

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΧΗΜΕΙΑΣ

Ανάπτυξη και μελέτη επιδόρπιων γιαουρτιού και προϊόντων οίνου με προσθήκη αρωματικών φαρμακευτικών φυτών είτε εκχυλισμάτων τους

ΣΙΩΖΟΥ ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΙΩΑΝΝΙΝΑ 2026

Η έγκριση Διδακτορικής Διατριβής από το Τμήμα Χημείας του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων δεν υποδηλώνει αποδοχή των γνωμών του συγγραφέα.
(Ν. 5343 / 1932, άρθρο 202)

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα διδακτορική διατριβή εκπονήθηκε με κεντρικό άξονα την ανάπτυξη και μελέτη τροφίμων με ενισχυμένη λειτουργική αξία, αξιοποιώντας δύο ιδιαίτερα σημαντικές κατηγορίες προϊόντων της ελληνικής και διεθνούς διατροφικής κουλτούρας: τα επιδόρπια γιαουρτιού και τα προϊόντα οίνου. Το γιαούρτι αποτελεί ένα εξαιρετικό μέσο μεταφοράς θρεπτικών συστατικών, προβιοτικών και αντιοξειδωτικών στο ανθρώπινο πεπτικό σύστημα, ενώ η τεχνολογική του ευελιξία επιτρέπει την επιτυχή ενσωμάτωση φυτικών προσθέτων με στόχο τη βελτίωση της θρεπτικής και βιοενεργής του σύστασης. Παράλληλα, ο οίνος ως προϊόν πλούσιο σε φαινολικές ενώσεις και με έντονο αισθητηριακό αποτύπωμα, προσφέρει ένα ιδιαίτερα ενδιαφέρον υπόστρωμα για διερεύνηση εναλλακτικών ή/και συμπληρωματικών κατεργασιών με φυτικά προϊόντα, με πιθανή επίδραση στη σύσταση, την αντιοξειδωτική ικανότητα και τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά.

Φτάνοντας στο τέλος της ερευνητικής αυτής διαδρομής, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Ρούσση Ιωάννη για την ανάθεση του θέματος, την υποστήριξη και την καθοδήγησή του καθ' όλη τη διάρκεια της εκπόνησης της διατριβής.

Παράλληλα θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή κ. Κωνσταντίνου Ιωάννη και τον αναπληρωτή καθηγητή κ. Μαγιάτη Προκόπη για την υποστήριξη τους ως μέλη της τριμελούς συμβουλευτικής επιτροπής της διδακτορικής έρευνας.

Ειδικά θα ήθελα να ευχαριστήσω τον αναπληρωτή καθηγητή κ. Μαγιάτη Προκόπη, και τον συνεργάτη του διδάκτορα Δαδιώτη Βαγγέλη για την παρασκευή των φυτικών εκχυλισμάτων και την ανάλυση τους με NMR.

Επιπλέον, τα οινοποιία Γκλίναβος και Jimas για την προσφορά των οίνων, την εταιρία Μυρτάλη organics για την προσφορά του τσαγιού του βουνού, την Ένωση Μαστιχοπαραγωγών Χίου για την προσφορά της μαστίχας.

Ιδιαίτερο ευχαριστώ οφείλω επίσης στον οινολόγο, οινοποιό και εκπαιδευτή WSET κ. Τζίμα Παναγιώτη για την οργανοληπτική αξιολόγηση του ροζέ οίνου και των προϊόντων του. Επίσης, τους Τοσουνίδη Αλέξανδρο και Τσακμάκη Γεωργία για την οργανοληπτική αξιολόγηση γιαουρτιών και επιδόρπιων γιαουρτιού.

Ακόμη, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους συναδέλφους μου Χλή Σοφία, Καλλέ Αθηνά, Κοντοδήμου Άννα Μαρία, Ιωάννου Νεφέλη, Μπαλακτσή Σταυρούλα, Τοσουνίδη Αλέξανδρο, Τσακμάκη Γεωργία για τη συνεργασία και τη στήριξή τους στο εργαστήριο.

Τέλος, ένα μεγάλο ευχαριστώ οφείλω στην οικογένειά μου για την αμέριστη συμπαράσταση και ενθάρρυνσή της σε όλη τη διάρκεια αυτής της προσπάθειας.

Μέρος της διδακτορικής μελέτης χρηματοδοτήθηκε από το πρόγραμμα με τίτλο «Ανάπτυξη ερευνητικών υποδομών για τον σχεδιασμό, την παραγωγή και την ανάδειξη των χαρακτηριστικών ποιότητας και ασφάλειας αγροδιατροφικών και βιολειτουργικών προϊόντων» (ΕΥ-ΑΓΡΟΔΙΑΤΡΟΦΗ)» που συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης) και από Εθνικούς Πόρους, στο πλαίσιο του προγράμματος «Ανταγωνιστικότητα, Επιχειρηματικότητα και Καινοτομία (ΕΠΑνΕΚ)», «ΕΣΠΑ 2014 – 2020».

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα διδακτορική διατριβή εξετάζει την ανάπτυξη και αξιολόγηση επιδόρπιων γιαουρτιού και προϊόντων οίνου με προσθήκη επιλεγμένων φυτικών προϊόντων και εκχυλισμάτων τους, με στόχο την ενίσχυση της λειτουργικής τους αξίας και τη διερεύνηση της επίδρασης των φυτικών συστατικών στη φυσικοχημική, αντιοξειδωτική, βιοδραστική και αισθητηριακή τους συμπεριφορά. Τα φυτικά υλικά που χρησιμοποιήθηκαν ήταν κρόκος Κοζάνης, μαστίχα Χίου και τσάι του βουνού Ηπείρου, σε μορφή πρώτης ύλης ή/και λυοφιλιωμένων υδατικών και υδατοαλκοολικών εκχυλισμάτων.

Η πειραματική μελέτη οργανώθηκε σε τέσσερις βασικές ενότητες: (α) ανάπτυξη επιδόρπιων αγελαδινού γιαουρτιού με προσθήκη τσαγιού του βουνού, (β) ανάπτυξη επιδόρπιων γίδινου γιαουρτιού με προσθήκη λυοφιλιωμένων υδατικών εκχυλισμάτων κρόκου είτε κρόκου και τσαγιού του βουνού, (γ) ανάπτυξη προϊόντων λευκού οίνου Ντεμπίνα διαφορετικών επιπέδων διοξειδίου του θείου με προσθήκη κρόκου και μαστίχας είτε τσαγιού του βουνού (δ) ανάπτυξη προϊόντων ροζέ οίνου Merlot–Cabernet Sauvignon με προσθήκη υδατοαλκοολικών εκχυλισμάτων κρόκου είτε τσαγιού του βουνού.

Στα γαλακτοκομικά προϊόντα πραγματοποιήθηκαν αναλύσεις βασικής σύστασης, pH/οξύτητας, συναίρεσης. Στα προϊόντα οίνου πραγματοποιήθηκαν αναλύσεις βασικής σύστασης, προσδιορισμός διοξειδίου του θείου, προσδιορισμός ολικών φαινολικών και ομάδων φαινολικών ενώσεων, ολικών ελεύθερων σουλφυδρυλομάδων. Σε όλα τα προϊόντα πραγματοποιήθηκαν προσδιορισμοί αντιοξειδωτικής δράσης (μέθοδοι Folin, FRAP, DPPH), καθώς και αξιολόγηση βιοδράσεων (εκκαθάριση ριζών υδροξυλίου και αντιφλεγμονώδης δράση). Επίσης, προσδιορίστηκε το πτητικό προφίλ με μεθοδολογία HS-SPME-GCxGC-TOF-MS. Επιπλέον, πραγματοποιήθηκε οργανοληπτική αξιολόγηση.

Τα επιδόρπια γιαουρτιού με προσθήκη των επιλεγμένων φυτικών υλικών παρουσίασαν χαμηλότερη συναίρεση σε σύγκριση με τα προϊόντα αναφοράς, όπως και χαμηλότερη οξύτητα κατά τη διατήρησή τους. Επίσης, τα επιδόρπια γιαουρτιού παρουσίασαν υψηλότερη αντιοξειδωτική δράση και βιοδράσεις, καθώς και διαφοροποιήσεις στο πτητικό τους προφίλ, με αυξημένες συγκεντρώσεις και/ή επιπλέον πτητικές ενώσεις.

Τα προϊόντα οίνου με προσθήκη των επιλεγμένων φυτικών υλικών παρουσίασαν υψηλότερα επίπεδα διοξειδίου του θείου κατά τη διατήρησή τους σε σύγκριση με τους αντίστοιχους οίνους-μάρτυρες. Επίσης, παρουσίασαν μεγαλύτερες συγκεντρώσεις αντιοξειδωτικών, υψηλότερη αντιοξειδωτική δράση και βιοδράσεις, καθώς και διαφοροποιήσεις στο πτητικό τους προφίλ, με αυξημένες συγκεντρώσεις και/ή επιπλέον πτητικές ενώσεις.

Συνολικά, η διατριβή διερευνά συστηματικά τη δυνατότητα παρασκευής επιδόρπιων γιαουρτιού και προϊόντων οίνου με προσθήκη επιλεγμένων ελληνικών φυτικών υλών προσφέροντας δεδομένα για την τεχνολογική εφαρμοσιμότητα, την επίδραση στη βιοενεργή και αρωματική σύσταση, όπως και τη συνολική αποδοχή των παραγόμενων προϊόντων.

SUMMARY

The present phD thesis investigates the development and quality parameters of yogurt desserts and wine products produced with the addition of selected plant materials or their extracts.

The plant materials used were Kozani saffron, Chios mastic, and Epirus mountain tea, in the form of raw materials or of freeze-dried aqueous and hydroalcoholic extracts.

The experimental study was organized into four main sections: (a) development of cow's milk yogurt desserts produced with the addition of mountain tea; (b) development of goat's milk yogurt desserts produced with the addition aqueous extracts of saffron or of saffron and mountain tea; (c) development of white Debina wine products with different sulfur dioxide levels, produced with the addition saffron and mastic or mountain tea; and (d) development of rosé Merlot–Cabernet Sauvignon wine products produced with hydroalcoholic extracts of saffron or mountain tea.

The dairy products were analyzed for proximate composition, pH, acidity, and syneresis. The wine products were analyzed for proximate composition, sulfur dioxide content, total phenolic content and phenolic compound groups, and total free sulfhydryl groups. All products were evaluated for antioxidant activity using the Folin, FRAP, and DPPH assays, as well as for bioactivities, i.e. hydroxyl radical scavenging and anti-inflammatory activity. In addition, the volatile profiles were determined using HS-SPME-GC×GC-TOF-MS. Sensory evaluation was also performed.

The yogurt desserts exhibited lower syneresis than the corresponding control yogurts, as well as lower acidity during storage. Furthermore, they exhibited higher antioxidant activity and bioactivities as well as enriched volatile profiles, i.e. increased concentrations of certain volatile compounds and/or additional volatile compounds.

The wine products exhibited higher sulfur dioxide levels during storage than the corresponding control wines. They also exhibited higher concentrations of antioxidants, higher antioxidant activity and bioactivities, as well as enriched volatile profiles, i.e. increased concentrations of certain volatile compounds and/or additional volatile compounds.

Overall, this thesis systematically investigates the feasibility of developing yogurt desserts and wine products produce with the addition of selected Greek plant materials, providing data on their technological applicability, the effects of enrichment on their bioactive and aromatic composition, and the overall acceptance of the novel products.

Περιεχόμενα

ΠΡΟΛΟΓΟΣ ii

ΠΕΡΙΛΗΨΗ iv

SUMMARY vi

1. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ 1

1.1. Γιαούρτι 1

1.1.1. Γενικά 1

1.1.2. Παρασκευή και συντήρηση γιαουρτιού 2

1.1.2.1. Αγελαδινό γιαούρτι 4

1.1.2.2. Γίδινο γιαούρτι 5

1.1.3. Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά και ποιότητα γιαουρτιού 6

1.1.3.1. Αγελαδινό γιαούρτι 7

1.1.3.2. Γίδινο γιαούρτι 9

1.1.4. Επιδράσεις γιαουρτιού στην υγεία 11

1.2. Οίνος 13

1.2.1. Γενικά 13

1.2.2. Παρασκευή και συντήρηση οίνου 14

1.2.2.1. Λευκός οίνος 16

1.2.2.2. Ροζέ οίνος 19

1.2.3. Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά και ποιότητα οίνου 21

1.2.3.1. Λευκός οίνος 22

1.2.3.2. Ροζέ οίνος 24

1.2.4. Ποικιλίες σταφυλιών παραγωγής οίνων 26

1.2.4.1. Ντεμπίνα 27

1.2.4.2. Merlot και Cabernet Sauvignon 28

1.2.5. Επιδράσεις οίνου στην υγεία 30

1.3. Εμπλουτισμός τροφίμων με φυτικά υλικά 32

1.3.1. Γενικά 32

1.3.2. Επιδράσεις φυτικών υλικών στη σύσταση και την ποιότητα 34
1.3.3. Επιδράσεις φυτικών υλικών στην υγεία 39
1.3.4. Επιδόρπια γιαουρτιού 44
1.3.5. Προϊόντα οίνου 47
1.4. Μέθοδοι ανάλυσης 50
1.4.1. Γάλακτος, γιαουρτιού και επιδόρπιων γιαουρτιού 50
1.4.1.1. Μέθοδος Folin 50
1.4.1.2. Μέθοδος FRAP 51
1.4.1.3. Μέθοδος DPPH 52
1.4.1.4. Μέθοδος εκκαθάρισης ριζών υδροξυλίου 53
1.4.1.5. Αντιφλεγμονώδης δράση 54
1.4.1.6. HS-SPME-GC/MS 55
1.4.1.7. HS-SPME-GCxGC-TOF-MS 55
1.4.2. Οίνου και προϊόντων οίνου 56
1.4.2.1. Προσδιορισμός διοξειδίου του θείου 56
1.4.2.2. Μέτρηση Χρώματος 57
1.4.2.3. Προσδιορισμός δείκτη φαινολικών 58
1.4.2.4. Προσδιορισμός ο-διφαινολών 58
1.4.2.5. Προσδιορισμός φλαβανολών 59
1.4.2.6. Προσδιορισμός υδροξυκινναμωμικών 59
1.4.2.7. Προσδιορισμός Ολικών ελεύθερων σουλφυδρυλομάδων 59
1.5. Σκοπός 60
2. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ 61
2.1. Υλικά 61
2.1.1. Όργανα και συσκευές 61
2.1.2. Αντιδραστήρια 62
2.1.3. Πρώτες ύλες 62
2.1.3.1. Παρασκευής επιδόρπιων γιαουρτιού 62

2.1.3.2. Παρασκευής προϊόντων οίνου 64

2.1.3.3. Φυτικά υλικά και εκχυλίσματά τους 64

2.2. Πειραματική πορεία 68

2.2.1. Παρασκευή αγελαδινού γιαουρτιού και επιδόρπιων αγελαδινού γιαουρτιού 68

2.2.2. Παρασκευή γίδινου γιαουρτιού και επιδόρπιων γίδινου γιαουρτιού 70

2.2.3. Παρασκευή προϊόντων λευκού οίνου Ντεμπίνα 70

2.2.4. Παρασκευή προϊόντων ροζέ οίνου Merlot-Cabernet Sauvignon 71

2.3. Μέθοδοι Ανάλυσης 73

2.3.1. Γάλακτος, γιαουρτιού και επιδόρπιων γιαουρτιού 73

2.3.1.1. Αναλύσεις βασικής σύστασης γάλακτος 73

2.3.1.2. Αναλύσεις βασικής σύστασης γιαουρτιού και επιδόρπιων γιαουρτιού 76

2.3.1.3. Προσδιορισμός συναίρεσης 78

2.3.1.4. Παραλαβή εκχυλισμάτων 78

2.3.1.5. Προσδιορισμός αντιοξειδωτικής δράσης 79

2.3.1.6. Βιοδράσεις γιαουρτιού και επιδόρπιων γιαουρτιού 82

2.3.1.7. Μικροβιολογική ανάλυση γιαουρτιού και επιδόρπιων γιαουρτιών ... 85

2.3.1.8. Προσδιορισμός πτητικών ενώσεων γιαουρτιών και επιδόρπιων γιαουρτιού με αέρια χρωματογραφία GC/MS και δισδιάστατη αέρια χρωματογραφία GC/GC/TOF 86

2.3.2. Μέθοδοι ανάλυσης οίνου 87

2.3.2.1. Αναλύσεις βασικής σύστασης οίνου 87

2.3.2.2. Προσδιορισμός διοξειδίου του θείου 90

2.3.2.3. Μέτρηση απορρόφησης στα 420 nm 91

2.3.2.4. Προσδιορισμός φαινολικών συστατικών οίνου και ολικών ελεύθερων σουλφυδρυλομάδων 91

2.3.2.5. Προσδιορισμός αντιοξειδωτικής δράσης 95

2.3.2.6. Βιοδράσεις 98

2.3.2.7. Προσδιορισμός πτητικών ενώσεων οίνου με αέρια χρωματογραφία GC/MS και δισδιάστατη αέρια χρωματογραφία GC/GC/TOF 101
2.3.3. Μέθοδοι Ανάλυσης φυτικών εκχυλισμάτων 102
2.3.3.1. Υδατικά Εκχυλίσματα κρόκου και τσαγιού του βουνού 102
2.3.3.2. Υδατοαλκοολικά εκχυλίσματα κρόκου και τσαγιού του βουνού 106
2.4. Στατιστική επεξεργασία 106
2.5. Οργανοληπτική αξιολόγηση/δοκιμασία 106
2.5.1. Γιαουρτιού και επιδόρπιων γιαουρτιού 106
2.5.2. Οίνου και προϊόντων οίνου 106
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ 107
3.1. Ανάπτυξη επιδόρπιων αγελαδινού γιαουρτιού με προσθήκη τσαγιού του βουνού Ηπείρου 107
3.1.1. Βασική σύσταση γάλακτος 107
3.1.2. Βασική σύσταση γιαουρτιού και επιδόρπιων γιαουρτιού 107
3.1.3. Ολική και ενεργός οξύτητα 108
3.1.3.1. Ενεργός οξύτητα-pH 108
3.1.3.2. Ολική οξύτητα 108
3.1.4. Συναίρεση 109
3.1.5. Αντιοξειδωτική Δράση 110
3.1.5.1. Δοκιμή Folin 110
3.1.5.2. Δοκιμή FRAP 110
3.1.5.3. Δοκιμή DPPH 111
3.1.6. Προσδιορισμός Βιοδράσεων 113
3.1.6.1. Εκκαθάριση ριζών υδροξυλίου 113
3.1.6.2. Αντιφλεγμονώδης δράση 113
3.1.7. Έλεγχος επιμόλυνσης 115
3.1.8. Πτητικά συστατικά αγελαδινού γιαουρτιού και επιδόρπιων αγελαδινού γιαουρτιού με που προσδιορίστηκαν με HS-SPME-GCxGC-TOF-MS 116

3.1.9. Οργανοληπτική αξιολόγηση 125

3.2. Ανάπτυξη επιδόρπιων γίδινου γιαουρτιού με προσθήκη υδατικών εκχυλισμάτων κρόκου Κοζάνης είτε τσαγιού του βουνού Ηπείρου. 126

3.2.1. Αντιοξειδωτική δράση και βιοδράσεις υδατικών εκχυλισμάτων κρόκου και τσαγιού του βουνού 126

3.2.2. Βασική σύσταση γίδινου γάλακτος 127

3.2.3. Βασική σύσταση γίδινου γιαουρτιού κι επιδόρπιων γίδινου γιαουρτιού 127

3.2.4. Ενεργός και ολική οξύτητα γίδινου γιαουρτιού και επιδόρπιων γίδινου γιαουρτιού 128

3.2.4.1. Ενεργός οξύτητα - pH 128

3.2.4.2. Οξύτητα 128

3.2.5. Συναίρεση γίδινου γιαουρτιού και επιδόρπιων γίδινου γιαουρτιού..... 129

3.2.6. Αντιοξειδωτική δράση γίδινου γιαουρτιού και επιδόρπιων γίδινου γιαουρτιού 130

3.2.6.1. Δοκιμή Folin..... 130

3.2.6.2. Δοκιμή FRAP 130

3.2.6.3. Δέσμευση της ρίζας DPPH 131

3.2.7. Βιοδράσεις γίδινου γιαουρτιού και επιδόρπιων γίδινου γιαουρτιού ... 133

3.2.7.1. Εκκαθάριση ριζών υδροξυλίου 133

3.2.7.2. Αντιφλεγμονώδης δράση 133

3.2.8. Έλεγχος επιμόλυνσης..... 135

3.2.9. Πτητικά συστατικά γίδινου γιαουρτιού και επιδόρπιων γίδινου γιαουρτιού που προσδιορίστηκαν με HS-SPME-GCxGC-TOF-MS 135

3.2.10. Οργανοληπτική αξιολόγηση γίδινου γιαουρτιού και επιδόρπιων γίδινου γιαουρτιού 142

3.3. Ανάπτυξη προϊόντων λευκού οίνου Ντεμπίνα διαφόρων επιπέδων διοξειδίου του θείου με προσθήκη κρόκου Κοζάνης, μαστίχας Χίου είτε τσαγιού του βουνού Ηπείρου 143

3.3.1. Αναλύσεις αρχικών οίνων..... 143

3.3.1.1. Βασική σύσταση 143

3.3.1.2. Φαινολική σύσταση και αντιοξειδωτική ικανότητα των αρχικών οίνων 144

3.3.2. Αναλύσεις οίνου και προϊόντων οίνου 145

3.3.2.1. Ελεύθερο διοξείδιο του θείου 145

3.3.3. Φαινολικά συστατικά και ολικές ελεύθερες σουλφυδρυλομάδες 146

3.3.3.1. Δείκτης φαινολικών 146

3.3.3.2. ο-διφαινόλες 148

3.3.3.3. Φλαβανόλες 149

3.3.3.4. Υδροξυκινναμωμικά οξέα 150

3.3.3.5. Ολικές ελεύθερες σουλφυδρυλομάδες 152

3.3.4. Αντιοξειδωτική δράση 154

3.3.4.1. Δοκιμή Folin 154

3.3.4.2. Δοκιμή FRAP 155

3.3.5. Βιοδράσεις 157

3.3.5.1. Εκκαθάριση ριζών υδροξυλίου 157

3.3.5.2. Αντιφλεγμονώδης δράση 159

3.3.6. Πτητικά συστατικά λευκού οίνου και προϊόντων λευκού οίνου που προσδιορίστηκαν με HS-SPME-GCxGC-TOF-MS 162

3.3.7. Οργανοληπτικά χαρακτηριστικά οίνου και προϊόντων οίνου 177

3.3.7.1. Οίνος Α 177

3.3.7.2. Οίνος Β 179

3.3.7.3. Οίνος Γ 180

3.3.7.4. Οίνος Δ 181

3.4. Ανάπτυξη προϊόντων ροζέ οίνου Merlot-Cabernet Sauvignon με προσθήκη υδατοαλκοολικών εκχυλισμάτων κρόκου Κοζάνης είτε τσαγιού του βουνού Ηπείρου. . 182

3.4.1. Αντιοξειδωτική δράση και βιοδράσεις υδατοαλκοολικών εκχυλισμάτων κρόκου και τσαγιού του βουνού 182

3.4.2. Βασική σύσταση 182

3.4.3. Διοξείδιο του θείου 184
3.4.4. Χρώμα 187
3.4.5. Φαινολικά συστατικά και ολικές ελεύθερες σουλφυδρυλομάδες 187
3.4.5.1. Δείκτης φαινολικών 187
3.4.5.2. Ο-διφαινόλες 189
3.4.5.3. Φλαβανόλες 190
3.4.5.4. Υδροξυκινναμωμικά οξέα 192
3.4.5.5. Ολικές ελεύθερες σουλφυδρυλομάδες 193
3.4.6. Αντιοξειδωτική δράση 195
3.4.6.1. Δοκιμή Folin 195
3.4.6.2. Δοκιμή FRAP 197
3.4.6.3. Δέσμευση της ρίζας DPPH 198
3.4.7. Βιοδράσεις 201
3.4.7.1. Εκκαθάριση ριζών υδροξυλίου 201
3.4.7.2. Αντιφλεγμονώδης δράση 203
3.4.8. Πτητικά συστατικά ροζέ οίνου και προϊόντων ροζέ οίνου που προσδιορίστηκαν με HS-SPME-GCxGC-TOF-MS 205
3.4.9. Οργανοληπτικά χαρακτηριστικά 219
4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ 220
4.1. Ανάπτυξη επιδόρπιων αγελαδινού γιαουρτιού με προσθήκη τσαγιού του βουνού Ηπείρου 220
4.2. Ανάπτυξη επιδόρπιων γίδινου γιαουρτιού με προσθήκη υδατικών εκχυλισμάτων κρόκου Κοζάνης είτε τσαγιού του βουνού Ηπείρου. 221
4.3. Ανάπτυξη προϊόντων λευκού οίνου Ντεμπίνα διαφόρων επιπέδων διοξειδίου του θείου με εκχύλιση κρόκου Κοζάνης, Μαστίχας Χίου είτε τσαγιού του βουνού Ηπείρου. 222
4.4. Ανάπτυξη προϊόντων ροζέ οίνου Merlot-Cabernet Sauvignon με προσθήκη υδατοαλκοολικών εκχυλισμάτων κρόκου Κοζάνης είτε τσαγιού του βουνού Ηπείρου. . 223
5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 224

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α 238
Παρασκευή φυτικών εκχυλισμάτων και ανάλυση τους με NMR 238
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β 245
Συνέδρια/ Δημοσιεύσεις 245
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ 246
Κατάλογος Εικόνων 246
Κατάλογος Διαγραμμάτων 247
Κατάλογος Σχημάτων 247
Κατάλογος Πινάκων 250
Συντομογραφίες 254

1. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

1.1. Γιαούρτι

1.1.1. Γενικά

«Γιαούρτι» χαρακτηρίζεται το γαλακτοκομικό προϊόν το οποίο παράγεται με ζύμωση και πήξη του γάλακτος, με τη χρήση, υποχρεωτικά, καλλιεργειών που χρησιμοποιούνται ως εκκινητές των βακτηρίων *Streptococcus salivarious subsp. thermophilus* και *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*, ώστε το τελικό ζυμωμένο προϊόν να περιέχει τουλάχιστον 107 cfu/g προϊόντος μέχρι την ημερομηνία ανάλωσής του (1).

Ως πρώτη ύλη του γιαουρτιού χρησιμοποιείται αποκλειστικά νωπό ή παστεριωμένο γάλα που δεν έχει υποστεί τροποποίηση της φυσικής του σύνθεσης με μόνη εξαίρεση τη ρύθμιση της λιποπεριεκτικότητας. Η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη στο γιαούρτι από αγελαδινό ή γίδινο γάλα πρέπει να είναι τουλάχιστον 3,2% και από πρόβειο γάλα τουλάχιστον 5,5%. Σε περίπτωση χρήσης μιγμάτων γάλακτος η ελάχιστη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη υπολογίζεται από την αναλογία των ειδών του γάλακτος. Κατά την παρασκευή του γιαουρτιού, πέραν της πρώτης ύλης, επιτρέπεται μόνο η προσθήκη κρέμας γάλακτος και πρωτεϊνών γάλακτος. Η κρέμα γάλακτος βοηθάει στη ρύθμιση της λιποπεριεκτικότητας ενώ οι πρωτεΐνες ρυθμίζουν το στερεό υπόλειμμα άνευ λίπους (ΣΥΑΛ) του ίδιου είδους ζώου υπό την προϋπόθεση το ΣΥΑΛ του γάλακτος που χρησιμοποιήθηκε να μην ξεπερνάει το ΣΥΑΛ του τελικού προϊόντος. Επιπλέον μπορούν να χρησιμοποιηθούν κι άλλοι μικροοργανισμοί εκτός από τους δύο που αναφέρθηκαν στην αρχή με την προϋπόθεση ότι ο πληθυσμός τους θα είναι τουλάχιστον 106 cfu/gr προϊόντος κατά την ημερομηνία ανάλωσης ενώ επίσης θα πρέπει να αναγράφονται και στην ετικέτα.

«Στραγγιστό γιαούρτι» χαρακτηρίζεται το προϊόν που λαμβάνεται από το γιαούρτι μετά από αποστράγγιση μέρους του ορού μετά την πήξη και έχει κατ' ελάχιστο 5,6% πρωτεΐνες για το αγελαδινό ή γίδινο γάλα και 8% για το πρόβειο γάλα.

«Παραδοσιακό» είναι το γιαούρτι που πληροί τις παρακάτω προδιαγραφές:

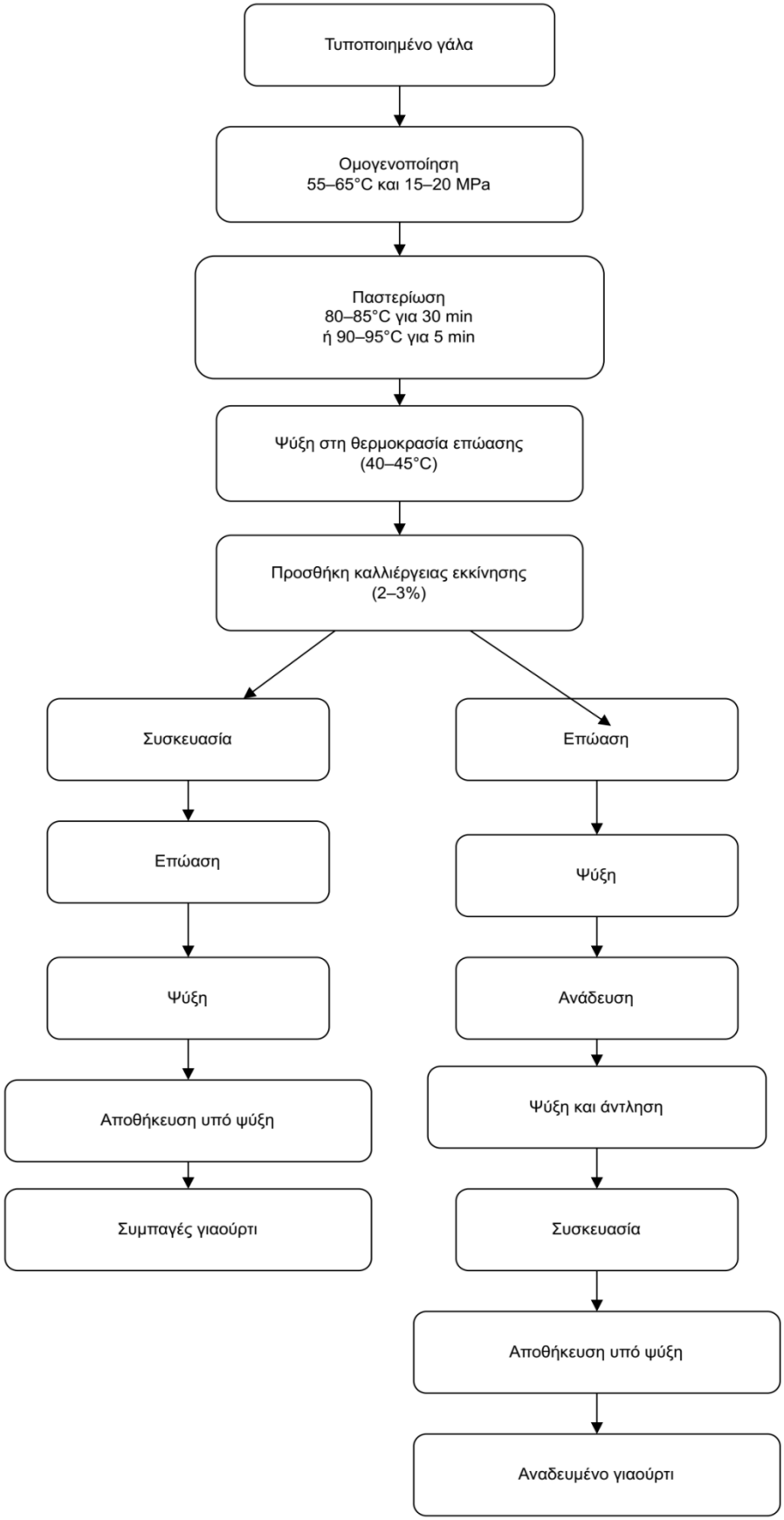
α) Παρασκευάζεται με την παραδοσιακή μέθοδο ώστε να φέρει υμένα (πέτσα)στην επιφάνεια του.

β) Προκύπτει από την πήξη αποκλειστικά νωπού ή παστεριωμένου γάλακτος που δεν έχει υποστεί τροποποίηση της φυσικής του σύνθεσης με μόνη εξαίρεση τη ρύθμιση της λιποπεριεκτικότητας, έως του σημείου που είναι τεχνικά επιτεύξιμη η δημιουργία υμένα.

Ως «επιδόρπιο γιαουρτιού» χαρακτηρίζεται προϊόν έτοιμο προς βρώση που παρασκευάζεται από μια ή περισσότερες κατηγορίες γάλακτος που προβλέπονται από τη νομοθεσία, από προϊόντα γάλακτος ή συστατικά του, όπως πρωτεΐνες γάλακτος ή λακτόζη και μαγιά γιαουρτιού. Τα προϊόντα γάλακτος ή το γάλα στις περιπτώσεις αυτές πρέπει να βρίσκεται τουλάχιστον σε αναλογία 75% κατά βάρος του τελικού προϊόντος αναγόμενο σε νωπό βάρος. Επιπλέον, τα επιδόρπια γιαουρτιού μπορούν να περιέχουν ζαχαρούχες γλυκαντικές ύλες, σκόνη κακάο λιποπεριεκτικότητας 10% τουλάχιστον σε βούτυρο κακάο, σοκολάτα ή εκχύλισμα καφέ, χυμούς ή τεμάχια φρούτων, φρέσκα ή ζαχαρωμένα, καθώς και προϊόντα με γλυκαντικές ύλες (2).

1.1.2. Παρασκευή και συντήρηση γιαουρτιού

Το γιαούρτι παρασκευάζεται με ζύμωση του γάλακτος από καλλιέργειες βακτηρίων που συνήθως αποτελούνται από συνδυασμό των στελεχών *L. Bulgaricus* και *S. Thermophilus*. Από τους σημαντικότερους παράγοντες που επηρεάζουν την ποιότητα και την αποδοχή του γιαουρτιού είναι η δομή και η υφή του (3). Με βάση αυτό το κριτήριο δύο είναι οι σημαντικότερες κατηγορίες γιαουρτιού. Το συμπαγές και το αναδευμένο. Το συμπαγές γιαούρτι παρασκευάζεται στα εμπορικά κεσεδάκια καθώς μέσω της ζύμωσης το προϊόν έχει συνεκτική, πηκτή δομή. Από την άλλη πλευρά, το αναδευμένο γιαούρτι παρασκευάζεται σε μεγάλες δεξαμενές ζύμωσης υπό ανάδευση και το κρεμώδες προϊόν που προκύπτει τοποθετείται μέσω πλέγματος στα κεσεδάκια (4). Τα πιο σημαντικά στάδια επεξεργασίας του γιαουρτιού είναι η ομογενοποίηση, η θέρμανση, η προσθήκη καλλιέργειας και η επώαση όπως φαίνεται στο διάγραμμα 1. Η ομογενοποίηση είναι μια πολύ σημαντική διαδικασία στην παραγωγή γιαουρτιού, για να επιτευχθεί ένα λείο, σταθερό προϊόν με ομοιόμορφο χρώμα. Κατά τη διαδικασία αυτή τα σφαιρίδια λίπους διασπώνται σε μικρότερα σωματίδια. Με αυτόν τον τρόπο η κρέμα δεν διαχωρίζεται από τα υπόλοιπα συστατικά. Τη σταθερότητα ενισχύει και η θέρμανση. Εκτός, από τη θανάτωση των βακτηρίων κατά την παστερίωση, η αύξηση της θερμοκρασίας χρησιμεύει στη μετουσίωση των πρωτεϊνών με αλλαγή της δομής τους. Έτσι, οι πρωτεΐνες του ορού γάλακτος δεσμεύουν ευκολότερα το νερό, έχοντας ως αποτέλεσμα μια πολύ σταθερή δομή. Η προσθήκη καλλιέργειας πραγματοποιείται περίπου στους 45 °C καθώς αυτή είναι η βέλτιστη θερμοκρασία ανάπτυξης των μικροοργανισμών ζύμωσης. Μετά την επώαση που διαρκεί περίπου 3 έως 4 ώρες , είναι σημαντική η άμεση ψύξη του προϊόντος σε καλά αεριζόμενο ψυκτικό θάλαμο ώστε να αποφευχθεί επιπλέον ανάπτυξη μικροοργανισμών.



Διάγραμμα 1. Στάδια παρασκευής βιομηχανικού γιαουρτιού (4).

1.1.2.1. Αγελαδινό γιαούρτι

Κατά την τυποποίηση του γάλακτος, συνήθως γίνεται ανάμιξη με αποβουτυρωμένο γάλα ή/και κρέμα γάλακτος ώστε να γίνει ρύθμιση του λίπους, ενώ μπορούν να προστεθούν και σκόνες γάλακτος και συμπυκνώματα πρωτεϊνών γάλακτος ή ορού για ρύθμιση των στερεών συστατικών και της περιεκτικότητας πρωτεϊνών στο γιαούρτι. Επιπλέον, η περιεκτικότητα σε στερεά στο γάλα μπορεί να αυξηθεί με διεργασίες συμπύκνωσης όπως εξάτμιση υπό κενό, αντίστροφη ώσμωση και υπερδιήθηση. Ακόμη μπορεί να γίνει προσθήκη σταθεροποιητών όπως είναι η πηκτίνη και η ζελατίνη για τη βελτίωση της υφής και του ιξώδους του γιαουρτιού (4).

Σημαντικό στάδιο για την παρασκευή του γιαουρτιού και την ποιότητα του τελικού προϊόντας αποτελεί και η ομογενοποίηση του γάλακτος. Η συνήθης ομογενοποίηση γίνεται σε θερμοκρασίες μεταξύ 55 °C – 65 °C, υπό πίεση 10 MPa – 20 MPa κατά το πρώτο στάδιο και 5 MPa κατά το δεύτερο στάδιο. Τα τελευταία χρόνια η ομογενοποίηση μπορεί να γίνει και υπό πολύ μεγαλύτερες πιέσεις της τάξεως των 200 MPa ή 300 MPa. Η ομογενοποίηση συνεισφέρει στη διάσπαση των λιποσφαιριδίων αυξάνοντας την επιφάνεια τους και έχει ως αποτέλεσμα την αποτροπή του διαχωρισμού του λίπους κατά τη διάρκεια της ζύμωσης, ενώ το τελικό προϊόν έχει καλύτερη συνοχή (4).

Μετά την ομογενοποίηση πραγματοποιείται η παστερίωση, η οποία είναι πολύ σημαντική διεργασία τόσο για την ασφάλεια του τελικού προϊόντος όσο και για τις φυσικές ιδιότητες και τη δομή του γιαουρτιού. Υπάρχουν αρκετοί συνδυασμοί θερμοκρασίας - χρόνου που χρησιμοποιούνται για την παστερίωση του γάλακτος με τη συνηθέστερες να είναι στους 85 °C για 30 min ή 90 °C - 95 °C για 5 min. Άλλοι συνδυασμοί μπορούν να είναι από 63 °C για 30 min μέχρι και για 138 °C για 2 sec (5). Με την παστερίωση καταστρέφονται οι ανεπιθύμητοι μικροοργανισμοί που δρουν ανταγωνιστικά με τα γαλακτικά βακτήρια της καλλιέργειας και μπορούν να είναι παθογόνοι. Επιπλέον, με την θέρμανση επιτυγχάνεται μερική απομάκρυνση του οξυγόνου, η οποία ευνοεί την ανάπτυξη των γαλακτικών βακτηρίων (4).

Μετά τη θέρμανση, το γάλα ψύχεται σε θερμοκρασία κατάλληλη για την προσθήκη της καλλιέργειας και την επώαση. Η βέλτιστη θερμοκρασία για τα θερμόφιλα γαλακτικά βακτήρια που χρησιμοποιούνται είναι περίπου 40 °C - 45°C. Στη θερμοκρασία αυτή, γίνεται η προσθήκη της καλλιέργειας, ανάδευση και το γάλα επωάζεται για να πραγματοποιηθεί η ζύμωση. Κατά τη ζύμωση η λακτόζη, διασπάται σε γλυκόζη και γαλακτόζη, οι οποίες στη συνέχεια μετατρέπονται σε γαλακτικό οξύ, με αποτέλεσμα να μειώνεται το pH από το 6,7 στο 4,6 ή και χαμηλότερα. Με τη πτώση του pH γίνεται μετουσίωση των καζεϊνών και επέρχεται η πήξη του γάλακτος (4).

Όταν πραγματοποιηθεί η πήξη του γιαουρτιού και το pH φτάσει κοντά στο 4,6, το γιαούρτι ψύχεται στους 4 °C για να διακοπεί η παραγωγή γαλακτικού οξέος. Κατά την παραγωγή γιαουρτιών συμπαγούς δομής γίνεται απευθείας μεταφορά σε θαλάμους ψύξης, ενώ κατά την παραγωγή αναδευμένων γιαουρτιών γίνεται μερική ψύξη κατά την ανάδευσή τους στις δεξαμενές ζύμωσης και στη συνέχεια συσκευάζεται και συντηρείται στο θάλαμο ψύξης (4).

Η διατήρηση του αγελαδινού γιαουρτιού πραγματοποιείται σε θερμοκρασίες κάτω των 7 °C, ώστε να περιοριστεί η μετά-ζύμωση. Ωστόσο, η οξύτητα συνεχίζει να αυξάνεται αργά κατά την αποθήκευση, οδηγώντας ενίοτε σε πικρή ή υπερβολικά όξινη γεύση, αποτέλεσμα δευτερογενών πρωτεολυτικών και λιπολυτικών αντιδράσεων (6). Η παρουσία οξυγονοανθεκτικών ζυμών ή μυκήτων μπορεί να οδηγήσει σε αλλοίωση με σχηματισμό CO_2 και "yeasty" άρωμα. Για τον λόγο αυτό, απαιτείται αεροστεγής συσκευασία και σταθερή ψύξη καθ' όλη τη διάρκεια ζωής του προϊόντος (6).

1.1.2.2. Γίδινο γιαούρτι

Το γίδινο γάλα εμφανίζει σημαντικές διαφορές σε σχέση με το αγελαδινό, κυρίως ως προς τη μικρότερη διάμετρο λιποσφαιρίων και τη χαμηλότερη περιεκτικότητα σε α_{s1}-καζεΐνη. Αυτά τα χαρακτηριστικά καθιστούν το πλέγμα του πήγματος πιο εύθραυστο και επιρρεπές σε συρροή ορού (6,7).

Για τον λόγο αυτό, η παραγωγή γίδινου γιαουρτιού συνήθως περιλαμβάνει ενίσχυση των στερεών συστατικών με προσθήκη αποβουτυρωμένης σκόνης γάλακτος ή πρωτεϊνικών συμπυκνωμάτων, καθώς και θερμική επεξεργασία στους 85 °C – 90 °C για 5 – 10 λεπτά. Μετά από ομογενοποίηση στους 50 °C – 60 °C (20 MPa), το γάλα ψύχεται στους 43 °C – 45 °C και εμβολιάζεται με θερμόφιλη καλλιέργεια, η οποία μπορεί να περιλαμβάνει S. thermophilus και *L. bulgaricus*, ή εναλλακτικά πιο ήπιους λακτοβάκιλλους όπως *L. helveticus* ή *L. casei*, που συμβάλλουν σε πιο ήπια γεύση και μειώνουν την υπερβολική οξύτητα (7).

Η επώαση διαρκεί 3–5 ώρες μέχρι το pH να φτάσει στην τιμή 4,5. Κατά την παραγωγή γιαουρτιών συμπαγούς δομής γίνεται απευθείας μεταφορά σε θαλάμους ψύξης, ενώ κατά την παραγωγή αναδευμένων γιαουρτιών γίνεται ψύξη κατά την ανάδευσή τους στις δεξαμενές ζύμωσης και στη συνέχεια συσκευάζεται και συντηρείται στο θάλαμο ψύξης. Η συσκευασία πραγματοποιείται σε αποστειρωμένα δοχεία και η συντήρηση γίνεται στους 4 °C – 6 °C.

Το γίδινο γιαούρτι είναι πιο ευαίσθητο σε οξειδωτικές αντιδράσεις σε σχέση με το αγελαδινό και η ανάπτυξη ζυμών είναι πιθανότερη, λόγω της αυξημένης περιεκτικότητάς του σε ελεύθερα λιπαρά οξέα και της υψηλής λιπολυτικής δραστηριότητας των ενζύμων του

γάλακτος. Η διατήρηση χαμηλής θερμοκρασίας και η αποφυγή έκθεσης στο φως είναι απαραίτητες προϋποθέσεις για τη διατήρηση της γεύσης και της ποιότητας (6).

1.1.3. Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά και ποιότητα γιαουρτιού

Το γιαούρτι αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα ζυμούμενα γαλακτοκομικά προϊόντα, με σημαντική διατροφική, τεχνολογική και οικονομική αξία. Η δομή, η υφή, η γεύση και η σταθερότητά του καθορίζονται από ένα πολύπλοκο σύνολο φυσικοχημικών παραμέτρων, οι οποίες επηρεάζονται από τη σύσταση του γάλακτος, τις συνθήκες θερμικής επεξεργασίας, τον τύπο και τη δραστηριότητα των καλλιεργειών εκκίνησης, καθώς και τις συνθήκες επώασης και αποθήκευσης (6,7). Στον πίνακα 1 συνοψίζονται ορισμένες φυσικοχημικές παράμετροι του αγελαδινού και του γίδινου γιαουρτιού.

Πίνακας 1. Σύγκριση φυσικοχημικών παραμέτρων αγελαδινού και γίδινου γιαουρτιού (6,7).

Παράμετρος	**Αγελαδινό**	**Γίδινο**
pH τελικού προϊόντος	4,0–4,6	4,0–4,6
G' (Pa) set γιαούρτι	50–200	χαμηλότερο για ίδιες συνθήκες
Τάση για συρροή	χαμηλή–μέτρια	μέτρια–υψηλή
Ενδεικτική παραγωγή ακεταλδεΰδης	Υψηλότερη	χαμηλότερη

Κατά τη ζύμωση πραγματοποιούνται από τα βακτήρια πολλές βιοχημικές διεργασίες κατά τις οποίες συμβαίνει μεγάλος αριθμός μεταβολών στο γιαούρτι, όπως η παραγωγή ενώσεων, η τροποποίηση της υφής και η μεταβολή της θρεπτικής αξίας του προϊόντος. Η σημαντικότερη βιοχημική διεργασία που πραγματοποιείται κατά την πήξη του γάλακτος είναι η παραγωγή γαλακτικού οξέος. Τα γαλακτικά βακτήρια υδρολύουν τη λακτόζη σε γλυκόζη και γαλακτόζη, και στη συνέχεια η γλυκόζη μετατρέπεται σε γαλακτικό οξύ. Μέσω της γλυκόλυσης ένα mole λακτόζης μετατρέπεται σε ένα mole γαλακτόζης και δύο mole γαλακτικού οξέος, μαζί με παραγωγή ενδοκυτταρικής ενέργειας με τη μορφή δύο mole ATP (8)(8). Τα ομοζυμωτικά γαλακτικά βακτήρια παράγουν γαλακτικό οξύ σύμφωνα με την αντίδραση [1], ενώ τα ετεροζυμωτικά εκτός από γαλακτικό οξύ παράγουν και αιθανόλη, σύμφωνα με την αντίδραση [2]

$$2\ Lactose + 4\ ADP + 4H_3PO_4 \rightarrow 4\ Lactic\ Acid + 4\ ATP + 3\ H_2O\ [1]$$

2 Lactose + $2H_3PO_4$ + 2 ADP → 2 Lactic Acid + 2 Ethanol +2 CO_2 + 2 ATP + H_2O [2]

Τα *S. thermophilus, L. delbrueckii subsp. bulgaricus*, και *L. Acidophilus* ανήκουν στα βακτήρια που ακολουθούν το ομοζυμωτικό μεταβολικό μονοπάτι, ενώ τα *Ln. Mesenteroides ssp. Cremoris* και *Ln. lactis Cocci Heterofermentative* ανήκουν στα βακτήρια που ακολουθούν το ετεροζυμωτικό μονοπάτι. Μέσω της περμεάσης η λακτόζη εισέρχεται στο κύτταρο και υδρολύεται από την α-γαλακτοσιδάση σε γλυκόζη και γαλακτόζη. Η γλυκόζη καταβολίζεται σε πυροσταφυλικό μέσω της γλυκολυτικής οδού (Embden–Meyerhof–Parnas), ενώ η γαλακτόζη εξέρχεται από το εσωτερικό του κυττάρου. Το πυροσταφυλικό έπειτα, μετατρέπεται σε γαλακτικό οξύ με τη βοήθεια της γαλακτικής αφυδρογονάσης, ενώ ταυτόχρονα γίνεται η επανοξείδωση του NADH. Από τη διεργασία προκύπτουν και τα δύο ισομερή του γαλακτικού οξέος L (+)- γαλακτικό οξύ και D (-) -γαλακτικό οξύ. Τότε το γαλακτικό οξύ εξέρχεται από το κύτταρο προκαλώντας πτώση του pH στο εξωκυτταρικό περιβάλλον και συνεπώς διακοπή της ζύμωσης .

Τα ετεροζυμωτικά γαλακτικά βακτήρια δεν διαθέτουν αλδολάσες, και έτσι τα σάκχαρα μεταβολίζονται μέσω της 6-φωσφογλυκονικής οδού. Σε αυτή τη διεργασία η 6-φωσφορική γλυκόζη αποκαρβοξυλιώνεται σε 5-φωσφορική πεντόζη και διοξείδιο του άνθρακα από το ένζυμο φωσφοκετολάση. Η 5-φωσφορική πεντόζη μετατρέπεται σε 3-φωσφογλυκεραλδεΰδη που μέσω της γλυκολυτικής οδού σχηματίζει γαλακτικό οξύ (8). Εκτός από την παραγωγή γαλακτικού οξέος, κατά την ζύμωση το πρωτεολυτικό σύστημα των γαλακτικών βακτηρίων μετουσιώνει τις πρωτεΐνες του γάλακτος που διασπώνται σε πεπτίδια και ελεύθερα αμινοξέα. Οι ενώσεις αυτές είναι απαραίτητες για την ανάπτυξη των βακτηρίων και με αυτόν τον τρόπο επιταχύνεται η ανάπτυξη τους και επιτυγχάνεται ταχεία οξίνιση του γάλακτος και πήξη (9).

1.1.3.1. Αγελαδινό γιαούρτι

Το αγελαδινό γιαούρτι παρασκευάζεται συνήθως από αγελαδινό γάλα με τυπική περιεκτικότητα περίπου 3,0 % – 3,5 % πρωτεΐνη, 3,5 % – 4,0 % λίπος και 8,5 % – 9,0 % στερεά άνευ λίπους (ΣΥΑΛ). Για την παραγωγή γιαουρτιού εφαρμόζονται συχνά τεχνικές ενίσχυσης των στερεών (εξάτμιση, προσθήκη σκόνης αποβουτυρωμένου γάλακτος, μερική υπερδιήθηση), ώστε η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες και ΣΥΑΛ να αυξηθεί και να βελτιωθεί η ικανότητα συγκράτησης νερού (7).

Μετά τη θερμική επεξεργασία οι πρωτεΐνες του ορού, κυρίως η β-λακτογλοβουλίνη, μετουσιώνονται και σχηματίζουν σύμπλοκα με την κ-καζεΐνη στην επιφάνεια των μικκυλίων

καζεΐνης. Η διεργασία αυτή οδηγεί στη δημιουργία πιο πυκνού και ομοιόμορφου τρισδιάστατου δικτύου κατά την οξινισμένη πήξη, βελτιώνοντας τη συνοχή και τη σταθερότητα του πήγματος και μειώνοντας την αποβολή ορού (6). Σε μικροσκοπικό επίπεδο, το γιαούρτι μπορεί να περιγραφεί ως γέλη καζεϊνικών συσσωματωμάτων, μικροκοιλοτήτων ορού και εγκλωβισμένων λιποσφαιρίων.

Το συμπαγές αγελαδινό γιαούρτι συμπεριφέρεται ρεολογικά ως μαλακή ελαστική γέλη, με χαρακτηριστικό όριο διαρροής και αποθηκευτική ελαστική συνιστώσα (G') που τυπικά κυμαίνεται από 50 έως 200 Pa, ανάλογα με τη συγκέντρωση της καζεΐνης, τον βαθμό ενίσχυσης των στερεών και τις συνθήκες θερμικής επεξεργασίας (6,7). Μετά από ανάδευση, το αναδευμένο γιαούρτι παρουσιάζει ψευδό-ελαστική συμπεριφορά με έντονη εξάρτηση του φαινομένου ιξώδους από τον ρυθμό διάτμησης.

Η σταθερότητα του πήγματος σχετίζεται ισχυρά με τη συγκέντρωση της καζεΐνης. Έχει προταθεί ότι η αντοχή στην παραμόρφωση αυξάνεται σχεδόν ανάλογα με τον κύβο της συγκέντρωσης καζεΐνης, γεγονός που εξηγεί την πρακτική της ενίσχυσης των στερεών για την παραγωγή γιαουρτιών «στραγγιστού» τύπου. Αντιθέτως, η αύξηση του λίπους τείνει να μειώνει τη μηχανική αντοχή, καθώς τα λιποσφαιρίδια διακόπτουν το πρωτεϊνικό δίκτυο και λειτουργούν ως μαλακές περιοχές (6). Η αποβολή ορού (συναίρεση) θεωρείται βασικός δείκτης ποιοτικής υποβάθμισης, καθώς η αυξημένη παρουσία ελεύθερου ορού σχετίζεται με αυξημένη υδαρότητα, ανομοιογενή υφή και μειωμένη καταναλωτική αποδοχή. Η εμφάνισή της συναίρεσης επηρεάζεται από τη θερμοκρασία επώασης, τη συγκέντρωση πρωτεΐνης, το pH στην ολοκλήρωση της ζύμωσης και τη μηχανική καταπόνηση στο στάδιο της ανάδευσης και της συσκευασίας (6).

Κατά τη ζύμωση, οι καλλιέργειες εκκίνησης *Streptococcus thermophilus* και *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* αναπτύσσονται συνεργατικά. Ο *S. thermophilus* συμβάλλει στην ταχεία παραγωγή γαλακτικού οξέος και στη μείωση του pH, ενώ ο *L. bulgaricus* εμφανίζει εντονότερη πρωτεολυτική δραστηριότητα, απελευθερώνοντας πεπτίδια και αμινοξέα που δρουν ως θρεπτικά συστατικά για τον στρεπτόκοκκο (9). Η ακεταλδεΰδη θεωρείται η βασική πτητική ένωση που προσδίδει το χαρακτηριστικό άρωμα στο φυσικό γιαούρτι. Παράγεται κυρίως από τον *L. bulgaricus* μέσω μεταβολικών οδών που περιλαμβάνουν την αποικοδόμηση της θρεονίνης και ενδιάμεσα προϊόντα του μεταβολισμού του πυροσταφυλικού οξέος. Άλλες σημαντικές πτητικές ενώσεις είναι το διακετύλιο και η ακετοΐνη, οι οποίες συμβάλλουν σε βουτυρένιες και κρεμώδεις νότες (9). Η ισορροπία μεταξύ αυτών των συστατικών είναι καθοριστική για την οργανοληπτική ποιότητα. Η πρωτεόλυση συνεχίζεται σε κάποιο βαθμό και κατά την αποθήκευση, οδηγώντας σε συσσώρευση

πεπτιδίων και ελεύθερων αμινοξέων. Ενώ χαμηλά επίπεδα πρωτεόλυσης συμβάλλουν θετικά στη γεύση, υπερβολική πρωτεολυτική δραστηριότητα μπορεί να οδηγήσει στην ανάπτυξη πικρής επίγευσης, ιδίως σε προϊόντα με παρατεταμένο χρόνο ζωής ή υψηλότερη θερμοκρασία αποθήκευσης (6).

Η ποιότητα του αγελαδινού γιαουρτιού μπορεί να υποβαθμιστεί μέσω φυσικοχημικών, μικροβιολογικών και οργανοληπτικών αλλοιώσεων. Ένα από τα συχνότερα προβλήματα είναι η υπερβολική οξίνιση κατά την αποθήκευση («μετά-οξίνιση»), η οποία οφείλεται στη συνεχιζόμενη μεταβολική δραστηριότητα των καλλιεργειών σε χαμηλές θερμοκρασίες. Αυτό οδηγεί σε μείωση του pH κάτω από 4,0, ενίσχυση της ξινής γεύσης και πιθανή πικρότητα λόγω αυξημένης πρωτεόλυσης (6).

Μικροβιολογικά ελαττώματα σχετίζονται κυρίως με την ανάπτυξη ζυμών και μυκήτων, οι οποίοι εκμεταλλεύονται οξυγονούχες ζώνες στη συσκευασία και μπορούν να παράγουν διοξείδιο του άνθρακα, αιθανόλη και χαρακτηριστικά off-flavours (π.χ. yeasty, musty). Ο κίνδυνος αυξάνεται σε προϊόντα με μεγάλο υπερκείμενο χώρο ή σε συσκευασίες με υψηλή διαπερατότητα στο οξυγόνο (7). Η χρήση κατάλληλων υλικών συσκευασίας, η ελαχιστοποίηση του υπερκείμενου χώρου και η διατήρηση της ψυκτικής αλυσίδας αποτελούν βασικά μέτρα πρόληψης.

Πίνακας 2. Κύρια ποιοτικά ελαττώματα αγελαδινού γιαουρτιού (6,7,9).

Ελάττωμα	**Πιθανή αιτία**
Υπερβολική οξύτητα	Συνεχιζόμενη ζύμωση κατά την ψύξη, υψηλή αρχική οξύτητα
Πικρή γεύση	Υπερβολική πρωτεόλυση, παρατεταμένη αποθήκευση
Συρροή ορού	Χαμηλή πρωτεΐνη, ανεπαρκής θέρμανση, έντονη ανάδευση
Ανάπτυξη ζυμών/μυκήτων	Επιμόλυνση, παρουσία οξυγόνου, υψηλή θερμοκρασία αποθήκευσης

1.1.3.2. Γίδινο γιαούρτι

Το γίδινο γάλα εμφανίζει ορισμένες σημαντικές διαφορές σε σχέση με το αγελαδινό, οι οποίες επηρεάζουν τη δομή και τη σταθερότητα του γιαουρτιού. Σε γενικές γραμμές, το γίδινο γάλα έχει χαμηλότερη περιεκτικότητα σε α_{s1}-καζεΐνη, διαφορετική αναλογία καζεϊνικών κλασμάτων και μικρότερη μέση διάμετρο λιποσφαιρίων. Οι παράγοντες αυτοί οδηγούν στη δημιουργία πιο εύθραυστου πρωτεϊνικού πήγματος με υψηλότερη προδιάθεση για συρροή ορού (7).

Για την παραγωγή γίδινου γιαουρτιού, εφαρμόζονται συχνά εντονότερες συνθήκες θερμικής επεξεργασίας, όπως 90 °C για 10 min, και ενίσχυση των στερεών μέσω προσθήκης αποβουτυρωμένης σκόνης γάλακτος ή πρωτεϊνικών συμπυκνωμάτων, ώστε να βελτιωθεί η συνεκτικότητα του πήγματος. Η ομογενοποίηση συμβάλλει στη λεπτότερη κατανομή των λιποσφαιρίων και στην καλύτερη ενσωμάτωσή τους στο πρωτεϊνικό δίκτυο (6).

Το γίδινο γιαούρτι εμφανίζει γενικά χαμηλότερη μηχανική αντοχή και ελαστικότητα σε σύγκριση με το αγελαδινό. Η τιμή του G' για το συμπαγές γίδινο γιαούρτι είναι συνήθως χαμηλότερη για αντίστοιχες συνθήκες επεξεργασίας, ενώ η αποβολή ορού είναι εντονότερη όταν δεν έχει προηγηθεί επαρκής ενίσχυση στερεών (7). Στην αναδευμένη μορφή, το γίδινο γιαούρτι παρουσιάζει έντονα ψευδό-ελαστική συμπεριφορά, αλλά η πτώση του ιξώδους μετά από έντονη μηχανική καταπόνηση είναι συνήθως πιο έντονη, γεγονός που αντικατοπτρίζει τη μεγαλύτερη ευαισθησία του πρωτεϊνικού δικτύου.

Η παραγωγή εξωπολυσακχαριτών από επιλεγμένες καλλιέργειες μπορεί να βελτιώσει σημαντικά τη ρεολογία του γίδινου γιαουρτιού, αυξάνοντας το ιξώδες και μειώνοντας τη αποβολή ορού. Ωστόσο, η απόκριση εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τον τύπο των στελεχών που χρησιμοποιούνται στην πήξη, το επίπεδο ενίσχυσης των στερεών και τις συνθήκες επώασης (10).

Το αρωματικό προφίλ του γίδινου γιαουρτιού διαφέρει αισθητά από εκείνο του αγελαδινού. Πολλές μελέτες έχουν δείξει ότι η συγκέντρωση ακεταλδεΰδης στο γίδινο γιαούρτι είναι συχνά χαμηλότερη, γεγονός που οδηγεί σε πιο ήπιο ή λιγότερο «τυπικό» άρωμα γιαουρτιού (9). Παράλληλα, η υψηλότερη αναλογία ελεύθερων λιπαρών οξέων μπορεί να συμβάλει σε πιο έντονες ζωικές ή χαρακτηριστικά γίδινες οσμές, ειδικά όταν η αποθήκευση δεν γίνεται σε αυστηρά ψυχρές και προστατευμένες από το φως συνθήκες.

Ο έλεγχος των οξειδωτικών μεταβολών είναι ιδιαίτερα σημαντικός στο γίδινο γιαούρτι, καθώς η παρουσία πολυακόρεστων λιπαρών οξέων και η υψηλή λιπολυτική δραστηριότητα μπορούν να οδηγήσουν σε ανάπτυξη ανεπιθύμητων οσμών εάν δεν χρησιμοποιηθούν υλικά συσκευασίας χαμηλής διαπερατότητας στο οξυγόνο και εάν δεν τηρηθεί η σωστή διαδικασία ψύξης (6). Ως αποτέλεσμα, ο τεχνολογικός σχεδιασμός του γίδινου γιαουρτιού απαιτεί προσεκτικό συνδυασμό θερμικής επεξεργασίας, ενίσχυσης στερεών, επιλογής κατάλληλων καλλιεργειών και βέλτιστης συσκευασίας, προκειμένου να επιτευχθεί αποδεκτό προφίλ υφής και αρώματος.

1.1.4. Επιδράσεις γιαουρτιού στην υγεία

Σήμερα έχει αποδειχθεί ότι η κατανάλωση γιαουρτιού προσφέρει πολλά θρεπτικά συστατικά στον άνθρωπο όπως πρωτεΐνες, ασβέστιο, ιχνοστοιχεία και κάποια είδη βιταμινών. Κάποιες από τις βιταμίνες που υπάρχουν στο γάλα όπως η B1 και το πενταθενικό οξύ μειώνονται κατά την μετατροπή του σε γιαούρτι καθώς καταναλώνονται από τα βακτήρια που συμμετέχουν στη διεργασία, ενώ κάποιες άλλες όπως το φολικό οξύ αυξάνονται καθώς παράγονται από τα βακτήρια ως προϊόντα του μεταβολισμού τους (11). Στον παρακάτω πίνακα παρατίθενται ενδεικτικές τιμές από τα σημαντικότερα θρεπτικά συστατικά του γιαουρτιού και του γάλακτος.

Πίνακας 3. Ενδεικτικές τιμές των κυριότερων συστατικών του γάλακτος και του γιαουρτιού (12).

	Γάλα		Γιαούρτι		
Συστατικό	Μη αποβουτυρωμένο	Αποβουτυρωμένο	Πλήρων λιπαρών	Χαμηλών λιπαρών	Ελληνικού στυλ
Νερό (g)	87,8	91,1	81,9	84,9	77
Ενέργεια	66	33	79	56	115
Πρωτεΐνες (g)	3,2	3,3	5,7	5,1	6,4
Λιπαρά (g)	3,9	0,1	3	0,8	9,1
Ασβέστιο	115	120	200	190	130
Φώσφορος	92	95	170	160	150
Νάτριο (mg)	55	55	80	83	-
Κάλιο (mg)	140	150	280	250	-
Ψευδάργυρος	0,4	0,4	0,7	0,6	0,5

Εκτός από τα θρεπτικά συστατικά που προσφέρει το γιαούρτι στον ανθρώπινο οργανισμό μπορεί να παρέχει πολλαπλά οφέλη στην υγεία του ανθρώπου. Τα τρόφιμα που προέρχονται από ζυμώσεις έχουν ένα σημαντικά μεγάλο αριθμό ζωντανών μικροοργανισμών που συνεισφέρουν στη καλή λειτουργία του μεταβολικού ρυθμού και είναι απαραίτητοι για την σύσταση της εντερικής μικροχλωρίδας. Οι οξυγαλακτικές καλλιέργειες μειώνουν το pH του εντέρου ευνοώντας την ανάπτυξη των γαλακτικών βακτηρίων, ενώ ταυτόχρονα δημιουργούν ένα αφιλόξενο περιβάλλον για επιβλαβείς για τον άνθρωπο μικροοργανισμούς. Με αυτόν τον τρόπο η κατανάλωση γιαουρτιού μπορεί να βοηθήσει στην καταπολέμηση εντερικών παθήσεων και να προστατέψει από ασθένειες που προκαλούνται συνήθως από τη μη ισορροπημένη εντερική χλωρίδα, όπως είναι το σύνδρομο ευερέθιστου εντέρου (13). Παράλληλα με τη μείωση του pH τα γαλακτικά βακτήρια προάγουν την υγεία του εντέρου παράγοντας βακτηριοσίνες, οι οποίες είναι πρωτεϊνούχοι αντιμικροβιακοί παράγοντες που καταπολεμούν τους παθογόνους μικροοργανισμούς (14). Εκτός από την ευεργετική του

δράση στο έντερο, το γιαούρτι φαίνεται πως έχει κι άλλα γαστρεντερικά οφέλη, όπως η καλύτερη απορρόφηση της λακτόζης για άτομα με δυσανεξία. Κατά την μετατροπή του γάλακτος σε γιαούρτι η λακτόζη διασπάται από τη λακτάση σε γλυκόζη και γαλακτόζη και συνεπώς μπορεί να απορροφηθεί και από άτομα με δυσανεξία. Είναι επίσης σημαντικό, πως στα άτομα αυτά, μετά από συστηματική κατανάλωση γιαουρτιού, αυξάνεται η δραστηριότητα της λακτάσης στο λεπτό τους έντερο και συνεπώς μειώνονται τα συμπτώματα δυσανεξίας (15). Επιπλέον, λόγω της περιεκτικότητας του στις λιποδιαλυτές βιταμίνες A, B2, B1, B6 και B12, το γιαούρτι συνεισφέρει στη καλή λειτουργία του πεπτικού συστήματος, ενώ παρουσιάζει και ευεργετική δράση στο ήπαρ, βοηθώντας τα άτομα που πάσχουν από μη αλκοολική λιπώδη ηπατική νόσο (16).

Ένα ακόμη όφελος που μπορεί να έχει το γιαούρτι για την υγεία είναι πως μπορεί να μειώσει τη χοληστερόλη στον ορό του αίματος (17). Η μείωση της χοληστερόλης συμβάλει με τη σειρά της στη μείωση των καρδιαγγειακών παθήσεων που σχετίζονται με υψηλή χοληστερόλη (18). Επιπλέον, η κατανάλωση γιαουρτιού μειώνει τον κίνδυνο για εμφάνιση παχυσαρκίας και διαβήτη τύπου 2. Η μείωση της παχυσαρκίας οφείλεται σε πολλούς παράγοντες, όπως είναι οι βιοδραστικές ενώσεις που περιέχει το γιαούρτι, τα αμινοξέα διακλαδισμένης αλυσίδας, καθώς και η υψηλή περιεκτικότητα σε ασβέστιο που καταστέλλει την παραγωγή καλσιτριόλης, έχοντας ως αποτέλεσμα την αύξηση της λιπόλυσης (19). Η μείωση εμφάνισης διαβήτη πιθανολογείται πως οφείλεται στα μέταλλα που περιέχει το γιαούρτι, ασβέστιο και μαγνήσιο, καθώς και στο μεταβολισμό των μικροοργανισμών του (20,21).

Μελέτες σε ζώα έχουν δείξει πως η κατανάλωση γιαουρτιού μπορεί να περιορίσει κάποια είδη όγκων, κάτι που θεωρείται πως οφείλεται στο κυτταρικό τοίχωμα τον βακτηρίων του γιαουρτιού (22). Ένα ακόμη όφελος που έχει η κατανάλωση γιαουρτιού είναι η μεγάλη απορρόφηση ασβεστίου, που λόγω της ζύμωσης είναι καλύτερα απορροφήσιμο από τον ανθρώπινο οργανισμό σε σχέση με το ασβέστιο από το γάλα. Έτσι, το γιαούρτι συνεισφέρει σημαντικά στη βελτίωση της δομής και της υγείας των οστών (23). Τέλος, το γιαούρτι λόγω της ζύμωσης του γάλακτος εμφανίζει μια σειρά από αντιοξειδωτικά που ενισχύουν την υγεία του ανθρώπινου οργανισμού (24). Οι μικροοργανισμοί, τα θρεπτικά συστατικά καθώς και οι αντιοξειδωτικές ενώσεις που περιέχει το γιαούρτι προσφέρουν προστασία από κρυολογήματα, βοηθούν στη διαχείριση των αλλεργιών ενώ παράλληλα προσφέρουν βελτίωση στην υγεία του δέρματος (16,25).

1.2. Οίνος

1.2.1. Γενικά

«Οίνος ονομάζεται το αλκοολούχο ποτό που προκύπτει αποκλειστικά από τη μερική ή πλήρη αλκοολική ζύμωση νωπών σταφυλιών, είτε συνθλιβόμενων είτε όχι, ή μούστου σταφυλιών. Η πραγματική του περιεκτικότητα σε αλκοόλ δεν πρέπει να είναι μικρότερη από 8,5% vol» (26).

Σύμφωνα με τον OIV (26), οι οίνοι κατηγοριοποιούνται ανάλογα με την περιεκτικότητα τους σε σάκχαρα σε ξηρούς, ημίξηρους, ημίγλυκους και γλυκούς. Ξηροί είναι οι οίνοι που περιέχουν 4 g/L ζάχαρης ή 9 g/L όταν το επίπεδο συνολικής οξύτητας, εκφρασμένο σε γραμμάρια τρυγικού οξέος ανά λίτρο, είναι το πολύ 2 g/L μικρότερο από την περιεκτικότητα σε ζάχαρη. Ημίξηροι είναι οι οίνοι των οποίων η περιεκτικότητα σε ζάχαρη είναι μεγαλύτερη από εκείνη των ξηρών οίνων και δεν υπερβαίνει τα 12 g/L ή τα 18 g/L όταν η διαφορά μεταξύ της περιεκτικότητας σε σάκχαρα και του επιπέδου συνολικής οξύτητας εκφρασμένης σε g/L τρυγικού οξέος δεν υπερβαίνει τα 10 g/L. Ημίγλυκος, όταν η περιεκτικότητα σε ζάχαρη του οίνου είναι μεγαλύτερη από αυτήν που ορίζεται για τους ημίξηρους, μέχρι μέγιστο τα 45 g/L. Γλυκοί, είναι οι οίνοι όπου έχουν ελάχιστη περιεκτικότητα σε σάκχαρα 45 g/L.

Ακόμη, οι οίνοι διακρίνονται σε ήρεμους όταν η περιεκτικότητα διοξειδίου του άνθρακα είναι μικρότερη από 4 g/L στους 20 °C και σε ημιαφρώδεις όταν η περιεκτικότητα σε διοξείδιο του άνθρακα είναι μεταξύ 3 g/L έως 5 g/L. Όταν το διοξείδιο του άνθρακα είναι μεταξύ 3 g/L - 4 g/L ο οινοποιός έχει το δικαίωμα να τον χαρακτηρίσει κατά βούληση (26).

Ο οίνος επίσης μπορεί να κατηγοριοποιηθεί με βάση το χρώμα σε λευκό, ερυθρό ή ροζέ οίνο (27). Οι λευκοί οίνοι προέρχονται από λευκά ή ακόμη και ερυθρά σταφύλια χωρίς παρατεταμένη επαφή με τα στέμφυλα. Το χρώμα τους είναι από άχρωμο έως απαλό κίτρινο/χρυσό. Οι ερυθροί οίνοι παράγονται με μακρά εκχύλιση με τις φλούδες των ερυθρών σταφυλιών. Έχουν χρώμα βαθύ πορφυρό έως κεραμιδί ή καστανό ανάλογα με την ηλικία και την ποικιλία. Οι ροζέ οίνοι αποτελούν ενδιάμεση κατηγορία. Προκύπτουν είτε με σύντομη εκχύλιση φλοιών από ερυθρά σταφύλια είτε με τη μέθοδο "saignée". Το χρώμα τους είναι απαλό ροζ χωρίς μπλε αποχρώσεις, ενώ η παρουσία καφέ, μωβ ή πορτοκαλί συνήθως χροιάς υποδηλώνει οξείδωση.

Ακόμη υπάρχουν οι ειδικές κατηγορίες οίνου που προέρχονται από φρέσκα σταφύλια, από γλεύκη ή κρασιά που έχουν υποστεί ορισμένες επεξεργασίες κατά τη διάρκεια ή μετά την παραγωγή τους και των οποίων τα χαρακτηριστικά προέρχονται όχι μόνο από το ίδιο το σταφύλι, αλλά και από την τεχνική παραγωγής που χρησιμοποιείται (26). Οι ειδικές κατηγορίες οίνων περιλαμβάνουν τους οίνους άνθεων, τους οίνους λικέρ, τους αφρώδεις

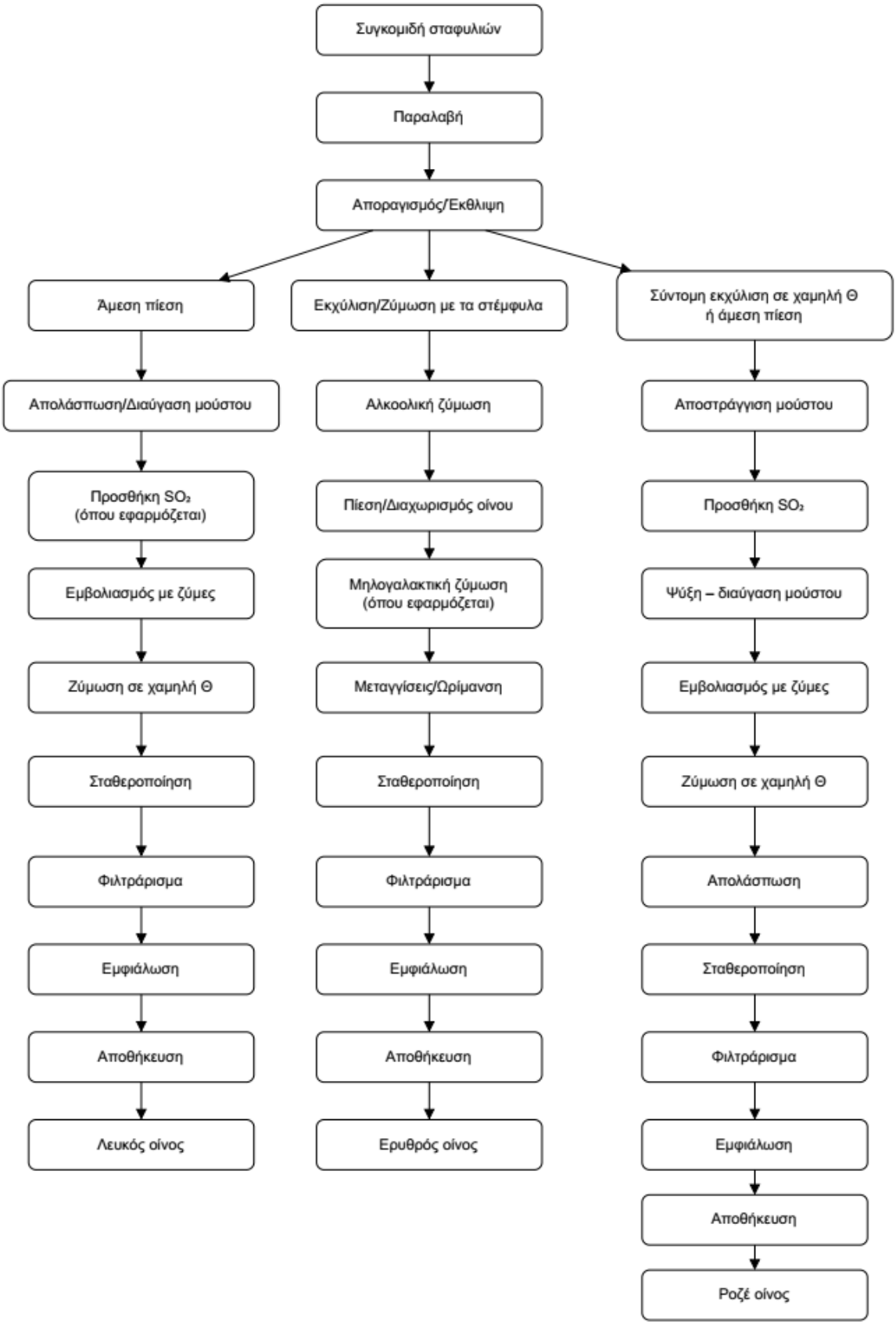
οίνους, τους ανθρακούχους οίνους, γλυκούς οίνους με υπολειμματικά σάκχαρα που προέρχονται από τα σταφύλια και τους οίνους παγωμένους οίνους «icewine». Οι οίνοι άνθεων είναι ξηροί οίνοι που παλαιώνονται σε επαφή με τον αέρα, αναπτύσσοντας μια επιφανειακή μεμβράνη από ζυμομύκητες· η περιεκτικότητα σε αλκοόλη τους φτάνει τουλάχιστον 15 % vol. Οι οίνοι λικέρ (liqueur wines) προκύπτουν με προσθήκη αποσταγμάτων, έχουν αλκοολικό τίτλο μεταξύ 15–22 % vol και περιέχουν πιθανόν επιπλέον σακχαρούχα συστατικά, όπως υπερώριμα σταφύλια ή καραμελωμένο γλεύκος. Οι αφρώδεις οίνοι χαρακτηρίζονται από διοξείδιο του άνθρακα ενδογενούς προέλευσης (μέσω δευτερογενούς ζύμωσης), με πίεση στη φιάλη ≥ 3,5 bar στους 20 °C, σε αντίθεση με τους ανθρακούχους οίνους, στους οποίους το CO_2 έχει προστεθεί τεχνητά. Μια ακόμη κατηγορία είναι οι γλυκοί οίνοι με υπολειμματικά σάκχαρα, στους οποίους τα σάκχαρα (≥45 g/L) προέρχονται αποκλειστικά από σταφύλια υψηλής συγκέντρωσης σακχάρων, συχνά μετά από ξήρανση. Οι παγωμένοι οίνοι παράγονται από σταφύλια που έχουν παγώσει φυσικά στον αμπελώνα και πιέζονται σε θερμοκρασίες ≤ -7 °C το γλεύκος που προκύπτει πρέπει να έχει δυνητικό αλκοολικό τίτλο ≥15 % vol.

1.2.2. Παρασκευή και συντήρηση οίνου

Η τεχνολογία παραγωγής του οίνου στοχεύει στη μετατροπή του σταφυλιού σε μικροβιολογικά ασφαλές και φυσικοχημικά σταθερό προϊόν, με συγκεκριμένο οργανοληπτικό προφίλ, και ταυτόχρονα στην εξασφάλιση επαρκούς σταθερότητας κατά την αποθήκευση και διακίνηση (27,28).

Παρότι οι βασικές αρχές της οινοποίησης, συγκομιδή, παραλαβή σταφυλιών, έκθλιψη, ζύμωση, ωρίμανση και εμφιάλωση, είναι κοινές, η τεχνολογία λευκών και ροζέ οίνων παρουσιάζει σημαντικές διαφοροποιήσεις σε σχέση με τους ερυθρούς. Στους λευκούς οίνους απαιτείται ελάχιστη ή μηδενική επαφή με τα φλοιώδη μέρη, χαμηλές θερμοκρασίες και ισχυρή προστασία από οξείδωση για τη διατήρηση του αρωματικού δυναμικού. Στους ροζέ οίνους ο βαθμός και η διάρκεια εκχύλισης από τα ερυθρά σταφύλια πρέπει να ελέγχονται με ακρίβεια, ώστε να επιτευχθεί το επιθυμητό χρώμα και η ισορροπία φαινολικών ενώσεων.

Τα στάδια περιγράφονται παρακάτω για λευκούς και ροζέ οίνους ξεχωριστά, δίνοντας έμφαση τόσο στην παρασκευή, στις προ-ζυμωτικές και στις ζυμωτικές διεργασίες, όσο και στη συντήρηση, στη σταθεροποίηση, στην εμφιάλωση και στην αποθήκευση. Στο διάγραμμα 2, περιγράφονται τα στάδια παρασκευής λευκών, ερυθρών και ροζέ οίνων.



Διάγραμμα 2. Στάδια παρασκευής λευκών, ερυθρών και ροζέ οίνων (27,28).

1.2.2.1. Λευκός οίνος

1.2.2.1.1. Πρώτη ύλη και προ-ζυμωτικές διεργασίες

Η ποιότητα του λευκού οίνου εξαρτάται πρωτίστως από την κατάσταση και την ωριμότητα των σταφυλιών. Το επιθυμητό επίπεδο ωριμότητας καθορίζεται από τον συνδυασμό σακχάρων, ολικής οξύτητας και αρωματικής ανάπτυξης. Σημαντική είναι η διατήρηση της οξύτητας και της φρεσκάδας σε υψηλά επίπεδα, ιδιαίτερα σε δροσερές αμπελουργικές ζώνες, όπου ευνοείται η αργή ωρίμανση των σταφυλιών (27).

Τα βασικά στάδια πριν την έναρξη της αλκοολικής ζύμωσης είναι η συγκομιδή και η μεταφορά, ο απορραγισμός - σύνθλιψη, η προσθήκη διοξειδίου του θείου (SO_2), η ψύξη, η διαύγαση του μούστου και μια προαιρετική εκχύλιση.

Η συγκομιδή πραγματοποιείται με το χέρι ή μηχανικά, κατά προτίμηση τις δροσερές ώρες της ημέρας, ώστε να περιορίζεται η αύξηση της θερμοκρασίας των σταφυλιών και η δραστηριότητα οξειδωτικών ενζύμων (28). Παρόλα αυτά η μηχανική συγκομιδή δύναται να προκαλέσει τραυματισμό των καρπών και συλλογή ανεπιθύμητων υλικών. Η μεταφορά στο οινοποιείο πρέπει να είναι άμεση καθώς κάθε καθυστέρηση αυξάνει τον κίνδυνο οξείδωσης ή μικροβιακής μόλυνσης και μη ελεγχόμενης εκχύλισης φαινολικών συστατικών (29). Μετά τη μεταφορά στο οινοποιείο τα σταφύλια απορραγίζονται και συνθλίβονται ελαφρά ώστε να απελευθερωθεί ο μούστος. Για οίνους υψηλής ποιότητας εφαρμόζεται συχνά συμπίεση ολόκληρων βοτρύων (whole-bunch pressing), που επιτρέπει πιο απαλή εκχύλιση με λιγότερα φαινολικά στο μούστο. Στα λευκά κρασιά, η επαφή με τα στέμφυλα είναι περιορισμένη (28). Στη συνέχεια, προστίθεται διοξείδιο του θείου στο γλεύκος ή στα σταφύλια, συνήθως 30 mg/L – 60 mg/L, για αναστολή των ανεπιθύμητων οξειδάσεων και οξειδωτικών αντιδράσεων, για περιορισμό της ανάπτυξης οξειδωτικών βακτηρίων και ιθαγενών ζυμομυκήτων και για διατήρηση του αρωματικού δυναμικού. Το γλεύκος ψύχεται συνήθως στους 5 °C – 10 °C και υποβάλλεται σε καθίζηση ή σε φυγοκέντρηση/επίπλευση, για την απομάκρυνση των χονδροειδών και μέρους των λεπτών αιωρούμενων στερεών. Η διαύγαση στοχεύει στη βελτιστοποίηση της ζύμωσης με αποφυγή της υπερβολικής πτητικής οξύτητας και στον έλεγχο του επιπέδου θολερότητας, το οποίο επηρεάζει τόσο τον πληθυσμό των ζυμών όσο και την παραγωγή πτητικής οξύτητας (29). Για ορισμένες αρωματικές ποικιλίες εφαρμόζεται σύντομη προ-ζυμωτική εκχύλιση σε χαμηλή θερμοκρασία, 8 °C – 12 °C) με σκοπό την αύξηση της εκχύλισης πρόδρομων αρωματικών ενώσεων, όπως είναι τα τερπένια και οι ενώσεις θείου, από τους φλοιούς, χωρίς υπερβολική εκχύλιση πικρών φαινολικών συστατικών (27).

1.2.2.1.2. Αλκοολική ζύμωση

Μετά την ολοκλήρωση των προ-ζυμωτικών διεργασιών ο καθαρός μούστος εμβολιάζεται είτε με επιλεγμένα στελέχη *Saccharomyces cerevisiae*, είτε αφήνεται να ζυμωθεί με αυτόχθονα μικροχλωρίδα, ανάλογα με το επιδιωκόμενο προφίλ του οίνου και τον βαθμό ελέγχου που επιθυμεί ο οινοποιός.

Βασικές παραμέτρους οινοποίησης αποτελούν η θερμοκρασία ζύμωσης, τα θρεπτικά συστατικά και η συγκέντρωση οξυγόνου. Στους λευκούς οίνους η ιδανική θερμοκρασία ζύμωσης είναι συνήθως οι 12 °C – 20 °C, με τις χαμηλότερες θερμοκρασίες να ευνοούν τη διατήρηση των φρουτώδων αρωμάτων και των αρωμάτων άνθεων και τη μείωση απώλειας των ευαίσθητων πτητικών ενώσεων (27). Τα θρεπτικά συστατικά αποτελούν επίσης ένα σημαντικό παράγοντα για τη ζύμωση. Η προσθήκη αζωτούχων θρεπτικών συστατικών και βιταμινών στις περιπτώσεις που χρειάζεται είναι σημαντική, ώστε να αποφευχθούν βραδυζυμώσεις και να περιοριστεί η παραγωγή ανεπιθύμητων ανώτερων αλκοολών και υδρόθειου. Ενώ σε γενικές γραμμές ο λευκός οίνος προστατεύεται από το οξυγόνο, μικρές ελεγχόμενες προσθήκες στην αρχή της ζύμωσης μπορούν να ευνοήσουν τη σύνθεση στερολών και ακόρεστων λιπαρών οξέων από τις ζύμες, βελτιώνοντας την ανθεκτικότητά τους στο αλκοόλ και την ολοκλήρωση της ζύμωσης (27). Η ζύμωση θεωρείται ολοκληρωμένη όταν τα ζυμώσιμα σάκχαρα έχουν σχεδόν εξαλειφθεί, συνήθως < 2 g/L – 4 g/L. Ο οίνος απομακρύνεται από τις βαριές οινολάσπες, απολάσπωση, για να περιοριστεί ο κίνδυνος αναγωγικών οσμών και ανεπιθύμητης αυτολύσης των ζυμών (29). Μετά την αλκοολική ζύμωση ακολουθεί η ωρίμανση του οίνου. Η ωρίμανση του λευκού οίνου μπορεί να πραγματοποιηθεί σε ανοξείδωτες δεξαμενές, σε τσιμεντένια δοχεία ή σε δρύινα βαρέλια, ανάλογα με το στυλ που παράγεται. Επιπλέον, μπορεί να πραγματοποιηθεί ωρίμανση επί των οινολασπών. Η παραμονή σε λεπτές οινολάσπες με περιστασιακή ανάδευση οδηγεί σε απελευθέρωση μαννοπρωτεϊνών και πολυσακχαριτών, που βελτιώνουν τον όγκο στο στόμα και μπορούν να συμβάλλουν θετικά στη σταθερότητα τρυγικών και πρωτεϊνικών θολωμάτων.

Για ορισμένες ποικιλίες οίνου όπως το Chardonnay πραγματοποιείται προαιρετικά και η μηλογαλακτική ζύμωση, η οποία μειώνει την ολική οξύτητα, με μετατροπή μηλικού οξέος σε γαλακτικό οξύ, ενώ παράγει διακετύλιο το οποίο προσδίδει μια πιο βουτυρώδη αίσθηση στον οίνο. Ο χρόνος ωρίμανσης ποικίλλει από λίγους μήνες για τους «νωπούς» λευκούς οίνους έως 6–12 μήνες ή περισσότερο για οίνους με ωρίμανση στο βαρέλι.

1.2.2.1.3. Φυσικοχημική και μικροβιολογική σταθεροποίηση

Πριν από την εμφιάλωση, ο λευκός οίνος υποβάλλεται σε σειρά σταθεροποιήσεων όπως η τρυγική σταθεροποίηση η πρωτεϊνική σταθεροποίηση και η μικροβιακή σταθεροποίηση, ώστε να αποφευχθούν θολώματα και αλλοιώσεις κατά τη συντήρηση.

Η εμφάνιση κρυστάλλων τρυγικών αλάτων στο μπουκάλι θεωρείται από τους καταναλωτές ελάττωμα, παρότι τα άλατα αυτά είναι ακίνδυνα. Η επικρατέστερη μέθοδος τρυγικής σταθεροποίησης είναι η ψυχρή σταθεροποίηση, η οποία γίνεται με ψύξη του οίνου κοντά στο σημείο πήξης για 5 – 14 ημέρες, απομάκρυνση των τρυγικών κρυστάλλων που ενδέχεται να σχηματιστούν με διήθηση ή φυγοκέντρηση. Εναλλακτικά ή συμπληρωματικά, μπορεί να χρησιμοποιηθεί αντίστροφη ώσμωση ή χρήση συγκεκριμένων μαννοπρωτεϊνών που λειτουργούν ως «σταθεροποιητικά κολλοειδή» (27).

Οι λευκοί οίνοι περιέχουν θερμοευαίσθητες πρωτεΐνες που μπορεί να προκαλέσουν θόλωμα κατά την αποθήκευση ή μετά από θερμικό stress του οίνου. Η κλασική μέθοδος είναι η προσθήκη μπεντονίτη, ο οποίος δεσμεύει τις πρωτεΐνες που στη συνέχεια καθιζάνουν, σχηματίζοντας ίζημα που απομακρύνεται με μετάγγιση ή διήθηση (27). Εναλλακτικές προσεγγίσεις περιλαμβάνουν υπερδιήθηση, χρήση γέλης διοξειδίου του πυριτίου, θερμική επεξεργασία ακολουθούμενη από φιλτράρισμα, καθώς και τεχνικές συνεχούς ροής με επαναχρησιμοποίηση μπεντονίτη (27).

Για την αποφυγή αναζυμώσεων και αλλοιώσεων από ζύμες ή βακτήρια σε εμφιαλωμένο λευκό οίνο, εφαρμόζονται συνδυαστικά η προσθήκη SO_2, και η χρήση άλλων συντηρητικών και άλλων φυσικών μεθόδων.

Η ποσότητα SO_2 που συνήθως επαρκεί για την αναστολή ανάπτυξης των περισσότερων ζυμών και μυκήτων είναι περίπου 0,8 mg/L – 1,5 mg/L. Η απαιτούμενη συγκέντρωση του ελεύθερου διοξειδίου του θείου εξαρτάται έντονα από το pH του οίνου καθώς όσο υψηλότερο το pH, τόσο περισσότερο SO_2 απαιτείται (27).

Άλλα συντηρητικά που προστίθενται σε συνδυασμό με το διοξείδιο του θείου είναι το σορβικό οξύ και το δικαρβονικό διμεθύλιο. Το σορβικό οξύ προστίθεται για έλεγχο των ζυμών σε γλυκά λευκά, και το δικαρβονικό διμεθύλιο λίγο πριν την εμφιάλωση, το οποίο υδρολύεται γρήγορα χωρίς να αφήνει αισθητά κατάλοιπα.

Ακόμη, αμέσως μετά την εμφιάλωση, ιδιαίτερα σε οίνους με υπολειμματικά σάκχαρα, πραγματοποιείται αποστείρωση με θερμική επεξεργασία ή κρύα αποστείρωση με φίλτρα μεμβράνης (0,45 μm – 0,65 μm).

1.2.2.1.4. Εμφιάλωση και συνθήκες συντήρησης λευκού οίνου

Η εμφιάλωση αποτελεί κρίσιμο στάδιο για τη διάρκεια ζωής του λευκού οίνου. Στο σημείο αυτό ο οίνος είναι συνήθως διαυγασμένος, σταθεροποιημένος και λαμβάνει την τελική δόση SO_2. Εφαρμόζεται φιλτράρισμα ή διήθηση με μεμβράνες, ώστε να απομακρυνθούν τυχόν υπολείμματα στερεών και μικροοργανισμοί. Για οίνους με ζάχαρα χρησιμοποιείται συχνά αποστειρωτική μεμβράνη. Τα μπουκάλια καθαρίζονται και απολυμαίνονται με ζεστό νερό ή ατμό. Κατά την πλήρωση επιδιώκεται ελάχιστη είσοδος οξυγόνου, με πλήρωση υπό κενό ή έκπλυση της φιάλης με αδρανές αέριο (CO_2, N_2) πριν ή μετά την εμφιάλωση. Υπολογίζεται ότι το οξυγόνο στον υπερκείμενο χώρο μπορεί να είναι έως και 1 mg, το οποίο απαιτεί επιπλέον 5–6 mg/L ελεύθερου SO_2 για να δεσμευτεί (27). Για ξηρούς λευκούς οίνους, τα επίπεδα διοξειδίου του θείου κυμαίνονται συνήθως στα 25–40 mg/L ελεύθερου SO_2, με το ακριβές επίπεδο να εξαρτάται από το pH, το αναμενόμενο χρόνο φύλαξης και το είδος της συσκευασίας (27,28).

Παραδοσιακά για το κλείσιμο της φιάλης χρησιμοποιείται φυσικός φελλός, ο οποίος απαιτεί οριζόντια αποθήκευση της φιάλης για να παραμένει υγρός και να εξασφαλίζεται στεγανότητα. Εναλλακτικά χρησιμοποιούνται συνθετικά πώματα ή βιδωτά καπάκια, με διαφορετικές ιδιότητες ως προς τη διαπερατότητα σε οξυγόνο(28). Η ιδανική θερμοκρασία αποθήκευσης είναι 10 °C – 15 °C με απουσία φωτός. Σε υψηλότερες θερμοκρασίες επιταχύνονται αντιδράσεις οξείδωση ς και απώλεια αρωμάτων.

1.2.2.2. Ροζέ οίνος

1.2.2.2.1. Πρώτη ύλη και προ-ζυμωτικές διεργασίες

Οι ροζέ οίνοι καταλαμβάνουν ενδιάμεση θέση μεταξύ λευκών και ερυθρών οίνων. Παράγονται κυρίως από ερυθρές ποικιλίες σταφυλιών, μετά από περιορισμένη εκχύλιση με τα φλοιώδη μέρη των σταφυλιών, ώστε η συγκέντρωση ανθοκυάνων και ταννινών να είναι πολύ χαμηλότερη από αυτή των ερυθρών οίνων (29). Οι ροζέ οίνοι συνδυάζουν στοιχεία τόσο της λευκής όσο και της ερυθρής οινοποίησης, όπως τη φρεσκάδα και τη χαμηλή ταννικότητα των λευκών οίνων αλλά με ήπια στοιχεία φαινολικών, μικρή ποσότητα ανθοκυανινών και λίγο υψηλότερο δείκτη πολυφαινολών σε σχέση με τους λευκούς. Η χρωματική ένταση κυμαίνεται από ανοιχτό σομόν χρώμα έως έντονο ροδί. Η τυποποίηση τους γίνεται κυρίως με βάση τα οπτικά κριτήρια, την ένταση χρώματος και την απόχρωση, καθώς δεν υπάρχει ενιαίος τεχνολογικός ορισμός (29). Οι βασικές προ-ζυμωτικές διεργασίες είναι η άμεση πίεση, η σύντομη προ-ζυμωτική εκχύλιση και η μέθοδος «saignée».

Με τη μέθοδο της άμεσης πίεσης, τα ερυθρά σταφύλια πιέζονται αμέσως ή μετά από πολύ σύντομη εκχύλιση. Ο μούστος διαχωρίζεται γρήγορα από τα στέμφυλα και ακολουθεί η ίδια διαδικασία με τη λευκή οινοποίηση, διαύγαση μούστου και ζύμωση σε χαμηλή θερμοκρασία. Με τη σύντομη προ-ζυμωτική εκχύλιση, που είναι και η πιο συνηθισμένη, τα σταφύλια απορραγίζονται και συνθλίβονται, και ο μούστος παραμένει σε επαφή με τα στέμφυλα για 2 ώρες – 24 ώρες, σε θερμοκρασίες περίπου 15 °C – 20 °C. Η διάρκεια και θερμοκρασία της εκχύλισης ρυθμίζουν την ένταση και την απόχρωση του χρώματος. Η διαδικασία πραγματοποιείται κατά προτίμηση υπό αναερόβιες συνθήκες και με παρουσία SO_2 για να περιορίζεται η οξείδωση ανθοκυανινών και αρωματικών θειοενώσεων. Η χρήση πηκτινολυτικών ενζύμων μπορεί να ενισχύσει την εκχύλιση αρωματικών ενώσεων και να βελτιώσει τη σταθερότητα χρώματος. Με τη μέθοδο saignée κατά την παραγωγή ερυθρού οίνου, ένα μέρος του μούστου αφαιρείται μετά από σύντομη εκχύλιση, ώστε να αυξηθεί ο λόγος στέμφυλων προς μούστο στον εναπομείναντα όγκο. Το αφαιρούμενο κλάσμα του μούστου χρησιμοποιείται για την παραγωγή ροζέ οίνου με την ίδια διαδικασία όπως και στη λευκή ζύμωση (27).

1.2.2.2.2. Αλκοολική ζύμωση

Μετά το διαχωρισμό από τα στέμφυλα, η ζύμωση του γλεύκους ακολουθεί την ίδια διαδικασία όπως και στη λευκή οινοποίηση. Το γλεύκος ψύχεται, γίνεται προαιρετική προσθήκη ενζύμων, και εμβολιάζεται με επιλεγμένους ζυμομύκητες.

Η ζύμωση διεξάγεται γενικά σε θερμοκρασίες 14 °C – 20 °C. Υψηλότερες θερμοκρασίες ζύμωσης ενισχύουν την εκχύλιση και τον σχηματισμό ορισμένων αρωματικών ενώσεων θείου, αλλά με αυτόν τον τρόπο αυξάνεται ο κίνδυνος απώλειας πτητικών ενώσεων αρώματος. Η παραμονή σε λεπτές οινολάσπες μπορεί να βελτιώσει το σώμα του οίνου και την αίσθηση στο στόμα, αλλά συνήθως η μακροχρόνια ωρίμανση αποφεύγεται, καθώς είναι σύνηθες οι ροζέ οίνοι να καταναλώνονται σε νεαρή ηλικία ώστε να διατηρούν τη φρεσκάδα τους.

1.2.2.2.3. Φυσικοχημική και μικροβιολογική σταθεροποίηση

Οι ροζέ οίνοι περιέχουν ταννίνες όμως σε χαμηλότερη συγκέντρωση σε σχέση με τους ερυθρούς. Έτσι το χρώμα τους προέρχεται κυρίως από ελεύθερες ανθοκυανίνες και είναι λιγότερο σταθερό και πιο ευαίσθητο στην οξείδωση και τον αποχρωματισμό. Για τη βελτίωση της σταθερότητας του χρώματος ελαχιστοποιείται η έκθεση σε οξυγόνο σε όλα τα στάδια την οινοποίησης με χρήση κλειστών συστημάτων ζύμωσης, αδρανών αερίων, και μια επαρκής

αλλά όχι υπερβολική, δόση SO_2. Επιπλέον η επιλογή διαδικασιών εκχύλισης που επιτρέπουν την εκχύλιση μικρών ποσοτήτων ταννινών, οι οποίες σταθεροποιούν τις ανθοκυανίνες με τον σχηματισμό συμπλόκων βοηθούν στην σταθεροποίηση του χρώματος του οίνου, ενώ σημαντική είναι κ η διατήρηση χαμηλών θερμοκρασιών κατά την αποθήκευση.

Εκτός από τη σταθεροποίηση του χρώματος πραγματοποιείται τρυγική σταθεροποίηση, πρωτεϊνική σταθεροποίηση και μικροβιακή σταθεροποίηση, ώστε να αποφευχθούν θολώματα και αλλοιώσεις κατά τη συντήρηση, όπως και στους λευκούς οίνους (27). Οι διαδικασίες που ακολουθούνται για την επίτευξη της σταθερότητας είναι ίδιος με τις διαδικασίες που πραγματοποιούνται και στη λευκή οινοποίηση. Στους ροζέ οίνους η μικροβιακή σταθεροποίηση είναι ακόμη πιο σημαντική, ειδικά σε ημίξηρους ή γλυκούς ροζέ οίνους που κινδυνεύουν από αναζυμώσεις στην φιάλη, λόγω της αυξημένης περιεκτικότητας σε σάκχαρα.

1.2.2.2.4. Εμφιάλωση και συνθήκες συντήρησης ροζέ οίνου

Η εμφιάλωση των ροζέ οίνων ακολουθεί αντίστοιχες πρακτικές με την εμφιάλωση των ροζέ οίνων. Εφαρμόζεται φιλτράρισμα ή διήθηση με μεμβράνες, ώστε να απομακρυνθούν τυχόν υπολείμματα στερεών και μικροοργανισμοί. Τα μπουκάλια καθαρίζονται και απολυμαίνονται με ζεστό νερό ή ατμό. Κατά την πλήρωση επιδιώκεται ελάχιστη είσοδος οξυγόνου, με πλήρωση υπό κενό ή έκπλυση της φιάλης με αδρανές αέριο (CO_2, N_2) πριν ή μετά την εμφιάλωση. Ρυθμίζεται η τελική δόση διοξειδίου του θείου η οποία εφαρμόζεται συνήθως στο ανώτερο επιτρεπτό όριο για μέγιστη προστασία.

Για τη συντήρηση επιλέγονται σκουρόχρωμες φιάλες που προστατεύουν από την έκθεση σε φως, με κατάλληλα πώματα από φελλό, συνθετικά πώματα, ή πλαστικά καπάκια. Κατά προτίμηση συντηρούνται σε θερμοκρασίες 10 °C ¬ 15 °C Η πλειονότητα των ροζέ οίνων προορίζεται για κατανάλωση εντός ενός έως τριών ετών από την εμφιάλωση. Η παρατεταμένη παλαίωση οδηγεί συνήθως σε απώλεια φρεσκάδας, απώλεια χρώματος και αρώματος και ανάπτυξη αρώματος οξείδωσης.

1.2.3. Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά και ποιότητα οίνου

Ο οίνος αποτελεί ένα ιδιαίτερα πολύπλοκο υδατοαλκοολικό σύστημα, όπου συνυπάρχουν αιθανόλη, νερό, οργανικά οξέα, ανάγοντα σάκχαρα, ανόργανα συστατικά, πολυφαινόλες, πτητικά συστατικά, καθώς και κολλοειδή όπως πρωτεΐνες και πολυσακχαρίτες. Επιπλέον, στον οίνο υπάρχουν διαλυμένα αέρια, κυρίως οξυγόνο και διοξείδιο του άνθρακα, τα οποία παίζουν κρίσιμο ρόλο στην εξέλιξή του κατά την αποθήκευση (27,28). Η ισορροπία μεταξύ

όλων αυτών των συστατικών και οι φυσικοχημικές παράμετροι του οίνου καθορίζουν τη σταθερότητα, την ανθεκτικότητα σε αλλοιώσεις και, την αντιληπτή ποιότητα του οίνου.

Οι λευκοί και οι ροζέ οίνοι παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον, επειδή στερούνται σε μεγάλο βαθμό της φυσικής προστασίας που προσφέρουν τα φαινολικά συστατικά, σε αντίθεση με τον ερυθρό οίνο. Το σχετικά χαμηλό περιεχόμενο σε φαινολικά συστατικά και η ανοιχτή χρωματική κλίμακα τους καθιστούν πιο ευαίσθητους σε οξειδωτική αμαύρωση, χρωματικές μεταβολές, απώλεια φρουτώδους αρώματος και ορισμένες μορφές μικροβιακής αλλοίωσης (29).

1.2.3.1. Λευκός οίνος

Σε επίπεδο βασικής σύστασης, οι περισσότεροι ξηροί λευκοί οίνοι εμφανίζουν αλκοολικό τίτλο περίπου 11% vol – 14% vol. Ο αλκοολικός τίτλος καθορίζεται κυρίως από το αρχικό περιεχόμενο των σταφυλιών σε σάκχαρα κατά τη συγκομιδή και δευτερευόντως από τις απώλειες κατά τη ζύμωση και τις μεταζυμωτικές διεργασίες. Στους ξηρούς λευκούς οίνους τα ζυμώσιμα σάκχαρα έχουν πρακτικά καταναλωθεί από τις ζύμες, έτσι ώστε τα υπολειμματικά σάκχαρα να βρίσκονται συνήθως σε επίπεδα μικρότερα από 4 g/L ή, σε ορισμένες περιπτώσεις, έως περίπου 9 g/L (26,27). Η ολική οξύτητα βρίσκεται τυπικά μεταξύ 5 και 8 g/L, εκφρασμένη ως τρυγικό οξύ, ενώ το pH κυμαίνεται στην περιοχή 3,0 – 3,5, ανάλογα με την ποικιλία, το κλίμα και τις οινολογικές παρεμβάσεις (30).

Τα οργανικά οξέα του λευκού οίνου, ιδίως το τρυγικό και το μηλικό οξύ, καθώς και σε μικρότερο βαθμό το γαλακτικό και το κιτρικό, διαμορφώνουν την αντιληπτή οξύτητα και μια σειρά από κρίσιμες χημικές ισορροπίες. Η συγκέντρωση των οξέων και η αναλογία τρυγικού οξέος προς μηλικό οξύ επηρεάζουν την ένταση και τον χαρακτήρα της οξύτητας, αλλά και τη δυνατότητα πραγματοποίησης της μηλογαλακτικής ζύμωσης. Το γαλακτικό οξύ, που σχηματίζεται από τη μετατροπή του μηλικού μέσω γαλακτικών βακτηρίων, οδηγεί σε πιο απαλή αίσθηση οξύτητας, μειώνει την ολική οξύτητα και τροποποιεί το pH (29). Το pH είναι επίσης σημαντικό. Χαμηλότερες τιμές pH ευνοούν τη μικροβιολογική σταθερότητα και μειώνουν τις απαιτήσεις σε διοξείδιο του θείου, ενώ υψηλότερες τιμές συνδέονται με αυξημένο κίνδυνο ανάπτυξης ανεπιθύμητης μικροχλωρίδας και ταχύτερες οξειδωτικές μεταβολές.

Σε επίπεδο φαινολικών συστατικών, οι λευκοί οίνοι παρά την απουσία εκτεταμένης εκχύλισης από τα στέμφυλα, περιέχουν έναν αρκετά σημαντικό αριθμό φαινολικών οξέων και φλαβανολών. Ιδιαίτερης σημασίας είναι οι ο-διφαινόλες οι οποίες οξειδώνονται εύκολα προς κινόνες και στη συνέχεια αντιδρούν με άλλες φαινολικές και αζωτούχες ενώσεις,

οδηγώντας σε σχηματισμό πολυμερών καστανό-κίτρινου χρώματος. Αυτές οι αντιδράσεις ευθύνονται σε μεγάλο βαθμό για την οξειδωτική αμαύρωση των λευκών οίνων, η οποία παρατηρείται με την πάροδο του χρόνου ακόμη και σε συνθήκες περιορισμένου οξυγόνου (27,30).

Οι φρέσκοι λευκοί οίνοι είναι συνήθως από άχρωμοι έως αχυροκίτρινοι, ενώ με την παλαίωση το χρώμα τους τείνει να μεταβάλλεται σε πιο έντονες χρυσαφένιες αποχρώσεις. Η εξέλιξη αυτή αντικατοπτρίζεται σε αύξηση της απορρόφησης στα 420 nm, που χρησιμοποιείται ως δείκτης οξείδωσης. Το πόσο εύκολα μεταβάλλεται ένα χρώμα κατά την ωρίμανση εξαρτάται από το αρχικό φαινολικό προφίλ, το pH, τη θερμοκρασία αποθήκευσης, την παρουσία μετάλλων όπως ο χαλκός και ο σίδηρος καθώς επίσης και από το επίπεδο και την ενεργότητα του διοξειδίου του θείου (29). Στους λευκούς οίνους η οξειδωτική αμαύρωση παρουσιάζεται πιο εκτεταμένα σε σχέση με τους ερυθρούς Ο λευκός οίνος, λόγω της διαφάνειας και της ανοιχτής χρωματικής κλίμακας, παρουσιάζει τις οξειδωτικές αλλοιώσεις πιο «εκτεθειμένες» οπτικά σε σχέση με έναν αντίστοιχα οξειδωμένο ερυθρό οίνο.

Το αρωματικό προφίλ του λευκού οίνου προκύπτει από τρεις κύριες παραμέτρους. Αρχικά τα πρωτογενή αρώματα του οίνου που είναι εκείνα που προκύπτουν από τις ποικιλιακές αρωματικές ενώσεις των σταφυλιών, όπως τα μονοτερπένια, τα νορισοπρενοειδή και διάφορες αλδεΰδες και αλκοόλες, οι οποίες προέρχονται από τον μεταβολισμό των λιπιδίων των σταφυλιών. Σημαντικό μέρος αυτών των ενώσεων βρίσκεται σε γλυκοζυλιωμένη μορφή και μπορεί να απελευθερωθεί σταδιακά μέσω υδρόλυσης κατά τη ζύμωση ή την παλαίωση (29). Δεύτερον, τα δευτερογενή αρώματα που παράγονται κατά τη ζύμωση, όπως ανώτερες αλκοόλες και διάφοροι εστέρες αιθανόλης και ανώτερων αλκοολών, οι οποίοι προσδίδουν φρουτώδη αρώματα και αρώματα άνθεων και αποτελούν την πλειοψηφία των αρωμάτων που συναντώνται στον οίνο. Τρίτον, τα τριτογενή αρώματα , που προκύπτουν κατά την ωρίμανση σε βαρέλι και κατά την ωρίμανση κατά την παραμονή του κρασιού στη φιάλη. Κατά την ωρίμανση λαμβάνουν χώρα διάφορες χημικές αντιδράσεις από τις οποίες προκύπτουν νέες πτητικές αρωματικές ουσίες όπως ορισμένες αλδεΰδες και λακτόνες που είναι αποτέλεσμα της οξειδωτικής παλαίωσης ενώ και διάφορες ουσίες εκχυλίζονται από το ξύλο. Η παλαίωση στη φιάλη προκαλεί την αντικατάσταση των αρχικών φρουτώδων αρωμάτων από πιο βαριά και πολύπλοκα αρώματα.

Η αλληλεπίδραση αιθανόλης, οξέων και πολυσακχαριτών επηρεάζει τόσο τη γεύση όσο και την αντίληψη των αρωμάτων. Η αιθανόλη τείνει να μειώνει την αντιληπτή οξύτητα, να αυξάνει την αίσθηση γλυκύτητας και σώματος και να επηρεάζει τη διαλυτότητα των πτητικών συστατικών, ενώ ορισμένοι πολυσακχαρίτες και ορισμένες μαννοπρωτεΐνες, που

προέρχονται από την αυτολύση των ζυμών, ενισχύουν την «κρεμώδη» αίσθηση και απαλύνουν την αντίληψη της οξύτητας (29).

Το διοξείδιο του θείου αποτελεί σημαντική προσθήκη για τη διασφάλιση της φυσικοχημικής και μικροβιολογικής σταθερότητας του λευκού οίνου. Στον οίνο το διοξείδιο του θείου βρίσκεται σε ελεύθερη και σε δεσμευμένη μορφή. Η ελεύθερη μορφή του περιλαμβάνει το μοριακό διοξείδιο του θείου (SO_2), το δισουλφιτικό ανιόν (HSO_3^-) και το σουλφιτικό ανιόν (SO_3^{2-}), ενώ η δεσμευμένη του μορφή περιλαμβάνει σύμπλοκα με καρβονυλικές ενώσεις, όπως η ακεταλδεΰδη. Από τις μορφές αυτές, το μοριακό SO_2 είναι εκείνο που παρουσιάζει την κύρια αντιμικροβιακή δράση. Το ποσοστό του μοριακού SO_2 στο σύνολο του ελεύθερου διοξειδίου του θείου εξαρτάται έντονα από το pH. Όσο υψηλότερο είναι το pH, τόσο μικρότερο είναι το κλάσμα μοριακού SO_2 για την ίδια συνολική συγκέντρωση ελεύθερου διοξειδίου του θείου (30). Αυτό σημαίνει ότι λευκοί οίνοι με υψηλότερο pH απαιτούν υψηλότερα επίπεδα ελεύθερου SO_2 για να επιτευχθεί το ίδιο επίπεδο μικροβιολογικής προστασίας.

Από την άλλη πλευρά το διαλυμένο οξυγόνο, αποτελεί βασικό παράγοντα επιτάχυνσης των οξειδωτικών διεργασιών. Η παρουσία του οδηγεί σε οξείδωση των φαινολικών συστατικών, με επακόλουθο σχηματισμό έγχρωμων πολυμερών, καθώς και σε οξείδωση ενώσεων αρώματος με απώλεια φρεσκάδας και εμφάνιση οσμών οξείδωσης. Για τον λόγο αυτό, ιδιαίτερη σημασία έχει ο περιορισμός της πρόσληψης οξυγόνου στα τελικά στάδια οινοποίησης και η ύπαρξη επαρκούς διοξειδίου του θείου για την ταχεία δέσμευσή του (27,28).

1.2.3.2. Ροζέ οίνος

Οι ροζέ οίνοι τοποθετούνται σε ενδιάμεση θέση ανάμεσα στους λευκούς και τους ερυθρούς, τόσο ως προς την τεχνολογία παραγωγής όσο και ως προς τα φυσικοχημικά και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά. Παράγονται κυρίως από ερυθρές ποικιλίες σταφυλιών, αλλά με σαφώς περιορισμένη σε χρόνο και σε ένταση εκχύλιση χρώματος και φαινολικών συστατικών από τα στέμφυλα, ώστε να επιτευχθεί η χαρακτηριστική ροζ απόχρωση και μια πολύ πιο ήπια φαινολική δομή σε σχέση με τους ερυθρούς οίνους (27,28).

Η βασική σύσταση των ξηρών ροζέ οίνων είναι παρόμοια με αυτή των λευκών. Ο αλκοολικός τίτλος κυμαίνεται συνήθως μεταξύ 11% vol και 14% vol, η ολική οξύτητα βρίσκεται στην περιοχή των 5–7 g/L εκφρασμένη ως τρυγικό οξύ, ενώ το pH είναι περίπου 3,1–3,5. Η ταξινόμηση ως προς την περιεκτικότητα σε σάκχαρα ακολουθεί τα ίδια κριτήρια με τους λευκούς οίνους (26). Εκεί όπου διαφοροποιούνται σημαντικά είναι στο περιεχόμενο

των φαινολικών συστατικών και στη χρωματική συμπεριφορά. Η συγκέντρωση ανθοκυανινών είναι σαφώς υψηλότερη από αυτή των λευκών οίνων, αλλά πολύ χαμηλότερη από των ερυθρών, ενώ περιέχουν υψηλότερη συγκέντρωση ταννινών, αλλά σε σχετικά χαμηλά επίπεδα (29).

Η απόχρωση των ροζέ οίνων ποικίλλει από πολύ ανοιχτό σομόν έως βαθύ ροδί χρώμα. Αυτή η χρωματική ποικιλία προκύπτει από τον συνδυασμό της ποικιλίας των σταφυλιών, από τις συνθήκες εκχύλισης, το επίπεδο θείωσης και το βαθμού μηχανικής καταπόνησης στη στις προ-ζυμωτικές διεργασίες. Ακόμη και μικρές διαφοροποιήσεις στον χρόνο επαφής του γλεύκους με τα στέμφυλα μπορούν να οδηγήσουν σε αισθητά διαφορετικό χρωματικό αποτέλεσμα, ιδιαίτερα όταν η θερμοκρασία είναι σχετικά υψηλή ή η ποικιλία πλούσια σε φαινολικά. Η θείωση σε αυτό το στάδιο επιδρά επίσης στη διαλυτότητα και σταθερότητα των ανθοκυανινών, καθώς και στην οξείδωση άλλων φαινολικών συστατικών (27).

Η σταθερότητα των φαινολικών συστατικών είναι πιο εύθραυστη σε σύγκριση με τους ερυθρούς οίνους. Στους ροζέ, η περιορισμένη περιεκτικότητα σε ταννίνες σημαίνει ότι οι ανθοκυανίνες παραμένουν σε μεγάλο βαθμό σε μονομερή μορφή, οπότε είναι πιο ευάλωτες στην οξείδωση και τον αποχρωματισμό (29). Αυτό εξηγεί την τάση πολλών ροζέ οίνων να χάνουν το χρώμα τους κατά την αποθήκευση, με μεταβολή σε πιο ανοιχτές αποχρώσεις, ιδιαίτερα όταν δεν τηρούνται αυστηρές συνθήκες θερμοκρασίας και προστασίας από το οξυγόνο.

Σε επίπεδο αρώματος, οι ροζέ οίνοι χαρακτηρίζονται συνήθως από έντονα φρουτώδη προφίλ, με νότες φράουλας, σμέουρων, κερασιού και, σε ορισμένες περιπτώσεις, τροπικών ή εσπεριδοειδών, ανάλογα με την ποικιλία και την τεχνολογία. Τα αρώματα που χαρακτηρίζουν τους ροζέ οίνους είναι κυρίως πρωτογενή, προέρχονται δηλαδή από ενώσεις των σταφυλιών, και δευτερογενή, που προέρχονται από ενώσεις που παράγονται κατά τη ζύμωση, κυρίως εστέρες και ανώτερες αλκοόλες (27). Καθώς η πλειονότητα των ροζέ οίνων προορίζεται για κατανάλωση σε νεαρή ηλικία, η πρακτική οινοποίησης στοχεύει στη διατήρηση όσο το δυνατόν πιο έντονου και φρέσκου φρουτώδους χαρακτήρα, αποφεύγοντας την εκτεταμένη παλαίωση που θα οδηγούσε σε απώλεια φρεσκάδας και σε κυριαρχία πιο ώριμων αρωμάτων.

Όσον αφορά τη γεύση και την υφή οι ροζέ οίνοι επιδιώκουν μια ισορροπία ανάμεσα στην οξύτητα, τον αλκοολικό τίτλο και μια ήπια φαινολική δομή. Η ταννικότητα είναι αισθητά χαμηλότερη από αυτή των ερυθρών οίνων, με αποτέλεσμα περιορισμένη στυφότητα και πικράδα, αλλά ταυτόχρονα και χαμηλότερο σώμα. Η οξύτητα αποτελεί σημαντικό στοιχείο καθώς, αν είναι ανεπαρκής, το κρασί γίνεται πλαδαρό, ενώ αν είναι υπερβολική, το κρασί

αποκτά σκληρή και τραχιά αίσθηση στο στόμα . Σε ροζέ οίνους με υπολειμματικά σάκχαρα, η ισορροπία ανάμεσα σε γλυκύτητα και οξύτητα αποκτά ακόμη μεγαλύτερη σημασία.

Όσον αφορά τη σταθερότητα, οι ροζέ οίνοι υπόκεινται στους ίδιους περιορισμούς ως προς τα μέγιστα επιτρεπτά επίπεδα διοξειδίου του θείου με τους λευκούς. Επειδή το φαινολικό τους υπόβαθρο είναι χαμηλό και δεν προσφέρει σημαντική φυσική αντιοξειδωτική προστασία, η διαχείριση του οξυγόνου κατά την εμφιάλωση και τη διατήρηση είναι σημαντική. Η χρήση αδρανών αερίων, ο ελεγχόμενος υπερκείμενος χώρος στη φιάλη, η επιλογή κατάλληλων πωμάτων και η διατήρηση χαμηλών θερμοκρασιών συντήρησης είναι απαραίτητα για τη διατήρηση της χρωματικής και αρωματικής σταθερότητας τους (27,28).

Μικροβιολογικά, οι ροζέ οίνοι με υπολειμματικά σάκχαρα είναι ευάλωτοι σε αναζυμώσεις από ανθεκτικές ζύμες και σε ανάπτυξη γαλακτικών βακτηρίων που μπορούν να αυξήσουν την πτητική οξύτητα και να οδηγήσουν σε άσχημες οσμές. Για τον λόγο αυτό, συνδυάζονται επαρκή επίπεδα ελεύθερου διοξειδίου του θείου, αποστείρωση με διήθηση πριν από την εμφιάλωση και, όταν είναι επιτρεπτό, χρήση συντηρητικών όπως το σορβικό οξύ ή το δικαρβονικό διμεθύλιο, ιδίως σε ημίξηρους και ημίγλυκους οίνους (29). Ακόμη και σε ξηρούς ροζέ οίνους, η διατήρηση χαμηλής θερμοκρασίας κατά τη φύλαξη και η αποφυγή μεγάλων διακυμάνσεων θερμοκρασίας είναι καθοριστικές για την επιβράδυνση της οξειδωτικής γήρανσης.

1.2.4. Ποικιλίες σταφυλιών παραγωγής οίνων

Η ποικιλία σταφυλιού αποτελεί έναν από τους βασικότερους παράγοντες που καθορίζουν τον χαρακτήρα, την τυπικότητα και τη συνολική ποιότητα του οίνου. Παρότι η τεχνολογία της οινοποίησης, οι πρακτικές αμπελοκαλλιέργειας και οι συνθήκες παλαίωσης μπορούν να τροποποιήσουν σε σημαντικό βαθμό το τελικό προφίλ, η μέγιστη ποιότητα που μπορεί να επιτευχθεί και ο βασικός αισθητηριακός καμβάς προδιαγράφονται από την ίδια την ποικιλία και την προσαρμογή της στη συγκεκριμένη περιοχή καλλιέργειας. Οι διαφορές στον φαινολικό μεταβολισμό, στην πρωτεϊνική σύσταση, στον ρυθμό ωρίμανσης και στη δομή της ράγας οδηγούν σε σαφώς διαφοροποιημένους οίνους ακόμη κι όταν ακολουθείται ακριβώς η ίδια διαδικασία οινοποίησης (31).

Γενετικές μελέτες σε ελληνικές ποικιλίες οίνου έχουν δείξει υψηλό βαθμό ετερογένειας και πολυκλωνικότητας, ακόμη και σε οίνους της ίδια ποικιλίας, γεγονός που αντικατοπτρίζει την μακροχρόνια προσαρμογή στο τοπικό περιβάλλον (32). Σε αυτό το πλαίσιο, η Ντεμπίνα αναγνωρίζεται ως χαρακτηριστική λευκή ποικιλία της Ηπείρου, ενώ οι Merlot και Cabernet

Sauvignon, αν και δεν αποτελούν Ελληνικές ποικιλίες ενσωματώνονται σε διάφορα Ελληνικά αμπελουργικά περιβάλλοντα με σαφώς διακριτό φαινολικό προφίλ.

Η διεθνής βιβλιογραφία έχει δείξει ότι τόσο η ποικιλία όσο και το έτος (vintage) επηρεάζουν σημαντικά τη φαινολική σύσταση των ραγών, με άμεσο αντίκτυπο στο χρώμα, τη δομή των ταννινών, την πικράδα και τη στυφότητα των οίνων, αλλά και στη δυνατότητα παλαίωσης (31,33). Ταυτόχρονα, η ποικιλιακή σύνθεση των αμινοξέων και του αφομοιώσιμου αζώτου επηρεάζει τον μεταβολισμό των ζυμών, την παραγωγή ανώτερων αλκοολών και εστέρων και συνεπώς έχει επίδραση στο αρωματικό προφίλ του οίνου (34).

1.2.4.1. Ντεμπίνα

Η Ντεμπίνα είναι γηγενής ελληνική λευκή ποικιλία αμπέλου, με κύρια περιοχή καλλιέργειας την ορεινή ζώνη της Ζίτσας στην Ήπειρο, όπου και αποτελεί τη βάση για την παραγωγή οίνων ΠΟΠ. Αμπελουργικές και γενετικές μελέτες που εστίασαν σε ποικιλίες της Ηπείρου κατατάσσουν τη Ντεμπίνα σε ομάδα αυτοχθόνων κλημάτων με σχετικά χαμηλό βαθμό γενετικής συγγένειας με άλλες τοπικές ποικιλίες γεγονός που υποδηλώνει διακριτή γενετική ταυτότητα και μακροχρόνια προσαρμογή στο συγκεκριμένο οικοσύστημα (32).

Σε επίπεδο αμπελογραφικών και οργανοληπτικών χαρακτηριστικών, η Ντεμπίνα περιγράφεται ως ποικιλία σχετικά ευαίσθητου χαρακτήρα, με μέτρια φυσική τάση για σχηματισμό παραλλαγών, η οποία όμως δίνει κρασιά με έντονη αίσθηση φρεσκάδας και νεανικότητας. Μελέτη έχει χαρακτηρίσει τη Ντεμπίνα ως «εκλεπτυσμένη και τραγανή» ποικιλία λευκού οίνου, με τυπικά αρώματα μήλου, αχλαδιού και λευκού ροδάκινου, φωτεινό χρυσοκίτρινο χρώμα και έντονη φυσική αφριστική ικανότητα, στοιχεία που την καθιστούν ιδανική τόσο για ήρεμα όσο και για αφρώδη και ημιαφρώδη προϊόντα (35).

Η ίδια μελέτη έχει παρουσιάσει μια σαφή εικόνα όσον αφορά τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά των οίνων Ντεμπίνα. Μελετήθηκαν ξηρός λευκός και ξηρό λευκός αφρώδης οίνος από 100% Ντεμπίνα. Οι δύο τύποι οίνων παρουσίασαν αλκοολικό τίτλο περίπου 12 % vol και 11,4 % vol αντίστοιχα, με τη συγκέντρωση των ζυμώσιμων σακχάρων να κυμαίνεται σε πολύ χαμηλές τιμές, 1,4 g/L και 1,2 g/L αντίστοιχα, επιβεβαιώνοντας τον ξηρό χαρακτήρα της ντεμπίνας. Η ολική οξύτητα υπολογίστηκε στα 4,9 g/L, εκφρασμένη ως τρυγικό οξύ, για τον ήρεμο οίνο και 6,0 g/L για τον αφρώδη οίνο, με τιμές pH 3,15 και 3,11, αντίστοιχα. Η πτητική οξύτητα παρέμεινε σε χαμηλά επίπεδα 0,19 g/L και 0,15 g/L, εκφρασμένη ως οξικό οξύ (35). Τα δεδομένα αυτά δείχνουν ότι η Ντεμπίνα οδηγεί σε οίνους με σχετικά χαμηλό pH και υψηλή οξύτητα, χαρακτηριστικό ιδιαίτερα ευνοϊκό για αφρώδεις οίνους, όπου η αίσθηση

φρεσκάδας και η δομή του διοξειδίου του άνθρακα εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από την οξύτητα.

Σε επίπεδο αζωτούχου κλάσματος και αμινοξέων, δεδομένα έρευνας για λευκούς ελληνικούς οίνους δείχνουν ότι οι οίνοι από Ντεμπίνα εμφανίζουν σχετικά χαμηλή συγκέντρωση πρωτογενών αμινοξέων, περίπου 212 mg/L, σε σύγκριση με άλλες ποικιλίες, όπως το Σαρντονέ ή το Μοσχάτο, όπου οι συγκεντρώσεις είναι πολλαπλάσιες (34). Στους οίνους Ντεμπίνα κυριαρχούν κυρίως το γλουταμινικό οξύ, η λυσίνη, η αλανίνη και η λευκίνη, ενώ οι τιμές για την αργινίνη και το γ-αμινοβουτυρικό οξύ είναι σχετικά χαμηλές. Η χαμηλή διαθεσιμότητα ορισμένων αμινοξέων μπορεί να επηρεάζει τον μεταβολισμό των ζυμών και, κατά συνέπεια, την παραγωγή δευτερογενών αρωματικών ενώσεων, αλλά ταυτόχρονα ενδέχεται να περιορίζει και το υπόστρωμα για ανάπτυξη ανεπιθύμητων βακτηριών σε μεταζυμωτικά στάδια. Συνολικά, το προφίλ αμινοξέων της Ντεμπίνα φαίνεται να συνδέεται με πιο «λεπτό» αρωματικό χαρακτήρα σε σχέση με ποικιλίες πλουσιότερες σε αμινοξέα, αλλά και με σχετικά ελεγχόμενη μικροβιολογική συμπεριφορά.

Μια γενετική και αμπελογραφική μελέτη των ελληνικών ποικιλιών καταγράφει τη Ντεμπίνα μεταξύ των ποικιλιών που καλλιεργούνται στην ευρύτερη περιοχή της Ηπείρου και συμβάλλουν στην παραγωγή ΠΟΠ οίνων (32).

Συνοψίζοντας, η Ντεμπίνα αποτελεί χαρακτηριστικό παράδειγμα τοπικής ποικιλίας με σαφώς καθορισμένη γεωγραφική ταυτότητα, υψηλή οξύτητα και χαμηλό pH στους παραγόμενους οίνους, λεπτό αλλά αναγνωρίσιμο αρωματικό προφίλ, χαμηλή έως μέτρια συγκέντρωση αμινοξέων, και πολύ καλή προσαρμογή στην παραγωγή ποιοτικών αφρωδών οίνων. Αυτά τα χαρακτηριστικά συνθέτουν μια ποικιλία με ξεκάθαρη ταυτότητα, αλλά και σημαντικό περιθώριο περαιτέρω βελτίωσης μέσω επιλογής κλώνων και προχωρημένης διαχείρισης του αμπελώνα.

1.2.4.2. Merlot και Cabernet Sauvignon

Οι ποικιλίες Merlot και Cabernet Sauvignon αποτελούν από τις πλέον αναγνωρίσιμες ερυθρές διεθνείς ποικιλίες του Vitis vinifera, με τεράστια εξάπλωση και με κεντρικό ρόλο στην παραγωγή ποιοτικών οίνων σε περιοχές όπως το Μπορντό, αλλά και σε πλήθος άλλων αμπελουργικών ζωνών διεθνώς. Στο Μπορντό, η ποικιλία Merlot καταλαμβάνει περίπου το 60% της έκτασης, ενώ η ποικιλία Cabernet Sauvignon περίπου το 25%, αντανακλώντας τον συμπληρωματικό ρόλο που παίζουν στα κλασικά χαρμάνια της περιοχής (31). Η ποικιλία Merlot αποδίδει συνήθως πιο μαλακές ταννίνες, πιο στρογγυλή δομή και ώριμο φρούτο, ενώ

η Cabernet Sauvignon χαρακτηρίζεται από υψηλότερη ταννικότητα, πιο συμπαγή δομή και δυνατότητα μακρόχρονης παλαίωσης.

Μελέτη έχει περιγράψει τα βασικά χαρακτηριστικά σύστασης των οίνων Merlot και Cabernet Sauvignon. Για τον οίνο Merlot ο μέσος αλκοολικός βαθμός βρέθηκε στην τιμή των 12.1 % vol, το pH 3.73, η οξύτητα 64,2 mEq/L, η πτητική οξύτητα 6.59 mEq/L και το στερεό υπόλειμμα 26.5 g/L. Επιπλέον παρουσίασε ανάγοντα σάκχαρα 3.52 g/L, τέφρα 2.64 g/L και αλκαλικότητα τέφρας 24.6 mEq/L. Για το Cabernet Sauvignon, η αλκοόλη ήταν στην τιμή 10.9% v/v, το pH 3.98, η οξύτητα 61.0 mEq/L, η πτητική οξύτητα 9.04 mEq/L και το στερεό υπόλειμμα 25.4 g/L. Ακόμη τα ανάγοντα σάκχαρα μετρήθηκαν 3.05 g/L, η τέφρα 3.08 g/L και η αλκαλικότητα τέφρας 31.0 mEq/L.

Η φαινολική σύσταση των Merlot και Cabernet Sauvignon έχει μελετηθεί εκτενώς, με έμφαση στην περιεκτικότητα και τη δομή των προανθοκυανιδινών που είναι συμπυκνωμένες ταννίνες και των ανθοκυανινών. Σε μελέτη σε σταφύλια Μπορντό για τις δύο ποικιλίες σε διάφορα έτη, βρέθηκε ότι η Merlot εμφανίζει υψηλότερη ολική περιεκτικότητα σε πολυφαινόλες και ταννίνες σε σχέση με το Cabernet Sauvignon, στοιχείο που επιτρέπει τον διαχωρισμό των ποικιλιών με βάση τη φαινολική σύσταση (31). Πέρα από την ποσότητα, εξίσου σημαντική είναι και η ποιοτική δομή. Ο μέσος βαθμός πολυμερισμού των προανθοκυανιδινών των στέμφυλων ανέδειξαν συστηματικές διαφορές μεταξύ των δύο ποικιλιών, με την Merlot να εμφανίζει διαφορετική ισορροπία μεταξύ μικρότερων και μεγαλύτερων πολυμερών. Αυτές οι διαφορές στη φαινολική δομή συνδέονται άμεσα με την αισθητηριακή αντίληψη στυφάδας και πικράδας. Μικρότερου μεγέθους προανθοκυανιδίνες είναι συνήθως πιο πικρές, ενώ μεγαλύτερου μοριακού βάρους πολυμερή εκφράζουν περισσότερο τη στυφάδα (31).

Σε επίπεδο ανθοκυανινών, μελέτη ανέδειξε ποικιλιακά μοτίβα που επιτρέπουν διαχωρισμό τόσο σε επίπεδο σταφυλιών όσο και σε επίπεδο οίνων. Στην Cabernet Sauvignon, τα ποσοστά μαλβιδίνης και των αντίστοιχων ακετυλιωμένων μορφών μαλδιβίνης είναι σημαντικά υψηλότερα, ενώ στη Merlot είναι αυξημένα τα αντίστοιχα ποσοστά πεονιδίνης και κουμαρικών εστέρων (36). Το ανθοκυανικό αποτύπωμα μεταφέρεται και στους οίνους, παρά τις απώλειες και τις μετατροπές που υφίστανται οι ανθοκυανίνες κατά τη ζύμωση, τη σταθεροποίηση και την παλαίωση.

Η επίδραση του κλίματος και του έτους τρύγου είναι επίσης σημαντική. Μελέτη που αφορά το Merlot και το Cabernet Sauvignon στο Μπορντό, σε τέσσερις συνεχόμενους τρύγους, κατέδειξε σημαντικές διαφορές στη συγκέντρωση προανθοκυανιδινών και ανθοκυανινών, καθώς και στον μέσο βαθμό πολυμερισμού τους, μεταξύ των ετών. Στον

τρύγο του 2009, για παράδειγμα, παρατηρήθηκαν χαμηλότερες τιμές μέσου βαθμού πολυμερισμού και χαμηλότερες συγκεντρώσεις προανθοκυανιδινών και ανθοκυανινών σε σχέση με προηγούμενα έτη, γεγονός που αποδόθηκε στις κλιματικές συνθήκες της χρονιάς. Το εύρημα αυτό υπογραμμίζει ότι η ποικιλία η φαινολική έκφραση της Merlot και της Cabernet Sauvignon είναι προϊόν αλληλεπίδρασης του γονότυπου με το περιβάλλον, και η σωστή ερμηνεία των αναλύσεων απαιτεί πάντα αναφορά στο εκάστοτε κλιματικό και αμπελουργικό πλαίσιο (31).

Σε επίπεδο τελικού προϊόντος, οι οίνοι Merlot και Cabernet Sauvignon εμφανίζουν, όπως είναι αναμενόμενο, αισθητηριακά χαρακτηριστικά που αντανακλούν τη χημική αυτή σύσταση. Η Merlot τείνει να δίνει οίνους με σχετικά βαθύ, αλλά κάπως πιο μαλακό χρώμα, πιο ώριμο κόκκινο και μαύρο φρούτο, με στρογγυλές ταννίνες και μεσαίο προς πλήρες σώμα, που συχνά χρησιμοποιούνται για νεαρούς οίνους. Η Cabernet Sauvignon δίνει τυπικά βαθύ, πιο ιώδες χρώμα, πιο έντονη ταννική δομή και πιο υψηλή οξύτητα, με αρωματικές νότες μαύρων φρούτων, ή πράσινης πιπεριάς σε ψυχρότερα κλίματα, και συνήθως εντονότερες νότες ξύλου όταν παλαιώνει σε δρύινα βαρέλια.

Συνοψίζοντας, η Merlot και η Cabernet Sauvignon συνιστούν δύο συμπληρωματικές ερυθρές ποικιλίες με διαφορετικό ρυθμό βλαστικής ανάπτυξης και ωρίμανσης, σαφώς διακριτό ανθοκυανικό και ταννικό προφίλ, διαφορετική ισορροπία μεταξύ πικράδας και στυφάδας λόγω δομής των προανθοκυανιδινών, και αυξημένη ευαισθησία στην επίδραση του έτους και των συνθηκών υδατικού στρες.

1.2.5. Επιδράσεις οίνου στην υγεία

Η σχέση του οίνου με την υγεία έχει μελετηθεί τόσο όσο λίγα τρόφιμα και ποτά. Οι πρώτες ισχυρές ενδείξεις για τα οφέλη του οίνου στην υγεία προήλθαν από μεγάλες μελέτες που συνέκριναν τον κίνδυνο νοσηρότητας ή και θνησιμότητας ανά επίπεδο κατανάλωσης αλκοόλ. Μια από τις μεγαλύτερες έρευνες, στην οποία παρακολουθήθηκαν 490.000 άτομα για 9 χρόνια, έδειξε ότι όσοι έπιναν μια μερίδα κρασί ημερησίως είχαν τα χαμηλότερα ποσοστά θνησιμότητας, με 30–40% χαμηλότερους θανάτους καρδιαγγειακής αιτιολογίας σε άνδρες και γυναίκες σε σχέση με όσους δεν κατανάλωναν καθόλου αλκοόλ. Ως μια μερίδα ορίστηκαν τα 12 g καθαρής αιθανόλης. Παρόλα αυτά η υπερκατανάλωση υπερνικούσε το όφελος ιδίως σε ηλικίες κάτω των 60 ετών και σε άτομα με χαμηλό αρχικό καρδιαγγειακό κίνδυνο. Στην ίδια μελέτη τεκμηριώθηκε σαφής αύξηση κινδύνου για κίρρωση ύπατος, κακοήθειες στο ανώτερο πεπτικό σύστημα και για καρκίνο μαστού στις γυναίκες, καθώς και για

τραυματισμούς. Η χαμηλή έως μέτρια κατανάλωση ήταν ευνοϊκή, ενώ η υψηλή κατανάλωση επιβλαβής (37).

Παράλληλα, κλινικές ανασκοπήσεις της τελευταίας εικοσαετίας επιβεβαιώνουν ότι η μέτρια κατανάλωση οίνου συνδέεται με χαμηλότερο κίνδυνο εμφράγματος, στεφανιαίας νόσου και ισχαιμικού αγγειακού εγκεφαλικού επεισοδίου, ενώ με πάνω από 3 μερίδες ανά ημέρα ο κίνδυνος αιμορραγικού αγγειακού εγκεφαλικού επεισοδίου αυξάνεται. Τα οφέλη οφείλονται τόσο στον οίνο, που περιέχει πλούσιο φάσμα φαινολικών συστατικών με αντιοξειδωτική και αντιφλεγμονώδη δράση, αλλά και στην ίδια την αιθανόλη η οποία αυξάνει την HDL και μειώνει τη συσσώρευση αιμοπεταλίων (38).

Συνολικές ανασκοπήσεις εξηγούν γιατί συχνά παρατηρείται υπεροχή του οίνου έναντι άλλων οινοπνευματωδών ποτών. Τα οφέλη στην υγεία δεν οφείλονται μόνο στα φαινολικά συστατικά του οίνου, αλλά και στις συνήθειες κατανάλωσης, τον συνδυασμό δηλαδή με τη διατροφή και τον τρόπο ζωής των καταναλωτών οίνου. Ο οίνος είναι διατροφικά ένα σύνθετο τρόφιμο, αποτελεί υδατοαλκοολικό διάλυμα με πάνω από 200 φυτοχημικές και το πρόσθετο όφελος πέραν της αιθανόλης εντοπίζεται περισσότερο σε πληθυσμούς με χαμηλή κατανάλωση φρούτων και λαχανικών, όπου ο οίνος λειτουργεί ως κυρία πηγή πολυφαινολών, και λιγότερο σε μεσογειακά διαιτολόγια, όπου οι ίδιες κατηγορίες συστατικών λαμβάνονται άφθονα από άλλες πηγές (39).

Νεότερη μελέτη, επαναξιολογεί τα δεδομένα και καταλήγει ότι κατά κανόνα η μέτρια κατανάλωση οίνου, σε συνδυασμό με μεσογειακό τρόπο ζωής, δεν αυξάνει τον κίνδυνο των χρόνιων εκφυλιστικών νοσημάτων και συσχετίζεται με οφέλη, επισημαίνοντας ταυτόχρονα ανάγκη προσοχής στην ποσοτικοποίηση καθώς η υπερκατανάλωση ανατρέπει τελείως το ισοζύγιο (40). Το υπόβαθρο των μηχανισμών βασίζεται σε δύο συνθήκες. Η αιθανόλη σε χαμηλές έως μέτριες δόσεις συνεισφέρει στην αύξηση της HDL χοληστερόλης και τροποποιεί την ισορροπία συσσώρευσης αιμοπεταλίων και μυϊκού σπασμού. Δεύτερον, τα φαινολικά συστατικά του οίνου, επιδρούν στη βιολογία των λιποπρωτεϊνών, στη λειτουργία του ενδοθηλίου, στη βιο-σηματοδότηση της φλεγμονής και στην άμυνα από την οξείδωση, ενώ η ρεσβερατρόλη και συγγενή στιλβένια φαίνεται να δρουν ως ενδοκρινείς διαταράκτες διατηρώντας το στρες σε χαμηλά επίπεδα.

Όσον αφορά την αντικαρκινική δράση τα δεδομένα είναι πιο επιφυλακτικά. Η προαναφερθείσα μελέτη κατέγραψε αυξημένο κίνδυνο για καρκίνους αναπνευστικού, ανώτερου πεπτικού, και για καρκίνο μαστού στις γυναίκες ήδη από την κατανάλωση τουλάχιστον ενός ποτού ανά ημέρα. Το ίδιο συμπέρασμα προκύπτει από πολλές ανασκοπήσεις. Το πιθανό καρδιοαγγειακό όφελος δεν αναιρεί τον ογκολογικό κίνδυνο, ιδίως

σε δοσολογίες πάνω από της μέτριας κατανάλωσης και με τη συνύπαρξη πρόσθετων παραγόντων, όπως το κάπνισμα, η χαμηλή πρόσληψη φρούτων και λαχανικών και άλλοι γενετικοί και ορμονικοί κίνδυνοι (39).

Πέρα από την καρδιά και τον καρκίνο, η σύγχρονη βιβλιογραφία εξετάζει το σακχαρώδη διαβήτη τύπου 2, τον νευροεκφυλισμό και τη μακροβιότητα. Η μέτρια κατανάλωση οίνου στο πλαίσιο της μεσογειακής διατροφής συμβαδίζει με ευνοϊκούς δείκτες γλυκαιμικού ελέγχου και με χαμηλότερα ποσοστά νευροεκφυλισμού, μέσω αντιοξειδωτικών μηχανισμών αντιφλεγμονωδών δράσεων. Παρόλα αυτά και σε αυτή την περίπτωση η δοσολογία και ο τρόπος κατανάλωσης είναι παράγοντες διάκρισης του πιθανού οφέλους από τις βλάβες που μπορούν να προκύψουν (40).

Ιστορικά, η ιδέα του οίνου ως θεραπευτικό ποτό προϋπάρχει της σύγχρονης ιατρικής από τον Ιπποκράτη έως τα μοναστηριακά ιατροσόφια ενώ αναβίωσε με το γαλλικό παράδοξο. Στις μέρες μας η αναφορά του οίνου ως θεραπευτικό ποτό είναι πιο συγκρατημένη. Μικρές ποσότητες μπορούν να έχουν θέση στην κατανάλωση από υγιείς ενήλικες σε συνδυασμό με ένα συνολικά υγιεινό τρόπος ζωής και διατροφής, ενώ υπάρχουν και σοβαρές αντενδείξεις (41).

1.3. Εμπλουτισμός τροφίμων με φυτικά υλικά

1.3.1. Γενικά

Ο εμπλουτισμός των τροφίμων με φυτικά υλικά, όπως βότανα, μπαχαρικά, εκχυλίσματα ή επιμέρους βιοδραστικά συστατικά, έχει αναδειχθεί σε κεντρικό άξονα σχεδιασμού λειτουργικών τροφίμων. Ο συνδυασμός γευστικής διαφοροποίησης, φυσικής συντήρησης και προστιθέμενης διατροφικής αξίας, χωρίς την προθήκη συνθετικών χημικών συστατικών διαδραματίζει σημαντική απαίτηση της ανάπτυξης τροφίμων στις σύγχρονες διατροφικές συνήθειες. Το επιστημονικό υπόβαθρο στηρίζεται σε κατηγορίες φυτοχημικών όπως είναι οι πολυφαινόλες, τα τερπένια και τα μονοτερπένια αιθέριων ελαίων, οι ταννίνες, και αλκαλοειδή, με αντιοξειδωτική, αντιφλεγμονώδη και αντιμικροβιακή δράση. Τα βότανα και τα μπαχαρικά δεν είναι μόνο φορείς γεύσης και αρώματος, καθώς αποτελούν κάποιες από τις πλουσιότερες διαιτητικές πηγές πολυφαινολών. Η ευγενόλη που υπάρχει στο γαρύφαλλο, η ανηθόλη που υπάρχει στο γλυκάνισο, το ροσμαρινικό οξύ και η καρβακρόλη που βρίσκονται στο θυμάρι και τη ρίγανη, τα υδροξυκινναμικά που βρίσκονται στη μέντα, το φασκόμηλο και το δεντρολίβανο, είναι κάποια από τα παραδείγματα πολυφαινολών που συνεισφέρουν σημαντικά στην ενίσχυση της διατροφής με φαινολικά συστατικά. Μέρος των

πολυφαινολών αυτών μετατρέπεται σε δραστικότερους μεταβολίτες μέσω της αλληλεπίδρασης με το μικροβίωμα του οργανισμού(42).

Σε επίπεδο συντήρησης, η προσδοκώμενη αντιμικροβιακή δράση προκύπτει κυρίως από λιπόφιλες φαινολικές ενώσεις και συστατικά αιθέριων ελαίων που αποδιοργανώνουν τη κυτταρική μεμβράνη και στοχεύουν σε ένζυμα, στην πρόσληψη θρεπτικών συστατικών και στη σύνθεση νουκλεϊκών οξέων. Τα gram(–) παθογόνα βακτήρια συχνά εμφανίζουν μειωμένη ευαισθησία λόγω της εξωτερικής μεμβράνης που αποτελεί λιποπολυσακχαριδικό φραγμό.

Η αντιμικροβιακή δράση δεν είναι το μόνο όφελος από την ενίσχυση τροφίμων με βότανα κα μπαχαρικά. Οι ίδιες ενώσεις που προέρχονται από τα βότανα επιβραδύνουν τις οξειδωτικές αλλοιώσεις μέσω της δέσμευσης ελευθέρων ριζών και της χηλίωσης των μετάλλων, ενώ οι πολυφαινόλες συμμετέχουν και στη ρύθμιση του μικροβιώματος. Οι λειτουργίες αυτές αποτελούν σημαντικά στοιχεία για την ανάπτυξη πραγματικά λειτουργικών τροφίμων, όπως για παράδειγμα επιδόρπια ζύμωσης με φυτοχημικά συστατικά. Παρόλα αυτά πρακτικές της τεχνολογίας τροφίμων, όπως η θερμική επεξεργασία, η αφυδάτωση ή ο τρόπος αποθήκευσης μπορούν να τροποποιήσουν το προφίλ των φυτοχημικών, υποβαθμίζοντας τα ή δημιουργώντας νέες ενώσεις χωρίς βιολειτουργική δράση. Συνεπώς, τα δεδομένα σύστασης και σταθερότητας για κάθε τρόφιμο ή διαδικασία είναι πολύ σημαντικά στον σχεδιασμό ανάπτυξης του (42).

Κρίσιμες είναι επίσης και οι αλληλεπιδράσεις των φυτοχημικών με τα συστατικά της μήτρας. Οι πολυφαινόλες τείνουν να δεσμεύονται στις πρωτεΐνες γάλακτος δημιουργώντας αδιάλυτα σύμπλοκα, προκαλώντας πικρότητα και στυφότητα. Η παρουσία αρνητικά φορτισμένων πολυσακχαριτών μπορεί να «θωρακίσει» τα φαινολικά μέσω εγκλεισμού ή να αυξήσει τη διαλυτότητα των συμπλόκων των πρωτεϊνών με πολυφαινόλες, σχηματίζοντας τριτογενή συμπλέγματα. Το pH, ο ιοντικός χαρακτήρας και οι αναλογίες πρωτεϊνών προς πολυσακχαρίτες καθορίζουν αν τα σύμπλοκα που θα σχηματιστούν θα είναι διαλυτά ή θα καθιζάνουν. Επιπλέον, οι υδατάνθρακες και τα μέταλλα της μήτρας τροποποιούν τις ιδιότητες του αμύλου και των πρωτεϊνών και συνεπώς, την απόκριση του εμπλουτισμένου προϊόντος στη θερμική καταπόνηση και στην αποθήκευση (43).

Τα πλούσια σε φαινόλες φυτικά υλικά είναι γενικά αναγνωρισμένα ως ασφαλή «GRAS» και υπόσχονται φυσική συντήρηση, όμως η αποτελεσματική δόση εντός τροφίμου μπορεί να έχει αρνητικές επιπτώσεις στον οργανοληπτικό χαρακτήρα του τροφίμου, όπως έντονη αρωματική κάλυψη, πικράδα, στυφάδα, αλλαγή χρώματος και υφής. Η μικροενθυλάκωση, καθώς και η επιλογή τρόπου εκχύλισης ή μορφής εκχυλίσματος, για παράδειγμα με βάση την

πολικότητα του διαλύτη μπορούν να ευνοήσουν την επίτευξη της δραστικότητας με ελεγχόμενο οργανοληπτικό χαρακτήρα. Η ποιοτική τυποποίηση του προστιθέμενου βοτάνου και η συμμόρφωση με τις προδιαγραφές κατανάλωσης αποτελούν προϋπόθεση αξιοπιστίας (43).

Τα βότανα αποτελούν πολυεργαλεία για την ανάπτυξη λειτουργικών και ασφαλέστερων τρόφιμων με την καθυστέρηση αλλοιώσεων και την αναστολή παθογόνων βακτηρίων έως τη βελτίωση της αντιοξειδωτικής ικανότητας του προϊόντος. Η επιτυχία, όμως, κρίνεται στο συνδυασμό βοτάνου - μήτρας και στη διαδικασία. Η σωστή επιλογή βοτάνου ή εκχυλίσματος του, η κατανόηση των μηχανισμών, η διαχείριση της οργανοληπτικής επιρροής και έξυπνοι οι συνδυασμοί τεχνολογικών εμποδίων αποτελούν κρίσιμα σημεία.

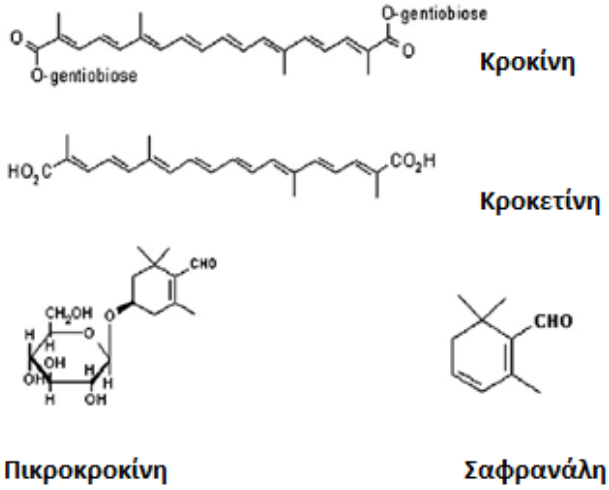
1.3.2. Επιδράσεις φυτικών υλικών στη σύσταση και την ποιότητα

Κρόκος Κοζάνης

Η προσθήκη κρόκου Κοζάνης σε τρόφιμα επιδρά πρωτίστως στο χρώμα, το άρωμα και τη σταθερότητα οξείδωσης. Ο κρόκος περιέχει την κροκίνη και την κροκετίνη στις οποίες αποδίδεται το χρώμα του, την πικροκροκίνη που επιδρά στην πικρότητα του κρόκου και τη σαφρανάλη που προσφέρει το χαρακτηριστικό του άρωμα. Οι κροκίνη είναι υδατοδιαλυτός γλυκοσιδικός εστέρας της κροκετίνης και ευθύνεται για το έντονο κίτρινο-χρυσαφί χρώμα των εκχυλισμάτων του κρόκου. Η πικροκροκίνη ευθύνεται για τη χαρακτηριστική πικρή επίγευση που όμως, με θερμική ή και ενζυμική αποικοδόμηση, μετατρέπεται σε σαφρανάλη που ορίζει το οσφρητικό «αποτύπωμα» του κρόκου Κοζάνης. Η χρήση του κρόκου ως φυσικής χρωστικής για τρόφιμα και ποτά είναι ιστορικά εδραιωμένη και σήμερα συζητείται ως εναλλακτική στα συνθετικά χρώματα λόγω του προφίλ ασφάλειας του και της καταναλωτικής προτίμησης προς φυσικές χρωστικές. Η κροκίνη διευκολύνει την ομοιόμορφη διάχυση του χρώματος σε υδατικές μήτρες, όπως για παράδειγμα τα γαλακτοκομικά προϊόντα, ή διάφορα ροφήματα, ενώ η κροκετίνη μπορεί να σταθεροποιήσει το χρώμα σε λιπόφιλες μήτρες όταν χρησιμοποιούνται κατάλληλες μορφοποιήσεις (44).

Σε τεχνολογικό επίπεδο, ο τρόπος εκχύλισης επηρεάζει ουσιαστικά τη σύνθεση και συνεπώς την επίδραση στη μήτρα του τροφίμου. Εκτός από τις κλασικές μεθόδους εμβάπτιση, απόσταξη, νεότερες τεχνικές όπως υπέρηχοι, μικροκύματα, παλμικά ηλεκτρικά πεδία και χρήση υπερκρίσιμου διοξειδίου του άνθρακα επιτρέπουν υψηλότερες αποδόσεις και στοχευμένη ανάκτηση κροκινών, σαφρανάλης με καλύτερη σταθερότητα, διευκολύνοντας τον σχεδιασμό «λειτουργικών» προϊόντων με προβλέψιμο χρωματικό και αντιοξειδωτικό αποτέλεσμα. Ως συστατικό, ο κρόκος Κοζάνης έχει χρησιμοποιηθεί ως φυσική

χρωστική, για ενίσχυση της διάρκειας ζωής μέσω της αντιοξειδωτικής του δράσης, αλλά και ως παράγοντας «εμπλουτισμού» σε τρόφιμα, υπό την προϋπόθεση ελέγχου δόσης ώστε να αποφευχθεί υπερκάλυψη των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών του τροφίμου (45).



Εικόνα 1. Οι χημικές δομές κάποιων σημαντικών ενώσεων κρόκου(45).

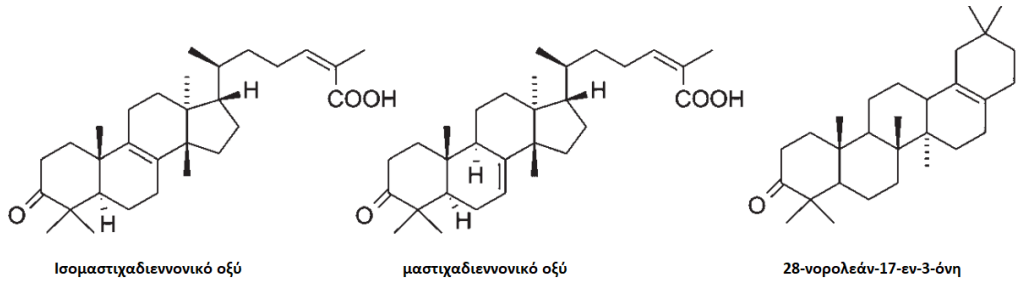
Η αντιοξειδωτική συνεισφορά του κρόκου Κοζάνης αποδίδεται κυρίως στην κροκίνη, στη κροκετίνη και τη σαφρανάλη και, δευτερευόντως, σε φαινολικά συστατικά. Σε πραγματικές μήτρες η δράση του προκαλεί καθυστέρηση της αυτό-οξείδωσης λιπιδίων, σταθεροποίηση χρώματος και περιορισμό οξειδωτικών «off-flavors» ενώσεων, με την ένταση να εξαρτάται από το pH, την ιοντική ισχύ, την περιεκτικότητα σε μέταλλα μετάπτωσης και τη μορφή προσθήκης. Η προσθήκη μπορεί να πραγματοποιηθεί είτε με ολόκληρα στίγματα, είτε με εκχύλισμα, είτε με εγκλεισμένες μορφές. Η σαφρανάλη, ενώ συμβάλλει κυρίως στο άρωμα, μπορεί να συμμετέχει και στη δέσμευση ελευθέρων ριζών ή ως ρυθμιστής οξειδωτικού στρες σε συστήματα τροφίμων, αν και είναι πτητική και ευαίσθητη στη θερμότητα. Συνεπώς απαιτείται ήπια θερμική διαχείριση ή μικροενθυλάκωση για να διατηρηθεί το οργανοληπτικό όφελος (46).

Η τυποποίηση και η ποιότητα του κρόκου είναι επίσης κρίσιμα σημεία. Μελέτες έχουν καταγράψει πως ο κρόκος Κοζάνης είναι ιστορικά ένα από τα πιο συχνά νοθευμένα προϊόντα, κάτι που επιβάλλει αυστηρούς ποιοτικούς ελέγχους, πρότυπα ταυτοποίησης και καθαρότητας και ιχνηλασιμότητα για σταθερό τεχνολογικό αποτέλεσμα. Για τη βιομηχανική ενσωμάτωση προκρίνεται χρήση τυποποιημένων εκχυλισμάτων και προδιαγεγραμμένη μέθοδο εκχύλισης (47).

Τέλος, από πλευράς αισθητηριακής ποιότητας, η δόση στην οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί βρίσκεται σε περιορισμένα όρια. Χαμηλές συγκεντρώσεις προσδίδουν λαμπρό χρώμα και λεπτό άρωμα, ενώ υπερβάσεις οδηγούν σε έντονη πικρότητα μεταλλική φαρμακευτική χροιά και επικάλυψη του αρώματος του τροφίμου (44).

Μαστίχα Χίου

Η μαστίχα Χίου, ρητίνη του *Pistacia lentiscus* var. *Chia*, αποτελεί ιδιαίτερο φυτικό συστατικό με σαφή επίδραση στη σύσταση και την τεχνολογική ποιότητα τροφίμων μέσω δύο οδών. Πρώτον, το τερπενικό κλάσμα, που αποτελείται από το αιθέριο έλαιο και τα πτητικά συστατικά, επηρεάζει το άρωμα και τη μικροβιακή σταθερότητα. Δεύτερον, το τριτερπενικό κλάσμα, που αποτελείται από τα οξέα, τις αλκοόλες και τις αλδεΰδες, συμβάλλει στην αντιοξειδωτική προστασία και, σε ορισμένες μήτρες τροφίμων, στη ρεολογική συμπεριφορά (48). Το αιθέριο έλαιο μαστίχας περιέχει περίπου εβδομήντα συστατικά. Τα βασικά από αυτά είναι το α- και β-πινένιο, το μυρκένιο, η λιναλοόλη, το trans-καρυοφυλλένιο και το καμφένιο. Τα ίδια κυρίαρχα πτητικά συστατικά βρίσκονται και στη ρητίνη, στοιχείο που εξηγεί το έντονα χαρακτηριστικό ρητινώδες, βοτανικό αποτύπωμα όταν χρησιμοποιείται ως αρωματικό ή συντηρητικό συστατικό σε τρόφιμα (49). Παράλληλα, η ρητίνη εμφανίζει χαμηλή υδατοδιαλυτότητα, που είναι προβληματική λόγω του αδιάλυτου πολυμερούς πολύ-β-μυρκενίου, γεγονός που οδήγησε στην ανάπτυξη εκχυλισμάτων ελεύθερα πολυμερούς με βελτιωμένη διαλυτότητα και βιοπροσβασιμότητα των δραστικών ενώσεων για εφαρμογές σε υδατικές μήτρες (50). Οι βασικές δομές της ρητίνης της μαστίχας απεικονίζονται στην εικόνα 2.



Ισομαστιχαδιεννονικό οξύ μαστιχαδιεννονικό οξύ 28-νοροολεάν-17-εν-3-όνη

Εικόνα 2 .Βασικές δομές που περιέχονται στη ρητίνη της μαστίχας Χίου (51).

Όσον αφορά την αντιοξειδωτική δράση της μαστίχας, το σύνολο τριτερπενικών και τερπενικών ουσιών της μπορεί να καθυστερήσει αντιδράσεις αυτοξείδωσης των λιπιδίων και τις οξειδωτικές μεταβολές στο χρώμα και το άρωμα, ιδίως όταν ενσωματώνεται ως εκχύλισμα στο λιπαρό κλάσμα προϊόντων. Κλινικές και πειραματικές μελέτες υποστηρίζουν

επίσης προστασία της LDL από οξείδωση σε ανθρώπους, εύρημα με ενδιαφέρον και σε επίπεδο τροφίμου διότι δείχνει πραγματική αντιοξειδωτική δράση στο σύστημα και όχι μόνο σε in vitro μελέτη. Ωστόσο, η δραστικότητα εξαρτάται από το χημικό προφίλ της παρτίδας, δηλαδή τον χημειότυπο, τη μέθοδος απόσταξης ή εκχύλισης και από τη μήτρα, δηλαδή αν αποτελείται από λιπαρά ή πρωτεΐνες, το pH, και την ιοντική ισχύ που μπορούν να επηρεάσουν την in vivo δράση (48).

Ως αντιμικροβιακό συστατικό, το αιθέριο έλαιο μαστίχας εμφανίζει δράση έναντι των Gram(+) και Gram(−) βακτηρίων, των ζυμών και των μυκήτων, αλλά οι ελάχιστες ανασταλτικές ή θανατηφόρες συγκεντρώσεις σε μήτρες τροφίμων είναι σχετικά υψηλές (50). Στην πράξη λειτουργεί καλύτερα ως συνδυαστικό αντιμικροβιακό μέσο σε πολυπαραγοντικά συστήματα συντήρησης όπως σε συνδυασμό με ψύξη, χαμηλό pH, αλάτι και ήπιες φυσικές τεχνολογίες, ώστε να παραμένει στο επιτρεπτό οργανοληπτικό προφίλ (42).

Σχεδιαστικά, κρίσιμα σημεία για ποιότητα προϊόντος είναι η επιλογή της μορφής στην οποία θα χρησιμοποιηθεί ανάλογα με τη μήτρα, η τυποποίηση της πρώτης ύλης για επαναληψιμότητα αρώματος και δραστικότητας, και ακόμη η εκτίμηση αλληλεπιδράσεων με τις πρωτεΐνες και τους πολυσακχαρίτες της μήτρας. Η διαχείριση της αισθητηριακής έντασης ώστε η χαρακτηριστική ρητινώδης νότα να ενισχύει αλλά να μην καλύπτει το προφίλ του τροφίμου είναι επίσης σημαντική.

Τσάι του βουνού

Η ενσωμάτωση τσαγιού του βουνού σε τρόφιμα επηρεάζει τόσο τη χημική σύσταση όσο και ποιοτικά γνωρίσματα όπως τη σταθερότητα στην οξείδωση, το μικροβιακό φορτίο και το αισθητηριακό προφίλ. Χημικά, τα υδατικά και τα υδατοαλκοολικά εκχυλίσματα του *Sideritis. raeseri* αποτελούνται σε μεγάλο βαθμό από φλαβανοειδή, όπως η 8-υδροξυφλαβόνη και το 7-O-γλυκοζίδιο, από υδροξυκινναμωμικά οξέα και από γλυκοζίτες (52). Έχουν τυποποιηθεί περισσότερα από 24 φαινολικά συστατικά ανά δείγμα με υγρή χρωματογραφία. Στον προσδιορισμό υπήρξε εμφανής διαφοροποίηση μεταξύ εκχυλισμάτων, εγχύσεων και διαφορετικών αφεψημάτων τσαγιού του βουνού. Ενδεικτικά, ποσοτικοποιήθηκαν δύο κυρίαρχοι 7-O-διγλυκοζίτες σε επίπεδα 69,4 και 184 mg/g στο πρώιμο στάδιο, ενώ στο αφέψημα οι συγκεντρώσεις μειώθηκαν στα 1,61 και 8,01 mg/g αντίστοιχα λόγω αποακετυλίωσης και μειωμένης εκχύλισης των λιγότερο πολικών μορφών. Το ολικό φαινολικό φορτίο στα αφεψήματα πλήρους άνθησης παραμένει αξιοσημείωτο 46,5 και 43,9 mg GAE/100 mL, αντίστοιχα παρέχοντας επαρκή εμπλουτισμό στην αντιοξειδωτική ικανότητα της μήτρας τροφίμου (53).

Επιπλέον, η δραστικότητα στη σταθεροποίηση ως προς την οξείδωσης αποτυπώθηκε με τη μέθοδο DPPH. Τα φυτικά εκχυλίσματα *S. raeseri* εμφάνισαν IC_{50} περίπου 17,9 45,1 μg/mL. Αυτό δείχνει ότι έχουν ισχυρή δέσμευση ριζών DPPH. Τα εκχυλίσματα τσαγιού με υπεράνθηση παρόλο που έχουν χαμηλότερο ολικό φαινολικό φορτίο, δίνουν την καλύτερη δέσμευση ριζών. Πιθανότατα αυτό οφείλεται σε ποιοτική μετατόπιση προς γαλλικό οξύ και άλλα παράγωγα. Αντίθετα, οι εγχύσεις και τα αφεψήματα έχουν υψηλότερες τιμές IC_{50}, περίπου 244 – 257 μg/mL. Παρόλα αυτά παραμένουν τεχνολογικά χρήσιμα για τρόφιμα όπου μια μέτρια αντιοξειδωτική προστασία αρκεί. Έτσι αποφεύγονται και δυσμενείς επιδράσεις στο άρωμα και στη γεύση. Σε επίπεδο καθαρών μορίων, τα απομονωμένα φλαβονοειδή 7-O-διγλυκοζίτες δίνουν μέτριες τιμές σε DPPH και χημειοφωταύγεια. Ωστόσο η αποτελεσματικότητα σε πραγματική μήτρα δεν βασίζεται σε μια μόνο δόση. Προκύπτει συνδυαστικά. Περιλαμβάνει δέσμευση ριζών, χηλίωση μετάλλων και τροποποίηση της μικροδομής (53).

Το αιθέριο έλαιο επηρεάζει κυρίως το άρωμα και τη μικροβιακή σταθερότητα. Στο τσάι του βουνού η απόδοση αιθέριου ελαίου κορυφώνεται στην πλήρη άνθηση. Η τιμή είναι περίπου 0,11 % w/w. Ωστόσο ο χημειότυπος ποικίλλει. Έχουν αναφερθεί σεσκιτερπένια, όπως για παράδειγμα υψηλή συγκέντρωση δίκυκλο-γερμακρενίου. Επίσης έχουν αναφερθεί και μονοτερπενικοί τύποι. Οι διαφορές φαίνεται να εξαρτώνται από τη γεωγραφία, το στάδιο ανάπτυξης και τη μέθοδο απόσταξης. Σε άλλη μελέτη, η απόσταξη έδωσε ως κύρια συστατικά το γεράνυλο-π-κυμένιο, το γεράνυλο-π-τερπινένιο και τη γεράνυλο-π-λιναλόλη. Αυτό μπορεί να εξηγεί το έντονο άρωμα άνθεων σε χαμηλές δόσεις. Αυτές οι διαφοροποιήσεις δεν είναι τυχαίες. Αποδίδονται στο περιβάλλον και στον χρόνο συλλογής. Σημαντικό ρόλο παίζει και ο υβριδισμός και η γενετική δομή των ειδών *Sideritis*. Για σταθερή ποιότητα σε τρόφιμα χρειάζεται τυποποίηση που αφορά το υπό-είδος και το στάδιο άνθησης, ενώ ακόμη πρέπει να τυποποιηθεί και η διαδικασία. (54).

Η αντιμικροβιακή συνεισφορά του αιθέριου ελαίου είναι ήπια αλλά υπαρκτή. Έγιναν στοχευμένες μετρήσεις σε τροφιμογενή αλλοιογόνα και παθογόνα βακτήρια. Μελετήθηκαν οι *S. aureus, S. epidermidis, E. coli, L. monocytogenes, Salmonella, Pseudomonas fragi, S. cerevisiae και A. niger.* Για το αιθέριο έλαιο του S. raeseri, οι τιμές της ελάχιστης ανασταλτικής συγκέντρωσης (MIC), της μη ανασταλτικής συγκέντρωσης (NIC) και της ελάχιστης θανατηφόρας συγκέντρωσης (MLC) εμφανίζονται σε υψηλά mg ανά λίτρο. Για παράδειγμα, η MIC κυμαίνεται περίπου από 5.184 έως 8.786 mg ανά λίτρο, ανάλογα με τον μικροοργανισμό. Αυτές οι τιμές είναι σαφώς ασθενέστερες σε σχέση με αντιβιοτικά και πρότυπα αντιμυκητιακά. Αυτό σημαίνει ότι το αιθέριο έλαιο μπορεί να λειτουργήσει ως

επιπλέον εμπόδιο ανάπτυξης μικροοργανισμών κατά τη συντήρηση και δεν είναι κατάλληλο για να χρησιμοποιηθεί μόνο του ως βασικός αντιμικροβιακός παράγοντας (54).

Όσον αφορά τη φυσικοχημική ποιότητα, οι πολυφαινόλες του *τσαγιού* αλληλοεπιδρούν με τις πρωτεΐνες και τους πολυσακχαρίτες της μήτρας, επηρεάζοντας τη διαλυτότητα, το ιξώδες και τη σταθερότητα κατά τη θερμική ή τη μηχανική καταπόνηση. Η αποακετυλίωση των 7-O-διγλυκοζιτών σε αφέψημα τσαγιού μαρτυρά ότι οι συνθήκες παρασκευής μετασχηματίζουν το φαινολικό προφίλ. Συχνά παράγονται πιο υδρόφιλες μορφές. Ένα επιπλέον πλεονέκτημα είναι η συνεισφορά ανόργανων συστατικών, όπως K, Ca, Mg, Fe, από τα αφεψήματα τσαγιού. Παρόλο που οι μικροθρεπτικές αποδόσεις είναι σχετικά χαμηλές, το αφέψημα εκχυλίζει περισσότερα ιχνοστοιχεία, για παράδειγμα η περιεκτικότητα σιδήρου είναι περίπου 26,4 μg/100 mL έναντι 3,93 μg/100 mL στο έγχυμα, ενώ η μεταφορά K και Na υπερβαίνει το 80% και 50% αντίστοιχα (53).

Συνολικά, για ποιοτική εφαρμογή σε τρόφιμα προτιμάται τυποποιημένο φυτικό υλικό πλήρους ή πρώιμης άνθησης. Οι υδατικές μορφές όπως το έγχυμα και το αφέψημα είναι πιο «ήπιες» οργανοληπτικά και συνεπώς ευκολότερες να ενσωματωθούν, ενώ το αιθέριο έλαιο χρησιμοποιείται σε χαμηλές συγκεντρώσεις, ως συνδυαστικό στοιχείο αντιμικροβιακής δράσης και αρώματος (53).

1.3.3. Επιδράσεις φυτικών υλικών στην υγεία

Κρόκος Κοζάνης

Ο κρόκος Κοζάνης συγκεντρώνει έντονο ερευνητικό ενδιαφέρον ως βιοδραστικό συστατικό τροφίμων, με βασικά στοιχεία την κροκίνη, την κροκετίνη και τη σαφρανάλη. Ανασκοπήσεις και πρωτότυπες μελέτες αποδίδουν σε αυτά αντιοξειδωτικές, αντιφλεγμονώδεις, υπολιπιδαιμικές, καρδιοπροστατευτικές, νευροπροστατευτικές και αντικαταθλιπτικές δράσεις. Οι δράσεις αυτές οφείλονται σε πολλαπλές οδούς. Η ρύθμιση της σηματοδότησης, η αντιοξειδωτική άμυνα, και η αγγειακή λειτουργία είναι κάποιες από αυτές. Όσον αφορά την καρδιαγγειακή λειτουργία έχουν τεκμηριωθεί υπολιπιδαιμικές και αντιφλεγμονώδεις επιδράσεις σε προ κλινικά και κλινικά μοντέλα, ενώ προτείνεται ότι οι αντιοξειδωτικές ιδιότητες συνεισφέρουν στη σωστή ενδοθηλιακή λειτουργία (55).

Ευρύτερες μελέτες παρουσιάζουν τον κρόκο Κοζάνης ως συνδετικό κρίκο μεταξύ διατροφικής και θεραπευτικής προσέγγισης. Η κροκίνη και η κροκετίνη έχουν συνδεθεί με αντιοξειδωτική και αντιφλεγμονώδη ρύθμιση, νευροπροστασία και αντικαταθλιπτικές ιδιότητες, ενώ η σαφρανάλη φαίνεται να επιδρά αγχολυτικά, αντικαταθλιπτικά και ως ρυθμιστής του οξειδωτικού στρες. Η ίδια βιβλιογραφία επισημαίνει ότι απαιτούνται

καλοσχεδιασμένες δοκιμές με τυποποιημένα παρασκευάσματα για οριστικά συμπεράσματα, ιδίως ως προς δόσεις, τη διάρκεια και την ασφάλεια χρήσης (56).

Στο πεδίο των βιολειτουργικών τροφίμων, ο κρόκος Κοζάνης και τα εκχυλίσματά του εξετάζονται ως συστατικά με δυνατότητα εμπλουτισμού λόγω της αντιοξειδωτικής τους ικανότητας, της πιθανής υποστήριξης σε μεταβολικά και νευροεκφυλιστικά νοσήματα και της βελτίωσης οξειδωτικών δεικτών και δεικτών φλεγμονής. (57).

Ως προς τα συνολικά οφέλη στην υγεία, εκτεταμένες ανασκοπήσεις τεκμηριώνουν περισσότερα από 150 συστατικά στα στίγματα, με τις τρεις κύριες κατηγορίες κροκίνη-κροκετίνη, πικροκροκίνη και σαφρανάλη να εξηγούν μεγάλο μέρος των παρατηρούμενων δράσεων. Υπάρχουν κλινικές ενδείξεις που σχετίζουν την κατανάλωση κρόκου Κοζάνης με την βελτίωση της διάθεσης, της γνωσιακής λειτουργίας, τη ρύθμιση του γλυκαιμικού δείκτη και τη ρύθμιση των λιπιδίων.

Ιστορικά και πολιτισμικά, ο κρόκος Κοζάνης έχει χρησιμοποιηθεί επί χιλιετίες ως χρωστική, αρωματική και ιαματική ύλη. Αυτή η μακρά χρήση δεν ισοδυναμεί με απόδειξη θεραπευτικής αποτελεσματικότητας αλλά τεκμηριώνει καλή ανεκτικότητα στις τυπικές διατροφικές δόσεις. Σήμερα, η πρόκληση δεν είναι η αναβίωση μύθων, αλλά η ποιοτική τυποποίηση, η αποτροπή νοθείας και η ένταξη του κρόκου Κοζάνης σε τεκμηριωμένα διατροφικά σχήματα ως μέρος μια υγιεινής ισορροπημένης διατροφής.

Μελέτες έχουν δείξει πιθανές επιδράσεις του κρόκου κατά την εγκυμοσύνη, οι οποίες φαίνεται να σχετίζονται κυρίως με αυξημένες δόσεις σε πειραματικά μοντέλα. Ωστόσο, τα διαθέσιμα δεδομένα παραμένουν περιορισμένα και απαιτούνται περαιτέρω μελέτες για την ασφαλή εξαγωγή συμπερασμάτων. Συνεπώς, η κατανάλωση κατά την εγκυμοσύνη θα πρέπει να περιορίζεται σε χαμηλές διατροφικές δόσεις (58).

Συνοψίζοντας, στο επίπεδο της σύστασης και ποιότητας, ο κρόκος Κοζάνης προσφέρει ισχυρή, φυσική χρωματική ένταση και μετρήσιμη αντιοξειδωτική και αρωματική συνεισφορά, υπό την προϋπόθεση ελεγχόμενης δόσης και τυποποιημένου εκχυλίσματος. Στο επίπεδο της υγείας, οι πιο ισχυρές ενδείξεις αφορούν αντιοξειδωτική και αντιφλεγμονώδη δράση και οφέλη σε νευροψυχιατρικές παραμέτρους, με προοπτική στον καρδιαγγειακό άξονα, αλλά με ανάγκη για μεγαλύτερες, τυποποιημένες ανθρώπινες μελέτες πριν από οποιουσδήποτε ισχυρισμούς.

Μαστίχα Χίου

Η μαστίχα έχει μακρά παράδοση στη διαχείριση γαστρεντερικών ενοχλήσεων. Στη σύγχρονη βιβλιογραφία εμφανίζει τεκμηριωμένες βιολογικές δράσεις. Έχουν αναφερθεί

δράσεις κατά του *H. pylori* και γαστροπροστατευτικές ιδιότητες. Επίσης έχουν περιγραφεί αντιοξειδωτικές και αντιφλεγμονώδεις δράσεις. Υπάρχουν δεδομένα για υπολιπιδαιμική και καρδιοπροστατευτική επίδραση, ενώ έχουν παρουσιαστεί και αντικαρκινικές δράσεις σε προ κλινικό επίπεδο. Ο Ευρωπαϊκός οργανισμός φαρμάκων έχει εντάξει τη μαστίχα στις παραδοσιακές φυτικές θεραπείες. Η χρήση αφορά ήπια συμπτώματα δυσπεψίας. Αφορά επίσης ήπιες φλεγμονές και μικροβιακές βλάβες του δέρματος. Αυτό δείχνει την αποδοχή ασφαλούς χρήσης. Η αποδοχή βασίζεται στην παράδοση και στα διαθέσιμα βιβλιογραφικά δεδομένα (59).

Όσον αφορά το γαστρεντερικό σύστημα, τα εκχυλίσματα μαστίχας ελεύθερα πολυμερούς (TMEWP) έδειξαν ισχυρή in vitro βακτηριοκτόνο δράση έναντι του *Helicobacter pylori*. Το ίδιο ισχύει και για τα κύρια τριτερπενικά οξέα της μαστίχας, όπως το ισομάστιχο-διενολικό οξύ. Η ελάχιστη βακτηριοκτόνος συγκέντρωση κυμάνθηκε περίπου από 0,14 έως 0,20 mg/mL. Σε πειράματα σε μολυσμένα ποντίκια, η χορήγηση TMEWP οδήγησε σε μεγάλη μείωση του αποικισμού. Η μείωση ήταν περίπου τριάντα φορές, η οποία αντιστοιχεί σε μείωση γύρω στη μιάμιση λογαριθμική μονάδα CFU/g ιστού. Παρά την έντονη μείωση του μικροβιακού φορτίου, δεν παρατηρήθηκε αντίστοιχη ύφεση της ιστοπαθολογικής φλεγμονής στη συγκεκριμένη μελέτη. Αυτό το εύρημα προσγειώνει τις προσδοκίες για αποτέλεσμα τύπου αντιβιοτικού από την ακατέργαστη ρητίνη. Ταυτόχρονα υπογραμμίζει τη σημασία τυποποιημένων μορφών και σωστής δοσολογίας (60).

Στο καρδιομεταβολικό πεδίο, μια μελέτη σε 179 εθελοντές με ολική χοληστερόλη πάνω από 200 mg/dL παρουσίασε ενδιαφέροντα αποτελέσματα. Οι συμμετέχοντες έλαβαν ακατέργαστη μαστίχα σε δόση ενός γραμμαρίου την ημέρα. Η παρέμβαση διήρκεσε για 8 εβδομάδες και παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική μείωση της ολικής χοληστερόλης. Η μείωση ήταν περίπου 11,5 mg/dL. Παρατηρήθηκε επίσης μείωση της διαιτητικής γλυκόζης, με μείωση περίπου 4,5 mg/dL. Η επίδραση ήταν πιο έντονη σε υπέρβαρους και παχύσαρκους. Δεν υπήρξαν σημαντικές μεταβολές σε LDL, HDL και τριγλυκερίδια, ενώ δεν μεταβλήθηκε σημαντικά ούτε η CRP. Σημαντικό είναι επίσης ότι δεν καταγράφηκαν ανεπιθύμητες ενέργειες. Τα ευρήματα δείχνουν ένα μετριοπαθές υπολιπιδαιμικό και υπογλυκαιμικό σήμα. Παρόλα αυτά δεν υπάρχει σαφής επίδραση στα επιμέρους κλάσματα των λιπιδίων. Άρα η μαστίχα μπορεί να έχει ρόλο ως συμπληρωματικός διατροφικός παράγοντας όμως δεν μπορεί να θεωρηθεί υποκατάστατο φαρμακευτικής αγωγής (61).

Η αντιφλεγμονώδης και αντιοξειδωτική δράση υποστηρίζονται από ανασκοπήσεις και πειραματικές μελέτες. Η καταστολή παραγωγής κυτταροκινών και χημοκινών από ενεργοποιημένα ανοσοκύτταρα, μείωση δεικτών οξειδωτικού στρες και πιθανή

καρδιοπροστασία μέσω περιορισμού οξείδωσης της LDL. Η δράση αποδίδεται πρωτίστως στο τριτερπενικό κλάσμα, οξέα, αλκοόλες και αλδεϋδες και, δευτερευόντως, σε τερπένια του ελαίου, με αποτέλεσμα ένα συνεκτικό, αλλά ετερογενές, βιοδραστικό αποτύπωμα (59).

Όσον αφορά την αντικαρκινική δράση, τα πιο πειστικά δεδομένα βασίζονται σε προ κλινικές μελέτες. Έχει διαπιστωθεί επαγωγή απόπτωσης και αναστολή πολλαπλασιασμού καρκινικών κυττάρων σε διάφορα ανθρώπινα όργανα, όπως το παχύ έντερο και ο προστάτης. Επιπλέον, έχει αναχαιτισθεί η ανάπτυξη μοσχευμάτων όγκων σε ανοσοανεπαρκή ποντίκια. Οι μηχανισμοί σχετίζονται με τριτερπένια της μαστίχας, με τη ρύθμιση του κυτταρικού κύκλου, με μείωση του οξειδωτικού στρες και μείωση της φλεγμονής (59).

Συνολικά, η μαστίχα αποτελεί ένα ασφαλές φυτικό συστατικό με πραγματικές αλλά ήπιες επιδράσεις στο γαστρεντερικό σύστημα, στην μείωση της φλεγμονής και της οξείδωσης και στη ρύθμιση των καρδιομεταβολικών δεικτών. Ισχυρότερη είναι η τεκμηρίωση που αφορά τα οφέλη στη γαστρεντερική λειτουργία και για την αντιφλεγμονώδη και την αντιοξειδωτική δράση.

Τσάι του βουνού

Η βιοδραστικότητα του τσαγιού του βουνού προέρχεται από ένα σύνθετο μίγμα ενώσεων. Περιλαμβάνει φαινολικά συστατικά, όπως φλαβονοειδή, 7-O-γλυκοζίτες και υδροξυκινναμικά. Περιλαμβάνει επίσης φαινυλαιθανόλες, τερπένια και στερόλες. Οι ανασκοπήσεις για το S. raeseri καταγράφουν ευρύ φάσμα δράσεων. Αναφέρονται αντιοξειδωτικές ιδιότητες, αντιφλεγμονώδεις και γαστροπροστατευτικές δράσεις. Υπάρχουν δεδομένα για ευνοϊκή επίδραση στη αγγειακή λειτουργία. Ακόμη περιγράφεται και αντιμικροβιακή δράση. Σημαντικό ρόλο έχει η μορφή του προϊόντος. Οι υδατικές παρασκευές, όπως καταναλώνονται παραδοσιακά, περιέχουν μετρήσιμο ολικό φαινολικό φορτίο. Οι τιμές είναι περίπου 44 έως 47 mg GAE/100 mL. Περιέχουν επίσης ανόργανα συστατικά σε ασφαλή επίπεδα κάτι που επιτρέπει λειτουργική πρόσληψη τους από το φυτό. Με το τσάι του βουνού μπορεί να επιτευχθεί αντιοξειδωτική συμβολή χωρίς υψηλή έκθεση σε ισχυρά πτητικά συστατικά (53).

Το αιθέριο έλαιο του S. raeseri δείχνει άμεση αντιοξειδωτική ικανότητα με τις δοκιμές DPPH και ABTS και παρουσιάζει ενδιαφέρουσα κυτταροπροστατευτική δράση. Σε ανθρώπινα κερατινοκύτταρα, έγινε θεραπεία με αιθέριο έλαιο. Οι συγκεντρώσεις ήταν 0,05 έως 0,5 mg/mL και η βλάβη του DNA που προκλήθηκε από H_2O_2 μειώθηκε σημαντικά. Το εύρημα υποδηλώνει μηχανισμούς που δεν βασίζονται μόνο σε άμεση εξουδετέρωση ριζών. Πιθανόν εμπλέκεται η ρύθμιση της άμυνας απέναντι στο οξειδωτικό στρες με πιο σύνθετες οδούς.

Παράλληλα, το αιθέριο έλαιο έδειξε δράση περιορισμού πολλαπλασιασμού σε διάφορες κυτταρικές σειρές. Μελετήθηκαν το μελάνωμα A375 , και τα κύτταρα Caco-2, PC3 και DU145. Οι τιμές EC50 ήταν περίπου 0,114 έως 0,216 mg/mL. Φαίνεται ότι το μελάνωμα ήταν σχετικά πιο ευαίσθητο από τα υπόλοιπα κύτταρα. Οι δοκιμές αυτές ήταν δοκιμές in vitro και δεν αποτελούν κλινικές αποδείξεις παρά μόνο ενδείξεις της δράσης αυτής (54).

Σχετικά με την αντιμικροβιακή δράση, το αιθέριο έλαιο αναστέλλει την ανάπτυξη διαφόρων μικροοργανισμών δρώντας κατά των Gram(+) και Gram(-) βακτηρίων . Ακόμη αναστέλλει την ανάπτυξη σε ψυχρότροφους μικροοργανισμούς και σε μύκητες. Η δόση παρόλα αυτά για τη δράση αυτή είναι σε υψηλές συγκεντρώσεις. Για παράδειγμα, η ελάχιστη ανασταλτική συγκέντρωση (MIC) για τον *Staphylococcus aureus* είναι περίπου 7.116 mg/λίτρο, για το *E. coli* είναι περίπου 6.414 mg/λίτρο, για τον *Pseudomonas fragi* είναι περίπου 5.184 mg/ λίτρο, ενώ για τη ζύμη *S. cerevisiae* και τον μύκητα *A. niger*, οι ελάχιστες θανατηφόρες συγκεντρώσεις (MLC) είναι ακόμη υψηλότερες. Κυμάνθηκαν περίπου από 28.115 έως 35.144 mg/λίτρο. Πρακτικά αυτό σημαίνει ότι η χρήση του ελαίου τσαγιού είναι κυρίως υποστηρικτική στα τρόφιμα. Όταν λειτουργεί συνδυαστικά με άλλους παράγοντες όπως είναι η ψύξη, το pH, το αλάτι ή άλλα φυσικά αντιμικροβιακά υπάρχει ευνοϊκότερη δράση, καθώς δεν φαίνεται κατάλληλο ως πρωτεύον συντηρητικό (54).

Η βιοδιαθεσιμότητα των φαινολικών συστατικών εξαρτάται από τη χημική τους μορφή. Η γλυκοζυλίωση και η ακετυλίωση διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο. Η θερμική επεξεργασία για παράδειγμα μπορεί να προκαλέσει μεταβολές σε αυτά τα μόρια. Για παράδειγμα κατά την έγχυση, ή το αφέψημα παρατηρείται αποακετυλίωση. Αυτό πιθανόν να προάγει την μείωση των φαινολικών συστατικών. Σημαντικός είναι και ο ρόλος του μικροβιώματος, καθώς ο μεταβολισμός από τα βακτήρια του εντέρου μπορεί να ενισχύσει ή να μειώσει την βιολογική δράση των φαινολικών. Επιπλέον, το τσάι του βουνού εμφανίζει γενετική ετερογένεια και διαφορετικούς χημειότυπους, ενώ υπάρχουν και υβρίδια. Αυτά οδηγούν σε μεγάλες διακυμάνσεις στη βιοδραστικότητα (53). Τέλος, είναι σημαντικό να αναφερθεί πως οτιδήποτε φυτικό δεν είναι αυτομάτως και ασφαλές. Το αιθέριο έλαιο είναι μίγμα μονοτερπένιων και σεσκιτερπένιων και σε υψηλές δόσεις μπορεί να έχει ερεθιστικό και έντονο αισθητηριακό φορτίο. Αυτό αφορά το άρωμα, τη γεύση και πιθανή δυσανεξία. Για καθημερινή κατανάλωση προτιμώνται ηπιότερες μορφές με καλύτερη επιλογή να είναι οι υδατικές παρασκευές, δηλαδή η έγχυση και το αφέψημα. Σε επίπεδο δίαιτας, ο ρόλος του τσαγιού του βουνού είναι συμπληρωματικός. Μπορεί να συμβάλει στην αντιοξειδωτική άμυνα και στη ρύθμιση της φλεγμονής. Είναι σημαντικό ότι τα οφέλη αποκομίζονται όταν το

τσάι καταναλώνεται ως μέρος ενός συνολικά υγιεινού τρόπου ζωής και διατροφής και δεν λειτουργεί ως μεμονωμένη λύση (53).

1.3.4. Επιδόρπια γιαουρτιού

Ως επιδόρπια γιαουρτιού ορίζονται προϊόντα με βάση το γιαούρτι στα οποία προστίθενται επιπλέον συστατικά, όπως σακχαρούχα σιρόπια, φρουτοπαρασκευάσματα, συστατικά αρώματος, και φυτικά εκχυλίσματα. Ο στόχος είναι ένα προϊόν με συγκεκριμένο αισθητηριακό προφίλ ή και με μια λειτουργική αξία. Η τεχνολογική τους λογική διαφέρει από το παραδοσιακό γιαούρτι. Δίνεται έμφαση στην ελεγχόμενη ρεολογία, επιδιώκεται υψηλό ιξώδες και χαμηλή συναίρεση. Ακόμη ένα ζητούμενο σε αυτά τα προϊόντα είναι η σταθερότητα στο ράφι. Αυτό σημαίνει περιορισμό της μετά οξίνισης, των αναζυμώσεων και των οξειδωτικών αλλοιώσεων. Όταν προστίθενται φυτικά συστατικά σημαντική είναι και η συμβατότητα τους με τα συστατικά του γάλακτος και του γιαουρτιού, αλλά και με την καλλιέργεια ζύμωσης. Τα φυτικά εκχυλίσματα πρέπει να μην επηρεάζουν αρνητικά την καλλιέργεια και το pH. Η επιλογή της καλλιέργειας εκκίνησης (starter) είναι σημαντική. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί καλλιέργεια για γιαούρτι τύπου set, τύπου stirred ή τύπου Caspian. Σημαντικό ρόλο έχουν οι σταθεροποιητές αλλά και ο τρόπος ενσωμάτωσης των προστιθέμενων συστατικών. Τέτοια συστατικά μπορούν να είναι φρούτα, βότανα, εκχυλίσματα.

Σε πρόσφατη μελέτη χρησιμοποιήθηκαν βότανα όπως λεμονόχορτο, καισαλπινία και κανέλα. Χρησιμοποιήθηκαν επίσης δύο τύποι καλλιέργειας. Τα αποτελέσματα κατέγραψαν υψηλούς πληθυσμούς γαλακτικών βακτηρίων, περίπου 9,7 λογαριθμικές μονάδες CFU/mL ενώ δεν παρατηρήθηκε αναστολή της ζύμωσης. Παράλληλα ενισχύθηκαν το περιεχόμενο των ολικών φαινολικών και η αντιοξειδωτική δράση των επιδόρπιων γιαουρτιού. Το επιδόρπιο γιαουρτιού με καισαλπινία στο οποίο χρησιμοποιήθηκε συμβατική καλλιέργεια εμφάνισε καλύτερα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά. Αυτό δείχνει ότι η αλληλεπίδραση ανάμεσα στο βότανο και την καλλιέργεια είναι κρίσιμη για την τελική ποιότητα (62).

Η ενσωμάτωση βοτάνων και μπαχαρικών στο γιαούρτι μπορεί να γίνει με διάφορες μορφές. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν αφεψήματα, υδατικά ή υδατοαλκοολικά εκχυλίσματα, αιθέρια έλαια, πούδρες ή μικροενθυλακωμένες μορφές. Στόχος είναι αρχικά να ενισχυθεί η αντιοξειδωτική και η αντιμικροβιακή δράση της μήτρας και δεύτερον, σε κάποιες περιπτώσεις να διαφοροποιηθούν η γεύση και το χρώμα. Ανασκοπήσεις που αφορούν γαλακτοκομικά προϊόντα δείχνουν ότι τα φυτικά εκχυλίσματα μπορούν να υποκαταστήσουν μέρος των συνθετικών αντιοξειδωτικών και συντηρητικών. Αυτό μπορεί να

γίνει υπό συγκεκριμένες προϋποθέσεις. Χρειάζεται σωστή επιλογή διαλύτη, όπως νερό ή αιθανόλη, ενώ σημαντική είναι και η τυποποίηση του υλικού. Οι ίδιες ανασκοπήσεις αναδεικνύουν και βασικές τεχνολογικές δυσκολίες. Η δοσολογία πρέπει να μένει κάτω από το αισθητηριακό κατώφλι, διαφορετικά το προϊόν μπορεί να γίνει υπερβολικά έντονο ή δυσάρεστο. Ακόμη υπάρχουν πιθανές αλληλεπιδράσεις με πρωτεΐνες και πολυσακχαρίτες, που μπορεί να επηρεάσουν τη ρεολογία και την υφή (63).

Σε επίπεδο ζύμωσης και βιωσιμότητας προβιοτικών, τα περισσότερα φυτικά υδατικά εκχυλίσματα σε χαμηλές έως μέσες δόσεις δεν δημιουργούν πρόβλημα. Δεν αναστέλλουν την πορεία της οξίνισης και δεν μειώνουν σημαντικά τους πληθυσμούς των γαλακτικών βακτηρίων κατά την αποθήκευση σε ψυκτικό θάλαμο. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η κανέλα και η γλυκόριζα. Η προσθήκη υδατικών εκχυλισμάτων τους, ακριβώς μετά την προσθήκη καλλιέργειας, δεν διαφοροποίησε το pH και την οξύτητα, ενώ ακόμη διατήρησε την βιωσιμότητα των προβιοτικών για 28 ημέρες. Επιπλέον, υδατικό εκχύλισμα από επιδόρπιο γιαουρτιού με εκχύλισμα κανέλας εμφάνισε αναστολή του *H. pylori* σε in vitro δοκιμές. Αυτό υποδηλώνει πιθανή προστιθέμενη αξία με γαστρεντερικό όφελος (64).

Η υφή και η ρεολογία είναι σημαντικοί δείκτες για ένα επιτυχημένο επιδόρπιο γιαουρτιού. Σε εργαστηριακές δοκιμές παρασκευάστηκαν επιδόρπια γιαουρτιού με υδατικά εκχυλίσματα από θυμάρι, φασκόμηλο, μαντζουράνα και γαϊδουράγκαθο, σε συγκεντρώσεις 0,25 έως 1 % w/w. Καταγράφηκε μείωση της συναίρεσης και ενίσχυση της ικανότητας συγκράτησης νερού. Μετά από 28 ημέρες παρατηρήθηκαν βελτιώσεις στην ελαστικότητα και στο ιξώδες. Παράλληλα αυξήθηκε η αντιοξειδωτική ικανότητα των επιδόρπιων γιαουρτιού, ενώ δεν παρατηρήθηκαν αρνητικές επιδράσεις στη ζύμωση. Από τα παραπάνω προκύπτει το συμπέρασμα ότι επιλεγμένα φυτικά εκχυλίσματα δεν λειτουργούν μόνο ως αντιοξειδωτικά. Μπορούν να δρουν και ως δομικοί ρυθμιστές της γέλης καζεϊνών επηρεάζοντας θετικά τη δομή και τη σταθερότητα του προϊόντος (65).

Σε καινοτόμες στρατηγικές εμπλουτισμού, η μικροενθυλάκωση βιοδραστικών μπορεί να δώσει επίσης θετικά πλεονεκτήματα. Ένα παράδειγμα είναι εκχυλίσματα από απόβλητα άνθεων κρόκου που εγκλείονται σε σφαιρίδια αλγινικού. Με αυτή την προσέγγιση διατηρείται σταθερή η αντιοξειδωτική ικανότητα, ενώ παραμένει σταθερό και το ολικό φαινολικό περιεχόμενο. Η σταθερότητα αυτή διαρκεί για τουλάχιστον 21 ημέρες στους 4 °C. Δεν παρατηρείται επίπτωση σε βασικές φυσικοχημικές παραμέτρους και το μικροβιακό προφίλ δεν αλλάζει σημαντικά σε σύγκριση με το μάρτυρα. Η λογική της μικροενθυλάκωσης περιορίζει τις οργανοληπτικές μεταβολές. Ταυτόχρονα προστατεύει ευαίσθητα μόρια από θερμική και οξειδωτική υποβάθμιση (66).

Πέρα από μεμονωμένα παραδείγματα, υπάρχουν πλέον και πιο συστηματικά δεδομένα για εμπλουτισμένα γαλακτοκομικά τρόφιμα, όπως κρέμες, κεφίρ, γιαούρτια αλλά ακόμη και vegan βάσεις. Τα υδατικά φυτικά εκχυλίσματα εμφανίζουν πολύ υψηλό αντιοξειδωτικό και φαινολικό φορτίο όταν αναλύονται ως εκχυλίσματα. Ένα μέρος αυτού του φορτίου μεταφέρεται μετρήσιμα και στη μήτρα του τελικού προϊόντος. Μετά από in vitro πέψη, η βιοδιαθεσιμότητα των αντιοξειδωτικών και των πολυφαινολών στα εμπλουτισμένα προϊόντα κυμαίνεται σε μεγάλο εύρος. Οι τιμές που έχουν αναφερθεί είναι περίπου από 4 έως 68 % w/w. Οι οργανοληπτικές δοκιμές σε εργαστηριακή κλίμακα δείχνουν μέτρια έως καλή αποδοχή. Η βαθμολογία κινείται συνήθως γύρω στο 3/5, συνεπώς υπάρχει ένα εμφανές περιθώριο βελτίωσης, ιδιαίτερα όσο αφορά τη σωστή δοσολογία και στην σωστή επιλογή του αρωματικού προφίλ (67).

Οι ανασκοπήσεις για τη χρήση φυτικών εκχυλισμάτων σε γαλακτοκομικά συνοψίζουν ξεκάθαρα ενδείξεις και αντενδείξεις για την σωστή ανάπτυξη του προϊόντος. Αρχικά, είναι απαραίτητο να χρησιμοποιούνται ασφαλείς διαλύτες. Οι πιο κατάλληλοι είναι το νερό και η αιθανόλη. Επιπλέον, η δοσολογία πρέπει να βελτιστοποιείται, ώστε να μην επηρεάζεται αρνητικά το οργανοληπτικό προφίλ του αρχικού προϊόντος, διαφορετικά το επιδόρπιο γιαουρτιού δεν θα είναι αποδεκτό οργανοληπτικά από τους καταναλωτές, όσο ενισχυμένα κι αν είναι τα οφέλη που προκύπτουν από τις μετρήσεις στο εργαστήριο. Ακόμη, η συντήρηση πρέπει να είναι συνδυαστική. Τα βότανα λειτουργούν καλύτερα ως μέρος μιας στρατηγικής πολλαπλών εμποδίων και δεν είναι ρεαλιστικό να περιμένουμε μονομερή συντήρηση από αυτά. Σημαντική είναι και η τυποποίηση των εκχυλισμάτων, καθώς χρειάζεται σαφές χημικό αποτύπωμα, καθορισμένη προέλευση και σταθερή μέθοδος εκχύλισης. Έτσι εξασφαλίζεται επαναληψιμότητα ποιότητας και υπάρχει καλύτερη συμμόρφωση με πιθανούς ισχυρισμούς.

Τέλος, όσον αφορά τις καταναλωτικές συνήθειες η ενίσχυση γιαουρτιών με βότανα ακολουθεί την τάση των καταναλωτών να επιλέγουν πλέον φυσικά συστατικά χωρίς επεξεργασμένα και συνθετικά, χημικά συντηρητικά. Μια πρόσφατη ανασκόπηση του 2024 για τον εμπλουτισμό γαλακτοκομικών με βιοδραστικά επιβεβαιώνει τη δυναμική αυτής της κατεύθυνσης. Δείχνει ότι, όταν ο σχεδιασμός γίνεται σωστά, τα επιδόρπια γιαουρτιού μπορούν να αυξήσουν την αντιοξειδωτική ικανότητα, με δυνητική ενίσχυση στα λειτουργικά οφέλη, χωρίς να επηρεαστούν σε μεγάλο βαθμό κρίσιμα ποιοτικά χαρακτηριστικά (68).

Συνοπτικά, προκύπτουν κάποια τεχνικά συμπεράσματα για την ανάπτυξη επιδορπίων γιαουρτιού. Πρώτον, η επιλογή της καλλιέργειας και της θερμοκρασίας ζύμωσης, πρέπει να γίνεται με βάση το επιθυμητό pH και την τελική υφή που είναι επιθυμητή. Δεύτερον, η χρησιμοποίηση υδατικών ή αιθανολικών εκχυλίσματα, σε δοσολογία που δεν επηρεάζει

αρνητικά το οργανοληπτικό προφίλ. Όταν χρειάζεται μεγαλύτερη σταθερότητα ή πιο ήπιο αισθητηριακό αποτέλεσμα, μια καλή επιλογή είναι η μικροενθυλάκωση. Τρίτον, είναι σημαντική η ρεολογική και μικροβιολογική συμπεριφορά του προϊόντος περίπου στις 28 ημέρες. Η συναίρεση, η ικανότητα συγκράτησης νερού, η ελαστικότητα και η μέτρηση καλλιεργειών μικροοργανισμών είναι κάποιες από τις δοκιμές που μπορούν να πραγματοποιηθούν. Αυτό είναι σημαντικό γιατί αρκετά βότανα βελτιώνουν τα ρεολογικά χαρακτηριστικά με τον χρόνο και δεν είναι δεδομένο ότι το πλεονέκτημα θα φανεί από την πρώτη ημέρα (65). Τέταρτον, η αντιμικροβιακή δράση των φυτικών πρέπει να αντιμετωπίζεται συνεπικουρικά και όχι ως υποκατάστατο βασικών εμποδίων ανάπτυξης μικροοργανισμών, όπως είναι η ψύξη, το σχετικά χαμηλό pH, και η συνολική τήρηση της υγιεινής (69). Τέλος, είναι ωφέλιμο τα εκχυλίσματα να είναι τυποποιημένα, κάτι που χρησιμεύει στην αξιολόγηση της αποδοχής αλλά και της σταθερότητας τους (63).

1.3.5. Προϊόντα οίνου

Η ανάπτυξη οίνου με φυτικά συστατικά σημαίνει στοχευμένη ενσωμάτωση φυτικού υλικού στον οίνο. Το φυτικό υλικό μπορεί να προστεθεί ολόκληρο, κονιορτοποιημένο ή σε μορφή εκχυλίσματος ή εγχύματος. Η προσθήκη μπορεί να γίνει σε δύο χρονικά σημεία, στο στάδιο της ζύμωσης, δηλαδή να γίνει συνεκχύλιση με το γλεύκος και μετά τη ζύμωση, όπου προστίθενται τυποποιημένα φυτικά υλικά ή εκχυλίσματα τους. Με την προσθήκη φυτικών συστατικών στον οίνου επιδιώκεται οργανοληπτική διαφοροποίηση, που αφορά τα πτητικά συστατικά και τα τερπένια ενώ επίσης αφορά και την πικρότητα και τη στυφότητα που προέρχονται από φαινολικά συστατικά. Ακόμη, επιδιώκεται η τροποποίηση της χημικής σύστασης του οίνου. Συνήθως η προσθήκη φυτικών συστατικών αυξάνει τις ολικές πολυφαινόλες και τα φλαβονοειδή, ενώ μπορεί να ενισχύσει και τη αντιοξειδωτική ικανότητα του οίνου. Οι πρόσφατες ανασκοπήσεις περιγράφουν τις βασικές μεθόδους εκχύλισης, στις οποίες συγκαταλέγονται η εκχύλιση, τα αφεψήματα και οι εγχύσεις. Αναφέρονται επίσης τεχνικές εκχύλισης με υπέρηχους και μικροκύματα. Οι ανασκοπήσεις εξετάζουν και τις επιπτώσεις στην ποιότητα και στη σταθερότητα. Το βασικό μήνυμα είναι ότι το όφελος εξαρτάται από την τυποποίηση των προστιθέμενων υλικών, από την σωστή επιλογή δοσολογίας. Ακόμη εξαρτάται από την τήρηση των κλασικών οινολογικών χαρακτηριστικών, που περιλαμβάνουν το pH, το διοξείδιο του θείου, την συνολική υγιεινή, τρόπους σταθεροποίησης και το φιλτράρισμα. Η προσθήκη των φυτικών υλικών λειτουργεί συμπληρωματικά δεν αντικαθιστά τις κλασικές τεχνικές σταθεροποίησης (70).

Στη συνεκχύλιση, το φυτικό υλικό αναμιγνύεται με το γλεύκος στην εκκίνηση της αλκοολικής ζύμωσης. Μια ενδεικτική μελέτη στην ερυθρή ποικιλία Plovdina έδειξε ότι η προσθήκη 1 %w/w γλυκάνισου, κανέλας, αψιθιάς ή γλυκόριζας δεν μετέβαλε την κινητική της ζύμωσης. Παράλληλα αυξήθηκαν σημαντικά οι ολικές πολυφαινόλες και τα φλαβονοειδή, ενώ βελτιώθηκε και η αντιοξειδωτική δράση. Ο οίνος με κανέλα εμφάνισε την ισχυρότερη δέσμευση ελεύθερων ριζών. Η τιμή EC50 ήταν περίπου 0,023 mg/mL. Στο μάρτυρα η αντίστοιχη τιμή ήταν περίπου 0,067 mg/mL. Με χρωματογραφική ανάλυση ταυτοποιήθηκαν διάφορες κατηγορίες φαινολικών συστατικών, εντοπίστηκαν μη φλαβονοειδή, όπως υδροξυβενζοϊκά και υδροξυκινναμωμικά οξέα. Επίσης εντοπίστηκαν φλαβονοειδή. Σε αυτά περιλαμβάνονται φλαβαν-3-όλες, φλαβονόλες, φλαβανόνες και ανθοκυανίνες. (71).

Στην ίδια μελέτη, όλα τα εμπλουτισμένα δείγματα ανέστειλαν τον *Bacillus subtilis*., που είναι Gram(+) μικροοργανισμός, όμως δεν καταγράφηκε αντίστοιχη δράση σε Gram(-) βακτήρια, καθώς δεν υπήρξε αναστολή των *E. coli* και *Salmonella typhimurium*. Επιπλέον, δεν εμφανίστηκε κάποια δράση έναντι του μύκητα *Candida albicans*. Με βάση τα παραπάνω τα φυτικά συστατικά προσθέτουν ένα δεύτερο εμπόδιο, αναστέλλοντας δυνητικά την ανάπτυξη κάποιων μικροοργανισμών όμως δεν μπορούν να αντικαταστήσουν τις κλασικές πρακτικές μικροβιακής σταθεροποίησης. Συνεπώς, δεν μπορεί να διαβεβαιωθεί ότι μας απαλλάσσουν από την ανάγκη για επαρκές χρήση διοξειδίου του θείου, ή από το σωστό φιλτράρισμα και τη σωστή συσκευασία (71).

Σημαντικό παράγοντα αποτελεί η δοσολογία. Σε μη σταφυλική μήτρα, όπως γλεύκος μήλου, δοκιμάστηκε η προσθήκη εκχυλισμάτων βοτάνων και μπαχαρικών σε διάφορες κλίμακες. Οι δόσεις ήταν από 1 έως 9 % v/v. Έως και την περιεκτικότητα 5 % v/v, η ζύμωση επιτεύχθηκε σε ικανοποιητικά επίπεδα. Στις υψηλότερες δόσεις 7 έως 9 % v/v παρουσιάζεται αναστολή στη διαδικασία της ζύμωσης και η τελική αιθανόλη είναι χαμηλότερη, ενώ παρατηρείται και καταστολή της ζύμης. Η επιρροή στην αναστολή της ζύμωσης εξαρτάται όμως εκτός από τη δόση και από το υλικό το οποίο προστίθεται. Το φαινόμενο της αναστολής ήταν εντονότερο όταν προστέθηκες σκόρδο, τζίντζερ, λυκίσκος και μέντα (72). Η παρατήρηση αυτή δείχνει ό,τι το να κερδίζεις σε λειτουργικότητα, μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα την απώλεια της ζυμωτικής επίδοσης. Για αυτό το λόγο αρκετές βιομηχανικές εφαρμογές προτιμούν μεταζυμωτική προσθήκη εκχυλισμάτων.

Πράγματι, στην ανάπτυξη οίνου με μεταζυμωτική προσθήκη, η βάση του οίνου αρωματίζεται και εμπλουτίζεται μετά τη ζύμωση. Χρησιμοποιούνται τυποποιημένα βότανα και εκχυλίσματα. Η δοσολογία προσθήκης ελέγχεται με ακρίβεια και έτσι αποφεύγονται

ανεπιθύμητα χαρακτηριστικά στο προϊόν. Εργαστηριακές εφαρμογές σε οίνο έδωσαν θετικά αποτελέσματα. Χρησιμοποιήθηκαν εκχυλίσματα βασιλικού, λεμονόχορτου, μέντας και τζίντζερ. Οι οργανοληπτικές δοκιμές παρουσίασαν από καλή έως και βελτιωμένη αποδοχή σε σχέση με τον οίνο βάσης. Σημαντική ήταν η προσεκτική προσαρμογή δοσολογίας για κάθε βότανο ξεχωριστά. Το εύρημα υποστηρίζει ένα σημαντικό συμπέρασμα. Η μεταζυμωτική προσθήκη είναι συχνά πιο ασφαλής επιλογή τεχνολογικά. Είναι ιδιαίτερα ωφέλιμη όταν ζητείται επαναληψιμότητα στο άρωμα και επιτρέπει πιο σταθερή ποιότητα στο τελικό προϊόν (73).

Σε επίπεδο τεχνολογίας εκχύλισης, οι σύγχρονες ανασκοπήσεις συγκρίνουν διαφορετικές προσεγγίσεις. Από τη μία πλευρά βρίσκονται οι παρατεταμένες εκχυλίσεις και τα αφεψήματα. Αυτές οι μέθοδοι ευνοούν την ανάκτηση υδατοδιαλυτών και φαινολικών συστατικών. Ωστόσο επηρεάζουν αρκετά το πτητικό προφίλ. Επιπλέον, η θερμικό κατεργασία και οξειδώσεις μπορούν να αλλοιώσει το πτητικό προφίλ. Από την άλλη πλευρά βρίσκονται τεχνικές με υπέρηχους και μικροκύματα, που επιταχύνουν τη μεταφορά μάζας, βελτιώνουν την εκλεκτικότητα προς συγκεκριμένα μόρια και φέρουν μικρότερο θερμικό φορτίο στο σύστημα. Η επιλογή μεθόδου πρέπει να ακολουθεί τον στόχο του προϊόντος. Αν προτεραιότητα έχει το πτητικό προφίλ, προτιμώνται ήπιες και σύντομες διαδικασίες. Αν προτεραιότητα είναι η υψηλή ενίσχυση με φαινολικά συστατικά, οι υδατικές και παρατεταμένες εκχυλίσεις είναι πιο αποτελεσματικές. Σε αυτή την περίπτωση όμως χρειάζεται προσοχή στη σταθερότητα του τελικού προϊόντος (70).

Στο πεδίο θρεπτικών συστατικών τα φυτικά εκχυλίσματα περιέχουν μεγάλο φάσμα βιοδραστικών ουσιών. Σε αυτά ανήκουν φαινολικά συστατικά, τερπένια, αλκαλοειδή και άλλα. Η πρόκληση είναι η σωστή τυποποίηση των συστατικών αυτών. Χρειάζεται σταθερό χημικό αποτύπωμα, κατάλληλη επιλογή διαλύτη και αξιολόγηση σταθερότητας. Επιπλέον, κρίσιμη είναι και η ρεαλιστική μεταφορά των in vitro ευρημάτων σε πραγματικά τρόφιμα και ποτά (74).

Η συστηματική ανασκόπηση για οίνους με φυτικά συστατικά συνοψίζει μια αρκετά θετική εικόνα. Πολλά από τα προσδοκόμενα οφέλη έχουν αναφερθεί, όπως η αντιοξειδωτική δράση και αντιμικροβιακή συμβολή. Σε ορισμένες περιπτώσεις υπάρχει και πιθανή οργανοληπτική αναβάθμιση του προϊόντος. Παρόλα αυτά υπάρχουν και ρεαλιστικοί κίνδυνοι, όπως η υπερδοσολογία που μπορεί να καλύψει το αρχικό αρωματικό προφίλ του οίνου και να αυξήσει τη στυφότητα και την πικρότητα. Ακόμη υπάρχουν και τεχνολογικές προκλήσεις. Σε οίνους με υπολειμματικά σάκχαρα μπορεί να εμφανιστούν αναζυμώσεις, αν δεν διασφαλιστεί η σωστή μικροβιακή σταθερότητα. Ο εμπλουτισμός μπορεί να έχει πρόσθετα

οφέλη και να προσθέσει αξία στο προϊόν, αλλά θέλει ακριβή δοσολογία και πλήρη μεθοδικότητα στη σταθεροποίηση (70).

Συνθέτοντας τα παραπάνω, το γενικό συμπέρασμα είναι σαφές. Η συνεκχύλιση φυτικών συστατικών σε σταφυλικές μήτρες μπορεί να αυξήσει σταθερά τα φαινολικά συστατικά ενώ επίσης μπορεί και να μειώσει την τιμή EC50 στη δέσμευση ελεύθερων ριζών. Η αντιμικροβιακή δράση που καταγράφεται είναι εκλεκτική και τείνει να αφορά κυρίως Gram(+) βακτήρια (71).Τα υδατικά εκχυλίσματα φαίνεται να είναι ασφαλή για τη σωστή διεργασία της ζύμωσης μόνο κάτω από συγκεκριμένα όρια που εξαρτώνται από το φυτικό συστατικό και τις συνθήκες εκχύλισης (72). Όταν προέχει η επαναληψιμότητα και ο πολύ ακριβής έλεγχος του αρώματος, υπερτερεί η μεταζυμωτική προσθήκη τυποποιημένων εκχυλισμάτων σε σχέση με την προ ζυμωτική (73). Η επιλογή μεθόδου εκχύλισης εξαρτάται από το στόχο. Άλλη μέθοδο εκχύλισης χρειάζεται ώστε να διατηρηθεί το πτητικό προφίλ και άλλο για την ενίσχυση των πολυφαινολικών συστατικών (70). Τέλος σημαντική είναι και η ιχνηλασιμότητα και η βιωσιμότητα της πρώτης ύλης, καθώς αποτελεί προϋπόθεση για διατήρηση σταθερής ποιότητας και αξιόπιστο τελικό προϊόν (75).

1.4. Μέθοδοι ανάλυσης

1.4.1. Γάλακτος, γιαουρτιού και επιδόρπιων γιαουρτιού

1.4.1.1. Μέθοδος Folin

Το αντιδραστήριο Folin-Ciocalteu αποτελείται από ένα σύμπλοκο φωσφομολυβδαινικού οξέος $H_3PMo_{12}O_{40}$, κίτρινου χρώματος και φωσφοβολφραμικού οξέος $H_3PW_{12}O_{40}$, που είναι άχρωμο. Στο σύμπλοκο αυτό το μολυβδαίνιο και το βολφράμιο έχουν αριθμό οξείδωσης +6. Σε αλκαλικό περιβάλλον και παρουσία αναγωγικών ενώσεων, όπως είναι τα αντιοξειδωτικά, το μείγμα ανάγεται και διασπάται σε οξείδια του μολυβδαινίου Mo_8O_{23} και του βολφραμίου W_8O_{23}, που είναι χρώματος μπλε και εμφανίζουν μέγιστη απορρόφηση στα 750 nm. Έτσι η απορρόφηση είναι ανάλογη με τη συνολική ποσότητα των αντιοξειδωτικών στο διάλυμα (76).

Το εξασθενές σύμπλοκο του αντιδραστηρίου Folin έχει δύο δομές, την $3H_2O{\cdot}P_2O_5{\cdot}13WO_3{\cdot}5MoO_3{\cdot}10H_2O$ και την $3H_2O{\cdot}P_2O_5{\cdot}14WO_3{\cdot}4MoO_3{\cdot}10H_2O$. Ένα παράδειγμα αντίδρασης αντιδραστηρίου Folin με κάποιο αντιοξειδωτικό (AH) φαίνεται στην αντίδραση [3]:

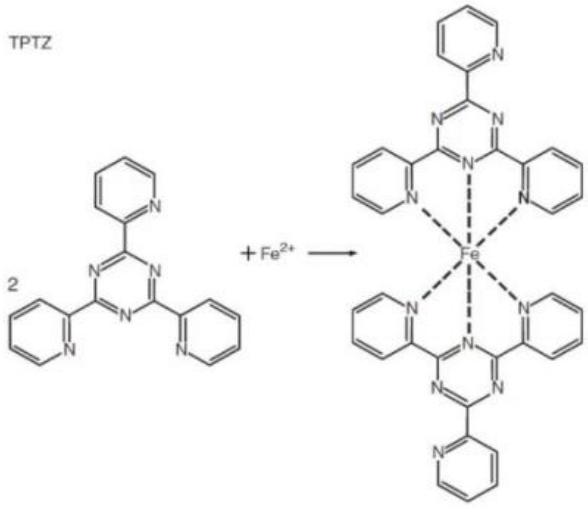
$$Mo^{+6} \text{ (κίτρινο)} + e^- \text{ (από AH)} \rightarrow Mo^{+5} \text{ (μπλε)} \quad [3],$$

όπου το οξειδωτικό αντιδραστήριο είναι το σύμπλοκο $3H_2O{\cdot}P_2O_5{\cdot}13WO_3{\cdot}5MoO_3{\cdot}10H_2O$, στο οποίο το ενεργό κέντρο είναι το Mo^{+6}.

Έτσι, παρουσία αντιοξειδωτικών πραγματοποιείται μια οξειδοαναγωγική αντίδραση κατά την οποία το αντιοξειδωτικό μέσο δρα σαν δότης ηλεκτρονίων με αποτέλεσμα να οξειδώνεται, και το σύμπλοκο Folin δρα σαν δέκτης ηλεκτρονίων με αποτέλεσμα να ανάγεται. Τα βασικά πλεονεκτήματα της μεθόδου Folin είναι ότι αποτελεί μια γρήγορη, απλή, ευαίσθητη και αποδοτική μέθοδο προσδιορισμού πολλών και διαφορετικών φαινολικών συστατικών για μεγάλο αριθμό δειγμάτων. Παρόλο που η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται κυρίως για τον προσδιορισμό φαινολικών συστατικών, παράλληλα προσδιορίζονται και άλλες ενώσεις οι οποίες οξειδώνονται εύκολα όπως αρωματικές αμίνες, διοξείδιο του θείου, ασκορβικό οξύ, διόλες και πρωτεΐνες (77).

1.4.1.2. Μέθοδος FRAP

Η μέθοδος FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power) είναι μια μέθοδος που μετράει την αναγωγική ισχύ του δείγματος. Τα αντιοξειδωτικά που υπάρχουν στο δείγμα σε όξινο pH ανάγουν τον τρισθενή σίδηρο σε δισθενή, ο οποίος παρουσία του αντιδραστηρίου TPTZ (2,4,6-τριπυριδυλο-s-τριαζίνη) σχηματίζει σύμπλοκο Fe^{2+}-TPTZ, που είναι μπλε χρώματος και απορροφά στα 593 nm. Είναι μια μέθοδος που αναπτύχθηκε για τον προσδιορισμό αντιοξειδωτικών ουσιών στο αίμα όμως σήμερα χρησιμοποιείται σε όλα τα βιολογικά συστήματα (78). Στην εικόνα 3 παρουσιάζεται η αντίδραση σχηματισμού του μπλε συμπλόκου (79).

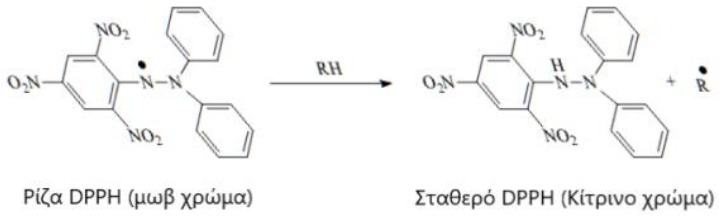


Εικόνα 3. Οξείδωση σιδήρου από το TPTZ (79)

Τα πλεονεκτήματα της μεθόδου FRAP είναι ότι είναι απλή, γρήγορη, οικονομική και δεν απαιτείται εξειδικευμένος εξοπλισμός. Μπορεί να εφαρμοσθεί χρησιμοποιώντας αυτοματοποιημένες, ημιαυτόματες ή χειροκίνητες τεχνικές. Το βασικό μειονέκτημα της μεθόδου είναι ότι δεν μπορεί να ανιχνεύσει αναστολείς ριζών μέσω μεταφοράς Η, ιδιαίτερα ενώσεων με ομάδες -SH, όπως οι θειόλες.

1.4.1.3. Μέθοδος DPPH

Η ρίζα DPPH (DPPH•) είναι από τις λίγες σταθερές οργανικές ρίζες που υπάρχουν εμπορικά διαθέσιμες κι έχει μωβ χρώμα. Η μέθοδος DPPH αναπτύχθηκε από τον Brand-Williams το 1995 και βασίζεται στην αναστολή της δράσης της ελεύθερης ρίζας DPPH μέσω προσθήκης σε αυτή ενός ηλεκτρονίου ή μιας ρίζας υδρογόνου από κάποιο αντιοξειδωτικό του δείγματος με αποτέλεσμα το σχηματισμό του ηλεκτρονιακά ουδέτερου μορίου DPPH, που έχει κίτρινο χρώμα. Η ρίζα DPPH (2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl) απορροφά στα 515 nm. Από τη μείωση της απορρόφησης λόγω του σχηματισμού του ανηγμένου προϊόντος της, υπολογίζεται η αντιοξειδωτική δράση του δείγματος (79). Η αντίδραση της ρίζα DPPH με κάποιο αντιοξειδωτικό, RH, παρουσιάζεται στην εικόνα 4.

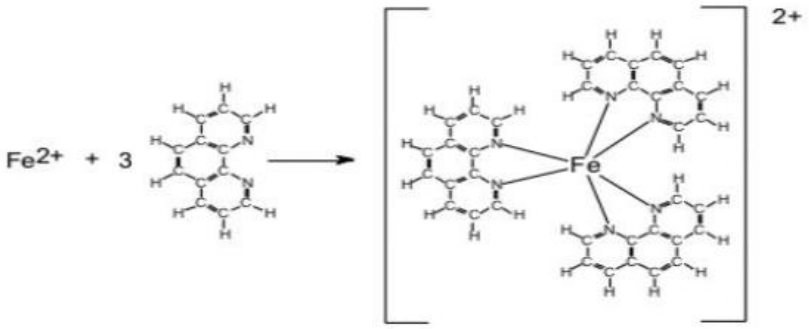


Εικόνα 4. Αντίδραση μεταξύ της ρίζας DPPH και ενός αντιοξειδωτικού (79).

Η μέθοδος DPPH είναι ταχεία, απλή, οικονομική και χρησιμοποιείται ευρέως για τον προσδιορισμό της ικανότητας των ενώσεων να δρουν ως δότες υδρογόνου ή συλλέκτες των ελευθέρων ριζών και για την αξιολόγηση της αντιοξειδωτικής δράσης σε πολλά βιολογικά συστήματα. Το μεγάλο πλεονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι ότι η ρίζα DPPH μπορεί να αντιδράσει με ολόκληρο το δείγμα και σε επαρκή χρόνο. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να μπορέσουν να προσδιοριστούν ακόμη και τα πιο ασθενή αντιοξειδωτικά. Μπορεί να εφαρμοστεί τόσο σε υδατικούς και όσο και σε μη πολικούς οργανικούς διαλύτες, και μπορεί να προσδιορίσει τόσο υδρόφιλα όσο και λιπόφιλα αντιοξειδωτικά. Παρόλα αυτά η μέθοδος αυτή είναι ασταθής και ευαίσθητη σε ορισμένες βάσεις κατά Lewis, σε κάποιους διαλύτες, στο οξυγόνο, στις δευτερεύουσες αντιδράσεις της με άλλες ρίζες (80).

1.4.1.4. Μέθοδος εκκαθάρισης ριζών υδροξυλίου

Η μέθοδος εκκαθάρισης των ριζών υδροξυλίου αποτελεί ακόμη μια μέθοδο προσδιορισμού αντιοξειδωτικών συστατικών. Σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή, αρχικά έρχονται σε επαφή ιόντα δισθενούς σιδήρου με την ένωση 1,10-φαινανθρολίνη (phen) με αποτέλεσμα το σχηματισμό του συμπλόκου $[Fe(phen)^3]^{2+}$, που έχει έντονο πορτοκάλο-κόκκινο χρώμα και απορροφά στα 536 nm (81). Η αντίδραση δισθενούς σιδήρου με την 1,10-φαινανθρολίνη παρουσιάζεται στην εικόνα 5.

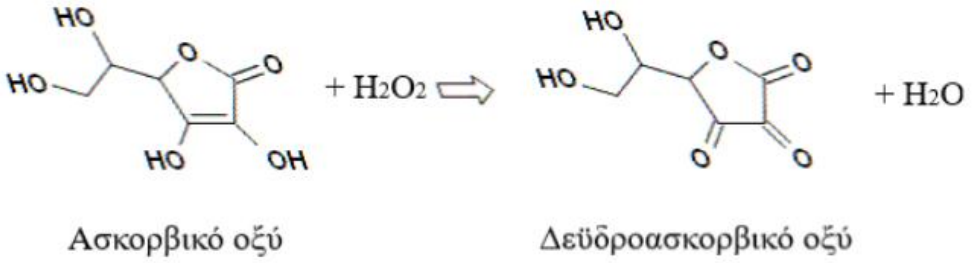


Εικόνα 5. Σχηματισμός συμπλόκου Σιδήρου- φαινανθρολίνης (81).

Στη συνέχεια με την προσθήκη του H_2O_2 ο δισθενής σίδηρος οξειδώνεται σε τρισθενή με αποτέλεσμα την καταστροφή του συμπλόκου και τον σχηματισμό ελευθέρων ριζών υδροξυλίου. Με αυτόν τον τρόπο προκαλείται αποχρωματισμός. Η αντίδραση αυτή ονομάζεται αντίδραση Fenton και είναι η ακόλουθη:

$$Fe^{2+} + H_2O_2 \rightarrow Fe^{3+} + OH^- + OH^\bullet \quad [4]$$

Η δράση του H_2O_2 αναστέλλεται παρουσία αντιοξειδωτικών ενώσεων συνεπώς το σύμπλοκο δεν αποχρωματίζεται όταν υπάρχουν αντιοξειδωτικά στο δείγμα που μελετάται. Η % εκκαθάριση υπολογίζεται από την μεταβολή στην ένταση της απορρόφησης του συμπλόκου παρουσία και απουσία αντιοξειδωτικών, σε σχέση με την αρχική απορρόφησή του στα 536 nm (81). Η εκκαθάριση της δράσης του H_2O_2 από το ασκορβικό οξύ παρουσιάζεται στην εικόνα 6.

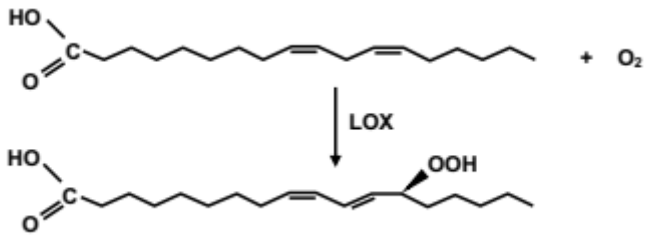


Εικόνα 6. Εκκαθάριση δράσης του υπεροξειδίου του υδρογόνου από το ασκορβικό οξύ (81).

1.4.1.5. Αντιφλεγμονώδης δράση

Η λιποξυγενάση (LOX) είναι ένζυμο που καταλύει την προσθήκη μοριακού οξυγόνου σε πολυακόρεστα λιπαρά οξέα, οδηγώντας στον σχηματισμό λιπιδίων υδροϋπεροξειδίων. Η αντίδραση αυτή σχετίζεται με διεργασίες οξειδωτικού στρες και φλεγμονής. Για τον λόγο αυτό, η αναστολή του ενζύμου LOX χρησιμοποιείται ευρέως ως in vitro ένδειξη πιθανής αντιφλεγμονώδους δράσης φυτικών εκχυλισμάτων και τροφικών προϊόντων (82).

Στην κλασική φασματοφωτομετρική μέθοδο προσδιορισμού αντιφλεγμονώδους δράσης με το ένζυμο LOX, ως υπόστρωμα χρησιμοποιείται το λινελαϊκό οξύ. Όταν το λινελαϊκό οξύ έρχεται σε επαφή με τη λιποξυγενάση πραγματοποιείται ενζυμική αντίδραση και παράγεται 13-υδροϋπεροξυ-λινελαϊκό οξύ, το οποίο περιέχει συζυγές διένιο όπως φαίνεται και στην εικόνα 7 (83).



Εικόνα 7. Σχηματισμός 13-υδροϋπεροξυ-λινελαϊκού οξέος μετά από ενζυματική αντίδραση του λινελαϊκού οξέος με τη LOX (83).

Το συζυγές αυτό σύστημα εμφανίζει χαρακτηριστική μέγιστη απορρόφηση στα 234 nm. Επομένως, η αύξηση της απορρόφησης στο 234 nm είναι ανάλογη της ενζυμικής δραστικότητας, ενώ η παρουσία αναστολέα οδηγεί σε μείωση του ρυθμού αύξησης της απορρόφησης στα 234 nm (84). Η αντιφλεγμονώδης δράση υπολογίζεται από την μεταβολή στην ένταση της απορρόφησης παρουσία και απουσία αντιφλεγμονώδους συστατικών, σε σχέση με την αρχική απορρόφησή του στα 234 nm.

1.4.1.6. HS-SPME-GC/MS

Η αέρια χρωματογραφία συζευγμένη με φασματομετρία μάζας (GC-MS) σε συνδυασμό με εκχύλιση στερεάς φάσης μικροεκχύλισης (SPME) αποτελεί ευρέως εφαρμοζόμενη τεχνική για τον προσδιορισμό πτητικών ενώσεων σε τρόφιμα. Η SPME είναι τεχνική χωρίς χρήση διαλύτη, βασισμένη στην κατανομή των αναλυτών μεταξύ του δείγματος (ή του υπερκείμενου αερίου χώρου) και μιας επικαλυμμένης ίνας προσρόφησης/απορρόφησης. Στην παραλλαγή headspace-SPME (HS-SPME), η ίνα εκτίθεται στον αέριο χώρο πάνω από το δείγμα, μειώνοντας τις παρεμβολές της μήτρας και βελτιώνοντας τη σταθερότητα της εκχύλισης σε πολύπλοκα τρόφιμα. Για τη βελτίωση της απόδοσης της εκχύλισης εφαρμόζεται συχνά προσθήκη NaCl ώστε να ενισχύεται το φαινόμενο salt-out, ειδικά σε υδατικές ή ημι-υδατικές μήτρες (85).

Ο διαχωρισμός επιτυγχάνεται σε τριχοειδή στήλη κατάλληλης πολικότητας ανάλογα με το προφίλ των ενώσεων με πρόγραμμα θερμοκρασίας φούρνου που επιτρέπει την επαρκή ανάλυση χαμηλού και υψηλότερου σημείου ζέσεως πτητικών ενώσεων. Η ανίχνευση πραγματοποιείται με ανιχνευτή μάζας, συνήθως σε ιονισμό ηλεκτρονικής κρούσης (EI, 70 eV). Η ταυτοποίηση βασίζεται σε σύγκριση φασμάτων μάζας με βιβλιοθήκες και πρότυπα αναφοράς. Η ποσοτικοποίηση μπορεί να γίνει με εξωτερική βαθμονόμηση, με matrix-matched καμπύλες ή/και με χρήση εσωτερικού προτύπου (86).

Η μεθοδολογία HS-SPME/GC-MS προσφέρει υψηλή ευαισθησία, καλή επαναληψιμότητα και ρεαλιστική αποτύπωση του αρωματικού/πτητικού προφίλ των τροφίμων, με σχετικά μικρό χρόνο προετοιμασίας δείγματος και ελάχιστη κατανάλωση αναλωσίμων. Παράλληλα, απαιτείται βελτιστοποίηση κρίσιμων παραμέτρων όπως η επιλογή ίνας, η θερμοκρασία και ο χρόνος εξισορρόπησης/εκχύλισης, η προσθήκη άλατος (salt-out), το pH (όπου σχετικό) και η ταχύτητα ανάδευσης, καθώς οι παράγοντες αυτοί επηρεάζουν σημαντικά την κατανομή των πτητικών ενώσεων και την τελική απόκριση (85,86).

1.4.1.7. HS-SPME-GCxGC-TOF-MS

Η δισδιάστατη αέρια χρωματογραφία (GC×GC) συζευγμένη με φασματομετρία μάζας χρόνου πτήσης (TOF-MS), σε συνδυασμό με μικροεκχύλιση στερεάς φάσης (SPME), αποτελεί ισχυρή προσέγγιση για τον αναλυτικό χαρακτηρισμό σύνθετων πτητικών προφίλ τροφίμων.

Αφού γίνει εκχύλιση οι αναλύτες εκροφώνται θερμικά στον εγχυτήρα και εισάγονται στο σύστημα GC×GC. Στην πρώτη διάσταση, 1D, επιτυγχάνεται αρχικός διαχωρισμός σε στήλη συγκεκριμένης πολικότητας, συχνά μη πολική ή μέσης πολικότητας. Η εκροή της 1^{ης} διάστασης διέρχεται από modulator, ο οποίος συλλέγει περιοδικά στενά “πακέτα”

εκλούματος και τα επανεισάγει συμπυκνωμένα στη δεύτερη διάσταση, 2D. Η δεύτερη στήλη, συνήθως με διαφορετική πολικότητα σε σχέση με την πρώτη, πραγματοποιεί ταχύτατο εκ νέου διαχωρισμό των υποκλασμάτων. Αυτό αυξάνει δραστικά τη συνολική διακριτική ικανότητα και επιτρέπει την ανίχνευση ενώσεων που σε απλή αέρια χρωματογραφία συγχρωματογραφούνται και δεν μπορούν να ταυτοποιηθούν ή να ποσοτικοποιηθούν αξιόπιστα (87).

Η ανίχνευση με TOF-MS είναι ιδιαίτερα κατάλληλη για GC×GC, καθώς προσφέρει πολύ υψηλές ταχύτητες λήψης φασμάτων και επαρκή αριθμό σημείων ανά κορυφή, κάτι κρίσιμο λόγω των εξαιρετικά στενών κορυφών της δεύτερης διάστασης. Επιπλέον, η αυξημένη ευαισθησία και η δυνατότητα αποτελεσματικότερης επεξεργασίας φασμάτων επιτρέπουν την ανίχνευση ενώσεων σε χαμηλότερα επίπεδα συγκέντρωσης και τη βελτιωμένη ταυτοποίηση σε πολύπλοκες τροφικές μήτρες (87).

Η προσέγγιση HS-SPME–GC×GC/TOF-MS προσφέρει ολοκληρωμένη και λεπτομερή χαρτογράφηση του αρώματος και των πτητικών δεικτών ποιότητας/αλλοίωσης, με ελάχιστη προετοιμασία δείγματος. Ωστόσο, απαιτεί προσεκτική βελτιστοποίηση παραμέτρων όπως η επιλογή ίνας HS-SPME, η σύζευξη και πολικότητα των δύο στηλών, ο τύπος και η περίοδος διαμόρφωσης (modulation period), καθώς και οι ρυθμίσεις του TOF-MS, ώστε να εξασφαλιστούν σταθερή απόδοση, αξιόπιστη ταυτοποίηση και αναπαραγώγιμα ποσοτικά αποτελέσματα.

1.4.2. Οίνου και προϊόντων οίνου

Στην προηγούμενη ενότητα παρουσιάστηκαν οι αρχές των μεθόδων Folin–Ciocalteu, FRAP, δέσμευσης της ρίζας DPPH, εκκαθάρισης ριζών υδροξυλίου, αξιολόγησης της αντιφλεγμονώδους δράσης μέσω αναστολής της λιποξυγενάσης, καθώς και των τεχνικών HS-SPME–GC/MS και HS-SPME–GC×GC/TOF-MS για τον προσδιορισμό πτητικών ενώσεων. Οι ίδιες μεθοδολογικές αρχές εφαρμόζονται και στο παρόν κεφάλαιο· για λόγους αποφυγής επανάληψης δεν παρατίθενται εκ νέου. Στη συνέχεια περιγράφονται οι αρχές των μεθόδων που χρησιμοποιήθηκαν αποκλειστικά για τα προϊόντα οίνου.

1.4.2.1. Προσδιορισμός διοξειδίου του θείου

Το διοξείδιο του θείου στον οίνο απαντά σε ισορροπία ως μοριακό SO_2 (H_2SO_3) και ως διθειώδες (HSO_3^-), ενώ ένα μέρος του δεσμεύεται με συστατικά του οίνου. Σύμφωνα με την OIV, ελεύθερο SO_2 ορίζεται το άθροισμα των μορφών H_2SO_3 και HSO_3^-, ενώ ολικό SO_2 ορίζεται ως το σύνολο των μορφών του SO_2 σε ελεύθερη και δεσμευμένη κατάσταση. Η

κατανομή του ελεύθερου κλάσματος επηρεάζεται από pH και θερμοκρασία. Η ιωδομετρική μέθοδος βασίζεται στην οξειδοαναγωγική αντίδραση κατά την οποία το SO_2 δρα ως αναγωγικό μέσο και καταναλώνει ιώδιο σε όξινο περιβάλλον. Το τελικό σημείο ανιχνεύεται με δείκτη αμύλου, όπου η εμφάνιση σταθερού μπλε χρώματος υποδηλώνει περίσσεια ιωδίου (88). Για τον προσδιορισμό του ολικού SO_2, προηγείται αλκαλική υδρόλυση, η οποία απελευθερώνει το δεσμευμένο SO_2 από τις ενώσεις προσθήκης.

Επειδή ορισμένες ουσίες του οίνου οξειδώνονται επίσης από ιώδιο σε όξινο μέσο μπορεί να προκύψει ψευδώς αυξημένη τιμή με την ιωδομετρική ογκομέτρηση. Σε όξινο περιβάλλον, πέρα από το SO_2, ορισμένες ουσίες του οίνου οξειδώνονται επίσης από το ιώδιο, με αποτέλεσμα να προκύπτει υπερεκτίμηση του SO_2. Για να διορθωθεί το σφάλμα πριν την ογκομέτρηση, το ελεύθερο SO_2 δεσμεύεται πλήρως με περίσσεια αιθανάλης ή προπανάλης. Έτσι, κατά την ογκομέτρηση το ιώδιο που καταναλώνεται αντιστοιχεί σε άλλες οξειδώσιμες ουσίες του δείγματος (88).

1.4.2.2. Μέτρηση Χρώματος

Το χρώμα του λευκού οίνου περιγράφεται με μέτρηση απορρόφησης στα 420 nm. Οι χρωματικές ιδιότητες των ερυθρών και ροζέ οίνων μπορούν να περιγραφούν με δύο βασικές παραμέτρους, την ένταση χρώματος και τον χρωματικό τόνο. Ο OIV ορίζει ότι η ένταση χρώματος προκύπτει από το άθροισμα των απορροφήσεων στα 420, 520 και 620 nm, ενώ ο χρωματικός τόνος εκφράζεται ως λόγος της απορρόφησης στα 420 nm προς την απορρόφηση στα 520 nm (89).

Η φυσικοχημική λογική του δείκτη είναι ότι η απορρόφηση στα 520 nm σχετίζεται κυρίως με το ερυθρό χρώμα που αποδίδεται σε ανθοκυανίνες και τα παράγωγά τους, ενώ η απορρόφηση στα 420 nm αντανακλά την κιτρινωπή/καφετί συνιστώσα, η οποία αυξάνει με την οξείδωση, την εξέλιξη και τον σχηματισμό πιο σταθερών πολυμερισμένων χρωστικών. Επομένως, ο λόγος A420/A520 λειτουργεί ως δείκτης της μετατόπισης του χρώματος από “νεανικό” ερυθρό προς πιο κεραμιδί/καφέ αποχρώσεις κατά την παλαίωση ή την οξειδωτική καταπόνηση (90).

Με άλλα λόγια, ο χρωματικός τόνος είναι ένας γρήγορος, απλός και ιδιαίτερα χρήσιμος φασματοφωτομετρικός δείκτης που αποτυπώνει την ποιοτική κατεύθυνση της χρωματικής εξέλιξης του οίνου, περισσότερο παρά την “ποσότητα” του χρώματος. Για αυτό και χρησιμοποιείται ευρέως σε μελέτες παλαίωσης, οξειδωτικής σταθερότητας και τεχνολογικών παρεμβάσεων (91).

1.4.2.3. Προσδιορισμός δείκτη φαινολικών

Οι φαινολικές ενώσεις του οίνου αποτελούν μια ευρεία κατηγορία μορίων με αρωματικούς δακτυλίους και συζυγιακά συστήματα, τα οποία εμφανίζουν χαρακτηριστική απορρόφηση στην υπεριώδη περιοχή. Η μέτρηση της απορρόφησης στα 280 nm εκμεταλλεύεται αυτή τη φασματοσκοπική συμπεριφορά και χρησιμοποιείται ως ταχεία εκτίμηση του συνολικού φαινολικού φορτίου σε οίνους και γλεύκη. Πρόκειται για μία από τις απλούστερες και πιο άμεσες προσεγγίσεις για γρήγορη αξιολόγηση των συνολικών φαινολικών, εφόσον γίνει κατάλληλη αραίωση του δείγματος (92)

Στην πράξη, ο δείκτης φαινολικών προκύπτει από τη άμεση φασματοφωτομετρική ανάγνωση της απορρόφησης του δείγματος στα 280 nm, μετά από αραίωση ώστε οι τιμές απορρόφησης να βρίσκονται σε περιοχή καλής γραμμικότητας. Η τιμή αυτή χρησιμοποιείται ως δείκτης και όχι ως απόλυτη ποσοτικοποίηση, με στόχο τη συγκριτική αξιολόγηση δειγμάτων (92).

Η προσέγγιση αυτή είναι ιδιαίτερα ελκυστική γιατί είναι γρήγορη, οικονομική και δεν απαιτεί αντιδραστήρια, σε αντίθεση με χρωματομετρικές μεθόδους όπως Folin–Ciocalteu. Παρόλα αυτά, παραμένει μη ειδική μέτρηση, καθώς στα 280 nm μπορούν να συμβάλουν και άλλες ουσίες με UV απορρόφηση, ενώ η συσχέτιση με το πραγματικό συνολικό φαινολικό περιεχόμενο εξαρτάται από το είδος του οίνου και το προφίλ των φαινολικών (93).

1.4.2.4. Προσδιορισμός ο-διφαινολών

Ο προσδιορισμός των ο-διφαινολών στον οίνο βασίζεται στον σχηματισμό έγχρωμου συμπλόκου μεταξύ των ο-διφαινολικών ομάδων και των ιόντων μολυβδαινικού (Mo(VI)) από το μολυβδαινικό νάτριο. Η συμπλοκοποίηση αυτή οδηγεί σε κίτρινο προϊόν με χαρακτηριστική απορρόφηση στην περιοχή των 370 nm, η οποία είναι ανάλογη της συγκέντρωσης των ο-διφαινολών στο δείγμα (94).

Στη συνήθη εφαρμογή σε οίνο το δείγμα (συχνά αραιωμένο) αναμιγνύεται με διάλυμα 5% (w/v) μολυβδαινικού νατρίου σε EtOH/H_2O 1:1, αφήνεται να αναπτυχθεί το χρώμα για περίπου 15 min σε θερμοκρασία περιβάλλοντος και στη συνέχεια μετράται η απορρόφηση στα 370 nm. Η βαθμονόμηση γίνεται τυπικά με καφεϊκό οξύ και τα αποτελέσματα εκφράζονται ως ισοδύναμα καφεϊκού οξέος (CAE) ανά λίτρο οίνου (95).

Η συγκεκριμένη μέθοδος έχει υιοθετηθεί ευρέως σε τρόφιμα και ποτά ως γρήγορος δείκτης της κλάσης των ο-διφαινολικών ενώσεων, με ιστορική βάση την κλασική εφαρμογή του μολυβδαινικού αντιδραστηρίου για ο-διφαινόλες σε ελαιόλαδο (96).

1.4.2.5. Προσδιορισμός φλαβανολών

Οι φλαβανόλες (κυρίως κατεχίνη, επικατεχίνη και προανθοκυανιδίνες) αποτελούν κρίσιμη ομάδα φαινολικών που συνεισφέρει στη στυφάδα, στη δομή και στη συνολική αντιοξειδωτική συμπεριφορά του οίνου. Για τη στοχευμένη εκτίμησή τους χρησιμοποιείται ευρέως η μέθοδος DMACA (4-dimethylaminocinnamaldehyde) (97).

Η αρχή της μεθόδου βασίζεται στη σχηματοποίηση έντονα χρωματισμένου συμπλόκου/προϊόντος μεταξύ του DMACA και των φλαβαν-3-ολών σε όξινο μέσο. Το προϊόν εμφανίζει χαρακτηριστική μέγιστη απορρόφηση στο ορατό, συνήθως γύρω από τα 640 nm, επιτρέποντας την ποσοτικοποίηση των φλαβανόλων με μειωμένη παρεμβολή από τις ανθοκυανίνες σε σχέση με άλλες χρωματομετρικές προσεγγίσεις. Τα αποτελέσματα εκφράζονται συνήθως ως ισοδύναμα κατεχίνης ή προκυανιδίνης, ανάλογα με τον σχεδιασμό της καμπύλης αναφοράς (98).

1.4.2.6. Προσδιορισμός υδροξυκινναμωμικών

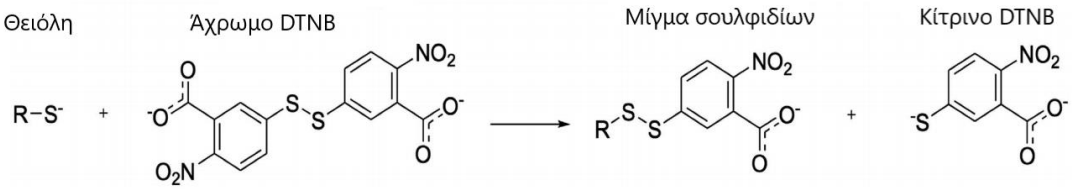
Τα υδροξυκινναμωμικά οξέα και τα παράγωγά τους αποτελούν σημαντικό μέρος των μη φλαβονοειδών φαινολικών συστατικών του οίνου, ιδιαίτερα στους λευκούς οίνους. Λόγω του αρωματικού δακτυλίου και του συζυγιακού τους συστήματος, παρουσιάζουν χαρακτηριστική απορρόφηση στην υπεριώδη περιοχή με έντονη ζώνη γύρω από 320 nm. Για τον λόγο αυτό, η άμεση μέτρηση της απορρόφησης στα 320 nm έχει χρησιμοποιηθεί ως ταχεία φασματοφωτομετρική εκτίμηση του περιεχομένου σε υδροξυκινναμωμικά και των παραγώγων τους (99).

Η προσέγγιση αυτή αποδίδει έναν δείκτη και όχι απόλυτη ποσοτικοποίηση, καθώς διαφορετικά υδροξυκινναμωμικά έχουν διαφορετικούς συντελεστές μοριακής απορρόφησης και η απορρόφηση μπορεί να προέρχεται και από άλλες ουσίες με ζώνες στην ίδια περιοχή. Επομένως, το A320 είναι ιδιαίτερα χρήσιμο για συγκριτική αξιολόγηση δειγμάτων και παρακολούθηση τάσεων, ενώ για ακριβή ταυτοποίηση/ποσοτικοποίηση προτιμώνται χρωματογραφικές τεχνικές (99).

1.4.2.7. Προσδιορισμός Ολικών ελεύθερων σουλφυδρυλομάδων

Το 1959 ο Ellman εισήγαγε την ένωση 5,5-διθειοδις-(2-νιτροβενζοϊκό οξύ), γνωστή και ως DTNB ή αντιδραστήριο Ellman, η οποία είναι ευδιάλυτη στο νερό και συμβάλλει στον ποσοτικό προσδιορισμό των ελεύθερων σουλφυδρυλομάδων (-SH). Παρουσία θειολών και σε ουδέτερο ή ελαφρώς αλκαλικό pH, το άχρωμο DTNB διασπάται σε 5-μερκαπτο-2-

νιτροβενζοϊκό οξύ όπως φαίνεται και στην εικόνα 8, που είναι κίτρινου χρώματος και εμφανίζει μέγιστη απορρόφηση στα 412 nm (100).



Εικόνα 8. Αντίδραση DTNB με θειόλη (101).

Το αντιδραστήριο Ellman χρησιμοποιείται κατά κύριο λόγο για τον προσδιορισμό των πρωτεϊνών που περιέχουν σουλφυδρυλικές ομάδες ή άλλων βιολογικών συστημάτων (102).

1.5. Σκοπός

Ο σκοπός της παρούσας διδακτορικής διατριβής ήταν η ανάπτυξη και η ολοκληρωμένη αξιολόγηση επιδόρπιων γιαουρτιού και προϊόντων οίνου με προσθήκη επιλεγμένων φυτικών προϊόντων και εκχυλισμάτων τους, συγκεκριμένα κρόκου Κοζάνης, μαστίχας Χίου και τσαγιού του βουνού Ηπείρου. Η μελέτη εστίασε στη διερεύνηση του κατά πόσο τα φυτικά αυτά υλικά μπορούν να λειτουργήσουν ως ενισχυτές της λειτουργικής αξίας και της αντιοξειδωτικής και βιοδραστικής δυναμικής δύο διαφορετικών τροφικών μητρών, χωρίς να υποβαθμίζουν την τεχνολογική συμπεριφορά και την αποδοχή από τον καταναλωτή.

Παράλληλα, στόχος ήταν η συστηματική αποτύπωση της επίδρασης των φυτικών προσθηκών στα φυσικοχημικά, μικροβιολογικά, αισθητηριακά και αρωματικά χαρακτηριστικά των προϊόντων, μέσω κλασικών προσδιορισμών και προηγμένων αναλυτικών τεχνικών για την αντιοξειδωτική δράση, τις βιοδράσεις και το πτητικό προφίλ. Με αυτόν τον τρόπο, η διατριβή επιδιώκει να προσφέρει τεκμηριωμένα δεδομένα για την πιθανή αξιοποίηση εμβληματικών ελληνικών φυτικών υλικών σε καινοτόμα γαλακτοκομικά και οινικά προϊόντα με προστιθέμενη αξία.

2. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

2.1. Υλικά

2.1.1. Όργανα και συσκευές

Αυτόματη πιπέτα 200–1000 μL (Orange Scientific, Βρυξέλλες, Βέλγιο); Αυτόματη πιπέτα 200–1000 μL (Gilson, Μίντλετον, ΗΠΑ); Αυτόματη πιπέτα 20–200 μL (Gilson, Μίντλετον, ΗΠΑ); Αυτόματη πιπέτα 50–200 μL (Gilson, Μίντλετον, ΗΠΑ); Αυτόματη πιπέτα 2–20 μL (Gilson, Μίντλετον, ΗΠΑ); Ηλεκτρόδιο pH (Hamilton tiptrode, Νεβάδα, ΗΠΑ); Ίνα SPME Divinylbenzene/Carboxen/PDMS (Supelco, Πενσυλβάνια, ΗΠΑ); Βουτυρόμετρο Gerber βαθμονομημένο έως 10% (Funke Gerber, Βερολίνο, Γερμανία); Πεχάμετρο (Consort C831, Τούρνχαουτ, Βέλγιο); Αναλυτικός ζυγός τεσσάρων δεκαδικών ψηφίων 220 g με διακριτική ικανότητα d = 0,1 mg (Kern & Sohn, Έμπινγκεν, Γερμανία); Αναλυτικός ζυγός τεσσάρων δεκαδικών ψηφίων 120 g με διακριτική ικανότητα d = 0,1 mg (Kern & Sohn, Έμπινγκεν, Γερμανία); Ψυχόμενη φυγόκεντρος MIKRO 22R (Hettich, Μασαχουσέτη, ΗΠΑ); Μικροφυγόκεντρος 7200 g (Labnet, Νιου Τζέρσεϊ, ΗΠΑ); Θερμαινόμενη φυγόκεντρος (CHR Hansen, Χόερσχολμ, Δανία); Πυριαντήριο/φούρνος ξήρανσης (Memmert, Μπίχενμπαχ, Γερμανία); Επωαστικός θάλαμος Ecocell (MMM Medcenter, Πλένεγκ, Γερμανία); Λουτρό υπερήχων (ultrasonic bath cleaner) (Trade Reypa, Βαρκελώνη, Ισπανία); Vortex Genie-2 (Scientific Industries, Νέα Υόρκη, ΗΠΑ); Αυτόκαυστο (Selecta, Βαρκελώνη, Ισπανία); Φασματοφωτόμετρο UV-Vis 6505 (Jenway, Στάφορντσαιρ, Ηνωμένο Βασίλειο); Φασματοφωτόμετρο UV-1880 (Shimadzu, Κιότο, Ιαπωνία); Σύστημα SPME (Supelco, Πενσυλβάνια, ΗΠΑ); Τριχοειδής στήλη DB-5MS (43 m × 0,32 mm × 1 μm) (Agilent, Σάντα Κλάρα, ΗΠΑ); Τριχοειδής στήλη Innowax fused-silica (30 m × 0,32 mm, 0,5 μm) (Agilent, Σάντα Κλάρα, ΗΠΑ); Τριχοειδής στήλη Rxi-5MS (30 m × 0,25 mm × 0,25 μm) (Restek, Μπαντ Χόμπουργκ, Γερμανία); Τριχοειδής στήλη Rxi-17MS (2 m x 0,25 mm x 0,25 μm) (Restek, Μπαντ Χόμπουργκ, Γερμανία); Τριχοειδής στήλη Stabilwax-MS (30 m × 0,25 mm × 0,25 μm) (Restek, Μπαντ Χόμπουργκ, Γερμανία); Τριχοειδής στήλη Mega-1 HT Fast (1,19 m × 0,1 mm × 0,1 μm) (Mega, Λενιάνο, Ιταλία); Αέριος χρωματογράφος GC-2010 Plus (Shimadzu, Κιότο, Ιαπωνία); Φασματογράφος μάζας MS-QP-2010 Plus (Shimadzu, Κιότο, Ιαπωνία); Δισδιάστατος αέριος χρωματογράφος Agilent 8890 N (Agilent, Σάντα Κλάρα, ΗΠΑ); Σύστημα GC×GC-TOFMS BT Pegasus 4D (Leco, Ντουμπάι, Ηνωμένα Αραβικά Εμιράτα).

2.1.2. Αντιδραστήρια

Υδροξείδιο του νατρίου για ανάλυση, Φαινολοφθαλεΐνη, πενταϋδρικός θειικός χαλκός (Ferak, Βερολίνο, Γερμανία); Απόλυτη αιθανόλη ≥98%, υδροχλωρικό οξύ ≥37%, φωσφορικό οξύ ≥85%, αντιδραστήριο Folin–Ciocalteu, Trolox, 1,10-φαινανθρολίνη, θειικό οξύ 96%, λιποξυγενάση από γλυκίνη (soybean), λινολεϊκό οξύ, κατεχίνη, κιτρικό οξύ, DTNB, γλουταθειόνη (Sigma-Aldrich, Σεντ Λούις, ΗΠΑ); Χλωριούχος σίδηρος, DPPH, μεταδιθειώδες νάτριο, 4-μεθυλο-2-πεντανόλη, p-διμεθυλαμινοκινναμαλδεΰδη (Aldrich, Στάινχαϊμ, Γερμανία); Απόλυτη μεθανόλη ≥98% (Fisher Scientific, Χάμπτον, ΗΠΑ); Ιωδιούχο κάλιο ≥99,5% (POCh SA, Γκλίβιτσε, Πολωνία); Καφεϊκό οξύ άνυδρο, οξικό οξύ, διένυδρο βολφραμικό νάτριο, χλωραμίνη Τ τριϋδρική, χλωριούχο νάτριο, γαλλικό οξύ άνυδρο, υπεροξείδιο του υδρογόνου 30%, ανθρακικό νάτριο άνυδρο, TPTZ, βορικό οξύ, διφωσφορικά άλατα, τρυγικό οξύ (Merck, Ντάρμσταντ, Γερμανία); Μολυβδαινικό νάτριο 98% (Alpha Aesar, Μασαχουσέτη, ΗΠΑ); Ενεργός άνθρακας (Lafford and Cie, Μπορντό, Γαλλία); Άμυλο (Riedel de Haen, Βόρεια Καρολίνα, ΗΠΑ); Επταϋδρικός θειικός σίδηρος(II) (Polskie Odczynniki Chemiczne, Γκλίβιτσε, Πολωνία); Αμπούλα ιωδίου 0,05 mol, ακεταλδεΰδη >99,5% (Fixual Honeycell Fluka, Βόρεια Καρολίνα, ΗΠΑ); Ισοαμυλική αλκοόλη, υδροξείδιο του καλίου (Mallinckrodt, Δουβλίνο, Ιρλανδία); Φορμαλδεΰδη 36%–38% (Lach-Ner, Νεράτοβιτσε, Τσεχία); Ρυθμιστικό διάλυμα πεπτόνης, άγαρ Violet Red Bile Glucose (Ammedia LAB, Χέιγουντ, Ηνωμένο Βασίλειο).

Η καλλιέργεια γιαουρτιού ήταν η λυοφυλιωμένη YC-381, συσκευασία 50 U (Hansen Company, Χορλσομ, Δανία), η οποία περιέχει επιλεγμένα στελέχη *Streptococcus thermophilus* και *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus*.

2.1.3. Πρώτες ύλες

2.1.3.1. Παρασκευής επιδόρπιων γιαουρτιού

Αγελαδινό γάλα

Το γάλα που χρησιμοποιήθηκε ήταν φρέσκο γάλα πλήρες με 3,5% λιπαρά της εταιρείας “Δωδώνη Α.Ε.”, εμφιαλωμένο κατά τον μήνα Νοέμβριο του έτους 2022.



Εικόνα 9. Αγελαδινό γάλα που χρησιμοποιήθηκε για την παρασκευή αγελαδινού γιαουρτιού και επιδόρπιων γιαουρτιού.

Γίδινο γάλα

Χρησιμοποιήθηκε γίδινο γάλα από την εταιρία «Γιαννιώτικο», το οποίο ήταν ομογενοποιημένο, παστεριωμένο και είχε υποστεί απόσμιση, εμφιαλωμένο κατά τον μήνα Δεκέμβριου του 2023.



Εικόνα 10. Γίδινο γάλα που χρησιμοποιήθηκε για την παρασκευή γίδινου γιαουρτιού και επιδόρπιων γιαουρτιού.

2.1.3.2. Παρασκευής προϊόντων οίνου

Λευκοί οίνοι

Οι λευκοί οίνοι που χρησιμοποιήθηκαν ήταν εσοδείας 2021.

Α: Miss Debina, Ντεμπίνα Ηπείρου από το οινοποιείο Jimas winery με χαμηλότερο επίπεδο διοξειδίου του θείου.

Β: Ντεμπίνα ονομασίας προέλευσης από το οινοποιείο Γκλίναβος με χαμηλότερο επίπεδο διοξειδίου του θείου.

Γ: Miss Debina, Ντεμπίνα Ηπείρου από το οινοποιείο Jimas winery με υψηλότερο επίπεδο διοξειδίου του θείου.

Δ: Ντεμπίνα ονομασίας προέλευσης από το οινοποιείο Γκλίναβος με υψηλότερο επίπεδο διοξειδίου του θείου.

Ροζέ οίνος

Χρησιμοποιήθηκε ο ροζέ οίνος Merlot "Jimas Liberte" από το οινοποιείο Jimas winery, εσοδείας του 2022.

2.1.3.3. Φυτικά υλικά και εκχυλίσματά τους

Τσάι του βουνού Ηπείρου: Τσάι από Myrtali organics, προϊόν άνυδρης βιολογικής καλλιέργειας από τα βουνά της Ηπείρου, εσοδείας των ετών 2021 και 2022.



Εικόνα 11. Τσάι του βουνού που χρησιμοποιήθηκε στην παρασκευή επιδόρπιων αγελαδινού γιαουρτιού και προϊόντων λευκών οίνων.

Κρόκος Κοζάνης: Κρόκος Κοζάνης ΠΟΠ, Ελληνικός κόκκινος κρόκος σε σακουλάκια των 0,25 γραμμαρίων, εσοδείας των ετών 2021 και 2022. Προϊόν βιολογικής καλλιέργειας (BIO).



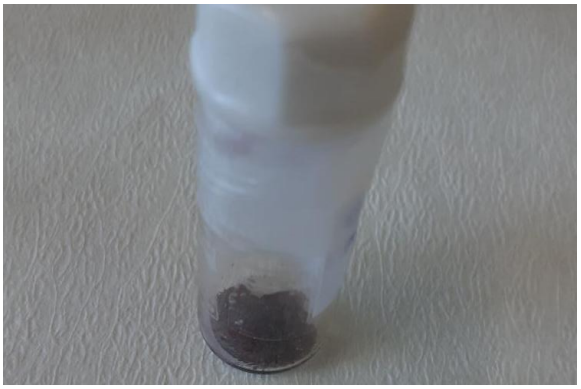
Εικόνα 12. Κρόκος Κοζάνης που χρησιμοποιήθηκε στην προϊόντων λευκών οίνων.

Μαστίχα Χίου: Μαστίχα Χίου της Ένωσης μαστιχοπαραγωγών Χίου σε μεσαίου μεγέθους δάκρυα και σε συσκευασία των 10 γραμμαρίων, εσοδείας των ετών 2021 και 2022. Έγινε κονιορτοποίηση της μαστίχας ώστε να έρθει σε μορφή σκόνης σε πορσελάνινο γουδί και γουδοχέρι.



Εικόνα 13 Μαστίχα Χίου που χρησιμοποιήθηκε στην παρασκευή προϊόντων λευκών οίνων.

Κρόκος Κοζάνης: Λυοφιλιωμένο εκχύλισμα κρόκου σε νερό. Ο κρόκος που χρησιμοποιήθηκε για εκχύλιση ήταν Ελληνικός κόκκινος κρόκος σε σακουλάκια των 0,25 γραμμαρίων. Προϊόν βιολογικής καλλιέργειας (BIO), εσοδείας του έτους 2022. Για την παραλαβή του εκχυλίσματος 400 mg κρόκου εκχυλίστηκαν σε 40 ml ζεστό νερό. Από τη διαδικασία προέκυψαν 0,242 g λυοφιλιωμένου εκχυλίσματος. Η προετοιμασία του εκχυλίσματος πραγματοποιήθηκε στο τμήμα φαρμακευτικής του ΕΚΠΑ, από τον διδάκτορα Δαδιώτη Βαγγέλη σε συνεργασία με τον αναπληρωτή καθηγητή Μαγιάτη Προκόπη (Παράρτημα Α).



Εικόνα 14. Λυοφιλιωμένο υδατικό εκχύλισμα κρόκου Κοζάνης που χρησιμοποιήθηκε στην Παρασκευή επιδόρπιων γίδινου γιαουρτιού.

Τσάι του βουνού Ηπείρου: Λυοφιλιωμένο εκχύλισμα από άνθη και φύλλα τσαγιού σε νερό. Το τσάι που χρησιμοποιήθηκε για εκχύλιση ήταν από την Ήπειρο, το «*Sideritis raeseri*», άνυδρης βιολογικής καλλιέργειας από την εταιρία Myrtali organics, εσοδείας του έτους 2022. Για την παραλαβή του εκχυλίσματος 13,5 g τσαγιού καλύφθηκαν με ζεστό νερό. Από τη διαδικασία προέκυψαν 1,6 g λυοφιλιωμένου εκχυλίσματος. Η προετοιμασία των εκχυλισμάτων πραγματοποιήθηκε στο τμήμα φαρμακευτικής του ΕΚΠΑ, από τον διδάκτορα Δαδιώτη Βαγγέλη σε συνεργασία με τον αναπληρωτή καθηγητή Μαγιάτη Προκόπη (Παράρτημα Α).



Εικόνα 15. Λυοφιλιωμένο υδατικό εκχύλισμα τσαγιού του βουνού που χρησιμοποιήθηκε στην Παρασκευή επιδόρπιων γίδινου γιαουρτιού..

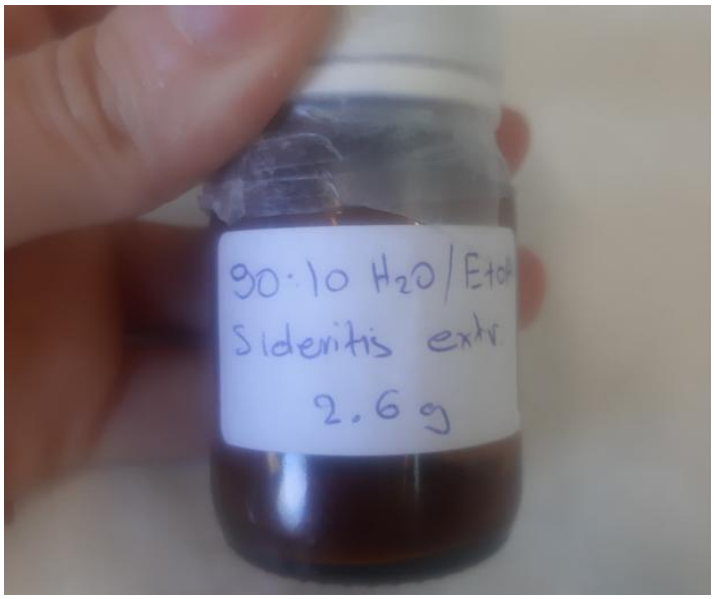
Κρόκος Κοζάνης: Λυοφιλιωμένο εκχύλισμα κρόκου σε EtOH 10%. Ο κρόκος που χρησιμοποιήθηκε για εκχύλιση ήταν Ελληνικός κόκκινος κρόκος σε σακουλάκια των 0,25

γραμμαρίων, εσοδείας του έτους 2022. Προϊόν βιολογικής καλλιέργειας (BIO). Για την παραλαβή του εκχυλίσματος 1 g κρόκου εκχυλίστηκε σε 100 ml H_2O/EtOH (90:10) σε λουτρό υπερήχων για 30 min. Από τη διαδικασία προέκυψαν 0,55 g λυοφιλιωμένου εκχυλίσματος. Η προετοιμασία των εκχυλισμάτων πραγματοποιήθηκε στο τμήμα φαρμακευτικής του ΕΚΠΑ, από τον διδάκτορα Δαδιώτη Βαγγέλη σε συνεργασία με τον αναπληρωτή καθηγητή Μαγιάτη Προκόπη (Παράρτημα Α).



Εικόνα 16. Λυοφιλιωμένο υδατοαλκοολικό εκχύλισμα κρόκο Κοζάνης που χρησιμοποιήθηκε στην ανάπτυξη προϊόντων ροζέ οίνου.

Τσάι του βουνού Ηπείρου: Λυοφιλιωμένο εκχύλισμα από άνθη και φύλλα τσαγιού σε EtOH 10%. Το τσάι που χρησιμοποιήθηκε για εκχύλιση ήταν από την Ήπειρο, το «*Sideritis raeseri*», άνυδρης βιολογικής καλλιέργειας από την εταιρία Myrtali organics, εσοδείας του έτους 2022. Για την παραλαβή του εκχυλίσματος 32 g τσαγιού εκχυλίστηκαν σε 400 ml H_2O/EtOH (90:10) σε λουτρό υπερήχων για 30 min. Από τη διαδικασία προέκυψαν 2,9 g λυοφιλιωμένου εκχυλίσματος. Η προετοιμασία των εκχυλισμάτων πραγματοποιήθηκε στο τμήμα φαρμακευτικής του ΕΚΠΑ, από τον διδάκτορα Δαδιώτη Βαγγέλη σε συνεργασία με τον αναπληρωτή καθηγητή Μαγιάτη Προκόπη (Παράρτημα Α).



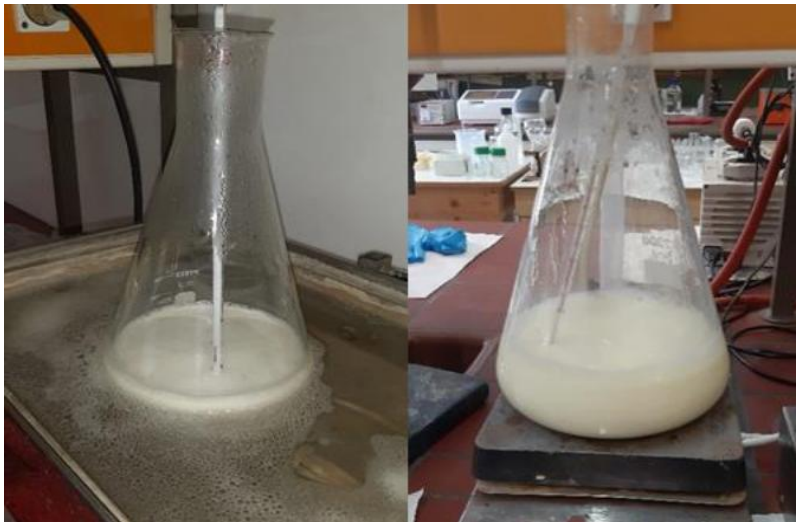
Εικόνα 17. Λυοφιλιωμένο υδατοαλκοολικό εκχύλισμα τσαγιού του βουνού που χρησιμοποιήθηκε στην ανάπτυξη προϊόντων ροζέ οίνου.

2.2. Πειραματική πορεία

2.2.1. Παρασκευή αγελαδινού γιαουρτιού και επιδόρπιων αγελαδινού γιαουρτιού

Η παρασκευή γιαουρτιού πραγματοποιήθηκε με γάλα το οποίο είχε εμφιαλωθεί την ίδια ημέρα. Σε αναλυτικό ζυγό ακριβείας ζυγίστηκαν οι απαραίτητες ποσότητες από τα φυτικά συστατικά. Υπό ασηπτικές συνθήκες ζυγίστηκαν 60 mg καλλιέργειας για κάθε λίτρο γάλα που χρησιμοποιήθηκε σε αναλυτικό ζυγό.

Σε υδατόλουτρο των 100 ° C τοποθετήθηκε φιάλη με 950 mL γάλα, το οποίο θερμάνθηκε στους 90 °C για 15 min. Στη συνέχεια με ήπια ανάδευση παρέμεινε στη μαγνητική πλάκα μέχρι να φτάσει στους 45 °C και τότε πραγματοποιήθηκε η προσθήκη της καλλιέργειας. Η καλλιέργεια διαλύθηκε σε μικρή ποσότητα γάλακτος και προστέθηκε στο σύνολο του γάλακτος στην κωνική φιάλη. Η κωνική φιάλη αναδεύτηκε ισχυρά με το χέρι για την ομοιογενή διαλυτοποίηση της καλλιέργειας



Εικόνα 18. Θερμική κατεργασία και ψύξη γάλακτος στους 45 °C.

Το περιεχόμενο της φιάλης μοιράστηκε ισόποσα σε πλαστικά κεσεδάκια πολυπροπυλενίου των 80 mL και τοποθετήθηκαν στον θάλαμο επώασης που είχε σταθερή θερμοκρασία 42 °C. Όταν το pH τους έφτασε κοντά στο 4,40 - 4,42, τοποθετήθηκαν στον ψυκτικό θάλαμο, αφού προηγουμένως έμειναν σε θερμοκρασία δωματίου για 15 λεπτά. Η θερμοκρασία του θαλάμου ήταν 4 °C.

Η ίδια διαδικασία ακολουθήθηκε για την παρασκευή επιδόρπιων γιαουρτιού με προσθήκη των φυτικών συστατικών. Τα φυτικά υλικά προστέθηκαν στο γάλα.



Εικόνα 19. Επώαση γιαουρτιού και επιδόρπιων γιαουρτιού.

Παρασκευάστηκαν τα εξής επιδόρπια γιαουρτιού:

Μα: Γιαούρτι αγελαδινό από πλήρες γάλα με 3,5% λιπαρά που χρησίμευσε ως μάρτυρας.

T_1: Επιδόρπιο γιαουρτιού αγελαδινό από πλήρες γάλα με 3,5% λιπαρά με χαμηλή συγκέντρωση τσαγιού του βουνού.

T_2: Επιδόρπιο γιαουρτιού αγελαδινό από πλήρες γάλα με 3,5% λιπαρά με υψηλή συγκέντρωση τσαγιού του βουνού, διπλάσια του T_1.

2.2.2. Παρασκευή γίδινου γιαουρτιού και επιδόρπιων γίδινου γιαουρτιού

Η παρασκευή γιαουρτιού πραγματοποιήθηκε με γάλα το οποίο είχε εμφιαλωθεί την ίδια ημέρα. Σε αναλυτικό ζυγό ακριβείας ζυγίστηκαν οι απαραίτητες ποσότητες από τα εκχυλίσματα των φυτικών συστατικών. Υπό ασηπτικές συνθήκες ζυγίστηκαν 60 mg καλλιέργειας για κάθε λίτρο γάλα που χρησιμοποιήθηκε σε αναλυτικό ζυγό.

Σε υδατόλουτρο των 100 °C τοποθετήθηκε φιάλη με 950 mL γάλα, το οποίο θερμάνθηκε στους 90 °C για 15 min. Στη συνέχεια με ήπια ανάδευση παρέμεινε στη μαγνητική πλάκα μέχρι να φτάσει στους 45 °C τότε έγινε η προσθήκη της καλλιέργειας με τον τρόπο που περιγράφηκε. Η κωνική φιάλη αναδεύτηκε ισχυρά με το χέρι για την ομοιογενή διαλυτοποίηση της καλλιέργειας και το περιεχόμενο της φιάλης μοιράστηκε ισόποσα σε πλαστικά κεσεδάκια πολυπροπυλενίου των 80 mL και τοποθετήθηκαν στον θάλαμο επώασης που είχε σταθερή θερμοκρασία 42 °C.

Όταν το pH τους έφτασε κοντά στο 4,40 - 4,42, τοποθετήθηκαν στον ψυκτικό θάλαμο, αφού προηγουμένως έμειναν σε θερμοκρασία δωματίου για 15 λεπτά. Η θερμοκρασία του θαλάμου ήταν 4°C.

Παρασκευάστηκαν τα εξής επιδόρπια γιαουρτιού:

Μγ: Γιαούρτι γίδινο από πλήρες γάλα με 3,5% λιπαρά που χρησίμευσε ως μάρτυρας.

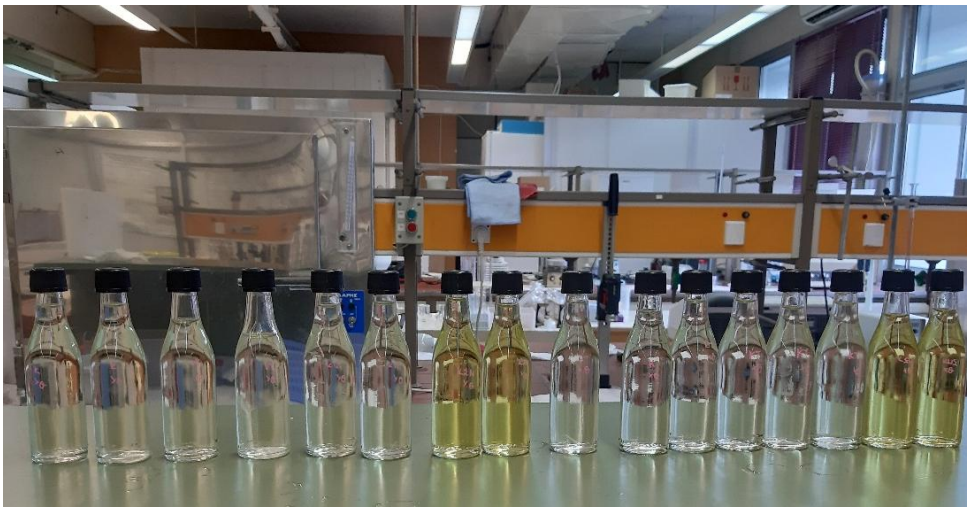
Κ: Επιδόρπιο γιαουρτιού από πλήρες γίδινο γάλα με 3,5% λιπαρά με λυοφιλιωμένο εκχύλισμα κρόκου.

ΚΤ: Επιδόρπιο γιαουρτιού από πλήρες γίδινο γάλα με 3,5% λιπαρά με λυοφιλιωμένο εκχύλισμα κρόκου και με λυοφιλιωμένο εκχύλισμα τσαγιού του βουνού.

2.2.3. Παρασκευή προϊόντων λευκού οίνου Ντεμπίνα

Η παρασκευή προϊόντων λευκού οίνου Ντεμπίνα πραγματοποιήθηκε τους μήνες Μάιο, Ιούνιο και Ιούλιο του έτους 2022. Σε αναλυτικό ζυγό ακριβείας ζυγίστηκαν οι απαραίτητες ποσότητες από τα φυτικά συστατικά. Για τον πειραματικό οίνο με τσάι του βουνού ζυγίστηκε 0,1 g τσαγιού. Για τον πειραματικό οίνο με μαστίχα και κρόκο ζυγίστηκαν 0,03 g μαστίχας και 0,002 g σαφράν. Μετά το άνοιγμα κάθε φιάλης πραγματοποιούνταν η προσθήκη. Τα φυτικά

προϊόντα ζυγίστηκαν και προστέθηκαν στον οίνο ο οποίος μοιράστηκε σε μπουκαλάκια των 50 mL (45 mL κρασί/ μπουκάλι) και διατηρούνταν σε ψυκτικό θάλαμο στους 15 °C μέχρι την ανάλυση.



Εικόνα 20. Πειραματικά δείγματα λευκού οίνου μετά την εκχύλιση.

Για κάθε ένα από τα εμπορικά κρασιά παρασκευάστηκαν τα εξής κρασιά:

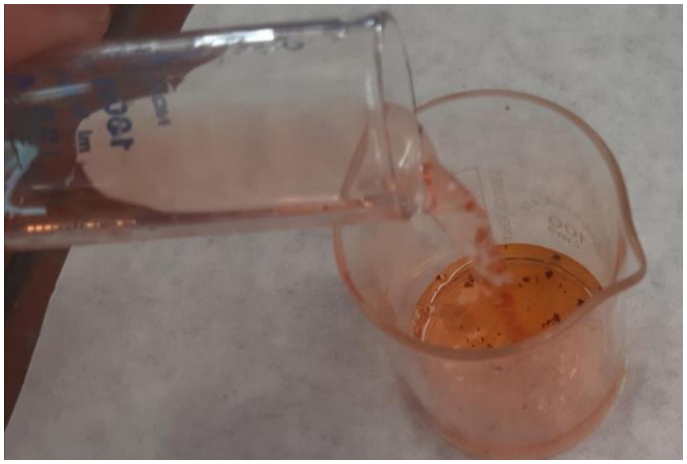
Μλ: Αρχικός οίνος που υπέστη ίδιο χειρισμό με τους πειραματικούς οίνους με προσθήκη φυτικών συστατικών.

ΚΜ: Πειραματικός οίνος με προσθήκη 0,15 g/L μαστίχας και 10 mg/L κρόκου Κοζάνης.

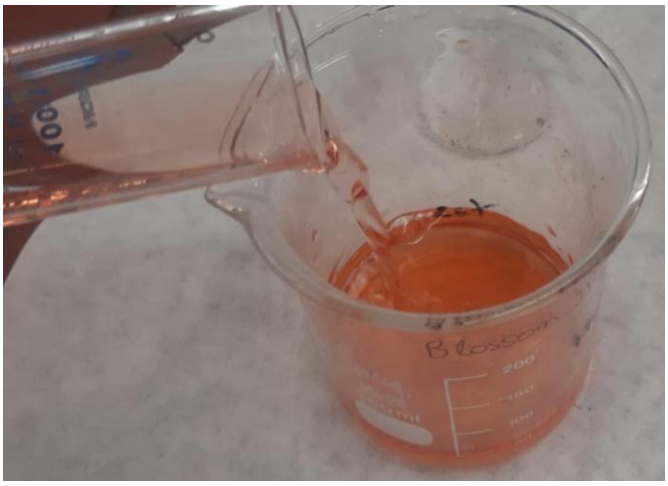
Τ: Πειραματικός οίνος με προσθήκη 0,5 g/L τσαγιού του βουνού.

2.2.4. Παρασκευή προϊόντων ροζέ οίνου Merlot-Cabernet Sauvignon

Η παρασκευή προϊόντων ροζέ οίνου πραγματοποιήθηκε τους μήνες Ιούλιο, Αύγουστο και Σεπτέμβριο του έτους 2023. Τα φυτικά εκχυλίσματα προστέθηκαν στο ροζέ οίνο.



Εικόνα 21. Διάλυση λυοφιλιωμένου εκχυλίσματος κρόκου σε ροζέ οίνο.



Εικόνα 22. Διάλυση λυοφιλιωμένου εκχυλίσματος τσαγιού του βουνού σε ροζέ οίνο.

Τα 500 mL από κάθε δείγμα οίνου μοιράστηκαν σε μπουκαλάκια των 50 mL και διατηρήθηκαν στους 15 °C μέχρι να χρησιμοποιηθούν. Πραγματοποιήθηκαν αναλύσεις για τη βασική σύσταση του οίνου και των πειραματικών οίνων με φυτικά συστατικά, καθώς και αναλύσεις για το διοξείδιο του θείου και βιοδράσεις στις 0 ημέρες (t0), τον 1 μήνα (t1), στους 2 μήνες (t2), στους 5,5 μήνες (t3) και στους 10 μήνες (t4).



Εικόνα 23. Πειραματικά δείγματα ροζέ οίνου μετά την προσθήκη των εκχυλισμάτων.

Τα κρασιά τα οποία παρασκευάστηκαν ήταν:

Μρ: Ροζέ οίνος χωρίς την προσθήκη εκχυλισμάτων (Μάρτυρας).

T_1: Ροζέ οίνος με την προσθήκη χαμηλής συγκέντρωσης εκχυλίσματος τσαγιού.

T_2: Ροζέ οίνος με την προσθήκη υψηλής συγκέντρωσης εκχυλίσματος τσαγιού, διπλάσιας τους T_1.

$Σ_1$: Ροζέ οίνος με την προσθήκη χαμηλής συγκέντρωσης εκχυλίσματος κρόκου.

$Σ_2$: Ροζέ οίνος με την προσθήκη υψηλής συγκέντρωσης εκχυλίσματος κρόκου, διπλάσιας του $Σ_1$.

2.3. Μέθοδοι Ανάλυσης

2.3.1. Γάλακτος, γιαουρτιού και επιδόρπιων γιαουρτιού

2.3.1.1. Αναλύσεις βασικής σύστασης γάλακτος

2.3.1.1.1. Προσδιορισμός PH

Η μέτρηση του pH πραγματοποιήθηκε με ηλεκτρονικό πεχάμετρο Consort C831 και με ηλεκτρόδιο Hamilton Minitrode. Αφού τεθεί σε λειτουργία το πεχάμετρο ρυθμίζεται με

ρυθμιστικά διαλύματα pH=4 και pH=7 και στη συνέχεια μετράται το pH του γάλακτος με βύθιση του ηλεκτροδίου σε δοκιμαστικό σωλήνα με το προς ανάλυση γάλα.

2.3.1.1.2. Προσδιορισμός οξύτητας

Ο προσδιορισμός της οξύτητας έγινε με ογκομέτρηση με καυστικό κάλιο και δείκτη φαινολοφθαλεΐνη (103). Σε κωνική φιάλη των 100 mL μεταφέρονται 10 mL γάλακτος με γυάλινο σιφώνιο των 10 mL και γίνεται ογκομέτρηση με 0,1 M NaOH σε προχοΐδα των 25 mL ακρίβειας 0,1 mL, παρουσία 3 σταγόνων διαλύματος 1 % w/w φαινολοφθαλεΐνης . Η ογκομέτρηση σταματάει με την αλλαγή χρώματος από λευκό σε ροζ. 1 mL 0,1 M NaOH αντιστοιχεί σε 9,0 mg γαλακτικού οξέος. Το βάρος του γάλακτος υπολογίζεται με πολλαπλασιασμό επί το ειδικό βάρος του γάλακτος. Η οξύτητα με αυτόν τον τρόπο εκφράζεται σε % γαλακτικό οξύ w/w.

2.3.1.1.3. Προσδιορισμός λακτόζης γάλακτος

Ο προσδιορισμός της λακτόζης πραγματοποιήθηκε με ογκομέτρηση με θειοθειϊκό νάτριο και δείκτη άμυλο (104). 10 mL γάλακτος μεταφέρονται με σιφώνιο των 10 mL σε ογκομετρική φιάλη των 100 mL. Προστίθενται 25 mL απιονισμένου νερού και 40 mL από το αντιδραστήριο του βολφραμικού οξέος και αναμιγνύονται ήπια. Η ογκομετρική φιάλη συμπληρώνεται μέχρι την χαραγή με απιονισμένο νερό, το μίγμα αναμιγνύεται και αφήνεται ώστε να καθιζάνει το ίζημα.

Το περιεχόμενο διηθείται με πτυχωτό ηθμό σε κωνική φιάλη των 250 mL. Με γυάλινο σιφώνιο των 10 mL μεταφέρονται 10 mL διηθήματος σε κωνική φιάλη των 250 mL με εσμυρισμένο πώμα. Προστίθενται 5 mL διαλύματος 10 % w/v KI και 20 mL διαλύματος 0,04 N χλωραμίνης Τ 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 αφαιρείται το πώμα, ξεπλένεται με λίγο νερό που συγκεντρώνεται στην κωνική φιάλη και προστίθενται 5 mL διαλύματος 2 M HCl . Προστίθενται 10 mL διαλύματος 0,04 N θειοθειϊκού νατρίου με γυάλινο σιφώνιο των 10 mL και γίνεται ογκομέτρηση με το διάλυμα του θειοθειϊκού νατρίου. Όταν η αντίδραση πλησιάζει στο τέλος προστίθενται 3 σταγόνες αμύλου 1 % w/w. Γίνεται ανάγνωση του όγκου που καταναλώθηκε. Το αποτέλεσμα εκφράζεται σε % w/w μόνυδρη λακτόζη. Υπολογίζεται η διαφορά των mL θειοθειϊκού νατρίου που καταναλώθηκαν για το τυφλό προσδιορισμό και το γάλα και η ένδειξη διορθώνεται

πολλαπλασιάζοντας επί 0,992 για το πλήρες γάλα. Είναι γνωστό πως 1 mL 0,04 N θειοθειϊκού νατρίου αντιστοιχεί σε 0,0072 g μόνυδρης λακτόζης.

Αντιδραστήριο Βολφραμικού οξέος: 7 g $Na_2WO_42H_2O$ σε 870 mL dH_2O, 0,1 mL H_3PO_4 38 % w/w και 70 mL 1 N H_2SO_4.

2.3.1.1.4. Προσδιορισμός λίπους

Για τον προσδιορισμό του λίπους χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος Gerber (105). Σε ποτήρι ζέσεως των 100 mL ζυγίζονται 11 mL δείγματος. Προστίθενται 6 mL H_2SO_4 Gerber με γυάλινο σιφώνιο των 5 mL και στη συνέχεια το δείγμα μεταφέρεται ποσοτικά με τη βοήθεια άλλων 4 mL H_2SO_4 Gerber σε βουτυρόμετρο με βαθμονόμηση έως 10 %. Προστίθεται 1 mL αμυλικής αλκοόλης ειδικού βάρους 0,815, με γυάλινο σιφώνιο του 1 mL. Κατά την προσθήκη της αμυλικής αλκοόλης το σιφώνιο ακουμπά στα τοιχώματα του βουτυρόμετρου για να μην αναμειχθεί το δείγμα με το H_2SO_4. Το βουτυρόμετρο πωματίζεται με ελαστικό πώμα, ελέγχεται ο όγκος του δείγματος ώστε να βρίσκεται κατά 2/3 στην βαθμονομημένη κλίμακα. Προς τούτο προστίθενται σταγόνες H_2SO_4 Gerber με πιπέτα Pasteur. Το βουτυρόμετρο ανακινείται και τοποθετείται σε υδατόλουτρο 65 ° C για 15 min και μετά φυγοκεντρείται για 5 min με ταχύτητα 1000 στροφές/λεπτό στη θερμοκρασία των 65 ° C. Μετά τη φυγοκέντρηση η στιβάδα του λίπους που επιπλέει, μετακινείται με τη βοήθεια του πώματος, ώστε να έλθει στη βαθμονομημένη περιοχή και μετράται η στιβάδα του λίπους. Το αποτέλεσμα εκφράζεται με ακρίβεια πρώτου δεκαδικού ψηφίου, όση είναι και η ακρίβεια των υποδιαιρέσεων της κλίμακας του βουτυρόμετρου, ως λίπος % w/w . Η ακρίβεια της μεθόδου φθάνει στο 0,05 %. H_2SO_4 Gerber (91 % v/v): Σε ογκομετρική φιάλη των 250 mL προστίθενται 13 mL H_2O. Στη συνέχεια πάρα πολύ αργά προστίθεται το H_2SO_4.

2.3.1.1.5. Προσδιορισμός πρωτεϊνών

Ο προσδιορισμός των πρωτεϊνών έγινε με τη μέθοδο Pyne (106). Η μέθοδος προσδιορισμού τους βασίζεται στη δέσμευση των αμινομάδων των πρωτεϊνών με περίσσεια ουδέτερου διαλύματος φορμαλδεΰδης, οπότε σχηματίζονται οι "βάσεις του Schiff", οι οποίες είναι πολύ ασθενείς. Η μέθοδος αυτή δίνει σχετικά ακριβή αποτελέσματα, όταν αντιμετωπισθεί η παρεμπόδιση του ασβεστίου με την προσθήκη οξαλικών αλάτων. Αν δεν προστεθούν οξαλικά άλατα, πρέπει να χρησιμοποιηθεί μεγαλύτερος συντελεστής φορμόλης 1,95 αντί του 1,7.

Σε κωνική φιάλη των 100 mL ζυγίζονται 10 mL γάλακτος σε αναλυτικό ζυγό δύο δεκαδικών ψηφίων και γίνεται ογκομέτρηση με διάλυμα 0,1 M NaOH σε προχοΐδα των 25 mL, ακρίβειας

0,1 mL, παρουσία 3 σταγόνων διαλύματος φαινολοφθαλεΐνης 1 % w/w. Στη συνέχεια προστίθενται 2 mL φορμόλης, το μίγμα ανακινείται και ογκομετρείται με α mL διαλύματος 0,1 M NaOH. Ταυτόχρονα γίνεται και τυφλός προσδιορισμός, όπου ογκομετρούνται 2 mL φορμόλης και 10 mL απιονισμένου νερού με β mL διαλύματος 0,1 N NaOH. Το ποσοστό της πρωτεΐνης εκφράζεται σε % w/w και δίνεται από τη σχέση:

Πρωτεΐνη % w/w = 1,95 x (α-β) [5]

2.3.1.1.6. Προσδιορισμός στερεού υπολείμματος

Το στερεό υπόλειμμα προσδιορίστηκε σταθμικά (107). Σε προζυγισμένη κάψα πορσελάνης φέρονται 10 mL γάλακτος με σιφώνιο των 10 mL και προστίθενται μερικές σταγόνες οξικού οξέος για την καθίζηση της πρωτεΐνης. Στη συνέχεια ακολουθεί εξάτμιση σε υδατόλουτρο για 30 min και ξηραίνεται σε πυριαντήριο περίπου 2 ώρες στους 105 ° C μέχρι σταθερού βάρους. Έπειτα ζυγίζεται σε αναλυτικό ζυγό τεσσάρων δεκαδικών ψηφίων με απόκλιση 0,001. Το στερεό υπόλειμμα υπολογίζεται με τον τύπο:

$$\text{ΣΥ (\% w/v)} = \frac{m\ υπολείμματος}{V\ γάλακτος}\ x\ 100 \text{ [6]}$$

2.3.1.1.7. Προσδιορισμός τέφρας

Ο προσδιορισμός της τέφρας έγινε με σταθμική μέθοδο (108). Για τον προσδιορισμό της 5 mL γάλακτος προστίθενται σε προζυγισμένο χωνευτήριο πορσελάνης των 15 mL και παραμένει σε υδατόλουτρο στους 100 °C για εξάτμιση. Στη συνέχεια απανθρακώνεται σε κεραμικό φούρνο στους 525 °C. Έπειτα, ζυγίζεται σε αναλυτικό τεσσάρων δεκαδικών ψηφίων με απόκλιση 0,001 και η τέφρα υπολογίζεται από τον τύπο:

$$\text{Τέφρα (\% w/v)} = \frac{m\ τέφρας}{V\ γάλακτος}\ x\ 100 \text{ [7]}$$

2.3.1.2. Αναλύσεις βασικής σύστασης γιαουρτιού και επιδόρπιων γιαουρτιού

Πριν από κάθε δειγματοληψία τα δείγμα του γιαουρτιού η του επιδόρπιου γιαουρτιού ανακατευόταν με ένα κουτάλι ώστε να είναι ομοιογενή. Η μεταφορά του γιαουρτιού απ' το κεσεδάκι γίνεται με πλαστική σύριγγα. Πριν από τις μετρήσεις τα δείγματα παρέμεναν για 30 min σε θερμοκρασία δωματίου. Οι μέθοδοι προσδιορισμού που χρησιμοποιήθηκαν είναι οι ίδιες που χρησιμοποιήθηκαν και για το γάλα με κάποιες παραλλαγές.

2.3.1.2.1. Προσδιορισμός pH

Ο προσδιορισμός του pH πραγματοποιήθηκε με πεχάμετρο. Ακολουθείτε η ίδια διαδικασία με αυτή της μέτρησης του pH στο γάλα. Το ηλεκτρόδιο αφού ρυθμιστεί βυθίζεται στο γιαούρτι ώστε να καλυφθεί τουλάχιστον η κεφαλή του ηλεκτροδίου.

2.3.1.2.2. Προσδιορισμός οξύτητας

Ο προσδιορισμός της οξύτητας πραγματοποιήθηκε με ογκομέτρηση (103). Σε κωνική φιάλη των 100 mL ζυγίζονται 10 g γιαουρτιού σε αναλυτικό ζυγό τεσσάρων δεκαδικών ψηφίων με απόκλιση 0,1 mg. Γίνεται ογκομέτρηση με διάλυμα 0,1 M NaOH σε προχοΐδα των 25 mL, ακρίβειας 0,1 mL, παρουσία 3 σταγόνων διαλύματος φαινολοφθαλεΐνης 1 % w/w. 1 mL 0,1 M NaOH αντιστοιχεί σε 9,0 mg γαλακτικού οξέος. Η οξύτητα με αυτόν τον τρόπο εκφράζεται σε % w/w γαλακτικό οξύ.

2.3.1.2.3. Προσδιορισμός λακτόζης

Ο προσδιορισμός της λακτόζης πραγματοποιήθηκε με ογκομέτρηση με θειοθειικό νάτριο και δείκτη άμυλο (104). Ακολουθείται ακριβώς η ίδια διαδικασία με το γάλα, με τη διαφορά ότι ζυγίζονται 10 g γιαουρτιού. Το αποτέλεσμα εκφράζεται σε % w/w μόνυδρη λακτόζη.

2.3.1.2.4. Προσδιορισμός λίπους

Ο προσδιορισμός του λίπους πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο Gerber (105). Ακολουθείται η ίδια διαδικασία με το γάλα, με τη διαφορά ότι ζυγίζονται 11,33 g γιαουρτιού. Το αποτέλεσμα εκφράζεται με ακρίβεια πρώτου δεκαδικού ψηφίου, όση είναι και η ακρίβεια των υποδιαιρέσεων της κλίμακας του βουτυρόμετρου, ως λίπος % w/w.

2.3.1.2.5. Προσδιορισμός πρωτεϊνών

Ο προσδιορισμός των πρωτεϊνών πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο Pyne (106). Ακολουθείται η ίδια διαδικασία με το γάλα. Το ποσοστό της πρωτεΐνης εκφράζεται σε % w/w και δίνεται από τη σχέση:

$$\text{Πρωτεΐνη \% w/w} = 1{,}95 \times (\alpha - \beta) \quad [8]$$

2.3.1.2.6. Προσδιορισμός στερεού υπολείμματος

Ακολουθείται η ίδια διαδικασία με το γάλα με τη διαφορά ότι ζυγίζονται 5 g γιαουρτιού, προστίθενται 5 mL απιονισμένου νερού, και αναμιγνύεται με γυάλινη ράβδο ώστε να γίνει ρευστό (107). Το στερεό υπόλειμμα υπολογίζεται από τον τύπο:

$$\text{ΣΥ (\% w/w)} = \frac{m\ υπολείμματος}{m\ γιαουρτιού}\ x\ 100 \text{ [9]}$$

2.3.1.2.7. Προσδιορισμός τέφρας

Για τον προσδιορισμό της τέφρας στο γιαούρτι ακολουθείται η ίδια μέθοδος όπως και για το γάλα με τη διαφορά ότι ζυγίζονται 5 g γιαουρτιού (108). Η τέφρα υπολογίζεται από τον τύπο:

$$\text{Τέφρα (\% w/w)} = \frac{m\ τέφρας}{m\ γιαουρτιού}\ x\ 100 \text{ [10]}$$

2.3.1.3. Προσδιορισμός συναίρεσης

Ο προσδιορισμός της συναίρεσης έγινε με τη μέθοδο της φυγοκέντρησης (109). Σε αναλυτικό ζυγό τεσσάρων δεκαδικών ψηφίων, ζυγίζονται 20 g γιαουρτιού σε πλαστικό σωλήνα φυγοκέντρησης των 45 mL. Μεταφέρονται σε ψυχόμενη φυγόκεντρο τύπου Hettich zentrifugen mikro 22R , και γίνεται φυγοκέντρηση στους 4 °C στις 2430 rpm (660 g) για 20 λεπτά. Με το τέλος της φυγοκέντρησης το υπερκείμενο συλλέγεται σε προζυγισμένο γυάλινο περιέκτη και ζυγίζεται. Ο λόγος υπερκείμενου/βάρος γιαουρτιού επί εκατό είναι η % w/w συναίρεση του γιαουρτιού. Όσο μικρότερο είναι το ποσοστό, τόσο πιο σφιχτή είναι δομή του γιαουρτιού.

2.3.1.4. Παραλαβή εκχυλισμάτων

2.3.1.4.1. Παραλαβή μεθανολικού εκχυλίσματος

Η παραλαβή του μεθανολικού εκχυλίσματος πραγματοποιήθηκε με προσθήκη μεθανόλης και φυγοκέντρηση (110). Αρχικά παρασκευάζεται διάλυμα 80 % v/v μεθανόλης σε απιονισμένο νερό για να πραγματοποιηθεί με αυτό η εκχύλιση. Εκτός από αυτό το διάλυμα, παρασκευάζεται και διάλυμα $MeOH_{80\%}$ /$dH_2O_{pH=4}$ σε αναλογία 3/1, το οποίο σε κάποιες μεθόδους χρησιμοποιείται ως τυφλό για προσομοίωση του υποστρώματος. Σε αναλυτικό ζυγό, τεσσάρων δεκαδικών ψηφίων, ζυγίζονται σε μικρό περιέκτη 1,45 g γιαουρτιού και προστίθενται 4,35 mL μεθανόλη 80% σε απιονισμένο νερό. Γίνεται έντονη ανάδευση με vortex, ώστε να ομογενοποιηθεί και εκχύλιση στους υπέρηχους για 20 min. Στη συνέχεια το μίγμα χωρίζεται σε 6 Eppendorfs και φυγοκεντρείται στις 9000 rpm. Μετά την φυγοκέντρηση

συλλέγεται το υπερκείμενο διάλυμα, που αποτελεί το μεθανολικό εκχύλισμα, σε γυάλινο περιέκτη.

2.3.1.4.2. Παραλαβή υδατικού εκχυλίσματος

Η παραλαβή του υδατικού εκχυλίσματος πραγματοποιήθηκε με φυγοκέντρηση (111). Σε eppendorf προστίθεται με πλαστική πιπέτα pasteur 1 mL γιαουρτιού και φυγοκεντρείται στις 9000 rpm για 20 min, υπό ψύξη στους 4 °C. Το υπερκείμενο, μετά από φιλτράρισμα με φίλτρο μεμβράνης 0,45 μm, συλλέγεται σε γυάλινο περιέκτη και αποτελεί το υδατικό εκχύλισμα.

2.3.1.5. Προσδιορισμός αντιοξειδωτικής δράσης

2.3.1.5.1. Δοκιμή Folin

Πειραματική Πορεία

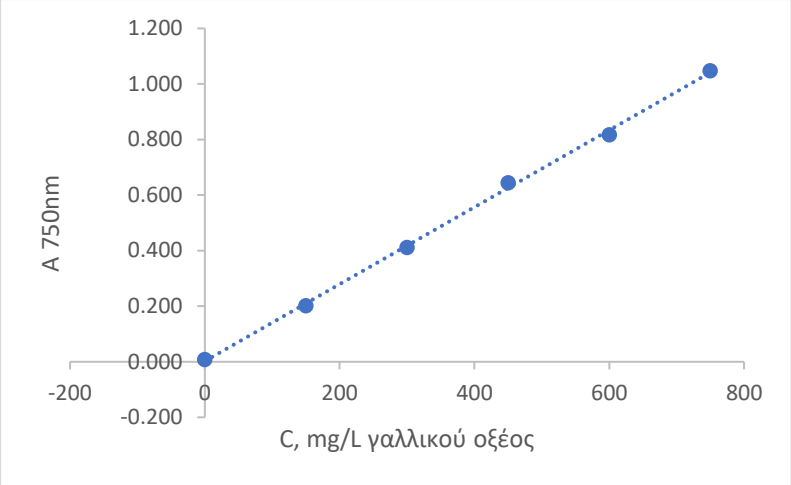
Η αντιοξειδωτική δράση με τη μέθοδο Folin πραγματοποιήθηκε φωτομετρικά (112). Σε δοκιμαστικό σωλήνα φέρονται 1,9 mL dH_2O, 100 μL δείγματος και 125 μL αντιδραστηρίου Folin-Ciocalteu. Γίνεται ανάδευση του μίγματος και μετά από παραμονή 1 min προστίθενται 380 μL διαλύματος 20 % w/v Na_2CO_3 και ακολουθεί ανάδευση. Παράλληλα, ετοιμάζεται και τυφλό διάλυμα, το οποίο αντί για το δείγμα περιέχει $MeOH_{80\%}/dH_2O_{pH=4}$ (3/1). Το μείγμα αφήνεται στην ηρεμία για 2 h. Μετράται η απορρόφηση στα 750 nm, με γυάλινη κυψελίδα 1 cm. Ο μηδενισμός του φασματοφωτόμετρου γίνεται με το αντίστοιχο τυφλό του δείγματος.

Πρότυπη καμπύλη γαλλικού οξέος

Παρασκευάζεται πυκνό πρότυπο διάλυμα γαλλικού οξέος συγκέντρωσης 1000 mg/L. Η διαδικασία έχει ως εξής: Σε ογκομετρική φιάλη των 5 mL φέρονται 5 mg στερεού γαλλικού οξέος. Η φιάλη συμπληρώνεται με $MeOH_{80\%}/dH_2O_{pH=4}$ (3/1). Το διάλυμα φυλάσσεται στο ψυγείο.

Στη συνέχεια, παρασκευάζονται πρότυπα διαλύματα γαλλικού οξέος συγκέντρωσης: 0, 50, 100, 150, 200, 250 mg/L με κατάλληλες διαδοχικές αραιώσεις με $MeOH_{80\%}/dH_2O_{pH=4}$ (3/1). Η πειραματική πορεία που ακολουθείται είναι η ίδια με την πειραματική πορεία του δείγματος. Η πρότυπη καμπύλη πραγματοποιήθηκε τρεις φορές και τα αποτελέσματα είναι οι ΜΟ των 3 επαναλήψεων, με τις τυπικές αποκλίσεις. Τα αποτελέσματα εκφράζονται ως mg/L γαλλικό οξύ με βάση την τυπική εξίσωση που προκύπτει από την πρότυπη καμπύλη:

$$C = \frac{A-0,0024}{0,0014},\ R^2 = 0,999 \quad [11]$$



Σχήμα 1. Πρότυπη καμπύλη Folin σε $MeOH_{80\%}/dH_2O_{pH=4}$ (3/1).

2.3.1.5.2. Δοκιμή FRAP

Πειραματική Πορεία

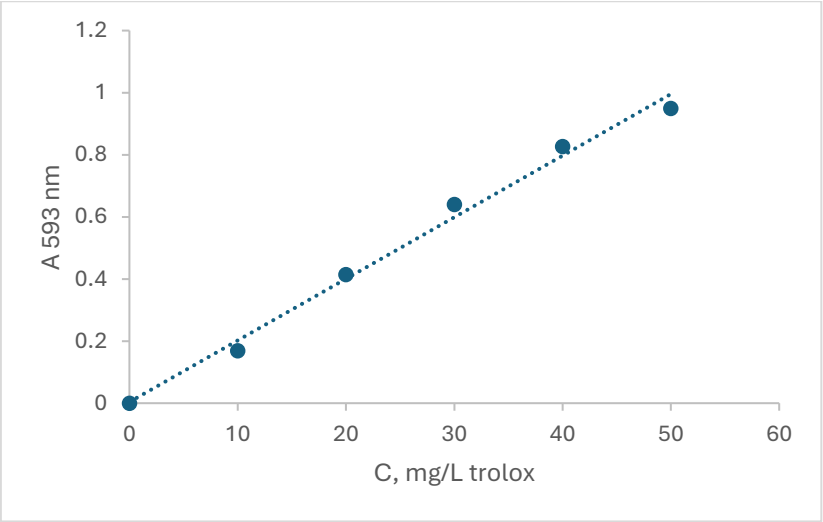
Η αντιοξειδωτική δράση του δείγματος με τη μέθοδο αναγωγής σιδήρου (FRAP) μετρήθηκε φωτομετρικά (110). Αρχικά παρασκευάζεται το ρυθμιστικό διάλυμα οξικού οξέος συγκέντρωσης 300 mM (pH=3,6), το αντιδραστήριο TPTZ συγκέντρωσης 9mM σε 0,05 M HCl και το αντιδραστήριο $FeCl_3$ συγκέντρωσης 20 mM σε 0,05 M HCl. Ακριβώς πριν την επιτέλεση της μεθόδου παρασκευάζεται το αντιδραστήριο FRAP με ανάμιξη των αντιδραστηρίων σε αναλογία 10:1:1. Σε 0,25 mL εκχυλίσματος προστίθενται 1,5 mL αντιδραστηρίου FRAP και το μίγμα παραμένει στους 37 °C για 10 min. Στη συνέχεια μετράται η απορρόφηση στα 593 nm. Ο μηδενισμός του οργάνου γίνεται με 1,5 mL αντιδραστηρίου ρυθμιστικού διαλύματος και $MeOH_{80\%}/dH_2O_{pH=4}$ (3/1) αντί για δείγμα.

Πρότυπη καμπύλη trolox

Παρασκευάζεται πυκνό πρότυπο διάλυμα trolox συγκέντρωσης 1000 mg/L. Η διαδικασία έχει ως εξής: Σε ογκομετρική φιάλη των 5 mL φέρονται 5 mg στερεού trolox. Η φιάλη συμπληρώνεται με $MeOH_{80\%}/dH_2O_{pH=4}$ (3/1). Το διάλυμα φυλάσσεται στο ψυγείο.

Στη συνέχεια, παρασκευάζονται πρότυπα διαλύματα trolox συγκέντρωσης: 0, 10, 20, 30, 40, 50 mg/L με κατάλληλες διαδοχικές αραιώσεις με $MeOH_{80\%}/dH_2O_{pH=4}$ (3/1). Η πειραματική πορεία που ακολουθείται είναι η ίδια με την πειραματική πορεία του δείγματος. Η πρότυπη καμπύλη πραγματοποιήθηκε τρεις φορές και τα αποτελέσματα είναι οι ΜΟ των 3 επαναλήψεων, με τις τυπικές αποκλίσεις. Τα αποτελέσματα εκφράζονται ως mg/L trolox με βάση την τυπική εξίσωση που προκύπτει από την πρότυπη καμπύλη:

$C = \frac{A-0,0038}{0,0198}$, $R^2 = 0,9914$ [12]



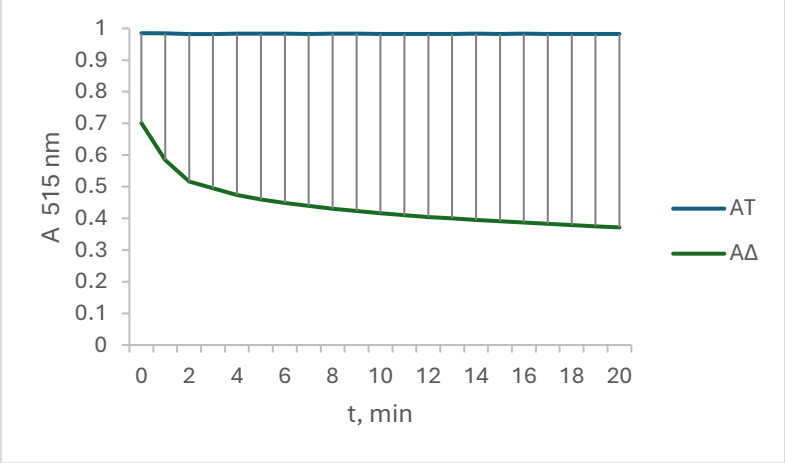
Σχήμα 2. Πρότυπη καμπύλη FRAP σε $MeOH_{80\%}/dH_2O_{pH=4}$ (3/1).

2.3.1.5.3. Δέσμευση της ρίζας DPPH

Η δέσμευση της ρίζας DPPH προσδιορίστηκε φωτομετρικά μετρώντας την απορρόφηση στα 515 nm (80). Για τη μέθοδο αναστολής της ρίζα DPPH αρχικά παρασκευάζεται το διάλυμα DPPH σε MeOH. Σε δοκιμαστικό σωλήνα προστίθενται 700 μL εκχυλίσματος, 700 μL διαλύματος $MeOH_{80\%}/H2O_{pH=4}$ και 100 μL διαλύματος DPPH σε MeOH. Με την προσθήκη του διαλύματος ρίζας μετράται η απορρόφηση σε χρόνο t0=10 sec για 20 min στα 515 nm. Παράλληλα μετράται το τυφλό του δείγματος που αντί για εκχύλισμα περιέχει 700 μL ακόμη $MeOH_{80\%}/ H_2O_{pH=4}$. Το όργανο μηδενίζεται με διάλυμα που περιέχει 1,4 mL $MeOH_{80\%}/H2O_{pH=4}$ και 100 μL MeOH. Η αναστολή υπολογίζεται από τον τύπο:

$$A\% = \frac{AT-A\Delta t}{AT}\ 100 \text{ [13]},$$

όπου ΑΤ είναι η σταθερή απορρόφηση του τυφλού, και ΑΔt η απορρόφηση του δείγματος σε συγκεκριμένο χρόνο.



Σχήμα 3. Ενδεικτικό διάγραμμα αναστολής της ρίζας DPPH μεθανολικού εκχυλίσματος γιαουρτού, ΑΤ η απορρόφηση του τυφλού στο χρόνο και ΑΔ η απορρόφηση του δείγματος στο χρόνο.

2.3.1.6. Βιοδράσεις γιαουρτιού και επιδόρπιων γιαουρτιού

2.3.1.6.1. Εκκαθάριση ριζών υδροξυλίου

Πειραματική Πορεία

Η εκκαθάριση των ριζών υδροξυλίου προσδιορίστηκε μέσω της αντίδρασης Fenton (81). Σε Eppendorf των 2mL προστίθενται 0,25 mL 2 mM φαινανθρολίνη, 0,5 mL ρυθμιστικό διάλυμα φωσφορικών, pH=7,4, 0,25 mL εκχυλίσματος γιαουρτιού, 0,25 mL 0,75 mM $FeSO_4$, γίνεται ανάδευση με Vortex και τέλος προστίθενται 0,25 mL 100 mg/L H_2O_2. Γίνεται vortex και επωάζεται σε υδατόλουτρο στους 37°C για 1 h. Μετράται η απορρόφηση στα 536 nm. Το όργανο μηδενίζεται με dH_2O.

Control: Αντί για δείγμα περιέχει 0,25 mL $MeOH_{80\%}/dH_2O_{pH=4}$ (3/1).

Τυφλό για κάθε δείγμα : Αντί για H_2O_2 περιέχει dH_2O

Η εκκαθάριση των •OH υπολογίζεται από τον τύπο:

$$E\% = \frac{A\Delta - AC}{AT - AC} * 100\ \%\ [14],$$

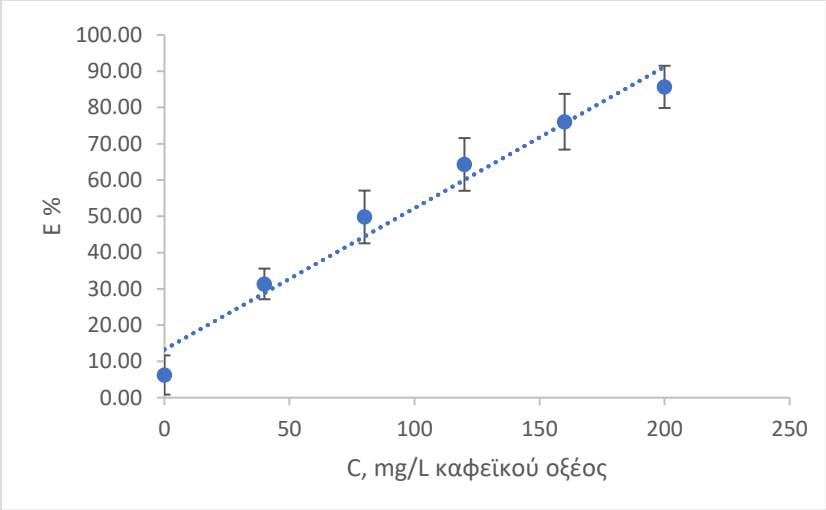
όπου ΑΔ είναι η απορρόφηση του δείγματος, ΑΤ η απορρόφηση του τυφλού και ΑC η απορρόφηση του control.

Πρότυπη καμπύλη καφεϊκού οξέος

Παρασκευάζεται πυκνό πρότυπο διάλυμα καφεϊκού οξέος συγκέντρωσης 200 mg/L. Η διαδικασία έχει ως εξής: Σε ογκομετρική φιάλη των 10 mL φέρονται 2 mg στερεού καφεϊκού οξέος. Η φιάλη συμπληρώνεται με $MeOH_{80\%}/dH_2O_{pH=4}$ (3/1) και αφήνεται για διάλυση στους υπέρηχους για 10 min. Το διάλυμα φυλάσσεται στο ψυγείο. Στη συνέχεια, παρασκευάζονται πρότυπα διαλύματα καφεϊκού οξέος συγκέντρωσης: 0, 40, 80, 120, 160, 200 mg/L με

κατάλληλες διαδοχικές αραιώσεις με $MeOH_{80\%}/H_2O_{pH=4}$ (3/1). Η πειραματική πορεία που ακολουθείται είναι η ίδια με την πειραματική πορεία του δείγματος. Η πρότυπη καμπύλη πραγματοποιήθηκε τρεις φορές και τα αποτελέσματα είναι οι ΜΟ των 3 επαναλήψεων, με τις τυπικές αποκλίσεις. Τα αποτελέσματα εκφράζονται ως mg/L καφεϊκό οξύ με βάση την τυπική εξίσωση που προκύπτει από την πρότυπη καμπύλη:

$$C = \frac{A-13,257}{0,3899},\ R^2 = 0,9696\ [15]$$



Σχήμα 4. Πρότυπη καμπύλη εκκαθάρισης ρίζων υδροξυλίου σε $MeOH_{80\%}/dH_2O_{pH=4}$ (3/1).

2.3.1.6.2. Αντιφλεγμονώδης δράση γιαουρτιού με αναστολή της LOX

Πειραματική Πορεία

Η αντιφλεγμονώδης δράση του υδατικού εκχυλίσματος γιαουρτιού προσδιορίστηκε με την αναστολή της λιποξυγενάσης (113). Σε Eppendorf προστίθενται 900 μL ρυθμιστικό διάλυμα 0,2 Μ βορικού οξέος, pH=9, 100 μL κατάλληλα αραιωμένου δείγματος και 100 μL 100 U LOX σε ρυθμιστικό διάλυμα. Γίνεται Vortex και παραμονή για 5 min στο σκοτάδι. Με το πέρας των 5 min προστίθενται 100 μL 4,18 mM διαλύματος λινελαϊκού οξέος σε αιθανόλη και μετράται η απορρόφηση για 20 min στα 234 nm (113). Το φωτόμετρο κάθε φορά μηδενίζεται με το τυφλό κάθε δείγματος.

Control: Αντί για δείγμα περιέχει $dH_2O_{pH=4}$

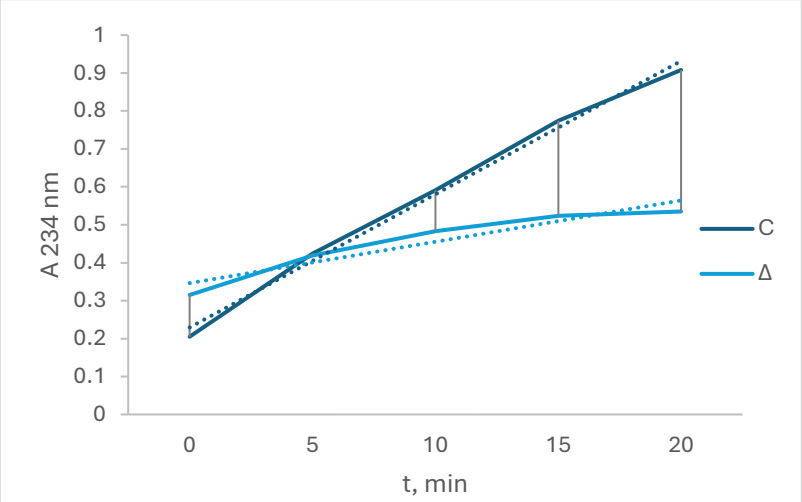
Τυφλό Control: Αντί για δείγμα περιέχει $dH_2O_{pH=4}$ και αντί για λινελαϊκό οξύ περιέχει αιθανόλη.

Τυφλό για κάθε δείγμα: Αντί για λινελαϊκό οξύ περιέχει αιθανόλη.

Η ΑΦ% υπολογίστηκε από τον τύπο:

$$\text{ΑΦ\%} = \frac{AC-A\Delta}{AC} * 100\ \%\ [16],$$

όπου ΑC η απορρόφηση του Control στα 20 min και ΑΔ η απορρόφηση του δείγματος στα 20 min.

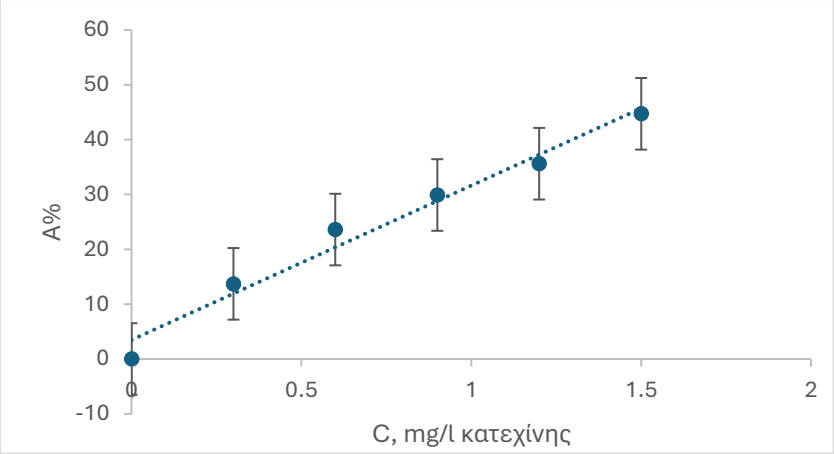


Σχήμα 5. Ενδεικτικό διάγραμμα αναστολής λιποξυγενάσης μεθανολικού εκχυλίσματος γιαουρτιού, C η απορρόφηση του control στο χρόνο και Δ η απορρόφηση του δείγματος στο χρόνο.

Πρότυπη καμπύλη κατεχίνης

Παρασκευάζεται πυκνό πρότυπο διάλυμα κατεχίνης συγκέντρωσης 1000 mg/L σε dH_2O. Η διαδικασία έχει ως εξής: Σε ογκομετρική φιάλη των 5 mL φέρονται 5 mg στερεής κατεχίνης και η φιάλη συμπληρώνεται με dH_2O. Το διάλυμα φυλάσσεται στο ψυγείο. Στη συνέχεια, παρασκευάζονται πρότυπα διαλύματα κατεχίνης συγκέντρωσης: 0, 0,3, 0,6, 0,9, 1,2 και 1,5 mg/L με κατάλληλες διαδοχικές αραιώσεις με dH_2O. Η πειραματική πορεία που ακολουθείται είναι η ίδια με την πειραματική πορεία του δείγματος. Η πρότυπη καμπύλη πραγματοποιήθηκε τρεις φορές και τα αποτελέσματα είναι οι ΜΟ των 3 επαναλήψεων, με τις τυπικές αποκλίσεις. Τα αποτελέσματα εκφράζονται ως mg/L κατεχίνης με βάση την τυπική εξίσωση που προκύπτει από την πρότυπη καμπύλη:

$$C = \frac{A-3{,}4762}{28{,}143},\ R^2 = 0{,}9760\ [17]$$



Σχήμα 6. Πρότυπη καμπύλη αντιφλεγμονώδους δράσης σε dH_2O.

2.3.1.7. Μικροβιολογική ανάλυση γιαουρτιού και επιδόρπιων γιαουρτιών

2.3.1.7.1. Προετοιμασία δειγμάτων

Για τις μικροβιολογικές αναλύσεις χρησιμοποιείται αραιωτικό διάλυμα (buffer peptone) στο οποίο γίνεται διάλυση των γιαουρτιών και των επιδορπίων γιαουρτιών για χρήση στις αναλύσεις των εντεροβακτηρίων, των ζυμών και των μυκήτων. Επιπλέον χρησιμοποιείται το θρεπτικό υλικό V.R.B.G.A για την ανάλυση των εντεροβακτηρίων.

Για την παρασκευή του αραιωτικού διαλύματος, σε αναλυτικό ζυγό ζυγίζεται το αραιωτικό σε αναλογία 20,1 g/L απιονισμένο νερό. Γίνεται μεταφορά του ζυγισθέντος στερεού σε κωνική φιάλη των 250 mL καλυμμένη με αλουμινόχαρτο όπου γίνεται ήπια ανάδευση για 10 λεπτά με μαγνητικό αναδευτήρα και στη συνέχεια μεταφέρεται η απαραίτητη ποσότητα στους γυάλινους σωλήνες καλλιέργειας. Για την αραίωση 1:4 μεταφέρονται 6 mL διαλύματος αραιωτικού, για την αραίωση 1:10 μεταφέρονται 3 mL διαλύματος αραιωτικού και τέλος για την αραίωση 1:100 μεταφέρονται 4,5 mL διαλύματος αραιωτικού. Γίνεται αποστείρωση των δοκιμαστικών σωλήνων καλλιέργειας στους 121° C για 15 λεπτά σε αυτόκαυστο της εταιρείας Selecta.

Η προετοιμασία των γιαουρτιών και των επιδόρπιων γιαουρτιού για ανάλυση γίνεται με διάλυση τους στο αραιωτικό. Με αποστειρωμένη πλαστική πιπέτα Pasteur, υπό ασηπτικές συνθήκες ζυγίζονται 2 g γιαουρτιού με τη βοήθεια αναλυτικού ζυγού ενός δεκαδικού ψηφίου σε δοκιμαστικό σωλήνα καλλιέργειας που περιέχει 6 mL αραιωτικού διαλύματος. (1:4) αραίωση. Γίνεται έντονη ανάδευση σε vortex. Στη συνέχεια, 2 mL από το διάλυμα 1:4 προστίθενται σε 3 mL διαλύματος αραιωτικού (1:10) και γίνεται έντονη ανάδευση σε vortex. Τέλος, 0,5 mL από το διάλυμα 1:10 προστίθενται σε 4,5 mL διαλύματος αραιωτικού (1:100) και γίνεται έντονη ανάδευση σε vortex.

2.3.1.7.2. Μικροβιολογική ανάλυση εντεροβακτηρίων

Η ανάλυση των εντεροβακτηρίων πραγματοποιήθηκε με έγχυση σε θρεπτικό υλικό (114). Αρχικά ζυγίζεται σε αναλυτικό ζυγό το θρεπτικό υλικό σε αναλογία 38,5 g/L απιονισμένου νερού. Το μίγμα μεταφέρεται σε κωνική φιάλη των 250 mL ακολουθεί βρασμός υπό ανάδευση σε θερμαινόμενο μαγνητικό αναδευτήρα όπου και ομογενοποιείται. Το αφήνουμε μέχρι να βράσει μια φορά. Μετά το τέλος του βρασμού το θρεπτικό υλικό μεταφέρεται σε υδατόλουτρο θερμοκρασίας 47 ° C ώστε να είναι σε ρευστή μορφή πριν την χρήση του στα τρυβλία. Ο χώρος εργασίας αποστειρώνεται με διάλυμα 70 % v/v αιθανόλης. Τα ρύγχη του 1 mL για την αυτόματη πιπέτα τύπου Gilson αποστειρώνονται σε αυτόκαυστο στους 121° C για 15 λεπτά. Υπό φλόγα Bunsen προετοιμάζονται τα τρυβλία. Προστίθεται 1 mL από το δείγμα με τη βοήθεια πιπέτας Gilson υπό ασηπτικές συνθήκες σε άδειο τρυβλίο. Προστίθεται το θρεπτικό υλικό στα τρυβλία και αναμιγνύεται με σταθερές κυκλικές κινήσεις. Περίπου 10 mL για κάθε τρυβλίο. Τα καπάκια κλείνονται και αφήνονται μέχρι να πήξει το θρεπτικό υλικό. Στη συνέχεια ποσότητα ίση με περίπου 10 mL θρεπτικού υλικού προστίθενται πάνω στην κρύα πλέον επιφάνεια του θρεπτικού υλικού. Τα τρυβλία αφήνονται κοντά στη φλόγα έως να στερεοποιηθεί το θρεπτικό υλικό και στην συνέχεια προσθέτουμε ξανά μικρή ποσότητα θρεπτικού υλικού μέχρι να καλυφθεί όλη η επιφάνεια του τρυβλίου. Κλείνονται τα τρυβλία με τα καπάκια τους και τοποθετούνται ανάποδα στο θάλαμο επώασης στους 37 ° C για 24 ώρες. Γίνεται καταμέτρηση των τρυβλίων και λαμβάνεται ο μέσος όρος των τριών επαναλήψεων. Το αποτέλεσμα της μέτρησης δεν εκφράζει αριθμό μικροβίων, αλλά αριθμό αποικιών, που αναπτύχθηκαν σε ορισμένο χρόνο και θερμοκρασία, από συγκεκριμένη ποσότητα προϊόντος (cfu/g - colony forming units).

2.3.1.8. Προσδιορισμός πτητικών ενώσεων γιαουρτιών και επιδόρπιων γιαουρτιού με αέρια χρωματογραφία GC/MS και δισδιάστατη αέρια χρωματογραφία GC/GC/TOF

2.3.1.8.1. Προετοιμασία δειγμάτων

Σε ουροσυλλέκτη ζυγίζονται 10 g γιαουρτιού και 5 g NaCl. Γίνεται ανάδευση με γυάλινη ράβδο ώστε να διαλυθεί όσο γίνεται το NaCl κι από το μίγμα ζυγίζονται 2 g σε φιαλίδια των 4 mL. Τα φιαλίδια κλείνονται με άζωτο και φυλάσσονται στους -20 °C μέχρι να χρησιμοποιηθούν. Πριν χρησιμοποιηθεί κάθε δείγμα αποψύχεται και γίνεται προσθήκη 40 μL εσωτερικού προτύπου 15 mg/L 4-μέθυλο, 2-πεντανόλης με τελική συγκέντρωση στο δείγμα 0,15 mg/L.

2.3.1.8.2. Εκχύλιση HS-SPME

Αρχικά το γιαούρτι παραμένει για 30 min υπό μαγνητική ανάδευση στους 50 ° C ώστε να εγκλιματιστούν οι πτητικές ενώσεις στον υπερκείμενο χώρο. Στη συνέχεια, εισάγεται η σύριγγα στο μπουκαλάκι και τότε η ίνα απελευθερώνεται ώστε να βρίσκεται περίπου στο μέσο του υπερκείμενου χώρου. Γίνεται εκχύλιση υπό ανάδευση στους 50 ° C για 30 min. Η ίνα που χρησιμοποιήθηκε είναι η DVB/CAR/PDMS 50/30 μm.

2.3.1.8.3. Συνθήκες αέριου χρωματογράφου GC/GC/TOF

Η στήλη που χρησιμοποιείται στον πρώτο φούρνο είναι η RXi-5MS (30m x 0,25 mm x 0,25μm), που είναι μη πολική, ενώ στον δεύτερο φούρνο χρησιμοποιείται η RXi-17MS (2m x 0,25 mm x 0,25μm), που είναι ημιπολική. Στον εισαγωγέα υπάρχει liner διαμέτρου 0,75 mm, η θερμοκρασία του είναι 260 °C και έχει οριστεί split 2/1 με ροή He 1,2 mL/min. Το θερμοκρασιακό πρόγραμμα ξεκινάει με 40 °C για 2 min, έπειτα υπάρχει αύξηση κατά 3 °C/min έως τους 170 °C και τέλος με 12 °C/min έως τους 250 °C όπου παραμένει για 4 min. Η συνολική διάρκεια του προγράμματος είναι 52 min. Η δεύτερη στήλη ορίζεται να έχει θερμοκρασιακό πρόγραμμα 15 °C πάνω από την 1η, όπως και το modulator 15 °C πάνω από τη δεύτερη στήλη. Ως modulator period ορίζονται τα 6 sec (2 sec hot και 1 sec cold). Όσον αφορά την μάζα ορίζονται η θερμοκρασία πηγής ιόντων στους 250 °C και Transfer Line στους 280 °C. Τα θραύσματα ορίζονται στα 29-400 m/z με σάρωση 200 spectra/sec. Για την επεξεργασία επιλέγεται min S/N= 100 και min stick count=3. Εκτός από την απαίτηση ελάχιστης ταυτοποίησης με τη βιβλιοθήκη στα 80%, ενώσεις που προέρχονται από το σύστημα, όπως τα σιλοξάνια ή πλαστικοποιητές αφαιρέθηκαν από τα αποτελέσματα.

2.3.2. Μέθοδοι ανάλυσης οίνου

2.3.2.1. Αναλύσεις βασικής σύστασης οίνου

2.3.2.1.1. Προσδιορισμός πτητικής οξύτητας

Η πτητική οξύτητα προσδιορίστηκε σε απόσταγμα του οίνου με ογκομέτρηση(115). Για τον προσδιορισμό της πτητικής οξύτητας αρχικά γίνεται απόσταξη μεθ' υδρατμών. Σε 20 mL οίνου προστίθενται 0,5 g τρυγικό οξύ και πέτρες βρασμού σε σφαιρική φιάλη ώστε να συλλεχθούν 250 mL αποστάγματος.

Για την απόσταξη μεθ' υδρατμών αρχικά μια σφαιρική φιάλη γεμάτη νερό βρύσης τοποθετείται σε θερμομανδύα, και συνδέεται με ειδικό επίθεμα και λάστιχο με τη σφαιρική φιάλη του δείγματος η οποία είναι επίσης τοποθετημένη σε θερμομανδύα και συνδεδεμένη

με ψυκτήρα. Ρυθμίζεται ο θερμομανδύας στον οποίο είναι τοποθετημένη η φιάλη του νερού στη μέγιστη θέρμανση και όταν αρχίσει ο βρασμός και το νερό να περνάει στη φιάλη του δείγματος ρυθμίζεται και ο θερμομανδύας του δείγματος στην ένδειξη «3». Όταν αρχίσει ο βρασμός του δείγματος, η θερμοκρασία χαμηλώνεται στην ένδειξη «2» και κάτω από τον ψυκτήρα τοποθετείται ένας ογκομετρικός κύλινδρος για να συλλεχθούν τα 250 mL της απόσταξης.

Σε κωνική φιάλη των 500 mL προστίθενται τα 250 mL του αποστάγματος και γίνεται ογκομέτρηση με 0,1 M NaOH και δείκτη φαινολοφθαλεΐνη.

Στη συνέχεια προστίθενται 5 σταγόνες δείκτη άμυλο 1 % w/w και 1 σταγόνα 25 % v/v H_2SO_4. Γίνεται ογκομέτρηση με 0,01 N I_2 μέχρι το χρώμα να γίνει κυανό. Η πτητική οξύτητα εκφρασμένη σε οξικό οξύ υπολογίζεται από τον τύπο:

Πτητική οξύτητα (g/L)= 0,3 * (V_1 - 0,1*V2) [18]

2.3.2.1.2. Προσδιορισμός ολικής οξύτητας

Η ολική οξύτητα προσδιορίστηκε ογκομετρικά με δείκτη μπλε της βρωμοθυμόλης (116). Σε κωνική φιάλη των 250 mL προστίθενται 10 mL οίνου και γίνεται έντονη ανάδευση ώστε να απομακρυνθεί το CO_2. Προστίθενται 30 mL dH_2O και 1 mL δείκτη μπλε της βρωμοθυμόλης. Γίνεται ογκομέτρηση με 0,01 M NaOH μέχρι το χρώμα να αλλάξει από πορτοκαλί σε μπλε. Η ολική οξύτητα εκφρασμένη σε τρυγικό οξύ υπολογίζεται από τον τύπο:

$$\text{Οξύτητα (g/L)} = \frac{7,5 \text{ x V}}{10} \text{ [19]}$$

2.3.2.1.3. Προσδιορισμός αλκοόλης

Ο προσδιορισμός της αλκοόλης πραγματοποιήθηκε με μέτρηση με αλκοολόμετρο αποστάγματος οίνου (117). Σε σφαιρική φιάλη που έχει τοποθετηθεί σε θερμομανδύα προστίθενται 200 mL οίνου, 10 mL $Ca(OH)_2$ 2M και πέτρες βρασμού. Η φιάλη συνδέεται σε ψυκτήρα και ρυθμίζεται η θέρμανση στην ένδειξη «3». Σε ογκομετρικό κύλινδρο συλλέγονται τα 150 mL της απόσταξης. Συμπληρώνεται με dH_2O στα 200 mL και μετριέται το ειδικό βάρος με αραιόμετρο και η αλκοόλη με αλκοολόμετρο. Η αλκοόλη εκφράζεται σε % vol.

2.3.2.1.4. Προσδιορισμός αναγόντων σακχάρων

Τα ανάγοντα σάκχαρα προσδιορίστηκαν με ογκομέτρηση με Θειοθειϊκό νάτριο και δείκτη άμυλο (118). Σε εσμυρισμένη κωνική φιάλη προστίθενται 25 mL Αλκαλικού διαλύματος Cu, 25 mL οίνου και πέτρες βρασμού. Η κωνική φιάλη τοποθετείται σε θερμομανδύα και

προσαρμόζεται σε κάθετο ψυκτήρα. Ο θερμομανδύας ρυθμίζεται στην ένδειξη «3» και αφήνεται 10 min να βράσει. Όταν περάσουν τα 10 min η κωνική φιάλη ψύχεται κάτω από τρεχούμενο νερό. Στη συνέχεια προστίθενται 10 mL 30 % w/v διαλύματος KI και 25 mL διαλύματος 25 % w/v H_2SO_4. Παράλληλα, για το τυφλό ακολουθείται η ίδια διαδικασία άλλα με προσθήκη 25 mL dH_2O αντί του δείγματος.

Γίνεται ογκομέτρηση με 0,1N $Na_2S_2O_3$ και δείκτη 2 mL 5 g/L άμυλο μέχρι το χρώμα να γίνει γαλακτώδες. Στο τυφλό ο δείκτης προστίθεται αφού προστεθούν τα 10 πρώτα mL του $Na_2S_2O_3$. Για τον υπολογισμό των αναγόντων σακχάρων αρχικά γίνεται αφαίρεση (V_T-V_Δ) και γίνεται αντιστοίχιση του αριθμού που προκύπτει με τον πίνακα των αναγόντων σακχάρων (α). Τα ανάγοντα σάκχαρα προκύπτουν από τον τύπο:

$$\text{Ανάγοντα σάκχαρα (g/L)} = \frac{\alpha}{V_{οινου}} \quad [20]$$

2.3.2.1.5. Προσδιορισμός στερεού υπολείμματος

Το στερεό υπόλειμμα προσδιορίστηκε σταθμικά (119). Σε προ ζυγισμένη κάψα προστίθενται 20 mL οίνου και η κάψα τοποθετείται σε υδατόλουτρο στους 100°C για 2 hrs μέχρι ο οίνος να εξατμιστεί. Τότε η κάψα τοποθετείται σε πυριαντήριο στους 100 °C για ακόμη μια ώρα. Στη συνέχεια, η κάψα τοποθετείται σε ξηραντήρα μέχρι να κρυώσει και ζυγίζεται ώστε να υπολογιστεί το υπόλειμμα. Το στερεό υπόλειμμα υπολογίζεται από τον τύπο:

$$\text{Στερεό υπόλειμμα (g/L)} = \frac{m\ υπολύμματος}{V\ οίνου}\ x\ 1000 \quad [21]$$

2.3.2.1.6. Τέφρα και αλκαλικότητα τέφρας

Ο προσδιορισμός της τέφρας γίνεται με αποτέφρωση των οργανικών συστατικών του οίνου στους 500 - 550 °C (πλήρης καύση του άνθρακα) (120). Η τέφρα εκφράζεται σε g/L με προσέγγιση 0,03 g. Σε προζυγισμένο χωνευτήριο προστίθενται 20 mL οίνου και παραμένει προς εξάτμιση σε υδατόλουτρο στους 100 °C για 30 min. Στη συνέχεια, απανθρακώνεται σε κεραμικό φούρνο στους 525 °C, για 1 hr και 5 min και παραμένει σε ξηραντικό μέσο ώστε να κρυώσει. Προστίθενται 5 mL dH_2O, παραμένει ξανά προς εξάτμιση σε υδατόλουτρο στους 100 °C και έπειτα ξανά σε κεραμικό φούρνο των 525 °C για 15 min. Όταν κρυώσει ζυγίζεται η τέφρα που έχει απομείνει. Η τέφρα υπολογίζεται από τον τύπο:

$$\text{Τέφρα (g/L)} = \frac{m\ τέφρας}{V\ οίνου}\ x\ 1000 \quad [22]$$

Ο προσδιορισμός της αλκαλικότητας της τέφρας γίνεται με ογκομέτρηση με NaOH της τέφρας του οίνου μετά από διαλυτοποίησή της με θειικό οξύ εν θερμώ. Η αλκαλικότητα της τέφρας εκφράζεται σε g/L K_2CO_3 με δύο δεκαδικά (121). Στην τέφρα που έχει απομείνει στο χωνευτήριο προστίθενται 10 mL 0,05 M H_2SO_4 και γίνεται διάλυση της τέφρας με γυάλινη ράβδο για 15 min σε υδατόλουτρο στους 100 °C. Γίνεται ογκομέτρηση με 0,1 M NaOH και δείκτη methyl red μέχρι να υπάρξει αλλαγή χρώματος σε κίτρινο. Η αλκαλικότητα της τέφρας προκύπτει από τη σχέση:

Αλκαλικότητα τέφρας (g/L) = 0,345 x (10 – V) [23]

2.3.2.1.7. Αφομοιώσιμο άζωτο

Το αφομοιώσιμο άζωτο προσδιορίστηκε με τη μέθοδο αριθμού φορμόλης (122). Για τη μέτρηση του αφομοιώσιμου αζώτου σε οίνο, 50 mL δείγματος φυγοκεντρούνται για 30 λεπτά στις 6000 rpm ώστε να απομακρυνθούν τα αιωρούμενα σωματίδια. Στη συνέχεια, στο υπερκείμενο διάλειμμα προστίθεται φορμαλδεΰδη (37 % w/v), της οποίας το pH έχει προηγουμένως ρυθμιστεί στο 8.0, καθώς είναι ασταθής και μπορεί να μεταβάλει το pH της αντίδρασης. Η φορμαλδεΰδη αντιδρά με τις ελεύθερες αμινομάδες του δείγματος, απελευθερώνοντας πρωτόνια, τα οποία στη συνέχεια τιτλοδοτούνται με πρότυπο διάλυμα NaOH 0,1 N μέχρι να επανέλθει το pH στο 8.0. Η ογκομέτρηση γίνεται προσεκτικά, προσθέτοντας το NaOH σταδιακά και με συνεχή ανάδευση, λόγω της βραδείας αντίδρασης και της ρυθμιστικής ικανότητας του δείγματος. Το αφομοιώσιμο άζωτο εκφράζεται σε mg/L οίνου και υπολογίζεται από τη σχέση:

$$\text{Αφομοιώσιμο N (mg/L)} = \frac{\text{VNaOH x 0,1 x 14 } x\ 1000}{50} \quad [24]$$

2.3.2.2. Προσδιορισμός διοξειδίου του θείου

2.3.2.2.1. Ελεύθερο διοξείδιο του θείου

Σε κωνική φιάλη 250 mL προστίθενται 12,5 mL οίνου 2,5 mL 25 % v/v H_2SO_4. Γίνεται ογκομέτρηση με 0,01 N I_2 και 1 mL 1 % w/v δείκτη άμυλο μέχρι το χρώμα να γίνει κυανό. Ο ελεύθερο διοξείδιο του θείου υπολογίζεται από τον τύπο:

ΕΘ (mg/L) = V χ 25,6 [25]

2.3.2.2.2. Ολικό διοξείδιο του θείου

Σε κωνική φιάλη των 250 mL προστίθενται 12,5 mL οίνου και 12,5 mL 1 M KOH, και αφήνεται σε ηρεμία για 15 min. Στη συνέχεια προστίθενται 5 mL 25 % v/v H_2SO_4 και γίνεται ογκομέτρηση με 0,01 N I_2 και 1 % w/v δείκτη άμυλο μέχρι το χρώμα να γίνει κυανό

ΟΘ (mg/L) = V χ 25,6 [26]

2.3.2.2.3. Διόρθωση διοξειδίου του θείου

Σε εσμυρισμένη κωνική φιάλη προστίθενται 25 mL οίνου, 2 mL άμυλο και 5 mL διαλύματος ακεταλδεΰδης συγκέντρωσης 7 g/L. Κλείνεται με πώμα και αφήνεται για 30 min σε θερμοκρασία δωματίου. Στη συνέχεια προστίθενται 1,2 mL 25 % v/v H_2SO_4 και γίνεται ογκομέτρηση με δείκτη άμυλο. Για τη διόρθωση χρησιμοποιείται τύπος:

Διόρθωση (mg/L) = V χ 25,6 [27]

Στη συνέχεια υπολογίζεται το Διορθωμένο ελεύθερο και ολικό διοξείδιο του θείου από τις σχέσεις:

ΔΕΘ= ΕΘ – Διόρθωση [28] και ΔΟΘ= ΟΘ – Διόρθωση [29]

2.3.2.3. Μέτρηση απορρόφησης στα 420 nm

Η Μέτρηση της απορρόφησης του οίνου στα 420 nm γίνεται φωτομετρικά και αποτελεί δείκτη του χρώματος και δείκτη οξείδωσης του οίνου (89). Για την μέτρηση της απορρόφησης στα 420 nm το φωτόμετρο μηδενίζεται με απιονισμένο H_2O και μετράται η απορρόφηση του οίνου χωρίς αραίωση με γυάλινη κυψελίδα του 1 cm.

2.3.2.4. Προσδιορισμός φαινολικών συστατικών οίνου και ολικών ελεύθερων σουλφυδρυλομάδων

2.3.2.4.1. Ολικά φαινολικά- Δείκτης φαινολικών

Πειραματική Πορεία

Ο δείκτης φαινολικών προσδιορίστηκε με μέτρηση της απορρόφησης στα 280 nm (123). Χρησιμοποιείται διαυγής οίνος που αραιώνεται κατάλληλα με dH_2O. Μετράται η απορρόφηση στα 280 nm, όπου απορροφούν οι βενζολικοί δακτύλιοι των φαινολικών ενώσεων, με χρήση κυψελίδας χαλαζία. Ο μηδενισμός του φωτόμετρου γίνεται με dH_2O. Η απορρόφηση που μετράται πολλαπλασιάζεται με τον συντελεστή αραίωσης του οίνου και έτσι προκύπτει ο δείκτης φαινολικών.

2.3.2.4.2. ο-διφαινόλες

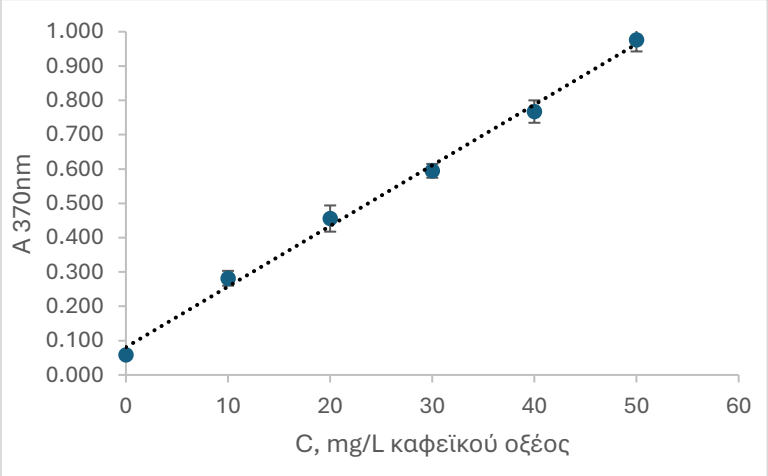
Πειραματική Πορεία

Ο προσδιορισμός των ο-διφαινολών πραγματοποιείται φωτομετρικά με μέτρηση της απορρόφησης στα 370nm (124). Σε δοκιμαστικό σωλήνα φέρονται 1 mL αραιωμένου δείγματος οίνου και 1 mL διαλύματος μολυβδαινικού νατρίου. Παράλληλα ετοιμάζεται και τυφλό για κάθε δείγμα, το οποίο περιέχει 1 mL αραιωμένου δείγματος και 1 mL διαλύματος EtOH/dH_2O (1/1). Το μείγμα αφήνεται για 15 min σε θερμοκρασία περιβάλλοντος. Μετά το πέρας των 15 min μετράται η απορρόφηση στα 370 nm με χρήση κυψελίδας χαλαζία 1 cm.

Πρότυπη καμπύλη καφεϊκού οξέος

Παρασκευάζεται πυκνό πρότυπο διάλυμα καφεϊκού οξέος συγκέντρωσης 100 mg/L. Η διαδικασία έχει ως εξής: Σε ογκομετρική φιάλη των 10 mL φέρονται 1 mg στερεού καφεϊκού οξέος. Η φιάλη συμπληρώνεται με model wine. Το διάλυμα φυλάσσεται στο ψυγείο. Στη συνέχεια, παρασκευάζονται πρότυπα διαλύματα καφεϊκού οξέος συγκέντρωσης: 0, 10, 20, 30, 40, 50, mg/L με κατάλληλες διαδοχικές αραιώσεις με model wine. Η πειραματική πορεία που ακολουθείται είναι η ίδια με την πειραματική πορεία του δείγματος. Η πρότυπη καμπύλη πραγματοποιήθηκε τρεις φορές και τα αποτελέσματα είναι οι ΜΟ των 3 επαναλήψεων, με τις τυπικές αποκλίσεις. Τα αποτελέσματα εκφράζονται ως mg/L καφεϊκό οξύ με βάση την τυπική εξίσωση που προκύπτει από την πρότυπη καμπύλη:

$$C = \frac{A-0,0808}{0,0177},\ R^2 = 0,9957\ [30]$$



Σχήμα 7. Πρότυπη καμπύλη ο-διφαινολών σε model wine.

2.3.2.4.3. Προσδιορισμός φλαβανολών

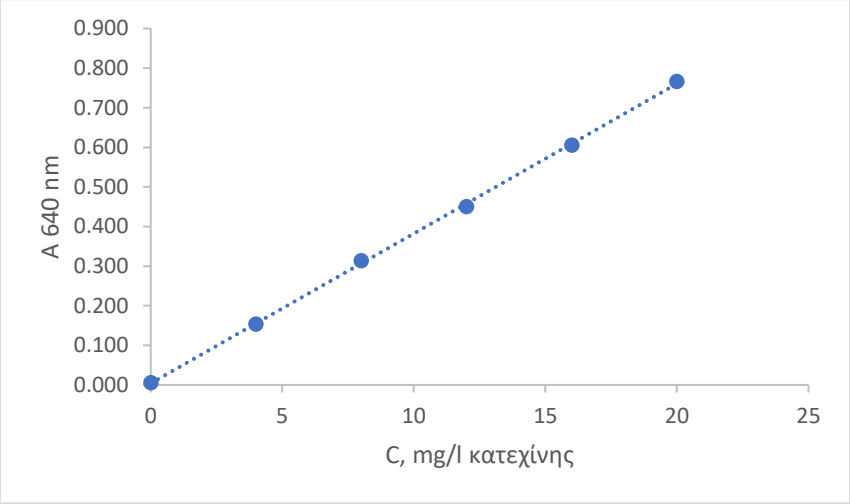
Πειραματική Πορεία

Οι φλαβανόλες προσδιορίζονται φωτομετρικά με μέτρηση της απορρόφησης στα 640 nm (125). Σε σωλήνα Eppendorf των 1,5 mL φέρονται 0,2 mL αραιωμένου οίνου και 1 mL DMACA. Παράλληλα ετοιμάζεται και τυφλό διάλυμα για κάθε δείγμα το οποίο περιέχει 0,2 mL αραιωμένου δείγματος οίνου και 1 mL HCl σε MeOH. Το μείγμα αναδεύεται και αφήνεται σε θερμοκρασία περιβάλλοντος για 10 min. Μετά το πέρας των 10 min μετράται η απορρόφηση στα 640 nm με γυάλινη κυψελίδα 1 cm. Το όργανο μηδενίζεται με τυφλό διάλυμα.

Πρότυπη καμπύλη κατεχίνης

Παρασκευάζεται πυκνό πρότυπο διάλυμα κατεχίνης συγκέντρωσης 100 mg/L σε model wine. Η διαδικασία έχει ως εξής: Σε ογκομετρική φιάλη των 10 mL φέρονται 1 mg στερεού καφεϊκού οξέος. Η φιάλη συμπληρώνεται με model wine. Το διάλυμα φυλάσσεται στο ψυγείο. Στη συνέχεια, παρασκευάζονται πρότυπα διαλύματα καφεϊκού οξέος συγκέντρωσης: 0, 4, 8, 12, 16, 20 mg/L με κατάλληλες διαδοχικές αραιώσεις με model wine. Η πειραματική πορεία που ακολουθείται είναι η ίδια με την πειραματική πορεία του δείγματος. Η πρότυπη καμπύλη πραγματοποιήθηκε τρεις φορές και τα αποτελέσματα είναι οι ΜΟ των 3 επαναλήψεων, με τις τυπικές αποκλίσεις. Τα αποτελέσματα εκφράζονται ως mg/L κατεχίνη με βάση την τυπική εξίσωση που προκύπτει από την πρότυπη καμπύλη:

$$C = \frac{A-0,004}{0,0378},\ R^2 = 0,9996\ [31]$$



Σχήμα 8. Πρότυπη καμπύλη φλαβανολών σε model wine.

2.3.2.4.4. Προσδιορισμός υδροξυκινναμωμικών οξέων

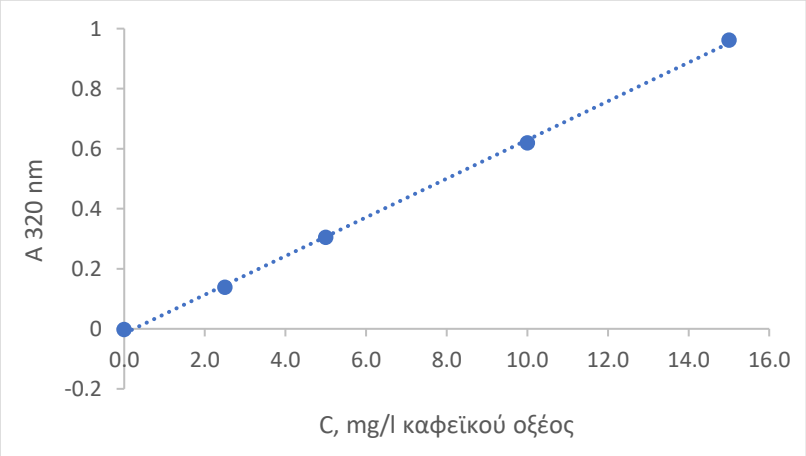
Πειραματική Πορεία

Τα υδροξυκινναμωμικά οξέα προσδιορίζονται φωτομετρικά με μέτρηση της απορρόφησης στα 320 nm Σε δοκιμαστικό σωλήνα φέρονται 2 mL αραιωμένου δείγματος. Μετράται η απορρόφηση του δείγματος στα 320 nm με χρήση κυψελίδας χαλαζία 1 cm. Το φασματοφωτόμετρο μηδενίζεται με διάλυμα EtOH 12 % (123).

Πρότυπη καμπύλη καφεϊκού οξέος

Παρασκευάζεται πυκνό πρότυπο διάλυμα καφεϊκού οξέος συγκέντρωσης 100 mg/L. Η διαδικασία έχει ως εξής: Σε ογκομετρική φιάλη των 10 mL φέρονται 1 mg στερεού καφεϊκού οξέος. Η φιάλη συμπληρώνεται με model wine. Το διάλυμα φυλάσσεται στο ψυγείο. Στη συνέχεια, παρασκευάζονται πρότυπα διαλύματα καφεϊκού οξέος συγκέντρωσης: 0, 2,5, 5, 10, 15 mg/L με κατάλληλες διαδοχικές αραιώσεις με model wine. Η πειραματική πορεία που ακολουθείται είναι η ίδια με την πειραματική πορεία του δείγματος. Η πρότυπη καμπύλη πραγματοποιήθηκε τρεις φορές και τα αποτελέσματα είναι οι ΜΟ των 3 επαναλήψεων, με τις τυπικές αποκλίσεις. Τα αποτελέσματα εκφράζονται ως mg/L καφεϊκό οξύ με βάση την τυπική εξίσωση που προκύπτει από την πρότυπη καμπύλη:

$$C = \frac{A + 0{,}0154}{0{,}0645},\ R^2 = 0{,}9993\ [32]$$



Σχήμα 9. Πρότυπη καμπύλη υδροξυκινναμωμικών οξέων σε EtOH 12%.

2.3.2.4.5. Προσδιορισμός ολικών ελεύθερων σουλφυδρυλομάδων

Πειραματική Πορεία

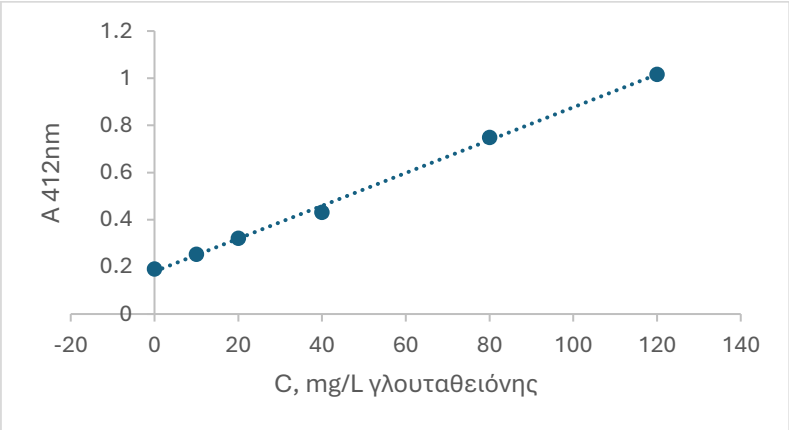
Οι ολικές ελεύθερες σουλφυδρυλομάδες προσδιορίζονται φωτομετρικά με μέτρηση της απορρόφησης στα 412 nm (126). Σε δοκιμαστικούς σωλήνες φέρονται 1,6 mL 200 mM

ρυθμιστικό διάλυμα φωσφορικού οξέος, 0,4 mL αραιωμένου δείγματος οίνου και 0,2 mL διαλύματος 1mM DTNB. Το τυφλό περιέχει 0,2 mL 200 mM ρυθμιστικό διάλυμα φωσφορικών αντί για DTNB. Αφήνονται για επώαση στους 20 ° C για 1 hr. Η μέτρηση της απορρόφησης γίνεται στα 412 nm με γυάλινη κυψελίδα και το φωτόμετρο μηδενίζεται με το τυφλό του δείγματος.

Πρότυπη καμπύλη γλουταθειόνης

Παρασκευάζεται πυκνό πρότυπο διάλυμα γλουταθειόνης συγκέντρωσης 1200 mg/L σε model wine.Σε ογκομετρική φιάλη των 10 mL φέρονται 12 mg στερεής γλουταθειόνης και η φιάλη συμπληρώνεται με dH_2O. Το διάλυμα φυλάσσεται στο ψυγείο. Στη συνέχεια, παρασκευάζονται πρότυπα διαλύματα κατεχίνης συγκέντρωσης: 0, 10, 20, 40, 80 και 120 mg/L με κατάλληλες διαδοχικές αραιώσεις με model wine. Η πειραματική πορεία που ακολουθείται είναι η ίδια με την πειραματική πορεία του δείγματος. Η πρότυπη καμπύλη πραγματοποιήθηκε τρεις φορές και τα αποτελέσματα είναι οι ΜΟ των 3 επαναλήψεων, με τις τυπικές αποκλίσεις. Τα αποτελέσματα εκφράζονται ως mg/L γλουταθειόνης με βάση την τυπική εξίσωση που προκύπτει από την πρότυπη καμπύλη:

$$C = \frac{A-0,1806}{0,007},\ R^2 = 0,998\ [33]$$



Σχήμα 10. Πρότυπη καμπύλη σουλφυδρυλομάδων σε model wine.

2.3.2.5. Προσδιορισμός αντιοξειδωτικής δράσης

2.3.2.5.1. Δοκιμή Folin

Πειραματική Πορεία

Η αντιοξειδωτική δράση με τη μέθοδο Folin πραγματοποιήθηκε φωτομετρικά (93). Σε δοκιμαστικό σωλήνα φέρονται 3,950 μL dH_2O, 50 μL δείγματος και 250 μL αντιδραστηρίου

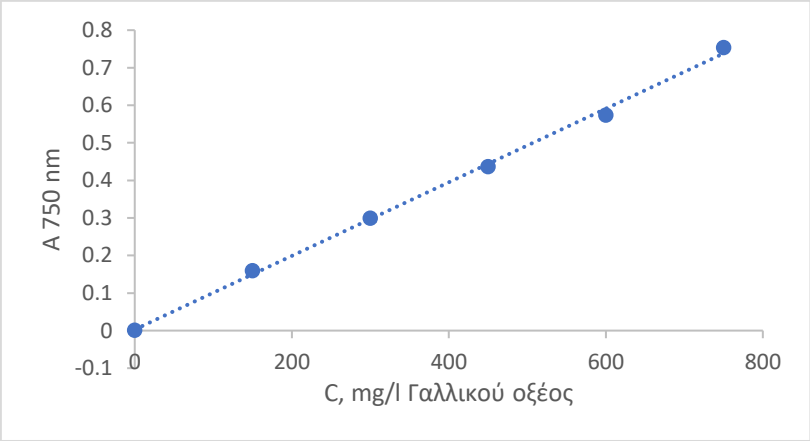
Folin-Ciocalteu. Γίνεται ανάδευση του μίγματος και μετά από παραμονή 1 min προστίθενται 750 μL διαλύματος 20 % w/v Na_2CO_3 και ακολουθεί ανάδευση. Παράλληλα, ετοιμάζεται και τυφλό διάλυμα, το οποίο αντί για το δείγμα περιέχει model wine. Το μείγμα αφήνεται σε ηρεμία στο σκοτάδι για 2 h. Μετράται η απορρόφηση στα 750 nm, με γυάλινη κυψελίδα 1 cm. Ο μηδενισμός του φασματοφωτόμετρου γίνεται με το αντίστοιχο τυφλό του δείγματος.

Πρότυπη καμπύλη γαλλικού οξέος

Παρασκευάζεται πυκνό πρότυπο διάλυμα γαλλικού οξέος συγκέντρωσης 1000 mg/L. Η διαδικασία έχει ως εξής: Σε ογκομετρική φιάλη των 5 mL φέρονται 5 mg στερεού γαλλικού οξέος. Η φιάλη συμπληρώνεται με model wine. Το διάλυμα φυλάσσεται στο ψυγείο.

Στη συνέχεια, παρασκευάζονται πρότυπα διαλύματα γαλλικού οξέος συγκέντρωσης: 0, 150, 300, 450, 600, 750 mg/L με κατάλληλες διαδοχικές αραιώσεις με model wine. Η πειραματική πορεία που ακολουθείται είναι η ίδια με την πειραματική πορεία του δείγματος. Η πρότυπη καμπύλη πραγματοποιήθηκε δύο φορές και τα αποτελέσματα είναι οι ΜΟ των 3 επαναλήψεων, με τις τυπικές αποκλίσεις. Τα αποτελέσματα εκφράζονται ως mg/L γαλλικό οξύ με βάση την τυπική εξίσωση που προκύπτει από την πρότυπη καμπύλη:

$$C = \frac{A-0,0029}{0,001},\ R^2 = 0,9982\ [34]$$



Σχήμα 11. Πρότυπη καμπύλη Folin σε model wine.

2.3.2.5.2. Δοκιμή FRAP

Πειραματική Πορεία

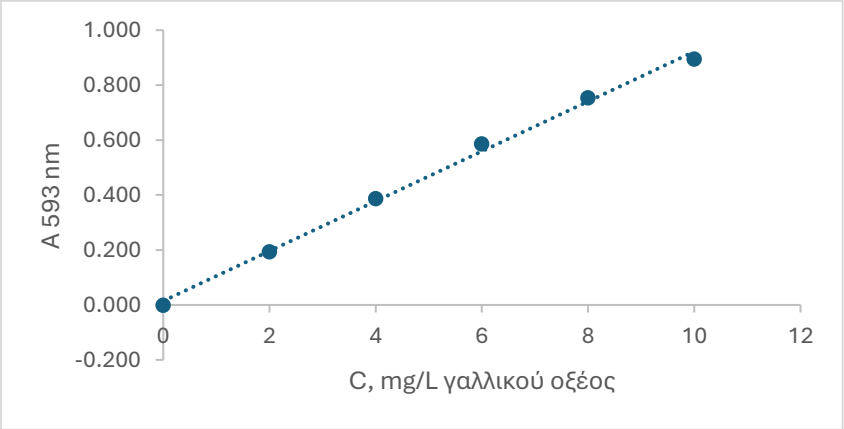
Η αντιοξειδωτική δράση του δείγματος με τη μέθοδο αναγωγής σιδήρου (FRAP) μετρήθηκε φωτομετρικά (127). Για τη μέθοδο FRAP αρχικά παρασκευάζεται το ρυθμιστικό διάλυμα οξικού οξέος συγκέντρωσης 300 mM (pH=3,6), το αντιδραστήριο TPTZ

συγκέντρωσης 9 mm σε 0,05 M HCl και το αντιδραστήριο $FeCl_3$ συγκέντρωσης 20 mM σε 0,05 M HCl. Ακριβώς πριν την επιτέλεση της μεθόδου παρασκευάζεται το αντιδραστήριο FRAP με ανάμιξη των αντιδραστηρίων σε αναλογία 10:1:1. Σε 0,25 mL εκχυλίσματος προστίθενται 1,5 mL αντιδραστηρίου FRAP και το μίγμα παραμένει στους 37 °C για 10 min. Στη συνέχεια μετράται η απορρόφηση στα 593 nm. Ο μηδενισμός του οργάνου γίνεται με dH_2O.

Πρότυπη καμπύλη γαλλικού οξέος

Παρασκευάζεται πυκνό πρότυπο διάλυμα γαλλικού οξέος συγκέντρωσης 1000 mg/L. Η διαδικασία έχει ως εξής: Σε ογκομετρική φιάλη των 5 mL φέρονται 5 mg στερεού γαλλικού οξέος. Η φιάλη συμπληρώνεται με model wine και το διάλυμα φυλάσσεται στο ψυγείο. Στη συνέχεια, παρασκευάζονται πρότυπα διαλύματα γαλλικού οξέος συγκέντρωσης: 0, 2, 4, 6, 8, 10 mg/L με κατάλληλες διαδοχικές αραιώσεις με model wine. Η πειραματική πορεία που ακολουθείται είναι η ίδια με την πειραματική πορεία του δείγματος. Η πρότυπη καμπύλη πραγματοποιήθηκε τρεις φορές και τα αποτελέσματα είναι οι ΜΟ των 3 επαναλήψεων, με τις τυπικές αποκλίσεις. Τα αποτελέσματα εκφράζονται ως mg/L γαλλικό οξύ με βάση την τυπική εξίσωση που προκύπτει από την πρότυπη καμπύλη:

$$C = \frac{A-0,0145}{0,908},\ R^2 = 0,9966\ [35]$$



Σχήμα 12. Πρότυπη καμπύλη FRAP σε model wine.

2.3.2.5.3. Δέσμευση της ρίζας DPPH

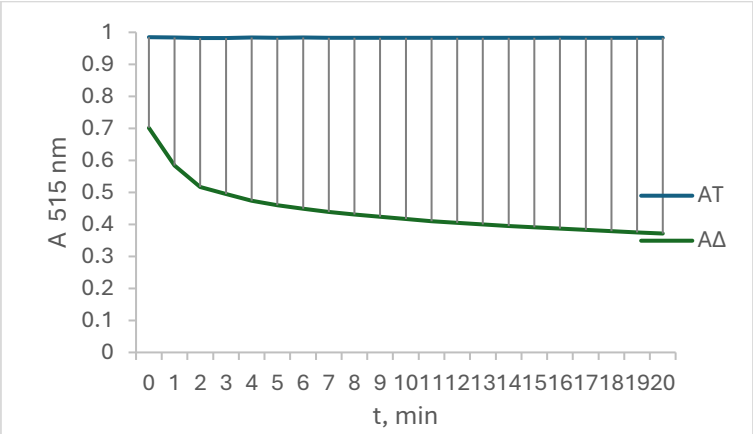
Πειραματική Πορεία

Η δέσμευση της ρίζας DPPH προσδιορίστηκε φωτομετρικά μετρώντας την απορρόφηση στα 515 nm (95). Σε κυψελίδα των 1,5 mL προστίθεται 1 mL διαλύματος DPPH σε μεθανόλη και 100 μL οίνου (ή αραιωμένου οίνου) και μετράται η απορρόφηση για 20 min στα 515 nm. Τυφλό: Σε κυψελίδα των 1,5 mL προσθέτω 1 mL διαλύματος DPPH σε μεθανόλη και 100 μL

model wine και μετράω την απορρόφηση για 20 min στα 515 nm. Το φωτόμετρο μηδενίζεται με το διάλυμα: 1 mL διαλύματος μεθανόλης και 100 μL model wine. Η αναστολή υπολογίζεται από τον τύπο:

$$A\% = \frac{AT - At}{AT}\ 100 \text{ [36],}$$

όπου ΑΤ είναι η σταθερή απορρόφηση του τυφλού, και At η απορρόφηση του δείγματος σε συγκεκριμένο χρόνο.



Σχήμα 13. Ενδεικτικό διάγραμμα αναστολής της ρίζας DPPH οίνου, ΑΤ η απορρόφηση του τυφλού στο χρόνο και ΑΔ η απορρόφηση του δείγματος στο χρόνο.

2.3.2.6. Βιοδράσεις

2.3.2.6.1. Μέθοδος εκκαθάρισης ριζών υδροξυλίου

Πειραματική Πορεία

Η εκκαθάριση των ριζών υδροξυλίου προσδιορίστηκε μέσω της αντίδρασης Fenton (81). Σε Eppendorf των 2mL προστίθενται 0,25 mL 2mM Φαινανθρολίνη, 0,5 mL ρυθμιστικό διάλυμα φωσφορικού οξέος pH=7,4, 0,25 mL δείγματος οίνου, 0,25 mL 0,75 mM $FeSO_4$, γίνεται ανάδευση με Vortex και τέλος προστίθενται 0,25 mL 100 mg/L H_2O_2. Γίνεται vortex και επωάζεται σε υδατόλουτρο στους 37 °C για 1 h. Μετράται η απορρόφηση στα 536 nm . Το όργανο μηδενίζεται με H_2O.

Control: Αντί για δείγμα περιέχει 0,25 mL model wine

Τυφλό για κάθε δείγμα : Αντί για H_2O_2 περιέχει dH_2O

Η εκκαθάριση των •OH υπολογίζεται από τον τύπο:

$$E\% = \frac{A\Delta - AC}{AT - AC} * 100\ \% \text{ [37],}$$

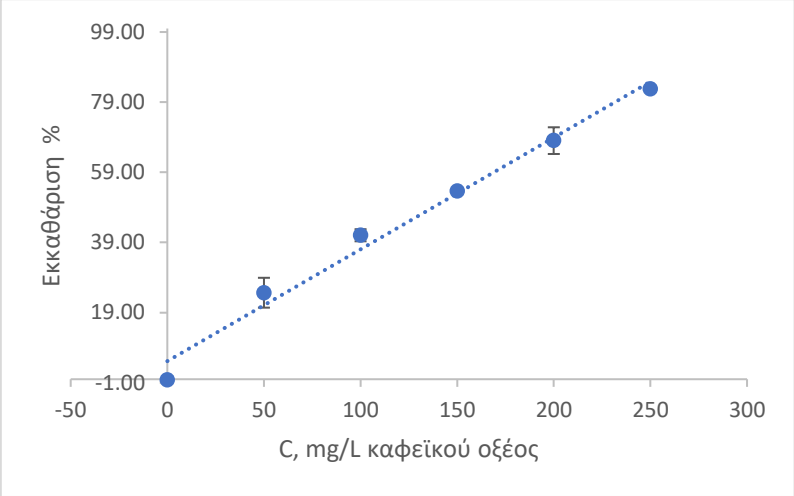
όπου ΑΔ είναι η απορρόφηση του δείγματος, ΑΤ η απορρόφηση του τυφλού και ΑC η απορρόφηση του control.

Πρότυπη καμπύλη καφεϊκού οξέος

Παρασκευάζεται πυκνό πρότυπο διάλυμα καφεϊκού οξέος συγκέντρωσης 250 mg/L. Η διαδικασία έχει ως εξής: Σε ογκομετρική φιάλη των 20 mL φέρονται 5 mg στερεού καφεϊκού οξέος. Η φιάλη συμπληρώνεται με model wine και αφήνεται για διάλυση στους υπερήχους για 10 min. Το διάλυμα φυλάσσεται στο ψυγείο.

Στη συνέχεια, παρασκευάζονται πρότυπα διαλύματα καφεϊκού οξέος συγκέντρωσης: 0, 50, 100, 150, 200, 250 mg/L με κατάλληλες διαδοχικές αραιώσεις με model wine. Η πειραματική πορεία που ακολουθείται είναι η ίδια με την πειραματική πορεία του δείγματος. Η πρότυπη καμπύλη πραγματοποιήθηκε τρεις φορές και τα αποτελέσματα είναι οι ΜΟ των 3 επαναλήψεων, με τις τυπικές αποκλίσεις. Τα αποτελέσματα εκφράζονται ως mg/L καφεϊκό οξύ με βάση την τυπική εξίσωση που προκύπτει από την πρότυπη καμπύλη:

$$C = \frac{A-3,562}{0,3216},\ R^2 = 0,9912\ [38]$$



Σχήμα 14. Πρότυπη καμπύλη εκκαθάρισης ριζών υδροξυλίου σε Model wine.

2.3.2.6.2. Αντιφλεγμονώδης δράση οίνου με αναστολή της LOX

Πειραματική Πορεία

Η αντιφλεγμονώδης δράση του υδατικού εκχυλίσματος γιαουρτιού προσδιορίστηκε με την αναστολή της λιποξυγενάσης (128,129). Σε Eppendorf προστίθενται 900 μL ρυθμιστικό διάλυμα 0,2 Μ βορικού οξέος, pH=9, 100 μL κατάλληλα αραιωμένου δείγματος και 100 μL 100 U LOX σε ρυθμιστικό διάλυμα. Γίνεται ανάδευση με vortex και παραμονή για 5 min στο σκοτάδι. Με το πέρας των 5 min προστίθενται 100 μL 4,18 mM διαλύματος λινελαϊκού οξέος σε αιθανόλη και μετράται η απορρόφηση για 20 min στα 234 nm.

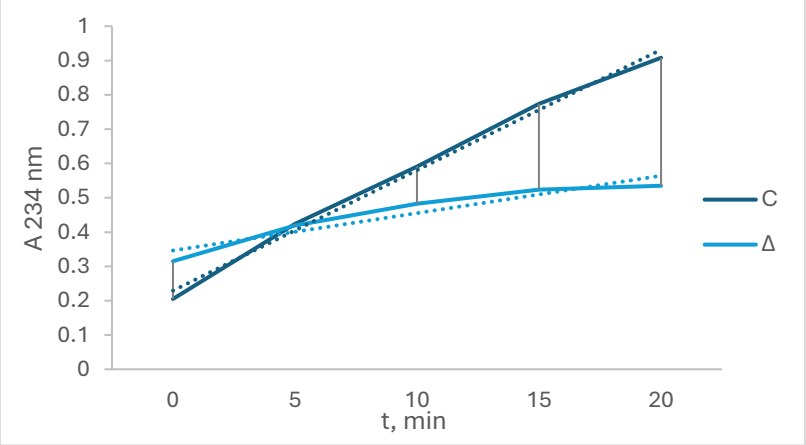
Control: Αντί για δείγμα περιέχει model wine

Τυφλό Control: Αντί για δείγμα περιέχει model wine και αντί για λινελαϊκό οξύ περιέχει αιθανόλη.

Τυφλό για κάθε δείγμα: Αντί για λινελαϊκό οξύ περιέχει αιθανόλη.

Η ΑΦ% υπολογίζεται από το τύπο:

$$\text{ΑΦ\%} = \frac{AC - A\Delta}{AC} * 100\ \%\ [39]$$



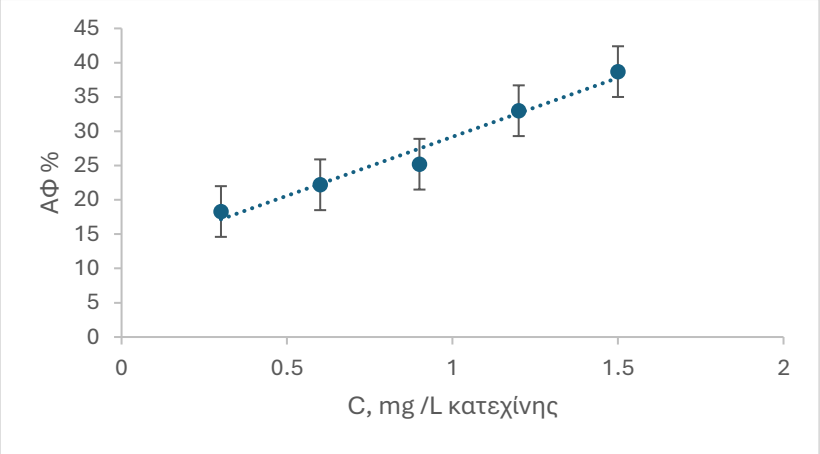
Σχήμα 15. Ενδεικτικό διάγραμμα αναστολής λιποξυγενάσης, C η απορρόφηση του control στο χρόνο και Δ η απορρόφηση του δείγματος στο χρόνο.

Πρότυπη καμπύλη κατεχίνης

Παρασκευάζεται πυκνό πρότυπο διάλυμα κατεχίνης συγκέντρωσης 1000 mg/L σε model wine. Η διαδικασία έχει ως εξής: Σε ογκομετρική φιάλη των 5 mL φέρονται 5 mg στερεής κατεχίνης και η φιάλη συμπληρώνεται με model wine. Το διάλυμα φυλάσσεται στο ψυγείο.

Στη συνέχεια, παρασκευάζονται πρότυπα διαλύματα κατεχίνης συγκέντρωσης: 0, 0,3, 0,6, 0,9, 1,2 και 1,5 mg/L με κατάλληλες διαδοχικές αραιώσεις με model wine. Η πειραματική πορεία που ακολουθείται είναι η ίδια με την πειραματική πορεία του δείγματος. Η πρότυπη καμπύλη πραγματοποιήθηκε τρεις φορές και τα αποτελέσματα είναι οι ΜΟ των 3 επαναλήψεων, με τις τυπικές αποκλίσεις. Τα αποτελέσματα εκφράζονται ως mg/L κατεχίνης με βάση την τυπική εξίσωση που προκύπτει από την πρότυπη καμπύλη:

$$C = \frac{A - 12}{17{,}2},\ R^2 = 0{,}9728\ [40]$$



Σχήμα 16. Πρότυπη καμπύλη αντιφλεγμονώδους δράσης σε model wine.

2.3.2.7. Προσδιορισμός πτητικών ενώσεων οίνου με αέρια χρωματογραφία GC/MS και δισδιάστατη αέρια χρωματογραφία GC/GC/TOF

2.3.2.7.1. Προετοιμασία δείγματος

Σε φιαλίδιο των 5 mL προστίθεται 1 mL οίνου, κλείνεται με άζωτο και διατηρείται στην κατάψυξη μέχρι να χρησιμοποιηθεί. Πριν χρησιμοποιηθεί κάθε δείγμα αποψύχεται και γίνεται προσθήκη 20 μL εσωτερικού προτύπου 4-μέθυλο, 2-πεντανόλης συγκέντρωσης 2 g/L με τελική συγκέντρωση στο δείγμα 40 mg/L.

2.3.2.7.2. Εκχύλιση HS-SPME

Το κάθε δείγμα παρέμεινε για 10 min στους 40 °C υπό μαγνητική ανάδευση ώστε να γίνει εγκλιματισμός των πτητικών ενώσεων στον υπερκείμενο χώρο. Στη συνέχεια, εισάγεται η σύριγγα στο μπουκαλάκι και τότε η ίνα απελευθερώνεται ώστε να βρίσκεται περίπου στο μέσο του υπερκείμενου χώρου. Γίνεται εκχύλιση υπό ανάδευση στους 40 ° C για 20 min. Η ίνα που χρησιμοποιήθηκε είναι η DVB/CAR/PDMS 50/30 μm.

2.3.2.7.3. Συνθήκες δισδιάστατου αέριου χρωματογράφου GC/GC/TOF

Μετά την εκχύλιση η ίνα εισάγεται στον εισαγωγέα στους 250 °C σε splitless mode και παραμένει για 15 min, για εκρόφηση και καθαρισμό. Ως αέριο χρησιμοποιείται το He σε ροή 1,2 mL/min. Για το πείραμα με τον λευκό οίνο, η στήλη που χρησιμοποιείται στον πρώτο φούρνο είναι η Stabilwax (30 m x 0,25 mm x 0,25 μm), που είναι πολική, ενώ στον δεύτερο φούρνο χρησιμοποιείται η mega-1-HT fast (1,19 m x 0,1 mm x 0,1 μm) που είναι μη πολική. Για το πείραμα με τον ροζέ οίνο, η στήλη που χρησιμοποιείται στον πρώτο φούρνο είναι η

RXi-5MS, που είναι μη πολική, μήκους 30 m, διαμέτρου mm και πάχους μm, ενώ στον δεύτερο φούρνο χρησιμοποιείται η RXi-17MS μήκους 2 m, διαμέτρου 0,25 mm και πάχους 0,25 μm.Το θερμοκρασιακό πρόγραμμα ξεκινάει με 40 °C για 2 min και έπειτα υπάρχει αύξηση κατά 3 °C/min έως τους 150 °C και κατά 5 °C/min έως τους 250 °C όπου παραμένει για 5 min. Η συνολική διάρκεια του προγράμματος είναι 59 min, και έχει οριστεί solvent delay στα 360- 408 sec. Η δεύτερη στήλη ορίζεται να έχει θερμοκρασιακό πρόγραμμα 5 °C πάνω από την 1η, όπως και το modulator 15 °C πάνω από τη δεύτερη στήλη. Ως modulator period ορίζονται τα 5 sec (1,5 sec hot και 1 sec cold). Όσον αφορά την μάζα ορίζονται η θερμοκρασία πηγής ιόντων και Transfer Line στους 250 °C. Τα θραύσματα ορίζονται στα 35-350 m/z με σάρωση 200 spectra/sec (130). Το πρόγραμμα επεξεργασίας που χρησιμοποιείται είναι το ChromaTOF έκδοση 4,32 και ρυθμίζονται η αναλογία σήματος θορύβου (S/N)=100 και ελάχιστος αριθμός ολοκλήρωσης min.stick.count= 3. Οι βιβλιοθήκες που χρησιμοποιούνται είναι οι Nist_ri, reblib, mainlib και ελάχιστο similarity για να υπάρχουν οι ενώσεις στα αποτελέσματα το 800. Εκτός από την απαίτηση ελάχιστης ταυτοποίησης με τη βιβλιοθήκη στα 80%, ενώσεις που προέρχονται από το σύστημα, όπως τα σιλοξάνια και πλαστικοποιητές αφαιρέθηκαν από τα αποτελέσματα.

2.3.3. Μέθοδοι Ανάλυσης φυτικών εκχυλισμάτων

2.3.3.1. Υδατικά Εκχυλίσματα κρόκου και τσαγιού του βουνού

2.3.3.1.1. Δοκιμή Folin

Πειραματική Πορεία

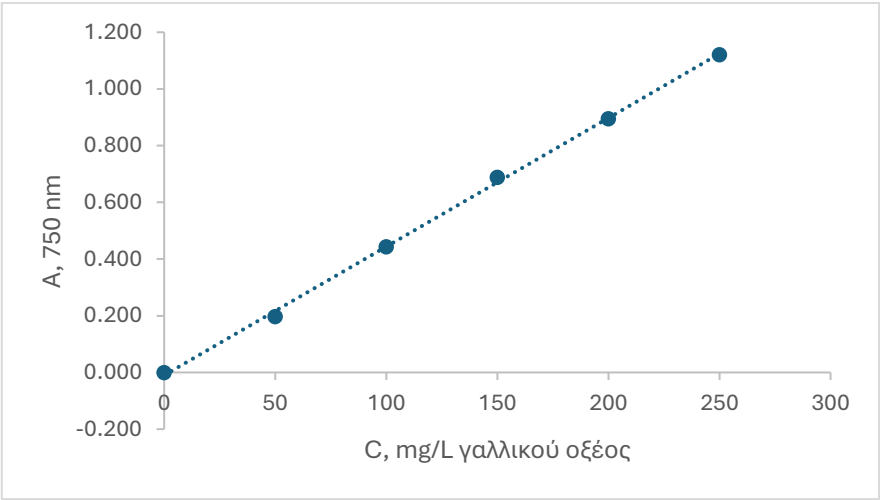
Η αντιοξειδωτική δράση με τη μέθοδο Folin πραγματοποιήθηκε φωτομετρικά (112). Σε δοκιμαστικό σωλήνα φέρονται 1,9 mL dH_2O, 100 μL δείγματος και 125 μL αντιδραστηρίου Folin-Ciocalteu. Γίνεται ανάδευση του μίγματος και μετά από παραμονή 1 min προστίθενται 380 μL διαλύματος 20 % w/v Na_2CO_3 και ακολουθεί ανάδευση. Παράλληλα, ετοιμάζεται και τυφλό διάλυμα, το οποίο αντί για το δείγμα περιέχει dH_2O. Το μείγμα αφήνεται στην ηρεμία για 2 h. Μετράται η απορρόφηση στα 750 nm, με γυάλινη κυψελίδα 1 cm. Ο μηδενισμός του φασματοφωτόμετρου γίνεται με το αντίστοιχο τυφλό του δείγματος.

Πρότυπη καμπύλη γαλλικού οξέος

Παρασκευάζεται πυκνό πρότυπο διάλυμα γαλλικού οξέος συγκέντρωσης 1000 mg/L. Η διαδικασία έχει ως εξής: Σε ογκομετρική φιάλη των 5 mL φέρονται 5 mg στερεού γαλλικού οξέος. Η φιάλη συμπληρώνεται με dH_2O. Το διάλυμα φυλάσσεται στο ψυγείο. Στη συνέχεια, παρασκευάζονται πρότυπα διαλύματα γαλλικού οξέος συγκέντρωσης: 0, 50, 100, 150, 200,

250 mg/L με κατάλληλες διαδοχικές αραιώσεις dH_2O. Η πειραματική πορεία που ακολουθείται είναι η ίδια με την πειραματική πορεία του δείγματος. Η πρότυπη καμπύλη πραγματοποιήθηκε τρεις φορές και τα αποτελέσματα είναι οι ΜΟ των 3 επαναλήψεων, με τις τυπικές αποκλίσεις. Τα αποτελέσματα εκφράζονται ως mg/L γαλλικό οξύ με βάση την τυπική εξίσωση που προκύπτει από την πρότυπη καμπύλη:

$$C = \frac{A+0,0098}{0,0045},\ R^2 = 0,9991\ [41]$$



Σχήμα 17. Πρότυπη καμπύλη Folin σε dH_2O.

2.3.3.1.2. Δοκιμή FRAP

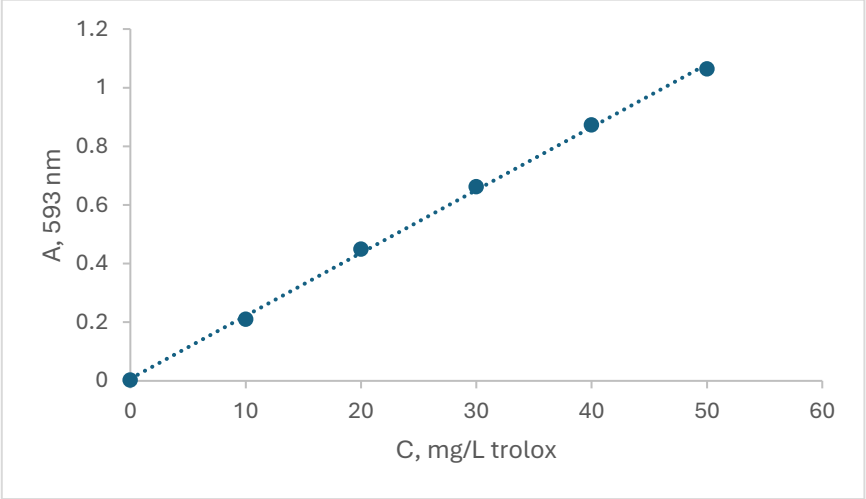
Πειραματική Πορεία

Η αντιοξειδωτική δράση του δείγματος με τη μέθοδο αναγωγής σιδήρου (FRAP) μετρήθηκε φωτομετρικά (110). Αρχικά παρασκευάζεται το ρυθμιστικό διάλυμα οξικού οξέος συγκέντρωσης 300 mM (pH=3,6), το αντιδραστήριο TPTZ συγκέντρωσης 9mM σε 0,05 M HCl και το αντιδραστήριο $FeCl_3$ συγκέντρωσης 20 mM σε 0,05 M HCl. Ακριβώς πριν την επιτέλεση της μεθόδου παρασκευάζεται το αντιδραστήριο FRAP με ανάμιξη των αντιδραστηρίων σε αναλογία 10:1:1. Σε 0,25 mL εκχυλίσματος προστίθενται 1,5 mL αντιδραστηρίου FRAP και το μίγμα παραμένει στους 37 °C για 10 min. Στη συνέχεια μετράται η απορρόφηση στα 593 nm. Ο μηδενισμός του οργάνου γίνεται με 1,5 mL αντιδραστηρίου ρυθμιστικού διαλύματος και dH_2O αντί για δείγμα.

Πρότυπη καμπύλη trolox

Παρασκευάζεται πυκνό πρότυπο διάλυμα trolox συγκέντρωσης 1000 mg/L. Η διαδικασία έχει ως εξής: Σε ογκομετρική φιάλη των 5 mL φέρονται 5 mg στερεού trolox. Η φιάλη συμπληρώνεται με dH_2O. Το διάλυμα φυλάσσεται στο ψυγείο. Στη συνέχεια, παρασκευάζονται πρότυπα διαλύματα trolox συγκέντρωσης: 0, 10, 20, 30, 40, 50 mg/L με κατάλληλες διαδοχικές αραιώσεις με dH_2O. Η πειραματική πορεία που ακολουθείται είναι η ίδια με την πειραματική πορεία του δείγματος. Η πρότυπη καμπύλη πραγματοποιήθηκε τρεις φορές και τα αποτελέσματα είναι οι ΜΟ των 3 επαναλήψεων, με τις τυπικές αποκλίσεις. Τα αποτελέσματα εκφράζονται ως mg/L trolox με βάση την τυπική εξίσωση που προκύπτει από την πρότυπη καμπύλη:

$$C = \frac{A-0,0078}{0,0214},\ R^2 = 0,9991\ [42]$$



Σχήμα 18. Πρότυπη καμπύλη FRAP σε dH_2O.

2.3.3.1.3. Εκκαθάριση ριζών υδροξυλίου

Πειραματική Πορεία

Η εκκαθάριση των ριζών υδροξυλίου προσδιορίστηκε μέσω της αντίδρασης Fenton (81). Σε Eppendorf των 2mL προστίθενται 0,25 mL 2 mM φαινανθρολίνη, 0,5 mL ρυθμιστικό διάλυμα φωσφορικών, pH=7,4, 0,25 mL εκχυλίσματος γιαουρτιού, 0,25 mL 0,75 mM $FeSO_4$, γίνεται ανάδευση με Vortex και τέλος προστίθενται 0,25 mL 100 mg/L H_2O_2. Γίνεται vortex και επωάζεται σε υδατόλουτρο στους 37°C για 1 h. Μετράται η απορρόφηση στα 536 nm. Το όργανο μηδενίζεται με dH_2O.

Control: Αντί για δείγμα περιέχει 0,25 mL dH_2O.

Τυφλό για κάθε δείγμα : Αντί για H_2O_2 περιέχει dH_2O

Η εκκαθάριση των $^{\bullet}OH$ υπολογίζεται από τον τύπο:

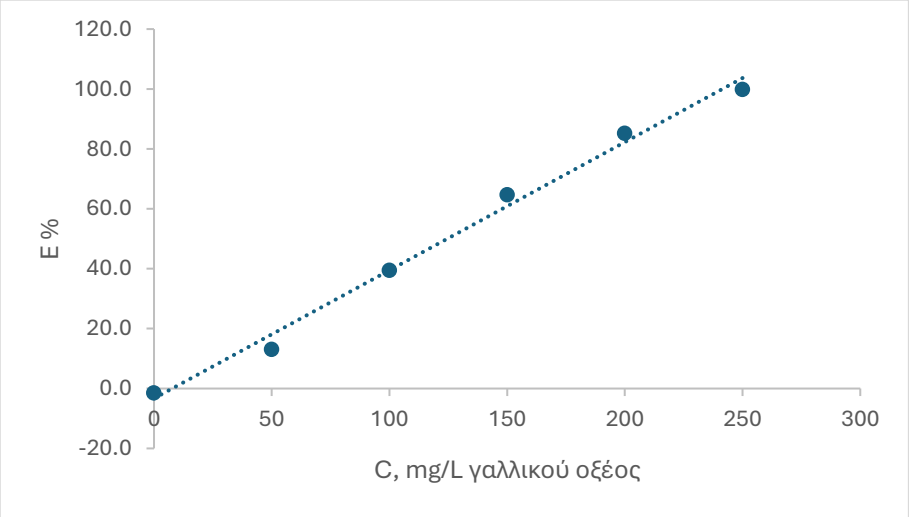
$$E\% = \frac{A\Delta - AC}{AT - AC} * 100\ \%\ [14],$$

όπου ΑΔ είναι η απορρόφηση του δείγματος, ΑΤ η απορρόφηση του τυφλού και ΑC η απορρόφηση του control.

Πρότυπη καμπύλη γαλλικού οξέος

Παρασκευάζεται πυκνό πρότυπο διάλυμα γαλλικού οξέος συγκέντρωσης 1000 mg/L σε Phosphate buffer, pH=7.4 C= 0.15 M. Η διαδικασία έχει ως εξής: Σε ογκομετρική φιάλη των 10 mL φέρονται 5 mg στερεού γαλλικού οξέος. Η φιάλη συμπληρώνεται με Phosphate buffer, pH=7.4 C= 0.15 M και φυλάσσεται στο ψυγείο. Στη συνέχεια, παρασκευάζονται πρότυπα διαλύματα γαλλικού οξέος συγκέντρωσης: 0, 50, 100, 150, 200, 250 mg/L με κατάλληλες διαδοχικές αραιώσεις με Phosphate buffer, pH=7.4 C= 0.15 M. Η πειραματική πορεία που ακολουθείται είναι η ίδια με την πειραματική πορεία του δείγματος. Η πρότυπη καμπύλη πραγματοποιήθηκε τρεις φορές και τα αποτελέσματα είναι οι ΜΟ των 3 επαναλήψεων, με τις τυπικές αποκλίσεις. Τα αποτελέσματα εκφράζονται ως mg/L γαλλικό οξύ με βάση την τυπική εξίσωση που προκύπτει από την πρότυπη καμπύλη:

$$C = \frac{A+3{,}3028}{0{,}478},\ R^2 = 0{,}9918\ [43]$$



Σχήμα 19. Πρότυπη καμπύλη Εκκαθάρισης ριζών υδροξυλίου σε Phosphate buffer, pH=7.4 C= 0.15 M.

2.3.3.1.4. Αντιφλεγμονώδης δράση

Για την αξιολόγηση της αντιφλεγμονώδους δράσης των υδατικών εκχυλισμάτων ακολουθήθηκε η ίδια πειραματική πορεία με εκείνη που εφαρμόστηκε στα υδατικά εκχυλίσματα γιαουρτιού, με χρήση της ίδιας πρότυπης καμπύλης αναφοράς.

2.3.3.2. Υδατοαλκοολικά εκχυλίσματα κρόκου και τσαγιού του βουνού

Τα υδατοαλκοολικά εκχυλίσματα κρόκου και τσαγιού του βουνού αναλύθηκαν ως προς την αντιοξειδωτική τους δράση (δοκιμές Folin και FRAP, μέθοδος εκκαθάρισης ριζών υδροξυλίου) καθώς και ως προς την αντιφλεγμονώδη τους δράση. Για τις αναλύσεις αυτές ακολουθήθηκε η ίδια πειραματική πορεία και οι ίδιες πρότυπες καμπύλες με εκείνες που εφαρμόστηκαν στους οίνους.

2.4. Στατιστική επεξεργασία

Η στατιστική επεξεργασία έγινε με τη βοήθεια του προγράμματος SPSS Statistics version 25 της εταιρείας IBM. Αρχικά πραγματοποιήθηκε έλεγχος ακραίων τιμών μέσω θηκογραμμάτων καθώς κι έλεγχος κανονικότητας με το test Shapiro wilk προς έλεγχο για το αν μπορεί να εφαρμοστεί παραμετρικό test. Σε όλες τις περιπτώσεις εφαρμόστηκε το test one way anova. Με τη βοήθεια του πίνακα descriptives υπολογίστηκε ο μέσος όρος και η τυπική απόκλιση κάθε μέτρησης και με τη βοήθεια του τεστ Duncan εξετάστηκαν οι διαφορές μεταξύ των μέσων όρων. Το επίπεδο σημαντικότητας που χρησιμοποιήθηκε για τον έλεγχο των διαφορών ήταν το $p<0,05$.

2.5. Οργανοληπτική αξιολόγηση/δοκιμασία

2.5.1. Γιαουρτιού και επιδόρπιων γιαουρτιού

Τα δείγματα γιαουρτιών και επιδόρπιων γιαουρτιού αξιολογήθηκαν την 15^{η} ημέρα συντήρησης ως προς την εμφάνιση, την συνεκτικότητα, την οσμή και τη γεύση τους. Οι δοκιμαστές ήταν τρείς και είχαν εμπειρία στην δοκιμασία γιαουρτιών.

2.5.2. Οίνου και προϊόντων οίνου

Η οργανοληπτική αξιολόγηση πραγματοποιήθηκε τόσο για τους αρχικούς οίνους, όσο και για κάθε προϊόν οίνου σε κάθε χρόνο ανάλυσης. Αξιολογήθηκαν ως προς τα χαρακτηριστικά του αρχικού κρασιού, αλλά και ως προς τα χαρακτηριστικά των φυτικών συστατικών που προστέθηκαν (εμφάνιση, χρώμα, γεύση, οσμή, συνολική εντύπωση). Επίσης, αξιολογήθηκε αν τα χαρακτηριστικά αυτά άλλαζαν με την πάροδο του χρόνου, δίνοντας εντύπωση οξείδωσης. Η αξιολόγηση πραγματοποιήθηκε από 2 δοκιμαστές με εμπειρία στη δοκιμασία οίνου.

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

3.1. Ανάπτυξη επιδόρπιων αγελαδινού γιαουρτιού με προσθήκη τσαγιού του βουνού Ηπείρου.

3.1.1. Βασική σύσταση γάλακτος

Η βασική σύσταση που προσδιορίστηκε για το αγελαδινό γάλα ήταν σύμφωνη με τις τιμές της βιβλιογραφίας (131).

Πίνακας 4. Βασική σύσταση γάλακτος.

pH	6,88 ± 0,07
Οξύτητα (% w/w γαλακτικό οξύ)	0,195 ± 0,011
Λίπος (% w/w)	3,6 ± 0,1
Πρωτεΐνη (% w/w)	3,7 ± 0,1
Λακτόζη (% w/w μόνυδρη λακτόζη)	5,7 ± 0,1
Στερεό Υπόλειμμα (% w/w)	13,2 ± 0,1
Τέφρα (% w/w)	0,567 ± 0,008

Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται είναι οι μέσοι όροι των τριών επαναλήψεων με την τυπική απόκλιση.

3.1.2. Βασική σύσταση γιαουρτιού και επιδόρπιων γιαουρτιού

Η βασική σύσταση του μάρτυρα, εμφάνισε τυπικές τιμές για αγελαδινό γιαούρτι και ήταν συμβατή με τις τιμές της βιβλιογραφίας (9). Τα επιδόρπια γιαουρτιού με τσάι του βουνού εμφάνισαν τυπικές τιμές για αγελαδινό γιαούρτι μόνο όσον αφορά το λίπος και την πρωτεΐνη. Το στερεό υπόλειμμα και η τέφρα αυξήθηκε αναλογικά με τη δόση τσαγιού στα δύο επιδόρπια γιαουρτιού με τσάι. Η συμπεριφορά αυτή ήταν αναμενόμενη λόγω της σύστασης του τσαγιού (132). Επιπλέον, η λακτόζη των επιδόρπιων γιαουρτιού βρέθηκε σε χαμηλότερα επίπεδα από του μάρτυρα, χωρίς όμως να υπάρχει κάποια συσχέτιση με τη δόση που χρησιμοποιήθηκε.

Πίνακας 5. Βασική σύσταση γιαουρτιού και επιδόρπιων γιαουρτιού με τσάι του βουνού, ηλικίας 3 ημερών.

	Μα	T_1	T_2
Λίπος (% w/w)	$3,9^a$ ± 0,1	$3,9^a$ ±0,1	$4,0^a$ ± 0,1
Πρωτεΐνη (% w/w)	$3,9^a$ ± 0,0	$3,9^a$ ± 0,0	$3,9^a$ ± 0,0
Λακτόζη (% w/w μόνυδρη λακτόζη)	$5,0^b$ ± 0,0	$4,2^a$ ± 0,0	$4,2^a$ ± 0,0
Στερεό Υπόλειμμα (% w/w)	$13,5^a$ ± 0,1	$13,9^b$ ± 0,0	$14,1^c$ ± 0,1
Τέφρα (% w/w)	$0,583^a$ ± 0,01	$0,617^b$ ± 0,003	$0,629^c$ ± 0,003

Μα: Γιαούρτι μάρτυρας, T_1: Επιδόρπιο γιαουρτιού με προσθήκη τσαγιού σε μικρή συγκέντρωση, T_2: Επιδόρπιο γιαουρτιού με προσθήκη τσαγιού σε μεγάλη συγκέντρωση.

Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται είναι οι μέσοι όροι των τριών επαναλήψεων με την τυπική απόκλιση.

Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη (a, b, c) στην ίδια γραμμή δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$).

3.1.3. Ολική και ενεργός οξύτητα

3.1.3.1. Ενεργός οξύτητα-pH

Το pH του γιαουρτιού και των επιδορπίων γιαουρτιού βρισκόταν στα ίδια επίπεδα την πρώτη ημέρα συντήρησης και οι τιμές ήταν συγκρίσιμες με αυτές που εμφανίζονται στη βιβλιογραφία (133,134). Στις 15 ημέρες τα επιδόρπια γιαουρτιού παρουσίαζαν μεγαλύτερο pH από το μάρτυρα, ενώ παρατηρούμε ότι το επιδόρπιο γιαουρτιού με τη μεγαλύτερη συγκέντρωση τσαγιού είχε μεγαλύτερο pH από το επιδόρπιο γιαουρτιού με τη μικρότερη συγκέντρωση τσαγιού.

Πίνακας 6. pH γιαουρτιού και επιδόρπιων γιαουρτιού με τσάι του βουνού, κατά τη συντήρηση τους.

Ηλικία (ημέρες)	Μα	T_1	T_2
1	$4,42^{aA} \pm 0,01$	$4,42^{aA} \pm 0,01$	$4,41^{aA} \pm 0,01$
15	$4,21^{aB} \pm 0,02$	$4,27^{bB} \pm 0,02$	$4,33^{cB} \pm 0,01$
30	$4,08^{aC} \pm 0,04$	$4,24^{bB} \pm 0,03$	$4,32^{cB} \pm 0,02$
50	$3,99^{aD} \pm 0,02$	$4,19^{bC} \pm 0,01$	$4,23^{cC} \pm 0,01$

Μα: Γιαούρτι μάρτυρας, T_1: Επιδόρπιο γιαουρτιού με προσθήκη τσαγιού σε μικρή συγκέντρωση, T_2: Επιδόρπιο γιαουρτιού με προσθήκη τσαγιού σε μεγάλη συγκέντρωση.

Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται είναι οι μέσοι όροι των τριών επαναλήψεων με την τυπική απόκλιση.

Οριζόντια σύγκριση: Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη (a, b, c) στην ίδια γραμμή δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$).

Κάθετη σύγκριση: Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη (A, B, C, D) στην ίδια στήλη δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$).

3.1.3.2. Ολική οξύτητα

Αντίστοιχα με το pH η οξύτητα την πρώτη ημέρα ήταν στα ίδια επίπεδα στο μάρτυρα και στα επιδόρπια γιαουρτιού και η τιμή της ήταν τυπική για αυτό το είδος γιαουρτιού (134). Στις 15 και στις 30 ημέρες συντήρησης η οξύτητα στο επιδόρπιο γιαουρτιού με τσάι του Βουνού σε υψηλή συγκέντρωση, παρέμεινε σε χαμηλότερα επίπεδα σε σχέση με το μάρτυρα. Στις 50 ημέρες συντήρησης και τα δύο επιδόρπια γιαουρτιού με τσάι του βουνού εμφάνισαν χαμηλότερη οξύτητα από το μάρτυρα. Το επιδόρπιο γιαουρτιού με υψηλή συγκέντρωση τσαγιού εμφάνισε χαμηλότερη οξύτητα και από το επιδόρπιο γιαουρτιού με χαμηλή συγκέντρωση τσαγιού στις 30 και στις 50 ημέρες. Όπως και το pH, έτσι και η οξύτητα δείχνει συσχέτιση μεταξύ της συγκέντρωσης τσαγιού και την συντήρηση του επιδόρπιου γιαουρτιού σε χαμηλότερη οξίνιση.

Πίνακας 7. Οξύτητα γιαουρτιού και επιδόρπιων γιαουρτιού με τσάι του βουνού, κατά τη συντήρηση τους.

Ηλικία (ημέρες)	Μα	T_1	T_2
1	$0,912^{aA} \pm 0,009$	$0,927^{aA} \pm 0,009$	$0,918^{aA} \pm 0,017$
15	$0,982^{bB} \pm 0,015$	$0,962^{abB} \pm 0,017$	$0,946^{aBC} \pm 0,013$
30	$1,039^{bBC} \pm 0,060$	$0,975^{bBC} \pm 0,021$	$0,960^{aC} \pm 0,022$
50	$1,064^{cC} \pm 0,006$	$0,997^{bC} \pm 0,009$	$0,962^{aC} \pm 0,013$

Μα: Γιαούρτι μάρτυρας, T_1: Επιδόρπιο γιαουρτιού με προσθήκη τσαγιού σε μικρή συγκέντρωση, T_2: Επιδόρπιο γιαουρτιού με προσθήκη τσαγιού σε μεγάλη συγκέντρωση.

Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται είναι οι μέσοι όροι των τριών επαναλήψεων με την τυπική απόκλιση, εκφρασμένα σε % w/w γαλακτικό οξύ.

Οριζόντια σύγκριση: Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη (a, b, c) στην ίδια γραμμή δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$).

Κάθετη σύγκριση: Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη (A, B, C) στην ίδια στήλη δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$).

3.1.4. Συναίρεση

Η συναίρεση του μάρτυρα κατά την 1η ημέρα, ήταν εντός του εύρους τιμών συναίρεσης που εμφανίζονται βιβλιογραφικά (135). Η συναίρεση των επιδορπίων γιαουρτιού με τσάι του βουνού ήταν σε χαμηλότερα επίπεδα από τη συναίρεση του μάρτυρα από την πρώτη κιόλας ημέρα συντήρησης (132). Η διαφορά αυτή παρέμεινε στο χρόνο έως και τις 50 ημέρες. Είναι ακόμη σημαντικό να αναφερθεί ότι το επιδόρπιο γιαουρτιού με τσάι σε υψηλή συγκέντρωση εμφάνισε χαμηλότερη συναίρεση από τον επιδόρπιο με τσάι του βουνού σε μικρή συγκέντρωση σε όλο το χρόνο συντήρησης.

Πίνακας 8. Συναίρεση γιαουρτιού και επιδόρπιων γιαουρτιού με τσάι του βουνού, κατά τη συντήρηση τους.

Ηλικία (ημέρες)	Μα	T_1	T_2
1	$26,7^{cA} \pm 0,3$	$24,9^{bA} \pm 1,0$	$21,8^{aA} \pm 1,1$
15	$25,0^{cB} \pm 0,6$	$22,9^{bB} \pm 0,7$	$20,3^{aAB} \pm 0,7$
30	$24,7^{cB} \pm 0,6$	$22,7^{bB} \pm 0,3$	$20,4^{aB} \pm 0,3$
50	$25,2^{cB} \pm 0,6$	$22,7^{bB} \pm 0,3$	$20,7^{aB} \pm 0,3$

Μα: Γιαούρτι μάρτυρας, T_1: Επιδόρπιο γιαουρτιού με προσθήκη τσαγιού σε μικρή συγκέντρωση, T_2: Επιδόρπιο γιαουρτιού με προσθήκη τσαγιού σε μεγάλη συγκέντρωση.

Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται είναι οι μέσοι όροι των τριών επαναλήψεων με την τυπική απόκλιση, εκφρασμένα σε % w/w.

Οριζόντια σύγκριση: Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη (a, b, c) στην ίδια γραμμή δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$).

Κάθετη σύγκριση: Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη (A, B) στην ίδια στήλη δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$).

3.1.5. Αντιοξειδωτική Δράση

3.1.5.1. Δοκιμή Folin

Το γιαούρτι αλλά και τα επιδόρπια γιαουρτιού παρουσίασαν αντιοξειδωτική δράση που αποτιμήθηκε με τη μέθοδο folin (136).

Η αντιοξειδωτική δράση των επιδόρπιων γιαουρτιού με τσάι του βουνού ήταν υψηλότερη σε σχέση με το μάρτυρα από τις 15 έως και τις 50 ημέρες συντήρησης που συμβαδίζει με τα βιβλιογραφικά δεδομένα για την αντιοξειδωτική δράση του τσαγιού (137). Επιπλέον, η αντιοξειδωτική δράση ήταν υψηλότερη στο επιδόρπιο γιαουρτιού με μεγάλη συγκέντρωση τσαγιού από ότι στο επιδόρπιο γιαουρτιού με χαμηλή συγκέντρωση τσαγιού, που δείχνει ότι μπορεί να υπάρχει δοσοεξαρτώμενη συσχέτιση. Ακόμη και τα δύο επιδόρπια γιαουρτιού με τσάι του βουνού διατήρησαν την αντιοξειδωτική δράση πιο κοντά στην αρχική τιμή, ενώ στο μάρτυρα η δράση μειώνεται σημαντικά.

Πίνακας 9. Αντιοξειδωτική δράση, μέθοδος Folin, του μεθανολικού εκχυλίσματος γιαουρτιού και επιδόρπιων γιαουρτιού με τσάι του βουνού, κατά τη συντήρηση τους.

Ηλικία (ημέρες)	Μα	T_1	T_2
15	$262^{aA} \pm 21$	$442^{bA} \pm 4$	$665^{cA} \pm 6$
30	$218^{aB} \pm 8$	$426^{bA} \pm 9$	$655^{cA} \pm 4$
50	$176^{aC} \pm 3$	$404^{bB} \pm 16$	$591^{cB} \pm 14$

Μα: Γιαούρτι μάρτυρας, T_1: Επιδόρπιο γιαουρτιού με προσθήκη τσαγιού σε μικρή συγκέντρωση, T_2: Επιδόρπιο γιαουρτιού με προσθήκη τσαγιού σε μεγάλη συγκέντρωση.

Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται είναι οι μέσοι όροι των τριών επαναλήψεων με την τυπική απόκλιση, εκφρασμένα σε mg γαλλικού οξέος/Kg γιαουρτιού.

Οριζόντια σύγκριση: Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη (a, b, c) στην ίδια γραμμή δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$).

Κάθετη σύγκριση: Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη (A, B, C) στην ίδια στήλη δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$).

3.1.5.2. Δοκιμή FRAP

Η αντιοξειδωτική δράση μέσω αναγωγικής ισχύς που αποτιμήθηκε με τη μέθοδο FRAP εμφάνισε παρόμοια αποτελέσματα. Ο μάρτυρας και τα επιδόρπια γιαουρτιού παρουσίασαν αντιοξειδωτική δράση καθόλη τη διάρκεια ζωής τους. Όσον αφορά το μάρτυρα, η αντιοξειδωτική δράση που αποτιμήθηκε οφείλεται στην αντιοξειδωτική δράση κυρίως των πρωτεϊνών του γιαουρτιού (136).

Η αντιοξειδωτική δράση των επιδόρπιων γιαουρτιού με τσάι του βουνού ήταν υψηλότερη σε σχέση με το μάρτυρα από τις 15 έως και τις 50 ημέρες συντήρησης, κάτι που συμβαδίζει με τα βιβλιογραφικά δεδομένα για την αντιοξειδωτική δράση του τσαγιού (137). Επιπλέον, η αντιοξειδωτική δράση ήταν υψηλότερη στο επιδόρπιο γιαουρτιού με μεγάλη συγκέντρωση

τσαγιού από ότι στο επιδόρπιο γιαουρτιού με χαμηλή συγκέντρωση τσαγιού, που δείχνει ότι μπορεί να υπάρχει δοσοεξαρτώμενη συσχέτιση.

Πίνακας 10. Αντιοξειδωτική δράση, μέθοδος FRAP, του μεθανολικού εκχυλίσματος γιαουρτιού και επιδόρπιων γιαουρτιού με τσάι του βουνού, κατά τη συντήρηση τους.

Ηλικία (ημέρες)	Μα	T_1	T_2
15	$16,6^{aA} \pm 1,1$	$64,6^{bA} \pm 2,6$	$128,7^{cA} \pm 1,7$
30	$11,6^{aB} \pm 0,7$	$61,7^{bA} \pm 0,2$	$125,01^{cA} \pm 0,5$
50	$10,2^{aB} \pm 0,4$	$52^{bB} \pm 4$	$112^{cB} \pm 7$

Μα: Γιαούρτι μάρτυρας, T_1: Επιδόρπιο γιαουρτιού με προσθήκη τσαγιού σε μικρή συγκέντρωση, T_2: Επιδόρπιο γιαουρτιού με προσθήκη τσαγιού σε μεγάλη συγκέντρωση.

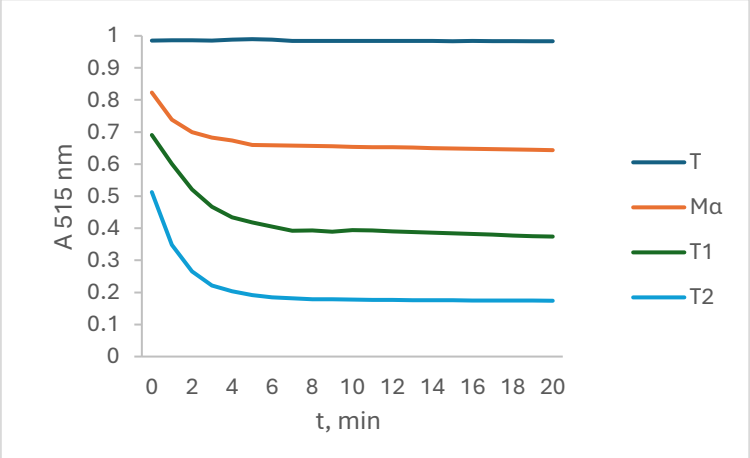
Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται είναι οι μέσοι όροι των τριών επαναλήψεων με την τυπική απόκλιση, εκφρασμένα σε mg trolox/Kg γιαουρτιού.

Οριζόντια σύγκριση: Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη (a, b, c) στην ίδια γραμμή δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$).

Κάθετη σύγκριση: Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη (A, B) στην ίδια στήλη δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$).

3.1.5.3. Δοκιμή DPPH

Στο σχήμα 20 παρουσιάζονται οι καμπύλες απορρόφησης στα 515 nm της ρίζας DPPH ως προς το χρόνο. Η σταθερή ευθεία γραμμή του τυφλού δείχνει πως η ρίζα είναι σταθερή. Όσο η ρίζα δεσμεύεται από αντιοξειδωτικούς παράγοντες, παράγεται η ανηγμένη της μορφή και η απορρόφηση μειώνεται καθώς εξασθενεί το μωβ χρώμα. Στα 20 λεπτά, το επιδόρπιο γιαουρτιού με υψηλή συγκέντρωση τσαγιού έχει τη χαμηλότερη απορρόφηση. Ακολουθούν το επιδόρπιο γιαουρτιού με χαμηλή συγκέντρωση τσαγιού και τέλος ο μάρτυρας. Η σειρά αυτή είναι αντίστοιχη με την αντιοξειδωτική δράση των δειγμάτων.



Σχήμα 20. Δέσμευση της ρίζας DPPH από τα μεθανολικά εκχυλίσματα γιαουρτιού και επιδόρπιων γιαουρτιού.

Τ: Τυφλό, Μα: Γιαούρτι μάρτυρας, T_1: Επιδόρπιο γιαουρτιού με προσθήκη τσαγιού σε μικρή συγκέντρωση, T_2: Επιδόρπιο γιαουρτιού με προσθήκη τσαγιού σε μεγάλη συγκέντρωση.

Η αρχική δέσμευση της ρίζας DPPH στα επιδόρπια γιαουρτιού με τσάι του βουνού ήταν υψηλότερη σε σχέση με την αρχική δέσμευση της ρίζας DPPH από το μάρτυρα. Το επιδόρπιο γιαουρτιού με υψηλή συγκέντρωση τσαγιού εμφάνισε υψηλότερη αρχική δέσμευση της ρίζας DPPH και από το επιδόπριο γιαουρτιού με χαμηλή συγκέντρωση τσαγιού. Η τάση αυτή ίσχυε καθόλη τη διάρκεια της συντήρησης. Η κάθετη σύγκριση υποδηλώνει ότι η αρχική δέσμευση της ρίζας DPPH του μάρτυρα εμφάνισε σημαντική μείωση από τις 15 έως τις 30 ημέρες.

Πίνακας 11. Αρχική δέσμευση, t=1 min, της ρίζας DPPH από μεθανολικά εκχυλίσματα γιαουρτιού και επιδόρπιων γιαουρτιού με τσάι του βουνού, κατά τη συντήρηση τους.

Ηλικία (ημέρες)	Μα	T_1	T_2
15	$25,0^{aA} \pm 0,6$	$42^{bA} \pm 3$	$65^{cA} \pm 4$
30	$19,6^{aB} \pm 1,4$	$41^{bA} \pm 6$	$60^{cA} \pm 4$
50	$20,4^{aB} \pm 0,6$	$42,6^{bA} \pm 1,7$	$64,1^{cA} \pm 2,2$

Μα: Γιαούρτι μάρτυρας, T_1: Επιδόρπιο γιαουρτιού με προσθήκη τσαγιού σε μικρή συγκέντρωση, T_2: Επιδόρπιο γιαουρτιού με προσθήκη τσαγιού σε μεγάλη συγκέντρωση.

Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται είναι οι μέσοι όροι των τριών επαναλήψεων με την τυπική απόκλιση, εκφρασμένα σε δέσμευση %.

Οριζόντια σύγκριση: Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη (a, b, c) στην ίδια γραμμή δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$).

Κάθετη σύγκριση: Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη (A, B) στην ίδια στήλη δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$).

Αντίστοιχα, η ολική δέσμευση της ρίζας DPPH στα επιδόρπια γιαουρτιού με τσάι του βουνού ήταν υψηλότερη σε σχέση με την ολική δέσμευση της ρίζας DPPH από το μάρτυρα. Το επιδόρπιο γιαουρτιού με υψηλή συγκέντρωση τσαγιού εμφάνισε υψηλότερη ολική δέσμευση της ρίζας DPPH και από το επιδόπριο γιαουρτιού με χαμηλή συγκέντρωση τσαγιού. Η τάση αυτή ίσχυε από τις 15 έως και τις 50 ημέρες.

Τόσο από την αρχική δέσμευση της ρίζας DPPH όσο και από την ολική, προκύπτει ότι η αντιοξειδωτική δράση του αγελαδινού γιαουρτιού (136) , ενισχύεται από την αντιοξειδωτική δράση του τσαγιού του βουνού (137).

Πίνακας 12. Ολική δέσμευση, t=20 min, της ρίζας DPPH από μεθανολικά εκχυλίσματα γιαουρτιού και επιδόρπιων γιαουρτιού με τσάι του βουνού, κατά τη συντήρηση τους.

Ηλικία (ημέρες)	Μα	T_1	T_2
15	$34,6^{aA} \pm 0,9$	$62,8^{bA} \pm 1,4$	$82,3^{cA} \pm 0,15$
30	$30,9^{aB} \pm 0,8$	$60,4^{bB} \pm 0,6$	$81,3^{cB} \pm 0,5$
50	$29,0^{aC} \pm 0,4$	$57,9^{bC} \pm 1,2$	$76,5^{cC} \pm 0,6$

Μα: Γιαούρτι μάρτυρας, T_1: Επιδόρπιο γιαουρτιού με προσθήκη τσαγιού σε μικρή συγκέντρωση, T_2: Επιδόρπιο γιαουρτιού με προσθήκη τσαγιού σε μεγάλη συγκέντρωση.

Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται είναι οι μέσοι όροι των τριών επαναλήψεων με την τυπική απόκλιση, εκφρασμένα σε δέσμευση %.

Οριζόντια σύγκριση: Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη (a, b, c) στην ίδια γραμμή δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά (p<0,05).

Κάθετη σύγκριση: Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη (A, B) στην ίδια στήλη δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά (p<0,05).

3.1.6. Προσδιορισμός Βιοδράσεων

3.1.6.1. Εκκαθάριση ριζών υδροξυλίου

Ο μάρτυρας, εκτός από αντιοξειδωτική δράση εμφάνισε και εκκαθάριση ριζών υδροξυλίου σε όλη τη διάρκεια συντήρησης του όπως έχει αναφερθεί και σε προηγούμενες μελέτες (136,138). Με κάθετε σύγκριση παρατηρείται ότι η εκκαθάριση μειώθηκε σημαντικά από τις 15 στις 30 ημέρες και έπειτα δεν υπήρξε σημαντική μείωση. Τα επιδόρπια γιαουρτιού με τσάι του βουνού εμφάνισαν μεγαλύτερη εκκαθάριση ριζών υδροξυλίου σε σχέση με το μάρτυρα καθόλη τη διάρκεια της συντήρησης, κάτι που συμβαδίζει με τα βιβλιογραφικά δεδομένα για το τσάι του βουνού (139). Ακόμη το επιδόρπιο γιαουρτιού με υψηλή συγκέντρωση τσαγιού εμφάνισε μεγαλύτερη εκκαθάριση ριζών υδροξυλίου από το επιδόπριο γιαουρτιού με χαμηλή συγκέντρωση τσαγιού, υποδηλώνοντας ότι η απόκριση μπορεί να είναι δοσοεξαρτώμενη. Με κάθετη σύγκριση και για τα δύο επιδόρπια γιαουρτιού παρατηρήθηκε σημαντική μείωση της εκκαθάρισης ριζών υδροξυλίου στη διάρκεια συντήρησης του.

Πίνακας 13. Εκκαθάριση ριζών υδροξυλίου των ολικών μεθανολικών εκχυλισμάτων γιαουρτιού και επιδόρπιων γιαουρτιού με τσάι του βουνού, κατά τη συντήρηση τους.

Ηλικία (ημέρες)	Μα	T_1	T_2
15	$48^{aA} \pm 10$	$60^{bA} \pm 3$	$91,8^{cA} \pm 1,2$
30	$21,3^{aB} \pm 1,6$	$53,5^{bB} \pm 2,4$	$82,9^{cB} \pm 1,5$
50	$20,4^{aB} \pm 0,9$	$43,7^{bC} \pm 1,8$	$67^{cC} \pm 6$

Μα: Γιαούρτι μάρτυρας, T_1: Επιδόρπιο γιαουρτιού με προσθήκη τσαγιού σε μικρή συγκέντρωση, T_2: Επιδόρπιο γιαουρτιού με προσθήκη τσαγιού σε μεγάλη συγκέντρωση.

Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται είναι οι μέσοι όροι των τριών επαναλήψεων με την τυπική απόκλιση, εκφρασμένα σε mg καφεϊκού οξέος/Kg γιαουρτιού.

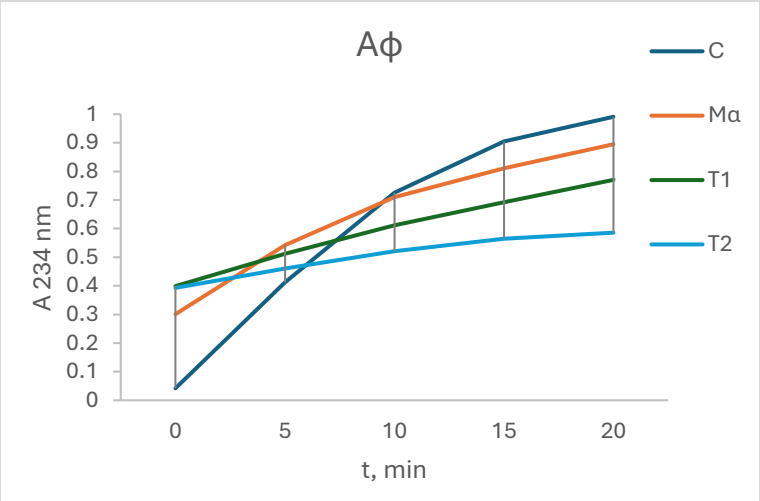
Οριζόντια σύγκριση: Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη (a, b, c) στην ίδια γραμμή δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά (p<0,05).

Κάθετη σύγκριση: Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη (A, B, C) στην ίδια στήλη δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά (p<0,05).

3.1.6.2. Αντιφλεγμονώδης δράση

Στο σχήμα 21, παρουσιάζονται οι καμπύλες απορρόφησης στα 234 nm, για τον προσδιορισμό αντιφλεγμονώδους δράσης στα 20 min. Όσο η τιμή της απορρόφησης ανεβαίνει τόσο μεγαλύτερη είναι η φλεγμονή που υπάρχει στο δείγμα. Στο Control, στο οποίο δεν υπάρχει προσθήκη δείγματος, παρατηρείται η μέγιστη απορρόφηση. Ακολουθούν ο

μάρτυρας, το επιδόπριο γιαουρτιού με χαμηλή συγκέντρωση τσαγιού, και τέλος το επιδόπριο γιαουρτιού με υψηλή συγκέντρωση τσαγιού. Από τις καμπύλες προκύπτει ότι τα επιδόρπια γιαουρτιού εμφανίζουν υψηλότερη αντιφλεγμονώδη δράση από το μάρτυρα.



Σχήμα 21. Αντιφλεγμονώδης δράση των υδατικών εκχυλισμάτων γιαουρτιού και επιδόρπιων γιαουρτιού.

Τ: Τυφλό, Μ: Γιαούρτι μάρτυρας, T_1: Επιδόρπιο γιαουρτιού με προσθήκη τσαγιού σε μικρή συγκέντρωση, T_2: Επιδόρπιο γιαουρτιού με προσθήκη τσαγιού σε μεγάλη συγκέντρωση.

Πιο συγκεκριμένα, από τον πίνακα 14 προκύπτει πως ο μάρτυρας εμφάνισε αντιφλεγμονώδη δράση καθόλη τη διάρκεια της συντήρησης του, ενώ με κάθετη σύγκριση είναι εμφανές ότι η αντιφλεγμονώδης δράση του μειώνεται σημαντικά από τις 15 έως και τις 50 ημέρες. Τα επιδόρπια γιαουρτιού με τσάι του βουνού εμφάνισαν υψηλότερη αντιφλεγμονώδη δράση σε σχέση με το μάρτυρα καθόλη τη διάρκεια της συντήρησης. Το δεδομένο αυτό συμφωνεί με τη σχετική βιβλιογραφία για την αντιφλεγμονώδη δράση του τσαγιού του βουνού (52). Επιπλέον, το επιδόπριο γιαουρτιού με υψηλή συγκέντρωση τσαγιού εμφάνισε υψηλότερα επίπεδα αντιφλεγμονώδους δράσης σε σχέση με το επιδόρπιο γιαουρτιού με χαμηλή συγκέντρωση τσαγιού, γεγονός που υποδηλώνει πιθανή συσχέτιση με τη δόσης- απόκρισης. Με κάθετη σύγκριση και για τα δύο επιδόρπια γιαουρτιού παρατηρήθηκε σημαντική μείωση της αντιφλεγμονώδης δράσης από τις 30 έως τις 50 ημέρες.

Πίνακας 14. Αντιφλεγμονώδης δράση, μέθοδος λιποξυγενάσης, του υδατικού εκχυλίσματος γιαουρτιού και επιδόρπιων γιαουρτιού με τσάι του βουνού, κατά τη συντήρηση τους.

Ηλικία (ημέρες)	Μα	T_1	T_2
15	$11,5^{aA} \pm 0,5$	$24,5^{bA} \pm 2,0$	$42,3^{cA} \pm 1,5$
30	$9,7^{aB} \pm 0,8$	$23,3^{bA} \pm 0,9$	$41,3^{cA} \pm 2,3$
50	$7,5^{aC} \pm 0,6$	$18,6^{bB} \pm 1,2$	$35,9^{cB} \pm 1,24$

Μα: Γιαούρτι μάρτυρας, T_1: Επιδόρπιο γιαουρτιού με προσθήκη τσαγιού σε μικρή συγκέντρωση, T_2: Επιδόρπιο γιαουρτιού με προσθήκη τσαγιού σε μεγάλη συγκέντρωση.

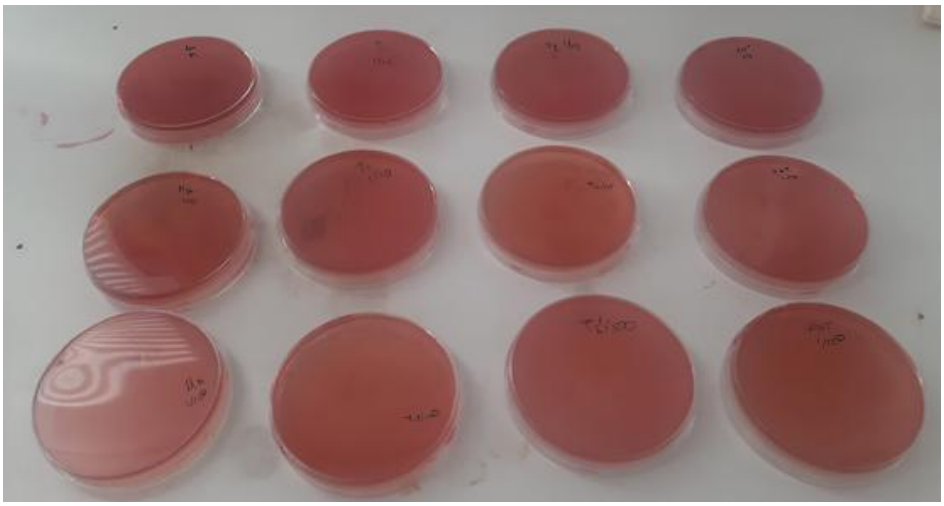
Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται είναι οι μέσοι όροι των τριών επαναλήψεων με την τυπική απόκλιση, εκφρασμένα σε mg κατεχίνης/Kg γιαουρτιού.

Οριζόντια σύγκριση: Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη (a, b, c) στην ίδια γραμμή δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$).

Κάθετη σύγκριση: Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη (A, B, C) στην ίδια στήλη δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$).

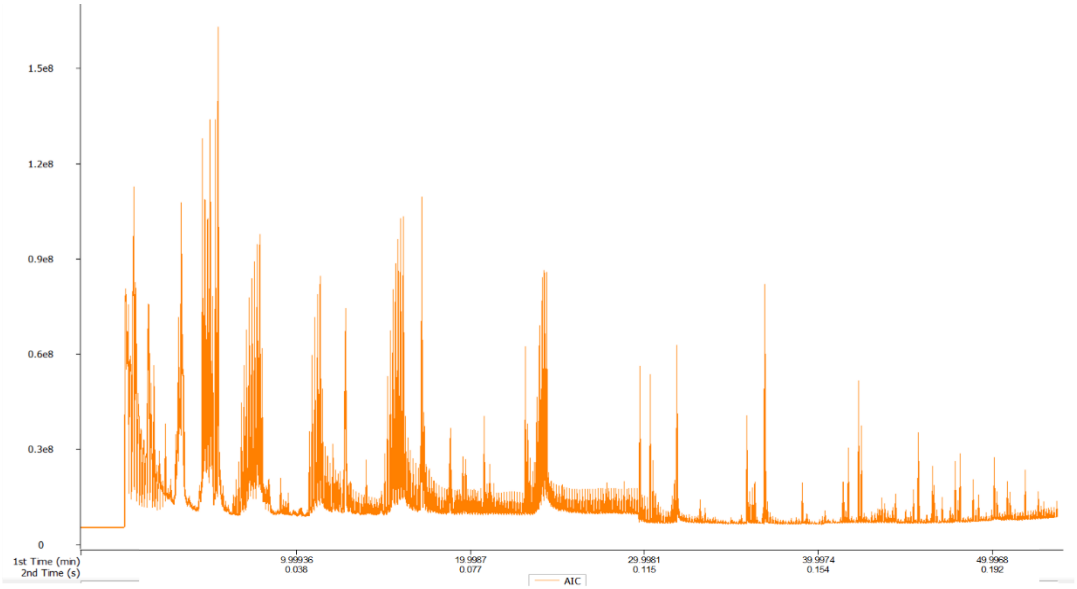
3.1.7. Έλεγχος επιμόλυνσης

Δεν παρατηρήθηκαν αποικίες εντεροβακτηρίων στο γιαούρτι και στα επιδόρπια γιαουρτιού ούτε στις 30 ημέρες ούτε στις 50 ημέρες συντήρησης όπως φαίνεται και στην εικόνα 24.

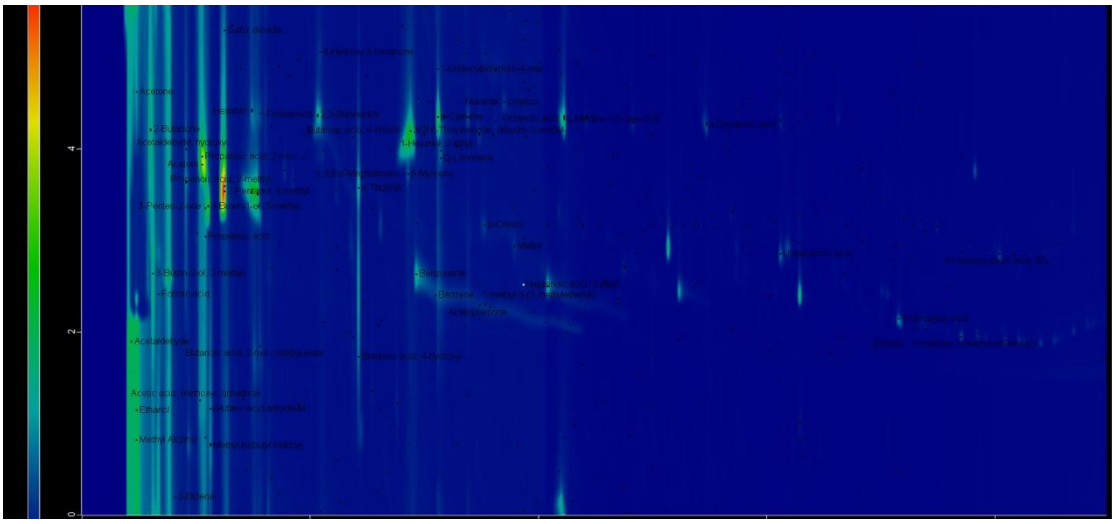


Εικόνα 24. Τρυβλία ανάπτυξης εντεροβακτηρίων αγελαδινού γιαουρτιού και επιδόρπιων αγελαδινού γιαουρτιού μετά την επώαση.

3.1.8. Πτητικά συστατικά αγελαδινού γιαουρτιού και επιδόρπιων αγελαδινού γιαουρτιού με που προσδιορίστηκαν με HS-SPME-GCxGC-TOF-MS

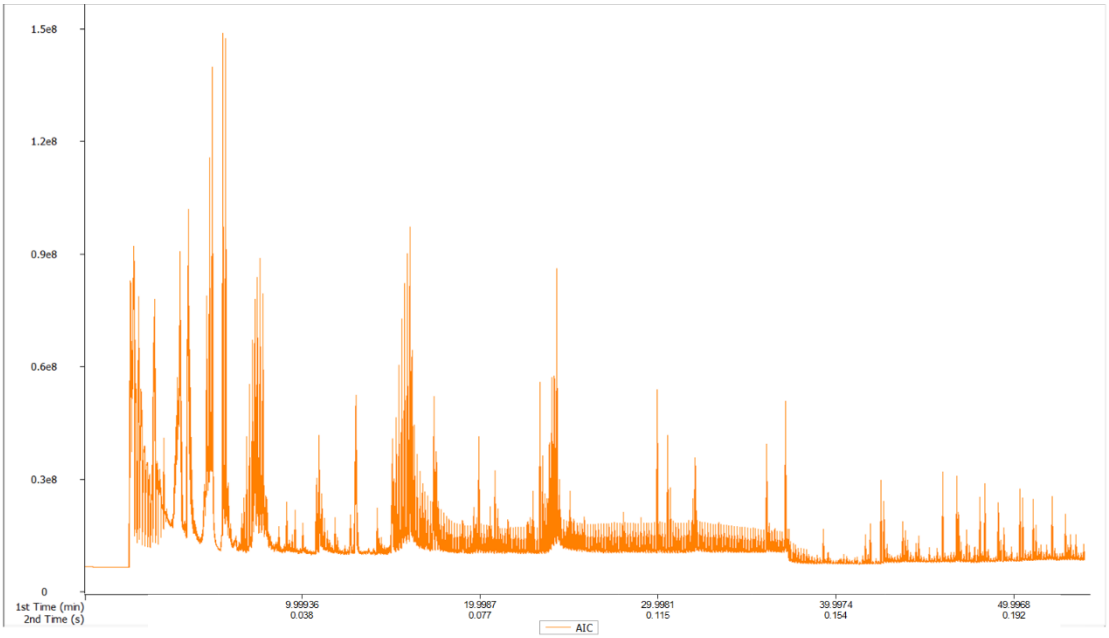


19.α)

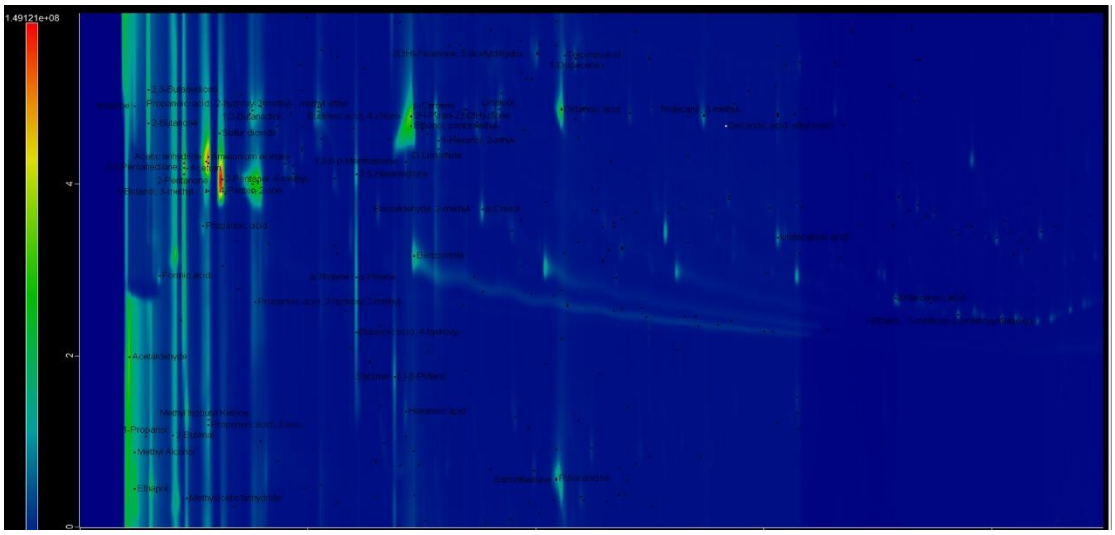


19.β)

Σχήμα 22. α) Χρωματογράφημα GC×GC–TOF-MS αγελαδινού γιαουρτιού «Μα»., β) Δισδιάστατο χρωματογράφημα GC×GC-TOF-MS αγελαδινού γιαουρτιού «Μα».

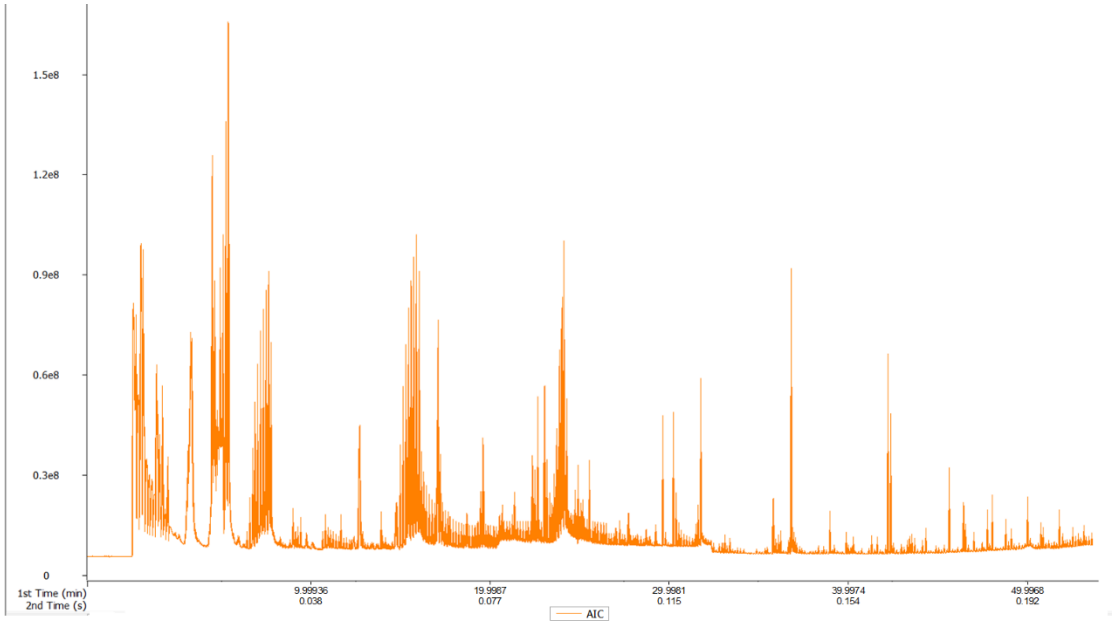


20.α)

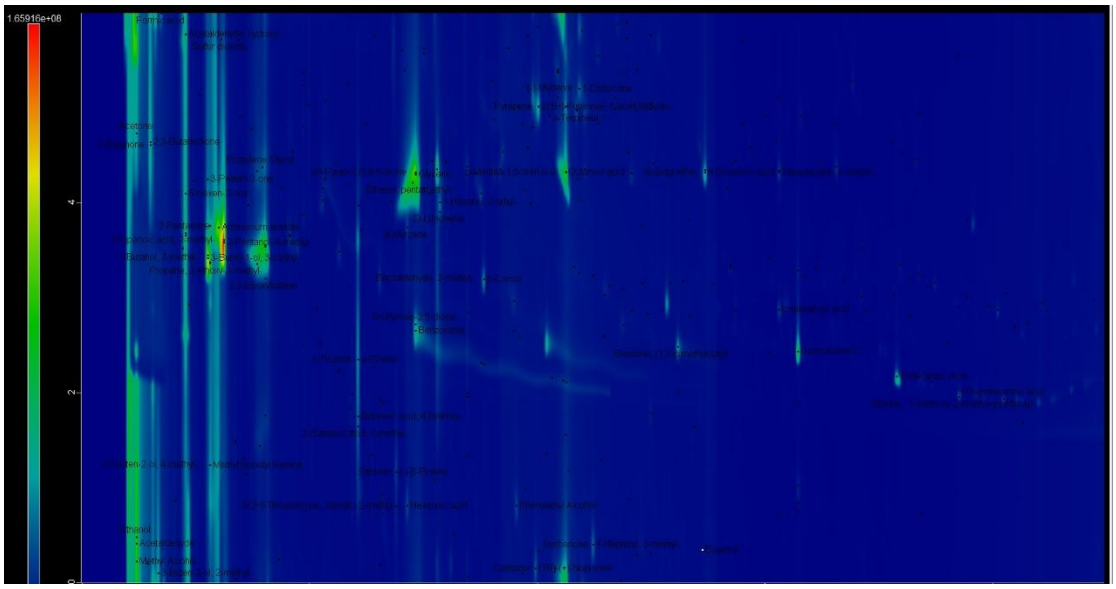


20.β)

Σχήμα 23. α) Χρωματογράφημα GC×GC–TOF-MS επιδόρπιου γιαουρτιού με χαμηλή συγκέντρωση τσαγιού του βουνού «Τ1»., β)Δισδιάστατο χρωματογράφημα GC×GC-TOF-MS επιδόρπιου γιαουρτιού με χαμηλή συγκέντρωση τσαγιού του βουνού «Τ1».



21.α)



21.β)

Σχήμα 24. α) Χρωματογράφημα GC×GC–TOF-MS επιδόρπιου γιαουρτιού με υψηλή συγκέντρωση τσαγιού του βουνού «T2»., β) Δισδιάστατο χρωματογράφημα GC×GC-TOF-MS επιδόρπιου γιαουρτιού με υψηλή συγκέντρωση τσαγιού του βουνού «T2».

Ο μάρτυρας παρουσιάζει το αναμενόμενο πτητικό προφίλ που σχετίζεται με τη ζύμωση του γάλακτος, με κυρίαρχες ενώσεις αλκοολών, οργανικών οξέων και εστέρων (140). Συγκεκριμένα, ανιχνεύονται σε υψηλά επίπεδα ενώσεις όπως η ισοπροπυλική αλκοόλη, η

1,2-προπανοδιόλη και ο γαλακτικός αιθυλεστέρας, καθώς και οξέα όπως το ισοβαλερικό οξύ και το 2-μέθυλο-βουτυρικό οξύ. Οι ενώσεις αυτές συνδέονται άμεσα με τη μεταβολική δραστηριότητα των γαλακτικών βακτηρίων και συμβάλλουν στον χαρακτηριστικό όξινο και ελαφρώς φρουτώδη χαρακτήρα του γιαουρτιού. Παράλληλα, η παρουσία ενώσεων όπως το β-μυρκένιο και το α-τερπινολένιο σε χαμηλότερες συγκεντρώσεις υποδηλώνει περιορισμένη φυσική παρουσία τερπενίων, πιθανώς από τη ζωοτροφή.

Με την προσθήκη τσαγιού του βουνού παρατηρείται σαφής μετατόπιση του πτητικού προφίλ. Στο επιδόρπιο γιαουρτιού με χαμηλή συγκέντρωση τσαγιού, καταγράφεται σημαντική αύξηση μονοτερπενίων και αρωματικών υδρογονανθράκων, με κυρίαρχη ένωση το p-κυμένιο, το οποίο εμφανίζει ιδιαίτερα υψηλή συγκέντρωση. Παράλληλα, αυξάνονται ενώσεις όπως το β-μυρκένιο, το 3-καρένιο και η α-τερπινεόλη, οι οποίες είναι χαρακτηριστικές των αιθέριων ελαίων του τσαγιού του βουνού (141). Επιπλέον, εμφανίζονται ενώσεις όπως η δίυδρο-2μέθυλο-3(2H)-θειοφαινόνη, που συμβάλλουν σε πιο έντονες, ενίοτε γήινες ή θειώδεις οσφρητικές νότες, διαφοροποιώντας αισθητά το αρωματικό προφίλ από τον μάρτυρα.

Η αύξηση της συγκέντρωσης του τσαγιού στο επιδόρπιο γιαουρτιού T_2 ενισχύει την αύξηση στα παραπάνω πτητικά συστατικά. Παρατηρείται ακόμη μεγαλύτερη επικράτηση του p-κυμένιου και σημαντική αύξηση του β-μυρκενίου και του 3-καρενίου, επιβεβαιώνοντας τη συμβολή του τσαγιού στο αρωματικό προφίλ. Ταυτόχρονα, ενισχύεται η παρουσία θειούχων ενώσεων, όπως τα παράγωγα της θειοφαινόνης, γεγονός που υποδηλώνει πιο έντονη αλληλεπίδραση μεταξύ των συστατικών του τσαγιού και της μήτρας του γιαουρτιού. Οι ενώσεις ζύμωσης εμφανίζονται συγκριτικά μειωμένες, γεγονός που δείχνει ότι το φυτικό υλικό υπερισχύει αρωματικά έναντι του βασικού γαλακτικού προφίλ.

Πίνακας 15. Πτητικά συστατικά γιαουρτιού και επιδόρπιων γιαουρτιού με τσάι του βουνού, που προσδιορίστηκαν με δισδιάστατη αέρια χρωματογραφία, χωρίς αύξηση με τον εμπλουτισμό, ηλικίας 15 ημερών.

RT	MP	Όνομα	Μα	T_1	T_2
1,79988	2,05	ακεταλδεΰδη	$101^{a} \pm 25$	$65^{a} \pm 59$	$68^{a} \pm 36$
1,79988	5,517	μεθανόλη	$12^{a} \pm 10$	ΔΑ	$19,58^{a} \pm 21,79$
1,99987	5,656	ακετόνη	$14,0^{ab} \pm 1,9$	$32^{b} \pm 20$	$0,8^{a} \pm 1,2$
1,99987	5,628	αιθανόλη	$58^{a} \pm 7$	$25^{a} \pm 16$	$89^{a} \pm 54$
2,59983	0,165	2,3-βουτανοδιόνη	$77^{a} \pm 21$	$77^{a} \pm 78$	$49^{a} \pm 45$
2,59983	2,889	2-βουτανόνη	$60^{a} \pm 58$	ΔΑ	$37,77^{a} \pm 40$
2,79982	2,851	οξικός αιθυλεστέρας	$22^{ab} \pm 10$	$3,2^{a} \pm 2,9$	$34^{b} \pm 14$
3,1998	4,047	2-βουτενάλη	$1,5^{a} \pm 0,3$	$1,3^{a} \pm 1,2$	$1,1^{a} \pm 1,0$
3,1998	5,244	οξικό οξύ	$165^{a} \pm 130$	$96^{a} \pm 68$	$50^{a} \pm 26$

RT	MP	Όνομα	Μα	T_1	T_2
3,39978	0,216	1-βουτανόλη	$6^a \pm 5$	$3,3^a \pm 2,7$	$0,5^a \pm 0,4$
3,79976	3,652	2,3-πεντανοδιόνη	$74^a \pm 15$	$77^a \pm 50$	$66^a \pm 48$
4,19973	3,038	προπανοϊκό οξύ	$3,7^a \pm 2,4$	$2,8^a \pm 2,6$	$2,17^a \pm 2,1$
4,29972	3,825	1-υδροξυ-2-προπανόνη	1,4 ± 1,2	ΔΑ	ΔΑ
4,59971	3,351	3-μεθυλο-1-βουτανόλη	$89^a \pm 24$	$67^a \pm 34$	$84^a \pm 54$
4,79969	3,906	ακετοΐνη	$66^a \pm 5$	$114^a \pm 54$	$89^a \pm 20$
5,39965	4,01	1-πεντανόλη	$2,1^a \pm 1,3$	$7^a \pm 3$	$2^a \pm 3$
5,79963	2,193	3-μεθυλο-2-βουτενάλη	$2,08^a \pm 0,22$	$4,71^a \pm 0,27$	$2,8^a \pm 0,28$
5,99962	4,268	2,3-βουτανοδιόλη	$6,0^a \pm 2,3$	$3,74^a \pm 3,2$	$5,3^a \pm 2,9$
6,09961	3,95	εξανάλη	$10^b \pm 6$	$1,4^a \pm 1,3$	$2,9^a \pm 1,3$
6,2996	3,058	2-εξανόλη	$4^a \pm 3$	ΔΑ	$2,1^a \pm 2,4$
6,39959	3,541	βουτυρικό οξύ	$14^a \pm 11$	$95^a \pm 41$	$112^a \pm 56$
6,49958	1,84	2-υδροξυ-3-πεντανόνη	$36^a \pm 9$	$24^a \pm 21$	$21^a \pm 6$
7,39953	3,737	3-μεθυλοβουτυρικό οξύ	$11,8^a \pm 0,7$	$16^a \pm 7$	$13^a \pm 4$
7,59951	4,97	2-εξενάλη	$0,33^a \pm 0,3$	$0,9^a \pm 0,6$	$1,5^a \pm 0,7$
7,69951	3,622	2-μεθυλοβουτυρικό οξύ	$6,2^a \pm 1,9$	$8,2^a \pm 2,3$	$6,9^a \pm 1,1$
8,09948	3,85	1-εξανόλη	$1,1^a \pm 0,4$	$3^a \pm 0,9$	$4,5^a \pm 1,2$
8,39946	1,285	οξικός 3-μεθυλοβουτυλεστέρας	$6^a \pm 3$	$6^a \pm 4$	$4,1^a \pm 1,4$
8,49946	4,211	1,2-προπανοδιόλη	$39,7^a \pm 2,3$	$46^a \pm 24$	$18^a \pm 25$
8,59945	4,416	ισοπροπανόλη	$94^b \pm 23$	ΔΑ	$23^a \pm 39$
8,59945	4,361	L-γαλακτικό οξύ	$85^c \pm 19$	$47^b \pm 12$	$3,3^a \pm 0,8$
8,69944	5,024	4-υδροξυ-3-εξανόνη	5 ± 4	ΔΑ	ΔΑ
8,69944	3,947	πεντανοϊκό οξύ	$12^a \pm 4$	$15^a \pm 8$	$8^a \pm 7$
8,89943	4,427	2-μεθυλο-2-βουτενοϊκό οξύ	1,1 ± 0,5	ΔΑ	ΔΑ
8,99942	3,365	εννάνιο	$0,5^a \pm 0,6$	$0,9^a \pm 0,6$	$1,1^a \pm 0,6$
9,09942	4,462	επτανάλη	$0,8^a \pm 0,5$	$0,8^a \pm 0,3$	$0,9^a \pm 0,5$
9,69938	1,967	βουτυρολακτόνη	$2,9^a \pm 0,7$	$1,9^a \pm 1,6$	$2,6^a \pm 0,5$
9,79937	2,98	διμεθυλοσουλφόνη	$20^a \pm 11$	$15^a \pm 11$	$14^a \pm 9$
9,89937	4,107	2-μεθυλο-2-βουτενοϊκό οξύ	$2,2^a \pm 0,3$	$2,2^a \pm 0,6$	$2,13^a \pm 0,28$
10,1993	0,247	2,5-εξανοδιόνη	$0,6^a \pm 0,6$	$0,9^a \pm 0,3$	$0,8^a \pm 0,8$
10,6993	4,055	βουτυλεστέρας του 2-μεθυλοπροπανοϊκού οξέος	0,21 ± 0,04	ΔΑ	ΔΑ
10,7993	0,197	1,4-βουτανοδιόλη	$0,77^a \pm 0,19$	$0,7^a \pm 0,4$	$0,53^a \pm 0,23$
10,9993	4,559	1,2,3-τριμεθυλοβενζόλιο	0,6 ± 0,5	ΔΑ	ΔΑ
11,0993	0,454	βενζαλδεΰδη	$3,8^a \pm 0,5$	$4,1^a \pm 0,8$	$7^a \pm 5$
11,6993	5,324	φαινόλη	$2,0^a \pm 0,8$	$2,4^a \pm 0,6$	$2,8^a \pm 0,8$
11,7992	4,59	6-μεθυλο-5-επτεν-2-όνη	$3,1^b \pm 0,8$	$2,0^{ab} \pm 1,8$	ΔΑ
11,8992	3,754	β-μυρκένιο	$21^a \pm 7$	$17^a \pm 15$	$29^a \pm 18$
11,9992	4,197	εξανοϊκό οξύ	$108^a \pm 58$	$131^a \pm 31$	$145^a \pm 22$
12,7992	2,256	α-τερπινένιο	$1,69^a \pm 0,06$	ΔΑ	$1,8^a \pm 1,7$

RT	MP	Όνομα	Μα	T_1	T_2
12,9992	3,273	1-αιθυλο-2,4-διμεθυλοβενζόλιο	107 ± 129	ΔΑ	ΔΑ
13,0992	3,959	2-αιθυλο-1-εξανόλη	$9,9^{a}$ ± 1,7	$6,7^{a}$ ± 1,9	$6,8^{a}$ ± 1,4
13,0992	2,479	D-λιμονένιο	33^{a} ± 25	12^{a} ± 11	24^{a} ± 9
13,3991	2,973	2,6,8-τριμεθυλοδεκάνιο	$0,7^{a}$ ± 0,8	$0,7^{a}$ ± 0,6	ΔΑ
13,4991	0,427	νορφουρανεόλη	$0,9^{a}$ ± 1,0	$0,79^{a}$ ± 0,19	$0,76^{a}$ ± 0,03
13,6991	0,759	φαινυλοακεταλδεΰδη	$1,13^{a}$ ± 0,27	$1,9^{a}$ ± 1,7	ΔΑ
13,9991	5,04	2-οκτενάλη	$0,7^{a}$ ± 0,3	ΔΑ	$0,6^{a}$ ± 0,7
13,9991	5,155	οξικός ακετοϊνικός εστέρας	$1,8^{b}$ ± 0,5	$2,6^{a}$ ± 0,7	ΔΑ
14,0991	4,342	γ-τερπινένιο	15^{a} ± 4	15^{a} ± 14	22^{a} ± 18
14,3991	5,312	οκτα-3,5-διεν-2-όνη	0,6 ± 0,3	ΔΑ	ΔΑ
14,3991	1,049	ακετοφαινόνη	$0,9^{a}$ ± 0,8	$0,8^{a}$ ± 0,7	$1,5^{a}$ ± 0,24
14,4991	4,124	επτανοϊκό οξύ	$9,1^{a}$ ± 2,2	$7,0^{a}$ ± 0,8	$8,5^{a}$ ± 0,6
15,099	4,279	2-εννανόνη	$3,4^{a}$ ± 0,8	5^{a} ± 3	$3,7^{a}$ ± 0,5
15,399	4,495	εννανάλη	5^{a} ± 3	$2,9^{a}$ ± 0,7	5^{a} ± 3
15,799	4,407	2-αιθυλεξανοϊκό οξύ	$0,32^{a}$ ± 0,29	$0,45^{a}$ ± 0,19	$0,34^{a}$ ± 0,29
16,4989	4,653	4-βουτοξυ-1-βουτανόλη	$0,65^{a}$ ± 0,23	$0,32^{a}$ ± 0,28	ΔΑ
17,0989	4,849	2-εννενάλη	$0,3^{a}$ ± 0,3	ΔΑ	$0,2^{a}$ ± 0,18
17,1989	4,346	1-αιθενυλο-3-αιθυλοβενζόλιο	$0,34^{a}$ ± 0,3	$0,44^{a}$ ± 0,18	ΔΑ
17,4989	0,14	βενζοϊκό οξύ	102^{a} ± 29	56^{a} ± 52	89^{a} ± 22
17,5989	4,301	οκτανοϊκό οξύ	66^{b} ± 10	74^{b} ± 12	42^{a} ± 5
17,8989	0,953	3-φαινυλο-2-προπενάλη	$1,1^{a}$ ± 0,9	$1,0^{a}$ ± 1,1	ΔΑ
18,2988	0,347	μυρτενάλη	ΔΑ	$1,02^{a}$ ± 0,22	$0,98^{a}$ ± 0,21
18,2988	0,953	δωδεκάνιο	$0,8^{a}$ ± 0,7	$1,02^{a}$ ± 0,22	ΔΑ
18,6988	3,662	4,6-διμεθυλοενδεκάνιο	ΔΑ	$0,17^{a}$ ± 0,13	$1,08^{a}$ ± 0,09
19,4988	3,056	2,6,11-τριμεθυλοδωδεκάνιο	$0,16^{a}$ ± 0,14	$0,18^{a}$ ± 0,15	ΔΑ
20,0987	4,252	εννεανοϊκό οξύ	$4,18^{a}$ ± 0,28	$3,51^{a}$ ± 0,23	7^{a} ± 6
20,4987	0,35	4-προπυλοβενζαλδεΰδη	$1,2^{a}$ ± 1,1	$1,9^{a}$ ± 0,9	$1,9^{a}$ ± 0,6
20,7987	0,976	4-φαινυλοβουτ-3-εν-2-όνη	$1,6^{a}$ ± 0,4	$1,6^{a}$ ± 0,5	$1,32^{a}$ ± 0,25
20,7987	3,663	3-τριδεκένιο	0,21 ± 0,19	ΔΑ	ΔΑ
20,7987	2,254	δ-οκταλακτόνη	$3,2^{a}$ ± 2,8	$3,2^{a}$ ± 0,5	$2,9^{a}$ ± 0,5
20,8987	4,364	2-ενδεκανόνη	$0,99^{a}$ ± 0,12	$1,4^{a}$ ± 1,1	$1,4^{a}$ ± 0,4
21,0986	3,183	εξαδεκάνιο	$0,8^{a}$ ± 0,7	$1,1^{a}$ ± 0,5	$1,6^{a}$ ± 0,6
21,2986	0,392	2,4,5-τριμεθυλοβενζαλδεΰδη	$0,24^{a}$ ± 0,21	$0,5^{a}$ ± 0,4	ΔΑ
21,4986	3,131	2-βουτυλο-1-οκτανόλη	$0,5^{a}$ ± 0,4	ΔΑ	$0,25^{a}$ ± 0,22
21,7986	3,09	εικοσάνιο	$0,91^{a}$ ± 0,23	$0,4^{a}$ ± 0,3	$0,55^{a}$ ± 0,19
21,9986	3,142	επταδεκάνιο	0,4 ± 0,3	ΔΑ	ΔΑ
22,5986	4,554	9-δεκενοϊκό οξύ	$1,3^{a}$ ± 0,9	$1,01^{a}$ ± 0,15	$1,3^{a}$ ± 0,7
22,6985	3,179	2-μεθυλοτριδεκάνιο	$0,29^{a}$ ± 0,26	$0,5^{a}$ ± 0,3	$0,2^{a}$ ± 0,17
22,7985	4,233	δεκανοϊκό οξύ	16^{a} ± 9	$12,9^{a}$ ± 1,9	16^{a} ± 9
22,8985	3,19	3-μεθυλοτριδεκάνιο	$0,48^{a}$ ± 0,08	$0,6^{a}$ ± 0,4	$0,34^{a}$ ± 0,02

RT	MP	Όνομα	Μα	T_1	T_2
23,0985	3,101	2,6,10-τριμεθυλοδωδεκάνιο	$0,75^a \pm 0,15$	$1,0^a \pm 0,7$	$0,8^a \pm 0,4$
23,4985	3,401	1-τετραδεκένιο	$0,4^a \pm 0,11$	$0,23^a \pm 0,2$	$0,34^a \pm 0,14$
23,5985	4,117	δεκανοϊκός αιθυλεστέρας	$0,6^a \pm 0,3$	$1,0^a \pm 0,5$	$0,77^a \pm 0,5$
23,6985	3,273	τετραδεκάνιο	$2,5^a \pm 0,6$	$2,32^a \pm 1,1$	$1,93^a \pm 0,2$
23,8985	4,394	δωδεκανάλη	$0,3^a \pm 0,12$	$0,29^a \pm 0,12$	$0,34^a \pm 0,04$
24,9984	2,37	ενδεκανοϊκό οξύ	$0,24^a \pm 0,25$	$0,41^a \pm 0,17$	$0,32^a \pm 0,14$
25,1984	4,385	1-δωδεκανόλη	$0,17^a \pm 0,15$	$0,19^a \pm 0,02$	$0,26^a \pm 0,13$
25,4984	4,292	1-χλωροδωδεκάνιο	$2,75^a \pm 0,5$	$2,6^a \pm 0,6$	$3,8^a \pm 0,8$
25,4984	3,278	2-τριδεκανόνη	$0,4^a \pm 0,5$	$1,2^a \pm 1,7$	ΔΑ
25,9983	4,02	(1-βουτυλεξυλο)βενζόλιο	$0,13 \pm 0,12$	ΔΑ	ΔΑ
26,0983	3,635	δωδεκανοϊκό οξύ	$0,27^a \pm 0,07$	$0,36^a \pm 0,26$	$0,35^a \pm 0,09$
26,1983	3,243	τετραεικοσάνιο	ΔΑ	ΔΑ	$5,8^a \pm 1,5$
27,0983	0,984	επτακοσάνιο	$0,3^a \pm 0,3$	ΔΑ	$0,24^a \pm 0,22$
27,5982	4,513	διισοβουτυρικός 2,2,4-τριμεθυλο-1,3-πεντανοδιόλης	$3,2^a \pm 0,8$	$2,9^a \pm 0,4$	$3,1^a \pm 1,4$
27,5982	4,327	εννεαδεκάνιο	$0,27^a \pm 0,24$	ΔΑ	$0,6^a \pm 0,3$
27,8982	3,124	τετραδεκανάλη	$0,43^a \pm 0,23$	$0,32^a \pm 0,13$	$0,22^a \pm 0,21$
28,4982	3,09	(1-βουτυλοεπτυλο)βενζόλιο	$0,7^a \pm 0,6$	ΔΑ	$0,51^a \pm 0,09$
28,4982	2,09	(1-προπυλοοκτυλο)βενζόλιο	$1,09^a \pm 0,23$	$0,93^a \pm 0,27$	$1,1^a \pm 0,5$
28,7982	3,825	2,6,10-τριμεθυλοπενταδεκάνιο	$0,12^a \pm 0,11$	$0,15^a \pm 0,13$	$0,14^a \pm 0,12$
29,2981	2,966	(1-αιθυλοεννυλο)βενζόλιο	$1,1^a \pm 1,6$	$0,31^a \pm 0,09$	$0,51^a \pm 0,19$
29,4981	3,555	1-τετραδεκανόλη	$0,6^a \pm 0,9$	$0,13^a \pm 0,12$	$0,27^a \pm 0,08$
29,4981	3,706	γ-δωδεκαλακτόνη	$0,36^a \pm 0,06$	$0,33^a \pm 0,12$	$0,24^a \pm 0,18$
29,8981	5,791	2-πενταδεκανόνη	$0,21^a \pm 0,20$	$0,8^a \pm 0,5$	$0,52^a \pm 0,24$
29,9981	3,437	1-τετρακοζανόλη	$0,23^a \pm 0,20$	$0,26^a \pm 0,03$	$0,36^a \pm 0,02$
30,2981	3,554	(1-μεθυλοδεκυλο)βενζόλιο	$0,15^a \pm 0,14$	$0,17^a \pm 0,16$	$0,24^a \pm 0,05$
30,2981	4,707	δ-δωδεκαλακτόνη	$0,24 \pm 0,27$	ΔΑ	ΔΑ
30,498	3,09	2-(δωδεκυλοξυ)αιθανόλη	$1,5^a \pm 0,5$	$1,29^a \pm 0,05$	$1,4^a \pm 0,4$
31,198	4,417	τετραδεκανοϊκό οξύ	$1,48^{ab} \pm 0,13$	$1,8^b \pm 0,4$	$1,1^a \pm 0,3$
32,3979	3,016	πενταδεκανοϊκό οξύ	$0,46^{ab} \pm 0,08$	$0,62^b \pm 0,17$	$0,27^a \pm 0,03$
32,6979	2,854	1-εξαδεκανόλη	$0,12 \pm 0,09$	ΔΑ	ΔΑ
33,2979	4,155	7-εξαδεκενοϊκό οξύ	ΔΑ	$1,4^a \pm 1,1$	$0,34^a \pm 0,05$
33,4979	2,946	εξαδεκανοϊκό οξύ	$2,83^a \pm 0,17$	$2,1^a \pm 1,8$	$1,52^a \pm 0,13$
33,7978	2,84	μονοδωδεκυλαιθέρας διαιθυλενογλυκόλης	$0,13 \pm 0,11$	ΔΑ	ΔΑ
35,0978	2,818	οκταδεκ-13-ενοϊκό οξύ	$1,4^a \pm 0,9$	$1,6^a \pm 0,9$	$0,41^a \pm 0,02$
35,2977	3,039	οκταδεκανοϊκό οξύ	$0,23^a \pm 0,06$	$0,4^a \pm 0,3$	$0,23^a \pm 0,05$

Μα: Γιαούρτι μάρτυρας, T_1: Επιδόρπιο γιαουρτιού με προσθήκη τσαγιού σε μικρή συγκέντρωση, T_2: Επιδόρπιο γιαουρτιού με προσθήκη τσαγιού σε μεγάλη συγκέντρωση.

Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται είναι οι μέσοι όροι των τριών επαναλήψεων με την τυπική απόκλιση, εκφρασμένα σε μg/Kg γιαουρτιού, με βάση το εσωτερικό πρότυπο, 2-Pentanol, 4-methyl-, που προστέθηκε στο δείγμα σε συγκέντρωση 150 μg/kg γιαουρτιού.

Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη (a, b, c) στην ίδια γραμμή δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$).

Πίνακας 16. Πτητικά συστατικά γιαουρτιού και επιδόρπιων γιαουρτιού με τσάι του βουνού, που προσδιορίστηκαν με δισδιάστατη αέρια χρωματογραφία, με αύξηση με τον εμπλουτισμό, ηλικίας 15 ημερών.

RT	MP	Όνομα	Μα	T_1	T_2
2,6998	1,586	2-βουτανόλη	ΔΑ	ΔΑ	$1,2^{b}$ ± ,4
4,49971	4,082	3-μεθυλο-3-βουτεν-1-όλη	ΔΑ	$3,4^{a}$ ± 4,8	$4,6^{b}$ ± 0,9
8,09948	4,649	ο-ξυλένιο	ΔΑ	$1,4^{a}$ ± 1,1	$0,82^{a}$ ± 0,24
8,49946	4,448	n-βουτυλαιθέρας	ΔΑ	ΔΑ	0,22 ± 0,11
9,79937	5,021	εξανοϊκός μεθυλεστέρας	ΔΑ	ΔΑ	0,3 ± 0,2
9,89937	1,378	α-θουγένιο	ΔΑ	12^{a} ± 4	$58,1^{b}$ ± 2,7
10,0994	3,582	α-πινένιο	58^{a} ± 15	120^{ab} ± 48	126^{b} ± 22
10,5993	4,089	καμφένιο	ΔΑ	6^{a} ± 3	14^{b} ± 0,6
11,0993	2,871	β-μεθυλο-γ-βουτυρολακτόνη	ΔΑ	ΔΑ	0,25 ± 0,03
11,2993	4,502	1-επτανόλη	ΔΑ	$0,4^{a}$ ± 0,4	$0,78^{a}$ ± 0,09
11,3993	3,378	α-σαβινένιο	ΔΑ	$5,8^{a}$ ± 1,5	ΔΑ
11,3993	2,81	β-θουγένιο	ΔΑ	ΔΑ	$0,27^{a}$ ± 0,09
11,4993	4,907	β-πινένιο	$2,3^{a}$ ± 0,4	35^{b} ± 18	74^{c} ± 12
11,8992	1,207	διυδρο-2-μεθυλοθειοφεν-3(2H)-όνη	7^{a} ± 3	$10,8^{a}$ ± 2,4	20^{b} ± 6
12,3992	5,087	α-φαιλλανδρένιο	ΔΑ	$1,1^{a}$ ± 0,9	$3,01^{b}$ ± 0,08
12,4992	4,334	3-καρένιο	$2,8^{a}$ ± 2,1	7^{a} ± 5	$24,3^{b}$ ± 1,5
12,6992	2,638	α-τερπινολένιο	$4,6^{a}$ ± 1,2	4^{a} ± 3	19^{b} ± 3
12,7992	4,093	2-εξενοϊκό οξύ	ΔΑ	$0,98^{a}$ ± 0,29	$1,8^{b}$ ± 0,3
12,9992	1,902	p-κυμένιο	$1,3^{a}$ ± 0,7	130^{b} ± 69	166^{b} ± 51
13,1992	4,168	ο-κυμένιο	ΔΑ	ΔΑ	1,9 ± 0,3
13,3991	3,508	trans-β-οκιμένιο	ΔΑ	$2,8^{a}$ ± 0,4	$1,8^{b}$ ± 0,3
13,6991	2,245	α-οκιμένιο	ΔΑ	$0,57^{a}$ ± 0,14	$0,94^{b}$ ± 0,23
13,6991	2,012	β-οκιμένιο	ΔΑ	$0,23^{a}$ ± 0,20	$0,53^{b}$ ± 0,15
14,0991	4,541	γ-καπρολακτόνη	ΔΑ	$1,1^{a}$ ± 0,6	$1,7^{a}$ ± 0,4
14,5991	1,452	2,6,10,14-τετραμεθυλοεπταδεκάνιο	ΔΑ	ΔΑ	0,7 ± 0,4
14,6991	5,233	p-κρεσόλη	ΔΑ	$0,25^{a}$ ± 0,24	$0,41^{a}$ ± 0,25
14,999	4,105	αλλο-οκιμένιο	ΔΑ	$0,55^{a}$ ± 0,07	$0,31^{b}$ ± 0,14
15,299	5,476	ενδεκάνιο	ΔΑ	$1,4^{a}$ ± 0,4	ΔΑ
15,299	4,859	δ-καπρολακτόνη	ΔΑ	$1,55^{a}$ ± 0,11	$1,7^{a}$ ± 0,4
15,599	2,875	α-φενχοκαμφόνη	ΔΑ	$0,13^{a}$ ± 0,08	$0,56^{b}$ ± 0,13
15,799	0,454	φαινυλαιθυλική αλκοόλη	ΔΑ	8^{a} ± 3	15^{a} ± 5
15,799	4,234	θουγιόνη	ΔΑ	$0,43^{a}$ ± 0,17	ΔΑ
15,899	0,919	3-θουγιανόνη	ΔΑ	ΔΑ	0,49 ± 0,14
16,399	5,895	cis-p-μενθα-2,8-διεν-1-όλη	ΔΑ	ΔΑ	0,52 ± 0,15

RT	MP	Όνομα	Μα	T_1	T_2
16,4989	4,878	trans-πινοκαρβεόλη	ΔΑ	ΔΑ	8,3 ± 0,5
16,5989	0,892	νοπινονόνη	ΔΑ	$2,3^{a}$ ± 2,9	7^{a} ± 4
16,6989	5,096	οξικός cis-βερβενυλεστέρας	ΔΑ	4^{a} ± 3	12^{a} ± 7
16,7989	0,645	καμφορά	ΔΑ	ΔΑ	$0,5^{a}$ ± 0,4
17,1989	5,511	σαμπινόνη	ΔΑ	$0,22^{a}$ ± 0,21	$0,41^{a}$ ± 0,17
17,2989	0,887	p-μενθα-1,5-διεν-8-όλη	ΔΑ	ΔΑ	0,305 ± 0,022
17,3989	0,304	endo-βορνεόλη	ΔΑ	$5,2^{a}$ ± 0,6	$5,8^{a}$ ± 2,4
17,3989	0,923	πινοκαρβόνη	ΔΑ	$2,5^{a}$ ± 0,6	$4,6^{b}$ ± 0,4
17,6989	5,881	τερπινεν-4-όλη	ΔΑ	9^{a} ± 6	7^{a} ± 3
17,7989	0,546	4-αιθυλοβενζαλδεΰδη	ΔΑ	$1,3^{a}$ ± 0,9	$0,85^{a}$ ± 0,11
18,0988	4,933	α-τερπινεόλη	$0,37^{a}$ ± 0,16	$4,2^{ab}$ ± 2,6	$6,6^{b}$ ± 2,7
18,1988	0,93	μυρτενόλη	ΔΑ	$2,8^{a}$ ± 0,5	$7,7^{b}$ ± 2,9
18,3988	5,689	κινναμαλδεΰδη	ΔΑ	$1,3^{a}$ ± 0,3	7^{b} ± 3
18,3988	4,51	δεκανάλη	$1,3^{b}$ ± 0,6	$1,3^{b}$ ± 0,3	$1,16^{b}$ ± 0,17
18,6988	1,377	βερβενόνη	ΔΑ	$2,4^{a}$ ± 1,2	$5,8^{b}$ ± 1,7
18,8988	4,308	2,3-διυδροβενζοφουράνιο	ΔΑ	$2,4^{a}$ ± 1,2	$5,7^{a}$ ± 2,9
18,9988	0,902	2-φαινοξυαιθαν-1-όλη	ΔΑ	$0,16^{a}$ ± 0,14	$0,34^{a}$ ± 0,07
18,9988	1,142	cis-p-μενθα-6,8-διεν-2-όλη	ΔΑ	$0,31^{a}$ ± 0,15	$0,74^{b}$ ± 0,12
18,9988	1,77	trans-καρβεόλη	ΔΑ	ΔΑ	0,23 ± 0,06
19,0988	0,03	βενζοθειαζόλιο	ΔΑ	$0,5^{a}$ ± 0,4	$1,1^{a}$ ± 0,4
19,6987	0,569	καρβόνη	ΔΑ	$1,39^{a}$ ± 0,14	$2,9^{b}$ ± 0,5
19,7987	0,724	cis-γερανιόλη	ΔΑ	$0,55^{a}$ ± 0,15	$0,7^{a}$ ± 0,3
19,9987	3,61	γ-οκταλακτόνη	ΔΑ	$0,47^{a}$ ± 0,05	$0,61^{b}$ ± 0,11
20,2987	1,383	3,6-διμεθυλοδεκάνιο	ΔΑ	ΔΑ	0,22 ± 0,01
20,6987	4,2	1-4-αιθυλοακετοφαινόνη	ΔΑ	ΔΑ	0,46 ± 0,07
20,9987	3,638	p-κυμεν-7-όλη	ΔΑ	ΔΑ	0,28 ± 0,02
21,1986	1,764	καρβακρόλη	ΔΑ	$1,6^{b}$ ± 0,3	$0,8^{a}$ ± 0,5
21,1986	0,222	2-μεθυλο-5-(1-μεθυλαιθυλο)φαινόλη	ΔΑ	ΔΑ	1,9 ± 1,1
21,5986	0,72	3-καρεν-5-όνη	ΔΑ	ΔΑ	1,8 ± 0,4
21,6986	1,398	trans-κινναμικός βινυλεστέρας	ΔΑ	ΔΑ	0,30 ± 0,12
22,1986	2,293	γ-ελεμένιο	ΔΑ	$0,23^{a}$ ± 0,09	$0,29^{a}$ ± 0,06
22,6985	4,774	ευγενόλη	ΔΑ	ΔΑ	0,32 ± 0,03
22,7985	1,833	γ-n-αμυλοβουτυρολακτόνη	$0,31^{a}$ ± 0,26	ΔΑ	$0,81^{b}$ ± 0,03
23,0985	0,316	3-υδροξυ-2,2,4-τριμεθυλοπεντυλικός 2-μεθυλοπροπανοϊκός εστέρας	ΔΑ	$0,16^{a}$ ± 0,15	$0,25^{a}$ ± 0,06
24,3984	0,732	καρυοφυλλένιο	ΔΑ	$0,38^{a}$ ± 0,22	$0,25^{a}$ ± 0,05
26,0983	5,539	ενεικοσάνιο	ΔΑ	$0,46^{a}$ ± 0,24	$0,54^{a}$ ± 0,23
26,2983	1,349	δικυκλογερμακρένιο	ΔΑ	ΔΑ	0,9 ± 0,4
26,2983	4,224	ελιξένιο	ΔΑ	0,4 ± 0,11	ΔΑ
26,8983	4,895	σπαθουλένιο	ΔΑ	0,51 ± 0,04	ΔΑ
26,9983	5,801	καλαμενένιο	ΔΑ	ΔΑ	0,38 ± 0,14

RT	MP	Όνομα	Μα	T_1	T_2
27,6982	0,755	2,6,10,15-τετραμεθυλοεπταδεκάνιο	ΔΑ	ΔΑ	0,43 ± 0,26
28,1982	3,745	σπαθουλενόλη	ΔΑ	$0,28^a$ ± 0,11	$0,4^a$ ± 0,26
28,3982	4,28	οξείδιο του καρυοφυλλενίου	ΔΑ	ΔΑ	0,19 ± 0,03
30,598	4,832	στιλβένιο	ΔΑ	0,24 ± 0,05	$0,20^a$ ± 0,03
33,0979	5,428	εξαδεκανοϊκός μεθυλεστέρας	ΔΑ	ΔΑ	0,68 ± 0,12
34,7978	3,61	10-οκταδεκενοϊκός μεθυλεστέρας	ΔΑ	ΔΑ	0,69 ± 0,23

Μα: Γιαούρτι μάρτυρας, T_1: Επιδόρπιο γιαουρτιού με προσθήκη τσαγιού σε μικρή συγκέντρωση, T_2: Επιδόρπιο γιαουρτιού με προσθήκη τσαγιού σε μεγάλη συγκέντρωση.

Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται είναι οι μέσοι όροι των τριών επαναλήψεων με την τυπική απόκλιση, εκφρασμένα σε μg/Kg γιαουρτιού, με βάση το εσωτερικό πρότυπο, 2-Pentanol, 4-methyl-, που προστέθηκε στο δείγμα σε συγκέντρωση 150 μg/kg γιαουρτιού.

Οριζόντια σύγκριση: Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη (a, b, c) στην ίδια γραμμή δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$).

3.1.9. Οργανοληπτική αξιολόγηση

Όσον αφορά την εμφάνιση και τη συνεκτικότητα ο μάρτυρας τα επιδόρπια γιαουρτιού με τσάι του βουνού πήραν πολύ καλές βαθμολογίες. Όσον αφορά όμως τη γεύση και την οσμή το επιδόρπιο γιαουρτιού με χαμηλή συγκέντρωση τσαγιού είχε την χειρότερη αξιολόγηση. Το επιδόρπιο γιαουρτιού με υψηλή συγκέντρωση τσαγιού αξιολογήθηκε στα ίδια επίπεδα γεύσης και οσμής με το μάρτυρα με μια πολύ καλή βαθμολογία.

Πίνακας 17. Βαθμολογία οργανοληπτικής αξιολόγησης του γιαουρτιού και των επιδόρπιων γιαουρτιού με τσάι του βουνού από τους δοκιμαστές, ηλικίας 15 ημερών.

	Μα	T_1	T_2
Εμφάνιση	$5,0^a$ ± 0,0	$5,0^a$ ± 0,0	$4,8^a$ ± 0,2
Συνεκτικότητα	$5,0^a$ ± 0,0	$5,0^a$ ± 0,0	$5,0^a$ ± 0,0
Γεύση/ Οσμή	$5,0^a$ ± 0,0	$4,5^b$ ± 0,4	$4,6^{ab}$ ± 0,2

Μα: Γιαούρτι μάρτυρας, T_1: Επιδόρπιο γιαουρτιού με προσθήκη τσαγιού σε μικρή συγκέντρωση, T_2: Επιδόρπιο γιαουρτιού με προσθήκη τσαγιού σε μεγάλη συγκέντρωση.

Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη (a, b) στην ίδια γραμμή δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$).



Εικόνα 25. Αγελαδινό γιαούρτι και επιδόρπια αγελαδινού γιαουρτιού

Μα: Ο Μάρτυρας εμφάνιζε τα τυπικά χαρακτηριστικά ενός αγελαδινού γιαουρτιού. Το χρώμα του ήταν λευκό, ήταν συνεκτικό με μικρή αποβολή υγρού και είχε άρωμα και γεύση αγελαδινού γιαουρτιού. Γενικά κρίθηκε ως ευχάριστο.

T_1: Το επιδόρπιο γιαουρτιού με μικρή συγκέντρωση τσάι του βουνού είχε ελαφρώς μπεζ χρώμα, ήταν συνεκτικό έχοντας μικρή αποβολή υγρού, είχε άρωμα γιαουρτιού, αλλά στη γεύση υπήρξε ο συνδυασμός του γιαουρτιού με μια χορτώδη γεύση τσαγιού. Όπως και ο μάρτυρας κρίθηκε ως ευχάριστο με μόνο μειονέκτημα τη γεύση χόρτου.

T_2: Το επιδόρπιο γιαουρτιού με μεγάλη συγκέντρωση τσάι του βουνού είχε λίγο πιο έντονο μπεζ χρώμα και ήταν αρκετά συνεκτικό. Η αποβολή υγρού ήταν ελάχιστη. Το άρωμα και η γεύση είχαν τον χαρακτήρα του τσαγιού σε ισορροπία με το γιαούρτι. Κρίθηκε ως αρκετά διαφορετικό αλλά πολύ ευχάριστο.

3.2. Ανάπτυξη επιδόρπιων γίδινου γιαουρτιού με προσθήκη υδατικών εκχυλισμάτων κρόκου Κοζάνης είτε τσαγιού του βουνού Ηπείρου.

3.2.1. Αντιοξειδωτική δράση και βιοδράσεις υδατικών εκχυλισμάτων κρόκου και τσαγιού του βουνού

Πίνακας 18. Αντιοξειδωτική δράση και βιοδράσεις υδατικών εκχυλισμάτων

	Υδατικό εκχύλισμα κρόκου Κοζάνης	Υδατικό εκχύλισμα τσαγιού του βουνού
Folin	53,17 ± 0,58	75,50 ± 0,21
FRAP	94,7 ± 0,32	70,51 ± 0,19
Εκκαθάριση ριζών	53,8 ± 0,9	169 ± 6
Αντιφλεγμονώδης δράση	1,6 ± 0,4	1,2 ± 0,9

Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται είναι οι μέσοι όροι των τριών επαναλήψεων με την τυπική απόκλιση εκφρασμένα σε mg GA/g λυοφιλιωμένου εκχυλίσματος (Folin), mg trolox/g λυοφιλιωμένου εκχυλίσματος (FRAP), mg καφεϊκού οξέος/g λυοφιλιωμένου εκχυλίσματος (εκκαθάριση ριζών υδροξυλίου), mg κατεχίνης/g λυοφιλιωμένου εκχυλίσματος (αντιφλεγμονώδης δράση).

3.2.2. Βασική σύσταση γίδινου γάλακτος

Η βασική σύσταση που προσδιορίστηκε για το γίδινο γάλα διέφερε ως προς το λίπος και την πρωτεΐνη του τυπικού γίδινου γάλακτος, όμως ήταν όμοια με τις τιμές που αναφέρονται στην εμπορική ετικέτα του γάλακτος (131,142) Η λακτόζη, το στερεό υπόλειμμα και η τέφρα παρουσίασαν τυπικές τιμές .

Πίνακας 19. Βασική σύσταση γίδινου γάλακτος.

pH	6,94 ± 0,05
Οξύτητα (% w/w γαλακτικό οξύ)	0,165 ± 0,003
Λίπος (% w/w)	3,4 ± 0,1
Πρωτεΐνη (% w/w)	3,51 ± 0,01
Λακτόζη (% w/w μόνυδρη λακτόζη)	4,5 ± 0,4
Στερεό Υπόλειμμα (% w/w)	12,65 ± 0,16
Τέφρα (% w/w)	0,625 ± 0,045

Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται είναι οι μέσοι όροι των τριών επαναλήψεων με την τυπική απόκλιση.

3.2.3. Βασική σύσταση γίδινου γιαουρτιού κι επιδόρπιων γίδινου γιαουρτιού

Η βασική σύσταση του γίδινου γιαουρτιού ήταν συμβατή με την τυπική σύσταση γίδινου γιαουρτιού όσον αφορά τη λακτόζη, το στερεό υπόλειμμα και την τέφρα (143). Το λίπος και η πρωτεΐνη αποκλίνουν από τις τυπικές τιμές, αλλά αντιστοιχούν στις τιμές του γίδινου γάλακτος που χρησιμοποιήθηκε (142). Το επιδόπριο γιαουρτιού με κρόκο εμφάνισε ίδια επίπεδα λίπους, πρωτεϊνών, λακτόζης και τέφρας με το μάρτυρα, ενώ το στερεό υπόλειμμα βρέθηκε σε υψηλότερα επίπεδα (144,145). Το επιδόπριο γιαουρτιού με κρόκο και τσάι του βουνού εμφάνισε ίδια επίπεδα λίπους, πρωτεϊνών και λακτόζης σε σχέση με το μάρτυρα και με το επιδόπριο γιαουρτιού με κρόκο. Το στερεό υπόλειμμα για αυτό το επιδόρπιο γιαουρτιού ήταν σε υψηλότερα επίπεδα σε σχέση με το στερεό υπόλειμμα του μάρτυρα και του επιδόρπιου γιαουρτιού με κρόκο, ενώ η τέφρα του ήταν σε υψηλότερα επίπεδα από την τέφρα του μάρτυρα (132).

Πίνακας 20. Βασική σύσταση γίδινου γιαουρτιού και επιδόρπιων γιαουρτιού με υδατικό εκχύλισμα κρόκου και τσάι του βουνού, ηλικίας 3 ημερών.

	Μγ	Κ	ΚΤ
Λίπος (% w/w)	$3,5^{a}$ ± 0,0	$3,5^{a}$ ± 0,0	$3,5^{a}$ ± 0,0
Πρωτεΐνη (% w/w)	$4,23^{a}$ ± 0,11	$4,29^{a}$ ± 0,00	$4,29^{a}$ ± 0,00
Λακτόζη (% w/w μόνυδρη λακτόζη)	$4,267^{a}$ ±0,006	$4,253^{a}$ ± 0,023	$4,247^{a}$ ± 0,007
Στερεό Υπόλειμμα (% w/w)	$13,110^{a}$ ± 0,017	$13,5^{b}$ ± 1,5	$13,72^{c}$ ± 0,11
Τέφρα (% w/w)	$0,71^{a}$ ± 0,03	$0,73^{ab}$ ± 0,03	$0,767^{b}$ ± 0,007

Μγ: Γιαούρτι μάρτυρας, Κ: Επιδόρπιο γιαουρτιού με προσθήκη εκχυλίσματος κρόκου, ΚΤ: επιδόρπιο γιαουρτιού με προσθήκη εκχυλίσματος κρόκου και εκχυλίσματος τσαγιού.

Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται είναι οι μέσοι όροι των τριών επαναλήψεων με την τυπική απόκλιση.

Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη (a, b, c) στην ίδια γραμμή δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$).

3.2.4. Ενεργός και ολική οξύτητα γίδινου γιαουρτιού και επιδόρπιων γίδινου γιαουρτιού

3.2.4.1. Ενεργός οξύτητα - pH

Κατά την πρώτη ημέρα συντήρησης ο μάρτυρας και τα επιδόρπια γιαουρτιού παρουσίασαν αναμενόμενες τιμές με βάση τη βιβλιογραφία (143,146). Στις 15 ημέρες και τα δύο επιδόρπια γιαουρτιού παρουσίασαν υψηλότερες τιμές pH σε σύγκριση με το μάρτυρα, τάση που διατηρήθηκε και στις 45 ημέρες. Στις 45 ημέρες, το επιδόρπιο γιαουρτιού με κρόκο και τσάι του βουνού εμφάνισε υψηλότερο pH από το επιδόπριο γιαουρτιού με κρόκο, υποδηλώνοντας διαφοροποίηση της οξίνισης μεταξύ των δύο επιδόρπιων γιαουρτιού.

Πίνακας 21. pH γίδινου γιαουρτιού και επιδόρπιων γιαουρτιών με υδατικό εκχύλισμα κρόκου και τσάι του βουνού, κατά τη συντήρηση τους.

Ηλικία (ημέρες)	Μγ	Κ	ΚΤ
pa1	$4,42^{aA} \pm 0,0$	$4,42^{aA} \pm 0,01$	$4,42^{aA} \pm 0,00$
15	$4,21^{aB} \pm 0,02$	$4,25^{bB} \pm 0,01$	$4,26^{bB} \pm 0,02$
30	$4,11^{aC} \pm 0,02$	$4,22^{bC} \pm 0,01$	$4,24^{bC} \pm 0,01$
45	$3,98^{aD} \pm 0,01$	$4,18^{bD} \pm 0,01$	$4,21^{cD} \pm 0,01$

Μγ: Γιαούρτι μάρτυρας, Κ: Επιδόρπιο γιαουρτιού με προσθήκη εκχυλίσματος κρόκου, ΚΤ: επιδόρπιο γιαουρτιού με προσθήκη εκχυλίσματος κρόκου και εκχυλίσματος τσαγιού.

Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται είναι οι μέσοι όροι των τριών επαναλήψεων με την τυπική απόκλιση.

Οριζόντια σύγκριση: Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη (a, b, c) στην ίδια γραμμή δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$).

Κάθετη σύγκριση: Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη (A, B, C, D) στην ίδια στήλη δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$).

3.2.4.2. Οξύτητα

Ο μάρτυρας και τα επιδόρπια γιαουρτιού παρουσίασαν την πρώτη ημέρα συντήρησης αναμενόμενες τιμές οξύτητας με βάση τη βιβλιογραφία (146,147). Στις 15 ημέρες και τα δύο επιδόρπια γιαουρτιού παρουσίασαν χαμηλότερες τιμές οξύτητας σε σύγκριση με το μάρτυρα, τάση που διατηρήθηκε έως και τις 45 ημέρες.

Πίνακας 22. Οξύτητα γίδινου γιαουρτιού και επιδόρπιων γιαουρτιού με υδατικό εκχύλισμα κρόκου και τσάι του βουνού, κατά τη συντήρηση τους.

Ηλικία (ημέρες)	Μγ	Κ	ΚΤ
1	$0,791^{aA} \pm 0,015$	$0,792^{aA} \pm 0,014$	$0,781^{aA} \pm 0,015$
15	$0,913^{aB} \pm 0,004$	$0,902^{bB} \pm 0,007$	$0,893^{bB} \pm 0,005$
30	$0,962^{aC} \pm 0,010$	$0,913^{bC} \pm 0,004$	$0,904^{bC} \pm 0,001$
45	$1,028^{aD} \pm 0,023$	$0,945^{bD} \pm 0,005$	$0,967^{bD} \pm 0,006$

Μγ: Γιαούρτι μάρτυρας, Κ: Επιδόρπιο γιαουρτιού με προσθήκη εκχυλίσματος κρόκου, ΚΤ: επιδόρπιο γιαουρτιού με προσθήκη εκχυλίσματος κρόκου και εκχυλίσματος τσαγιού.

Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται είναι οι μέσοι όροι των τριών επαναλήψεων με την τυπική απόκλιση, εκφρασμένα σε g/L γαλακτικού οξέος.

Οριζόντια σύγκριση: Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη (a, b) στην ίδια γραμμή δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$).

Κάθετη σύγκριση: Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη (A, B, C, D) στην ίδια στήλη δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$).

3.2.5. Συναίρεση γίδινου γιαουρτιού και επιδόρπιων γίδινου γιαουρτιού

Η συναίρεση του μάρτυρα κατά την 1η ημέρα, ήταν εντός του εύρους τιμών συναίρεσης που εμφανίζονται βιβλιογραφικά (148). Η συναίρεση των δύο επιδορπίων γιαουρτιού βρισκόταν σε χαμηλότερα επίπεδα από τη συναίρεση του μάρτυρα κατά την 1η ημέρα συντήρησης, τάση που διατηρήθηκε έως και τις 45 ημέρες. Είναι ακόμη σημαντικό να αναφερθεί ότι το επιδόρπιο γιαουρτιού με κρόκο και τσάι του βουνού εμφάνισε χαμηλότερη συναίρεση από τον επιδόρπιο με κρόκο στις 45 ημέρες συντήρησης. Τα αποτελέσματα αυτά είναι συμβατά με τη βιβλιογραφία και δείχνουν πως και ο κρόκος και το τσάι του βουνού μπορούν να ενισχύουν τη συγκράτηση νερού στα επιδόρπια γιαουρτιού (132,145). Με κάθετη σύγκριση των αποτελεσμάτων, το γενικό συμπέρασμα που μπορεί να προκύψει είναι πως και στο μάρτυρα και στα δύο επιδόρπια γιαουρτιού η συναίρεση μειώνεται με την πάροδο του χρόνου.

Πίνακας 23. Συναίρεση γίδινου γιαουρτιού και επιδόρπιων γιαουρτιού με εκχυλίσματα κρόκου και τσάι του βουνού, κατά τη συντήρηση τους.

Ηλικία (ημέρες)	Μγ	Κ	ΚΤ
1	$33,32^{aA} \pm 0,28$	$31,59^{cA} \pm 0,21$	$32,16^{bA} \pm 0,03$
15	$32,62^{aB} \pm 0,20$	$30,56^{bB} \pm 0,24$	$29,6^{cB} \pm 0,3$
30	$29,14^{aC} \pm 0,18$	$26,64^{bC} \pm 0,24$	$26,717^{bC} \pm 0,021$
45	$31,03^{aD} \pm 0,13$	$26,78^{bC} \pm 0,05$	$26,53^{cC} \pm 0,06$

Μγ: Γιαούρτι μάρτυρας, Κ: Επιδόρπιο γιαουρτιού με προσθήκη εκχυλίσματος κρόκου, ΚΤ: επιδόρπιο γιαουρτιού με προσθήκη εκχυλίσματος κρόκου και εκχυλίσματος τσαγιού.

Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται είναι οι μέσοι όροι των τριών επαναλήψεων με την τυπική απόκλιση, εκφρασμένα σε % $^{w/w}$.

Οριζόντια σύγκριση: Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη (a, b, c) στην ίδια γραμμή δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$).

Κάθετη σύγκριση: Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη (A, B, C) στην ίδια στήλη δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$).

3.2.6. Αντιοξειδωτική δράση γίδινου γιαουρτιού και επιδόρπιων γίδινου γιαουρτιού

3.2.6.1. Δοκιμή Folin

Το γίδινο γιαούρτι αλλά και τα επιδόρπια γιαουρτιού παρουσίασαν αντιοξειδωτική δράση που αποτιμήθηκε με τη μέθοδο Folin (136).

Η αντιοξειδωτική δράση του επιδόρπιου γιαουρτιού με κρόκο ήταν υψηλότερη σε σχέση με την αντιοξειδωτική δράση του μάρτυρα, κάτι που συμβαδίζει με τα βιβλιογραφικά δεδομένα για την αντιοξειδωτική δράση του κρόκου (149). Η αντιοξειδωτική δράση του επιδόρπιου γιαουρτιού με κρόκο και τσάι του βουνού ήταν υψηλότερη από την αντιοξειδωτική δράση του μάρτυρα και του επιδόρπιου γιαουρτιού με κρόκο. Το δεδομένο αυτό δείχνει πως το τσάι του βουνού συνεισφέρει στην αντιοξειδωτική δράση του επιδόρπιου γιαουρτιού, κάτι που συμβαδίζει με τις βιβλιογραφικές αναφορές (137).

Πίνακας 24. Αντιοξειδωτική δράσης, μέθοδος Folin, του μεθανολικού εκχυλίσματος γιαουρτιού και των επιδόρπιων γιαουρτιού με εκχυλίσματα κρόκου και τσάι του βουνού, κατά τη συντήρηση τους.

Ηλικία (ημέρες)	Μγ	Κ	ΚΤ
15	$117,4^{aA} \pm 1,0$	$134,8^{bA} \pm 0,7$	$165,8^{cA} \pm 0,4$
30	$107,6^{aB} \pm 1,5$	$132,2^{bB} \pm 0,4$	$162,80^{cB} \pm 0,20$
45	$103,56^{aC} \pm 0,23$	$129,3^{bC} \pm 0,3$	$161,9^{cC} \pm 0,4$

Μγ: Γιαούρτι μάρτυρας, Κ: Επιδόρπιο γιαουρτιού με προσθήκη εκχυλίσματος κρόκου, ΚΤ: επιδόρπιο γιαουρτιού με προσθήκη εκχυλίσματος κρόκου και εκχυλίσματος τσαγιού.

Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται είναι οι μέσοι όροι των τριών επαναλήψεων με την τυπική απόκλιση, εκφρασμένα σε mg γαλλικού οξέος/Kg γιαουρτιού.

Οριζόντια σύγκριση: Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη (a, b, c) στην ίδια γραμμή δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$).

Κάθετη σύγκριση: Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη (A, B, C) στην ίδια στήλη δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$).

3.2.6.2. Δοκιμή FRAP

Η αντιοξειδωτική δράση μέσω αναγωγικής ισχύς που αποτιμήθηκε με τη μέθοδο FRAP εμφανίζει παρόμοια αποτελέσματα. Ο μάρτυρας και τα δύο επιδόρπια γιαουρτιού εμφάνισαν αντιοξειδωτική δράση σε όλους τους χρόνους συντήρησης, κάτι που στηρίζεται βιβλιογραφικά (136) Τα επιδόρπια γιαουρτιού με κρόκο και με κρόκο και τσάι του βουνού εμφάνισαν υψηλότερη αντιοξειδωτική δράση σε σχέση το μάρτυρα η οποία ενδεχομένως οφείλεται στην αντιοξειδωτική δράση των συστατικών του κρόκου και του τσαγιού του βουνού (137,149). Το επιδόρπιο γιαουρτιού με κρόκο και τσάι του βουνού εμφάνισε

μεγαλύτερη αντιοξειδωτική δράση σχέση με το επιδόρπιο γιαουρτιού που περιείχε μόνο κρόκο. Η τάση αυτή ήταν εμφανής από τις 15 έως και τις 45 ημέρες συντήρησης.

Πίνακας 25. Αντιοξειδωτική δράση μέθοδος FRAP, του μεθανολικού εκχυλίσματος γιαουρτιού και των επιδόρπιων γιαουρτιού με εκχυλίσματα κρόκου και τσάι του βουνού, κατά τη συντήρηση τους.

Ηλικία (ημέρες)	Μγ	Κ	ΚΤ
15	$117,4^{aA} \pm 1,1$	$134,8^{bA} \pm 0,7$	$165,8^{cA} \pm 0,4$
30	$107,6^{aB} \pm 1,5$	$132,2^{bB} \pm 0,4$	$162,80^{cB} \pm 0,20$
45	$103,56^{aC} \pm 0,23$	$129,3^{bC} \pm 0,3$	$161,9^{cC} \pm 0,4$

Μγ: Γιαούρτι μάρτυρας, Κ: Επιδόρπιο γιαουρτιού με προσθήκη εκχυλίσματος κρόκου, ΚΤ: επιδόρπιο γιαουρτιού με προσθήκη εκχυλίσματος κρόκου και εκχυλίσματος τσαγιού.

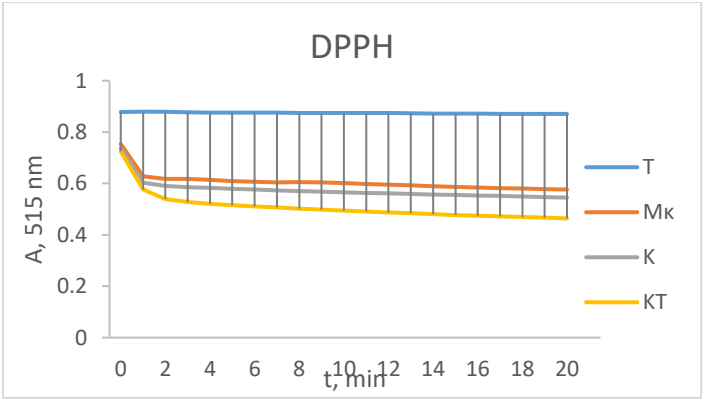
Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται είναι οι μέσοι όροι των τριών επαναλήψεων με την τυπική απόκλιση, εκφρασμένα σε mg trolox/Kg γιαουρτιού.

Οριζόντια σύγκριση: Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη (a, b, c) στην ίδια γραμμή δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$).

Κάθετη σύγκριση: Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη (A, B, C) στην ίδια στήλη δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$).

3.2.6.3. Δέσμευση της ρίζας DPPH

Στο σχήμα 25 παρουσιάζονται οι καμπύλες απορρόφησης στα 515 nm της ρίζας DPPH ως προς το χρόνο. Η σταθερή ευθεία γραμμή του τυφλού δείχνει πως η ρίζα είναι σταθερή. Στα 20 λεπτά, το επιδόρπιο γιαουρτιού με κρόκο και τσάι του βουνού έχει τη χαμηλότερη απορρόφηση. Ακολουθούν το επιδόπριο γιαουρτιού με κρόκο και ο μάρτυρας. Η σειρά αυτή είναι αντίστοιχη με την αντιοξειδωτική δράση των δειγμάτων.



Σχήμα 25. Δέσμευση της ρίζας DPPH από τα μεθανολικά εκχυλίσματα γιαουρτιού και επιδόρπιων γιαουρτιού.

Τ: τυφλό, Μγ: Γιαούρτι μάρτυρας, Κ: Επιδόρπιο γιαουρτιού με προσθήκη εκχυλίσματος κρόκου, ΚΤ: επιδόρπιο γιαουρτιού με προσθήκη εκχυλίσματος κρόκου και εκχυλίσματος τσαγιού.

Η αρχική δέσμευση της ρίζας DPPH στο επιδόρπιο γιαουρτιού με κρόκο και τσάι του βουνού, ήταν υψηλότερη σε σχέση με την αρχική δέσμευση της ρίζας DPPH από το μάρτυρα

κι από το επιδόρπιο γιαουρτιού με κρόκο. Η τάση αυτή ίσχυε καθόλη τη διάρκεια της συντήρησης. Ακόμη το επιδόρπιο γιαουρτιού με κρόκο εμφάνισε υψηλότερη αρχική δέσμευση της ρίζας DPPH από το μάρτυρα στις 15 και τις 45 ημέρες συντήρησης.

Πίνακας 26. Αρχική δέσμευση, t=1 min, της ρίζας DPPH από μεθανολικά εκχυλίσματα γίδινου γιαουρτιού και επιδόρπιων γιαουρτιού με υδατικό εκχύλισμα κρόκου και τσάι του βουνού, κατά τη συντήρηση τους .

Ηλικία (ημέρες)	Μγ	Κ	ΚΤ
15	$29,3^{aA} \pm 0,6$	$31,70^{bA} \pm 0,17$	$34,9^{cA} \pm 0,4$
30	$22,3^{aB} \pm 0,7$	$22,4^{aB} \pm 0,4$	$31,0^{bB} \pm 0,3$
45	$13,7^{aC} \pm 0,6$	$19,40^{bC} \pm 0,17$	$24,93^{cC} \pm 0,21$

Μγ: Γιαούρτι μάρτυρας, Κ: Επιδόρπιο γιαουρτιού με προσθήκη εκχυλίσματος κρόκου, ΚΤ: επιδόρπιο γιαουρτιού με προσθήκη εκχυλίσματος κρόκου και εκχυλίσματος τσαγιού.

Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται είναι οι μέσοι όροι των τριών επαναλήψεων με την τυπική απόκλιση, εκφρασμένα σε δέσμευση %.

Οριζόντια σύγκριση: Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη (a, b, c) στην ίδια γραμμή δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$).

Κάθετη σύγκριση: Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη (A, B, C) στην ίδια στήλη δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$).

Αντίστοιχα, η ολική δέσμευση της ρίζας DPPH στο επιδόπριο γιαουρτιού με κρόκο και τσάι του βουνού ήταν υψηλότερη σε σχέση με την ολική δέσμευση της ρίζας DPPH του μάρτυρα και του επιδόρπιου γιαουρτιού με κρόκο, καθόλη τη διάρκεια. Η τάση αυτή ενδεχομένως σχετίζεται με την δέσμευση της ρίζας DPPH από συστατικά του κρόκου (149) και του τσαγιού(137), όπως προκύπτει και βιβλιογραφικά. Το επιδόρπιο γιαουρτιού με κρόκο εμφάνισε υψηλότερη ολική δέσμευση της ρίζας DPPH από το μάρτυρα καθόλη τη διάρκεια της συντήρησης.

Πίνακας 27. Ολική δέσμευση, t=20 min, της ρίζας DPPH από μεθανολικά εκχυλίσματα γίδινου γιαουρτιού και επιδόρπιων γιαουρτιού με υδατικό εκχύλισμα κρόκου και τσάι του βουνού, κατά τη συντήρηση τους.

Ηλικία (ημέρες)	Μγ	Κ	ΚΤ
15	$33,1^{aA} \pm 0,9$	$36,3^{bA} \pm 1,2$	$46,2^{cA} \pm 0,8$
30	$28,8^{aB} \pm 0,5$	$30,8^{bB} \pm 0,5$	$39,7^{cB} \pm 0,5$
45	$19,7^{aC} \pm 0,5$	$27,13^{bC} \pm 0,12$	$37,13^{cC} \pm 0,12$

Μγ: Γιαούρτι μάρτυρας, Κ: Επιδόρπιο γιαουρτιού με προσθήκη εκχυλίσματος κρόκου, ΚΤ: επιδόρπιο γιαουρτιού με προσθήκη εκχυλίσματος κρόκου και εκχυλίσματος τσαγιού.

Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται είναι οι μέσοι όροι των τριών επαναλήψεων με την τυπική απόκλιση, εκφρασμένα σε δέσμευση %.

Οριζόντια σύγκριση: Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη (a, b, c) στην ίδια γραμμή δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$).

Κάθετη σύγκριση: Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη (A, B, C) στην ίδια στήλη δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$).

3.2.7. Βιοδράσεις γίδινου γιαουρτιού και επιδόρπιων γίδινου γιαουρτιού

3.2.7.1. Εκκαθάριση ριζών υδροξυλίου

Το γίδινο γιαούρτι, εκτός από αντιοξειδωτική δράση εμφάνισε και εκκαθάριση ριζών υδροξυλίου σε όλη τη διάρκεια συντήρησης του όπως έχει αναφερθεί και σε προηγούμενες μελέτες (136,138).

Και τα δύο επιδόρπια γιαουρτιού εμφάνισαν υψηλότερη εκκαθάριση ριζών υδροξυλίου σε σχέση με το μάρτυρα σε όλους τους χρόνους συντήρησης. Επιπλέον, το επιδόρπιο γιαουρτιού με κρόκο και τσάι του βουνού παρουσίασε υψηλότερη εκκαθάριση ριζών υδροξυλίου από το επιδόρπιο γιαουρτιού κρόκο. Η τάση αυτή ίσχυε σε όλους του χρόνους συντήρησης και συμφωνεί με τα δεδομένα της βιβλιογραφίας για τη δέσμευση ριζών από τον κρόκο και το τσάι του βουνού (139,150).

Πίνακας 28. Εκκαθάριση ριζών υδροξυλίου από το μεθανολικό εκχύλισμα γιαουρτιού και των επιδόρπιων γιαουρτιού με υδατικό εκχύλισμα κρόκου και τσάι του βουνού, κατά τη συντήρηση τους.

Ηλικία (ημέρες)	Μγ	Κ	ΚΤ
15	$77^{aA} \pm 6$	$104,6^{bA} \pm 1,3$	$155^{cA} \pm 3$
30	$42,9^{aB} \pm 3,2$	$88,8^{bB} \pm 2,0$	$127^{cB} \pm 3$
45	$18,8^{aC} \pm 1,7$	$69^{bC} \pm 9$	$105,3^{cC} \pm 1,1$

Μγ: Γιαούρτι μάρτυρας, Κ: Επιδόρπιο γιαουρτιού με προσθήκη εκχυλίσματος κρόκου, ΚΤ: επιδόρπιο γιαουρτιού με προσθήκη εκχυλίσματος κρόκου και εκχυλίσματος τσαγιού.

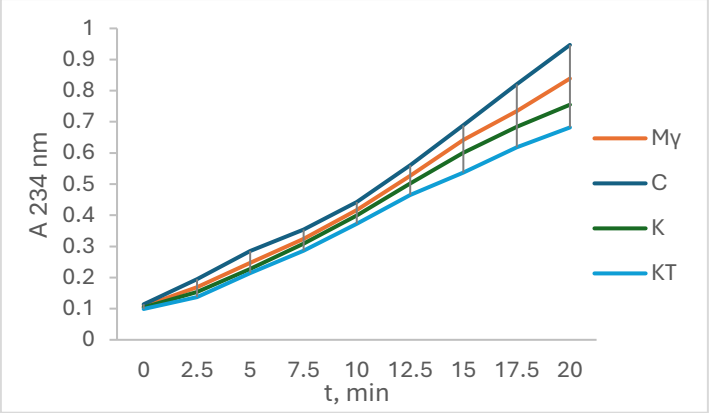
Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται είναι οι μέσοι όροι των τριών επαναλήψεων με την τυπική απόκλιση, εκφρασμένα σε mg καφεϊκού οξέος/Kg γιαουρτιού.

Οριζόντια σύγκριση: Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη (a, b, c) στην ίδια γραμμή δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$).

Κάθετη σύγκριση: Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη (A, B, C) στην ίδια στήλη δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$).

3.2.7.2. Αντιφλεγμονώδης δράση

Στο σχήμα 26, παρουσιάζονται οι καμπύλες απορρόφησης στα 234 nm, για τον προσδιορισμό αντιφλεγμονώδους δράσης στα 20 min. Στο Control, στο οποίο δεν υπάρχει προσθήκη δείγματος, παρατηρείται η μέγιστη απορρόφηση. Ακολουθούν ο μάρτυρας, το επιδόπριο γιαουρτιού με κρόκο το επιδόπριο γιαουρτιού κρόκο και τσάι του βουνού. Από τις καμπύλες προκύπτει ότι τα επιδόρπια γιαουρτιού εμφανίζουν υψηλότερη αντιφλεγμονώδη δράση από το μάρτυρα.



Σχήμα 26. Αντιφλεγμονώδης δράση των υδατικών εκχυλισμάτων γιαουρτιού και επιδόρπιων γιαουρτιού.

C: control, Μγ: Γιαούρτι μάρτυρας, Κ: Επιδόρπιο γιαουρτιού με προσθήκη εκχυλίσματος κρόκου, ΚΤ: επιδόρπιο γιαουρτιού με προσθήκη εκχυλίσματος κρόκου και εκχυλίσματος τσαγιού.

Πιο συγκεκριμένα από τον πίνακα 29 προκύπτει πως ο μάρτυρας εμφάνισε αντιφλεγμονώδη δράση καθόλη τη διάρκεια της συντήρησης του, που ενδεχομένως οφείλεται στις πρωτεΐνες του γίδινου γιαουρτιού σύμφωνα με τη βιβλιογραφία (151,152).

Και τα δύο επιδόρπια γιαουρτιού εμφάνισαν υψηλότερη αντιφλεγμονώδη δράση από το μάρτυρα σε όλο το χρόνο συντήρησης. Ακόμη το επιδόρπιο γιαουρτιού με κρόκο και τσάι του βουνού εμφάνιση υψηλότερη αντιφλεγμονώδη δράση από το επιδόρπιο γιαουρτιού με κρόκο στις 30 και στις 45 ημέρες. Η ενίσχυση της αντιφλεγμονώδης δράσης στα επιδόρπια γιαουρτιού πιθανότητα οφείλεται στα αντιφλεγμονώδη συστατικά που περιέχουν τόσο ο κρόκος (153) όσο και το τσάι του βουνού (52).

Πίνακας 29. Αντιφλεγμονώδης δράση, μέθοδος λιποξυγενάσης, του υδατικού εκχυλίσματος γιαουρτιού και των επιδόρπιων γιαουρτιού με υδατικό εκχύλισμα κρόκου και τσάι του βουνού, κατά τη συντήρηση τους .

Ηλικία (ημέρες)	Μγ	Κ	ΚΤ
15	$0,44^{aA} \pm 0,13$	$1,2^{bA} \pm 0,3$	$1,8^{bA} \pm 0,4$
30	$0,290^{aB} \pm 0,017$	$0,817^{bB} \pm 0,015$	$1,28^{cB} \pm 0,03$
45	$0,063^{aC} \pm 0,021$	$0,223^{bC} \pm 0,029$	$0,61^{cC} \pm 0,04$

Μγ: Γιαούρτι μάρτυρας, Κ: Επιδόρπιο γιαουρτιού με προσθήκη εκχυλίσματος κρόκου, ΚΤ: επιδόρπιο γιαουρτιού με προσθήκη εκχυλίσματος κρόκου και εκχυλίσματος τσαγιού.

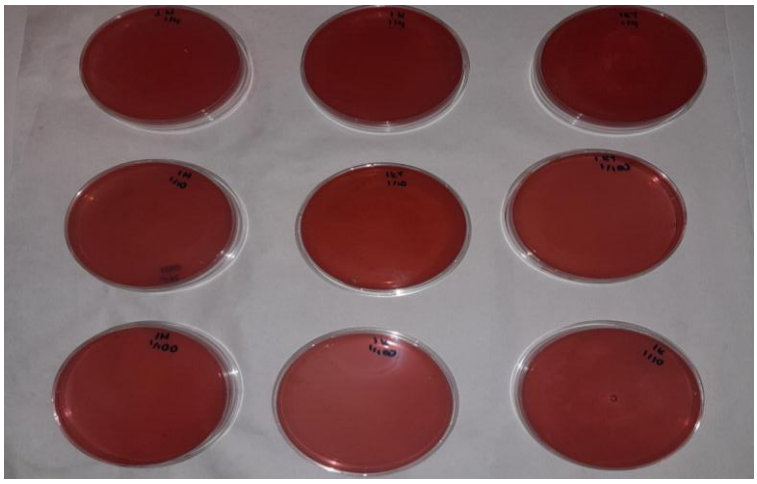
Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται είναι οι μέσοι όροι των τριών επαναλήψεων με την τυπική απόκλιση, εκφρασμένα σε mg κατεχίνης/Kg γιαουρτιού.

Οριζόντια σύγκριση: Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη (a, b, c) στην ίδια γραμμή δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$).

Κάθετη σύγκριση: Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη (A, B, C) στην ίδια στήλη δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$).

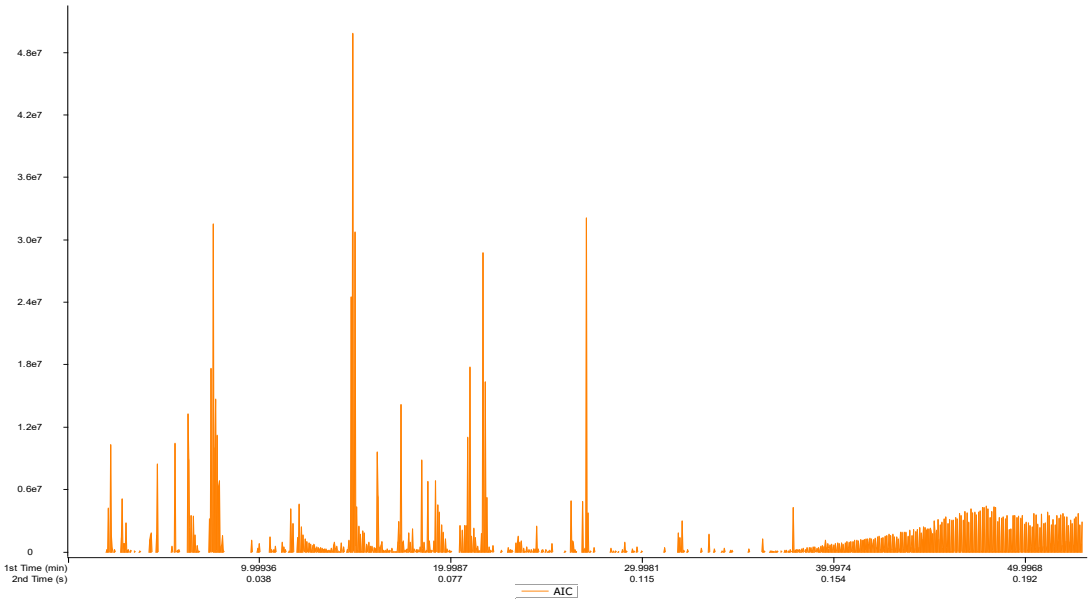
3.2.8. Έλεγχος επιμόλυνσης

Δεν παρατηρήθηκαν αποικίες εντεροβακτηρίων ούτε στις 30 ημέρες ούτε στις 45 ημέρες συντήρησης, όπως φαίνεται και στην εικόνα 26.

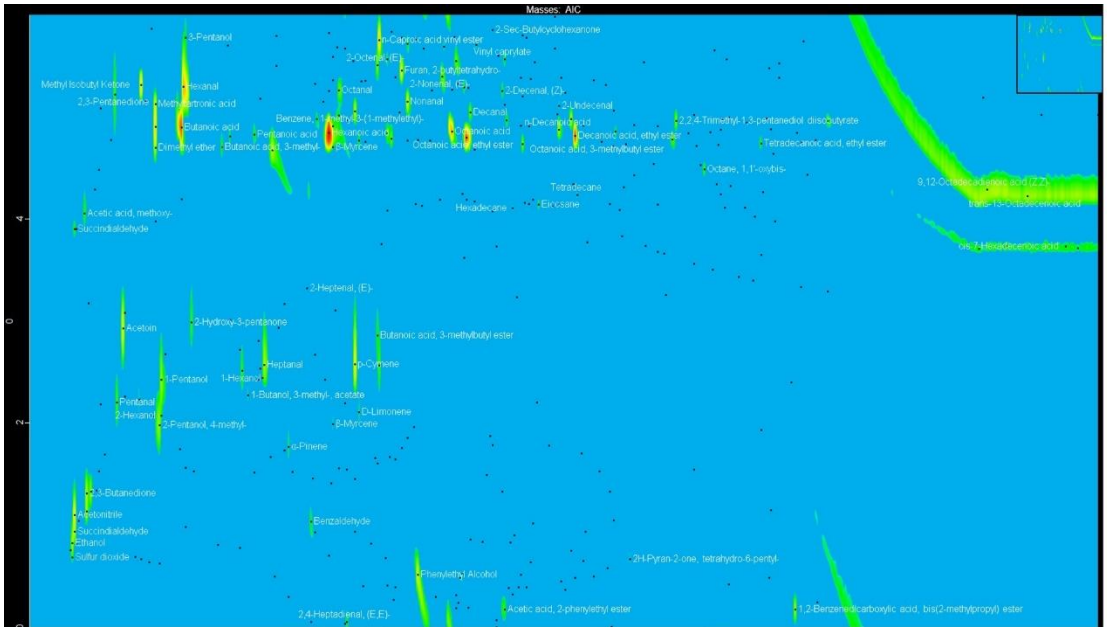


Εικόνα 26. Τρυβλία ανάπτυξης εντεροβακτηρίων γίδινου γιαουρτιού και επιδόρπιων γίδινου γιαουρτιού μετά την επώαση.

3.2.9. Πτητικά συστατικά γίδινου γιαουρτιού και επιδόρπιων γίδινου γιαουρτιού που προσδιορίστηκαν με HS-SPME-GCxGC-TOF-MS

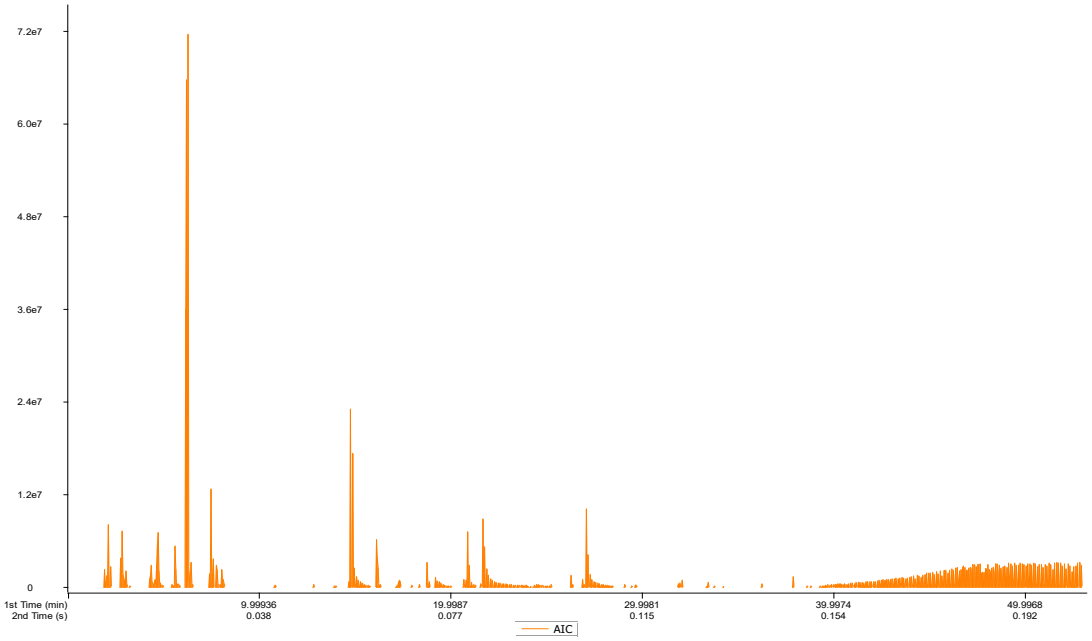


24.α)

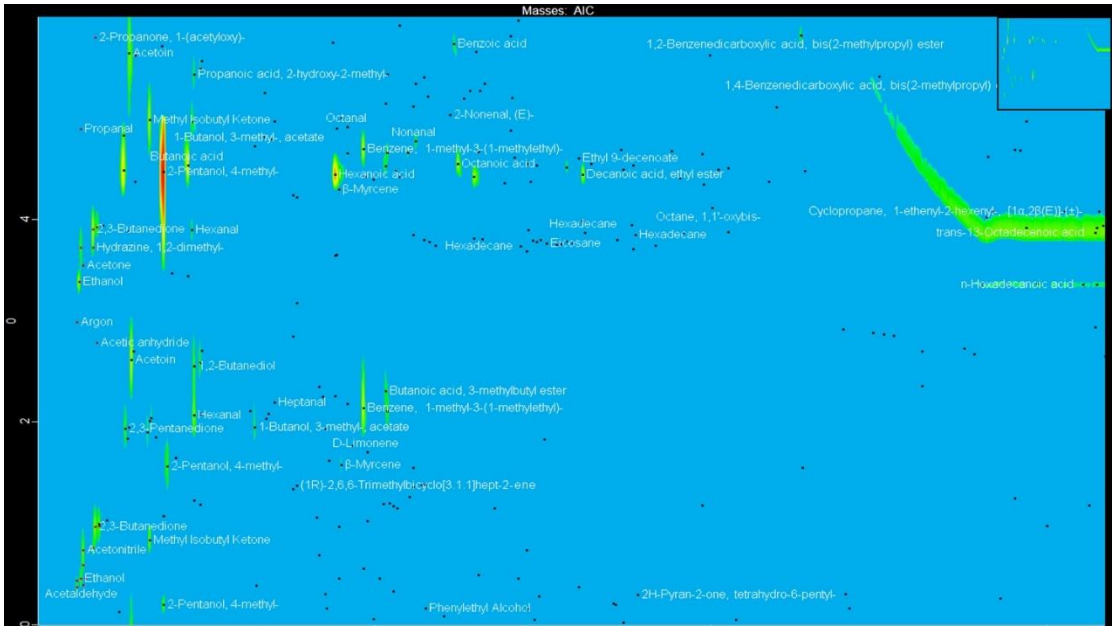


24.β)

Σχήμα 27. α) Χρωματογράφημα GC×GC–TOF-MS γίδινου γιαουρτιού «Μκ»., β) Δισδιάστατο χρωματογράφημα GC×GC-TOF-MS γίδινου γιαουρτιού «Μκ».

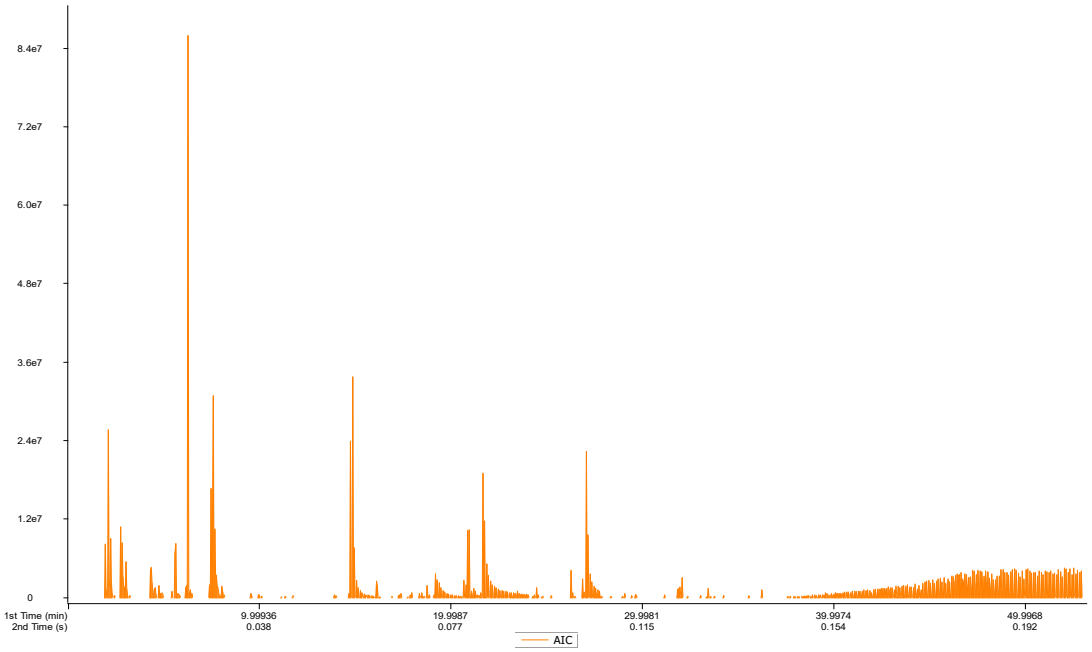


25.α)



25.β)

Σχήμα 28. α) Χρωματογράφημα GC×GC–TOF-MS επιδόρπιου γίδινου γιαουρτιού με σαφράν «Κ»., β) Δισδιάστατο χρωματογράφημα GC×GC-TOF-MS επιδόρπιου γίδινου γιαουρτιού με σαφράν «Κ».



26.α)



26.β)

Σχήμα 29. α) Χρωματογράφημα GC×GC–TOF-MS επιδόρπιου γίδινου γιαουρτιού με σαφράν και τσάι του βουνού «ΚΤ»., β) Δισδιάστατο χρωματογράφημα GC×GC-TOF-MS επιδόρπιου γίδινου γιαουρτιού με σαφράν και τσάι του βουνού «ΚΤ».

Το γίδινο γιαούρτι μάρτυρας παρουσιάζει το χαρακτηριστικό πτητικό προφίλ που σχετίζεται με τη ζύμωση του γάλακτος, με υψηλές συγκεντρώσεις ενώσεων όπως η 2,3-βουτανοδιόνη, η ακετοΐνη και η 2,3-πεντανεδιόνη, οι οποίες αποτελούν βασικούς δείκτες γαλακτικής ζύμωσης και συμβάλλουν στις βουτυρώδεις και κρεμώδεις νότες του προϊόντος (148). Παράλληλα, ανιχνεύονται σημαντικές ποσότητες οργανικών οξέων, όπως το εξανοϊκό οξύ, το οκτανοϊκό οξύ και το βουτανοϊκό οξύ, που συνδέονται με τον χαρακτηριστικό έντονο χαρακτήρα του γίδινου γιαουρτιού. Επιπλέον, η παρουσία αλδεϋδών όπως η εξανάλη και η οκτανάλη υποδηλώνει συνεισφορά από οξειδωτικές διεργασίες λιπιδίων, ενώ ενώσεις όπως οξικός αιθυλεστέρας και η 3-μέθυλο,1-βουτανόλη συμβάλλουν σε φρουτώδεις νότες και νότες ζύμωσης.

Με την προσθήκη εκχυλίσματος κρόκου στο επιδόρπιο γιαουρτιού με κρόκο, παρατηρείται γενική μείωση της συγκέντρωσης πολλών πτητικών ενώσεων που σχετίζονται με τη ζύμωση και τα λιπαρά οξέα. Συγκεκριμένα, μειώνονται αισθητά τα επίπεδα του εξανοϊκού οξέος, του οκτανοϊκού οξέος και του βουτανοϊκού οξέος, καθώς και των κετονών όπως η 2-επτανόνη και η 2-εννεανόνη. Παράλληλα, παρατηρείται μείωση των τερπενικών ενώσεων, όπως είναι τα α-πινένιο, p-κυμένιο και λιμονένιο, γεγονός που υποδηλώνει ότι το εκχύλισμα κρόκου δεν ενισχύει το τερπενικό προφίλ αλλά πιθανώς το καλύπτει. Ωστόσο,

εμφανίζονται νέες ενώσεις όπως η σαφρανάλη, που είναι χαρακτηριστική ένωση του κρόκου (154), η ακεταλδεΰδη και η μεθανόλη.

Το επιδόρπιο γιαουρτιού με εκχύλισμα κρόκου και σαφράν παρουσιάζει τη μεγαλύτερη διαφοροποίηση και ένταση στο πτητικό προφίλ. Παρατηρείται σημαντική αύξηση βασικών ενώσεων ζύμωσης, όπως η ακετοΐνη και η 2,3-βουτανοδιόνη, καθώς και η 2,3-πεντανεδιόνη, γεγονός που ενισχύει τον βουτυρώδη χαρακτήρα του προϊόντος. Ταυτόχρονα, αυξάνονται σημαντικά οι εστέρες και τα λιπαρά οξέα, όπως ο γαλακτικός αιθυλεστέρας, το οκτανοϊκό οξύ και το δεκανοϊκό οξύ, συμβάλλοντας σε πιο σύνθετο και έντονο αρωματικό προφίλ. Επιπλέον, στο δείγμα ΚΤ εμφανίζεται έντονη παρουσία αλκοολών όπως η ισοπροπυλική αλκοόλη και η 1,2-βουτανοδιόλη. Η παρουσία αυτών των ενώσεων, σε συνδυασμό με την αύξηση των προϊόντων ζύμωσης, υποδηλώνει ισχυρή αλληλεπίδραση μεταξύ του εκχυλίσματος τσαγιού και της μικροβιακής δραστηριότητας του γιαουρτιού. Παράλληλα, ενισχύονται ενώσεις που προέρχονται από το τσάι όπως το καμφένιο, το α-φαιλανδένιο, το θουγένιο, το trans-βήτα-οκιμένιο, η δίυδρο-2-μέθυλο,3(2H)-θειοφαινόνη, η φαινυλαιθυλική αλκοόλη, η μυρτενόλη και η βερμπενόνη οι οποίες προσδίδουν νότες άνθεων και φρουτώδεις νότες.

Συνολικά, η προσθήκη εκχυλίσματος κρόκου οδηγεί κυρίως σε μείωση της έντασης του πτητικού προφίλ του γίδινου γιαουρτιού, ενώ ο συνδυασμός κρόκου και τσαγιού προκαλεί σημαντική αύξηση και πολυπλοκότητα των πτητικών ενώσεων. Το επιδόρπιο γιαουρτιού με εκχύλισμα κρόκου και τσαγιού εμφανίζει το πιο ενισχυμένο και διαφοροποιημένο προφίλ, με έντονη παρουσία τόσο προϊόντων ζύμωσης όσο και νέων ενώσεων φυτικής ή δευτερογενούς προέλευσης, οδηγώντας σε ένα πιο πολύπλοκο και έντονο αρωματικό σύστημα σε σχέση με τον μάρτυρα.

Πίνακας 30. Πτητικά συστατικά γιαουρτιού και επιδόρπιων γιαουρτιού με εκχυλίσματα κρόκου και τσάι του βουνού, που προσδιορίστηκαν με δισδιάστατη αέρια χρωματογραφία γίδινου χωρίς αύξηση με τον εμπλουτισμό, ηλικίας 15 ημερών.

RT	MT	Όνομα	Μγ	Κ	ΚΤ
2,99981	1,3330	οξικός αιθυλεστέρας	$23,8^{b} \pm 1,3$	$10,48^{a} \pm 0,27$	ΔΑ
5,39965	2,2330	3-μεθυλο-1-βουτανόλη	$41^{c} \pm 5$	$1,09^{a} \pm 0,03$	$22,5^{b} \pm 1,6$
6,09961	2,0720	ακετόνη	$19,8^{b} \pm 1,9$	$2,38^{a} \pm 0,23$	$18,079^{b} \pm 0,08$
7,49952	4,8950	βουτυρικό οξύ	$56^{c} \pm 5$	$21,6^{b} \pm 2,8$	$41,1^{a} \pm 2,9$
7,59951	5,2930	εξανάλη	$141^{b} \pm 10$	$8,4^{a} \pm 1,0$	$8,6^{a} \pm 0,5$
7,69951	5,7730	3-πεντανόλη	11,5 ±0,9	ΔΑ	ΔΑ
7,99949	2,9890	2-υδροξυ-3-πεντανόνη	$36,8^{b} \pm 2,3$	$8,5^{a} \pm 0,8$	$38,9^{b} \pm 2,4$
10,7993	2,2760	οξικός 3-μεθυλοβουτυλεστέρας	$4,3^{b} \pm 0,6$	$1,9^{a} \pm 1,8$	$1,28^{a} \pm 0,12$
11,2993	2,4240	2-επτανόνη	$3,44^{b} \pm 0,15$	$0,71^{a} \pm 0,08$	$2,9^{b} \pm 0,4$
11,5993	2,5740	επτανάλη	$2,05^{b} \pm 0,12$	$0,53^{a} \pm 0,07$	ΔΑ
12,7992	1,7730	α-πινένιο	3,40 ± 0,04	ΔΑ	ΔΑ

RT	MT	Όνομα	Μγ	Κ	ΚΤ
13,8991	1,0410	βενζαλδεΰδη	1,94^{a} ± 0,06	0,63^{a} ± 0,10	1,9^{a} ± 1,1
14,7991	4,8370	εξανοϊκό οξύ	121^{c} ± 14	28^{a} ± 3	81,08^{b} ± 0,23
14,999	1,9950	β-μυρκένιο	1,02^{b} ± 0,17	0,36^{a} ± 0,04	1,04^{b} ± 0,22
15,299	5,0120	εξανοϊκός αιθυλεστέρας	3,33^{c} ± 0,27	0,22^{a} ± 0,03	1,21^{b} ± 0,12
15,299	5,2610	οκτανάλη	3,26^{b} ± 0,18	0,253^{a} ± 0,018	ΔΑ
15,299	1,5590	δεκάνιο	0,353 ± 0,022	ΔΑ	ΔΑ
16,099	2,5790	p-κυμένιο	35 ± 3	ΔΑ	ΔΑ
16,299	2,1090	D-λιμονένιο	2,01^{b} ± 0,12	0,35^{a} ± 0,03	ΔΑ
17,1989	2,8600	βουτυρικός 3-μεθυλοβουτυλεστέρας	2,4^{b} ± 0,3	1,29^{a} ± 0,19	1,03^{a} ± 0,05
17,2989	2,5630	γ-τερπινένιο	3,9^{c} ± 0,5	1,39^{a} ± 0,12	2,16^{b} ± 0,03
17,8989	4,7830	επτανοϊκό οξύ	5,791^{b} ± 0,009	0,164^{a} ± 0,013	ΔΑ
18,2988	5,0370	2-εννανόνη	1,35^{b} ± 0,22	0,321^{a} ± 0,021	1,23^{b} ± 0,25
18,6988	5,1440	εννανάλη	0,98^{b} ± 0,13	0,59^{a} ± 0,014	0,93^{b} ± 0,09
20,3987	5,3950	2-εννενάλη	4,9^{b} ± 0,4	0,07^{a} ± 0,01	ΔΑ
20,8987	4,8530	οκτανοϊκό οξύ	23,4^{c} ± 1,4	3,49^{a} ± 0,10	10,9^{b} ± 0,6
21,0986	5,5450	διαιθυλικός εστέρεας του βουτανοδιοϊκού οξέος	11,0^{c} ± 1,2	0,74^{a} ± 0,06	4,90^{b} ± 0,13
21,2986	0,4880	κινναμαλδεΰδη	1,25^{b} ± 0,05	0,168^{a} ± 0,023	0,66^{a} ± 0,09
21,7986	5,0400	δεκανάλη	0,42^{b} ± 0,06	0,143^{a} ± 0,017	0,356^{b} ± 0,03
23,0985	4,7230	εξανοϊκός ισοπεντυλεστέρας	0,224^{b} ± 0,007	0,045^{a} ± 0,003	ΔΑ
23,5985	4,9660	εννεανοϊκό οξύ	0,316^{b} ± 0,025	0,13^{a} ± 0,06	ΔΑ
23,8985	4,1070	εξαδεκάνιο	1,04^{c} ± 0,06	0,179^{a} ± 0,017	0,289^{b} ± 0,017
24,2984	4,9130	2-ενδεκανόνη	0,48^{b} ± 0,04	0,119^{a} ± 0,022	0,455^{b} ± 0,015
24,3984	4,7310	εννεανοϊκός αιθυλεστέρας	2,671^{c} ± 0,237	0,148^{a} ± 0,019	0,526^{b} ± 0,022
24,4984	4,1600	τριδεκάνιο	0,42^{b} ± 0,05	ΔΑ	0,243^{a} ± 0,024
25,0984	2,2050	φθαλικός ανυδρίτης	1,12^{b} ± 0,09	0,117^{a} ± 0,018	ΔΑ
25,1984	4,1390	εικοσάνιο	0,41 ± 0,03	ΔΑ	ΔΑ
25,8983	4,1230	4,7-διμεθυλοενδεκάνιο	0,96^{a} ± 0,13	0,86^{a} ± 0,11	ΔΑ
26,7983	4,9750	9-δεκενοϊκός αιθυλεστέρας	1,100^{c} ± 0,013	0,111^{a} ± 0,009	0,39^{b} ± 0,03
27,3982	4,9130	δωδεκανάλη	0,112^{b} ± 0,005	ΔΑ	0,086^{a} ± 0,006
28,9981	4,8540	1-δωδεκανόλη	0,127^{b} ± 0,007	0,071^{a} ± 0,003	0,142^{b} ± 0,013
29,2981	3,8310	τολουόλιο	0,051 ± 0,008	ΔΑ	ΔΑ
29,3981	4,3070	κετένιο	0,140 ± 0,023	ΔΑ	ΔΑ
29,6981	4,9040	δ-οκταλακτόνη	0,66^{b} ± 0,06	0,157^{a} ± 0,013	ΔΑ
31,098	4,4820	δωδεκανοϊκό οξύ	0,128 ± 0,011	ΔΑ	ΔΑ
33,3979	4,8700	δι-n-οκτυλαιθέρας	1,34^{c} ± 0,14	0,373^{a} ± 0,017	0,723^{b} ± 0,011
34,1978	5,4750	2-πενταδεκανόνη	0,114 ± 0,006	ΔΑ	ΔΑ
36,5977	4,2910	σαλικυλικός 2-αιθυλεξυλεστέρας	0,199^{c} ± 0,011	0,043^{a} ± 0,006	0,097^{b} ± 0,006
36,8967	1,3330	εξαδεκανοϊκό οξύ	22,8^{c} ± 1,4	4,9^{a} ± 0,8	20,21^{b} ± 0,27
37,397	3,7140	οκταδεκα-9,12-διενοϊκό οξύ	89,9^{b} ± 7	25,4^{a} ± 2,9	93^{b} ± 6

Μγ: Γιαούρτι μάρτυρας, Κ: Επιδόρπιο γιαουρτιού με προσθήκη εκχυλίσματος κρόκου, ΚΤ: επιδόρπιο γιαουρτιού με προσθήκη εκχυλίσματος κρόκου και εκχυλίσματος τσαγιού.

Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται είναι οι μέσοι όροι των τριών επαναλήψεων με την τυπική απόκλιση, εκφρασμένα σε μg/Kg γιαουρτιού, με βάση το εσωτερικό πρότυπο, 2-Pentanol, 4-methyl-, που προστέθηκε στο δείγμα σε συγκέντρωση 150 μg/kg γιαουρτιού.

Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη (a, b, c) στην ίδια γραμμή δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$).

Πίνακας 31. Πτητικά συστατικά γίδινου γιαουρτιού και επιδόρπιων γιαουρτιού με εκχυλίσματα κρόκου και τσάι του βουνού, που προσδιορίστηκαν με δισδιάστατη αέρια χρωματογραφία με αύξηση με τον εμπλουτισμό ηλικίας 15 ημερών.

RT	MT	Όνομα	M	K	KT
1,89988	5,782	ακεταλδεΰδη	ΔΑ	0,70 ± 0,05	ΔΑ
1,89988	5,877	μεθανόλη	ΔΑ	0,69 ± 0,11	ΔΑ
2,09987	0,831	αιθανόλη	$4,37^{a}$ ± 0,29	$27,8^{c}$ ± 1,5	$11,6^{b}$ ± 0,8
2,19986	1,106	ακετονιτρίλιο	$14,4^{b}$ ± 1,2	$2,69^{a}$ ± 0,20	41^{c} ± 3
2,79982	1,315	2,3-βουτανοδιόνη	130^{b} ± 18	74^{a} ± 5	234^{c} ± 17
4,19973	5,214	2,3-πεντανοδιόνη	$18,5^{a}$ ± 2,6	$22,1^{a}$ ± 1,8	$36,0^{b}$ ± 1,5
4,59971	2,931	ακετοΐνη	61^{a} ± 9	76^{a} ± 5	216^{b} ± 8
4,6997	3,085	γαλακτικός αιθυλεστέρας	$10,8^{a}$ ± 0,5	$5,5^{a}$ ± 0,7	180^{b} ± 8
5,49965	5,31	μεθυλοϊσοβουτυλοκετόνη	$71,1^{b}$ ± 1,7	52^{a} ± 9	143^{c} ± 5
6,49958	4,074	ισοπροπανόλη	ΔΑ	ΔΑ	25,7 ± 2,9
7,69951	2,128	1,2-βουτανοδιόλη	ΔΑ	ΔΑ	5,5 ± 0,4
14,0991	1,672	1,2,3-τριμεθυλοβενζόλιο	ΔΑ	0,172 ± 0,018	ΔΑ
14,7991	5,907	διυδρο-2-μεθυλοθειοφεν-3(2H)-όνη	ΔΑ	0,127 ± 0,022	ΔΑ
14,899	0,475	μεθυλοϊσοκυανικό οξύ	ΔΑ	0,086 ± 0,002	ΔΑ
16,099	0,467	4-αιθυλο-2,2,6,6-τετραμεθυλοεπτάνιο	ΔΑ	0,17 ± 0,027	ΔΑ
16,099	1,566	m-κυμένιο	ΔΑ	$22,7^{a}$ ± 2,1	49^{b} ± 6
16,7989	5,886	φαινυλοακεταλδεΰδη	ΔΑ	$0,18^{a}$ ± 0,06	$2,08^{b}$ ± 0,12
17,0989	2,819	πυρρολο[3,2-d]πυριμιδινο-2,4(1H,3H)-διόνη	ΔΑ	0,013 ± 0,002	ΔΑ
17,2989	4,732	βινυλεστέρας του καπροϊκού οξέος	ΔΑ	0,27 ± 0,03	ΔΑ
17,4989	5,878	ακετοφαινόνη	ΔΑ	ΔΑ	0,444 ± 0,029
17,6989	3,839	1-οκτανόλη	ΔΑ	0,038 ± 0,002	ΔΑ
18,3988	4,723	1-αιθενυλο-4-αιθυλοβενζόλιο	ΔΑ	ΔΑ	1,79 ± 0,23
19,0988	3,153	4,6-διμεθυλοενδεκάνιο	ΔΑ	0,48 ± 0,01	ΔΑ
19,1988	0,521	φαινυλαιθυλική αλκοόλη	$8,3^{a}$ ± 1,2	$7,9^{a}$ ± 0,6	$32,42^{b}$ ± 3,7
21,5986	4,794	οκτανοϊκός αιθυλεστέρας	$14,8^{b}$ ± 1,1	$5,7^{a}$ ± 0,5	$25,3^{c}$ ± 0,9
21,986	5,197	σαφρανάλη	ΔΑ	$0,466^{b}$ ± 0,017	$0,237^{a}$ ± 0,007
23,4985	0,18	οξικός 2-φαινυλαιθυλεστέρας	$2,05^{b}$ ± 0,12	$0,82^{a}$ ± 0,06	$3,23^{c}$ ± 0,22
24,1985	0,08	τετραϋδρο-6-προπυλο-2H-πυραν-2-όνη	ΔΑ	$0,101^{a}$ ± 0,007	$0,39^{b}$ ± 0,05
26,1983	4,871	δεκανοϊκό οξύ	$1,337^{b}$ ± 0,028	$0,58^{a}$ ± 0,04	$2,44^{c}$ ± 0,07
26,6983	5,787	2-αιθενυλοναφθαλίνιο	ΔΑ	0,036 ± 0,002	ΔΑ
26,7983	0,755	διφαινύλιο	$0,36^{a}$ ± 0,04	$0,70^{b}$ ± 0,06	$1,49^{c}$ ± 0,10
26,9983	4,812	δεκανοϊκός αιθυλεστέρας	$11,1^{b}$ ± 0,4	$5,2^{a}$ ± 0,5	$17,9^{c}$ ± 0,6
28,2982	3,962	οκτανοϊκός 3-	ΔΑ	ΔΑ	0,286 ± 0,008
28,4982	5,592	4-μεθοξυβενζοϊκός αιθυλεστέρας	ΔΑ	0,058 ± 0,004	ΔΑ
29,6981	1,673	καρβονυλοσουλφίδιο	ΔΑ	ΔΑ	0,234 ± 0,004
31,398	4,245	5-μεθυλο-1-φαινυλοκτάνιο	ΔΑ	ΔΑ	0,064 ± 0,005
31,798	4,779	δωδεκανοϊκός αιθυλεστέρας	$0,746^{b}$ ± 0,027	$0,36^{a}$ ± 0,03	$1,21^{c}$ ± 0,10

RT	MT	Όνομα	Μ	Κ	ΚΤ
32,8979	4,045	2,6-δι(1,1-διμεθυλαιθυλο)-4-(1-οξοπροπυλο)φαινόλη	ΔΑ	0,025 ± 0,004	ΔΑ
32,9979	3,733	πενταδεκανοϊκός 3-μεθυλοβουτυλεστέρας	ΔΑ	$0,095^{b}$ ± 0,006	$0,224^{c}$ ± 0,010
33,2979	4,999	μεθυλεστέρας του 3-οξο-2-πεντυλοκυκλοπεντανοοξικού	ΔΑ	$0,267^{a}$ ± 0,016	$0,45^{b}$ ± 0,04
36,1977	4,741	τετραδεκανοϊκός αιθυλεστέρας	$0,316^{b}$ ± 0,025	$0,166^{a}$ ± 0,022	$0,49^{c}$ ± 0,03
36,2977	3,469	τετραδεκάνιο	ΔΑ	ΔΑ	0,249 ± 0,027
38,5975	1,577	2,6,10-τριμεθυλοδωδεκάνιο	ΔΑ	0,091 ± 0,013	ΔΑ

Μγ: Γιαούρτι μάρτυρας, Κ: Επιδόρπιο γιαουρτιού με προσθήκη εκχυλίσματος κρόκου, ΚΤ: επιδόρπιο γιαουρτιού με προσθήκη εκχυλίσματος κρόκου και εκχυλίσματος τσαγιού.

Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται είναι οι μέσοι όροι των τριών επαναλήψεων με την τυπική απόκλιση, εκφρασμένα σε μg/Kg γιαουρτιού, με βάση το εσωτερικό πρότυπο, 2-Pentanol, 4-methyl-, που προστέθηκε στο δείγμα σε συγκέντρωση 150 μg/kg γιαουρτιού.

Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη (a, b, c) στην ίδια γραμμή δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$).

3.2.10. Οργανοληπτική αξιολόγηση γίδινου γιαουρτιού και επιδόρπιων γίδινου γιαουρτιού

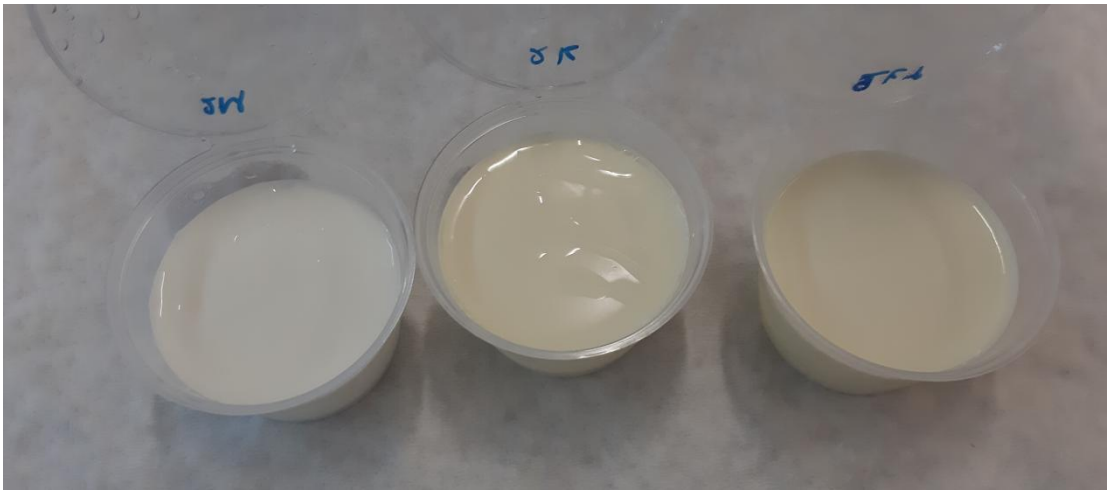
Όσον αφορά την εμφάνιση και τη συνεκτικότητα ο μάρτυρας τα επιδόρπια γιαουρτιού βαθμολογήθηκαν με άριστα. Όσον άφορά τη γεύση και την οσμή και τα δύο επιδόρπια γιαουρτιού βαθμολογήθηκαν με άριστα, ενώ το γίδινο γιαούρτι πήρε χαμηλότερη βαθμολογία. Η διαφορά μεταξύ του μάρτυρα και των επιδόρπιων ως προς τη γεύση και την οσμή ήταν σημαντική.

Πίνακας 32. Βαθμολογία οργανοληπτικής αξιολόγησης του γίδινου γιαουρτιού και των επιδόρπιων γιαουρτιού με εκχυλίσματα κρόκου και τσάι του βουνού από τους δοκιμαστές, ηλικίας 15 ημερών.

	Μγ	Κ	ΚΤ
Εμφάνιση	$5,0^{a}$ ± 0,0	$5,0^{a}$ ± 0,0	$5,0^{a}$ ± 0,2
Συνεκτικότητα	$5,0^{a}$ ± 0,0	$5,0^{a}$ ± 0,0	$5,0^{a}$ ± 0,0
Γεύση/ Οσμή	$4,0^{a}$ ± 0,0	5^{b} ± 0,4	5^{b} ± 0,2

Μγ: Γιαούρτι μάρτυρας, Κ: Επιδόρπιο γιαουρτιού με προσθήκη εκχυλίσματος κρόκου, ΚΤ: επιδόρπιο γιαουρτιού με προσθήκη εκχυλίσματος κρόκου και εκχυλίσματος τσαγιού.

Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη (a, b) στην ίδια γραμμή δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$).



Εικόνα 27. Γίδινο γιαούρτι και επιδόρπια γίδινου γιαουρτιού Μγ, Κ, ΚΤ.

Μγ: Ο Μάρτυρας εμφάνιζε τα τυπικά χαρακτηριστικά ενός γίδινου γιαουρτιού. Το χρώμα του ήταν λευκό, ήταν συνεκτικό με μικρή αποβολή υγρού και είχε άρωμα και γεύση γίδινου γιαουρτιού.

Κ: Το επιδόρπιο γιαουρτιού με κρόκο είχε ελαφρώς κίτρινο χρώμα, μη τυπικό. Ήταν συνεκτικό με μικρή αποβολή υγρού. Μη τυπική γεύση γιαουρτιού, γεύση κρόκου, αποδεκτή.

ΚΤ: Το επιδόρπιο γιαουρτιού κρόκο και τσάι του βουνού είχε ελαφρώς κίτρινο χρώμα μη τυπικό. Ήταν συνεκτικό αλλά είχε μεγαλύτερη αποβολή υγρού. Στη γεύση επικρατούσε το τσάι αλλά υπάρχει και παρουσία κρόκου και γιαουρτιού. Κρίθηκε ως ευχάριστο καθώς το τσάι κάλυπτε την γεύση του γίδινου.

3.3. Ανάπτυξη προϊόντων λευκού οίνου Ντεμπίνα διαφόρων επιπέδων διοξειδίου του θείου με προσθήκη κρόκου Κοζάνης, μαστίχας Χίου είτε τσαγιού του βουνού Ηπείρου

3.3.1. Αναλύσεις αρχικών οίνων

3.3.1.1. Βασική σύσταση

Η σύσταση των οίνων πριν από την εκχύλιση παρουσιάζεται στον Πίνακα 33. Και οι τέσσερις λευκοί οίνοι ήταν ξηροί, με τιμές υπολειμματικών σακχάρων 2,1, 2,2, 2,1 και 2,0 g/L, αντίστοιχα (118). Οι οίνοι παρουσίαζαν διαφορετικά επίπεδα SO_2, τα οποία κυμαίνονταν από 86,2 ± 9 έως 199,7 ± 2,6 mg/L. Όλοι οι οίνοι βρίσκονταν εντός των νόμιμων ορίων για το ολικό διοξείδιο του θείου (155). Το pH των οίνων Α και Γ ήταν χαμηλότερο σε σύγκριση με το pH των οίνων Β και Δ, ενώ η ολική οξύτητα των οίνων Α και Γ ήταν υψηλότερη από εκείνη των οίνων Β και Δ. Επιπλέον, δεν παρατηρήθηκε αξιοσημείωτη διαφορά ως προς το pH και την

ολική οξύτητα σε σχέση με τα επίπεδα SO_2 των οίνων. Η πτητική οξύτητα των οίνων, ήταν σχεδόν ίδια για τους οίνους Α και Β, οι οποίοι διαφοροποιούνταν από τους οίνους C και D, οι οποίοι επίσης παρουσίαζαν παρόμοια πτητική οξύτητα μεταξύ τους. Ο αλκοολικός τίτλος και στους τέσσερις οίνους ήταν περίπου 13%. Όλοι αυτοί οι παράγοντες εξαρτώνται από την ποικιλία σταφυλιών, Ντεμπίνα, καθώς και από τη διαδικασία παραγωγής που ακολουθούν οι οινοποιοί (156).

Πίνακας 33. Βασική σύσταση αρχικών οίνων.

	Α	Β	Γ	Δ
Αλκοόλη (% vol)	13,3	13,5	13,3	12,7
pH	2,97 ± 0,05	3,30 ± 0,10	2,99 ± 0,06	3,33 ± 0,58
Ολική οξύτητα (g/L τρυγικού οξέος)	6,72 ± 0,04	5,38 ± 0,28	6,8 ± 0,29	4,8 ± 0,01
Πτητική Οξύτητα (g/L οξικού οξέος)	0,51 ± 0,02	0,56 ± 0,03	0,48 ± 0,06	0,48 ± 0,03
Ανάγοντα Σάκχαρα (g/L)	2,1	2,2	2,1	2,0
Στερεό Υπόλειμμα (g/L)	21,4	18,1	18,8	18,6
Τέφρα (mg/L)	1,35	0,75	1,85	1,55
Αλκαλικότητα Τέφρας (g K_2CO_3/L)	1,28	1,07	1,21	1,14
Ολικό διοξείδιο του θείου	86 ± 9	139 ± 9	195,4 ± 1,5	199 ± 3
Ελεύθερο διοξείδιο του θείου	10,24 ± 0,12	29 ± 4	93,9 ± 1,5	84,48 ± 9
Διορθωμένος ολικό διοξείδιο του θείου	80 ± 10	123 ± 7	132,3 ± 3,9	165 ± 8
Διορθωμένος ελεύθερο διοξείδιο του θείου	4,3 ± 1,5	12,81 ± 0,12	30,7 ± 2,6	51 ± 5

Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται είναι οι τιμές της βασικής σύστασης και οι μέσοι όροι των τριών επαναλήψεων με την τυπική απόκλιση για το pH και την οξύτητα.

3.3.1.2. Φαινολική σύσταση και αντιοξειδωτική ικανότητα των αρχικών οίνων

Στον πίνακα 34 παρουσιάζονται ορισμένα χαρακτηριστικά των αρχικών οίνων. Και οι 4 αρχικοί οίνοι εμφανίζουν φαινολικά συστατικά, αντιοξειδωτική δράση, εκκαθάριση ριζών υδροξυλίου και αντιφλεγμονώδη δράση, που έχουν αναφερθεί και σε προηγούμενες μελέτες (126,129,157,158).

Πίνακας 34. Φαινολική σύσταση και αντιοξειδωτική ικανότητα των αρχικών οίνων

	Α	Β	Γ	Δ
Ελεύθερο διοξείδιο του θείου	10,24 ± 0,12	29 ± 4	93,9 ± 1,5	84,48 ± 9
Απορρόφηση 420 nm	0,145 ± 0,004	0,064 ± 0,001	0,103 ± 0,009	0,042 ± 0,003
Δείκτης φαινολικών	12,30 ± 0,50	11,18 ± 0,62	13,17± 1,10	21,00± 0,48
Ο-διφαινόλες (mg/L καφεϊκό οξύ)	205 ± 16	199 ± 4	247,8 ± 2,0	202 ± 3
Φλαβανόλες (mg/L κατεχίνη)	97 ± 4	45,8 ± 2,3	103 ± 7	38 ± 10
Υδροξυκιναμωμικά (mg/L καφεϊκό οξύ)	123,1 ± 2,5	93,8 ± 1,7	134 ± 4	93 ± 3
Σουλφυδρυλομάδες (mg/L γλουταθειόνη)	204,1 ± 0,9	374,0 ± 2,1	527,9 ± 2,1	501,9 ± 2,1
Folin (mg/L γαλλικό οξύ)	503 ± 13	332 ± 13	542 ± 28	302 ± 7

FRAP (mg/L γαλλικό οξύ)	111,2 ± 1,4	88 ± 7	169,3 ± 1,2	101 ± 5
Αρχική % δέσμευση της ρίζας DPPH	27 ± 5	28,6 ± 1,3	36 ± 5	35,2 ± 2,8
Ολική % δέσμευση της ρίζας DPPH	71,9 ± 0,6	72,7 ± 1,1	76 ± 4	74,1 ± 0,6
Εκκαθάριση ριζών -OH (mg/L καφεϊκό οξύ)	381 ± 29	106 ± 22	383 ± 5	71 ± 6
Αντιφλεγμονώδης δράση (mg/L κατεχίνη)	0,30 ± 0,03	0,54 ± 0,11	0,41 ± 0,05	0,192 ± 0,011

Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται είναι οι μέσοι όροι των τριών επαναλήψεων με την τυπική απόκλιση.

3.3.2. Αναλύσεις οίνου και προϊόντων οίνου

Η αντιοξειδωτική ικανότητα των οίνων και των προϊόντων οίνου εκτιμήθηκε κατά τη διάρκεια αποθήκευσης έως 7 εβδομάδες. Αξιολογήθηκαν το ελεύθερο διοξείδιο του θείου, οι φαινολικές ενώσεις, οι ολικές ελεύθερες σουλφυδρυλομάδες, η αντιοξειδωτική ικανότητα, καθώς και η αντιφλεγμονώδης δράση.

3.3.2.1. Ελεύθερο διοξείδιο του θείου

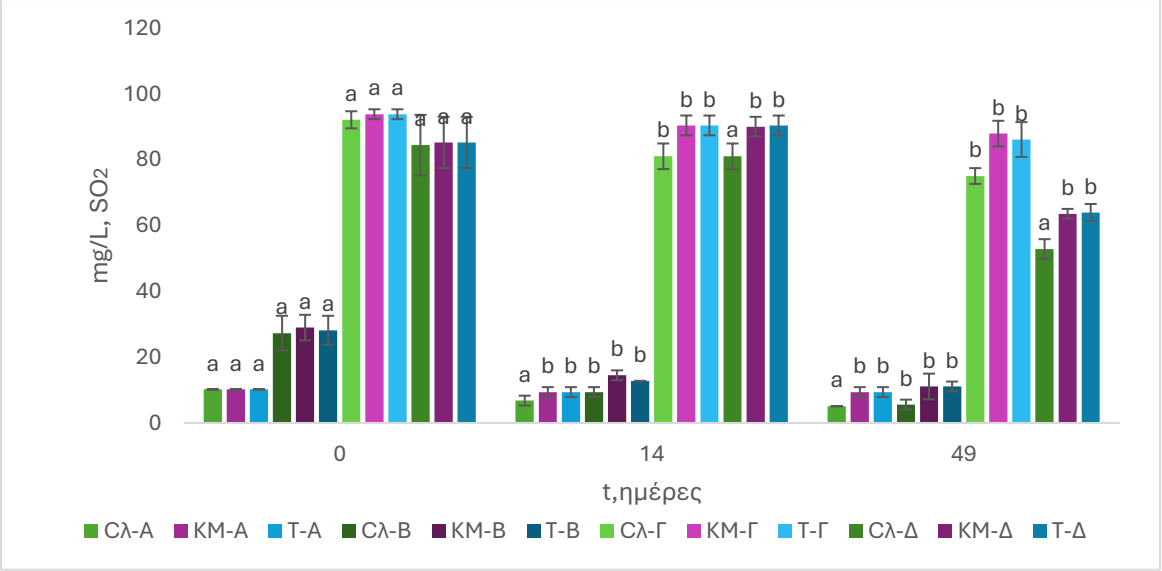
Την πρώτη ημέρα συντήρησης το ελεύθερο διοξείδιο του θείου βρισκόταν στα ίδια επίπεδα στους οίνους και στα προϊόντα οίνων. Στις 14 και τις 49 ημέρες τα προϊόντα οίνου εμφάνισαν μεγαλύτερη συγκέντρωση διοξειδίου του θείου σε σχέση με τους μάρτυρες. Αυτό ίσχυε για όλους τους οίνους (Α, Β, Γ, Δ) ανεξάρτητα από την αρχική τους περιεκτικότητα σε διοξείδιο του θείου. Το διοξείδιο του θείου χρησιμοποιείται έως συντηρητικός και αντιμικροβιακός παράγοντας στους οίνους (159), και η συντήρηση τους σε υψηλά επίπεδα στο χρόνο ενδέχεται να υπονοεί καλύτερη συντήρηση στα προϊόντα οίνου ακόμα και σε χαμηλά επίπεδα διοξειδίου του θείου.

Για το μάρτυρα Α, παρατηρήθηκε σημαντική μείωση του διοξειδίου του θείου σε όλη τη διάρκεια της συντήρησης. Για τα προϊόντα οίνου Α δεν παρατηρήθηκε κάποια μείωση στο διοξείδιο του θείου με την πάροδο του χρόνου.

Όσον αφορά τον οίνο Β, και ο μάρτυρας και τα προϊόντα οίνου εμφάνισαν σημαντική μείωση στα επίπεδα διοξειδίου του θείου έως τις 14 ημέρες. Μετά τις 14 ημέρες δεν παρουσιάστηκε κάποια σημαντική μείωση.

Στον μάρτυρα Γ, παρατηρήθηκε σημαντική μείωση του διοξειδίου του θείου από τις 14 στις 49 ημέρες, ενώ στα προϊόντα οίνου Γ δεν παρατηρήθηκε κάποια μείωση στο διοξείδιο του θείου με την πάροδο του χρόνου.

Όσον αφορά το μάρτυρα Δ, παρατηρήθηκε σημαντική μείωση του διοξειδίου του θείου σε όλη τη διάρκεια της συντήρησης του. Για τα προϊόντα οίνου Δ, παρατηρήθηκε σημαντική μείωση του διοξειδίου του θείου από τις 14 στις 49 ημέρες.



Σχήμα 30. Επίπεδα ελεύθερου διοξειδίου του θείου των οίνων και των προϊόντων οίνου κατά τη συντήρηση τους

Μλ-Α: Λευκός οίνος μάρτυρας Α, ΚΜ-Α: οίνος Α με προσθήκη μαστίχας και κρόκου, Τ-Α: οίνος Α με προσθήκη τσαγιού, Μλ-Β: Λευκός οίνος μάρτυρας Β, ΚΜ-Β: οίνος Β με προσθήκη μαστίχας και κρόκου, Τ-Β: οίνος Β με προσθήκη τσαγιού, Μλ-Γ: Λευκός οίνος μάρτυρας Γ, ΚΜ-Γ: οίνος Γ με προσθήκη μαστίχας και κρόκου, Τ-Γ: οίνος Γ με προσθήκη τσαγιού, Μλ-Δ: Λευκός οίνος μάρτυρας Δ, ΚΜ-Δ: οίνος Δ με προσθήκη μαστίχας και κρόκου, Τ-Δ: οίνος Δ με προσθήκη τσαγιού.

Οριζόντια σύγκριση: Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη σε κάθε τριάδα (a, b) δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$).

3.3.3. Φαινολικά συστατικά και ολικές ελεύθερες σουλφυδρυλομάδες

3.3.3.1. Δείκτης φαινολικών

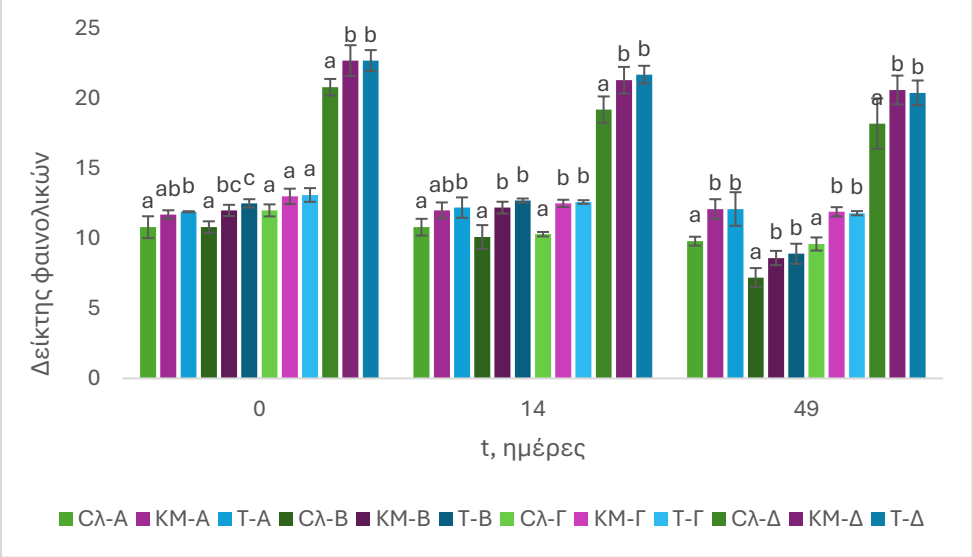
Το προϊόν οίνου με κρόκο και μαστίχα του οίνου Α εμφάνισε ίδια επίπεδα τιμών για το δείκτη φαινολικών με το μάρτυρα την πρώτη ημέρα και τις 14 ημέρες συντήρησης. Στις 49 ημέρες ο δείκτης φαινολικών του προϊόντος οίνου με κρόκο και μαστίχα εμφάνισε υψηλότερες τιμές δείκτη φαινολικών σε σχέση με το μάρτυρα. Το προϊόν οίνου με τσάι του βουνού του οίνου Α, παρουσίασε την πρώτη ημέρα και στις 14 ημέρες υψηλότερο δείκτη φαινολικών από το μάρτυρα και από το προϊόν οίνου με κρόκο και μαστίχα. Στις 49 ημέρες, ο δείκτη φαινολικών του ήταν στα ίδια επίπεδα με εκείνον του προϊόντος οίνου με κρόκο και μαστίχα αλλά σε υψηλότερα επίπεδα από του μάρτυρα.

Το προϊόν οίνου με κρόκο και μαστίχα και το προϊόν οίνου με τσάι του βουνού του οίνου Β παρουσίασαν υψηλότερες τιμές δείκτη φαινολικών σε σχέση με το μάρτυρα. Το προϊόν οίνου με τσάι του βουνού του οίνου Β, παρουσίασε την πρώτη ημέρα υψηλότερο δείκτη φαινολικών και από το προϊόν οίνου με κρόκο και μαστίχα. Στις 14 και στις 49 ημέρες, ο δείκτη φαινολικών του ήταν στα ίδια επίπεδα με εκείνον του προϊόντος οίνου με κρόκο και

μαστίχα. Επιπλέον, ο μάρτυρας και τα δύο προϊόντα οίνου εμφάνισαν σημαντική μείωση του δείκτη φαινολικών από τις 14 έως τις 49 ημέρες.

Το προϊόν οίνου με κρόκο και μαστίχα και το προϊόν οίνου με τσάι του βουνού του οίνου Γ παρουσίασαν ίδια επίπεδα δείκτη φαινολικών με το μάρτυρα την πρώτη ημέρα. Στις 14 και στις 49 ημέρα και τα δύο προϊόντα οίνου παρουσίασαν υψηλότερες τιμές δείκτη φαινολικών από το μάρτυρα, ενώ μεταξύ τους βρισκόταν στα ίδια επίπεδα και στους τρεις χρόνους. Ο μάρτυρας εμφάνισε σημαντική μείωση του δείκτη φαινολικών σε όλους τους χρόνους. Το προϊόν οίνου με κρόκο και μαστίχα εμφάνισε σημαντική μείωση του δείκτη φαινολικών από τις 14 στις 49 ημέρες συντήρησης, ενώ το προϊόν οίνου με τσάι του βουνού εμφάνισε σημαντική μείωση του δείκτη φαινολικών από την πρώτη στις 49 ημέρες συντήρησης.

Όσον αφορά τον οίνο Δ τα δύο προϊόντα οίνου εμφάνισαν υψηλότερο δείκτη φαινολικών από το μάρτυρα καθόλη τη διάρκεια της συντήρησης, ενώ μεταξύ τους βρισκόταν στα ίδια επίπεδα δείκτη φαινολικών. Επιπλέον, οι τιμές του δείκτη φαινολικών παρουσίασαν σημαντική μείωση από τις 14 στις 49 ημέρες συντήρησης για τα δύο προϊόντα οίνου.



Σχήμα 31. Επίπεδα δείκτη φαινολικών των οίνων και των προϊόντων οίνου κατά τη συντήρηση τους.

Μλ-Α: Λευκός οίνος μάρτυρας Α, ΚΜ-Α: οίνος Α με προσθήκη μαστίχας και κρόκου, Τ-Α: οίνος Α με προσθήκη τσαγιού, Μλ-Β: Λευκός οίνος μάρτυρας Β, ΚΜ-Β: οίνος Β με προσθήκη μαστίχας και κρόκου, Τ-Β: οίνος Β με προσθήκη τσαγιού, Μλ-Γ: Λευκός οίνος μάρτυρας Γ, ΚΜ-Γ: οίνος Γ με προσθήκη μαστίχας και κρόκου, Τ-Γ: οίνος Γ με προσθήκη τσαγιού, Μλ-Δ: Λευκός οίνος μάρτυρας Δ, ΚΜ-Δ: οίνος Δ με προσθήκη μαστίχας και κρόκου, Τ-Δ: οίνος Δ με προσθήκη τσαγιού.

Οριζόντια σύγκριση: Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη σε κάθε τριάδα (a, b, c) δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$).

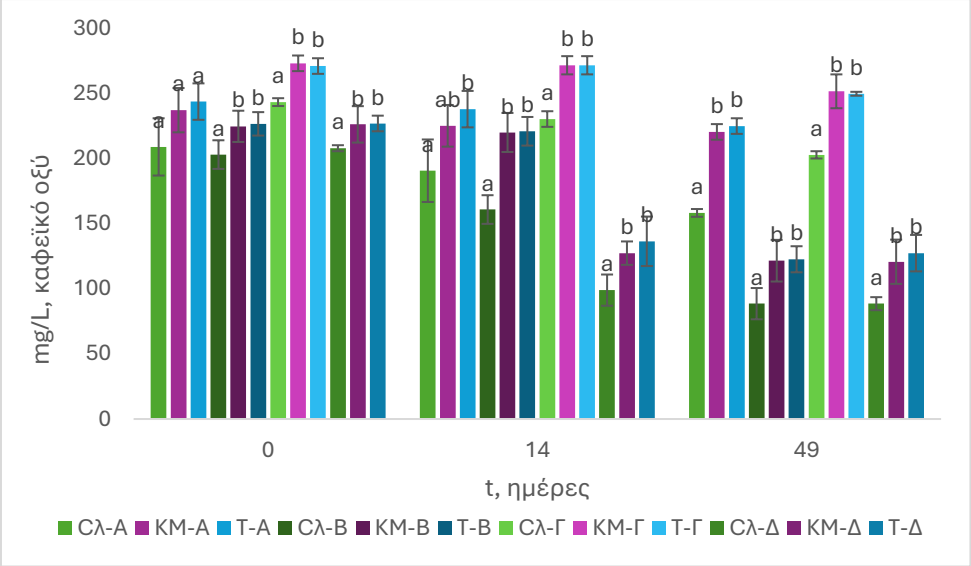
3.3.3.2. ο-διφαινόλες

Το προϊόν οίνου με κρόκο και μαστίχα του οίνου Α εμφάνισε ίδια επίπεδα τιμών για τις ο-διφαινόλες με το μάρτυρα, την πρώτη ημέρα και στις 14 ημέρες συντήρησης. Στις 49 ημέρες ο δείκτης φαινολικών του προϊόντος οίνου με κρόκο και μαστίχα εμφάνισε υψηλότερες τιμές ο-διφαινολών σε σχέση με το μάρτυρα. Το προϊόν οίνου με τσάι του βουνού του οίνου Α, παρουσίασε την πρώτη ημέρα ίδια επίπεδα ο-διφαινολών με το μάρτυρα και το προϊόν οίνου με κρόκο και μαστίχα. Στις 14 και στις 49 ημέρες παρουσίασε υψηλότερες τιμές ο-διφαινολών από το μάρτυρα και ίδια επίπεδα τιμών με το προϊόν οίνου με κρόκο και μαστίχα. Ο μάρτυρας του οίνου Α παρουσίασε σημαντική μείωση ο-διφαινολών από τις 14 στις 49 ημέρες.

Όσον αφορά τον οίνο Β τα δύο προϊόντα οίνου εμφάνισαν υψηλότερες τιμές ο-διφαινολών από το μάρτυρα καθόλη τη διάρκεια της συντήρησης, ενώ μεταξύ τους βρισκόταν στα ίδια επίπεδα ο-διφαινολών. Επιπλέον, ο μάρτυρας του οίνου Α παρουσίασε σημαντική μείωση ο-διφαινολών σε όλη τη διάρκεια συντήρησης. Στα δύο προϊόντα οίνου, οι τιμές των ο-διφαινολών παρουσίασαν σημαντική μείωση από τις 14 στις 49 ημέρες συντήρησης.

Όσον αφορά τον οίνο Γ τα αποτελέσματα ήταν παρόμοια με εκείνα για τον οίνο Β. Τα δύο προϊόντα οίνου εμφάνισαν υψηλότερες τιμές ο-διφαινολών από το μάρτυρα καθόλη τη διάρκεια της συντήρησης, ενώ μεταξύ τους βρισκόταν στα ίδια επίπεδα ο-διφαινολών. Ακόμη, υπήρξε σημαντική μείωση των ο-διφαινολών του μάρτυρα και του προϊόντος οίνου με τσάι του βουνού από τις 14 στις 49 ημέρες.

Αντίστοιχα ήταν και τα αποτελέσματα για τον οίνο Δ. Τα δύο προϊόντα οίνου εμφάνισαν υψηλότερες τιμές ο-διφαινολών από το μάρτυρα καθόλη τη διάρκεια της συντήρησης, ενώ μεταξύ τους βρισκόταν στα ίδια επίπεδα ο-διφαινολών. Οι τιμές των ο-διφαινολών του μάρτυρα και των δύο προϊόντων οίνου μειώθηκαν σημαντικά από την πρώτη ημέρα στις 14.



Σχήμα 32. Επίπεδα ο-διφαινολών των οίνων και των προϊόντων οίνου κατά τη συντήρηση τους.

Μλ-Α: Λευκός οίνος μάρτυρας Α, ΚΜ-Α: οίνος Α με προσθήκη μαστίχας και κρόκου, Τ-Α: οίνος Α με προσθήκη τσαγιού, Μλ-Β: Λευκός οίνος μάρτυρας Β, ΚΜ-Β: οίνος Β με προσθήκη μαστίχας και κρόκου, Τ-Β: οίνος Β με προσθήκη τσαγιού, Μλ-Γ: Λευκός οίνος μάρτυρας Γ, ΚΜ-Γ: οίνος Γ με προσθήκη μαστίχας και κρόκου, Τ-Γ: οίνος Γ με προσθήκη τσαγιού, Μλ-Δ: Λευκός οίνος μάρτυρας Δ, ΚΜ-Δ: οίνος Δ με προσθήκη μαστίχας και κρόκου, Τ-Δ: οίνος Δ με προσθήκη τσαγιού.

Οριζόντια σύγκριση: Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη σε κάθε τριάδα (a, b) δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$).

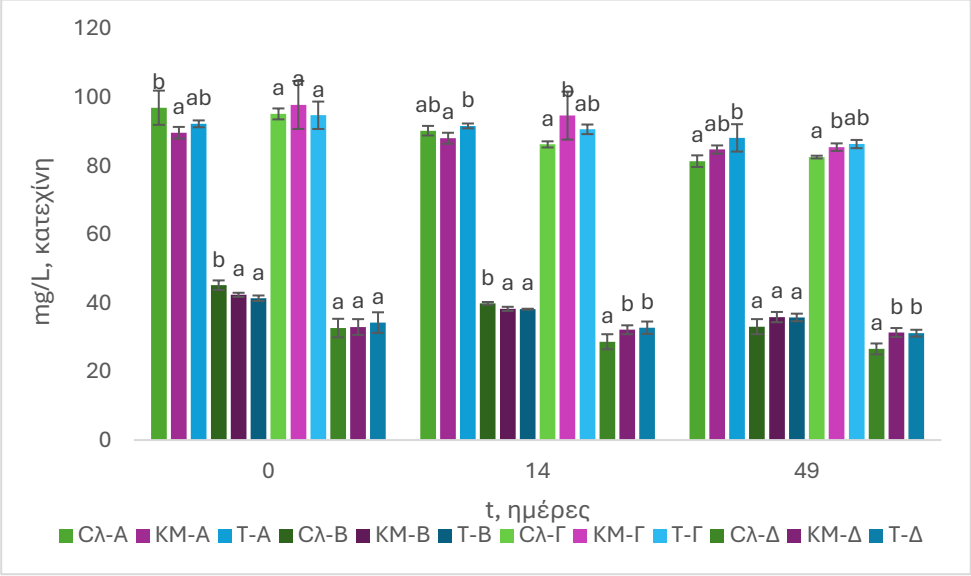
3.3.3.3. Φλαβανόλες

Όσον αφορά τον οίνο Α, ο μάρτυρας εμφάνισε υψηλότερα επίπεδα φλαβανολών από το προϊόν οίνου με κρόκο και μαστίχα την πρώτη ημέρα συντήρησης. Στις 14 ημέρες, οι φλαβανόλες του μάρτυρα βρισκόταν στα ίδια επίπεδα με τις φλαβανόλες των δύο προϊόντων οίνου. Στις 49 ημέρες οι φλαβανόλες του μάρτυρα βρισκόταν στα ίδια επίπεδα με τις φλαβανόλες του προϊόντος οίνου με κρόκο και μαστίχα αλλά σε χαμηλότερα επίπεδα από τις φλαβανόλες του προϊόντος οίνου με τσάι του βουνού. Τα δύο προϊόντα οίνου εμφάνισαν παρόμοια επίπεδα φλαβανολών την πρώτη ημέρα και στις 49 ημέρες συντήρησης, όμως στις 14 ημέρες το προϊόν οίνου με τσάι του βουνού βρισκόταν σε υψηλότερα επίπεδα φλαβανολών από το προϊόν οίνου με κρόκο και μαστίχα. Οι φλαβανόλες του μάρτυρα μειώθηκαν σημαντικά από τις 14 στις 49 ημέρες.

Όσον αφορά τον οίνο Β οι φλαβανόλες του μάρτυρα την 1η ημέρα και στις 14 ημέρες, βρίσκονται σε υψηλότερα επίπεδα από εκείνες των προϊόντων οίνου, ενώ στις 49 ημέρες οι φλαβανόλες του μάρτυρα και των δύο προϊόντων οίνου βρίσκονται στα ίδια επίπεδα. Ακόμη, υπήρξε σημαντική μείωση των φλαβανολών και για το μάρτυρα και για τα δύο προϊόντα οίνου σε όλους τους χρόνους συντήρησης.

Όσον αφορά τον οίνο Γ, οι φλαβανόλες του μάρτυρα και των δύο προϊόντων οίνου βρισκόταν στα ίδια επίπεδα την πρώτη ημέρα συντήρησης. Στις 14 και στις 49 ημέρες, το προϊόν οίνου εμφάνισε υψηλότερα επίπεδα φλαβανολών από το μάρτυρα. Το προϊόν οίνο με τσάι του βουνού εμφάνισε ίδια επίπεδα φλαβανολών τόσο με το μάρτυρα όσο και με το προϊόν οίνου με κρόκο και μαστίχα στις 14 και στις 49 ημέρες. Ακόμη, υπήρξε σημαντική μείωση των φλαβανολών του μάρτυρα σε όλους τους χρόνους συντήρησης. Στα προϊόντα οίνου εμφανίστηκε συνολικά σημαντική μείωση από την πρώτη ημέρα στις 49 ημέρες.

Όσον αφορά τον οίνο Δ, οι φλαβανόλες του μάρτυρα και των δύο προϊόντων οίνου βρισκόταν στα ίδια επίπεδα την πρώτη ημέρα συντήρησης. Στις 14 και στις 49 ημέρες, και τα δύο προϊόντα οίνου εμφάνισαν υψηλότερα επίπεδα φλαβανολών από το μάρτυρα, ενώ μεταξύ τους βρισκόταν στα ίδια επίπεδα ως προς τις φλαβανόλες. Οι φλαβανόλες του μάρτυρα μειώθηκαν σημαντικά από την πρώτη ημέρα στις 49 ημέρες.



Σχήμα 33. Επίπεδα φλαβανολών των οίνων και των προϊόντων οίνου κατά τη συντήρηση τους.

Μλ-Α: Λευκός οίνος μάρτυρας Α, Κμ-Α: οίνος Α με προσθήκη μαστίχας και κρόκου, Τ-Α: οίνος Α με προσθήκη τσαγιού, Μλ-Β: Λευκός οίνος μάρτυρας Β, Κμ-Β: οίνος Β με προσθήκη μαστίχας και κρόκου, Τ-Β: οίνος Β με προσθήκη τσαγιού, Μλ-Γ: Λευκός οίνος μάρτυρας Γ, Κμ-Γ: οίνος Γ με προσθήκη μαστίχας και κρόκου, Τ-Γ: οίνος Γ με προσθήκη τσαγιού, Μλ-Δ: Λευκός οίνος μάρτυρας Δ, Κμ-Δ: οίνος Δ με προσθήκη μαστίχας και κρόκου, Τ-Δ: οίνος Δ με προσθήκη τσαγιού.

Οριζόντια σύγκριση: Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη σε κάθε τριάδα (a, b) δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$).

3.3.3.4. Υδροξυκινναμωμικά οξέα

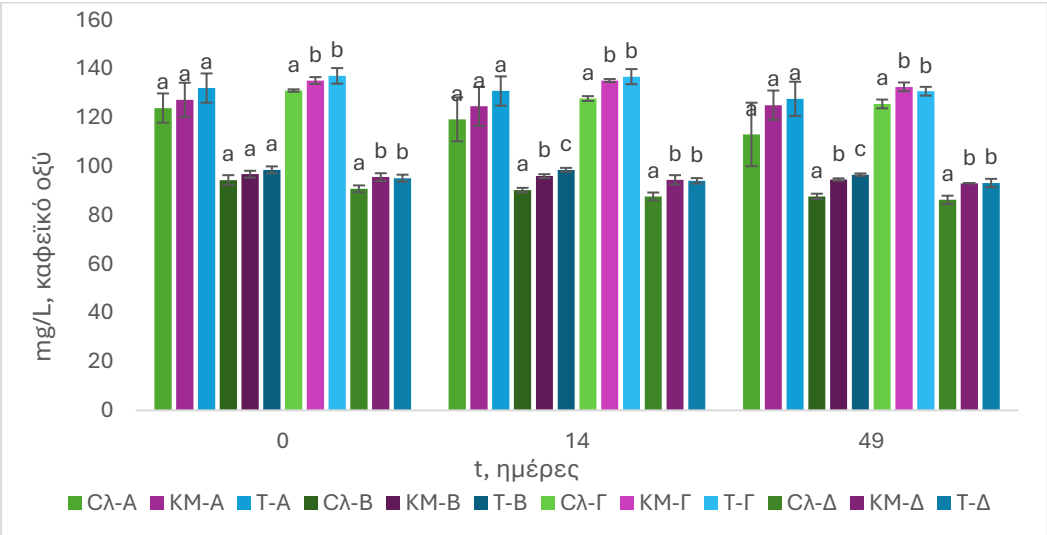
Ο μάρτυρας και τα προϊόντα οίνου, του οίνου Α, δεν εμφάνισαν κάποια διαφοροποίηση στις τιμές των υδροξυκινναμωμικών οξέων. Σε όλους τους χρόνους βρισκόταν στα ίδια

επίπεδα υδροξυκινναμωμικών οξέων μεταξύ τους. Ακόμη, δεν υπήρξε καμία σημαντική μεταβολή ως προς το χρόνο, για κανένα από τα τρία προϊόντα.

Όσον αφορά τον οίνο Β, την πρώτη ημέρα ο μάρτυρας και τα δύο προϊόντα οίνου παρουσίασαν ίδια επίπεδα υδροξυκινναμωμικών οξέων. Στις 14 και στις 49 ημέρες και τα δύο προϊόντα οίνου εμφάνισαν υψηλότερες τιμές υδροξυκινναμωμικών οξέων από το μάρτυρα. Ακόμη, το προϊόν οίνου με τσάι του βουνού εμφάνισε υψηλότερες τιμές υδροξυκινναμωμικών οξέων από το προϊόν οίνου με κρόκο και μαστίχα στις 14 και στις 49 ημέρες. Τα επίπεδα των υδροξυκινναμωμικών οξέων μειώνονται σημαντικά στον μάρτυρα και στο προϊόν οίνου με κρόκο και μαστίχα από τις 14 στις 49 ημέρες συντήρησης.

Όσον αφορά τον οίνο Γ, τα υδροξυκινναμωμικά οξέα των δύο προϊόντων οίνου βρισκόταν σε υψηλότερα επίπεδα από τα υδροξυκινναμωμικά οξέα του μάρτυρα καθόλη τη διάρκεια της συντήρησης, ενώ μεταξύ τους βρισκόταν στα ίδια επίπεδα. Τα υδροξυκινναμωμικά οξέα του μάρτυρα μειώθηκαν σημαντικά από την πρώτη στις 14 ημέρες. Επίσης, τα υδροξυκινναμωμικά οξέα του προϊόντος οίνο με τσάι του βουνού μειώθηκαν σημαντικά από τις 14 έως τις 49 ημέρες.

Τα αποτελέσματα για τον οίνο Δ είναι αντίστοιχα με εκείνα του οίνου Γ. Τα υδροξυκινναμωμικά οξέα των δύο προϊόντων οίνου βρισκόταν σε υψηλότερα επίπεδα από τα υδροξυκινναμωμικά οξέα του μάρτυρα καθόλη τη διάρκεια της συντήρησης, ενώ μεταξύ τους βρισκόταν στα ίδια επίπεδα. Τα υδροξυκινναμωμικά οξέα του μάρτυρα μειώθηκαν σημαντικά από τις 14 ημέρες στις 49 ημέρες.



Σχήμα 34. Επίπεδα υδροξυκινναμωμικών οξέων των οίνων και των προϊόντων οίνου κατά τη συντήρηση τους.

Μλ-Α: Λευκός οίνος μάρτυρας Α, ΚΜ-Α: οίνος Α με προσθήκη μαστίχας και κρόκου, Τ-Α: οίνος Α με προσθήκη τσαγιού, Μλ-Β: Λευκός οίνος μάρτυρας Β, ΚΜ-Β: οίνος Β με προσθήκη μαστίχας και κρόκου, Τ-Β: οίνος Β με προσθήκη τσαγιού, Μλ-Γ: Λευκός οίνος μάρτυρας Γ, ΚΜ-Γ: οίνος Γ με προσθήκη μαστίχας

και κρόκου, Τ-Γ: οίνος Γ με προσθήκη τσαγιού, Μλ-Δ: Λευκός οίνος μάρτυρας Δ, ΚΜ-Δ: οίνος Δ με προσθήκη μαστίχας και κρόκου, Τ-Δ: οίνος Δ με προσθήκη τσαγιού.
Οριζόντια σύγκριση: Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη σε κάθε τριάδα (a, b, c) δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$).

3.3.3.5. Ολικές ελεύθερες σουλφυδρυλομάδες

Στον οίνο Α, όσον αφορά τις ολικές ελεύθερες σουλφυδρυλομάδες ο μάρτυρας εμφάνισε μεγαλύτερη συγκέντρωση σε σχέση με τα προϊόντα οίνου την πρώτη ημέρα συντήρησης. Στις 14 ημέρες οι ολικές ελεύθερες σουλφυδρυλομάδες του μάρτυρα βρισκόταν στα ίδια επίπεδα με εκείνες των προϊόντων οίνου. Στις 49 ημέρες τα προϊόντα οίνου ήταν αυτά που εμφάνισαν τα μεγαλύτερα επίπεδα σουλφυδρυλομάδων σε σχέση με το μάρτυρα. Το προϊόν οίνου με τσάι του βουνού εμφάνισε υψηλότερα επίπεδα ολικών ελεύθερων σουλφυδρυλομάδων, από ότι το προϊόν οίνου με κρόκο και μαστίχα την πρώτη και στις 49 ημέρες. Στις 14 ημέρες τα δύο προϊόντα οίνου περιείχαν τα ίδια επίπεδα σουλφυδρυλομάδων. Ακόμη υπήρξε σημαντική μείωση των ολικών ελεύθερων σουλφυδρυλομάδων στον μάρτυρα, ως προς το χρόνο. Το προϊόν οίνου με κρόκο και μαστίχα εμφάνισε σημαντική μείωση σουλφυδρυλομάδων από τις 14 έως τις 49 ημέρες. Το προϊόν οίνου με τσάι του βουνού εμφάνισε σημαντική μείωση σουλφυδρυλομάδων συνολικά από την πρώτη στις 49 ημέρες.

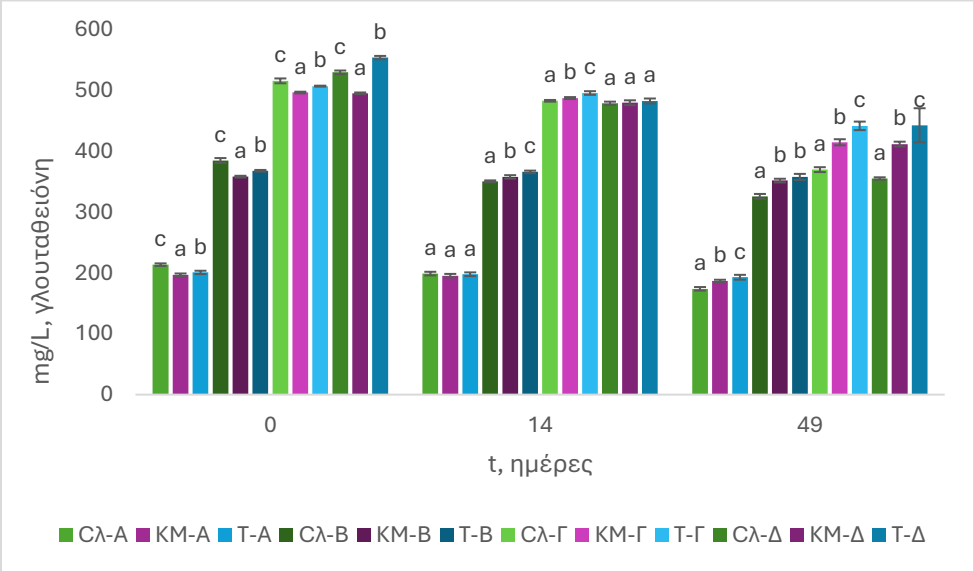
Όσον αφορά τον οίνο Β, ο μάρτυρας εμφάνισε μεγαλύτερη συγκέντρωση ολικών ελεύθερων σουλφυδρυλομάδων σε σχέση με τα προϊόντα οίνου την πρώτη ημέρα συντήρησης. Στις 14 ημέρες και στις 49 ημέρες οι ολικές ελεύθερες σουλφυδρυλομάδες των προϊόντων οίνου βρισκόταν σε υψηλότερα επίπεδα από ότι στο μάρτυρα. Το προϊόν οίνου με τσάι του βουνού εμφάνισε υψηλότερα επίπεδα ολικών ελεύθερων σουλφυδρυλομάδων, από το προϊόν οίνου με κρόκο και μαστίχα την πρώτη και στις 14 ημέρες συντήρησης. Στις 49 ημέρες τα δύο προϊόντα οίνου περιείχαν τα ίδια επίπεδα σουλφυδρυλομάδων. Ο μάρτυρας εμφάνισε σημαντική μείωση των ολικών ελεύθερων σουλφυδρυλομάδων ως προς το χρόνο. Τα δύο προϊόντα οίνου εμφάνισαν σημαντική μείωση σουλφυδρυλομάδων από τις 14 έως τις 49 ημέρες.

Ο οίνος Γ εμφάνισε παρόμοια αποτελέσματα με εκείνα του οίνου Β για τις ολικές ελεύθερες σουλφυδρυλομάδες. Ο μάρτυρας εμφάνισε μεγαλύτερη συγκέντρωση ολικών ελεύθερων σουλφυδρυλομάδων σε σχέση με τα προϊόντα οίνου την πρώτη ημέρα συντήρησης. Στις 14 ημέρες και στις 49 ημέρες οι ολικές ελεύθερες σουλφυδρυλομάδες των προϊόντων οίνου βρισκόταν σε υψηλότερα επίπεδα από ότι στο μάρτυρα. Το προϊόν οίνου με τσάι του βουνού εμφάνισε υψηλότερα επίπεδα ολικών ελεύθερων σουλφυδρυλομάδων, από ότι το προϊόν οίνου με κρόκο και μαστίχα σε όλους τους χρόνους συντήρησης. Τόσο ο

μάρτυρας όσο και τα δύο προϊόντα οίνου εμφάνισαν σημαντική μείωση των ολικών λεύθερων σουλφυδρυλομάδων σε όλους τους χρόνου συντήρησης.

Ο οίνος Δ εμφάνισε παρόμοια αποτελέσματα με τον οίνο Α. Ο μάρτυρας εμφάνισε υψηλότερη συγκέντρωση σε σχέση με τα προϊόντα οίνου την πρώτη ημέρα συντήρησης. Στις 14 ημέρες οι ολικές ελεύθερες σουλφυδρυλομάδες του μάρτυρα βρισκόταν στα ίδια επίπεδα με εκείνες των προϊόντων οίνου. Στις 49 ημέρες τα προϊόντα οίνου ήταν αυτά που εμφάνισαν τα υψηλότερα επίπεδα ολικών ελεύθερων σουλφυδρυλομάδων σε σχέση με το μάρτυρα. Το προϊόν οίνου με τσάι του βουνού εμφάνισε υψηλότερα επίπεδα ολικών ελεύθερων σουλφυδρυλομάδων, από ότι το προϊόν οίνου με κρόκο και μαστίχα την πρώτη και στις 49 ημέρες. Στις 14 ημέρες τα δύο προϊόντα οίνου περιείχαν τα ίδια επίπεδα σουλφυδρυλομάδων. Τόσο ο μάρτυρας όσο και τα δύο προϊόντα οίνου εμφάνισαν σημαντική μείωση των ολικών λεύθερων σουλφυδρυλομάδων σε όλους τους χρόνου συντήρησης.

Και στους τέσσερις οίνους παρατηρήθηκε η εξής τάση. Την πρώτη ημέρα ο μάρτυρας παρουσιάζει τα υψηλότερα επίπεδα ολικών ελεύθερων σουλφυδρυλομάδων, ενώ με την πάροδο του χρόνου τα προϊόντα οίνου είναι εκείνα που εμφανίζουν τις υψηλότερες τιμές. Ακόμη στις περισσότερες περιπτώσεις το προϊόν οίνου με τσάι του βουνού εμφανίζει υψηλότερα επίπεδα σουλφυδρυλομάδων από το προϊόν οίνου με κρόκο και μαστίχα. Ο οίνος είναι γνωστό πως περιέχει ολικές ελεύθερες σουλφυδρυλομάδες, των οποίων η μείωση είναι λογικό να επέρχεται με το χρόνο (126). Φαίνεται πως τα φυτικά συστατικά που προστίθενται στα προϊόντα οίνου βοηθούν στη συντήρηση του επιπέδου των σουλφυδρυλομάδων.



Σχήμα 35. Επίπεδα ολικών ελεύθερων σουλφυδρυλομάδων των οίνων και των προϊόντων οίνου κατά τη συντήρηση τους.

Μλ-Α: Λευκός οίνος μάρτυρας Α, ΚΜ-Α: οίνος Α με προσθήκη μαστίχας και κρόκου, Τ-Α: οίνος Α με προσθήκη τσαγιού, Μλ-Β: Λευκός οίνος μάρτυρας Β, ΚΜ-Β: οίνος Β με προσθήκη μαστίχας και κρόκου,

Τ-Β: οίνος Β με προσθήκη τσαγιού, Μλ-Γ: Λευκός οίνος μάρτυρας Γ, ΚΜ-Γ: οίνος Γ με προσθήκη μαστίχας και κρόκου, Τ-Γ: οίνος Γ με προσθήκη τσαγιού, Μλ-Δ: Λευκός οίνος μάρτυρας Δ, ΚΜ-Δ: οίνος Δ με προσθήκη μαστίχας και κρόκου, Τ-Δ: οίνος Δ με προσθήκη τσαγιού.

Οριζόντια σύγκριση: Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη σε κάθε τριάδα (a, b, c) δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$).

3.3.4. Αντιοξειδωτική δράση

3.3.4.1. Δοκιμή Folin

Όλοι οι οίνοι και τα προϊόντα οίνου εμφάνισαν αντιοξειδωτική δράση, που αποτιμήθηκε με τη μέθοδος Folin, δεδομένο που συμφωνεί με τη σχετική βιβλιογραφία (160).

Όσον αφορά τον οίνο Α, τα δύο προϊόντα οίνου εμφάνισαν υψηλότερη αντιοξειδωτική δράση από το μάρτυρα καθόλη τη διάρκεια της συντήρησης. Ακόμη, τα δύο προϊόντα οίνου εμφάνισαν μεταξύ τους ίδια επίπεδα αντιοξειδωτικής δράσης σε όλους τους χρόνους συντήρησης. Η αντιοξειδωτική δράση του μάρτυρα μειώθηκε σημαντικά από τις 14 στις 49 ημέρες συντήρησης.

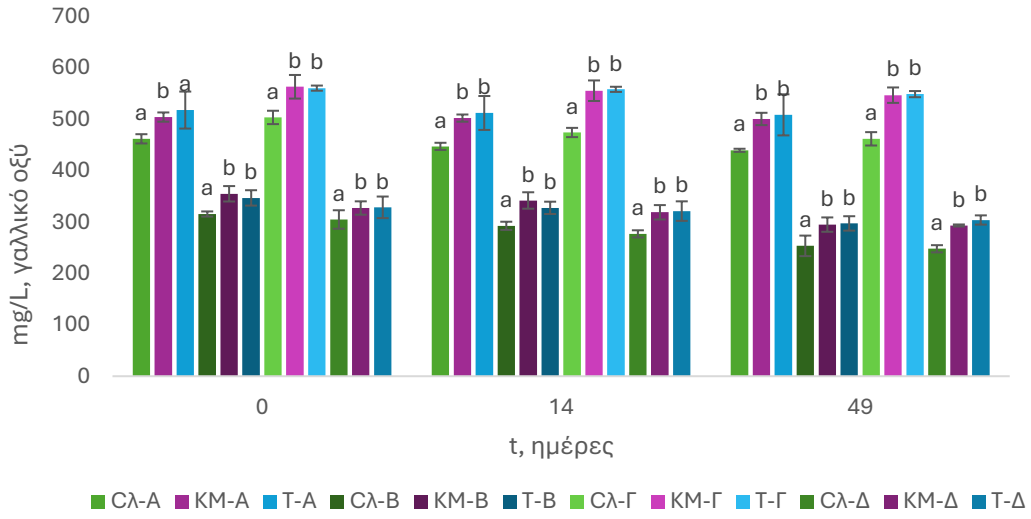
Παρόμοια συμπεριφορά εμφανίστηκε και στον οίνο Β. Τα δύο προϊόντα οίνου εμφάνισαν υψηλότερη αντιοξειδωτική δράση από το μάρτυρα καθόλη τη διάρκεια της συντήρησης. Ακόμη, τα δύο προϊόντα οίνου εμφάνισαν μεταξύ τους ίδια επίπεδα αντιοξειδωτικής δράσης σε όλους τους χρόνους. Η αντιοξειδωτική δράση του μάρτυρα μειώθηκε σημαντικά από τις 14 στις 49 ημέρες συντήρησης. Ακόμη και στα δύο προϊόντα οίνου υπάρχει σημαντική μείωση της αντιοξειδωτικής τους δράσης από τις 14 έως τις 49 ημέρες.

Η ίδια τάση ακολουθείται και στον οίνο Γ. Τα δύο προϊόντα οίνου εμφάνισαν υψηλότερη αντιοξειδωτική δράση από το μάρτυρα καθόλη τη διάρκεια της συντήρησης. Επιπλέον, τα δύο προϊόντα οίνου εμφάνισαν μεταξύ τους ίδια επίπεδα αντιοξειδωτικής δράσης σε όλους τους χρόνους. Ακόμη, υπήρξε σημαντική μείωση της αντιοξειδωτικής δράσης στο μάρτυρα και στο προϊόν οίνου με τσάι του βουνού από τις 14 στις 49 ημέρες.

Στον οίνο Δ δεν παρατηρήθηκε κάποια διαφοροποίηση μεταξύ του μάρτυρα και των προϊόντων οίνου την πρώτη ημέρα συντήρησης. Στις 14 και στις 49 ημέρες τα προϊόντα οίνου παρουσίασαν υψηλότερη αντιοξειδωτική δράση σε σχέση με τον μάρτυρα. Το προϊόν οίνου με τσάι του βουνού εμφάνισε υψηλότερη αντιοξειδωτική δράση και από το προϊόν οίνου με κρόκο και μαστίχα στις 49 ημέρες. Η αντιοξειδωτική δράση του μάρτυρα μειώθηκε σημαντικά σε όλους τους χρόνου συντήρησης. Ακόμη υπήρξε σημαντική μείωση της αντιοξειδωτικής δράση του προϊόντος οίνου με κρόκο και μαστίχα από τις 14 στις 49 ημέρες συντήρησης.

Συνολικά, σε όλους τους οίνους παρατηρήθηκε ενίσχυση της αντιοξειδωτικής δράσης με την προσθήκη κρόκου, μαστίχας και με την προσθήκη τσαγιού του βουνού. Η ενίσχυση αυτή πιθανότητα οφείλεται στην αντιοξειδωτική δράση των τριών συστατικών. Επιπλέον, σε

αντίθεση με τους μάρτυρες, στα προϊόντα οίνου η μείωση την αντιοξειδωτικής δράσης ως προς το χρόνο δεν ήταν σημαντική στις περισσότερες περιπτώσεις.



Σχήμα 36. Επίπεδα αντιοξειδωτικής δράσης, μέθοδος Folin, των οίνων και των προϊόντων οίνου κατά τη συντήρηση τους.

Μλ-Α: Λευκός οίνος μάρτυρας Α, ΚΜ-Α: οίνος Α με προσθήκη μαστίχας και κρόκου, Τ-Α: οίνος Α με προσθήκη τσαγιού, Μλ-Β: Λευκός οίνος μάρτυρας Β, ΚΜ-Β: οίνος Β με προσθήκη μαστίχας και κρόκου, Τ-Β: οίνος Β με προσθήκη τσαγιού, Μλ-Γ: Λευκός οίνος μάρτυρας Γ, ΚΜ-Γ: οίνος Γ με προσθήκη μαστίχας και κρόκου, Τ-Γ: οίνος Γ με προσθήκη τσαγιού, Μλ-Δ: Λευκός οίνος μάρτυρας Δ, ΚΜ-Δ: οίνος Δ με προσθήκη μαστίχας και κρόκου, Τ-Δ: οίνος Δ με προσθήκη τσαγιού.

Οριζόντια σύγκριση: Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη σε κάθε τριάδα (a, b) δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$).

3.3.4.2. Δοκιμή FRAP

Όλοι οι οίνοι και τα προϊόντα οίνου εμφάνισαν αντιοξειδωτική δράση, που αποτιμήθηκε μέσω της αναγωγικής ισχύς με τη μέθοδο FRAP, δεδομένο που συμφωνεί με τη σχετική βιβλιογραφία (161).

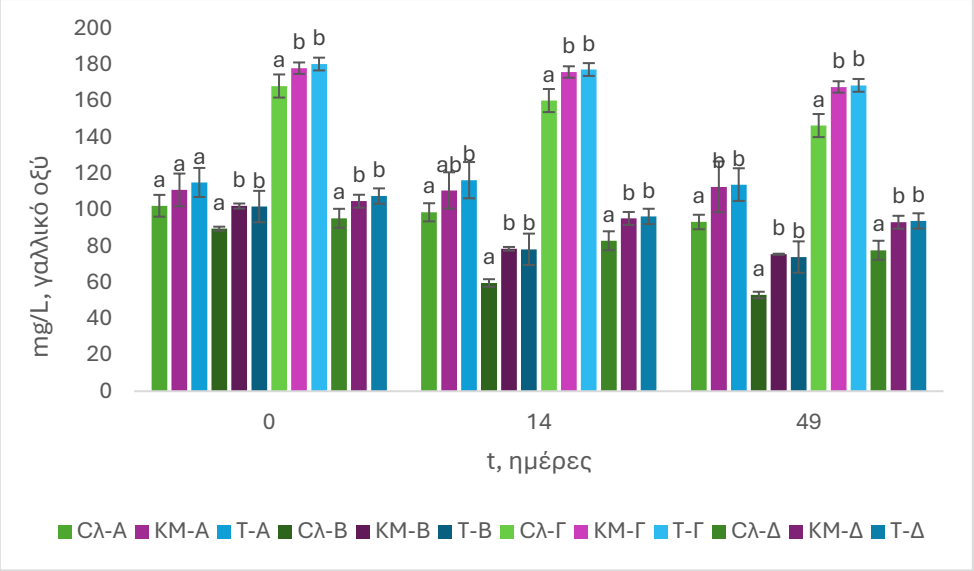
Όσον αφορά τον οίνο Α, δεν παρατηρήθηκε κάποια διαφοροποίηση μεταξύ του μάρτυρα και των προϊόντων οίνου την πρώτη ημέρα συντήρησης. Στις 14 ημέρες το προϊόν οίνου με τσάι του βουνού εμφάνισε υψηλότερη αντιοξειδωτική δράση από το μάρτυρα. Στις 49 ημέρες τα προϊόντα οίνου παρουσίασαν υψηλότερη αντιοξειδωτική δράση σε σχέση με τον μάρτυρα. Τα δύο προϊόντα οίνου δεν παρουσίασαν διαφορές μεταξύ τους σε κάποιον από τους χρόνους συντήρησης. Επιπλέον, υπήρξε σημαντική μείωση της αντιοξειδωτικής δράσης στο μάρτυρα σε όλους τους χρόνους συντήρησης, ενώ υπήρξε και σημαντική μείωση της αντιοξειδωτικής δράση του προϊόντος οίνου με κρόκο και μαστίχα από τις 14 στις 49 ημέρες συντήρησης.

Στον οίνο Β, τα προϊόντα οίνου παρουσίασαν υψηλότερες τιμές αντιοξειδωτικής δράσης από τον μάρτυρα σε όλους τους χρόνους συντήρησης. Ακόμη, τα δύο προϊόντα οίνου εμφάνισαν μεταξύ τους ίδια επίπεδα αντιοξειδωτικής δράσης σε όλη τη διάρκεια συντήρησης. Επιπλέον, υπήρξε σημαντική μείωση ως προς το χρόνο στην αντιοξειδωτική δράση του μάρτυρα και του προϊόντος οίνου με κρόκο και μαστίχα. Σημαντική μείωση υπήρξε και στην αντιοξειδωτική δράση του προϊόντος οίνου με τσάι του βουνού από την πρώτη στις 14 ημέρες συντήρησης.

Αντίστοιχα, στον οίνο Γ, τα προϊόντα οίνου παρουσίασαν υψηλότερες τιμές αντιοξειδωτικής δράσης από τον μάρτυρα σε όλους τους χρόνους συντήρησης. Ακόμη, τα δύο προϊόντα οίνου εμφάνισαν μεταξύ τους ίδια επίπεδα αντιοξειδωτικής δράσης σε όλη τη διάρκεια συντήρησης. Επιπλέον, υπήρξε σημαντική μείωση ως προς το χρόνο στην αντιοξειδωτική δράση του μάρτυρα, ενώ υπήρξε και σημαντική μείωση στην αντιοξειδωτική δράση του προϊόντος οίνου με τσάι του βουνού από την πρώτη στις 14 ημέρες συντήρησης.

Στον οίνο Δ, δεν παρατηρήθηκε κάποια διαφοροποίηση μεταξύ του μάρτυρα και των προϊόντων οίνου την πρώτη ημέρα συντήρησης. Στις 14 ημέρες το προϊόν οίνου με τσάι του βουνού εμφάνισε υψηλότερη αντιοξειδωτική δράση από το μάρτυρα. Στις 49 ημέρες και τα δύο προϊόντα οίνου παρουσίασαν υψηλότερη αντιοξειδωτική δράση σε σχέση με τον μάρτυρα. Επιπλέον, τα δύο προϊόντα οίνου δεν παρουσίασαν διαφορές μεταξύ τους σε κάποιον από τους χρόνους συντήρησης. Ακόμη, υπήρξε σημαντική μείωση στην αντιοξειδωτική δράση του μάρτυρα και του προϊόντος οίνου με κρόκο και μαστίχα από τις 14 έως τις 49 ημέρες συντήρησης.

Συνολικά τα αποτελέσματα μελέτης της αντιοξειδωτικής δράσης μέσω αναγωγικής ισχύς ακολούθησαν παρόμοια τάση με εκείνα που προσδιορίστηκαν με τη μέθοδο Folin. Σε όλους τους οίνους παρατηρήθηκε ενίσχυση της αντιοξειδωτικής δράσης με την προσθήκη κρόκου, μαστίχας και με την προσθήκη τσαγιού του βουνού. Η ενίσχυση αυτή πιθανότητα οφείλεται στην αντιοξειδωτική δράση των τριών συστατικών (137,149,162). Επιπλέον, σε αντίθεση με τους μάρτυρες, στα προϊόντα οίνου η μείωση την αντιοξειδωτικής δράσης ως προς το χρόνο δεν ήταν σημαντική στις περισσότερες περιπτώσεις.



Σχήμα 37. Επίπεδα αντιοξειδωτικής δράσης, μέθοδος FRAP, των οίνων και των προϊόντων οίνου κατά τη συντήρηση τους.

Μλ-Α: Λευκός οίνος μάρτυρας Α, ΚΜ-Α: οίνος Α με προσθήκη μαστίχας και κρόκου, Τ-Α: οίνος Α με προσθήκη τσαγιού, Μλ-Β: Λευκός οίνος μάρτυρας Β, ΚΜ-Β: οίνος Β με προσθήκη μαστίχας και κρόκου, Τ-Β: οίνος Β με προσθήκη τσαγιού, Μλ-Γ: Λευκός οίνος μάρτυρας Γ, ΚΜ-Γ: οίνος Γ με προσθήκη μαστίχας και κρόκου, Τ-Γ: οίνος Γ με προσθήκη τσαγιού, Μλ-Δ: Λευκός οίνος μάρτυρας Δ, ΚΜ-Δ: οίνος Δ με προσθήκη μαστίχας και κρόκου, Τ-Δ: οίνος Δ με προσθήκη τσαγιού.

Οριζόντια σύγκριση: Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη σε κάθε τριάδα (a, b) δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$).

3.3.5. Βιοδράσεις

3.3.5.1. Εκκαθάριση ριζών υδροξυλίου

Οι λευκοί οίνοι εκτός από αντιοξειδωτική δράση παρουσίασαν και εκκαθάριση ριζών υδροξυλίου σε όλη τη διάρκεια συντήρησης του, όπως έχει αναφερθεί και σε προηγούμενες μελέτες (162).

Όσον αφορά τον οίνο Α, ο μάρτυρας εμφάνισε την πρώτη ημέρα παρόμοια επίπεδα εκκαθάρισης ριζών υδροξυλίου με τα προϊόντα οίνου. Στις 14 και 49 ημέρες, τα προϊόντα οίνου παρουσίασαν υψηλότερη εκκαθάριση σε σύγκριση με τον μάρτυρα, ενώ μεταξύ τους δεν παρατηρήθηκαν διαφορές καθ' όλη τη διάρκεια της συντήρησης. Παρατηρήθηκε επίσης μείωση της εκκαθάρισης στον μάρτυρα με την πάροδο του χρόνου.

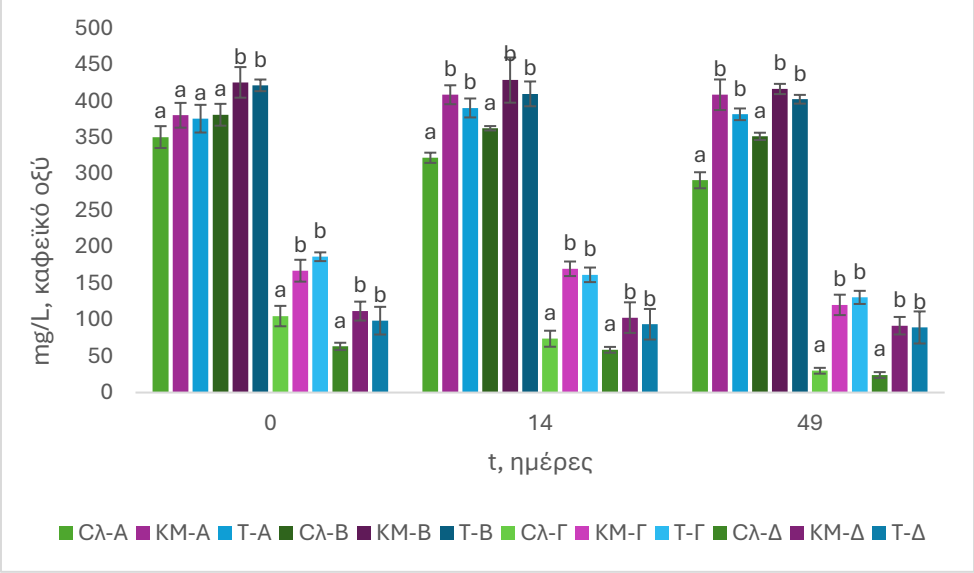
Στον οίνο Β, τα προϊόντα οίνου παρουσίασαν υψηλότερη εκκαθάριση ριζών υδροξυλίου από τον μάρτυρα σε όλη τη διάρκεια της συντήρησης, χωρίς διαφοροποίηση μεταξύ τους. Επιπλέον, παρατηρήθηκε μείωση της εκκαθάρισης στον μάρτυρα από την πρώτη έως τη 14η ημέρα.

Για τον οίνο Γ, τα προϊόντα οίνου εμφάνισαν υψηλότερη εκκαθάριση ριζών υδροξυλίου από τον μάρτυρα σε όλους τους χρόνους συντήρησης. Στις 14 ημέρες, το προϊόν με κρόκο και

μαστίχα παρουσίασε υψηλότερη εκκαθάριση σε σύγκριση με το προϊόν με τσάι του βουνού, ενώ στους υπόλοιπους χρόνους τα δύο προϊόντα δεν διαφοροποιήθηκαν μεταξύ τους. Επιπλέον, παρατηρήθηκε μείωση της εκκαθάρισης τόσο στον μάρτυρα όσο και στο προϊόν με τσάι του βουνού κατά τη διάρκεια της συντήρησης.

Τέλος, για τον οίνο Δ, τα προϊόντα οίνου παρουσίασαν υψηλότερη εκκαθάριση ριζών υδροξυλίου από τον μάρτυρα σε όλη τη διάρκεια της συντήρησης, χωρίς διαφορές μεταξύ τους. Τα προϊόντα διατήρησαν την εκκαθάριση σε υψηλά επίπεδα, ενώ στον μάρτυρα παρατηρήθηκε μείωση με την πάροδο του χρόνου.

Συνολικά τα αποτελέσματα μελέτης βιοδράσεων μέσω εκκαθάρισης ριζών υδροξυλίου εμφάνισαν την τάση ενίσχυσης της εκκαθάρισης από τα προϊόντα οίνου. Σε όλους τους οίνους παρατηρήθηκε ενίσχυση της εκκαθάρισης ριζών υδροξυλίου με την προσθήκη κρόκου, μαστίχας και με την προσθήκη τσαγιού του βουνού, όπως και διατήρηση της εκκαθάρισης σε υψηλότερα επίπεδα στο χρόνο. Η ενίσχυση αυτή πιθανότητα οφείλεται στην εκκαθάριση ριζών υδροξυλίου από τα φυτικά υλικά που προστέθηκαν (139,150).



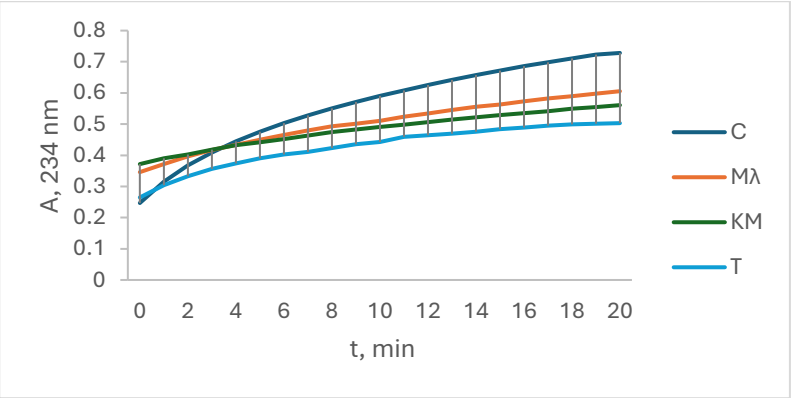
Σχήμα 38. Επίπεδα εκκαθάρισης ριζών υδροξυλίου των οίνων και των προϊόντων οίνου κατά τη συντήρηση τους.

Μλ-Α: Λευκός οίνος μάρτυρας Α, ΚΜ-Α: οίνος Α με προσθήκη μαστίχας και κρόκου, Τ-Α: οίνος Α με προσθήκη τσαγιού, Μλ-Β: Λευκός οίνος μάρτυρας Β, ΚΜ-Β: οίνος Β με προσθήκη μαστίχας και κρόκου, Τ-Β: οίνος Β με προσθήκη τσαγιού, Μλ-Γ: Λευκός οίνος μάρτυρας Γ, ΚΜ-Γ: οίνος Γ με προσθήκη μαστίχας και κρόκου, Τ-Γ: οίνος Γ με προσθήκη τσαγιού, Μλ-Δ: Λευκός οίνος μάρτυρας Δ, ΚΜ-Δ: οίνος Δ με προσθήκη μαστίχας και κρόκου, Τ-Δ: οίνος Δ με προσθήκη τσαγιού.

Οριζόντια σύγκριση: Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη σε κάθε τριάδα (a, b) δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$).

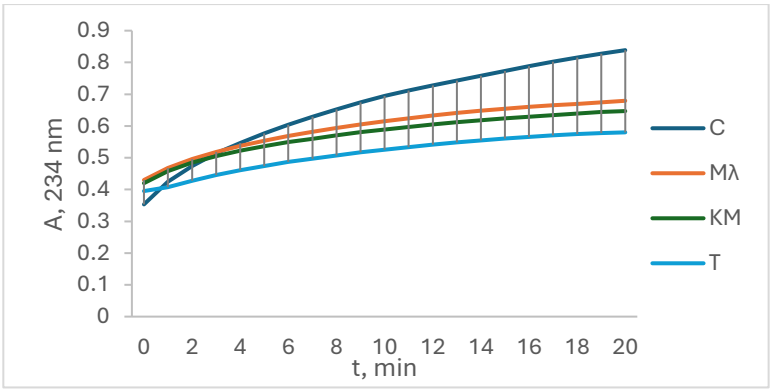
3.3.5.2. Αντιφλεγμονώδης δράση

Στα σχήματα 39, 40, 41, 42 παρουσιάζονται οι καμπύλες απορρόφησης στα 234 nm για τον οίνο Α, για τον προσδιορισμό αντιφλεγμονώδους δράσης στα 20 min. Στο Control, στο οποίο δεν υπάρχει προσθήκη δείγματος, παρατηρείται η μέγιστη απορρόφηση. Ακολουθούν ο μάρτυρας, το προϊόν οίνου με κρόκο και μαστίχα και το προϊόν οίνου με τσάι του βουνού. Από τις καμπύλες προκύπτει ότι τα προϊόντα οίνου εμφανίζουν υψηλότερη αντιφλεγμονώδη δράση από το μάρτυρα.



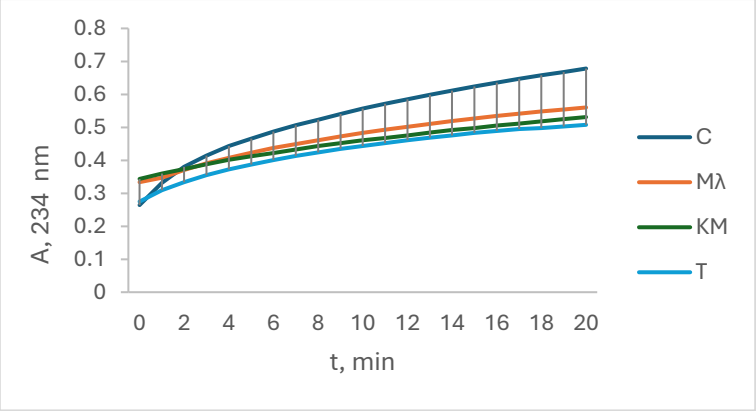
Σχήμα 39. Αντιφλεγμονώδης δράση του οίνου και των προϊόντων οίνου Α.

C: Control, Μλ: Λευκός οίνος μάρτυρας, ΚΜ: οίνος με προσθήκη μαστίχας και κρόκου, Τ: οίνος με προσθήκη τσαγιού.



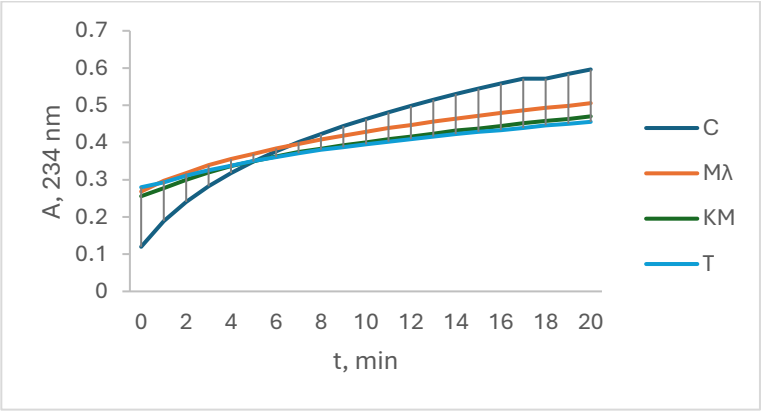
Σχήμα 40. Αντιφλεγμονώδης δράση του οίνου και των προϊόντων οίνου Β.

C: Control, Μλ: Λευκός οίνος μάρτυρας, ΚΜ: οίνος με προσθήκη μαστίχας και κρόκου, Τ: οίνος με προσθήκη τσαγιού.



Σχήμα 41. Αντιφλεγμονώδης δράση του οίνου και των προϊόντων οίνου Γ.

C: Control, Μλ: Λευκός οίνος μάρτυρας, ΚΜ: οίνος με προσθήκη μαστίχας και κρόκου, Τ: οίνος με προσθήκη τσαγιού.



Σχήμα 42. Αντιφλεγμονώδης δράση του οίνου και των προϊόντων οίνου Δ.

C: Control, Μλ: Λευκός οίνος μάρτυρας, ΚΜ: οίνος με προσθήκη μαστίχας και κρόκου, Τ: οίνος με προσθήκη τσαγιού.

Όσον αφορά τον οίνο Α, το προϊόν οίνου με τσάι του βουνού παρουσίασε υψηλότερη αντιφλεγμονώδη δράση σε σύγκριση τόσο με το προϊόν οίνου με κρόκο και μαστίχα όσο και με τον μάρτυρα, σε όλους τους χρόνους συντήρησης. Το προϊόν οίνου με κρόκο και μαστίχα εμφάνισε επίσης υψηλότερη αντιφλεγμονώδη δράση σε σύγκριση με τον μάρτυρα. Ακόμη, παρατηρήθηκε μείωση της αντιφλεγμονώδους δράσης στον μάρτυρα με την πάροδο του χρόνου.

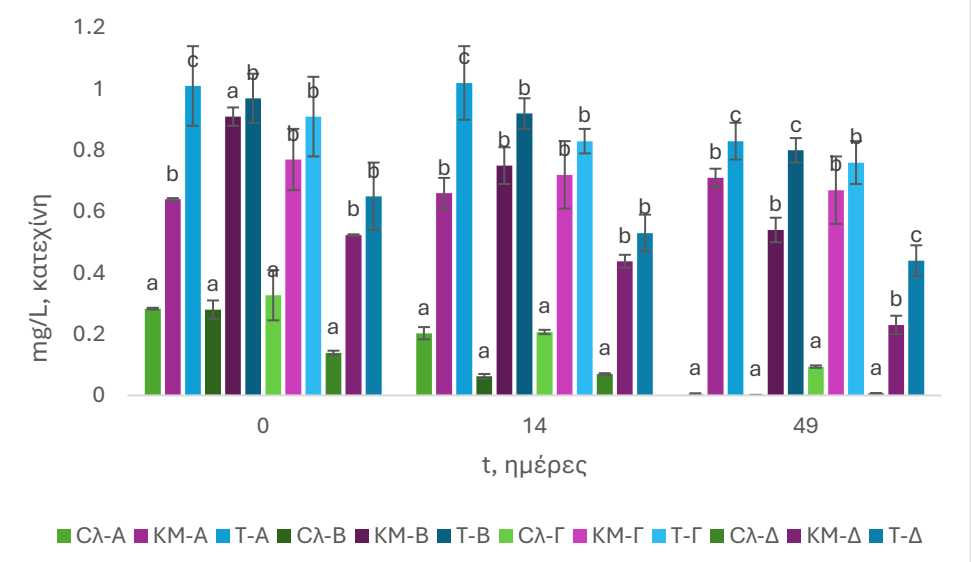
Όσον αφορά τον οίνο Β, την πρώτη ημέρα συντήρησης, το προϊόν με τσάι του βουνού παρουσίασε υψηλότερη αντιφλεγμονώδη δράση σε σύγκριση τόσο με το προϊόν με κρόκο και μαστίχα όσο και με τον μάρτυρα. Στις 14 και 49 ημέρες, και τα δύο προϊόντα οίνου εμφάνισαν υψηλότερη αντιφλεγμονώδη δράση από τον μάρτυρα, ενώ στις 49 ημέρες το προϊόν με τσάι του βουνού διατήρησε υψηλότερες τιμές και σε σύγκριση με το προϊόν με

κρόκο και μαστίχα. Επιπλέον, παρατηρήθηκε μείωση της αντιφλεγμονώδους δράσης τόσο στον μάρτυρα όσο και στο προϊόν με κρόκο και μαστίχα κατά τη διάρκεια της συντήρησης.

Όσον αφορά τον οίνο Γ, και τα δύο προϊόντα οίνου παρουσίασαν υψηλότερη αντιφλεγμονώδη δράση σε σύγκριση με τον μάρτυρα καθ' όλη τη διάρκεια της συντήρησης, χωρίς διαφοροποίηση μεταξύ τους. Παράλληλα, η αντιφλεγμονώδης δράση του μάρτυρα μειώθηκε με την πάροδο του χρόνου.

Όσον αφορά τον οίνο Δ, και τα δύο προϊόντα οίνου παρουσίασαν υψηλότερη αντιφλεγμονώδη δράση από τον μάρτυρα σε όλους τους χρόνους συντήρησης. Τα δύο προϊόντα εμφάνισαν παρόμοια επίπεδα την πρώτη και τη 14η ημέρα, ενώ στις 49 ημέρες το προϊόν με τσάι του βουνού παρουσίασε υψηλότερη αντιφλεγμονώδη δράση σε σύγκριση με το προϊόν με κρόκο και μαστίχα. Επιπλέον, παρατηρήθηκε μείωση της αντιφλεγμονώδους δράσης στον μάρτυρα, καθώς και στο προϊόν με κρόκο και μαστίχα μεταξύ 14 και 49 ημερών.

Συνολικά τα αποτελέσματα μελέτης βιοδράσεων μέσω αντιφλεγμονώδους δράσης εμφάνισαν την τάση ενίσχυσης της αντιφλεγμονώδους δράσης από τα προϊόντα οίνου. Ακόμη, παρατηρήθηκε διατήρηση της αντιφλεγμονώδους δράσης σε υψηλότερα επίπεδα στο χρόνο. Σημαντικό είναι να αναφερθεί ότι το προϊόν οίνου με τσάι του βουνού σε κάποιες περιπτώσεις ενίσχυσε περισσότερο τον οίνο ως προς την αντιφλεγμονώδη δράση, και τη διατήρησε σε υψηλότερα επίπεδα από το προϊόν οίνου με κρόκο και μαστίχα. Η ενίσχυση αυτή πιθανότητα οφείλεται στην αντιφλεγμονώδη δράση των φυτικών υλικών που προστέθηκαν (52,153).



Σχήμα 43. Επίπεδα εκκαθάρισης ριζών υδροξυλίου των οίνων και των προϊόντων οίνου κατά τη συντήρηση τους.

Μλ-Α: Λευκός οίνος μάρτυρας Α, ΚΜ-Α: οίνος Α με προσθήκη μαστίχας και κρόκου, Τ-Α: οίνος Α με προσθήκη τσαγιού, Μλ-Β: Λευκός οίνος μάρτυρας Β, ΚΜ-Β: οίνος Β με προσθήκη μαστίχας και κρόκου,

Τ-Β: οίνος Β με προσθήκη τσαγιού, Μλ-Γ: Λευκός οίνος μάρτυρας Γ, ΚΜ-Γ: οίνος Γ με προσθήκη μαστίχας και κρόκου, Τ-Γ: οίνος Γ με προσθήκη τσαγιού, Μλ-Δ: Λευκός οίνος μάρτυρας Δ, ΚΜ-Δ: οίνος Δ με προσθήκη μαστίχας και κρόκου, Τ-Δ: οίνος Δ με προσθήκη τσαγιού.

Οριζόντια σύγκριση: Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη σε κάθε τριάδα (a, b) δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$).

3.3.6. Πτητικά συστατικά λευκού οίνου και προϊόντων λευκού οίνου που προσδιορίστηκαν με HS-SPME-GCxGC-TOF-MS

Με τη χρήση δισδιάστατης αέριας χρωματογραφίας GCxGC-TOF-MS, προσδιορίστηκαν σημαντικές ενώσεις του οίνου Ντεμπίνα, όπως παρουσιάζονται στον Πίνακα 35. Η cis-γερανιόλη, που απαντάται φυσικά στο κρασί, είναι άχρωμο, ελαιώδες μονοτερπένιο, το οποίο χαρακτηρίζεται από γλυκό άρωμα που θυμίζει τριαντάφυλλο και λεμόνι. Ανιχνεύεται κυρίως σε νεαρούς οίνους, όπου συμβάλλει στο αρωματικό τους προφίλ και ενισχύει τη φρεσκάδα (163).

Η γλυκερόλη, αν και δεν αποτελεί ένωση αρώματος στον οίνο, ανιχνεύθηκε σε σχετικά υψηλές συγκεντρώσεις, γεγονός που συνάδει με τον ρόλο της ως κύριου προϊόντος της αλκοολικής ζύμωσης (164). Η παρουσία της σχετίζεται κυρίως με τη διαμόρφωση της αίσθησης στο στόμα, συμβάλλοντας στην αντίληψη της απαλότητας και της ισορροπίας.

Μεταξύ των ταυτοποιημένων πτητικών ενώσεων, ο ισουβουτυλεστέρας του 2,2,4-τριμεθυλο-3-καρβοξυϊσοπροπυλο-πεντανικού οξέος, συσχετίζεται με οσμή μούχλας υποδηλώνοντας πιθανή συμβολή σε λιγότερο επιθυμητά αρωματικά χαρακτηριστικά. Ο λαυρικός ισοαμυλεστέρας παρουσίασε πολύ χαμηλή ένταση οσμής και θεωρείται ότι έχει αμελητέα επίδραση στο συνολικό αρωματικό προφίλ. Ο κινναμωμικός αιθυλεστέρας αναγνωρίστηκε ως σημαντική ένωση αρώματος, προσδίδοντας γλυκές, βαλσαμικές και φρουτώδεις νότες και ενισχύοντας την αρωματική πολυπλοκότητα.

Η 1,2-κυκλοπεντανεδιόνη συσχετίστηκε με αρωματικά χαρακτηριστικά τύπου καραμέλας, καβουρδισμένων και ξηρών καρπών, υποδηλώνοντας συμβολή σε γλυκά και ώριμα αρώματα. Η 2,5-φουρανοδικαρβοξαλδεΰδη συνέβαλε σε καβουρδισμένες και γήινες νότες, ενισχύοντας την ανάπτυξη πιο σύνθετων αρωματικών προφίλ.

Η ένωση 1,4-διμεθοξυ-2-μεθυλοβενζόλιο έχει αναφερθεί ως φυσικό συστατικό σε μύκητες και ενδέχεται να σχετίζεται με διακριτικές γήινες νότες. Η 1-αιθυλο-3,5-διμεθυλοβενζόλιο παρουσίασε ήπιο γλυκό αρωματικό χαρακτήρα, συμβάλλοντας οριακά στη συνολική αρωματική πολυπλοκότητα.

Τέλος, το θεασπιράνιο αναγνωρίστηκε ως σημαντικός συντελεστής του αρώματος, προσδίδοντας ξυλώδεις, βοτανικές και νότες τύπου τσαγιού, ενισχύοντας το βάθος και την πολυπλοκότητα του αρωματικού προφίλ.

Πίνακας 35. Πτητικές ενώσεις των οίνων Α και Β, την πρώτη ημέρα από την εκχύλιση.

Αλκοόλες				
RT	MP	Όνομα	C-A	C-B
9,24941	2,868	1-προπανόλη	0,114 ± 0,022	0,212 ± 0,017
9,24941	3,577	2,5,5-τριμεθυλοεξ-3-υν-2-όλη	0,27 ± 0,06	3,19 ± 0,25
10,916	2,894	2-μεθυλο-1-προπανόλη	2,2 ± 1,7	0,047 ± 0,009
13,0825	3,009	2-μεθυλο-3-πεντανόλη	0,071 ± 0,012	12,32 ± 0,11
14,7491	2,951	2-μεθυλο-1-βουτανόλη	4,38 ± 0,17	47 ± 15
14,9157	3,002	3-μεθυλο-1-βουτανόλη	11,9 ± 1,4	2,291 ± 0,005
15,3324	2,992	2-εξανόλη	4,1 ± 0,8	0,266 ± 0,003
15,8323	3,052	5-μεθυλο-3-εξανόλη	0,48 ± 0,08	0,88 ± 0,07
18,4988	2,977	4-μεθυλο-1-πεντανόλη	0,54 ± 0,09	0,11 ± 0,004
18,6655	3,054	2-επτανόλη	0,09 ± 0,012	1,36 ± 0,1
18,9988	2,972	3-μεθυλο-1-πεντανόλη	1,33 ± 0,22	0,038 ± 0,006
19,4988	3,093	1-βουτοξυ-2-προπανόλη	0,064 ± 0,021	11,9 ± 0,7
19,8321	3,014	1-εξανόλη	7 ± 9	0,033 ± 0,008
20,2487	2,957	εξ-3-εν-1-όλη	0,74 ± 0,08	0,062 ± 0,008
21,1653	3,123	3-οκτανόλη	0,022 ± 0,008	0,296 ± 0,013
23,0819	3,043	οκτ-1-εν-3-όλη	0,24 ± 0,04	0,28 ± 0,04
23,1652	3,207	1-επτανόλη	0,37 ± 0,03	2,9 ± 0,5
24,3318	3,072	2-αιθυλο-1-εξανόλη	1,39 ± 1,23	0,146 ± 0,015
24,9151	3,058	2-εννανόλη	0,116 ± 0,013	0,56 ± 0,13
25,1651	3,162	1-οκτανόλη	0,45 ± 0,03	1,5 ± 0,13
26,415	3,071	2,3-βουτανοδιόλη	3,66 ± 0,26	0,088 ± 0,003
26,9983	2,848	1-εννανόλη	0,061 ± 0,012	0,025 ± 0,004
29,6648	2,842	α-τερπινεόλη	0,06 ± 0,013	0,141 ± 0,037
30,8314	3,099	1-δεκανόλη	0,082 ± 0,014	0,055 ± 0,005
31,0813	3,424	2-ενδεκανόλη	0,062 ± 0,007	0,067 ± 0,015
32,4146	3,272	βενζυλική αλκοόλη	0,05 ± 0,012	0,067 ± 0,015
35,9977	3,979	1,4-βουτανοδιόλη	0,28 ± 0,04	0,244 ± 0,04
36,6643	2,853	φαινόλη	0,22 ± 0,03	0,42 ± 0,08
37,7476	3,233	1-δωδεκανόλη	0,2 ± 0,03	0,029 ± 0,003
47,1636	3,38	1-εξαδεκανόλη	0,012 ± 0,006	2,91 ± 0,17
Σύνολικά			**41 ± 15**	**90 ± 18**
Εστέρες				
RT	MP	Όνομα	C-A	C-B
5,6663	2,964	οξικός αιθυλεστέρας	6,3 ± 1,9	23,3 ± 0,5
7,33286	3,906	2-μεθυλοπροπιονικός αιθυλεστέρας	1,75 ± 0,09	1,75 ± 0,09
9,24941	3,932	βουτυρικός αιθυλεστέρας	29,5 ± 1,2	29,5 ± 1,2

9,74938	4,048	2-μεθυλοβουτυρικός αιθυλεστέρας	1,39 ± 0,18	1,39 ± 0,18
10,2493	4,002	3-μεθυλοβουτυρικός αιθυλεστέρας	1,86 ± 0,28	1,86 ± 0,28
10,416	3,427	3-μεθυλοβουτυρικός ισοπροπυλεστέρας	0,413 ± 0,024	0,179 ± 0,007
11,4159	3,42	οξικός 4-μεθυλο-2-πεντυλεστέρας	0,17 ± 0,022	0,114 ± 0,014
11,9992	3,26	οξικός 3-μεθυλοβουτυλεστέρας	5,5 ± 0,4	19,9 ± 1,1
12,5825	3,317	πεντανοϊκός αιθυλεστέρας	0,12 ± 0,03	0,19 ± 0,03
13,9991	3,204	ακρυλικός βουτυλεστέρας	1,32 ± 0,22	0,118 ± 0,023
14,2491	4,007	εξανοϊκός μεθυλεστέρας	1,49 ± 0,15	1,49 ± 0,15
15,3324	3,442	βουτυρικός βουτυλεστέρας	0,18 ± 0,03	0,008 ± 0,014
15,5823	3,206	μυρμηκικός εξυλεστέρας	0,024 ± 0,003	0,024 ± 0,003
15,9156	3,399	εξανοϊκός αιθυλεστέρας	15 ± 3	49,5 ± 0,8
16,9156	4,262	βουτυρικός 3-μεθυλοβουτυλεστέρας	0,46 ± 0,03	0,46 ± 0,03
17,2489	3,355	οξικός εξυλεστέρας	1,31 ± 0,09	9,3 ± 0,6
17,2489	2,941	πυροσταφυλικός αιθυλεστέρας	5,04 ± 1,2	0,84 ± 0,06
17,9988	3,85	3-μεθυλοβουτυρικός 3-μεθυλοβουτυλεστέρας	0,023 ± 0,01	0,036 ± 0,003
19,3321	3,467	επτανοϊκός αιθυλεστέρας	0,88 ± 0,12	1,6 ± 0,16
19,7487	3,303	2-εξενοϊκός αιθυλεστέρας	1,06 ± 0,19	0,83 ± 0,09
21,1653	3,421	οκτανοϊκός μεθυλεστέρας	0,54 ± 0,04	5,8 ± 0,6
22,4152	3,044	2-υδροξυ-3-μεθυλοβουτυρικός αιθυλεστέρας	0,044 ± 0,015	0,032 ± 0,007
22,5819	3,54	οκτανοϊκός αιθυλεστέρας	42,8 ± 1,1	103 ± 7
24,4984	3,471	εννεανοϊκός μεθυλεστέρας	0,012 ± 0,004	0,049 ± 0,011
25,0817	3,167	2,4-εξαδιενοϊκός αιθυλεστέρας	0,016 ± 0,004	0,118 ± 0,011
25,8317	4,308	εννεανοϊκός αιθυλεστέρας	7,4 ± 0,3	7,4 ± 0,3
26,0817	3,064	2-υδροξυ-4-μεθυλοπεντανοϊκός αιθυλεστέρας	0,44 ± 0,06	0,38 ± 0,08
26,3316	3,75	οκτανοϊκός ισοβουτυλεστέρας	0,033 ± 0,014	0,8 ± 0,15
26,7483	3,376	οξικός tert-βουτυλοκυκλοεξυλεστέρας	0,01 ± 0,003	0,01 ± 0,003
26,9149	3,063	γαλακτικός ισοαμυλεστέρας	0,172 ± 0,028	0,112 ± 0,011
27,6649	3,518	δεκανοϊκός μεθυλεστέρας	0,218 ± 0,016	1,66 ± 0,04
28,5815	3,007	2-φουρανοκαρβοξυλικός αιθυλεστέρας	0,64 ± 0,04	0,7 ± 0,05
28,9148	3,654	δεκανοϊκός αιθυλεστέρας	15,2 ± 1,4	50,4 ± 2,9
29,4981	2,889	βουτυρολακτόνη	0,22 ± 0,012	0,48 ± 0,09
31,6646	3,058	οξικός βενζυλεστέρας	0,03 ± 0,013	0,036 ± 0,015
31,8313	4,42	ενδεκανοϊκός αιθυλεστέρας	0,156 ± 0,013	0,156 ± 0,013
32,1646	4,021	δεκανοϊκός ισοβουτυλεστέρας	0,01 ± 0,003	0,092 ± 0,01
32,3313	3,823	εννεανοϊκός 3-μεθυλοβουτυλεστέρας	0,0134 ± 0,0008	0,061 ± 0,004
33,248	3,107	φαινυλοξικός αιθυλεστέρας	0,3 ± 0,05	0,841 ± 0,096
33,3312	3,035	μυρμηκικός 2-φαινυλαιθυλεστέρας	0,094 ± 0,022	0,087 ± 0,003
38,831	3,191	4-φαινυλοβουτυρικός αιθυλεστέρας	0,025 ± 0,009	0,056 ± 0,005
34,0812	3,097	οξικός 2-φαινυλαιθυλεστέρας	4,9 ± 0,8	6,5 ± 0,5
34,5811	3,73	δωδεκανοϊκός αιθυλεστέρας	0,4 ± 0,12	6,9 ± 0,7
35,0811	3,868	πενταδεκανοϊκός 3-μεθυλοβουτυλεστέρας	0,37 ± 0,06	1,36 ± 0,09
36,1644	3,233	3-μεθυλοβουτυλικός αιθυλεστέρας του βουτανοδιοϊκού οξέος	0,12 ± 0,03	0,49 ± 0,09
36,331	3,95	τριδεκανοϊκός αιθυλεστέρας	0,022 ± 0,007	0,094 ± 0,005

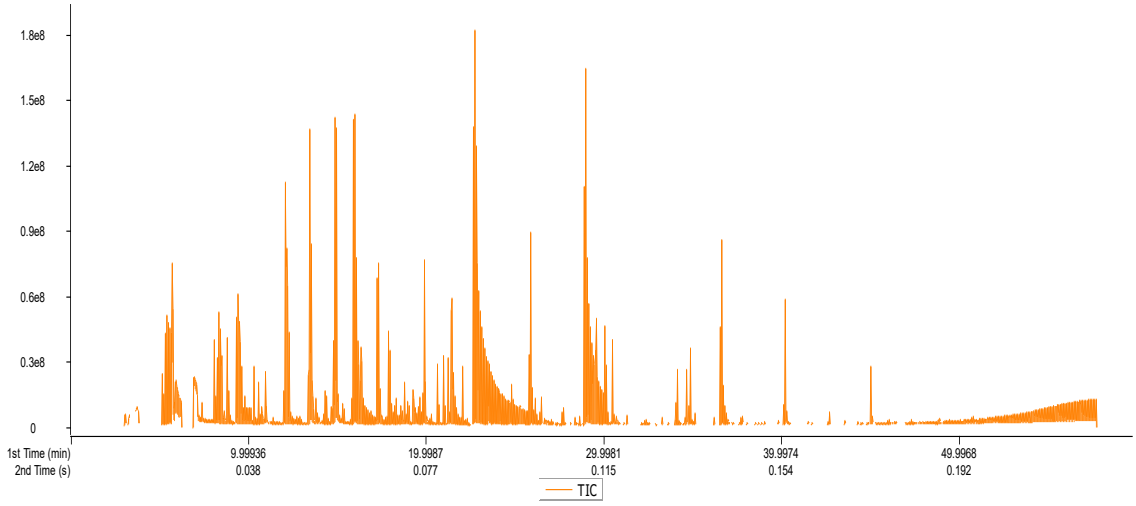
39,7475	2,662	διαιθυλικός εστέρας του υδροξυβουτανοδιοϊκού οξέος	0,093 ± 0,017	0,093 ± 0,017
42,164	4,552	πενταδεκανοϊκός αιθυλεστέρας	0,078 ± 0,007	0,078 ± 0,007
44,4972	4,581	εξαδεκανοϊκός αιθυλεστέρας	0,221 ± 0,026	0,221 ± 0,026
Συνολικά			**133 ± 12**	**329 ± 18**
Καρβονυλικές ενώσεις				
RT	MP	Όνομα	C-A	C-B
8,58278	3,069	μεθυλοϊσοβουτυλοκετόνη	0,23 ± 0,05	0,181 ± 0,022
9,91603	3,534	4,6-διμεθυλοεπτα-5-εν-2-όνη	0,192 ± 0,02	0,129 ± 0,016
10,4993	3,221	5-μεθυλο-3-εξανόνη	5,9 ± 0,7	3,54 ± 0,17
10,7493	3,111	εξανάλη	0,51 ± 0,08	0,212 ± 0,017
10,8326	3,1	2-εξανόνη	0,34 ± 0,05	0,16 ± 0,04
11,4993	3,777	αιθυλοϊσοαμυλοακετάλη της ακεταλδεΰδης	0,0541 ± 0,0012	0,037 ± 0,003
11,9159	3,192	4-μεθυλο-2-εξανόνη	5,4 ± 1,3	2,43 ± 0,05
12,4992	3,056	4-μεθυλοπεντ-3-εν-2-όνη	0,7 ± 0,3	0,42 ± 0,04
13,0825	3,391	2-μεθυλο-4-επτανόνη	0,145 ± 0,025	0,023 ± 0,003
13,8324	3,456	2,6-διμεθυλο-4-επτανόνη	4,4 ± 1,2	2,22 ± 0,19
14,1658	3,371	2-επτανόνη	0,09 ± 0,03	0,332 ± 0,028
14,3324	3,218	επτανάλη	0,29 ± 0,03	0,258 ± 0,024
17,8322	3,3	οκτανάλη	0,69 ± 0,09	0,76 ± 0,04
17,9988	3,088	κυκλοεξανόνη	0,022 ± 0,007	0,011 ± 0,003
18,8321	3,355	2,2,6-τριμεθυλοκυκλοεξανόνη	0,011 ± 0,003	0,019 ± 0,003
19,4154	4,008	δεκα-5,6-διόνη	0,052 ± 0,004	0,03 ± 0,006
19,4988	3,177	6-μεθυλοεπτα-5-εν-2-όνη	0,64 ± 0,09	0,62 ± 0,17
21,1653	3,335	2-εννανόνη	0,22 ± 0,04	0,243 ± 0,026
21,4153	3,367	εννανάλη	1,67 ± 0,18	1,56 ± 0,23
23,7485	2,895	φουρφουράλη	0,38 ± 0,04	0,653 ± 0,026
24,7484	3,419	δεκανάλη	0,27 ± 0,012	0,377 ± 0,023
25,7484	2,977	βενζαλδεΰδη	0,57 ± 0,06	1,4 ± 0,3
27,9982	3,459	ενδεκανάλη	0,024 ± 0,007	0,024 ± 0,008
28,7482	3,034	m-τολουαλδεΰδη	0,042 ± 0,005	0,054 ± 0,008
29,4981	3,03	o-τολουαλδεΰδη	0,042 ± 0,011	0,059 ± 0,003
31,0813	3,498	δωδεκανάλη	0,033 ± 0,013	0,053 ± 0,009
31,248	3,077	4-αιθυλοβενζαλδεΰδη	0,071 ± 0,007	0,09 ± 0,013
33,0812	3,056	2-μεθυλοακετοφαινόνη	0,023 ± 0,011	0,018 ± 0,003
35,4977	3,017	κινναμαλδεΰδη	0,082 ± 0,009	0,109 ± 0,006
36,748	3,761	τετραδεκανάλη	0,083 ± 0,006	0,009 ± 0,003
37,7476	3,042	4-φαινυλοβουτ-3-εν-2-όνη	0,094 ± 0,026	0,109 ± 0,007
39,1642	3,593	2-πενταδεκανόνη	0,015 ± 0,012	0,0074 ± 0,0008
44,4972	3,138	2',4'-διμεθυλοακετοφαινόνη	0,082 ± 0,011	0,09 ± 0,015
Συνολικά			**23,4 ± 4,4**	**16.2 ± 1.5**
Καρβοξυλικά οξέα				
RT	MP	Όνομα	C-A	C-B
34,8311	2,905	εξανοϊκό οξύ	3,9 ± 0,5	6,8 ± 0,7
37,5809	2,9	επτανοϊκό οξύ	0,18 ± 0,03	0,072 ± 0,004

40,1641	2,945	οκτανοϊκό οξύ	3,9 ± 0,6	7 ± 1,6
42,6639	2,953	εννεανοϊκό οξύ	0,277 ± 0,005	0,234 ± 0,009
44,9971	2,967	δεκανοϊκό οξύ	1,13 ± 0,17	2,26 ± 0,22
48,8302	2,858	βενζοϊκό οξύ	0,44 ± 0,05	0,38 ± 0,06
49,4968	3,002	δωδεκανοϊκό οξύ	0,074 ± 0,021	0,16 ± 0,04
53,5799	3,046	τετραδεκανοϊκό οξύ	0,252 ± 0,018	0,221 ± 0,023
57,663	3,176	εξαδεκανοϊκό οξύ	0,46 ± 0,09	0,46 ± 0,05
Συνολικά			**10,6 ± 1,5**	**17.6 ± 2.7**
Ενώσεις Θείου				
RT	MP	Όνομα	C-A	C-B
31,248	2,909	3-(μεθυλοθειο)-1-προπανόλη	0,46 ± 0,03	0,467 ± 0,109
Συνολικά			**0,46 ± 0,03**	**0.467 ± 0.109**
Τερπένια				
RT	MP	Όνομα	C-A	C-B
8,9161	3,807	β-θουγένιο	0,172 ± 0,011	0,021 ± 0,004
8,99942	4,042	α-πινένιο	1,91 ± 0,12	4,5 ± 1,1
9,99936	3,805	καμφένιο	0,061 ± 0,012	0,112 ± 0,007
11,9992	3,581	2,4(10)-θουαδιένιο	0,044 ± 0,012	0,048 ± 0,011
12,8325	3,231	p-ξυλένιο	0,54 ± 0,03	0,71 ± 0,08
12,9992	3,851	3-καρένιο	0,21 ± 0,03	0,186 ± 0,003
13,4991	3,701	α-φαιλλανδρένιο	0,13 ± 0,04	0,39 ± 0,08
13,4991	3,605	β-μυρκένιο	0,172 ± 0,013	2,9 ± 0,4
14,666	3,728	D-λιμονένιο	2,6 ± 1,1	1,5 ± 0,4
14,9157	3,762	ευκαλυπτόλη	0,023 ± 0,011	0,011 ± 0,005
14,999	3,694	σαβινένιο	0,013 ± 0,003	0,176 ± 0,022
16,249	3,675	γ-τερπινένιο	3,33 ± 0,29	3,6 ± 0,3
16,4989	3,59	cis-β-οκιμένιο	0,025 ± 0,003	0,063 ± 0,004
20,6653	3,48	νεο-αλλο-οκιμένιο	0,014 ± 0,003	0,014 ± 0,006
20,9153	3,198	p-κυμένιο	6,1 ± 0,7	22 ± 3
24,5818	3,258	α-καμφολενάλη	0,027 ± 0,015	0,0072 ± 0,0007
25,1651	3,626	α-τερπινένιο	0,02 ± 0,012	0,065 ± 0,009
26,0817	3,123	λιναλοόλη	0,28 ± 0,05	0,61 ± 0,14
27,9149	3,21	τερπινεν-4-όλη	0,013 ± 0,01	0,022 ± 0,005
28,0815	3,072	trans-γ-καρυοφυλλένιο	0,021 ± 0,008	0,106 ± 0,032
35,9977	3,979	κεδρόλη	0,018 ± 0,015	0,017 ± 0,003
50,2468	3,121	στιλβένιο	0,013 ± 0,0022	0,023 ± 0,009
Συνολικά			**15,5 ± 2,4**	**37 ± 6**
Άλλες πτητικές ενώσεις				
RT	MP	Όνομα	C-A	C-B
5,58298	2,997	τετραϋδροφουράνιο	0,26 ± 0,09	0,238 ± 0,005
5,58298	3,702	2,4-διμεθυλο-1-επτένιο	0,032 ± 0,02	0,138 ± 0,012
7,16621	3,798	1-εννένιο	0,033 ± 0,01	0,02 ± 0,012
7,41619	3,418	1,3-οκταδιένιο	0,024 ± 0,011	0,0082 ± 0,0012
12,3325	3,208	αιθυλοβενζόλιο	0,62 ± 0,21	0,35 ± 0,08

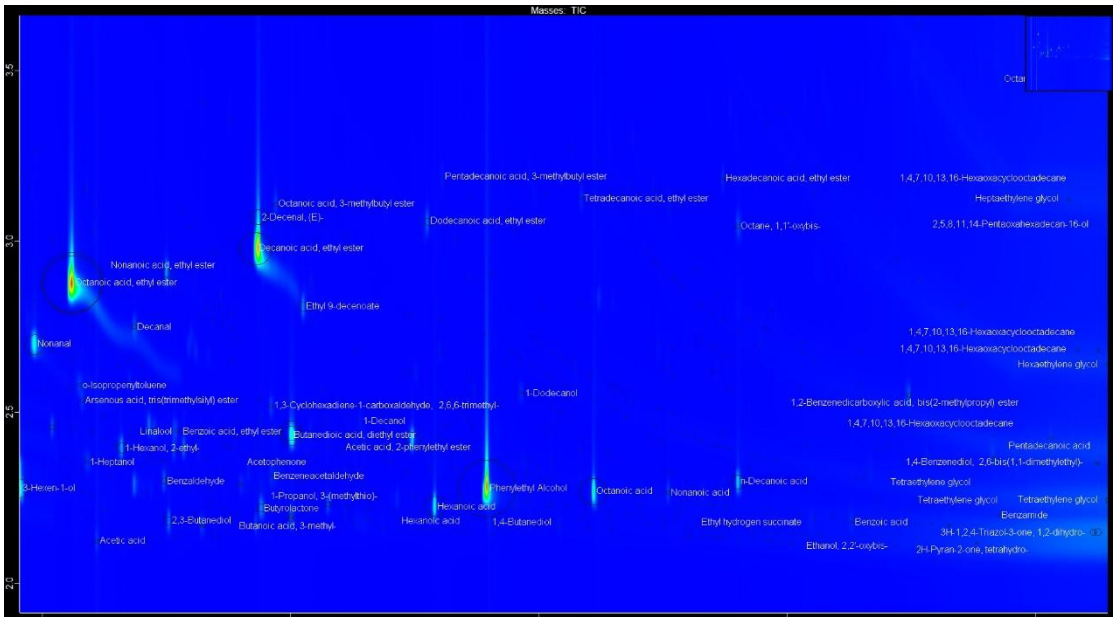
13,9158	3,305	ισοπροπυλοβενζόλιο	0,082 ± 0,025	0,021 ± 0,006
15,1657	3,346	προπυλοβενζόλιο	0,09 ± 0,021	0,11 ± 0,009
15,6657	3,312	1-αιθυλο-3-μεθυλοβενζόλιο	0,454 ± 0,015	0,404 ± 0,047
16,3323	3,323	1,2,3-τριμεθυλοβενζόλιο	9,9 ± 0,6	0,11 ± 0,03
16,8323	2,423	βενζοκυκλοβουτάνιο	1,8 ± 0,4	1,91 ± 0,06
16,9989	3,637	2-βουτυλοτετραϋδροφουράνιο	0,224 ± 0,1022	0,479 ± 0,024
18,7488	3,597	n-βουτυλοβενζόλιο	0,015 ± 0,003	0,031 ± 0,006
20,082	3,414	2-αιθυλο-1,4-διμεθυλοβενζόλιο	0,052 ± 0,014	0,021 ± 0,007
20,332	3,183	αλλυλοβενζόλιο	0,2 ± 0,03	0,218 ± 0,027
20,332	3,391	1-αιθυλο-2,4-διμεθυλοβενζόλιο	0,024 ± 0,018	0,024 ± 0,007
20,582	3,027	1,3-οξαθειάνιο	0,033 ± 0,011	0,05 ± 0,013
21,4153	0,27	τετραδεκάνιο	0,092 ± 0,01	0,21 ± 0,04
23,2485	3,256	1-αιθενυλο-4-αιθυλοβενζόλιο	0,63 ± 0,12	0,587 ± 0,024
24,8317	3,337	2,3-διυδρο-2,2-διμεθυλοινδένιο	0,024 ± 0,013	0,019 ± 0,005
25,1651	3,038	βενζοφουράνιο	0,061 ± 0,01	0,047 ± 0,009
25,415	3,74	εξυλοβενζόλιο	0,022 ± 0,016	0,044 ± 0,005
27,0816	2,846	2-μεθυλοπροπιονικό οξύ	0,49 ± 0,06	0,392 ± 0,022
27,6649	0,165	επταδεκάνιο	0,032 ± 0,014	0,075 ± 0,003
27,9149	3,069	2,3-διυδροβενζοφουράνιο	0,0104 ± 0,0011	0,055 ± 0,006
28,2482	2,961	βενζονιτρίλιο	0,188 ± 0,008	0,083 ± 0,006
29,3315	2,99	φαινυλοακεταλδεΰδη	1,23 ± 0,19	1,83 ± 0,23
29,9981	2,868	3-μεθυλοβουτυρικό οξύ	1,24 ± 0,28	0,71 ± 0,1
31,6646	3,838	οκτυλοβενζόλιο	0,018 ± 0,015	0,044 ± 0,004
32,1646	3,536	1,2-διυδρο-1,1,6-τριμεθυλοναφθαλίνιο	0,023 ± 0,012	0,229 ± 0,025
36,4977	3,4	βουτυλιωμένο υδροξυτολουόλιο (BHT)	0,028 ± 0,016	0,018 ± 0,007
41,2474	3,164	4-μεθυλοδιφαινύλιο	0,013 ± 0,008	0,012 ± 0,005
42,6639	3,375	2,6-διισοπροπυλοναφθαλίνιο	0,033 ± 0,005	0,036 ± 0,008
16,1656	4,769	1-δωδεκένιο	0,024 ± 0,006	0,045 ± 0,014
Συνολικά			**18.0 ± 2.3**	**11.4 ± 1.2**

Μλ-Α: Λευκός οίνος μάρτυρας Α, Μλ-Β: Λευκός οίνος μάρτυρας Β.

Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται είναι οι μέσοι όροι των τριών επαναλήψεων με την τυπική απόκλιση, εκφρασμένα σε mg/L, με βάση την πρότυπη ένωση 2-Pentanol, 4-methyl- που προστέθηκε στο δείγμα σε συγκέντρωση 40 mg/L.

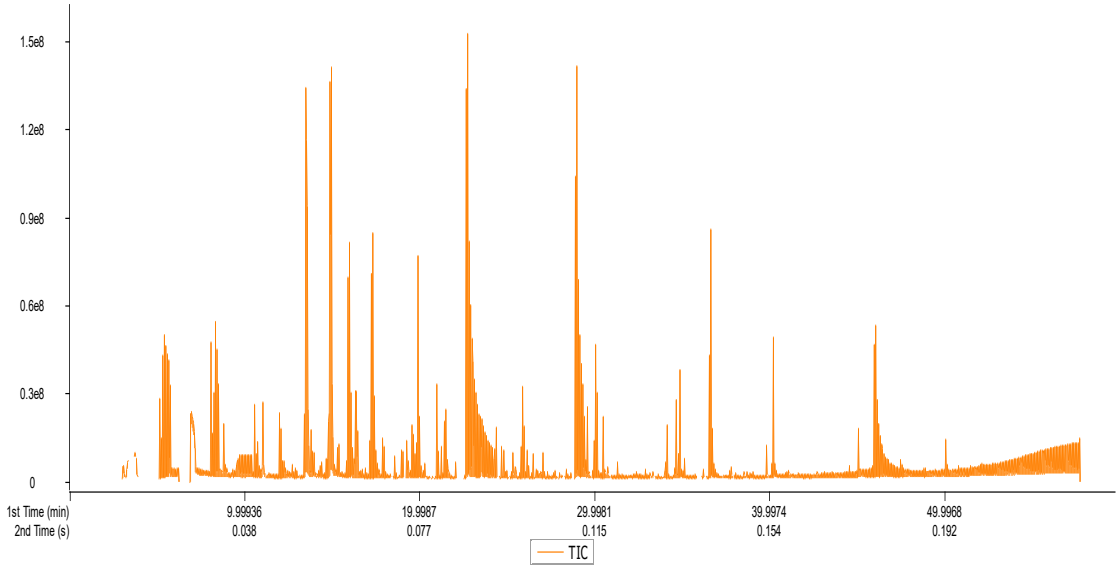


41.α)

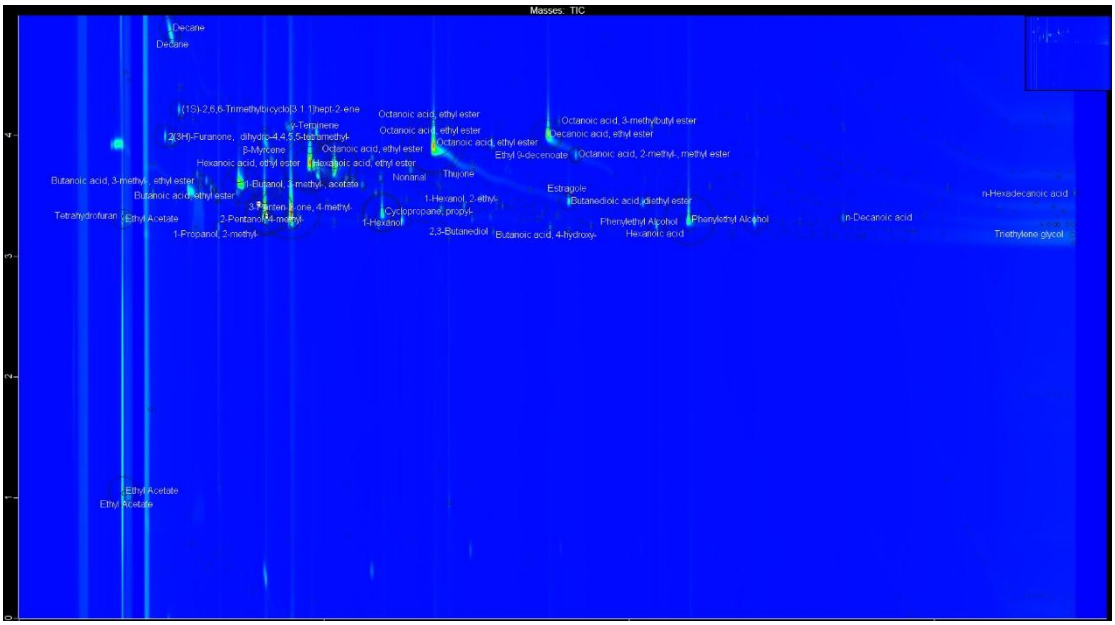


41.β)

Σχήμα 44. α) Χρωματογράφημα GC×GC-TOF-MS προϊόντος λευκού οίνου Α, με σαφράν και μαστίχα «ΚΜ_Α»., β) Δισδιάστατο χρωματογράφημα GC×GC-TOF-MS προϊόντος λευκού οίνου Α, με σαφράν και μαστίχα «ΚΜ_Α».

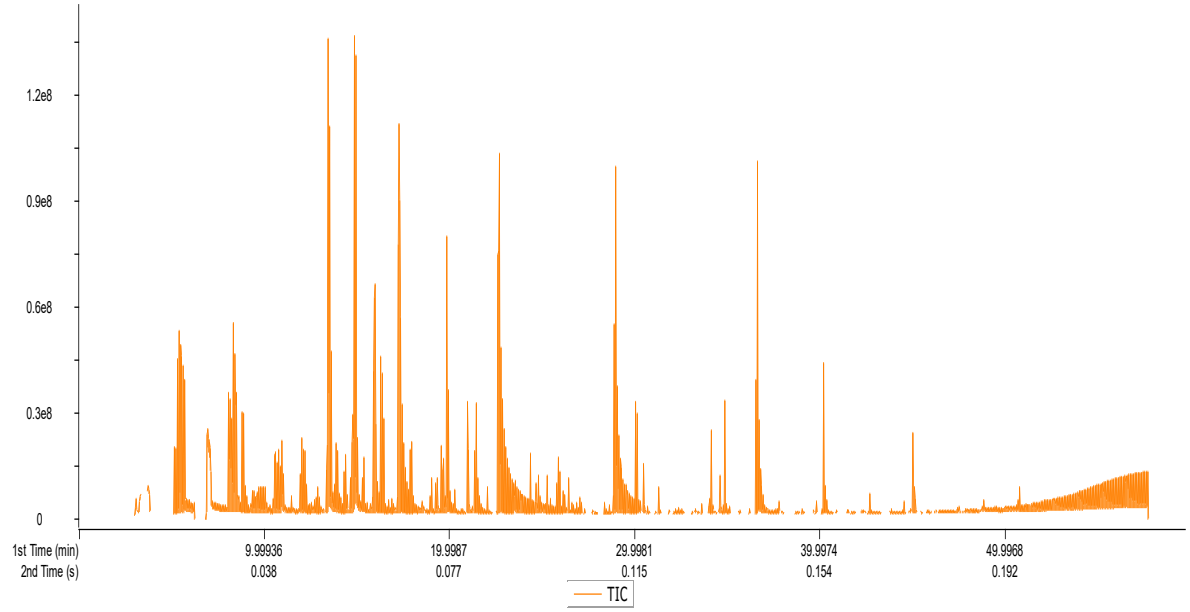


42.α)

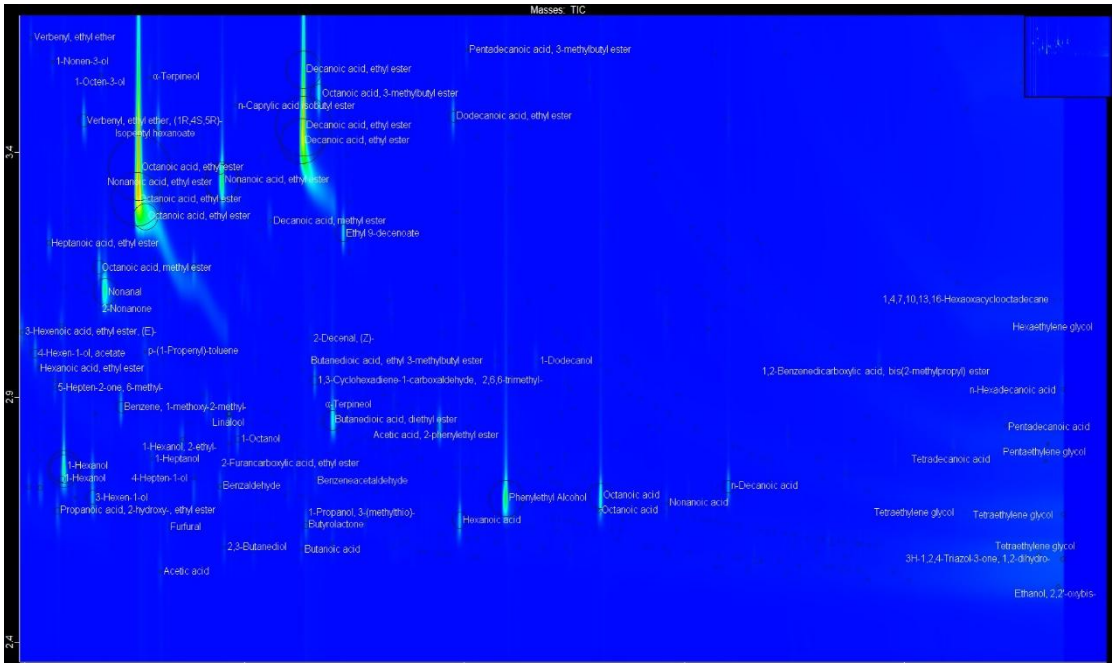


42.β)

Σχήμα 45. α) Χρωματογράφημα GC×GC-TOF-MS προϊόντος λευκού οίνου Α, με τσάι του βουνού «Τ_Α»., β) Δισδιάστατο χρωματογράφημα GC×GC-TOF-MS προϊόντος λευκού οίνου Α, με τσάι του βουνού «Τ_Α».

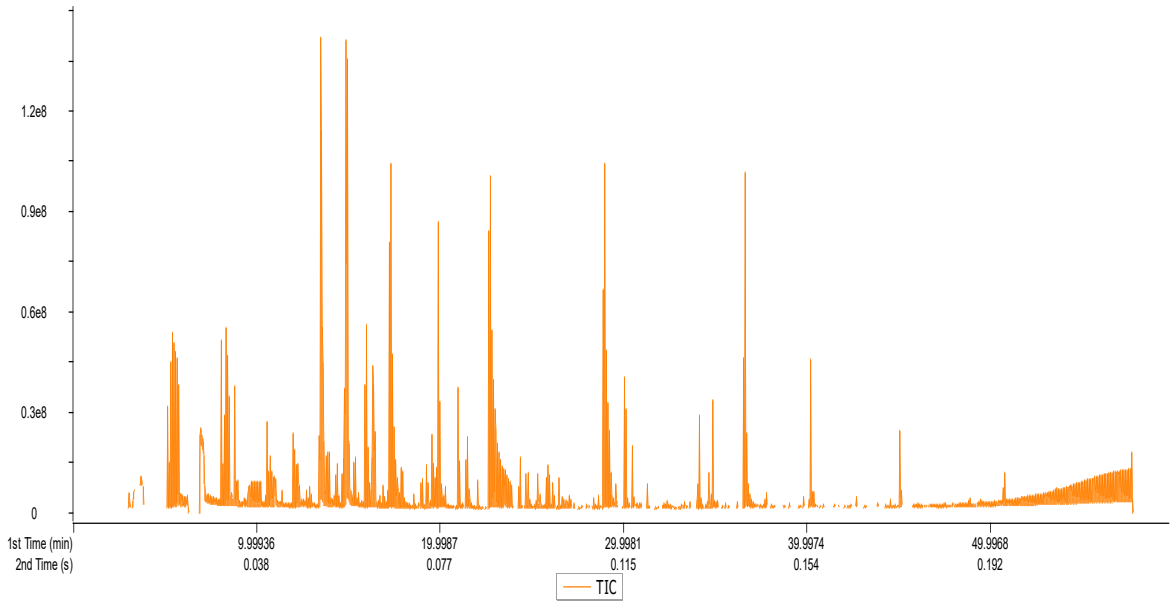


43.α)

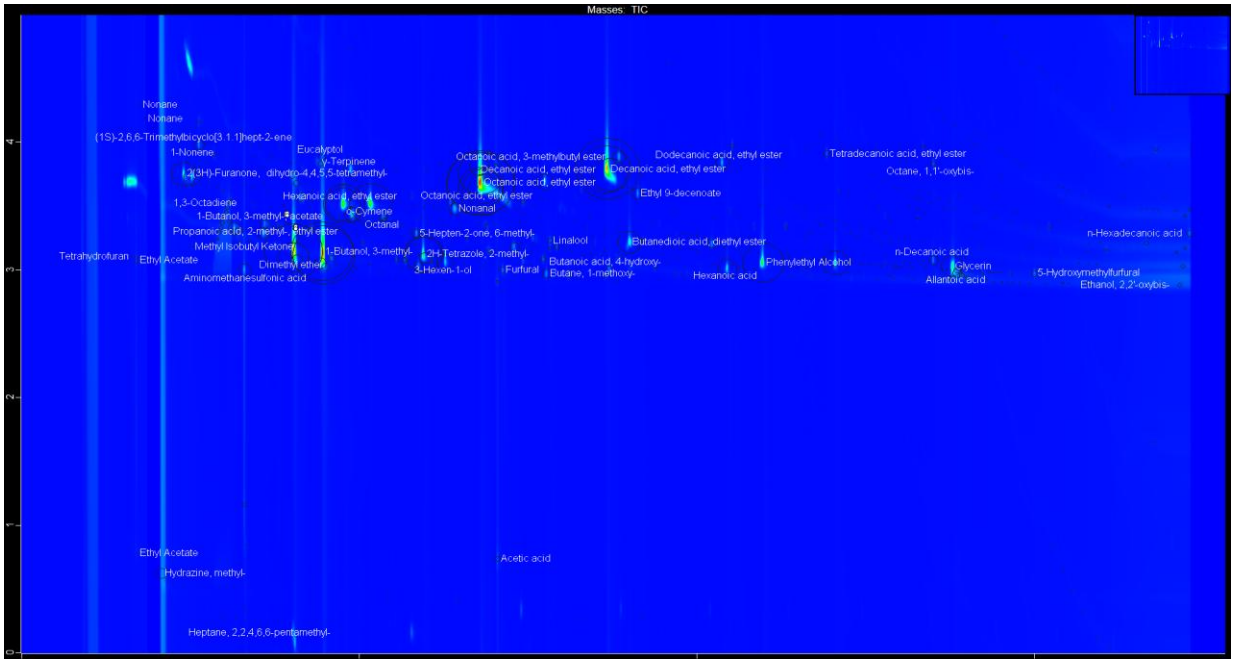


43.β)

Σχήμα 46. α) Χρωματογράφημα GC×GC-TOF-MS προϊόντος λευκού οίνου Β, με κρόκο και μαστίχα «ΚΜ_Β»., β) Δισδιάστατο χρωματογράφημα GC×GC-TOF-MS προϊόντος λευκού οίνου Β, με κρόκο και μαστίχα «ΚΜ_Β».



44.α)



44.β)

Σχήμα 47. α) Χρωματογράφημα GC×GC-TOF-MS προϊόντος λευκού οίνου Β, με τσάι του βουνού «Τ_Β»., β) Δισδιάστατο χρωματογράφημα GC×GC-TOF-MS προϊόντος λευκού οίνου Β, με τσάι του βουνού «Τ_Β».

Οι Πίνακες 48 και 49 παρουσιάζουν τις πτητικές ενώσεις του οίνου και των προϊόντων οίνου Α και Β, αντίστοιχα, κατά την 1η ημέρα συντήρησης. Το πτητικό προφίλ του προϊόντος οίνου εμπλουτισμένου με κρόκο και μαστίχα επηρεάστηκε σημαντικά από την προσθήκη των βοτανικών αυτών υλικών, όπως αποτυπώνεται από την παρουσία και την αυξημένη

συγκέντρωση χαρακτηριστικών τερπενοειδών ενώσεων. Η συμβολή της μαστίχας ήταν εμφανής μέσω της αφθονίας μονοτερπενίων και σεσκιτερπενίων, όπως το α-πινένιο, το β-μυρκένιο, το γ-τερπινένιο, το p-κυμένιο, η ευκαλυπτόλη, η βερμπενόνη και το καρυοφυλλένιο, τα οποία αποτελούν τυπικά συστατικά της μαστίχας (49,165) και συνδέονται με ρητινώδεις, βαλσαμικές και πευκώδεις αρωματικές νότες.

Παράλληλα, ταυτοποιήθηκαν ενώσεις προερχόμενες από τον κρόκο, όπως η σαφρανάλη, η εξανάλη, η επτανάλη, η 3-οκτεν-1-όλη, καθώς και διάφορα τερπένια, όπως το β-μυρκένιο, το γ-τερπινένιο, το p-κυμένιο, η ευκαλυπτόλη, το 3-καρένιο, μαζί με φουρανικά παράγωγα όπως η 2,5-φουραν-δικαρβοξυλ-αλδεΰδη (166,167). Μεταξύ αυτών, η σαφρανάλη θεωρείται η κύρια αρωματικά ενεργή ένωση του κρόκου, υπεύθυνη για το χαρακτηριστικό θερμό και ελαφρώς μεταλλικό άρωμά του. Σχηματίζεται μέσω αποικοδόμησης της πικροκροκίνης κατά την ξήρανση των στιγμάτων του *Crocus sativus* και χρησιμοποιείται ευρέως ως δείκτης ποιότητας και αυθεντικότητας του κρόκου. Η παρουσία του στη μήτρα του οίνου υποδηλώνει όχι μόνο την επιτυχή μεταφορά πτητικών συστατικών του κρόκου, αλλά και τη σημαντική συμβολή του στη συνολική αρωματική πολυπλοκότητα του προϊόντος.

Επιπλέον, η σημαντική αύξηση ενώσεων όπως το β-θουγένιο, το α-πινένιο, το καμφένιο, το β-μυρκένιο, η ευκαλυπτόλη, ισομερή του β-οκιμενίου, το trans-γ-καρυοφυλλένιο, το οξείδιο της cis-λιναλοόλης, το 1,3-οκταδιένιο και η καρβόνη (54,141) αντανακλά την άμεση μεταφορά χαρακτηριστικών φυτοχημικών συστατικών του *Sideritis raeseri* στον οίνο. Οι ενώσεις αυτές συνδέονται συνήθως με φρέσκες, βοτανικές, μενθολικές και ξυλώδεις αρωματικές νότες, μεταβάλλοντας ουσιαστικά το αισθητηριακό προφίλ του οίνου προς έναν πιο σύνθετο, βοτανικό και ρητινώδη χαρακτήρα.

Παρόμοιες μεταβολές παρατηρήθηκαν και στα δύο δείγματα οίνου (οίνος Α και οίνος Β), γεγονός που υποστηρίζει την υπόθεση ότι οι παρατηρούμενες αλλαγές στη σύσταση των πτητικών ενώσεων οφείλονται κυρίως στην ενσωμάτωση ενώσεων προερχόμενων από τα προστιθέμενα βότανα.

Πίνακας 36. Επίδραση του κρόκου–μαστίχας και του τσαγιού του βουνού στις σχετικές συγκεντρώσεις πτητικών ενώσεων στον οίνο Α (ημέρα 1), όπως προσδιορίστηκαν με GC×GC–TOF-MS.

Αλκοόλες					
RT	MP	Όνομα	C-A	CM-A	MT-A
14,9157	3,002	3-μεθυλο-1-βουτανόλη	11,9 ^{a} ± 1,4	24,7 ^{b} ± 2,2	40 ^{c} ± 3
21,1653	3,123	3-οκτανόλη	0,022 ^{b} ± 0,008	0,016 ^{a} ± 0,004	0,092 ^{c} ± 0,009
23,0819	3,043	1-οκτεν-3-όλη	0,24 ^{a} ± 0,04	0,160 ^{a} ± 0,008	1,02 ^{b} ± 0,10
31,0813	3,424	2-ενδεκανόλη	0,062 ^{b} ± 0,007	0,092 ^{c} ± 0,003	0,054 ^{a} ± 0,010
37,7476	3,233	1-δωδεκανόλη	0,20 ^{a} ± 0,03	0,31 ^{b} ± 0,04	0,48 ^{c} ± 0,03

45,9971	3,1	γλυκερόλη	ND	13,4 ^{b} ± 1,4	7,7 ^{a} ± 1,6
Συνολικά			**12,4 ± 1,5**	**39 ± 4**	**49 ± 5**
Εστέρες					
RT	MP	Όνομα	C-A	CM-A	MT-A
7,33286	3,19	2-μεθυλοπροπιονικός αιθυλεστέρας	0,371 ^{a} ± 0,022	1,28 ^{c} ± 0,19	0,67 ^{b} ± 0,04
9,74938	3,347	2-μεθυλοβουτυρικός αιθυλεστέρας	0,341 ^{a} ± 0,022	1,64 ^{b} ± 0,19	1,72 ^{b} ± 0,19
10,2493	3,288	3-μεθυλοβουτυρικός αιθυλεστέρας	0,34 ^{a} ± 0,03	1,88 ^{b} ± 0,17	1,62 ^{b} ± 0,22
14,3324	3,279	εξανοϊκός μεθυλεστέρας	0,344 ^{b} ± 0,018	0,5 ^{c} ± 0,07	0,232 ^{a} ± 0,008
25,8317	3,588	εννεανοϊκός αιθυλεστέρας	1,72 ^{a} ± 0,17	2,14 ^{b} ± 0,17	2,07 ^{b} ± 0,14
26,7483	3,584	οξικός tert-βουτυλοκυκλοεξυλεστέρας	0,012 ^{a} ± 0,003	0,166 ^{b} ± 0,009	0,032 ^{a} ± 0,008
35,4977	3,69	ισοβουτυλεστέρας του 2,2,4-τριμεθυλο-3-καρβοξυϊσοπεντανοϊκού οξέος	ND	0,47 ± 0,14	ND
39,4141	4,133	ισοπροπυλικός μυριστικός εστέρας	ND	0,014 ^{a} ± 0,003	0,0135 ^{a} ± 0,0009
39,7475	2,973	διαιθυλικός εστέρας του υδροξυβουτανοδιοϊκού οξέος	0,021 ^{a} ± 0,008	0,042 ^{b} ± 0,008	0,051 ^{c} ± 0,012
40,1641	4,274	ισοαμυλικός λαυρικός εστέρας	ND	0,032 ± 0,008	ND
41,414	4,01	πενταδεκανοϊκός αιθυλεστέρας	0,022 ^{a} ± 0,009	0,144 ^{c} ± 0,022	0,052 ^{b} ± 0,015
41,9973	3,287	κινναμικός αιθυλεστέρας	ND	0,025 ^{b} ± 0,012	0,013 ^{a} ± 0,009
44,4972	3,859	εξαδεκανοϊκός αιθυλεστέρας	0,151 ^{a} ± 0,005	0,191 ^{b} ± 0,014	0,144 ^{a} ± 0,020
45,3304	3,36	2-υδροξυ-3-φαινυλοπροπανοϊκός αιθυλεστέρας	ND	0,027 ^{b} ± 0,015	0,015 ^{a} ± 0,005
45,9137	3,09	γαλακτικός μεθυλεστέρας	ND	ND	7,4 ± 0,6
Συνολικά			**3,32 ± 0,29**	**8,6 ± 1,0**	**14,0 0 1,3**
Καρβονυλικές Ενώσεις					
RT	MP	Όνομα	C-A	CM-A	MT-A
10,7493	3,111	εξανάλη	0,51 ^{a} ± 0,08	2,6 ^{c} ± 0,6	1,51 ^{b} ± 0,17
10,8326	3,1	2-εξανόνη	0,34 ^{b} ± 0,05	0,45 ^{c} ± 0,04	0,15 ^{a} ± 0,04
14,1658	3,371	2-επτανόνη	0,09 ^{a} ± 0,03	0,33 ^{b} ± 0,06	0,31 ^{b} ± 0,06
14,3324	3,218	επτανάλη	0,29 ^{a} ± 0,03	0,61 ^{b} ± 0,13	0,67 ^{b} ± 0,15
16,0823	3,271	6-μεθυλο-2-επτανόνη	ND	0,072 ^{b} ± 0,011	0,052 ^{a} ± 0,008
17,8322	3,3	οκτανάλη	0,69 ^{a} ± 0,09	0,78 ^{a} ± 0,14	1,05 ^{b} ± 0,03
19,4988	3,177	6-μεθυλοεπτα-5-εν-2-όνη	0,64 ^{a} ± 0,09	0,87 ^{b} ± 0,11	1,43 ^{c} ± 0,07
28,7482	3,034	m-τολουαλδεΰδη	0,042 ^{a} ± 0,005	0,102 ^{b} ± 0,005	0,05 ^{a} ± 0,01
29,4981	3,03	o-τολουαλδεΰδη	0,042 ^{a} ± 0,011	0,061 ^{b} ± 0,012	0,055 ^{ab} ± 0,012
32,4979	3,23	p-μεθυλοακετοφαινόνη	ND	0,013 ± 0,010	ND
32,8312	3,051	1,2-κυκλοπεντανοδιόνη	ND	0,04 ± 0,01	ND
38,4975	3,072	2,5-φουρανοδικαρβαλδεΰδη	ND	0,021 ^{a} ± 0,003	0,151 ^{b} ± 0,012
38,6642	3,094	λεβογλουκοζενόνη	ND	0,024 ± 0,011	ND
Συνολικά			**2,6 ± 0,4**	**6,0 ± 1,1**	**5,4 ± 0,6**
Τερπένια					
RT	MP	Όνομα	C-A	CM-A	MT-A
8,74944	3,815	χασισένιο	ND	0,081 ± 0,015	ND
8,9161	3,807	β-θουγένιο	0,172 ^{a} ± 0,011	2,18 ^{c} ± 0,29	1,32 ^{b} ± 0,15

8,99942	4,042	α-πινένιο	1,91 [a] ± 0,12	4,79 [c] ± 0,33	2,8 [b] ± 0,17
9,99936	3,805	καμφένιο	0,061 [a] ± 0,012	0,13 [b] ± 0,03	0,14 [b] ± 0,03
11,9992	3,581	2,4(10)-θουαδιένιο	0,044 [a] ± 0,012	0,23 [b] ± 0,03	0,27 [b] ± 0,05
12,8325	3,231	p-ξυλένιο	0,54 [a] ± 0,03	1,02 [b] ± 0,15	1,31 [c] ± 0,17
12,9992	3,851	3-καρένιο	0,21 [a] ± 0,03	0,29 [b] ± 0,04	0,160 [a] ± 0,021
13,4991	3,701	α-φαιλλανδρένιο	0,13 [a] ± 0,04	0,49 [b] ± 0,05	0,54 [b] ± 0,07
13,4991	3,605	β-μυρκένιο	0,172 [a] ± 0,013	9,5 [c] ± 0,5	4,6 [b] ± 0,8
14,9157	3,762	ευκαλυπτόλη	0,023 [a] ± 0,011	0,117 [b] ± 0,013	0,190 [c] ± 0,011
15,8323	3,408	trans-β-οκιμένιο	ND	ND	0,025 ± 0,004
16,249	3,675	γ-τερπινένιο	3,33 [a] ± 0,29	8,75 [c] ± 0,28	4,9 [b] ± 0,7
16,4989	3,59	cis-β-οκιμένιο	0,025 [a] ± 0,003	0,141 [c] ± 0,014	0,052 [b] ± 0,011
20,6653	3,48	νεο-αλλο-οκιμένιο	0,014 [a] ± 0,003	0,031 [b] ± 0,005	0,031 [b] ± 0,005
20,9153	3,198	p-κυμένιο	6,1 [a] ± 0,7	20 [c] ± 4	13,03 [b] ± 0,15
23,9151	3,437	1,3,8-p-μενθατριένιο	ND	0,052 [b] ± 0,011	0,021 [a] ± 0,007
23,9985	3,848	cis-γερανιόλη	ND	0,022 ± 0,010	ND
25,1651	3,626	α-τερπινένιο	0,020 [a] ± 0,012	0,056 [b] ± 0,007	0,073 [b] ± 0,021
25,5817	2,785	2-βορνένιο	ND	0,018 ± 0,005	ND
27,0816	3,582	πινοκαρβόνη	ND	0,021 ± 0,008	ND
27,8316	3,838	καρυοφυλλένιο	ND	0,027 ± 0,015	ND
28,0815	3,072	trans-γ-καρυοφυλλένιο	0,021 [a] ± 0,008	0,042 [b] ± 0,008	0,05 [c] ± 0,01
28,9148	2,535	μυρτενάλη	ND	0,022 ± 0,008	ND
29,3315	2,518	σαφρανάλη	ND	1,46 ± 0,18	ND
31,9146	3,512	καρβόνη	ND	0,01 [a] ± 0,01	0,044 [b] ± 0,012
Συνολικά			**12,8 1,3**	**49,4 ± 6,0**	**29,6 ± 2,4**
Άλλες πτητικές ενώσεις					
RT	MP	Όνομα	C-A	CM-A	MT-A
7,41619	3,418	1,3-οκταδιένιο	0,024 [a] ± 0,011	0,014 [a] ± 0,003	0,44 [b] ± 0,05
11,0826	3,956	(2E)-2,6-διμεθυλο-2,6-οκταδιένιο	ND	0,013 ± 0,010	ND
13,9991	3,468	3,7,7-τριμεθυλοκυκλοεπτα-1,3,5-τριένιο	ND	0,050 [b] ± 0,011	0,022 [a] ± 0,003
15,1657	3,346	προπυλοβενζόλιο	0,090 [a] ± 0,021	0,119 [ab] ± 0,026	0,144 [b] ± 0,022
16,9156	3,32	p-αιθυλοτολουόλιο	0,083 [a] ± 0,012	0,185 [b] ± 0,007	0,108 [a] ± 0,022
18,3322	3,457	p-προπυλοτολουόλιο	ND	0,120 [b] ± 0,018	0,042 [a] ± 0,022
18,7488	3,597	n-βουτυλοβενζόλιο	0,015 [a] ± 0,003	0,066 [c] ± 0,014	0,034 [b] ± 0,005
19,0821	3,383	1-αιθυλο-3,5-διμεθυλοβενζόλιο	ND	0,022 [a] ± 0,013	0,052 [b] ± 0,013
22,9152	3,394	cis-λιναλολοξείδιο	ND	0,011 [a] ± 0,008	0,023 [b] ± 0,003
26,0817	3,895	θεασπιράνιο	ND	0,013 ± 0,010	ND
27,9982	3,39	2-ισοπροπυλο-1-μεθοξυ-4-μεθυλοβενζόλιο	ND	0,033 [a] ± 0,014	0,04 [b] ± 0,01
33,5812	2,427	1,4-διμεθοξυ-2-μεθυλοβενζόλιο	ND	0,052 ± 0,012	ND
Συνολικά			**0,21 ± 0,05**	**0,67 ± 0,15**	**0,91 ± 0,15**

Μλ-Α: Λευκός οίνος μάρτυρας Α, ΚΜ-Α: οίνος Α με προσθήκη μαστίχας και κρόκου, Τ-Α: οίνος Α με προσθήκη τσαγιού.

Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται είναι οι μέσοι όροι των τριών επαναλήψεων με την τυπική απόκλιση, εκφρασμένα σε mg/L, με βάση την πρότυπη ένωση 2-Pentanol, 4-methyl- που προστέθηκε στο δείγμα σε συγκέντρωση 40 mg/L.

Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη (a, b, c) στην ίδια γραμμή δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$).

Πίνακας 37. Επίδραση του κρόκου–μαστίχας και του τσαγιού του βουνού στις σχετικές συγκεντρώσεις πτητικών ενώσεων στον οίνο Β (ημέρα 1), όπως προσδιορίστηκαν με GC×GC–TOF-MS.

Αλκοόλες					
RT	MP	Όνομα	C-B	CM-B	MT-B
14,9157	3,002	3-μεθυλο-1-βουτανόλη	$47^{a} \pm 15$	$91^{b} \pm 6$	$34^{a} \pm 5$
21,1653	3,123	3-οκτανόλη	$0,033^{a} \pm 0,008$	$0,086^{b} \pm 0.012$	$0,087^{b} \pm 0.017$
23,0819	3,043	1-οκτεν-3-όλη	$0,296^{a} \pm 0,013$	$1,07^{b} \pm 0,08$	$0,99^{b} \pm 0,14$
31,0813	3,424	2-ενδεκανόλη	$0,055^{b} \pm 0,005$	$0,167^{c} \pm 0,013$	$0,033^{a} \pm 0,008$
37,7476	3,233	1-δωδεκανόλη	$0,42^{a} \pm 0,08$	$1,40^{c} \pm 0,18$	$0,96^{b} \pm 0,09$
45,9971	3,1	γλυκερόλη	$3,22^{a} \pm 0,04$	$1,37^{a} \pm 0,10$	$22,9^{b} \pm 1,7$
Συνολικά			**51 ± 15**	**95 ± 6**	**59 ± 7**
Εστέρες					
RT	MP	Όνομα	C-A	CM-A	MT-A
7,33286	3,19	2-μεθυλοπροπιονικός αιθυλεστέρας	$1,75^{b} \pm 0,09$	$4,6^{c} \pm 0,5$	$0,94^{a} \pm 0,12$
9,74938	3,347	2-μεθυλοβουτυρικός αιθυλεστέρας	$1,39^{a} \pm 0,18$	$3,615^{b} \pm 0,08$	ND
10,2493	3,288	3-μεθυλοβουτυρικός αιθυλεστέρας	$1,86^{b} \pm 0,28$	$6,2^{c} \pm 0,7$	$0,23^{a} \pm 0,03$
14,3324	3,279	εξανοϊκός μεθυλεστέρας	$1,49^{b} \pm 0,15$	$4,02^{c} \pm 0,33$	$0,212^{a} \pm 0,029$
25,8317	3,588	εννεανοϊκός αιθυλεστέρας	$7,4^{b} \pm 0,3$	$18,9^{c} \pm 1,6$	$4,9^{a} \pm 0,5$
26,7483	3,584	οξικός ορθο-tert-βουτυλοκυκλοεξυλεστέρας	$0,010^{a} \pm 0,003$	$0,058^{b} \pm 0,004$	$0,013^{a} \pm 0,003$
35,4977	3,69	ισοβουτυλεστέρας του 2,2,4-τριμεθυλο-3-καρβοξυϊσοπεντανοϊκού οξέος	$0,135^{a} \pm 0,005$	$0,24^{b} \pm 0,11$	ND
39,4141	4,133	ισοπροπυλικός μυριστικός εστέρας	$0,015^{a} \pm 0,003$	$0,037^{b} \pm 0,003$	$0,009^{a} \pm 0,003$
39,7475	2,973	διαιθυλικός εστέρας του υδροξυβουτανοδιοϊκού οξέος	$0,093^{a} \pm 0,017$	$0,49^{b} \pm 0,04$	ND
40,1641	4,274	ισοαμυλικός λαυρικός εστέρας	$0,101^{b} \pm 0,022$	$0,204^{c} \pm 0,016$	$0,054^{a} \pm 0,007$
41,414	4,01	πενταδεκανοϊκός αιθυλεστέρας	$0,078^{b} \pm 0,007$	$0,062^{a} \pm 0,004$	$0,093^{c} \pm 0,008$
41,9973	3,287	κινναμικός αιθυλεστέρας	$0,016^{a} \pm 0,004$	$0,033^{b} \pm 0,003$	$0,015^{a} \pm 0,004$
44,4972	3,859	εξαδεκανοϊκός αιθυλεστέρας	$0,221^{a} \pm 0,026$	$1,01^{b} \pm 0,19$	$0,248^{a} \pm 0,017$
45,3304	3,36	2-υδροξυ-3-φαινυλοπροπανοϊκός αιθυλεστέρας	$0,034^{a} \pm 0,007$	$0,084^{b} \pm 0,016$	$0,021^{a} \pm 0,005$
45,9137	3,09	γαλακτικός μεθυλεστέρας	ND	ND	$4,5 \pm 0,7$
Συνολικά			**14,6 ± 1,1**	**40 ± 4**	**11,2 ± 1,4**
Καρβονυλικές ενώσεις					
RT	MP	Όνομα	C-A	CM-A	MT-A
10,7493	3,111	εξανάλη	$0,212^{a} \pm 0,017$	$2,281^{b} \pm 0,189$	$0,297^{a} \pm 0,017$
10,8326	3,1	2-εξανόνη	$0,16^{a} \pm 0,04$	$0,76^{b} \pm 0,09$	$0,158^{a} \pm 0,023$
14,1658	3,371	2-επτανόνη	$0,332^{b} \pm 0,028$	$0,98^{c} \pm 0,12$	$0,164^{a} \pm 0,022$
14,3324	3,218	επτανάλη	$0,258^{b} \pm 0,024$	$1,45^{c} \pm 0,08$	$0,116^{a} \pm 0,015$
16,0823	3,271	6-μεθυλο-2-επτανόνη	ND	ND	$0,028 \pm 0,004$

17,8322	3,3	οκτανάλη	0,76 [a] ± 0,04	4,58 [a] ± 0,28	0,57 [b] ± 0,20
19,4988	3,177	6-μεθυλοεπτα-5-εν-2-όνη	0,62 [a] ± 0,17	1,6 [b] ± 0,3	0,88 [a] ± 0,06
28,7482	3,034	m-τολουαλδεΰδη	0,054 [b] ± 0,008	0,135 [c] ± 0,011	0,034 [a] ± 0,006
29,4981	3,03	ο-τολουαλδεΰδη	0,059 [a] ± 0,003	0,153 [b] ± 0,007	0,051 [a] ± 0,013
32,4979	3,23	p-μεθυλοακετοφαινόνη	ND	0,051 [b] ± 0,006	0,014 [a] ± 0,005
32,8312	3,051	1,2-κυκλοπεντανοδιόνη	0,035 [a] ± 0,002	0,61 [b] ± 0,06	0,58 [b] ± 0,07
38,4975	3,072	2,5-φουρανοδικαρβαλδεΰδη	0,191 [a] ± 0,011	0,64 [b] ± 0,07	0,243 [a] ± 0,042
38,6642	3,094	λεβογλουκοζενόνη	ND	0,19 [b] ± 0,04	0,055 [a] ± 0,011
Συνολικά			**2,7 ± 0,3**	**13,4 ± 1,3**	**3,1 ± 0,5**
Τερπένια					
RT	MP	Όνομα	C-A	CM-A	MT-A
8,74944	3,815	χασισένιο	ND	0,218 ± 0,028	ND
8,9161	3,807	β-θουγένιο	0,021 [a] ± 0,004	1,41 [c] ± 0,08	0,62 [b] ± 0,03
8,99942	4,042	α-πινένιο	4,5 [a] ± 1,1	27,9 [c] ± 1,1	8,0 [b] ± 0,9
9,99936	3,805	καμφένιο	0,112 [a] ± 0,007	0,43 [c] ± 0,04	0,325 [b] ± 0,031
11,9992	3,581	2,4(10)-θουαδιένιο	0,048 [a] ± 0,011	6,2 [c] ± 0,6	1,39 [b] ± 0,24
12,8325	3,231	p-ξυλένιο	0,71 [a] ± 0,08	1,944 [b] ± 0,377	1,096 [a] ± 0,093
12,9992	3,851	3-καρένιο	0,186 [a] ± 0,003	0,641 [b] ± 0,102	0,159 [a] ± 0,03
13,4991	3,701	α-φαιλλανδρένιο	0,39 [b] ± 0,08	0,88 [c] ± 0,08	0,116 [a] ± 0,008
13,4991	3,605	β-μυρκένιο	2,9 [a] ± 0,4	8,9 [c] ± 1,1	4,5 [b] ± 0,4
14,9157	3,762	ευκαλυπτόλη	0,011 [a] ± 0,005	0,115 [b] ± 0,011	0,102 [b] ± 0,016
15,8323	3,408	trans-β-οκιμένιο	ND	ND	0,019 ± 0,003
16,249	3,675	γ-τερπινένιο	3,6 [a] ± 0,3	9,3 [b] ± 0,8	2,6 [a] ± 0,4
16,4989	3,59	cis-β-οκιμένιο	0,063 [a] ± 0,004	0,143 [b] ± 0,008	0,218 [c] ± 0,019
20,6653	3,48	νεο-αλλο-οκιμένιο	0,014 [a] ± 0,006	0,043 [b] ± 0,013	ND
20,9153	3,198	p-κυμένιο	22 [b] ± 3	52,5 [c] ± 2,4	13,4 [a] ± 2,6
23,9151	3,437	1,3,8-p-μενθατριένιο	ND	0,223 ± 0,018	ND
23,9985	3,848	cis-γερανιόλη	0,0253 [a] ± 0,0021	0,055 [b] ± 0,007	ND
25,1651	3,626	α-τερπινένιο	0,065 [b] ± 0,009	0,150 [c] ± 0,019	0,0212 [a] ± 0,0019
25,5817	2,785	2-βορνένιο	ND	0,046 [a] ± 0,004	0,0070 [a] ± 0,0011
27,0816	3,582	πινοκαρβόνη	ND	0,173 ± 0,017	ND
27,8316	3,838	καρυοφυλλένιο	ND	0,026 ± 0,003	ND
28,0815	3,072	trans-γ-καρυοφυλλένιο	0,106 [a] ± 0,032	0,233 [b] ± 0,054	0,460 [c] ± 0,009
28,9148	2,535	μυρτενάλη	ND	0,212 ± 0,021	ND
29,3315	2,518	σαφρανάλη	ND	3,243 ± 0,18	ND
31,9146	3,512	καρβόνη	ND	ND	0,010 ± 0,003
Συνολικά			**35 ± 5**	**115 ± 7**	**33 ± 5**
Άλλα πτητικά					
RT	MP	Όνομα	C-B	CM-B	MT-B
7,41619	3,418	1,3-οκταδιένιο	0,0082[a] ± 0,0012	ND	0,091 [b] ± 0,003
11,0826	3,956	trans-2,6-διμεθυλο-2,6-οκταδιένιο	ND	ND	0,019 ± 0,005
13,9991	3,468	3,7,7-τριμεθυλοκυκλοεπτα-1,3,5-τριένιο	ND	0,080 ± 0,009	ND

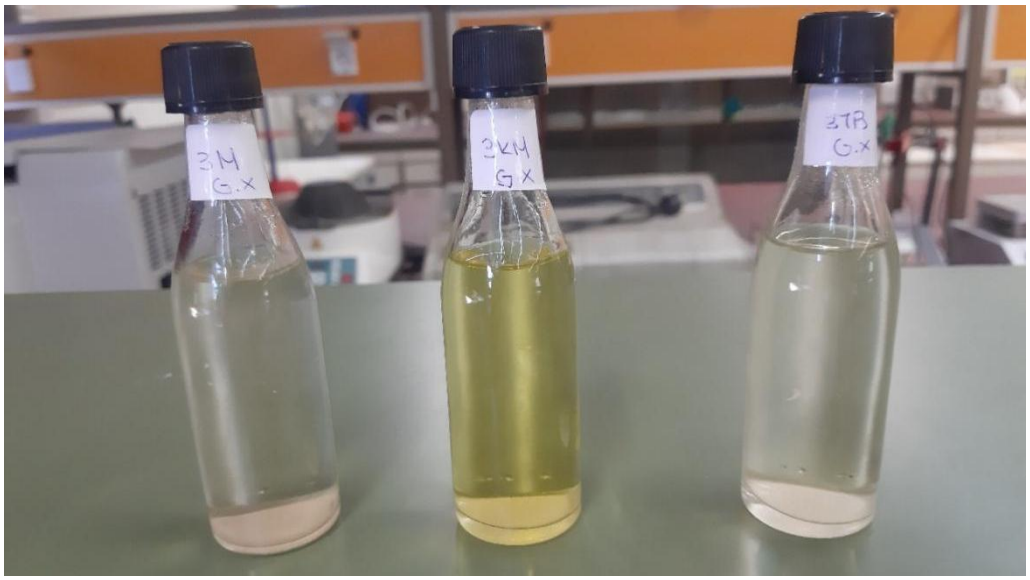
15,1657	3,346	προπυλοβενζόλιο	0,110 [a] ± 0,009	0,215 [b] ± 0,026	0,080 [a] ± 0,014
16,9156	3,32	p-αιθυλοτολουόλιο	ND	0,226 ± 0,023	0,091 [b] ± 0,005
18,3322	3,457	p-προπυλοτολουόλιο	ND	0,046 [a] ± 0,003	0,045 [a] ± 0,009
18,7488	3,597	n-βουτυλοβενζόλιο	0,031 [b] ± 0,006	0,061 [c] ± 0,003	0,009 [a] ± 0,001
19,0821	3,383	1-αιθυλο-3,5-διμεθυλοβενζόλιο	ND	ND	0,022 ± 0,003
22,9152	3,394	cis-λιναλολοξείδιο	ND	0,031 [b] ± 0,002	0,009 [a] ± 0,003
26,0817	3,895	θεασπιράνιο	0,0080 [a] ± 0,0022	0,035 [b] ± 0,004	ND
27,9982	3,39	2-ισοπροπυλο-1-μεθοξυ-4-μεθυλοβενζόλιο	0,017 [a] ± 0,005	0,050 [b] ± 0,011	ND
33,5812	2,427	1,4-διμεθοξυ-2-μεθυλοβενζόλιο	ND	0,099 ± 0,005	ND
Συνολικά			**0,17 ± 0,02**	**0,85 ± 0,09**	**0,37 ± 0,043**

Μλ-Β: Λευκός οίνος μάρτυρας Β, ΚΜ-Β: οίνος Β με προσθήκη μαστίχας και κρόκου, Τ-Β: οίνος Β με προσθήκη τσαγιού.

Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται είναι οι μέσοι όροι των τριών επαναλήψεων με την τυπική απόκλιση, εκφρασμένα σε mg/L, με βάση την πρότυπη ένωση 2-Pentanol, 4-methyl- που προστέθηκε στο δείγμα σε συγκέντρωση 40 mg/L.

Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη (a, b, c) στην ίδια γραμμή δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$).

3.3.7. Οργανοληπτικά χαρακτηριστικά οίνου και προϊόντων οίνου



Εικόνα 28. Οίνος και προϊόντα οίνου Μλ, ΚΜ, Τ, Μλ: Λευκός οίνος μάρτυρας, ΚΜ: οίνος με προσθήκη μαστίχας και κρόκου, Τ: οίνος με προσθήκη τσαγιού.

3.3.7.1. Οίνος Α

Πριν από την κατεργασία, ο οίνος παρουσίαζε ευχάριστο άρωμα Ντεμπίνας και η γεύση του ήταν ικανοποιητική. Ωστόσο, κατά την κατάποση παρατηρούνταν τραχύτητα και έντονη πικρότητα στην επίγευση.

Μλ – Μάρτυρας

Την πρώτη ημέρα του πειράματος, ο μάρτυρας εμφάνιζε ήπιο άρωμα Ντεμπίνας, ωστόσο η πικρότητα κατά την κατάποση ήταν έντονη. Μετά από 14 ημέρες, το άρωμα δεν ήταν δυσάρεστο, αν και η πικρή επίγευση παρέμενε. Στο στόμα η συνολική αίσθηση δεν ήταν αρνητική, χωρίς όμως να προκαλεί ενθουσιασμό. Στις 49 ημέρες ήταν εμφανείς οι ενδείξεις οξείδωσης. Αν και διατηρούνταν κάποιες οσμητικές νότες του οίνου, αυτές καλύπτονταν σε μεγάλο βαθμό από την οξειδωμένη του φύση. Στο στόμα η αίσθηση ήταν αποδεκτή, ωστόσο η πικρότητα στην κατάποση παρέμενε έντονη.

ΚΜ – Οίνος με κρόκο και μαστίχα

Κατά την πρώτη ημέρα, το άρωμα προερχόταν κυρίως από τις προστιθέμενες ουσίες και δεν ήταν δυσάρεστο. Η γεύση παρουσίαζε ποικιλία χαρακτηριστικών, με εμφανή όμως την πικρότητα του οίνου. Στις 14 ημέρες, το δείγμα διαφοροποιήθηκε αισθητά σε σχέση με το Μλ, με πιο ουδέτερη και διαπεραστική οσμή και περιορισμένη την αρχική αρωματική ταυτότητα του οίνου. Η γεύση παρουσίαζε μεγαλύτερο ενδιαφέρον, ενώ η επίγευση ήταν λιγότερο επιθετική και συνολικά ευχάριστη. Στις 49 ημέρες, κυριαρχούσε το άρωμα των προστιθέμενων ουσιών. Στο στόμα το δείγμα ήταν ικανοποιητικό, ενώ η κατάποση άφηνε πικάντικη αίσθηση με διακριτή πικρή επίγευση. Δεν παρατηρούνταν εμφανή σημάδια οξείδωσης.

Τ - Οίνος με τσάι του βουνού

Την πρώτη ημέρα, το δείγμα παρουσίαζε ευχάριστο άρωμα, επηρεασμένο θετικά από το προστιθέμενο συστατικό. Στη γεύση συνυπήρχαν οι νότες του προστιθέμενου και η πικρότητα του οίνου, σε πιο ήπια μορφή. Στις 14 ημέρες, το δείγμα είχε αλλάξει σημαντικά, παρουσιάζοντας πιο «στρογγυλεμένο» άρωμα και κάλυψη των χαρακτηριστικών του οίνου. Η επίδραση στη γεύση ήταν ηπιότερη, με χαρακτηριστικά παρόμοια με εκείνα του Μλ. Συνολικά, η επίδραση χαρακτηριζόταν ως πλαδαρή. Στις 49 ημέρες, παρατηρούνταν ήπια οσμή τσαγιού, ενώ επανεμφανίζονταν στοιχεία του οίνου, συνοδευόμενα από ελαφριά οξείδωση, πιθανώς λιγότερο έντονη από εκείνη του Μλ. Η αίσθηση στο στόμα ήταν πιο μαλακή, ενώ κατά την κατάποση εμφανιζόταν πικρότητα και στυφότητα.

3.3.7.2. Οίνος Β

Πριν από την κατεργασία, κατά την κατάποση παρατηρούνταν πικρή και στυφή αίσθηση. Το άρωμα ήταν σύνθετο, υποδηλώνοντας πιθανή μερική οξείδωση. Η αίσθηση στο στόμα ήταν ικανοποιητική.

Μλ – Μάρτυρας

Την πρώτη ημέρα, το δείγμα παρουσίαζε ελαφρώς εντονότερη οξείδωση σε σχέση με τον αρχικό οίνο. Το αρωματικό προφίλ του οίνου ήταν παρόν, αλλά σε μειωμένο βαθμό. Στο στόμα η αίσθηση ήταν καλή, ενώ η τραχύτητα κατά την κατάποση ήταν λιγότερο έντονη σε σχέση με προηγούμενη παρατήρηση. Μετά από 14 ημέρες, το άρωμα εμφάνιζε ασυνήθιστα χαρακτηριστικά, ενδεχομένως λόγω αλλοίωσης, τα οποία δεν αντιστοιχούσαν στο κλασικό προφίλ της οξείδωσης. Η γευστική εμπειρία στο στόμα παρέμενε ικανοποιητική, ενώ στην κατάποση εκδηλωνόταν ήπια πικρότητα και στυφότητα. Το άρωμα απέπνεε μια αρνητική χροιά, πιθανότατα σχετιζόμενη με οξείδωση. Στις 49 ημέρες, η οξείδωση ήταν εμφανής, χωρίς ωστόσο ο οίνος να έχει υποστεί πλήρη φθορά· διατηρούνταν υπολείμματα του αρχικού αρωματικού του χαρακτήρα. Στο στόμα ο οίνος ανέδειξε έναν όξινο χαρακτήρα, ενώ στην κατάποση προέκυπτε όξινη και πικρή επίγευση.

ΚΜ – Οίνος με κρόκο και μαστίχα

Την πρώτη ημέρα, το άρωμα της μαστίχας κυριαρχούσε σαφώς, με τις προστιθέμενες ουσίες να υπερκαλύπτουν πλήρως τον οίνο. Η πικρότητα της μαστίχας ήταν ανιχνεύσιμη ακόμη και σε αρωματικό επίπεδο. Το συνολικό προφίλ διέφερε αισθητά, χαρακτηριζόταν ως ευχάριστο αλλά όχι εξαιρετικό, και υπολειπόταν σε ποιότητα σε σχέση με ένα πολύ καλό οίνο. Στις 14 ημέρες, το άρωμα ήταν επίσης ασυνήθιστο, χωρίς σαφώς θετικό ή αρνητικό χαρακτήρα. Στη γεύση και στην κατάποση ήταν εμφανή τα προστιθέμενα, με περιορισμένη παρουσία των χαρακτηριστικών του οίνου και μια συγκεχυμένη οξειδωτική αίσθηση. Στις 49 ημέρες, τα προστιθέμενα, κυρίως το σαφράν, κυριαρχούσαν. Παράλληλα, αναδυόταν μία βαριά και αρνητική οσμή, ενδεικτική οξείδωσης. Στο στόμα κυριαρχούσαν τα χαρακτηριστικά του σαφράν.

Τ - Οίνος με τσάι του βουνού

Την πρώτη ημέρα, το άρωμα ήταν διακριτικό και απαλό, καλύπτοντας ελαφρώς ο οίνος. Στη γεύση υπήρχε συνύπαρξη του προστιθέμενου και των βασικών χαρακτηριστικών του οίνου. Στην κατάποση, προέκυπτε μία ήπια αίσθηση τσαγιού, χωρίς ιδιαίτερη ένταση. Στις 14

ημέρες, συνυπήρχε το περίεργο άρωμα, πιθανόν από οξείδωση. Η αίσθηση στο στόμα ήταν ικανοποιητική, ενώ στην κατάποση εντοπιζόταν κάποια ελαφρά ενόχληση, χωρίς να είναι ξεκάθαρη η φύση της (π.χ. πικρότητα ή άλλη αίσθηση). Στις 49 ημέρες, το άρωμα θύμιζε διακριτικά τσάι, ενώ ταυτόχρονα αναδυόταν ένας αρνητικός τόνος, πιθανόν σχετιζόμενος με οξείδωση. Η γευστική εμπειρία στο στόμα ήταν αρκετά ενδιαφέρουσα, με χαρακτηριστικό και διαφοροποιημένο προφίλ. Στην κατάποση παρατηρούταν ήπια ταννικότητα.

3.3.7.3. Οίνος Γ

Πριν την κατεργασία, ο οίνος παρουσίαζε χαρακτηριστικό άρωμα ντεμπίνας, με ήπια οξύτητα στη γεύση και ελαφρώς στυφή επίγευση, στα όρια του αποδεκτού για το συγκεκριμένο τύπο οίνου.

Μλ – Μάρτυρας

Την 1η ημέρα, το άρωμα ντεμπίνας ήταν ευδιάκριτο και χαρακτηριστικό, με γευστικό προφίλ παρόμοιο με του Μάρτυρα (Μλ). Η επίγευση εμφάνιζε ελαφρώς μειωμένη στυφότητα σε σύγκριση. Στις 14 ημέρες διατηρούσε άρωμα οίνου, ωστόσο παρατηρήθηκε και μια βαριά οσμή, όχι σαφώς σχετιζόμενη με οξείδωση. Στο στόμα και την κατάποση, ανέδειξε έναν υπόξινο χαρακτήρα, με ήπια πικρότητα, αλλά συνολικά αξιολογήθηκε ως αποδεκτό. Στις 49 ημέρες, εμφανίστηκε οσμή οξείδωσης, αν και το άρωμα του οίνου παρέμενε εν μέρει ανιχνεύσιμο. Η γεύση ήταν ικανοποιητική με παρουσία χαρακτηριστικών του οίνου, ωστόσο καταγράφηκε αυξημένη πικρότητα, τόσο στο στόμα όσο και στην κατάποση και επίγευση.

ΚΜ – Οίνος με κρόκο και μαστίχα

Την 1η ημέρα, κυριαρχούσε το άρωμα της μαστίχας, με δευτερεύουσα παρουσία του σαφράν και σχεδόν πλήρη απουσία του αρωματικού χαρακτήρα του οίνου. Το συνολικό άρωμα αξιολογήθηκε ως ιδιαίτερα ευχάριστο. Στη γεύση, τα προστιθέμενα στοιχεία κυριαρχούσαν, με ελάχιστη συμβολή του οίνου. Η επίγευση ήταν ήπια και χωρίς στυφότητα. Στις 14 ημέρες, το άρωμα των προστιθέμενων εξακολουθούσε να κυριαρχεί, με ελαφρώς εντονότερη παρουσία του σαφράν και υπόστρωμα από άρωμα οίνου. Στο στόμα και στην κατάποση επικρατούσαν και πάλι τα χαρακτηριστικά των προστιθέμενων. Στις 49 ημέρες, κυριαρχούσε η οσμή των προστιθέμενων, χωρίς εμφανή σημάδια οξείδωσης ή παρουσία του οίνου, με ενδεχόμενο μικρό υπόβαθρο οξείδωσης. Στο στόμα τα προστιθέμενα

εξακολουθούσαν να κυριαρχούν. Η στυφότητα ήταν ήπια και η πικρότητα ελάχιστη στην κατάποση.

Τ - Οίνος με τσάι του βουνού

Την 1η ημέρα, το άρωμα ντεμπίνας είχε μειωθεί, ενώ το άρωμα τσαγιού ήταν μόλις διακριτό. Στο στόμα, καταγραφόταν ένα ευχάριστο μείγμα τσαγιού και ντεμπίνας, με πιο "γλυκιά" αίσθηση. Στις 14 ημέρες, το άρωμα έγινε πιο ουδέτερο, με ελαφρά αρωματική παρουσία του οίνου στο υπόβαθρο. Στο στόμα το δείγμα ήταν αποδεκτό, με στυφότητα εμφανή στην κατάποση. Στις 49 ημέρες, κυριαρχούσε η οσμή τσαγιού, σε συνδυασμό με αρώματα οίνου και σημάδια οξείδωσης. Στη γεύση, το τσάι και ο οίνος συνυπήρχαν ισόρροπα. Ωστόσο, στο στόμα και την κατάποση παρουσίαζε έντονη οξύτητα και στυφότητα.

3.3.7.4. Οίνος Δ

Πριν από την κατεργασία, παρουσίαζε ευχάριστη οσμή και άρωμα οίνου, με χαρακτηριστική οξύτητα και ταννικότητα που εντασσόταν στα φυσιολογικά όρια για τον τύπο του οίνου. Δεν αναδεικνυόταν κάποια ανεπιθύμητη ή αλλοιωμένη ιδιότητα.

Μλ – Μάρτυρας

Την πρώτη ημέρα, το δείγμα εμφάνιζε χαρακτηριστικό άρωμα ντεμπίνας, αξιολογούμενο ως ικανοποιητικό. Στη 14^{η} ημέρα παρουσίαζε μικρότερο βαθμό οξείδωσης σε σύγκριση με το αντίστοιχο δείγμα από το οινοποιείο Γ. Το άρωμα του οίνου παρέμενε παρόν, συνοδευόμενο από ήπια οξειδωτικά στοιχεία. Στη γεύση εμφάνιζε πιο συμπαγές και λιγότερο "πλαδαρό" προφίλ. Κατά την κατάποση δεν παρατηρούνταν πικρότητα. Στις 49 ημέρες, η οξείδωση ήταν παρούσα αλλά ηπιότερη σε σχέση με το δείγμα του Γ, με υπολείμματα του αρχικού αρωματικού χαρακτήρα του οίνου να είναι ανιχνεύσιμα. Η αίσθηση στο στόμα ήταν ικανοποιητική, ενώ παρατηρήθηκε πολύ ήπια πικροστυφότητα, σαφώς μικρότερης έντασης από του Γ.

ΚΜ – Οίνος με κρόκο και μαστίχα

Την πρώτη ημέρα, το δείγμα παρουσίαζε άρωμα και γεύση με τα δικά του χαρακτηριστικά, τα οποία αξιολογήθηκαν θετικά. Στις 14 ημέρες, το άρωμα των προστιθέμενων ήταν ευχάριστο και ενίσχυε το συνολικό προφίλ. Στο στόμα το σώμα ήταν πλουσιότερο και η υφή ευχάριστη, με μία ήπια πικάντικη νότα. Η κατάποση δεν εμφάνιζε σημαντικά αρνητικά χαρακτηριστικά, με μόλις υποτυπώδη στυφότητα. Στις 49 ημέρες, το

άρωμα των προστιθέμενων είχε υποχωρήσει, με το δείγμα να προσεγγίζει σε προφίλ το δείγμα Μλ. Στο στόμα δεν καταγράφηκαν αξιοσημείωτα προβλήματα, ενώ κατά την κατάποση παρατηρήθηκε ένα πικρό, στυφό και ελαφρώς όξινο χαρακτηριστικό που προκαλούσε ήπια αίσθηση "τσιμπήματος".

Τ - Οίνος με τσάι του βουνού

Την πρώτη ημέρα, το δείγμα παρουσίαζε ευχάριστο άρωμα με χαρακτηριστικά του τσαγιού σε συνδυασμό με στοιχεία του αρχικού οίνου. Στις 14 ημέρες, το άρωμα τσαγιού ήταν διακριτικό και συνοδευόταν από μια πιο πλαδαρή υφή σε σύγκριση με το ΚΜ και ελαφρώς λιγότερο έντονη από το Μλ. Δεν παρατηρήθηκε πικρότητα. Στις 49 ημέρες, το άρωμα τσαγιού ήταν και πάλι παρόν. Στο στόμα καταγραφόταν συνδυασμός των χαρακτηριστικών του τσαγιού με εκείνα του μάρτυρα (Μλ), τα οποία συνυπήρχαν τόσο στη γεύση όσο και στην κατάποση.

3.4. Ανάπτυξη προϊόντων ροζέ οίνου Merlot-Cabernet Sauvignon με προσθήκη υδατοαλκοολικών εκχυλισμάτων κρόκου Κοζάνης είτε τσαγιού του βουνού Ηπείρου.

3.4.1. Αντιοξειδωτική δράση και βιοδράσεις υδατοαλκοολικών εκχυλισμάτων κρόκου και τσαγιού του βουνού

Πίνακας 38.Αντιοξειδωτική δράση και βιοδράσεις υδατοαλκοολικών εκχυλισμάτων Κρόκου Κοζάνης και τσαγιού του βουνού

	Υδατοαλκοολικό εκχύλισμα κρόκου Κοζάνης	Υδατοαλκοολικό εκχύλισμα τσαγιού του βουνού
Folin	55,4 ± 1,0	63 ± 3
FRAP	27,2 ± 0,4	17,6 ± 0,3
Εκκαθάριση ριζών υδροξυλίου	78,7 ± 1,3	238,4 ± 0,7
Αντιφλεγμονώδης δράση	1,396 ± 0,013	0,677 ± 0,015

Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται είναι οι μέσοι όροι των τριών επαναλήψεων με την τυπική απόκλιση Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται είναι οι μέσοι όροι των τριών επαναλήψεων με την τυπική απόκλιση εκφρασμένα σε mg GA/g λυοφιλιωμένου εκχυλίσματος (Folin, FRAP), mg καφεϊκού οξέος/g λυοφιλιωμένου εκχυλίσματος (εκκαθάριση ριζών υδροξυλίου), mg κατεχίνης/g λυοφιλιωμένου εκχυλίσματος (αντιφλεγμονώδης δράση).

3.4.2. Βασική σύσταση

Όσον αφορά τα προϊόντα οίνου με τσάι του βουνού, η πτητική οξύτητα, τα ανάγοντα σάκχαρα, η αλκοόλη και το αφομοιώσιμο άζωτο βρισκόταν στα ίδια επίπεδα με τις τιμές του μάρτυρα. Το pH και η αλκαλικότητα της τέφρας αυξήθηκαν σημαντικά στα προϊόντα οίνου

πιθανώς με μια δοσοεξαρτώμενη συσχέτιση, καθώς το προϊόν οίνου με υψηλή συγκέντρωση τσαγιού εμφάνισε υψηλότερες τιμές και από το προϊόν οίνου με χαμηλή συγκέντρωση τσαγιού. Η ολική οξύτητα το στερεό υπόλειμμα και η τέφρα ήταν αυξημένες μόνο στο προϊόν οίνου με υψηλή συγκέντρωση τσαγιού.

Πίνακας 39. Βασική σύσταση του οίνου και των προϊόντων οίνου με εκχύλισμα τσαγιού του βουνού, την ημέρα 0.

	Μρ	T_1	T_2
pH	$3,223^a \pm 0,015$	$3,263^b \pm 0,006$	$3,297^c \pm 0,011$
Ολική οξύτητα (g/L τρυγικού οξέος)	$6,10^a \pm 0,04$	$6,00^a \pm 0,03$	$6,95^b \pm 0,04$
Πτητική Οξύτητα (g/L οξικού οξέος)	$0,83^b \pm 0,03$	$0,78^a \pm 0,01$	$0,77^a \pm 0,02$
Ανάγοντα Σάκχαρα (g/L)	$0,9^a \pm 0,1$	$1,0^a \pm 0,1$	$0,9^a \pm 0,1$
Στερεό Υπόλειμμα (g/L)	$20,07^a \pm 0,15$	$20,27^a \pm 0,06$	$21,40^b \pm 0,10$
Τέφρα (g/L)	$1,39^a \pm 0,09$	$1,52^a \pm 0,03$	$1,77^b \pm 0,01$
Αλκαλικότητα τέφρας (g K_2CO_3/L)	$1,04^a \pm 0,04$	$1,15^b \pm 0,04$	$1,24^c \pm 0,04$
Αλκοόλη (% vol)	$13,3^a \pm 0,1$	$13,3^a \pm 0,2$	$13,3^a \pm 0,1$
Αφομοιώσιμο άζωτο (mg N/L)	$38,6^a \pm 1,6$	$39,3^a \pm 0,2$	$38,1^a \pm 0,3$

Μρ: ροζέ οίνος μάρτυρας, T_1: προϊόν οίνου με προσθήκη εκχυλίσματος τσαγιού σε μικρή συγκέντρωση, T_2: προϊόν οίνου με προσθήκη εκχυλίσματος τσαγιού σε μεγάλη συγκέντρωση.

Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται είναι οι μέσοι όροι των τριών επαναλήψεων με την τυπική απόκλιση.

Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη (a, b ,c) στην ίδια γραμμή δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$).

Στα προϊόντα οίνου με κρόκο το pH, η ολική οξύτητα, πτητική οξύτητα, η αλκαλικότητα της τέφρας, η αλκοόλη και τα αφομοιώσιμο άζωτο βρισκόταν στα ίδια επίπεδα με τις τιμές του μάρτυρα. Τα ανάγοντα σάκχαρα, το στερεό υπόλειμμα και η τέφρα παρουσίασαν υψηλότερες τιμές στα προϊόντα οίνου σε σχέση με το μάρτυρα. Τα αποτελέσματα εμφανίζουν μια δοσοεξαρτώμενη συσχέτιση για τις παραμέτρου αυτές καθώς το προϊόν οίνου με υψηλή συγκέντρωση κρόκου εμφάνισε υψηλότερες τιμές από το προϊόν οίνου με χαμηλή συγκέντρωση κρόκου.

Πίνακας 40. Βασική σύσταση του οίνου και των προϊόντων οίνου με εκχύλισμα κρόκου, την ημέρα 0.

	Μρ	Σ_1	Σ_2
pH	$3,223^a \pm 0,015$	$3,250^a \pm 0,026$	$3,210^a \pm 0,020$
Ολική οξύτητα (g/L τρυγικού οξέος)	$6,10^a \pm 0,04$	$6,12^a \pm 0,04$	$6,10^a \pm 0,04$
Πτητική Οξύτητα (g/L οξικού οξέος)	$0,83^a \pm 0,03$	$0,83^a \pm 0,02$	$0,82^a \pm 0,02$
Ανάγοντα Σάκχαρα (g/L)	$20,1^a \pm 0,2$	$20,9^b \pm 0,3$	$21,5^c \pm 0,2$
Στερεό Υπόλειμμα (g/L)	$1,39^a \pm 0,09$	$1,72^b \pm 0,03$	$2,00^c \pm 0,05$
Τέφρα (g/L)	$1,04^a \pm 0,04$	$1,66^b \pm 0,04$	$1,72^c \pm 0,02$
Αλκαλικότητα τέφρας (g K_2CO_3/L)	$0,93^a \pm 0,01$	$0,94^a \pm 0,01$	$0,95^a \pm 0,01$
Αλκοόλη (% vol)	$13,3^a \pm 0,1$	$13,2^a \pm 0,1$	$13,3^a \pm 0,2$
Αφομοιώσιμο άζωτο (mg N/L)	$38,6^a \pm 1,6$	$38,6^a \pm 0,6$	$38,5^a \pm 1,0$

Μρ: ροζέ οίνος μάρτυρας, Σ_1: προϊόν οίνου με προσθήκη εκχυλίσματος κρόκου σε μικρή συγκέντρωση, Σ_2: προϊόν οίνου με προσθήκη εκχυλίσματος κρόκου σε μεγάλη συγκέντρωση.

Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται είναι οι μέσοι όροι των τριών επαναλήψεων με την τυπική απόκλιση.

Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη (a, b, c) στην ίδια γραμμή δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$).

3.4.3. Διοξείδιο του θείου

Όσον αφορά το διοξείδιο του θείου, ο ροζέ οίνος, μάρτυρας, βρισκόταν την πρώτη ημέρα σε επιτρεπτά νομοθετικά όρια για τη χρήση του (159,168)

Το ολικό και το ελεύθερο διοξείδιο του θείου των προϊόντων οίνου με εκχύλισμα τσαγιού βρισκόταν την πρώτη ημέρα στα ίδια επίπεδα τιμών με του μάρτυρα. Η τάση αυτή ακολουθήθηκε και στις 30 ημέρες συντήρησης. Τα προϊόντα οίνου εμφάνισαν υψηλότερες τιμές ολικού και ελεύθερου διοξειδίου του θείου σε σχέση με τον μάρτυρα από τις 60 έως τις 300 ημέρες συντήρησης. Τα δύο προϊόντα οίνου με εκχύλισμα τσαγιού εμφάνισαν ίδια επίπεδα ολικού διοξειδίου του θείου από την πρώτη έως τις 150 ημέρες. Στις 300 ημέρες το προϊόν οίνου με υψηλή συγκέντρωση εκχυλίσματος τσαγιού εμφάνισε υψηλότερη συγκέντρωση ολικού διοξειδίου του θείου σε σχέση με το προϊόν οίνου με χαμηλή συγκέντρωση εκχυλίσματος τσαγιού. Τα δύο προϊόντα οίνου με εκχύλισμα τσαγιού εμφάνισαν ίδια επίπεδα ελεύθερου διοξειδίου του θείου από την πρώτη έως τις 60 ημέρες συντήρησης. Στις 150 και στις 300 ημέρες το προϊόν οίνου με υψηλή συγκέντρωση εκχυλίσματος τσαγιού εμφάνισε υψηλότερη συγκέντρωση ελεύθερου διοξειδίου του θείου σε σχέση με το προϊόν οίνου με χαμηλή συγκέντρωση εκχυλίσματος τσαγιού.

Με κάθετη σύγκριση προκύπτει σημαντική μείωση στα επίπεδα ολικού και ελεύθερου διοξειδίου του θείου στο μάρτυρα σε όλη τη διάρκεια της συντήρησης του. Τα δυο προϊόντα οίνου εκχύλισμα τσαγιού του βουνού παρουσίασαν σημαντική μείωση ολικού διοξειδίου του θείου από τις 30 στις 60 ημέρες, κι από τις 150 στις 300 ημέρες συντήρησης. Επιπλέον, παρουσίασαν σημαντική μείωση ελεύθερου διοξειδίου του θείου από την αρχική ημέρα στις 30 ημέρες συντήρησης κι από τις 60 στις 150 ημέρες συντήρησης.

Πίνακας 41. Διοξείδιο του θείου του οίνου και των προϊόντων οίνου με εκχύλισμα τσαγιού του βουνού, κατά τη συντήρηση τους.

	Ηλικία (ημέρες)	Μρ	T_1	T_2
Ολικός	0	$185,6^{aA} \pm 0,3$	$183^{aA} \pm 4$	$183^{aA} \pm 4$
	30	$181^{aB} \pm 4$	$183^{aA} \pm 4$	$188,6^{aA} \pm 0,7$
	60	$166,4^{aC} \pm 0,5$	$177^{bAB} \pm 4$	$181^{bAB} \pm 4$
	150	$155,7^{aD} \pm 4$	$170^{bB} \pm 4$	$177^{bB} \pm 4$
	300	$96,0^{aE} \pm 4$	$93^{bC} \pm 4$	$113^{cC} \pm 4$
Ελεύθερος	0	$51,2^{aA} \pm 0,5$	$49^{aA} \pm 4$	$51^{aA} \pm 6$

	Ηλικία (ημέρες)	Μρ	T_1	T_2
	30	$44,8^{aB} \pm 0,5$	$44,8^{aB} \pm 0,3$	$44,8^{aB} \pm 0,5$
	60	$38,4^{aC} \pm 0,3$	$44,8^{bB} \pm 0,7$	$44,8^{bB} \pm 0,4$
	150	$32,0^{aD} \pm 0,5$	$38,4^{bC} \pm 0,7$	$43^{cB} \pm 4$
	300	$12,8^{aE} \pm 0,3$	$19,2^{bD} \pm 0,5$	$32,0^{cC} \pm 0,7$
Ολικός μετά τη διόρθωση	0	$170,3^{aA} \pm 0,7$	$167,8^{aA} \pm 2,9$	$168^{aA} \pm 3$
	30	$165^{aB} \pm 4$	$167^{aA} \pm 4$	$169,9^{aA} \pm 0,7$
	60	$151,5^{aC} \pm 0,3$	$162^{bAB} \pm 4$	$166^{bAB} \pm 4$
	150	$143^{aD} \pm 4$	$160^{bB} \pm 4$	$166,7^{bB} \pm 2,3$
	300	$57^{aE} \pm 4$	$82^{bC} \pm 4$	$115^{cC} \pm 4$
Ελεύθερος μετά τη διόρθωση	0	$35,9^{aA} \pm 0,7$	$33^{aA} \pm 3$	$36^{aA} \pm 6$
	30	$28,3^{aB} \pm 0,7$	$28,7^{aB} \pm 0,3$	$29,1^{aAB} \pm 0,7$
	60	$23,5^{aC} \pm 0,5$	$29,9^{bB} \pm 0,3$	$29,9^{bB} \pm 0,4$
	150	$19,6^{aD} \pm 0,5$	$28,5^{bB} \pm 0,4$	$32,3^{cB} \pm 2,3$
	300	$2,1^{aE} \pm 0,7$	$8,0^{bC} \pm 0,7$	$20,8^{cC} \pm 0,3$

Μρ: ροζέ οίνος μάρτυρας, T_1: προϊόν οίνου με προσθήκη εκχυλίσματος τσαγιού σε μικρή συγκέντρωση, T_2: προϊόν οίνου με προσθήκη εκχυλίσματος τσαγιού σε μεγάλη συγκέντρωση.

Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται είναι οι μέσοι όροι των τριών επαναλήψεων με την τυπική απόκλιση, εκφρασμένα σε mg/L SO_2.

Οριζόντια σύγκριση: Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη (a, b, c) στην ίδια γραμμή δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$).

Κάθετη σύγκριση: Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη (A, B, C, D, E) στην ίδια στήλη δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$).

Το ολικό και το ελεύθερο διοξείδιο του θείου των προϊόντων οίνου με εκχύλισμα κρόκου βρισκόταν την πρώτη ημέρα στα ίδια επίπεδα τιμών με του μάρτυρα. Η τάση αυτή ακολουθήθηκε και στις 30 ημέρες συντήρησης. Τα προϊόντα οίνου εμφάνισαν υψηλότερες τιμές ολικού και ελεύθερου διοξειδίου του θείου σε σχέση με τον μάρτυρα από τις 60 έως τις 300 ημέρες συντήρησης. Τα δύο προϊόντα οίνου με εκχύλισμα κρόκου εμφάνισαν ίδια επίπεδα ολικού και ελεύθερου διοξειδίου του θείου από την πρώτη έως τις 150 ημέρες. Στις 300 ημέρες το προϊόν οίνου με υψηλή συγκέντρωση εκχυλίσματος κρόκου εμφάνισε υψηλότερη συγκέντρωση ολικού και ελεύθερου διοξειδίου του θείου σε σχέση με το προϊόν οίνου με χαμηλή συγκέντρωση εκχυλίσματος κρόκου.

Για το προϊόν οίνου με χαμηλή συγκέντρωση εκχυλίσματος κρόκου προκύπτει με κάθετη σύγκριση σημαντική μείωση από τις 30 στις 60 ημέρες, κι από τις 150 στις 300 ημέρες. Για το προϊόν οίνου με υψηλή συγκέντρωση εκχυλίσματος κρόκου προκύπτει σημαντική μείωση ολικού διοξειδίου του θείου από τις 150 στις 300 ημέρες. Ακόμη προκύπτει σημαντική μείωση ελεύθερου διοξειδίου του θείου και στα δύο προϊόντα οίνου με εκχύλισμα κρόκου από τις 60 στις 150 ημέρες.

Πίνακας 42. Διοξείδιο του θείου του οίνου και των προϊόντων οίνου με εκχύλισμα κρόκου, κατά τη συντήρηση τους.

	Ηλικία (ημέρες)	Μρ	$Σ_1$	$Σ_2$
Ολικό	0	$185,6^{aA} \pm 0,5$	$181^{aA} \pm 4$	$181^{aA} \pm 4$
	30	$181^{aB} \pm 4$	$185,6^{aA} \pm 0,5$	$184^{aA} \pm 4$
	60	$166^{aC} \pm 0,5$	$179,2^{bAB} \pm 0,4$	$181^{bA} \pm 4$
	150	$155^{aD} \pm 4$	$173^{bB} \pm 6$	$181^{bA} \pm 4$
	300	$96^{aE} \pm 4$	$100^{bC} \pm 4$	$121,6^{cB} \pm 0,6$
Ελεύθερο	0	$51,2^{aA} \pm 0,6$	$51^{aA} \pm 6$	$49^{aA} \pm 4$
	30	$44,8^{aB} \pm 0,5$	$44,8^{aA} \pm 0,6$	$44,8^{aA} \pm 0,5$
	60	$38,4^{aC} \pm 0,5$	$44,8^{bA} \pm 0,6$	$47^{bA} \pm 4$
	150	$32,0^{aD} \pm 0,5$	$29^{bB} \pm 4$	$34^{bB} \pm 4$
	300	$12,8^{aE} \pm 0,3$	$19,2^{bB} \pm 0,7$	$28^{cB} \pm 4$
Ολικό μετά τη διόρθωση	0	$170,3^{aA} \pm 0,7$	$166^{aA} \pm 4$	$166^{aA} \pm 3$
	30	$165^{aB} \pm 4$	$169,9^{aA} \pm 0,7$	$167^{aA} \pm 4$
	60	$151,5^{aC} \pm 0,7$	$164,3^{bAB} \pm 0,5$	$166^{bA} \pm 4$
	150	$143,33^{aD} \pm 4$	$162^{bB} \pm 6$	$170^{bA} \pm 3$
	300	$58^{aE} \pm 4$	$89^{bC} \pm 4$	$110,4^{cB} \pm 0,3$
Ελεύθερο μετά τη διόρθωση	0	$35,9^{aA} \pm 0,7$	$36^{aA} \pm 6$	$33^{aA} \pm 3$
	30	$28,3^{aB} \pm 0,7$	$29,1^{aA} \pm 0,7$	$29,7^{aB} \pm 0,4$
	60	$23,5^{aC} \pm 0,5$	$29,9^{bB} \pm 0,7$	$30^{bB} \pm 4$
	150	$19,6^{aD} \pm 0,4$	$29^{bB} \pm 3$	$32,3^{bB} \pm 2,3$
	300	$2,1^{aE} \pm 0,7$	$8,0^{bC} \pm 0,4$	$14,4^{cC} \pm 0,5$

Μρ: ροζέ οίνος μάρτυρας, $Σ_1$: προϊόν οίνου με προσθήκη εκχυλίσματος κρόκου σε μικρή συγκέντρωση, $Σ_2$: προϊόν οίνου με προσθήκη εκχυλίσματος κρόκου σε μεγάλη συγκέντρωση.

Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται είναι οι μέσοι όροι των τριών επαναλήψεων με την τυπική απόκλιση, εκφρασμένα σε mg/L SO_2.

Οριζόντια σύγκριση: Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη (a, b, c) στην ίδια γραμμή δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$).

Κάθετη σύγκριση: Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη (A, B, C, D, E) στην ίδια στήλη δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$).

Το διοξείδιο του θείου χρησιμοποιείται έως συντηρητικός και αντιμικροβιακός παράγοντας στους οίνους (159). Από τα αποτελέσματα τόσο για τους οίνου με εκχύλισμα τσαγιού όσο και για τους οίνους με εκχύλισμα κρόκου δύναται να υπάρχει τάση για καλύτερη συντήρηση στα προϊόντα οίνου.

3.4.4. Χρώμα



Εικόνα 29. Οίνος και προϊόντα οίνου Μρ, T_1, T_2, $Σ_1$, $Σ_2$.

Το χρώμα των ροζέ οίνων όπως φαίνεται και στην εικόνα 29 δεν επηρεάστηκε έντονα από την προσθήκη των εκχυλισμάτων. Οι οίνοι που έχει προστεθεί εκχύλισμα κρόκου έχουν ελαφρώς πιο πορτοκαλί χροιά σε σχέση με το μάρτυρα και τους οίνους στους οποίους έχει προστεθεί τσάι του βουνού.

3.4.5. Φαινολικά συστατικά και ολικές ελεύθερες σουλφυδρυλομάδες

3.4.5.1. Δείκτης φαινολικών

Ο δείκτης φαινολικών των προϊόντων οίνου με εκχύλισμα τσαγιού του βουνού ήταν μεγαλύτερος από του μάρτυρα σε όλους τους χρόνους συντήρησης. Το προϊόν οίνου με υψηλή συγκέντρωση εκχυλίσματος τσαγιού εμφάνισε μεγαλύτερο δείκτη φαινολικών από τα προϊόντα οίνου με χαμηλή συγκέντρωση εκχυλίσματος τσαγιού σε όλους τους χρόνους. Με κάθετη σύγκριση προκύπτει σημαντική μείωση στο δείκτη φαινολικών του μάρτυρα σε καθόλη τη διάρκεια της συντήρησης. Σημαντική είναι και η μείωση που προκύπτει στα προϊόντα οίνου με εκχύλισμα τσαγιού.

Πίνακας 43. Δείκτης φαινολικών του οίνου και των προϊόντων οίνου με εκχύλισμα τσαγιού του βουνού, κατά τη συντήρηση τους.

Ηλικία (ημέρες)	Μρ	T_1	T_2
0	$8,84^{aA} \pm 0,22$	$9,7^{bA} \pm 0,5$	$10,8^{cA} \pm 0,4$
30	$8,11^{aB} \pm 0,12$	$9,2^{bAB} \pm 0,3$	$10,32^{cB} \pm 0,21$
60	$7,43^{aC} \pm 0,03$	$8,85^{bB} \pm 0,21$	$9,99^{cC} \pm 0,11$
150	$6,15^{aD} \pm 0,09$	$8,22^{bC} \pm 0,14$	$9,83^{cC} \pm 0,06$
300	$4,05^{aE} \pm 0,10$	$6,37^{bD} \pm 0,06$	$9,03^{cD} \pm 0,76$

Μρ: ροζέ οίνος μάρτυρας, T_1: προϊόν οίνου με προσθήκη εκχυλίσματος τσαγιού σε μικρή συγκέντρωση, T_2: προϊόν οίνου με προσθήκη εκχυλίσματος τσαγιού σε μεγάλη συγκέντρωση.

Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται είναι οι μέσοι όροι των τριών επαναλήψεων με την τυπική απόκλιση.

Οριζόντια σύγκριση: Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη (a, b, c) στην ίδια γραμμή δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$).

Κάθετη σύγκριση: Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη (A, B, C, D, E) στην ίδια στήλη δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$).

Ο δείκτης φαινολικών των προϊόντων οίνου με εκχύλισμα κρόκου ήταν μεγαλύτερος από εκείνον του μάρτυρα σε όλους τους χρόνους συντήρησης. Το προϊόν οίνου με υψηλή συγκέντρωση εκχυλίσματος κρόκου εμφάνισε μεγαλύτερο δείκτη φαινολικών από τα προϊόντα οίνου με χαμηλή συγκέντρωση εκχυλίσματος τσαγιού σχεδόν σε όλους τους χρόνους. Με κάθετη σύγκριση προκύπτει σημαντική μείωση στο δείκτη φαινολικών των δύο προϊόντων οίνου με εκχύλισμα τσαγιού από τις 60 στις 150 ημέρες συντήρησης.

Πίνακας 44. Δείκτης φαινολικών του οίνου και των προϊόντων οίνου με εκχύλισμα κρόκου, κατά τη συντήρηση τους.

Ηλικία (ημέρες)	Μρ	Σ_1	Σ_2
0	$8,84^{aA} \pm 0,22$	$10,0^{bA} \pm 0,4$	$10,8^{cA} \pm 0,3$
30	$8,11^{aB} \pm 0,12$	$9,90^{bA} \pm 0,12$	$10,51^{bA} \pm 0,22$
60	$7,43^{aC} \pm 0,03$	$9,60^{bA} \pm 0,05$	$10,32^{cA} \pm 0,19$
150	$6,15^{aD} \pm 0,09$	$8,77^{bB} \pm 0,16$	$9,52^{cB} \pm 0,08$
300	$4,05^{aE} \pm 0,10$	$7,29^{bC} \pm 0,08$	$8,78^{cC} \pm 0,06$

Μρ: ροζέ οίνος μάρτυρας, Σ_1: προϊόν οίνου με προσθήκη εκχυλίσματος κρόκου σε μικρή συγκέντρωση, Σ_2: προϊόν οίνου με προσθήκη εκχυλίσματος κρόκου σε μεγάλη συγκέντρωση.

Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται είναι οι μέσοι όροι των τριών επαναλήψεων με την τυπική απόκλιση.

Οριζόντια σύγκριση: Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη (a, b, c) στην ίδια γραμμή δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$).

Κάθετη σύγκριση: Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη (A, B, C, D, E) στην ίδια στήλη δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$).

Ο δείκτης φαινολικών αυξήθηκε συνολικά στα προϊόντα οίνου με την προσθήκη εκχυλισμάτων τσαγιού και κρόκου, κάτι που δείχνει ενίσχυση στα φαινολικά από τα προστιθέμενα. Ακόμη φαίνεται πως τα εκχυλίσματα που προστέθηκαν είναι ικανά να διατηρήσουν το δείκτη φαινολικών σε υψηλότερα επίπεδα κατά τη συντήρηση. Σημαντικό

είναι να αναφερθεί πως παρατηρήθηκε δοσοεξαρτώμενη συσχέτιση καθώς τα προϊόντα οίνου με υψηλές συγκεντρώσεις εκχυλισμάτων παρουσίασαν υψηλότερες τιμές από εκείνα με χαμηλές τιμές εκχυλισμάτων.

3.4.5.2. Ο-διφαινόλες

Οι ο-διφαινόλες των προϊόντων οίνου με εκχύλισμα τσαγιού του βουνού βρισκόταν σε υψηλότερες τιμές από του μάρτυρα σε όλους τους χρόνους συντήρησης. Το προϊόν οίνου με υψηλή συγκέντρωση τσαγιού εμφάνισε μεγαλύτερη συγκέντρωση ο-διφαινολών από το προϊόν οίνου με χαμηλή συγκέντρωση τσαγιού. Με κάθετη σύγκριση προκύπτει σημαντική μείωση στις ο-διφαινόλες του μάρτυρα και του προϊόντος οίνου με χαμηλή συγκέντρωση εκχυλίσματος τσαγιού σχεδόν σε όλους τους χρόνους διατήρησης. Ακόμη, σημαντική μείωση παρουσιάστηκε και στις ο-διφαινόλες του προϊόντος οίνου με υψηλή συγκέντρωση εκχυλίσματος τσαγιού από τις 60 στις 300 ημέρες διατήρησης.

Πίνακας 45. ο-διφαινόλες του οίνου και των προϊόντων οίνου με εκχύλισμα τσαγιού του βουνού, κατά τη συντήρηση τους.

Ηλικία (ημέρες)	Μρ	T_1	T_2
0	$152^{aA} \pm 3$	$167,0^{bA} \pm 2,9$	$187^{cA} \pm 7$
30	$151^{aA} \pm 5$	$170,5^{bAB} \pm 2,8$	$185^{cA} \pm 3$
60	$139,5^{aB} \pm 1,7$	$165,3^{bB} \pm 0,7$	$180^{cAB} \pm 4$
150	$127,0^{aC} \pm 1,4$	$156,4^{bC} \pm 0,3$	$174,5^{cB} \pm 1,3$
300	$94,9^{aD} \pm 2,8$	$143,2^{bD} \pm 0,9$	$165,3^{cC} \pm 0,9$

Μρ: ροζέ οίνος μάρτυρας, T_1: προϊόν οίνου με προσθήκη εκχυλίσματος τσαγιού σε μικρή συγκέντρωση, T_2: προϊόν οίνου με προσθήκη εκχυλίσματος τσαγιού σε μεγάλη συγκέντρωση.

Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται είναι οι μέσοι όροι των τριών επαναλήψεων με την τυπική απόκλιση, εκφρασμένα σε mg/L καφεϊκό οξύ.

Οριζόντια σύγκριση: Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη (a, b, c) στην ίδια γραμμή δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$).

Κάθετη σύγκριση: Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη (A, B, C, D) στην ίδια στήλη δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$).

Το προϊόν οίνου με χαμηλή συγκέντρωση εκχυλίσματος κρόκου παρουσίασε ίδια επίπεδα τιμών ο-διφαινολών με τον μάρτυρα την πρώτη ημέρα και στις 30 ημέρες συντήρησης, ενώ παρουσίασε υψηλότερες τιμές ο-διφαινολών από το μάρτυρα από τις 60 έως τις 300 ημέρες συντήρησης. Το προϊόν οίνου με υψηλή συγκέντρωση κρόκου εμφάνισε μεγαλύτερη συγκέντρωση ο-διφαινολών από το μάρτυρα και από το προϊόν οίνου με χαμηλή συγκέντρωση κρόκου. Με κάθετη σύγκριση προκύπτει σημαντική μείωση στις ο-διφαινόλες του μάρτυρα και από τις 60 έως τις 300 ημέρες συντήρησης. Ακόμη, σημαντική μείωση

παρουσιάστηκε και στις ο-διφαινόλες των δύο προϊόντων οίνου με εκχύλισμα μόνο από τις 150 στις 300 ημέρες.

Πίνακας 46. ο-διφαινόλες του οίνου και των προϊόντων οίνου με εκχύλισμα κρόκου, κατά τη συντήρηση τους.

Ηλικία (ημέρες)	Μρ	$Σ_1$	$Σ_2$
0	$152^{aA} \pm 3$	$157,0^{abA} \pm 2,3$	$167^{bA} \pm 10$
30	$151^{aA} \pm 5$	$158,3^{aA} \pm 1,5$	$171^{bA} \pm 7$
60	$139,5^{aB} \pm 1,7$	$156,4^{bA} \pm 1,3$	$169^{cA} \pm 5$
150	$127,0^{aC} \pm 1,4$	$153^{bA} \pm 4$	$165,3^{cA} \pm 0,7$
300	$94,9^{aD} \pm 2,8$	$139,7^{bB} \pm 0,6$	$155,7^{cB} \pm 0,3$

Μρ: ροζέ οίνος μάρτυρας, $Σ_1$: προϊόν οίνου με προσθήκη εκχυλίσματος κρόκου σε μικρή συγκέντρωση, $Σ_2$: προϊόν οίνου με προσθήκη εκχυλίσματος κρόκου σε μεγάλη συγκέντρωση.

Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται είναι οι μέσοι όροι των τριών επαναλήψεων με την τυπική απόκλιση, εκφρασμένα σε mg/L καφεϊκό οξύ.

Οριζόντια σύγκριση: Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη (a, b, c) στην ίδια γραμμή δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$).

Κάθετη σύγκριση: Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη (A, B, C, D) στην ίδια στήλη δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$).

Συνολικά, οι τιμές των ο-διφαινολών αυξήθηκαν στα προϊόντα οίνου με την προσθήκη εκχυλισμάτων τσαγιού και κρόκου, κάτι που δείχνει ενίσχυση στις ο-διφαινόλες από τα προστιθέμενα. Ακόμη φαίνεται πως τα εκχυλίσματα που προστέθηκαν είναι ικανά να διατηρήσουν τις ο-διφαινόλες σε υψηλότερα επίπεδα κατά τη συντήρηση. Σημαντικό είναι να αναφερθεί πως παρατηρήθηκε δοσοεξαρτώμενη συσχέτιση καθώς τα προϊόντα οίνου με υψηλές συγκεντρώσεις εκχυλισμάτων παρουσίασαν υψηλότερες τιμές από εκείνα με χαμηλές τιμές εκχυλισμάτων.

3.4.5.3. Φλαβανόλες

Οι φλαβανόλες των προϊόντων οίνου με εκχύλισμα τσαγιού του βουνού βρισκόταν σε υψηλότερα επίπεδα από τις φλαβανόλες του μάρτυρα σε όλους τους χρόνους συντήρησης. Το προϊόν οίνου με υψηλή συγκέντρωση εκχυλίσματος τσαγιού εμφάνισε υψηλότερα επίπεδα φλαβανόλων από ο προϊόν οίνου με χαμηλή συγκέντρωση εκχυλίσματος τσαγιού σχεδόν σε όλους τους χρόνους. Με κάθετη σύγκριση προκύπτει σημαντική μείωση στις φλαβανόλες του μάρτυρα καθόλη τη διάρκεια της συντήρησης. Σημαντική είναι και η μείωση που προκύπτει στα προϊόντα οίνου με εκχύλισμα τσαγιού.

Πίνακας 47. Φλαβανόλες του οίνου και των προϊόντων οίνου με εκχύλισμα τσαγιού του βουνού, κατά τη συντήρηση τους.

Ηλικία (ημέρες)	Μρ	T_1	T_2
0	$60,3^{aA} \pm 1,5$	$65,9^{bA} \pm 0,8$	$69,75^{cA} \pm 0,08$
30	$58,91^{aB} \pm 0,46$	$65,1^{bA} \pm 0,6$	$69,7^{cA} \pm 0,3$
60	$57,63^{aBC} \pm 0,27$	$60,8^{bB} \pm 0,3$	$64,46^{cB} \pm 0,15$
150	$56,92^{aC} \pm 0,15$	$56,0^{aC} \pm 0,9$	$58,2^{bC} \pm 0,3$
300	$53,04^{aD} \pm 0,27$	$58,2^{bD} \pm 0,27$	$62,48^{cD} \pm 0,20$

Μρ: ροζέ οίνος μάρτυρας, T_1: προϊόν οίνου με προσθήκη εκχυλίσματος τσαγιού σε μικρή συγκέντρωση, T_2: προϊόν οίνου με προσθήκη εκχυλίσματος τσαγιού σε μεγάλη συγκέντρωση.

Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται είναι οι μέσοι όροι των τριών επαναλήψεων με την τυπική απόκλιση, εκφρασμένα σε mg/L κατεχίνη.

Οριζόντια σύγκριση: Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη (a, b, c) στην ίδια γραμμή δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$).

Κάθετη σύγκριση: Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη (A, B, C, D) στην ίδια στήλη δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$).

Οι φλαβανόλες των προϊόντων οίνου με εκχύλισμα κρόκου βρισκόταν σε υψηλότερα επίπεδα από τις φλαβανόλες του μάρτυρα σχεδόν σε όλους τους χρόνους συντήρησης. Το προϊόν οίνου με υψηλή συγκέντρωση εκχυλίσματος κρόκου εμφάνισε υψηλότερα επίπεδα φλαβανολών από ότι το προϊόν οίνου με χαμηλή συγκέντρωση εκχυλίσματος κρόκου σε όλους τους χρόνους. Με κάθετη σύγκριση προκύπτει σημαντική μείωση στις φλαβανόλες του μάρτυρα από τις 30 έως τις 300 ημέρες συντήρησης. Επίσης, σημαντική μείωση προκύπτει και στις φλαβανόλες των δύο προϊόντων οίνου από τις 30 έως τις 150 ημέρες συντήρησης.

Πίνακας 48. Φλαβανόλες του οίνου και των προϊόντων οίνου με εκχύλισμα κρόκου, κατά τη συντήρηση τους.

Ηλικία (ημέρες)	Μρ	Σ_1	Σ_2
0	$60,3^{aA} \pm 1,5$	$62,0^{aA} \pm 0,7$	$66,2^{bA} \pm 0,9$
30	$58,91^{aB} \pm 0,46$	$62,17^{bA} \pm 0,26$	$66,0^{cA} \pm 1,0$
60	$57,63^{aBC} \pm 0,27$	$58,9^{bB} \pm 0,27$	$63,1^{cB} \pm 0,9$
150	$56,92^{aC} \pm 0,15$	$55,95^{aC} \pm 0,26$	$59,13^{bC} \pm 0,14$
300	$53,04^{aD} \pm 0,27$	$56,66^{bC} \pm 0,20$	$60,45^{cC} \pm 0,13$

Μρ: ροζέ οίνος μάρτυρας, Σ_1: προϊόν οίνου με προσθήκη εκχυλίσματος κρόκου σε μικρή συγκέντρωση, Σ_2: προϊόν οίνου με προσθήκη εκχυλίσματος κρόκου σε μεγάλη συγκέντρωση.

Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται είναι οι μέσοι όροι των τριών επαναλήψεων με την τυπική απόκλιση, εκφρασμένα σε mg/L κατεχίνη.

Οριζόντια σύγκριση: Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη (a, b, c) στην ίδια γραμμή δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$).

Κάθετη σύγκριση: Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη (A, B, C, D) στην ίδια στήλη δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$).

Συνολικά, οι τιμές των φλαβανολών αυξήθηκαν στα προϊόντα οίνου με την προσθήκη εκχυλισμάτων τσαγιού και κρόκου, κάτι που δείχνει ενίσχυση στις φλαβανόλες από τα

προστιθέμενα. Ακόμη φαίνεται πως τα εκχυλίσματα που προστέθηκαν είναι ικανά να διατηρήσουν τις φλαβανόλες σε υψηλότερα επίπεδα κατά τη συντήρηση. Σημαντικό είναι να αναφερθεί πως παρατηρήθηκε δοσοεξαρτώμενη συσχέτιση καθώς τα προϊόντα οίνου με υψηλές συγκεντρώσεις εκχυλισμάτων παρουσίασαν υψηλότερες τιμές από εκείνα με χαμηλές τιμές εκχυλισμάτων.

3.4.5.4. Υδροξυκινναμωμικά οξέα

Τα υδροξυκινναμωμικά οξέα των προϊόντων οίνου με εκχύλισμα τσαγιού του βουνού βρισκόταν σε υψηλότερα επίπεδα από τις φλαβανόλες του μάρτυρα σε όλους τους χρόνους συντήρησης. Το προϊόν οίνου με υψηλή συγκέντρωση εκχυλίσματος τσαγιού εμφάνισε υψηλότερα επίπεδα υδροξυκινναμωμικών οξέων από το προϊόν οίνου με χαμηλή συγκέντρωση εκχυλίσματος τσαγιού σε όλους τους χρόνους. Με κάθετη σύγκριση προκύπτει σημαντική μείωση στις φλαβανόλες του μάρτυρα καθόλη τη διάρκεια της συντήρησης. Σημαντική είναι και η μείωση που προκύπτει στα προϊόντα οίνου με εκχύλισμα τσαγιού από τις 30 ημέρες έως τις 300.

Πίνακας 49. Υδροξυκιναμωμικά οξέα του οίνου και των προϊόντων οίνου με εκχύλισμα τσαγιού του βουνού, κατά τη συντήρηση τους.

Ηλικία (ημέρες)	Μρ	T_1	T_2
0	$97,5^{aA} \pm 0,5$	$104,6^{bA} \pm 1,5$	$118,1^{cA} \pm 2,0$
30	$91,5^{aB} \pm 2,7$	$103,8^{bA} \pm 1,3$	$117,3^{cA} \pm 1,8$
60	$86,78^{aC} \pm 0,18$	$94,6^{bB} \pm 0,5$	$113,8^{cB} \pm 0,4$
150	$80,5^{aD} \pm 0,4$	$93,4^{bB} \pm 0,4$	$111,79^{cB} \pm 0,23$
300	$67,4^{aE} \pm 0,3$	$87,61^{bC} \pm 0,23$	$108,43^{cC} \pm 0,16$

Μρ: ροζέ οίνος μάρτυρας, T_1: προϊόν οίνου με προσθήκη εκχυλίσματος τσαγιού σε μικρή συγκέντρωση, T_2: προϊόν οίνου με προσθήκη εκχυλίσματος τσαγιού σε μεγάλη συγκέντρωση.

Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται είναι οι μέσοι όροι των τριών επαναλήψεων με την τυπική απόκλιση, εκφρασμένα σε mg/L καφεϊκό οξύ.

Οριζόντια σύγκριση: Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη (a, b, c) στην ίδια γραμμή δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$).

Κάθετη σύγκριση: Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη (A, B, C, D, E) στην ίδια στήλη δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$).

Τα υδροξυκινναμωμικά οξέα των προϊόντων οίνου με εκχύλισμα κρόκου βρισκόταν σε υψηλότερα επίπεδα από τις φλαβανόλες του μάρτυρα σε όλους τους χρόνους συντήρησης. Το προϊόν οίνου με υψηλή συγκέντρωση εκχυλίσματος κρόκου εμφάνισε υψηλότερα επίπεδα υδροξυκινναμωμικών οξέων από το προϊόν οίνου με χαμηλή συγκέντρωση εκχυλίσματος κρόκου σε όλους τους χρόνους. Με κάθετη σύγκριση προκύπτει σημαντική μείωση στις φλαβανόλες του μάρτυρα καθόλη τη διάρκεια της συντήρησης. Σημαντική είναι

και η μείωση που προκύπτει στα προϊόντα οίνου με εκχύλισμα κρόκου από τις 30 ημέρες έως τις 300.

Πίνακας 50. Υδροξυκιναμωμικά οξέα του οίνου και των προϊόντων οίνου με εκχύλισμα κρόκου, κατά τη συντήρηση τους.

Ηλικία (ημέρες)	Μρ	$Σ_1$	$Σ_2$
0	$97,5^{aA} \pm 0,5$	$99,5^{aA} \pm 1,2$	$110,5^{bA} \pm 1,4$
30	$91,5^{aB} \pm 2,7$	$99,4^{bA} \pm 1,7$	$110,4^{cA} \pm 0,6$
60	$86,78^{aC} \pm 0,18$	$92,0^{bB} \pm 1,5$	$103,9^{cB} \pm 0,8$
150	$80,5^{aD} \pm 0,4$	$89,7^{bC} \pm 0,4$	$101,92^{cC} \pm 0,16$
300	$67,4^{aE} \pm 0,3$	$83,68^{bD} \pm 0,09$	$98,41^{cD} \pm 0,24$

Μρ: ροζέ οίνος μάρτυρας, $Σ_1$: προϊόν οίνου με προσθήκη εκχυλίσματος κρόκου σε μικρή συγκέντρωση, $Σ_2$: προϊόν οίνου με προσθήκη εκχυλίσματος κρόκου σε μεγάλη συγκέντρωση.

Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται είναι οι μέσοι όροι των τριών επαναλήψεων με την τυπική απόκλιση, εκφρασμένα σε mg/L καφεϊκό οξύ.

Οριζόντια σύγκριση: Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη (a, b, c) στην ίδια γραμμή δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$).

Κάθετη σύγκριση: Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη (A, B, C, D, E) στην ίδια στήλη δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$).

Συνολικά, οι τιμές των υδροξυκινναμωμικών οξέων αυξήθηκαν στα προϊόντα οίνου με την προσθήκη εκχυλισμάτων τσαγιού και κρόκου, κάτι που δείχνει ενίσχυση στα υδροξυκινναμωμικά οξέα από τα προστιθέμενα. Ακόμη φαίνεται πως τα εκχυλίσματα που προστέθηκαν είναι ικανά να διατηρήσουν τα υδροξυκινναμωμικά οξέα σε υψηλότερα επίπεδα κατά τη συντήρηση. Σημαντικό είναι να αναφερθεί πως παρατηρήθηκε δοσοεξαρτώμενη συσχέτιση καθώς τα προϊόντα οίνου με υψηλές συγκεντρώσεις εκχυλισμάτων παρουσίασαν υψηλότερες τιμές από εκείνα με χαμηλές τιμές εκχυλισμάτων.

3.4.5.5. Ολικές ελεύθερες σουλφυδρυλομάδες

Οι ολικές ελεύθερες σουλφυδρυλομάδες την πρώτη ημέρα βρισκόταν στα ίδια επίπεδα για τον μάρτυρα και τα προϊόντα οίνου με εκχύλισμα τσαγιού του βουνού. Στις 30 ημέρες το προϊόν οίνου με υψηλή συγκέντρωση εκχυλίσματος τσαγιού εμφάνισε υψηλότερες ολικές ελεύθερες σουλφυδρυλομάδες από τον μάρτυρα και το προϊόν οίνου με χαμηλή συγκέντρωση εκχυλίσματος τσαγιού του βουνού. Από τις 60 έως και τις 300 ημέρες οι σουλφυδρυλομάδες των προϊόντων οίνου με εκχύλισμα τσαγιού του βουνού βρισκόταν σε υψηλότερες τιμές από τον μάρτυρα. Ακόμη, το προϊόν οίνου με την υψηλή συγκέντρωση εκχυλίσματος τσαγιού εμφάνισε υψηλότερη συγκέντρωση σουλφυδρυλομάδων από το προϊόν οίνου με χαμηλή συγκέντρωση εκχυλίσματος τσαγιού.

Με κάθετη σύγκριση προκύπτει Αύξηση των ολικών ελεύθερων σουλφυδρυλομάδων από την πρώτη ημέρα έως και τις 60 ημέρες συντήρησης και στο μάρτυρα και στα δύο προϊόντα οίνου με εκχύλισμα τσαγιού. Από τις 60 στις 150 ημέρες συντήρησης προκύπτει σημαντική μείωση των ολικών ελεύθερων σουλφυδρυλομάδων και για τα τρία προϊόντα.

Πίνακας 51. Ολικές ελεύθερες σουλφυδρυλομάδες του οίνου και των προϊόντων οίνου με εκχύλισμα τσαγιού του βουνού, κατά τη συντήρηση τους.

Ηλικία (ημέρες)	Μρ	T_1	T_2
0	$385^{aBC} \pm 40$	$410^{aB} \pm 22$	$434^{aC} \pm 15$
30	$410^{aB} \pm 34$	$419^{aB} \pm 18$	$464^{bB} \pm 6$
60	$463,5^{aA} \pm 2,1$	$490^{bA} \pm 8$	$510,1^{cA} \pm 2,1$
150	$365,3^{aCD} \pm 2,7$	$401,9^{bC} \pm 2,1$	$435,7^{cC} \pm 0,8$
300	$336,1^{aD} \pm 2,1$	$389,1^{bC} \pm 2,1$	$428,8^{cC} \pm 1,6$

Μρ: ροζέ οίνος μάρτυρας, T_1: προϊόν οίνου με προσθήκη εκχυλίσματος τσαγιού σε μικρή συγκέντρωση, T_2: προϊόν οίνου με προσθήκη εκχυλίσματος τσαγιού σε μεγάλη συγκέντρωση.

Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται είναι οι μέσοι όροι των τριών επαναλήψεων με την τυπική απόκλιση, εκφρασμένα σε mg/L γλουταθειόνη.

Οριζόντια σύγκριση: Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη (a, b, c) στην ίδια γραμμή δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$).

Κάθετη σύγκριση: Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη (A, B, C, D) στην ίδια στήλη δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$).

Την πρώτη ημέρα το προϊόν οίνου με υψηλή συγκέντρωση εκχυλίσματος κρόκου εμφάνισε υψηλότερες ολικές ελεύθερες σουλφυδρυλομάδες από τον μάρτυρα και το προϊόν οίνου με χαμηλή συγκέντρωση εκχυλίσματος κρόκου. Στις 30 ημέρες συντήρησης οι ολικές ελεύθερες σουλφυδρυλομάδες βρισκόταν στα ίδια επίπεδα για τον μάρτυρα και τα προϊόντα οίνου με εκχύλισμα κρόκου. Από τις 60 έως και τις 300 ημέρες οι σουλφυδρυλομάδες των προϊόντων οίνου με εκχύλισμα κρόκου βρισκόταν σε υψηλότερες τιμές από ότι στον μάρτυρα. Ακόμη, το προϊόν οίνου με υψηλή συγκέντρωση εκχυλίσματος κρόκου εμφάνισε υψηλότερη συγκέντρωση σουλφυδρυλομάδων από το προϊόν οίνου με χαμηλή συγκέντρωση εκχυλίσματος κρόκου.

Με κάθετη σύγκριση προκύπτει αύξηση των ολικών ελεύθερων σουλφυδρυλομάδων από την πρώτη ημέρα έως και τις 60 ημέρες συντήρησης και στο μάρτυρα και στα δύο προϊόντα οίνου με εκχύλισμα κρόκου. Από τις 60 στις 150 ημέρες συντήρησης προκύπτει σημαντική μείωση των ολικών ελεύθερων σουλφυδρυλομάδων και για τα τρία προϊόντα. Επίσης, στο προϊόν οίνου με χαμηλή συγκέντρωση εκχυλίσματος κρόκου προέκυψε σημαντική μείωση των ολικών ελεύθερων σουλφυδρυλομάδων από τι; 150 στις 300 ημέρες συντήρησης.

Πίνακας 52. Ολικές ελεύθερες σουλφυδρυλομάδες του οίνου και των προϊόντων οίνου με εκχύλισμα κρόκου, κατά τη συντήρηση τους.

Ηλικία (ημέρες)	Μρ	$Σ_1$	$Σ_2$
0	$385^{aBC} \pm 40$	$440^{abB} \pm 19$	$456^{bB} \pm 23$
30	$410^{aB} \pm 34$	$421^{aC} \pm 7$	$441,6^{aBC} \pm 2,1$
60	$463,5^{aA} \pm 2,1$	$486,3^{bA} \pm 2,1$	$508^{cA} \pm 4$
150	$365,3^{aCD} \pm 2,7$	$411,0^{bC} \pm 1,6$	$435^{cC} \pm 3$
300	$336,1^{aD} \pm 2,1$	$380,9^{bD} \pm 2,1$	$419,7^{cC} \pm 2,1$

Μρ: ροζέ οίνος μάρτυρας, $Σ_1$: προϊόν οίνου με προσθήκη εκχυλίσματος κρόκου σε μικρή συγκέντρωση, $Σ_2$: προϊόν οίνου με προσθήκη εκχυλίσματος κρόκου σε μεγάλη συγκέντρωση.

Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται είναι οι μέσοι όροι των τριών επαναλήψεων με την τυπική απόκλιση, εκφρασμένα σε mg/L γλουταθειόνη.

Οριζόντια σύγκριση: Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη (a, b, c) στην ίδια γραμμή δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$).

Κάθετη σύγκριση: Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη (A, B, C, D) στην ίδια στήλη δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$).

Συνολικά, οι τιμές των ολικών ελεύθερων σουλφυδρυλομάδων στα προϊόντα οίνου με την προσθήκη εκχυλισμάτων τσαγιού και κρόκου δεν επηρεάστηκαν στο αρχικό στάδιο μετά την προσθήκη του εκχυλίσματος. Στην πορεία όμως διατήρησαν τις ολικές ελεύθερες σουλφυδρυλομάδες σε υψηλότερα επίπεδα σε σχέση με το μάρτυρα. Οι τάση αυτή δείχνει πως τα εκχυλίσματα που προστέθηκαν είναι ικανά να διατηρήσουν το επίπεδο των ολικών ελευθέρων σουλφυδρυλομάδων σε υψηλότερα επίπεδα κατά τη συντήρηση. Σημαντικό είναι να αναφερθεί πως παρατηρήθηκε δοσοεξαρτώμενη συσχέτιση καθώς τα προϊόντα οίνου με υψηλές συγκεντρώσεις εκχυλισμάτων διατήρησαν τις σουλφυδρυλομάδες σε υψηλότερα επίπεδα από εκείνα με χαμηλές τιμές εκχυλισμάτων.

3.4.6. Αντιοξειδωτική δράση

3.4.6.1. Δοκιμή Folin

Ο μάρτυρας και τα προϊόντα οίνου εμφάνισαν αντιοξειδωτική δράση, που αποτιμήθηκε με τη μέθοδο Folin, δεδομένο που συμφωνεί με τη σχετική βιβλιογραφία (169).

Η αντιοξειδωτική δράση, που αποτιμήθηκε με τη μέθοδο Folin, ήταν υψηλότερη στα προϊόντα οίνου με εκχύλισμα τσαγιού του βουνού σε σχέση με τον μάρτυρα, από την 1η έως και τις 300 ημέρες συντήρησης. Επιπλέον, η αντιοξειδωτική δράση ήταν υψηλότερη στα προϊόν οίνου με υψηλή συγκέντρωση εκχυλίσματος τσαγιού από ότι στο προϊόν οίνου με χαμηλή συγκέντρωση εκχυλίσματος τσαγιού. Με κάθετη σύγκριση προκύπτει σημαντική μείωση της αντιοξειδωτικής δράσης του μάρτυρα και του προϊόντος οίνου με χαμηλή συγκέντρωση εκχυλίσματος τσαγιού από τις 30 έως τις 300 ημέρες διατήρησης. Ακόμη,

προκύπτει σημαντική μείωση της αντιοξειδωτικής δράσης του προϊόντος οίνου με υψηλή συγκέντρωση εκχυλίσματος τσαγιού από τις 60 έως τις 300 ημέρες συντήρησης.

Πίνακας 53. Αντιοξειδωτική δράση, μέθοδος Folin, του οίνου και των προϊόντων οίνου με εκχύλισμα τσαγιού του βουνού, κατά τη συντήρηση τους.

Ηλικία (ημέρες)	Μρ	T_1	T_2
0	$426^{aA} \pm 9$	$445^{bA} \pm 6$	$471^{cA} \pm 4$
30	$424^{aA} \pm 7$	$446^{bA} \pm 9$	$474^{cA} \pm 5$
60	$412,8^{aB} \pm 2,1$	$435^{bB} \pm 6$	$469,0^{cA} \pm 1,0$
150	$389,4^{aB} \pm 1,5$	$410,8^{bB} \pm 1,5$	$444,4^{cB} \pm 1,5$
300	$331,8^{aC} \pm 1,5$	$371,4^{bC} \pm 1,5$	$419,4^{cC} \pm 1,5$

Μρ: ροζέ οίνος μάρτυρας, T_1: προϊόν οίνου με προσθήκη εκχυλίσματος τσαγιού σε μικρή συγκέντρωση, T_2: προϊόν οίνου με προσθήκη εκχυλίσματος τσαγιού σε μεγάλη συγκέντρωση.

Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται είναι οι μέσοι όροι των τριών επαναλήψεων με την τυπική απόκλιση, εκφρασμένα σε mg/L γαλλικό οξύ.

Οριζόντια σύγκριση: Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη (a, b, c) στην ίδια γραμμή δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$).

Κάθετη σύγκριση: Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη (A, B, C) στην ίδια στήλη δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$).

Η αντιοξειδωτική δράση, που αποτιμήθηκε με τη μέθοδο Folin, ήταν υψηλότερη στα προϊόντα οίνου με εκχύλισμα κρόκου σε σχέση με τον μάρτυρα, από την 1η έως και τις 300 ημέρες συντήρησης. Επιπλέον, η αντιοξειδωτική δράση ήταν υψηλότερη στο προϊόν οίνου με υψηλή συγκέντρωση εκχυλίσματος κρόκου από ότι στο προϊόν οίνου με χαμηλή συγκέντρωση εκχυλίσματος κρόκου. Με κάθετη σύγκριση προκύπτει σημαντική μείωση της αντιοξειδωτικής δράσης του μάρτυρα από τις 30 έως τις 300 ημέρες συντήρησης. Ακόμη, προκύπτει σημαντική μείωση της αντιοξειδωτικής δράσης των δύο προϊόντων οίνου από τις 60 έως τις 300 ημέρες συντήρησης.

Πίνακας 54. Αντιοξειδωτική δράση, μέθοδος Folin, του οίνου και των προϊόντων οίνου με εκχύλισμα κρόκου, κατά τη συντήρηση τους.

Ηλικία (ημέρες)	Μρ	Σ_1	Σ_2
0	$426^{aA} \pm 9$	$446^{bA} \pm 3$	$461^{cA} \pm 4$
30	$424^{aA} \pm 7$	$442,8^{bA} \pm 0,6$	$458^{cA} \pm 6$
60	$412,8^{aB} \pm 2,1$	$436,4^{bA} \pm 1,5$	$455,4^{cA} \pm 2,5$
150	$389,4^{aB} \pm 1,5$	$415,4^{bB} \pm 0,6$	$432,4^{cB} \pm 2,1$
300	$331,8^{aC} \pm 1,5$	$378,4^{bC} \pm 1,2$	$398,4^{cC} \pm 1,5$

Μρ: ροζέ οίνος μάρτυρας, Σ_1: προϊόν οίνου με προσθήκη εκχυλίσματος κρόκου σε μικρή συγκέντρωση, Σ_2: προϊόν οίνου με προσθήκη εκχυλίσματος κρόκου σε μεγάλη συγκέντρωση.

Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται είναι οι μέσοι όροι των τριών επαναλήψεων με την τυπική απόκλιση, εκφρασμένα σε mg/L γαλλικό οξύ.

Οριζόντια σύγκριση: Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη (a, b, c) στην ίδια γραμμή δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$).

Κάθετη σύγκριση: Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη (A, B, C) στην ίδια στήλη δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$).

Συνολικά, παρατηρήθηκε ενίσχυση της αντιοξειδωτικής δράσης με την προσθήκη εκχυλίσματος τσαγιού του βουνού και εκχυλίσματος κρόκου. Η ενίσχυση αυτή πιθανότητα οφείλεται στην αντιοξειδωτική δράση των τριών συστατικών (137,149,170). Επιπλέον, φαίνεται πως υπάρχει συσχέτιση της αντιοξειδωτικής δράσης με την δόση εκχυλίσματος που προστέθηκε και για τα δύο εκχυλίσματα.

3.4.6.2. Δοκιμή FRAP

Ο μάρτυρας και τα προϊόντα οίνου εμφάνισαν αντιοξειδωτική δράση, που αποτιμήθηκε με τη μέθοδο FRAP, δεδομένο που συμφωνεί με τη σχετική βιβλιογραφία (171).

Η αντιοξειδωτική δράση, ήταν υψηλότερη στα προϊόντα οίνου με εκχύλισμα τσαγιού του βουνού σε σχέση με τον μάρτυρα, από την 1η έως και τις 300 ημέρες συντήρησης. Επιπλέον, η αντιοξειδωτική δράση ήταν υψηλότερη στο προϊόν οίνου με υψηλή συγκέντρωση εκχυλίσματος τσαγιού από ότι στο προϊόν οίνου με χαμηλή συγκέντρωση εκχυλίσματος τσαγιού. Με κάθετη σύγκριση προκύπτει σημαντική μείωση της αντιοξειδωτικής δράσης του μάρτυρα και των δύο προϊόντων οίνου από τις 30 έως τις 300 ημέρες διατήρησης.

Πίνακας 55. Αντιοξειδωτική δράση, μέθοδος FRAP, του οίνου και των προϊόντων οίνου με εκχύλισμα τσαγιού του βουνού, κατά τη συντήρηση τους.

Ηλικία (ημέρες)	Μρ	T_1	T_2
0	$176,3^{aA} \pm 1,8$	$186,6^{bA} \pm 0,8$	$203^{cA} \pm 6$
30	$164^{aB} \pm 6$	$187^{bA} \pm 7$	$199^{cA} \pm 5$
60	$156^{aB} \pm 7$	$167,3^{bB} \pm 1,7$	$187,9^{cB} \pm 0,8$
150	$92,8^{aC} \pm 1,5$	$134,09^{bC} \pm 0,55$	$158,7^{cC} \pm 0,8$
300	$59,8^{aD} \pm 1,5$	$115,5^{bD} \pm 0,8$	$147,5^{cD} \pm 0,6$

Μρ: ροζέ οίνος μάρτυρας, T_1: προϊόν οίνου με προσθήκη εκχυλίσματος τσαγιού σε μικρή συγκέντρωση, T_2: προϊόν οίνου με προσθήκη εκχυλίσματος τσαγιού σε μεγάλη συγκέντρωση.

Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται είναι οι μέσοι όροι των τριών επαναλήψεων με την τυπική απόκλιση, εκφρασμένα σε mg/L γαλλικό οξύ.

Οριζόντια σύγκριση: Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη (a, b, c) στην ίδια γραμμή δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$).

Κάθετη σύγκριση: Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη (A, B, C, D) στην ίδια στήλη δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$).

Η αντιοξειδωτική δράση, που αποτιμήθηκε με τη μέθοδο FRAP, ήταν υψηλότερη στα προϊόντα οίνου με εκχύλισμα κρόκου σε σχέση με τον μάρτυρα, από την 1η έως και τις 300 ημέρες συντήρησης. Επιπλέον, η αντιοξειδωτική δράση ήταν υψηλότερη στο προϊόν οίνου με υψηλή συγκέντρωση εκχυλίσματος κρόκου από ότι στο προϊόν οίνου με χαμηλή συγκέντρωση εκχυλίσματος κρόκου. Με κάθετη σύγκριση προκύπτει σημαντική μείωση της αντιοξειδωτικής δράσης του μάρτυρα από τις 30 έως τις 300 ημέρες συντήρησης. Ακόμη,

προκύπτει σημαντική μείωση της αντιοξειδωτικής δράσης των δύο προϊόντων οίνου από τις 60 έως τις 300 ημέρες συντήρησης.

Πίνακας 56. Αντιοξειδωτική δράση, μέθοδος FRAP, του οίνου και των προϊόντων οίνου με εκχύλισμα κρόκου, κατά τη συντήρηση τους.

Ηλικία (ημέρες)	Μρ	$Σ_1$	$Σ_2$
0	$176,3^{aA}$ ± 1,8	$215,6^{bA}$± 0,6	233^{cA} ± 3
30	164^{aB} ± 6	$212,1^{bA}$± 2,6	$229,7^{cA}$ ± 2,8
60	156^{aB} ± 7	$203,8^{bB}$ ± 1,7	$223,5^{cB}$ ± 1,9
150	$92,7^{aC}$ ± 1,5	$156,7^{bC}$ ± 0,6	$183,3^{cC}$ ± 2,2
300	$59,8^{aD}$ ± 1,5	$138,7^{bD}$ ± 1,3	$164,9^{cD}$ ± 1,1

Μρ: ροζέ οίνος μάρτυρας, $Σ_1$: προϊόν οίνου με προσθήκη εκχυλίσματος κρόκου σε μικρή συγκέντρωση, $Σ_2$: προϊόν οίνου με προσθήκη εκχυλίσματος κρόκου σε μεγάλη συγκέντρωση.

Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται είναι οι μέσοι όροι των τριών επαναλήψεων με την τυπική απόκλιση, εκφρασμένα σε mg/L γαλλικό οξύ.

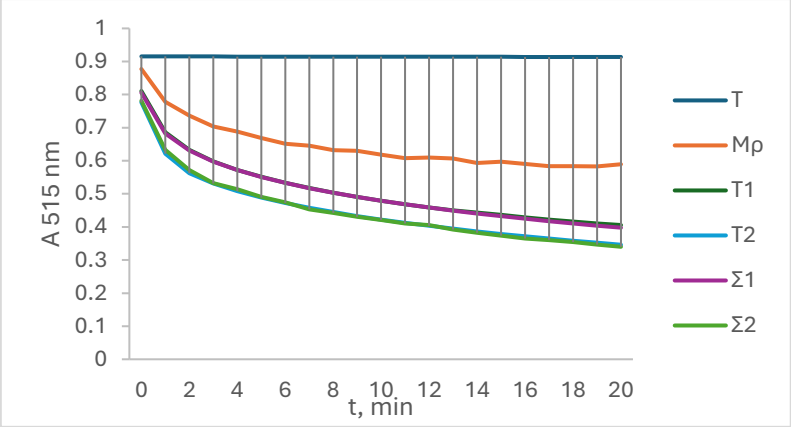
Οριζόντια σύγκριση: Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη (a, b, c) στην ίδια γραμμή δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$).

Κάθετη σύγκριση: Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη (A, B, C, D) στην ίδια στήλη δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$).

Συνολικά, παρατηρήθηκε ενίσχυση της αντιοξειδωτικής δράσης με την προσθήκη εκχυλίσματος τσαγιού του βουνού και εκχυλίσματος κρόκου. Η ενίσχυση αυτή πιθανότητα οφείλεται στην αντιοξειδωτική δράση των τριών συστατικών (137,149,170). Επιπλέον, φαίνεται πως υπάρχει συσχέτιση της αντιοξειδωτικής δράσης με την δόση εκχυλίσματος που προστέθηκε και για τα δύο εκχυλίσματα.

3.4.6.3. Δέσμευση της ρίζας DPPH

Όλοι οι οίνοι και τα προϊόντα οίνου εμφάνισαν δέσμευση της ρίζας DPPH, δεδομένο που συμφωνεί με τη σχετική βιβλιογραφία (171). Στο σχήμα 48 παρουσιάζονται οι καμπύλες απορρόφησης στα 515 nm της ρίζας DPPH ως προς το χρόνο. Η σταθερή ευθεία γραμμή του τυφλού δείχνει πως η ρίζα είναι σταθερή. Στα 20 λεπτά, τα προϊόντα οίνου με υψηλή συγκέντρωση εκχυλίσματος τσαγιού του βουνού και με υψηλή συγκέντρωση εκχυλίσματος κρόκου φαίνεται να παρουσιάζουν την μεγαλύτερη δέσμευση της ρίζας DPPH. Ακολουθούν τα προϊόντα οίνου με χαμηλές συγκεντρώσεις εκχυλίσματος τσαγιού και εκχυλίσματος κρόκου, και τέλος ο μάρτυρας.



T: Τυφλό, Μρ: ροζέ οίνος μάρτυρας, T_1: προϊόν οίνου με προσθήκη εκχυλίσματος τσαγιού σε μικρή συγκέντρωση, T_2: προϊόν οίνου με προσθήκη εκχυλίσματος τσαγιού σε μεγάλη συγκέντρωση, $Σ_1$: προϊόν οίνου με προσθήκη εκχυλίσματος κρόκου σε μικρή συγκέντρωση, $Σ_2$: προϊόν οίνου με προσθήκη εκχυλίσματος κρόκου σε μεγάλη συγκέντρωση.

Σχήμα 48. Δέσμευση της ρίζας DPPH του οίνου και των προϊόντων οίνου.

Η αρχική δέσμευση της ρίζας DPPH ήταν υψηλότερη στα προϊόντα οίνου με εκχύλισμα τσαγιού του βουνού σε σχέση με τον μάρτυρα, από την 1η έως και τις 300 ημέρες συντήρησης. Επιπλέον, η δέσμευση της ρίζας ήταν υψηλότερη στο προϊόν οίνου με υψηλή συγκέντρωση εκχυλίσματος τσαγιού από ότι στα προϊόντα οίνου με χαμηλή συγκέντρωση εκχυλίσματος τσαγιού.

Πίνακας 57. Αρχική δέσμευση, t=1 min, της ρίζας DPPH από τα προϊόντα οίνου με εκχύλισμα τσαγιού του βουνού, κατά τη συντήρηση τους.

Ηλικία (ημέρες)	Μρ	T_1	T_2
0	$15,1^{aA} \pm 0,7$	$25,6^{b} \pm 1,0$	$31,3^{cA} \pm 1,2$
30	$10,3^{aB} \pm 0,3$	$16,82^{bB} \pm 0,23$	$21,0^{bB} \pm 1,1$
60	$11,5^{aB} \pm 0,6$	$14,7^{bC} \pm 0,5$	$22,7^{cB} \pm 0,5$
150	$7,4^{aC} \pm 0,9$	$13,4^{bD} \pm 0,9$	$15,6^{bC} \pm 1,8$
300	$4,0^{aD} \pm 0,3$	$6,33^{bE} \pm 0,23$	$11,2^{cD} \pm 0,3$

Μρ: ροζέ οίνος μάρτυρας, T_1: προϊόν οίνου με προσθήκη εκχυλίσματος τσαγιού σε μικρή συγκέντρωση, T_2: προϊόν οίνου με προσθήκη εκχυλίσματος τσαγιού σε μεγάλη συγκέντρωση.

Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται είναι οι μέσοι όροι των τριών επαναλήψεων με την τυπική απόκλιση, εκφρασμένα σε % δέσμευση.

Οριζόντια σύγκριση: Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη (a, b, c) στην ίδια γραμμή δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$).

Κάθετη σύγκριση: Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη (A, B, C, D, E) στην ίδια στήλη δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$).

Η ολική δέσμευση της ρίζας DPPH ήταν υψηλότερη στα προϊόντα οίνου με εκχύλισμα τσαγιού του βουνού σε σχέση με τον μάρτυρα, από την 1η έως και τις 300 ημέρες συντήρησης. Επιπλέον, η ολική δέσμευση της ρίζας ήταν υψηλότερη στο προϊόν οίνου με

υψηλή συγκέντρωση εκχυλίσματος τσαγιού από ότι στο προϊόν οίνου με χαμηλή συγκέντρωση εκχυλίσματος τσαγιού.

Πίνακας 58. Ολική δέσμευση, t=20 min, της ρίζας DPPH από τα προϊόντα οίνου με εκχύλισμα τσαγιού του βουνού, κατά τη συντήρηση τους.

Ηλικία (ημέρες)	Μρ	T_1	T_2
0	$36,1^{aA} \pm 0,7$	$56,2^{bA} \pm 1,0$	$63,6^{cA} \pm 1,4$
30	$34,08^{aA} \pm 0,7$	$43,8^{bB} \pm 0,3$	$52,4^{cB} \pm 0,7$
60	$31,9^{aB} \pm 0,7$	$42,1^{bC} \pm 0,6$	$47,8^{cC} \pm 0,6$
150	$27,96^{aC} \pm 0,03$	$36,57^{bD} \pm 0,07$	$41,29^{cD} \pm 0,09$
300	$16,9^{aD} \pm 0,8$	$31,6^{bE} \pm 0,6$	$37,8^{cD} \pm 0,7$

Μρ: ροζέ οίνος μάρτυρας, T_1: προϊόν οίνου με προσθήκη εκχυλίσματος τσαγιού σε μικρή συγκέντρωση, T_2: προϊόν οίνου με προσθήκη εκχυλίσματος τσαγιού σε μεγάλη συγκέντρωση.

Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται είναι οι μέσοι όροι των τριών επαναλήψεων με την τυπική απόκλιση, εκφρασμένα σε % δέσμευση.

Οριζόντια σύγκριση: Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη (a, b, c) στην ίδια γραμμή δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$).

Κάθετη σύγκριση: Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη (A, B, C, D, E) στην ίδια στήλη δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$).

Η αρχική δέσμευση της ρίζας DPPH ήταν υψηλότερη στα προϊόντα οίνου με εκχύλισμα κρόκου σε σχέση με τον μάρτυρα, από την 1η έως και τις 300 ημέρες συντήρησης. Επιπλέον, η δέσμευση της ρίζας ήταν υψηλότερη στο προϊόν οίνου με υψηλή συγκέντρωση εκχυλίσματος κρόκου από ότι στα προϊόντα οίνου με χαμηλή συγκέντρωση εκχυλίσματος τσαγιού.

Πίνακας 59. Αρχική δέσμευση, t=1 min, της ρίζας DPPH από τα προϊόντα οίνου με εκχύλισμα κρόκου, κατά τη συντήρηση τους.

Ηλικία (ημέρες)	Μρ	Σ_1	Σ_2
0	$15,1^{aA} \pm 0,7$	$28^{bA} \pm 3$	$30,0^{bA} \pm 1,3$
30	$10,3^{aB} \pm 0,3$	$16,2^{bB} \pm 0,3$	$17,6^{cB} \pm 0,3$
60	$11,5^{aB} \pm 0,6$	$16,4^{bB} \pm 0,5$	$16,9^{bB} \pm 0,5$
150	$7,4^{aC} \pm 0,9$	$9,37^{bC} \pm 0,55$	$9,7^{bC} \pm 1,1$
300	$4,0^{aD} \pm 0,3$	$5,57^{bE} \pm 0,18$	$6,74^{cD} \pm 0,46$

Μρ: ροζέ οίνος μάρτυρας, Σ_1: προϊόν οίνου με προσθήκη εκχυλίσματος κρόκου σε μικρή συγκέντρωση, Σ_2: προϊόν οίνου με προσθήκη εκχυλίσματος κρόκου σε μεγάλη συγκέντρωση.

Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται είναι οι μέσοι όροι των τριών επαναλήψεων με την τυπική απόκλιση, εκφρασμένα σε % δέσμευση.

Οριζόντια σύγκριση: Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη (a, b, c) στην ίδια γραμμή δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$).

Κάθετη σύγκριση: Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη (A, B, C, D, E) στην ίδια στήλη δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$).

Η ολική δέσμευση της ρίζας DPPH ήταν υψηλότερη στα προϊόντα οίνου με εκχύλισμα κρόκου σε σχέση με τον μάρτυρα, από την 1η έως και τις 300 ημέρες συντήρησης. Επιπλέον, η ολική δέσμευση της ρίζας ήταν υψηλότερη στο προϊόν οίνου με υψηλή συγκέντρωση

εκχυλίσματος κρόκου από ότι στο προϊόν οίνου με χαμηλή συγκέντρωση εκχυλίσματος κρόκου.

Πίνακας 60. Ολική δέσμευση, t=20 min, της ρίζας DPPH από τα προϊόντα οίνου με εκχύλισμα κρόκου, κατά τη συντήρηση τους.

Ηλικία (ημέρες)	Μρ	$Σ_1$	$Σ_2$
0	$36,1^{aA} \pm 0,7$	$58,0^{bA} \pm 1,5$	$62,6^{cA} \pm 0,3$
30	$34,08^{aA} \pm 0,7$	$44,8^{bB} \pm 0,9$	$47,0^{cB} \pm 1,6$
60	$31,9^{aB} \pm 0,7$	$39,4^{bC} \pm 0,7$	$41,8^{cC} \pm 0,7$
150	$27,96^{aC} \pm 0,03$	$32,600^{bD} \pm 0,010$	$33,33^{cD} \pm 0,17$
300	$16,9^{aD} \pm 0,8$	$28,73^{bE} \pm 0,40$	$31,81^{cD} \pm 0,24$

Μρ: ροζέ οίνος μάρτυρας, $Σ_1$: προϊόν οίνου με προσθήκη εκχυλίσματος κρόκου σε μικρή συγκέντρωση, $Σ_2$: προϊόν οίνου με προσθήκη εκχυλίσματος κρόκου σε μεγάλη συγκέντρωση.

Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται είναι οι μέσοι όροι των τριών επαναλήψεων με την τυπική απόκλιση, εκφρασμένα σε % δέσμευση.

Οριζόντια σύγκριση: Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη (a, b, c) στην ίδια γραμμή δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$).

Κάθετη σύγκριση: Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη (A, B, C, D, E) στην ίδια στήλη δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$).

Συνολικά τα αποτελέσματα μελέτης της δέσμευσης της ρίζας DPPH έδειξαν αύξηση της αντιοξειδωτικής δράσης στα προϊόντα οίνου με εκχύλισμα τσαγιού του βουνού και με εκχύλισμα κρόκου. Το γεγονός αυτό συμβαδίζει με τη βιβλιογραφία για τη δέσμευση της ρίζας DPHH από τον κρόκο και το τσάι του βουνού (137,149). Επιπλέον, φαίνεται πως υπάρχει συσχέτιση της αντιοξειδωτικής δράσης με την δόση εκχυλίσματος που προστέθηκε και για τα δύο εκχυλίσματα.

3.4.7. Βιοδράσεις

3.4.7.1. Εκκαθάριση ριζών υδροξυλίου

Ο ροζέ οίνος εκτός από αντιοξειδωτική δράση εμφάνισε και εκκαθάριση ριζών υδροξυλίου σε όλη τη διάρκεια συντήρησης του όπως έχει αναφερθεί και σε προηγούμενες μελέτες (172).

Η εκκαθάριση ριζών υδροξυλίου ήταν υψηλότερη στα προϊόντα οίνου με εκχύλισμα τσαγιού του βουνού σε σχέση με τον μάρτυρα, από την 1η έως και τις 300 ημέρες διατήρησης. Επιπλέον, η εκκαθάριση ριζών υδροξυλίου ήταν υψηλότερη στο προϊόν οίνου με υψηλή συγκέντρωση εκχυλίσματος τσαγιού από ότι στο προϊόν οίνου με χαμηλή συγκέντρωση εκχυλίσματος τσαγιού σε όλη τη διάρκεια. Με κάθετη σύγκριση προκύπτει μείωση της εκκαθάρισης ριζών υδροξυλίου από τις 30 έως τις 300 ημέρες συντήρησης στο μάρτυρα και στο προϊόν οίνου με χαμηλή συγκέντρωση εκχυλίσματος τσαγιού. Επιπλέον,

προκύπτει μείωση της εκκαθάρισης ριζών υδροξυλίου από τις 60 έως τις 300 ημέρες συντήρησης στο προϊόν οίνου με υψηλή συγκέντρωση εκχυλίσματος τσαγιού.

Πίνακας 61. Εκκαθάριση ριζών υδροξυλίου από τα προϊόντα οίνου με εκχύλισμα τσαγιού του βουνού, κατά τη συντήρηση τους.

Ηλικία (ημέρες)	Μρ	T_1	T_2
0	$229,5^{aA} \pm 2,0$	$267,4^{bA} \pm 1,1$	$294^{cA} \pm 4$
30	$227,0^{aA} \pm 2,6$	$264,48^{bA} \pm 0,25$	$296,1^{cA} \pm 2,0$
60	$209,9^{aB} \pm 0,6$	$259,4^{bB} \pm 2,8$	$292,8^{cA} \pm 0,6$
150	$184,2^{aC} \pm 1,4$	$244,1^{bC} \pm 1,8$	$283,2^{cB} \pm 1,7$
300	$66,5^{aD} \pm 1,5$	$177^{bD} \pm 3$	$221,2^{cC} \pm 1,6$

Μρ: ροζέ οίνος μάρτυρας, T_1: προϊόν οίνου με προσθήκη εκχυλίσματος τσαγιού σε μικρή συγκέντρωση, T_2: προϊόν οίνου με προσθήκη εκχυλίσματος τσαγιού σε μεγάλη συγκέντρωση.

Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται είναι οι μέσοι όροι των τριών επαναλήψεων με την τυπική απόκλιση, εκφρασμένα σε mg/L καφεϊκό οξύ.

Οριζόντια σύγκριση: Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη (a, b, c) στην ίδια γραμμή δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$).

Κάθετη σύγκριση: Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη (A, B, C, D) στην ίδια στήλη δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$).

Η εκκαθάριση ριζών υδροξυλίου ήταν υψηλότερη στα προϊόντα οίνου με εκχύλισμα κρόκου σε σχέση με τον μάρτυρα, από την 1η έως και τις 300 ημέρες συντήρησης. Επιπλέον, η εκκαθάριση ριζών υδροξυλίου ήταν υψηλότερη στο προϊόν οίνου με υψηλή συγκέντρωση εκχυλίσματος κρόκου από ότι στο προϊόν οίνου με χαμηλή συγκέντρωση εκχυλίσματος κρόκου σε όλη τη διάρκεια. Με κάθετη σύγκριση προκύπτει μείωση της εκκαθάρισης ριζών υδροξυλίου από τις 30 έως τις 300 ημέρες συντήρησης στο μάρτυρα και στο προϊόν οίνου με χαμηλή συγκέντρωση εκχυλίσματος κρόκου. Επιπλέον, προκύπτει μείωση της εκκαθάρισης ριζών υδροξυλίου από τις 60 έως τις 300 ημέρες συντήρησης στο προϊόν οίνου με υψηλή συγκέντρωση εκχυλίσματος κρόκου.

Πίνακας 62. Εκκαθάριση ριζών υδροξυλίου από τα προϊόντα οίνου με εκχύλισμα κρόκου, κατά τη συντήρηση τους.

Ηλικία (ημέρες)	Μρ	Σ_1	Σ_2
0	$229,5^{aA} \pm 2,0$	$262^{bA} \pm 4$	$280^{cA} \pm 4$
30	$227,0^{aA} \pm 2,6$	$261,4^{bA} \pm 1,5$	$280,7^{cA} \pm 2,7$
60	$209,9^{aB} \pm 0,6$	$252,3^{bB} \pm 0,3$	$274,3^{cA} \pm 1,5$
150	$184,2^{aC} \pm 1,4$	$235,7^{bC} \pm 1,5$	$264,7^{cB} \pm 2,2$
300	$66,5^{aD} \pm 1,5$	$148,3^{bD} \pm 2,5$	$219^{cC} \pm 4$

Μρ: ροζέ οίνος μάρτυρας, Σ_1: προϊόν οίνου με προσθήκη εκχυλίσματος κρόκου σε μικρή συγκέντρωση, Σ_2: προϊόν οίνου με προσθήκη εκχυλίσματος κρόκου σε μεγάλη συγκέντρωση.

Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται είναι οι μέσοι όροι των τριών επαναλήψεων με την τυπική απόκλιση, εκφρασμένα σε mg/L καφεϊκό οξύ.

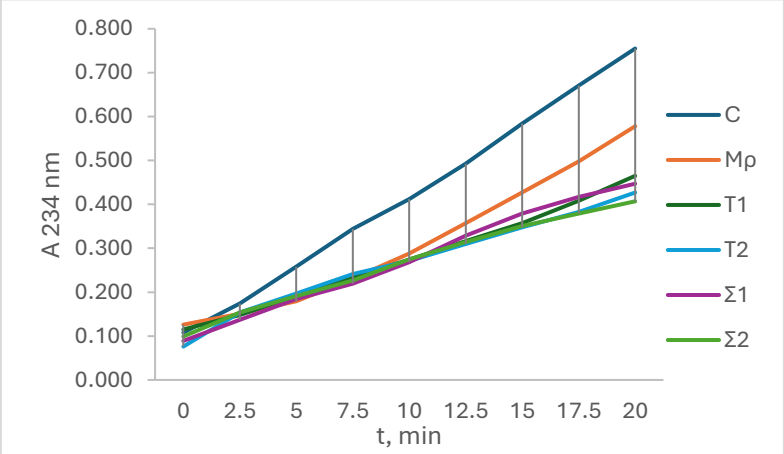
Οριζόντια σύγκριση: Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη (a, b, c) στην ίδια γραμμή δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$).

Κάθετη σύγκριση: Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη (A, B, C, D) στην ίδια στήλη δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$).

Συνολικά τα αποτελέσματα μελέτης βιοδράσεων μέσω εκκαθάρισης ριζών υδροξυλίου εμφάνισαν την τάση ενίσχυσης της εκκαθάρισης από τα προϊόντα οίνου. Παρατηρήθηκε ενίσχυση της εκκαθάρισης ριζών υδροξυλίου με την προσθήκη εκχυλίσματος τσαγιού και εκχυλίσματος κρόκου. Η ενίσχυση αυτή πιθανότητα οφείλεται στην εκκαθάριση ριζών υδροξυλίου από τα φυτικά υλικά που προστέθηκαν (144,145). Επιπλέον, φαίνεται πως υπάρχει συσχέτιση της εκκαθάρισης ριζών υδροξυλίου με την δόση εκχυλίσματος που προστέθηκε και για τα δύο εκχυλίσματα.

3.4.7.2. Αντιφλεγμονώδης δράση

Στο σχήμα 49, παρουσιάζονται οι καμπύλες απορρόφησης στα 234 nm για τον προσδιορισμό αντιφλεγμονώδους δράσης στα 20 min. Στο Control, στο οποίο δεν υπάρχει προσθήκη δείγματος, παρατηρείται η μέγιστη απορρόφηση. Ακολουθούν ο μάρτυρας, το προϊόν οίνου με χαμηλή συγκέντρωση εκχυλίσματος τσαγιού, το προϊόν οίνου με χαμηλή συγκέντρωση εκχυλίσματος κρόκου, το προϊόν οίνου με υψηλή συγκέντρωση εκχυλίσματος τσαγιού και το προϊόν οίνου με υψηλή συγκέντρωση εκχυλίσματος κρόκου. Από τις καμπύλες προκύπτει ότι τα προϊόντα οίνου εμφανίζουν υψηλότερη αντιφλεγμονώδη δράση από το μάρτυρα.



Σχήμα 49. Αντιφλεγμονώδης δράση του οίνου και των προϊόντων οίνου.

C: control, Mρ: ροζέ οίνος μάρτυρας, T_1: προϊόν οίνου με προσθήκη εκχυλίσματος τσαγιού σε μικρή συγκέντρωση, T_2: προϊόν οίνου με προσθήκη εκχυλίσματος τσαγιού σε μεγάλη συγκέντρωση, $Σ_1$: προϊόν οίνου με προσθήκη εκχυλίσματος κρόκου σε μικρή συγκέντρωση, $Σ_2$: προϊόν οίνου με προσθήκη εκχυλίσματος κρόκου σε μεγάλη συγκέντρωση.

Η αντιφλεγμονώδης δράση ήταν υψηλότερη στα προϊόντα οίνου με εκχύλισμα τσαγιού σε σχέση με τον μάρτυρα, από την πρώτη έως και τις 300 ημέρες συντήρησης. Επιπλέον, η αντιφλεγμονώδης δράση ήταν υψηλότερη στο προϊόν οίνου με υψηλή συγκέντρωση τσαγιού από ότι στο προϊόν οίνου με χαμηλή συγκέντρωση τσαγιού. Με κάθετη σύγκριση προκύπτει σημαντική μείωση της αντιφλεγμονώδους δράσης του μάρτυρα και του προϊόντος οίνου με χαμηλή συγκέντρωση εκχυλίσματος τσαγιού από τις 30 στις 300 ημέρες συντήρησης. Ακόμη, προκύπτει σημαντική μείωση της αντιφλεγμονώδους δράσης του προϊόντος οίνους με υψηλή συγκέντρωση εκχυλίσματος τσαγιού από τις 60 στις 300 ημέρες συντήρησης.

Πίνακας 63. Αντιφλεγμονώδης δράση, μέθοδος λιποξυγενάσης, του οίνου και των προϊόντων οίνου με εκχύλισμα τσαγιού του βουνού, κατά τη συντήρηση τους.

Ηλικία (ημέρες)	Μρ	T_1	T_2
0	$1,40^{aA} \pm 0,05$	$2,99^{bA} \pm 0,11$	$3,55^{cA} \pm 0,16$
30	$1,47^{aA} \pm 0,04$	$2,960^{bAB} \pm 0,026$	$3,52^{cA} \pm 0,13$
60	$1,19^{aB} \pm 0,06$	$2,76^{bB} \pm 0,15$	$3,29^{cA} \pm 0,9$
150	$0,737^{aC} \pm 0,006$	$2,497^{bC} \pm 0,006$	$3,150^{cB} \pm 0,010$
300	$0,23^{aD} \pm 0,05$	$2,04^{bD} \pm 0,08$	$2,82^{cC} \pm 0,09$

Μρ: ροζέ οίνος μάρτυρας, T_1: προϊόν οίνου με προσθήκη εκχυλίσματος τσαγιού σε μικρή συγκέντρωση, T_2: προϊόν οίνου με προσθήκη εκχυλίσματος τσαγιού σε μεγάλη συγκέντρωση.

Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται είναι οι μέσοι όροι των τριών επαναλήψεων με την τυπική απόκλιση, εκφρασμένα σε mg/L κατεχίνη.

Οριζόντια σύγκριση: Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη (a, b, c) στην ίδια γραμμή δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$).

Κάθετη σύγκριση: Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη (A, B, C, D) στην ίδια στήλη δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$).

Η αντιφλεγμονώδης δράση ήταν υψηλότερη στα προϊόντα οίνου με εκχύλισμα κρόκου σε σχέση με τον μάρτυρα, από την πρώτη έως και τις 300 ημέρες συντήρησης. Επιπλέον, η αντιφλεγμονώδης δράση ήταν υψηλότερη στο προϊόν οίνου με υψηλή συγκέντρωση κρόκου από ότι στο προϊόν οίνου με χαμηλή συγκέντρωση κρόκου. Με κάθετη σύγκριση προκύπτει σημαντική μείωση της αντιφλεγμονώδους δράσης του μάρτυρα και του προϊόντος οίνου με χαμηλή συγκέντρωση εκχυλίσματος κρόκου από τις 30 στις 300 ημέρες συντήρησης. Ακόμη, προκύπτει σημαντική μείωση της αντιφλεγμονώδους δράσης του προϊόντος οίνους με υψηλή συγκέντρωση εκχυλίσματος κρόκου από τις 60 στις 300 ημέρες συντήρησης.

Πίνακας 64. Αντιφλεγμονώδης δράση, μέθοδος λιποξυγενάσης, του οίνου και των προϊόντων οίνου με εκχύλισμα κρόκου, κατά τη συντήρηση τους.

Ηλικία (ημέρες)	Μρ	$Σ_1$	$Σ_2$
0	$1,40^{aA} \pm 0,05$	$3,31^{bA} \pm 0,14$	$4,033^{cA} \pm 0,021$
30	$1,47^{aA} \pm 0,04$	$3,23^{bAB} \pm 0,07$	$4,073^{cA} \pm 0,021$
60	$1,19^{aB} \pm 0,06$	$3,01^{bB} \pm 0,06$	$3,94^{cB} \pm 0,06$
150	$0,737^{aC} \pm 0,006$	$2,827^{bC} \pm 0,005$	$3,76^{cB} \pm 0,02$

300	$0,23^{aD} \pm 0,05$	$2,17^{bD} \pm 0,03$	$3,59^{cC} \pm 0,04$

Μρ: ροζέ οίνος μάρτυρας, Σ_1: προϊόν οίνου με προσθήκη εκχυλίσματος κρόκου σε μικρή συγκέντρωση, Σ_2: προϊόν οίνου με προσθήκη εκχυλίσματος κρόκου σε μεγάλη συγκέντρωση.

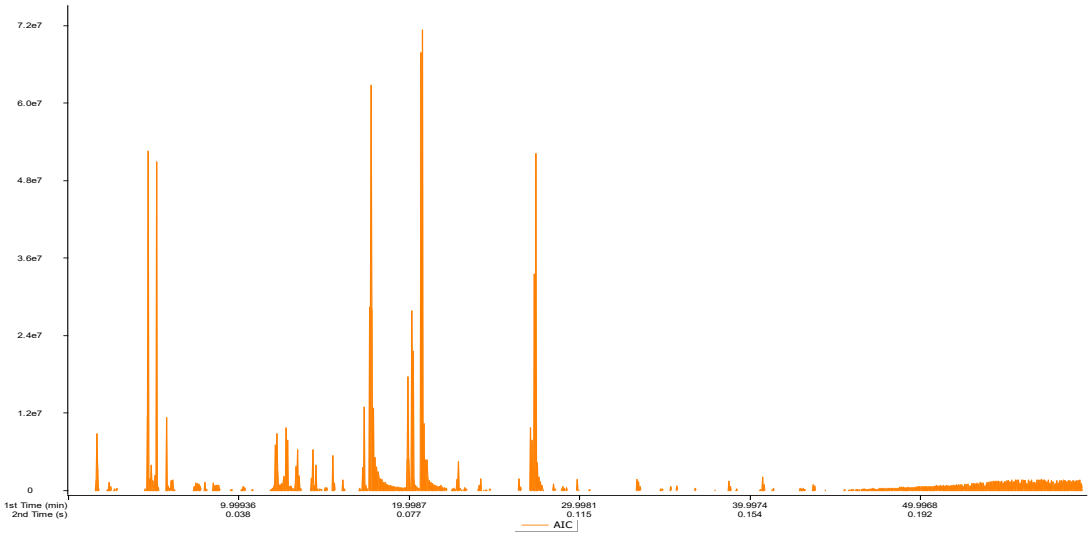
Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται είναι οι μέσοι όροι των τριών επαναλήψεων με την τυπική απόκλιση, εκφρασμένα σε mg/L κατεχίνη.

Οριζόντια σύγκριση: Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη (a, b, c) στην ίδια γραμμή δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$).

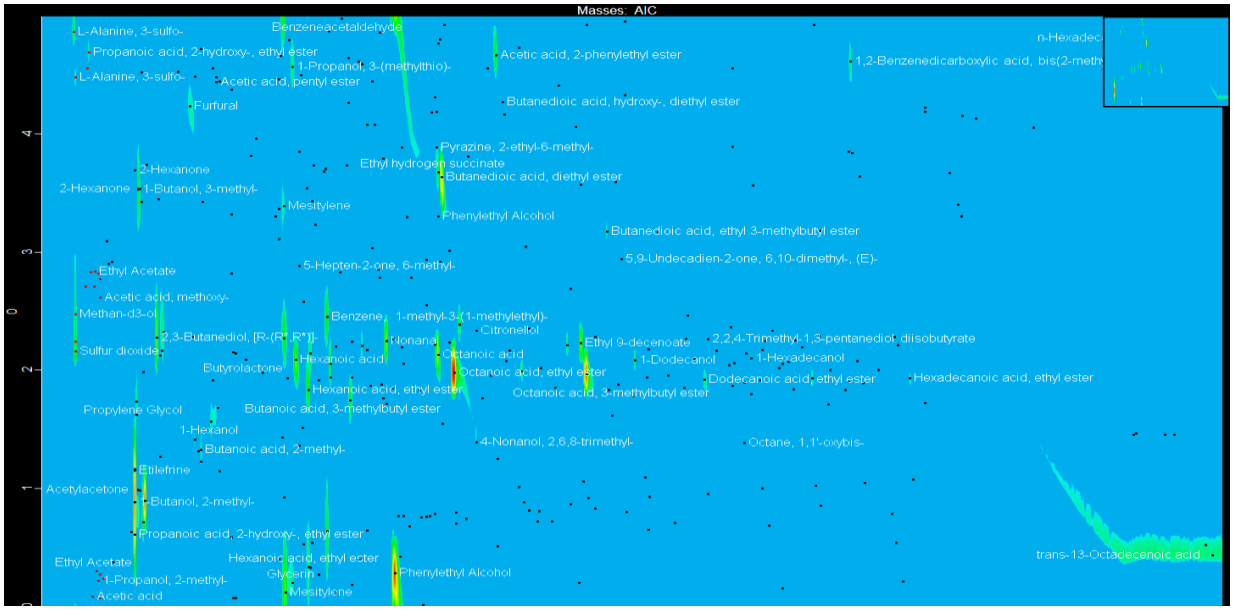
Κάθετη σύγκριση: Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη (A, B, C, D) στην ίδια στήλη δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$).

Συνολικά τα αποτελέσματα μελέτης βιοδράσεων μέσω αντιφλεγμονώδους δράσης εμφάνισαν την τάση ενίσχυσης της αντιφλεγμονώδους δράσης από τα προϊόντα οίνου. Ακόμη, παρατηρήθηκε διατήρηση της αντιφλεγμονώδους δράσης σε υψηλότερα επίπεδα στο χρόνο. Η ενίσχυση αυτή πιθανότητα οφείλεται στην αντιφλεγμονώδη δράση των φυτικών υλικών που προστέθηκαν (51,146). Επιπλέον, φαίνεται πως υπάρχει συσχέτιση της εκκαθάρισης ριζών υδροξυλίου με την δόση εκχυλίσματος που προστέθηκε και για τα δύο εκχυλίσματα.

3.4.8. Πτητικά συστατικά ροζέ οίνου και προϊόντων ροζέ οίνου που προσδιορίστηκαν με HS-SPME-GCxGC-TOF-MS

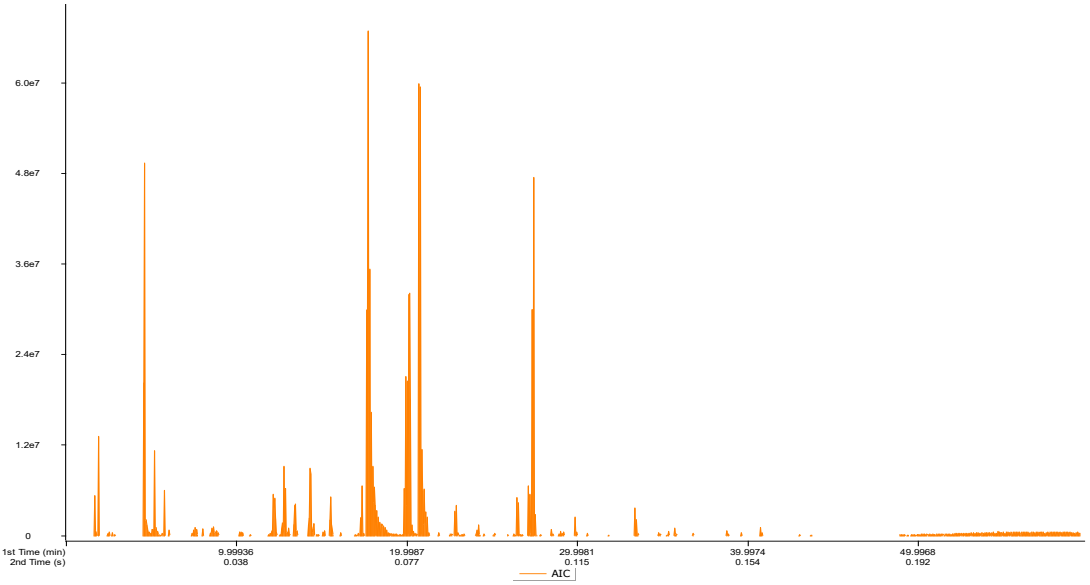


47.α)

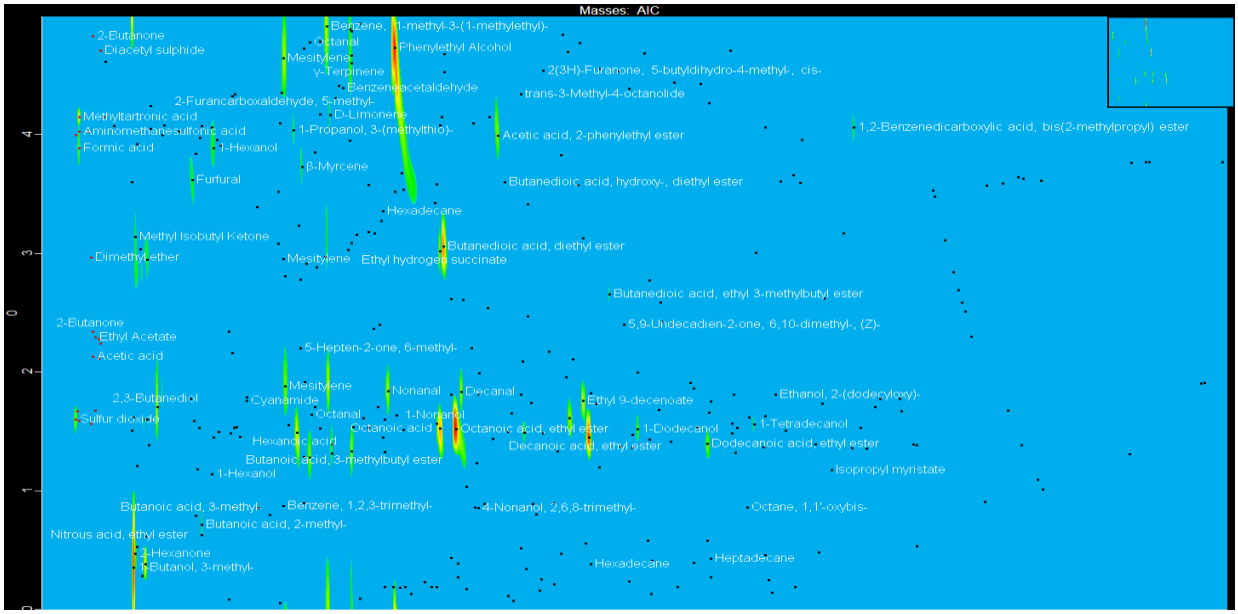


47.β)

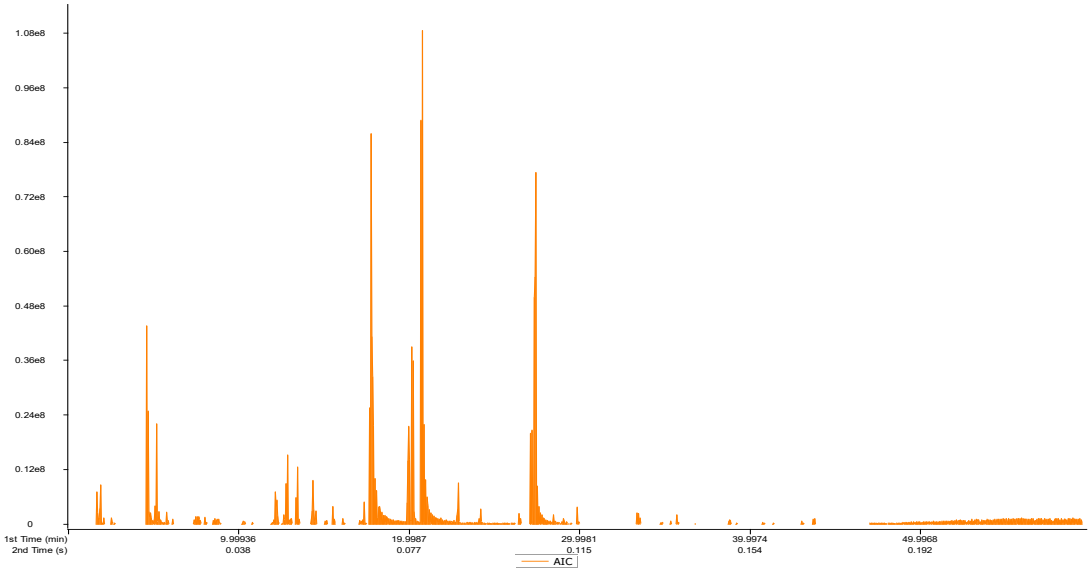
Σχήμα 50. α) Χρωματογράφημα GC×GC-TOF-MS ροζέ οίνου «Μρ»., β) Δισδιάστατο χρωματογράφημα GC×GC-TOF-MS ροζέ οίνου «Μρ».



48.α)

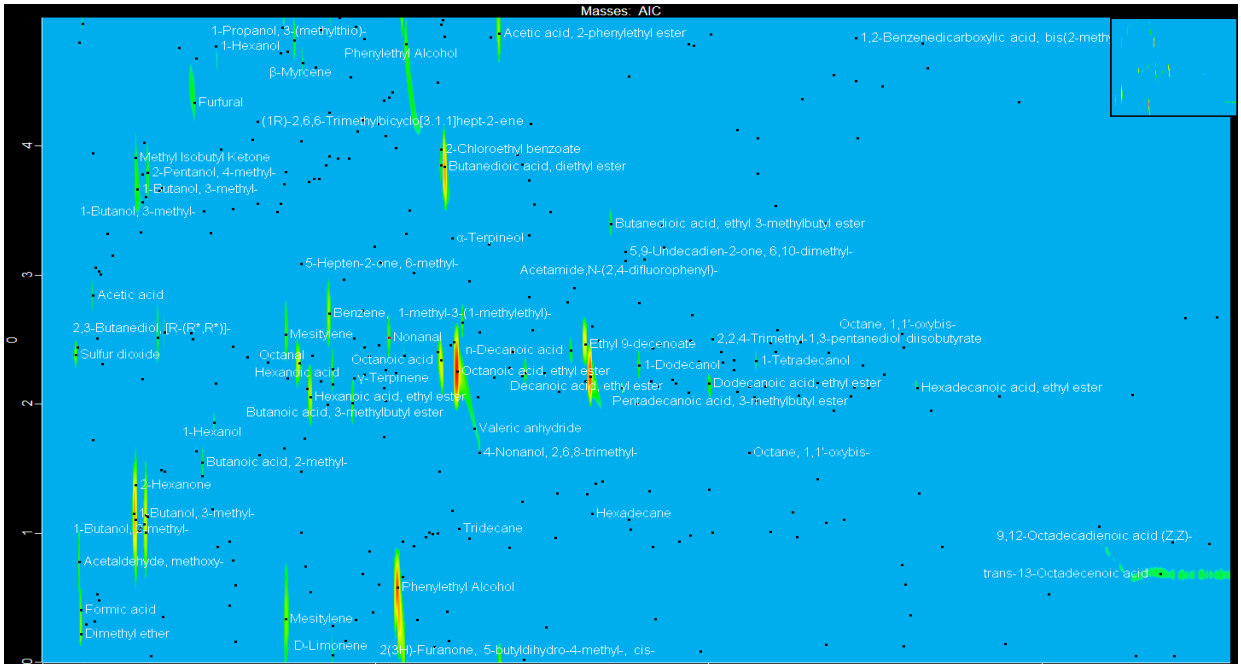


48.β)



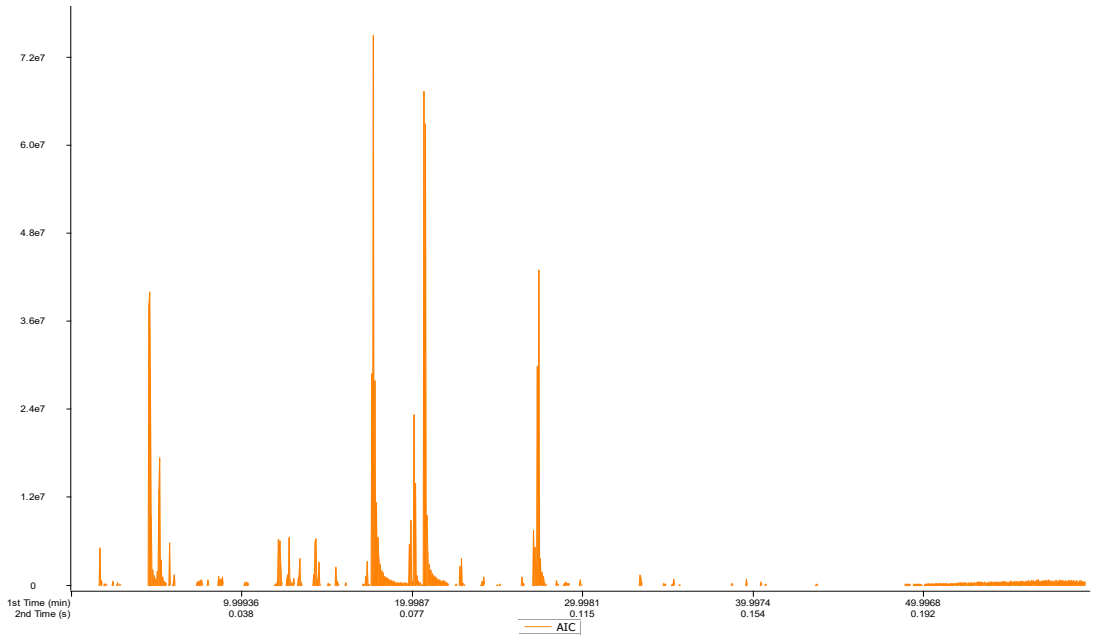
49.α)

Σχήμα 51. α) Χρωματογράφημα GC×GC-TOF-MS προϊόντος ροζέ οίνου με χαμηλή συγκέντρωση εκχυλίσματος τσάι του βουνού «Τ1»., Δισδιάστατο χρωματογράφημα GC×GC-TOF-MS προϊόντος ροζέ οίνου με χαμηλή συγκέντρωση εκχυλίσματος τσάι του βουνού «Τ1».

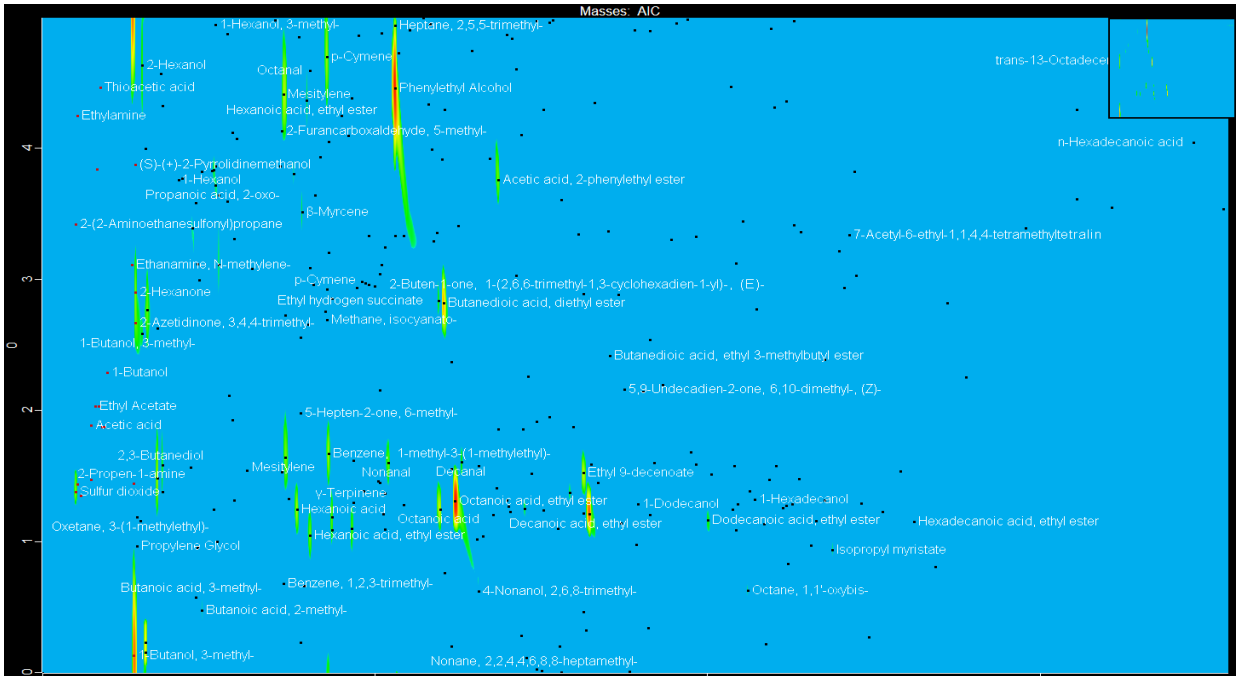


49.β)

Σχήμα 52. α) Χρωματογράφημα GC×GC-TOF-MS προϊόντος ροζέ οίνου με υψηλή συγκέντρωση εκχυλίσματος τσάι του βουνού «Τ2»., β) Δισδιάστατο χρωματογράφημα GC×GC-TOF-MS προϊόντος ροζέ οίνου με υψηλή συγκέντρωση εκχυλίσματος τσάι του βουνού «Τ2».

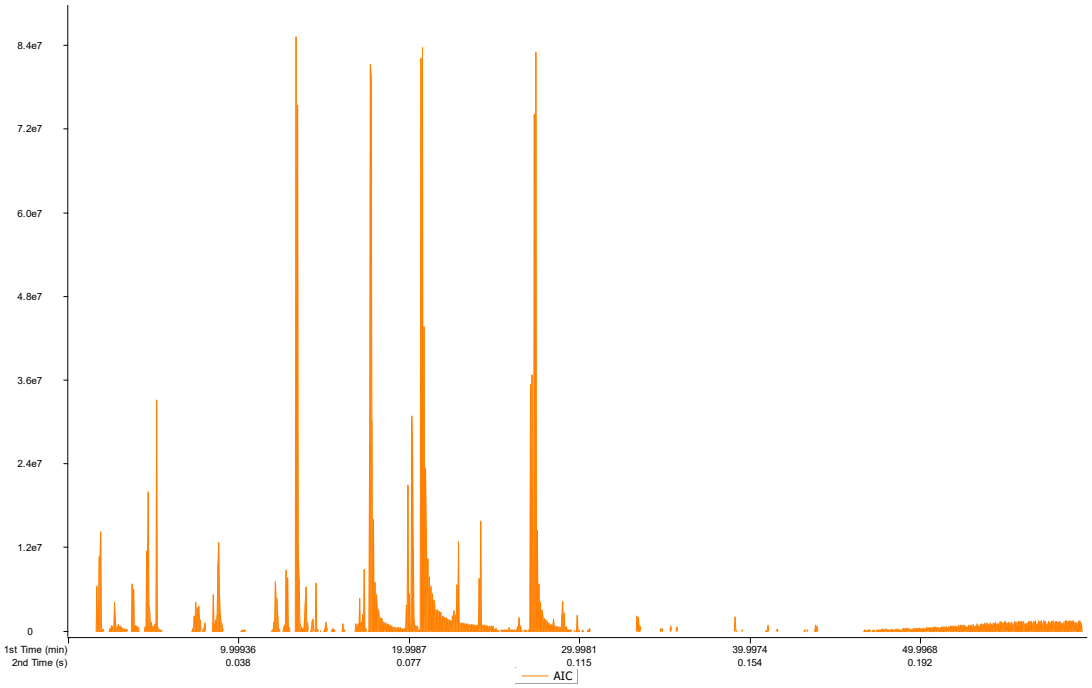


50.α)

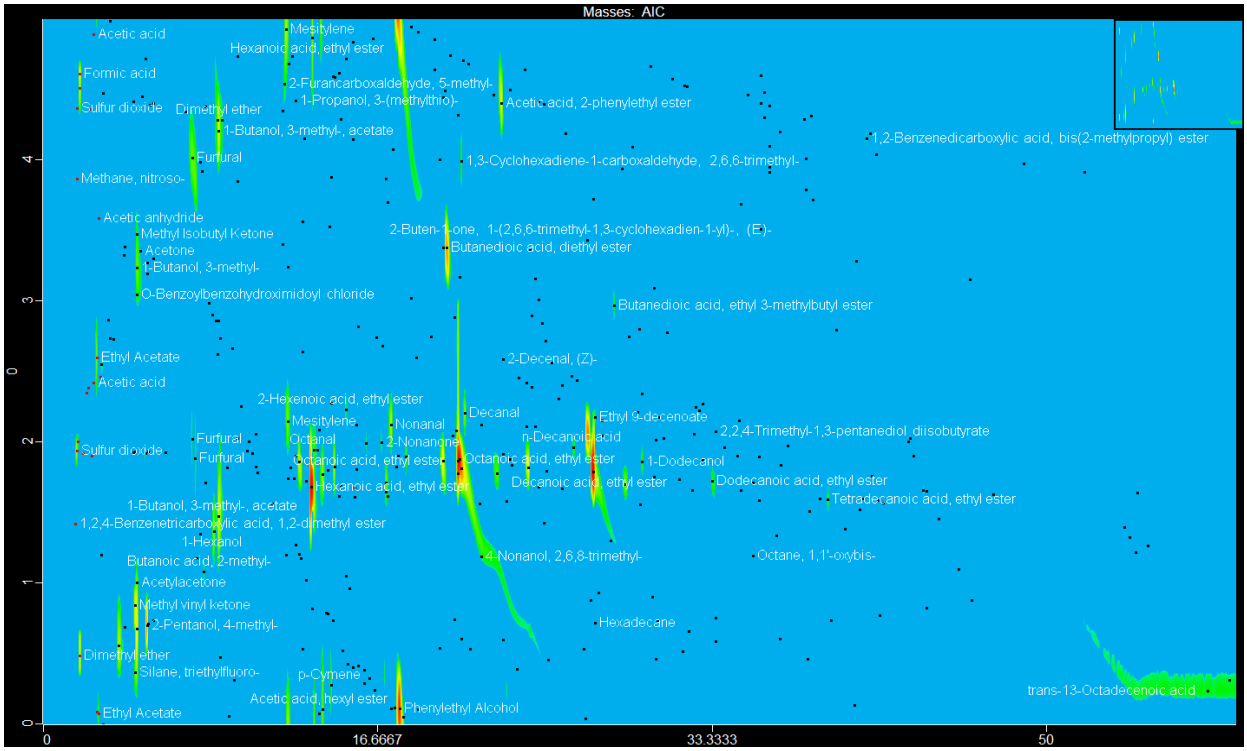


50.β)

Σχήμα 53. α) Χρωματογράφημα GC×GC-TOF-MS προϊόντος ροζέ οίνου με χαμηλή συγκέντρωση εκχυλίσματος σαφράν «Σ1»., β) Δισδιάστατο χρωματογράφημα GC×GC-TOF-MS προϊόντος ροζέ οίνου με χαμηλή συγκέντρωση εκχυλίσματος σαφράν «Σ1».



51.α)



51.β)

Σχήμα 54. α) Χρωματογράφημα GC×GC-TOF-MS προϊόντος ροζέ οίνου με υψηλή συγκέντρωση εκχυλίσματος σαφράν «Σ2»., β) Δισδιάστατο χρωματογράφημα GC×GC-TOF-MS προϊόντος ροζέ οίνου με υψηλή συγκέντρωση εκχυλίσματος σαφράν «Σ2».

Ο ροζέ οίνος παρουσιάζει ένα τυπικό πτητικό προφίλ που σχετίζεται με τη ζύμωση, με κυρίαρχες ενώσεις όπως η ακεταλδεΰδη, το οξικό οξύ, οι ανώτερες αλκοόλες όπως η 3-μέθυλο,1-βουτανόλη, καθώς και εστέρες όπως ο οξικός αιθυλεστέρας και ο αιθυλεστέρας του οκτανοϊκού οξέος. Παράλληλα, ενώσεις όπως το διμέθυλαιθέρας και η φαινυλαιθυλική αλκοόλη συμβάλλουν στη διαμόρφωση του χαρακτηριστικού φρουτώδους αρώματος του οίνου, ενώ η παρουσία λιπαρών οξέων, όπως το εξανοϊκό και το οκτανοϊκό οξύ ενισχύει το λιπαρό και ελαφρώς όξινο προφίλ (173).

Με την προσθήκη χαμηλής συγκέντρωσης εκχυλίσματος τσαγιού, παρατηρείται σαφής τροποποίηση του αρωματικού προφίλ, κυρίως μέσω αύξησης ενώσεων που σχετίζονται τόσο με τη ζύμωση όσο και με το φυτικό εκχύλισμα. Συγκεκριμένα, αυξάνονται σημαντικά οι ανώτερες αλκοόλες όπως η 3-μέθυλο,1-βουτανόλη, καθώς και ενώσεις όπως η βενζενακεταλδεΰδη και η 1-εξανόλη, που συνδέονται με φρέσκα αρώματα. Επιπλέον, καταγράφεται σημαντική αύξηση εστέρων όπως ο αιθυλεστέρας το εξανοϊκού, του οκτανοϊκού και το δεκανοϊκού οξέος οι οποίοι ενισχύουν το φρουτώδες άρωμα. Παράλληλα, ενώσεις όπως η φουρφουράλη και 5-μέθυλο,2-φουρανοκαρβοξυαλδεΰδη εμφανίζουν

αυξημένες συγκεντρώσεις, υποδηλώνοντας συμβολή του εκχυλίσματος τσαγιού στο πτητικό προφίλ.

Στην περίπτωση της υψηλής συγκέντρωσης εκχυλίσματος τσαγιού T_2, οι διαφοροποιήσεις είναι ακόμη πιο έντονες. Παρατηρείται σημαντική αύξηση ενώσεων όπως του οξικού αιθυλεστέρα, του οξικού οξέος και κυρίως της 3-μέθυλο,1-βουτανόλης, γεγονός που ενισχύει τόσο τις φρουτώδεις νότες. Ιδιαίτερα αυξημένες εμφανίζονται οι φουρανικές ενώσεις, όπως η φουρφουράλη. Επιπλέον, παρατηρείται έντονη αύξηση μονοτερπενίων όπως του λιμονένιου, του γ-τερπινένιου, του β-μυρκενίου και της α-τερπινεόλης, που προέρχονται από το τσάι του βουνού και προσδίδουν βοτανικά χαρακτηριστικά (141).

Με την προσθήκη κρόκου σε χαμηλή συγκέντρωση αυξάνονται σημαντικά οι ανώτερες αλκοόλες όπως η 3-μέθυλο,1-βουτανόλης, καθώς και εστέρες όπως ο οξικός αιθυλεστέρας, ο αιθυλεστέρας του εξανοϊκού οξέος και ο αιθυλεστέρας του δεκανοϊκού, γεγονός που ενισχύει τον φρουτώδη χαρακτήρα. Παράλληλα, παρατηρείται αύξηση ενώσεων όπως η φουρφουράλη και 5-μέθυλο,2-φουρανοκαρβοξυαλδεΰδη. Σημαντική είναι η εμφάνιση της σαφρανάλης (154) που είναι χαρακτηριστική για τον κρόκο, ενώ εμφανίζονται ενώσεις όπωςτο p-κυμένιο και το γ-τερπινένιο, προσδίδοντας πιο σύνθετο χαρακτήρα.

Στην περίπτωση της υψηλής συγκέντρωσης εκχυλίσματος κρόκου η αύξηση των παραπάνω πτητικών είναι εμφανώς πιο έντονη. Παρατηρείται πολύ μεγάλη αύξηση εστέρων όπως του οξικού αιθυλεστέρα, και των αιθυλεστέρων του εξανοϊκού, το οκτανοϊκού και του δεκανοϊκού οξέος, που ενισχύουν έντονα το φρουτώδες και γλυκό προφίλ. Ιδιαίτερα αυξημένες εμφανίζονται οι ανώτερες αλκοόλες όπως η 3-μέθυλο,1-βουτανόλη και η φαινυλαιθυλική αλκοόλη, που προσδίδουν νότες άνθεων. Παράλληλα, η σαφρανάλη, εμφανίζεται και αυξάνεται σημαντικά, συμβάλλοντας σε χαρακτηριστικά πικάντικα αρώματα από τον κρόκο. Η αύξηση μονοτερπενίων όπως το p-κυμένιο και το γ-τερπινένιο ενισχύει περαιτέρω τον φυτικό και ρητινώδη χαρακτήρα.

Συνολικά, η προσθήκη εκχυλίσματος τσαγιού, ιδιαίτερα σε υψηλή συγκέντρωση, οδηγεί σε σημαντικό εμπλουτισμό του πτητικού προφίλ του ροζέ οίνου, με αύξηση τόσο των προϊόντων ζύμωσης όσο και των φυτικής προέλευσης ενώσεων, διαμορφώνοντας ένα πιο σύνθετο και έντονο αρωματικό προφίλ. Συνολικά, η προσθήκη κρόκου οδηγεί σε σημαντικό εμπλουτισμό του πτητικού προφίλ του ροζέ οίνου, με την ένταση των μεταβολών να εξαρτάται άμεσα από τη συγκέντρωσή του. Σε χαμηλή συγκέντρωση παρατηρείται ενίσχυση της πολυπλοκότητας, ενώ σε υψηλή συγκέντρωση το πτητικό προφίλ μετατοπίζεται έντονα προς πιο γλυκές, φρουτώδεις, και πικάντικες νότες, που πρακτικά αλλάζουν τον χαρακτήρα του προϊόντος.

Πίνακας 65. Πτητικά συστατικά οίνου και προϊόντων οίνου, που προσδιορίστηκαν με δισδιάστατη αέρια χρωματογραφία, χωρίς αύξηση με την προσθήκη εκχυλίσματος τσαγιού του βουνού, την ημέρα 0.

RT	MP	Όνομα	Μρ	T1	T2
1,66656	2,246	ακεταλδεΰδη	$8,3^{b} \pm 1,4$	$1,67^{a} \pm 0,06$	$0,29^{a} \pm 0,15$
2,33318	4,689	γαλακτικός αιθυλεστέρας	0,25 ± 0,09	ΔΑ	ΔΑ
4,66637	1,167	ακετυλοακετόνη	0,22 ± 0,06	ΔΑ	ΔΑ
4,66637	3,697	2-εξανόνη	$0,316^{a} \pm 0,05$	$1,172^{b} \pm 0,021$	ΔΑ
5,74963	2,278	2,3-βουτανοδιόλη	$1,2^{a} \pm 0,4$	$1,77^{a} \pm 0,18$	ΔΑ
7,66618	4,492	3-μεθυλο-1-πεντανόλη	$0,072^{a} \pm 0,014$	$0,073^{a} \pm 0,004$	ΔΑ
8,08282	3,429	3-φουρανοκαρβαλδεΰδη	0,058 ± 0,006	ΔΑ	ΔΑ
8,58278	1,919	m-ξυλένιο	0,07 ± 0,04	ΔΑ	ΔΑ
11,0826	1,982	διμεθυλαιθέρας	$6,1^{c} \pm 0,3$	$2,88^{b} \pm 0,04$	$1,08^{a} \pm 0,21$
12,5825	0,206	γλυκερόλη	$0,008^{a} \pm 0,003$	$0,227^{b} \pm 0,026$	ΔΑ
12,9158	2,882	6-μεθυλο-5-επτεν-2-όνη	$0,176^{a} \pm 0,029$	$0,22^{a} \pm 0,03$	ΔΑ
14,7491	0,12	βενζυλική αλκοόλη	0,101 ± 0,009	ΔΑ	ΔΑ
15,499	1,749	βουτυρικός 3-μεθυλοβουτυλεστέρας	$0,52^{a} \pm 0,13$	$0,77^{b} \pm 0,10$	ΔΑ
15,5823	2,242	2-υδροξυ-4-μεθυλοπεντανοϊκός αιθυλεστέρας	$0,09^{b} \pm 0,03$	$0,079^{a} \pm 0,004$	ΔΑ
19,3321	0,766	4-μεθυλοενδεκάνιο	0,007 ± 0,004	ΔΑ	ΔΑ
20,4987	2,239	2-εννανόνη	0,083 ± 0,003	ΔΑ	ΔΑ
21,8319	2,338	σιτρονελλόλη	0,036 ± 0,003	ΔΑ	ΔΑ
21,8319	1,394	2,6,8-τριμεθυλο-4-εννανόλη	$0,048^{a} \pm 0,011$	$0,113^{b} \pm 0,006$	ΔΑ
22,9152	0,516	οξικός ανυδρίτης	2,46 ± 0,12	ΔΑ	ΔΑ
23,9985	4,736	trans-3-μεθυλο-4-οκτανολίδη	0,069 ± 0,005	ΔΑ	ΔΑ
27,8316	2,283	δωδεκανάλη	$0,024^{a} \pm 0,009$	$0,035^{a} \pm 0,003$	ΔΑ
32,4146	2,265	δωδεκανοϊκό οξύ	$0,0113^{a} \pm 0,0017$	$0,021^{b} \pm 0,003$	ΔΑ
32,4979	2,466	νερολιδόλη	0,0062 ± 0,0008	ΔΑ	ΔΑ
37,9142	2,253	τετραδεκανοϊκό οξύ	0,0081 ± 0,0011	ΔΑ	ΔΑ
58,1629	4,302	διφαινύλιο	$0,0095^{ab} \pm 0,0022$	$0,05^{b} \pm 0,03$	ΔΑ
58,5796	0,525	οκταδεκα-9,12-διενοϊκό οξύ	1,5 ± 0,3	ΔΑ	ΔΑ
58,9129	0,438	trans-οκταδεκ-13-ενοϊκό οξύ	3,8 ± 0,6	ΔΑ	ΔΑ

Μρ: ροζέ οίνος μάρτυρας, T_1: προϊόν οίνου με προσθήκη εκχυλίσματος τσαγιού σε μικρή συγκέντρωση, T_2: προϊόν οίνου με προσθήκη εκχυλίσματος τσαγιού σε μεγάλη συγκέντρωση.

Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται είναι οι μέσοι όροι των τριών επαναλήψεων με την τυπική απόκλιση, εκφρασμένα σε mg/L, με βάση την πρότυπη ένωση 2-Pentanol, 4-methyl- που προστέθηκε στο δείγμα σε συγκέντρωση 40 mg/L .

Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη (a, b) στην ίδια γραμμή δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$).

Πίνακας 66. Πτητικά συστατικά οίνου και προϊόντων οίνου, που προσδιορίστηκαν με δισδιάστατη αέρια χρωματογραφία, με αύξηση με την προσθήκη εκχυλίσματος τσαγιού του βουνού, την ημέρα 0.

RT	MP	Όνομα	Μρ	T_1	T_2
2,49984	0,083	οξικό οξύ	$1,72^a \pm 0,23$	$0,99^a \pm 0,19$	$4,7^b \pm 1,2$
2,91648	2,774	οξικός αιθυλεστέρας	$0,70^a \pm 0,15$	$0,326^a \pm 0,029$	$4,9^b \pm 1,1$
4,66637	1,106	2-μεθυλο-1-βουτανόλη	ΔΑ	ΔΑ	11,1 ± 1,9
4,83302	3,531	3-μεθυλο-1-βουτανόλη	$2,1^a \pm 0,8$	$24,0^b \pm 1,9$	$31,5^c \pm 2,2$
6,8329	4,532	νιτροζομεθάνιο	$0,277^a \pm 0,022$	$0,66^b \pm 0,05$	$0,77^b \pm 0,06$
7,41619	4,233	φουρφουράλη	$2,5^a \pm 0,9$	$2,81^a \pm 0,18$	$38,2^b \pm 1,5$
7,66618	1,417	3-μεθυλοβουτυρικό οξύ	$0,33^a \pm 0,07$	$0,417^a \pm 0,014$	$2,02^b \pm 0,23$
7,99949	1,332	2-μεθυλοβουτυρικό οξύ	$0,30^a \pm 0,08$	$0,44^a \pm 0,04$	$1,75^b \pm 0,11$
8,49946	1,567	1-εξανόλη	$1,3^a \pm 0,3$	$3,19^b \pm 0,08$	$9,7^c \pm 0,8$
9,66605	0,164	ακρυλικός βουτυλεστέρας	ΔΑ	ΔΑ	0,17 ± 0,018
10,2493	2,089	βουτυρολακτόνη	$0,49^a \pm 0,11$	ΔΑ	$4,2^b \pm 0,7$
11,9159	4,466	βενζαλδεΰδη	$0,15^a \pm 0,04$	$0,228^a \pm 0,007$	$1,35^b \pm 0,18$
11,9992	4,663	5-μεθυλο-2-φουρανοκαρβαλδεΰδη	$0,51^a \pm 0,12$	$0,61^b \pm 0,05$	$6,1^c \pm 0,5$
12,0826	1,658	1,2,3-τριμεθυλοβενζόλιο	ΔΑ	ΔΑ	0,766 ± 0,038
12,2492	0,118	μεσιτυλένιο	$10,1^a \pm 1,4$	$14,0^a \pm 0,7$	$64,5^b \pm 2,5$
12,3325	1,555	1-επτανόλη	ΔΑ	$0,389^b \pm 0,030$	$0,051^a \pm 0,001$
12,5825	4,569	3-(μεθυλοθειο)-1-προπανόλη	$0,28^a \pm 0,03$	$0,328^a \pm 0,022$	$1,594^b \pm 0,025$
12,7492	2,092	εξανοϊκό οξύ	$2,6^a \pm 0,5$	$3,88^a \pm 0,15$	$21,4^b \pm 1,2$
12,9992	4,498	β-μυρκένιο	$0,36^a \pm 0,14$	$0,623^a \pm 0,029$	$4,6^b \pm 0,6$
13,4158	0,552	πυρρολο[3,2-d]πυριμιδινο-2,4(1H,3H)-διόνη	ΔΑ	ΔΑ	0,005 ± 0,003
13,4158	0,342	εξανοϊκός αιθυλεστέρας	$2,3^a \pm 0,4$	$1,50^a \pm 0,07$	$31,9^b \pm 2,3$
13,4991	2,38	οκτανάλη	ΔΑ	ΔΑ	0,085 ± 0,004
13,9158	2,181	οξικός εξυλεστέρας	ΔΑ	ΔΑ	0,057 ± 0,003
14,3324	0,642	m-κυμένιο	$6,8^a \pm 2,6$	$11,9^b \pm 0,3$	$88,3^c \pm 1,2$
14,4991	1,938	D-λιμονένιο	$0,46^a \pm 0,08$	$0,206^a \pm 0,009$	$3,30^b \pm 0,27$
14,4991	2,062	2-αιθυλο-1-εξανόλη	$0,90^a \pm 0,13$	$0,806^a \pm 0,016$	$6,3^b \pm 1,1$
15,0824	4,977	φαινυλοακεταλδεΰδη	$0,45^a \pm 0,05$	$0,784^a \pm 0,014$	$9,2^b \pm 0,9$
15,5823	0,183	γ-τερπινένιο	$0,24^a \pm 0,04$	$0,182^a \pm 0,008$	$4,29^b \pm 0,21$
15,749	4,116	2,3,7-τριμεθυλοκτάνιο	ΔΑ	ΔΑ	0,040 ± 0,004
15,999	4,207	2,2-διμεθυλοενδεκάνιο	ΔΑ	ΔΑ	0,058 ± 0,001
16,0823	2,212	1-οκτανόλη	$0,111^a \pm 0,019$	$0,111^a \pm 0,004$	$0,55^b \pm 0,08$
16,3323	4,079	2,4-διμεθυλοδεκάνιο	$0,039^a \pm 0,025$	ΔΑ	$0,454^b \pm 0,005$
16,9156	3,099	1-αιθενυλο-4-αιθυλοβενζόλιο	ΔΑ	ΔΑ	0,035 ± 0,003
17,0822	4,352	δεκάνιο	ΔΑ	ΔΑ	0,065 ± 0,003
17,0822	1,881	επτανοϊκός αιθυλεστέρας	$0,14^a \pm 0,03$	$0,09^a \pm 0,04$	$2,8^b \pm 0,4$
17,1656	2,271	λιναλοόλη	ΔΑ	ΔΑ	0,046 ± 0,003
17,3322	2,251	εννανάλη	$1,11^a \pm 0,21$	$0,48^a \pm 0,05$	$3,9^b \pm 0,5$
17,7489	0,285	φαινυλαιθυλική αλκοόλη	$39,4^a \pm 2,1$	$58^a \pm 3$	$480^b \pm 29$
18,0822	1,514	οκτανοϊκός μεθυλεστέρας	ΔΑ	$2,46^b \pm 0,23$	$0,108^a \pm 0,012$

RT	MP	Όνομα	Μρ	T_1	T_2
19,7487	1,572	1-εννανόλη	ΔΑ	$0,25^{b} \pm 0,05$	$0,033^{a} \pm 0,002$
19,7487	4,495	βενζοϊκός αιθυλεστέρας	ΔΑ	ΔΑ	0,056 ± 0,002
19,9154	3,68	όξινος ηλεκτρικός αιθυλεστέρας	$0,413^{a} \pm 0,016$	$1,03^{b} \pm 0,06$	$8,77^{c} \pm 0,17$
19,9154	2,135	οκτανοϊκό οξύ	$2,0^{a} \pm 0,5$	$3,9^{a} \pm 0,6$	$32,5^{b} \pm 2,8$
20,082	3,635	διαιθυλικός εστέρεας του βουτανοδιοϊκού οξέος	$11,1^{a} \pm 0,6$	$17,84^{a} \pm 0,27$	$150^{b} \pm 5$
20,332	0,172	ναφθαλίνιο	ΔΑ	ΔΑ	0,111 ± 0,005
20,4154	2,462	7-οκτενοϊκός αιθυλεστέρας	ΔΑ	ΔΑ	0,010 ± 0,001
20,4987	3,017	α-τερπινεόλη	$0,018^{a} \pm 0,006$	$0,032^{b} \pm 0,004$	$0,148^{c} \pm 0,003$
20,7487	1,978	οκτανοϊκός αιθυλεστέρας	$18^{a} \pm 3$	$21,5^{a} \pm 1,5$	$369^{b} \pm 8$
20,9987	2,392	δεκανάλη	$0,41^{a} \pm 0,07$	$0,243^{a} \pm 0,009$	$1,98^{b} \pm 0,21$
22,4152	4,846	φαινυλοξικός αιθυλεστέρας	ΔΑ	ΔΑ	0,28 ± 0,003
22,5819	1,962	εξανοϊκός ισοπεντυλεστέρας	$0,061^{a} \pm 0,014$	$0,069^{a} \pm 0,005$	$3,643^{b} \pm 0,004$
22,8319	4,67	οξικός 2-φαινυλαιθυλεστέρας	$2,2^{a} \pm 0,3$	$3,88^{a} \pm 0,17$	$40,7^{b} \pm 1,1$
23,3318	2,078	1-δεκανόλη	$0,021^{a} \pm 0,003$	ΔΑ	$0,276^{b} \pm 0,018$
24,1651	1,997	εννεανοϊκός αιθυλεστέρας	$0,26^{a} \pm 0,08$	$0,49^{a} \pm 0,04$	$56^{b} \pm 7$
24,2484	0,886	τριδεκάνιο	$0,024^{a} \pm 0,004$	$0,048^{a} \pm 0,006$	$0,32^{b} \pm 0,06$
24,3318	2,47	5-οξοτετραϋδροφουραν-2-καρβοξυλικός αιθυλεστέρας	ΔΑ	$1,61^{b} \pm 0,20$	$0,212^{a} \pm 0,013$
24,4984	2,354	ενδεκανάλη	$0,034^{a} \pm 0,003$	$0,014^{a} \pm 0,003$	$0,133^{b} \pm 0,017$
25,0817	2,019	δεκανοϊκός μεθυλεστέρας	$0,013^{a} \pm 0,004$	$0,026^{a} \pm 0,004$	$0,61^{b} \pm 0,05$
25,8317	1,856	οκτανοϊκός ισοβουτυλεστέρας	$0,006^{a} \pm 0,003$	$0,009^{a} \pm 0,003$	$0,388^{b} \pm 0,012$
26,415	2,214	δεκανοϊκό οξύ	$0,16^{a} \pm 0,03$	$0,322^{a} \pm 0,008$	$4,4^{b} \pm 0,4$
26,5816	2,897	trans-οξικός 4-tert-βουτυλοκυκλοεξυλεστέρας	ΔΑ	ΔΑ	0,0138 ± 0,0012
27,0816	2,234	9-δεκενοϊκός αιθυλεστέρας	$0,40^{a} \pm 0,08$	$0,970^{a} \pm 0,019$	$29,3^{b} \pm 2,7$
27,2483	0,56	1-τετραδεκένιο	ΔΑ	$0,199^{b} \pm 0,005$	$0,009^{a} \pm 0,003$
27,4149	1,964	δεκανοϊκός αιθυλεστέρας	$6,2^{a} \pm 1,1$	$14,0^{b} \pm 2,4$	$256^{c} \pm 44$
27,4982	0,918	εξαδεκάνιο	$0,034^{a} \pm 0,007$	$0,077^{b} \pm 0,003$	$0,717^{c} \pm 0,026$
28,4148	3,176	3-μεθυλοβουτυλικός αιθυλεστέρας του βουτανοδιοϊκού οξέος	$0,15^{a} \pm 0,024$	$0,251^{a} \pm 0,029$	$3,1^{b} \pm 1,0$
28,9981	1,884	οκτανοϊκός 3-μεθυλοβουτυλεστέρας	$0,090^{a} \pm 0,017$	$0,25^{a} \pm 0,05$	$9,9^{b} \pm 1,3$
29,3315	1,112	2,4,4-τριμεθυλοεξάνιο	ΔΑ	ΔΑ	0,024 ± 0,003
29,7481	2,002	1-χλωροενδεκάνιο	ΔΑ	ΔΑ	0,011 ± 0,003
29,8314	2,787	ανυδρίτης 2-μεθυλοπροπιονικού οξέος	ΔΑ	ΔΑ	0,013 ± 0,003
29,8314	2,085	1-δωδεκανόλη	$0,052^{a} \pm 0,013$	$0,163^{a} \pm 0,010$	$0,67^{b} \pm 0,08$
30,4147	1,436	ενδεκανοϊκός αιθυλεστέρας	ΔΑ	$0,89^{b} \pm 0,16$	$0,014^{a} \pm 0,002$
31,8313	0,941	επτακοσάνιο	ΔΑ	ΔΑ	0,008 ± 0,001
33,3312	1,925	δωδεκανοϊκός αιθυλεστέρας	$0,130^{a} \pm 0,027$	$0,42^{a} \pm 0,07$	$8,63^{b} \pm 0,27$
33,4979	1,755	διισοβουτυρικός 2,2,4-τριμεθυλο-1,3-πεντανοδιόλης	ΔΑ	$0,474^{b} \pm 0,004$	$0,073^{a} \pm 0,002$

RT	MP	Όνομα	Μρ	T_1	T_2
34,7478	1,327	πενταδεκανοϊκός 3-μεθυλοβουτυλεστέρας	ΔΑ	$2,5^b \pm 0,4$	$0,102^a \pm 0,012$
35,3311	1,391	δι-n-οκτυλαιθέρας	$0,030^a \pm 0,007$	$0,062^a \pm 0,012$	$0,862^b \pm 0,022$
35,6644	2,106	1-εξαδεκανόλη	$0,024^a \pm 0,004$	$0,018^a \pm 0,003$	$0,085^b \pm 0,010$
35,7477	3,567	σαλικυλικός n-εξυλεστέρας	$0,009^a \pm 0,004$	$0,019^a \pm 0,003$	$0,14^b \pm 0,019$
36,1644	1,369	τριδεκανοϊκός αιθυλεστέρας	ΔΑ	$0,238^b \pm 0,025$	$0,016^a \pm 0,001$
36,4143	2,474	(1-μεθυλοδεκυλο)βενζόλιο	ΔΑ	ΔΑ	0,006 ± 0,001
36,7476	1,813	2-(δωδεκυλοξυ)αιθανόλη	ΔΑ	$0,34^b \pm 0,03$	$0,058^a \pm 0,002$
38,7475	1,937	τετραδεκανοϊκός αιθυλεστέρας	$0,066^a \pm 0,008$	$0,161^a \pm 0,003$	$5,3^b \pm 0,9$
39,1642	3,182	σαλικυλικός 2-αιθυλεξυλεστέρας	$0,011^{a`} \pm 0,003$	$0,034^b \pm 0,008$	$0,161^c \pm 0,006$
39,5808	1,716	ισοπροπυλικός μυριστικός εστέρας	$0,050^a \pm 0,004$	$0,160^b \pm 0,018$	$0,30^c \pm 0,07$
41,3307	1,36	πενταδεκανοϊκός αιθυλεστέρας	ΔΑ	$0,34^b \pm 0,05$	$0,051^a \pm 0,001$
43,0806	1,677	9-εξαδεκενοϊκός αιθυλεστέρας	ΔΑ	$0,072^b \pm 0,009$	$0,045^a \pm 0,001$
43,6639	1,933	εξαδεκανοϊκός αιθυλεστέρας	$0,059^a \pm 0,007$	$0,126^a \pm 0,003$	$0,87^b \pm 0,14$
44,4138	1,955	ισοπροπυλικός παλμιτικός εστέρας	ΔΑ	ΔΑ	0,007 ± 0,003
56,913	4,814	εξαδεκανοϊκό οξύ	$0,64^a \pm 0,18$	$0,460^a \pm 0,024$	$2,9^b \pm 0,5$

Μρ: ροζέ οίνος μάρτυρας, T_1: προϊόν οίνου με προσθήκη εκχυλίσματος κρόκου σε μικρή συγκέντρωση, T_2: προϊόν οίνου με προσθήκη εκχυλίσματος κρόκου σε μεγάλη συγκέντρωση.

Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται είναι οι μέσοι όροι των τριών επαναλήψεων με την τυπική απόκλιση, εκφρασμένα σε mg/L, με βάση την πρότυπη ένωση 2-Pentanol, 4-methyl- που προστέθηκε στο δείγμα σε συγκέντρωση 40 mg/L .

Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη (a, b) στην ίδια γραμμή δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$).

Πίνακας 67. Πτητικά συστατικά οίνου και προϊόντων οίνου, που προσδιορίστηκαν με δισδιάστατη αέρια χρωματογραφία, χωρίς αύξηση με την προσθήκη εκχυλίσματος κρόκου, την ημέρα 0.

RT	MP	Όνομα	Μρ	Σ_1	Σ_2
1,66656	2,246	ακεταλδεΰδη	$8,3^b \pm 1,4$	$0,54^a \pm 0,07$	$0,246^a \pm 0,015$
2,33318	4,689	γαλακτικός αιθυλεστέρας	$0,25^a \pm 0,09$	$1,69^b \pm 0,11$	ΔΑ
2,49984	0,083	οξικό οξύ	$1,72^a \pm 0,23$	$3,17^b \pm 0,19$	$2,7^b \pm 0,6$
4,66637	1,167	ακετυλοακετόνη	$0,22^a \pm 0,07$	$1,26^b \pm 0,12$	ΔΑ
5,74963	2,278	2,3-βουτανοδιόλη	1,2 ± 0,4	ΔΑ	ΔΑ
6,8329	4,532	νιτροζομεθάνιο	$0,277^a \pm 0,022$	$0,28^a \pm 0,04$	ΔΑ
7,66618	4,492	3-μεθυλο-1-πεντανόλη	0,072 ± 0,014	ΔΑ	ΔΑ
8,58278	1,919	m-ξυλένιο	0,07 ± 0,04	ΔΑ	ΔΑ
11,0826	1,982	διμεθυλαιθέρας	$6,1^a \pm 0,3$	$2,29^b \pm 0,19$	$1,52^a \pm 0,21$
12,5825	0,206	γλυκερόλη	$0,006^a \pm 0,003$	$0,006^a \pm 0,003$	ΔΑ
12,9158	2,882	6-μεθυλο-5-επτεν-2-όνη	0,176 ± 0,029	ΔΑ	ΔΑ
14,4991	1,938	D-λιμονένιο	0,46 ± 0,08	ΔΑ	ΔΑ
14,7491	0,12	βενζυλική αλκοόλη	$0,101^a \pm 0,009$	$0,154^b \pm 0,005$	ΔΑ

RT	MP	Όνομα	Μρ	$Σ_1$	$Σ_2$
15,5823	2,242	2-υδροξυ-4-μεθυλοπεντανοϊκός αιθυλεστέρας	0,09[a] ± 0,03	ΔΑ	ΔΑ
16,3323	4,079	2,4-διμεθυλοδεκάνιο	0,039[a] ± 0,025	ΔΑ	ΔΑ
17,3322	2,251	εννανάλη	1,11[b] ± 0,21	0,608[a] ± 0,028	0,68[a] ± 0,04
19,3321	0,766	4-μεθυλοενδεκάνιο	0,007[a] ± 0,004	ΔΑ	ΔΑ
20,4987	2,239	2-εννανόνη	0,083[a] ± 0,003	ΔΑ	ΔΑ
21,8319	2,338	σιτρονελλόλη	0,036[a] ± 0,004	ΔΑ	ΔΑ
22,9152	0,516	οξικός ανυδρίτης	2,46[a] ± 0,12	ΔΑ	ΔΑ
24,2484	0,886	τριδεκάνιο	0,024[a] ± 0,004	ΔΑ	ΔΑ
24,4984	2,354	ενδεκανάλη	0,034[b] ± 0,003	0,015[a] ± 0,003	0,041[b] ± 0,008
27,8316	2,283	δωδεκανάλη	0,024[a] ± 0,009	0,05[b] ± 0,006	ΔΑ
32,4146	2,265	δωδεκανοϊκό οξύ	0,015[a] ± 0,003	0,018[b] ± 0,004	ΔΑ
32,4979	2,466	νερολιδόλη	0,006[a] ± 0,004	0,012[b] ± 0,003	ΔΑ
56,913	4,814	εξαδεκανοϊκό οξύ	0,64[a] ± 0,18	0,83[a] ± 0,07	ΔΑ
58,5796	0,525	οκταδεκα-9,12-διενοϊκό οξύ	1,5[a] ± 0,3	1,89[a] ± 0,15	ΔΑ

Μρ: ροζέ οίνος μάρτυρας, T_1: προϊόν οίνου με προσθήκη εκχυλίσματος τσαγιού σε μικρή συγκέντρωση, T_2: προϊόν οίνου με προσθήκη εκχυλίσματος τσαγιού σε μεγάλη συγκέντρωση.

Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται είναι οι μέσοι όροι των τριών επαναλήψεων με την τυπική απόκλιση, εκφρασμένα σε mg/L, με βάση την πρότυπη ένωση 2-Pentanol, 4-methyl- που προστέθηκε στο δείγμα σε συγκέντρωση 40 mg/L .

Οι μέσοι όροι χωρίς κοινό εκθέτη (a, b) στην ίδια γραμμή δηλώνουν ότι διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$).

Πίνακας 68. Πτητικά συστατικά οίνου και προϊόντων οίνου, που προσδιορίστηκαν με δισδιάστατη αέρια χρωματογραφία, με αύξηση με την προσθήκη εκχυλίσματος κρόκου, την ημέρα 0.

RT	MP	Όνομα	Μρ	$Σ_1$	$Σ_2$
2,91648	2,774	οξικός αιθυλεστέρας	0,69[a] ± 0,15	17,6[b] ± 0,6	63,8[c] ± 2,9
4,66637	3,697	2-εξανόνη	0,32[a] ± 0,05	ΔΑ	7,8[b] ± 0,7
4,83302	3,531	3-μεθυλο-1-βουτανόλη	2,1[a] ± 0,8	20,9[b] ± 0,8	65[c] ± 6
5,16634	0,157	L-γαλακτικό οξύ	ΔΑ	ΔΑ	0,90 ± 0,06
5,99962	1,585	2,3-βουτανοδιόλη	ΔΑ	ΔΑ	15,6 ± 1,4
5,99962	1,38	νιτρικός μεθυλεστέρας	ΔΑ	ΔΑ	0,287 ± 0,028
7,41619	4,233	φουρφουράλη	2,5[a] ± 0,9	7,7[b] ± 0,8	38,8[c] ± 1,8
7,66618	1,417	3-μεθυλοβουτυρικό οξύ	0,33[a] ± 0,07	0,506[b] ± 0,021	1,27[c] ± 0,08
7,99949	1,332	2-μεθυλοβουτυρικό οξύ	0,30[a] ± 0,08	0,463[b] ± 0,026	1,25[c] ± 0,08
8,08282	3,429	3-φουρανοκαρβαλδεΰδη	0,058[a] ± 0,006	ΔΑ	0,172[b] ± 0,017
8,49946	1,567	1-εξανόλη	1,31[a] ± 0,29	2,81[b] ± 0,10	6,13[c] ± 0,18
8,58278	1,246	p-ξυλένιο	ΔΑ	ΔΑ	0,238 ± 0,023
8,74944	1,476	οξικός 3-μεθυλοβουτυλεστέρας	ΔΑ	ΔΑ	28,5 ± 0,6
10,2493	2,089	βουτυρολακτόνη	0,49[a] ± 0,11	0,58[a] ± 0,06	2,17[b] ± 0,27
11,9159	4,466	βενζαλδεΰδη	0,15[a] ± 0,04	0,245[b] ± 0,012	0,669[c] ± 0,014
11,9992	4,663	5-μεθυλο-2-φουρανοκαρβαλδεΰδη	0,51[a] ± 0,12	1,15 ± 0,13	3,02[c] ± 0,16

RT	MP	Όνομα	Μρ	Σ_1	Σ_2
12,2492	0,118	μεσιτυλένιο	$10,1^{a} \pm 1,4$	$15,4^{b} \pm 0,8$	$55,4^{c} \pm 2,7$
12,3325	1,555	1-επτανόλη	ΔΑ	ΔΑ	$0,57 \pm 0,06$
12,5825	4,569	3-(μεθυλοθειο)-1-προπανόλη	$0,28^{a} \pm 0,03$	$0,367^{a} \pm 0,024$	$1,29^{b} \pm 0,08$
12,7492	2,092	εξανοϊκό οξύ	$2,6^{a} \pm 0,5$	$4,5^{b} \pm 0,5$	$8,8^{c} \pm 0,9$
12,8325	4,852	διυδρο-2-μεθυλοθειοφεν-3(2H)-όνη	ΔΑ	ΔΑ	$0,55^{b} \pm 0,06$
12,9992	4,498	β-μυρκένιο	$0,36^{a} \pm 0,14$	$0,78^{b} \pm 0,06$	$1,57^{c} \pm 0,17$
13,4158	0,342	εξανοϊκός αιθυλεστέρας	$2,3^{a} \pm 0,4$	$40,2^{b} \pm 1,9$	$151,9^{c} \pm 2,8$
14,2491	4,694	p-κυμένιο	ΔΑ	$0,69^{a} \pm 0,06$	$5,7^{b} \pm 0,7$
14,3324	0,642	m-κυμένιο	$6,8^{a} \pm 2,6$	ΔΑ	$15,5^{b} \pm 1,4$
14,4991	2,062	2-αιθυλο-1-εξανόλη	$0,91^{a} \pm 0,13$	$2,52^{b} \pm 0,19$	$2,76^{b} \pm 0,09$
15,0824	4,977	φαινυλοακεταλδεΰδη	$0,45^{a} \pm 0,05$	$1,06^{a} \pm 0,13$	$3,6^{b} \pm 0,5$
15,499	1,749	βουτυρικός 3-μεθυλοβουτυλεστέρας	$0,52^{b} \pm 0,13$	$0,137^{a} \pm 0,016$	$1,25^{c} \pm 0,07$
15,5823	0,183	γ-τερπινένιο	$0,24^{a} \pm 0,04$	$0,61^{b} \pm 0,07$	$1,95^{c} \pm 0,17$
16,0823	2,212	1-οκτανόλη	$0,111^{a} \pm 0,019$	$0,136^{a} \pm 0,003$	$0,422^{b} \pm 0,019$
16,9156	3,099	1-αιθενυλο-4-αιθυλοβενζόλιο	ΔΑ	$0,048^{a} \pm 0,004$	$0,174^{b} \pm 0,012$
17,0822	1,881	επτανοϊκός αιθυλεστέρας	$0,14^{a} \pm 0,03$	$1,73^{b} \pm 0,10$	$5,108^{c} \pm 0,15$
17,1656	3,242	3-(μεθυλοθειο)προπανοϊκός αιθυλεστέρας	ΔΑ	ΔΑ	$0,276 \pm 0,013$
17,7489	0,285	φαινυλαιθυλική αλκοόλη	$39,4^{a} \pm 2,1$	$73,6^{b} \pm 1,7$	$241^{c} \pm 19$
18,0822	1,514	οκτανοϊκός μεθυλεστέρας	ΔΑ	$0,54^{a} \pm 0,04$	$2,44^{b} \pm 0,08$
19,4988	3,989	3-αιθυλοβενζαλδεΰδη	ΔΑ	$0,021^{a} \pm 0,003$	$0,065^{b} \pm 0,004$
19,7487	4,495	βενζοϊκός αιθυλεστέρας	ΔΑ	$0,223^{b} \pm 0,014$	$0,564^{c} \pm 0,027$
19,9154	3,68	όξινος ηλεκτρικός αιθυλεστέρας	$0,413^{a} \pm 0,016$	$1,429^{b} \pm 0,006$	$2,44^{c} \pm 0,17$
19,9154	2,135	οκτανοϊκό οξύ	$2,0^{a} \pm 0,5$	$3,56^{b} \pm 0,25$	$8,7^{c} \pm 0,8$
20,082	3,635	διαιθυλικός εστέρεας του βουτανοδιοϊκού οξέος	$11,1^{a} \pm 0,6$	$19,3^{b} \pm 0,3$	$61,6^{c} \pm 2,7$
20,332	0,172	ναφθαλίνιο	ΔΑ	ΔΑ	$0,278 \pm 0,018$
20,4987	3,017	α-τερπινεόλη	$0,023^{a} \pm 0,003$	$0,032^{b} \pm 0,003$	$0,091^{c} \pm 0,005$
20,7487	1,978	οκτανοϊκός αιθυλεστέρας	$18^{a} \pm 3$	$40,3^{b} \pm 0,9$	$84^{c} \pm 6$
20,832	3,408	σαφρανάλη	ΔΑ	$0,437^{b} \pm 0,025$	$0,84^{c} \pm 0,09$
20,9987	2,392	δεκανάλη	$0,407^{b} \pm 0,074$	$0,243^{a} \pm 0,028$	$0,614^{c} \pm 0,03$
21,8319	1,394	2,6,8-τριμεθυλο-4-εννανόλη	$0,048^{a} \pm 0,011$	$0,082^{b} \pm 0,005$	$0,223^{c} \pm 0,022$
22,4152	4,846	φαινυλοξικός αιθυλεστέρας	ΔΑ	$0,551^{a} \pm 0,022$	$1,82^{b} \pm 0,11$
22,5819	1,962	εξανοϊκός ισοπεντυλεστέρας	$0,061^{a} \pm 0,014$	$1,01^{b} \pm 0,14$	$3,61^{c} \pm 0,21$
22,8319	4,67	οξικός 2-φαινυλαιθυλεστέρας	$2,2^{a} \pm 0,3$	$7,47^{b} \pm 0,27$	$23,7^{c} \pm 2,2$
23,3318	2,078	1-δεκανόλη	$0,021^{a} \pm 0,003$	$0,042^{a} \pm 0,003$	$0,175^{b} \pm 0,016$
23,9985	4,736	trans-3-μεθυλο-4-οκτανολίδη	$0,069^{a} \pm 0,003$	ΔΑ	$0,37^{b} \pm 0,03$
24,1651	1,997	εννεανοϊκός αιθυλεστέρας	$0,26^{a} \pm 0,08$	$3,81^{a} \pm 0,09$	$14,1^{c} \pm 1,6$
24,3318	2,47	5-οξοτετραϋδροφουραν-2-καρβοξυλικός αιθυλεστέρας	ΔΑ	$0,253^{b} \pm 0,005$	$0,56^{c} \pm 0,05$

RT	MP	Όνομα	Μρ	Σ_1	Σ_2
24,9984	0,253	2,2,4,4,6,8,8-επταμεθυλοεννάνιο	ΔΑ	ΔΑ	0,624 ± 0,028
25,0817	4,296	cis-5-βουτυλο-4-μεθυλοδιυδρο-2(3H)-φουρανόνη	ΔΑ	ΔΑ	0,33 ± 0,05
25,0817	2,019	δεκανοϊκός μεθυλεστέρας	$0,013^{a}$ ± 0,004	ΔΑ	$0,35^{b}$ ± 0,03
25,8317	1,856	οκτανοϊκός ισοβουτυλεστέρας	$0,0041^{a}$ ± 0,0007	$0,060^{b}$ ± 0,005	$0,239^{c}$ ± 0,029
25,9983	3,603	2-φαινυλαιθυλικός προπιονικός εστέρας	ΔΑ	ΔΑ	0,082 ± 0,005
26,415	2,214	δεκανοϊκό οξύ	$0,16^{a}$ ± 0,03	$0,318^{b}$ ± 0,012	$0,79^{c}$ ± 0,05
27,0816	3,128	β-δαμασκονόνη	ΔΑ	ΔΑ	0,61 ± 0,05
27,0816	2,234	9-δεκενοϊκός αιθυλεστέρας	$0,39^{a}$ ± 0,08	$1,127^{a}$ ± 0,021	$13,8^{b}$ ± 1,5
27,2483	0,56	1-τετραδεκένιο	ΔΑ	$0,013^{a}$ ± 0,003	$0,282^{b}$ ± 0,009
27,4149	1,964	δεκανοϊκός αιθυλεστέρας	$6,2^{a}$ ± 1,1	$34,7^{b}$ ± 2,2	126^{c} ± 16
27,4982	0,918	εξαδεκάνιο	$0,034^{a}$ ± 0,007	$0,101^{b}$ ± 0,008	$0,418^{c}$ ± 0,027
28,4148	3,176	3-μεθυλοβουτυλικός αιθυλεστέρας του βουτανοδιοϊκού οξέος	$0,150^{a}$ ± 0,024	$0,398^{b}$ ± 0,028	$1,16^{c}$ ± 0,09
28,9981	1,884	οκτανοϊκός 3-μεθυλοβουτυλεστέρας	$0,09^{a}$ ± 0,017	$1,17^{b}$ ± 0,06	$4,19^{c}$ ± 0,10
29,8314	2,085	1-δωδεκανόλη	$0,052^{a}$ ± 0,013	$0,124^{b}$ ± 0,007	$0,25^{c}$ ± 0,03
30,4147	1,436	ενδεκανοϊκός αιθυλεστέρας	ΔΑ	$0,043^{a}$ ± 0,003	$0,25^{b}$ ± 0,03
30,4147	2,539	1,1-διμεθυλο-2-φαινυλαιθυλικός βουτυρικός εστέρας	ΔΑ	ΔΑ	0,11 ± 0,04
33,3312	1,925	δωδεκανοϊκός αιθυλεστέρας	$0,130^{a}$ ± 0,027	$0,45^{b}$ ± 0,11	$2,3^{c}$ ± 0,11
34,5811	1,249	(1-βουτυλοεπτυλο)βενζόλιο	ΔΑ	ΔΑ	0,081 ± 0,007
34,6644	1,581	2,6-δι(1,1-διμεθυλαιθυλο)-4-(1-οξοπροπυλο)φαινόλη	ΔΑ	$0,009^{a}$ ± 0,003	$0,028^{b}$ ± 0,003
34,7478	1,327	πενταδεκανοϊκός 3-μεθυλοβουτυλεστέρας	ΔΑ	$0,174^{a}$ ± 0,016	$0,85^{b}$ ± 0,03
34,7478	3,126	εξανοϊκός 2-φαινυλαιθυλεστέρας	ΔΑ	ΔΑ	0,086 ± 0,009
35,3311	1,391	δι-n-οκτυλαιθέρας	$0,031^{a}$ ± 0,007	$0,081^{b}$ ± 0,007	$0,349^{c}$ ± 0,012
35,6644	2,106	1-εξαδεκανόλη	$0,024^{b}$ ± 0,004	$0,016^{a}$ ± 0,003	$0,044^{c}$ ± 0,003
35,7477	3,567	σαλικυλικός n-εξυλεστέρας	$0,009^{a}$ ± 0,003	$0,021^{b}$ ± 0,003	$0,074^{c}$ ± 0,008
36,2477	0,221	2,6,10,14-τετραμεθυλοεπταδεκάνιο	ΔΑ	$0,037^{a}$ ± 0,004	$0,038^{a}$ ± 0,004
36,4143	2,474	(1-μεθυλοδεκυλο)βενζόλιο	ΔΑ	ΔΑ	0,035 ± 0,003
36,7476	1,813	2-(δωδεκυλοξυ)αιθανόλη	ΔΑ	$0,014^{a}$ ± 0,003	$0,110^{b}$ ± 0,004
37,6643	3,413	2-(φαινυλομεθυλενο)οκτανάλη	ΔΑ	$0,009^{a}$ ± 0,003	$0,027^{b}$ ± 0,003
37,9142	2,253	τετραδεκανοϊκό οξύ	$0,008^{a}$ ± 0,003	ΔΑ	$0,028^{b}$ ± 0,004
38,7475	1,937	τετραδεκανοϊκός αιθυλεστέρας	$0,066^{a}$ ± 0,008	$0,091^{a}$ ± 0,005	$0,471^{b}$ ± 0,014
39,1642	3,182	σαλικυλικός 2-αιθυλεξυλεστέρας	$0,011^{a}$ ± 0,003	$0,032^{a}$ ± 0,003	$0,116^{b}$ ± 0,015
39,5808	1,716	ισοπροπυλικός μυριστικός εστέρας	$0,032^{a}$ ± 0,004	$0,144^{b}$ ± 0,024	$0,197^{c}$ ± 0,009
40,1641	3,169	οκτανοϊκός 2-φαινυλαιθυλεστέρας	ΔΑ	ΔΑ	0,109 ± 0,011
40,7474	3,029	τοναλίδη	ΔΑ	ΔΑ	$0,021^{a}$ ± 0,003
43,6639	1,933	εξαδεκανοϊκός αιθυλεστέρας	$0,059^{a}$ ± 0,007	$0,066^{a}$ ± 0,005	$0,392^{b}$ ± 0,011

RT	MP	Όνομα	Μρ	Σ_1	Σ_2
58,9129	0,438	trans-13-οκταδεκενοϊκό οξύ	$3,8^a \pm 0,6$	ΔΑ	$14,6^b \pm 1,3$

Μρ: ροζέ οίνος μάρτυρας, T_1: προϊόν οίνου με προσθήκη εκχυλίσματος τσαγιού σε μικρή συγκέντρωση, T_2: προϊόν οίνου με προσθήκη εκχυλίσματος τσαγιού σε μεγάλη συγκέντρωση.

Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται είναι οι μέσοι όροι των τριών επαναλήψεων με την τυπική απόκλιση, εκφρασμένα σε mg/L, με βάση την πρότυπη ένωση 2-Pentanol, 4-methyl- που προστέθηκε στο δείγμα σε συγκέντρωση 40 mg/L.

3.4.9. Οργανοληπτικά χαρακτηριστικά

Μρ – Μάρτυρας

Την ημέρα 0, ο μάρτυρας παρουσίαζε οργανοληπτικό προφίλ με ήπιες ενδείξεις αποξηραμένων φρούτων χωρίς σημάδια οξείδωσης. Στις 30 ημέρες, οι μεταβολές παρέμειναν περιορισμένες, με διακριτά αρώματα αποξηραμένων φρούτων και ήπια οξειδωτικά στοιχεία. Στις 60 ημέρες, η οξείδωση έγινε πιο έκδηλη, με μείωση της έντασης των πρωτογενών αρωμάτων. Στις 150 ημέρες, καταγράφηκε περαιτέρω απώλεια φρεσκάδας, συνοδευόμενη από αισθητή πικρότητα στο στόμα. Τέλος, στις 300 ημέρες, το δείγμα εμφάνισε έντονα οξειδωτικά χαρακτηριστικά και δυσάρεστη πικρότητα, υποδηλώνοντας σημαντική ποιοτική υποβάθμιση.

T_1 - Οίνος με χαμηλή συγκέντρωση τσάι του βουνού

Την ημέρα 0, το δείγμα με χαμηλή συγκέντρωση τσάι του βουνού, δεν εμφάνιζε οσφρητικά ή γευστικά χαρακτηριστικά οξείδωσης. Κυριαρχούσαν φυτικές και βοτανικές νότες (χόρτο, τσάι), με το φρουτώδες στοιχείο να αναδεικνύεται δευτερευόντως, προστατευμένο από οξειδωτικές μεταβολές. Στις 30 ημέρες, η φυτικότητα συνέχισε να υπερισχύει, με έντονες βοτανικές νότες και τα φρούτα να παραμένουν διακριτά. Στις 60 ημέρες, παρατηρήθηκε μία σταδιακή εξισορρόπηση μεταξύ βοτανικού και φρουτώδους χαρακτήρα. Στις 150 ημέρες, εμφανίστηκαν ήπια οξειδωτικά στοιχεία, τα οποία ωστόσο δεν επηρέασαν την κυρίαρχη βοτανικότητα. Στις 300 ημέρες, συνυπήρχαν χαρακτηριστικά οξείδωσης και αρώματα τσαγιού, με την πικρότητα να είναι παρούσα αλλά σαφώς μειωμένη συγκριτικά με το δείγμα Μρ.

T_2 - Οίνος με υψηλή συγκέντρωση τσάι του βουνού

Κατά την ημέρα 0, το δείγμα με υψηλή συγκέντρωση τσάι του βουνού, εμφάνιζε έντονη βοτανικότητα, η οποία επισκίαζε σχεδόν πλήρως τον φρουτώδη χαρακτήρα του οίνου, χωρίς παρουσία οξείδωσης. Στις 30 και στις 60 ημέρες, η κυριαρχία του βοτανικού χαρακτήρα παρέμεινε, με απουσία οξειδωτικών χαρακτηριστικών. Στις 150 ημέρες, η βοτανικότητα ήταν

πιο εκλεπτυσμένη, ενώ η γευστική ισορροπία διατηρούνταν χωρίς πικρότητα ή οξείδωση. Στις 300 ημέρες, καταγράφηκαν ήπια οξειδωτικά στοιχεία, ωστόσο η βοτανικότητα εξακολουθούσε να κυριαρχεί, και η πικρότητα παρέμεινε χαμηλότερη σε σχέση με το T_1.

$Σ_1$ - Οίνος με χαμηλή συγκέντρωση κρόκου

Την ημέρα 0, το δείγμα με χαμηλή συγκέντρωση κρόκου παρουσίαζε αρωματικό και γευστικό προφίλ εξαιρετικά κοντινό στον αρχικό οίνο. Τα πρωτογενή φρουτώδη χαρακτηριστικά (όπως ροδάκινο και τροπικά φρούτα) διατηρούνταν σε υψηλό επίπεδο, χωρίς ίχνη οξείδωσης. Στις 30 ημέρες, η φρουτώδης ταυτότητα παρέμενε αναλλοίωτη. Στις 60 ημέρες, το άρωμα του κρόκου άρχισε να γίνεται αισθητό, χωρίς να υποβαθμίζει το φρουτώδες προφίλ. Στις 150 ημέρες, η οξείδωση παρέμενε αμελητέα, με τον οίνο να διατηρεί υψηλή οργανοληπτική ποιότητα. Στις 300 ημέρες, το άρωμα του κρόκου έγινε πιο εμφανές, συνυπάρχοντας αρμονικά με το φρούτο. Η οξείδωση παρέμενε σχεδόν μη ανιχνεύσιμη, ενώ παρατηρήθηκε ήπια πικροστυφότητα στην επίγευση, σαφώς ηπιότερη από αυτήν του δείγματος Μρ.

$Σ_2$ – Οίνος με υψηλή συγκέντρωση κρόκου

Το δείγμα με υψηλή συγκέντρωση κρόκου, ήδη από την ημέρα 0, εμφάνιζε ήπια πικρότητα, η οποία συνδέθηκε με αρώματα εσπεριδοειδών όπως γκρέιπφρουτ, κίτρο και σαγκουίνι, με την οξείδωση να είναι χαμηλή. Στις 30 ημέρες, ο αρωματικός χαρακτήρας των εσπεριδοειδών παρέμενε ευδιάκριτος, ενώ η πικρότητα ήταν περιορισμένη. Στις 60 ημέρες, το άρωμα του κρόκου άρχισε να κυριαρχεί, διατηρώντας όμως μια ισορροπία με τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά. Στις 150 ημέρες, παρατηρήθηκε ελαφρά αύξηση της πικρότητας, με συντήρηση της αρωματικής ισορροπίας. Στις 300 ημέρες, η κυριαρχία του κρόκου ενισχύθηκε περαιτέρω, με ήπια παρουσία οξείδωσης και μια πιο έντονη πικροστυφότητα συγκριτικά με το $Σ_1$.

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

4.1. Ανάπτυξη επιδόρπιων αγελαδινού γιαουρτιού με προσθήκη τσαγιού του βουνού Ηπείρου.

Στα επιδόρπια γιαουρτιού με τσάι του βουνού το pH παραμένει σε υψηλότερα επίπεδα και η οξύτητα σε χαμηλότερα επίπεδα σε σχέση με του μάρτυρα, κατά τη συντήρηση. Από

την αρχική ημέρα και καθόλη τη διάρκεια της συντήρησης τους τα επιδόρπια γιαουρτιού παρουσιάζουν χαμηλότερη συναίρεση σε σχέση με τον μάρτυρα.

Επιπλέον, τα επιδόρπια γιαουρτιού εμφανίζουν μεγαλύτερη αντιοξειδωτική δράση από το μάρτυρα από την πρώτη ημέρα και κατά τη διάρκεια της συντήρησης. Στα επιδόρπια γιαουρτιού η εκκαθάριση ριζών υδροξυλίου είναι μεγαλύτερη από του μάρτυρα από την πρώτη ημέρα και κατά τη διάρκεια της συντήρησης. Ακόμη, στα επιδόρπια γιαουρτιού η αντιφλεγμονώδης δράση είναι μεγαλύτερη από του μάρτυρα από την πρώτη ημέρα και κατά τη διάρκεια της συντήρησης.

Τα επιδόρπια γιαουρτιού παρουσιάζουν μεγαλύτερη συγκέντρωση διαφόρων πτητικών ενώσεων από τον μάρτυρα. Επίσης, παρουσιάζουν επιπλέον πτητικές ενώσεις, κυρίως τερπενικές που είναι χαρακτηριστικές των φυτικών προϊόντων που προστέθηκαν.

Με προσθήκη τσαγιού βουνού της Ηπείρου μπορεί να παρασκευαστεί επιδόρπιο γιαουρτιού πολύ καλής ποιότητας με άρωμα και γεύση τσαγιού σε ισορροπία με το άρωμα και τη γεύση του γιαουρτιού.

4.2. Ανάπτυξη επιδόρπιων γίδινου γιαουρτιού με προσθήκη υδατικών εκχυλισμάτων κρόκου Κοζάνης είτε τσαγιού του βουνού Ηπείρου.

Στο επιδόρπιο γιαουρτιού με εκχύλισμα κρόκου Κοζάνης και στο επιδόρπιο γιαουρτιού με εκχυλίσματα κρόκου Κοζάνης και τσαγιού του βουνού Ηπείρου το pH παραμένει σε υψηλότερα επίπεδα και η οξύτητα σε χαμηλότερα επίπεδα από του μάρτυρα, κατά τη συντήρηση. Από την αρχική ημέρα και καθόλη τη διάρκεια της συντήρησης τους τα επιδόρπια γιαουρτιού παρουσιάζουν χαμηλότερη συναίρεση σε σχέση με τον μάρτυρα.

Τα επιδόρπια γιαουρτιού εμφανίζουν μεγαλύτερη αντιοξειδωτική δράση από το μάρτυρα από την πρώτη ημέρα και κατά τη διάρκεια της συντήρησης. Στα επιδόρπια γιαουρτιού η εκκαθάριση ριζών υδροξυλίου είναι μεγαλύτερη από του μάρτυρα από την πρώτη ημέρα και κατά τη διάρκεια της συντήρησης. Επιπλέον, στα επιδόρπια γιαουρτιού η αντιφλεγμονώδης δράση είναι μεγαλύτερη από του μάρτυρα από την πρώτη ημέρα και κατά τη διάρκεια της συντήρησης.

Τα επιδόρπια γιαουρτιού παρουσιάζουν μεγαλύτερη συγκέντρωση διαφόρων πτητικών ενώσεων σε σχέση με τον μάρτυρα. Επίσης, παρουσιάζουν επιπλέον πτητικές ενώσεις, κυρίως τερπενικές που είναι χαρακτηριστικές των φυτικών προϊόντων που προστέθηκαν.

Με προσθήκη εκχυλίσματος κρόκου Κοζάνης μπορεί να παρασκευαστεί αποδεκτό επιδόρπιο γιαουρτιού με ελαφρώς κίτρινο χρώμα, και με άρωμα και γεύση κρόκου. Μπορεί να παρασκευαστεί επιδόρπιο γιαουρτιού με προσθήκη εκχυλισμάτων τσαγιού του βουνού

Ηπείρου και κρόκου Κοζάνης πολύ καλής ποιότητας , με ελαφρώς κίτρινο χρώμα, άρωμα και γεύση τσαγιού του βουνού, με συνύπαρξη αρώματος και γεύσης κρόκου και γιαουρτιού.

4.3. Ανάπτυξη προϊόντων λευκού οίνου Ντεμπίνα διαφόρων επιπέδων διοξειδίου του θείου με εκχύλιση κρόκου Κοζάνης, Μαστίχας Χίου είτε τσαγιού του βουνού Ηπείρου.

Η προσθήκη κρόκου Κοζάνης, μαστίχας Χίου και τσαγιού του βουνού Ηπείρου σε λευκό οίνο Ντεμπίνα δεν επηρεάζει τα επίπεδα θειώδους ανυδρίτη την αρχική ημέρα, ενώ κατά τη συντήρηση τα προϊόντα οίνου διατηρούν το θειώδη ανυδρίτη σε υψηλότερα επίπεδα από τους μάρτυρες.

Τα προϊόντα οίνου με φυτικά προϊόντα παρουσιάζουν υψηλότερα επίπεδα ολικών φαινολικών κι ομάδων φαινολικών κατά τη συντήρηση σε σχέση με τον μάρτυρα. Οι ολικές ελεύθερες σουλφυδρυλομάδες κατά τη συντήρηση είναι επίσης σε υψηλότερα επίπεδα στα προϊόντα οίνου με φυτικά προϊόντα από ότι στο μάρτυρα.

Τα προϊόντα οίνου με φυτικά προϊόντα εμφάνισαν μεγαλύτερη αντιοξειδωτική δράση από τους μάρτυρες από την αρχική ημέρα και κατά τη διάρκεια της συντήρησης τους. Η εκκαθάριση των προϊόντων οίνου με φυτικά προϊόντα ήταν μεγαλύτερη από των μαρτύρων από την αρχική ημέρα και κατά τη διάρκεια της συντήρησης τους. Τα προϊόντα οίνου παρουσίασαν ακόμη αντιφλεγμονώδη δράση η οποία ήταν μεγαλύτερη από των μαρτύρων από την πρώτη ημέρα και κατά τη διάρκεια της συντήρησης τους.

Τα προϊόντα οίνου παρουσιάζουν μεγαλύτερη συγκέντρωση διαφόρων πτητικών ενώσεων από τους μάρτυρες. Επίσης, παρουσιάζουν επιπλέον πτητικές ενώσεις, κυρίως τερπενικές που είναι χαρακτηριστικές των φυτικών προϊόντων που προστέθηκαν.

Μπορεί να παρασκευαστεί προϊόν λευκού οίνου Ντεμπίνα με προσθήκη κρόκου Κοζάνης και μαστίχας Χίου με κυρίαρχο άρωμα και γεύση κρόκου και μαστίχας, χωρίς σαφείς ενδείξεις οξείδωσης. Μπορεί να παρασκευαστεί προϊόν λευκού οίνου Ντεμπίνα με προσθήκη τσαγιού του βουνού Ηπείρου με συνύπαρξη αρώματος και γεύσης τσαγιού του βουνού και οίνου, χωρίς σαφείς ενδείξεις οξείδωσης.

4.4. Ανάπτυξη προϊόντων ροζέ οίνου Merlot-Cabernet Sauvignon με προσθήκη υδατοαλκοολικών εκχυλισμάτων κρόκου Κοζάνης είτε τσαγιού του βουνού Ηπείρου.

Η προσθήκη εκχυλίσματος τσαγιού του βουνού Ηπείρου και η πρσθήκη εκχυλίσματος κρόκου Κοζάνης σε ροζέ οίνο Merlot-Cabernet Sauvignon δεν επηρεάζει τα επίπεδα θειώδους ανυδρίτη την αρχική ημέρα, ενώ κατά τη συντήρηση τα προϊόντα οίνου διατηρούν το θειώδη ανυδρίτη σε υψηλότερα επίπεδα σε σχέση με τον μάρτυρα.

Τα προϊόντα οίνου με φυτικά προϊόντα παρουσιάζουν υψηλότερα επίπεδα ολικών φαινολικών κι ομάδων φαινολικών από τον μάρτυρα, τόσο αρχικά όσο και κατά τη συντήρηση. Οι ολικές ελεύθερες σουλφυδρυλομάδες κατά τη συντήρηση είναι σε υψηλότερα επίπεδα σε όλα τα προϊόντα οίνου με φυτικά προϊόντα σε σχέση με τον μάρτυρα.

Τα προϊόντα οίνου με φυτικά προϊόντα εμφανίζουν μεγαλύτερη αντιοξειδωτική δράση από τους μάρτυρες από την αρχική ημέρα και κατά τη διάρκεια της συντήρησης τους. Επιπλέον, η εκκαθάριση των προϊόντων οίνου με φυτικά προϊόντα ήταν μεγαλύτερη από των μαρτύρων από την αρχική ημέρα και κατά τη διάρκεια της συντήρησης τους. Τα προϊόντα οίνου παρουσίασαν επίσης αντιφλεγμονώδη δράση η οποία ήταν μεγαλύτερη από των μαρτύρων από την πρώτη ημέρα και κατά τη διάρκεια της συντήρησης τους.

Τα προϊόντα οίνου παρουσιάζουν μεγαλύτερη συγκέντρωση πτητικών διαφόρων ενώσεων σε σχέση με τον μάρτυρα. Επίσης, παρουσιάζουν επιπλέον πτητικές ενώσεις, κυρίως τερπενικές που είναι χαρακτηριστικές των φυτικών προϊόντων που προστέθηκαν.

Με προσθήκη εκχυλίσματος τσαγιού του βουνού Ηπείρου μπορεί να παρασκευαστεί προϊόν ροζέ οίνου Merlot-Cabernet Sauvignon με άρωμα και γεύση τσαγιού του βουνού που συνυπάρχει με το φρουτώδες χαρακτήρα του οίνου, πιο σταθερό στην οξείδωση σε σχέση με το μάρτυρα. Με προσθήκη εκχυλίσματος κρόκου Κοζάνης μπορεί να παρασκευαστεί προϊόν ροζέ οίνου Merlot-Cabernet Sauvignon χωρίς το άρωμα και η γεύση κρόκου να είναι εμφανής είτε να συνυπάρχει με το άρωμα και τη γεύση του οίνου, πιο σταθερό στην οξείδωση σε σχέση με το μάρτυρα.

5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Department for Rural Developement and Food. **Support for all, Cm**. 2016
2. Κώδικας τροφίμων και Ποτών. 2011
3. Soukoulis, C., Panagiotidis, P., Koureli, R., & Tzia, C. Industrial yogurt manufacture: Monitoring of fermentation process and improvement of final product quality. **Journal of Dairy Science**. 90(6): 2641–2654. 2007
4. Lee, W. J., & Lucey, J. A. Formation and physical properties of yogurt. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**. 23(9): 1127–1136. 2010
5. International Dairy Foods Association. Pasteurization - IDFA. Available at: https://www.idfa.org/pasteurization. Accessed: September 3, 2020
6. Walstra, P. **Dairy Science and Technology**. 2006
7. A. Y. Tamime, & R. K. Robinson. **Yoghurt-Science-and-Technology**. 2nd ed. Woodhead Publishing Limited. 1999
8. Simpson, B. K., Nollet, L. M. L., Toldrá, F., Benjakul, S., Paliyath, G., & Hui, Y. H. **Food Biochemistry and Food Processing: Second Edition**. 2012
9. Tamime, A. Y., & Deeth, H. C. Yogurt: Technology and Biochemistry1. **Journal of Food Protection**. 43(12): 939–977. 1980
10. Sansanwal, R., Ahlawat, U., & Dhanker, R. Yoghurt: A Predigested Food for Lactose-Intolerant People. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**. 6(12): 1408–1418. 2017
11. Buttriss, J. YOGURT | Dietary Importance. **Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition**. 6264–6266. 2003
12. Tamime, A. Y., & Robinson, R. K. Nutritional value of yoghurt. In: Tamime and Robinson's Yoghurt. Elsevier, 2007. pp. 646–684
13. Soomro, A. H., Masud, T., & Anwaar, K. Role of Lactic Acid Bacteria (LAB) in Food Preservation and Human Health – A Review. **Pakistan Journal of Nutrition**. 1(1): 20–24. 2002
14. Nandakumar, R., & Talapatra, K. Quantitative profiling of bacteriocins present in dairy-free probiotic preparations of Lactobacillus acidophilus by nanoliquid chromatography-tandem mass spectrometry. **Journal of Dairy Science**. 97(4): 1999–2008. 2014
15. Savaiano, D. A. Lactose digestion from yogurt: Mechanism and relevance. **American Journal of Clinical Nutrition**. 99(5). 2014
16. Shah, N. P. Yogurt in Health and Disease Prevention. 2017
17. Seo, B. K., Kim, N. E., Park, K. M., Park, K. Y., Park, H. K., & Hwang, H. S. Serum lipid levels

in relation to consumption of yogurt: The 2012 Korea National Health and Nutrition Examination Survey. **Korean Journal of Family Medicine**. 38(5): 249–255. 2017

18. Astrup, A. Yogurt and dairy product consumption to prevent cardiometabolic diseases: Epidemiologic and experimental studies. **American Journal of Clinical Nutrition**. 99(5). 2014
19. Zemel, M. B., Richards, J., Mathis, S., Milstead, A., Gebhardt, L., & Silva, E. Dairy augmentation of total and central fat loss in obese subjects. **International Journal of Obesity**. 29(4): 391–397. 2005
20. Barengolts, E., Smith, E. D., Reutrakul, S., Tonucci, L., & Anothaisintawee, T. The effect of probiotic yogurt on glycemic control in type 2 diabetes or obesity: A meta-analysis of nine randomized controlled trials. **Nutrients**. 11(3). 2019
21. Ejtahed, H. S., Mohtadi Nia, J., Homayouni Rad, A., Niafar, M., Asghari Jafarabadi, M., & Mofid, V. The effects of probiotic and conventional yoghurt on diabetes markers and insulin resistance in type 2 diabetic patients: A randomized controlled clinical trial. **Iranian Journal of Endocrinology and Metabolism**. 13(1): 112. 2011
22. Desobry-Banon, S., Vetier, N., & Hardy, J. Health benefits of yogurt consumption. A review. **International Journal of Food Properties**. 2(1): 1–12. 1999
23. Zittermann, A., Pilz, S., Börgermann, J., & Gummert, J. F. Calcium supplementation and vitamin D: A trigger for adverse cardiovascular events? **Future Cardiology**. 7(6): 725–727. 2011
24. Kim, H. S., Chae, H. S., Jeong, S. G., Ham, J. S., Im, S. K., Ahn, C. N., & Lee, J. M. Antioxidant activity of some yogurt starter cultures. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**. 18(2): 255–258. 2005
25. Kimoto-Nira, H. New lactic acid bacteria for skin health via oral intake of heat-killed or live cells. **Animal Science Journal**. 89(6): 835–842. 2018
26. International Organization of Vine and Wine (Edition 2021). Compendium of international methods of wine and must analysis. Available at: https://www.oiv.int/public/medias/7713/en-oiv-code-2021.pdf
27. Jackson, R. . . **Wine Science - Principles and Applications**. 2008
28. Grainger, K., & Tattersall, H. **Wine Production: Vine To Bottle**. 2007
29. Ribéreau-Gayon, P., Dubourdieu, D., Donèche, B., & Lonvaud, A. **Handbook of Enology: Volume 1, The Microbiology of Wine and Vinifications**. 2006
30. Waterhouse, A. L., Sacks, G. L., & Jeffery, D. W. **Understanding wine chemistry**. 2016
31. Lorrain, B., Chira, K., & Teissedre, P. L. Phenolic composition of Merlot and Cabernet-

Sauvignon grapes from Bordeaux vineyard for the 2009-vintage: Comparison to 2006, 2007 and 2008 vintages. **Food Chemistry**. 126(4): 1991–1999. 2011

32. Biniari, K., & Stavrakaki, M. Genetic study of native grapevine varieties of northern, western and central Greece with the use of ampelographic and molecular methods. **Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca**. 47(1): 46–53. 2019
33. González-Neves, G., Charamelo, D., Balado, J., Barreiro, L., Bochicchio, R., Gatto, G., Gil, G., Tessore, A., Carbonneau, A., & Moutounet, M. Phenolic potential of Tannat, Cabernet-Sauvignon and Merlot grapes and their correspondence with wine composition. **Analytica Chimica Acta**. 513(1): 191–196. 2004
34. Soufleros, E. H., Bouloumpasi, E., Tsarchopoulos, C., & Biliaderis, C. G. Primary amino acid profiles of Greek white wines and their use in classification according to variety, origin and vintage. **Food Chemistry**. 80(2): 261–273. 2003
35. Tsiraki, M. I., & Savvaidis, I. N. Quality study of PDO (Protected Designation of Origin) Greek white wines of the grape variety 'Debina''.' **Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca**. 50(3): 1–12. 2022
36. González-Neves, G., Franco, J., Barreiro, L., Gil, G., Moutounet, M., & Carbonneau, A. Varietal differentiation of Tannat, Cabernet-Sauvignon and Merlot grapes and wines according to their anthocyanic composition. **European Food Research and Technology**. 225(1): 111–117. 2007
37. Renaud, S. C., Guéguen, R., Schenker, J., & D'Houtaud, A. Alcohol and mortality in middle-aged men from eastern france. **Epidemiology**. 9(2): 184–188. 1998
38. De Lorimier, A. A. Alcohol, wine, and health. **American Journal of Surgery**. 180(5): 357–361. 2000
39. German, J. B., & Walzem, R. L. The Health Benefits of Wine. **Annu. Rev. Nutr.** 96(20): 561. 2000
40. Hrelia, S., Di Renzo, L., Bavaresco, L., Bernardi, E., Malaguti, M., & Giacosa, A. Moderate Wine Consumption and Health: A Narrative Review. **Nutrients**. 15(1): 1–24. 2023
41. Fehér, J., Lengyel, G., & Lugasi, A. The cultural history of wine - Theoretical background to wine therapy. **Central European Journal of Medicine**. 2(4): 379–391. 2007
42. Martínez-Graciá, C., González-Bermúdez, C. A., Cabellero-Valcárcel, A. M., Santaella-Pascual, M., & Frontela-Saseta, C. Use of herbs and spices for food preservation: Advantages and limitations. **Current Opinion in Food Science**. 6: 38–43. 2015
43. Hussain, S. A., Panjagari, N. R., Singh, R. R. B., & Patil, G. R. Potential Herbs and Herbal Nutraceuticals: Food Applications and Their Interactions with Food Components.

Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 55(1): 94–122. 2015

44. Ali Ahmed, A. B., Taha, R. M., Anuar, N., Elias, H., Abdullah, S., Khan, A., Vijay Lobo, & Vidhyavathi, R. **Saffron as a natural food colorant and its applications**. Elsevier Inc. 2021
45. Tahereh, F., & Saeed, S. The effect of saffron (Crocus sativus L.) and its ingredients on the management of diabetes mellitus and dislipidemia. **African Journal of Pharmacy and Pharmacology**. 8(20): 541–549. 2014
46. Luis, G., Salinas, A., Jim, A. M., Chaouqi, S., Llorens, S., Mart, M., & Alonso, G. L. Saffron : An Old Medicinal Plant and a Potential Novel Functional Food. **Molecules**. 30(23): 1–21. 2018
47. Koocheki, A., & Khajeh-Hosseini, M. Saffron: Science, Technology and Health. **Saffron: Science, Technology and Health**. 1–545. 2020
48. Dimas, K. S., Pantazis, P., & Ramanujam, R. Chios mastic gum: A plant-produced resin exhibiting numerous diverse pharmaceutical and biomedical properties. **In Vivo**. 26(5): 777–785. 2012
49. D'Auria, M., & Racioppi, R. Characterization of the volatile fraction of mastic oil and mastic gum. **Natural Product Research**. 2020
50. S. Paraschos, S. Mitakou, & A.-L. Skaltsounis. Chios Gum Mastic: A Review of its Biological Activities. **Current Medicinal Chemistry**. 19(14): 2292–2302. 2012
51. Vuorinen, A., Seibert, J., Papageorgiou, V. P., Rollinger, J. M., Odermatt, A., Schuster, D., & Assimopoulou, A. N. Pistacia lentiscus oleoresin: Virtual screening and identification of masticadienonic and isomasticadienonic acids as inhibitors of 11 β -hydroxysteroid dehydrogenase 1. **Planta Medica**. 81(6): 525–532. 2015
52. Romanucci, V., Di Fabio, G., D'Alonzo, D., Guaragna, A., Scapagnini, G., & Zarrelli, A. Traditional uses, chemical composition and biological activities of Sideritis raeseri Boiss. & Heldr. **Journal of the Science of Food and Agriculture**. 97(2): 373–383. 2017
53. Pljevljakušić, D., Šavikin, K., Janković, T., Zdunić, G., Ristić, M., Godjevac, D., & Konić-Ristić, A. Chemical properties of the cultivated Sideritis raeseri Boiss. & Heldr. subsp. raeseri. **Food Chemistry**. 124(1): 226–233. 2011
54. Mitropoulou, G., Sidira, M., Skitsa, M., Tsochantaridis, I., Pappa, A., Dimtsoudis, C., Proestos, C., & Kourkoutas, Y. Assessment of the antimicrobial, antioxidant, and antiproliferative potential of sideritis raeseri subps. raeseri essential oil. **Foods**. 9(7): 1–13. 2020

55. Kamalipour, M., & Akhondzadeh, S. Cardiovascular Effects of Saffron: An Evidence-Based Review. **Tehran Heart Center**. 59–61. 2021

56. Mir, R. A., Tyagi, A., Hussain, S. J., Almalki, M. A., Zeyad, M. T., Deshmukh, R., & Ali, S. Saffron, a Potential Bridge between Nutrition and Disease Therapeutics: Global Health Challenges and Therapeutic Opportunities. **Plants**. 13(11). 2024

57. Maqbool, Z., Arshad, M. S., Ali, A., Aziz, A., Khalid, W., Afzal, M. F., Bangar, S. P., Addi, M., Hano, C., & Lorenzo, J. M. Potential Role of Phytochemical Extract from Saffron in Development of Functional Foods and Protection of Brain-Related Disorders. **Oxidative Medicine and Cellular Longevity**. 2022. 2022

58. Ziani, A., Bekkouch, O., Ouahhoud, S., Baddaoui, S., Mbarek, S. Ben, Bekkouch, A., Khoulati, A., Jaouadi, B., Choi, J., Choi, M., Kim, H. J., Benabbes, R., Asehraou, A., Park, M. N., Kim, B., & Saalaoui, E. Phytochemistry , Biological Activities , Molecular Mechanisms , and Toxicity of Saffron (Crocus sativus L .): A Comprehensive Overview. **Antioxidants**. 14(1433): 1–46. 2025

59. Soulaidopoulos, S., Tsiogka, A., Chrysohoou, C., Lazarou, E., Aznaouridis, K., Doundoulakis, I., Tyrovola, D., Tousoulis, D., Tsioufis, K., Vlachopoulos, C., & Lazaros, G. Overview of Chios Mastic Gum (Pistacia lentiscus) Effects on Human Health. **Nutrients**. 14(3). 2022

60. Paraschos, S., Magiatis, P., Mitakou, S., Petraki, K., Kalliaropoulos, A., Maragkoudakis, P., Mentis, A., Sgouras, D., & Skaltsounis, A. L. In vitro and in vivo activities of chios mastic gum extracts and constituents against Helicobacter pylori. **Antimicrobial Agents and Chemotherapy**. 51(2): 551–559. 2007

61. Kartalis, A., Didagelos, M., Georgiadis, I., Benetos, G., Smyrnioudis, N., Marmaras, H., Voutas, P., Zotika, C., Garoufalis, S., & Andrikopoulos, G. Effects of Chios mastic gum on cholesterol and glucose levels of healthy volunteers: A prospective, randomized, placebo-controlled, pilot study (CHIOS-MASTIHA). **European Journal of Preventive Cardiology**. 23(7): 722–729. 2016

62. Putri, J. N., Saparianti, A. N., & Arumingtyas, E. Formulation and Characterization of Yogurt Containing Different Herbs and Different Starters. **Research and Innovation in Food Science and Technology**. 14(3): 211–216. 2025

63. Granato, D., Santos, J. S., Salem, R. D., Mortazavian, A. M., Rocha, R. S., & Cruz, A. G. Effects of herbal extracts on quality traits of yogurts, cheeses, fermented milks, and ice creams: a technological perspective. **Current Opinion in Food Science**. 19: 1–7. 2018

64. Behrad, S., Yusof, M. Y., Goh, K. L., & Baba, A. S. Manipulation of probiotics fermentation of yogurt by cinnamon and licorice: Effects on yogurt formation and inhibition of Helicobacter pylori growth in vitro. **World Academy of Science, Engineering and Technology**. 36(12): 590–594. 2009

65. Dabija, A., Codină, G. G., Ropciuc, S., Gâtlan, A. M., & Rusu, L. Assessment of the antioxidant activity and quality attributes of yogurt enhanced with wild herbs extracts. **Journal of Food Quality**. 2018. 2018

66. Cerdá-Bernad, D., Valero-Cases, E., Pastor, J. J., & Frutos, M. J. Microencapsulated saffron floral waste extracts as functional ingredients for antioxidant fortification of yogurt: Stability during the storage. **Lwt-Food Science and technology**. 184(February). 2023

67. Kandyliari, A., Potsaki, P., Bousdouni, P., Kaloteraki, C., Christofilea, M., Almpounioti, K., Moutsou, A., Fasoulis, C. K., Polychronis, L. V., Gkalpinos, V. K., Tzakos, A. G., & Koutelidakis, A. E. Development of Dairy Products Fortified with Plant Extracts: Antioxidant and Phenolic Content Characterization. **Antioxidants**. 12(2): 1–21. 2023

68. Wazzan, H. Fortification of Dairy Products using Plant-derived Bioactive Compounds. **Current Research in Nutrition and Food Science**. 12(2): 561–571. 2024

69. El-Sayed, S. M., & Youssef, A. M. Potential application of herbs and spices and their effects in functional dairy products. **Heliyon**. 5(6): e01989. 2019

70. Morya, S., Menaa, F., Lourenço-Lopes, C., Jimenez-Lopez, C., Khalid, W., Moreno, A., Ikram, A., Khan, K. A., Ramniwas, S., & Mugabi, R. An Overview on Flavor Extraction, Antimicrobial and Antioxidant Significance, and Production of Herbal Wines. **ACS Omega**. 2023

71. Lakićević, S., Karabegović, I., Nikolić, N., Petrović, G., Đorđević, A., & Lazić, M. The kinetics of alcoholic fermentation, phenolic content, antioxidant and antimicrobial activity of the wine obtained from Plovdina grape with the addition of aromatic herbs. **Advanced Technologies**. 7(2): 11–18. 2018

72. Joshi, V. K., John, S., & Abrol, G. S. Effect of Addition of Extracts of Different Herbs and Spices on Fermentation Behaviour of Apple Must to Prepare Wine with Medicinal Value. **National Academy Science Letters**. 37(6): 541–546. 2014

73. Shiradhonkar, R., Dukare, A., Jawalekar, K., Magar, P., & Jadhav, H. Fortification of Wine with Herbal Extracts: Production, Evaluation and Therapeutic applications of such Fortified Wines. **IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology and Food**

Technology. 8(3): 09–14. 2014

74. Upadhyay, S. K., & Singh, S. P. **Herbal Nutraceuticals**. 2024

75. Martínez-Francés, V., Rivera, D., Obon, C., Alcaraz, F., & Ríos, S. Medicinal Plants in Traditional Herbal Wines and Liquors in the East of Spain and the Balearic Islands. **Frontiers in Pharmacology**. 12(September): 1–20. 2021

76. Musa, K. H., & Abdullah, A. EFFECT OF TIME AND TEMPERATURE ON FOLIN-CIOCALTEU INDEX. In: Annals of nutrition and metabolism. 2009. pp. 596–596

77. Rover, M. R., & Brown, R. C. Quantification of total phenols in bio-oil using the Folin-Ciocalteu method. **Journal of Analytical and Applied Pyrolysis**. 104: 366–371. 2013

78. Ben Ahmed, Z., Yousfi, M., Viaene, J., Dejaegher, B., Demeyer, K., Mangelings, D., & Heyden, Y. Vander. Determination of optimal extraction conditions for phenolic compounds from: Pistacia atlantica leaves using the response surface methodology. **Analytical Methods**. 8(31): 6107–6114. 2016

79. Proestos, C., & Komaitis, M. Antioxidant capacity of hops. In: Beer in Health and Disease Prevention. Elsevier, 2008. pp. 467–474

80. Kedare, S. B., & Singh, R. P. Genesis and development of DPPH method of antioxidant assay. **Journal of Food Science and Technology**. 48(4): 412–422. 2011

81. Zhang, K. Z., Deng, K., Luo, H. B., Zhou, J., Wu, Z. Y., & Zhang, W. X. Antioxidant properties and phenolic profiles of four Chinese Za wines produced from hull-less barley or maize. **Journal of the Institute of Brewing**. 119(3): 182–190. 2013

82. Duque, A. L., Pinto, M. D. C., & Macias, P. Lipoxygenase inhibition by red wine phenolics compounds. **Journal of Food Biochemistry**. 35(2): 542–555. 2011

83. Poništ, S., Valentová, J., Bezáková, L., & Obložinský, M. Antilipoxygenase activity of copper complexes of aminoalkanoate type. **Neuroendocrinology Letters**. 27(SUPPL. 2): 180–182. 2006

84. Kosian, A. M. Spectrophotometric method for determination of Lipoxidase Activity. **Ukrainskii biokhimicheskii zhurnal**. 70(1): 125–130. 1998

85. Kataoka, H., Lord, H. L., & Pawliszyn, J. Applications of solid-phase microextraction in food analysis. 880: 35–62. 2000

86. Lehotay, S. J., & Hajs, J. Application of gas chromatography in food analysis. 21(02): 686–697. 2002

87. Pegasus, B.-4D. **GCxGC Chromatography**. 2018

88. OIV. Sulfur dioxide (Iodometry) (Type-IV: OIV-MA-AS323-04B). In: Compendium of

international methods of wine and must analysis,. pp. 1–3

89. International Organization of Vine and Wine. OIV Chromatic Characteristics Method OIV-MA-AS2-07B : R2009. **Compendium of International Methods of Analysis–Oiv**. 1–10. 2009

90. Pérez-Magariño, S., & González-Sanjosé, M. L. Application of absorbance values used in wineries for estimating CIELAB parameters in red wines. **Food Chemistry**. 81(2): 301–306. 2003

91. Maioli, F., Picchi, M., Guerrini, L., Parenti, A., Domizio, P., Andrenelli, L., Zanoni, B., & Canuti, V. Monitoring of Sangiovese Red Wine Chemical and Sensory Parameters along One-Year Aging in Different Tank Materials and Glass Bottle. **ACS Food Science and Technology**. 2(2): 221–239. 2022

92. Lorrain, B., Ky, I., Pechamat, L., & Teissedre, P. L. Evolution of analysis of polyhenols from grapes, wines, and extracts. **Molecules**. 18(1): 1076–1100. 2013

93. Lee, E. J., Nomura, N., Patil, B. S., & Yoo, K. S. Measurement of total phenolic content in wine using an automatic Folin-Ciocalteu assay method. **International Journal of Food Science and Technology**. 49(11): 2364–2372. 2014

94. Masmoudi, M., Rahal, C., Abdelhedi, R., Khitouni, M., & Bouaziz, M. Inhibitive action of stored Olive mill wastewater (OMW) on the corrosion of copper in NaCl solution. **RSC Advances**. 1–20

95. Fotakis, C., Christodouleas, D., Zervou, M., Papadopoulos, K., & Calokerinos, A. C. Classification of Wines Based on Different Antioxidant Responses to Spectrophotometric Analytical Methods. **Analytical Letters**. 45(5–6): 581–591. 2012

96. Youssef, O., Mokhtar, G., Abdelly, C., Mohamed, S. N., Mokhtar, Z., & Guido, F. Changes in volatile compounds and oil quality with malaxation time of Tunisian cultivars of Olea europea. **International Journal of Food Science and Technology**. 48(1): 74–81. 2013

97. Nicolescu, A., Bunea, C. I., & Mocan, A. Total flavonoid content revised: An overview of past, present, and future determinations in phytochemical analysis. **Analytical Biochemistry**. 700(January): 115794. 2025

98. Wallace, T. C., & Giusti, M. M. Evaluation of parameters that affect the 4-dimethylaminocinnamaldehyde assay for flavanols and proanthocyanidins. **Journal of Food Science**. 75(7): 619–625. 2010

99. Clarke, S., Bosman, G., du Toit, W., & Aleixandre-Tudo, J. L. White wine phenolics: current

methods of analysis. **Journal of the Science of Food and Agriculture**. 103(1): 7–25. 2023

100. Reagent, E. Instructions. **Pierce Biotechnology, Thermo Fisher Scientific**. 1–4(22582): 546–546. 2011

101. Nieri, P., Carpi, S., Fogli, S., Polini, B., Breschi, M. C., & Podestà, A. Cholinesterase-like organocatalysis by imidazole and imidazole-bearing molecules. **Scientific Reports**. 8. 2017

102. Riddles, P. W., Blakeley, R. L., & Zerner, B. Reassessment of Ellman's Reagent. **Methods in Enzymology**. 91(C): 49–60. 1983

103. Portal, D. K. Titrable Acidity of Milk | Dairy Knowledge Portal. Available at: https://www.dairyknowledge.in/content/titrable-acidity-milk. Accessed: May 16, 2020

104. 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(621): 668–688. 1927

105. Gupta, C. Determination of Fat in Milk by Gerber Method. Gerber Test. Available at: https://www.agrimoon.com/determination-of-fat-in-milk/. Accessed: May 15, 2020

106. Pyne, G. T. The determination of milk-proteins by formaldehyde titration. **Biochemical Journal**. 26(4): 1006–1014. 1932

107. Food Safety and Standard Authority of India. Manual of Methods of Analysis of Foods Food Safety and Standards Authority of India Ministry of Health and Family Welfare Government of India New Delhi. **Ministry of Health and Family Welfare**. 1–86. 2016

108. Cerbulis, J., & Farrell, H. M. Composition of the Milks of Dairy Cattle. II. Ash, Calcium, Magnesium, and Phosphorus. **Journal of Dairy Science**. 59(4): 589–593. 1976

109. Dimitrellou, D., Solomakou, N., Kokkinomagoulos, E., & Kandylis, P. Yogurts supplemented with juices from grapes and berries. **Foods**. 9(9). 2020

110. 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(30): 238–245. 2019

111. Sah, B. N. P., Vasiljevic, T., McKechnie, S., & Donkor, O. N. Effect of probiotics on antioxidant and antimutagenic activities of crude peptide extract from yogurt. **Food Chemistry**. 156: 264–270. 2014

112. Cicco, N., Lanorte, M. T., 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(1): 107–110. 2009

113. Joana, P., Pereira, B., Almeida Pas, F., Cardoso, S., & Braga, S. gingerol yogurt.pdf. **Biomoleculs**. 10(2): 344–362. 2020

114. Hervert, C. J., Martin, N. H., Boor, K. J., & Wiedmann, M. Survival and detection of coliforms, Enterobacteriaceae, and gram-negative bacteria in Greek yogurt. **Journal of Dairy Science**. 100(2): 950–960. 2017

115. International Organization of Vine and Wine. Compendium of International Methods of Analisys-OIV: volatile acidity. 436–440. 2015

116. International Organization of Vine and Wine. Total acidity (OIV-MA-AS313-01 : R2015). In: Compendium of international methods of wine and must analysis (Edition 2021),. In: 1. 2021. pp. 1–3

117. International Organization of Vine and Wine. Alcoholic strength by volume-Type 1 methods (OIV-MA-AS312-01A: R2009). In: Compendium of international methods of wine and must analysis (Edition 2021). 2021. pp. 1–42

118. International Organization of Vine and Wine. Reducing substances (OIV-MA-AS311-01A: R2009). In: Compendium of international methods of wine and must analysis (Edition 2021). 2021. pp. 1–5

119. International Organization of Vine and Wine. **Compendium of international methods of analysis-OIV Total dry matter**. 2012

120. International Organization of Vine and Wine. **Compendium of international methods of analysis-ash content**. 2000

121. International Organization of Vine and Wine. **Compendium of international methods of analysis-OIV Alkalinity of ash**. 2009

122. Bendicho, S., Trigueros, M. C., Hernández, T., & Martín, O. Validation and comparison of analytical methods based on the release of p-nitrophenol to determine lipase activity in milk. **Journal of Dairy Science**. 84(7): 1590–1596. 2001

123. Aleixandre-Tudo, J. L., & Toit, W. du. The Role of UV-Visible Spectroscopy for Phenolic Compounds Quantification in Winemaking. **Frontiers and New Trends in the Science of Fermented Food and Beverages**. 1–21. 2018

124. Rustioni, L., & Failla, O. Grape seed ripening evaluation by ortho-diphenol quantification. **Italian Journal of Food Science**. 28(3): 510–516. 2016

125. Rodríguez-Pulido, F. J., Hernández-Hierro, J. M., Nogales-Bueno, J., Gordillo, B., González-

Miret, M. L., & Heredia, F. J. A novel method for evaluating flavanols in grape seeds by near infrared hyperspectral imaging. **Talanta**. 122: 145–150. 2014

126. Kontogeorgos, N., & Roussis, I. G. Total Free Sulphydryls of Several White and Red Wines. **South African Journal of Enology and Viticulture**. 35: 125–127. 2014
127. Katalinić, V., Milos, M., Modun, D., Musić, I., & Boban, M. Antioxidant effectiveness of selected wines in comparison with (+)-catechin. **Food Chemistry**. 86(4): 593–600. 2004
128. Figueiredo-González, M., Reboredo-Rodríguez, P., González-Barreiro, C., Simal-Gándara, J., Valentão, P., Carrasco-Pancorbo, A., Andrade, P. B., & Cancho-Grande, B. Evaluation of the neuroprotective and antidiabetic potential of phenol-rich extracts from virgin olive oils by in vitro assays. **Food Research International**. 106: 558–567. 2018
129. Xanthopoulou, M. N., Fragopoulou, E., Kalathara, K., Nomikos, T., Karantonis, H. C., & Antonopoulou, S. Antioxidant and anti-inflammatory activity of red and white wine extracts. **Food Chemistry**. 120(3): 665–672. 2010
130. Šuklje, K., Carlin, S., Stanstrup, J., Antalick, G., Blackman, J. W., Meeks, C., Deloire, A., Schmidtke, L. M., & Vrhovsek, U. Unravelling wine volatile evolution during Shiraz grape ripening by untargeted HS-SPME-GC × GC-TOFMS. **Food Chemistry**. 277(March 2018): 753–765. 2019
131. Jensen, R. G. **Handbook of Milk Composition**. 1995
132. Lim, T. K. Edible medicinal and non medicinal plants: Volume 8, flowers. **Edible Medicinal and Non Medicinal Plants: Volume 8, Flowers**. 8: 1–1024. 2014
133. Kalab, M., Emmons, D. B., & Sargant, A. G. Milk gel structure V. Microstructure of yoghurt as related to the heating of milk. **Milchwissenschaft-Milk Science International**. 31(7): 402–407. 1976
134. Simiţaru, I., & Segal, R. Researches Concerning the Biosynthesis of Exopolysaccharides in the Fermented Dairy Products With the Yogurt Culture Yf-L 811. **Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Agriculture**. 63(May). 1970
135. Harwalkar, V. R., & Kalab, M. Susceptibility of yoghurt to syneresis - comparison of centrifugation and drainage methods. **Milchwissensch.** 38(9): 517–522. 1983
136. Papadaki, E., & Roussis, I. G. Assessment of Antioxidant and Scavenging Activities of Various Yogurts Using Different Sample Preparation Procedures. **Applied Sciences (Switzerland)**. 12(18). 2022
137. Walasek-Janusz, M., Papliński, R., Mysiak, B., & Nurzyńska-Wierdak, R. Phenolic Profile

and Antioxidant Activity of Extracts from Aerial Parts of Thymus vulgaris L. and Sideritis scardica Griseb. **Applied Sciences (Switzerland)**. 15(7). 2025

138. Lin, M. Y., & Yen, C. L. Reactive oxygen species and lipid peroxidation product-scavenging ability of yogurt organisms. **Journal of Dairy Science**. 82(8): 1629–1634. 1999
139. Atoui, A. K., Mansouri, A., Boskou, G., & Kefalas, P. Tea and herbal infusions: Their antioxidant activity and phenolic profile. **Food Chemistry**. 89(1): 27–36. 2005
140. Cheng, H. Volatile flavor compounds in yogurt: A review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**. 50(10): 938–950. 2010
141. Marić, T., Friščić, M., Marijanović, Z., Maleš, Ž., & Jerković, I. Comparison of volatile organic compounds of sideritis romana l. And sideritis montana l. from croatia. **Molecules**. 26(19). 2021
142. Γιαννιώτικο. Κατσικίσιο γάλα, Γνήσιο φρέσκο κατσικίσιο γάλα. Available at: https://www.gianniotikogala.gr/products/katsikisio-gala/. Accessed: August 31, 2025
143. De Santis, D., Giacinti, G., Chemello, G., & Frangipane, M. T. Improvement of the Sensory Characteristics of Goat Milk Yogurt. **Journal of Food Science**. 84(8): 2289–2296. 2019
144. Negbi, M. **Saffron: Crocussativus L.** 2000
145. Sani, A. M., Kakhki, A. H., & Moradi, E. Chemical composition and nutritional value of saffron's pollen (Crocus sativus L.). **Nutrition and Food Science**. 43(5): 490–495. 2013
146. Pappa, E. C., Kondyli, E., Pappas, A. C., Kyriakaki, P., Zoidis, E., Papalamprou, L., Karageorgou, A., Simitzis, P., Goliomytis, M., Tsiplakou, E., & Georgiou, C. A. Physicochemical Characteristics of Commercially Available Greek Yoghurts. **Dairy**. 5(3): 436–450. 2024
147. Dida, K. A. E., & Obsioma, V. P. Development of Greek yogurt from goat's milk. **Philippine Journal of Veterinary and Animal Sciences**. 40(2): 121–132. 2014
148. Papaioannou, G. M., Kosma, I. S., Dimitreli, G., Badeka, A. V., & Kontominas, M. G. Effect of starter culture, probiotics, and flavor additives on physico-chemical, rheological, and sensory properties of cow and goat dessert yogurts. **European Food Research and Technology**. 248(4): 1191–1202. 2022
149. Kabiri, G., Hssaini, L., Naim, N., Houmanat, K., Ennahli, S., Fauconnier, M. L., & Hanine, H. Aromatic potential, quality and antioxidant activity of saffron grown in Morocco. **Flavour and Fragrance Journal**. 38(1): 13–26. 2023

150. Bukhari, S. I., Manzoor, M., & Dhar, M. K. A comprehensive review of the pharmacological potential of Crocus sativus and its bioactive apocarotenoids. **Biomedicine and Pharmacotherapy**. 98(October 2017): 733–745. 2018

151. ALKaisy, Q. H., Al-Saadi, J. S., AL-Rikabi, A. K. J., Altemimi, A. B., Hesarinejad, M. A., & Abedelmaksoud, T. G. Exploring the health benefits and functional properties of goat milk proteins. **Food Science and Nutrition**. 11(10): 5641–5656. 2023

152. Antonino, P. O., Guerra, G. C. B., Araújo, D. F. de S., Fernandes, R., Machado, T. A. D. G., Antunes, A., Sena, T. A., Garcia, H. E. M., de Andrade, L. de F. L. I., & Queiroga, R. de C. R. do E. Intestinal anti-inflammatory activity of goat milk and goat yoghurt in the acetic acid model of rat colitis. **International Dairy Journal**. 56(2016): 45–54. 2016

153. Zeinali, M., Zirak, M. R., Rezaee, S. A., Karimi, G., & Hosseinzadeh, H. Immunoregulatory and anti-inflammatory properties of Crocus sativus (Saffron) and its main active constituents: A review. **Iranian Journal of Basic Medical Sciences**. 22(4): 334–344. 2019

154. D'Auria, M., Mauriello, G., & Rana, G. L. Volatile organic compounds from saffron. **Flavour and Fragrance Journal**. 19(1): 17–23. 2004

155. European Commission. Comission delegated Regulation (EU) 2019/934. **Official Journal of the European Union L.** 149(7.6.2019): 32–36. 2019

156. Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης. Υφιστάμενες ονομασίες οίνων – Τεχνικός φάκελος

157. Roussis, I. G., Lambropoulos, I., Tzimas, P., Gkoulioti, A., Marinos, V., Tsoupeis, D., & Boutaris, I. Antioxidant activities of some Greek wines and wine phenolic extracts. **Journal of Food Composition and Analysis**. 21(8): 614–621. 2008

158. Roussis, I. G., Lambropoulos, I., & Soulti, K. Scavenging capacities of some wines and wine phenolic extracts. **Food Technology and Biotechnology**. 43(4): 351–358. 2005

159. Davidson, P. M., Sofos, N. J., & Branen, A. L. **Antimicrobials in food**. 2005

160. Gougoulias, N., Papachatzis, A., Vagelas, I., & Chouliaras, N. TOTAL PHENOLS AND ANTIRADICAL ACTIVITY (DPPH) OF RED AND WHITE WINES FROM DIFFERENT REGIONS OF GREECE Nicolaos. 8: 11–16. 2008

161. Psarra, E., Makris, D. P., Kallithraka, S., & Kefalas, P. Evaluation of the antiradical and reducing properties of selected Greek white wines: Correlation with polyphenolic composition. **Journal of the Science of Food and Agriculture**. 82(9): 1014–1020. 2002

162. Labhar, A., Benamari, O., El-Mernissi, Y., Salhi, A., Ahari, M., El Barkany, S., & Amhamdi,

H. Phytochemical, Anti-Inflammatory and Antioxidant Activities of Pistacia lentiscus L. Leaves from Ajdir, Al Hoceima Province, Morocco. **Ecological Engineering and Environmental Technology**. 24(7): 172–177. 2023

163. Pedersen, D. S., Capone, D. L., Skouroumounis, G. K., Pollnitz, A. P., & Sefton, M. A. Quantitative analysis of geraniol, nerol, linalool, and α-terpineol in wine. **Analytical and Bioanalytical Chemistry**. 375(4): 517–522. 2003
164. Lubbers, S., Verret, C., & Voilley, A. The Effect of Glycerol on the Perceived Aroma of a Model Wine and a White Wine. **LWT**. 34(4): 262–265. 2001
165. Paraschos, S., Magiatis, P., Gousia, P., Economou, V., Sakkas, H., Papadopoulou, C., & Skaltsounis, A. Chemical investigation and antimicrobial properties of mastic water and its major constituents. **Food Chemistry**. 129(3): 907–911. 2011
166. Cozzolino, R., Stocchero, M., & Perestrelo, R. Comprehensive Evaluation of the Volatomic Fingerprint of Saffron from Campania towards Its Authenticity and Quality. 2022
167. Lu, Y., Zhang, C., Feng, K., Luan, J., Cao, Y., Rahman, K., Ba, J., Han, T., & Su, J. Characterization of saffron from different origins by HS-GC-IMS and authenticity identification combined with deep learning. **Food Chemistry: X**. 24(August): 101981. 2024
168. European Commission. Commission Delegated Regulation 2019/934. **Official Journal of the European Union**. (6). 2019
169. PAJOVIC-SCEPANOVIC, R., SAVKOVC, S., RAICEVIC, D., & POPOVIC, T. Characteristics of the Montenegrin Rose Wine. **The Journal "Agriculture and Forestry."** 63(4). 2017
170. Mezni, F., Slama, A., Khouja, M. L., & Khaldi, A. Total phenols content and antioxidant activity of plant parts extracts from Pistacia lentiscus. 7(3): 1995–1998. 2022
171. Paixão, N., Perestrelo, R., Marques, J. C., & Câmara, J. S. Relationship between antioxidant capacity and total phenolic content of red, rosé and white wines. **Food Chemistry**. 105(1): 204–214. 2007
172. Li, H., Wang, X., Li, Y., Li, P., & Wang, H. Polyphenolic compounds and antioxidant properties of selected China wines. **Food Chemistry**. 112(2): 454–460. 2009
173. Jiang, B., Xi, Z., Luo, M., & Zhang, Z. Comparison on aroma compounds in Cabernet Sauvignon and Merlot wines from four wine grape-growing regions in China. **Food Research International**. 51(2): 482–489. 2013

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

Δήλωση Συνεισφοράς Συνεργατών: *Τα δεδομένα, η μεθοδολογία και η ανάλυση των φασμάτων NMR που παρουσιάζονται στο παρόν Παράρτημα πραγματοποιήθηκαν από την ερευνητική ομάδα του αναπληρωτή καθηγητή Μαγιάτη Προκόπη και τον Διδάκτορα Δαδιώτη Ευάγγελο, στο τμήμα φαρμακευτικής του ΕΚΠΑ στο πλαίσιο ερευνητικής συνεργασίας. Η συμπερίληψη του υλικού αυτού γίνεται με την έγκριση των συνεργατών και αποσκοπεί στην πληρότητα της παρουσίασης του ερευνητικού πλαισίου της διατριβής.*

Παρασκευή φυτικών εκχυλισμάτων και ανάλυση τους με NMR

Για την παρασκευή των εκχυλισμάτων χρησιμοποιήθηκαν στίγματα κρόκου Κοζάνης (*Crocus sativus*) και υπέργειο τμήμα τσαγιού του βουνού Ηπείρου (*Sideritis* sp.), αποξηραμένα και κονιοποιημένα πριν την εκχύλιση.

Παρασκευή εκχυλισμάτων

Υδατοαλκοολική εκχύλιση

Το φυτικό υλικό προστέθηκε σε σύστημα διαλυτών ύδατος/αιθανόλης (90:10) και εκχυλίστηκε σε λουτρό υπερήχων για 30 λεπτά. Ακολούθησε διήθηση, απομάκρυνση του διαλύτη με εξάτμιση και ξήρανση προς λήψη του στερεού εκχυλίσματος.

Υδατική εκχύλιση

Το φυτικό υλικό καλύφθηκε με θερμό ύδωρ και μετά την εκχύλιση το υδατικό διάλυμα εξατμίστηκε προς λήψη ξηρού εκχυλίσματος.

Πίνακας Π1. Εκχυλίσματα που παρασκευάστηκαν και αναλύθηκαν με NMR

Φυτικό υλικό	Ποσότητα	Σύστημα διαλυτών	Όγκος	Εκχύλισμα	Κωδικός NMR
Σιδερίτης (Υδατοαλκοολικό)	32 g	H_2O/EtOH 90:10	400 ml	**2,9 g**	**vag1078 (D_2O)**
Σιδερίτης (Υδατικό)	13,5 g	H_2O (θερμό)	—	**1,6 g**	**VAG1114 (D_2O)**
***Κρόκος* (Υδατοαλκοολικό)**	1 g	H_2O/EtOH 90:10	100 ml	**0,55 g**	**vag1053 (D_2O)** **vag1057 (CD_3OD)**
Κρόκος (Υδατικό)	400 mg	H_2O (θερμό)	40 ml	**0,242 g**	**VAG1112 (CD_3OD)**

Όργανα

Τα φάσματα ^{1}H-NMR καταγράφηκαν σε φασματόμετρο Bruker Avance AV400 NEO (400 MHz) με κεφαλή iProbe BBFO, καθώς και με πρωτόκολλο CMC_PROTON σε κεφαλή BBI 5 mm. Ανάλογα με την πολικότητα του δείγματος χρησιμοποιήθηκαν οι δευτεριωμένοι διαλύτες D_2O (υδατικό/υδατόφιλο κλάσμα), CD_3OD (μεθανολικό κλάσμα) και $CDCl_3$ (λιπόφιλο

κλάσμα). Η βαθμονόμηση της χημικής μετατόπισης έγινε ως προς το υπολειμματικό σήμα του διαλύτη (HDO ≈ 4,79· CD_3OD ≈ 3,31· $CDCl_3$ ≈ 7,26 ppm).

Προετοιμασία Δειγμάτων

Ζυγισμένη ποσότητα ξηρού εκχυλίσματος διαλυτοποιήθηκε σε ~0,6 ml δευτεριωμένου διαλύτη και μεταφέρθηκε σε σωλήνα NMR 5 mm.

Ανάλυση Φασμάτων

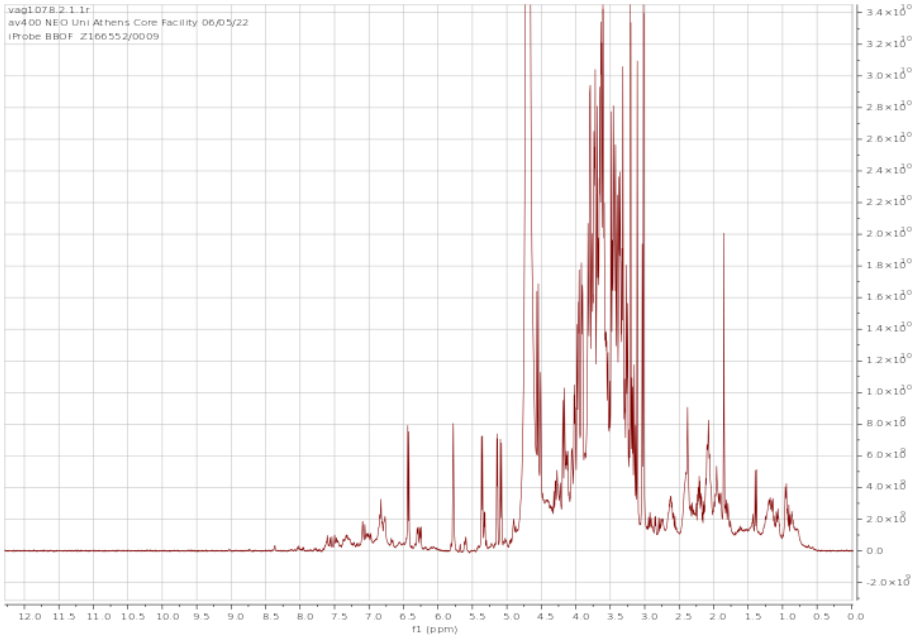
Τα σήματα του κάθε φάσματος κατανεμήθηκαν σε διαγνωστικές περιοχές — αλειφατική, σακχάρων, ανωμερικών πρωτονίων, ολεφινική, αρωματική και αλδεϋδική — και αντιστοιχήθηκαν στις κατηγορίες φυσικών προϊόντων που εμφανίζονται σε καθεμία, με βάση δημοσιευμένα δεδομένα NMR.

Αποτελέσματα- Φάσματα NMR

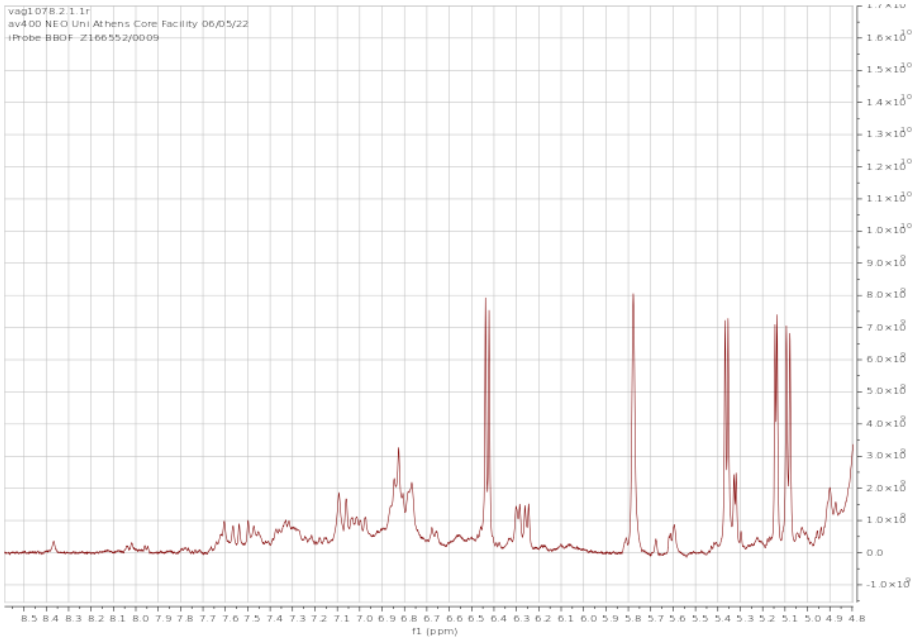
Τσάι του βουνού (Sideritis sp.)

Το φάσμα του τσαγιού κυριαρχείται από την περιοχή των σακχάρων, ενώ στην αρωματική και ολεφινική περιοχή εμφανίζονται τα διαγνωστικά σήματα των φαινυλαιθανοειδών και φλαβονοειδών γλυκοζιτών.

Υδατοαλκοολικό εκχύλισμα (vag1078, D_2O)

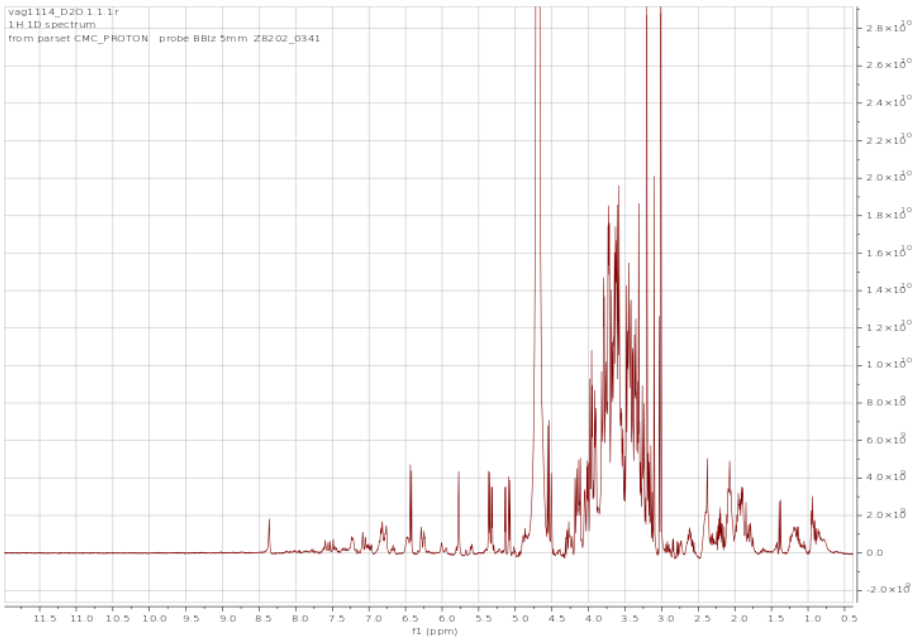


Σχήμα Π1. ^{1}H-NMR φάσμα τσαγιού του βουνού (vag1078) σε D_2O.

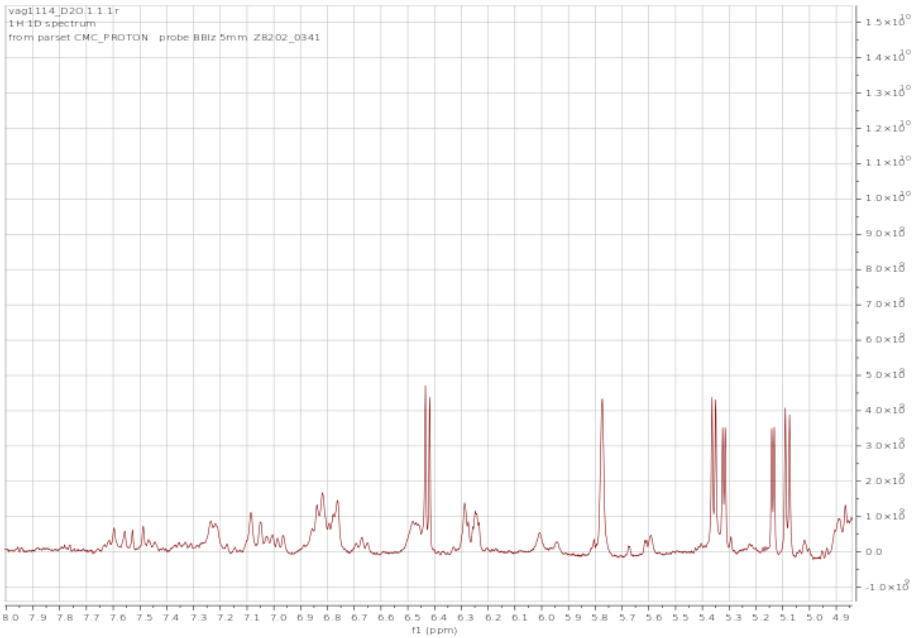


Σχήμα Π2. vag1078 — μεγέθυνση αρωματικής/ολεφινικής και ανωμερικής περιοχής (δ 4,8–8,5).

Υδατικό εκχύλισμα (VAG1114, D_2O)



Σχήμα Π3. ^{1}H-NMR φάσμα υδατικού εκχυλίσματος τσαγιού (VAG1114) σε D_2O.



Σχήμα Π4. VAG1114 — μεγέθυνση αρωματικής/ολεφινικής και ανωμερικής περιοχής (δ 4,9–8,0).

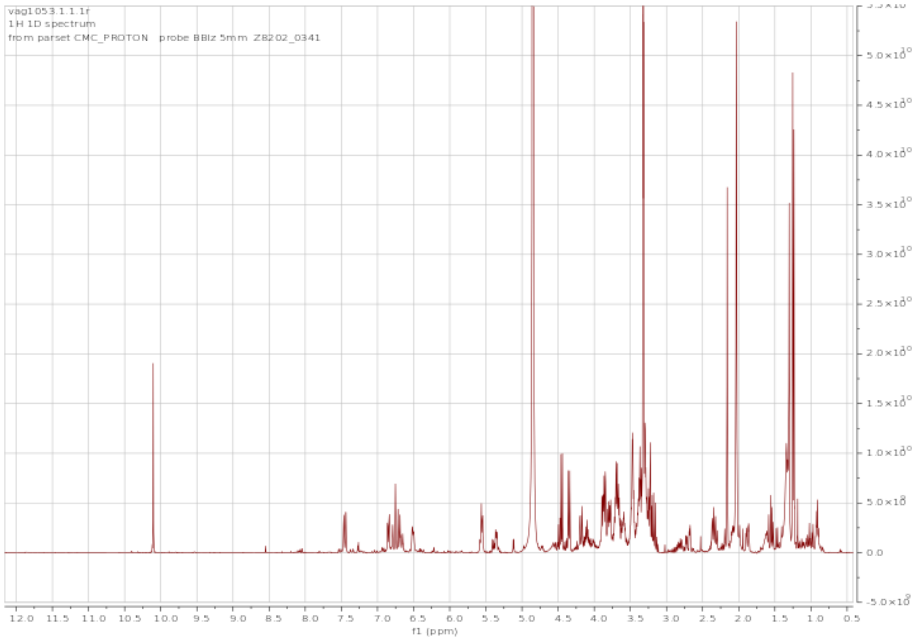
Ερμηνεία περιοχών — Τσάι του βουνού

δ (ppm)	Κατηγορίες ενώσεων	Χαρακτηριστικά σήματα / σχόλια
0,8–2,1	Αλειφατικά & ακετυλομάδες	Μεθυλομάδες ραμνόζης/λιπαρών (~0,9–1,3), αλειφατικές ακετυλομάδες ακετυλιωμένων σακχάρων των φλαβονογλυκοζιτών (Me ~1,99–2,00).
2,4–2,9	Βενζυλικό μεθυλένιο	Χαρακτηριστικό βενζυλικό CH_2 των φαινυλαιθανοειδών (~2,76· dd, J≈7,5, 5,3 Hz)· μηλικό/κιτρικό οξύ.
3,0–4,5	Σάκχαρα & τμήματα γλυκοζιτών	Κύρια περιοχή· πρωτόνια γλυκόζης/αλλόζης/σακχαρόζης και του σακχαρικού τμήματος φαινυλαιθανοειδών, φλαβονο- και ιριδοειδών γλυκοζιτών.
4,5–5,9	Ανωμερικά & ιριδοειδή	Ανωμερικά H σακχάρων (σακχαρόζη ~5,4, ραμνόζη ~5,1)· H-1 (~5,60) και H-7 (~5,82) του ιριδοειδικού σκελετού.
6,2–6,9	Ολεφινικά & αρωματικά (κατεχολικά)	Το =CH του trans-καφεϊκού εστέρα δίπλα στο καρβονύλιο (~6,28· d, J≈15,6 Hz)· ABX διϋδροξυ-φαινυλομάδων καφεϊκού (~6,56–7,06)· απλές κορυφές H-3 (~6,66) και H-6 (~6,78) φλαβονών.
7,0–8,1	Αρωματικά & ολεφινικά	Β-δακτύλιος φλαβονών (απιγενίνη/υπολαετίνη/ισοσκουτελλαρεΐνη)· τα διαγνωστικά δίδυμα H-2′/H-6′ των φλαβονών εμφανίζονται στα ~7,9–8,0 ppm (d, J≈8 Hz)· H-3 του γενιποσιδικού οξέος (ιριδοειδές) ~7,46 (brs)· το =CH του trans-καφεϊκού δίπλα στον αρωματικό δακτύλιο (~7,59· d, J≈15,6 Hz)· p-κουμαρικό (~7,65).

Κρόκος (Crocus sativus)

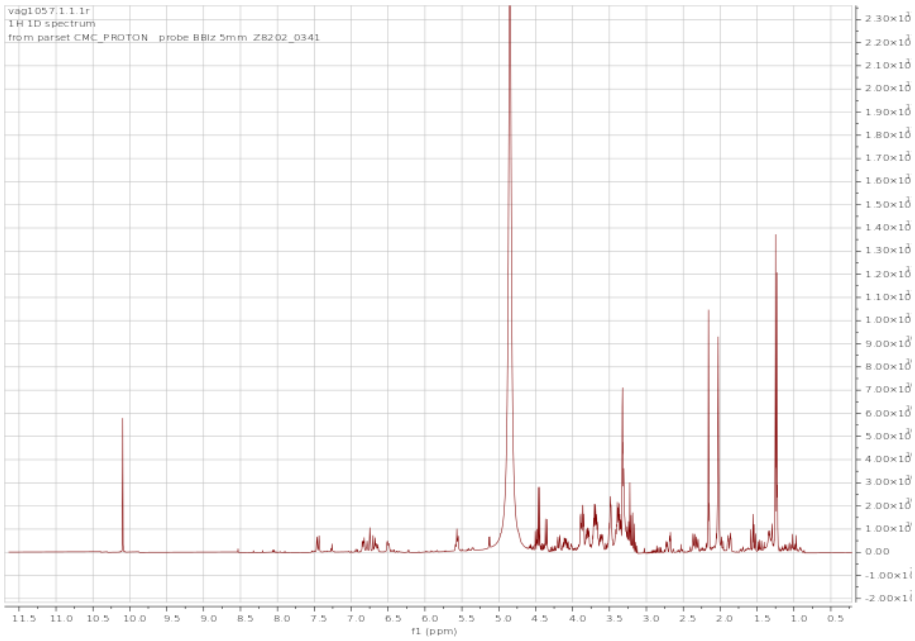
Το προφίλ του κρόκου καθορίζεται από τις **κροκίνες** (ολεφινικά πρωτόνια του συζευγμένου πολυενικού σκελετού στην περιοχή 6,2–7,6 ppm), την **πικροκροκίνη** (αλδεϋδικό πρωτόνιο ~10,1 ppm) και τη **σαφρανάλη** (κυρίως στο λιπόφιλο κλάσμα), συνοδευόμενες από σάκχαρα και φλαβονοειδή (γλυκοζίτες καμφερόλης).

Υδατοαλκοολικό εκχύλισμα (vag1053, D_2O)

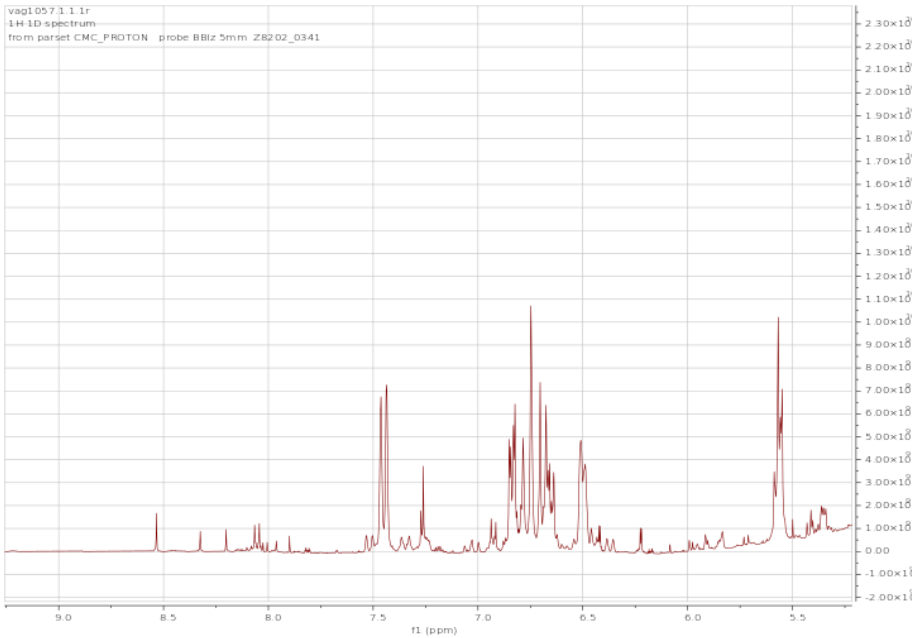


Σχήμα Π6. ^{1}H-NMR φάσμα κρόκου (vag1053) σε D_2O — πλήρες εύρος. Διακρίνεται η αλδεϋδική κορυφή της πικροκροκίνης (~10,1 ppm).

Υδατοαλκοολικό εκχύλισμα (vag1057, CD_3OD)

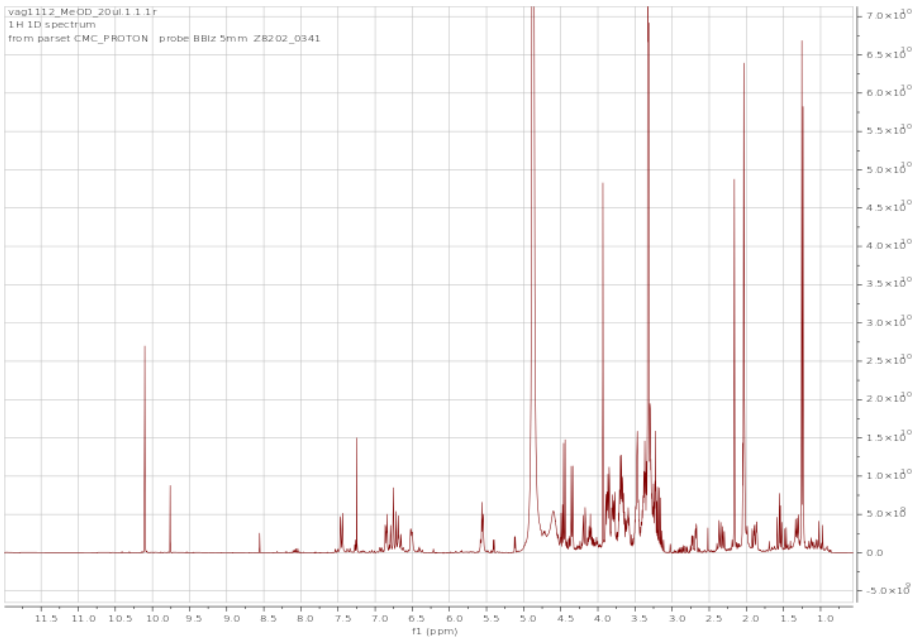


Σχήμα Π7. ^{1}H-NMR φάσμα κρόκου (vag1057) σε CD_3OD.

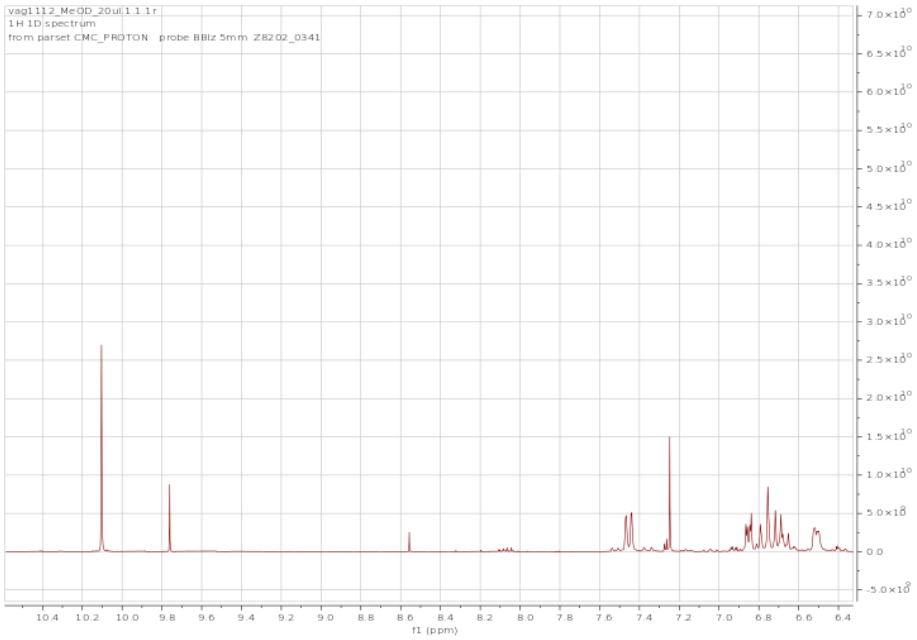


Σχήμα Π8. vag1057 — μεγέθυνση αρωματικής/ολεφινικής περιοχής (συζευγμένο πολυένιο κροκινών).

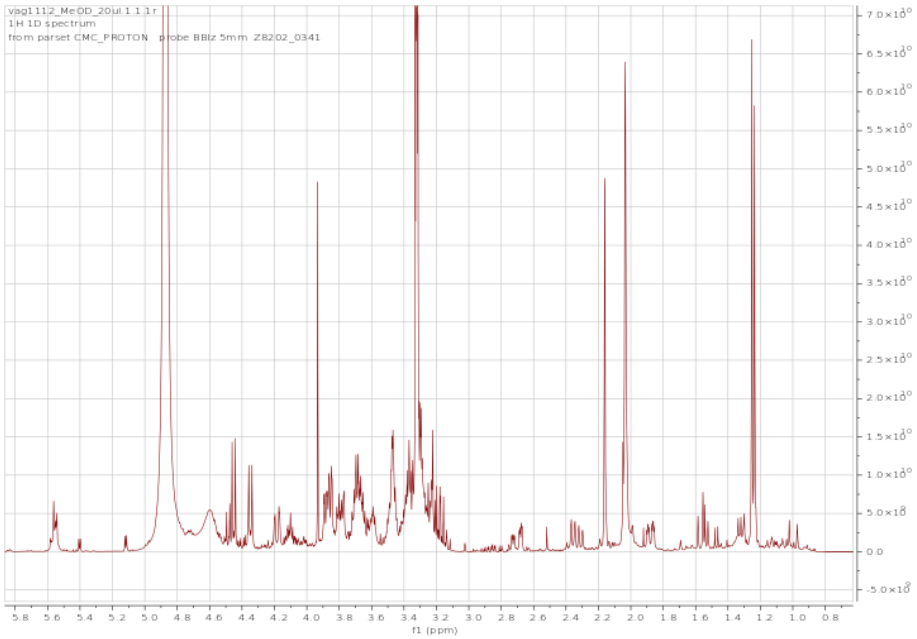
Υδατικό εκχύλισμα (VAG1112, CD_3OD)



Σχήμα Π9. ^{1}H-NMR φάσμα υδατικού εκχυλίσματος κρόκου (VAG1112) σε CD_3OD.



Σχήμα Π10. VAG1112 — μεγέθυνση αλδεϋδικής/αρωματικής περιοχής (δ 6,4–10,5) η κορυφή ~10,1 ppm αντιστοιχεί στην πικροκροκίνη.



Σχήμα Π11. VAG1112 — μεγέθυνση αλειφατικής/σακχαρικής περιοχής (δ 0,8–5,8).

Ερμηνεία περιοχών — Κρόκος

δ (ppm)	Κατηγορίες ενώσεων	Χαρακτηριστικά σήματα / σχόλια
0,8–2,9	Λιπαρά οξέα, μεθυλομάδες πικροκροκίνης & κροκετίνης	CH_3/CH_2 λιπαρών οξέων (FA)· CH_3-7,8 & CH_3-9 πικροκροκίνης (PCROC)· CH_3-19,20 κροκετίνης (~2,0)· οξικό (AcOH).

δ (ppm)	Κατηγορίες ενώσεων	Χαρακτηριστικά σήματα / σχόλια
3,2–4,5	Σάκχαρα των κροκινών	Πρωτόνια β-γλυκόζης και γεντιοβιόζης — τα σάκχαρα των γλυκοζυλεστέρων της κροκετίνης.
4,7–5,6	Ανωμερικά πρωτόνια	Ανωμερικά Η γλυκόζης/γεντιοβιόζης των κροκινών (βGLC-CROC, GB-CROC) και του γλυκοζίτη της πικροκροκίνης· α-γλυκόζη (~5,1).
6,2–7,6	Ολεφινικά — συζευγμένο πολυένιο κροκινών	«Υπογραφή» της κροκετίνης/κροκινών: το διαγνωστικό CH-10,10′ της all-trans-κροκίνης συντονίζεται στα ~7,44 ppm (dm) και το CH-10 της 13-cis-κροκίνης στα ~7,51 ppm (d)· τα σήματα στα ~6,5–6,9 ppm αντιστοιχούν στα υπόλοιπα ολεφινικά πρωτόνια του πολυενικού σκελετού (CH-14,14′ ~6,50· CH-11,11′ ~6,68· CH-12,12′ ~6,76· CH-15,15′ ~6,84). Διαγνωστική περιοχή της χρωστικής· το σήμα ~7,44 ppm χρησιμοποιείται για ταυτοποίηση/ποσοτικοποίηση των κροκινών.
9,4–10,2	Αλδεϋδική	CHO πικροκροκίνης (~10,1) στα υδατικά/μεθανολικά φάσματα

Φάσμα αναφοράς — απόδοση κορυφών (CD_3OD)

Για την ερμηνεία των κορυφών του κρόκου χρησιμοποιήθηκε ως αναφορά δημοσιευμένο, πλήρως χαρακτηρισμένο ^{1}H-NMR φάσμα εκχυλίσματος σε CD_3OD (*Foods* 2014, 3(3), 403), όπου αποδίδονται οι κορυφές των κροκινών (CROC), της πικροκροκίνης (PCROC), των λιπαρών οξέων (FA) και των σακχάρων (γλυκόζη GLC, γεντιοβιόζη GB).

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β

Συνέδρια/ Δημοσιεύσεις

Δημοσίευση σε διεθνές περιοδικό

1) **Antioxidant Potential and Volatile Profile of Herbal-Infused White Wines with Typical and Lower Sulphur Dioxide, Applied Sciences, A.N.Siozou and I.G.Roussis, Applied Sciences 2026,** https://www.mdpi.com/2076-3417/16/17/8838

Συμμετοχές σε συνέδρια

1) POSTER

Study of enriched white wines with mountain tea and a mixture of saffron and mastic, A. Siozou and I.G. Roussis, IMA 2023

2) POSTER

Study of experimental yogurt desserts with mountain tea, and a mixture of saffron, mastic and mountain tea, A. Siozou and I.G. Roussis, IMA 2023

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1. Οι χημικές δομές κάποιων σημαντικών ενώσεων κρόκου(45). 35
Εικόνα 2 .Βασικές δομές που περιέχονται στη ρητίνη της μαστίχας Χίου (51). 36
Εικόνα 3. Οξείδωση σιδήρου από το TPTZ (79) 51
Εικόνα 4. Αντίδραση μεταξύ της ρίζας DPPH και ενός αντιοξειδωτικού (79)..... 52
Εικόνα 5. Σχηματισμός συμπλόκου Σιδήρου- φαινανθρολίνης (81). 53
Εικόνα 6. Εκκαθάριση δράσης του υπεροξειδίου του υδρογόνου από το ασκορβικό οξύ (81). 54
Εικόνα 7. Σχηματισμός 13-υδροϋπεροξυ-λινελαϊκού οξέος μετά από ενζυματική αντίδραση του λινελαϊκού οξέος με τη LOX (83). 54
Εικόνα 8. Αντίδραση DTNB με θειόλη (101). 60
Εικόνα 9. Αγελαδινό γάλα που χρησιμοποιήθηκε για την παρασκευή αγελαδινού γιαουρτιού και επιδόρπιων γιαουρτιού. 63
Εικόνα 10. Γίδινο γάλα που χρησιμοποιήθηκε για την παρασκευή γίδινου γιαουρτιού και επιδόρπιων γιαουρτιού. 63
Εικόνα 11. Τσάι του βουνού που χρησιμοποιήθηκε στην παρασκευή επιδόρπιων αγελαδινού γιαουρτιού και προϊόντων λευκών οίνων. 64
Εικόνα 12. Κρόκος Κοζάνης που χρησιμοποιήθηκε στην προϊόντων λευκών οίνων. 65
Εικόνα 13 Μαστίχα Χίου που χρησιμοποιήθηκε στην παρασκευή προϊόντων λευκών οίνων. 65
Εικόνα 14. Λυοφιλιωμένο υδατικό εκχύλισμα κρόκου Κοζάνης που χρησιμοποιήθηκε στην Παρασκευή επιδόρπιων γίδινου γιαουρτιού..... 66
Εικόνα 15. Λυοφιλιωμένο υδατικό εκχύλισμα τσαγιού του βουνού που χρησιμοποιήθηκε στην Παρασκευή επιδόρπιων γίδινου γιαουρτιού.. 66
Εικόνα 16. Λυοφιλιωμένο υδατοαλκοολικό εκχύλισμα κρόκο Κοζάνης που χρησιμοποιήθηκε στην ανάπτυξη προϊόντων ροζέ οίνου. 67
Εικόνα 17. Λυοφιλιωμένο υδατοαλκοολικό εκχύλισμα τσαγιού του βουνού που χρησιμοποιήθηκε στην ανάπτυξη προϊόντων ροζέ οίνου. 68
Εικόνα 18. Θερμική κατεργασία και ψύξη γάλακτος στους 45 °C. 69
Εικόνα 19. Επώαση γιαουρτιού και επιδόρπιων γιαουρτιού. 69
Εικόνα 20. Πειραματικά δείγματα λευκού οίνου μετά την εκχύλιση. 71
Εικόνα 21. Διάλυση λυοφιλιωμένου εκχυλίσματος κρόκου σε ροζέ οίνο..... 72
Εικόνα 22. Διάλυση λυοφιλιωμένου εκχυλίσματος τσαγιού του βουνού σε ροζέ οίνο. 72

Εικόνα 23. Πειραματικά δείγματα ροζέ οίνου μετά την προσθήκη των εκχυλισμάτων. 73
Εικόνα 24. Τρυβλία ανάπτυξης εντεροβακτηρίων αγελαδινού γιαουρτιού και επιδόρπιων αγελαδινού γιαουρτιού μετά την επώαση. 115
Εικόνα 25. Αγελαδινό γιαούρτι και επιδόρπια αγελαδινού γιαουρτιού 126
Εικόνα 26. Τρυβλία ανάπτυξης εντεροβακτηρίων γίδινου γιαουρτιού και επιδόρπιων γίδινου γιαουρτιού μετά την επώαση. 135
Εικόνα 27. Γίδινο γιαούρτι και επιδόρπια γίδινου γιαουρτιού Μγ, Κ, ΚΤ. 143
Εικόνα 28. Οίνος και προϊόντα οίνου Μλ, ΚΜ, Τ, Μλ: Λευκός οίνος μάρτυρας, ΚΜ: οίνος με προσθήκη μαστίχας και κρόκου, Τ: οίνος με προσθήκη τσαγιού..... 177
Εικόνα 29. Οίνος και προϊόντα οίνου Μρ, T_1, T_2, $Σ_1$, $Σ_2$. 187

Κατάλογος Διαγραμμάτων

Διάγραμμα 1. Στάδια παρασκευής βιομηχανικού γιαουρτιού (4). 3
Διάγραμμα 2. Στάδια παρασκευής λευκών, ερυθρών και ροζέ οίνων (27,28)..... 15

Κατάλογος Σχημάτων

Σχήμα 1. Πρότυπη καμπύλη Folin σε $MeOH_{80\%}/dH_2O_{pH=4}$ (3/1). 80
Σχήμα 2. Πρότυπη καμπύλη FRAP σε $MeOH_{80\%}/dH_2O_{pH=4}$ (3/1). 81
Σχήμα 3. Ενδεικτικό διάγραμμα αναστολής της ρίζας DPPH μεθανολικού εκχυλίσματος γιαουρτού, ΑΤ η απορρόφηση του τυφλού στο χρόνο και ΑΔ η απορρόφηση του δείγματος στο χρόνο..... 82
Σχήμα 4. Πρότυπη καμπύλη εκκαθάρισης ρίζων υδροξυλίου σε $MeOH_{80\%}/dH_2O_{pH=4}$ (3/1)... 83
Σχήμα 5. Ενδεικτικό διάγραμμα αναστολής λιποξυγενάσης μεθανολικού εκχυλίσματος γιαουρτιού, C η απορρόφηση του control στο χρόνο και Δ η απορρόφηση του δείγματος στο χρόνο. 84
Σχήμα 6. Πρότυπη καμπύλη αντιφλεγμονώδους δράσης σε dH_2O. 85
Σχήμα 7. Πρότυπη καμπύλη ο-διφαινολών σε model wine. 92
Σχήμα 8. Πρότυπη καμπύλη φλαβανολών σε model wine. 93
Σχήμα 9. Πρότυπη καμπύλη υδροξυκινναμωμικών οξέων σε EtOH 12%..... 94
Σχήμα 10. Πρότυπη καμπύλη σουλφυδρυλομάδων σε model wine. 95
Σχήμα 11. Πρότυπη καμπύλη Folin σε model wine. 96
Σχήμα 12. Πρότυπη καμπύλη FRAP σε model wine. 97
Σχήμα 13. Ενδεικτικό διάγραμμα αναστολής της ρίζας DPPH οίνου, ΑΤ η απορρόφηση του τυφλού στο χρόνο και ΑΔ η απορρόφηση του δείγματος στο χρόνο..... 98

Σχήμα 14. Πρότυπη καμπύλη εκκαθάρισης ριζών υδροξυλίου σε Model wine..... 99
Σχήμα 15. Ενδεικτικό διάγραμμα αναστολής λιποξυγενάσης, C η απορρόφηση του control στο χρόνο και Δ η απορρόφηση του δείγματος στο χρόνο. 100
Σχήμα 16. Πρότυπη καμπύλη αντιφλεγμονώδους δράσης σε model wine. 101
Σχήμα 17. Πρότυπη καμπύλη Folin σε dH_2O. 103
Σχήμα 18. Πρότυπη καμπύλη FRAP σε dH_2O. 104
Σχήμα 19. Πρότυπη καμπύλη Εκκαθάρισης ριζών υδροξυλίου σε Phosphate buffer, pH=7.4 C= 0.15 M..... 105
Σχήμα 20. Δέσμευση της ρίζας DPPH από τα μεθανολικά εκχυλίσματα γιαουρτιού και επιδόρπιων γιαουρτιού. 111
Σχήμα 21. Αντιφλεγμονώδης δράση των υδατικών εκχυλισμάτων γιαουρτιού και επιδόρπιων γιαουρτιού..... 114
Σχήμα 22. α) Χρωματογράφημα GC×GC–TOF-MS αγελαδινού γιαουρτιού «Μα»., β) Δισδιάστατο χρωματογράφημα GC×GC-TOF-MS αγελαδινού γιαουρτιού «Μα». 116
Σχήμα 23. α) Χρωματογράφημα GC×GC–TOF-MS επιδόρπιου γιαουρτιού με χαμηλή συγκέντρωση τσαγιού του βουνού «Τ1»., β)Δισδιάστατο χρωματογράφημα GC×GC-TOF-MS επιδόρπιου γιαουρτιού με χαμηλή συγκέντρωση τσαγιού του βουνού «Τ1». 117
Σχήμα 24. α) Χρωματογράφημα GC×GC–TOF-MS επιδόρπιου γιαουρτιού με υψηλή συγκέντρωση τσαγιού του βουνού «Τ2»., β) Δισδιάστατο χρωματογράφημα GC×GC-TOF-MS επιδόρπιου γιαουρτιού με υψηλή συγκέντρωση τσαγιού του βουνού «Τ2». 118
Σχήμα 25. Δέσμευση της ρίζας DPPH από τα μεθανολικά εκχυλίσματα γιαουρτιού και επιδόρπιων γιαουρτιού. 131
Σχήμα 26. Αντιφλεγμονώδης δράση των υδατικών εκχυλισμάτων γιαουρτιού και επιδόρπιων γιαουρτιού..... 134
Σχήμα 27. α) Χρωματογράφημα GC×GC–TOF-MS γίδινου γιαουρτιού «Μκ»., β) Δισδιάστατο χρωματογράφημα GC×GC-TOF-MS γίδινου γιαουρτιού «Μκ». 136
Σχήμα 28. α) Χρωματογράφημα GC×GC–TOF-MS επιδόρπιου γίδινου γιαουρτιού με σαφράν «Κ»., β) Δισδιάστατο χρωματογράφημα GC×GC-TOF-MS επιδόρπιου γίδινου γιαουρτιού με σαφράν «Κ»..... 137
Σχήμα 29. α) Χρωματογράφημα GC×GC–TOF-MS επιδόρπιου γίδινου γιαουρτιού με σαφράν και τσάι του βουνού «ΚΤ»., β) Δισδιάστατο χρωματογράφημα GC×GC-TOF-MS επιδόρπιου γίδινου γιαουρτιού με σαφράν και τσάι του βουνού «ΚΤ». 138
Σχήμα 30. Επίπεδα ελεύθερου διοξειδίου του θείου των οίνων και των προϊόντων οίνου κατά τη συντήρηση τους..... 146

Σχήμα 31. Επίπεδα δείκτη φαινολικών των οίνων και των προϊόντων οίνου κατά τη συντήρηση τους. 147
Σχήμα 32. Επίπεδα ο-διφαινολών των οίνων και των προϊόντων οίνου κατά τη συντήρηση τους. 149
Σχήμα 33. Επίπεδα φλαβανολών των οίνων και των προϊόντων οίνου κατά τη συντήρηση τους. 150
Σχήμα 34. Επίπεδα υδροξυκινναμωμικών οξέων των οίνων και των προϊόντων οίνου κατά τη συντήρηση τους. 151
Σχήμα 35. Επίπεδα ολικών ελεύθερων σουλφυδρυλομάδων των οίνων και των προϊόντων οίνου κατά τη συντήρηση τους. 153
Σχήμα 36. Επίπεδα αντιοξειδωτικής δράσης, μέθοδος Folin, των οίνων και των προϊόντων οίνου κατά τη συντήρηση τους. 155
Σχήμα 37. Επίπεδα αντιοξειδωτικής δράσης, μέθοδος FRAP, των οίνων και των προϊόντων οίνου κατά τη συντήρηση τους. 157
Σχήμα 38. Επίπεδα εκκαθάρισης ριζών υδροξυλίου των οίνων και των προϊόντων οίνου κατά τη συντήρηση τους. 158
Σχήμα 39. Αντιφλεγμονώδης δράση του οίνου και των προϊόντων οίνου Α. 159
Σχήμα 40. Αντιφλεγμονώδης δράση του οίνου και των προϊόντων οίνου Β. 159
Σχήμα 41. Αντιφλεγμονώδης δράση του οίνου και των προϊόντων οίνου Γ. 160
Σχήμα 42. Αντιφλεγμονώδης δράση του οίνου και των προϊόντων οίνου Δ. 160
Σχήμα 43. Επίπεδα εκκαθάρισης ριζών υδροξυλίου των οίνων και των προϊόντων οίνου κατά τη συντήρηση τους. 161
Σχήμα 44. α) Χρωματογράφημα GC×GC-TOF-MS προϊόντος λευκού οίνου Α, με σαφράν και μαστίχα «ΚΜ_Α»., β) Δισδιάστατο χρωματογράφημα GC×GC-TOF-MS προϊόντος λευκού οίνου Α, με σαφράν και μαστίχα «ΚΜ_Α». 168
Σχήμα 45. α) Χρωματογράφημα GC×GC-TOF-MS προϊόντος λευκού οίνου Α, με τσάι του βουνού «Τ_Α»., β) Δισδιάστατο χρωματογράφημα GC×GC-TOF-MS προϊόντος λευκού οίνου Α, με τσάι του βουνού «Τ_Α». 169
Σχήμα 46. α) Χρωματογράφημα GC×GC-TOF-MS προϊόντος λευκού οίνου Β, με κρόκο και μαστίχα «ΚΜ_Β»., β) Δισδιάστατο χρωματογράφημα GC×GC-TOF-MS προϊόντος λευκού οίνου Β, με κρόκο και μαστίχα «ΚΜ_Β». 170
Σχήμα 47. α) Χρωματογράφημα GC×GC-TOF-MS προϊόντος λευκού οίνου Β, με τσάι του βουνού «Τ_Β»., β) Δισδιάστατο χρωματογράφημα GC×GC-TOF-MS προϊόντος λευκού οίνου Β, με τσάι του βουνού «Τ_Β». 171

Σχήμα 48. Δέσμευση της ρίζας DPPH του οίνου και των προϊόντων οίνου. 199
Σχήμα 49. Αντιφλεγμονώδης δράση του οίνου και των προϊόντων οίνου..... 203
Σχήμα 50. a) Χρωματογράφημα GC×GC-TOF-MS ροζέ οίνου «Μρ»., β) Δισδιάστατο χρωματογράφημα GC×GC-TOF-MS ροζέ οίνου «Μρ». 206
Σχήμα 51. α) Χρωματογράφημα GC×GC-TOF-MS προϊόντος ροζέ οίνου με χαμηλή συγκέντρωση εκχυλίσματος τσάι του βουνού «Τ1»., Δισδιάστατο χρωματογράφημα GC×GC-TOF-MS προϊόντος ροζέ οίνου με χαμηλή συγκέντρωση εκχυλίσματος τσάι του βουνού «Τ1». 207
Σχήμα 52. α) Χρωματογράφημα GC×GC-TOF-MS προϊόντος ροζέ οίνου με υψηλή συγκέντρωση εκχυλίσματος τσάι του βουνού «Τ2»., β) Δισδιάστατο χρωματογράφημα GC×GC-TOF-MS προϊόντος ροζέ οίνου με υψηλή συγκέντρωση εκχυλίσματος τσάι του βουνού «Τ2»..... 208
Σχήμα 53. α) Χρωματογράφημα GC×GC-TOF-MS προϊόντος ροζέ οίνου με χαμηλή συγκέντρωση εκχυλίσματος σαφράν «Σ1»., β) Δισδιάστατο χρωματογράφημα GC×GC-TOF-MS προϊόντος ροζέ οίνου με χαμηλή συγκέντρωση εκχυλίσματος σαφράν «Σ1»..... 209
Σχήμα 54. α) Χρωματογράφημα GC×GC-TOF-MS προϊόντος ροζέ οίνου με υψηλή συγκέντρωση εκχυλίσματος σαφράν «Σ2»., β) Δισδιάστατο χρωματογράφημα GC×GC-TOF-MS προϊόντος ροζέ οίνου με υψηλή συγκέντρωση εκχυλίσματος σαφράν «Σ2». 210

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1. Σύγκριση φυσικοχημικών παραμέτρων αγελαδινού και γίδινου γιαουρτιού (6,7). 6
Πίνακας 2. Κύρια ποιοτικά ελαττώματα αγελαδινού γιαουρτιού (6,7,9). 9
Πίνακας 3. Ενδεικτικές τιμές των κυριότερων συστατικών του γάλακτος και του γιαουρτιού (12). 11
Πίνακας 4. Βασική σύσταση γάλακτος..... 107
Πίνακας 5. Βασική σύσταση γιαουρτιού και επιδόρπιων γιαουρτιού με τσάι του βουνού, ηλικίας 3 ημερών. 107
Πίνακας 6. pH γιαουρτιού και επιδόρπιων γιαουρτιού με τσάι του βουνού, κατά τη συντήρηση τους. 108
Πίνακας 7. Οξύτητα γιαουρτιού και επιδόρπιων γιαουρτιού με τσάι του βουνού, κατά τη συντήρηση τους. 109
Πίνακας 8. Συναίρεση γιαουρτιού και επιδόρπιων γιαουρτιού με τσάι του βουνού, κατά τη συντήρηση τους. 109

Πίνακας 9. Αντιοξειδωτική δράση, μέθοδος Folin, του μεθανολικού εκχυλίσματος γιαουρτιού και επιδόρπιων γιαουρτιού με τσάι του βουνού, κατά τη συντήρηση τους. 110
Πίνακας 10. Αντιοξειδωτική δράση, μέθοδος FRAP, του μεθανολικού εκχυλίσματος γιαουρτιού και επιδόρπιων γιαουρτιού με τσάι του βουνού, κατά τη συντήρηση τους..... 111
Πίνακας 11. Αρχική δέσμευση, t=1 min, της ρίζας DPPH από μεθανολικά εκχυλίσματα γιαουρτιού και επιδόρπιων γιαουρτιού με τσάι του βουνού, κατά τη συντήρηση τους..... 112
Πίνακας 12. Ολική δέσμευση, t=20 min, της ρίζας DPPH από μεθανολικά εκχυλίσματα γιαουρτιού και επιδόρπιων γιαουρτιού με τσάι του βουνού, κατά τη συντήρηση τους..... 112
Πίνακας 13. Εκκαθάριση ριζών υδροξυλίου των ολικών μεθανολικών εκχυλισμάτων γιαουρτιού και επιδόρπιων γιαουρτιού με τσάι του βουνού, κατά τη συντήρηση τους..... 113
Πίνακας 14. Αντιφλεγμονώδης δράση, μέθοδος λιποξυγενάσης, του υδατικού εκχυλίσματος γιαουρτιού και επιδόρπιων γιαουρτιού με τσάι του βουνού, κατά τη συντήρηση τους..... 115
Πίνακας 15. Πτητικά συστατικά γιαουρτιού και επιδόρπιων γιαουρτιού με τσάι του βουνού, που προσδιορίστηκαν με δισδιάστατη αέρια χρωματογραφία, χωρίς αύξηση με τον εμπλουτισμό, ηλικίας 15 ημερών. 119
Πίνακας 16. Πτητικά συστατικά γιαουρτιού και επιδόρπιων γιαουρτιού με τσάι του βουνού, που προσδιορίστηκαν με δισδιάστατη αέρια χρωματογραφία, με αύξηση με τον εμπλουτισμό, ηλικίας 15 ημερών. 123
Πίνακας 17. Βαθμολογία οργανοληπτικής αξιολόγησης του γιαουρτιού και των επιδόρπιων γιαουρτιού με τσάι του βουνού από τους δοκιμαστές, ηλικίας 15 ημερών. 125
Πίνακας 18. Αντιοξειδωτική δράση και βιοδράσεις υδατικών εκχυλισμάτων..... 126
Πίνακας 19. Βασική σύσταση γίδινου γάλακτος..... 127
Πίνακας 20. Βασική σύσταση γίδινου γιαουρτιού και επιδόρπιων γιαουρτιού με υδατικό εκχύλισμα κρόκου και τσάι του βουνού, ηλικίας 3 ημερών..... 127
Πίνακας 21. pH γίδινου γιαουρτιού και επιδόρπιων γιαουρτιών με υδατικό εκχύλισμα κρόκου και τσάι του βουνού, κατά τη συντήρηση τους. 128
Πίνακας 22. Οξύτητα γίδινου γιαουρτιού και επιδόρπιων γιαουρτιού με υδατικό εκχύλισμα κρόκου και τσάι του βουνού, κατά τη συντήρηση τους. 129
Πίνακας 23. Συναίρεση γίδινου γιαουρτιού και επιδόρπιων γιαουρτιού με εκχυλίσματα κρόκου και τσάι του βουνού, κατά τη συντήρηση τους. 129
Πίνακας 24. Αντιοξειδωτική δράσης, μέθοδος Folin, του μεθανολικού εκχυλίσματος γιαουρτιού και των επιδόρπιων γιαουρτιού με εκχυλίσματα κρόκου και τσάι του βουνού, κατά τη συντήρηση τους. 130

Πίνακας 25. Αντιοξειδωτική δράση μέθοδος FRAP, του μεθανολικού εκχυλίσματος γιαουρτιού και των επιδόρπιων γιαουρτιού με εκχυλίσματα κρόκου και τσάι του βουνού, κατά τη συντήρηση τους. 131
Πίνακας 26. Αρχική δέσμευση, t=1 min, της ρίζας DPPH από μεθανολικά εκχυλίσματα γίδινου γιαουρτιού και επιδόρπιων γιαουρτιού με υδατικό εκχύλισμα κρόκου και τσάι του βουνού, κατά τη συντήρηση τους 132
Πίνακας 27. Ολική δέσμευση, t=20 min, της ρίζας DPPH από μεθανολικά εκχυλίσματα γίδινου γιαουρτιού και επιδόρπιων γιαουρτιού με υδατικό εκχύλισμα κρόκου και τσάι του βουνού, κατά τη συντήρηση τους. 132
Πίνακας 28. Εκκαθάριση ριζών υδροξυλίου από το μεθανολικό εκχύλισμα γιαουρτιού και των επιδόρπιων γιαουρτιού με υδατικό εκχύλισμα κρόκου και τσάι του βουνού, κατά τη συντήρηση τους. 133
Πίνακας 29. Αντιφλεγμονώδης δράση, μέθοδος λιποξυγενάσης, του υδατικού εκχυλίσματος γιαουρτιού και των επιδόρπιων γιαουρτιού με υδατικό εκχύλισμα κρόκου και τσάι του βουνού, κατά τη συντήρηση τους 134
Πίνακας 30. Πτητικά συστατικά γιαουρτιού και επιδόρπιων γιαουρτιού με εκχυλίσματα κρόκου και τσάι του βουνού, που προσδιορίστηκαν με δισδιάστατη αέρια χρωματογραφία γίδινου χωρίς αύξηση με τον εμπλουτισμό, ηλικίας 15 ημερών..... 139
Πίνακας 31. Πτητικά συστατικά γίδινου γιαουρτιού και επιδόρπιων γιαουρτιού με εκχυλίσματα κρόκου και τσάι του βουνού, που προσδιορίστηκαν με δισδιάστατη αέρια χρωματογραφία με αύξηση με τον εμπλουτισμό ηλικίας 15 ημερών. 141
Πίνακας 32. Βαθμολογία οργανοληπτικής αξιολόγησης του γίδινου γιαουρτιού και των επιδόρπιων γιαουρτιού με εκχυλίσματα κρόκου και τσάι του βουνού από τους δοκιμαστές, ηλικίας 15 ημερών. 142
Πίνακας 33. Βασική σύσταση αρχικών οίνων. 144
Πίνακας 34. Φαινολική σύσταση και αντιοξειδωτική ικανότητα των αρχικών οίνων 144
Πίνακας 35. Πτητικές ενώσεις των οίνων Α και Β, την πρώτη ημέρα από την εκχύλιση. 163
Πίνακας 36. Επίδραση του κρόκου–μαστίχας και του τσαγιού του βουνού στις σχετικές συγκεντρώσεις πτητικών ενώσεων στον οίνο Α (ημέρα 1), όπως προσδιορίστηκαν με GC×GC–TOF-MS. 172
Πίνακας 37. Επίδραση του κρόκου–μαστίχας και του τσαγιού του βουνού στις σχετικές συγκεντρώσεις πτητικών ενώσεων στον οίνο Β (ημέρα 1), όπως προσδιορίστηκαν με GC×GC–TOF-MS. 175

Πίνακας 38.Αντιοξειδωτική δράση και βιοδράσεις υδατοαλκοολικών εκχυλισμάτων Κρόκου Κοζάνης και τσαγιού του βουνού 182
Πίνακας 39. Βασική σύσταση του οίνου και των προϊόντων οίνου με εκχύλισμα τσαγιού του βουνού, την ημέρα 0. 183
Πίνακας 40. Βασική σύσταση του οίνου και των προϊόντων οίνου με εκχύλισμα κρόκου, την ημέρα 0..... 183
Πίνακας 41. Διοξείδιο του θείου του οίνου και των προϊόντων οίνου με εκχύλισμα τσαγιού του βουνού, κατά τη συντήρηση τους. 184
Πίνακας 42. Διοξείδιο του θείου του οίνου και των προϊόντων οίνου με εκχύλισμα κρόκου, κατά τη συντήρηση τους. 186
Πίνακας 43. Δείκτης φαινολικών του οίνου και των προϊόντων οίνου με εκχύλισμα τσαγιού του βουνού, κατά τη συντήρηση τους. 188
Πίνακας 44. Δείκτης φαινολικών του οίνου και των προϊόντων οίνου με εκχύλισμα κρόκου, κατά τη συντήρηση τους. 188
Πίνακας 45. ο-διφαινόλες του οίνου και των προϊόντων οίνου με εκχύλισμα τσαγιού του βουνού, κατά τη συντήρηση τους..... 189
Πίνακας 46. ο-διφαινόλες του οίνου και των προϊόντων οίνου με εκχύλισμα κρόκου, κατά τη συντήρηση τους. 190
Πίνακας 47. Φλαβανόλες του οίνου και των προϊόντων οίνου με εκχύλισμα τσαγιού του βουνού, κατά τη συντήρηση τους..... 191
Πίνακας 48. Φλαβανόλες του οίνου και των προϊόντων οίνου με εκχύλισμα κρόκου, κατά τη συντήρηση τους. 191
Πίνακας 49. Υδροξυκιναμωμικά οξέα του οίνου και των προϊόντων οίνου με εκχύλισμα τσαγιού του βουνού, κατά τη συντήρηση τους. 192
Πίνακας 50. Υδροξυκιναμωμικά οξέα του οίνου και των προϊόντων οίνου με εκχύλισμα κρόκου, κατά τη συντήρηση τους. 193
Πίνακας 51. Ολικές ελεύθερες σουλφυδρυλομάδες του οίνου και των προϊόντων οίνου με εκχύλισμα τσαγιού του βουνού, κατά τη συντήρηση τους. 194
Πίνακας 52. Ολικές ελεύθερες σουλφυδρυλομάδες του οίνου και των προϊόντων οίνου με εκχύλισμα κρόκου, κατά τη συντήρηση τους. 195
Πίνακας 53. Αντιοξειδωτική δράση, μέθοδος Folin, του οίνου και των προϊόντων οίνου με εκχύλισμα τσαγιού του βουνού, κατά τη συντήρηση τους. 196
Πίνακας 54. Αντιοξειδωτική δράση, μέθοδος Folin, του οίνου και των προϊόντων οίνου με εκχύλισμα κρόκου, κατά τη συντήρηση τους. 196

Πίνακας 55. Αντιοξειδωτική δράση, μέθοδος FRAP, του οίνου και των προϊόντων οίνου με εκχύλισμα τσαγιού του βουνού, κατά τη συντήρηση τους. 197
Πίνακας 56. Αντιοξειδωτική δράση, μέθοδος FRAP, του οίνου και των προϊόντων οίνου με εκχύλισμα κρόκου, κατά τη συντήρηση τους. 198
Πίνακας 57. Αρχική δέσμευση, t=1 min, της ρίζας DPPH από τα προϊόντα οίνου με εκχύλισμα τσαγιού του βουνού, κατά τη συντήρηση τους. 199
Πίνακας 58. Ολική δέσμευση, t=20 min, της ρίζας DPPH από τα προϊόντα οίνου με εκχύλισμα τσαγιού του βουνού, κατά τη συντήρηση τους. 200
Πίνακας 59. Αρχική δέσμευση, t=1 min, της ρίζας DPPH από τα προϊόντα οίνου με εκχύλισμα κρόκου, κατά τη συντήρηση τους. 200
Πίνακας 60. Ολική δέσμευση, t=20 min, της ρίζας DPPH από τα προϊόντα οίνου με εκχύλισμα κρόκου, κατά τη συντήρηση τους. 201
Πίνακας 61. Εκκαθάριση ριζών υδροξυλίου από τα προϊόντα οίνου με εκχύλισμα τσαγιού του βουνού, κατά τη συντήρηση τους. 202
Πίνακας 62. Εκκαθάριση ριζών υδροξυλίου από τα προϊόντα οίνου με εκχύλισμα κρόκου, κατά τη συντήρηση τους. 202
Πίνακας 63. Αντιφλεγμονώδης δράση, μέθοδος λιποξυγενάσης, του οίνου και των προϊόντων οίνου με εκχύλισμα τσαγιού του βουνού, κατά τη συντήρηση τους. 204
Πίνακας 64. Αντιφλεγμονώδης δράση, μέθοδος λιποξυγενάσης, του οίνου και των προϊόντων οίνου με εκχύλισμα κρόκου, κατά τη συντήρηση τους. 204
Πίνακας 65. Πτητικά συστατικά οίνου και προϊόντων οίνου, που προσδιορίστηκαν με δισδιάστατη αέρια χρωματογραφία, χωρίς αύξηση με την προσθήκη εκχυλίσματος τσαγιού του βουνού, την ημέρα 0. 212
Πίνακας 66. Πτητικά συστατικά οίνου και προϊόντων οίνου, που προσδιορίστηκαν με δισδιάστατη αέρια χρωματογραφία, με αύξηση με την προσθήκη εκχυλίσματος τσαγιού του βουνού, την ημέρα 0. 213
Πίνακας 67. Πτητικά συστατικά οίνου και προϊόντων οίνου, που προσδιορίστηκαν με δισδιάστατη αέρια χρωματογραφία, χωρίς αύξηση με την προσθήκη εκχυλίσματος κρόκου, την ημέρα 0. 215
Πίνακας 68. Πτητικά συστατικά οίνου και προϊόντων οίνου, που προσδιορίστηκαν με δισδιάστατη αέρια χρωματογραφία, με αύξηση με την προσθήκη εκχυλίσματος κρόκου, την ημέρα 0. 216

Συντομογραφίες

Συντομογραφία	Πλήρης Όρος
ΣΥΑΛ	Στερεό Υπόλειμμα Άνευ Λίπους
ATP	Τριφωσφορική αδενοσίνη
NADH	Δινουκλεοτίδιο νικοτιναμίδης της αδενίνης
OIV	Διεθνής οργανισμός αμπέλου και οίνου
FRAP	Ferric Reducing Antioxidant Power
TPTZ	2,4,6-τριπυριδυλο-s-τριαζίνη
DPPH	2,2-διφαινυλ-1-πικρυλυδραζύλη
DTNB	5,5-διθειοδις-(2-νιτροβενζοϊκό οξύ)
SPME	Solid Phase Microextraction
HS-SPME	Headspace-Solid Phase Microextraction
GC/MS	Mass Spectrum Gas Chromatography
TOF	Time Of Flight
Μα	Γιαούρτι αγελαδινό από πλήρες γάλα με 3,5% λιπαρά που χρησίμευσε ως μάρτυρας.
Τ1	Επιδόρπιο γιαουρτιού αγελαδινό από πλήρες γάλα με 3,5% λιπαρά με χαμηλή συγκέντρωση τσαγιού του βουνού.
Τ2	Επιδόρπιο γιαουρτιού αγελαδινό από πλήρες γάλα με 3,5% λιπαρά με υψηλή συγκέντρωση τσαγιού του βουνού.
Μγ	Γιαούρτι γίδινο από πλήρες γάλα με 3,5% λιπαρά που χρησίμευσε ως μάρτυρας.
Κ	Επιδόρπιο γιαουρτιού από πλήρες γίδινο γάλα με 3,5% λιπαρά με λυοφιλιωμένο εκχύλισμα κρόκου.
ΚΤ	Επιδόρπιο γιαουρτιού από πλήρες γίδινο γάλα με 3,5% λιπαρά με λυοφιλιωμένο εκχύλισμα κρόκου και με λυοφιλιωμένο εκχύλισμα τσαγιού του βουνού.
Μλ	Αρχικός οίνος που υπέστη ίδιο χειρισμό με τους πειραματικούς οίνους με προσθήκη φυτικών συστατικών.
ΚΜ	Πειραματικός οίνος με προσθήκη 0,15 g/L μαστίχας και 10 mg/L κρόκου Κοζάνης.
Τ	Πειραματικός οίνος με προσθήκη 0,5 g/L τσαγιού του βουνού.
Μρ	Ροζέ οίνος χωρίς την προσθήκη εκχυλισμάτων (Μάρτυρας).
Τ1	Ροζέ οίνος με την προσθήκη χαμηλή συγκέντρωση εκχυλίσματος τσαγιού.
Τ2	Ροζέ οίνος με την προσθήκη υψηλή συγκέντρωση εκχυλίσματος τσαγιού
Σ1	Ροζέ οίνος με την προσθήκη χαμηλή συγκέντρωση εκχυλίσματος κρόκου.
Σ2	Ροζέ οίνος με την προσθήκη υψηλή συγκέντρωση εκχυλίσματος κρόκου.