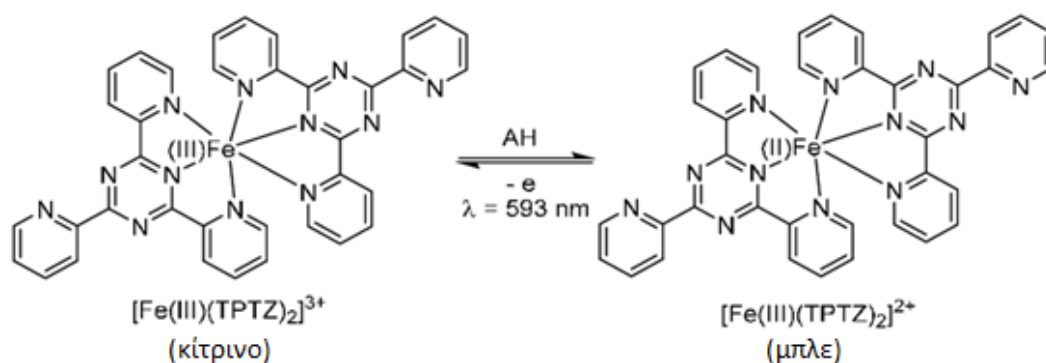
Εικόνα 6. Σχηματική απεικόνιση των κύριων αντιδράσεων κατά τη μέθοδο Folin (76).

Η μέθοδος Folin-Ciocalteu σχετίζεται με την αναγωγική ισχύ των φαινολικών αντιοξειδωτικών του τροφίμου. Η μέθοδος παρουσιάζει πολλά πλεονεκτήματα, όπως η απλότητα και η επαναληψιμότητα. Ωστόσο, χαρακτηρίζεται και από αρκετά μειονεκτήματα όπως η ευαισθησία σε μεταβολές του pH, της θερμοκρασίας και ο μεγάλος χρόνος αντίδρασης. Ως εκ τούτου, η σωστή επιλογή των συνθηκών αντίδρασης είναι απαραίτητη για αξιόπιστα αποτελέσματα (74, 75).

1.1.4. Προσδιορισμός αντιοξειδωτικής δράσης – Μέθοδος FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power)

Η μέθοδος FRAP βασίζεται στο σχηματισμό συμπλόκου μεταξύ του δισθενή σιδήρου (Fe^{2+}) με την τριπυριδυλο-s-τριαζίνη (TPTZ), το οποίο διαθέτει έντονο μπλε χρώμα που απορροφά στα 593 nm. Το σύμπλοκο αυτό σχηματίζεται κατά την αναγωγή των ιόντων τρισθενούς σιδήρου (Fe^{3+}) από τα αντιοξειδωτικά του τροφίμου, σε όξινο περιβάλλον, παρουσία της τριπυριδυλο-s-τριαζίνης. Η μέθοδος πραγματοποιείται υπό όξινες συνθήκες (pH 3,6) προκειμένου να διατηρηθεί η διαλυτότητα του σιδήρου και να οδηγήσει σε μεταφορά ηλεκτρονίων. Αυτό προκαλεί αύξηση του δυναμικού οξειδοαναγωγής, προκαλώντας μια αλλαγή στον κυρίαρχο μηχανισμό της αντίδρασης.

Η αναγωγική ισχύς, και συνεπώς, η αντιοξειδωτική δραστηριότητα, υπολογίζεται προσδιορίζοντας την αύξηση της απορρόφησης στα 593nm. Μεγαλύτερη απορρόφηση δηλώνει υψηλή αναγωγική ικανότητα του δείγματος, και κατά συνέπεια υψηλή αντιοξειδωτική δράση.

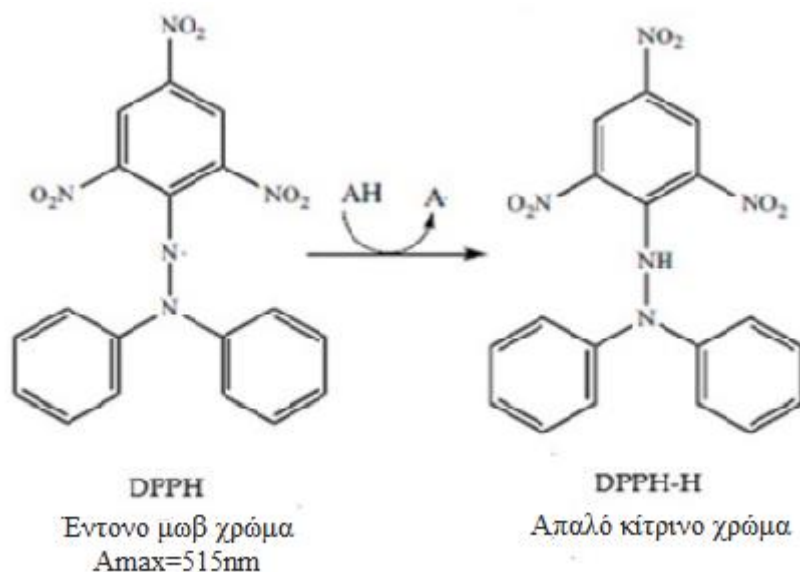


Εικόνα 7. Σχηματική απεικόνιση αντίδρασης που λαμβάνει χώρα κατά τη μέθοδο FRAP (77).

Η ανάλυση FRAP είναι απλή, γρήγορη, οικονομικά αποδοτική και δεν απαιτεί εξειδικευμένο εξοπλισμό. Ωστόσο, τα αποτελέσματα της μεθόδου ενδέχεται να διαφέρουν ανάλογα με το χρόνο ανάλυσης (75).

1.1.5. Μέθοδος αποτίμησης της ικανότητας δέσμευσης της ελεύθερης ρίζας DPPH

Η μέθοδος αποτίμησης της ικανότητας δέσμευσης της ελεύθερης ρίζας 2,2-διφαινυλ-1-πικρυλδραζυλίου (DPPH) αποτελεί από τους πιο συχνά χρησιμοποιούμενους προσδιορισμούς για την αξιολόγηση της αντιοξειδωτικής δράσης ενός δείγματος. Η DPPH είναι μια σταθερή ρίζα με βαθύ μωβ χρώμα. Όταν βρίσκεται σε μεθανολικό ή αιθανολικό διάλυμα είναι σταθερή και απορροφά έντονα στα 515nm, όταν, όμως, αντιδράσει με δότες e^- η ρίζα ανάγεται στην αντίστοιχη υδραζίνη, η οποία χαρακτηρίζεται από μία υποκίτρινη χροιά. Η μέθοδος αυτή βασίζεται στη μεταφορά ηλεκτρονίων από τα αντιοξειδωτικά συστατικά του τροφίμου, στην ρίζα DPPH, με σκοπό την εξουδετέρωσή της, το οποίο συνοδεύεται από αλλαγή χρώματος, η οποία προσδιορίζεται στα 515 nm. Έτσι, το μωβ χρώμα της ρίζας αποχρωματίζεται και ο αποχρωματισμός δρα ως δείκτης της αντιοξειδωτικής αποτελεσματικότητας.

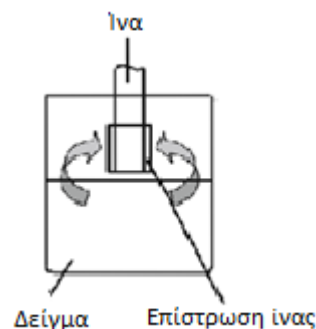


Εικόνα 8. Σχηματική απεικόνιση του μηχανισμού που λαμβάνει χώρα κατά τη μέθοδο αποτίμησης της ικανότητας δέσμευσης της ρίζας DPPH (78).

Πρόκειται για μια απλή τεχνική και απαιτεί μόνο φασματοφωτόμετρο υπεριώδους ακτινοβολίας ή φασματόμετρο EPR. Ωστόσο, έχει διατυπωθεί ότι η μέθοδος αυτή δεν μπορεί να μιμηθεί επαρκώς το μηχανισμό εκκαθάρισης ριζών από αντιοξειδωτικά σε πραγματικά τρόφιμα ή βιολογικά συστήματα λόγω της έλλειψη ρίζας οξυγόνου κατά τον προσδιορισμό (75).

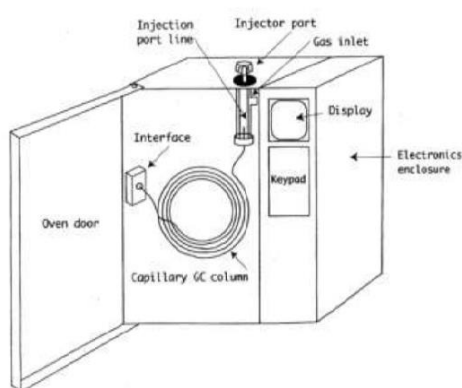
1.1.6. Προσδιορισμός πτητικών ενώσεων με αέρια χρωματογραφία (SPME-GS/MS)

Η μικροεκχύλιση στερεάς φάσης (SPME) αποτελεί μία βελτιστοποιημένη τεχνική εκχύλισης. Τα βασικότερα πλεονέκτημα της τεχνικής είναι ότι δεν απαιτεί διαλύτες. Επίσης, αποτελεί μία σχετικά απλή, φθηνή και γρήγορη μέθοδο και είναι κατάλληλη για υγρά, στερεά και αέρια δείγματα, ενώ, συνήθως, απαιτεί μικρό όγκο δείγματος. Κατά την διαδικασία δειγματοληψίας με την τεχνική SPME υπερκείμενου χώρου (headspace SPME), πραγματοποιείται έκθεση μίας ίνας, η οποία διαθέτει επίστρωση από κατάλληλο υλικό (φάση εκχύλισης), στον υπερκείμενο χώρο πάνω από την επιφάνεια του δείγματος, για ορισμένο χρονικό διάστημα, πραγματοποιώντας εκχύλιση των επιθυμητών, προς ανάλυση, συστατικών. Η διαδικασία αυτή, ουσιαστικά,



Εικόνα 9. Δειγματοληψία headspace SPME (79).

περιλαμβάνει δύο καταστάσεις ισορροπίας, μία μεταξύ της μήτρας του δείγματος και της αέριας φάσης (headspace) πάνω από αυτό και μία μεταξύ του υπερκείμενου χώρου και της επίστρωσης της ίνας. Τυπικά, η διαδικασία μικροεκχύλισης, ολοκληρώνεται, όταν η συγκέντρωση του αναλύτη φτάσει σε ισορροπία στο δείγμα και στην επίστρωση της ίνας. Κατά τη δειγματοληψία, η θέρμανση και η ταυτόχρονη ανάδευση του δείγματος, επιφέρει υψηλότερους ρυθμούς μεταφοράς μάζας, αυξάνοντας τη μεταφορά των επιθυμητών προς ανάλυση ενώσεων στον υπερκείμενο χώρο. Αφού ολοκληρωθεί η διαδικασία εκχύλισης, η ίνα που περιέχει τους αναλυτές μεταφέρεται στη θύρα έγχυσης ενός συστήματος αέριας χρωματογραφίας GC (79, 80, 81).



Εικόνα 10. Αέριος χρωματογράφος (GC) (82).

αέριο και την μη αναμίξιμη στατική φάση (στερεή ή υγρή) που είναι τοποθετημένη σε στήλη. Κατά την είσοδο του δείγματος στον εισαγωγέα, δεδομένου των υψηλών θερμοκρασιών που επικρατούν, πραγματοποιείται ταχέως εκρόφηση των αναλυόμενων συστατικών. Έπειτα, το φέρον αέριο, όπου πρόκειται για κάποιο αδρανές αέριο, όπως, το άζωτο, το ήλιο ή το αργό, μεταφέρει τα συστατικά κατά μήκος της στήλης, η οποία περιέχει τη στατική φάση. Στη συνέχεια, οι αναλυτές κατανέμονται μεταξύ της κινητής και της στατικής φάσης, ανάλογα με τη σχετική τους συγγένεια και με τις δύο φάσεις, με αποτέλεσμα να μεταφέρονται με διαφορετικούς χρόνους μέσω της στήλης. Τέλος, οι ενώσεις φτάνουν σε κάποιο κατάλληλο ανιχνευτή και γίνεται η ταυτοποίησή τους.

Στο εμπόριο διατίθεται ένας μεγάλος αριθμός ανιχνευτών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην αέρια χρωματογραφία. Η σύζευξη ενός συστήματος GC με έναν ανιχνευτή φασματομετρίας μάζας (GC-MS) μπορεί να παρέχει πρόσθετες δομικές πληροφορίες. Ένα σύστημα MS αποτελείται από τρία κύρια μέρη: την πηγή ιόντων που παράγει τα ιόντα από κάθε ένωση, τον αναλυτή μάζας που διαχωρίζει τα ιόντα

Η αέρια χρωματογραφία (GC) αποτελεί μία χρωματογραφική τεχνική με την οποία τα συστατικά ενός μίγματος διαχωρίζονται με συνδυασμό τριών διεργασιών: της κατανομής, της προσρόφησης και του διαφορετικού σημείου ζέσεως των συστατικών στην αέρια φάση. Ένα σύστημα GC περιλαμβάνει δύο φάσεις: την κινητή φάση, όπου πρόκειται για ένα αδρανές

διαφορετικών αναλογιών m/z και τον ανιχνευτή που συλλέγει τα ιόντα. Καθώς μία ένωση εισάγεται στο MS, μια δέσμη ηλεκτρονίων προσπίπτει πάνω στα μόρια της ουσίας που βρίσκονται σε μορφή ατμού, με μεγάλη κινητική ενέργεια. Τα μόρια μετατρέπονται, αρχικά, στα αντίστοιχα μοριακά ιόντα, αποβάλλοντας ένα ηλεκτρόνιο. Το μοριακό ιόν, στη συνέχεια, διασπάται σε διάφορα θραύσματα που είναι κυρίως ουδέτερα μόρια, κατιόντα και ελεύθερες ρίζες, τα οποία, στη συνέχεια, δίνουν νέα θραύσματα. Έπειτα, τα μοριακά ιόντα και κατιόντα ευθυγραμμίζονται σε λεπτή δέσμη και επιταχύνονται, με εφαρμογή κατάλληλων ηλεκτρικών πεδίων. Τα επιταχυνόμενα ιόντα διέρχονται από ένα ισχυρό μαγνητικό πεδίο και με την επίδραση δυνάμεων κινούνται σε κυκλική τροχιά με ακτίνα που καθορίζεται από το λόγο m/z . Το ηλεκτρικό ρεύμα που παράγεται στον ανιχνευτή με διαφορετικό λόγο m/z ενισχύεται και καταγράφεται. Επομένως, ο ανιχνευτής MS δίνει μια μέτρηση του λόγου μάζας προς φορτίο (m/z) των παραγόμενων ιόντων και παρέχει ένα χαρακτηριστικό φάσμα μάζας για κάθε ένωση (82).

1.2. Σκοπός

Σκοπός της μεταπτυχιακής διπλωματικής εργασίας είναι η μελέτη της επίδρασης του χρόνου διατήρησης και της γεωγραφικής προέλευσης στη σύσταση των αγελαδινών στραγγιστών γιαουρτιών. Παράλληλα, εξετάζεται και η επίδραση της διαφορετικής λιποπεριεκτικότητας.

2. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

2.1. Δείγματα

Για τη διεξαγωγή της παρούσας μελέτης χρησιμοποιήθηκαν τα εξής δείγματα:

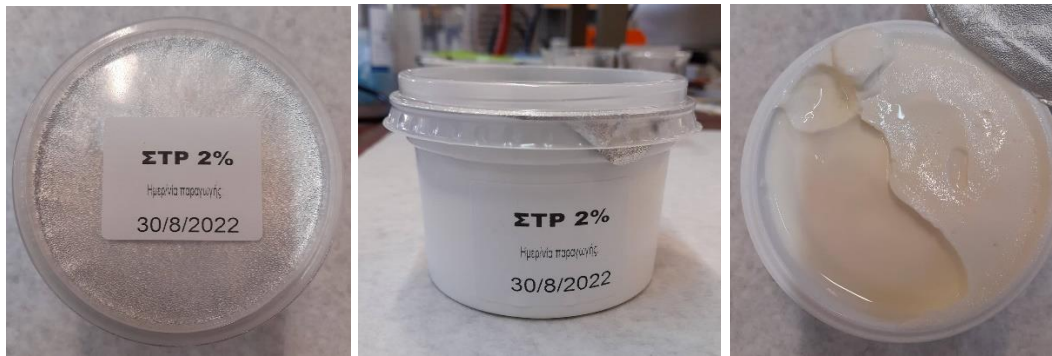
- Το ‘‘Ηπειρώτικο στραγγιστό γιαούρτι’’ αγελάδας με 2% λιπαρά, της εταιρίας ΔΩΔΩΝΗ Α.Ε. (Δ2) και το αντίστοιχο αγελαδινό γάλα που χρησιμοποιήθηκε για την παραγωγή του (ΓΔ2).



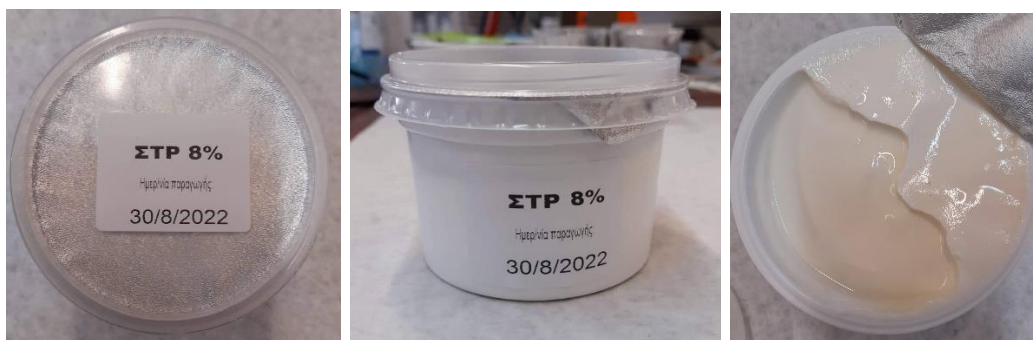
- Το ‘‘Ηπειρώτικο στραγγιστό γιαούρτι’’ αγελάδας με 6% λιπαρά, της εταιρίας ΔΩΔΩΝΗ Α.Ε. (ΓΔ6) και το αντίστοιχο αγελαδινό γάλα που χρησιμοποιήθηκε για την παραγωγή του (ΓΔ6).



- Αγελαδινό στραγγιστό γιαούρτι με 2% λιπαρά, της εταιρίας ΖΑΓΟΡΙ, ΜΠΟΥΤΣΙΚΟΣ, Χ., - Α. ΝΤΟΥΜΑΣ Ο.Ε. (Ζ2).



- Αγελαδινό στραγγιστό γιαούρτι με 8% λιπαρά, της εταιρίας ΖΑΓΟΡΙ, ΜΠΟΥΤΣΙΚΟΣ, Χ., - Α. ΝΤΟΥΜΑΣ Ο.Ε. (Ζ8).



- Αγελαδινό στραγγιστό γιαούρτι με 2% λιπαρά, της εταιρίας ΚΡΙ ΚΡΙ Α.Ε. (ΚΚ2).



- Αγελαδινό στραγγιστό γιαούρτι με 8% λιπαρά, της εταιρίας ΚΡΙ ΚΡΙ Α.Ε. (ΚΚ8).



- Αγελαδινό στραγγιστό γιαούρτι με 2% λιπαρά, της εταιρίας ΟΛΥΜΠΟΣ Α.Ε. (O2).



- Αγελαδινό στραγγιστό γιαούρτι με 5% λιπαρά, της εταιρίας ΟΛΥΜΠΟΣ Α.Ε. (O5).



Όλα τα δείγματα, αμέσως μετά την παραλαβή τους, αποθηκεύτηκαν σε ψυκτικό θάλαμο (4 °C) μέχρι την ανάλυσή του.

2.2. Όργανα και συσκευές

- Αέριος χρωματογράφος, GC System Hewlett Packard, HP 6890 Series, με ημιπολική στήλη DB-5ms μήκους 60 m, διαμέτρου 0,320 mm και πάχους 1,0 μm, Agilent.
- Ανιχνευτής μάζας, Mass Selective Detector, Hewlett Packard 5973

- Αναλυτικός ζυγός KERN ABS τεσσάρων δεκαδικών ψηφίων, max 220g με απόκλιση d=0,1 mg
- Κλίβανος LAC, L.E. 9/11
- Πεχάμετρο Multi-parameter analyser, Consort C831 με Ηλεκτρόδιο Hamilton tiptrode refill: protelyte
- Πυριαντήριο, Memmert
- Συσκευή υπερήχων Ultrasonic Cleaner, TRADE Raypa
- Υδατόλουτρο, C. Gerhardt Analytical Systems
- Υδατόλουτρο, Memmert
- Φασματοφωτόμετρο Jenway 6505 UV/Vis Spectrophotometer
- Φασματοφωτόμετρο Shimadzu UV-1280
- Φυγόκεντρος Microcentrifuge 7200g FORCE 7, National Labnet Company
- Ψυχόμενη φυγόκεντρος Hettich Zentrifugen MIKRO 22R
- Vortex genie-2, Scientific Industries

2.3. Αντιδραστήρια και υλικά

Acetic acid glacial for analysis, Carlo Erba Reagents, Chau. du Vexin, France, Bovine serum albumin (BSA), lyophilized powder, Sigma-Aldrich, Steinheim, Germany, Bradford reagent, x5, Serva, Heidelberg, Germany, Chloramine T trihydrate, 98-103%, Sigma- Aldrich, Steinheim, Germany, Copper (II) sulfate 5-hydrate, Ferak, Berlin, Germany, 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl, Sigma-Aldrich, Steinheim, Germany, Ferric chloride 97%, Sigma-Aldrich, Steinheim, Germany, Folin-Ciocalteu's phenol reagent, Merck, Darmstadt, Germany, Formaldehyde 36%-38%, Lanchner, Neratovice, Τσεχία, Gallic acid anhydrous, Merck, Darmstadt, Germany,, Hydrochloric acid $\geq 37\%$, Sigma-Aldrich, Steinheim, Germany, Isoamyl alcohol, Millinckrodt, Dublin, Ireland, Methanol for analysis, Merck, Darmstadt, Germany, 4-methyl-2-pentanol $>99\%$, Sigma- Aldrich, Steinheim, Germany, Phenolphthalein indicator pH 8,2-9,8, Ferak, Berlin, Germany, Phosphoric acid puriss. $\geq 85\%$, Sigma- Aldrich, Steinheim, Germany, Potassium Iodide, KI $\geq 99,9\%$, Honeywell Fluka, Potassium sodium tartrate, crystals, analytical reagent, Mallinckrodt, Dublin, Ireland, PVDF hydrophilic Syringe Filter, 0,45 μ m, 25mm, Membrane Solutions, LLC, PVDF hydrophilic Syringe Filter 0,22 μ m, 13 mm, Membrane Solutions, LLC, Sodium acetate trihydrate, Merck, Darmstadt, Germany, Sodium carbonate, anhydrous $\geq 99,8\%$, Sigma-Aldrich, Steinheim, Germany,

Sodium Chloride, Merck, Darmstadt, Germany, Sodium hydroxide (pellets) analytical reagent, Mallinckrodt, Dublin, Ireland, Sodium thiosulfate, anhydrous, POCh S.A, Gliwice, Sodium tungstate dihydrate, for analysis, Merck, Darmstadt, Germany, Starch soluble for analysis, Merck, Darmstadt, Germany, Sulfuric acid puriss, 95-97%, Sigma-Aldrich, Steinheim, Germany, 2,4,6-tris(2-pyridyl)-s-triazine (TPTZ), Sigma-Aldrich, Steinheim, Germany.

2.4. Μέθοδοι

2.4.1. Μέθοδοι ανάλυσης βασικής σύστασης γάλακτος

2.4.1.1. pH γάλακτος

Αφήνεται το δείγμα γάλακτος να έρθει σε θερμοκρασία δωματίου. Αφού ρυθμιστεί κατάλληλα το πεχάμετρο με τη βοήθεια κατάλληλων ρυθμιστικών διαλυμάτων, γίνεται μέτρηση του pH του δείγματος, με βύθιση του ηλεκτροδίου στο δείγμα (64).

2.4.1.2. Ειδικό βάρος

Σε ογκομετρικό σωλήνα των 100 mL φέρονται περίπου 70 mL δείγματος γάλακτος και γίνεται βύθιση του γαλακτοαραιωμέτρου, που διαθέτει ενσωματωμένο θερμόμετρο. Η κλίμακα του αραιομέτρου είναι βαθμολογημένη σε βαθμούς 20 - 40 που αντιστοιχούν σε τιμές ειδικού βάρους 1,020 - 1,040 στους 15 °C. Σημειώνεται η ένδειξη του καθώς και η θερμοκρασία, ώστε να γίνει διόρθωση της τιμής του ειδικού βάρους με βάση τη μετρούμενη θερμοκρασία με αναγωγή στους 15 °C. Δεδομένου ότι το ειδικό βάρος είναι αντιστρόφως ανάλογο με τη θερμοκρασία, όταν η θερμοκρασία του δείγματος είναι χαμηλότερη των 15 °C, αφαιρείται ο συντελεστής 0,0002 για κάθε βαθμό κελσίου, ενώ όταν είναι υψηλότερη προστίθεται (64).

2.4.1.3. Ογκομετρούμενη οξύτητα

Παρασκευή απαιτούμενων διαλυμάτων:

- Διάλυμα NaOH 0,1 N: 0,4 g στερεού NaOH φέρονται σε ογκομετρική φιάλη των 100 mL, όπου και διαλύονται με απιονισμένο νερό. Η φιάλη συμπληρώνεται μέχρι τη χαραγή.
- Διάλυμα φαινολοφθαλεΐνης 1 % w / v: 1 g φαινολοφθαλεΐνης φέρεται σε ογκομετρική φιάλη των 100 mL και γίνεται διάλυση και συμπλήρωση με απιονισμένο νερό.

Πειραματική πορεία:

Για τον προσδιορισμό της οξύτητας, λαμβάνονται 10 mL γάλακτος και μεταφέρονται σε κωνική φιάλη των 100 mL. Προστίθενται 2 - 3 σταγόνες δείκτη φαινολοφθαλείνης 1 % w/v και γίνεται ογκομέτρηση με NaOH 0,1 N μέχρι αλλαγή χρώματος από λευκό σε ρόδινο, που να διατηρείται τουλάχιστον 30 δευτερόλεπτα.

Ισχύει ότι 9 mg γαλακτικού οξέος εξουδετερώνονται από 1 mL NaOH. Η οξύτητα εκφράζεται σε % w / w ή w / v σε γαλακτικό οξύ (83)

2.4.1.4. Λακτόζη

Παρασκευή απαιτούμενων διαλυμάτων:

- Διάλυμα βολφραμικού οξέος: Σε ογκομετρική φιάλη του 1 L φέρονται 7 g στερεού $\text{Na}_2\text{WO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, διαλύονται σε 870 mL απιονισμένο νερό και προστίθεται 0,1 mL διαλύματος H_3PO_4 38 % w/w και 70 mL H_2SO_4 1 N, στη συνέχεια η φιάλη συμπληρώνεται, μέχρι τη χαραγή, με απιονισμένο νερό.
- Διάλυμα H_3PO_4 38 % w / w: Σε ογκομετρική φιάλη των 10 mL, φέρονται περίπου 4,5 mL απιονισμένο νερό, στη συνέχεια, με προσοχή, 4,7 mL $\text{H}_3\text{PO}_4 \geq 85$ % και η φιάλη συμπληρώνεται με απιονισμένο νερό.
- Διάλυμα H_2SO_4 1 N: Σε ογκομετρική φιάλη των 250 mL, φέρονται περίπου 200 mL απιονισμένο νερό, στη συνέχεια, με προσοχή, 6,9 mL H_2SO_4 95-97% και η φιάλη συμπληρώνεται με απιονισμένο νερό.
- Διάλυμα KI 10 % w / v: Σε ογκομετρική φιάλη των 100 mL φέρονται 10 g KI και ακολουθεί διάλυση και πλήρωση με απιονισμένο νερό. Το διάλυμα διατηρείται σε σκουρόχρωμη φιάλη.
- Διάλυμα χλωραμίνη T 0,04 N: Σε ογκομετρική φιάλη των 100 mL φέρονται 0,57 g χλωραμίνης T και διαλύονται με απιονισμένο νερό.
- Διάλυμα HCl 2 N: Σε ογκομετρική φιάλη των 250 mL, όπου αρχικά έχουν προστεθεί περίπου 200 mL απιονισμένο νερό, φέρονται 41,667 mL πυκνού HCl (12 N), και η φιάλη συμπληρώνεται μέχρι τη χαραγή με απιονισμένο νερό.
- Διάλυμα $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,04 N: Σε ογκομετρική φιάλη των 100 mL φέρονται 0,9924 g $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ και γίνεται διάλυση και πλήρωση με απιονισμένο νερό.

- Διάλυμα αμύλου 1 % w / v : Σε ποτήρι ζέσεως φέρονται 1 g αμύλου και 80 mL απιονισμένο νερό και το διάλυμα αφήνεται να βράσει για 30'' σε μαγνητικό αναδευτήρα. Αφού το διάλυμα ψυχθεί φέρεται σε ογκομετρική φιάλη των 100 mL και γίνεται πλήρωση με νερό.

Πειραματική πορεία:

Σε ογκομετρική φιάλη των 100 mL μεταφέρονται 10 mL γάλακτος, 25 mL απιονισμένου νερού, 40 mL από το αντιδραστήριο του βολφραμικού οξέος και αναμιγνύονται ήπια. Η ογκομετρική φιάλη συμπληρώνεται μέχρι την χαραγή με απιονισμένο νερό, αναμιγνύεται το μίγμα και αφήνεται να κατακαθίσει το ίζημα. Το περιεχόμενο διηθείται με πτυχωτό ηθμό σε κωνική φιάλη των 250 mL. Σε κωνική φιάλη των 250 mL με εσφυρισμένο πώμα μεταφέρονται 10 mL διηθήματος, προστίθενται 5 mL διαλύματος KI 10 % w / v και 20 mL διαλύματος χλωραμίνης T 0,04 N και αναμειγνύονται. Η κωνική φιάλη κλείνεται με πώμα και αφήνεται σε ντουλάπι, σε θερμοκρασία δωματίου, για 1 ½ ώρα. Ταυτόχρονα, γίνεται και ο λευκός προσδιορισμός, όπου αντί για διήθημα, χρησιμοποιούνται 10 mL απιονισμένου νερού. Μετά από 1 ½ ώρες αναμονή, προστίθενται 5 mL διαλύματος HCl 2 N, 3 σταγόνες δείκτη άμυλο και πραγματοποιείται τιτλοδότηση με διάλυμα $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,04 N μέχρι το διάλυμα να αποχρωματιστεί.

Το αποτέλεσμα εκφράζεται σε % μόνυδρη λακτόζη. Υπολογίζεται η διαφορά των mL $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ που καταναλώθηκαν για το τυφλό προσδιορισμό και το δείγμα γάλακτος και γίνεται διόρθωση της ένδειξης πολλαπλασιάζοντας επί 0,992 για το πλήρες γάλα. Ισχύει ότι 1 mL 0,04 N $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ αντιστοιχεί σε 0,0072 g μόνυδρης λακτόζης (65).

2.4.1.5. Λίπος

Παρασκευή διαλυμάτων:

- H_2SO_4 Gerber: Σε ογκομετρική φιάλη του 1 L φέρονται 66 mL απιονισμένου νερού και προστίθεται, αργά και με προσοχή, πυκνό H_2SO_4 μέχρι τη χαραγή.

Πειραματική πορεία:

Σε ποτήρι ζέσεως των 100 mL φέρονται 11 mL γάλακτος. Προστίθενται 6 mL H_2SO_4 Gerber και το μίγμα μεταφέρεται ποσοτικά με τη βοήθεια άλλων 5 mL H_2SO_4 Gerber σε βουτυρόμετρο. Στη συνέχεια, προστίθεται στο βουτυρόμετρο, 1 mL αμυλικής αλκοόλης, κατά τέτοιο τρόπο ώστε το σιφόνιο να ακουμπά στα τοιχώματα

του βουτυρόμετρου και να μην προκύπτει ανάμιξη του δείγματος με το H_2SO_4 Gerber. Αφού πωματιστεί το βουτυρόμετρο, γίνεται έλεγχος του όγκου μίγματος, ώστε να βρίσκεται κατά 2 / 3 στην βαθμονομημένη κλίμακα. Εάν δεν βρίσκεται εντός της συγκεκριμένης περιοχής, προστίθεται κατάλληλη ποσότητα H_2SO_4 Gerber. Ακολουθεί ανατάραξη του βουτυρόμετρου και τοποθέτηση σε υδατόλουτρο στους 65 °C για 15 λεπτά. Έπειτα, πραγματοποιείται φυγοκέντρηση για 5 λεπτά στις 1000 στροφές / λεπτό σε θερμοκρασία 65 °C. Μετά τη φυγοκέντρηση, μετρείται η στιβάδα του λίπους που επιπλέει στη βαθμονομημένη περιοχή.

Το αποτέλεσμα εκφράζεται με ακρίβεια πρώτου δεκαδικού ψηφίου, όση είναι και η ακρίβεια των υποδιαιρέσεων της κλίμακας του βουτυρομέτρου ως % περιεκτικότητα σε λίπος. Η ακρίβεια της μεθόδου φθάνει στο 0,05 % (84).

2.4.1.6. Πρωτεΐνες - Μέθοδος φορμόλης

Παρασκευή διαλυμάτων: Ίδια πορεία με τα διαλύματα που χρησιμοποιούνται στη μέθοδο προσδιορισμού της οξύτητας.

Πειραματική πορεία:

Σε κωνική φιάλη των 100 mL, φέρονται 10 mL δείγματος, προστίθενται 3 σταγόνες διαλύματος φαινολοφθαλείνης 1 % w / v και γίνεται ογκομέτρηση με διάλυμα NaOH 0,1 N, μέχρι αλλαγή χρώματος από λευκό σε ροζ. Στη συνέχεια, προστίθενται 2 mL διαλύματος φορμόλης 40 %, το διάλυμα ανακινείται και ξαναπαίρνει λευκή απόχρωση. Ακολουθεί ογκομέτρηση με α mL διαλύματος NaOH 0,1 N. Ταυτόχρονα, γίνεται και τυφλός προσδιορισμός, όπου σε κωνική φιάλη των 100 mL φέρονται 10 mL απιονισμένο νερό, 2 mL φορμόλης, 3 σταγόνες διαλύματος φαινολοφθαλείνης 1 % w / v και πραγματοποιείται ογκομέτρηση με β mL διαλύματος NaOH 0,1 N.

Το ποσοστό της πρωτεΐνης δίνεται από τη σχέση: $1,95 \times (\alpha - \beta)$, όπου α = ο όγκος (mL) του διαλύματος NaOH που καταναλώνεται για το δείγμα και β = ο όγκος (mL) του διαλύματος NaOH που καταναλώνεται για το τυφλό διάλυμα (85).

2.4.1.7. Στερεό υπόλειμμα

Σε προζυγισμένη κάψα φέρονται 10 mL γάλακτος. Έπειτα, προστίθενται μερικές σταγόνες οξικού οξέος, για καθίζηση των πρωτεϊνών, και γίνεται ήπια ανάδευση με γυάλινη ράβδο. Το δείγμα εξατμίζεται σε υδατόλουτρο για 30 λεπτά και, ακολούθως, ξηραίνεται σε πυριαντήριο για περίπου 2 ώρες στους 105 °C, μέχρι σταθερού βάρους.

Στη συνέχεια, η κάψα μεταφέρεται σε ξηραντήρα μέχρι να ψυχθεί και ακολουθεί ζύγισή της σε αναλυτικό ζυγό.

Το στερεό υπόλειμμα υπολογίζεται με το τύπο:

$$\text{ΣΥ (\% w / v)} = \frac{\text{Βάρος Υπολείμματος (g)}}{\text{Όγκος γάλακτος (mL)}} * 100 \quad (86).$$

2.4.1.8. Τέφρα

Σε προζυγισμένο χωνευτήριο, φέρονται 5 mL δείγματος γάλακτος και γίνεται ζύγιση, σε αναλυτικό ζυγό τεσσάρων δεκαδικών ψηφίων. Το χωνευτήριο με το δείγμα μεταφέρονται σε πυριαντήριο για 3 ώρες στους 105°C και έπειτα τοποθετείται σε φούρνο στους 650°C για περίπου 8 ώρες, μέχρι σταθερού βάρους. Στη συνέχεια, το χωνευτήριο μεταφέρεται σε ξηραντήρα μέχρι να ψυχθεί και ακολουθεί ζύγιση στον αναλυτικό ζυγό.

Η % τέφρα υπολογίζεται με το τύπο:

$$\text{Τέφρα \% (w / w)} = \frac{\text{Βάρος τέφρας (g)}}{\text{Βάρος γάλακτος (g)}} * 100 \quad (87).$$

2.4.2. Λήψη υδατικού εκχυλίσματος γάλακτος για εφαρμογή φωτομετρικών μεθόδων

Παρασκευή διαλυμάτων:

- Διάλυμα HCl 1 N: Σε ογκομετρική φιάλη των 20 mL, όπου αρχικά έχουν προστεθεί περίπου 15 mL απιονισμένο νερό, φέρονται 1,67 mL HCl 12 N, και η φιάλη συμπληρώνεται μέχρι τη χαραγή με απιονισμένο νερό.
- Διάλυμα NaOH 1 N: Σε ογκομετρική φιάλη των 20 mL φέρονται 0,8 g NaOH και γίνεται διάλυση και πλήρωση με απιονισμένο νερό.

Πειραματική πορεία:

Αφού γίνει ρύθμιση του pH του γάλακτος σε τιμή 4 με τη χρήση διαλύματος HCl 1 N, σε 2 φυγοκεντρικούς σωλήνες φέρονται από 10 mL δείγματος και προστίθενται από 2,5 mL απιονισμένο νερό. Ακολουθεί επώαση σε υδατόλουτρο στους 45 °C για 10 λεπτά. Γίνεται φυγοκέντρωση στα 5500 rpm στους 4 °C για χρόνο 20 λεπτών. Τα υπερκείμενα συλλέγονται, περνούν μέσω υαλοβάμβακα και έπειτα γίνεται ρύθμιση του

pH σε τιμή 7 με τη χρήση NaOH 1 N. Πραγματοποιείται εκ νέου φυγοκέντρωση στα 5500 rpm στους 4 °C για 20 λεπτά. Τα υπερκείμενα ενώνονται και γίνεται διήθηση μέσω φίλτρου σύριγγας PVDF, διαμέτρου πόρων 0,22 μm (88, 89).

Το διαυγές υδατικό εκχύλισμα γάλακτος που λαμβάνεται χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό της συγκέντρωσης των πεπτιδίων και αμινοξέων (μέθοδοι Lowry και Bradford) και της αντιοξειδωτικής δράσης (μέθοδος Folin και FRAP).

2.4.2.1. Μέθοδος Lowry

Παρασκευή διαλυμάτων:

- Διάλυμα NaOH 0,1 N: Σε ογκομετρική φιάλη των 100 mL φέρονται 0,4 g NaOH, διαλύονται σε απιονισμένο H₂O και η φιάλη πληρώνεται μέχρι τη χαραγή.
- Διάλυμα Na₂CO₃ 2 % σε NaOH 0,1 N: Σε ογκομετρική φιάλη των 25 mL φέρονται 0,5 g Na₂CO₃ και ακολουθεί διάλυση και πλήρωση με διάλυμα NaOH 0,1 N.
- Διάλυμα τρυγικού καλιονατρίου 1 %: Σε ογκομετρική φιάλη των 10 mL φέρονται 0,1 g στερεού τρυγικού καλιονατρίου και η φιάλη συμπληρώνεται, μέχρι τη χαραγή, με απιονισμένο H₂O.
- Διάλυμα CuSO₄ 0,5 % σε διάλυμα τρυγικού καλιονατρίου 1 % : Σε ογκομετρική φιάλη των 10 mL φέρονται 0,05 g στερεού CuSO₄ και ακολουθεί διάλυση και πλήρωση με διάλυμα τρυγικού καλιονατρίου 1 %. Το διάλυμα δεν διατηρείται.
- Διάλυμα Lowry: Γίνεται ανάμιξη των διαλυμάτων Na₂CO₃ 2 % σε NaOH 0,1 N και CuSO₄ 0,5 % σε διάλυμα τρυγικού καλιονατρίου 1 % με αναλογία 50 : 1. Το διάλυμα δεν διατηρείται.
- Διάλυμα Folin 1 M: Σε ογκομετρική φιάλη των 2 mL φέρεται 1 mL αντιδραστηρίου Folin 2 N και γίνεται συμπλήρωση, μέχρι τη χαραγή με απιονισμένο H₂O.

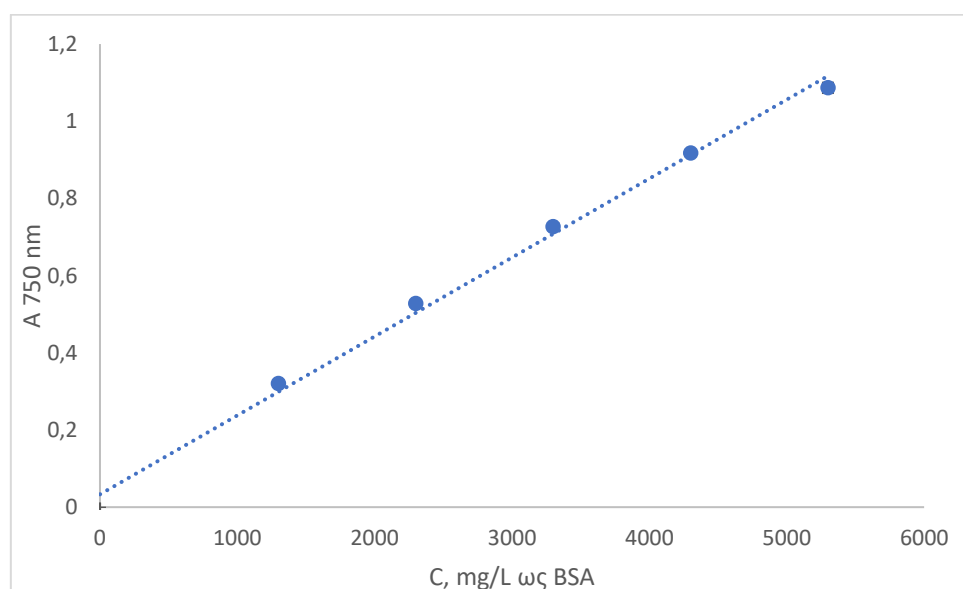
Πειραματική πορεία:

Σε Eppendorf των 2 mL φέρονται 0,25 mL διαλύματος δείγματος (50 μL εκχύλισμα και 200 μL απιονισμένο H₂O) και 1,25 mL διαλύματος Lowry και γίνεται ανάδευση σε Vortex. Παράλληλα, παρασκευάζεται και τυφλό διάλυμα όπου αντί για 0,25 mL διαλύματος δείγματος περιέχει 0,25 mL απιονισμένο H₂O pH = 7. Ακολουθεί επώαση

για 10 λεπτά σε θερμοκρασία δωματίου, στο σκοτάδι. Έπειτα, προστίθενται 0,25 mL διαλύματος Folin 1 M, γίνεται ανάδευση και ακολουθεί ξανά παραμονή για 30 λεπτά στις ίδιες συνθήκες. Μετά το πέρας του χρόνου, μετράται η απορρόφηση στα 750 nm με γυάλινη κυψελίδα. Ο μηδενισμός του οργάνου γίνεται με το τυφλό διάλυμα.

Η συγκέντρωση των εκφράζεται σε mg BSA /L και προσδιορίζεται με τη βοήθεια εξίσωσης που προκύπτει από κατάλληλη πρότυπη καμπύλη.

Πρότυπη καμπύλη: Παρασκευάζεται πυκνό διάλυμα BSA 6000 mg / L, όπου σε ογκομετρική φιάλη των 1 mL φέρονται 0,006 g BSA και συμπληρώνεται μέχρι τη χαραγή με H₂O pH=7. Στη συνέχεια, με διαδοχικές αραιώσεις, παρασκευάζονται πρότυπα διαλύματα με συγκεντρώσεις 0, 1300, 2300, 3300, 4300 και 5300 mg BSA / L και οι περιέκτες συμπληρώνονται με κατάλληλο όγκο H₂O pH=7. Έπειτα, ακολουθείται η πορεία της μεθόδου για κάθε πρότυπο διάλυμα (73, 90).



Σχήμα 1. Πρότυπη καμπύλη μεθόδου Lowry.

Η συγκέντρωση των πεπτιδίων και αμινοξέων προκύπτει από την εξίσωση: $C = (A - 0,0331) / 0,0002$, $R^2 = 0,9954$.

2.4.2.2. Μέθοδος Bradford

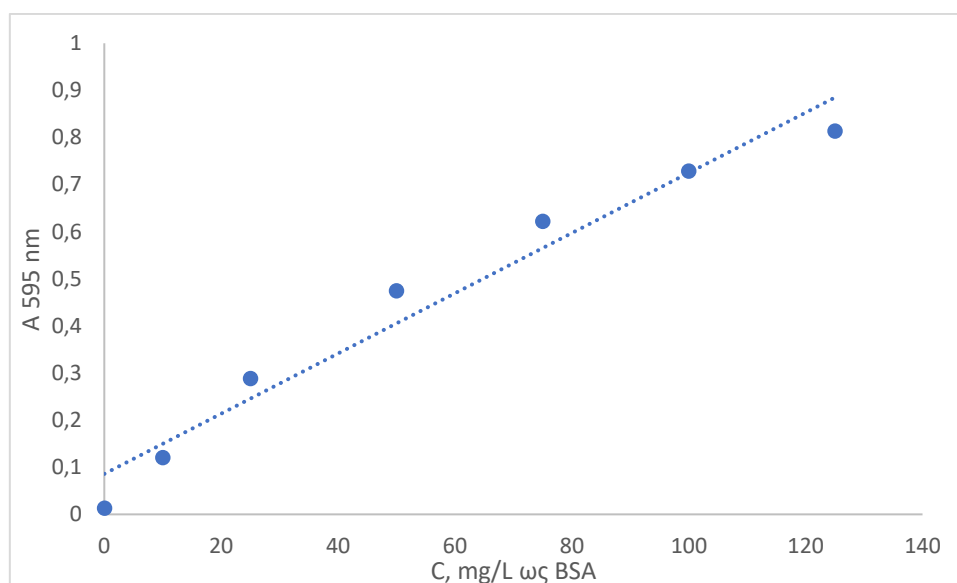
Πειραματική πορεία:

Σε Eppendorf των 2 mL μεταφέρονται 1,5 mL αντιδραστηρίου Bradford (αραιωμένο 1:5) και 0,5 mL υδατικού εκχυλίσματος γάλακτος. Παράλληλα, παρασκευάζεται και τυφλό διάλυμα όπου αντί για υδατικό εκχύλισμα περιέχει 0,5 mL απιονισμένο H₂O pH

= 7. Ακολουθεί έντονη ανάδευση σε Vortex και παραμονή σε θερμοκρασία δωματίου για 5 λεπτά, στο σκοτάδι. Μετά τα 5 λεπτά, γίνεται μέτρηση της απορρόφησης στα 595 nm, με γυάλινη κυψελίδα 1 cm. Ο μηδενισμός του οργάνου γίνεται με το τυφλό διάλυμα.

Η συγκέντρωση των πεπτιδίων και αμινοξέων εκφράζεται σε mg BSA / L και προσδιορίζεται με τη βοήθεια εξίσωσης που προκύπτει από κατάλληλη πρότυπη καμπύλη.

Πρότυπη καμπύλη: Παρασκευάζεται πυκνό διάλυμα BSA 1000 mg / L, όπου σε ογκομετρική φιάλη των 5 mL φέρονται 0,005 g BSA και συμπληρώνεται μέχρι τη χαραγή με H₂O pH = 7 και από αυτό με διαδοχικές αραιώσεις παρασκευάζονται πρότυπα διαλύματα συγκεντρώσεων 0, 10, 25, 50, 75, 100 και 125 mg BSA / L. Οι περιέκτες συμπληρώνονται με κατάλληλο όγκο H₂O pH=7. Στη συνέχεια ακολουθείται η πορεία της μεθόδου για κάθε πρότυπο διάλυμα (69).



Σχήμα 2. Πρότυπη καμπύλη μεθόδου Bradford.

Η συγκέντρωση των πεπτιδίων και αμινοξέων προκύπτει από την εξίσωση: $C = (A - 0,0859) / 0,0064$, $R^2 = 0,9626$.

2.4.2.3. Μέθοδος Folin

Παρασκευή διαλυμάτων:

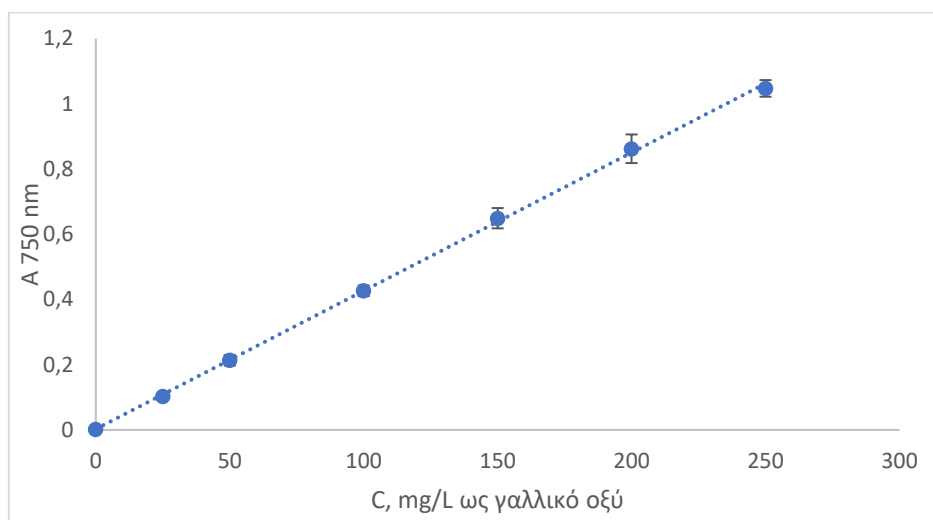
- Na₂CO₃ 20 % w / v: Σε ογκομετρική φιάλη των 20ml φέρονται 4 g στερεού Na₂CO₃ και ακολουθεί διάλυση και πλήρωση με απιονισμένο νερό.

Πειραματική πορεία:

Σε δοκιμαστικό σωλήνα φέρονται 1,9 mL H₂O pH = 7 , 100 μL υδατικού εκχυλίσματος γάλακτος και 125 μL αντιδραστηρίου Folin – Ciocalteu 2 N. Μετά από 1 λεπτό, προστίθενται 380 μL διαλύματος NaCO₃ 20 % w / v και ακολουθεί έντονη ανάδευση σε vortex. Το κάθε δείγμα διαθέτει και αντίστοιχο τυφλό διάλυμα, όπου, αντί για 100 μL υδατικού εκχυλίσματος, χρησιμοποιούνται 100 μL H₂O pH=7. Ακολουθεί παραμονή των διαλυμάτων για 2 ώρες, στο σκοτάδι, σε θερμοκρασία δωματίου. Μετά τις δύο ώρες, γίνεται μέτρηση της απορρόφησης τους στα 750 nm με γυάλινη κυψελίδα 1 cm. Ο μηδενισμός του οργάνου γίνεται με το τυφλό διάλυμα.

Η αντιοξειδωτική δράση εκφράζεται σε mg γαλλικού οξέος / L και προσδιορίζεται με τη βοήθεια εξίσωσης που προκύπτει από κατάλληλη πρότυπη καμπύλη.

Πρότυπη καμπύλη: Παρασκευάζεται πυκνό διάλυμα γαλλικού οξέος συγκέντρωσης 250 mg / L, για το οποίο φέρονται σε ογκομετρική φιάλη των 10 mL 0,0025 g γαλλικού οξέος και διαλύονται με H₂O pH=7. Από το πυκνό διάλυμα, με διαδοχικές αραιώσεις, παρασκευάζονται πρότυπα διαλύματα με συγκεντρώσεις 0, 25, 50, 100, 150, 200 mg γαλλικού οξέος / L και οι περιέκτες συμπληρώνονται με H₂O pH=7 μέχρι τελικού όγκου 0,2 mL. Στη συνέχεια, ακολουθείται, για κάθε πρότυπο διάλυμα, η πειραματική πορεία της μεθόδου (91).



Σχήμα 1. Πρότυπη καμπύλη μεθόδου Folin.

Η αντιοξειδωτική δράση προκύπτει από την εξίσωση: $C = (A - 0,0027) / 0,0042$, $R^2 = 0,9995$.

2.4.2.4. Μέθοδος FRAP

Παρασκευή διαλυμάτων:

- Διάλυμα HCl 0,05 N: Σε ογκομετρική φιάλη των 100 mL φέρεται ορισμένη ποσότητα απιονισμένου H₂O και προστίθενται 0,42 mL πυκνού HCl 12 N. Γίνεται ανάδευση και η φιάλη συμπληρώνεται μέχρι τη χαραγή με H₂O.
- Ρυθμιστικό διάλυμα οξικού οξέος 300 mM (pH=3,6): Σε ογκομετρική φιάλη των 100 mL ζυγίζονται 0,31 g οξικού νατρίου, προστίθενται 1,6 mL οξικού οξέος και 90 mL απιονισμένο H₂O. Γίνεται ανάδευση και μέτρηση του pH, αν απαιτείται γίνονται οι απαραίτητες διορθώσεις ώστε η τιμή του να είναι 3,6. Στη συνέχεια η φιάλη συμπληρώνεται με H₂O μέχρι τη χαραγή.
- Διάλυμα TPTZ (2,4,6-τριπυριδυλο-s-τριαζίνη) 9 mM: Σε ογκομετρική φιάλη των 20 mL ζυγίζονται 0,056 g TPTZ και ακολουθεί διάλυση και πλήρωση με διάλυμα HCl 0,05 M.
- Διάλυμα FeCl₃ 20 mM: Σε ογκομετρική φιάλη των 20 mL ζυγίζονται 0,065 g άνυδρου FeCl₃ και ακολουθεί διάλυση και πλήρωση με διάλυμα HCl 0,05 M.
- Αντιδραστήριο FRAP: ακριβώς πριν την έναρξη της πειραματικής μεθόδου γίνεται ανάμιξη των παραπάνω διαλυμάτων σε αναλογία 10 : 1 : 1.

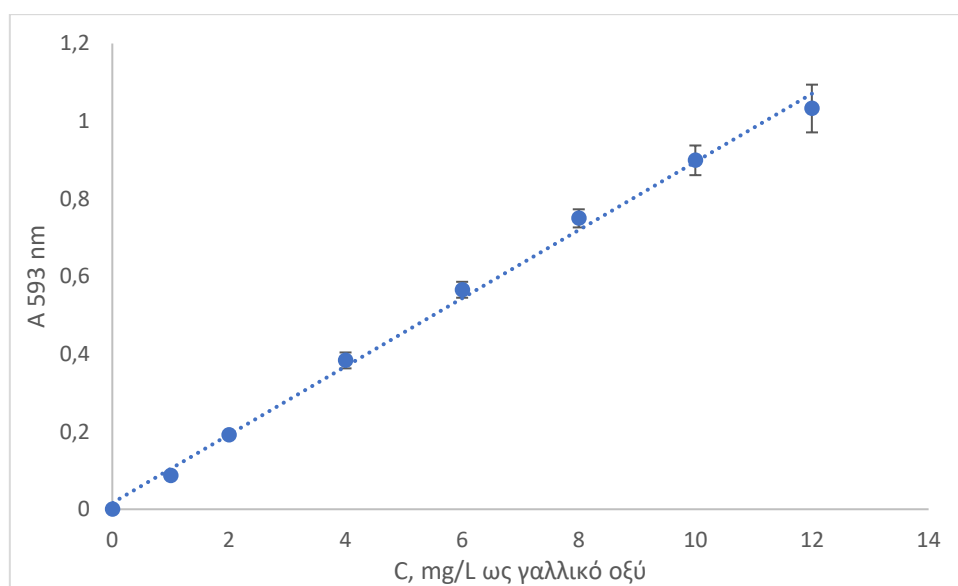
Πειραματική πορεία:

Πριν την εφαρμογή της μεθόδου FRAP γίνεται ρύθμιση της τιμής του pH του υδατικού εκχυλίσματος σε 4 με χρήση HCl 1 M και πραγματοποιείται εκ νέου φυγοκέντρηση στα 5500 rpm στους 4 °C για 20 λεπτά. Λαμβάνεται διαυγές εκχύλισμα.

Στη συνέχεια, σε δοκιμαστικό σωλήνα φέρονται 0,5 mL υδατικού εκχυλίσματος γάλακτος και 3 mL αντιδραστηρίου FRAP και πραγματοποιείται έντονη ανάδευση σε vortex. Ακολουθεί παραμονή σε υδατόλουτρο στους 37 °C για 10 λεπτά. Μετά το πέρας του χρόνου, το διάλυμα διηθείται μέσω φίλτρου σύριγγας 0,45 μm (PVDF) και προσδιορίζεται η απορρόφηση στα 593 nm, με γυάλινη κυψελίδα 1 cm. Ο μηδενισμός του οργάνου γίνεται με τυφλό διάλυμα όπου αντί για 0,5 mL υδατικού εκχυλίσματος, περιέχεται 0,5 mL H₂O pH=4.

Η αντιοξειδωτική δράση εκφράζεται σε mg γαλλικού οξέος / L και προσδιορίζεται με τη βοήθεια εξίσωσης που προκύπτει από κατάλληλη πρότυπη καμπύλη.

Πρότυπη καμπύλη: Παρασκευάζεται πυκνό διάλυμα γαλλικού οξέος συγκέντρωσης 100 mg / L, για το οποίο, σε ογκομετρική φιάλη των 10 mL φέρονται 0,001 g γαλλικού οξέος και συμπληρώνεται με H₂O pH=4 μέχρι τη χαραγή. Από το πυκνό διάλυμα, με διαδοχικές αραιώσεις, παρασκευάζονται πρότυπα διαλύματα με συγκεντρώσεις 0, 1, 2, 4, 6, 8, 10, 12 mg γαλλικού οξέος / L. Στη συνέχεια, οι περιέκτες συμπληρώνονται με κατάλληλο όγκο H₂O pH=4, μέχρι τελικού όγκου 1 mL. Έπειτα, ακολουθείται, για κάθε πρότυπο διάλυμα, η πειραματική πορεία της μεθόδου FRAP, όπως περιγράφεται παραπάνω (92, 93).



Σχήμα 2. Πρότυπη καμπύλη μεθόδου FRAP

Η αντιοξειδωτική δράση προκύπτει από την εξίσωση: $C = (A - 0,0162) / 0,0879$, $R^2 = 0,9964$.

2.4.3. Μέθοδοι ανάλυσης βασικών χαρακτηριστικών στραγγιστού γιαουρτιού

2.4.3.1. pH στραγγιστού γιαουρτιού

Ο προσδιορισμός του pH των δειγμάτων στραγγιστού γιαουρτιού γίνεται με τη χρήση ηλεκτρονικού πεχαμέτρου, σύμφωνα με τη διαδικασία που περιεγράφηκε στην περίπτωση των δειγμάτων γάλακτος (64).

2.4.3.2. Ογκομετρούμενη οξύτητα

Για τον προσδιορισμό της οξύτητας του στραγγιστού γιαουρτιού, εφαρμόζεται όμοια μέθοδος με τα δείγματα γάλακτος, ωστόσο, αντί για 10 mL δείγματος χρησιμοποιούνται 10 g στραγγιστού γιαουρτιού (83).

2.4.3.3. Λακτόζη

Ο προσδιορισμός της λακτόζης των δειγμάτων στραγγιστού γιαουρτιού, γίνεται με εφαρμογή της μεθόδου που εφαρμόστηκε και στα δείγματα γάλακτος. Αντί για 10 mL δείγματος, χρησιμοποιούνται 10 g στραγγιστού γιαουρτιού (65).

2.4.3.4. Λίπος

Ακολουθείται η ίδια πορεία που περιεγράφηκε παραπάνω για τον προσδιορισμό του λίπους γάλακτος. Στη θέση του γάλακτος χρησιμοποιούνται 11,33 g στραγγιστού γιαουρτιού (84).

2.4.3.5. Πρωτεΐνες - Μέθοδος φορμόλης

Ο προσδιορισμός των πρωτεϊνών του στραγγιστού γιαουρτιού, όπως και στη περίπτωση του γάλακτος, γίνεται με τη μέθοδο της φορμόλης. Η πορεία που ακολουθείται είναι όμοια και στη θέση του δείγματος χρησιμοποιούνται 10 g στραγγιστού γιαουρτιού. Το ποσοστό της πρωτεΐνης δίνεται από τη σχέση: $1,95 \times (\alpha - \beta)$ (85).

2.4.3.6. Στερεό υπόλειμμα

Πραγματοποιείται παρόμοια διαδικασία με τη μέθοδο προσδιορισμού του στερεού υπολείμματος γάλακτος. Η μόνη διαφορά έγκειται στο ότι χρησιμοποιούνται 5 g στραγγιστού γιαουρτιού και προστίθενται 5 mL απιονισμένου H₂O, αντί για τη χρήση 10 mL γάλακτος ως δείγμα. Το στερεό υπόλειμμα υπολογίζεται με το τύπο:

$$\Sigma Y (\% w / w) = \frac{\text{Βάρος υπολείμματος (g)}}{\text{Βάρος στραγγιστού γιαουρτιού (g)}} * 100 \quad (94).$$

2.4.3.7. Τέφρα

Σε προζυγισμένο χωνευτήριο, φέρονται περίπου 5 g στραγγιστού γιαουρτιού και γίνεται ζύγιση, σε αναλυτικό ζυγό τεσσάρων δεκαδικών ψηφίων. Στη συνέχεια, το χωνευτήριο με το δείγμα μεταφέρεται σε πυριαντήριο για 3 ώρες στους 105°C και έπειτα τοποθετείται σε φούρνο στους 650°C, για περίπου 8 - 10 ώρες, μέχρι σταθερού

βάρους. Στη συνέχεια, το χωνευτήριο μεταφέρεται σε ξηραντήρα, μέχρι να ψυχθεί και ακολουθεί ζύγιση στο αναλυτικό ζυγό. Η % τέφρα υπολογίστηκε με τον τύπο:

$$\text{Τέφρα (\% w / w)} = \frac{\text{Βάρος τέφρας (g)}}{\text{Βάρος στραγγιστού γιαουρτιού (g)}} * 100 \text{ (95).}$$

2.4.3.8. Συναίρεση

Σε πλαστικό σωλήνα φυγοκέντρωσης των 45 mL φέρονται περίπου 20 g γιαουρτιού (γίνεται ζύγιση του δείγματος σε αναλυτικό ζυγό). Κλείνεται το πώμα και ο σωλήνας τοποθετείται σε ψυχόμενη φυγόκεντρο, όπου φυγοκεντρείται στους 4 °C στα 2430 rpm για 20 λεπτά. Έπειτα, συλλέγεται το υπερκείμενο υγρό σε προζυγισμένο γυάλινο περιέκτη και γίνεται ζύγιση του στον αναλυτικό ζυγό.

$$\% \text{ Συναίρεση} = \frac{\text{Βάρος υπερκείμενου υγρού (g)}}{\text{Βάρος στραγγιστού γιαουρτιού (g)}} * 100 \text{ (96).}$$

2.4.4. Λήψη υδατικού εκχυλίσματος στραγγιστού γιαουρτιού για εφαρμογή φωτομετρικών μεθόδων

Παρασκευή αντιδραστηρίων:

- Διάλυμα HCl 0,1 N: Σε ογκομετρική φιάλη των 20 mL, όπου αρχικά έχουν προστίθενται περίπου 15 mL απιονισμένο νερό, φέρονται 0,167 mL HCl 12 N, γίνεται ανάδευση και η φιάλη συμπληρώνεται μέχρι τη χαραγή με απιονισμένο νερό.

Πειραματική πορεία:

Για την παραλαβή του υδατικού εκχυλίσματος στραγγιστού γιαουρτιού ζυγίζονται από 10 g δείγματος σε 2 πλαστικούς σωλήνες φυγοκέντρωσης των 45 mL και προστίθενται από 2,5 mL απιονισμένου νερού. Στη συνέχεια γίνεται ρύθμισή του pH σε τιμή 4, με προσθήκη HCl 0,1 N. Το οξινισμένο δείγμα επωάζεται για 10 λεπτά σε υδατόλουτρο στους 45 °C και ακολουθεί φυγοκέντρωση στα 5500 rpm για 20 λεπτά, σε ψυχόμενη φυγόκεντρο, στους 4 °C. Έπειτα, λαμβάνεται το υπερκείμενο υγρό και γίνεται ρύθμιση του pH του σε τιμή 7, με τη χρήση διαλύματος NaOH 1 N και πραγματοποιείται εκ νέου φυγοκέντρωση στα 5500 rpm για 20 λεπτά σε ψυχόμενη φυγόκεντρο, στις ίδιες συνθήκες. Το υπερκείμενο που λαμβάνεται διηθείται μέσω φίλτρου σύριγγας PVDF διαμέτρου πόρων 0,45 μm (91, 97).

Το υδατικό εκχύλισμα χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό της συγκέντρωσης των πεπτιδίων και αμινοξέων (μέθοδοι Bradford και Lowry) και της αντιοξειδωτικής δράσης (μέθοδος Folin και FRAP).

2.4.4.1. Μέθοδο Bradford

Η μέθοδος που εφαρμόζεται στα στραγγιστά γιαούρτια είναι όμοια με αυτή των δειγμάτων γάλακτος. Αντί για υδατικό εκχύλισμα γάλακτος χρησιμοποιείται υδατικό εκχύλισμα στραγγιστού γιαουρτιού. Η συγκέντρωση των πεπτιδίων και των αμινοξέων εκφράζεται ως mg BSA / Kg και προκύπτει από την εξίσωση: $C = (A - 0,0859) / 0,0064$, $R^2 = 0,9626$ (69).

2.4.4.2. Μέθοδο Lowry

Η μέθοδος που εφαρμόζεται στα στραγγιστά γιαούρτια είναι όμοια με αυτή των δειγμάτων γάλακτος. Αντί για υδατικό εκχύλισμα γάλακτος χρησιμοποιείται υδατικό εκχύλισμα στραγγιστού γιαουρτιού. Η συγκέντρωση των πεπτιδίων και αμινοξέων εκφράζεται ως mg BSA / Kg και προκύπτει από την εξίσωση: $C = (A - 0,0331) / 0,0002$, $R^2 = 0,99564$ (73, 90).

2.4.4.3. Μέθοδος Folin

Εφαρμόζεται η ίδια πειραματική πορεία με αυτή των δειγμάτων γάλακτος. Αντί για υδατικό εκχύλισμα γάλακτος χρησιμοποιείται υδατικό εκχύλισμα στραγγιστού γιαουρτιού. Η αντιοξειδωτική δράση εκφράζεται ως mg γαλλικού οξέος / Kg και προκύπτει από την εξίσωση: $C = (A - 0,0027) / 0,0042$, $R^2 = 0,9995$ (91).

2.4.4.4. Μέθοδος FRAP

Πριν την εφαρμογή της μεθόδου FRAP γίνεται ρύθμιση του pH του εκχυλίσματος στραγγιστού γιαουρτιού σε τιμή 4 με τη χρήση HCl 1 M και γίνεται εκ νέου φυγοκέντρωση στα 5500 rpm στους 4 °C για 20 λεπτά. Έπειτα, εφαρμόζεται η ίδια πειραματική πορεία με αυτή των δειγμάτων γάλακτος. Αντί για υδατικό εκχύλισμα γάλακτος χρησιμοποιείται υδατικό εκχύλισμα στραγγιστού γιαουρτιού. Η αντιοξειδωτική δράση εκφράζεται ως mg γαλλικού οξέος / Kg και προκύπτει από την εξίσωση: $C = (A - 0,0162) / 0,0879$, $R^2 = 0,9964$ (92, 93).

2.4.5. Λήψη μεθανολικού εκχυλίσματος στραγγιστού γιαουρτιού

Παρασκευή διαλυμάτων:

- Διάλυμα MeOH 80 % v / v: Σε ογκομετρική φιάλη των 100 mL φέρονται 80 mL μεθανόλης και η φιάλη συμπληρώνεται μέχρι τη χαραγή με απιονισμένο H₂O.

Πειραματική πορεία:

Σε μικρό γυάλινο περιέκτη φέρονται 1,45 g στραγγιστού γιαουρτιού, προστίθενται 4,35 mL διαλύματος MeOH 80 % v / v και ακολουθεί έντονη ανάδευση για να επιτευχθεί ομογενοποίηση. Γίνεται επώαση του διαλύματος σε υπερήχους για 20 λεπτά. Ακολούθως, το διάλυμα χωρίζεται σε 4 Eppendorf των 1,5 mL και πραγματοποιείται φυγοκέντρηση για 20 λεπτά στις 9000 στροφές. Στη συνέχεια, το υπερκείμενο υγρό (μεθανολικό εκχύλισμα) συγκεντρώνεται σε γυάλινο περιέκτη (92).

Το μεθανολικό εκχύλισμα χρησιμοποιείται για την αποτίμηση της αντιοξειδωτικής δράσης (μέθοδος αποτίμησης της ικανότητας δέσμευσης ρίζας DPPH).

2.4.5.1. Μέθοδος αποτίμησης της ικανότητας δέσμευσης της ελεύθερης ρίζας DPPH

Παρασκευή διαλυμάτων:

- Μεθανολικό διάλυμα ρίζας DPPH 1,25 mM: Σε ογκομετρική φιάλη των 5 mL φέρονται 0,0025 g στερεού DPPH και γίνεται διάλυσή και πλήρωση με καθαρή μεθανόλη.

Πειραματική πορεία:

Σε Eppendorf των 2 mL προστίθενται 1,35 mL μεθανολικού εκχυλίσματος στραγγιστού γιαουρτιού (αραίωση 1,75 / 3) και 150 μL μεθανολικού διαλύματος DPPH 1,25 mM. Ακολούθως, καταγράφεται η απορρόφηση στα 515 nm, με γυάλινη κυψελίδα, ανά 1 λεπτό για συνολικό χρονικό διάστημα 20 λεπτών. Ο μηδενισμός του οργάνου γίνεται με διάλυμα, το οποίο περιέχει 1,35 mL εκχύλισμα (αραίωση 1,75 / 3) και 150 μL καθαρή μεθανόλη.

Το δείγμα διαθέτει και το αντίστοιχο διάλυμα control το οποίο περιέχει 1,35 mL διαλύματος H₂O pH=4 : MeOH 80 % (1:3) και 150 μL μεθανολικού διαλύματος DPPH. Γίνεται, επίσης, καταγραφή της απορρόφησης στα 515 nm, με γυάλινη κυψελίδα, για

χρονικό διάστημα 20 λεπτών. Ο μηδενισμός του οργάνου γίνεται με διάλυμα, το οποίο περιέχει 1,35 mL διαλύματος H_2O pH=4 : MeOH 80 % (1:3) και 150 μL καθαρή μεθανόλη (92).

2.4.6. Ημιοποσοτικός προσδιορισμός πτητικών ενώσεων γάλακτος και στραγγιστού γιαουρτιού

Παρασκευή διαλυμάτων:

Διάλυμα H_2SO_4 1 M: Σε ογκομετρική φιάλη των 10 mL φέρονται 4 - 5 mL απιονισμένου H_2O και, έπειτα, με προσοχή, 0,543 mL πυκνού H_2SO_4 . Στη συνέχεια, η φιάλη συμπληρώνεται μέχρι τη χαραγή με απιονισμένο H_2O .

Πειραματική πορεία:

Αρχικά, πραγματοποιείται κατάλληλη επεξεργασία των δειγμάτων γάλακτος και στραγγιστών γιαουρτιών, ως εξής:

Σε ποτήρι ζέσεως μεταφέρονται 10 mL γάλακτος, προστίθενται 2,8 g NaCl (28 % w / v) και γίνεται καλή ανάδευση. Γίνεται ρύθμιση του pH σε τιμή 1,5 με τη βοήθεια διαλύματος H_2SO_4 1 M. Έπειτα, μεταφέρεται 1 mL δείγματος σε μικρό σκουρόχρωμο γυάλινο περιέκτη των 4 mL. Τα δείγματα φυλάσσονται στην κατάψυξη μέχρι τη χρήση τους. Αντίστοιχα για τα στραγγιστά γιαούρτια, σε ποτήρι ζέσεως ζυγίζονται 10 g δείγματος (αραίωση 2 / 3) και προστίθενται 5 g NaCl (γιαούρτι : NaCl 2:1). Αφού γίνει καλή ανάδευση μεταφέρονται 2 g δείγματος σε μικρό σκουρόχρωμο γυάλινο περιέκτη των 4 mL. Τα δείγματα φυλάσσονται στην κατάψυξη μέχρι τη χρήση τους (56).

Πριν τη χρήση τα δείγματα, αφήνονται να έρθουν σε θερμοκρασία περιβάλλοντος, γίνεται προσθήκη 20 μL εσωτερικού προτύπου διαλύματος 2-μέθυλο-4-πεντανόλη, με τελική συγκέντρωση 0,2 mg/L και εισάγεται μαγνητάκι ανάδευσης.

Κατά τη διαδικασία ανάλυσης, το δείγμα, αρχικά, θερμαίνεται για 15 λεπτά στους 60 °C, υπό ανάδευση. Έπειτα, εισάγεται, στον περιέκτη, η ίνα (50 / 30 μm DVB/CAR/PDMS, Stableflex 2cm, Supelco, Bellefonte, PA, USA) και εκτίθεται στον υπερκείμενο χώρο για 30 λεπτά, στις ίδιες συνθήκες. Ακολουθεί η εισαγωγή της ίνας στον εισαγωγέα του αέριου χρωματογράφου, όπου η θερμοκρασία είναι 260 °C, ώστε να πραγματοποιηθεί η εκρόφηση των πτητικών ενώσεων. Αμέσως μετά την εισαγωγή γίνεται έναρξη κατάλληλου προγράμματος και η ίνα αφαιρείται μετά από 10 λεπτά. Η συνολική διάρκεια του προγράμματος διαχωρισμού και ανίχνευσης των ενώσεων, που

χρησιμοποιείται, είναι 39 λεπτά. Τα πρώτα 2 λεπτά, η θερμοκρασία του φούρνου διατηρείται στους 40 °C, ακολούθως μέχρι το 28ο λεπτό, συμβαίνει αύξηση της θερμοκρασίας, με ρυθμό 5 °C / min, προσεγγίζοντας τους 170 °C, ενώ μέχρι το 39ο λεπτό η θερμοκρασία αυξάνεται 10 °C / min, φτάνοντας τους 260 °C. Ως φέρον αέριο χρησιμοποιείται ήλιο με ρυθμό ροής 0,9 mL / min και μέση ταχύτητα 29 cm / sec, το split είναι ρυθμισμένο σε αναλογία 2:1 και ροή 1,8 mL / min. Η ταυτοποίηση των ενώσεων έγινε με τη βοήθεια, υπάρχουσας βιβλιοθήκης.

2.5. Στατιστική επεξεργασία

Για κάθε περίπτωση αναλύθηκαν 3 προϊόντα (γάλακτος ή στραγγιστού γιαουρτιού), διαφορετικών ημερομηνιών παραγωγής, της εκάστοτε βιομηχανικής μονάδας. Τα αποτελέσματα εκφράζονται ως Μέσος Όρος $\pm$ Τυπική Απόκλιση. Η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων έγινε με τη χρήση του προγράμματος IBM SPSS Statistics 28.0.1.0.. Για τη σύγκριση δύο ομάδων χρησιμοποιήθηκε το Independent - Samples T Test, με επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας $p \leq 0,05$, ενώ για τη σύγκριση τριών ή παραπάνω παραμέτρων χρησιμοποιήθηκε το One - Way ANOVA (test Duncan), όπου το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας ήταν $p \leq 0,05$.

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

3.1. Χαρακτηριστικά ποιότητας αγελαδινού στραγγιστού γιαουρτιού κατά τη διατήρησή του

Στη συγκεκριμένη ενότητα παρουσιάζονται χαρακτηριστικά ποιότητας των στραγγιστών γιαουρτιών από την περιοχή της Ηπείρου (Δ2, Δ6), κατά τη διατήρησή τους, καθώς και από τα γάλατα (ΓΔ2, ΓΔ6) που χρησιμοποιήθηκαν για την παραγωγή των στραγγιστών γιαουρτιών. Οι μετρήσεις για τα Δ2 και Δ6, πραγματοποιήθηκαν κατά τη 3η, 20η, 40η και 60η ημέρα, μετά την παραγωγή τους. Όλα τα προϊόντα αποθηκεύτηκαν σε θερμοκρασία ψυγείου (4 °C).

3.1.1. Βασική σύσταση γάλακτος και στραγγιστού γιαουρτιού

Κατά τη πρώτη μέρα παραλαβής, εκάστοτε προϊόντος, πραγματοποιήθηκε μελέτη της βασικής σύστασής του. Στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά τους.

Πίνακας 2. Βασική σύσταση γάλακτος ΓΔ2 και ΓΔ6.

Παράμετροι	ΓΔ2	ΓΔ6
pH	6,80 ± 0,02	6,73 ± 0,03
Ογκομετρούμενη οξύτητα (% w / v γαλακτικό οξύ)	0,18 ± 0,01	0,18 ± 0,01
Ειδικό βάρος	1,033 ± 0,000	1,033 ± 0,000
Πρωτεΐνες (% w / v)	3,8 ± 0,1	4,2 ± 0,5
Λίπος (% w / v)	0,6 ± 0,06	0,6 ± 0,0
Λακτόζη (% w / v μονόδρη λακτόζη)	5,6 ± 0,2	5,5 ± 0,05
Στερεό υπόλειμμα (% w / v)	10,48 ± 0,04	10,38 ± 0,58
Τέφρα (% w / w)	0,60 ± 0,03	0,67 ± 0,03

Τα αποτελέσματα εκφράζονται ως Μέσος Όρος ± Τυπική Απόκλιση, από 3 γάλατα διαφορετικών ημερομηνιών παραλαβής. ΓΔ2 = γάλα που χρησιμοποιήθηκε για την παραγωγή του στραγγιστού γιαουρτιού ΔΩΔΩΝΗ με 2 % λιπαρά, ΓΔ6 = γάλα που χρησιμοποιήθηκε για την παραγωγή του στραγγιστού γιαουρτιού ΔΩΔΩΝΗ με 6 % λιπαρά.

Το pH του αγελαδινού γάλακτος είναι 6,6 – 6,7, η οξύτητά του αντιστοιχεί σε 0,14 – 0,16 % σε γαλακτικό οξύ και το ειδικό βάρος του σε 1,030-1,035. Σύμφωνα με τον O'Connor, 1995 (66), οι πρωτεΐνες του αγελαδινού γάλακτος κυμαίνονται από 2,9 – 5 %, η λακτόζη 3,6 – 5,5 %, το στερεό υπόλειμμα 10,5 – 14,5 %, ενώ σε έρευνα του

Young, 2006 (98) αναφέρεται ότι η τιμή της τέφρας βρίσκεται περίπου στο 0,7 %. Οι τιμές των χαρακτηριστικών αυτών για τα γάλατα ΓΔ2 και ΓΔ6 είναι κοντά με τα δεδομένα της βιβλιογραφίας.

Πίνακας 3. Βασική σύσταση στραγγιστών γιαουρτιών Δ2 και Δ6.

Παράμετροι	Δ2	Δ6
pH	4,33 ± 0,05	4,38 ± 0,02
Ογκομετρούμενη οξύτητα (% w / w γαλακτικού οξέος)	1,46 ± 0,02	1,33 ± 0,09
Πρωτεΐνες (% w / w)	9,9 ± 0,1	8,5 ± 0,6
Λίπος (% w / w)	2 ± 0	6,0 ± 0,1
Λακτόζη (% w / w μονούδρη λακτόζη)	4,7 ± 0,3	3,9 ± 0,2
Στερεό υπόλειμμα (% w / w)	17,48 ± 0,12	19,8 ± 0,4
Τέφρα (% w / w)	0,679 ± 0,026	0,623 ± 0,013

Τα αποτελέσματα εκφράζονται ως Μέσος Όρος ± Τυπική Απόκλιση, από 3 στραγγιστά γιαούρτια, διαφορετικών ημερομηνιών παραγωγής. Δ2 = στραγγιστό γιαούρτι ΔΩΔΩΝΗ με 2 % λιπαρά, Δ6 = στραγγιστό γιαούρτι ΔΩΔΩΝΗ με 6 % λιπαρά.

Η τιμή του pH γιαουρτιού που προέρχεται από αγελαδινό γάλα είναι περίπου 4,5, ενώ η οξύτητά του έγκειται περίπου στο 0,9 % w/v σε γαλακτικό οξύ.

Σε δημοσίευση των Nergiz & Seçkin, 1998 (99) αναφέρεται ότι το στραγγιστό γιαούρτι (Torba), που προκύπτει από αγελαδινό γάλα, περιείχε 26,4% στερεά, 11,5% λιπαρά, 10,7% πρωτεΐνες και 3,4% λακτόζη. Επίσης, η Shah, 2017 (6) επισημαίνει ότι λόγω της αποστράγγισης του ορού γάλακτος, τα συνολικά στερεά σε στραγγιστό γιαούρτι αυξάνονται από 14% σε 21%-23%.

Οι τιμές που προσδιορίστηκαν για τα στραγγιστά γιαούρτια, παρουσιάζουν αποκλίσεις ως προς τις τιμές της βιβλιογραφίας για την οξύτητα, τις πρωτεΐνες, τη λακτόζη και το στερεό υπόλειμμα. Σε αυτό το σημείο πρέπει να αναφερθεί ότι οι βιομηχανίες χρησιμοποιούν διαφορετική τεχνολογία για την παραγωγή του τελικού προϊόντος, με αποτέλεσμα αυτό να επηρεάζει τις τιμές της βασικής σύστασής του.

3.1.2. Αναλύσεις υδατικού εκχυλίσματος γάλακτος

3.1.2.1. Πεπτίδια και αμινοξέα υδατικού εκχυλίσματος

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται η συγκέντρωση των πεπτιδίων και αμινοξέων του γάλακτος ΓΔ2 και ΓΔ6, όπως προέκυψε με την εφαρμογή των μεθόδων Lowry και Bradford, σε υδατικό εκχύλισμά τους.

Πίνακας 4. Πεπτίδια και αμινοξέα των ΓΔ2 και ΓΔ6, όπως προέκυψε με την εφαρμογή των μεθόδων Lowry και Bradford, σε υδατικό εκχύλισμά τους.

	ΓΔ2	ΓΔ6
Μέθοδος Lowry (mg BSA / L γάλακτος)	3434 ± 150	3407 ± 50
Μέθοδος Bradford (mg BSA / L γάλακτος)	1760 ± 115	1749 ± 160

Τα αποτελέσματα εκφράζονται ως Μέσος Όρος ± Τυπική Απόκλιση, από 3 γάλατα διαφορετικών ημερομηνιών παραλαβής. ΓΔ2 = γάλα που χρησιμοποιήθηκε για την παραγωγή του στραγγιστού γιαουρτιού ΔΩΔΩΝΗ με 2 % λιπαρά, ΓΔ6 = γάλα που χρησιμοποιήθηκε για την παραγωγή του στραγγιστού γιαουρτιού ΔΩΔΩΝΗ με 6 % λιπαρά.

Κατά την έρευνα των Apostolidis et al., 2007 (100), χρησιμοποιώντας τη μέθοδο Bradford σε υδατικά εκχυλίσματα γάλακτος, η περιεκτικότητα σε πεπτίδια και αμινοξέα κυμαίνονταν περίπου στα 1800 – 2000 $\mu\text{g BSA} / \text{mL}$. Οι τιμές της βιβλιογραφίας είναι κοντινές με τις τιμές που προσδιορίστηκαν για τα γάλατα ΓΔ2 και ΓΔ6.

Σε αυτό το σημείο, εύστοχο είναι να γίνει αναφορά στο ότι παρόλο που και οι δύο μέθοδοι (Lowry και Bradford), χρησιμοποιούνται για προσδιορισμό της συγκέντρωσης πεπτιδίων και αμινοξέων, μπορεί να παρουσιάζουν διαφοροποιήσεις ως προς τα αποτελέσματά τους, καθώς η κάθε μία προσδιορίζει καλύτερα διαφορετικά αμινοξέα. Η μέθοδος Lowry προσδιορίζει κυρίως αρωματικά αμινοξέα, με κυριότερα την τυροσίνη και την τρυπτοφάνη. Η μέθοδος Bradford, υπόκειται σε λιγότερες παρεμβολές από κοινά αντιδραστήρια και προσδιορίζει καλύτερα τα αμινοξέα αργινίνη και λυσίνη (69, 71).

3.1.2.2. Αντιοξειδωτική δράση υδατικού εκχυλίσματος

Στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζεται η αντιοξειδωτική δράση του γάλακτος ΓΔ2 και ΓΔ6, όπως προέκυψε με εφαρμογή των μεθόδων Folin και FRAP, σε υδατικό εκχύλισμά τους.

Πίνακας 5. Η αντιοξειδωτική δράση των ΓΔ2 και ΓΔ6, όπως προέκυψε με εφαρμογή των μεθόδων Folin και FRAP, σε υδατικό εκχύλισμά τους.

	ΓΔ2	ΓΔ6
Μέθοδος Folin (mg γαλλικού οξέος / L γάλακτος)	114,4 ± 2,1	110 ± 4
Μέθοδος FRAP (mg γαλλικού οξέος / L γάλακτος)	5,01 ± 0,10	4,89 ± 0,13

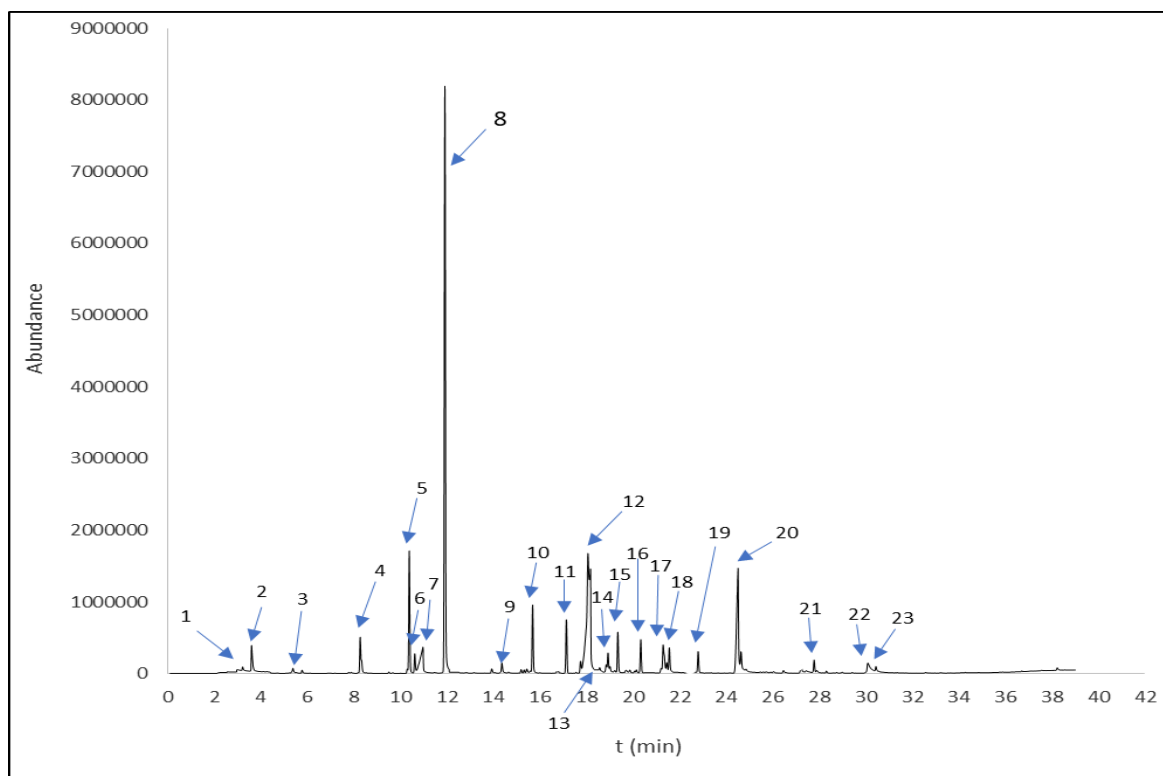
Τα αποτελέσματα εκφράζονται ως Μέσος Όρος ± Τυπική Απόκλιση, από 3 γάλατα διαφορετικών ημερομηνιών παραλαβής. ΓΔ2 = γάλα που χρησιμοποιήθηκε για την παραγωγή του στραγγιστού γιαουρτιού ΔΩΔΩΝΗ με 2 % λιπαρά, ΓΔ6 = γάλα που χρησιμοποιήθηκε για την παραγωγή του στραγγιστού γιαουρτιού ΔΩΔΩΝΗ με 6 % λιπαρά.

Σύμφωνα με την έρευνα των Apostolidis et al., 2007 (100), με χρήση της μεθόδου Folin, προσδιορίστηκαν τα αντιοξειδωτικά δειγμάτων γάλακτος σε τιμές 95 - 97 μg γαλλικού οξέος / mL. Παραπλήσιες είναι και οι τιμές των ΓΔ2 και του ΓΔ6.

Σε αυτό το σημείο, πρέπει να γίνει αναφορά στο ότι παρόλο που και οι δύο μέθοδοι (Folin και FRAP), χρησιμοποιούνται για προσδιορισμό της αντιοξειδωτικής δράσης, μπορεί να παρουσιάζουν διαφοροποιήσεις ως προς τα αποτελέσματά τους, καθώς η κάθε μία προσδιορίζει διαφορετικές ενώσεις. Με τη μέθοδο Folin, προσδιορίζονται κυρίως τα φαινολικά συστατικά του προϊόντος, ενώ με τη μέθοδο FRAP προσδιορίζονται όλα τα αντιοξειδωτικά συστατικά του τροφίμου που μπορούν να ανάγουν τα ιόντα του τρισθενούς σιδήρου (75).

3.1.3. Πτητικές ενώσεις

Με τη βοήθεια του συστήματος SPME - GC/MS, έγινε ημιποσοτικός προσδιορισμός των πτητικών ενώσεων των ΓΔ2 και ΓΔ6. Παρακάτω παρουσιάζεται ένα τυπικό χρωματογράφημα γάλακτος, καθώς και τα αποτελέσματα που προέκυψαν.



Σχήμα 5. Χρωματογράφημα γάλακτος: 1) Αιθανόλη, 2) Ακετόνη, 3) 2-Βουτανόνη, 4) Πεντανάλη, 5) 4-Μέθυλο-2-πεντανόλη (ε. π.), 6) 1-Πεντανόλη, 7) Βουτανοϊκό οξύ, 8) Εξανάλη, 9) 1-Εξανόλη, 10) N-Επτανάλη, 11) α-Πινένιο, 12) Εξανοϊκό οξύ, 13) Μυρκένιο, 14) 2-Πέντυλοφουράνιο, 15) Οκτανάλη, 16) E-2-Οκτενάλη, 17) γ-Τερπινένιο, 18) Φορμικός οκτυλεστέρας, 19) Εννεανάλη, 20) Οκτανοϊκό οξύ, 21) E-2-Δεκενάλη, 22) Δεκανοϊκό οξύ, 23) Ενδεκανάλη.

Πίνακας 6. Πτητικές ενώσεις των ΓΔ2 και ΓΔ6.

Κατηγορία ενώσεων	Ενώσεις	ΓΔ2 (mg / L γάλακτος)	ΓΔ6 (mg / L γάλακτος)
Αλδεϋδες και κετόνες	Ακετόνη	0,048 ± 0,004	0,09 ± 0,06
	2-Βουτανόνη	0,021 ± 0,004	0,025 ± 0,011
	Πεντανάλη	0,048 ± 0,006	0,10 ± 0,04
	Εξανάλη	0,9 ± 0,4	1,0 ± 0,4
	N-Επτανάλη	0,085 ± 0,029	0,14 ± 0,06
	Οκτανάλη	0,08 ± 0,05	M.A.
	E-2-Οκτενάλη	0,041 ± 0,015	0,10 ± 0,08
	Εννεανάλη	0,040 ± 0,012	0,043 ± 0,021
	E-2-Δεκενάλη	0,026 ± 0,014	0,024 ± 0,015
	Ενδεκανάλη	0,017 ± 0,005	0,017 ± 0,005
Αλκοόλες	Αιθανόλη	M.A.	0,0073 ± 0,0009
	1-Πεντανόλη	0,03 ± 0,01	0,031 ± 0,009
	1-Εξανόλη	0,020 ± 0,011	0,021 ± 0,011
Οξέα	Βουτανοϊκό οξύ	0,11 ± 0,03	0,13 ± 0,05
	Εξανοϊκό οξύ	0,59 ± 0,08	0,64 ± 0,11
	Οκτανοϊκό οξύ	0,25 ± 0,08	0,24 ± 0,08

	Δεκανοϊκό οξύ	$0,055 \pm 0,020$	$0,038 \pm 0,014$
Εστέρες	Φορμικός οκτυλεστέρας	$0,049 \pm 0,012$	$0,044 \pm 0,020$
Τερπένια	α-Πινένιο	$0,075 \pm 0,020$	$0,068 \pm 0,024$
	Μυρκένιο	$0,0095 \pm 0,0026$	$0,009 \pm 0,005$
	γ-Τερπινένιο	$0,014 \pm 0,004$	$0,017 \pm 0,005$
Άλλες	2-Πεντύλ- φουράνιο	$0,028 \pm 0,020$	$0,04 \pm 0,017$

Τα αποτελέσματα εκφράζονται ως Μέσος Όρος $\pm$ Τυπική Απόκλιση, από 3 γάλατα διαφορετικών ημερομηνιών παραλαβής. ΓΔ2 = γάλα που χρησιμοποιήθηκε για την παραγωγή του στραγγιστού γιαουρτιού ΔΩΔΩΝΗ με 2 % λιπαρά, ΓΔ6 = γάλα που χρησιμοποιήθηκε για την παραγωγή του στραγγιστού γιαουρτιού ΔΩΔΩΝΗ με 6 % λιπαρά. Μ.Α.= μη ανιχνεύσιμο.

Συνολικά, προσδιορίστηκαν από 21 πτητικές ενώσεις στα γάλατα ΓΔ2 και ΓΔ6. Όπως γίνεται αντιληπτό, και στα δύο προϊόντα ανιχνεύονται χαρακτηριστικές ενώσεις αρώματος του προϊόντος. Συγκεκριμένα, ανιχνεύονται ενώσεις, όπως η ακετόνη, η 2-βουτανόνη, η πεντανάλη, η 1-πεντανόλη, η εξανάλη, το βουτανοϊκό οξύ, η 1-εξανόλη, η Ν-επτανάλη, η οκτανάλη, η Ε-2-οκτενάλη, η εννεανάλη, η Ε-2-δεκενάλη και η ενδεκανάλη. Όπως, γίνεται αντιληπτό η πλειοψηφία των ενώσεων αυτών αποτελούν αλδεΐδες και κετόνες, το οποίο έρχεται σε συμφωνία με τα ευρήματα των Toso et al., 2002 (55). Ωστόσο, πρέπει να σημειωθεί ότι στο ΓΔ6, ανιχνεύεται η αιθανόλη, ενώ αυτό δε συμβαίνει στο ΓΔ2, αν και αποτελεί μία από τις κυριότερες ενώσεις γάλακτος.

Επιπλέον, προσδιορίζονται ορισμένες τερπενικές ενώσεις, όπως το α-πινένιο, το μυρκένιο και το γ-τερπινένιο, οι οποίες όπως έχει επισημανθεί και από τους Viallon et al., 1999 (101), προέρχονται στο γάλα από την τροφή του ζώου. Οι ερευνητές έδειξαν ότι, η παρουσία των τερπενικών ενώσεων στο γάλα και τα γαλακτοκομικά προϊόντα, μπορεί να συσχετιστεί με τη γεωγραφική προέλευση τους.

3.1.4. pH και ογκομετρούμενη οξύτητα στραγγιστού γιαουρτιού

Κατά τη διάρκεια αυτής της μελέτης, το pH και η ογκομετρούμενη οξύτητα, των στραγγιστών γιαουρτιών μελετήθηκαν καθ' όλη τη διάρκεια των πειραμάτων. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στους παρακάτω πίνακες.

Πίνακας 7. Το pH των στραγγιστών γιαουρτιών Δ2 και Δ6, κατά τη πάροδο του χρόνου.

	pH	
	Δ2	Δ6
3η ημέρα	$4,33^a \pm 0,05$	$4,38^a \pm 0,02$
20η ημέρα	$4,30^a \pm 0,04$	$4,30^{ab} \pm 0,07$

40η ημέρα	4,29 ^a ± 0,03	4,28 ^b ± 0,02
60η ημέρα	4,28 ^a ± 0,04	4,29 ^b ± 0,02

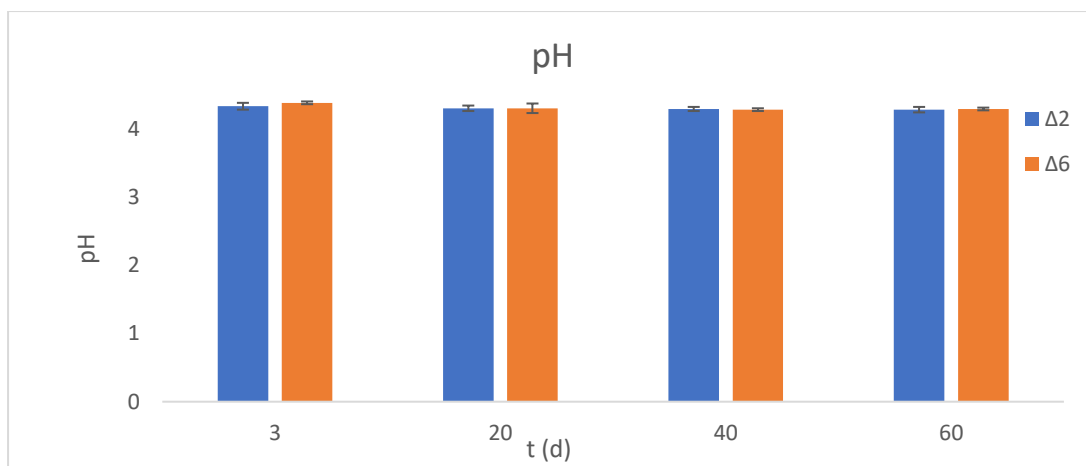
Κάθετη σύγκριση στραγγιστών γιαουρτιών. Τα αποτελέσματα εκφράζονται ως Μέσος Όρος ± Τυπική Απόκλιση, από 3 στραγγιστά γιαούρτια, διαφορετικών ημερομηνιών παραγωγής. Οι μέσοι όροι με διαφορετικούς εκθέτες (a, b, c, d) στην ίδια στήλη δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p < 0,05$). Δ2 = στραγγιστό γιαούρτι ΔΩΔΩΝΗ με 2 % λιπαρά, Δ6 = στραγγιστό γιαούρτι ΔΩΔΩΝΗ με 6 % λιπαρά.

Πίνακας 8. Η ογκομετρούμενη οξύτητα (% w / w γαλακτικού οξέος) των στραγγιστών γιαουρτιών Δ2 και Δ6, κατά την πάροδο του χρόνου.

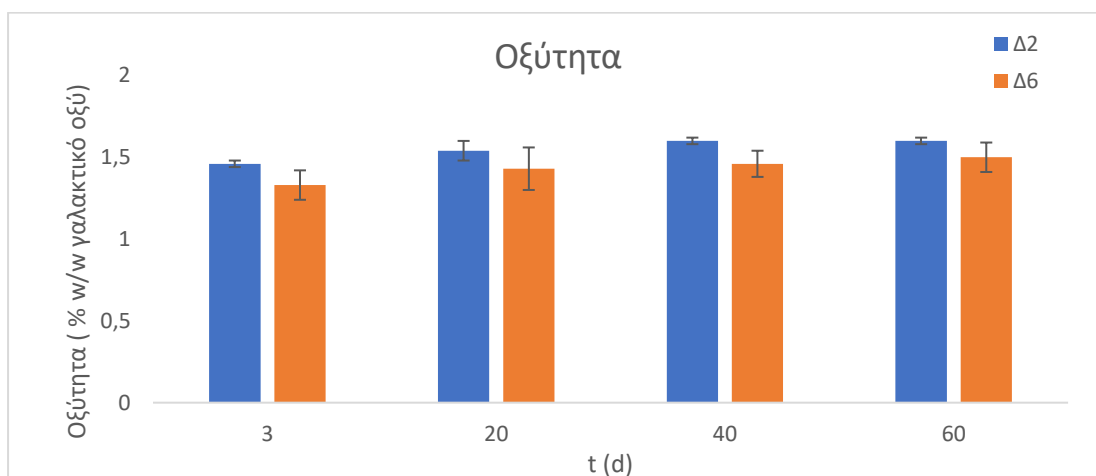
	Ογκομετρούμενη Οξύτητα (% w / w γαλακτικού οξέος)	
	Δ2	Δ6
3η ημέρα	1,46 ^a ± 0,02	1,33 ^a ± 0,09
20η ημέρα	1,54 ^b ± 0,06	1,43 ^a ± 0,13
40η ημέρα	1,60 ^b ± 0,02	1,46 ^a ± 0,08
60η ημέρα	1,60 ^b ± 0,02	1,50 ^a ± 0,09

Κάθετη σύγκριση στραγγιστών γιαουρτιών. Τα αποτελέσματα εκφράζονται ως Μέσος Όρος ± Τυπική Απόκλιση, από 3 στραγγιστά γιαούρτια, διαφορετικών ημερομηνιών παραγωγής. Οι μέσοι όροι με διαφορετικούς εκθέτες (a, b, c, d) στην ίδια στήλη δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p < 0,05$). Δ2 = στραγγιστό γιαούρτι ΔΩΔΩΝΗ με 2 % λιπαρά, Δ6 = στραγγιστό γιαούρτι ΔΩΔΩΝΗ με 6 % λιπαρά.

Στο στραγγιστό γιαούρτι Δ2, το pH δεν μεταβάλλεται συναρτήσει του χρόνου, ενώ στο δείγμα Δ6, παρατηρείται μείωση. Και τα δύο προϊόντα δεν παρουσιάζουν μεταβολή της οξύτητας τους, παρά μόνο στο Δ2, όπου παρατηρείται αύξηση μεταξύ της 3ης και 20ης ημέρας. Σε σχετική μελέτη των Rahmawatia & Suntornsuk , 2016 (102) παρατηρήθηκε, επίσης, ότι χαρακτηριστικά όπως το pH και η οξύτητα γιαουρτιών δεν επηρεάζονται σημαντικά από το χρόνο αποθήκευσής τους σε θερμοκρασίες ψυγείου.



Σχήμα 6. Το pH των στραγγιστών γιαουρτιών Δ2 και Δ6, κατά τη πάροδο του χρόνου. Δ2 = στραγγιστό γιαούρτι ΔΩΔΩΝΗ με 2 % λιπαρά, Δ6 = στραγγιστό γιαούρτι ΔΩΔΩΝΗ με 6 % λιπαρά.



Σχήμα 7. Η ογκομετρούμενη οξύτητα (% w / w γαλακτικού οξέος) των στραγγιστών γιαουρτιών Δ2 και Δ6, κατά την πάροδο του χρόνου. Δ2 = στραγγιστό γιαούρτι ΔΩΔΩΝΗ με 2 % λιπαρά, Δ6 = στραγγιστό γιαούρτι ΔΩΔΩΝΗ με 6 % λιπαρά.

3.1.5. Συναίρεση στραγγιστού γιαουρτιού

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που προέκυψαν, αναφορικά με τη συναίρεση των στραγγιστών γιαουρτιών Δ2 και Δ6.

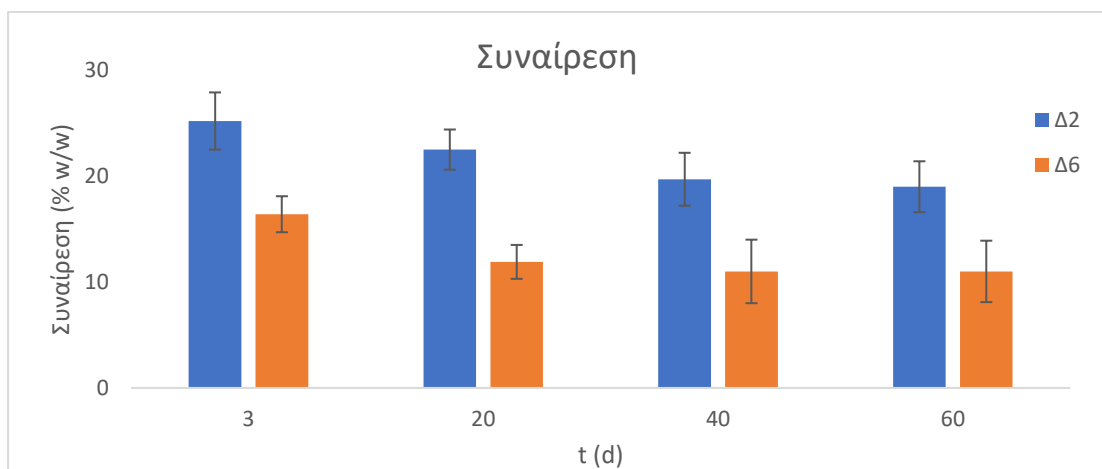
Πίνακας 9. Η συναίρεση % w / w των στραγγιστών γιαουρτιών Δ2 και Δ6, κατά την πάροδο του χρόνου.

	Συναίρεση % w /w	
	Δ2	Δ6
3η ημέρα	25,2 ^a ± 2,7	16,4 ^a ± 1,7
20η ημέρα	22,5 ^{ab} ± 1,9	11,9 ^b ± 1,6
40η ημέρα	19,7 ^b ± 2,5	11,0 ^b ± 3,0

60η ημέρα	19,0 ^b ± 2,4	11,0 ^b ± 2,9
-----------	-------------------------	-------------------------

Κάθετη σύγκριση στραγγιστών γιαουρτιών. Τα αποτελέσματα εκφράζονται ως Μέσος Όρος ± Τυπική Απόκλιση, από 3 στραγγιστά γιαούρτια, διαφορετικών ημερομηνιών παραγωγής. Οι μέσοι όροι με διαφορετικούς εκθέτες (a, b, c, d) στην ίδια στήλη δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p < 0,05$). Δ2 = στραγγιστό γιαούρτι ΔΩΔΩΝΗ με 2 % λιπαρά, Δ6 = στραγγιστό γιαούρτι ΔΩΔΩΝΗ με 6 % λιπαρά.

Στα στραγγιστά γιαούρτια Δ2 και Δ6, παρατηρείται μείωση της συναίρεσης στους αρχικούς χρόνους διατήρησης, ενώ σε μεταγενέστερους χρόνους παραμένει σταθερή. Σε αντίστοιχη μελέτη των Guénard-Lampron et al., 2020 (103), διαπιστώθηκε ότι ο χρόνος αποθήκευσης δεν επηρέαζε σημαντικά την συναίρεση του γιαουρτιού.



Σχήμα 8. Η συναίρεση % w / w των στραγγιστών γιαουρτιών Δ2 και Δ6, κατά την πάροδο του χρόνου. Δ2 = στραγγιστό γιαούρτι ΔΩΔΩΝΗ με 2 % λιπαρά, Δ6 = στραγγιστό γιαούρτι ΔΩΔΩΝΗ με 6 % λιπαρά.

3.1.6. Αναλύσεις υδατικού και μεθανολικού εκχυλίσματος στραγγιστού γιαουρτιού

3.1.6.1. Πεπτίδια και αμινοξέα υδατικού εκχυλίσματος

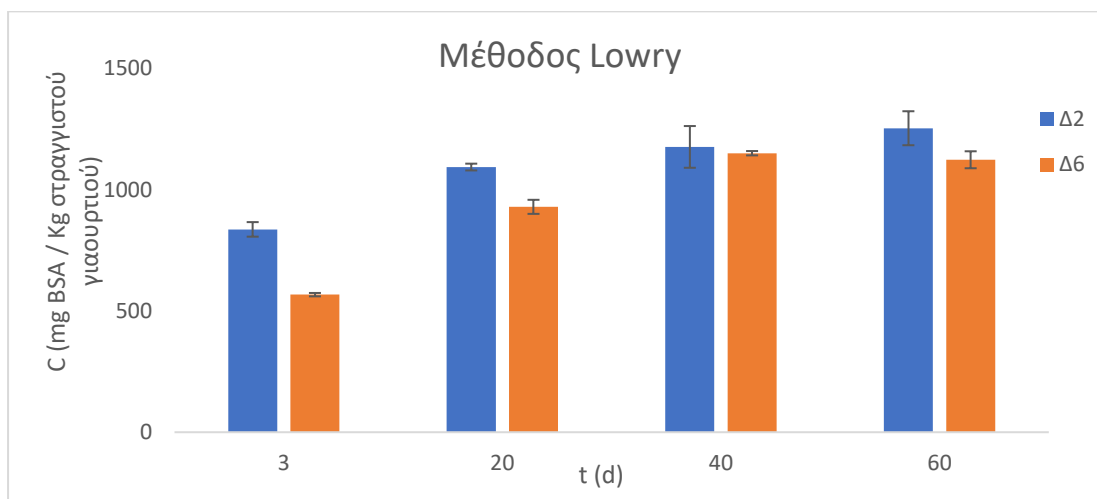
Στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζεται η συγκέντρωση των πεπτιδίων και αμινοξέων των στραγγιστών γιαουρτιών, όπως προέκυψε με την εφαρμογή των μεθόδων Lowry και Bradford, σε υδατικό εκχύλισμά τους.

Πίνακας 10. Η συγκέντρωση των πεπτιδίων και αμινοξέων (mg BSA / Kg στραγγιστού γιαουρτιού) των στραγγιστών γιαουρτιών Δ2 και Δ6, κατά την πάροδο του χρόνου, όπως προέκυψε με την εφαρμογή των μεθόδων Lowry και Bradford, σε υδατικό εκχύλισμά τους.

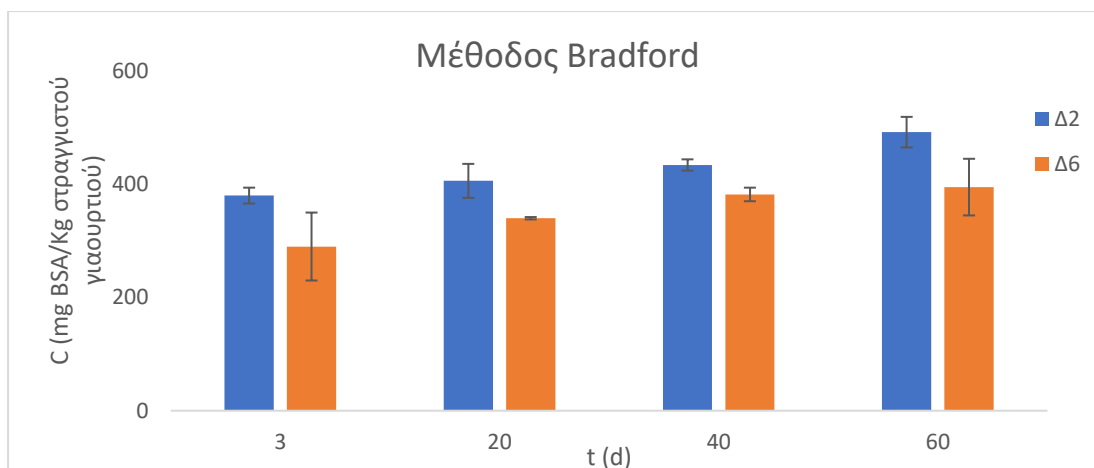
	Μέθοδος Lowry (mg BSA / Kg στραγγιστού γιαουρτιού)		Μέθοδος Bradford (mg BSA / Kg στραγγιστού γιαουρτιού)	
	Δ2	Δ6	Δ2	Δ6
3η ημέρα	836 ^a ± 30	567 ^a ± 7	380 ^a ± 14	290 ^a ± 60
20η ημέρα	1093 ^b ± 14	929 ^b ± 29	406 ^{ab} ± 30	340,6 ^{ab} ± 2,1
40η ημέρα	1176 ^{bc} ± 86	1150 ^c ± 9	434 ^b ± 10	382 ^b ± 12
60η ημέρα	1253 ^c ± 70	1123 ^c ± 35	492 ^c ± 27	395 ^b ± 50

Κάθετη σύγκριση δειγμάτων στραγγιστών γιαουρτιών. Τα αποτελέσματα εκφράζονται ως Μέσος Όρος ± Τυπική Απόκλιση, από 3 στραγγιστά γιαούρτια, διαφορετικών ημερομηνιών παραγωγής. Οι μέσοι όροι με διαφορετικούς εκθέτες (a,b,c,d) στην ίδια στήλη δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p < 0,05$). Δ2 = στραγγιστό γιαούρτι ΔΩΔΩΝΗ με 2 % λιπαρά, Δ6 = στραγγιστό γιαούρτι ΔΩΔΩΝΗ με 6 % λιπαρά.

Κατά την πάροδο του χρόνου, παρατηρείται αύξηση της συγκέντρωσης των πεπτιδίων και αμινοξέων στα στραγγιστά γιαούρτια Δ2 και Δ6. Το αποτέλεσμα αυτό προκύπτει, και με τις δύο μεθόδους (μέθοδος Lowry και Bradford). Σύμφωνα με την έρευνα των Aloglu & Öner, 2011 (90), εφαρμόζοντας τη μέθοδο Lowry σε υδατικό εκχύλισμα γιαουρτιού, διαπιστώθηκε ότι το πρωτεϊνικό περιεχόμενο του τροφίμου δεν επηρεαζόταν σημαντικά από το χρόνο διατήρησής του.



Σχήμα 9. Η συγκέντρωση των πεπτιδίων και αμινοξέων (mg BSA / Kg στραγγιστού γιαουρτιού) των στραγγιστών γιαουρτιών Δ2 και Δ6, κατά την πάροδο του χρόνου, όπως προέκυψε με την εφαρμογή της μεθόδου Lowry, σε υδατικό εκχύλισμά τους. Δ2 = στραγγιστό γιαούρτι ΔΩΔΩΝΗ με 2 % λιπαρά, Δ6 = στραγγιστό γιαούρτι ΔΩΔΩΝΗ με 6 % λιπαρά.



Σχήμα 10. Η συγκέντρωση των πεπτιδίων και αμινοξέων (mg BSA / Kg στραγγιστού γιαουρτιού) των στραγγιστών γιαουρτιών Δ2 και Δ6, κατά την πάροδο του χρόνου, όπως προέκυψε με την εφαρμογή της μεθόδου Bradford, σε υδατικό εκχύλισμά τους. Δ2 = στραγγιστό γιαούρτι ΔΩΔΩΝΗ με 2 % λιπαρά, Δ6 = στραγγιστό γιαούρτι ΔΩΔΩΝΗ με 6 % λιπαρά.

3.1.6.2. Αντιοξειδωτική δράση υδατικού εκχυλίσματος

Στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζεται η αντιοξειδωτική δράση των στραγγιστών γιαουρτιών κατά τη διατήρησή τους, όπως προέκυψε με εφαρμογή των μεθόδων Folin και FRAP, σε υδατικό εκχύλισμα.

Πίνακας 11. Η αντιοξειδωτική δράση (mg γαλλικού οξέος / Kg στραγγιστού γιαουρτιού) των στραγγιστών γιαουρτιών Δ2 και Δ6, κατά την πάροδο του, όπως προέκυψε με την εφαρμογή των μεθόδων Folin και FRAP, σε υδατικό εκχύλισμά τους.

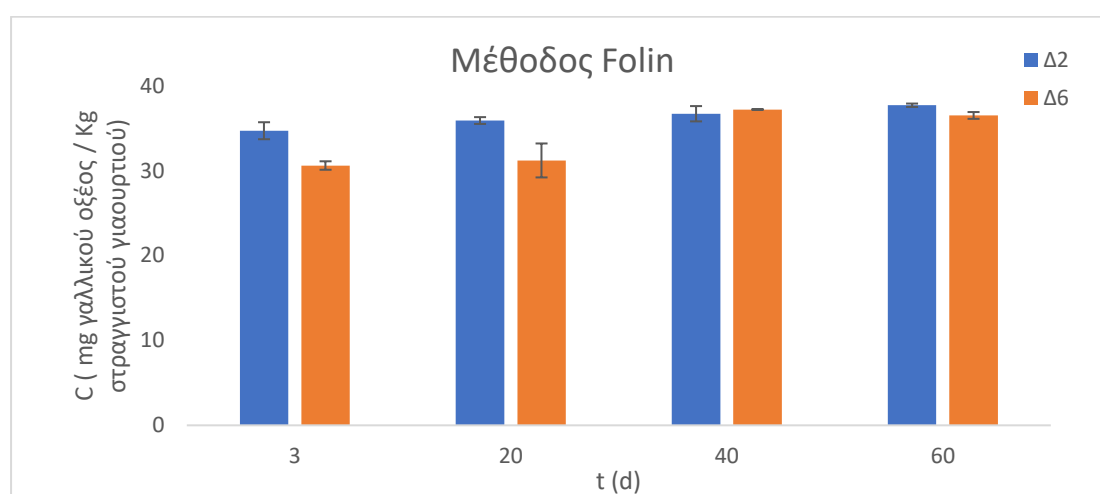
	Μέθοδος Folin (mg γαλλικού οξέος / Kg στραγγιστού γιαουρτιού)		Μέθοδος FRAP (mg γαλλικού οξέος / Kg στραγγιστού γιαουρτιού)	
	Δ2	Δ6	Δ2	Δ6
3η ημέρα	34,7 ^a ± 1,0	30,6 ^a ± 0,5	3,21 ^a ± 0,09	3,18 ^a ± 0,30
20η ημέρα	35,9 ^{ab} ± 0,4	31,2 ^a ± 2,0	3,2 ^a ± 0,5	3,14 ^a ± 0,19
40η ημέρα	36,7 ^{bc} ± 0,9	37,2 ^b ± 0,0	3,18 ^a ± 0,02	3,12 ^a ± 0,12
60η ημέρα	37,7 ^c ± 0,2	36,5 ^b ± 0,4	2,92 ^a ± 0,22	3,08 ^a ± 0,02

Κάθετη σύγκριση δειγμάτων στραγγιστών γιαουρτιών. Τα αποτελέσματα εκφράζονται ως Μέσος Όρος ± Τυπική Απόκλιση, από 3 στραγγιστά γιαούρτια, διαφορετικών ημερομηνιών παραγωγής. Οι μέσοι όροι με διαφορετικούς εκθέτες (a, b, c, d) στην ίδια στήλη δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p < 0,05$). Δ2 = στραγγιστό γιαούρτι ΔΩΔΩΝΗ με 2 % λιπαρά, Δ6 = στραγγιστό γιαούρτι ΔΩΔΩΝΗ με 6 % λιπαρά.

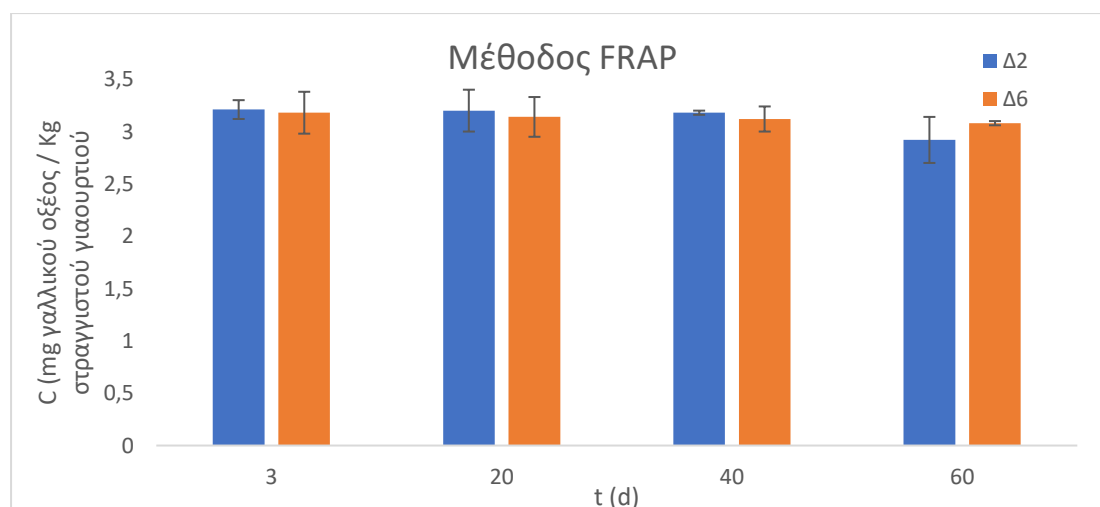
Σύμφωνα με τη μέθοδο Folin, με την πάροδο του χρόνου, φαίνεται να υπάρχει αύξηση της αντιοξειδωτικής δράσης των στραγγιστών γιαουρτιών Δ2 και Δ6. Σύμφωνα με την έρευνα των Madhu et al., 2012 (104), όπου εφαρμόστηκε η μέθοδος Folin,

παρατηρήθηκε ότι η αντιοξειδωτική δράση γιαουρτιών μειώνονταν κατά τη διάρκεια αποθήκευσης 28 ημερών. Αντιθέτως, οι Sarwar et al., 2022 (105), δεν παρατήρησαν μείωση, κατά τη διατήρηση αγελαδινών γιαουρτιών.

Με τη μέθοδο FRAP, παρατηρήθηκε ότι η αντιοξειδωτική δράση των στραγγιστών γιαουρτιών Δ2 και Δ6, δε μεταβλήθηκε κατά τη διατήρησή τους. Στην έρευνα των Madhu et al., 2012 (104) επισημάνθηκε μείωση της αντιοξειδωτικής δράσης των δειγμάτων γιαουρτιών, κατά τις 28 ημέρες αποθήκευσής τους, ενώ η μελέτη των Rahmawatia & Suntornsuk, 2016 (102) έδειξε αύξηση της αντιοξειδωτικής δράσης των δειγμάτων κατά την πάροδο του χρόνου, μέσω μελέτης με τη μέθοδο FRAP.



Σχήμα 11. Η αντιοξειδωτική δράση (mg γαλλικού οξέος / Kg στραγγιστού γιαουρτιού) των στραγγιστών γιαουρτιών Δ2 και Δ6, κατά την πάροδο του, όπως προέκυψε με την εφαρμογή της μεθόδου Folin, σε υδατικό εκχύλισμά τους. Δ2 στραγγιστό γιαούρτι ΔΩΔΩΝΗ με 2 % λιπαρά, Δ6 = στραγγιστό γιαούρτι ΔΩΔΩΝΗ με 6 % λιπαρά.

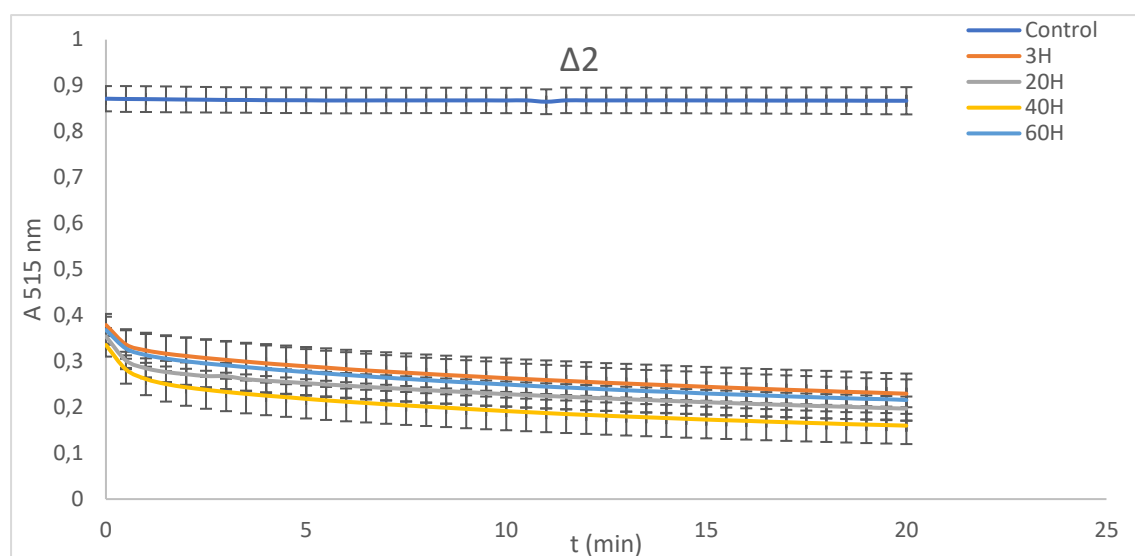


Σχήμα 12. Η αντιοξειδωτική δράση (mg γαλλικού οξέος / Kg στραγγιστού γιαουρτιού) των στραγγιστών γιαουρτιών Δ2 και Δ6, κατά την πάροδο του, όπως προέκυψε με την

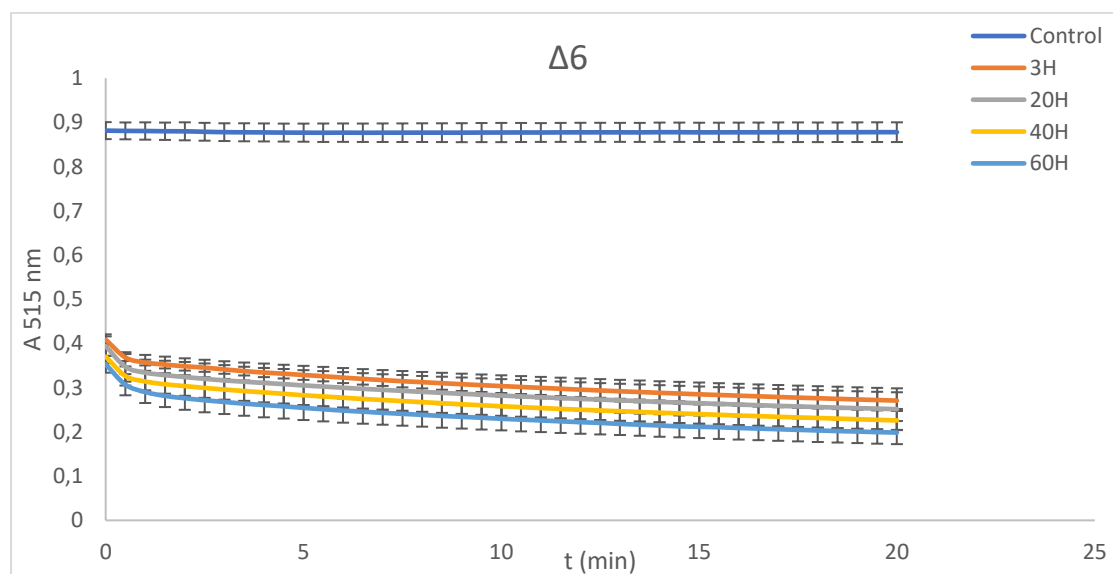
εφαρμογή της μεθόδου FRAP, σε υδατικό εκχύλισμά τους. Δ2 = στραγγιστό γιαούρτι ΔΩΔΩΝΗ με 2 % λιπαρά, Δ6 = στραγγιστό γιαούρτι ΔΩΔΩΝΗ με 6 % λιπαρά.

3.1.6.3. Αντιοξειδωτικής δράσης μεθανολικού εκχυλίσματος

Η αποτίμηση της αντιοξειδωτικής δράσης του μεθανολικού εκχυλίσματος των στραγγιστών γιαουρτιών, κατά την πάροδο του χρόνου, έγινε με τη μέθοδο αποτίμησης της ικανότητας δέσμευσης της ρίζας DPPH. Παρακάτω απεικονίζεται η μείωση της απορρόφησης της ρίζας DPPH, κατά τη δέσμευσή της από το μεθανολικό εκχύλισμα των στραγγιστών γιαουρτιών.



Σχήμα 13. Δέσμευση της ρίζας DPPH από μεθανολικό εκχύλισμα του στραγγιστού γιαουρτιού Δ2, στις 3, 20, 40 και 60 ημέρες μετά την παραγωγή του.



Σχήμα 14. Δέσμευση της ρίζας DPPH από μεθανολικό εκχύλισμα του στραγγιστού γιαουρτιού Δ6, στις 3, 20, 40 και 60 ημέρες μετά την παραγωγή του.

Στον Πίνακα 12 παρουσιάζεται η % ολική δέσμευση της ρίζας DPPH.

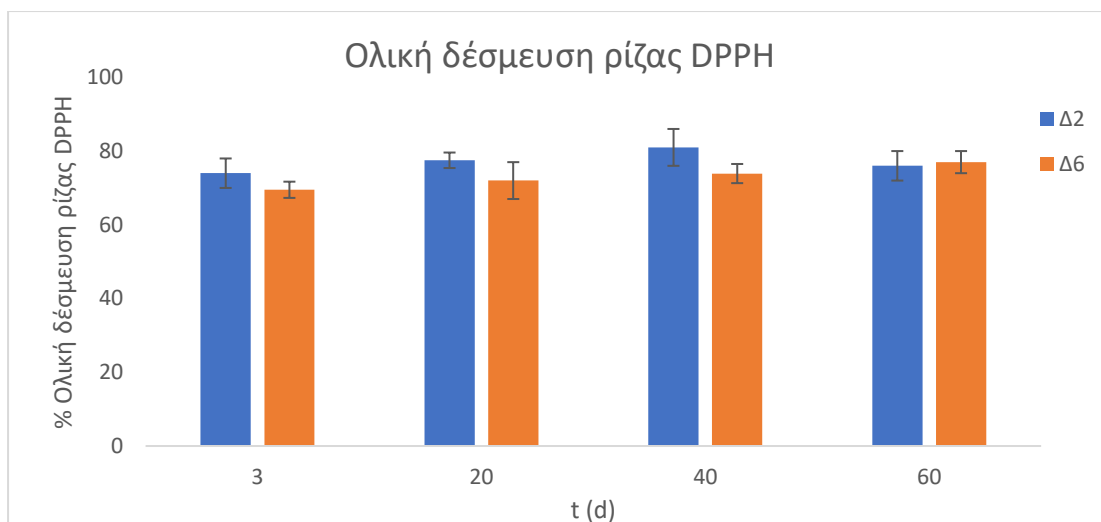
Πίνακας 12. % Ολική δέσμευση της ρίζας DPPH από μεθανολικό εκχύλισμα των στραγγιστών γιαουρτιών Δ2 και Δ6, κατά την πάροδο του χρόνου.

	% Ολική δέσμευση ρίζας DPPH	
	Δ2	Δ6
3η ημέρα	74 ^a ± 4	69,5 ^a ± 2,2
20η ημέρα	77,5 ^a ± 2,1	72 ^{ab} ± 5
40η ημέρα	81 ^a ± 5	73,9 ^{ab} ± 2,6
60η ημέρα	76 ^a ± 4	77 ^b ± 3

Κάθετη σύγκριση στραγγιστών γιαουρτιών. Τα αποτελέσματα εκφράζονται ως Μέσος Όρος ± Τυπική Απόκλιση, από 3 στραγγιστά γιαούρτια, διαφορετικών ημερομηνιών παραγωγής. Οι μέσοι όροι με διαφορετικούς εκθέτες (a, b, c, d) στην ίδια στήλη δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p < 0,05$). Δ2 = στραγγιστό γιαούρτι ΔΩΔΩΝΗ με 2 % λιπαρά, Δ6 = στραγγιστό γιαούρτι ΔΩΔΩΝΗ με 6 % λιπαρά.

Για το στραγγιστό γιαούρτι Δ2 δεν παρατηρείται μεταβολή της % ολικής δέσμευσης της ρίζας DPPH και συνεπώς της αντιοξειδωτικής δράσης του. Στην περίπτωση του στραγγιστού γιαουρτιού Δ6, παρατηρείται αύξηση της ικανότητας δέσμευσης της ρίζας και συνεπώς της αντιοξειδωτικής δράσης, κατά τη διάρκεια αποθήκευσής του. Κατά τις μελέτες των Madhu et al., 2012 (104) και Rahmawatia & Suntornsuk, 2016 (102), όπου εφαρμόστηκε η μέθοδος αποτίμησης της ικανότητάς δέσμευσης της ρίζας DPPH σε γιαούρτια, επισημαίνεται αύξηση της αντιοξειδωτικής δράσης τους, κατά την πάροδο του χρόνου από την ημέρα παραγωγής τους.

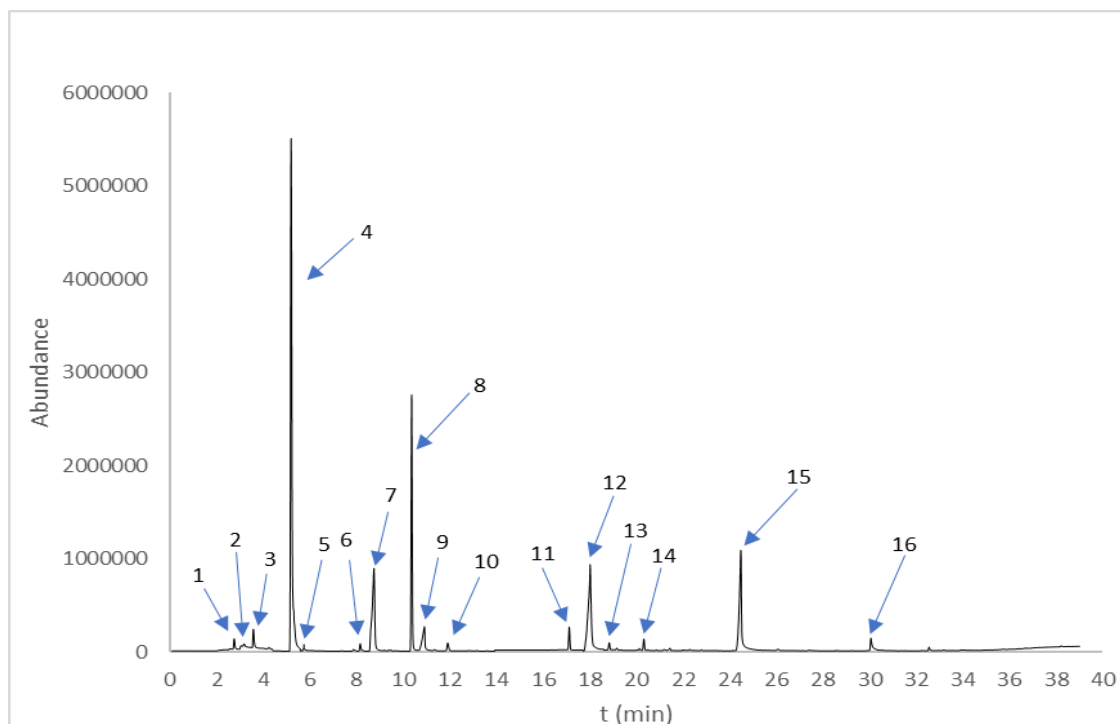
Σε αυτό το σημείο, πρέπει να αναφερθεί ότι το μεθανολικό και υδατικό εκχύλισμα των προϊόντων μπορεί να παρουσιάζουν διαφοροποιήσεις ως προς την αντιοξειδωτική δράση τους, καθώς κατά την εκχύλιση με διαφορετικούς διαλύτες (νερό - μεθανόλη) εκχυλίζονται, καλύτερα, διαφορετικά συστατικά. Για παράδειγμα, στο υδατικό εκχύλισμα περιέχονται σε μεγαλύτερη αφθονία υδατοδιαλυτά πεπτιδία και αμινοξέα, ενώ στο μεθανολικό εκχύλισμα περιέχονται, σε υψηλότερες συγκεντρώσεις, τα φαινολικά συστατικά (90, 92).



Σχήμα 15. % Ολική δέσμευση της ρίζας DPPH από μεθανολικό εκχύλισμα των στραγγιστού γιαουρτιού Δ2 και Δ6, κατά την πάροδο του χρόνου. Δ2 = στραγγιστό γιαούρτι ΔΩΔΩΝΗ με 2 % λιπαρά, Δ6 = στραγγιστό γιαούρτι ΔΩΔΩΝΗ με 6 % λιπαρά.

3.1.7. Πτητικές ενώσεις

Πραγματοποιήθηκε προσδιορισμός των πτητικών ενώσεων των στραγγιστών γιαουρτιών Δ2 και Δ6, κατά τη 3η, 20η, 40η και 60η ημέρα μετά την παραγωγή τους. Παρακάτω παρουσιάζεται ένα τυπικό χρωματογράφημα, καθώς και πίνακες με τα αποτελέσματα.



Σχήμα 16. Χρωματογράφημα στραγγιστού γιαουρτιού ΔΩΔΩΝΗ. 1) Ακεταλδεΐδη, 2) Αιθανόλη, 3) Ακετόνη, 4) Διακετύλιο, 5) Οξικός αιθυλεστέρας, 6) 2,3-Πεντανεδιόνη,

7) Ακετοΐνη, 8) 4-Μέθυλο-2-πεντανόλη, 9) Βουτανοϊκό οξύ, 10) Εξανάλη, 11) α-Πινένιο, 12) Εξανοϊκό οξύ, 13) Μυρκενίο, 14) γ-Τερπινένιο, 15) Οκτανοϊκό οξύ, 16) Δεκανοϊκό οξύ.

Πίνακας 13. Οι πτητικές ενώσεις του στραγγιστού γιαουρτιού Δ2, κατά τη 3η, 20η, 40η και 60η ημέρα.

Δ2 (mg / Kg στραγγιστού γιαουρτιού)					
Κατηγορίες ενώσεων	Ενώσεις	3η ημέρα	20η ημέρα	40η ημέρα	60η ημέρα
Αλδεϋδες και κετόνες	Ακεταλδεϋδη	0,0073 ^a ± 0,0005	0,014 ^b ± 0,005	0,0066 ^a ± 0,0017	0,0051 ^a ± 0,0017
	Ακετόνη	0,020 ^a ± 0,003	0,020 ^a ± 0,005	0,015 ^{ab} ± 0,005	0,0086 ^b ± 0,0029
	Διακετύλιο	0,16 ^a ± 0,05	0,524 ^b ± 0,028	0,49 ^b ± 0,19	0,41 ^{ab} ± 0,22
	2,3-Πεντανεδιόνη	0,005 ^{ab} ± 0,004	0,0068 ^{ab} ± 0,0022	0,009 ^b ± 0,006	0 ^a ± 0
	Ακετοΐνη	0,08 ^a ± 0,04	0,152 ^{bc} ± 0,017	0,21 ^c ± 0,04	0,10 ^{ab} ± 0,04
	Εξανάλη	0,024 ^a ± 0,016	0,0150 ^{ab} ± 0,0020	0,012 ^{ab} ± 0,008	0 ± 0 ^b
	Οκτανάλη	0,0018 ± 0,0015	0 ^b ± 0	0 ^b ± 0	0 ^b ± 0
	Εννεανάλη	0,00530 ^a ± 0,00022	0 ^b ± 0	0 ^b ± 0	0 ^b ± 0
Αλκοόλες	Αιθανόλη	0,022 ^a ± 0,015	0,013 ^{ab} ± 0,011	0 ^b ± 0	0 ^b ± 0
Οξέα	Οξικό οξύ	0 ^a ± 0	0 ^a ± 0	0,0312 ^b ± 0,0028	0,038 ^b ± 0,011
	Βουτανοϊκό οξύ	0,040 ^a ± 0,015	0,044 ^a ± 0,005	0,066 ^a ± 0,023	0,050 ^a ± 0,009
	Εξανοϊκό οξύ	0,15 ^a ± 0,03	0,13 ^a ± 0,11	0,19 ^a ± 0,16	0,20 ^a ± 0,08
	Οκτανοϊκό οξύ	0,16 ^a ± 0,10	0,161 ^a ± 0,008	0,24 ^a ± 0,21	0,23 ^a ± 0,05
	Δεκανοϊκό οξύ	0,032 ^a ± 0,018	0,038 ^a ± 0,003	0,04 ^a ± 0,04	0,038 ^a ± 0,010
Εστέρες	Οξικός αιθυλεστέρας	0,0060 ^a ± 0,0019	0,00410 ^b ± 0,00021	0 ^c ± 0	0 ^c ± 0
Τερπένια	α-Πινένιο	0,077 ^a ± 0,012	0,049 ^b ± 0,009	0,042 ^b ± 0,008	0,018 ^c ± 0,015
	Μυρκενίο	0,007 ^a ± 0,006	0,0071 ^a ± 0,0005	0,007 ^a ± 0,002	0 ^b ± 0
	Λιμονένιο	0,0025 ^a ± 0,0023	0 ^b ± 0	0 ^b ± 0	0 ^b ± 0
	γ-Τερπινένιο	0,010 ^a ± 0,003	0,0069 ^{ab} ± 0,0015	0,0061 ^b ± 0,0003	0 ^c ± 0

Οριζόντια σύγκριση στραγγιστού γιαουρτιού. Τα αποτελέσματα εκφράζονται ως Μέσος Όρος $\pm$ Τυπική Απόκλιση, από 3 στραγγιστά γιαούρτια, διαφορετικών ημερομηνιών παραγωγής. Οι μέσοι όροι με διαφορετικούς εκθέτες (a, b, c, d) στην ίδια γραμμή δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p < 0,05$). Δ2 = στραγγιστό γιαούρτι ΔΩΔΩΝΗ με 2 % λιπαρά.

Όπως γίνεται αντιληπτό, προσδιορίστηκαν αρκετές χαρακτηριστικές ενώσεις του γιαουρτιού, όπως η ακεταλδεΐδη, η ακετόνη, το διακετύλιο, η ακετοΐνη, η αιθανόλη, ο οξικός αιθυλεστέρας και διάφορα οξέα, όπως το οξικό, το βουτανοϊκό, το εξανοϊκό, το οκτανοϊκό και το δεκανοϊκό οξύ. Η ακεταλδεΐδη αν και σημειώνει αύξηση της συγκέντρωσής της ως την 20η ημέρα, στη συνέχεια ξανά μειώνεται στα αρχικά επίπεδά της, μέχρι και την 60η ημέρα. Επίσης, το διακετύλιο, αυξάνεται ως την 20η ημέρα και έπειτα δεν μεταβάλλεται, ενώ η ακετοΐνη αυξάνεται ως και την 40η ημέρα και την 60η ημέρα, η συγκέντρωσή της έγκειται των αρχικών τιμών. Η συγκέντρωση της ακετόνης φαίνεται να ελαττώνεται με τη πάροδο των ημερών. Η περιεκτικότητα των οξέων (βουτανοϊκό, εξανοϊκό, οκτανοϊκό και δεκανοϊκό οξύ), δεν επηρεάζεται από το χρόνο. Παράλληλα, από την 40η έως την 60η ημέρα ανιχνεύεται και οξικό οξύ, ενώ η αιθανόλη και ο οξικός αιθυλεστέρας παύουν να ανιχνεύονται από την 40η ημέρα. Η 2,3-πεντανοδιόνη, αν και παρουσιάζει αύξηση έως και την 40η ημέρα, κατά την τελευταία ημέρα δεν προσδιορίζεται πλέον.

Ορισμένες ενώσεις του στραγγιστού γιαουρτιού που προσδιορίζονται και στο γάλα, δεν ανιχνεύονται ως και τις 60 ημέρες. Συγκεκριμένα, η οκτανάλη και η εννεανάλη προσδιορίζονται μόνο την 3η ημέρα και η εξανάλη ανιχνεύεται μέχρι την 40η ημέρα.

Σχετικά με τις τερπενικές ενώσεις, το λιμονένιο προσδιορίζεται μόνο κατά την 3η ημέρα, το μυρκενίο και το γ-τερπινένιο έως την 40η και το α-πινένιο μέχρι και την 60η, αλλά η συγκέντρωσή του ελαττώνεται με το πέρασμα των ημερών.

Γενικά, παρατηρείται, ότι το περιεχόμενο των πτητικών ενώσεων του προϊόντος, μειώνεται, κατά την πάροδο του χρόνου. Αν και την 3η ημέρα, καταγράφονται συνολικά 18 ενώσεις, κατά την 60η ημέρα ανιχνεύονται μόνο 10. Σε αντίστοιχη μελέτη των Sarwar et. al. 2022 (105), παρατηρήθηκε ότι κατά τη πάροδο του χρόνου διατήρησης γιαουρτιών, ο συνολικός αριθμός των πτητικών ενώσεων, που είχαν προσδιοριστεί, μειώθηκε.

Πίνακας 14. Οι πτητικές ενώσεις του στραγγιστού γιαουρτιού Δ6, κατά τη 3η, 20η, 40η και 60η ημέρα.

Δ6 (mg / Kg στραγγιστού γιαουρτιού)					
Κατηγορίες ενώσεων	Ενώσεις	3η ημέρα	20η ημέρα	40η ημέρα	60η ημέρα
Αλδεϋδες και κετόνες	Ακεταλδεϋδη	0,013 ^a ± 0,004	0,0088 ^a ± 0,0016	0,0083 ^a ± 0,021	0,007 ^a ± 0,004
	Ακετόνη	0,0366 ^a ± 0,0016	0,019 ^a ± 0,015	0,024 ^a ± 0,011	0,018 ^a ± 0,007
	Διακετύλιο	0,23 ^{ab} ± 0,11	0,19 ^a ± 0,08	0,40 ^b ± 0,12	0,25 ^{ab} ± 0,08
	2,3-Πεντανεδιόνη	0,0105 ^a ± 0,0022	0,0061 ^b ± 0,0004	0 ^c ± 0	0 ^c ± 0
	Ακετοΐνη	0,103 ^a ± 0,029	0,07 ^a ± 0,06	0,13 ^a ± 0,03	0,10 ^a ± 0,019
	Εξανάλη	0,030 ^a ± 0,006	0,011 ^b ± 0,008	0,011 ^b ± 0,007	0,0096 ^b ± 0,0012
	Εννεανάλη	0,0036 ^a ± 0,0017	0,0035 ^a ± 0,0020	0 ^b ± 0	0 ^b ± 0
Αλκοόλες	Αιθανόλη	0,0077 ^a ± 0,0008	0,03 ^a ± 0,05	0,08 ^a ± 0,07	0,04 ^a ± 0,07
	1-Πεντανόλη	0,0031 ^a ± 0,0027	0 ^b ± 0	0 ^b ± 0	0 ^b ± 0
Οξέα	Οξικό οξύ	0 ^a ± 0	0,0074 ^{ab} ± 0,0015	0,010 ^b ± 0,008	0,015 ^b ± 0,006
	Βουτανοϊκό οξύ	0,07 ^a ± 0,04	0,046 ^a ± 0,026	0,07 ^a ± 0,03	0,068 ^a ± 0,017
	Εξανοϊκό οξύ	0,27 ^a ± 0,15	0,172 ^a ± 0,026	0,16 ^a ± 0,04	0,13 ^a ± 0,04
	Οκτανοϊκό οξύ	0,19 ^a ± 0,15	0,051 ^a ± 0,019	0,098 ^a ± 0,025	0,109 ^a ± 0,021
	Δεκανοϊκό οξύ	0,05 ^a ± 0,05	0,012 ^a ± 0,006	0,016 ^a ± 0,003	0,021 ^a ± 0,006
Εστέρες	Οξικός αιθυλεστέρας	0,010 ^a ± 0,004	0,03 ^{ab} ± 0,05	0,068 ^b ± 0,021	0 ^a ± 0
Τερπένια	α-Πινένιο	0,047 ^a ± 0,024	0,033 ^{ab} ± 0,025	0,028 ^{ab} ± 0,010	0 ^b ± 0
	Μυρκένιο	0,009 ^a ± 0,004	0,004 ^a ± 0,003	0,006 ^a ± 0,002	0,005 ^a ± 0,003
	Λιμονένιο	0,0026 ^a ± 0,0022	0 ^b ± 0	0 ^b ± 0	0 ^b ± 0
	γ-Τερπινένιο	0,007 ^a ± 0,006	0,0053 ^a ± 0,0026	0,005 ^a ± 0,003	0,005 ^a ± 0,004

Οριζόντια στραγγιστού γιαουρτιού. Τα αποτελέσματα εκφράζονται ως Μέσος Όρος ± Τυπική Απόκλιση, από 3 στραγγιστά γιαούρτια, διαφορετικών ημερομηνιών παραγωγής. Οι μέσοι όροι

με διαφορετικούς εκθέτες (a, b, c, d) στην ίδια γραμμή δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p < 0,05$). Δ6 = στραγγιστό γιαούρτι ΔΩΔΩΝΗ με 6 % λιπαρά.

Από τα αποτελέσματα γίνεται διακριτό, όπως και στην περίπτωση του δείγματος Δ2, ότι ανιχνεύεται μεγάλος αριθμός χαρακτηριστικών ενώσεων του γιαουρτιού, όπως η ακεταλδεΐδη, η αιθανόλη, η ακετόνη, το διακετύλιο, η ακετοΐνη, ο οξικός αιθυλεστέρας και διάφορα οξέα, όπως το οξικό, βουτανοϊκό, το εξανοϊκό, το οκτανοϊκό και το δεκανοϊκό οξύ. Η περιεκτικότητα του διακετυλίου παρουσιάζει αυξομειώσεις. Επιπλέον, από την 20η ανιχνεύεται και οξικό οξύ, ενώ ο οξικός αιθυλεστέρας παύει να ανιχνεύεται την 60η ημέρα. Η συγκέντρωση της 2,3-πεντανοδιόνης, παρουσιάζει μείωση έως και την 20η ημέρα, και από την 40η ημέρα δεν ανιχνεύεται πλέον.

Αρκετές ενώσεις του στραγγιστού γιαουρτιού Δ6, που προσδιορίστηκαν και στο γάλα, που χρησιμοποιείται για την παραγωγή του, δεν ανιχνεύονται ως και τις 60 ημέρες. Συγκεκριμένα, η 1-πεντανόλη προσδιορίζεται μόνο την 3η ημέρα των αναλύσεων, ενώ η εννεανάλη μέχρι την 20η. Η συγκέντρωση της εξανάλης μειώνεται με την πάροδο του χρόνου.

Σχετικά με τις τερπενικές ενώσεις, το λιμονένιο ανιχνεύεται μόνο τη 3η ημέρα, το α-πινένιο ανιχνεύεται μέχρι την 40η ημέρα και το μυρκενίο και το γ-τερπινένιο διατηρούνται μέχρι και τη τελευταία ημέρα, σε σταθερή συγκέντρωση.

Παρατηρείται, όπως και στο στραγγιστό γιαούρτι Δ2, ότι το περιεχόμενο των πτητικών ενώσεων του προϊόντος, μειώνεται, κατά την πάροδο του χρόνου. Αν και την 3η ημέρα, καταγράφονται συνολικά 18 ενώσεις, κατά την 60η ημέρα ανιχνεύονται 14.

3.2. Χαρακτηριστικά ποιότητας αγελαδινών στραγγιστών γιαουρτιών διαφορετικής γεωγραφικής προέλευσης

Για τη διεξαγωγή αυτής της μελέτης μελετήθηκαν αγελαδινά στραγγιστά γιαούρτια, 20 ημερών, από διάφορες περιοχές της Ελλάδας. Πέρα από τα προϊόντα Δ2 και Δ6, που έχουν ήδη αναφερθεί, χρησιμοποιήθηκαν στραγγιστά γιαούρτια και από τις βιομηχανικές μονάδες ‘‘ΖΑΓΟΡΙ’’ (Z2, Z8), ‘‘ΚΡΙ-ΚΡΙ’’ (KK2, KK8) και ‘‘ΟΛΥΜΠΟΣ’’ (O2, O5).

3.2.1. Βασική σύσταση στραγγιστών γιαουρτιών

Στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζεται η σύσταση κάθε στραγγιστού γιαουρτιού που χρησιμοποιήθηκε για τη διεξαγωγή της συγκεκριμένης εργασίας.

Πίνακας 15. Τιμές παραμέτρων βασικής σύστασης στραγγιστών γιαουρτιών από την περιοχή της Ηπείρου (Δ2, Δ6, Ζ2, Ζ8).

Παράμετροι	Δ2	Δ6	Ζ2	Ζ8
Πρωτεΐνες (%w / w)	9,9 ± 0,1	8,5 ± 0,6	9,3 ± 0,4	7,1 ± 0,8
Λίπος (%w / w)	2 ± 0	6,0 ± 0,1	2,1 ± 0,1	8,1 ± 0,1
Λακτόζη (% w / w μονούδρη λακτόζη)	4,7 ± 0,3	3,9 ± 0,2	3,1 ± 0,5	2,9 ± 0,6
Στερεό υπόλειμμα (% w / w)	17,48 ± 0,12	19,8 ± 0,4	18,3 ± 0,5	18,9 ± 1,5
Τέφρα (% w / w)	0,679 ± 0,026	0,623 ± 0,013	0,87 ± 0,03	0,68 ± 0,10

Τα αποτελέσματα εκφράζονται ως Μέσος Όρος ± Τυπική Απόκλιση, από 3 στραγγιστά γιαούρτια, διαφορετικών ημερομηνιών παραγωγής. Δ2 = στραγγιστό γιαούρτι ΔΩΔΩΝΗ με 2 % λιπαρά, Δ6 = στραγγιστό γιαούρτι ΔΩΔΩΝΗ με 6 % λιπαρά, Ζ2 = στραγγιστό γιαούρτι ΖΑΓΟΡΙ με 2 % λιπαρά, Ζ8 = στραγγιστό γιαούρτι ΖΑΓΟΡΙ με 8 % λιπαρά.

Πίνακας 16. Τιμές παραμέτρων βασικής σύστασης των στραγγιστών γιαουρτιών ΚΚ2, ΚΚ8, Ο2, Ο5.

Παράμετροι	ΚΚ2	ΚΚ8	Ο2	Ο5
Πρωτεΐνες (% w / w)	10,5 ± 0,1	6,9 ± 0,1	9,2 ± 0,1	8,8 ± 0,2
Λίπος (% w / w)	2 ± 0	8 ± 0	2 ± 0	5 ± 0
Λακτόζη (% w / w μονούδρη λακτόζη)	4,7 ± 0,3	4,4 ± 0,06	4,2 ± 0,1	3,9 ± 0,1
Στερεό υπόλειμμα (% w / w)	18,1 ± 0,3	21,6 ± 0,5	19,5 ± 0,3	21,4 ± 0,5
Τέφρα (% w / w)	0,681 ± 0,015	0,870 ± 0,003	0,82 ± 0,04	0,737 ± 0,006

Τα αποτελέσματα εκφράζονται ως Μέσος Όρος ± Τυπική Απόκλιση, από 3 στραγγιστά γιαούρτια, διαφορετικών ημερομηνιών παραγωγής. ΚΚ2 = στραγγιστό γιαούρτι ΚΡΙ ΚΡΙ με 2 % λιπαρά, ΚΚ8 = στραγγιστό γιαούρτι ΚΡΙ ΚΡΙ με 8 % λιπαρά, Ο2 = στραγγιστό γιαούρτι ΟΛΥΜΠΟΣ με 2 % λιπαρά, Ο5 = στραγγιστό γιαούρτι ΟΛΥΜΠΟΣ με 5 % λιπαρά.

Οι τιμές των χαρακτηριστικών των στραγγιστών γιαουρτιών είναι κοντινές με τις τιμές της βιβλιογραφίας, αν και τα στραγγιστά γιαούρτια Δ2, Δ6, ΚΚ2, ΚΚ8 και Ο2 παρουσιάζουν υψηλότερες τιμές λακτόζης. Η λακτόζη του στραγγιστού γιαουρτιού Ζ8 είναι αισθητά χαμηλότερη, συγκριτικά με τα υπόλοιπα γιαούρτια. Επιπλέον, τα προϊόντα Ζ8 και ΚΚ8 παρουσιάζουν τη χαμηλότερη περιεκτικότητα πρωτεϊνών, ενώ το ΚΚ2 την υψηλότερη. Τα γιαούρτια διαθέτουν παραπλήσιες τιμές στερεού υπολείμματος. Τα Ζ2 και ΚΚ8 παρουσιάζουν την υψηλότερη τιμή τέφρας. Ωστόσο,

σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση των τιμών των παραμέτρων παίζει η τεχνολογία παραγωγής που ακολουθείται από την εκάστοτε βιομηχανία.

3.2.2. Χαρακτηριστικά ποιότητας αγελαδινών στραγγιστών γιαουρτιών, με 2% λιπαρά και διαφορετικής γεωγραφικής προέλευσης

Για τη συγκεκριμένη μελέτη χρησιμοποιήθηκαν 4 διαφορετικά αγελαδινά στραγγιστά γιαούρτια, με περιεκτικότητα 2 % σε λιπαρά, από τρεις διαφορετικές γεωγραφικές περιοχές της Ελλάδας. Τα δύο δείγματα προέρχονται από την Ήπειρο (Δ2 και Z2), ένα από τη Μακεδονία (KK2) και ένα από τη Θεσσαλία (O2). Η ανάλυση τους έγινε 20 ημέρες μετά την παραγωγή τους.

3.2.2.1. pH και ογκομετρούμενη οξύτητα

Στον παρακάτω πίνακα αναγράφονται τα αποτελέσματα που προέκυψαν κατά τη μελέτη των στραγγιστών γιαουρτιών Δ2, Z2, KK2 και O2.

Πίνακας 17. Το pH και η ογκομετρούμενη οξύτητα (% w / w γαλακτικού οξέος) των στραγγιστών γιαουρτιών Δ2, Z2, KK2, O2, κατά την 20η ημέρα.

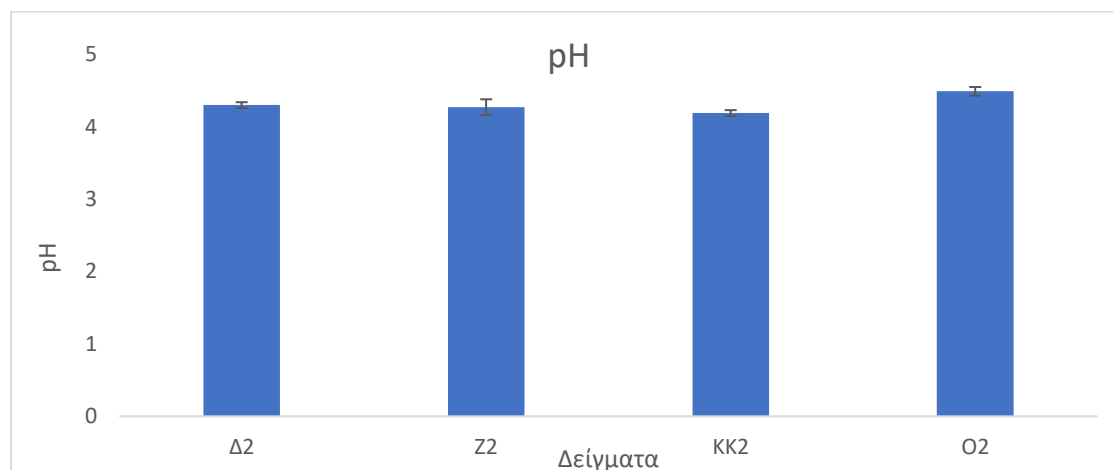
	pH	Ογκομετρούμενη οξύτητα (% w/w γαλακτικού οξέος)
Δ2	4,30 ^a ± 0,04	1,54 ^a ± 0,06
Z2	4,27 ^a ± 0,11	1,67 ^b ± 0,06
KK2	4,19 ^a ± 0,04	1,69 ^b ± 0,05
O2	4,49 ^b ± 0,06	1,61 ^{ab} ± 0,06

Κάθετη σύγκριση στραγγιστών γιαουρτιών. Τα αποτελέσματα εκφράζονται ως Μέσος Όρος ± Τυπική Απόκλιση, από 3 στραγγιστά γιαούρτια, διαφορετικών ημερομηνιών παραγωγής. Οι μέσοι όροι με διαφορετικούς εκθέτες (a, b, c, d) στην ίδια στήλη δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p < 0,05$). Δ2 = στραγγιστό γιαούρτι ΔΩΔΩΝΗ με 2 % λιπαρά, Z2 = στραγγιστό γιαούρτι ΖΑΓΟΡΙ με 2 % λιπαρά, KK2 = στραγγιστό γιαούρτι ΚΡΙ ΚΡΙ με 2 % λιπαρά, O2 = στραγγιστό γιαούρτι ΟΛΥΜΠΟΣ με 2 % λιπαρά.

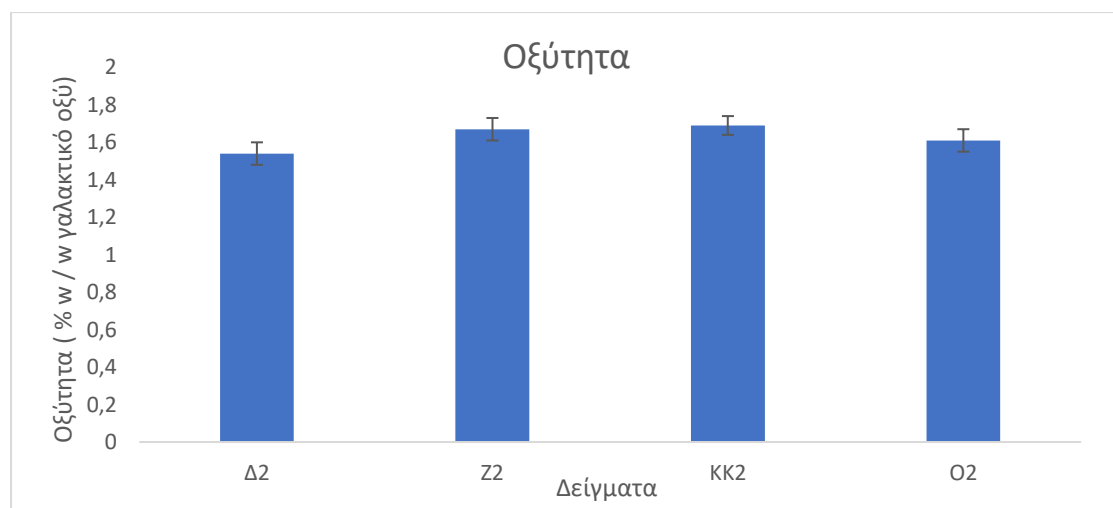
Το στραγγιστό γιαούρτι O2 διαθέτει την υψηλότερη τιμή pH. Τα στραγγιστά γιαούρτια Δ2, Z2 και KK2 παρουσιάζουν παρόμοια τιμή.

Τα στραγγιστά γιαούρτια Δ2 και O2 παρουσιάζουν τις χαμηλότερες τιμές οξύτητας, ενώ τα Z2 και KK2, διαθέτουν παρόμοια και την υψηλότερη τιμή.

Οι Serafeimidou et al., 2012 (106), πραγματοποίησαν, μελέτες σε ένα μεγάλο αριθμό γιαουρτιών από διάφορες περιοχές της Ελλάδος, διαπιστώνοντας ότι προϊόντα διαφορετικής γεωγραφικής προέλευσης μπορεί να παρουσιάζουν διαφοροποιήσεις σε χαρακτηριστικά τους, όπως το pH, την οξύτητα, την υγρασία, τη τέφρα, τις πρωτεΐνες, το περιεχόμενο τους σε λιπαρά οξέα.



Σχήμα 17. Το pH των στραγγιστών γιαουρτιών Δ2, Z2, KK2, O2, κατά την 20η ημέρα. Δ2 = στραγγιστό γιαούρτι ΔΩΔΩΝΗ με 2 % λιπαρά, Z2 = στραγγιστό γιαούρτι ΖΑΓΟΡΙ με 2 % λιπαρά, KK2 = στραγγιστό γιαούρτι ΚΡΙ ΚΡΙ με 2 % λιπαρά, O2 = στραγγιστό γιαούρτι ΟΛΥΜΠΟΣ με 2 % λιπαρά.



Σχήμα 18. Η ογκομετρούμενη οξύτητα των στραγγιστών γιαουρτιών Δ2, Z2, KK2, O2, κατά την 20η ημέρα. Δ2 = στραγγιστό γιαούρτι ΔΩΔΩΝΗ με 2 % λιπαρά, Z2 = στραγγιστό γιαούρτι ΖΑΓΟΡΙ με 2 % λιπαρά, KK2 = στραγγιστό γιαούρτι ΚΡΙ ΚΡΙ με 2 % λιπαρά, O2 = στραγγιστό γιαούρτι ΟΛΥΜΠΟΣ με 2 % λιπαρά.

3.2.2.2. Συναίρεση

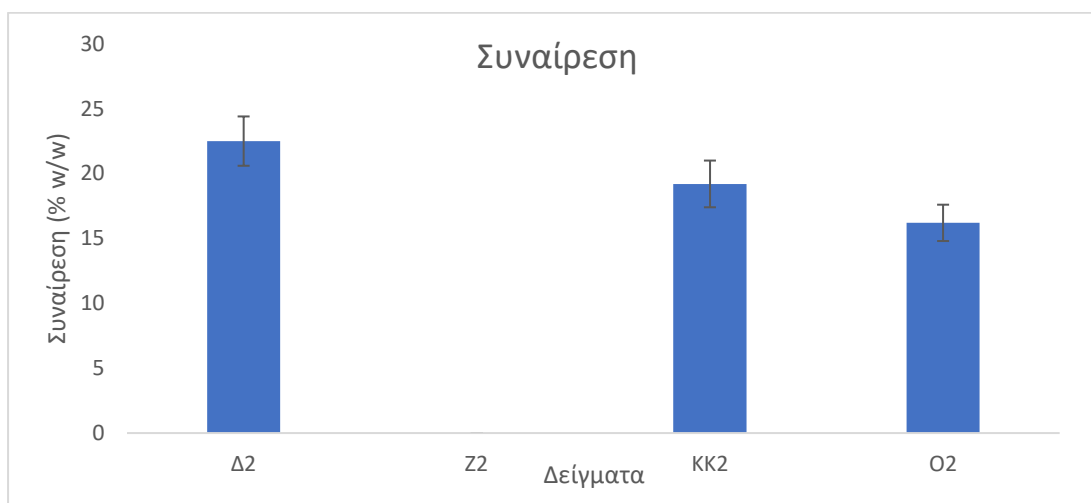
Τα αποτελέσματα της συναίρεσης (% w / w) των στραγγιστών γιαουρτιών Δ2, Z, KK2, και O2 παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 18. Συναίρεση (% w / w) των στραγγιστών γιαουρτιών Δ2, Z2, ΚΚ2 και Ο2, κατά την 20η ημέρα.

	Συναίρεση % w / w
Δ2	22,5 ^a ± 1,9
Z2	0 ± 0 ^d
ΚΚ2	19,2 ^b ± 1,8
Ο2	16,2 ^c ± 1,4

Κάθετη σύγκριση στραγγιστών γιαουρτιών. Τα αποτελέσματα εκφράζονται ως Μέσος Όρος ± Τυπική Απόκλιση, από 3 στραγγιστά γιαούρτια, διαφορετικών ημερομηνιών παραγωγής. Οι μέσοι όροι με διαφορετικούς εκθέτες (a, b, c, d) στην ίδια στήλη δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p < 0,05$). Δ2 = στραγγιστό γιαούρτι ΔΩΔΩΝΗ με 2 % λιπαρά, Z2 = στραγγιστό γιαούρτι ΖΑΓΟΡΙ με 2 % λιπαρά, ΚΚ2 = στραγγιστό γιαούρτι ΚΡΙ ΚΡΙ με 2 % λιπαρά, Ο2 = στραγγιστό γιαούρτι ΟΛΥΜΠΟΣ με 2 % λιπαρά.

Τα στραγγιστά γιαούρτια παρουσιάζουν διαφορά ως προς τη συναίρεσή τους. Με βάση, τη τιμή της συναίρεσής τους, κατατάσσονται, κατά φθίνουσα σειρά, ως εξής: Δ2 > ΚΚ2 > Ο2 > Z2. Με τη μέθοδο που εφαρμόστηκε για τον προσδιορισμό της συναίρεσης, για το δείγμα Z2 προέκυψε μηδενική τιμή.



Σχήμα 19. Η συναίρεση % w / w των στραγγιστών γιαουρτιών Δ2, Z2, ΚΚ2, Ο2, κατά την 20η ημέρα. Δ2 = στραγγιστό γιαούρτι ΔΩΔΩΝΗ με 2 % λιπαρά, Z2 = στραγγιστό γιαούρτι ΖΑΓΟΡΙ με 2 % λιπαρά, ΚΚ2 = στραγγιστό γιαούρτι ΚΡΙ ΚΡΙ με 2 % λιπαρά, Ο2 = στραγγιστό γιαούρτι ΟΛΥΜΠΟΣ με 2 % λιπαρά.

3.2.2.3. Αναλύσεις υδατικού και μεθανολικού εκχυλίσματος

3.2.2.3.1. Πεπτίδια και αμινοξέα υδατικού εκχυλίσματος

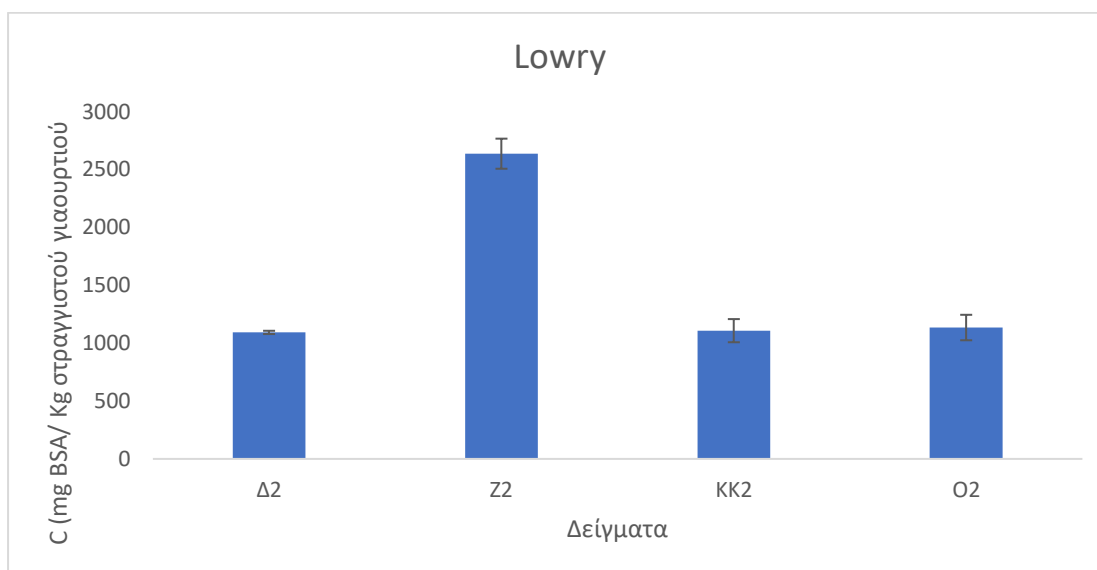
Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται η συγκέντρωση των πεπτιδίων και αμινοξέων των στραγγιστών γιαουρτιών, όπως προέκυψε με την εφαρμογή των μεθόδων Lowry και Bradford, σε υδατικό εκχύλισμά τους.

Πίνακας 19. Η συγκέντρωση των πεπτιδίων και αμινοξέων (mg BSA / Kg στραγγιστού γιαουρτιού) των στραγγιστών γιαουρτιών Δ2, Z2, KK2 και O2, κατά την 20η ημέρα, όπως προέκυψε με την εφαρμογή των μεθόδων Lowry και Bradford, σε υδατικό εκχύλισμά τους.

	Lowry (mg BSA / Kg στραγγιστού γιαουρτιού)	Bradford (BSA / Kg στραγγιστού γιαουρτιού)
Δ2	1093 ^a ± 14	406 ^b ± 30
Z2	2637 ^b ± 130	1367 ^c ± 30
KK2	1108 ^a ± 100	322 ^a ± 60
O2	1135 ^a ± 110	332 ^{ab} ± 30

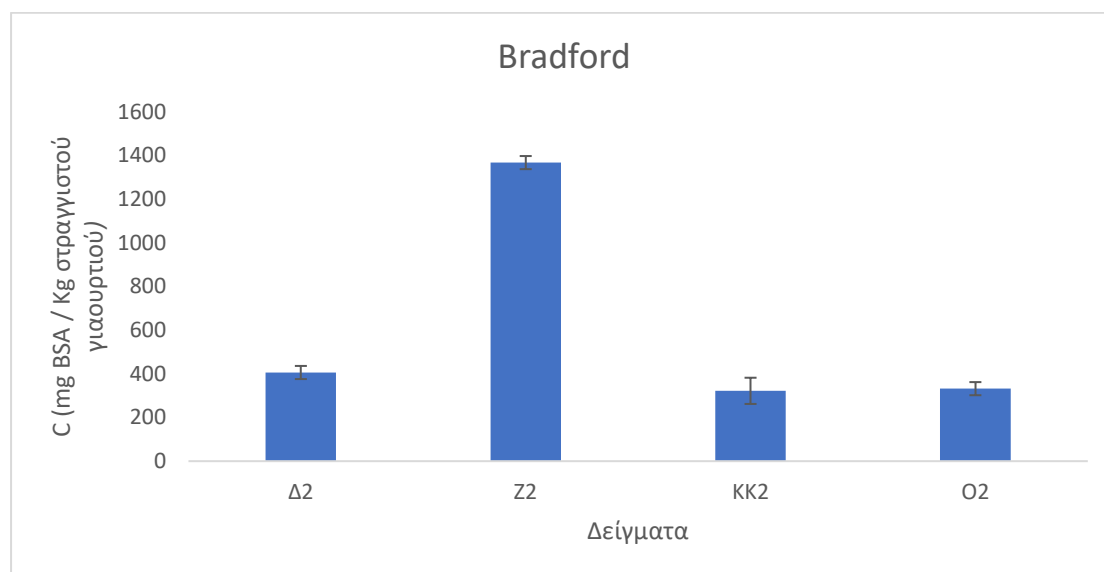
Κάθετη σύγκριση στραγγιστών γιαουρτιών. Τα αποτελέσματα εκφράζονται ως Μέσος Όρος ± Τυπική Απόκλιση, από 3 στραγγιστά γιαούρτια, διαφορετικών ημερομηνιών παραγωγής. Οι μέσοι όροι με διαφορετικούς εκθέτες (a, b, c, d) στην ίδια στήλη δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p < 0,05$). Δ2 = στραγγιστό γιαούρτι ΔΩΔΩΝΗ με 2 % λιπαρά, Z2 = στραγγιστό γιαούρτι ΖΑΓΟΡΙ με 2 % λιπαρά, KK2 = στραγγιστό γιαούρτι ΚΡΙ με 2 % λιπαρά, O2 = στραγγιστό γιαούρτι ΟΛΥΜΠΟΣ με 2 % λιπαρά.

Σύμφωνα με τη μέθοδο Lowry, δεν υπάρχει διαφορά μεταξύ των συγκεντρώσεων των πεπτιδίων και των αμινοξέων των δειγμάτων Δ2, KK2 και O2. Το Z2 διαθέτει υψηλότερη συγκέντρωση, συγκριτικά με τα υπόλοιπα. Σύμφωνα με τη μέθοδο Bradford, παρατηρείται, επίσης, ότι το στραγγιστό γιαούρτι Z2 παρουσιάζει την υψηλότερη συγκέντρωση πεπτιδίων και αμινοξέων. Το O2 διαθέτει κοντινή συγκέντρωση με τα Δ2 και KK2.



Σχήμα 20. Η συγκέντρωση των πεπτιδίων και αμινοξέων (mg BSA / Kg στραγγιστού γιαουρτιού) των στραγγιστών γιαουρτιών Δ2, Z2, KK2 και O2, κατά την 20η ημέρα, όπως προέκυψε με την εφαρμογή της μεθόδου Lowry, σε υδατικό εκχύλισμά τους. Δ2

= στραγγιστό γιαούρτι ΔΩΔΩΝΗ με 2 % λιπαρά, Z2 = στραγγιστό γιαούρτι ΖΑΓΟΡΙ με 2 % λιπαρά, ΚΚ2 = στραγγιστό γιαούρτι ΚΡΙ ΚΡΙ με 2 % λιπαρά, Ο2 = στραγγιστό γιαούρτι ΟΛΥΜΠΟΣ με 2 % λιπαρά.



Σχήμα 21. Η συγκέντρωση των πεπτιδίων και αμινοξέων (mg BSA / Kg στραγγιστού γιαουρτιού) των στραγγιστών γιαουρτιών Δ2, Z2, ΚΚ2 και Ο2, κατά την 20η ημέρα, όπως προέκυψε με την εφαρμογή της μεθόδου Bradford, σε υδατικό εκχύλισμά τους. Δ2 = στραγγιστό γιαούρτι ΔΩΔΩΝΗ με 2 % λιπαρά, Z2 = στραγγιστό γιαούρτι ΖΑΓΟΡΙ με 2 % λιπαρά, ΚΚ2 = στραγγιστό γιαούρτι ΚΡΙ ΚΡΙ με 2 % λιπαρά, Ο2 = στραγγιστό γιαούρτι ΟΛΥΜΠΟΣ με 2 % λιπαρά.

3.2.2.3.2. Αντιοξειδωτική δράση υδατικού εκχυλίσματος

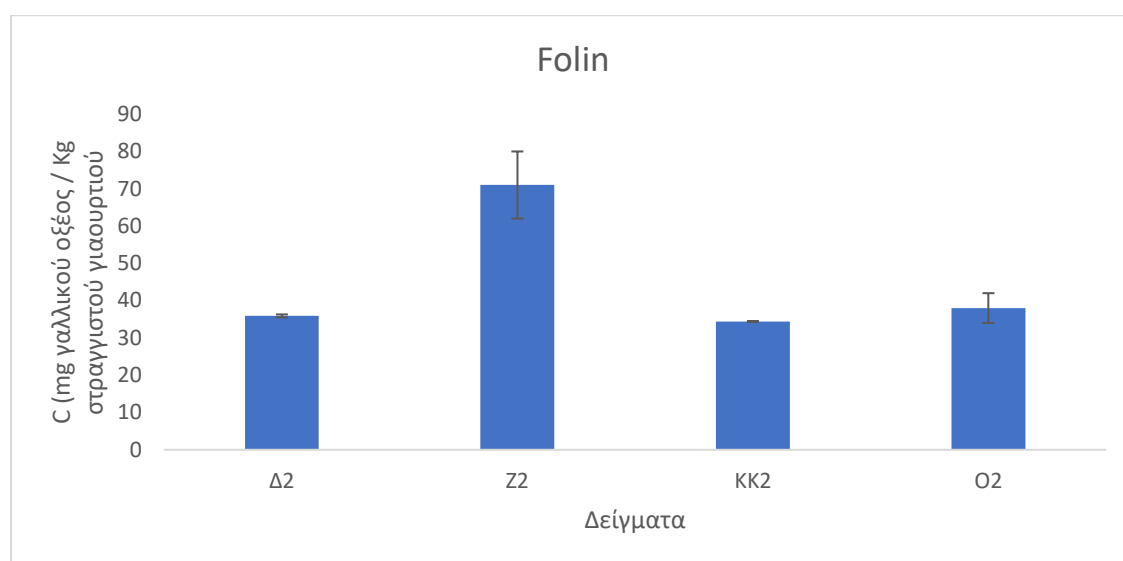
Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται η αντιοξειδωτική δράση των στραγγιστών γιαουρτιών, όπως προέκυψε με εφαρμογή των μεθόδων Folin και FRAP, σε υδατικό εκχύλισμα.

Πίνακας 20. Η αντιοξειδωτική δράση (mg γαλλικού οξέος / Kg στραγγιστού γιαουρτιού) των στραγγιστών γιαουρτιών Δ2, Z2, ΚΚ2 και Ο2, κατά την 20η ημέρα, όπως προέκυψε με την εφαρμογή των μεθόδων Folin και FRAP, σε υδατικό εκχύλισμά τους.

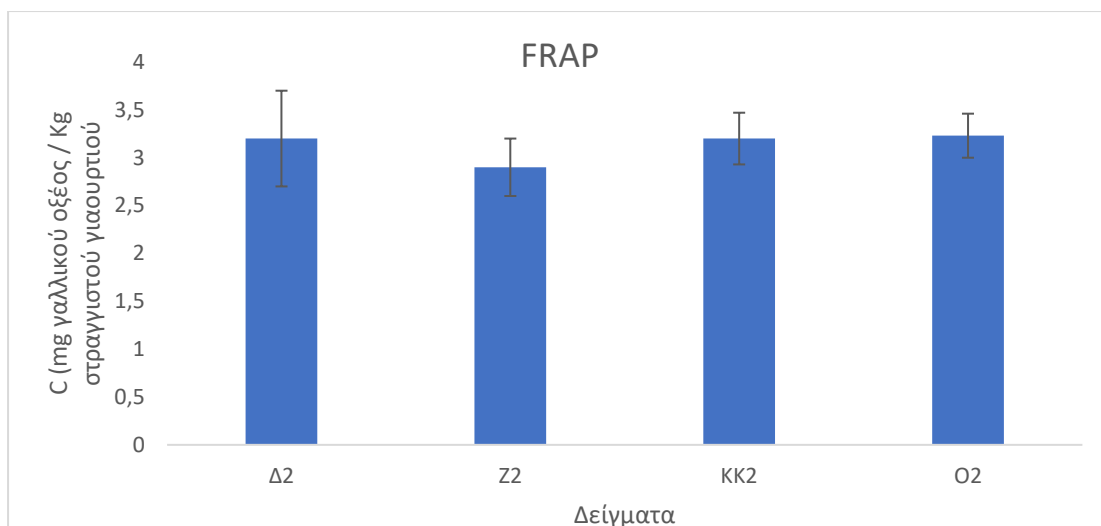
	Folin (mg γαλλικού οξέος / Kg στραγγιστού γιαουρτιού)	FRAP (mg γαλλικού οξέος / Kg στραγγιστού γιαουρτιού)
Δ2	35,9 ^a ± 0,4	3,2 ^a ± 0,5
Z2	71 ^b ± 9	2,9 ^a ± 0,3
ΚΚ2	34,4 ^a ± 0,1	3,20 ^a ± 0,27
Ο2	38 ^a ± 4	3,23 ^a ± 0,23

Κάθετη σύγκριση στραγγιστών γιαουρτιών. Τα αποτελέσματα εκφράζονται ως Μέσος Όρος $\pm$ Τυπική Απόκλιση, από 3 στραγγιστά γιαούρτια, διαφορετικών ημερομηνιών παραγωγής. Οι μέσοι όροι με διαφορετικούς εκθέτες (a, b, c, d) στην ίδια στήλη δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p < 0,05$). Δ2 = στραγγιστό γιαούρτι ΔΩΔΩΝΗ με 2 % λιπαρά, Z2 = στραγγιστό γιαούρτι ΖΑΓΟΡΙ με 2 % λιπαρά, ΚΚ2 = στραγγιστό γιαούρτι ΚΡΙ ΚΡΙ με 2 % λιπαρά, Ο2 = στραγγιστό γιαούρτι ΟΛΥΜΠΟΣ με 2 % λιπαρά.

Σύμφωνα με τη μέθοδο Folin, το στραγγιστό γιαούρτι Z2 παρουσιάζει υψηλότερη αντιοξειδωτική δράση συγκριτικά με τα Δ2, ΚΚ2 και Ο2, τα οποία χαρακτηρίζονται από παρόμοια δράση. Με τη μέθοδο FRAP, παρατηρείται πως τα στραγγιστά γιαούρτια δεν διαφέρουν ως προς την αντιοξειδωτική τους δράση. Το αποτέλεσμα αυτό, για τα δείγματα Δ2, ΚΚ2 και Ο2, επιβεβαιώνεται και με τις δύο μεθόδους (Folin, FRAP).



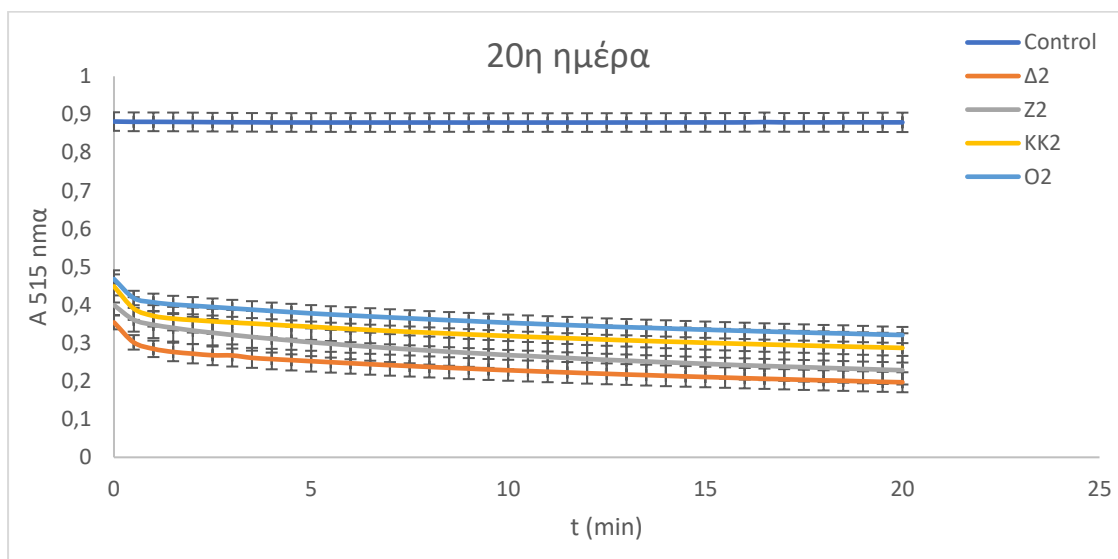
Σχήμα 22. Η αντιοξειδωτική δράση (mg γαλλικού οξέος / Kg στραγγιστού γιαουρτιού) των στραγγιστών γιαουρτιών Δ2, Z2, ΚΚ2 και Ο2, κατά την 20η ημέρα, όπως προέκυψε με την εφαρμογή της μεθόδου Folin, σε υδατικό εκχύλισμά τους. Δ2 = στραγγιστό γιαούρτι ΔΩΔΩΝΗ με 2 % λιπαρά, Z2 = στραγγιστό γιαούρτι ΖΑΓΟΡΙ με 2 % λιπαρά, ΚΚ2 = στραγγιστό γιαούρτι ΚΡΙ ΚΡΙ με 2 % λιπαρά, Ο2 = στραγγιστό γιαούρτι ΟΛΥΜΠΟΣ με 2 % λιπαρά.



Σχήμα 23. Η αντιοξειδωτική δράση (mg γαλλικού οξέος / Kg στραγγιστού γιαουρτιού) των στραγγιστών γιαουρτιών Δ2, Z2, KK2 και O2, κατά την 20η ημέρα, όπως προέκυψε με την εφαρμογή της μεθόδου FRAP, σε υδατικό εκχύλισμά τους. Δ2 = στραγγιστό γιαούρτι ΔΩΔΩΝΗ με 2 % λιπαρά, Z2 = στραγγιστό γιαούρτι ΖΑΓΟΡΙ με 2 % λιπαρά, KK2 = στραγγιστό γιαούρτι ΚΡΙ ΚΡΙ με 2 % λιπαρά, O2 = στραγγιστό γιαούρτι ΟΛΥΜΠΟΣ με 2 % λιπαρά.

3.2.2.3.3. Αντιοξειδωτική δράση μεθανολικού εκχυλίσματος

Παρακάτω απεικονίζεται η μείωση της απορρόφησης της ρίζας DPPH, κατά τη δέσμευσής της από το μεθανολικό εκχύλισμα των στραγγιστών γιαουρτιών.



Σχήμα 24. Δέσμευση της ρίζας DPPH από το μεθανολικό εκχύλισμα των στραγγιστών γιαουρτιών Δ2, Z2, KK2 και O2, κατά την 20η ημέρα. Δ2 = στραγγιστό γιαούρτι ΔΩΔΩΝΗ με 2 % λιπαρά, Z2 = στραγγιστό γιαούρτι ΖΑΓΟΡΙ με 2 % λιπαρά, KK2 = στραγγιστό γιαούρτι ΚΡΙ ΚΡΙ με 2 % λιπαρά, O2 = στραγγιστό γιαούρτι ΟΛΥΜΠΟΣ με 2 % λιπαρά.

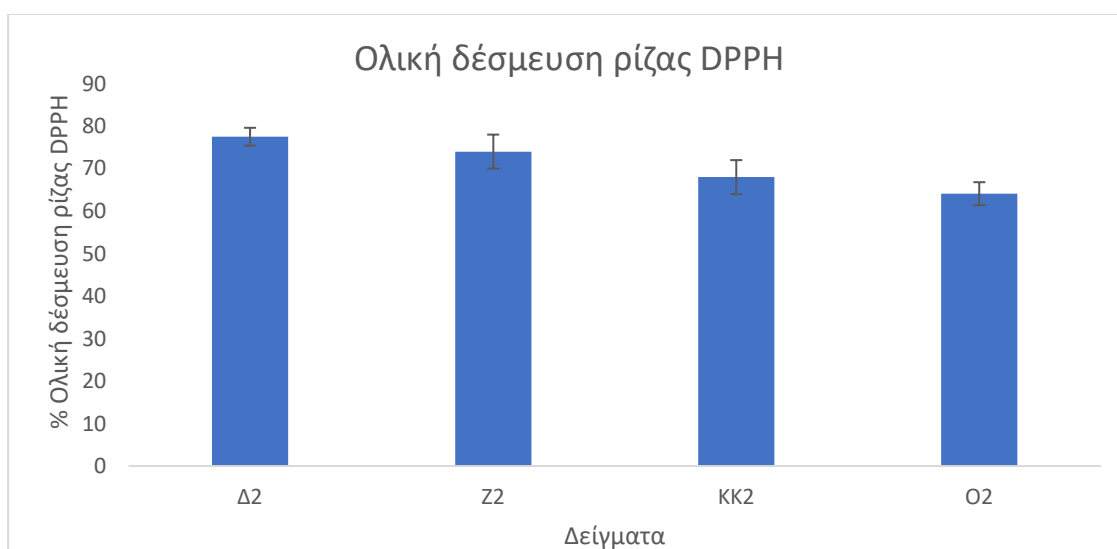
Στον Πίνακα 21 παρουσιάζεται η % ολική δέσμευση της ρίζας DPPH.

Πίνακας 21. % Ολική δέσμευση της ρίζας DPPH από μεθανολικό εκχύλισμα των στραγγιστών γιαουρτιών Δ2, Z2, KK2 και O2, κατά την 20η ημέρα.

	% Ολική δέσμευση ρίζας DPPH
Δ2	77,5 ^c ± 2,1
Z2	74 ^{bc} ± 4
KK2	68 ^{ab} ± 4
O2	64,1 ^a ± 2,7

Κάθετη σύγκριση στραγγιστών γιαουρτιών. Τα αποτελέσματα εκφράζονται ως Μέσος Όρος ± Τυπική Απόκλιση, από 3 στραγγιστά γιαούρτια, διαφορετικών ημερομηνιών παραγωγής. Οι μέσοι όροι με διαφορετικούς εκθέτες (a, b, c, d) στην ίδια στήλη δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p < 0,05$). Δ2 = στραγγιστό γιαούρτι ΔΩΔΩΝΗ με 2 % λιπαρά, Z2 = στραγγιστό γιαούρτι ΖΑΓΟΡΙ με 2 % λιπαρά, KK2 = στραγγιστό γιαούρτι ΚΡΙ ΚΡΙ με 2 % λιπαρά, O2 = στραγγιστό γιαούρτι ΟΛΥΜΠΟΣ με 2 % λιπαρά.

Τα στραγγιστά γιαούρτια από την περιοχή της Ηπείρου, Δ2 και Z2, διαθέτουν την υψηλότερη αντιοξειδωτική δράση. Το KK2 διαθέτει παρόμοια δράση με τα Z2 και O2. Το στραγγιστό γιαούρτι O2 παρουσιάζει την χαμηλότερη αντιοξειδωτική δράση.



Σχήμα 25. % Ολική δέσμευση της ρίζας DPPH από μεθανολικό εκχύλισμα των στραγγιστών γιαουρτιών Δ2, Z2, KK2 και O2, κατά την 20η ημέρα διατήρησής τους. Δ2 = στραγγιστό γιαούρτι ΔΩΔΩΝΗ με 2 % λιπαρά, Z2 = στραγγιστό γιαούρτι ΖΑΓΟΡΙ με 2 % λιπαρά, KK2 = στραγγιστό γιαούρτι ΚΡΙ ΚΡΙ με 2 % λιπαρά, O2 = στραγγιστό γιαούρτι ΟΛΥΜΠΟΣ με 2 % λιπαρά.

3.2.2.4. Πτητικές ενώσεις

Οι πτητικές ενώσεις που προσδιορίστηκαν παρατίθενται στον Πίνακα 22.

Πίνακας 22. Οι πτητικές ενώσεις των στραγγιστών γιαουρτιών Δ2, Ζ2, ΚΚ2 και Ο2, κατά την 20η ημέρα.

Κατηγορίες ενώσεων	Ενώσεις	Δ2 (mg / Kg στραγγιστού γιαουρτιού)	Ζ2 (mg / Kg στραγγιστού γιαουρτιού)	ΚΚ2 (mg / Kg στραγγιστού γιαουρτιού)	Ο2 (mg / Kg στραγγιστού γιαουρτιού)
Αλδεϋδες και κετόνες	Ακεταλδεϋδη	0,014 ^a ± 0,005	0,03 ^a ± 0,03	0,024 ^a ± 0,016	0,018 ^a ± 0,003
	Ακετόνη	0,020 ^a ± 0,005	0,0088 ^c ± 0,0020	0,012 ^{bc} ± 0,003	0,017 ^{ab} ± 0,004
	Διακετύλιο	0,524 ^a ± 0,028	0,021 ^c ± 0,013	0,098 ^b ± 0,022	0,032 ^c ± 0,008
	2,3-Πεντανεδιόνη	0,0068 ^{ab} ± 0,0022	0,0111 ^b ± 0,0026	0,0060 ^a ± 0,0024	0,0028 ^a ± 0,0025
	Ακετοΐνη	0,152 ^a ± 0,017	0,149 ^a ± 0,014	0,108 ^b ± 0,011	0,090 ^b ± 0,009
	Εξανάλη	0,0150 ^a ± 0,0020	0 ^b ± 0	0 ^b ± 0	0 ^b ± 0
	Εννεανάλη	0 ^a ± 0	0 ^a ± 0	0 ^a ± 0	0,0030 ^b ± 0,0006
Αλκοόλες	Αιθανόλη	0,013 ^a ± 0,011	0,03 ^a ± 0,015	0,009 ^a ± 0,008	0,033 ^a ± 0,016
Οξέα	Οξικό οξύ	0 ^a ± 0	0,097 ^b ± 0,016	0,020 ^a ± 0,019	0 ^a ± 0
	Βουτανοϊκό οξύ	0,044 ^a ± 0,005	0,29 ^b ± 0,21	0,0452 ^a ± 0,0006	0,025 ^a ± 0,011
	Εξανοϊκό οξύ	0,13 ^a ± 0,11	0,5 ^b ± 0,07	0,14 ^a ± 0,03	0,025 ^a ± 0,011
	Οκτανοϊκό οξύ	0,161 ^{ab} ± 0,008	0,23 ^a ± 0,10	0,126 ^{ab} ± 0,012	0,063 ^b ± 0,011
	Δεκανοϊκό οξύ	0,038 ^a ± 0,003	0,025 ^{ab} ± 0,023	0,017 ^{ab} ± 0,006	0,013 ^b ± 0,005
Εστέρες	Οξικός αιθυλεστέρας	0,00410 ^{ab} ± 0,00021	0,032 ^b ± 0,028	0,0030 ^a ± 0,0026	0,0104 ^{ab} ± 0,004
Τερπένια	α-Πινένιο	0,049 ^a ± 0,009	0,056 ^a ± 0,023	0,052 ^a ± 0,010	0,050 ^a ± 0,009
	Μυρκένιο	0,0071 ^a ± 0,0005	0,016 ^b ± 0,004	0,0089 ^a ± 0,0015	0,0085 ^a ± 0,0014
	Λιμονένιο	0 ^a ± 0	0,003 ^{ab} ± 0,003	0,0031 ^{ab} ± 0,0005	0,0037 ^b ± 0,0008
	γ-Τερπινένιο	0,0069 ^a ± 0,0015	0,016 ^b ± 0,006	0,0124 ^{ab} ± 0,0020	0,0128 ^{ab} ± 0,0019

Οριζόντια σύγκριση στραγγιστών γιαουρτιών. Τα αποτελέσματα εκφράζονται ως Μέσος Όρος ± Τυπική Απόκλιση, από 3 στραγγιστά γιαούρτια, διαφορετικών ημερομηνιών παραγωγής. Οι μέσοι όροι με διαφορετικούς εκθέτες (a, b, c, d) στην ίδια γραμμή δηλώνουν ότι διαφέρουν

μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p < 0,05$). Δ2 = στραγγιστό γιαούρτι ΔΩΔΩΝΗ με 2 % λιπαρά, Z2 = στραγγιστό γιαούρτι ΖΑΓΟΡΙ με 2 % λιπαρά, ΚΚ2 = στραγγιστό γιαούρτι ΚΡΙ ΚΡΙ με 2 % λιπαρά, Ο2 = στραγγιστό γιαούρτι ΟΛΥΜΠΟΣ με 2 % λιπαρά.

Συγκρίνοντας τα στραγγιστά γιαούρτια διαφορετικής γεωγραφικής προέλευσης γίνεται αντιληπτό, πως και στα 4 ανιχνεύονται χαρακτηρίστηκες ενώσεις γιαουρτιού, όπως η ακεταλδεΐδη, η αιθανόλη, η ακετόνη, το διακετύλιο, η ακετοΐνη, ο οξικός αιθυλεστέρας και διάφορα οξέα όπως το βουτανοϊκό, το εξανοϊκό, το οκτανοϊκό και το δεκανοϊκό. Τα γιαούρτια παρουσιάζουν κοντινές συγκεντρώσεις ακεταλδεΐδης και αιθανόλης, ωστόσο παρουσιάζουν διαφοροποιήσεις ως προς τις υπόλοιπες ενώσεις. Το Δ2 παρουσιάζει αρκετά υψηλότερη συγκέντρωση ακετόνης και διακετυλίου σε σχέση με τα υπόλοιπα, ενώ το Z2 τις χαμηλότερες. Τα στραγγιστά γιαούρτια Δ2 και Z2 χαρακτηρίζονται από υψηλότερη περιεκτικότητα σε ακετοΐνη από ότι τα ΚΚ2 και Ο2, που χαρακτηρίζονται από παραπλήσια συγκέντρωση. Το Z2 υπερτερεί ως προς τη περιεκτικότητά του σε οξικό αιθυλεστέρα, 2,3-πεντανοδιόνη, βουτανοϊκό, εξανοϊκό και οκτανοϊκό οξύ, έναντι των άλλων 3 στραγγιστών γιαουρτιών. Ωστόσο, το οξικό οξύ, κατά την 20η ημέρα, προσδιορίζεται μόνο στα Z2 και ΚΚ2, υπερτερώντας αισθητά στο πρώτο. Επίσης, σημαντικό είναι να αναφερθεί ότι η ένωση εξανάλη ανιχνεύεται μόνο στο στραγγιστό γιαούρτι Δ2, ενώ η ένωση εννεανάλη στο Ο2. Και οι δύο είναι ενώσεις που ανιχνεύονται και στο γάλα παραγωγής του στραγγιστού γιαουρτιού.

Επίσης, και στα 4 στραγγιστά γιαούρτια προσδιορίζονται οι τερπενικές ενώσεις, α-πινένιο, μυρκενίο και γ-τερπινένιο, που σχετίζονται κυρίως με τη τροφή του ζώου. Το α-πινένιο ανιχνεύεται σε παρόμοιες συγκεντρώσεις σε όλα τα δείγματα, ωστόσο το Z2 φαίνεται να παρουσιάζει αρκετά υψηλότερες συγκεντρώσεις μυρκενίου και γ-τερπινενίου. Το λιμονένιο ανιχνεύεται στα στραγγιστά γιαούρτια Z2, ΚΚ2 και Ο2, με υψηλότερη συγκέντρωση στο Ο2.

3.2.3. Χαρακτηριστικά ποιότητας αγελαδινών στραγγιστών γιαουρτιών, με 5 - 6% λιπαρά και διαφορετικής γεωγραφικής προέλευσης

Κατά τη συγκεκριμένη μελέτη χρησιμοποιήθηκαν δύο αγελαδινά στραγγιστά γιαούρτια με παραπλήσια περιεκτικότητα λιπαρών. Η περιεκτικότητα σε λιπαρά του ενός ήταν 6 % (Δ6) και του άλλου 5 % (Ο5). Τα στραγγιστά γιαούρτια αναλύθηκαν κατά την 20η ημέρα, μετά την παραγωγή τους.

3.2.3.1. pH και ογκομετρούμενη οξύτητα

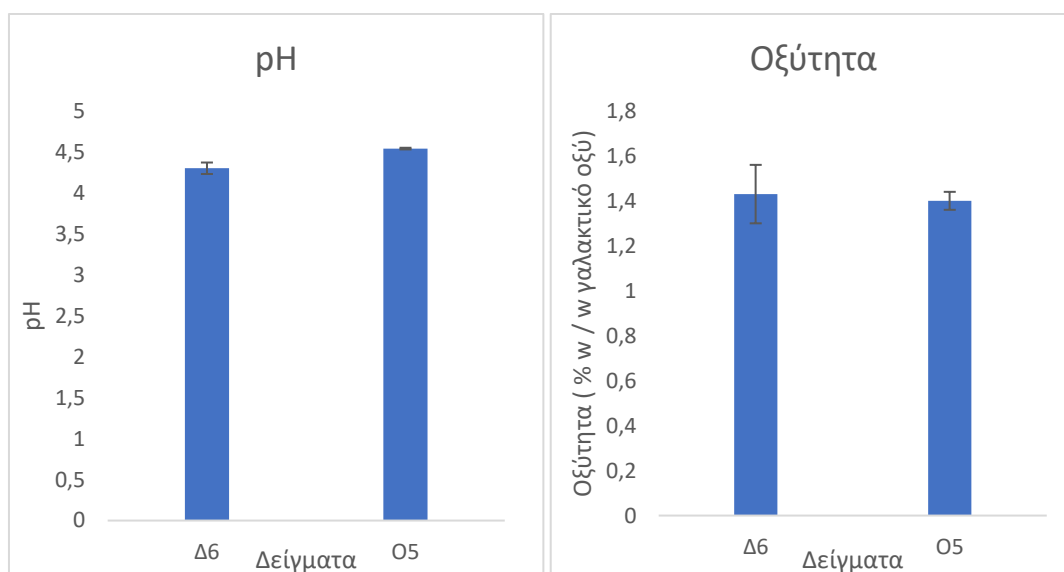
Στον παρακάτω πίνακα αναγράφονται τα αποτελέσματα που προέκυψαν κατά την ανάλυση των στραγγιστών γιαουρτιών Δ6 και Ο5, την 20η ημέρα.

Πίνακας 23. Το pH και η ογκομετρούμενη οξύτητα (% w / w γαλακτικού οξέος) των στραγγιστών γιαουρτιών Δ6 και Ο5, κατά την 20η ημέρα.

	pH	Ογκομετρούμενη οξύτητα (% w / w γαλακτικού οξέος)
Δ6	4,30 ^a ± 0,07	1,43 ^a ± 0,13
Ο5	4,54 ^b ± 0,01	1,40 ^a ± 0,04

Κάθετη σύγκριση στραγγιστών γιαουρτιών. Τα αποτελέσματα εκφράζονται ως Μέσος Όρος ± Τυπική Απόκλιση, από 3 στραγγιστά γιαούρτια, διαφορετικών ημερομηνιών παραγωγής. Οι μέσοι όροι με διαφορετικούς εκθέτες (a, b) στην ίδια στήλη δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p < 0,05$). Δ6 = στραγγιστό γιαούρτι ΔΩΔΩΝΗ με 6 % λιπαρά, Ο5 = στραγγιστό γιαούρτι ΟΛΥΜΠΟΣ με 5 % λιπαρά.

Τα στραγγιστά γιαούρτια Δ6 και Ο5 παρουσιάζουν παρόμοια οξύτητα. Ωστόσο, το Δ6 χαρακτηρίζεται από χαμηλότερη τιμή pH από το Ο5.



Σχήμα 26 & 27. Το pH και η ογκομετρούμενη οξύτητα των στραγγιστών γιαουρτιών Δ6 και Ο5, κατά την 20η ημέρα. Δ6 = στραγγιστό γιαούρτι ΔΩΔΩΝΗ με 6 % λιπαρά, Ο5 = στραγγιστό γιαούρτι ΟΛΥΜΠΟΣ με 5 % λιπαρά.

3.2.3.2. Συναίρεση

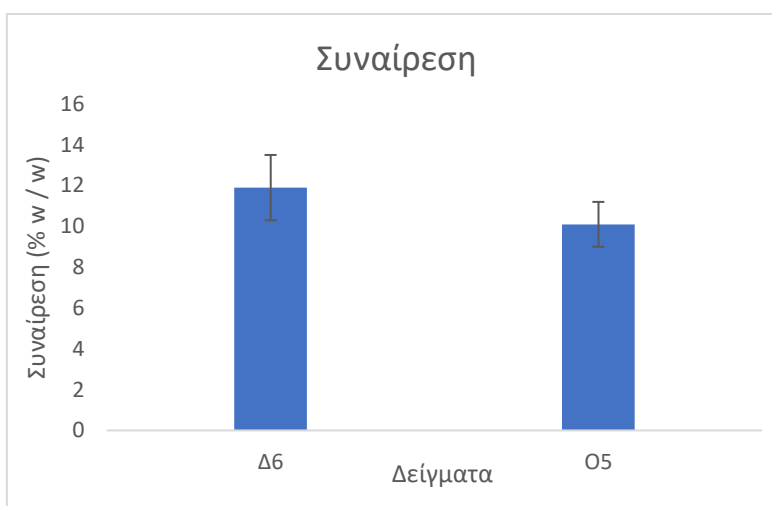
Στον παρακάτω πίνακα αναγράφονται τα αποτελέσματα που προέκυψαν κατά την ανάλυση των στραγγιστών γιαουρτιών Δ6 και Ο5.

Πίνακας 24. Η συναίρεση (% w / w) των στραγγιστών γιαουρτιών Δ6 και Ο5, κατά την 20η ημέρα.

	Συναίρεση % w / w
Δ6	11,9 ^a ± 1,6
Ο5	10,1 ^a ± 1,1

Κάθετη σύγκριση στραγγιστών γιαουρτιών. Τα αποτελέσματα εκφράζονται ως Μέσος Όρος ± Τυπική Απόκλιση, από 3 στραγγιστά γιαούρτια, διαφορετικών ημερομηνιών παραγωγής. Οι μέσοι όροι με διαφορετικούς εκθέτες (a, b) στην ίδια στήλη δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p < 0,05$). Δ6 = στραγγιστό γιαούρτι ΔΩΔΩΝΗ με 6 % λιπαρά, Ο5 = στραγγιστό γιαούρτι ΟΛΥΜΠΟΣ με 5 % λιπαρά.

Τα στραγγιστά γιαούρτια Δ6 και Ο παρουσιάζουν κοντινές τιμές συναίρεσης.



Σχήμα 28. Η συναίρεση (% w / w) των στραγγιστών γιαουρτιών Δ6 και Ο5, κατά την 20η ημέρα. Δ6 = στραγγιστό γιαούρτι ΔΩΔΩΝΗ με 6 % λιπαρά, Ο5 = στραγγιστό γιαούρτι ΟΛΥΜΠΟΣ με 5 % λιπαρά.

3.2.3.3. Αναλύσεις υδατικού και μεθανολικού εκχυλίσματος

3.2.3.3.1. Πεπτίδια και αμινοξέα υδατικού εκχυλίσματος

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται η συγκέντρωση των πεπτιδίων και αμινοξέων των στραγγιστών γιαουρτιών, όπως προέκυψε με την εφαρμογή των μεθόδων Lowry και Bradford, σε υδατικό εκχύλισμά τους.

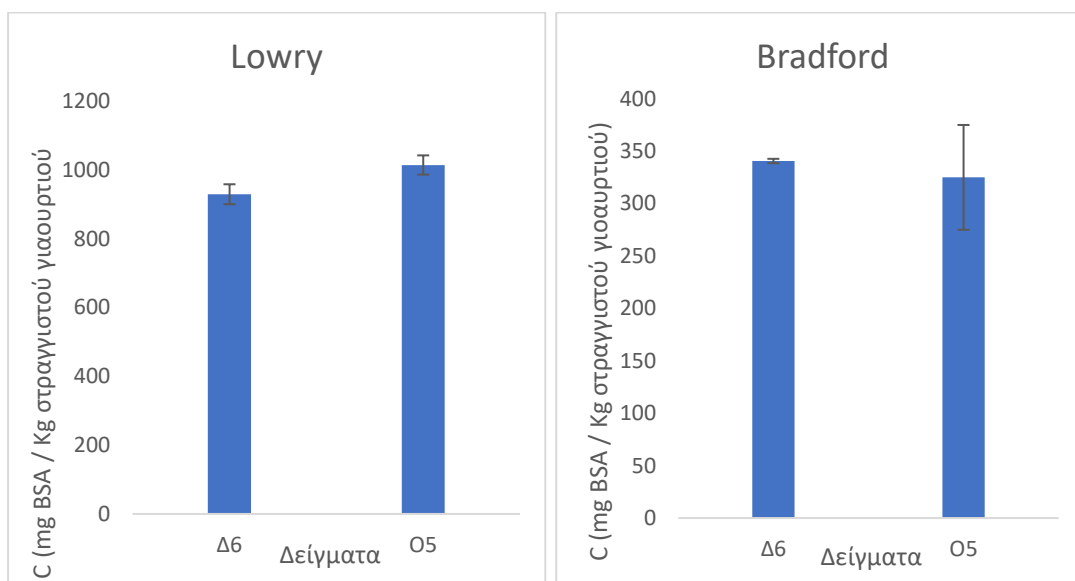
Πίνακας 25. Η συγκέντρωση των πεπτιδίων και αμινοξέων (mg BSA / Kg στραγγιστού γιαουρτιού) των στραγγιστών γιαουρτιών Δ6 και Ο5, κατά την 20η ημέρα, όπως

προέκυψε με την εφαρμογή των μεθόδων Lowry και Bradford, σε υδατικό εκχύλισμά τους.

	Lowry (mg BSA / Kg στραγγιστού γιαουρτιού)	Bradford (mg BSA / Kg στραγγιστού γιαουρτιού)
Δ6	929 ^a ± 29	340,6 ^a ± 2,1
O5	1014 ^b ± 28	325 ^a ± 50

Κάθετη σύγκριση στραγγιστών γιαουρτιών. Τα αποτελέσματα εκφράζονται ως Μέσος Όρος ± Τυπική Απόκλιση, από 3 προϊόντα στραγγιστού γιαουρτιού, διαφορετικών ημερομηνιών παραγωγής. Οι μέσοι όροι με διαφορετικούς εκθέτες (a, b) στην ίδια στήλη δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p < 0,05$). Δ6 = στραγγιστό γιαούρτι ΔΩΔΩΝΗ με 6 % λιπαρά, O5 = στραγγιστό γιαούρτι ΟΛΥΜΠΟΣ με 5 % λιπαρά.

Σύμφωνα με τη μέθοδο Lowry, το στραγγιστό γιαούρτι O5 διαθέτει υψηλότερη συγκέντρωση πεπτιδίων και αμινοξέων από το Δ6. Αντιθέτως, με τη μέθοδο Bradford, προκύπτει ότι η συγκέντρωσή τους είναι παρόμοια.



Σχήμα 29 & 30. Η συγκέντρωση των πεπτιδίων και αμινοξέων (mg BSA / Kg στραγγιστού γιαουρτιού) των στραγγιστών γιαουρτιών Δ6 και O5, κατά την 20η ημέρα, όπως προέκυψε με την εφαρμογή των μεθόδων Lowry και Bradford, σε υδατικό εκχύλισμά τους. Δ6 = στραγγιστό γιαούρτι ΔΩΔΩΝΗ με 6 % λιπαρά, O5 = στραγγιστό γιαούρτι ΟΛΥΜΠΟΣ με 5 % λιπαρά.

3.2.3.3.2. Αντιοξειδωτική δράση υδατικού εκχυλίσματος

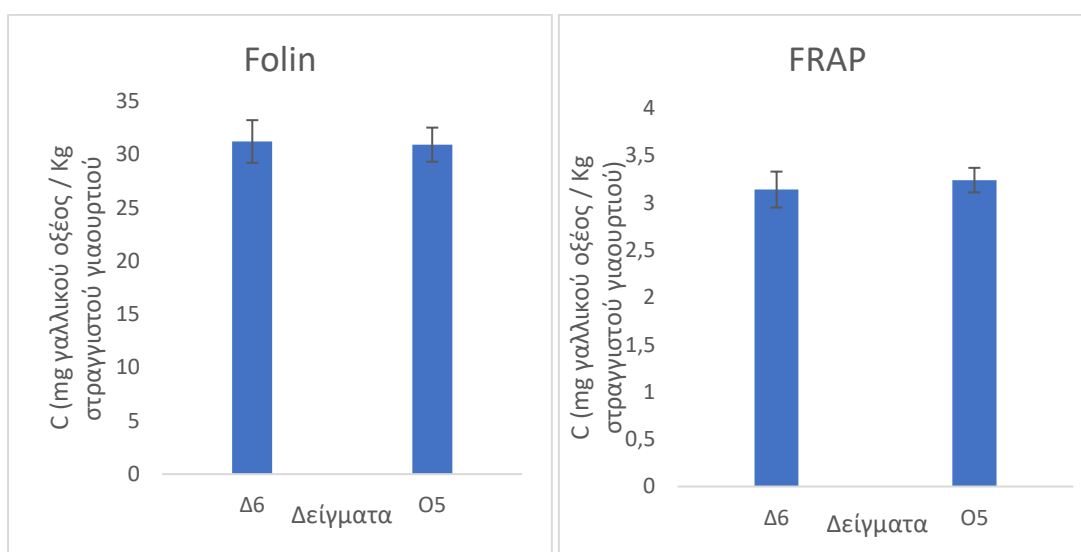
Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται η αντιοξειδωτική δράση των στραγγιστών γιαουρτιών, όπως προέκυψε με εφαρμογή των μεθόδων Folin και FRAP, σε υδατικό εκχύλισμα.

Πίνακας 26. Η αντιοξειδωτική δράση (mg γαλλικού οξέος / Kg στραγγιστού γιαουρτιού) των στραγγιστών γιαουρτιών Δ6 και Ο5, κατά την 20η ημέρα, όπως προέκυψε με εφαρμογή των μεθόδων Folin και FRAP, σε υδατικό εκχύλισμά τους.

	Folin (mg γαλλικού οξέος / Kg στραγγιστού γιαουρτιού)	FRAP (mg γαλλικού οξέος / Kg στραγγιστού γιαουρτιού)
Δ6	31,2 ^a ± 2,0	3,14 ^a ± 0,19
Ο5	30,9 ^a ± 1,6	3,24 ^a ± 0,13

Κάθετη σύγκριση στραγγιστών γιαουρτιών. Τα αποτελέσματα εκφράζονται ως Μέσος Όρος ± Τυπική Απόκλιση, από 3 στραγγιστά γιαούρτια, διαφορετικών ημερομηνιών παραγωγής. Οι μέσοι όροι με διαφορετικούς εκθέτες (a, b) στην ίδια στήλη δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p < 0,05$). Δ6 = στραγγιστό γιαούρτι ΔΩΔΩΝΗ με 6 % λιπαρά, Ο5 = στραγγιστό γιαούρτι ΟΛΥΜΠΟΣ με 5 % λιπαρά.

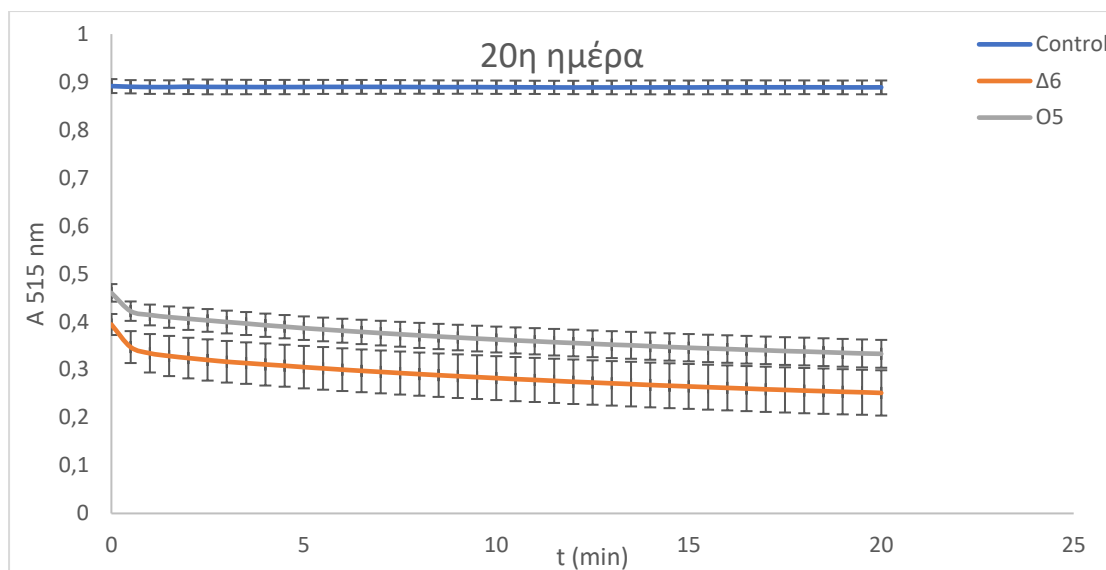
Τα στραγγιστά γιαούρτια Δ6 και Ο5, παρουσιάζουν παρόμοια αντιοξειδωτική δράση. Αυτό επιβεβαιώνεται και από τις δύο μεθόδους αποτίμησης της αντιοξειδωτικής δράσης (μέθοδος Folin και FRAP).



Σχήμα 31 & 32. Η αντιοξειδωτική δράση (mg γαλλικού οξέος / Kg στραγγιστού γιαουρτιού) των στραγγιστών γιαουρτιών Δ6 και Ο5, κατά την 20η ημέρα διατήρησης, όπως προέκυψε με εφαρμογή των μεθόδων Folin και FRAP, σε υδατικό εκχύλισμά τους. Δ6 = στραγγιστό γιαούρτι ΔΩΔΩΝΗ με 6 % λιπαρά, Ο5 = στραγγιστό γιαούρτι ΟΛΥΜΠΟΣ με 5 % λιπαρά.

3.2.3.3.3. Αντιοξειδωτική δράση μεθανολικού εκχυλίσματος

Παρακάτω απεικονίζεται η μείωση της απορρόφησης της ρίζας DPPH, κατά τη δέσμευσής της από τα αντίστοιχα μεθανολικά εκχυλίσματα.



Σχήμα 33. Δέσμευση της ρίζας DPPH από μεθανολικό εκχύλισμα των στραγγιστών γιαουρτιών Δ6 και O5, κατά την 20η ημέρα. Δ6 = στραγγιστό γιαούρτι ΔΩΔΩΝΗ με 6 % λιπαρά, O5 = στραγγιστό γιαούρτι ΟΛΥΜΠΙΟΣ με 5 % λιπαρά.

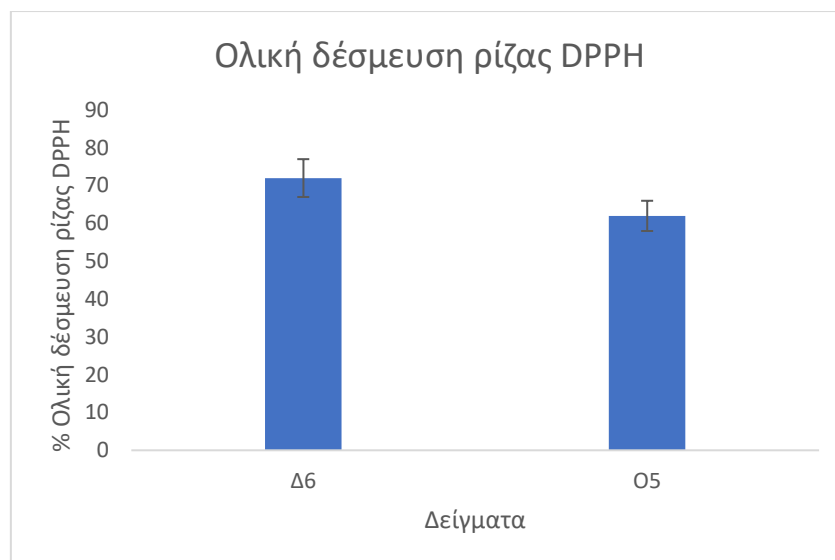
Στον Πίνακα 27 παρουσιάζεται η % ολική δέσμευση της ρίζας DPPH.

Πίνακας 27. % Ολική δέσμευση της ρίζας DPPH από μεθανολικό εκχύλισμα των στραγγιστών γιαουρτιών Δ6 και O5, κατά την 20η ημέρα.

	% Ολική δέσμευση ρίζας DPPH
Δ6	72 ^a ± 5
O5	62 ^a ± 4

Κάθετη σύγκριση δειγμάτων στραγγιστών γιαουρτιών. Τα αποτελέσματα εκφράζονται ως Μέσος Όρος ± Τυπική Απόκλιση, από 3 στραγγιστά γιαούρτια, διαφορετικών ημερομηνιών παραγωγής. Οι μέσοι όροι με διαφορετικούς εκθέτες (a, b) στην ίδια στήλη δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p < 0,05$). Δ6 = στραγγιστό γιαούρτι ΔΩΔΩΝΗ με 6 % λιπαρά, O5 = στραγγιστό γιαούρτι ΟΛΥΜΠΙΟΣ με 5 % λιπαρά.

Τα στραγγιστά γιαούρτια Δ6 και O5 παρουσιάζουν παρόμοια αντιοξειδωτική δράση.



Σχήμα 34. % Ολική δέσμευση της ρίζας DPPH από μεθανολικό εκχύλισμα των στραγγιστών γιαουρτιών Δ6 και Ο5, κατά την 20η ημέρα. Δ6 = στραγγιστό γιαούρτι ΔΩΔΩΝΗ με 6 % λιπαρά, Ο5 = στραγγιστό γιαούρτι ΟΛΥΜΠΙΟΣ με 5 % λιπαρά.

3.2.3.4. Πτητικές ενώσεις

Τα αποτελέσματα της μελέτης αναγράφονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 28. Οι πτητικές ενώσεις των στραγγιστών γιαουρτιών Δ6 και Ο5, κατά την 20η ημέρα.

Κατηγορίες ενώσεων	Ενώσεις	Δ6 (mg / Kg στραγγιστού γιαουρτιού)	Ο5 (mg / Kg στραγγιστού γιαουρτιού)
Αλδεϋδες και κετόνες	Ακεταλδεϋδη	0,0088 ^a ± 0,0016	0,025 ^a ± 0,022
	Ακετόνη	0,019 ^a ± 0,015	0,0099 ^a ± 0,0026
	Διακετύλιο	0,19 ^a ± 0,08	0,0173 ^b ± 0,0027
	2,3-Πεντανεδιόνη	0,0061 ^a ± 0,0004	0,0026 ^b ± 0,0023
	Ακετοΐνη	0,07 ^a ± 0,06	0,062 ^a ± 0,013
	Εξανάλη	0,011 ^a ± 0,008	0 ^a ± 0
	Εννεανάλη	0,0035 ^a ± 0,0020	0,0030 ^a ± 0,0026
Αλκοόλες	Αιθανόλη	0,03 ^a ± 0,05	0,05 ^a ± 0,03
Οξέα	Οξικό οξύ	0,0074 ^a ± 0,0015	0 ^b ± 0
	Βουτανοϊκό οξύ	0,046 ^a ± 0,026	0,0195 ^a ± 0,0065
	Εξανοϊκό οξύ	0,172 ^a ± 0,026	0,036 ^b ± 0,006
	Οκτανοϊκό οξύ	0,051 ^a ± 0,019	0,024 ^a ± 0,021
	Δεκανοϊκό οξύ	0,012 ^a ± 0,006	0 ^b ± 0
Εστέρες	Οξικός αιθυλεστέρας	0,03 ^a ± 0,05	0,023 ^a ± 0,022
Τερπένια	α-Πινένιο	0,033 ^a ± 0,025	0,037 ^a ± 0,010
	Μυρκενίο	0,004 ^a ± 0,003	0,0061 ^a ± 0,0023
	γ-Τερπινένιο	0,0053 ^a ± 0,0026	0,0101 ^a ± 0,0028

Οριζόντια σύγκριση στραγγιστών γιαουρτιών. Τα αποτελέσματα εκφράζονται ως Μέσος Όρος $\pm$ Τυπική Απόκλιση, από 3 στραγγιστά γιαούρτια, διαφορετικών ημερομηνιών παραγωγής. Οι μέσοι όροι με διαφορετικούς εκθέτες (a, b) στην ίδια γραμμή δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p < 0,05$). Δ6 = στραγγιστό γιαούρτι ΔΩΔΩΝΗ με 6 % λιπαρά, Ο5 = στραγγιστό γιαούρτι ΟΛΥΜΠΟΣ με 5 % λιπαρά.

Στα στραγγιστά γιαούρτια Δ2 και Ο5 καταγράφονται χαρακτηριστικές ενώσεις του γιαουρτιού, όπως η ακεταλδεΐδη, η αιθανόλη, η ακετόνη, το διακετύλιο, η ακετοΐνη, ο οξικός αιθυλεστέρας, καθώς και τα οξέα, βουτανοϊκό, εξανοϊκό και οκτανοϊκό. Το στραγγιστό γιαούρτι Δ6 περιέχει υψηλότερη συγκέντρωση διακετυλίου, 2,3-πεντανεδιόνης και εξανοϊκού οξέος. Επίσης, το οξικό οξύ και το δεκανοϊκό ανιχνεύονται μόνο στο Δ6. Τα δύο αυτά στραγγιστά γιαούρτια παρουσιάζουν παρόμοια συγκέντρωση εννεανάλης, μία ένωση που ανιχνεύεται και στο γάλα, ενώ η εξανάλη εντοπίζεται μόνο στο Δ6. Παράλληλα, και στα δύο, προσδιορίζονται οι φυτικής προέλευσης τερπενικές ενώσεις, α -πινένιο, μυρκενίο και γ -τερπινένιο, χωρίς να παρουσιάζουν σημαντικές διαφοροποιήσεις ως προς τη συγκέντρωσή τους.

3.2.4. Χαρακτηριστικά ποιότητας αγελαδινών στραγγιστών γιαουρτιών, με 8% λιπαρά και διαφορετικής γεωγραφικής προέλευσης

Για τη συγκεκριμένη μελέτη χρησιμοποιήθηκαν δύο στραγγιστά γιαούρτια με λιποπεριεκτικότητα 8% (Ζ8 και ΚΚ8). Τα προϊόντα αναλύθηκαν 20 ημέρες μετά την παραγωγή τους.

3.2.4.1. pH και ογκομετρούμενη οξύτητα

Στον παρακάτω πίνακα αναγράφονται τα αποτελέσματα που προέκυψαν κατά τη μελέτη των στραγγιστών γιαουρτιών ΚΚ8 και Ζ8, κατά την 20η ημέρα.

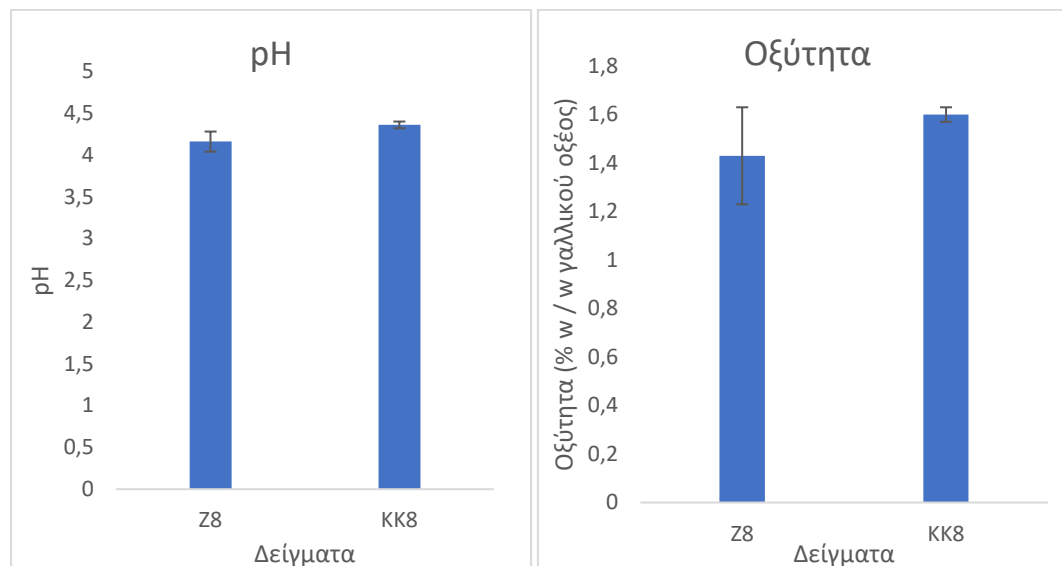
Πίνακας 29. Το pH και η οξύτητα (% w / w γαλακτικού οξέος) των στραγγιστών γιαουρτιών Ζ8 και ΚΚ8, κατά την 20η ημέρα.

	pH	Ογκομετρούμενη οξύτητα (% w / w γαλακτικού οξέος)
Z8	4,16 ^a $\pm$ 0,12	1,43 ^a $\pm$ 0,20
ΚΚ8	4,36 ^a $\pm$ 0,04	1,60 ^a $\pm$ 0,03

Κάθετη σύγκριση στραγγιστών γιαουρτιών. Τα αποτελέσματα εκφράζονται ως Μέσος Όρος $\pm$ Τυπική Απόκλιση, από 3 στραγγιστά γιαούρτια, διαφορετικών ημερομηνιών παραγωγής. Οι μέσοι όροι με διαφορετικούς εκθέτες (a, b) στην ίδια στήλη δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ

τους στατιστικά σημαντικά ($p < 0,05$). Z8 = στραγγιστό γιαούρτι ΖΑΓΟΡΙ με 8 % λιπαρά, KK8 = στραγγιστό γιαούρτι ΚΡΙ ΚΡΙ με 8 % λιπαρά.

Τα στραγγιστά γιαούρτια Z8 και KK8 παρουσιάζουν παρόμοιες τιμές pH και οξύτητας.



Σχήμα 35 & 36. Το pH και η οξύτητα (% w / w γαλακτικού οξέος) των στραγγιστών γιαουρτιών Z8 και KK8, κατά την 20η ημέρα διατήρησής τους. Z8 = στραγγιστό γιαούρτι ΖΑΓΟΡΙ με 8 % λιπαρά, KK8 = στραγγιστό γιαούρτι ΚΡΙ ΚΡΙ με 8 % λιπαρά.

3.2.4.2. Συναίρεση

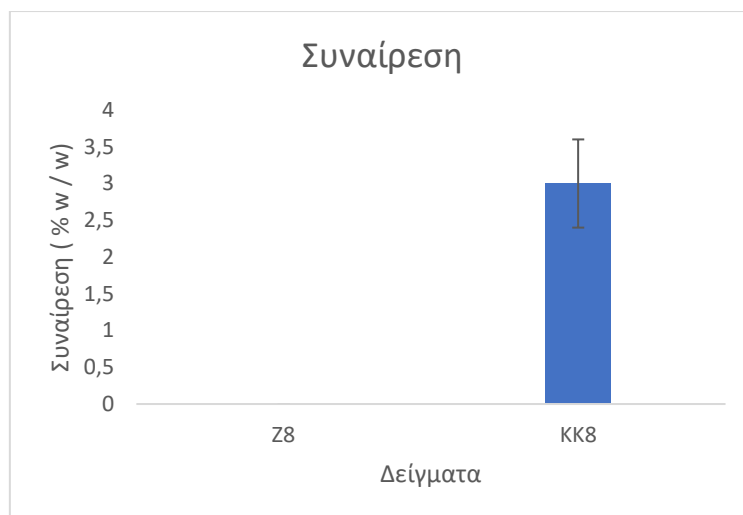
Στον παρακάτω πίνακα αναγράφονται τα αποτελέσματα που προέκυψαν κατά τη μελέτη των στραγγιστών γιαουρτιών KK8 και Z8, κατά την 20η ημέρα.

Πίνακας 30. Η συναίρεση (% w / w) των στραγγιστών γιαουρτιών Z8 και KK8, κατά την 20η ημέρα.

	Συναίρεση % w / w
Z8	0 ± 0^a
KK8	$3,0^b \pm 0,6$

Κάθετη σύγκριση στραγγιστών γιαουρτιών. Τα αποτελέσματα εκφράζονται ως Μέσος Όρος $\pm$ Τυπική Απόκλιση, από 3 στραγγιστά γιαούρτια, διαφορετικών ημερομηνιών παραγωγής. Οι μέσοι όροι με διαφορετικούς εκθέτες (a, b) στην ίδια στήλη δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p < 0,05$). Z8 = στραγγιστό γιαούρτι ΖΑΓΟΡΙ με 8 % λιπαρά, KK8 = στραγγιστό γιαούρτι ΚΡΙ ΚΡΙ με 8 % λιπαρά.

Το στραγγιστό γιαούρτι KK8 χαρακτηρίζεται από υψηλότερη συναίρεση από το Z8. Με τη μέθοδο που εφαρμόστηκε, η τιμή της συναίρεσης για το Z8 προέκυψε μηδενική.



Σχήμα 37. Η συναίρεση % w / w των στραγγιστών γιαουρτιών Z8 και KK8, κατά την 20η ημέρα. Z8 = στραγγιστό γιαούρτι ΖΑΓΟΡΙ με 8 % λιπαρά, KK8 = στραγγιστό γιαούρτι ΚΡΙ ΚΡΙ με 8 % λιπαρά.

3.2.4.3. Αναλύσεις υδατικού και μεθανολικού εκχυλίσματος

3.2.4.3.1. Πεπτίδια και αμινοξέα υδατικού εκχυλίσματος

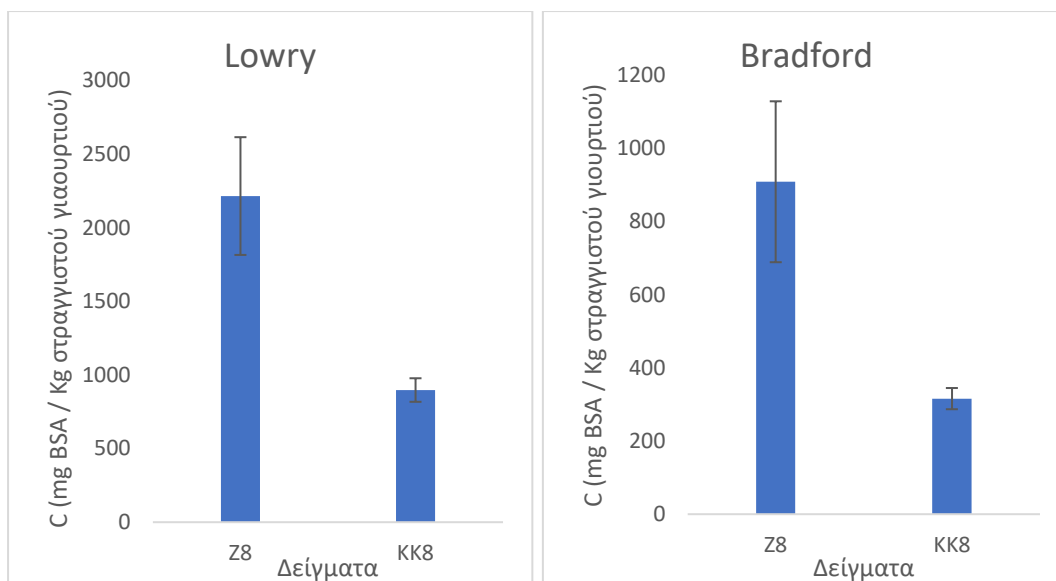
Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται η συγκέντρωση των πεπτιδίων και αμινοξέων των στραγγιστών γιαουρτιών, όπως προέκυψε με την εφαρμογή των μεθόδων Lowry και Bradford, σε υδατικό εκχύλισμά τους.

Πίνακας 31. Η συγκέντρωση των πεπτιδίων και αμινοξέων (mg BSA / Kg στραγγιστού γιαουρτιού) των στραγγιστών γιαουρτιών Z8 και KK8, κατά την 20η ημέρα, όπως προέκυψε με την εφαρμογή των μεθόδων Lowry και Bradford, σε υδατικό εκχύλισμά τους.

	Lowry (mg BSA / Kg στραγγιστού γιαουρτιού)	Bradford (mg BSA / Kg στραγγιστού γιαουρτιού)
Z8	2216 ^a ± 400	909 ^a ± 220
KK8	898 ^b ± 80	316 ^b ± 29

Κάθετη σύγκριση στραγγιστών γιαουρτιών. Τα αποτελέσματα εκφράζονται ως Μέσος Όρος ± Τυπική Απόκλιση, από 3 στραγγιστά γιαούρτια, διαφορετικών ημερομηνιών παραγωγής. Οι μέσοι όροι με διαφορετικούς εκθέτες (a, b) στην ίδια στήλη δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p < 0,05$). Z8 = στραγγιστό γιαούρτι ΖΑΓΟΡΙ με 8 % λιπαρά, KK8 = στραγγιστό γιαούρτι ΚΡΙ ΚΡΙ με 8 % λιπαρά.

Με τις δύο μεθόδους να συμφωνούν, προκύπτει ότι το στραγγιστό γιαούρτι Z8 παρουσιάζει υψηλότερη συγκέντρωση πεπτιδίων και αμινοξέων από το δείγμα KK8.



Σχήμα 38 & 39. Η συγκέντρωση των πεπτιδίων και αμινοξέων (mg BSA / Kg στραγγιστού γιαουρτιού) των στραγγιστών γιαουρτιών Z8 και KK8, κατά την 20η ημέρα διατήρησης, όπως προέκυψε με την εφαρμογή των μεθόδων Lowry και Bradford, σε υδατικό εκχύλισμά τους. Z8 = στραγγιστό γιαούρτι ΖΑΓΟΠΙ με 8 % λιπαρά, KK8 = στραγγιστό γιαούρτι ΚΡΙ ΚΡΙ με 8 % λιπαρά.

3.2.4.3.2. Αντιοξειδωτική δράση υδατικού εκχυλίσματος

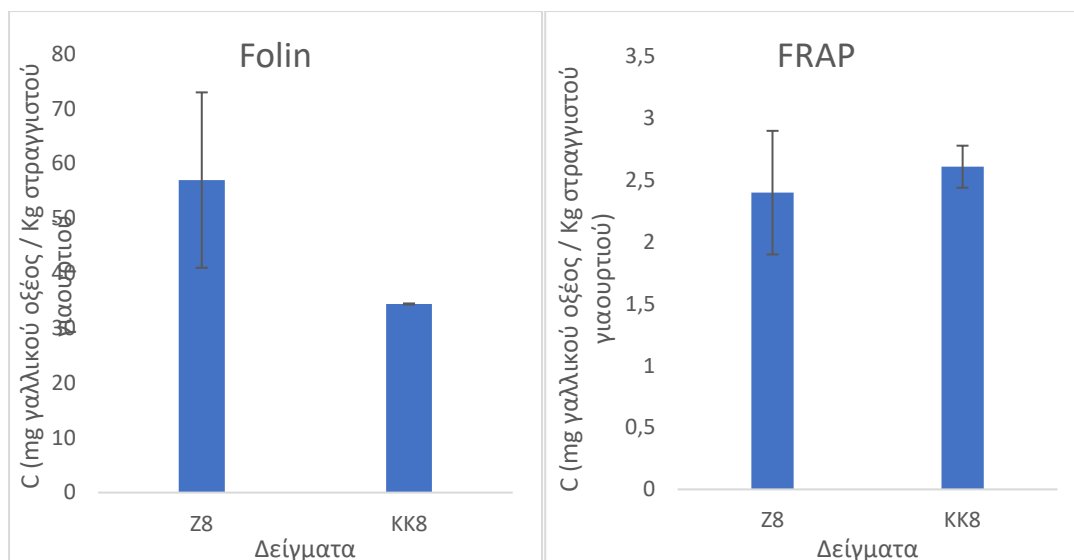
Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται η αντιοξειδωτική δράση των στραγγιστών γιαουρτιών, όπως προέκυψε με εφαρμογή των μεθόδων Folin και FRAP, σε υδατικό εκχύλισμα.

Πίνακας 32. Η αντιοξειδωτική δράση (mg γαλλικού οξέος / Kg στραγγιστού γιαουρτιού) των στραγγιστών γιαουρτιών Z8 και KK8, κατά την 20η ημέρα, όπως προέκυψε με την εφαρμογή των μεθόδων Folin και FRAP, σε υδατικό εκχύλισμά τους.

	Folin (mg γαλλικού οξέος / Kg στραγγιστού γιαουρτιού)	FRAP (mg γαλλικού οξέος / Kg στραγγιστού γιαουρτιού)
Z8	57 ^a ± 16	2,4 ^a ± 0,5
KK8	34,4 ^a ± 0,1	2,61 ^a ± 0,17

Κάθετη σύγκριση στραγγιστών γιαουρτιών. Τα αποτελέσματα εκφράζονται ως Μέσος Όρος ± Τυπική Απόκλιση, από 3 στραγγιστά γιαούρτια, διαφορετικών ημερομηνιών παραγωγής. Οι μέσοι όροι με διαφορετικούς εκθέτες (a, b) στην ίδια στήλη δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p < 0,05$). Z8 = στραγγιστό γιαούρτι ΖΑΓΟΠΙ με 8 % λιπαρά, KK8 = στραγγιστό γιαούρτι ΚΡΙ ΚΡΙ με 8 % λιπαρά.

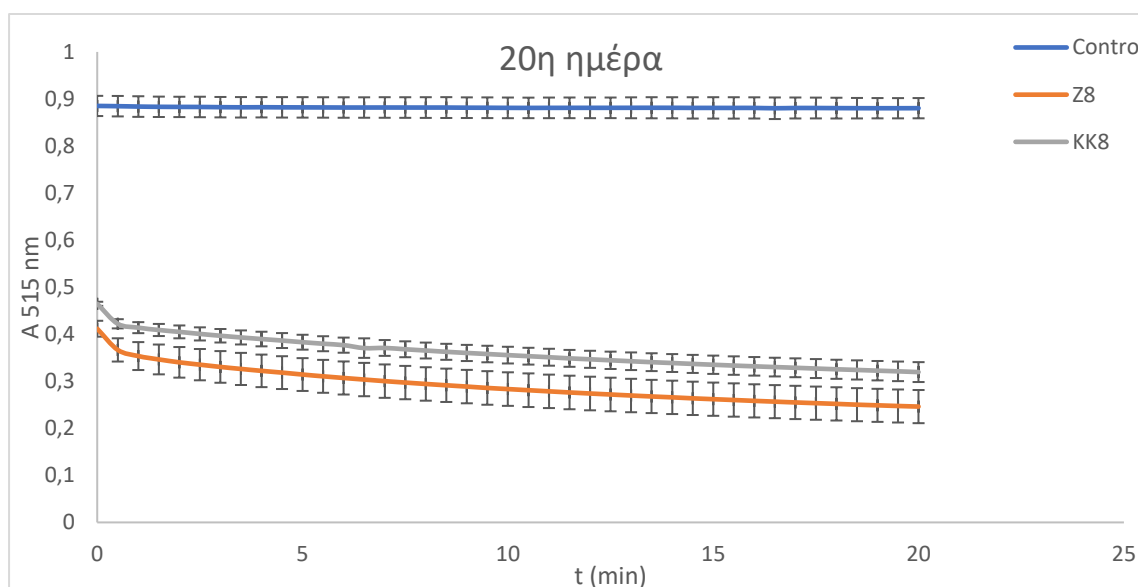
Και με τις δύο μεθόδους, προκύπτει ότι τα στραγγιστά γιαούρτια Z8 και KK8 παρουσιάζουν παρόμοια αντιοξειδωτική δράση.



Σχήμα 40 & 41. Η αντιοξειδωτική δράση (mg γαλλικού οξέος / Kg στραγγιστού γιαουρτιού) των στραγγιστών γιαουρτιών Z8 και KK8, κατά την 20η ημέρα, όπως προέκυψε με την εφαρμογή των μεθόδων Folin και FRAP, σε υδατικό εκχύλισμά τους. Z8 = στραγγιστό γιαούρτι ΖΑΓΟΡΙ με 8 % λιπαρά, KK8 = στραγγιστό γιαούρτι ΚΡΙ ΚΡΙ με 8 % λιπαρά.

3.2.4.3.3. Αντιοξειδωτική δράση μεθανολικού εκχυλίσματος

Παρακάτω απεικονίζεται η μείωση της απορρόφησης της ρίζας DPPH, κατά τη δέσμευσής της από μεθανολικό εκχύλισμα τους.



Σχήμα 42. Δέσμευση της ρίζας DPPH από το μεθανολικό εκχυλίσματα των στραγγιστών γιαουρτιών Z8 και KK8, κατά την 20η ημέρα. Z8 = στραγγιστό γιαούρτι ΖΑΓΟΡΙ με 8 % λιπαρά, KK8 = στραγγιστό γιαούρτι ΚΡΙ ΚΡΙ με 8 % λιπαρά.

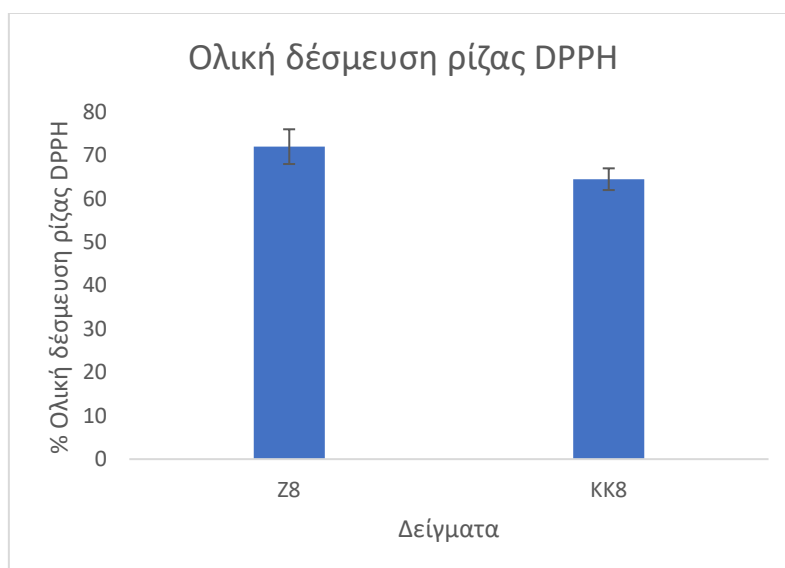
Στον Πίνακα 33 παρουσιάζεται η % ολική δέσμευση της ρίζας DPPH.

Πίνακας 33. % Ολική δέσμευση της ρίζας DPPH από μεθανολικό εκχύλισμα των στραγγιστών γιαουρτιών Z8 και KK8, κατά την 20η ημέρα.

	% Ολική δέσμευση ρίζας DPPH
Z8	72 ^a ± 4
KK8	64,5 ^a ± 2,5

Κάθετη σύγκριση στραγγιστών γιαουρτιών. Τα αποτελέσματα εκφράζονται ως Μέσος Όρος ± Τυπική Απόκλιση, από 3 στραγγιστά γιαούρτια, διαφορετικών ημερομηνιών παραγωγής. Οι μέσοι όροι με διαφορετικούς εκθέτες (a, b) στην ίδια στήλη δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p < 0,05$). Z8 = στραγγιστό γιαούρτι ΖΑΓΟΡΙ με 8 % λιπαρά, KK8 = στραγγιστό γιαούρτι ΚΡΙ ΚΡΙ με 8 % λιπαρά.

Τα στραγγιστά γιαούρτια Z8 και KK8 παρουσιάζουν παρόμοια ικανότητα δέσμευσης της ρίζας και επομένως, αντιοξειδωτική δράση.



Σχήμα 43. % Ολική δέσμευση της ρίζας DPPH από μεθανολικό εκχύλισμα των στραγγιστών γιαουρτιών Z8 και KK8, κατά την 20η ημέρα. Z8 = στραγγιστό γιαούρτι ΖΑΓΟΡΙ με 8 % λιπαρά, KK8 = στραγγιστό γιαούρτι ΚΡΙ ΚΡΙ με 8 % λιπαρά.

3.2.4.4. Πτητικές ενώσεις

Στο Πίνακα 34 παρουσιάζονται οι πτητικές ενώσεις που προσδιορίστηκαν στα στραγγιστά γιαούρτια Z8 και KK8.

Πίνακας 34. Οι πτητικές ενώσεις των στραγγιστών γιαουρτιών Z8 και KK8, κατά την 20η ημέρα.

Κατηγορίες ενώσεων	Ενώσεις	Z8 (mg / Kg στραγγιστού γιαουρτιού)	KK8 (mg / Kg στραγγιστού γιαουρτιού)
--------------------	---------	-------------------------------------	--------------------------------------

Αλδεϋδες και κετόνες	Ακεταλδεϋδη	0,03 ^a ± 0,03	0,023 ^a ± 0,015
	Ακετόνη	0,007 ^a ± 0,003	0,016 ^a ± 0,006
	Διακετύλιο	0,018 ^a ± 0,018	0,038 ^a ± 0,010
	2,3-Πεντανεδιόνη	0 ^a ± 0	0,0064 ^b ± 0,0009
	Ακετοΐνη	0,086 ^a ± 0,008	0,132 ^b ± 0,013
Αλκοόλες	Αιθανόλη	0,030 ^a ± 0,013	0,015 ^a ± 0,004
Οξέα	Οξικό οξύ	0,0483 ^a ± 0,0028	0,026 ^b ± 0,025
	Βουτανοϊκό οξύ	0,21 ^a ± 0,10	0,0488 ^b ± 0,0016
	Εξανοϊκό οξύ	0,4 ^a ± 0,08	0,087 ^b ± 0,015
	Οκτανοϊκό οξύ	0,42 ^a ± 0,12	0,057 ^b ± 0,005
	Δεκανοϊκό οξύ	0,06 ^a ± 0,03	0,0063 ^a ± 0,0005
Εστέρες	Οξικός αιθυλεστέρας	0,010 ^a ± 0,013	0,0034 ^a ± 0,0008
Τερπένια	α-Πινένιο	0,023 ^a ± 0,004	0,068 ^b ± 0,019
	Μυρκένιο	0,004 ^a ± 0,003	0,0080 ^a ± 0,0024
	Λιμονένιο	0 ^a ± 0	0,0035 ^b ± 0,0014
	γ-Τερπινένιο	0,0027 ^a ± 0,0023	0,013 ^a ± 0,004

Οριζόντια σύγκριση στραγγιστών γιαουρτιών. Τα αποτελέσματα εκφράζονται ως Μέσος Όρος ± Τυπική Απόκλιση, από 3 στραγγιστά γιαούρτια, διαφορετικών ημερομηνιών παραγωγής. Οι μέσοι όροι με διαφορετικούς εκθέτες (a, b) στην ίδια γραμμή δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p < 0,05$). Z8 = στραγγιστό γιαούρτι ΖΑΓΟΡΙ με 8 % λιπαρά, ΚΚ8 = στραγγιστό γιαούρτι ΚΡΙ ΚΡΙ με 8 % λιπαρά.

Στα στραγγιστά γιαούρτια Z8 και ΚΚ8 ανιχνεύονται αρκετές χαρακτηριστικές ενώσεις του στραγγιστού γιαουρτιού, όπως η ακεταλδεϋδη, η αιθανόλη, η ακετόνη, το διακετύλιο, η ακετοΐνη, ο οξικός αιθυλεστέρας, καθώς και τα οξέα, οξικό οξύ, βουτανοϊκό, εξανοϊκό, οκτανοϊκό και δεκανοϊκό. Τα στραγγιστά γιαούρτια, σχετικά με την πλειοψηφία των προαναφερόμενων ενώσεων, φαίνεται να μην παρουσιάζουν διαφοροποιήσεις ως προς τις συγκεντρώσεις τους. Εξαιρέσεις αποτελούν το οξικό οξύ, το βουτανοϊκό, το εξανοϊκό και το οκτανοϊκό οξύ που ανιχνεύονται σε υψηλότερες συγκεντρώσεις στο στραγγιστό γιαούρτι Z8, ενώ η ακετοΐνη υπερτερεί στο ΚΚ8. Επιπλέον, η 2,3-πεντανεδιόνη προσδιορίζεται μόνο στο ΚΚ8.

Παράλληλα, και στα δύο, ανιχνεύονται οι φυτικής προέλευσης τερπενικές ενώσεις, α-πινένιο, μυρκένιο και γ-τερπινένιο. Η συγκέντρωση του α-πινενίου είναι υψηλότερη στο στραγγιστό γιαούρτι ΚΚ8, ενώ το μυρκένιο και το γ-τερπινένιο ανιχνεύονται σε κοντινές συγκεντρώσεις. Το λιμονένιο καταγράφεται μόνο στο ΚΚ8.

3.3. Χαρακτηριστικά ποιότητας αγελαδινών στραγγιστών γιαουρτιών διαφορετικής περιεκτικότητας λιπαρών

Για τη συγκεκριμένη μελέτη χρησιμοποιήθηκαν τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την ανάλυση όλων των προαναφερόμενων στραγγιστών γιαουρτιών (Δ2, Δ6, Ζ2, Ζ8, ΚΚ, ΚΚ8, Ο2 και Ο5). Έγινε σύγκριση των προϊόντων κάθε βιομηχανίας ανά ζεύγος Δ2 - Δ6, Ζ2 - Ζ8, ΚΚ2 - ΚΚ8 και Ο2 - Ο5.

3.3.1. pH και ογκομετρούμενη οξύτητα

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τη μελέτη των στραγγιστών γιαουρτιών.

Πίνακας 35. Το pH των στραγγιστών γιαουρτιών διαφορετικής λιποπεριεκτικότητας (Δ2 - Δ6, Ζ2 - Ζ8, ΚΚ2 - ΚΚ8, Ο2 - Ο5), κατά την 20η ημέρα.

pH							
Δ2	4,30 ^a ± 0,04	Z2	4,27 ^a ± 0,11	ΚΚ2	4,19 ^a ± 0,04	Ο2	4,49 ^a ± 0,06
Δ6	4,30 ^a ± 0,07	Z8	4,16 ^a ± 0,12	ΚΚ8	4,36 ^b ± 0,04	Ο5	4,54 ^a ± 0,01

Κάθετη σύγκριση στραγγιστών γιαουρτιών διαφορετικής λιποπεριεκτικότητας. Τα αποτελέσματα εκφράζονται ως Μέσος Όρος ± Τυπική Απόκλιση, από 3 στραγγιστά γιαούρτια, διαφορετικών ημερομηνιών παραγωγής. Οι μέσοι όροι με διαφορετικούς εκθέτες (a, b) στην ίδια στήλη δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p < 0,05$). Δ2 = στραγγιστό γιαούρτι ΔΩΔΩΝΗ με 2 % λιπαρά, Δ6 = στραγγιστό γιαούρτι ΔΩΔΩΝΗ με 6 % λιπαρά, Ζ2 = στραγγιστό γιαούρτι ΖΑΓΟΡΙ με 2 % λιπαρά, Ζ8 = στραγγιστό γιαούρτι ΖΑΓΟΡΙ με 8 % λιπαρά, ΚΚ2 = στραγγιστό γιαούρτι ΚΡΙ ΚΡΙ με 2 % λιπαρά, ΚΚ8 = στραγγιστό γιαούρτι ΚΡΙ ΚΡΙ με 8 % λιπαρά, Ο2 = στραγγιστό γιαούρτι ΟΛΥΜΠΟΣ με 2 % λιπαρά, Ο5 = στραγγιστό γιαούρτι ΟΛΥΜΠΟΣ με 5 % λιπαρά.

Πίνακας 36. Η ογκομετρούμενη οξύτητα (% w / w γαλακτικού οξέος) των στραγγιστών γιαουρτιών διαφορετικής λιποπεριεκτικότητας (Δ2 - Δ6, Ζ2 - Ζ8, ΚΚ2 - ΚΚ8, Ο2 - Ο5), κατά την 20η ημέρα.

Ογκομετρούμενη οξύτητα (% w / w γαλακτικού οξέος)							
Δ2	1,54 ^a ± 0,06	Z2	1,67 ^a ± 0,06	ΚΚ2	1,69 ^a ± 0,05	Ο2	1,61 ^a ± 0,06
Δ6	1,43 ^a ± 0,13	Z8	1,43 ^a ± 0,20	ΚΚ8	1,60 ^a ± 0,03	Ο5	1,40 ^b ± 0,04

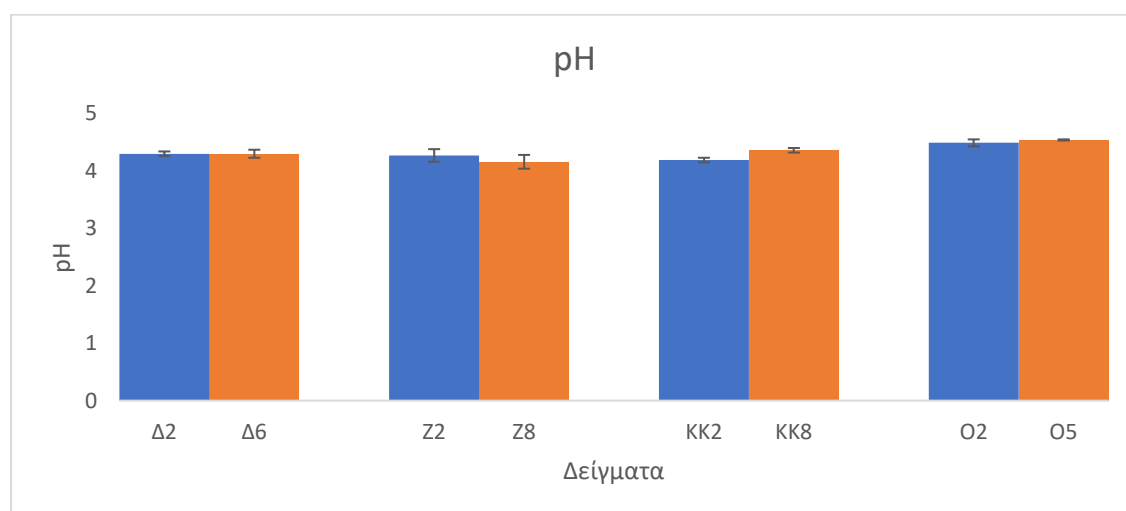
Κάθετη σύγκριση στραγγιστών γιαουρτιών διαφορετικής λιποπεριεκτικότητας. Τα αποτελέσματα εκφράζονται ως Μέσος Όρος ± Τυπική Απόκλιση, από 3 στραγγιστά γιαούρτια, διαφορετικών ημερομηνιών παραγωγής. Οι μέσοι όροι με διαφορετικούς εκθέτες (a, b) στην ίδια στήλη δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p < 0,05$). Δ2 = στραγγιστό γιαούρτι ΔΩΔΩΝΗ με 2 % λιπαρά, Δ6 = στραγγιστό γιαούρτι ΔΩΔΩΝΗ με 6 %

λιπαρά, Z2 = στραγγιστό γιαούρτι ΖΑΓΟΡΙ με 2 % λιπαρά, Z8 = στραγγιστό γιαούρτι ΖΑΓΟΡΙ με 8 % λιπαρά, ΚΚ2 = στραγγιστό γιαούρτι ΚΡΙ ΚΡΙ με 2 % λιπαρά, ΚΚ8 = στραγγιστό γιαούρτι ΚΡΙ ΚΡΙ με 8 % λιπαρά, Ο2 = στραγγιστό γιαούρτι ΟΛΥΜΠΟΣ με 2 % λιπαρά, Ο5 = στραγγιστό γιαούρτι ΟΛΥΜΠΟΣ με 5 % λιπαρά.

Τα στραγγιστά γιαούρτια Δ2 – Δ6 παρουσιάζουν παρόμοιο pH, όπως και τα Z2 – Z8 και Ο2 – Ο5. Ωστόσο, το στραγγιστό γιαούρτι ΚΚ2 χαρακτηρίζεται από χαμηλότερη τιμή pH από το ΚΚ8.

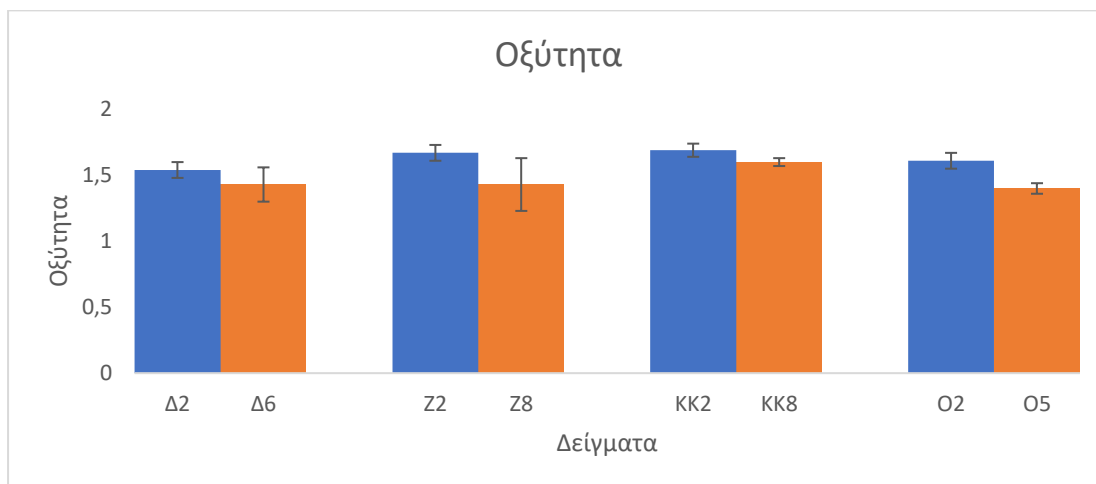
Στην πλειοψηφία τους τα ζεύγη στραγγιστών γιαουρτιών διαφορετικής λιποπεριεκτικότητας παρουσιάζουν παραπλήσια τιμή οξύτητας. Το στραγγιστό γιαούρτι Ο2, όμως, έχει υψηλότερη οξύτητα από το δείγμα Ο5.

Σύμφωνα με έρευνα που πραγματοποιήθηκε από τους Atamian et al., 2013 (107), παρατηρήθηκε ότι η διαφορετική λιποπεριεκτικότητα στραγγιστών γιαουρτιών επηρέαζε την οξύτητα τους, αλλά όχι το pH.



Σχήμα 44. Το pH των στραγγιστών γιαουρτιών διαφορετικής λιποπεριεκτικότητας (Δ2 - Δ6, Z2 – Z8, ΚΚ2 – ΚΚ8, Ο2 – Ο5), κατά την 20η ημέρα. Δ2 = στραγγιστό γιαούρτι ΔΩΔΩΝΗ με 2 % λιπαρά, Δ6 = στραγγιστό γιαούρτι ΔΩΔΩΝΗ με 6 % λιπαρά, Z2 = στραγγιστό γιαούρτι ΖΑΓΟΡΙ με 2 % λιπαρά, Z8 = στραγγιστό γιαούρτι ΖΑΓΟΡΙ με 8 % λιπαρά, ΚΚ2 = στραγγιστό γιαούρτι ΚΡΙ ΚΡΙ με 2 % λιπαρά, ΚΚ8 = στραγγιστό

γιαούρτι ΚΡΙ ΚΡΙ με 8 % λιπαρά, Ο2 = στραγγιστό γιαούρτι ΟΛΥΜΠΟΣ με 2 % λιπαρά, Ο5 = στραγγιστό γιαούρτι ΟΛΥΜΠΟΣ με 5 % λιπαρά.



Σχήμα 45. Η ογκομετρούμενη οξύτητα (% w / w γαλακτικού οξέος) των στραγγιστών γιαουρτιών διαφορετικής λιποπεριεκτικότητας (Δ2 - Δ6, Z2 - Z8, ΚΚ2 - ΚΚ8, Ο2 - Ο5), κατά την 20η ημέρα. Δ2 = στραγγιστό γιαούρτι ΔΩΔΩΝΗ με 2 % λιπαρά, Δ6 = στραγγιστό γιαούρτι ΔΩΔΩΝΗ με 6 % λιπαρά, Z2 = στραγγιστό γιαούρτι ΖΑΓΟΡΙ με 2 % λιπαρά, Z8 = στραγγιστό γιαούρτι ΖΑΓΟΡΙ με 8 % λιπαρά, ΚΚ2 = στραγγιστό γιαούρτι ΚΡΙ ΚΡΙ με 2 % λιπαρά, ΚΚ8 = στραγγιστό γιαούρτι ΚΡΙ ΚΡΙ με 8 % λιπαρά, Ο2 = στραγγιστό γιαούρτι ΟΛΥΜΠΟΣ με 2 % λιπαρά, Ο5 = στραγγιστό γιαούρτι ΟΛΥΜΠΟΣ με 5 % λιπαρά.

3.3.2. Συναίρεση

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τη μελέτη των στραγγιστών γιαουρτιών.

Πίνακας 37. Η συναίρεση (% w / w) των στραγγιστών γιαουρτιών διαφορετικής λιποπεριεκτικότητας (Δ2 - Δ6, Z2 - Z8, ΚΚ2 - ΚΚ8, Ο2 - Ο5), κατά την 20η ημέρα.

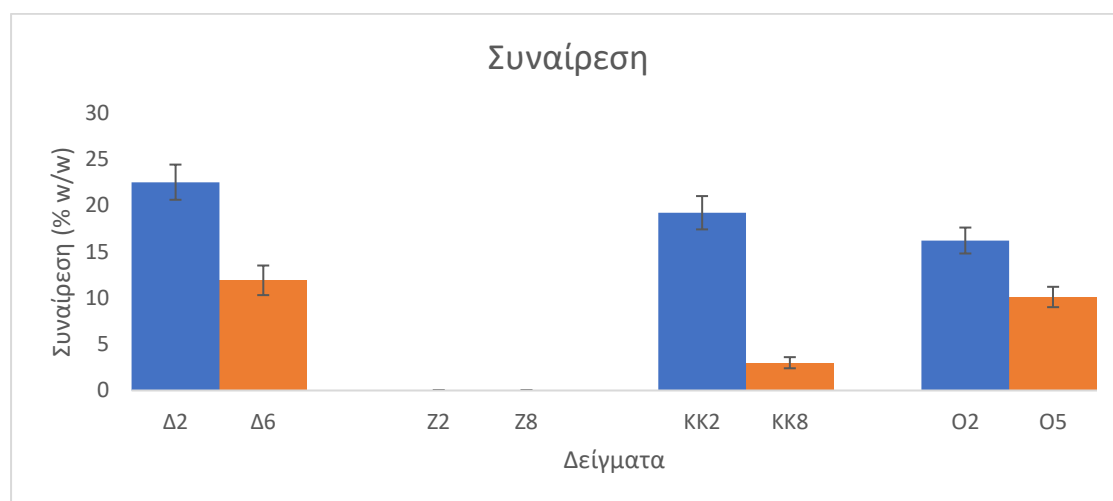
Συναίρεση % w / w							
Δ2	22,5 ^a ± 1,9	Z2	0 ± 0 ^a	ΚΚ2	19,2 ^a ± 1,8	Ο2	16,2 ^a ± 1,4
Δ6	11,9 ^b ± 1,6	Z8	0 ± 0 ^a	ΚΚ8	3,0 ^b ± 0,6	Ο5	10,1 ^b ± 1,1

Κάθετη σύγκριση στραγγιστών γιαουρτιών διαφορετικής λιποπεριεκτικότητας. Τα αποτελέσματα εκφράζονται ως Μέσος Όρος ± Τυπική Απόκλιση, από στραγγιστά γιαούρτια, διαφορετικών ημερομηνιών παραγωγής. Οι μέσοι όροι με διαφορετικούς εκθέτες (a, b) στην ίδια στήλη δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p < 0,05$). Δ2 = στραγγιστό γιαούρτι ΔΩΔΩΝΗ με 2 % λιπαρά, Δ6 = στραγγιστό γιαούρτι ΔΩΔΩΝΗ με 6 % λιπαρά, Z2 = στραγγιστό γιαούρτι ΖΑΓΟΡΙ με 2 % λιπαρά, Z8 = στραγγιστό γιαούρτι ΖΑΓΟΡΙ

με 8 % λιπαρά, KK2 = στραγγιστό γιαούρτι KPI KPI με 2 % λιπαρά, KK8 = στραγγιστό γιαούρτι KPI KPI με 8 % λιπαρά, O2 = στραγγιστό γιαούρτι ΟΛΥΜΠΟΣ με 2 % λιπαρά, O5 = στραγγιστό γιαούρτι ΟΛΥΜΠΟΣ με 5 % λιπαρά.

Σε όλα τα ζεύγη στραγγιστών γιαουρτιών διαφορετικής λιποπεριεκτικότητας, τα στραγγιστά γιαούρτια με τα λιγότερα λιπαρά χαρακτηρίζονται από μεγαλύτερη συναίρεση. Τα Z2 και Z8 παρουσιάζουν μηδενικό ποσοστό συναίρεσης.

Σύμφωνα με έρευνα που πραγματοποιήθηκε από τους Atamian et al., 2013 (107), παρατηρήθηκε ότι η διαφορετική λιποπεριεκτικότητα στραγγιστών γιαουρτιών δεν επηρέαζε το βαθμό συναίρεσής τους.



Σχήμα 46. Η συναίρεση % w / w των δειγμάτων διαφορετικής λιποπεριεκτικότητας (Δ2 - Δ6, Z2 – Z8, KK2 – KK8, O2 – O5), κατά την 20η ημέρα. Δ2 = στραγγιστό γιαούρτι ΔΩΔΩΝΗ με 2 % λιπαρά, Δ6 = στραγγιστό γιαούρτι ΔΩΔΩΝΗ με 6 % λιπαρά, Z2 = στραγγιστό γιαούρτι ΖΑΓΟΡΙ με 2 % λιπαρά, Z8 = στραγγιστό γιαούρτι ΖΑΓΟΡΙ με 8 % λιπαρά, KK2 = στραγγιστό γιαούρτι KPI KPI με 2 % λιπαρά, KK8 = στραγγιστό γιαούρτι KPI KPI με 8 % λιπαρά, O2 = στραγγιστό γιαούρτι ΟΛΥΜΠΟΣ με 2 % λιπαρά, O5 = στραγγιστό γιαούρτι ΟΛΥΜΠΟΣ με 5 % λιπαρά.

3.3.3. Αναλύσεις υδατικού και μεθανολικού εκχυλίσματος

3.3.3.1. Πεπτίδια και αμινοξέα υδατικού εκχυλίσματος

Στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που προέκυψαν κατά την ανάλυση των στραγγιστών γιαουρτιών.

Πίνακας 38. Η συγκέντρωση των πεπτιδίων και αμινοξέων (mg BSA / Kg στραγγιστού γιαουρτιού) των στραγγιστών γιαουρτιών διαφορετικής λιποπεριεκτικότητας, την 20η ημέρα, όπως προέκυψαν με εφαρμογή της μεθόδου Lowry, σε υδατικό εκχύλισμά τους.

Lowry (mg BSA / Kg στραγγιστού γιαουρτιού)
--

Δ2	1093 ^a ± 14	Z2	2637 ^a ± 130	KK2	1108 ^a ± 100	O2	1135 ^a ± 110
Δ6	929 ^b ± 29	Z8	2216 ^a ± 400	KK8	898 ^b ± 80	O5	1014 ^a ± 28

Κάθετη σύγκριση στραγγιστών γιαουρτιών διαφορετικής λιποπεριεκτικότητας. Τα αποτελέσματα εκφράζονται ως Μέσος Όρος ± Τυπική Απόκλιση, από 3 στραγγιστά γιαούρτια, διαφορετικών ημερομηνιών παραγωγής. Οι μέσοι όροι με διαφορετικούς εκθέτες (a, b) στην ίδια στήλη δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p < 0,05$). Δ2 = στραγγιστό γιαούρτι ΔΩΔΩΝΗ με 2 % λιπαρά, Δ6 = στραγγιστό γιαούρτι ΔΩΔΩΝΗ με 6 % λιπαρά, Z2 = στραγγιστό γιαούρτι ΖΑΓΟΡΙ με 2 % λιπαρά, Z8 = στραγγιστό γιαούρτι ΖΑΓΟΡΙ με 8 % λιπαρά, KK2 = στραγγιστό γιαούρτι ΚΡΙ ΚΡΙ με 2 % λιπαρά, KK8 = στραγγιστό γιαούρτι ΚΡΙ ΚΡΙ με 8 % λιπαρά, O2 = στραγγιστό γιαούρτι ΟΛΥΜΠΟΣ με 2 % λιπαρά, O5 = στραγγιστό γιαούρτι ΟΛΥΜΠΟΣ με 5 % λιπαρά.

Πίνακας 39. Η συγκέντρωση των πεπτιδίων και αμινοξέων (mg BSA / Kg στραγγιστού γιαουρτιού) των στραγγιστών γιαουρτιών διαφορετικής λιποπεριεκτικότητας, την 20η ημέρα, όπως προέκυψαν με εφαρμογή της μεθόδου Bradford, σε υδατικό εκχύλισμά τους.

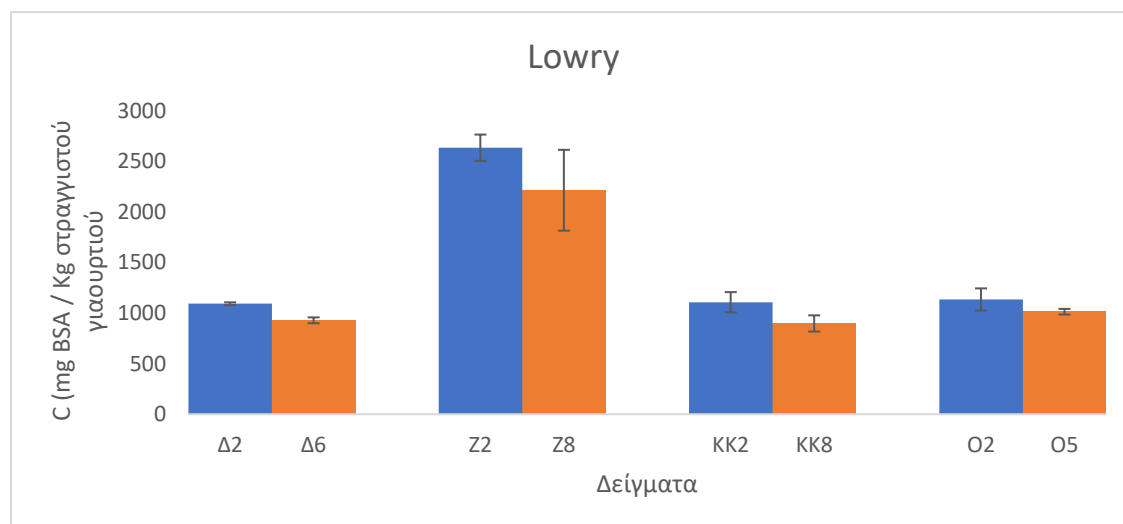
Bradford (mg BSA / Kg στραγγιστού γιαουρτιού)							
Δ2	406 ^a ± 30	Z2	1367 ^a ± 30	KK2	322 ^a ± 60	O2	332 ^a ± 30
Δ6	340,6 ^a ± 2,1	Z8	909 ^b ± 220	KK8	316 ^a ± 29	O5	325 ^a ± 50

Κάθετη σύγκριση στραγγιστών γιαουρτιών διαφορετικής λιποπεριεκτικότητας. Τα αποτελέσματα εκφράζονται ως Μέσος Όρος ± Τυπική Απόκλιση, από 3 στραγγιστά γιαούρτια, διαφορετικών ημερομηνιών παραγωγής. Οι μέσοι όροι με διαφορετικούς εκθέτες (a, b) στην ίδια στήλη δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p < 0,05$). Δ2 = στραγγιστό γιαούρτι ΔΩΔΩΝΗ με 2 % λιπαρά, Δ6 = στραγγιστό γιαούρτι ΔΩΔΩΝΗ με 6 % λιπαρά, Z2 = στραγγιστό γιαούρτι ΖΑΓΟΡΙ με 2 % λιπαρά, Z8 = στραγγιστό γιαούρτι ΖΑΓΟΡΙ με 8 % λιπαρά, KK2 = στραγγιστό γιαούρτι ΚΡΙ ΚΡΙ με 2 % λιπαρά, KK8 = στραγγιστό γιαούρτι ΚΡΙ ΚΡΙ με 8 % λιπαρά, O2 = στραγγιστό γιαούρτι ΟΛΥΜΠΟΣ με 2 % λιπαρά, O5 = στραγγιστό γιαούρτι ΟΛΥΜΠΟΣ με 5 % λιπαρά.

Σύμφωνα με τη μέθοδο Lowry, για τα ζεύγη Δ2 – Δ6 και KK2 – KK8, παρατηρείται ότι τα στραγγιστά γιαούρτια με τα χαμηλότερα λιπαρά περιέχουν υψηλότερη συγκέντρωση πεπτιδίων και αμινοξέων, σε σχέση με αυτά με τα υψηλότερα λιπαρά. Ωστόσο, με τη μέθοδο Bradford, και για τα δύο ζεύγη δεν παρατηρείται διαφοροποίηση, μεταξύ των προϊόντων διαφορετικής λιποπεριεκτικότητας. Με τη μέθοδο Lowry, δεν παρατηρείται διαφοροποίηση μεταξύ της συγκέντρωσης των πεπτιδίων και των αμινοξέων των στραγγιστών γιαουρτιών Z2 και Z8, ωστόσο, με τη μέθοδο Bradford, προκύπτει, πως το προϊόν με τη χαμηλότερη περιεκτικότητα σε λιπαρά χαρακτηρίζεται από υψηλότερη συγκέντρωση. Για τα στραγγιστά γιαούρτια O2

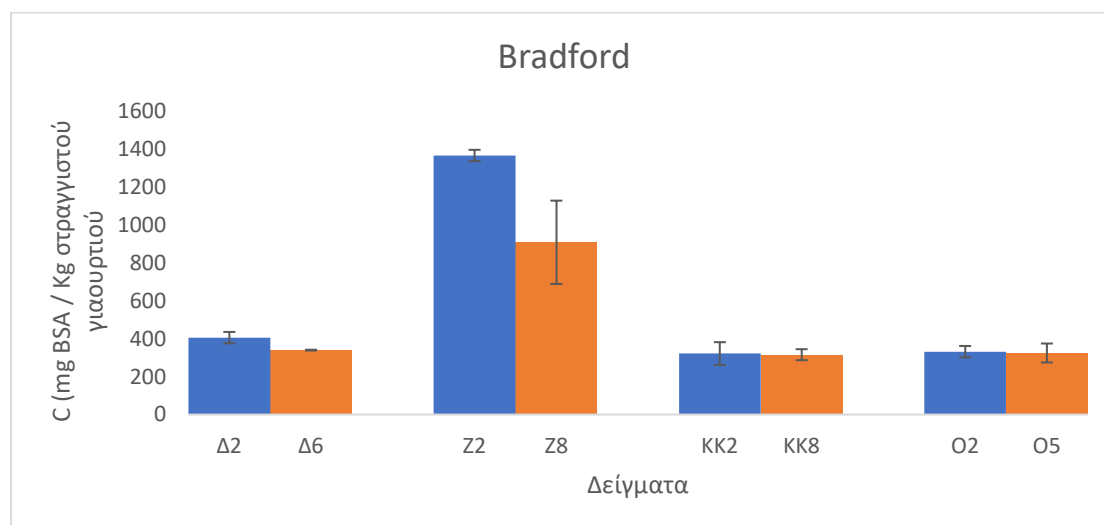
και Ο5, τα αποτελέσματα των δύο μεθόδων συμφωνούν και δείχνουν ότι παρουσιάζουν παρόμοια συγκέντρωση.

Σύμφωνα με την έρευνα των Papadaki & Roussis, 2022 (108), σε αγελαδινά γιαούρτια διαφορετικών λιπαρών, παρατηρήθηκε, τόσο με τη μέθοδο Lowry όσο και με τη Bradford, ότι τα γιαούρτια χαμηλότερης λιποπεριεκτικότητας διέθεταν υψηλότερη συγκέντρωση πεπτιδίων και αμινοξέων.



Σχήμα 47. Η συγκέντρωση των πεπτιδίων και αμινοξέων (mg BSA / Kg στραγγιστού γιαουρτιού) των στραγγιστών γιαουρτιών διαφορετικής λιποπεριεκτικότητας, την 20η ημέρα διατήρησης, όπως προέκυψαν με εφαρμογή της μεθόδου Lowry, σε υδατικό εκχύλισμά τους. Δ2 = στραγγιστό γιαούρτι ΔΩΔΩΝΗ με 2 % λιπαρά, Δ6 = στραγγιστό γιαούρτι ΔΩΔΩΝΗ με 6 % λιπαρά, Z2 = στραγγιστό γιαούρτι ΖΑΓΟΡΙ με 2 % λιπαρά, Z8 = στραγγιστό γιαούρτι ΖΑΓΟΡΙ με 8 % λιπαρά, KK2 = στραγγιστό γιαούρτι ΚΡΙ ΚΡΙ με 2 % λιπαρά, KK8 = στραγγιστό γιαούρτι ΚΡΙ ΚΡΙ με 8 % λιπαρά, O2 =

στραγγιστό γιαούρτι ΟΛΥΜΠΟΣ με 2 % λιπαρά, O5 = στραγγιστό γιαούρτι ΟΛΥΜΠΟΣ με 5 % λιπαρά.



Σχήμα 48. Η συγκέντρωση των πεπτιδίων και αμινοξέων (mg BSA / Kg στραγγιστού γιαουρτιού) των στραγγιστών γιαουρτιών διαφορετικής λιποπεριεκτικότητας, την 20η ημέρα διατήρησης, όπως προέκυψαν με εφαρμογή της μεθόδου Bradford, σε υδατικό εκχύλισμά τους. Δ2 = στραγγιστό γιαούρτι ΔΩΔΩΝΗ με 2 % λιπαρά, Δ6 = στραγγιστό γιαούρτι ΔΩΔΩΝΗ με 6 % λιπαρά, Z2 = στραγγιστό γιαούρτι ΖΑΓΟΡΙ με 2 % λιπαρά, Z8 = στραγγιστό γιαούρτι ΖΑΓΟΡΙ με 8 % λιπαρά, KK2 = στραγγιστό γιαούρτι ΚΡΙ ΚΡΙ με 2 % λιπαρά, KK8 = στραγγιστό γιαούρτι ΚΡΙ ΚΡΙ με 8 % λιπαρά, O2 = στραγγιστό γιαούρτι ΟΛΥΜΠΟΣ με 2 % λιπαρά, O5 = στραγγιστό γιαούρτι ΟΛΥΜΠΟΣ με 5 % λιπαρά.

3.3.3.2. Αντιοξειδωτική δράση υδατικού εκχυλίσματος

Στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζεται η αντιοξειδωτική δράση των στραγγιστών γιαουρτιών, όπως προέκυψε με εφαρμογή των μεθόδων Folin και FRAP, σε υδατικό εκχύλισμα.

Πίνακας 40. Η αντιοξειδωτική δράση (mg γαλλικού οξέος / Kg στραγγιστού γιαουρτιού) των στραγγιστών γιαουρτιών διαφορετικής λιποπεριεκτικότητας, την 20η ημέρα διατήρησης τους, όπως προέκυψε με την εφαρμογή της μεθόδου Folin, σε υδατικό εκχύλισμά τους.

Folin (mg γαλλικού οξέος / Kg στραγγιστού γιαουρτιού)							
Δ2	35,9 ^a ± 0,4	Z2	71 ^a ± 9	KK2	37,0 ^a ± 0,7	O2	38 ^a ± 4
Δ6	31,2 ^a ± 2,0	Z8	57 ^a ± 16	KK8	34,4 ^b ± 0,1	O5	30,9 ^b ± 1,6

Κάθετη σύγκριση στραγγιστών γιαουρτιών διαφορετικής λιποπεριεκτικότητας. Τα αποτελέσματα εκφράζονται ως Μέσος Όρος ± Τυπική Απόκλιση, από 3 στραγγιστά γιαούρτια, διαφορετικών ημερομηνιών παραγωγής. Οι μέσοι όροι με διαφορετικούς εκθέτες (a, b) στην

ίδια στήλη δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p < 0,05$). Δ2 = στραγγιστό γιαούρτι ΔΩΔΩΝΗ με 2 % λιπαρά, Δ6 = στραγγιστό γιαούρτι ΔΩΔΩΝΗ με 6 % λιπαρά, Z2 = στραγγιστό γιαούρτι ΖΑΓΟΡΙ με 2 % λιπαρά, Z8 = στραγγιστό γιαούρτι ΖΑΓΟΡΙ με 8 % λιπαρά, ΚΚ2 = στραγγιστό γιαούρτι ΚΡΙ ΚΡΙ με 2 % λιπαρά, ΚΚ8 = στραγγιστό γιαούρτι ΚΡΙ ΚΡΙ με 8 % λιπαρά, Ο2 = στραγγιστό γιαούρτι ΟΛΥΜΠΟΣ με 2 % λιπαρά, Ο5 = στραγγιστό γιαούρτι ΟΛΥΜΠΟΣ με 5 % λιπαρά.

Πίνακας 41. Η αντιοξειδωτική δράση (mg γαλλικού οξέος / Kg στραγγιστού γιαουρτιού) των στραγγιστών γιαουρτιών διαφορετικής λιποπεριεκτικότητας, την 20η ημέρα διατήρησης τους, όπως προέκυψε με την εφαρμογή της μεθόδου FRAP, σε υδατικό εκχύλισμά τους.

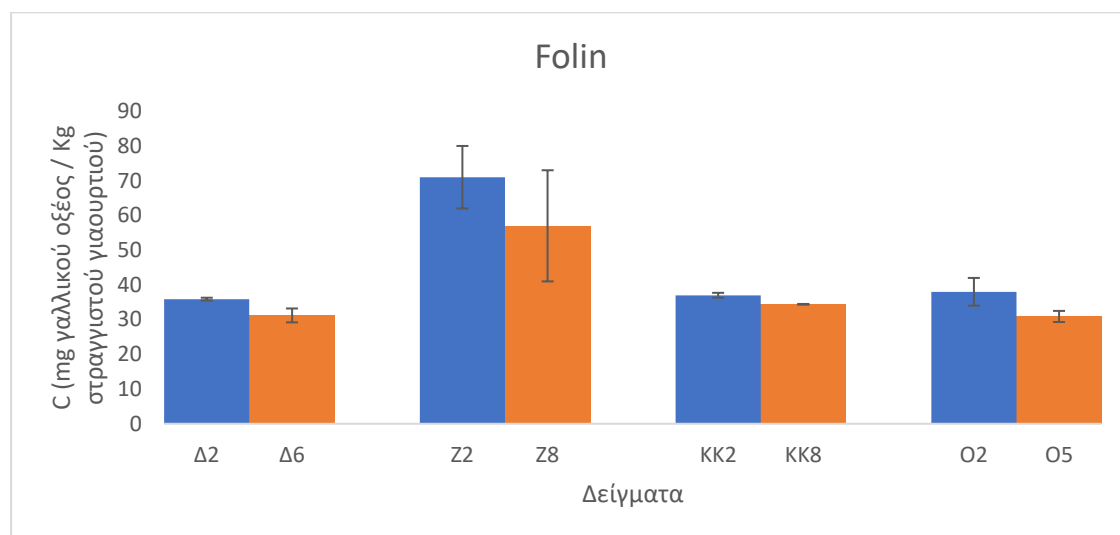
FRAP (mg γαλλικού οξέος / Kg στραγγιστού γιαουρτιού)							
Δ2	3,2 ^a ± 0,5	Z2	2,9 ^a ± 0,3	ΚΚ2	3,20 ^a ± 0,27	Ο2	3,23 ^a ± 0,23
Δ6	3,14 ^a ± 0,19	Z8	2,4 ^a ± 0,5	ΚΚ8	2,61 ^b ± 0,17	Ο5	3,24 ^a ± 0,13

Κάθετη σύγκριση στραγγιστών γιαουρτιών διαφορετικής λιποπεριεκτικότητας. Τα αποτελέσματα εκφράζονται ως Μέσος Όρος ± Τυπική Απόκλιση, από 3 στραγγιστά γιαούρτια, διαφορετικών ημερομηνιών παραγωγής. Οι μέσοι όροι με διαφορετικούς εκθέτες (a, b) στην ίδια στήλη δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p < 0,05$). Δ2 = στραγγιστό γιαούρτι ΔΩΔΩΝΗ με 2 % λιπαρά, Δ6 = στραγγιστό γιαούρτι ΔΩΔΩΝΗ με 6 % λιπαρά, Z2 = στραγγιστό γιαούρτι ΖΑΓΟΡΙ με 2 % λιπαρά, Z8 = στραγγιστό γιαούρτι ΖΑΓΟΡΙ με 8 % λιπαρά, ΚΚ2 = στραγγιστό γιαούρτι ΚΡΙ ΚΡΙ με 2 % λιπαρά, ΚΚ8 = στραγγιστό γιαούρτι ΚΡΙ ΚΡΙ με 8 % λιπαρά, Ο2 = στραγγιστό γιαούρτι ΟΛΥΜΠΟΣ με 2 % λιπαρά, Ο5 = στραγγιστό γιαούρτι ΟΛΥΜΠΟΣ με 5 % λιπαρά.

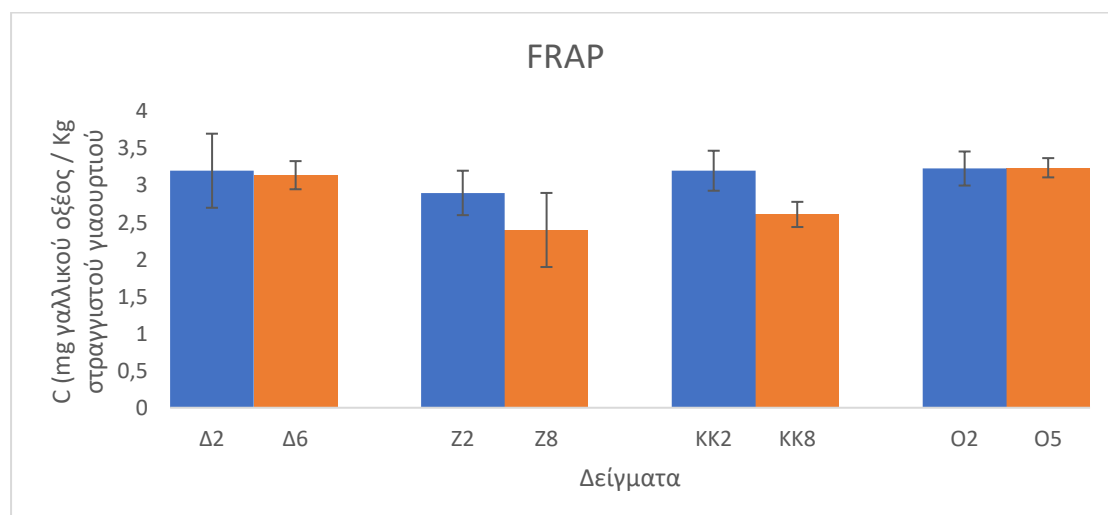
Σύμφωνα τόσο με τη μέθοδο Folin όσο και με τη μέθοδο FRAP, παρατηρείται, πως τα στραγγιστά γιαούρτια Δ2 και Δ6, δεν διαφέρουν ως προς την αντιοξειδωτική τους. Η ίδια διαπίστωση γίνεται και για τα Z2 και Z8. Αντιθέτως, για τα στραγγιστά γιαούρτια ΚΚ2 και ΚΚ8, και με τις δύο μεθόδους, παρατηρείται ότι το στραγγιστό γιαούρτι με την υψηλότερη περιεκτικότητα σε λιπαρά παρουσιάζει ασθενέστερη αντιοξειδωτική δράση. Αυτό παρατηρείται και για τα στραγγιστά γιαούρτια Ο2 και Ο5, αλλά μόνο με τη μέθοδο Folin. Σύμφωνα με τη μέθοδο FRAP, τα στραγγιστά γιαούρτια διαφορετικής λιποπεριεκτικότητας Ο2 και Ο5 παρουσιάζουν παρόμοια αντιοξειδωτική δράση.

Σε σχετική έρευνα που πραγματοποιήθηκε από τους Papadaki & Roussis, 2022 (108) σε αγελαδινά γιαούρτια διαφορετικής λιποπεριεκτικότητας παρατηρήθηκε, με εφαρμογή της μεθόδου Folin σε υδατικό εκχύλισμα, ότι τα γιαούρτια χαμηλότερων λιπαρών διέθεταν υψηλότερη αντιοξειδωτική δράση σε σχέση με τα γιαούρτια

υψηλότερης λιποπεριεκτικότητας. Στη έρευνα των Kim et al, 2019 (109) διαπιστώθηκε, με τη μέθοδο FRAP, αντίστροφη συνάρτηση των λιπαρών με την αντιοξειδωτική δράση αγελαδινών στραγγιστών γιαουρτιών. Προϊόντα με χαμηλά λιπαρά παρουσίαζαν υψηλότερη αντιοξειδωτική δράση.



Σχήμα 49. Η αντιοξειδωτική δράση (mg γαλλικού οξέος / Kg στραγγιστού γιαουρτιού) των στραγγιστών γιαουρτιών διαφορετικής λιποπεριεκτικότητας, την 20η ημέρα, όπως προέκυψε με την εφαρμογή της μεθόδου Folin, σε υδατικό εκχύλισμά τους. Δ2 = στραγγιστό γιαούρτι ΔΩΔΩΝΗ με 2 % λιπαρά, Δ6 = στραγγιστό γιαούρτι ΔΩΔΩΝΗ με 6 % λιπαρά, Z2 = στραγγιστό γιαούρτι ΖΑΓΟΡΙ με 2 % λιπαρά, Z8 = στραγγιστό γιαούρτι ΖΑΓΟΡΙ με 8 % λιπαρά, KK2 = στραγγιστό γιαούρτι ΚΡΙ ΚΡΙ με 2 % λιπαρά, KK8 = στραγγιστό γιαούρτι ΚΡΙ ΚΡΙ με 8 % λιπαρά, O2 = στραγγιστό γιαούρτι ΟΛΥΜΠΟΣ με 2 % λιπαρά, O5 = στραγγιστό γιαούρτι ΟΛΥΜΠΟΣ με 5 % λιπαρά.



Σχήμα 50. Η αντιοξειδωτική δράση (mg γαλλικού οξέος / Kg στραγγιστού γιαουρτιού) των στραγγιστών γιαουρτιών διαφορετικής λιποπεριεκτικότητας, την 20η ημέρα διατήρησής τους, όπως προέκυψε με την εφαρμογή της μεθόδου FRAP, σε υδατικό εκχύλισμά τους. Δ2 = στραγγιστό γιαούρτι ΔΩΔΩΝΗ με 2 % λιπαρά, Δ6 = στραγγιστό

γιαούρτι ΔΩΔΩΝΗ με 6 % λιπαρά, Z2 = στραγγιστό γιαούρτι ΖΑΓΟΡΙ με 2 % λιπαρά, Z8 = στραγγιστό γιαούρτι ΖΑΓΟΡΙ με 8 % λιπαρά, ΚΚ2 = στραγγιστό γιαούρτι ΚΡΙ ΚΡΙ με 2 % λιπαρά, ΚΚ8 = στραγγιστό γιαούρτι ΚΡΙ ΚΡΙ με 8 % λιπαρά, Ο2 = στραγγιστό γιαούρτι ΟΛΥΜΠΟΣ με 2 % λιπαρά, Ο5 = στραγγιστό γιαούρτι ΟΛΥΜΠΟΣ με 5 % λιπαρά.

3.3.3.3. Αντιοξειδωτική δράση μεθανολικού εκχυλίσματος

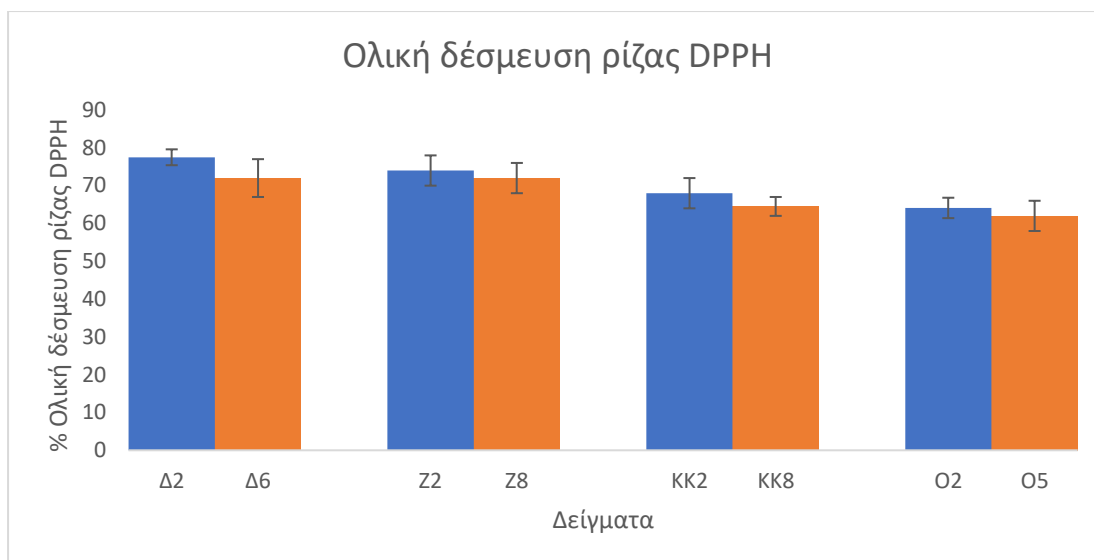
Στο παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται η % ολική δέσμευση της ρίζας DPPH.

Πίνακας 42. % Ολική δέσμευση της ρίζας DPPH, από μεθανολικό εκχύλισμα των στραγγιστών γιαουρτιών Δ2 - Δ6, Z2 – Z8, ΚΚ2 – ΚΚ8, Ο2 – Ο5, κατά την 20η ημέρα.

% Ολική δέσμευση ρίζας DPPH							
Δ2	77,5 ^a ± 2,1	Z2	74 ^a ± 4	ΚΚ2	68 ^a ± 4	Ο2	64,1 ^a ± 2,7
Δ6	72 ^a ± 5	Z8	72 ^a ± 4	ΚΚ8	64,5 ^a ± 2,5	Ο5	62 ^a ± 4

Κάθετη σύγκριση στραγγιστών γιαουρτιών διαφορετικής λιποπεριεκτικότητας. Τα αποτελέσματα εκφράζονται ως Μέσος Όρος ± Τυπική Απόκλιση, από 3 στραγγιστά γιαούρτια, διαφορετικών ημερομηνιών παραγωγής. Οι μέσοι όροι με διαφορετικούς εκθέτες (a, b) στην ίδια στήλη δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p < 0,05$). Δ2 = στραγγιστό γιαούρτι ΔΩΔΩΝΗ με 2 % λιπαρά, Δ6 = στραγγιστό γιαούρτι ΔΩΔΩΝΗ με 6 % λιπαρά, Z2 = στραγγιστό γιαούρτι ΖΑΓΟΡΙ με 2 % λιπαρά, Z8 = στραγγιστό γιαούρτι ΖΑΓΟΡΙ με 8 % λιπαρά, ΚΚ2 = στραγγιστό γιαούρτι ΚΡΙ ΚΡΙ με 2 % λιπαρά, ΚΚ8 = στραγγιστό γιαούρτι ΚΡΙ ΚΡΙ με 8 % λιπαρά, Ο2 = στραγγιστό γιαούρτι ΟΛΥΜΠΟΣ με 2 % λιπαρά, Ο5 = στραγγιστό γιαούρτι ΟΛΥΜΠΟΣ με 5 % λιπαρά.

Σε όλες τις περιπτώσεις, τα μεθανολικά εκχυλίσματα των ζευγών στραγγιστών γιαουρτιών διαφορετικής λιποπεριεκτικότητας, παρουσιάζουν παρόμοια ικανότητα δέσμευσης της ρίζας και επομένως, παρόμοια αντιοξειδωτική δράση. Ωστόσο, σε μελέτη των Papadaki & Roussis, 2022 (108) παρατηρήθηκε ότι αγελαδινά γιαούρτια με υψηλότερα λιπαρά παρουσίαζαν χαμηλότερη δραστηριότητα.



Σχήμα 51. % Ολική δέσμευση της ρίζας DPPH, από μεθανολικό εκχύλισμα των δειγμάτων Δ2 - Δ6, Z2 - Z8, KK2 - KK8, O2 - O5, κατά την 20η ημέρα. Δ2 = στραγγιστό γιαούρτι ΔΩΔΩΝΗ με 2 % λιπαρά, Δ6 = στραγγιστό γιαούρτι ΔΩΔΩΝΗ με 6 % λιπαρά, Z2 = στραγγιστό γιαούρτι ΖΑΓΟΡΙ με 2 % λιπαρά, Z8 = στραγγιστό γιαούρτι ΖΑΓΟΡΙ με 8 % λιπαρά, KK2 = στραγγιστό γιαούρτι ΚΡΙ ΚΡΙ με 2 % λιπαρά, KK8 = στραγγιστό γιαούρτι ΚΡΙ ΚΡΙ με 8 % λιπαρά, O2 = στραγγιστό γιαούρτι ΟΛΥΜΠΟΣ με 2 % λιπαρά, O5 = στραγγιστό γιαούρτι ΟΛΥΜΠΟΣ με 5 % λιπαρά.

3.3.4. Πτητικές ενώσεις

Στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τις αναλύσεις των στραγγιστών γιαουρτιών.

Πίνακας 43. Οι πτητικές ενώσεις των στραγγιστών γιαουρτιών Δ2 και Δ6, κατά την 20η ημέρα.

Κατηγορίες ενώσεων	Ενώσεις	Δ2 (mg / Kg στραγγιστού γιαουρτιού)	Δ6 (mg / Kg στραγγιστού γιαουρτιού)
Αλδεύδες και κετόνες	Ακεταλδεϋδη	0,014 ^a ± 0,005	0,0088 ^a ± 0,0016
	Ακετόνη	0,020 ^a ± 0,005	0,019 ^a ± 0,015
	Διακετύλιο	0,524 ^a ± 0,028	0,19 ^b ± 0,08
	2,3-Πεντανεδιόνη	0,0068 ^a ± 0,0022	0,0061 ^a ± 0,0004
	Ακετοΐνη	0,152 ^a ± 0,017	0,07 ^a ± 0,06
	Εξανάλη	0,0150 ^a ± 0,0020	0,011 ^a ± 0,008
	Εννεανάλη	0 ^a ± 0	0,0035 ^a ± 0,0020
Αλκοόλες	Αιθανόλη	0,013 ^a ± 0,011	0,03 ^a ± 0,05
Οξέα	Οξικό οξύ	0 ^a ± 0	0,0074 ^b ± 0,0015
	Βουτανοϊκό οξύ	0,044 ^a ± 0,005	0,046 ^a ± 0,02
	Εξανοϊκό οξύ	0,13 ^a ± 0,11	0,172 ^a ± 0,026
	Οκτανοϊκό οξύ	0,161 ^a ± 0,008	0,051 ^b ± 0,019
	Δεκανοϊκό οξύ	0,038 ^a ± 0,003	0,012 ^b ± 0,006

Εστέρες	Οξικός αιθυλεστέρας	0,00410 ^a ± 0,00021	0,03 ^a ± 0,05
Τερπένια	α-Πινένιο	0,049 ^a ± 0,009	0,033 ^a ± 0,025
	Μυρκένιο	0,0071 ^a ± 0,0005	0,004 ^a ± 0,003
	γ-Τερπινένιο	0,0069 ^a ± 0,0015	0,0053 ^a ± 0,0026

Οριζόντια σύγκριση στραγγιστών γιαουρτιών διαφορετικής λιποπεριεκτικότητας. Τα αποτελέσματα εκφράζονται ως Μέσος Όρος ± Τυπική Απόκλιση, από 3 στραγγιστά γιαούρτια, διαφορετικών ημερομηνιών παραγωγής. Οι μέσοι όροι με διαφορετικούς εκθέτες (a, b) στην ίδια γραμμή δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p < 0,05$). Δ2 = στραγγιστό γιαούρτι ΔΩΔΩΝΗ με 2 % λιπαρά, Δ6 = στραγγιστό γιαούρτι ΔΩΔΩΝΗ με 6 % λιπαρά.

Στα στραγγιστά γιαούρτια ανιχνεύονται αρκετές χαρακτηριστικές ενώσεις του στραγγιστού γιαουρτιού, όπως η ακεταλδεΐδη, η αιθανόλη, η ακετόνη, το διακετύλιο, η ακετοΐνη, ο οξικός αιθυλεστέρας, καθώς και τα οξέα, βουτανοϊκό, εξανοϊκό, οκτανοϊκό και δεκανοϊκό. Τα δύο στραγγιστά γιαούρτια, ως προς τη μεταξύ τους συγκέντρωση σχετικά με την πλειοψηφία των ενώσεων φαίνεται να μην παρουσιάζουν διαφορά, με εξαίρεση το διακετύλιο, το οκτανοϊκό και το δεκανοϊκό οξύ, τα οποία βρίσκονται σε υψηλότερη συγκέντρωση στο Δ2. Σημαντικό είναι να αναφερθεί ότι στο Δ2, δεν ανιχνεύεται το οξικό οξύ, σε αντίθεση με το Δ6, όπου γίνεται αισθητή η παρουσία του. Η εξανάλη, που ανιχνεύεται και στο γάλα, εντοπίζεται σε παρόμοια συγκέντρωση και στα δύο στραγγιστά γιαούρτια, ενώ η ένωση εννεανάλη, ανιχνεύεται, σε μικρή συγκέντρωση μόνο στο Δ6. Οι τερπενικές ενώσεις, α-πινένιο, μυρκένιο και γ-τερπινένιο, που σχετίζονται με τη τροφή του ζώου, προσδιορίζονται και στα δύο στραγγιστά γιαούρτια, σε κοντινές συγκεντρώσεις.

Πίνακας 44. Οι πτητικές ενώσεις των στραγγιστών γιαουρτιών Z2 και Z8, κατά την 20η ημέρα.

Κατηγορίες ενώσεων	Ενώσεις	Z2 (mg / Kg στραγγιστού γιαουρτιού)	Z8 (mg / Kg στραγγιστού γιαουρτιού)
Αλδεΐδες και κετόνες	Ακεταλδεΐδη	0,03 ^a ± 0,03	0,03 ^a ± 0,03
	Ακετόνη	0,0088 ^a ± 0,0020	0,007 ^a ± 0,003
	Διακετύλιο	0,021 ^a ± 0,013	0,018 ^a ± 0,018
	2,3-Πεντανεδιόνη	0,0111 ^a ± 0,0026	0 ^b ± 0
	Ακετοΐνη	0,149 ^a ± 0,014	0,086 ^b ± 0,008
Αλκοόλες	Αιθανόλη	0,030 ^a ± 0,015	0,030 ^a ± 0,013
Οξέα	Οξικό οξύ	0,097 ^a ± 0,016	0,0483 ^b ± 0,0028
	Βουτανοϊκό οξύ	0,29 ^a ± 0,21	0,21 ^a ± 0,10
	Εξανοϊκό οξύ	0,5 ^a ± 0,07	0,4 ^a ± 0,08
	Οκτανοϊκό οξύ	0,23 ^a ± 0,10	0,42 ^a ± 0,12

	Δεκανοϊκό οξύ	0,025 ^a ± 0,023	0,06 ^a ± 0,03
Εστέρες	Οξικός αιθυλεστέρας	0,032 ^a ± 0,028	0,010 ^a ± 0,013
Τερπένια	α-Πινένιο	0,056 ^a ± 0,014	0,023 ^b ± 0,004
	Μυρκένιο	0,016 ^a ± 0,004	0,004 ^b ± 0,003
	Λιμονένιο	0,003 ^a ± 0,003	0 ^a ± 0
	γ-Τερπινένιο	0,016 ^a ± 0,006	0,0027 ^b ± 0,0023

Οριζόντια σύγκριση δειγμάτων στραγγιστών γιαουρτιών διαφορετικής λιποπεριεκτικότητας. Τα αποτελέσματα εκφράζονται ως Μέσος Όρος ± Τυπική Απόκλιση, από 3 στραγγιστά γιαούρτια, διαφορετικών ημερομηνιών παραγωγής. Οι μέσοι όροι με διαφορετικούς εκθέτες (a, b) στην ίδια γραμμή δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p < 0,05$). Z2 = στραγγιστό γιαούρτι ΖΑΓΟΡΙ με 2 % λιπαρά, Z8 = στραγγιστό γιαούρτι ΖΑΓΟΡΙ με 8 % λιπαρά.

Στα στραγγιστά γιαούρτια Z2 και Z8, ανιχνεύονται αρκετές χαρακτηριστικές ενώσεις του γιαουρτιού, όπως η ακεταλδεΐδη, η αιθανόλη, η ακετόνη, το οξικό οξύ, το διακετύλιο, η ακετοΐνη, ο οξικός αιθυλεστέρας, καθώς και τα οξέα, βουτανοϊκό, εξανοϊκό, οκτανοϊκό και δεκανοϊκό. Τα δύο στραγγιστά γιαούρτια, ως προς τη μεταξύ τους συγκέντρωση σχετικά με την πλειοψηφία των προαναφερόμενων ενώσεων φαίνεται να μην παρουσιάζουν αξιοσημείωτη διαφορά, με εξαίρεση το οξικό οξύ και την ακετοΐνη, τα οποία βρίσκονται σε υψηλότερη συγκέντρωση στο Z2. Επιπλέον, η 2,3-πεντανεδιόνη εντοπίζεται μόνο στο Z2. Και στα δύο στραγγιστά γιαούρτια παρατηρείται η ύπαρξη τερπενικών ενώσεων, που συνήθως προέρχονται από το γάλα και σχετίζονται με τη τροφή του ζώου. Χαρακτηριστικά, ανιχνεύονται το α-πινένιο, το μυρκένιο και το γ-τερπινένιο, ωστόσο η περιεκτικότητά τους στο στραγγιστό γιαούρτι Z2 είναι υψηλότερη.

Πίνακας 45. Οι πτητικές ενώσεις των στραγγιστών γιαουρτιών KK2 και KK8, κατά την 20η ημέρα.

Κατηγορίες ενώσεων	Ενώσεις	KK2 (mg / Kg στραγγιστού γιαουρτιού)	KK8 (mg / Kg στραγγιστού γιαουρτιού)
Αλδεΐδες και κετόνες	Ακεταλδεΐδη	0,024 ^a ± 0,016	0,023 ^a ± 0,015
	Ακετόνη	0,012 ^a ± 0,003	0,016 ^a ± 0,006
	Διακετύλιο	0,098 ^a ± 0,022	0,038 ^b ± 0,010
	2,3-Πεντανεδιόνη	0,0060 ^a ± 0,0024	0,0064 ^a ± 0,0009
	Ακετοΐνη	0,108 ^a ± 0,011	0,132 ^a ± 0,013
Αλκοόλες	Αιθανόλη	0,009 ^a ± 0,008	0,015 ^a ± 0,004
Οξέα	Οξικό οξύ	0,020 ^a ± 0,019	0,026 ^a ± 0,025
	Βουτανοϊκό οξύ	0,0452 ^a ± 0,0006	0,0488 ^a ± 0,0016
	Εξανοϊκό οξύ	0,14 ^a ± 0,03	0,087 ^a ± 0,015
	Οκτανοϊκό οξύ	0,126 ^a ± 0,012	0,057 ^b ± 0,005
	Δεκανοϊκό οξύ	0,017 ^a ± 0,006	0,0063 ^b ± 0,0005

Εστέρες	Οξικός αιθυλεστέρας	$0,0030^a \pm 0,0026$	$0,0034^a \pm 0,0008$
Τερπένια	α-Πινένιο	$0,052^a \pm 0,010$	$0,068^a \pm 0,019$
	Μυρκένιο	$0,0089^a \pm 0,0015$	$0,0080^a \pm 0,0024$
	Λιμονένιο	$0,0031^a \pm 0,0005$	$0,0035^a \pm 0,0014$
	γ-Τερπινένιο	$0,0124^a \pm 0,0020$	$0,013^a \pm 0,004$

Οριζόντια σύγκριση στραγγιστών γιαουρτιών διαφορετικής λιποπεριεκτικότητας. Τα αποτελέσματα εκφράζονται ως Μέσος Όρος $\pm$ Τυπική Απόκλιση, από 3 στραγγιστά γιαούρτια, διαφορετικών ημερομηνιών παραγωγής. Οι μέσοι όροι με διαφορετικούς εκθέτες (a, b) στην ίδια γραμμή δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p < 0,05$). ΚΚ2 = στραγγιστό γιαούρτι ΚΡΙ ΚΡΙ με 2 % λιπαρά, ΚΚ8 = στραγγιστό γιαούρτι ΚΡΙ ΚΡΙ με 8 % λιπαρά.

Στα στραγγιστά γιαούρτια προσδιορίζονται αρκετές χαρακτηριστικές ενώσεις του γιαουρτιού, όπως η ακεταλδεΐδη, η αιθανόλη, η ακετόνη, το οξικό οξύ, το διακετύλιο, η ακετοΐνη, ο οξικός αιθυλεστέρας, η 2,3-πεντανοδιόνη καθώς και τα οξέα, βουτανοϊκό, εξανοϊκό, οκτανοϊκό και δεκανοϊκό. Τα στραγγιστά γιαούρτια, ως προς τη μεταξύ τους συγκέντρωση σχετικά με την πλειοψηφία των προαναφερόμενων ενώσεων φαίνεται να μην παρουσιάζουν αξιοσημείωτη διαφορά, με εξαίρεση το διακετύλιο, το οκτανοϊκό και το δεκανοϊκό οξύ, τα οποία βρίσκονται σε υψηλότερη συγκέντρωση στο ΚΚ2. Επίσης, παρατηρείται, και στα δύο, σε παραπλήσιες συγκεντρώσεις, η ύπαρξη των τερπενικών ενώσεων, α-πινένιο, μυρκένιο, λιμονένιο και γ-τερπινένιο.

Πίνακας 46. Οι πτητικές ενώσεις των στραγγιστών γιαουρτιών Ο2 και Ο8, κατά την 20η ημέρα.

Κατηγορίες ενώσεων	Ενώσεις	Ο2 (mg / Kg στραγγιστού γιαουρτιού)	Ο5 (mg / Kg στραγγιστού γιαουρτιού)
Αλδεΐδες και κετόνες	Ακεταλδεΐδη	$0,018^a \pm 0,003$	$0,025^a \pm 0,022$
	Ακετόνη	$0,017^a \pm 0,004$	$0,0099^a \pm 0,0026$
	Διακετύλιο	$0,032^a \pm 0,008$	$0,0173^b \pm 0,0027$
	2,3-Πεντανοδιόνη	$0,0028^a \pm 0,0025$	$0,0026^a \pm 0,0023$
	Ακετοΐνη	$0,090^a \pm 0,009$	$0,062^b \pm 0,013$
	Εννεανάλη	$0,0030^a \pm 0,0006$	$0,0030^a \pm 0,0026$
Αλκοόλες	Αιθανόλη	$0,033^a \pm 0,016$	$0,05^a \pm 0,03$
Οξέα	Βουτανοϊκό οξύ	$0,025^a \pm 0,012$	$0,0195^a \pm 0,006$
	Εξανοϊκό οξύ	$0,025^a \pm 0,011$	$0,036^a \pm 0,006$
	Οκτανοϊκό οξύ	$0,063^a \pm 0,011$	$0,024^b \pm 0,021$
	Δεκανοϊκό οξύ	$0,013^a \pm 0,005$	$0^b \pm 0$
Εστέρες	Οξικός αιθυλεστέρας	$0,0104^a \pm 0,004$	$0,023^a \pm 0,022$
Τερπένια	α-Πινένιο	$0,0504^a \pm 0,009$	$0,037^a \pm 0,010$
	Μυρκένιο	$0,0085^a \pm 0,0014$	$0,0061^a \pm 0,0023$
	Λιμονένιο	$0,0037^a \pm 0,0008$	$0^b \pm 0$

	γ-Τερπινένιο	0,0128 ^a ± 0,0019	0,0101 ^a ± 0,0028
--	--------------	------------------------------	------------------------------

Οριζόντια σύγκριση δειγμάτων στραγγιστών γιαουρτιών διαφορετικής λιποπεριεκτικότητας. Τα αποτελέσματα εκφράζονται ως Μέσος Όρος ± Τυπική Απόκλιση, από 3 στραγγιστά γιαούρτια, διαφορετικών ημερομηνιών παραγωγής. Οι μέσοι όροι με διαφορετικούς εκθέτες (a, b) στην ίδια γραμμή δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p < 0,05$). O2 = στραγγιστό γιαούρτι ΟΛΥΜΠΟΣ με 2 % λιπαρά, O5 = στραγγιστό γιαούρτι ΟΛΥΜΠΟΣ με 5 % λιπαρά.

Στα στραγγιστά γιαούρτια O2 και O5 ανιχνεύονται αρκετές χαρακτηριστικές ενώσεις του γιαουρτιού, όπως η ακεταλδεΐδη, η αιθανόλη, η ακετόνη, το διακετύλιο, η ακετοΐνη, ο οξικός αιθυλεστέρας, η 2,3-πεντανοδιόνη καθώς και τα οξέα, βουτανοϊκό, εξανοϊκό, οκτανοϊκό και δεκανοϊκό. Τα δύο στραγγιστά γιαούρτια, ως προς τη μεταξύ τους συγκέντρωση, σχετικά με την πλειοψηφία των προαναφερόμενων ενώσεων φαίνεται να μην παρουσιάζουν αξιοσημείωτη διαφορά, με εξαίρεση το διακετύλιο, την ακετοΐνη, το οκτανοϊκό και το δεκανοϊκό οξύ, τα οποία βρίσκονται σε υψηλότερη συγκέντρωση στο O2. Σημαντικό είναι να αναφερθεί, πως και στα δύο, O2 και O5, δεν ανιχνεύεται το οξικό οξύ. Επίσης, εντοπίζονται οι φυτικής προέλευσης τερπενικές ενώσεις, α-πινένιο, μυρκενίο και γ-τερπινένιο, σε κοντινές συγκεντρώσεις. Το λιμονένιο καταγράφεται μόνο στο στραγγιστό γιαούρτι O2.

Συγκεντρωτικά, από όλα τα παραπάνω, συγκρίνοντας τα πτητικά συστατικά των στραγγιστών γιαουρτιών ίδιας εταιρείας αλλά διαφορετικής λιποπεριεκτικότητας, μπορεί να επισημανθεί ότι δεν υπάρχουν ιδιαίτερα μεγάλες διαφοροποιήσεις μεταξύ των προϊόντων διαφορετικών λιπαρών, εκτός από μερικές συγκεκριμένες ενώσεις, όπως το διακετύλιο, η ακετοΐνη, το οκτανοϊκό και το δεκανοϊκό οξύ, καθώς και σε ορισμένες περιπτώσεις τα τερπενικά συστατικά, που όπως φαίνεται κατά κύριο λόγο, ανιχνεύονται σε υψηλότερα ποσοστά στα στραγγιστά γιαούρτια χαμηλότερων λιπαρών. Σύμφωνα με έρευνα των Vagenas & Roussis, 2011 (56) που επικεντρωνόταν στη μελέτη πτητικών ενώσεων που προέρχονται από το λίπος, σε στραγγιστά γιαούρτια με διαφορετικά λιπαρά (8, 2, 0 %) παρατηρήθηκε ότι το προϊόν με τα υψηλότερα λιπαρά εμφάνιζε υψηλή περιεκτικότητα σε οξικό οξύ, ενώ στα υπόλοιπα δεν ήταν ανιχνεύσιμο, διαπιστώθηκε, επίσης, ότι η συγκέντρωση του οκτανοϊκού οξέος, αυξανόταν με μείωση των λιπαρών, το οποίο έρχεται σε συμφωνία με τα παραπάνω.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- Κατά τη διατήρηση των στραγγιστών γιαουρτιών, σε θερμοκρασία ψυγείου:
 - η συναίρεση μειώνεται, στους αρχικούς χρόνους, και στα δύο στραγγιστά γιαούρτια διαφορετικών λιπαρών, ενώ, σε μεταγενέστερους χρόνους, παραμένει σταθερή.
 - η συγκέντρωση πεπτιδίων και αμινοξέων, στο υδατικό εκχύλισμα (μέθοδος Lowry και Bradford), και στα δύο στραγγιστά γιαούρτια διαφορετικών λιπαρών, παρουσιάζει αύξηση.
 - η αντιοξειδωτική δράση, με τη μέθοδο Folin, στο υδατικό εκχύλισμα, και στα δύο στραγγιστά γιαούρτια διαφορετικών λιπαρών, παρουσιάζει αύξηση.
 - η αντιοξειδωτική δράση, στο μεθανολικό εκχύλισμα (μέθοδος αποτίμησης ικανότητας δέσμευσης ρίζας DPPH), και για τα δύο στραγγιστά γιαούρτια διαφορετικών λιπαρών, δεν παρουσιάζει συστηματική μεταβολή.
 - χαρακτηριστικές ενώσεις του γιαουρτιού, όπως η ακεταλδεΐδη, η ακετόνη, το διακετύλιο και η ακετοΐνη, παρουσιάζουν μεταβολές της συγκέντρωσής τους, και ανιχνεύονται και την 60η ημέρα. Τα επίπεδα του βουτανοϊκού, του εξανοϊκού, του οκτανοϊκού και του δεκανοϊκού οξέος, παραμένουν σταθερά κατά τη διατήρηση των γιαουρτιών μέχρι τις 60 ημέρες. Το οξικό οξύ, δεν παρατηρείται στα φρέσκα στραγγιστά γιαούρτια, αλλά σε μεταγενέστερους χρόνους. Η εξανάλη, η 1-πεντανόλη, η οκτανάλη και η εννεανάλη, οι οποίες ανιχνεύονται και στο γάλα, παρουσιάζουν μείωση της συγκέντρωσής τους. Η συγκέντρωση των τερπενικών ενώσεων, α-πινένιο, μυρκενίο και γ-τερπινένιο, όπως και του λιμονένιου μειώνεται με το χρόνο.
- Στα στραγγιστά γιαούρτια διαφορετικής γεωγραφικής προέλευσης (20 ημερών):
 - παρουσιάζονται διαφορές α) στη συναίρεση, β) στη συγκέντρωση των πεπτιδίων και αμινοξέων στο υδατικό εκχύλισμα (μέθοδοι Lowry και Bradford), γ) στην αντιοξειδωτική δράση του υδατικού εκχυλίσματος (μέθοδοι Folin και FRAP), όπως και του μεθανολικού εκχυλίσματος (μέθοδος DPPH). Οι παραπάνω διαφορές μπορούν να αποδοθούν μάλλον σε διαφορές στις τεχνολογίες που εφαρμόζονται, παρά στη γεωγραφική προέλευση του γάλακτος παρασκευής των γιαουρτιών.

- παρουσιάζονται, σε ορισμένες περιπτώσεις, διαφοροποιήσεις στη συγκέντρωση πτητικών ενώσεων χαρακτηριστικών του γιαουρτιού.

Επίσης, στραγγιστά γιαούρτια από την Ήπειρο παρουσίασαν υψηλότερα επίπεδα μυρκενίου και γ-τερπινενίου και χαμηλότερα επίπεδα λιμονενίου. Χρειάζεται περαιτέρω διερεύνηση για πιθανή απόδοση των διαφορών σε τερπενικές ενώσεις σε γεωγραφική προέλευση του γάλακτος παρασκευής των γιαουρτιών.

➤ Στα στραγγιστά γιαούρτια διαφορετικής λιποπεριεκτικότητας:

- τα στραγγιστά γιαούρτια με τα χαμηλότερα λιπαρά παρουσιάζουν υψηλότερη συναίρεση.
- τα στραγγιστά γιαούρτια με τα χαμηλότερα λιπαρά σε σύγκριση με τα στραγγιστά γιαούρτια με υψηλότερα λιπαρά α) παρουσιάζουν υψηλότερη ή παρόμοια συγκέντρωση πεπτιδίων και αμινοξέων, στο υδατικό εκχύλισμα (μέθοδος Lowry και Bradford), και β) δεν παρουσιάζουν συστηματική μεταβολή στην αντιοξειδωτική δράση, στο υδατικό εκχύλισμα (μέθοδοι Folin και Bradford) όπως και στο μεθανολικό εκχύλισμα (μέθοδος DPPH).

4. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Belitz H. D., Grosch W., Schieberle P. Χημεία Τροφίμων, 4η Έκδοση, Εκδόσεις ΤΖΙΟΛΑ, Θεσσαλονίκη, 2012.
2. Kelly A. L., Larsen L. B. Milk biochemistry. In: Improving the Safety and Quality of Milk. Griffiths W. M. (ed), 1st Edition, Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition, UK, 2010.
3. Clare D. A., Swaisgood H. E. Bioactive Milk Peptides: A Prospectus. Journal of Dairy Science, 83, 1187-1195, 2000.
4. Ozrenk E., Inci S. S. The Effect of Seasonal Variation on the Composition of Cow Milk in Van Province. Journal of Nutrition, 7, 161-164, 2008.
5. Park Y. W. (Ed.) Bioactive components in milk and dairy products. Wiley-Blackwell, USA, 2009.
6. Shah N. P. (Ed.). Yogurt in health and disease prevention. Academic Press, United Kingdom, 2017.
7. Li S., Ye A., Singh H. Effects of seasonal variations on the quality of set yogurt, stirred yogurt, and Greek-style yogurt. Journal of Dairy Science, 104, 1424–1432, 2021.
8. Jaoude D. A., Olabi A., Najm N. E. O., Malek A., Saadeh C., Baydoun E., Toufeili I. Chemical composition, mineral content, and cholesterol levels of some regular and reduced-fat white brined cheeses and strained yogurt (Labneh). Dairy Science and Technology, 90, 699-706, 2010.
9. Chandan R. C., Role of Milk and Dairy Foods in Nutrition and Health. In: Dairy Processing and Quality Assurance. Chandan R. C., Kilara A., Shah N. P., Second Edition, Wiley-Blackwell, USA, 2016.
10. Prentice M. A. Dairy products in global public health. The American Journal of Clinical Nutrition, 99, 1212S-1216S, 2014.
11. Morelli L. Yogurt, living cultures, and gut health. The American Journal of Clinical Nutrition, 99, 1248S-1250S, 2014.
12. Sluijs I., Forouhi N. G., Beulens J. W., van der Schouw Y. T., Agnoli C., Arriola L., Balkau B., Barricarte A., Boeing H., Bueno-de-Mesquita H. B. et al. InterAct Consortium. The amount and type of dairy product intake and incident type 2 diabetes: results from the EPIC-InterAct Study. The American Journal of Clinical Nutrition, 96, 382–390, 2012.
13. Re L., Turnbaugh P. J., Klein S., Gordon J. Microbial ecology: human gut microbes associated with obesity. Nature, 444, 1022–1023, 2006

14. Chen M., Pan A., Malik V. S., Hu F. B. Effects of dairy intake on body weight and fat: a meta-analysis of randomized controlled trials. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 96, 735–747, 2012.
15. Jacques F. P., Wang H. Yogurt, and weight management. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 99, 1229S–1234S, 2014.
16. Zemel M. B. The role of dairy foods in weight management. *Journal of the American College of Nutrition*, 24, 537S–546S, 2005.
17. Astrup A. Yogurt and dairy product consumption to prevent cardiometabolic diseases: epidemiologic and experimental studies. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 99, 1235S–1242S, 2014.
18. Soedamah-Muthu S. S., Verberne L. D., Ding E. L., Engberink M. F., Geleijnse J. M. Dairy consumption and incidence of hypertension: a dose-response meta-analysis of prospective cohort studies. *Hypertension*, 60, 1131–1137, 2012.
19. Ralston R. A., Lee J. H., Truby H., Palermo C. E., Walker K. Z. A systematic review and meta-analysis of elevated blood pressure and consumption of dairy foods. *Journal of Human Hypertension*, 26, 3–13, 2012.
20. Fernandez M. A., Picard-Deland É., Le Barz, M., Daniel N., Marette, A. Yogurt and Health. In: *Fermented Foods in Health and Disease Prevention*, Frias J. Martinez-Villaluenga C., Peñas E. (Ed.), Elsevier, London, UK, 2017.
21. Murphy N., Norat T., Ferrari P., Jenab M., Bueno-de-Mesquita B., Skeie G., et al. Consumption of Dairy Products and Colorectal Cancer in the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC). *PLOS ONE*, 8(9), 2013.
22. Pala V., Sieri S., Berrino F., Vineis P., Sacerdote C., Palli D., Masala G., Panico S., Mattiello A., Tumino R., Giurdanella C. M., Agnoli C., Gioni S., Krogh V. Yogurt consumption and risk of colorectal cancer in the Italian European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition cohort. *International Journal of Cancer*, 129, 2712–2719, 2011.
23. Kolawole Banwo, Ayoyinka Olufunke Olojede, Adekemi Titilayo Adesulu-Dahunsi, Deepak Kumar Verma, Mamta Thakur, Soubhagya Tripathy, Smita Singh, Ami R. Patel, Alok Kumar Gupta, Cristobal Noe Aguilar, Gemilang Lara Utama. Functional importance of bioactive compounds of foods with Potential Health Benefits: A review on recent trends. *Food Bioscience*, 43, 2021.
24. Korhonen H. Milk-derived bioactive peptides: From science to applications. *Journal of Functional Foods*, 1, 177-187, 2009.
25. German J. B., Dillard J. C., Ward E. R. Bioactive components in milk. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*, 5, 653-658, 2002.

26. Madureira A. R., Pereira C. I., Gomes A. M. P., Pintado M. E., Xavier Malcata, F. Bovine whey proteins – Overview on their main biological properties. *Food Research International*, 40, 1197–1211, 2007.
27. Pihlanto A. Antioxidative peptides derived from milk proteins. *International Dairy Journal*, 16, 1306–1314, 2006.
28. Floris R., Recio I., Berkhout B., Visser S. Antibacterial and Antiviral Effects of Milk Proteins and Derivatives Thereof. *Current Pharmaceutical Design*, 9, 1257–1275, 2003.
29. Silva S. V., Malcata F. X. Caseins as source of bioactive peptides. *International Dairy Journal*, 15, 1–15, 2005.
30. López-Fandiño R., Otte J., van Camp J. Physiological, chemical, and technological aspects of milk-protein-derived peptides with antihypertensive and ACE-inhibitory activity. *International Dairy Journal*, 16, 1277–1293, 2006.
31. López Expósito I., Recio, I. Antibacterial activity of peptides and folding variants from milk proteins. *International Dairy Journal*, 16(11), 1294–1305, 2006.
32. Zimeck M., Kruzel L. M. Milk-derived proteins and peptides of potential therapeutic and nutritive value. *Journal of Experimental Therapeutics and Oncology*, 6, 89-106, 2007
33. Chatterton D. E. W., Smithers G., Roupas P., Brodkorb, A. Bioactivity of β -lactoglobulin and α -lactalbumin—Technological implications for processing. *International Dairy Journal*, 16, 1229–1240, 2006.
34. Korhonen H., Marnila P., Gill H. S. Bovine milk antibodies for health. *British Journal of Nutrition*, 84, 135-146, 2000.
35. Pan Y., Rowney M., Guo P., Hobman P. Biological properties of lactoferrin: an overview. *Australian Journal of Dairy Technology*, 62, 31-42, 2007.
36. Wakabayashi H., Yamauchi K., Takase M. Lactoferrin research, technology, and applications. *International Dairy Journal*, 16, 1241–1251, 2006.
37. Seifu E., Buys E. M., Donkin E. F. Significance of the lactoperoxidase system in the dairy industry and its potential applications: a review. *Trends in Food Science & Technology*, 16, 137–154, 2005.
38. Collomb M., Schmid A., Sieber R., Wechsler D., Ryhänen E L. Conjugated linoleic acids in milk fat: Variation and physiological effects. *International Dairy Journal*, 16, 1347 – 1361, 2006.
39. Larsson S. C., Bergkvist L., Wolk A. High-fat dairy food and conjugated linoleic acid intakes in relation to colorectal cancer incidence in the Swedish Mammography Cohort. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 82, 894–900, 2005.

40. Larsen T. M., Toubro S., Astrup A. Efficacy, and safety of dietary supplements containing CLA for the treatment of obesity: TABLE 1. *Journal of Lipid Research*, 44, 2234–2241, 2003.
41. Spitsberg V. L. Invited Review: Bovine Milk Fat Globule Membrane as a Potential Nutraceutical. *Journal of Dairy Science*, 88, 2289–2294, 2005.
42. Poppitt S. D. Cow's Milk and Dairy Consumption: Is There Now Consensus for Cardiometabolic Health? *Frontiers in Nutrition*, 7, 2020.
43. Rombaut R., Dewettinck K. Properties, analysis, and purification of milk polar lipids. *International Dairy Journal*, 16, 1362–1373, 2006.
44. Grażyna C., Hanna C., Adam A., Magdalena B. M. Natural antioxidants in milk and dairy products. *International Journal of Dairy Technology*, 70, 165–178, 2017.
45. German J. B. and Dillard C. J. Composition, structure, and absorption of milk lipids: a source of energy, fat-soluble nutrients, and bioactive molecules. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 46 57–92, 2006.
46. Pouliot Y., Gauthier S. F. Milk growth factors as health products: Some technological aspects. *International Dairy Journal*, 16, 1415–1420, 2006.
47. Chandan R.C. Functional properties of milk constituents. In: *Handbook of Food Products Manufacturing*. Hui Y.H., Chandan R.C., Clark S., Cross N., Dobbs J., Hurst W.J., Nollet L. M. L., Shmoni E., Sinha N., Smith E.B., Surapat, S., Tichenal A., Toldra F. (Ed.), Volume 1, John Wiley & Sons, New York, NY, 2007.
48. Chandan R. C., Shah N. P. Functional foods, and disease prevention. In: *Manufacturing Yogurt and Fermented Milks*. Chandan R.C., Kilara, A. (Ed.), Wiley-Blackwell, Oxford, UK, 2013.
49. Cummings J. H., Macfarlane G. T., Englyst H. N. Prebiotic digestion and fermentation. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 73, 2001.
50. Nongonierma A. B., O'Keeffe M. B., FitzGerald, R. J. Milk Protein Hydrolysates and Bioactive Peptides. In: *Advanced Dairy Chemistry: Volume 1B: Proteins: Applied Aspects*. McSweeney L. H. P., O'Mahony A. J. (Ed.), 4th Edition, Springer, New York, 2016.
51. Fitzgerald R. J., Murray B. A. Bioactive peptides, and lactic fermentations. *International Journal of Dairy Technology*, 59, 118–125, 2006.
52. Beermann C., Hartung, J. Physiological properties of milk ingredients released by fermentation. *Food & Function*, 4, 185–199, 2013.
53. Boylston T. D., Beitz, D. C. Conjugated linoleic acid and fatty acid composition of yogurt produced from milk of cows fed soy oil and conjugated linoleic acid. *Journal of Food Science*, 67, 1973–1978, 2002.

54. Rodríguez-Alcalá L. M., Fontecha J. Hot topic: fatty acid and conjugated linoleic acid (CLA) isomer composition of commercial CLA-fortified dairy products: evaluation after processing and storage. *Journal of Dairy Science*, 90, 2083–2090, 2007.
55. Toso B., Procida G, Stefanon B. Determination of volatile compounds in cows' milk using headspace GC-MS. *Journal of Dairy Research*, 69, 569–577, 2002.
56. Vagenas G., Roussis G. I. Fat-derived volatiles of various products of cows', ewes', and goats' milk. *International Journal of Food Properties*, 1-18, 2011.
57. Karatapanis A. E., Badeka A. V., Riganakos K. A., Savvaidis I. N., Kontominas M. G. Changes in flavour volatiles of whole pasteurized milk as affected by packaging material and storage time. *International Dairy Journal*, 16, 750–761, 2006.
58. Mu S., Stieger M., Boesveldt S. Olfactory discrimination of fat content in milks is facilitated by differences in volatile compound composition rather than odor intensity. *Food Chemistry*, 393, 2022.
59. Cheng H. Volatile Flavor Compounds in Yogurt: A Review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 50, 938-950, 2010.
60. Kaminarides S., Stamou P., Massouras, T. Comparison of the characteristics of set type yoghurt made from ovine milk of different fat content. *International Journal of Food Science & Technology*, 42, 1019–1028, 2007.
61. Costa F. M., Pimentel C. T., Guimaraes T. J., Balthazar F. C., Rocha S. R., Cavalcanti N. R., Esmerino A. E., Freitas Q. M., Raices S. L. R., Silva C. M., Cruz G. A. Impact of prebiotics on the rheological characteristics and volatile compounds of Greek yogurt. *LWT - Food Science and Technology*, 105, 371–376, 2019.
62. Dan T., Wang D., Jin R. L., Zhang H. P., Zhou T. T., Sun T. S. Characterization of volatile compounds in fermented milk using solid-phase microextraction methods coupled with gas chromatography-mass spectrometry. *Journal of Dairy Science*, 100, 2488–2500, 2017.
63. Routray W., Mishra H. N. Scientific and technical aspects of yogurt aroma and taste: A review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 10, 208–220, 2011.
64. Tyl C., Sadler G. D. pH and Titratable Acidity. In: *Food Analysis*. Nielsen S. S. (ed.), Springer, New York, 2017.
65. Hinton C. L., Macara T. The determination of aldose sugars by means of chloramine T, with special reference to the analysis of milk products. *The Analyst*, 52, 668–688, 1927.
66. O'Connor C. B. *ILRI Training Manual 1: Rural Dairy Technology*. International Livestock Research Institute, 1995.

67. Boci I., Bardhi G., Cakraj R. Total solids and fat determination in milk; Interlaboratory testing. *Albanian Journal of Agricultural Sciences*, 12, 2013.
68. Amamcharla K. J., Metzger E. L. Modification of the ferric reducing antioxidant power (FRAP) assay to determine the susceptibility of raw milk to oxidation. *International Dairy Journal*, 34, 177-179, 2014.
69. Waterborg J. H. The Lowry Method for Protein Quantitation. In: *The Protein Protocols Handbook*. Walker J. M. (Ed.), Third Edition, Humana Press Inc, Totowa, New Jersey, 2009.
70. Krohn, R. I. The Colorimetric Detection and Quantitation of Total Protein. *Current Protocols in Toxicology*, 2005.
71. Kruger N. J. The Bradford Method for Protein Quantitation. In: *The Protein Protocols Handbook*. Walker J. M. (ed.), Second Edition, Humana Press Inc, Totowa, New Jersey, 2002.
72. Carlsson N., Borde A., Wölfel S., Åkerman B., Larsson A. Quantification of protein concentration by the Bradford method in the presence of pharmaceutical polymers. *Analytical Biochemistry*, 411, 116-121, 2011.
73. Liang Q. Q., Li Y. S. A rapid and accurate method for determining protein content in dairy products based on asynchronous-injection alternating merging zone flow-injection spectrophotometry. *Food Chemistry*, 141, 2479-2485, 2013.
74. Cicco N., Lanorte T. M., Paraggio M., Viggiano M., Lattanzio V. A reproducible, rapid, and inexpensive Folin–Ciocalteu micro-method in determining phenolics of plant methanol extracts. *Microchemical Journal*, 91, 107–110, 2009.
75. Zhong Y., Shahidi F., Methods for the assessment of antioxidant activity in foods. In: *Handbook of Antioxidants for Food Preservation*. Shahidi F. (Ed.), 1st Edition, Woodhead Publishing, 2015.
76. Bancuta O. R., Chilian A., Bancuta I., Ion R. M., Setnescu R., Setnescu T., Gheboianu A. Improvement of spectrophotometric method for determination of phenolic compounds by statistical investigations. *Romanian Journal of Physics*, 61, 1255-1264, 2016.
77. Santos C. M. M., Silva A. M. S. The Antioxidant Activity of Prenylflavonoids. *Molecules*, 25, 696, 2020.
78. Munteanu I. G., Apetrei C. Analytical Methods Used in Determining Antioxidant Activity: A Review. *International Journal of Molecular Sciences*, 22, 3380, 2021.
79. Pawliszyn J. Theory of Solid-Phase Microextraction. In: *Handbook of Solid Phase Microextraction*. Pawliszyn J. (Ed.), 1st Edition, Elsevier, London, UK, 2012.

80. Kudlejova L., Risticovic S., Vuckovic D. Solid-Phase Microextraction Method Development. In: Handbook of Solid Phase Microextraction. Pawliszyn J. (Ed.), 1st Edition, Elsevier, London, UK, 2012.
81. Balasubramanian S., Panigrahi S. Solid-Phase Microextraction (SPME) Techniques for Quality Characterization of Food Products: A Review. Food and Bioprocess Technology, 4, 1–26, 2011.
82. Ruiz-Matute A.I., Rodriguez-Sanchez S., Sanz M. L., Soria A. C. Chromatographic Technique: Gas Chromatography (GC). In: Modern Techniques for Food Authentication. Sun D.-W. (Ed.), 2nd Edition, Elsevier, London, UK, 2018.
83. IDF - International Dairy Federation. Determination of titratable acidity. 86, 25-29, 2010.
84. IDF - International Dairy Federation. Determination of fat content - Gerber butyrometers. 105, 1-14, 2008.
85. Pyne G. T. The determination of milk-proteins by formaldehyde titration. Biochemical Journal, 26, 1006–1014, 1932.
86. AOAC - Association of Official Analytical Chemists. Solid (total) in milk – By direct forced air oven drying. Official Method 990.20-1993, 1993.
87. Hadjipanayiotou M. Composition of ewe, goat and cow milk and of colostrum of ewes and goats. Small Ruminant Research, 18, 255-262, 1995.
88. Mal G., Singh B., Mane B. G., Sharma V., Sharma R., Bhar R., Dhar J. B. Milk composition, antioxidant activities and protein profile of Gaddi goat milk. Journal of Food Biochemistry, 42, 2018.
89. Norberto A. P., Marmentini R. P., Carvahlo P. H., Campagnollo F. B., Takeda H. H., Alberte T. M., Rocha R. S., Gruz A. G., Alvarenga V. O., Santana A. S. Impact of partial and total replacement of milk by water-soluble soybean extract on fermentation and growth parameters of kefir microorganisms. LWT - Food Science and Technology, 93, 491-498, 2018.
90. Aloğlu H.Ş., Öner Z. Determination of antioxidant activity of bioactive peptide fractions obtained from yogurt. Journal of Dairy Science, 94, 5305-5314, 2011.
91. Muniandy P., Shori A. B., Baba A. S. Influence of green, white, and black tea addition on the antioxidant activity of probiotic yogurt during refrigerated storage. Food Packaging and Shelf life, 8, 1–8, 2016.
92. Feng C., Wang B., Zhao A., Wei L., Shao Y., Wang Y., Cao B., Zhang F. Quality characteristics and antioxidant activities of goat milk yogurt with added jujube pulp. Food Chemistry, 277, 238-245, 2019.

93. Amamcharla J. K., Metzger L. E. Modification of the ferric reducing antioxidant power (FRAP) assay to determine the susceptibility of raw milk to oxidation. *International Dairy Journal*, 34, 177-179, 2014.
94. IDF - International Dairy Federation. Yogurt - Determination of total solids content. 151, 1-7, 2005.
95. Ezeonu C. S., Tatah V. S., Nwokwu C. D., Jackson S. M.. Quantification of Physicochemical Components in Yoghurts from Coconut, Tiger Nut and Fresh Cow Milk. *Advances in biotechnology and Microbiology*, 1, 2016.
96. Wang X., Kristo E., LaPointe G. Adding apple pomace as a functional ingredient in stirred-type yogurt and yogurt drinks. *Food Hydrocolloids*, 100, 2020.
97. Costa M. P., Silva Frasao B., Costa Lima B. R. C., Rodrigues B. L., Conte Junior C. A. Simultaneous analysis of carbohydrates and organic acids by HPLC-DAD-RI for monitoring goat's milk yogurts fermentation. *Talanta*, 152, 162-170, 2016.
98. Park W. Y. Goat Milk - Chemistry and Nutrition. In: *Handbook of Milk of Non-Bovine Mammals*. Park W. Y., Haenlein F. W. (Ed.), Blackwell Publishers, USA, 2006.
99. Nergiz C., Seçkin K. A. The losses of nutrients during the production of strained (Torba) yoghurt. *Food Chemistry*, 61, 13–16, 1998.
100. Apostolidis E., Kwon Y. I., Ghaedian R., Shetty K. Fermentation of milk and soymilk by *Lactobacillus acidophilus* enhances functionality for potential dietary management of hyperglycemia and hypertension. *Food Biotechnology*, 21, 217–236, 2007.
101. Viallon, C., Verdier-Metz, I., Denoyer, C., Pradel, P., Coulon, J. B. & Berdague J. L. Desorbed terpenes and sesquiterpenes from forages and cheese. *Journal of Dairy Research*, 66, 319–326, 1999.
102. Rahmawati I. S., Suntornsuk W. Effects of Fermentation and Storage on Bioactive Activities in Milks and Yoghurts. *Procedia Chemistry*, 18, 53 – 62, 2016.
103. Guénard-Lampron V., Villeneuve S., St-Gelais D., Turgeon, S. L. Relationship between smoothing temperature, storage time, syneresis and rheological properties of stirred yogurt. *International Dairy Journal*, 109, 104742, 2020.
104. Madhu A. N., Amrutha N., Prapulla S. G. Characterization and Antioxidant Property of Probiotic and Synbiotic Yogurts. *Probiotics and Antimicrobial Proteins*, 4, 90–97, 2012.
105. Sarwar A., Al-Dalali S., Aziz T., Yang Z., Din J. U., Khan A. A., Daudzai Z., Syed Q., Nelofer R., Qazi N. U., Jian Z., Dablood S. A. Effect of Chilled Storage on Antioxidant Capacities and Volatile Flavors of Synbiotic Yogurt Made with Probiotic

- Yeast *Saccharomyces boulardii* CNCM I-745 in Combination with Inulin. *J. Fungi*, 8, 713, 2022.
106. Serafeimidou A., Zlatanov S., Laskaridis K., Sagredos A. Chemical characteristics, fatty acid composition and conjugated linoleic acid (CLA) content of traditional Greek yogurts. *Food Chemistry*, 134, 1839–1846. 2012.
107. Atamian S., Olabi A., Baghdadi O. K., Toufeili I. The characterization of the physicochemical and sensory properties of full-fat, reduced-fat and low-fat bovine, caprine, and ovine Greek yogurt (Labneh). *Food Science & Nutrition*, 2, 164– 173, 2014.
108. Papadaki, E., Roussis, I. G. Assessment of Antioxidant and Scavenging Activities of Various Yogurts Using Different Sample Preparation Procedures. *Applied Sciences*, 12, 9283, 2022.
109. Kim S. Y., Hyeonbin O., Lee P., Kim Y. S. The quality characteristics, antioxidant activity, and sensory evaluation of reduced-fat yogurt and nonfat yogurt supplemented with basil seed gum as a fat substitute. *Journal of Dairy Science*, 103, 1324-1336, 2019.