



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Προσθήκη Εκχυλίσματος Φυτού *Cistus creticus* για την
Παρασκευή Επιδόρπιου Γιαουρτιού: Μελέτη Συντηρησιμότητας
και Φυσικοχημικών Παραμέτρων

Addition of *Cistus creticus* Plant Extract for the Preparation of
Yogurt Dessert: Study of Maintainability and Physicochemical
Parameters



ΚΩΤΣΟΓΙΑΝΝΗ ΝΙΚΟΛΕΤΑ

ΑΜ:2819058

ΜΑΚΡΗ ΑΝΑΣΤΑΣΙΑ

ΑΜ:2819096

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΑΘΑΝΑΣΙΑΔΗΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ

ΚΑΡΔΙΤΣΑ 2024

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θεωρούμε υποχρέωσή μας να εκφράσουμε τις θερμές μας ευχαριστίες στον επιβλέποντα μεταδιδακτορικό ερευνητή κύριο Αθανασιάδη Βασίλειο, για την εμπιστοσύνη που μας έδειξε για την ανάθεση της παρούσας πτυχιακής εργασίας. Όπως και για την αμέριστη και πολύτιμη βοήθεια του κυρίου Παλαιογιάννη Δημήτριου, που καθ' όλη την διάρκεια της εκπόνησης της ήταν δίπλα μας, διαφωτίζοντας μας με τις υπάρχουσες γνώσεις και καθοδηγώντας μας.

Τέλος, οφείλουμε να αφιερώσουμε τη διπλωματική μας εργασία στις οικογένειές μας, που μας στήριζαν και βρίσκονταν εκεί για εμάς όλα τα χρόνια των σπουδών μας μέχρι και το τέλος τους στο Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το γιαούρτι είναι ευρέως γνωστό για τις ιδιότητες που προσφέρει στον ανθρώπινο οργανισμό και είναι παγκοσμίως διαδεδομένο. Χωρίζεται σε αρκετές κατηγορίες σύμφωνα με τον τρόπο παρασκευής του καθώς και το είδος του γάλακτος που χρησιμοποιείται. Είναι ευρεία η χρήση του κυρίως στην βιομηχανία τροφίμων, ιδιαίτερα στην χώρα την οποία κατοικούμε. Μεγάλη αύξηση και ζήτηση έχει παρατηρηθεί σε ειδική κατηγορία του γιαουρτιού και είναι εκείνη του επιδόρπιου γιαουρτιού. Αυτό γίνεται επειδή μπορεί να γίνει προσθήκη πολλών συστατικών όπως φρούτων ή διαφόρων εκχυλισμάτων. Αξίζει να αναφερθεί ότι κατατάσσεται στα λειτουργικά τρόφιμα λόγω των ιδιοτήτων του.

Το Λάβδανο ή αλλιώς με την επιστημονική του ορολογία *Cistus creticus*, εκφύεται κυρίως στην Μεσόγειο καθώς χρειάζεται θερμό κλίμα για να αναπτυχθεί. Είναι πλούσιο με τερπενοειδή, φλαβονοειδή, αγλυκόνες και γλυκοζίτες. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί μέσω της εκχύλισης ή άλλων μεθόδων για την παρασκευή ενός αφεψήματος ή και για την προσθήκη του σε άλλα τρόφιμα, με σκοπό την απόκτηση παραπάνω ιδιοτήτων του παρόντος φυτού.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Προσθήκη Εκχυλίσματος Φυτού *Cistus creticus* για την Παρασκευή Επιδόρπιου
Γιαουρτιού: Μελέτη Συντηρησιμότητας και Φυσικοχημικών Παραμέτρων

Σκοπός της παρούσας έρευνας είναι η διερεύνηση της βέλτιστης συγκέντρωσης του εκχυλίσματος από το φυτό *C. creticus*, το οποίο χωρίζεται σε τρεις διαφορετικές συγκεντρώσεις των 0,01, 0,05 και 0,1% w/v, αντίστοιχα, και προστίθεται στα επιδόρπια γιαουρτιού που παρασκευάζονται. Παράλληλα ακολουθείται η μελέτη συντηρησιμότητας και φυσικοχημικών παραμέτρων. Αρχικά με την μέθοδο του pH και την βοήθεια του πεχαμέτρου πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις του pH την 1^η, την 10^η και την 21^η ημέρα, όπως και σε όλες τις υπόλοιπες μεθόδους που χρησιμοποιήθηκαν κατά την υλοποίηση της μελέτης αυτής. Η χρωματομετρία ήταν μία από εκείνες. Εν συνεχεία, προσδιορίστηκαν οι ολικές πολυφαινόλες των δειγμάτων με την χρήση της μεθόδου των Folin-Ciocalteu, όπως και των ολικών φλαβονοειδών με καμπύλη βαθμονόμησης κερσετίνης. Έπειτα έγινε δοκιμασία αντιοξειδωτικής δύναμης που ανάγει τον σίδηρο, με την μέθοδο FRAP και αξιολόγηση της αντιρριζικής δράσης με την μέθοδο DPPH. Επιπροσθέτως έγινε προσδιορισμός της λακτόζης και του βαθμού συναίρεσης σε δείγματα επιδόρπιου γιαουρτιού όπως και αξιολόγησης της ικανότητας συγκράτησης νερού. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα που προέκυψαν, η συγκέντρωση 0,1% w/v του παρόντος εκχυλίσματος που χρησιμοποιήθηκε, διαπιστώθηκε ότι είναι η καταλληλότερη για των εμπλουτισμό των επιδόρπιων γιαουρτιών. Σημειώθηκε, μάλιστα, σημαντική βελτίωση των φυσικοχημικών χαρακτηριστικών, και πιο συγκεκριμένα η προσθήκη του εκχυλίσματος συνέβαλε στην αύξηση της ικανότητας συγκράτησης νερού του γιαουρτιού και στην ελάττωση του βαθμού συναίρεσης, δημιουργώντας στο τρόφιμο περισσότερη ανθεκτικότητα για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα. Τέλος, ισχυρότερη αντιοξειδωτική δράση εμφανίστηκε στο εμπλουτισμένο γιαούρτι σε αυτή τη συγκέντρωση σε σχέση με άλλα επιδόρπια γιαουρτιού.

Λέξεις Κλειδιά: Λειτουργικό Τρόφιμο, Επιδόρπιο Γιαουρτιού, Λάβδανο, Καινοτόμο προϊόν, Λειτουργικές ιδιότητες, Εκχύλισμα λαβδάνου, αντιοξειδωτικές ιδιότητες

ABSTRACT

Addition of *Cistus creticus* Plant Extract for the Preparation of Yogurt Dessert: Study of Maintainability and Physicochemical Parameters

The aim of the present study is to investigate the optimal concentration of *C. creticus* extract plant, which is divided into three different concentrations of 0.01, 0.05 and 0.1% w/v, respectively, and added to the yoghurt desserts created. At the same time, the study of the maintainability and physicochemical parameters is followed. Firstly, pH measurements were made using the pH method and the pH meter on days 1, 10 and 21, as in all other methods used during the implementation of this study. Colorimetry was one of them. After that, total polyphenols of the samples were determined using the Folin-Ciocalteu method, as well as total flavonoids using a quercetin calibration curve. Subsequently, iron reductive antioxidant power test was performed by FRAP method and evaluation of antioxidant activity by DPPH method. In addition, determination of lactose and coagulation degree in dessert yoghurt samples and evaluation of water holding capacity were carried out. According to the results obtained, the concentration of 0,1% w/v of the present extract used was found to be the most suitable for the enrichment of yoghurt desserts. A significant improvement in the physicochemical characteristics was observed, and in this case the addition of the extract contributed to an increase in the water-holding capacity of the yoghurt and to a change in the degree of syneresis, making the yoghurt more stable for a longer period. Finally, stronger antioxidant activity was found in the enriched yoghurt at this concentration than in other yoghurt desserts.

Keywords: Functional food, Yogurt dessert, *Cistus creticus*, Innovative product, Functional properties, Extract of Cistus Creticus, Antioxidant properties

Περιεχόμενα

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	2
ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	3
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	4
ABSTRACT	5
Περιεχόμενα	6
Περιεχόμενα διαγραμμάτων	8
Περιεχόμενα πινάκων	9
Συνοτομογραφίες	10
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	11
1.2 Ζυμούμενα Τρόφιμα.....	12
1.2.1 Κατηγορίες των κυριότερων ζυμούμενων τροφίμων.....	12
1.2.2 Οφέλη ζυμούμενων τροφίμων.....	13
1.3 Γενικά για τη γιαούρτη	14
1.3.1 Τύποι γιαούρτης.....	14
1.3.2 Είδη γάλακτος.....	15
1.3.3 Συστατικά γιαούρτης	15
1.3.3.1 Καζεΐνες και πρωτεΐνες	16
1.3.4 Οφέλη γιαούρτης	16
1.3.5 Ανάλυση Συνεκτικής γιαούρτης (ή επιδόρπιο γιαούρτης)	17
1.3.6 Παρασκευή συνεκτικής (επιδόρπιου) γιαούρτης	18
1.3.7 Διάγραμμα ροής παρασκευής συνεκτικής γιαούρτης	19
1.4 Γενικά Λειτουργικά Τρόφιμα.....	19
1.4.1 Γιαούρτη ως Λειτουργικό Τρόφιμο	20
1.5 Γενικά για τον Λάβδανο (Cistus Creticus)	22
1.5.1 Φυσικοχημικές Ιδιότητες.....	24
1.5.2 Πολυφαινόλες.....	25
1.5.2.1 Είδη Πολυφαινολών	25
1.5.2.2 Ιδιότητες πολυφαινολών	25
1.5.3 Φλαβονοειδή	26
1.5.3.1 Ταξινόμηση φλαβονοειδών	27
1.5.3.2 Υποκατηγορίες φλαβονοειδών	27
1.5.3.2.1 Φλαβονόλες	28
1.5.3.2.2 Φλαβανόνες	28
1.5.3.2.3 Φλαβόνες	28
1.5.3.2.4 Ανθοκυαννίνες.....	28
1.5.3.2.5 Ισοφλαβόνες	28
1.5.3.3 Δράσεις φλαβονοειδών	29

1.5.4 Παραλαβή εκχυλίσματος.....	30
2. Υλικά και Μέθοδοι	31
2.1 Εξοπλισμός και χημικά αντιδραστήρια	31
2.2 Ποσοτικός προσδιορισμός της περιεκτικότητας σε ολικές πολυφαινόλες (TPC)	33
2.3. Προσδιορισμός της περιεκτικότητας σε ολικά φλαβονοειδή (TFC)	34
2.4 Δοκιμασία αντιοξειδωτικής δύναμης που μειώνει το σίδηρο (FRAP).....	34
2.5 Αξιολόγηση της αντιρριζικής δράσης (DPPH- Assay)	35
2.6 Παρασκευή γιαουρτιού και προκαταρκτική αισθητηριακή αξιολόγηση	35
2.7. Προσδιορισμός της λακτόζης σε δείγματα επιδόρπιου γιαουρτιού	36
2.8. Προσδιορισμός του βαθμού συναίρεσης.....	37
2.9. Προσδιορισμός της ικανότητας συγκράτησης νερού	38
2.10 Χρωματομετρία	39
2.11 Μέτρηση pH	41
2.12. Στατιστική ανάλυση.....	42
3. Αποτελέσματα και συζήτηση.....	43
3.1. Ανάλυση των εμπλουτισμένων δειγμάτων γιαουρτιού.....	43
3.2 Οργανοληπτικός έλεγχος	47
4. Συμπεράσματα	47
Αναφορές.....	48

Περιεχόμενα διαγραμμάτων

Figure 1: Ζυμούμενα τρόφιμα : μύρα ,τυρί ,κρασί	13
Figure 2 : Ζυμούμενα λαχανικά (τουρσί)	13
Figure 3 : Θεραπευτικές επιδράσεις των γαλακτοκομικών προϊόντων που έχουν υποστεί ζύμωση (προβιοτικά)	17
Figure 4 :Διάγραμμα ροής Παρασκευής συνεκτικής γιαούρτης ή επιδορπίου	19
Figure 5 : Cistus creticus L.....	22
Figure 6 : Μερικά από είδη του Cistus και οι χώρες προέλευσης	23
Figure 7: Γεωγραφική προέλευση των πληθυσμών του Cistus (google earth, March 2020).....	24
Figure 8: Κατηγορίες και υποκατηγορίες φλαβονοειδών	27
Figure 9 : Προσδιορισμός Φλαβονοειδών	34
Figure 10 : Μέθοδος Montgomery	37
Figure 11: Πειραματική διαδικασία συναίρεσης (πριν και μετά τις 24 ώρες αντίστοιχα).....	38
Figure 12: Φυγοκέντρηση δειγμάτων	39
Figure 13 : Τοποθέτηση δείγματος στο χρωματόμετρο.....	40
Figure 14 : Χρωματικός χώρος CIE Lab	40
Figure 15 : Πεχάμετρο και διαδικασία μέτρησης	41
Figure 16 : διάγραμμα συναίρεσης.....	45
Figure 17: διάγραμμα WHC	46
Figure 18: Διάγραμμα λακτόζης.....	46
Figure 19: Διάγραμμα pH.....	47

Περιεχόμενα πινάκων

Πίνακας 1 : Αποδόσεις εκχύλισης και αντιοξειδωτικά χαρακτηριστικά του υδάτινου βέλτιστου εκχυλίσματος C. **Error! Bookmark not defined.**42

Πίνακας 2: Φυτικοχημικές ιδιότητες γιαουρτιού εμπλουτισμένο με ξηρό εκχύλισμα C. Creticus σε διαφορετικές συγκεντρώσεις. **Error! Bookmark not defined.**43

Συντομογραφίες

- ΦΕΚ: Εφημερίδα της Κυβέρνησης
- *RNIs: Reference Nutrient Intakes*
- *BChE: Butyrylcholinesterase / Βουτυρυλοχολινεστεράση*
- *AAR: αντιρριζική δράση*

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Την σημερινή εποχή έχει παρατηρηθεί μια διαρκώς αυξανόμενη ζήτηση ως προς τα γαλακτοκομικά προϊόντα και ιδιαίτερα εκείνα του γιαουρτιού. Ένα από αυτά τα είδη που θεωρείται και το πιο δημοφιλές είναι εκείνο του επιδόρπιου, που παρασκευάζεται μέσω βακτηριακής ζύμωσης του γάλακτος. Πρόκειται για ένα πολύ αγαπητό προϊόν, λόγω της ευχάριστης γεύσης του, αλλά και των πλεονεκτημάτων του στην υγεία. Είναι πλούσιο σε ασβέστιο, βιταμίνες του συμπλέγματος Β, ριβοφλαμίνη Β2 και ιδιαίτερα με βιταμίνη Β12. Επίσης περιέχει εντυπωσιακή ποσότητα πρωτεΐνης. Σύμφωνα με τη μεσογειακή διατροφή είναι σημαντικό να καταναλώνεται καθημερινά ως συνοδευτικό κυρίου γεύματος είτε ως ένα ενδιάμεσο γεύμα. (Brianna Elliott, Lacey Ramburger, 2023)

Η γιαούρτη θεωρείται λειτουργικό τρόφιμο και μάλιστα ανήκει στην κατηγορία των φυσικών, καθώς οι ιδιότητες που έχει αποκτούνται μέσω της επεξεργασίας τους με την βοήθεια των προβιοτικών βακτηρίων. (Κυρανάς Ε. , 2023)

Η εκχύλιση είναι μία φυσική μέθοδος διαχωρισμού διαφόρων μιγμάτων, δηλαδή η μεταφορά του δείγματος από μία οποιαδήποτε μορφή σε υγρή κατάσταση. Γίνεται χρήση της σε πολλές περιπτώσεις, ιδιαίτερα στον εμπλουτισμό τροφίμων με ουσίες βοηθητικές για τον οργανισμό του ανθρώπου ή ορισμένα επιθυμητά χαρακτηριστικά.

Το λάβδανο ,επιστημονικά γνωστό ως *Cistus creticus*, αποτελεί φυτό που απαντάται κυρίως στις Μεσογειακές χώρες και σε θερμές περιοχές. Ανήκει μάλιστα στην οικογένεια των *Cristaceae*, αποτελεί ανθεκτικό φυτό και φυτρώνει πάνω σε θαμνώδη μέρη, βράχους, ξηρούς λόφους έως και χίλια μέτρα. Χαρακτηριστικό του χρώμα αποτελεί το ροζ ή το λευκό. Το φυτό αυτό έχει αποδειχθεί μέσω αρκετών μελετών ότι παρουσιάζει φαρμακευτικές ιδιότητες που μπορούν να βοηθήσουν στην καλή λειτουργία του ανθρώπινου οργανισμού.

Με την πραγματοποίηση της προσθήκης εκχυλίσματος λαβδάνου σε παραδοσιακό γιαούρτι και την μετατροπή του σε επιδόρπιο γιαουρτιού -λόγω της προαναφερθείσας διαδικασίας- σκοπός αποτελεί η παρατήρηση των οργανοληπτικών και φυσικοχημικών του χαρακτηριστικών, καθώς τυχόν αλλαγών και των συνέπειών του στον καταναλωτή.

- 5) Ζυμούμενα Σιτηρά : Μπύρα , Σάλτσα Σόγιας, κβας (*knass* = ζυμωμένο ελαφρώς αλκοολούχο ποτό που γίνεται από μαύρη σίκαλη ή ψωμί σικάλεως), ψωμί με προζύμι



Figure 1: Ζυμούμενα τρόφιμα : μπύρα ,τυρί ,κρασί



Figure 2 : Ζυμούμενα λαχανικά (τουρσί)

1.2.2 Οφέλη ζυμούμενων τροφίμων

Τα τρόφιμα που έχουν υποστεί ζύμωση θεωρούνται λειτουργικά τρόφιμα λόγω των πιθανών πλεονεκτημάτων τους για την υγεία. Μάλιστα, οι ευεργετικές αυτές επιδράσεις που παρουσιάζουν είναι η μείωση των επιπέδων χοληστερόλης στο αίμα, η προστασία από παθογόνους μικροοργανισμούς, την καρκινογένεση, την οστεοπόρωση, τον διαβήτη, την παχυσαρκία, τις αλλεργίες και την αθηροσκλήρωση. Επιπλέον, τα ζυμούμενα τρόφιμα μπορούν να καταπραΰνουν τα συμπτώματα της δυσανεξίας στη λακτόζη και να βελτιώσουν την πέψη καθώς τα προβιοτικά που παράγονται κατά την ζύμωση βοηθούν στην αποκατάσταση της φυσικής ισορροπίας των βακτηρίων του

εντέρου μειώνοντας έτσι συμπτώματα όπως διάρροια, δυσκοιλιότητα και αέρια. Ενισχύουν ακόμη το ανοσοποιητικό σύστημα και την καρδιακή λειτουργία .

1.3 Γενικά για τη γιαούρτη

Ως γιαούρτη, σύμφωνα με τον κώδικα τροφίμων και ποτών της ελληνικής νομοθεσίας, ορίζεται το γαλακτοκομικό προϊόν το οποίο παράγεται μέσω της διαδικασίας της ζύμωσης και πήξης του γάλακτος, αυτό πραγματοποιείται με τη χρήση υποχρεωτικά καλλιεργειών ή εκκινητών όπως είναι ο *Lactobacillus* και *Thermophilus delbrueckii subsp. , bulgaricus Streptococcus salivarius subsp..* Αυτό γίνεται με σκοπό το τελικό προϊόν να περιέχει τουλάχιστον 10^7 cfu/g προϊόντος μέχρι την ημερομηνία ανάλωσής του (ΦΕΚ 2457/Β/09.08.2016).

Η γιαούρτη είναι ένα από τα πιο διαδεδομένα γαλακτοκομικά προϊόντα ζύμωσης που καταναλώνονται παγκοσμίως, παρουσιάζει ευρεία αποδοχή από τους καταναλωτές λόγω των πλεονεκτημάτων του για την υγεία, πέρα από την κύρια διατροφική του αξία, είναι εύπεπτο με αποτέλεσμα να απορροφάται εύκολα από τον οργανισμό. Επιπλέον έχει ευχάριστη γεύση και θεωρείται γενικά ένα τρόφιμο με υψηλή περιεκτικότητα σε θρεπτικά συστατικά. Συγκεκριμένα, αποτελούν μια εξαιρετική πηγή βιοδιαθέσιμων πρωτεϊνών, πλούσια πηγή ασβεστίου όπως και πηγή προβιοτικών που παρέχουν μια σειρά πλεονεκτημάτων για την υγεία. Καταναλώνεται μάλιστα και ως συνοδευτικό του κυρίως γεύματος ή ως επιπλέον γεύμα κατά τη διάρκεια της ημέρας. Η λέξη «γιαούρτι» πιθανότατα προέρχεται από το τουρκικό «yoğurtmak» που σημαίνει στερεοποιώ (πήξη).

1.3.1 Τύποι γιαούρτης

Λόγω της ραγδαίας αύξησης ζήτησης των προϊόντων γιαούρτης δημιουργήθηκαν διαφόρων ειδών, με στόχο την μέγιστη ευχαρίστηση των καταναλωτών. Τα κυριότερα είδη γιαούρτης που παράγονται στον ελλαδικό χώρο είναι εκείνα της παραδοσιακής γιαούρτης, της συνεκτικής (ή επιδορπίου), της αναμιγμένης (αναδευόμενης), της στραγγισμένης γιαούρτης και άλλων τύπων όπως του επιδορπίου γιαούρτης της γιαούρτης με « προβιοτικά » βακτήρια, της κατεψυγμένης ή παγωμένης, της αφυδατωμένης, της ρευστής, της αεριούχας, της γιαούρτης με μειωμένη λακτόζη και της πόσιμης γιαούρτης.

A. Παραδοσιακή γιαούρτη

Παραδοσιακή είναι η γιαούρτη που παρασκευάζεται από νωπό ή παστεριωμένο γάλα , χωρίς καμία τροποποίηση της φυσικής του σύνθεσης , εκτός από την λιποπεριεκτικότητα . Πραγματοποιείται με την παραδοσιακή μέθοδο με σκοπό να φέρει υμένα (πέτσα) στην επιφάνειά του.

B. Συνεκτική (επιδόρπιο) γιαούρτη

Η συνεκτική γιαούρτη έχει λεία επιφάνεια, συνεκτική και ομοιογενή δομή τόσο σε όλο της τον όγκο όσο και στην επιφάνειά της, ενώ δεν πρέπει να περιέχει ορό γάλακτος.

C. Αναμιγμένη (αναδευόμενη) γιαούρτη

Η αναμιγμένη γιαούρτη παρουσιάζει ημίρρευστη υψηλού ιξώδους μορφή και χαρακτηριστικό αποτελεί η ζύμωση που πραγματοποιείται μέσα σε δεξαμενή, σε σταθερή θερμοκρασία (κατά την επώαση). Υπάρχει η δυνατότητα προσθήκης φρούτων, σταθεροποιητών και αρωματικών όπως και στη συνεκτική γιαούρτη.

D. Στραγγισμένη γιαούρτη

Η στραγγισμένη γιαούρτη παρασκευάζεται από πλήρες γιαούρτη με την διαδικασία απομάκρυνσης (ή αποστράγγισης) του νερού που περιέχεται στο πλήρες. Η περιεκτικότητα της στραγγισμένης γιαούρτης αγελαδινού και πρόβειου είναι σημαντικό να είναι 5% και 8%, αντίστοιχα. Σε περίπτωση που δεν ισχύει το παραπάνω, πρέπει να αναφερθούν τα συστατικά του γιαουρτιού αναλυτικά και το ακριβές ποσοστό των λιπαρών που περιέχονται σε αυτό (Κώδικας Τροφίμων και Ποτών, 2003) . Έχει σφιχτή και κρεμώδη υφή και αυξημένη αναλογία θρεπτικών συστατικών.

1.3.2 Είδη γάλακτος

Για την παρασκευή της γιαούρτης τα κύρια είδη γάλακτος που χρησιμοποιούνται είναι το αγελαδινό, το γίδινο και το πρόβειο.

1.3.3 Συστατικά γιαούρτης

Η γιαούρτη είναι ένα τρόφιμο που χαρακτηρίζεται από υψηλή περιεκτικότητα σε θρεπτικά συστατικά. Περιέχει 0,2 έως 3,8g λίπους, 3 έως 6,5g πρωτεΐνης και 45 έως 122kcal ενέργειας ανά 100g βρώσιμης μερίδας. Είναι μία πλούσια πηγή σε ασβέστιο,

βιταμίνη D (παρουσιάζεται κυρίως στα εμπλουτισμένα γιαούρτια), μαγνήσιο, κάλιο, ψευδάργυρο, Ριβοφλαμίνη (B2) και βιταμίνη B₁₂. Ο βασικότερος υδατάνθρακας στη γιαούρτη είναι η λακτόζη. Είναι ένας δισακχαρίτης που δημιουργείται από την ένωση δύο μονοσακχαριτών, εκείνου της γλυκόζης και της γαλακτόζης. Ο παρών υδατάνθρακας γίνεται ανεκτός από άτομα ευαίσθητα στην λακτόζη λόγω της παρουσίας βιώσιμων βακτηρίων όπως των *Lactobacillus delbrueckii* που είναι υποείδος του *bulgaricus* και *Streptococcus thermophilus*. (Fernandez Melissa Anne, Murette Andre, 2017). Σύμφωνα με την Επιτροπή Ιατρικών Πτυχών της Πολιτικής Τροφίμων (COMA), ένα φλιτζάνι περίπου 245 γραμμάρια γιαούρτι παρέχει το 40% της Πρόσληψης Αναφοράς για το ασβέστιο, το 40% για το φώσφορο, το 10% για το κάλιο, το 10% για τη βιταμίνη Α, το 30% για τη βιταμίνη B2 και τέλος το 60% για τη βιταμίνη B12 για άνδρες και γυναίκες ηλικίας 19 έως και 50 ετών.

1.3.3.1 Καζεΐνες και πρωτεΐνες

Η δυσουλφιδική διασύνδεση μεταξύ μετουσιωμένων πρωτεϊνών ορού γάλακτος και κ-καζεΐνης, καθώς και η συσσώρευση μικκυλίων καζεΐνης στο ισοηλεκτρικό pH της με αλληλοσυνδεόμενο ορό γάλακτος μέσω δεσμού υδρογόνου, δίνουν στο γιαούρτι τη δομή του ως στερεό πήκτωμα (Karam et al., 2013). Συνήθως ζυμώνεται "στη συσκευασία", ένα σετ γιαουρτιού έχει σκληρότερη δομή από άλλους τύπους. Δεν αναμένεται να έχει γλοιώδη υφή και δεν έχει υποστεί μηχανική διέγερση όπως διάτμηση (Wang et al., 2019).

Οι ρεολογικές ιδιότητες του γιαουρτιού, οι οποίες παρέχουν ως σύνδεσμο μεταξύ των μικροσκοπικών και μακροσκοπικών χαρακτηριστικών του, είναι ζωτικής σημασίας για να επηρεάσουν τη διάρκεια ζωής του, την αποδοχή από τους καταναλωτές και την ποιότητα - ιδιαίτερα σε σετ. Σύμφωνα με τους Wang et al. (2019), επηρεάζεται από το είδος και την αναλογία των εγχυόμενων μικροοργανισμών, τη διαδικασία ζύμωσης (θερμοκρασία και διάρκεια), τη σύνθεση του γάλακτος, τη συνολική περιεκτικότητα σε στερεά και τις συνθήκες θερμικής επεξεργασία.

1.3.4 Οφέλη γιαούρτης

Η γιαούρτη αποτελεί μία αρκετά καλή πηγή ιωδίου, το οποίο είναι απαραίτητο για χώρες όπως το Ηνωμένο Βασίλειο, καθώς παρουσιάζεται έλλειψη σε πολλά τρόφιμα που καταναλώνονται καθημερινά. Επιπλέον, έχει παρατηρηθεί ότι τα άτομα τα οποία

καταναλώνουν γιαούρτι παρουσιάζουν χαμηλότερα επίπεδα κυκλοφορούντων λιπιδίων και γλυκόζης, καθώς και μειωμένη συστολική αρτηριακή πίεση και αντίσταση στην ινσουλίνη, συγκριτικά με εκείνους που είναι μη καταναλωτές του. Επιπροσθέτως, η κατανάλωση γιαουρτιού συσχετίστηκε με χαμηλότερο σωματικό βάρος, μικρότερη αναλογία μέσης προς γοφούς, μικρότερη περιφέρεια και χαμηλότερο συνολικό δείκτη μάζας σώματος (ΔΜΣ). Μικροβιακή ποικιλομορφία στο έντερο προάγεται μέσω της κατανάλωσης γιαουρτιών και ενδείκνυται πιο συγκεκριμένα για γαστρεντερικά προβλήματα, όπως φλεγμονώδη νόσο του εντέρου και ασθένεια του ευερέθιστου εντέρου, δυσανεξία στη λακτόζη όπως και ανοσολογική λειτουργία.

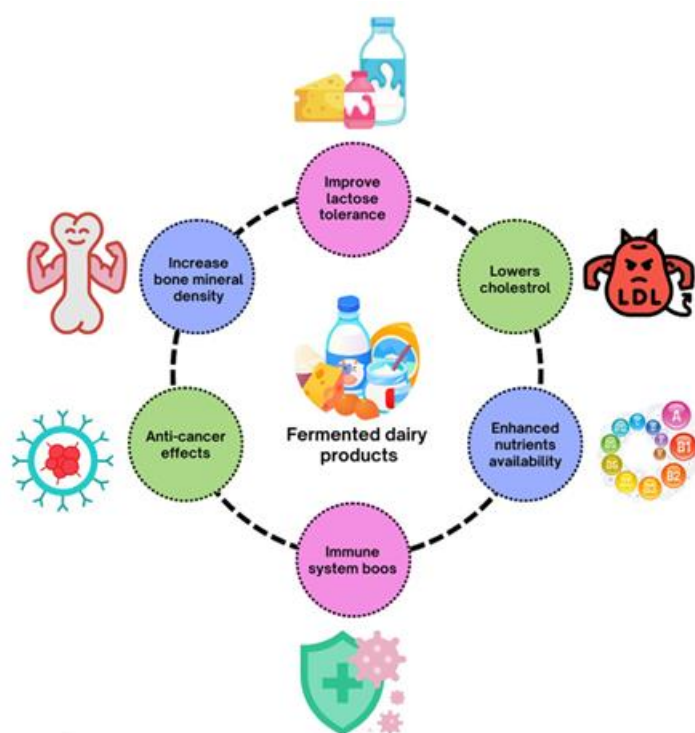


Figure 3 : Θεραπευτικές επιδράσεις των γαλακτοκομικών προϊόντων που έχουν υποστεί ζύμωση (προβιοτικά)

1.3.5 Ανάλυση Συνεκτικής γιαούρτης (ή επιδόρπιο γιαούρτης)

Το είδος της γιαούρτης που απασχολεί την παρούσα διπλωματική διατριβή είναι εκείνο της συνεκτικής γιαούρτης. Ως επιδόρπιο χαρακτηρίζεται το προϊόν το οποίο είναι έτοιμο για βρώση εφόσον παρασκευάζεται από μία ή και περισσότερες κατηγορίες γάλακτος που αναφέρονται στο άρθρο 80 του Κώδικα Τροφίμων και ποτών. Περιέχουν προϊόντα γάλακτος ή και συστατικά όπως πρωτεΐνες γάλακτος, λακτόζη ή και μαγιά γιαουρτιού. Και στις δύο προαναφερθείσες περιπτώσεις είναι απαραίτητο τα προϊόντα γάλακτος ή το γάλα να βρίσκονται σε αναλογία 75% , τουλάχιστον κατά βάρος του τελικού προϊόντος αναγόμενο σε νωπό γάλα. Επιπλέον όταν έχουμε παρουσία

ζαχαρούχων γλυκαντικών υλών, σκόνης κακάο λιποπεριεκτικότητας 10% τουλάχιστον σε βούτυρο κακάο, σοκολάτα, εκχύλισμα καφέ ή χωρίς καφεΐνη, χαρακτηρίζεται ως επιδόρπιο. Τέλος η προσθήκη διαφόρων χυμών φρούτων με ή χωρίς ζάχαρη, τεμάχια φρούτων ζαχαρωμένα ή φρέσκα καθώς και προϊόντα με γλυκαντικές ύλες του άρθρου 131, του Κώδικα Τροφίμων και ποτών. Στο συγκεκριμένο είδος γιαούρτης κατατάσσονται και ροφήματα ή γενικά γαλακτοκομικά προϊόντα με βάση το αρωματισμένο γάλα όπως και τα κατεψυγμένα στην παρασκευή των οποίων έχει χρησιμοποιηθεί ψύξη και διατηρούνται σε πολύ χαμηλές θερμοκρασίες. (Κώδικας Τροφίμων και ποτών, Άρθρο 84)

1.3.6 Παρασκευή συνεκτικής (επιδόρπιου) γιαούρτης

Οι τεχνικές παραγωγής γιαουρτιού παρέμειναν ως επί το πλείστον αμετάβλητες με την πάροδο του χρόνου, παρά τις μικρές βελτιώσεις, κυρίως όσον αφορά τα βακτήρια γαλακτικού οξέος που προκαλούν τη ζύμωση.

Η παραγωγή ξεκινάει με την παραλαβή φρέσκου γάλακτος από τους συνεργαζόμενους παραγωγούς και κατευθύνεται πρώτα στο Τμήμα του Χημείου προκειμένου να πραγματοποιηθεί δειγματοληψία με σκοπό τον έλεγχο των ποιοτικών χαρακτηριστικών του. Αρχικά πραγματοποιείται η θέρμανση του γάλακτος, κατά προτίμηση με κάποια μέθοδο που επιτρέπει τη διατήρησή του σε υψηλή θερμοκρασία για πέντε έως τριάντα λεπτά, με την ακριβή διάρκεια να εξαρτάται από την επιλεγμένη θερμοκρασία. Στο γάλα προστίθεται στη συνέχεια βακτηριακή καλλιέργεια που περιέχει *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* και *Streptococcus thermophilus* ως κυρίαρχους οργανισμούς. Το γάλα επωάζεται στη συνέχεια σε μονάδες υπό συνθήκες που ευνοούν το σχηματισμό λείου, παχύρρευστου πηγματος και την επιθυμητή αρωματική γεύση ή άρωμα. Εάν είναι επιθυμητό, το γάλα ψύχεται και υφίσταται περαιτέρω επεξεργασία, όπως με την προσθήκη φρούτων ή άλλων συστατικών, παστερίωση ή συμπύκνωσή του. Τέλος, το γάλα συσκευάζεται και διανέμεται στους πελάτες σε συνθήκες ψύξης.

1.3.7 Διάγραμμα ροής παρασκευής συνεκτικής γιαούρτης

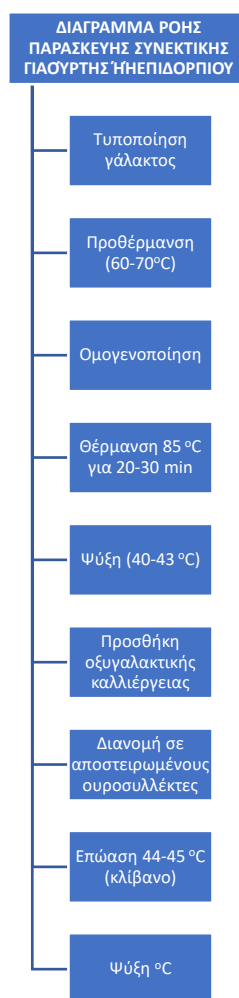


Figure 4 :Διάγραμμα ροής Παρασκευής συνεκτικής γιαούρτης ή επιδορπίου

1.4 Γενικά Λειτουργικά Τρόφιμα

Με βάση τον συγκεκριμένο ορισμό για να χαρακτηριστεί ένα τρόφιμο λειτουργικό είναι απαραίτητο να καταναλώνεται ως τρόφιμο και όχι σε δισκία ή ταμπλέτες. Εκτός από τα παραπάνω, επιβάλλεται να καταναλώνεται ως μέρος της καθημερινής διατροφής και οφείλουν να διακρίνονται από τις βιταμίνες, τα μέταλλα και άλλα διαιτητικά πρόσθετα (ΚΟΥΤΕΛΙΔΑΚΗΣ,2019).

Στην Ευρώπη το 1999, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή όρισε ως λειτουργικά τρόφιμα (*functional foods or nutraceuticals*) «τα τρόφιμα που αποδεικνύεται επιτυχώς ότι εκτός από την επαρκή κάλυψη των διατροφικών αναγκών, επιδρούν θετικά σε έναν ή περισσότερους λειτουργικούς στόχους εντός του οργανισμού, με τρόπο σχετικό, είτε με τη βελτίωση της υγείας, είτε με τη μείωση του κινδύνου εμφάνισης ασθενειών» .

Η επινόηση του γενικού όρου λειτουργικά τρόφιμα προήλθε μέσω του ενδιαφέροντος σε επιλεγμένα είδη τροφίμων, όπως στην προκειμένη περίπτωση αυτής της γιαούρτης. Λειτουργικό τρόφιμο ορίζεται, σύμφωνα με το Συμβούλιο Τροφίμων και Διατροφής (FNB) της Εθνικής Ακαδημίας Επιστημών, το τρόφιμο που αποτελείται από δυνητικά υγιεινά προϊόντα, μεταξύ οποιουδήποτε τροποποιημένου τροφίμου ή συστατικού τροφίμου που έχει τη δυνατότητα να προσφέρει οφέλη στην υγεία πέραν των βασικών παραδοσιακών θρεπτικών ουσιών που μπορεί να περιέχει. Η χρήση του όρου λειτουργικά τρόφιμα δεν έχει γίνει αποδεκτή ολοκληρωτικά από τις κοινότητες των επιστημόνων και των υγειονομικών. Καθώς πολλοί υποστηρίζουν ότι δεν γίνεται να χωρίζονται τα τρόφιμα σε « καλά » και « κακά » , θεωρείται ακατάλληλο όπως και αδικαιολόγητο για τον κόσμο των επιστημόνων. Επομένως, όλα τα τρόφιμα μπορούν να χαρακτηριστούν λειτουργικά, παρόλο που ορισμένα δεν παρουσιάζουν ευεργετικές ιδιότητες οι οποίες προάγουν την υγεία του ανθρώπινου οργανισμού. (John A Milner)

Στην Ευρώπη, τη Βόρεια Αμερική και την Ασία, το ενδιαφέρον για τα λειτουργικά τρόφιμα που περιέχουν θρεπτικά συστατικά με δυνητικά οφέλη για την υγεία αυξάνεται παγκοσμίως, αντιπροσωπεύοντας το 77% της βιομηχανίας ζυμωμένου γάλακτος και γιαουρτιού αξίας 46 δισεκατομμυρίων ευρώ (Nazhand et. al, 2020).

1.4.1 Γιαούρτη ως Λειτουργικό Τρόφιμο

Η γιαούρτη είναι μία πλούσια πηγή μετάλλων και μάλιστα η βιοδιαθεσιμότητα του συγκριτικά με το γάλα είναι οριακά ίση. Οι άνθρωποι που καταναλώνουν σε μεγαλύτερες ποσότητες γιαούρτης σε σχέση με τους υπόλοιπους παρουσιάζουν μεγαλύτερη πρόσληψη καλίου, γλυκόζης, χαμηλότερα επίπεδα κυκλοφορούντων τριγλυκεριδίων, αντίσταση στην ινσουλίνη, ασβέστιο, μαγνήσιο, ψευδάργυρο, επαρκή πρόσληψη βιταμινών B₂ και B₁₂ και χαμηλή συστολική αρτηριακή πίεση, υποδεικνύοντας με αυτό το τρόπο καλύτερη ποιότητα (Wang et al. , 2013).

Έχει παρατηρηθεί η προσπάθεια απόκτησης εμπλουτισμένου γιαουρτιού με σκοπό την αντιστάθμιση ανεπάρκειας μετάλλων και βιταμινών. Οι *Bonjour et al.* (2015) αντιμετώπισαν μεγαλύτερη πρόληψη του δευτερογενούς υπερπαραθυρεοειδισμού και επιταχυνόμενη οστική απορρόφηση σε γυναίκες που κατανάλωναν εμπλουτισμένα γιαούρτια με βιταμίνη D (10 μg/ημέρα) και ασβέστιο (800 mg/ημέρα) σε σύγκριση με μη εμπλουτισμένα γιαούρτια ελέγχου (280 mg/ημέρα) . Οι *El-Kholy et al.* (2011) δεν ανέφεραν καμία επίδραση στον ολικό αριθμό των βακτηρίων γαλακτικού οξέος του

εμπλουτισμένου με σίδηρο γιαουρτιού (20 mg/Kg), ακόμη και κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης. Δεν υπήρξε ,μάλιστα , διαφορά στη μικροβιακή ανάπτυξη σε γιαούρτια εμπλουτισμένα με κιτρικό ασβέστιο (500 και 600 ppm). Ωστόσο, παρατηρήθηκε μείωση του αριθμού των βιώσιμων βακτηρίων σε γιαούρτια εμπλουτισμένα με φωσφορικό ασβέστιο σε σύγκριση μετa γιαούρτια ελέγχου (Kaushik and Arora, 2017).

Πραγματοποιήθηκε μία έρευνα κατά την οποία οι συμμετέχοντες που κατανάλωναν γιαούρτι είχαν χαμηλότερο κίνδυνο ανάπτυξης του μεταβολικού συνδρόμου *Mets*. Το μεταβολικό σύνδρομο *Mets* αποτελεί μια ομάδα παραγόντων κινδύνου που αυξάνουν τον κίνδυνο εμφάνισης διαβήτη τύπου 2 και καρδιαγγειακής νόσου *CVD* (Cardiovascular disease), συμπεριλαμβανομένης της μη φυσιολογικής παχυσαρκίας, της δυσλιπιδαιμίας, της αυξημένης αρτηριακής πίεσης και της υψηλής γλυκόζης πλάσματος νηστείας (Babio et al., 2015).

Βέβαια μία άλλη αναφορά δεν έδειξε σημαντική μεταβολή στην αρτηριακή πίεση, τις συγκεντρώσεις λιπιδίων στον ορό σε σύγκριση με το γάλα ή τον καρδιακό ρυθμό σε υπέρβαρες γυναίκες και άντρες (Ivey et al., 2015).

Αρκετές μελέτες κοόρτης έχουν αναφέρει συσχέτιση μεταξύ της κατανάλωσης γιαουρτιού και του κινδύνου εμφάνισης διαβήτη τύπου 2. Αυτός ο τύπος διαβήτη (τύπου 2) αναγνωρίζεται ως μια σοβαρή μεταβολική διαταραχή που χαρακτηρίζεται από χρόνια υπεργλυκαιμία ως αποτέλεσμα της αντίστασης στην απορρόφηση της ινσουλίνης. (Chen et al., 2014a, 2014b).

Οι λειτουργικές ιδιότητες των μικροοργανισμών στα τρόφιμα που έχουν υποστεί ζύμωση περιλαμβάνουν τις προβιοτικές ιδιότητες (Hill et al., 2014), τις αντιμικροβιακές ιδιότητες (Meira et al., 2012), τις αντιοξειδωτικές (Perna et al., 2013), την παραγωγή πεπτιδίων (De Mejia and Dia, 2010), την ινωδολυτική δράση (Kotb, 2012), το πολυ-γλουταμινικό οξύ (Chettri και Tamang, 2014) και την αποικοδόμηση των μη θρεπτικών ενώσεων (Babalola, 2014). Τα βιοενεργά πεπτίδια σχηματίζονται από πρωτεολυτικούς μικροοργανισμούς κατά τη ζύμωση των τροφίμων (De Mejia and Dia, 2010) και έχουν μερικές λειτουργικές ιδιότητες όπως ανοσοτροποποιητική (Qian et al., 2011), αντιθρομβωτική (Singh et al., 2014) και αντιυπερτασική ιδιότητα (Phelan και Kerins, 2011).

1.5 Γενικά για τον Λάβδανο (*Cistus Creticus*)

Ορισμένα είδη *Cistus* χρησιμοποιήθηκαν στη μεσογειακή παραδοσιακή ιατρική ως αφεψήματα βοτάνων για την επούλωση πεπτικών προβλημάτων και κρυολογημάτων, ως εκχυλίσματα για τη θεραπεία ασθενειών, για την επούλωση του εκζέματος, των αποστημάτων και της διάρροιας ή για τη θεραπεία της τριχόπτωσης ακόμα και ως αρώματα.



Figure 5 : *Cistus creticus* L.

Το *C. Creticus* παρουσιάζει δύο χημικές παραλλαγές. Η πρώτη είναι το ότι, παίρνει μια κεντρική θέση μεταξύ είτε ενός πλούσιου σε φλαβονόλη, πορφυρού ανθισμένου κλάδου (εκτός από το *C. creticus*, που αντιπροσωπεύεται εδώ από το *C. albidus* και το *C. crispus*) και του πιο πλούσιου σε ellagitannin, λευκού ή υπόλευκου-ροζ-ανθισμένου κλάδου (εδώ αντιπροσωπεύεται από *C. Ladanifer*, *C. Monspeliensis*, *C. parviflorus* και *C. salviifolius*). Η δεύτερη είναι η διάμεση αντιοξειδωτική ικανότητα του φυτικού υλικού *C. creticus* ήταν, με 166 mg ισοδυνάμων Trolox/g ξηρού βάρους, περίπου το ήμισυ της αντιοξειδωτικής ικανότητας του *C. ladanifer* (301 mg te/g ξηρού βάρους), του είδους με το υψηλότερο αντιοξειδωτικό δυναμικό.



Figure 6 : Μερικά από είδη του Cistus και οι χώρες προέλευσης

Το παρόν είδος είναι ένα εξαιρετικά μεταβλητό, αναλόγως της γεωγραφικής δομής που παρουσιάζει. Επιπλέον φαίνεται να είναι μια καλή ταξινομική οντότητα. Επειδή το *C. creticus* φαίνεται διαφορετικό από πολλές απόψεις, οι επιστήμονες του έδωσαν πολλά διαφορετικά ονόματα για να δείξουν πώς κάθε τύπος είναι μοναδικός.

Με βάση τα μορφολογικά και φυτοχημικά χαρακτηριστικά, ορισμένοι ειδικοί έχουν εντοπίσει τρεις διαφορετικούς τύπους φυτών *Cistus Creticus*, το *Cistus Creticus subsp. eriocephalus* (Viv.) Greuter και Burdet, *C. creticus subsp. corsicus* (Loisel.) Greuter και Burdet (και τα δύο φτωγά σε αιθέριο έλαιο) και *C. creticus subsp. Creticus*, τα οποία είναι πλούσια σε αιθέριο έλαιο.



Figure 7: Γεωγραφική προέλευση των πληθυσμών του *Cistus* (google earth, March 2020)

1.5.1 Φυσικοχημικές Ιδιότητες

Το *Cistus Creticus* εμφανίζει αντιοξειδωτικές, αντιβακτηριακές, αντιμυκητιασικές, αντιιικές, κυτταροτοξικές, αντικαρκινικές ιδιότητες και αντιπολλαπλασιαστικό αποτέλεσμα σε ανθρώπινα κύτταρα του προστάτη. Χρησιμοποιείται , μάλιστα, στη βιομηχανία τροφίμων ως αρωματικός παράγοντας, ως τσάι *Cistus* ή ως συμπλήρωμα διατροφής.

Οι Loizzo et al. (2013) ότι τα έλαια των ειδών: *Cistus creticus*, *Cistus salvifolius*, *Cistus libanotis*, *Cistus monspeliensis* και *Cistus villosus* παρατήρησαν ότι τα έλαια αυτά είχαν αντιοξειδωτικές ικανότητες.

Επιπλέον, το *cistus* παρουσιάζει ισχυρή ανασταλτική δράση της *BChE* , ένζυμο με ανασταλτική δράση σε διάφορα φάρμακα καθώς επίσης το εκχύλισμα από το *Cistus Creticus ssp. creticus* χαρακτηρίζεται από κυτταροτοξική δράση σε σχέση με τα καρκινικά κύτταρα, τα αιθανολικά εκχυλίσματα του *Cistus creticus ssp. creticus* παρουσίασαν ανασταλτικές επιδράσεις στην ανάπτυξη των καρκινικών κυττάρων γραμμής του ανθρώπινου τραχήλου της μήτρας (*HeLa*) , του μαστού (*MDA-MB-453*) και του μελανώματος (*FemX*) .

Τα εκχυλίσματα και οι εξαγνισμένες ουσίες από το *C. Creticus* που έχουν ερευνηθεί έδειξαν επιλεκτικές δράσεις κατά του ιού της γρίπης λόγω των βιοενεργών δευτερογενών μεταβολιτών που περιέχουν, συμπεριλαμβανομένων των φλαβονοειδών, των αρωματικών ενώσεων, των φαινολικών και των ταννινών . Οι τελευταίες που προέκυψαν διερευνήθηκαν ξεχωριστά και το *C. Creticus* θεωρείται, μεταξύ των φυτών

που συγκεντρώνουν φαινολικές ενώσεις, και ως το φυτό παρουσιάζει την πιο εκτεταμένη συσσώρευση φαινολικών ενώσεων στα φύλλα του .

1.5.2 Πολυφαινόλες

Πολυφαινόλη ονομάζεται οποιαδήποτε ένωση περιέχει παραπάνω από δυο υδροξύλια –OH συνδεδεμένα με έναν δακτύλιο βενζενίου και αποτελούν τις οι κυριότερες βιοδραστικές φυτοχημικές ενώσεις των τροφίμων, οι οποίες έχουν μελετηθεί περισσότερο για τις βιολογικές τους ιδιότητες (Σπανού Χ , 2010) .

1.5.2.1 Είδη Πολυφαινολών

Στη διεθνή βιβλιογραφία έχει επικρατήσει με τον όρο «πολυφαινόλες» να νοείται μια μεγάλη ομάδα ενώσεων με ένα ή περισσότερα υδροξύλια απ' ευθείας συνδεδεμένα σε έναν ή περισσότερους αρωματικούς δακτυλίους. Σήμερα έχουν αναγνωριστεί πάνω από 8.000 διαφορετικά είδη πολυφαινολών και διακρίνονται σε τέσσερις μεγάλες κατηγορίες: τα Φλαβονοειδή (όπως η κερκετίνη, η καεμφερόλη, οι ανθοκυανίνες και οι κατεχίνες, οι οποίες μπορούν να βρεθούν σε τρόφιμα όπως το κόκκινο λάχανο, τα μήλα, τα κρεμμύδια και η μαύρη σοκολάτα) τα φαινολικά οξέα (φερουλικό, χλωρογενικό οξύ που βρίσκονται στα δημητριακά και τον καφέ), Πολυφαινολικά Αμίδια (παράδειγμα αυτών αποτελούν τα αβενανθραμίδια που βρίσκονται στη βρώμη και τα καψαϊκίνοειδή που βρίσκονται στις πιπεριές τσίλι) και τέλος υπάρχουν Άλλες πολυφαινόλες (οι λιγνάνες που βρίσκονται στους λιναρόσπορους, το σουσάμι και τα δημητριακά ολικής αλέσεως, τα στιλβένια που βρίσκονται στα σταφύλια και τα μούρα, τη ρεσβερατρόλη που βρίσκεται στο κόκκινο κρασί, το ελλαγικό οξύ που βρίσκεται στα μούρα και την κουρκουμίνη που βρίσκεται στον κουρκουμά).

1.5.2.2 Ιδιότητες πολυφαινολών

Οι πολυφαινόλες εμπλέκονται σε κάποιο βαθμό στις οργανοληπτικές και θρεπτικές ιδιότητες των φυτικών τροφών, έτσι η οξύτητα και η πικρή γεύση των τροφίμων και των ποτών εξαρτάται από την περιεκτικότητα των ενώσεων πολυφαινόλες. Επίσης, οι πολυφαινόλες έχουν την ικανότητα να λειτουργούν ως αντιοξειδωτικά, εξουδετερώνοντας τις επικίνδυνες ελεύθερες ρίζες που μπορούν να προκαλέσουν κυτταρικές βλάβες και να αυξήσουν τον κίνδυνο εμφάνισης διαφόρων ασθενειών, όπως ο καρκίνος , ο διαβήτης και οι καρδιαγγειακές παθήσεις. Πιο συγκεκριμένα, αυτές οι βιοδραστικές ενώσεις μπορούν να συμβάλλουν στη μείωση των επιπέδων γλυκόζης στο αίμα, με αποτέλεσμα να μειώνεται ο κίνδυνος εμφάνισης διαβήτη τύπου 2.

Επιπλέον, οι πολυφαινόλες μπορούν να μειώσουν τον κίνδυνο θρόμβωσης, προσφέροντας προστασία από καρδιαγγειακά συμβάντα. Ένας ακόμη σημαντικός ρόλος των πολυφαινολών είναι η αντιφλεγμονώδης δράση τους η οποία συμβάλλει στη μείωση της συστηματικής φλεγμονής και, κατά συνέπεια, στην πρόληψη και διαχείριση πολλών χρόνιων ασθενειών. Μάλιστα, οι πολυφαινόλες ενθαρρύνοντας την ανάπτυξη των καλών βακτηρίων του εντέρου, μπορεί να βελτιώσουν την πέψη αναστέλλοντας την ανάπτυξη των τοξικών.

Την πλειοψηφία των εκχυλισμάτων από το *C. Creticus* αποτελούν δύο ελλαγιταννίνες (*punicalagin* και *punicalagin gallate*) και εννέα γλυκοζίτες φλαβονόλης (γλυκοζίτες της μυρικετίνης και της κερκετίνης, με *m-3-O-rhamnoside* ως το κυρίαρχο πρωτογενές συστατικό). Ο διαχωρισμός του μείγματος σε δύο χημειοπαραλλαγές έγινε εφικτός με διαφοροποιήσεις στις αναλογίες των γλυκοζιτών φλαβονόλης και των παραγώγων της πουνικαλαγίνης. Τα φυτά με γλυκοζίτες φλαβονόλης και παράγωγα πουνικαλαγίνης ήταν ιδιαίτερα διαδεδομένα στην Κύπρο και στις περιοχές της δυτικής και κεντρικής Μεσογείου. Η πουνικαλαγίνη και η γαλλική πουνικαλαγίνη δεν ήταν ιδιαίτερα σημαντικές από την Αλβανία προς τα ανατολικά, και ένας πρακτικά καθαρός τύπος φλαβονολών επικρατούσε ως πρωταρχική χημειοπαραλλαγή. Με τις δύο χημειοπαραλλαγές του, το *C. creticus* καταλαμβάνει μια μεσαία θέση μεταξύ της πιο πλούσιας σε ελλαγιταννίνη, λευκής ή λευκό-ροζ ανθισμένης φυλής (που αντιπροσωπεύεται εδώ από το *C. albidus* και το *C. crispus*) και της πλούσιας σε φλαβονόλες, μωβ ανθισμένης φυλής (εκτός από το *C. creticus*).

1.5.3 Φλαβονοειδή

Τα φλαβονοειδή χαρακτηρίζονται ως χρωστικές και είναι άφθονες στην φύση. Χωρίζονται σε διάφορες υποκατηγορίες οι οποίες είναι οι εξής: φλαβανόλες, φλαβονόλες (φλαβαν-3-όλες ή κατεχίνες), ισοφλαβόνες και ανθοκυανιδίνες. Ο καρκίνος συνδέεται αντιστρόφως με την πρόσληψη φλαβονοειδών (Chen & Chen, 2013).

Γενικά τα τελευταία χρόνια έχουν ταυτοποιηθεί περίπου 8.000 φλαβονοειδή. Πλούσιες πηγές φλαβονοειδών, τα οποία εντοπίζονται στις πολύχρωμες χρωστικές των βοτάνων, των φαρμακευτικών φυτών, των λαχανικών και των φρούτων (Cui et al., 2016).

Πηγές που βρίσκονται τα флаβονοειδή είναι τα φύλλα στέβιας, το μέλι, ο χυμός πορτοκαλιού, οι σπόροι, τα φύλλα (Oroian et al., 2015).

1.5.3.1 Ταξινόμηση флаβονοειδών

Η ταξινόμηση των флаβονοειδών πραγματοποιείται σύμφωνα με τη θέση του ανθρακικού δακτυλίου (C), με τον οποίο είναι συνδεδεμένος ο βενζολικός δακτύλιος (B), όπως και τον βαθμό οξείδωσης, το είδος των υποκατάστατων του δακτυλίου των ανθράκων αλλά και τον βαθμό ακορεστότητας. Επομένως, τα флаβονοειδή που ο βενζολικός τους δακτύλιος είναι συνδεδεμένος στη Τρίτη θέση του δακτυλίου ονομάζονται ισοφλαβόνες. Το ίδιο ισχύει και για τα νεοφлаβονοειδή στα οποία ο βενζολικός δακτύλιος βρίσκεται στην τέταρτη θέση. Εκείνα όμως στα οποία ο βενζολικός δακτύλιος είναι συνδεδεμένος στην δεύτερη θέση, μπορούν να χωριστούν σε αρκετές κατηγορίες όπως είναι οι флаβανόλες, οι флаβονόλες, οι флаβανόνες, οι χαλκόνες και οι ανθοκυανίνες (Panche et al., 2016).

1.5.3.2 Υποκατηγορίες флаβονοειδών

Τα флаβονοειδή χωρίζονται σε διάφορες υποκατηγορίες όπως είναι οι флаβονόλες, οι флаβανόνες, οι флаβόνες, οι ανθοκυανίνες και οι ισοφλαβόνες, όπως φαίνονται και στην εικόνα 8.

ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΦΛΑΒΟΝΟΕΙΔΩΝ					
Ανθοκυανίνες	Χαλκόνες	Φλαβανόνες	Φλαβόνες	Φλαβονόλες	Ισοφλαβόνες
ΥΠΟΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΦΛΑΒΟΝΟΕΙΔΩΝ					
Υποκατηγορίες Ανθοκυανινών:	Υποκατηγορίες Χαλκονών :	Υποκατηγορίες Φλαβανονών:	Υποκατηγορίες Φλαβονών:	Υποκατηγορίες Φλαβονολών:	Υποκατηγορίες Ισοφλαβονών:
Κυανιδίνη Μαλβιδίνη Δελφινιδίνη Πεονιδίνη	Φλορετίνη Αρμπουτίνη Φλωριτζίνη	Εσπεριτίνη Ναρινγίνη Ναρινγενίνη Εσπεριδίνη	Απιγενίνη Τανγκεριτίνη Βαϊκαλίνη Ρποϊφολίνη	Κερσετίνη Ρουτίνη Μορίνη Φισετίνη	Γενιστίνη Γλυκιστίνη Γενιστεΐνη

Figure 8: Κατηγορίες και υποκατηγορίες флаβονοειδών

1.5.3.2.1 Φλαβονόλες

Πηγή των φλαβονολών είναι το πράσινο τσάι, το πράσινο φραγκοστάφυλο, το κρεμμύδι, ο μάραθος και το κόκκινο κρασί. (Oroian et al., 2015)

Οι φλαβονόλες στη θέση τρία του δακτυλίου του έχουν μία ομάδα υδροξυλίου. Έχουν μελετηθεί αναλυτικότερα η κερσετίνη, η μυρικετίνη, η φυσετίνη και η καρπφερόλη. (Panche et al., 2016)

1.5.3.2.2 Φλαβανόνες

Ορισμένες από τις πηγές που μπορούν να προσληφθούν οι φλαβανόνες είναι τα μαύρα σόργα, πολλών ειδών εσπεριδοειδή όπως τα λεμόνια, τα πορτοκάλια και το λάιμ (Oroian et al., 2015). Οι φλαβανόνες έχουν έναν διπλό δεσμό στην θέση 2 με 3 στον δακτύλιο τους. Οι βασικότερες φλαβανόνες είναι εκείνες της κερτίνης, της μυρικετίνης και της ισομνετίνης (Hollman & Arts, 2000).

1.5.3.2.3 Φλαβόνες

Οι φλαβόνες έχουν παρόμοια δομή με εκείνη των φλαβονολών. Η ταυτοποίησή τους πραγματοποιείται από την θέση της υδροξυλικής ομάδας στον δακτύλιο των ανθράκων αλλά και το τμήμα του σακχάρου από το οποίο αποτελείται (γλυκόζη, ραμνόζη, αραβινόζη και λακτόζη) . Οι κύριες διαιτητικές φλαβονόλες είναι η κερκετίνη, η μυρικετίνη, η ρουτίνη, η ισοραμνετίνη και η καρπφερόλη (Oroian et al. , 2015) .

1.5.3.2.4 Ανθοκυαννίνες

Οι ανθοκυαννίνες είναι οι περισσότερες διαδεδομένες αλλά και η μεγαλύτερη ομάδα χρωστικών. Είναι υπεύθυνες για το χρώμα σε πολλά λουλούδια αλλά και φρούτα. Σύμφωνα με διάφορες μελέτες έχει αποδειχθεί ότι προσφέρουν ευεργετικές επιδράσεις στον ανθρώπινο οργανισμό, και μάλιστα έχουν αντιοξειδωτικές και αντικαρκινικές δράσεις. Διάφορες πηγές που είναι πλούσιες με ανθοκυαννίνες είναι το κόκκινο λάχανο, οι γλυκοπατάτες, το κρασί, τα σταφύλια, οι ντομάτες αλλά και αρκετά φρούτα και λαχανικά (Oroian et al. , 2015).

1.5.3.2.5 Ισοφλαβόνες

Οι ισοφλαβόνες έχει αποδειχθεί ότι παρουσιάζουν πολλά οφέλη στην υγεία του ανθρώπινου σώματος, όπως είναι για παράδειγμα η μείωση του καρδιαγγειακού κινδύνου ή του καρκίνου. Κάποια φρούτα και λαχανικά από τα οποία μπορεί να προσληφθεί είναι η σόγια, οι φακές και τα ρεβίθια (Oroian et al. , 2015).

1.5.3.3 Δράσεις φλαβονοειδών

Οι δράσεις όπως και τα οφέλη των φλαβονοειδών είναι πολλά. Παρακάτω αναπτύσσονται μερικά από αυτά όπως είναι η αντιοξειδωτική, η αντιφλεγμονώδη και η αντιμικροβιακή δράση.

Αντιοξειδωτική Δράση

Η αντιοξειδωτική δράση των φλαβονοειδών μπορεί να αποτρέψει τη βλάβη που προκαλείται από τις ελεύθερες ρίζες, την ενεργοποίηση των αντιοξειδωτικών ενζύμων, την αύξηση των ριζών α-τοκοφερυλίου και τη μείωση του οξειδωτικού στρες που προκαλείται από μονοξείδιο του αζώτου. Επιπροσθέτως, η αντιοξειδωτική δράση των φλαβονοειδών μπορεί να αυξήσει τα επίπεδα του ουρικού οξέος, τη χηλική δραστηριότητα έναντι των μετάλλων και την αντιοξειδωτική δράση χαμηλού μοριακού βάρους, για την αντιμετώπιση του οξειδωτικού στρες (Shen et al., 2022). Αυτά τα φλαβονοειδικά πολυμερή, διαθέτουν εξαιρετικά υψηλή αντιοξειδωτική δράση, λόγω του μεγάλου 35 αριθμού υδροξυλομάδων που εντοπίζονται στα μόριά τους. Ορισμένα φλαβονοειδή μπορούν να απομακρύνουν απευθείας τα προϊόντα του οξειδωτικού στρες, ενώ άλλα φλαβονοειδή δρουν έμμεσα ως αντιοξειδωτικά μόρια, καταστέλλοντας τα ένζυμα που δημιουργούν τις ελεύθερες ρίζες (Shen et al., 2022).

Αντιφλεγμονώδης Δράση

Κατά τη φλεγμονή, ενεργοποιούνται τα φλεγμονώδη κύτταρα του οργανισμού, καθώς και προφλεγμονώδεις κυτοκίνες με σκοπό την εξουδετέρωση των παθογόνων αλλά και την αποκατάσταση των τραυματισμένων ιστών. Η λειτουργία του ανοσοποιητικού συστήματος, μπορεί να επηρεαστεί από διάφορους παράγοντες, όπως η διατροφή, οι φαρμακευτικές ουσίες, καθώς και οι φυσικές χημικές ουσίες των τροφίμων. Είναι χαρακτηριστικό παράδειγμα φυσικών ουσιών των τροφίμων, που επηρεάζουν το ανοσοποιητικό σύστημα, αποτελούν τα μέλη των φλαβονοειδών, τα οποία συμβάλλουν ενεργά στη λειτουργία του ανοσοποιητικού συστήματος καθώς και των 36 φλεγμονωδών κυττάρων (Kumar & Pandey, 2013).

Αντιμικροβιακή Δράση

Η σύνθεση των φλαβονοειδών γίνεται από φυτικά κύτταρα, ως απόκριση σε μικροβιακή μόλυνση του φυτού. Άρα, παρουσιάζουν αντιμικροβιακές ιδιότητες (Kumar & Pandey, 2013). Πολλά φλαβονοειδή, όλων των υποκατηγοριών, έχει

αποδειχθεί ότι διαθέτουν ισχυρή αντιβακτηριακή , αντι-ική, αντιμυκητιακή και αντιπαρασιτική (*Biharee et al.*, 2020).

1.5.4 Παραλαβή εκχύλισματος

Στην παρούσα διπλωματική εργασία το εκχύλισμα παραλήφθηκε έτοιμο σε υγρή μορφή.

2. Υλικά και Μέθοδοι

2.1 Εξοπλισμός και χημικά αντιδραστήρια

Σκεύη

- Μαγνητάκι μήκους 30mm και διαμέτρου 6mm
- Δύο μαγνητάκια μήκους 50mm και διαμέτρου 8mm
- Ποτήρια ζέσεως των 1L
- Ποτήρια ζέσεως 250mL και 500mL
- Θερμόμετρο εργαστηρίου (οινοπνεύματος)
- Ουροσυλλέκτες
- *Eppendorf* 1,5mL
- Πιπέτες
- Ρύγχη πιπετών
- Ξύλινη κουτάλα
- Κουτάλι με λαβή σπάτουλας
- Υδατόλουτρα
- Στατό *Eppendorf*
- Κουτάλα ανάδευσης
- Ογκομετρικές φιάλες
- Χωνιά ύαλου
- Σωλήνες *Falcon*

Όργανα

- Αναλυτικός ζυγός με ακρίβεια τέταρτου δεκαδικού ψηφίου (*KERN ABS*, $d=0,1$ mg, *Max 220 gr*)
- Φασματοφωτόμετρο υπεριώδους- ορατού (*SHIMADZU*, *UV-1700 PharmaSpec*)

- Φυγόκεντρος (*NEYA XS*)
- Πεχάμετρο (*BENCH METER PC 60 Violab x5*)
- Θερμαντική πλάκα (*Heidolph, MR Hei-Standard*)
- Λουτρό υπερήχων *Elmasonic P machine* (*Elma Schmidbauer GmbH*)
- Παρασκευαστικός ζυγός

Θερμαντική πλάκα

Η εξαιρετική αγωγιμότητα και διασπορά θερμότητας, καθώς και η αντοχή σε χημικές ουσίες και γρατζουνιές, είναι χαρακτηριστικά των αναδευτήρων εστιών. Η στρογγυλή εστία από κράμα αλουμινίου *Silumin* έχει κεραμική επίστρωση. Έγινε χρήση τους με σκοπό την θέρμανση του γάλακτος και την διάσπαση των πρωτεϊνών.

Λουτρό υπερήχων *Elmasonic P machine* (*Elma Schmidbauer GmbH*)

Οι μονάδες *Elmasonic P* είναι ο τέλειος βοηθός για εργασίες και εφαρμογές σε αναλυτικά και ιατρικά εργαστήρια, καθώς και για ενδεδειγμένο καθαρισμό σε βιομηχανικούς τομείς, επειδή είναι εξοπλισμένες με μοναδικές λειτουργίες. Οι τυπικές εφαρμογές εκτελούνται στα 37 kHz ενώ οι λεπτότερες διαδικασίες καθαρισμού με αυξημένο χρόνο καθαρισμού εκτελούνται στην υψηλή συχνότητα των 80 kHz. Η υψηλή συχνότητα ακούγεται επίσης δύσκολα (ακόμα και όταν το κάλυμμα είναι ανοιχτό). Ειδικές λειτουργίες όπως *Sweep*, *Pulse* και *Degas* μπορούν να ενεργοποιηθούν μεμονωμένα και να ολοκληρώσουν τον εξοπλισμό.

Πεχάμετρο

Το πεχάμετρο που χρησιμοποιήθηκε είχε έως και 3 σημεία βαθμονόμησης pH μεταξύ 10 αυτόματα αναγνωρισμένων τιμών και 5 σημείων για αγωγιμότητα. Χρησιμοποιήθηκαν δύο buffers ένα με pH 4 και ένα με pH 7. Κάθε φορά τοποθετούνταν το ηλεκτρόδιο στο κάθε ένα που προαναφέρθηκαν, με σκοπό να ρυθμιστεί για την μέτρηση των δειγμάτων που παρασκευάστηκαν στο εργαστήριο. Είναι επίσης δυνατή η εκτέλεση βαθμονόμησης mV για αισθητήρες οξειδοαναγωγής.

Φασματοφωτόμετρο

Το φασματοφωτόμετρο είναι ένα επιστημονικό εργαλείο που χρησιμοποιείται για να μετρά την ένταση του φωτός σε σχέση με το μήκος κύματος. Κυρίως αξιοποιείται για την ανάλυση ενός

δείγματος που απορροφά ή μεταδίδει το φως, παρέχοντας πληροφορίες για τη συγκέντρωση και τα χαρακτηριστικά των συστατικών του. Η αξιοπιστία του φασματοφωτομέτρου UV-1700H οφείλεται στην εξαιρετική φωτομετρική ακρίβεια και επαναληψιμότητα ($\pm 0,002$ και $\pm 0,001$, αντίστοιχα, σε 0,5 ABS, όπως δηλώνεται από τη Shimadzu). Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι η απομάκρυνση του υποβάθρου σε πραγματικό χρόνο καθίσταται δυνατή χάρη στη σύνδεση των οπτικών διπλής δέσμης και των διπλών υποδοχέων κυψελίδων.

Αντιδραστήρια

- Folin- Ciocalteu (PANREAC)
- 60% Διάλυμα Μεθανόλης
- 80% (w/v) Διάλυμα Φαινόλης
- Πυκνό θειικό οξύ (H_2SO_4)
- Ανθρακικό Νάτριο (Na_2CO_3)

2.2 Ποσοτικός προσδιορισμός της περιεκτικότητας σε ολικές πολυφαινόλες (TPC)

Ο προσδιορισμός της TPC πραγματοποιήθηκε με τη χρήση μιας μεθόδου που έχει περιγράψει προηγουμένως. Το πείραμα διεξήχθη ως εξής: αρχικά, 100 μL εκχυλίσματος από το φυτό *Cistus creticus* αναμίχθηκαν με 100 μL του αντιδραστηρίου Folin-Ciocalteu σε ένα σωληνάριο Eppendorf χωρητικότητας 1,5 mL. Μετά από αναμονή 2 λεπτών, προστέθηκαν 800 μL διαλύματος ανθρακικού νατρίου 5% w/v και ακολούθησε η επώασή του για 20 λεπτά στους 40 $^\circ\text{C}$. Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκε η μέτρηση της απορρόφησης στα 740 nm χρησιμοποιώντας φασματοφωτόμετρο UV-1700, κατασκευασμένο από την εταιρεία Shimadzu Europa GmbH, που βρίσκεται στο Duisburg της Γερμανίας. Για τον υπολογισμό της συγκέντρωσης των συνολικών πολυφαινολών, κατασκευάστηκε καμπύλη βαθμονόμησης χρησιμοποιώντας ως πρότυπη ένωση το γαλλικό οξύ, με συγκεντρώσεις που κυμαίνονταν από 10 έως 80 mg/L. Με βάση αυτή την καμπύλη, υπολογίστηκε η απόδοση εκχύλισης των συνολικών πολυφαινολών (YTP) σε mg ισοδυνάμων γαλλικού οξέος (GAE) ανά γραμμάριο ξηρού βάρους (dw) του δείγματος, χρησιμοποιώντας την ακόλουθη εξίσωση (1).

$$Y_{TP} \text{ (mg GAE/g dw)} = \frac{C_{TP} \times V}{w} \quad (1)$$

όπου C_{TP} αποτελεί τη συνολική συγκέντρωση πολυφαινολών (σε mg GAE/L), V είναι ο όγκος του μέσου εκχύλισης (σε L) και w είναι το ξηρό βάρος του δείγματος (σε g).

2.3. Προσδιορισμός της περιεκτικότητας σε ολικά φλαβονοειδή (TFC)

Ακολουθήθηκε μια προκαθορισμένη μεθοδολογία, σύμφωνα με την οποία 100 μL δείγματος αναμείχθηκαν με 860 μL υδατικής αιθανόλης (35% v/v) και 40 μL αντιδραστηρίου που περιείχε οξικό νάτριο 0,5 M και 5% (w/v) χλωριούχο αργίλιο. Το μείγμα αφέθηκε σε θερμοκρασία δωματίου για 30 λεπτά. Μετά την περίοδο αυτή, η απορρόφηση του μείγματος μετρήθηκε στα 415 nm. Η ολική συγκέντρωση φλαβονοειδών (CTFn) προσδιορίστηκε χρησιμοποιώντας καμπύλη βαθμονόμησης που κατασκευάστηκε με πρότυπη ένωση την κερκετίνη, σε συγκεντρώσεις που κυμαίνονταν από 30 έως 300 mg/L σε μεθανόλη. Με βάση αυτή την καμπύλη, έγινε ο υπολογισμός της συγκέντρωσης των φλαβονοειδών στο δείγμα.

Χρησιμοποιώντας την εξίσωση (2), η απόδοση εκχύλισης σε ολικά φλαβονοειδή (YTFn) εκφράστηκε ως mg ισοδύναμα κερκετίνης (QE) ανά g ξηρού βάρους (dw):

$$Y_{TFn} (\text{mg QE/g dw}) = \frac{C_{TFn} \times V}{w} \quad (2)$$

όπου V είναι ο όγκος του μέσου εκχύλισης (σε L) και w είναι το ξηρό βάρος του δείγματος (σε g).



Figure 9 : Προσδιορισμός Φλαβονοειδών

2.4 Δοκιμασία αντιοξειδωτικής δύναμης που μειώνει το σίδηρο (FRAP)

Η δοκιμασία FRAP πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με προηγούμενη μέθοδο. Σε ένα σωληνάριο Eppendorf, 50 μL του δείγματος συνδυάστηκαν με 50 μL διαλύματος FeCl_3 (4 mM σε 0,05 M HCl). Στη συνέχεια, το μείγμα που προέκυψε επωάστηκε στους 37 °C για 30 λεπτά. Μετά από την επώαση, προστέθηκαν 900 μL διαλύματος TPTZ (1 mM σε 0,05 M HCl) και, μετά από 5 λεπτά, μετρήθηκε η απορρόφηση στα 620 nm. Ο προσδιορισμός της σιδηροαναγωγικής

δύναμης (PR) προσδιορίστηκε ως μmol ισοδύναμα ασκορβικού οξέος (AAE) ανά g dw, χρησιμοποιώντας καμπύλη βαθμονόμησης ασκορβικού οξέος (50-500 $\mu\text{mol/L}$ σε 0,05 M HCl). Ο ποσοτικός προσδιορισμός του PR των δειγμάτων πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με την εξίσωση (3) που περιγράφεται:

$$P_R (\mu\text{mol AAE/g dw}) = \frac{C_{AA} \times V}{w} \quad (3)$$

όπου CAA δηλώνει τη μετρούμενη συγκέντρωση ασκορβικού οξέος (σε $\mu\text{mol/L}$), V είναι ο όγκος του μέσου εκχύλισης (σε L) και w είναι το ξηρό βάρος του δείγματος (σε g).

2.5 Αξιολόγηση της αντιριζικής δράσης (DPPH- Assay)

Χρησιμοποιήθηκε μια δοκιμασία που είχε περιγραφεί προηγουμένως για την απορρόφηση του DPPH-. Μετά την προσθήκη 975 μL διαλύματος DPPH- (100 $\mu\text{mol/L}$ σε μεθανόλη) σε 25 μL αραιωμένου εκχυλίσματος δείγματος (1:5), η απορρόφηση στα 515 nm μετρήθηκε αμέσως ($A_{515(i)}$) και 30 λεπτά αργότερα ($A_{515(f)}$). Η έκφραση για την ικανότητα απορρόφησης ριζών DPPH- δίνεται στην εξίσωση (4) :

$$\text{Inhibition (\%)} = \frac{A_{515(i)} - A_{515(f)}}{A_{515(i)}} \times 100 \quad (4)$$

Η αντιριζική δράση (AAR) εκφράστηκε ως μmol ισοδύναμα ασκορβικού οξέος (AAE) ανά λίτρο, χρησιμοποιώντας καμπύλη βαθμονόμησης ασκορβικού οξέος. Η AAR υπολογίστηκε με βάση την ακόλουθη εξίσωση (5) :

$$A_{AR} (\mu\text{mol DPPH/g dw}) = \frac{C_{AA} \times V}{w} \quad (5)$$

όπου CAA δηλώνει τη μετρούμενη συγκέντρωση ασκορβικού οξέος (σε $\mu\text{mol/L}$), w είναι το ξηρό βάρος του δείγματος (σε g) και V είναι ο όγκος του μέσου εκχύλισης (σε L).

2.6 Παρασκευή γιαουρτιού και προκαταρκτική αισθητηριακή αξιολόγηση

Για την παρασκευή επιδόρπιου γιαουρτιού με στερεά δομή, 1 L πλήρους αγελαδινού γάλακτος από τοπικό σουπερμάρκετ θερμάνθηκε στους 85 °C για 20 λεπτά. Αυτές οι συνθήκες επιλέχθηκαν βάσει της βιβλιογραφίας, καθώς θεωρούνται ιδανικές για την παραγωγή επιδόρπιου γιαουρτιού με χαμηλό βαθμό συνύφανσης [5]. Μετά τη θέρμανση, το μείγμα αφέθηκε να κρυώσει στους 43 °C, όπου προστέθηκε η καλλιέργεια εκκινητή (*Lactobacillus bulgaricus* και *Streptococcus thermophilus*) καθώς και το εκχύλισμα *C. Creticus*. Η καλλιέργεια εκκινητή προήλθε από ελληνικό παραδοσιακό πρόβειο γιαούρτι, το οποίο επίσης αγοράστηκε

από το τοπικό σουπερμάρκετ, με αναλογία 5 g για κάθε 500 mL γάλακτος. Το εκχύλισμα προστέθηκε σε πέντε διαφορετικές συγκεντρώσεις: 0,01%, 0,05%, 0,10%, 0,15% και 0,20% w/v. Το μείγμα αναδεύτηκε, καλύφθηκε αεροστεγώς και επώαστηκε στους 38 °C για 4 ώρες. Στη συνέχεια, τοποθετήθηκε στο ψυγείο κατά τη διάρκεια της νύχτας για να πήξει. Τα εμπλουτισμένα επιδόρπια γιαουρτιού δόθηκαν σε δέκα έμπειρους εκπαιδευμένους κριτές για να αξιολογήσουν τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά τους (υφή, άρωμα, γεύση). Οι συγκεντρώσεις του προστιθέμενου εκχυλίσματος που δοκιμάστηκαν ήταν 0,01, 0,05, 0,10, 0,15 και 0,20% κ.β. Τα επιδόρπια γιαουρτιού που ήταν εμπλουτισμένα με 0,05 και 0,1% κ.β. εκχύλισμα άρεσαν στους συμμετέχοντες στην επιτροπή, ενώ το 0,01% κ.β. δεν φάνηκε να έχει πρόσθετη γεύση. Επιπλέον, οι δύο υψηλότερες συγκεντρώσεις, 0,15 και 0,20% κ.β., δεν έγιναν αποδεκτές από τους συμμετέχοντες στην επιτροπή, καθώς είχαν πολύ έντονο πρόσθετο άρωμα και γεύση λόγω του εκχυλίσματος. Η υφή του επιδόρπιου γιαουρτιού δεν άλλαξε σημαντικά σε καμία από τις παραπάνω περιπτώσεις, ενώ τα επιδόρπια γιαουρτιού με τις δύο υψηλότερες συγκεντρώσεις παρουσίασαν κιτρινωπή απόχρωση και έντονη γεύση λόγω του εκχυλίσματος. Για το λόγο αυτό, εξετάστηκαν περαιτέρω μόνο οι τρεις χαμηλότερες συγκεντρώσεις εκχυλίσματος.

2.7. Προσδιορισμός της λακτόζης σε δείγματα επιδόρπιου γιαουρτιού

Για τον προσδιορισμό της συγκέντρωσης της λακτόζης, εφαρμόστηκε η μέθοδος Montgomery [6] με ορισμένες τροποποιήσεις. Αρχικά, 0,2 g του δείγματος διαλύθηκαν σε 100 ml απεσταγμένου νερού. Το μείγμα φυγοκεντρήθηκε για 5 λεπτά με 4500× g (σε θερμοκρασία δωματίου) και το υπερκείμενο συλλέχθηκε. Στο υπερκείμενο προστέθηκε 0,1 mL υδατικού διαλύματος φαινόλης με συγκέντρωση 80% κ.β., ακολουθούμενο από την άμεση προσθήκη 5 mL πυκνού θειικού οξέος. Το διάλυμα αναδεύτηκε καλά και αφέθηκε για 30 λεπτά σε θερμοκρασία δωματίου. Τέλος, οι απορροφήσεις των δειγμάτων μετρήθηκαν με φασματοφωτόμετρο στα 489 nm.

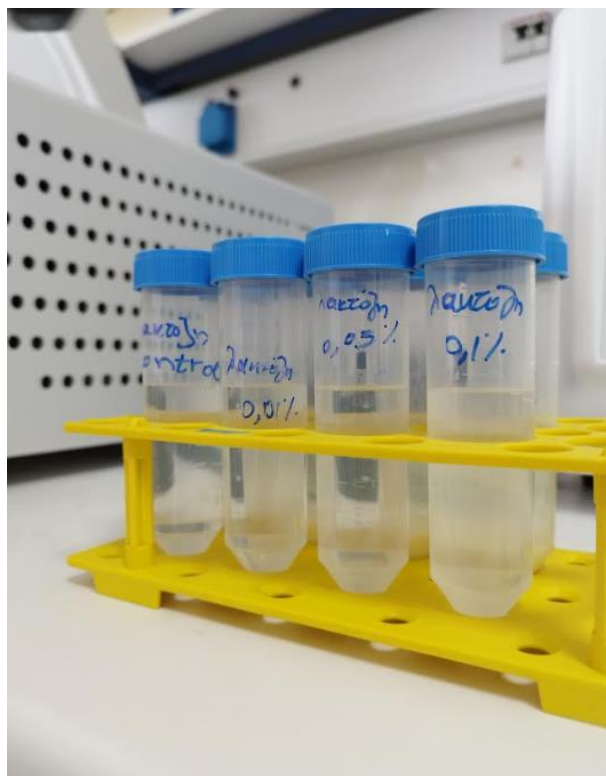


Figure 10 : Μέθοδος Montgomery

2.8. Προσδιορισμός του βαθμού συναίρεσης

Ο προσδιορισμός του βαθμού συναίρεσης (δηλαδή της αποβολής του ορού από το δείγμα σ' ένα καθορισμένο χρονικό διάστημα υπό συγκεκριμένες συνθήκες) σε επιδόρπια γιαουρτιού στερεάς δομής πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο αποστράγγισης. Σε αυτό περιλαμβανόταν η μέτρηση του όγκου και του βάρους του ορού μετά την κοπή και το φιλτράρισμα ενός δείγματος 100 g. Ο όγκος του δείγματος διαιρέθηκε αρχικά σε τεταρτημόρια και στη συνέχεια υποβλήθηκε σε διήθηση με χρήση διηθητικού χαρτιού για διάρκεια 24 h. Ο ορός συλλέχθηκε με τη χρήση ογκομετρικού κυλίνδρου και μετρήθηκε και καταγράφηκε το βάρος του ορού στις 24 h. Η μέτρηση αυτή επέτρεψε τον υπολογισμό του ποσοστού μείωσης του βάρους (% w/w). Η αξιολόγηση της εκχύλισης πραγματοποιήθηκε την πρώτη και την εικοστή πρώτη ημέρα μετά την παραγωγή των επιδορπίων γιαουρτιού. Οι αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν εις τριπλούν.

Παράγοντες που οδηγούν στο διαχωρισμό ορού είναι μεταβολές στην τιμή pH [η πτώση της κάτω από το ισοηλεκτρικό σημείο, προκαλεί θρόμβωση των πρωτεϊνών, μείωση της ικανότητας συγκράτησης νερού και επομένως αύξηση του βαθμού συναίρεσης (*Harwalkar και Kalab, 1986*)] και θερμοκρασιακές μεταβολές (*Dannenberg και Kessler, 1988*). Επιπλέον, η επώαση του γάλακτος για το σχηματισμό γιαουρτιού σε υψηλή θερμοκρασία, η χαμηλή περιεκτικότητα σε στερεά, καθώς και η μη ορθή μεταχείριση του προϊόντος κατά την μεταφορά

και συντήρησή του, αποτελούν αιτίες εμφάνισης συναίρεσης (Harwalkar και Kalab, 1983, Lucey, 2004).

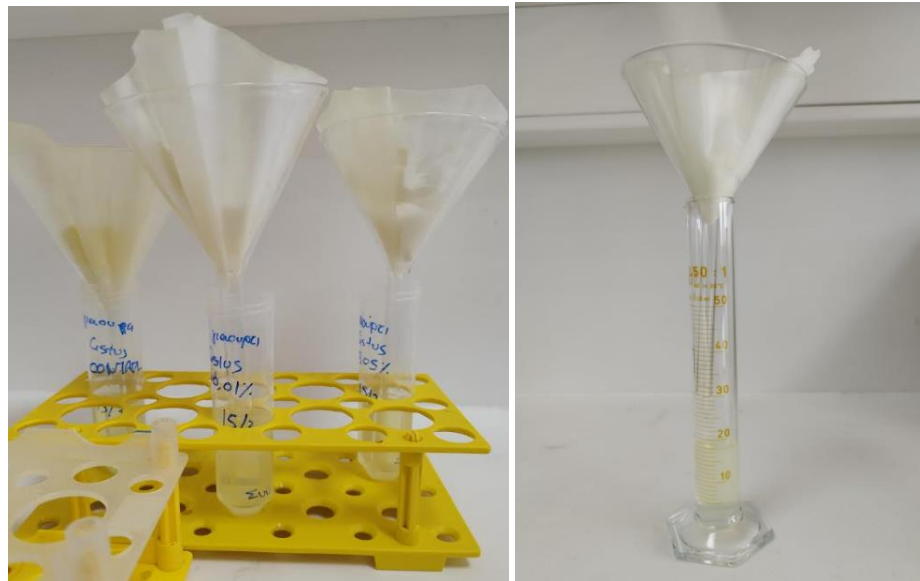


Figure 11: Πειραματική διαδικασία συναίρεσης (πριν και μετά τις 24 ώρες αντίστοιχα)

2.9. Προσδιορισμός της ικανότητας συγκράτησης νερού

Η αξιολόγηση της ικανότητας συγκράτησης νερού των επιδορπίων γιαουρτιού πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με τη μέθοδο που καθόρισαν οι Akalin et al. [7]. Συγκεκριμένα, 20 g από κάθε δείγμα τοποθετήθηκαν προσεκτικά σε προζυγισμένους δοκιμαστικούς σωλήνες. Ακολούθως, οι σωλήνες υποβλήθηκαν σε φυγοκέντρηση με ταχύτητα $6000 \times g$ για 10 λεπτά σε θερμοκρασία $20^\circ C$. Μετά τη διαδικασία αυτή, το βάρος του ορού προσδιορίστηκε με ζύγιση των δοκιμαστικών σωλήνων χρησιμοποιώντας ζυγό ακριβείας. Η ικανότητα συγκράτησης νερού των επιδορπίων γιαουρτιού αξιολογήθηκε σε δύο διαφορετικές ημέρες: την 1η και την 21η ημέρα μετά την παρασκευή τους. Το ποσοστό ικανότητας συγκράτησης νερού υπολογίστηκε με την εξής εξίσωση (6):

$$\text{Water holding capacity (\%)} = \left(\frac{\text{yogurt weight} - \text{serum weight}}{\text{yogurt weight}} \right) \times 100 \quad (6)$$

Η τιμή αυτή εκφράστηκε στη συνέχεια ως ποσοστό βάρους σε σχέση με το βάρος του γιαουρτιού. Οι αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν εις τριπλούν.



Figure 12: Φυγοκέντρωση δειγμάτων

2.10 Χρωματομετρία

Μια συσκευή ή ένα τμήμα χρωματομετρίας ενός αυτόματου αναλυτή, αποτελείται από μια μονάδα που ακτινοβολεί, δηλαδή την υπό εξέταση επιφάνεια με φως και μια μονάδα απεικόνισης που καταγράφει μια εικόνα της υπό εξέταση ή μέτρηση επιφάνειας. Η παρούσα μονάδα περιλαμβάνει μια πηγή φωτός, φακό και κατευθυντήρα που μετατρέπει το φως που εκπέμπεται από την πηγή σε παράλληλη δέσμη και μια κινούμενη διάταξη αλλαγής της κατεύθυνσης της κίνησης της δέσμης φωτός, διατηρώντας τον παραλληλισμό της «κεφαλής» της. Η διάταξη εναλλαγής της διεύθυνσης μετακινήσεως, είναι τοποθετημένη παράλληλα προς την επιφάνεια ανίχνευσης και η κατεύθυνση του οπτικού άξονα του φακού με τον κατευθυντήρα, συμπίπτει με την κάθετο προς την επιφάνεια αυτή. Σύμφωνα με τους *Chawla et al.* (2011), το άσπρο χρώμα του γάλακτος οφείλεται στη σκέδαση του φωτός από σφαιρίδια λίπους και καζεϊνικών μικυλλίων. Όμως, κατά την εφαρμογή της ΥΠ στο γάλα τα καζεϊνικά μικύλλια αποσυντίθενται και ελαττώνονται σε μέγεθος, με αποτέλεσμα το γάλα να χάνει το άσπρο του χρώμα και να γίνεται πιο κιτρινωπό.



Figure 13 : Τοποθέτηση δείγματος στο χρωματόμετρο

Στους σύγχρονους αυτόματους αναλυτές χρησιμοποιούνται ιχνηθέτες, αντιδράσεις κινητικές ή και τελικού σημείου, ανταγωνιστικές ή και ανοσοενζυμικές, φθορισμού, χημειο-φωταύγειας κ.λπ., ώστε να επιτευχθεί η πολισχιδή λειτουργία του αναλυτή, η επιθυμητή οικονομία υλικών και η επιδιωκόμενη αναλυτική ποιότητα.

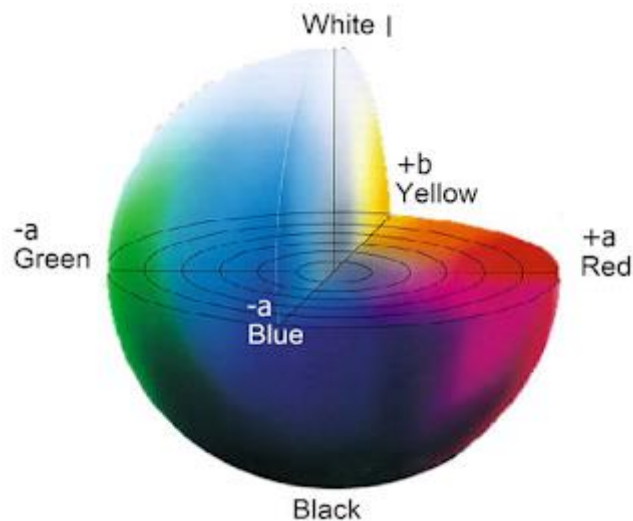


Figure 14 : Χρωματικός χώρος CIE Lab

2.11 Μέτρηση pH

Ως pH ορίζεται ο αρνητικός λογάριθμος της συγκέντρωσης των ιόντων υδρογόνου, δηλαδή $\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$. Η παράμετρος αυτή είναι ύψιστης σημασίας, καθώς επηρεάζει τα συστατικά που βρίσκονται στο γάλα με αποτέλεσμα να επηρεάζεται και η συμπεριφορά των μικροοργανισμών σε αυτό. Χαρακτηριστικό παράδειγμα, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, είναι ότι το pH έχει σημαντικό ρόλο στην αποσταθεροποίηση των πρωτεϊνών όπως και στη δημιουργία του τρισδιάστατου δικτύου, στο οποίο οφείλεται η συγκράτηση του νερού και εν τέλει το «πήξιμο» του γάλακτος σε γιαούρτι. Επιπλέον, η μείωση του pH κατά τη ζύμωση οφείλεται στην παραγωγή κυρίως λόγω του γαλακτικού οξέος από τους προστιθέμενους μικροοργανισμούς, καταναλώνοντας λακτόζη. Αν το pH δεν μειωθεί αρκετά, δε θα πραγματοποιηθεί μετουσίωση των πρωτεϊνών, ενώ αν μειωθεί πολύ γρήγορα τότε το γιαούρτι δεν θα έχει τα ίδια χαρακτηριστικά με ένα γιαούρτι το οποίο θα έχει παραχθεί από βραδύτερη πτώση της τιμής του pH, ενώ αν μειωθεί αρκετά, τότε το γιαούρτι θα έχει έντονη όξινη γεύση, κάνοντας το ανεπιθύμητο για βρώση από τους καταναλωτές.



Figure 15 : Πεχάμετρο και διαδικασία μέτρησης

2.12. Στατιστική ανάλυση

Η δοκιμή Kolmogorov-Smirnov χρησιμοποιήθηκε για να αξιολογηθεί η κανονικότητα των δεδομένων. Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκε ανάλυση διασποράς μονής κατεύθυνσης (ANOVA), η οποία είναι ένα στατιστικό τεστ που επιτρέπει την εκτίμηση των διαφορών μεταξύ των μέσων όρων περισσότερων από δύο ομάδων. Αυτό το εργαλείο στατιστικής ανάλυσης διαχωρίζει τη συνολική μεταβλητότητα ενός συνόλου δεδομένων σε δύο συνιστώσες: τυχαίους και συστηματικούς παράγοντες. Η ποσοτική ανάλυση εκτελέστηκε τρεις φορές και τα αποτελέσματα παρουσιάζονται ως μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις. Για την εκτίμηση της στατιστικής σημαντικότητας, χρησιμοποιήθηκε επίπεδο σημαντικότητας $p < 0,05$.

3. Αποτελέσματα και συζήτηση

3.1. Ανάλυση των εμπλουτισμένων δειγμάτων γιαουρτιού

Το ιδανικό εκχύλισμα του *C. Creticus* προστέθηκε σε επιδόρπια γιαουρτιού σε τρεις διαφορετικές αναλογίες: 0,01%, 0,05% και 0,1% w/v. Ως πρώτο βήμα, παρασκευάστηκαν υδατικά διαλύματα του εκχυλίσματος στις προαναφερθείσες συγκεντρώσεις και αξιολογήθηκαν για τις αντιοξειδωτικές τους ιδιότητες. Στον πίνακα 1 παρουσιάζονται τα αντιοξειδωτικά χαρακτηριστικά (YTP, YTFn, PR, AAR) των τριών υδατικών εκχυλισμάτων. Σε όλες τις περιπτώσεις, οι αντιοξειδωτικές ιδιότητες παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p < 0,05$), με την υψηλότερη συγκέντρωση να επιδεικνύει τη μεγαλύτερη δραστηριότητα. Σημειώνεται ότι στην πιο χαμηλή προστιθέμενη συγκέντρωση του εκχυλίσματος δεν ανιχνεύθηκαν φλαβονοειδή..

Πίνακας 1 Αποδόσεις εκχύλισης και αντιοξειδωτικά χαρακτηριστικά του υδάτινου βέλτιστου εκχυλίσματος *C.*

Παράμετροι	w/v % Βέλτιστο υδατικό εκχύλισμα		
	0.01	0.05	0.1
Y _{TP} (mg GAE/100 mL) ¹	3.38 ± 0.09 ^c	17.03 ± 0.7 ^b	34.08 ± 1.19 ^a
Y _{TFn} (mg QE/100 mL) ²	—	0.25 ± 0.02 ^b	0.51 ± 0.02 ^a
P _R (μmol AAE/100 mL) ³	22.08 ± 0.6 ^c	110.1 ± 7.71 ^b	219.57 ± 12.74 ^a
A _{AR} (μmol AAE/100 mL) ³	16.81 ± 0.62 ^c	82.82 ± 2.32 ^b	165.18 ± 9.42 ^a

Creticus που ισοδυναμούν με ποσοστά εμπλουτισμού εκχυλίσματος γιαουρτιών.

Οι τιμές εκφράζονται ως μέσες τιμές τριπλών αντιτύπων (± τυπική απόκλιση) . Σε κάθε σειρά, οι στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p < 0,05$) υποδεικνύονται με διαφορετικούς δείκτες (π.χ. α-γ). 1 GAE (ισοδύναμα γαλλικού οξέος), 2 QE (ισοδύναμα κερκετίνης), 3 AAE (ισοδύναμα ασκορβικού οξέος).

Πίνακας 2: Φυσικοχημικές ιδιότητες γιαουρτιού εμπλουτισμένο με ξηρό εκχύλισμα *C. Creticus* σε διαφορετικές συγκεντρώσεις.

Παράμετροι	Επεξεργασία	Περίοδος Αποθήκευσης		
		1 μέρα	10 μέρες	21 μέρες
Συναίρεση (% <i>w/w</i>)	<i>Control</i>	60.58 ± 2.06 ^{A,c}	73.58 ± 2.35 ^{A,b}	90.58 ± 2.9 ^{A,a}
	0.01%	56.05 ± 1.35 ^{A,c}	66.18 ± 3.9 ^{A,B,b}	83.64 ± 3.76 ^{A,B,a}
	0.05%	58.78 ± 4.06 ^{A,b}	64.02 ± 1.98 ^{B,b}	77.64 ± 4.66 ^{B,a}
	0.10%	58.06 ± 1.22 ^{A,b}	63.46 ± 3.11 ^{B,a,b}	67.86 ± 2.38 ^{C,a}
Ικανότητα Συγκράτησης Νερού (WHC) (% <i>w/w</i>)	<i>Control</i>	85.4 ± 6.41 ^{A,a}	72.5 ± 3.99 ^{A,b}	65.2 ± 1.43 ^{C,b}
	0.01%	86.8 ± 3.39 ^{A,a}	74.2 ± 2.52 ^{A,b}	71.1 ± 1.49 ^{B,b}
	0.05%	87.2 ± 5.76 ^{A,a}	75 ± 4.5 ^{A,b}	72.7 ± 2.04 ^{B,b}
	0.10%	90.3 ± 5.6 ^{A,a}	80.2 ± 2.73 ^{A,b}	78.9 ± 2.37 ^{A,b}
Λακτόζη (% <i>w/w</i>)	<i>Control</i>	3.53 ± 0.13 ^{A,a}	3.04 ± 0.17 ^{B,b}	2.54 ± 0.12 ^{B,c}
	0.01%	3.67 ± 0.07 ^{A,a}	3.22 ± 0.24 ^{A,B,b}	2.98 ± 0.17 ^{A,b}
	0.05%	3.71 ± 0.22 ^{A,a}	3.41 ± 0.25 ^{A,B,a,b}	3.12 ± 0.15 ^{A,b}
	0.10%	3.82 ± 0.29 ^{A,a}	3.68 ± 0.12 ^{A,a,b}	3.29 ± 0.12 ^{A,b}
pH	<i>Control</i>	4.22 ± 0.19 ^{A,a}	3.89 ± 0.2 ^{A,a}	3.77 ± 0.26 ^{A,a}
	0.01%	4.23 ± 0.27 ^{A,a}	3.97 ± 0.12 ^{A,a}	3.85 ± 0.13 ^{A,a}
	0.05%	4.24 ± 0.22 ^{A,a}	3.98 ± 0.22 ^{A,a}	3.88 ± 0.17 ^{A,a}
	0.10%	4.24 ± 0.29 ^{A,a}	3.97 ± 0.28 ^{A,a}	3.89 ± 0.28 ^{A,a}
Y _{TP} (mg GAE ¹ /100 g)	<i>Control</i>	1.46 ± 0.05 ^{D,a}	1.15 ± 0.03 ^{D,b}	0.74 ± 0.05 ^{D,c}
	0.01%	3.21 ± 0.07 ^{C,a}	2.25 ± 0.11 ^{C,b}	1.12 ± 0.05 ^{C,c}
	0.05%	16.52 ± 0.93 ^{B,a}	12.55 ± 0.72 ^{B,b}	8.64 ± 0.64 ^{B,c}
	0.10%	31.28 ± 2.03 ^{A,a}	26.04 ± 1.25 ^{A,b}	19.47 ± 1.34 ^{A,c}
Y _{TFn} (mg QE ² /100 g)	<i>Control</i>	—	—	—
	0.01%	—	—	—
	0.05%	0.21 ± 0.01 ^{B,a}	0.15 ± 0.01 ^{B,b}	—
	0.10%	0.47 ± 0.01 ^{A,a}	0.39 ± 0.01 ^{A,b}	0.26 ± 0.02 ^c
P _R (μmol AAE ³ /100 g)	<i>Control</i>	3.08 ± 0.22 ^{D,a}	2.45 ± 0.18 ^{D,b}	1.74 ± 0.07 ^{D,c}
	0.01%	21.04 ± 1.14 ^{C,a}	16.65 ± 0.95 ^{C,b}	12.35 ± 0.9 ^{C,c}
	0.05%	105.25 ± 7.47 ^{B,a}	90.25 ± 2.35 ^{B,b}	74.65 ± 4.11 ^{B,c}
	0.10%	211.36 ± 7.19 ^{A,a}	189.36 ± 12.69 ^{A,a}	165.37 ± 4.63 ^{A,b}
A _{AR} (μmol AAE/100 g)	<i>Control</i>	2.44 ± 0.17 ^{D,a}	1.85 ± 0.06 ^{D,b}	1.11 ± 0.05 ^{D,c}
	0.01%	15.65 ± 1.11 ^{C,a}	12.36 ± 0.51 ^{C,b}	9.36 ± 0.66 ^{C,c}
	0.05%	80.25 ± 3.21 ^{B,a}	67.85 ± 4.14 ^{B,b}	55.54 ± 2.22 ^{B,c}
	0.10%	161.36 ± 11.3 ^{A,a}	142.35 ± 7.26 ^{A,a,b}	124.87 ± 3.12 ^{A,b}

Οι τιμές παρουσιάζονται ως μέσες τιμές τριών δειγμάτων (±τυπική απόκλιση). Στις στήλες και τις παραμέτρους, οι στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p < 0,05$)

επισημαίνονται με διαφορετικά κεφαλαία γράμματα (π.χ. A-D). Εντός κάθε γραμμής, οι στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p < 0,05$) υποδεικνύονται με διαφορετικά μικρά γράμματα (π.χ. α-γ). 1 GAE (ισοδύναμα γαλλικού οξέος), 2 QE (ισοδύναμα κερκετίνης), 3 AAE (ισοδύναμα ασκορβικού οξέος). Είναι σκόπιμο να εξαχθεί το συμπέρασμα ότι η προσθήκη του *C. Creticus* στο γιαούρτι βελτιώνει τόσο τις φυσικές και χημικές του ιδιότητες όσο και το αντιοξειδωτικό του δυναμικό, ιδιαιτέρως σε υψηλότερες συγκεντρώσεις προστιθέμενου εκχυλίσματος. Το καλύτερο εκχύλισμα (0,1% κ.β.), μάλιστα όχι μόνο βελτίωσε την ικανότητα του γιαουρτιού να συγκρατεί το νερό και να μειώνει την οξύτητά του κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης μειώνοντας το βαθμό συνένωσης και διάσπασης της λακτόζης σε γαλακτικό οξύ, αλλά παρουσίασε επίσης αυξημένη αντιοξειδωτική ικανότητα.

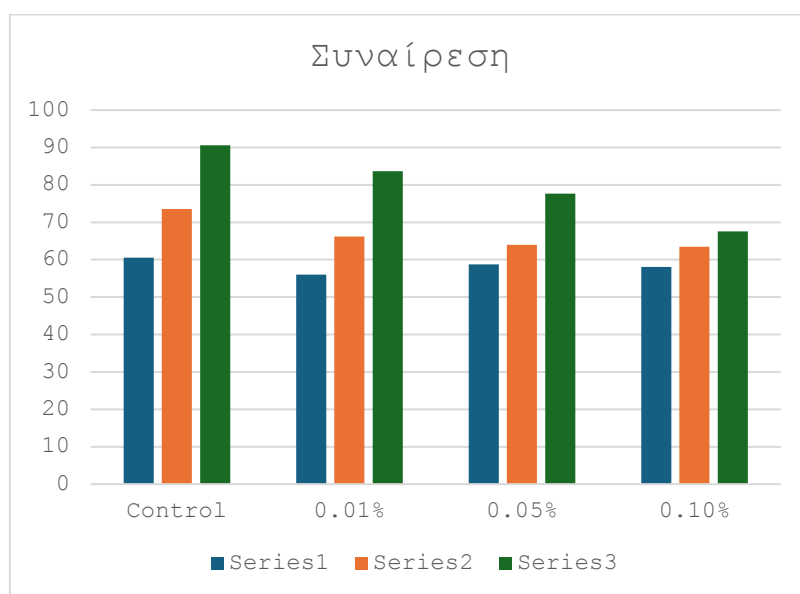


Figure 16 : Διάγραμμα συναίρεσης

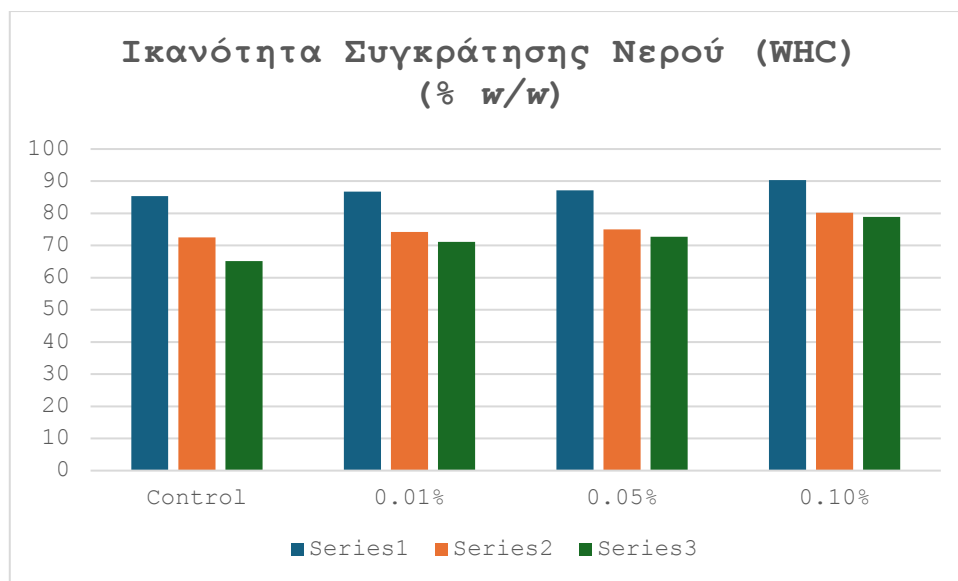


Figure 17: Διάγραμμα WHC

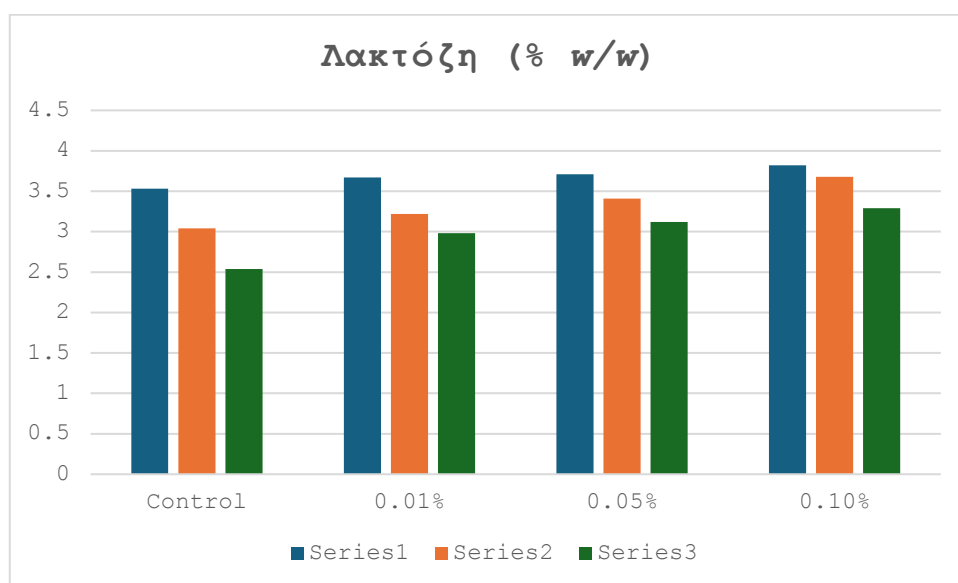


Figure 18: Διάγραμμα λακτόζης

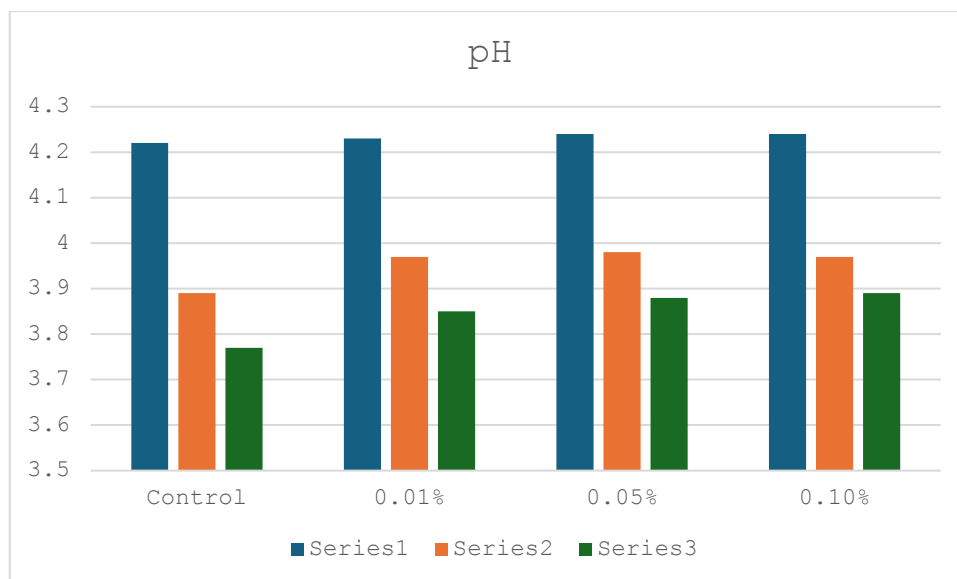


Figure 19: Διάγραμμα pH

3.2 Οργανοληπτικός έλεγχος

Ο οργανοληπτικός έλεγχος πραγματοποιείται ώστε να μετρηθούν, να αναλυθούν και να ερμηνευτούν οι αντιδράσεις στα χαρακτηριστικά των τροφίμων που γίνονται αντιληπτά μέσω των αισθήσεων της όρασης, της όσφρησης, της γεύσης, της αφής και της ακοής. Τα τελευταία χρόνια έχουν παρατηρηθεί σημαντικές εξελίξεις στη χρήση της οργανοληπτικής ανάλυσης, τόσο στις βιομηχανίες τροφίμων και ποτών, όσο και σε πολλές βιομηχανίες που δεν παράγουν τρόφιμα. Ο οργανοληπτικός έλεγχος, μάλιστα, χρησιμοποιείται σε σημαντικό βαθμό στη βιομηχανία τροφίμων για την ανάπτυξη νέων προϊόντων, την τροποποίηση των συνταγών και την αξιολόγηση των προϊόντων. Στο πείραμα που πραγματοποιήθηκε με τα δείγματα των τριών διαφορετικών συγκεντρώσεων παρατηρήθηκε τα παρακάτω χαρακτηριστικά. Αρχικά, στο χρώμα η διαφορά ήταν αρκετά μικρή, στη γεύση το γιαούρτι με την συγκέντρωση 0,1% ήταν το λιγότερο ξινό αλλά και το πιο γευστικό και τέλος στην υφή το 0,1% ήταν το πιο συμπαγές ενώ στο άρωμα δεν παρατηρήθηκε καμία διαφορά.

4. Συμπεράσματα

Στη συγκεκριμένη μελέτη εξετάστηκε η ιδανική συγκέντρωση εκχυλίσματος του *C. Creticus* (σε τρεις διαφορετικές αναλογίες: 0,01%, 0,05% και 0,1% w/v) που μπορεί να προστεθεί σε επιδόρπια γιαουρτιού, με στόχο τη μελέτη της συντηρησιμότητας και των φυσικοχημικών τους παραμέτρων. Από τα αποτελέσματα προκύπτει ότι η συγκέντρωση 0,1% κ.β. του εκχυλίσματος αποδείχθηκε η πιο κατάλληλη για τον εμπλουτισμό των γιαουρτιών, καθώς ενίσχυσε την αντιοξειδωτική τους ικανότητα.

Επίσης, παρατηρήθηκε βελτίωση στα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά των παρόντων επιδόρπιων γιαουρτιών. Συγκεκριμένα, η προσθήκη εκχυλίσματος *C. Creticus* σε ποσοστό 0,1% κ.β. αύξησε την ικανότητα συγκράτησης νερού του γιαουρτιού, μειώνοντας έτσι τον βαθμό συναίρεσης και καθιστώντας το προϊόν πιο ανθεκτικό για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα, γεγονός που μπορεί να συμβάλει στην επιμήκυνση της διάρκειας ζωής του επιδόρπιου γιαουρτιού. Επιπλέον, η προσθήκη αυτή συνέβαλε στη μείωση του ρυθμού πτώσης του pH, κάνοντάς το λιγότερο όξινο με την πάροδο του χρόνου. Τέλος, το γιαούρτι που εμπλουτίστηκε με αυτή τη συγκέντρωση παρουσίασε ισχυρότερη αντιοξειδωτική δράση σε σύγκριση με τα υπόλοιπα επιδόρπια γιαουρτιού. Τα ευρήματα της μελέτης υποδεικνύουν ότι τα εκχυλίσματα φύλλων του *C. Creticus* μπορούν να αποτελέσουν μια βιώσιμη και ασφαλή πηγή αντιοξειδωτικών για την καθημερινή διατροφή. Επιπλέον, λειτουργούν ως ένα χρήσιμο πρόσθετο τροφίμων, προσφέροντας ευεργετικές ιδιότητες για την υγεία στα επιδόρπια γιαουρτιού. Τα εκχυλίσματα αυτά θα μπορούσαν επίσης να χρησιμοποιηθούν στο μέλλον για τη βελτίωση άλλων τροφίμων, όπως μπάρες δημητριακών, μπισκότα, κρέμες, χυμούς και ποτά.

Αναφορές

Αγγλική βιβλιογραφία

1. Agnieszka Stępień, David Aebisher, Dorota Bartusik-Aebisher, Biological properties of *Cistus* species, REVIEW PAPER (2018), DOI: 10.15584/ejcem.2018.2.8
2. Αθανασία Τιλσίζογλου ,ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΣΕ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΕΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΓΙΑΟΥΡΤΙΟΥ: Επισκόπηση ποσοτικών μεθόδων και πρακτικών, Διπλωματική Εργασία ,Βόλος, 2023
3. Akalın, A.S.; Unal, G.; Dinkci, N.; Hayaloglu, A.A. Microstructural, Textural, and Sensory Characteristics of Probiotic Yogurts Fortified with Sodium Calcium Caseinate or Whey Protein Concentrate. *J. Dairy Sci.* **2012**, *95*, 3617–3628, doi:10.3168/jds.2011-5297.
4. Arab, M., Yousefi, M., Khanniri, E. et al. A comprehensive review on yogurt syneresis: effect of processing conditions and added additives. *J Food Sci Technol* 60, 1656–1665 (2023). <https://doi.org/10.1007/s13197-022-05403-6>
5. Άρθρο 82 (aade.gr) Δεμέτζος Κωνσταντίνος , DOI : 10.12681/eadd/1357

6. Aslam, H., Green, J., Jacka, F. N., Collier, F., Berk, M., Pasco, J., & Dawson, S. L. (2020). Fermented foods, the gut and mental health: a mechanistic overview with implications for depression and anxiety. *Nutritional Neuroscience*, 23(9), 659–671. <https://doi.org/10.1080/1028415X.2018.1544332>
7. Biharee, A., Sharma, A., Kumar, A., & Jaitak, V. (2020). Antimicrobial flavonoids as a potential substitute for overcoming antimicrobial resistance. *Fitoterapia*, 146, 104720. <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2020.104720>
8. Brussel, D.E. Medicinal plants of Mt. Pelion, Greece. *Econ. Bot.* **2004**, 58, 174–202.
9. Chatzimitakos, T.; Athanasiadis, V.; Makrygiannis, I.; Kalompatsios, D.; Bozinou, E.; Lalas, S.I. An Investigation into *Crithmum Maritimum* L. Leaves as a Source of Antioxidant Polyphenols. *Compounds* **2023**, 3, 532–551, doi:10.3390/compounds3040038.
10. Christodoulakis, Nikolaos & Georgoudi, Matina & Fasseas, Costas. (2014). Leaf Structure of *Cistus creticus* L. (Rock Rose), a Medicinal Plant Widely Used in Folk Remedies Since Ancient Times. *Journal of Herbs*. 20. 10.1080/10496475.2013.839018
11. Cui, L., Liu, X., Tian, Y., Xie, C., Li, Q., Cui, H., & Sun, C. (2016). Flavonoids, Flavonoid Subclasses, and Esophageal Cancer Risk: A Meta-Analysis of Epidemiologic Studies. *Nutrients*, 8(6), 350. <https://doi.org/10.3390/nu8060350> Hadjimbei, E.; Botsaris, G.; Chrysostomou, S. Beneficial Effects of Yoghurts and Probiotic Fermented Milks and Their Functional Food Potential. *Foods* **2022**, 11, 2691. <https://doi.org/10.3390/foods11172691>
12. Darvesh, S., Hopkins, D. & Geula, C. Neurobiology of butyrylcholinesterase. *Nat Rev Neurosci* 4, 131–138 (2003). <https://doi.org/10.1038/nrn1035>
13. El Karkouri, J., Bouhrim, M., Al Kamaly, O. M., Mechchate, H., Kchibale, A., Adadi, I., Amine, S., Alaoui Ismaili, S., & Zair, T. (2021). Chemical Composition, Antibacterial and Antifungal Activity of the Essential Oil from *Cistus ladanifer* L. *Plants* (Basel, Switzerland), 10(10), 2068. <https://doi.org/10.3390/plants10102068>
14. Fisberg M. ; Machado R., History of yogurt and current patterns of consumption , *Nutrition Reviews* (2015) DOI: [10.1093/nutrit/nuv020](https://doi.org/10.1093/nutrit/nuv020)
15. Geographical origin of the *Cistus* populations analyzed (distribution map was compiled with Google Earth (<https://www.google.com/earth/download/> (accessed on 12 March 2020)))

16. Hollman, P. C., & Arts, I. C. (2000). Review Flavonols, flavones and flavanols- nature, occurrence and dietary burden. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0010\(20000515\)80:7](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0010(20000515)80:7)
17. Hoolasi K. A Haccp study on yoghurt manufacture, Durban Institute of Technology (2005) <https://doi.org/10.51415/10321/103>
18. <https://www.healthline.com/nutrition/benefits-of-yogurt#nutrition> , Brianna Elliott 6 Impressive Health Benefits of Yogurt, March 2023
19. <https://pegasus-bio.gr/en/cultivations/herbs2-pegasusbiohyperfoods-/biocistuscreticusbiocistusincanuscreticuspegasusbiobiorockrosebiolabdanum> , Cistus creticus or Rock rose
20. http://nestor.teipel.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/16959/STEG_TETRO_00012_Medium.pdf?sequence=1 , Μαρινάκη Ευαγγελία ΠITYXIAKH ΜΕΛΕΤΗ «Παρασκευή προβιοτικής γιαούρτης με χρήση Lactobacillus casei, ATCC 393 και πρεβιοτικών», (2014)
21. <https://kubracosar.blogspot.com/2018/05/goruntu-isleme-renk-uzaylari.html> εικόνα Χρωματικού χώρου CIE Lab
22. https://eclass.uth.gr/modules/document/file.php/SE_TR_U141/%CE%A3%CE%B7%CE%BC%CE%B5%CE%B9%CF%8E%CF%83%CE%B5%CE%B9%CF%82%20%CE%98%CE%B5%CF%89%CF%81%CE%AF%CE%B1%CF%82%20%CE%96%CF%85%CE%BC%CE%BF%CF%8D%CE%BC%CE%B5%CE%BD%CF%89%CE%BD%20%CE%A4%CF%81%CE%BF%CF%86%CE%AF%CE%BC%CF%89%CE%BD.3.10.19.pdf , ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ & ΠΟΙΟΤΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ ΖΥΜΟΥΜΕΝΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ, Γιαβάσης Ιωάννης Καρδίτσα 2019
23. https://apothesis.lib.hmu.gr/bitstream/handle/20.500.12688/10026/KemalisAlexandros_KemalisPanagiotis2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y
24. John A Milner, Functional foods: the US perspective, The American Journal of Clinical Nutrition, 2000, <https://doi.org/10.1093/ajcn/71.6.1654S>
25. Κουτελιδάκης, Α. (2019). «Λειτουργικά τρόφιμα. Ο ρόλος τους στην προαγωγή της υγείας». 2 η Έκδοση. Αθήνα, Εκδόσεις, ΖΗΤΗ
26. Κυρανάς Ε., (2004). *Επιστήμη Τροφίμων* Ι. Εκδότης: Τμήμα Εκδόσεων ΤΕΙ Θεσσαλονίκης
27. Κυρανάς Ε. (2023). *Πρόσθετα τροφίμων και νομοθεσία* , Εκδόσεις : Τζιόλα
28. Κώδικας Τροφίμων και ποτών, Άρθρο 84

29. Kumar, S., & Pandey, A. K. (2013). Chemistry and biological activities of flavonoids: an overview. *The Scientific World Journal*, 2013, 162750.
<https://doi.org/10.1155/2013/162750>
30. Kumar, A., Pintus, F., Di Petrillo, A. et al. Novel 2-phenylbenzofuran derivatives as selective butyrylcholinesterase inhibitors for Alzheimer's disease. *Sci Rep* **8**, 4424 (2018). <https://doi.org/10.1038/s41598-018-22747-2>
31. Lardos, A.; Prieto-Garcia, J.; Heinrich, M. Resins and Gums in Historical Iatrosophia Texts from Cyprus—A Botanical and Medico-pharmacological Approach. *Front. Pharmacol.* **2011**, 2, 32
32. Marijana Skorić, Ana Ćirić, Snežana Budimir, et al., Bioactivity-guided identification and isolation of a major antimicrobial compound in *Cistus creticus* subsp. *creticus* leaves and resin “ladano”, (2022)
doi.org/10.1016/j.indcrop.2022.114992
33. Manousaki, A.; Jancheva, M.; Grigorakis, S.; Makris, D.P. Extraction of Antioxidant Phenolics from Agri-Food Waste Biomass Using a Newly Designed Glycerol-Based Natural Low-Transition Temperature Mixture: A Comparison with Conventional Eco-Friendly Solvents. *Recycling* **2016**, 1, 194–204, doi:10.3390/recycling1010194.
34. Marco, M. L., Heeney, D., Binda, S., Cifelli, C. J., Cotter, P. D., Foligné, B., Gänzle, M., Kort, R., Pasin, G., Pihlanto, A., Smid, E. J., & Hutkins, R. (2017). Health benefits of fermented foods: microbiota and beyond. *Current opinion in biotechnology*, 44, 94–102. <https://doi.org/10.1016/j.copbio.2016.11.010>
35. Montgomery, R. Further studies of the phenolsulfuric acid reagent for carbohydrates. *Biochim. Biophys. Acta* 1961, 48, 591–593
36. Μαντῆς Α & Παπαγεωργίου Δ . (2018). *Υγιεινή και Τεχνολογία του γάλακτος και των προϊόντων του* ,Εκδόσεις Α.Ε
37. Μ.Ε. Παπά Γαρυφαλλιά (2023).pdf (uoi.gr) ΦΛΑΒΟΝΟΕΙΔΗ ΚΑΙ HSP70. ΙΩΑΝΝΙΝΑ 2023 <http://dx.doi.org/10.26268/heal.uoi.12785>
38. Nikolaos S. Christodoulakis ;Matina Georgoudi; Costas Fasseas Leaf Structure of *Cistus creticus* L. (Rock Rose), a Medicinal Plant Widely Used in Folk Remedies Since Ancient Times , <https://doi.org/10.1080/10496475.2013.839018>
39. Nazhand et. al, Ready to Use Therapeutical Beverages: Focus on Functional Beverages Containing Probiotics, Prebiotics and Synbiotics. *Beverages*, 2020, DOI:[10.3390/beverages6020026](https://doi.org/10.3390/beverages6020026)

40. Nuraida, L. 2015. Μια ανασκόπηση: Βακτήρια γαλακτικού οξέος που προάγουν την υγεία σε παραδοσιακά ινδονησιακά ζυμωμένα τρόφιμα , Επιστήμη Τροφίμων και Ανθρώπινη Ευεξία4 (2):47–55. doi: 10.1016/j.fshw.2015.06.001
41. Nur Onal, F., Ozturk, I., Aydin Kose, F., Der, G., Kilinc, E., & Baykan, S. (2023). Comparative Evaluation of Polyphenol Contents and Biological Activities of Five *Cistus* L. Species Native to Turkey. *Chemistry and Biodiversity*, 20(1). <https://doi.org/10.1002/cbdv.202200915>
42. Oroian, M., & Escriche, I. (2015). Antioxidants: Characterization, natural sources, extraction and analysis. *Food research international* (Ottawa, Ont.), 74, 10–36. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2015.04.018>
43. Παντελαίου Σοφία, ΦΑΡΜΟΓΗ ΚΑΙΝΟΤΟΜΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΓΙΑΟΥΡΤΙΟΥ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΠΟΙΟΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΒΙΟ-ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΩΝ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ ΤΟΥ, ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ, ΑΘΗΝΑ, ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ, 2015
44. Palaiogiannis D, Athanasiadis V, Chatzimitakos T, Mantiniotou M, Bozinou E, Makris DP, Lalas SI. Extraction of Bioactive Compounds from *Cistus creticus* Leaves and Their Use in the Preparation of Yogurt Desserts. *Oxygen*. 2024; 4(1):90-107. <https://doi.org/10.3390/oxygen4010005>
45. Palaiogiannis D, Chatzimitakos T, Athanasiadis V, Bozinou E, Makris DP, Lalas SI. Successive Solvent Extraction of Polyphenols and Flavonoids from *Cistus creticus* L. Leaves. *Oxygen*. 2023; 3(3):274-286. <https://doi.org/10.3390/oxygen3030018>
46. Panche, A. N., Diwan, A. D., & Chandra, S. R. (2016). Flavonoids: an overview. *Journal of nutritional science*, 5, e47. <https://doi.org/10.1017/jns.2016.41>
47. Papaefthimiou D.; Papanikolaou A.; Kanellis A. K., Genus *Cistus*: A model for exploring labdane-type diterpenes' biosynthesis and a natural source of high value products with biological, aromatic, and pharmacological properties, *Frontiers in Chemistry* (2014) 10.3389/fchem.2014.00035
48. Papaioannou G, Kosma I, Badeka AV, Kontominas MG. Profile of Volatile Compounds in Dessert Yogurts Prepared from Cow and Goat Milk, Using Different Starter Cultures and Probiotics. *Foods*. 2021; 10(12):3153. <https://doi.org/10.3390/foods10123153>
49. Plasek, B.; Lakner, Z.; Kasza, G.; Temesi, Á. Consumer Evaluation of the Role of Functional Food Products in Disease Prevention and the Characteristics of Target Groups. *Nutrients* 2020, 12, 69.

50. Saleem G. N. ; Gu R. ; Chen X. Therapeutic potential of popular fermented dairy products and its benefits on human health, *Frontiers in Nutrition* (2024) DOI: 10.3389/fnut.2024.1328620
51. Şanlıer, N., Gökçen, B. B., & Sezgin, A. C. (2019). Health benefits of fermented foods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 59(3), 506–527.
<https://doi.org/10.1080/10408398.2017.1383355>
52. Sarkar S. Potentiality of probiotic yoghurt as a functional food – a review, *Nutrition and Food Science* (2019) DOI: [10.1108/NFS-05-2018-0139](https://doi.org/10.1108/NFS-05-2018-0139)
53. Shen, N., Wang, T., Gan, Q., Liu, S., Wang, L., & Jin, B. (2022). Plant flavonoids: Classification, distribution, biosynthesis, and antioxidant activity. *Food chemistry*, 383, 132531. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.132531>
54. Shehata, E.; Grigorakis, S.; Loupassaki, S.; Makris, D.P. Extraction Optimisation Using Water/Glycerol for the Efficient Recovery of Polyphenolic Antioxidants from Two Artemisia Species. *Sep. Purif. Technol.* **2015**, 149, 462–469, doi: 10.1016/j.seppur.2015.06.017
55. Siddiqui, S.A., Erol, Z., Rugji, J. et al. An overview of fermentation in the food industry - looking back from a new perspective. *Bioresour. Bioprocess.* 10, 85 (2023). <https://doi.org/10.1186/s40643-023-00702-y>
56. Σπανού Χρυσούλα. Μελέτη βιολογικών ιδιοτήτων εκχυλισμάτων από διάφορες ποικιλίες ψυχανθών. 2010
57. Συγκριτική μελέτη λειτουργικών ιδιοτήτων πρώτων υλών φυτικής προέλευσης (aegean.gr) , Παυλίδου Ειρήνη
58. Stępień A. ; Aebischer D. ; Bartusik-Aebischer D. Biological properties of Cistus species, *European Journal of Clinical and Experimental Medicine* (2018), [10.15584/ejcem.2018.2.8](https://doi.org/10.15584/ejcem.2018.2.8)
59. T. Ozcan, D.S. Horne, J.A. Lucey, Yogurt made from milk heated at different pH values, *J. Dairy Sci.* 98 (2015) 6749–6758. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-9643>
60. Tomou E. M. ; Lytra K.; Skaltsa H. traditional uses, phytochemistry, and pharmacological properties , *Phytochemistry Reviews* (2022)
An updated review of genus Cistus L. 2014 DOI:[10.1007/s11101-022-09827-y](https://doi.org/10.1007/s11101-022-09827-y)
61. Tsao, R. (2010). Chemistry and biochemistry of dietary polyphenols. *Nutrients*. MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/nu2121231>
62. Tugba Aktar, Physicochemical and sensory characterisation of different yoghurt production methods, *International Dairy Journal* (2022)
<https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2021.105245>.
63. Zalegh, I., Akssira, M., Bourhia, M., Mellouki, F., Rhallabi, N., Salamatullah, A. M., Alkaltham, M. S., Khalil Alyahya, H., & Mhand, R. A. (2021). A Review on

Cistus sp.: Phytochemical and Antimicrobial Activities. *Plants* (Basel, Switzerland), 10(6), 1214. <https://doi.org/10.3390/plants10061214>

64. Zhou, Y., Zheng, J., Li, Y., Xu, D. P., Li, S., Chen, Y. M., & Li, H. B. (2016). Natural Polyphenols for Prevention and Treatment of Cancer. *Nutrients*, 8(8), 515. <https://doi.org/10.3390/nu8080515>