

ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΟΙΝΟΥ ΡΟΜΠΟΛΑ Π.Ο.Π.

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

της

ΝΤΕΡΜΙΣΑΪ ΕΝΤΡΥΣΑ

Τμήμα Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων

Σχολή Περιβάλλοντος

ΙΟΝΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ



Αργοστόλι Κεφαλληνίας

Δεκέμβριος 2021

ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΟΙΝΟΥ ΡΟΜΠΟΛΑ Π.Ο.Π.

Η πτυχιακή εργασία εγκρίθηκε από:

Σαμαράς Ιωάννης

Γεωργία Λιοσάτου

Αθαναίδα Μουρελάτου

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα μελέτη έχει ως στόχο να εξετάσει και να αναλύσει τα μορφολογικά και φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του οίνου Robola. Ο οίνος Robola αποτελεί ένα κομμάτι της Κεφαλλονίτικης παράδοσης όπως και ένα κομμάτι της μεσογειακής διατροφής. Τα συστατικά του οίνου θεωρούνται προϊόντα υψηλής διατροφικής αξίας.

Τα τελευταία χρόνια οι φαινολικές ενώσεις, αποτελούν αντικείμενο επιστημονικής έρευνας καθώς σε αυτές αποδίδονται ευεργετικές ιδιότητες στην ανθρώπινη υγεία, λόγω των αντιοξειδωτικών ιδιοτήτων τους και κυρίως της ικανότητας τους να δεσμεύουν τις ελεύθερες ρίζες, αλλά και στην ιδιαίτερη σύνθεση των αρωμάτων καθώς και στην σύνθεση της γέυσης των οίνων που εκπλήσσουν ευχάριστα των καταναλωτή.

Τα δείγματα συλλέχθηκαν από διάφορες οινολόγους του νησιού, αμέσως μετά την Παρασκευή και την εμφιάλωση τους. Για το σκοπό αυτό τα δείγματα χαρακτηρίστηκαν ως προς κάποιες βασικές οινολογικές παραμέτρους με φασματοφωτομετρία εγγύς υπερύθρου και στην συνέχεια εξετάστηκαν ως προς το περιεχόμενο τους σε φαινολικά και φλαβονοειδή. Τα δείγματα εξετάστηκαν επίσης και ως προς την ικανότητα δέσμευσης ελευθέρων ριζών, με δύο χαρακτηριστικές δοκιμές, την δοκιμή δέσμευσης DPPH και της ABTS. Προκειμένου να ληφθούν πληροφορίες για τα φαινολικά των οίνων και για τους οίνους, χρησιμοποιήσαμε την τεχνική της Malonana με την βοήθεια της HPLC και το όργανο FTIR για περισσότερες πληροφορίες για τους οίνους που εξετάζουμε. Όλες οι αναλύσεις εκπονήθηκαν στο εργαστήριο και όλες οι μέθοδοι έγιναν επί τριπλού επανάληψη.

ABSTRACT

The present study aims to examine and analyze the morphological and physicochemical characteristics of Robola wine. Robola wine is part of the Kefalonia tradition as well as part of the Mediterranean diet. The ingredients of wine are considered products of high nutritional value.

In recent years, phenolic compounds have been the subject of scientific research as they are attributed beneficial properties to human health, due to their antioxidant properties and especially their ability to bind free radicals, but also in the special composition of aromas and the composition of taste. of wines that pleasantly surprise the consumer.

The samples were collected by various oenologists of the island, immediately after Friday and their bottling. For this purpose, the samples were characterized in terms of some basic oenological parameters by near-infrared spectrophotometry and then examined for their content in phenolics and flavonoids. Samples were also tested for free radical scavenging ability with two characteristic tests, the DPPH and ABTS binding test. In order to obtain information about the phenolics of the wines and the wines, we used the Malovana technique with the help of HPLC and the FTIR instrument for more information about the wines we are examining. All analyzes were performed in the laboratory and all methods were repeated in triplicate.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Κεφάλαιο	Σελίδα
Περίληψη	3
Abstract	4
I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	11
1.1. Το αμπέλι	11
1.2. Μορφολογική και χημική σύσταση σταφυλιού	13
1.3. Τύποι οινοποίησης	16
1.4. Λευκή οινοποίηση.....	17
1.5. Τα οφέλη του οίνου στην υγεία	18
II. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ.....	20
2.1. Χημική σύσταση του οίνου.....	20
2.2. Οργανικά συστατικά	21
2.2.1. Οργανικά οξέα	21
2.2.2. Αλκοόλες.....	21
2.2.3. Αρωματικές ενώσεις	22
2.2.4. Σάκχαρα	22
2.2.5. Πολυσακχαρίτες.....	22
2.2.6. Φαινολικές ενώσεις.....	22
2.2.7. Αζωτούχες ενώσεις	23
2.2.8. Βιταμίνες	23
2.2.9. Ένζυμα	24
2.3. Ανόργανα συστατικά	24

2.4 Πολυφαινόλες	24
2.5 Φαινολικές ενώσεις.....	27
2.5.1 Φλαβονοειδείς φαινόλες	28
2.5.2 Μη φλαβονοειδείς φαινόλες	30
2.6 Ο ρόλος των αντιοξειδωτικών	32
2.6.1 Τα αντιοξειδωτικά στον οίνο	34
2.7 Θειώδης ανυδρίτης.....	34
2.7.1 Ο ρόλος του SO ₂ στην οινοποίηση	36
III. Πειραματικό μέρος.....	39
3.1 Προετοιμασία δειγμάτων	39
3.2 Προσδιορισμός ολικού και ελεύθερου θειώδη ανυδρίτη στον οίνο	41
3.3 Προσδιορισμός χρώματος στον οίνο	42
3.4 Προσδιορισμός γλουταθειόνης στον οίνο.....	44
3.5 Προσδιορισμός ολικών φαινολικών (Total Phenols) με την μέθοδο Folin Ciocalteu	45
3.6 Προσδιορισμός ολικών φλαβονοειδών (Total Flavonoids)	46
3.7 Προσδιορισμός DPPH	47
3.8 Προσδιορισμός ABTS	48
3.9 Προσδιορισμός φυσικοχημικών παραμέτρων με την χρήση FTIR	50
3.10 Προσδιορισμός φαινολικών ενώσεων με την χρήση HPLC.....	51
IV. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ & ΣΥΖΗΤΗΣΗ	52
4.1 Αποτελέσματα χρώματος.....	52
4.2 Αποτελέσματα ολικού και ελεύθερου θειώδη ανυδρίτη.....	54
4.3 Αποτελέσματα αντιοξειδωτικών και πολυφαινολών	55
4.4 Ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά φαινολικών ενώσεων με την χρήση	

HPLC	56
4.5 Αξιολόγηση αποτελεσμάτων FTIR.....	58
V. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	60
Συμπεράσματα	60
BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	61

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας	Σελίδα
Πίνακας 1: Χημική σύσταση των βοστρύχων	14
Πίνακας 2: Χημική σύσταση του φλοιού των ραγών	14
Πίνακας 3: Χημική σύσταση των γιγάρτων των ραγών	14
Πίνακας 4: Κύρια συστατικά του οίνου.....	20
Πίνακας 5: Διάφορα οργανικά και ανόργανα συστατικά του οίνου.....	20
Πίνακας 6: Επεξήγηση των κωδικών της Ε.Ε για τα θειώδη.....	36
Πίνακας 7: Διάφορα χαρακτηριστικά των λευκών οίνων που μελετάμε.....	40
Πίνακας 8: Αποτελέσματα χρώματος με την μέθοδο του χρωματόμετρου και του φασματοφωτόμετρου	53
Πίνακας 9: Αποτελέσματα συγκέντρωσης θειώδους ανυδρίτη στους λευκούς οίνους.....	54
Πίνακας 10: Συγκεντρώσεις αντιοξειδωτικών	56
Πίνακας 11: Αποτελέσματα μεμονωμένων φαινολικών ενώσεων που μελετάμε	57
Πίνακας 12: Διάφορα αποτελέσματα λευκών οίνων που μελετάμε με το όργανο FTIR.....	59

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ

Γράφημα	Σελίδα
Γράφημα 1: Πρότυπη καμπύλη Γλουταθειόνης	45
Γράφημα 2: Πρότυπη καμπύλη Γαλλικού οξέος	46
Γράφημα 3: Πρότυπη καμπύλη Κουερσετίνης	47
Γράφημα 4: Πρότυπη καμπύλη Ασκορβικού οξέος	48
Γράφημα 5: Πρότυπη καμπύλη Trolox.....	50

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα	Σελίδα
Εικόνα 1: Ορεινοί αμπελώνες Κεφαλλονιάς	11
Εικόνα 2: Ορεινοί αμπελώνες Κεφαλλονιάς προς την θαλάσσια μεριά.....	12
Εικόνα 3: Μορφολογία της αμπέλου	13
Εικόνα 4: Μορφολογική σύσταση της ράγας	15
Εικόνα 5: Στάδια λευκής οινοποίησης.....	18
Εικόνα 6: Κύριες κατηγορίες φλαβονοειδών.....	28
Εικόνα 7: Τα κύρια ισομερή της κατεχίνης	29
Εικόνα 8: Μοριακή δομή μη φλαβονοειδών φαινολών	30
Εικόνα 9: Άνοιγμα κρασιών	39
Εικόνα 10: Αποθήκευση οίνου σε falcon	39
Εικόνα 11: Φιάλη αδρανούς αερίου.....	40
Εικόνα 12: Συντήρηση οίνου με αδρανές αέριο N ₂	40
Εικόνα 13: Συσκευή ENO 20 (TDI)	41
Εικόνα 14: Χρωματόμετρο Lovibond PFXi-195 Series (Tintometer Ltd., UK)	43
Εικόνα 15: Φασματοφωτόμετρο UV-Vis διπλής δέσμης (Unicom Helios)	44

ΚΕΦΑΛΑΙΟ Ι

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Το αμπέλι

Η καλλιέργεια της αμπέλου είναι η ευρύτερη διαδεδομένη μεταξύ των παραγωγικών καλλιεργειών από τα παλαιά χρόνια. Σήμερα γυναίκες και άνδρες απ' όλες τις κοινωνικές τάξεις σε όλο τον κόσμο απολαμβάνουν τον καλό οίνο. Για να φθάσει η οινολογία εκεί που βρίσκεται σήμερα στις προηγμένες οινολογικά χώρες, συζητήθηκε πολύ η παρασκευή του οίνου.



Εικόνα 1: Ορεινοί αμπελώνες Κεφαλλονιάς.

Μπορεί να φαίνεται το ίδιο είδος αμπέλου, παρόλα αυτά υπάρχουν διαφορές μεταξύ κάθε ποικιλίας από την άλλη. Αυτό εύκολα μπορεί να το διακρίνει ένας αμπελουργός από τα χαρακτηριστικά κάθε ποικιλίας. Όπως είναι η εποχή της βλάστησης, της άνθησης, της ωρίμανσης, η ποιότητα των σταφυλιών και τα μάτια.

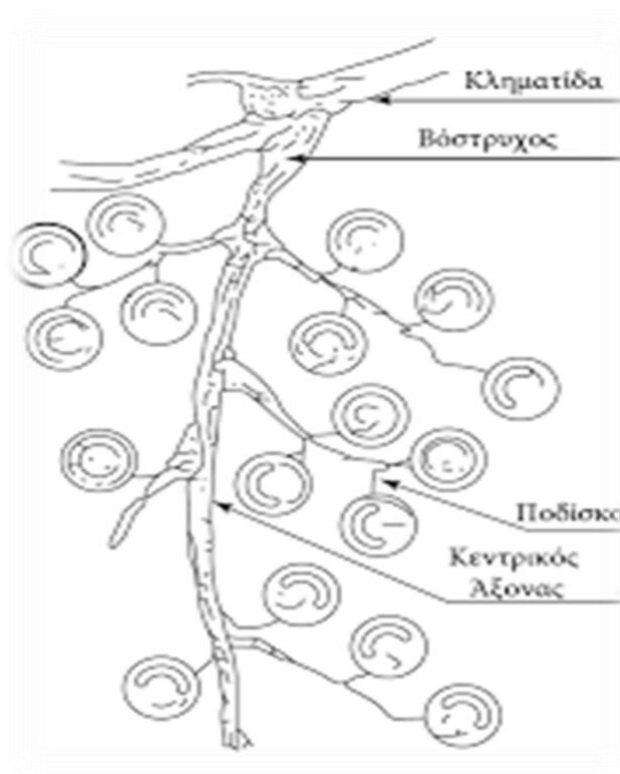
Σημαντικό ρόλο στην καλλιέργεια της αμπέλου έχει και το έδαφος. Η άμπελος δεν ευδόκιμη σε πολύ υγρά αλλά ούτε σε ξερά εδάφη. Τα καλύτερα εδάφη είναι τα λεπτά εδάφη, που στραγγίζουν εύκολα τα νερά και θερμαίνονται καλά. Η ποιότητα των σταφυλιών στα εδάφη αυτά είναι καλύτερη σε σχέση με την ποσότητα που είναι ελάχιστη. Σε αντίθεση με τα παχιά εδάφη που βρίσκονται συνήθως στους κάμπους, έχουν μεγαλύτερη ποσότητα άλλα δεν έχουν καλή ποιότητα. Τα καλύτερα εδάφη για τα αμπέλια είναι οι πλαγιές των βουνών. Σύμφωνα με τις ιδιότητες αυτές και με την ποιότητα του εδάφους διαλέγουμε ποιες ποικιλίες θα καλλιεργηθούν στα αντίστοιχα εδάφη (Μαστορακου-Σκλαβουνου ΙΙ., 1927).



Εικόνα 2: Ορεινοί αμπελώνες Κεφαλλονιάς προς την θαλάσσια μεριά.

1.2 Μορφολογική και χημική σύσταση σταφυλιού

Το προϊόν που παραλαμβάνουμε από τη άμπελο είναι το σταφύλι. Το σταφύλι αποτελείται από τους βόστρυχους και τις ράγες. Οι βόστρυχοι μεταφέρουν τις θρεπτικές ουσίες στους καρπούς και κρατάνε τις ράγες. Οι ράγες αποτελούνται από το, τη σάρκα και τα γίγαρτα. Το σταφύλι περιλαμβάνει 3-6.5% βόστρυχους και 93.5-97% ράγες. Οι ράγες αποτελούνται από 7-12% φλοιό, 83-87% σάρκα και 2-6% γίγαρτα. Ο φλοιός χαρακτηρίζει την οινική ποιότητα της ποικιλίας, λόγω των αρωματικών και χρωστικών ουσιών. Η ποιότητα εξαρτάται από την ωρίμανση του σταφυλιού, την υγεία και το φορτίο του ανά πρεμνό.



Εικόνα 3: Μορφολογία της αμπέλου.

Η χημική σύσταση των βοστρύχων, των φλοιών και των γιγάρτων των ραγών παρουσιάζονται στους παρακάτω πίνακες:

Πίνακας 1: Χημική σύσταση των βοστρύχων.

Νερό(ανάλογα με το βαθμό ωρίμανσης)	65-85%
Σάκχαρα	1%
Ταννίνες	2-4%
Αζωτούχες ουσίες	1-1.5%
Ανόργανες ουσίες	2-2.5%
Ρητίνες	1%
Διάφορα οργανικά οξέα	0.5-2%

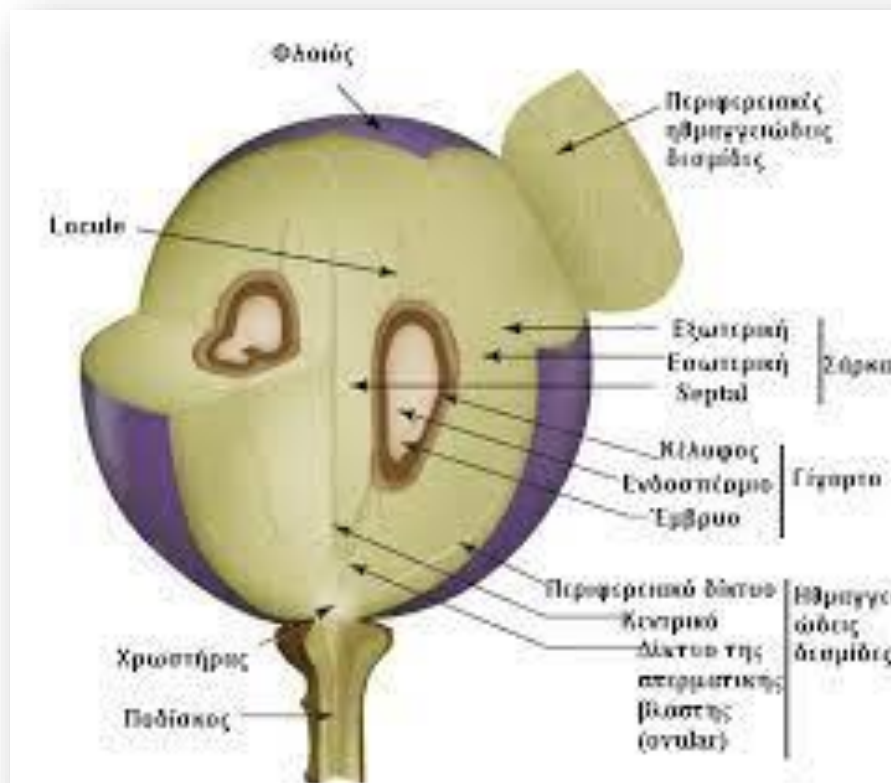
Πίνακας 2: Χημική σύσταση του φλοιού των ραγών.

Νερό	75-80%
Όξινα συστατικά	1-1.5%
Ταννίνες	1.5-2%
Αζωτούχες ουσίες	1-2%
Ανόργανες ουσίες	1.5-2%
Διάφορες ουσίες	10-15%

Πίνακας 3: Χημική σύσταση των γιγάρτων των ραγών.

Νερό	36-40%
Όξινα συστατικά	1%
Ταννίνες	2-4%
Αζωτούχες ουσίες	5-8%
Ανόργανες ουσίες	5%
Διάφορες ουσίες	10-15%
Ελαιώδεις ουσίες	10-20%
Υδρογονάνθρακες	34-36%

Η σάρκα είναι το κύριο συστατικό του γλεύκους. Ο χυμός των κυττάρων της είναι το 99.5% και οι κυτταρικές μεμβράνες το 0.5%. Η σάρκα συνήθως το 65-80% νερό και 17-25% ζυμώσιμα σάκχαρα. Περιέχει επίσης, οργανικά οξέα, αζωτούχες ενώσεις, ανόργανα άλατα, πηκτικές ουσίες, ταννίνες και αρωματικές ουσίες, λιγότερες από τον φλοιό. Τα ζυμώσιμα σάκχαρα και τα οργανικά οξέα προσδίδουν στον οίνο τη γευστική του ισορροπία (Μαριλένα Θ. Παναγοπούλου, 2017)



Εικόνα 4: Μορφολογική σύσταση της ράγας.

1.3 Τύποι οινοποίησης

Η οινοποίηση είναι μια φυσική διεργασία που πραγματοποιείται από τα αρχαία χρόνια. Δηλαδή η μετατροπή του σταφυλιού σε οίνο εφαρμόζοντας μια επιλεγμένη τεχνική. Την τεχνική της οινοποίησης όπου ορίζεται ως η διαδικασία εκχύλισης των ποιοτικών στοιχείων του σταφυλιού, όχι εκείνων που θα έδιναν αρνητικό αποτέλεσμα στην ποιότητα του οίνου.

Κατά την διάρκεια της τεχνικής αυτής, το γλεύκος χρησιμοποιείται από επιλεγμένους ζυμομύκητες οι οποίοι καταναλώνουν τα σάκχαρα, προκειμένου να παράγουν ενέργεια (ATP). Η μεταβολική αυτή διεργασία ονομάζεται αλκοολική ζύμωση και κύρια προϊόντα της είναι η αιθανόλη και το διοξείδιο του άνθρακα. Ενώ υπό αναερόβιες συνθήκες απελευθερώνεται ενέργεια, καθώς παράγονται δύο μόρια ATP ανά μόριο γλυκόζης που διασπάται με παράλληλη απελευθέρωση 25,4 kcal με μορφή θερμότητας.

Η οινοποίηση μαζί με το σταφύλι ορίζουν από κοινού την τελική ποιότητα του προϊόντος. Μπορεί από ένα καλό σταφύλι αλλά με μια μέτρια διαδικασία οινοποίησης να πάρουμε ένα μέτριο προϊόν. Άλλα άμα έχουμε ένα μέτριο σταφύλι με μια καλή οινοποίηση μπορούμε να βγάλουμε ένα εξαιρετικό προϊόν. Πάντα ένα καλό προϊόν συσχετίζεται και από τους δύο παράγοντες, αλλά ένα εξαιρετικό προϊόν ποτέ δεν μπορεί να είναι σε πολύ μεγάλη ποσότητα (Αντώνιος Δ. Μαργιωτούδης, 2019).

Οι διάφοροι τύποι οινοποίησης είναι :

Η λευκή οινοποίηση.

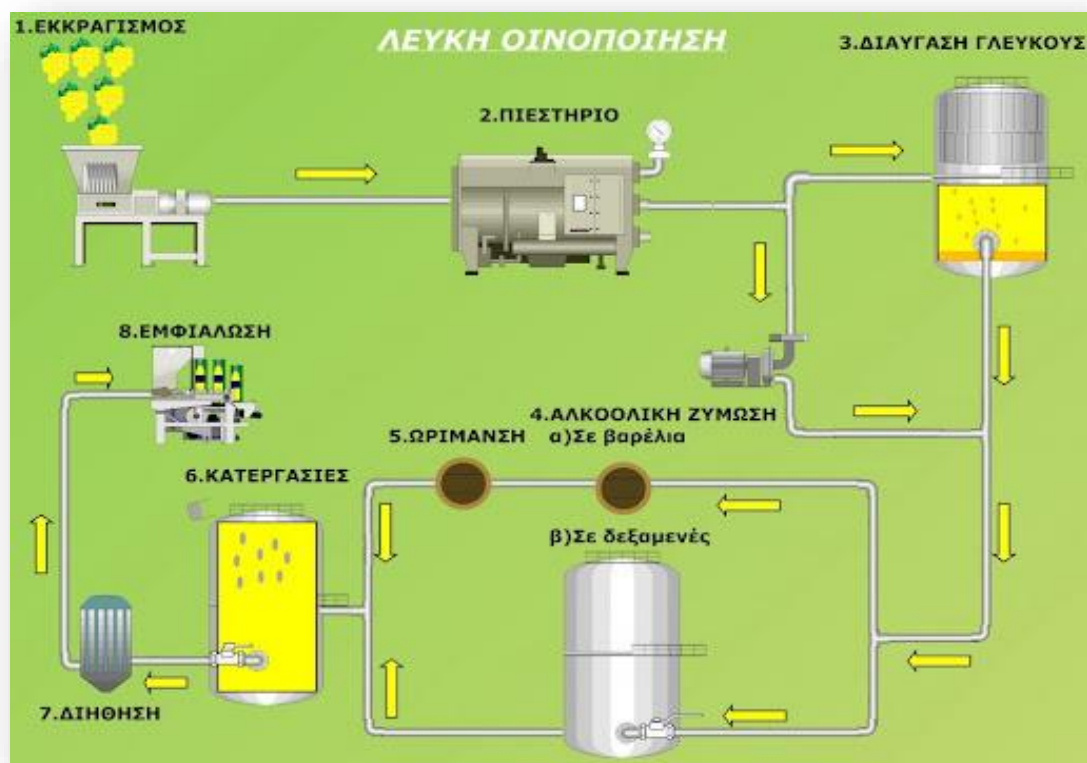
Η ερυθρή οινοποίηση.

Η ερυθρωπή οινοποίηση.

Εμείς γενικά θα ασχοληθούμε με την λευκή οινοποίηση.

1.4 Λευκή οινοποίηση

Το αρχικό στάδιο της λευκής οινοποίησης είναι ο εκραγισμός, ο οποίος πραγματοποιείται στο εκραγιστήριο με ιδικό μηχάνημα. Σε αυτό το μηχάνημα γίνεται ο διαχωρισμός της ράγας με τα κοτσάνια. Στη συνέχεια οι ράγες περνάνε στο μηχάνημα και με ειδικούς κυλίνδρους και κατάλληλη πίεση γίνεται το σπάσιμο του φλοιού αποφεύγοντας το σπάσιμο των κουκουτσιών που θα έδιναν μια στυφή γεύση στο κρασί. Με την σύνθλιψη των ραγών, γίνεται απελευθέρωση μέρους του χυμού. Οι ζύμες του φλοιού έρχονται σε επαφή με το χυμό και η σταφυλομάζα που παραλαμβάνεται με αυτό τον τρόπο οδηγείται για πίεση. Στη συνέχεια απομακρύνονται τα στέμφυλα και ο χυμός οδηγείται σε δεξαμενές που ψύχεται για κάποιο χρονικό διάστημα. Αυτή είναι η διαδικασία της απολάσπωσης του οίνου, δηλαδή το γίνεται διαύγαση του γλεύκους. Η διαύγαση γίνεται πάντα πριν από την αλκοολική ζύμωση. Το κρασί που προέρχεται από απολασπομένα γλεύκη έχουν καθαρότερο άρωμα, σταθερό χρώμα και λιγότερα ευαίσθητο στις οξειδώσεις. Έπειτα τον καθαρό χυμό τον μεταγγίζουμε σε δεξαμενές που γίνεται η αλκοολική ζύμωση. Στη συνέχεια προσθέτουμε τις ζύμες, μονοκύτταρους οργανισμούς που βρίσκονται στον φλοιό του σταφυλιού και έχουν πλέον περάσει στο σταφυλοπολτό. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται οινοποίηση δηλαδή η μετατροπή του χυμού των σταφυλιών σε κρασί. Η χρήση των ζυμών είναι να μετατρέψουν το γλυκό χυμό δηλαδή τα σάκχαρα σε αλκοόλη. Παρατηρείται ότι κατά την διάρκεια της αλκοολικής ζύμωσης αυξάνεται η θερμοκρασία του γλεύκους. Αυτό συμβαίνει διότι οι ζύμες παράγουν ενέργεια. Στην λευκή οινοποίηση η δεξαμενή ψύχεται έτσι ώστε η θερμοκρασία της ζύμωσης να κυμαίνεται στους 18,0⁰ C, αποσκοπώντας στην απόκτηση αρωμάτων με χαρακτήρα λουλουδιών και φρούτων, που χαρίζουν στο κρασί φρεσκάδα. Μετά το τέλος της αλκοολικής ζύμωσής το κρασί μεταγγίζεται στις δεξαμενές αποθήκευσης (Αντώνιος Δ. Μαργιωτούδης, 2019).



Εικόνα 5: Στάδια λευκής οινοποίησης.

1.5 Τα οφέλη του οίνου στην υγεία

Τα τελευταία χρόνια επικρατή παγκοσμίως ότι η παραδοσιακή διατροφή των χωρών της Μεσογείου και κυρίως η Ελλάδα έχει την πιο υγιεινή διατροφή και προσφέρει υγεία, μακροζωία και ομορφιά. Ένα βασικό συστατικό της Μεσογειακής διατροφής είναι ο οίνος.

Από τα παλιά χρόνια ο οίνος χρησιμοποιήθηκε για τις ευεργετικές του ιδιότητες στον υγεία το ανθρώπου κάνοντας το, το πλιότερο φάρμακο. Το χρησιμοποιούσαν ως αντισηπτικό πριν από τις χειρουργικές επεμβάσεις, για αποστείρωση του πόσιμου νερού αλλά και ως υπνωτικό, αναισθητικό τονωτικό αλλά και διουρητικό κ.λπ.. Ο οίνος

συνδέεται αρμονικά με το μέτρο, την καλή σωματική και ψυχική κατάσταση, τον ισορροπημένο τρόπο ζωής και την μακροζωία του ανθρώπου.

Τα τελευταία περίπου 20 χρόνια έχουν γίνει διάφορες μελέτες και δείχνουν ότι ο οίνος έχει ιδιαίτερη ευεργετική επίδραση στην υγεία του ανθρώπου όταν πίνετε σε καθημερινή βάση συνδυάζοντας το με το φαγητό και με μέτρο. Βρέθηκε ότι η καθημερινή χρήση του οίνου μειώνει τα καρδιαγγειακά επεισόδια, βελτιώνει την λειτουργία του στομάχου και την πέψη γενικότερα εμποδίζει τη δημιουργία χολόλιθων, διευκολύνει την κυκλοφορία του αίματος στους ιστούς, δρα ως αντιφλεγμονώδες και αντισηπτικό, αυξάνει την αντίσταση στα κοινά κρυολογήματα και βοηθά στον ύπνο. Ακόμη, προκαλεί ευεξία, ποιότητα ζωής και μακροζωία μειώνοντας τους θανάτους από οποιαδήποτε αιτία. Ο οίνος επομένως, είναι το ποτό του καθημερινού φαγητού και πρέπει να πίνετε με σύνεση και μέτρο, 1-2 ποτήρια την ημέρα είναι αρκετά. Έπειτα από μερικές έρευνες υποστηρίζεται ότι τελικά και οι λευκοί οίνοι έχουν εξίσου τα ίδια οφέλη με τους ερυθρούς (Καραγεωργάκη Ν., 2012).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΙ

ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

2.1 Χημική σύσταση του οίνου

Ο οίνος αποτελείται από μία σειρά χημικών ενώσεων και είναι αποτέλεσμα ζώντων οργανισμών. Τα συστατικά του οίνου διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες οι οποίες παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα (Καλαθάρα Κ., 2008):

Πίνακας 4: Κύρια συστατικά του οίνου.

Νερό	80-85%
Αλκοόλη - Αιθανόλη	9-15%
Λοιπά συστατικά	3%

Ο οίνος αποτελείται κατά κύριο λόγο από νερό και από πολλές άλλες χημικές ουσίες που συνεισφέρουν στη διαμόρφωση της γεύσης και της υφής του. Οι σημαντικότερες αυτές ουσίες είναι στον παρακάτω πίνακα (Σουφλέρος Η.Ε., 1997):

Πίνακας 5: Διάφορα οργανικά και ανόργανα συστατικά του οίνου.

Οργανικά Συστατικά	Ανόργανα Συστατικά
Οργανικά Οξέα	Ανιόντα (Cl^- , SO_4^{2-} , PO_4^{3-} , F^- , Br^- , I^- , BO_3^{3-})
Αλκοόλες	Κατιόντα (K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} , Cu^+ , Cu^{2+} , Al^{3+} , Zn^{2+} , Mn^{2+} , As^{3+} , Pb^{2+}).
Οσμηρές πτητικές ενώσεις	
Σάκχαρα	
Αζωτούχες ενώσεις	
Βιταμίνες	
Πολυσακχαρίτες	
Φαινολικές ενώσεις	
Ένζυμα	

2.2 Οργανικά Συστατικά

2.2.1 Οργανικά οξέα

Τα βασικά οργανικά οξέα του οίνου είναι το τρυγικό οξύ (2-5g/L), το μηλικό οξύ (0-4g/L) και το κιτρικό οξύ (0,1g/L), ενώ από τη δράση των ζυμών κατά την αλκοολική ζύμωση και την δράση των βακτηρίων του γλεύκους ή του οίνου παράγονται το ηλεκτρικό (0.5-1.5g/L), το γαλακτικό (10g/L) και το οξικό οξύ (1g/L) (Καλαθάρα Κ., 2008).

Τα οξέα αυτά του οίνου είναι υπεύθυνα για τη όξινη γεύση των οίνων, για την προστασία των οίνων από μικροβιολογικές ή χημικές προσβολές και για τη διατήρηση του χρώματος και επιδρούν στα οργανοληπτικά του χαρακτηριστικά. Τα οξέα προσφέρουν φρεσκάδα στον οίνο και ξινή γεύση εάν αυτά βρίσκονται σε πολύ υψηλή συγκέντρωση. Το τρυγικό και το μηλικό οξύ είναι έντονα οξέα, ενώ το κιτρικό δίνει μια νότα φρεσκάδας στην γεύση του οίνου. Το γαλλικό οξύ έχει μια όξινη ελαφρά γεύση κάπως στιφή. Το οξικό οξύ έχει την χαρακτηριστική γεύση του ξιδιού, ενώ το ηλεκτρικό οξύ έχει μια έντονη γεύση, πικρή και αλμυρή μαζί (Peynaud E. et al, 1996, Ribéreau-Gayon et al, 2006b).

2.2.2 Αλκοόλες

Η αιθανόλη ($\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$) , μετά το νερό, είναι ένα από τα σημαντικότερο συστατικό του οίνου και αποτελεί το 9-15% του όγκου του. Η γλυκερόλη είναι το τρίτο συστατικό του οίνου σε περιεκτικότητα 5-20g/L. Οι αλκοόλες, τα σάκχαρα και η γλυκερόλη είναι τα γλυκά συστατικά του οίνου που εξουδετερώνουν τη ξινή γεύση των οξέων και την πικρή γεύση των φαινολικών ενώσεων (Καλαθάρα Κ., 2008).

2.2.3 Αρωματικές ενώσεις

Το άρωμα του οίνου οφείλεται κυρίως στις ανώτερες αλκοόλες και τους εστέρες. Σημαντική συμμετοχή όμως έχουν και άλλες ενώσεις όπως αλδεΐδες, κετόνες, τερπένια, κ.α. (Καλαθάρα Κ., 2008).

2.2.4 Σάκχαρα

Μερικά σάκχαρα που περιέχονται στον οίνο είναι η γλυκόζη, η φρουκτόζη και η γαλακτόζη. Ανάλογα με τη περιεκτικότητά τους, ο οίνος διακρίνεται σε: Ξηρός < 2g/L, Ημίξηρος 2-18g/L, Ημίγλυκος 18-40 g/L και Γλυκός >40 g/L (Καλαθάρα Κ., 2008).

2.2.5 Πολυσακχαρίτες

Οι πηκτικές, τα κομμέα και η δεξτράνη είναι προστατευτικά κολλοειδή που προστίθενται στον οίνο για να προστατευτεί η διαύγειά του μετά την εμφιάλωση (Καλαθάρα Κ., 2008).

2.2.6 Φαινολικές ενώσεις

Φαινολικές ενώσεις είναι οι ενώσεις που περιέχουν τη χαρακτηριστική ομάδα της φαινόλης. Τις διακρίνουμε σε τέσσερις ομάδες:

- Τα φαινολικά οξέα
- Τις φλαβόνες
- Τις ανθοκυάνες

- Τις ταννίνες

Οι φαινολικές ενώσεις είναι υπεύθυνες για το χρώμα και τη γεύση (στυφάδα) του οίνου, την αντιοξειδωτική και αντιβακτηριακή προστασία και βοηθούν στην παλαίωσή του οίνου (Καλαθάρα Κ., 2008).

2.2.7 Αζωτούχες ενώσεις

Οι αζωτούχες ενώσεις (πρωτεΐνες, πολυπεπτίδια, αμινοξέα) υπάρχουν στα στερεά μέρη του σταφυλίου, άρα οι ερυθροί οίνοι είναι πλούσιοι σε αζωτούχες ενώσεις σε σχέση με τους λευκούς. Οι αζωτούχες ενώσεις προσδίδουν αρωματικές ιδιότητες στον οίνο και αποτελούν θρεπτικά συστατικά των ζυμών και των βακτηρίων (Καλαθάρα Κ., 2008).

2.2.8 Βιταμίνες

Είναι οργανικές ενώσεις που σε απειροελάχιστες δόσεις, είναι απαραίτητες για την ανάπτυξη, τη διατήρηση, και τη λειτουργία των οργανισμών, η απουσία τους προκαλεί χαρακτηριστικές διαταραχές και βλάβες. Ο οίνος είναι πλούσιος σε βιταμίνες και οι κυριότερες που περιέχονται σε αυτό είναι (Καλαθάρα Κ., 2008):

B1 ή θειαμίνη	I ή μεσοινοσιτόλη
B2 ή ριβοφλαβίνη	H ή βιοτίνη
B1 ή κοβαλαμίνη	C ή ασκορβικό οξύ
B3 ή νικοτιναμίδη	P ή βιταμίνη της διαπερατότητας
B4 ή αδερίνη	B6 ή πυροδοξίνη
B5 ή παντοθενικό οξύ	

2.2.9 Ένζυμα

Στον οίνο περιέχονται πολυάριθμα ένζυμα όπως καταλάσες, οξειδάσες, ιμπερτάσες, πρωτεάσες, κα. (Καλαθάρα Κ., 2008).

2.3 Ανόργανα συστατικά

Προέρχονται από τους φλοιούς των σταφυλιών και από τα υλικά επαφής του μούστου και του οίνου (βαρέλι, δεξαμενές, δοχεία, σωληνώσεις, συσκευές επεξεργασίας, φίλτρα και άλλες διατάξεις).

Αξίζει να σημειωθεί ότι η ακριβής σύσταση του οίνου εξαρτάται από την ποικιλία του σταφυλιού από το οποίο προήλθε και από τις οινολογικές τεχνικές που εφαρμόστηκαν. Πιο αναλυτικά, η καλλιέργεια του σταφυλιού, η ωρίμανση, η διαχείριση του γλεύκους, η εμφιάλωση, ο έλεγχος του μικροβιακού φορτίου, η παλαίωση και οι συνθήκες αποθήκευσης είναι μερικοί μόνο παράγοντες που αλληλοεπιδρούν για τη διαμόρφωση της τελικής του σύστασης (Καλαθάρα Κ., 2008).

2.4 Πολυφαινόλες

Οι πολυφαινόλες, ιδιαίτερα αυτές που βρίσκονται φυσικά στα τρόφιμα, είναι ουσίες αυξανόμενου ενδιαφέροντος, κυρίως λόγω των βιολογικών ιδιοτήτων τους όπως (Καββαδά Ε., 2013):

- Αντιοξειδωτική δράση. Έχουν την ικανότητα να λειτουργούν ως «δεσμευτές» των ελεύθερων ριζών γεγονός το οποίο καθιστά ιδιαίτερα σημαντικές για την

πρόληψη διάφορων παθολογικών καταστάσεων όπως του καρκίνου και των καρδιαγγειακών παθήσεων. Πιο συγκεκριμένα, αναστέλλουν στην οξείδωση της LDL, της οποίας η οξειδωμένη μορφή εμπλέκεται στο σχηματισμό αθηρωματικής πλάκας.

- Επίδραση στην πέψη των μακροθρεπτικών συστατικών. Σε μεγαλύτερο βαθμό οι εκτενώς πολυμερισμένες ταννίνες συνδέονται και καταβυθίζουν πρωτεΐνες με αποτέλεσμα τη καθυστέρηση της απορρόφησής τους.
- Επίδραση στην απορρόφηση μεταλλικών κατιόντων. Κυρίως τα φλαβονοειδή παρεμποδίζουν την απορρόφηση των ιόντων που συμβάλλουν στη δημιουργία ελεύθερων ριζών υπό τη δημιουργία συμπλοκών.
- Μείωση των επιπέδων σακχάρου και χοληστερόλης στο αίμα. Κυρίως από ταννίνες και πολυφαινόλες του ελαιολάδου.
- Προστασία επιθηλιακών κυττάρων του αναπνευστικού συστήματος.
- Αύξηση των επιπέδων της HDL και μείωση των επιπέδων LDL. Δράση που αποδίδεται κυρίως σε ταννίνες
- Αντικαρκινική δράση. Προάγουν την απόπτωση των καρκινικών κυττάρων στο παχύ έντερο. Οι κατεχίνες του τσαγιού έχουν δείξει τη μεγαλύτερη αντικαρκινική δράση.
- Αντιμικροβιακή και αντιβακτηριδιακή δράση. Κάποια φαινολικά οξέα, μεταξύ των οποίων το καφεϊκό, το ρ-κουμαρικό, η βανιλίνη, η κερκετίνη και η ρεσβερατρόλη, φαίνεται να δρουν ανασταλτικά στην ανάπτυξη στελεχών των *S. Aureus*, *E. Coli* και *C. Albicans*.
- Αντιαλλεργικές ιδιότητες. παρεμπόδιση συσσώρευσης αιμοπεταλίων
- Αγγειοδιασταλτική δράση. Διαμέσου της παραγωγής ενδοκυτταρικού NO
- Προστασία του DNA από ενδοκυτταρικές προσβολές.

Ο όρος αυτός, χρησιμοποιείται για να περιγράψει ένα ετερογενές σύνολο ενώσεων που χαρακτηρίζεται από την ύπαρξη ενός ή περισσότερων υδροξυλίων απ' ευθείας συνδεδεμένα σε έναν ή περισσότερους αρωματικούς ή ετεροκυκλικούς δακτυλίους. Οι πολυφαινολικές ενώσεις αποτελούν προϊόντα του δευτερογενούς μεταβολισμού των φυτών. Σήμερα είναι γνωστές περισσότερες από 8000 πολυφαινόλες. Στην πλειοψηφία τους οι πολυφαινόλες εμφανίζονται σε σύζευξη με υδατάνθρακες μέσω των υδροξυλίων τους. Τα σάκχαρα αυτά μπορεί να είναι μονοσακχαρίτες, δισακχαρίτες ή ολιγοσακχαρίτες. Παραδείγματα τέτοιων σακχάρων είναι η γαλακτόζη, η ξυλόζη, η ραμνόζη, η αραβινόζη, τα γλυκουρονικά και γαλακτορονικά οξέα. Το σάκχαρο που εμφανίζεται συχνότερα είναι η γλυκόζη (Καββαδά Ε., 2013).

Οι πολυφαινόλες ταξινομούνται στις ακόλουθες κατηγορίες με κριτήριο τη χημική τους δομή :

Απλές φαινόλες	Υδροξυκιναμωμικά οξέα
Βενζοκινόνες	Κουμαρίνες
Φαινολικά οξέα	Χρωμόνες
Ακετοφαινόνη	Ναφθοκινόνες
Φαινολικά οξέα	Ξανθόνες
Φαινυλοπροπανοειδή	Στιλβένια
Ανθρακινόνες	Φλαβονοειδή
Λιγνάνες / λιγνίνες	

Από αυτές ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν τα φλαβονοειδή των οποίων η επιμέρους κατάταξη γίνεται με βάση τη δομή του ανθρακικού δακτυλίου. Τα πιο κοινά

φλαβονοειδή είναι οι ανθοκυανίνες, οι φλαβόνες, οι φλαβονόλες και οι φλαβανόνες (Καββαδά Ε., 2013).

2.5 Φαινολικές ενώσεις

Οι συγκέντρωση των φαινολικών ουσιών στο λευκό οίνο εξαρτάται από την ποικιλία του σταφυλιού, τις καλλιεργητικές συνθήκες, το βαθμό ωριμότητας της πρώτης ύλης, τις οινοποιητικές τεχνικές καθώς και από τις συνθήκες παλαίωσης. Η περιεκτικότητα σε φαινολικές ουσίες στους λευκούς οίνους είναι σαφώς μικρότερη απ' ότι στους ερυθρούς εξαιτίας της διαφορετικής παραγωγικής διαδικασίας που ακολουθείται στους λευκούς οίνους και ευνοεί την εκχύλιση των ουσιών αυτών στο χυμό. Οι φαινολικές ουσίες είναι ισχυροί δότες υδρογόνου και έτσι καθίστανται ιδανικές ως οξειδωτικό υπόστρωμα (Wilderand, H. L. & Singleton, V.L., 1974).

Οι φαινολικές ενώσεις είναι δευτερογενείς μεταβολές των φυτών και συντίθενται από τα φυτά κατά τη διάρκεια της φυσιολογικής τους ανάπτυξης. Κοινό δομικό χαρακτηριστικό τους αποτελεί η παρουσία ενός τουλάχιστον αρωματικού δακτυλίου με υποκατάστατη μια τουλάχιστον υδροξυ-ομάδα (Harborne, J. B., 1989, Ertan Anli et al., 2008, Paixão N. et al., 2008).

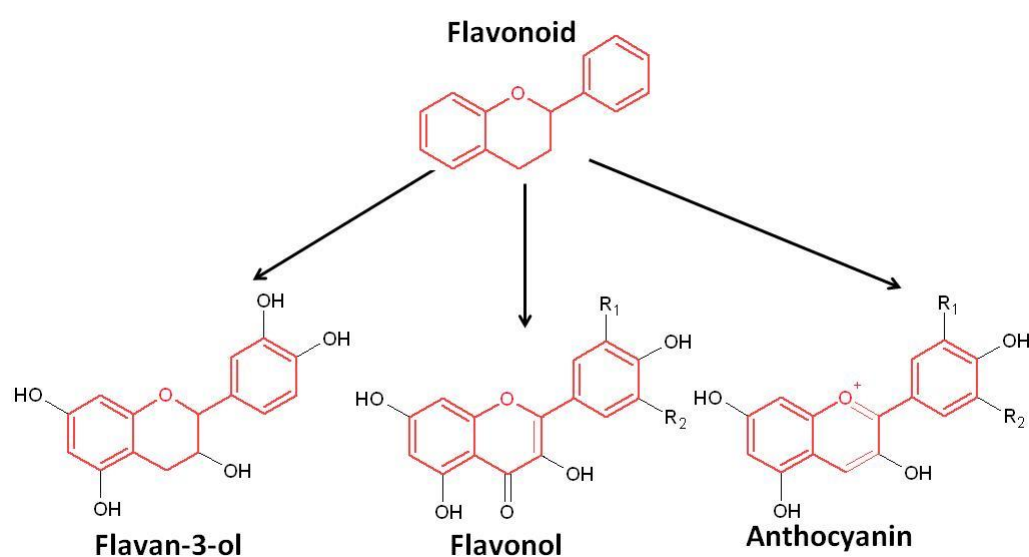
Η βιοσύνθεση τους ακολουθεί, στην πλειοψηφία τους, την οδό του οξικού οξέος, του σικιμικού οξέος ή του συνδυασμού αυτών των δύο βιοσυνθετικών οδών (Harborne J. B., 1989).

Οι φαινόλες που απαντώνται στον οίνο κατατάσσονται σε δύο γενικές κατηγορίες: τις **μη φλαβονοειδείς** και τις **φλαβονοειδείς**. Οι συγκεκριμένες ενώσεις

συμβάλουν στη διαμόρφωση του χρώματος και των γευστικών χαρακτηριστικών των οίνων, ενώ παίζουν σημαντικό ρόλο σε φαινόμενα οξειδοαναγωγής (πχ ενζυμική ή χημική οξείδωση) κατά τις διαφορές φάσεις της παραγωγής, ωρίμανσης και παλαίωσης των οίνων. Επίσης, αναφέρεται ότι έχουν ευεργετικές ιδιότητες για την υγεία λόγω των αντιοξειδωτικών ιδιοτήτων τους και κυρίως της ικανότητας τους να δεσμεύουν ελεύθερες ρίζες με απόδοση ατόμου υδρογόνου από το φαινολικό υδροξύλιο ή μονήρους ηλεκτρονίου, συμβάλλοντας στην παρουσία από καρδιαγγειακά νοσήματα (Shahidi F., 1992).

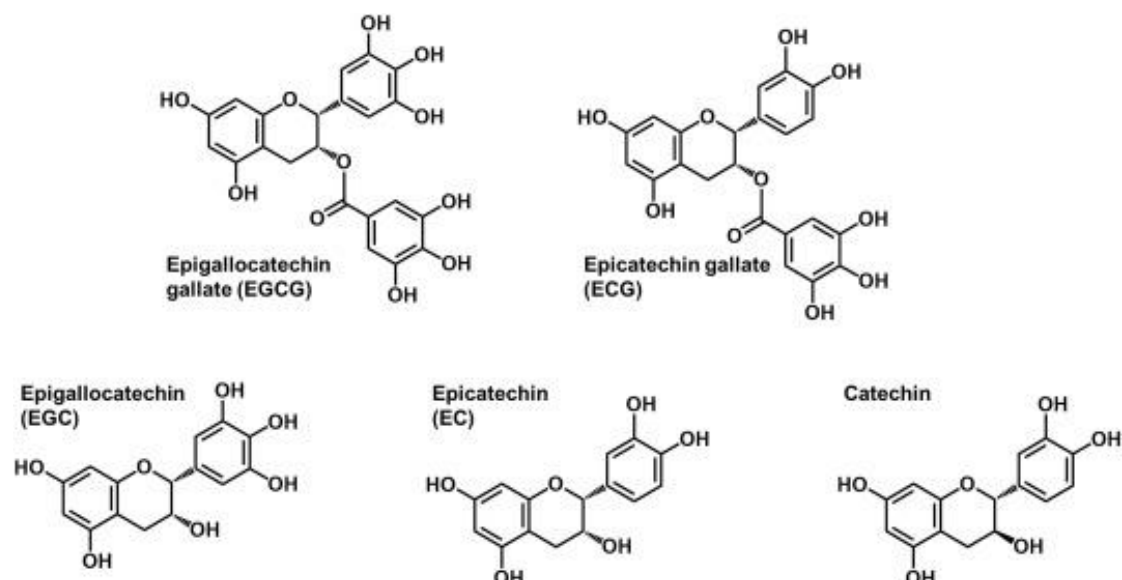
2.5.1. Φλαβονοειδείς φαινόλες

Οι φλαβονοειδείς φαινολικές ενώσεις είναι η πολυπληθέστερη κατηγορία φυτικών φαινολικών ενώσεων καθώς απαριθμούν περισσότερες από 8000 (Pietta P.G., 2000). Οι κύριες κατηγορίες των φλαβονοειδών που ανευρίσκονται στα σταφύλια και στους οίνους είναι οι φλαβανόλες-3, φλαβονόλες και ανθοκυάνες.



Εικόνα 6: Κύριες κατηγορίες φλαβονοειδών.

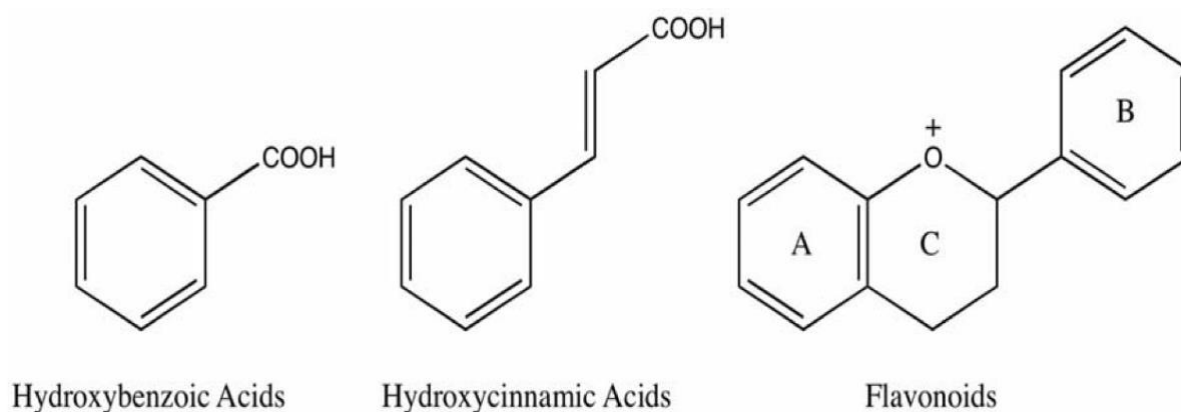
Οι ανθοκυάνες είναι σημαντικές χρωστικές ουσίες και γενικά απούσες από τους λευκούς οίνους. Άλλη ομάδα φλαβονοειδών που τη συναντάμε σε παλαιωμένους οίνους σε βαρέλι είναι οι φλαβανόνες. Αντίθετα οι φλαβονόλες είναι πιο διαδεδομένες στη φύση, αποτελούνται κυρίως από την κερκετίνη, την καμφερόλη και τη μυρικιτρίνη και βρίσκονται υπό την μορφή γλυκοζιτών στα σταφύλια και άγλυκων στους οίνους. Ως ετεροζίτες, υδρολύονται εύκολα κατά τη διάρκεια της αλκοολικής ζύμωσης. Άλλη μια ομάδα είναι οι κατεχίνες που βρίσκονται στα σταφύλια, είναι υδροξυλιωμένα παράγωγα της φλαβαν-3-όλης, η οποία με την σειρά της είναι παράγωγο της φλαβονόλης έχοντας τον κεντρικό ετεροκυκλικό δακτύλιο υδρογονωμένο. Τα κύρια ισομερή της κατεχίνης είναι η (+)-κατεχίνη, η (-)-επικατεχίνη και δύο ρακεμικά τους μείγματα (Εικόνα 7). Στους λευκούς οίνους απαντώνται οι φλαβονόλες (κατεχίνη, επικατεχίνη) και οι προανθοκυνιδίνες (B1-B4, C1) που αποτελούν διμερή, τριμερή παράγωγα των φλαβανολών (Ribéreau-Gayon et al., 2006b).



Εικόνα 7: Τα κύρια ισομερή της κατεχίνης.

2.5.2. Μη Φλαβονοειδείς φαινόλες

Τα φαινολικά μόρια στο γλεύκος έχουν την προέλευση τους από το σταφύλι. Στη κατηγορία των μη φλαβονοειδών φαινολών υπάγονται μονομοριακά φαινολικά παράγωγα, τα οποία απαντώνται ευρύτερα στους φυτικούς ιστούς στα διάφορα φυτικά μέρη, από μετρήσιμες ποσότητες ως ίχνη ή παντελή έλλειψη. Η κατηγορία αυτή των φαινολικών ουσιών εκπροσωπείται κυρίως από τα φαινολοξέα, και κυρίως τα παράγωγα του βενζοϊκού και κινναμωμικού οξέος, των οποίων ένα ή περισσότερα υδρογόνα των ατόμων άνθρακα του δακτυλίου έχουν αντικατασταθεί από υδροξυλομάδες (-OH) και μεθόξυ (-OCH₃) ομάδες, η μοριακή δομή των οποίων φαίνεται στη εικόνα :



Εικόνα 8: Μοριακή δομή μη φλαβονοειδών φαινολών

Τα υδροξυβενζοϊκά και τα υδροξυκιμωνικά οξέα αποτελούν τα κύρια φαινολικά μόρια στους λευκούς οίνους. Ενώσεις όπως το καφεϊκό οξύ, το π-κουμαρικό

οξύ, το φερουλικό οξύ και οι εστέρες τους με το τρυγικό οξύ αποτελούν επίσης συνήθη φαινολικές ενώσεις στους λευκούς οίνους. Από τις υπόλοιπες, επικρατέστερή στο γλεύκος και τον οίνο είναι ο υδροξυκινναμωνικός εστέρας του trans-καφταρικού οξέος μαζί με μικρότερες ποσότητες υδροξυβενζοϊκών εστέρων γαλλικού οξέος, βανιλλικού σαλκυλικού, συριγγικού και χλωρογενικού.

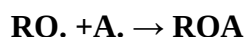
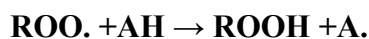
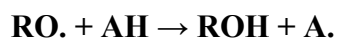
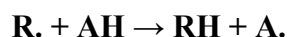
Πολλά από τα φαινολικά οξέα έχουν αντισηπτικές και συντηρητικές ιδιότητες, ενώ έχουν και αντιβακτηριακή δράση. Στις ποσότητες βέβαια που απαντούν στις σταφυλές δε μπορεί να θεωρηθεί πως επεμβαίνουν στην οينوποιητική τεχνική. Παρά ταύτα συγκαταλέγονται στους παρεμποδιστές ανάπτυξης των βακτηριών.

Μια άλλη ιδιότητα των φαινολοξέων και των παράγωγων τους είναι οι ευχάριστες οσμές από τις οποίες χαρακτηρίζονται και μεταφέρουν στον οίνο, μετά από αντιδράσεις οξειδωσης, αναγωγής, υδρόλυσης ή μεθυλίωσης τους. Τέτοιες είναι η γουαϊακόλη, η ευγενόλη, η βανιλίνη, η κωνιφερυλαλδεΐδη κ.α. τα βαλσαμικά αρώματα στους οίνους αποδίδονται σε μεγάλο βαθμό στη παρουσία του καφεϊκού και του φερουλικού οξέος, ενώ το χλωρογενικό οξύ, που έχει βρεθεί στον καφέ, μετέχει μάλλον στις εμπυρευματικές οσμές (καμμένο) που παρουσιάζουν ορισμένοι παλαιωμένοι οίνοι. Η οσμή της κουμαρίνης, που θυμίζει φρεσκοκομμένα στάχυα, χαρακτηριστική οσμή του μελιού, η οποία συναντάται σε αρκετούς ελληνικούς οίνους από καλά ωριμασμένα σταφύλια, οφείλεται στο φαινυλο-αιθυλικό οξύ (Πατρινός Α. Σωτήριος, 2016).

2.6 Ο ρόλος των αντιοξειδωτικών

Τα αντιοξειδωτικά είναι ουσίες που εμποδίζουν ή επιβραδύνουν την οξείδωση των συστατικών των τροφίμων ή οποία προκαλείται από το ατμοσφαιρικό οξυγόνο. Τα περισσότερα αντιοξειδωτικά είναι αρωματικές ενώσεις, που διαθέτουν μια τουλάχιστον ελεύθερη υδροξυλική ή αμινική ομάδα. Οι σημαντικότερες ενώσεις που προστίθενται στα τρόφιμα ανήκουν στις πολυκυκλικές φαινόλες, με μια ή περισσότερες υδροξυλομονάδες. Τα αντιοξειδωτικά χρησιμοποιούνται κυρίως σε συνδυασμό με τους λεγόμενους συνεργούς σταθεροποιητές και συμπλοκοποιητές. Τα μείγματα αυτά συντελούν στην ενεργοποίηση και την βελτίωση της αντιοξειδωτικής δράσης, στη διεύρυνση της εφαρμογής των αντιοξειδωτικών σε περισσότερες κατηγορίες τροφίμων, καθώς και στην ευκολότερη χρησιμοποίησή τους. Στην κατηγορία των συνεργών ουσιών ανήκουν διάφορες χημικές ενώσεις, όπως τα οξέα και τα άλατα.

Η δράση των αντιοξειδωτικών στηρίζεται στην απομάκρυνση ή την εξουδετέρωση των ROO και R ελεύθερων ριζών και σε ορισμένες περιπτώσεις στην πλήρη αποστολή της οξείδωσης. Επειδή τα περισσότερα αντιοξειδωτικά δημιουργούν αλυσιδωτές αντιδράσεις επιταχύνουν την παραγωγή ελεύθερων ριζών ROO και R, με τη δημιουργία μιας ανενεργού και αντιοξειδωτικής ελεύθερης ρίζας. Η απενεργοποίηση και η αναστολή της δράσης της ελεύθερης ρίζας συντελεί στην άρση της αλυσιδωτής αντίδρασης και στην παραγωγή σταθερών προϊόντων μέσω διαμερισμού. Τα αντιοξειδωτικά του γενικού τύπου (AH) δρουν κατόπιν παρεμπόδισης του μηχανισμού οξείδωσης, μέσω ελεύθερων ριζών, της λιπαρής ύλης. Οι βασικές αντιδράσεις που σημειώνονται είναι οι εξής (Πισπίλης Σ., 2007):



Όπου R = λιπαρή αλυσίδα. Το σύμπλεγμα A είναι ρίζα, η οποία όμως είναι σταθερή λόγω συντονισμού της δομής της. Επιγραμματικά αποδεικνύεται, πως όλοι οι αναστολείς της οξειδωσης πρέπει αφενός να είναι ενεργοί, ώστε να αντιδρούν με τις ελεύθερες ρίζες και να διασπάσουν την αλυσίδα και αφετέρου μεταφορικά ενεργά, για να αποφευχθεί η άμεση αντίδραση του οξυγόνου με την ανταλλασσόμενη ελεύθερη ρίζα. Η μεγάλη δραστηριότητα των αντιοξειδωτικών, σε συνδυασμό με τις υψηλές συγκεντρώσεις κατά τη φάση της διάδοσης, μπορεί για παράδειγμα να οδηγήσει στη λειτουργία των αντιοξειδωτικών ως μεταφορέων και κατά συνέπεια στη δράση τους ως προ οξειδωτικά. Όλοι αυτοί οι παράγοντες καθιστούν ολοφάνερο πως η προσθήκη των αντιοξειδωτικών πρέπει να γίνεται πολύ πριν από το στάδιο της προαγωγής. Αν όμως στο υπόστρωμα αυξηθεί η συγκέντρωση των ελεύθερων ριζών, τότε το προστιθέμενο αντιοξειδωτικό ανταποκρίνεται πιο γρήγορα και θα καταναλωθεί, οπότε είναι πλέον αδύνατον να επιβραδυνθεί με παρεμβολή η πρόοδος της αλυσιδωτής αντίδρασης (Καββαδά Ε., 2013).

2.6.1 Τα αντιοξειδωτικά στον οίνο

Πολλές εργασίες έχουν υποστηρίξει την ευεργετική επίδραση της ισορροπημένης κατανάλωσης κρασιού, ιδιαίτερα του κόκκινου, στην υγεία. Η θετική επίδραση του κρασιού αποδίδεται σε μικροσυστατικά του σταφυλιού όπως η ρεσβερατρόλη, τα φλαβονοειδή και οι ανθοκυανίνες. Όπως αναφέρθηκε παραπάνω τα συστατικά του οίνου είναι δυνατόν να διακριθούν σε τρεις μεγάλες κατηγορίες :

- Το νερό
- Τα οργανικά συστατικά
- Τα ανόργανα συστατικά

Στα οργανικά συστατικά συγκαταλέγονται τα φαινολικά συστατικά του οίνου, τα οποία αποτελούν και τις αντιοξειδωτικές ουσίες. Οι ουσίες αυτές, επηρεάζουν το χρώμα των οίνων, συμμετέχουν στη διαμόρφωση ορισμένων χαρακτηριστικών τους, προσφέρουν στους οίνους αντιοξειδωτική και αντιβακτηριακή προστασία και παίζουν αποφασιστικό ρόλο στην παλαίωση και στις διάφορες τεχνολογικές επεξεργασίες τους. Προέρχονται από το φλοιό και τα κουκούτσια των σταφυλιών και τους βλαστούς του κλήματος. Από χημική άποψη τα φαινολικά συστατικά των οίνων διακρίνονται σε απλές φαινόλες και σε φλαβονοειδείς ενώσεις, στις οποίες ανήκουν οι φλαβονόλες, οι ανθοκυανίνες και οι ταννίνες (Καββαδά Ε., 2013).

2.7. Θειώδης ανυδρίτης

Ο θειώδης ανυδρίτης ή αλλιώς το διοξείδιο του θείου είναι μια χημική ένωση, η οποία αποτελείται από ένα άτομο θείου (S) και δύο ατόμων οξυγόνου (O). Ο συνδυασμός αυτών των ατόμων κάνουν το μόριο διπολικό (Hasenberg L., 2008). Το

διοξείδιο του θείου είναι εν κανόνα αέριο, άχρωμο, τοξικό και ευδιάλυτο στο νερό. Έχει βαριά και διεισδυτική οσμή. Είναι ερεθιστικό για τα μάτια (Hasenberg L., 2008, Wikipedia, 2012). Ερεθιστική επίδραση έχει και στους αεραγωγούς του ανθρώπινου αναπνευστικού συστήματος, αφού η εισπνοή αυτού του αερίου μπορεί να προκαλέσει πνευμονικό οίδημα και η παρατεταμένη εισπνοή σε υψηλές δόσεις, μπορεί να προκαλέσει θάνατο (Biancalana A., 2006).

Είναι μια ένωση που υπάρχει φυσικώς στη ράγα του σταφυλιού ή και ως προϊόν από είδη ζυμομυκήτων κατά τη διάρκεια της αλκοολικής ζύμωσης (Τσέτουρας Π., 2008). Ασφαλώς, στους οίνους, χρειάζεται να υπάρχει ένας τεράστιος πληθυσμός μικροοργανισμών, ζυμών, για να μπορεί να παραχθεί μια ποσότητα που σπάνια υπερβαίνει τα 10 mg/L, ενώ σε ελάχιστες περιπτώσεις φτάνει στα 30 mg/L. Ωστόσο, σπάνια είναι και η παντελώς έλλειψη του SO₂ στον οίνο (Ribéreau-Gayon et al., 2006). Το SO₂ είναι θεμελιώδης ουσία στη βιομηχανία τροφίμων. Χρησιμοποιείται ως συντηρητικό σε μεγάλο αριθμό προϊόντων. Η συντηρητική ιδιότητα των θειωδών ουσιών σχετίζεται με το σύνολο των ικανοτήτων τους όπως η αντισηπτική, η λευκαντική και η αντιοξειδωτική δράση, και ως αναστολείς της ενζυμικής αμαύρωσης (Freedman B. J., 1980). Η παρουσία του μέσα στα προϊόντα δηλώνεται με κωδικούς, σύμφωνα με την κωδικοποίηση των προσθετικών ουσιών της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Η χημική ένωση SO₂ ταξινομείται στην ομάδα των θειούχων ενώσεων. Το εύρος των κωδικών είναι E220- E228 ΕΚ αρ. 423/2008 (Di Costo A., 2006). Οι μορφές του θειώδους ανυδρίτη που χρησιμοποιούνται στην οινολογία είναι του καθαρού θείου, της στερεής ή της υγροποιημένης μορφής και τα διαλύματα του θειώδους ανυδρίτη (Τσέτουρας Π., 2008). Λεπτομερής αναφορά των μορφών με τους κωδικούς Ε.Ε. του αναγράφονται στον Πίνακα 6.

Πίνακας 6: Επεξήγηση των κωδικών της Ε.Ε για τα θειώδη.

ΚΩΔΙΚΟΙ Ε.Ε.	ΧΗΜΙΚΕΣ ΕΝΩΣΕΙΣ	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ
E220	Διοξείδιο του θείου	Φυσικό συντηρητικό
E221	Θειώδες νάτριο	Σύνθετο συντηρητικό
E222	Όξινο θειώδες νάτριο	Σύνθετο συντηρητικό & Λευκαντικό μέσο
E223	Μεταθειώδες νάτριο	Σύνθετο συντηρητικό & Αντιοξειδωτικό
E224	Μεταθειώδες κάλιο	Σύνθετο συντηρητικό
E225	Θειώδες κάλιο	Σύνθετο συντηρητικό
E226	Θειώδες ασβέστιο	Σύνθετο συντηρητικό
E227	Όξινο θειώδες ασβέστιο	Σύνθετο συντηρητικό
E228	Όξινο θειώδες κάλιο	Σύνθετο συντηρητικό

2.7.1 Ο ρόλος του SO₂ στην οινοποίηση

Οι πολλές ιδιότητες του SO₂, τον έχουν κάνει μια αναντικατάστατη προσθετική ουσία στην οινοποίηση. Στη συμβατική οινοποίηση, το SO₂ είναι παρών σε όλα τα στάδια της οινοποίησης, με όλες τις μορφές των θειωδών.

Η κατανόηση των επιδράσεων της ουσίας βασίζεται πρωτίστως στην κατανόηση των μορφών του SO₂ και της αναλογίας αυτών στο διάλυμα του μούστου ή του οίνου. Οι μορφές που συναντώνται, είναι εκείνη των ελεύθερων και των δεσμευμένων μορφών του θειώδους ανυδρίτη. Οι μορφές που συναντώνται και η

αναλογία τους στο διάλυμα του μούστου και του οίνου εξαρτώνται από το pH και από εάν είναι δεσμευμένες με καρβονύλιο ή με ακόρεστες ενώσεις ή παραγώγων φαινολών. Όλα τα κρασιά είναι όξινα άλλα πιο πολύ κι άλλα πιο λίγο (Goode J., 2005). Το σύννηθες pH του οίνου κυμαίνεται στις τιμές 3- 4. Σε αυτές τις τιμές του pH, οι συγκεντρώσεις της μοριακής και θειωδών μορφών του θειώδους ανυδρίτη υπολογίζονται ότι βρίσκονται στον οίνο σε ποσοστό 99,99% (Henderson P., 2009). Η αναλογία αυτή των θειωδών μορφών οφείλεται στο χαμηλό pH των οίνων και γι' αυτό είναι πολύ αποτελεσματικό το SO₂ στην αντιμικροβιακή και αντιοξειδωτική προστασία του οίνου (Goode J., 2005).

Η Ευρωπαϊκή Ένωση, όμως, έχει προσπαθήσει να οριοθετήσει όσον το δυνατόν τις δοσολογίες του θειώδους σε συνάρτηση με την περιοχή-χώρα και το είδος του οίνου. Τα εύρη των τιμών αυτών λαμβάνουν υπόψιν και το όφελος της ανθρώπινης υγείας. Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει θεσμοθετήσει ως μέγεθος μέτρησης του διοξειδίου του θείου στην οινοποίηση, τα μέρη στο εκατομμύριο (ppm) και τα χιλιοστόγραμμα (mg/ l). Τα νομικά όρια που επιβάλλονται, σε γενικές γραμμές, για την τελική συγκέντρωση του SO₂ στο κρασί είναι έως 160 mg/ l για τα κόκκινα κρασιά και 210 mg/ l για τα λευκά. Είναι υποχρεωτικό να αναγράφεται στην ετικέτα με τον κωδικό αναγνώρισης ή με το όνομα του χημικού (Di Costo A., 2006).

Μεγάλη βαρύτητα από τους οινοποιούς δίνεται και η χρονική στιγμή προσθήκης του θειώδους ανυδρίτη. Η χρονική στιγμή προσθήκης εξαρτάται από την ποικιλία, το χρώμα της και το στάδιο της οινοποίησης. Έχει τεράστια επίδραση στον τελικό χαρακτήρα ενός οίνου, είτε προστεθεί πριν την έναρξη της αλκοολικής ζύμωσης είτε μεταγενέστερα της. Η προσθήκη του SO₂ πριν την έναρξη της αλκοολικής ζυμώσεως, έχει ως αποτέλεσμα την αναστολή της δράσεως του ενζύμου οξειδάση της πολυφαινόλης, που συνεπάγει την μειωμένη πιθανότητα της οξειδωτικής αμαύρωσης

του μούστου. Επιπλέον, επηρεάζονται τα τελικά οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του οίνου των οποίων συντελεί στη διατήρηση αρωμάτων όπως των φρουκτωδών αρωμάτων ή των αρωμάτων λουλουδιών που υπήρχαν ήδη από το μούστο. Μέχρι το τέλος της αλκοολικής ζύμωσης, η συντριπτική ποσότητα του θειώδους θα έχει δεσμευτεί, ενώ το μικρό υπόλοιπο του, θα έχει προστατέψει τον οίνο από ανεπιθύμητες δευτερογενούς ζυμώσεις (Henderson P., 2009).

Στην οينوποίηση λευκών ποικιλιών προστίθεται με την έναρξη της αλκοολικής ζύμωσης και μετά της διήθησης των στερεών μερών των σταφυλιών, γιατί αποτρέπει την απόκτηση του βαθύ κίτρινου ή βαθυπράσινου χρωματισμού του μούστου. Πάντοτε, η γεύση των λευκών κρασιών οφείλεται από τη φύση της μορφής του θειώδους προσθετικού μέσου που βρίσκεται σε μεγαλύτερη αναλογία στο κρασί. Η γεύση και η μυρωδιά του θειώδους στο κρασί θεωρείται πολύ αρνητικό χαρακτηριστικό. Αυτό καθιστά όχι εμπορεύσιμα κρασιά προκαλώντας μεγάλη ζημιά στον οينوπαραγωγό (Henderson P., 2009). Επισημαίνεται, ότι πρέπει να δίνεται μεγάλη προσοχή στις ποσότητες προσθήκης έτσι ώστε να αποφευχθούν επιπλέον οργανοληπτικές αλλοιώσεις. Οι διάφορες μορφές του θειώδους μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τους οينوποιούς ισάξια, δίνοντάς τους τη δυνατότητα επιλογής της καταλληλότερης μορφής για τον οίνο που επιθυμούν να το φτιάξουν.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΙΙ

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Το πειραματικό μέρος της εργασίας περιλαμβάνει τις αναλύσεις που πραγματοποιήθηκαν σε 7 δείγματα οίνου της ποικιλίας Robola, τα οποία ελήφθησαν από διαφορετικά οινοποιεία του νησιού μετά την περίοδο της οινοποίησης (Πίνακας 7). Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να εξετάσουμε τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του οίνου ο οποίος προέρχεται από αμπελώνες διαφορετικού υψομέτρου..

3.1 Προετοιμασία δειγμάτων

- ✓ Δείγματα κρασιού Ρομπόλα προερχόμενα από αμπελώνες διαφορετικού υψομέτρου
- ✓ Συλλογή των δειγμάτων μετά την εμφιάλωση του κρασιού.
- ✓ Συντήρηση των δειγμάτων στο ψυγείο.

Στάδια προετοιμασίας δειγμάτων (Εικόνες: 9-12):



Εικόνα 9: Άνοιγμα κρασιών.



Εικόνα 10: Αποθήκευση οίνου

σε falcon.



Εικόνα 11: Φιάλη αδρανούς αερίου.



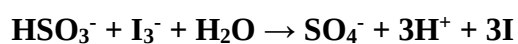
Εικόνα 12: Συντήρηση οίνου με αδρανές αέριο N_2 .

Πίνακας 7. Διάφορα χαρακτηριστικά των λευκών οίνων που μελετάμε.

<i>Κωδικός</i>	<i>Παραγωγός</i>	<i>Ποικιλία</i>	<i>Τοποθεσία</i>	<i>Προστατευμένο Προϊόν</i>	<i>Έτος</i>
50R	Ταβιανάτος	Robola	Πεδινό	Π.Ο.Π.	2018
51R	Σαρρής	Robola	Ορεινό	Π.Ο.Π.	2019
52R	Ταβιανάτος	Robola	Ορεινό	Π.Ο.Π.	2017
53R	San Gerasimos	Robola	Ορεινό	Π.Ο.Π.	2019
54R	L	Robola	Πεδινό	Π.Ο.Π.	2019
55R	Βουνί Παλίκης	Robola	Ορεινό	Π.Ο.Π.	2018
56R	Χαρτουλιάρης	Robola	Ορεινό	Π.Ο.Π.	2019
57R	Κουρής Σωτήρης	Robola	Ορεινό	Π.Ο.Π.	2018

3.2 Προσδιορισμός ολικού και ελεύθερου θειώδη ανυδρίτη στον οίνο

Για την ανίχνευση του ολικού και του ελεύθερου θειώδη ανυδρίτη χρησιμοποιήθηκε η συσκευή Valorador ENO 20 (TDI) (Εικόνα 13). Ο προσδιορισμός του θειώδη ανυδρίτη βασίζεται στην οξειδοαναγωγική αντίδραση του διοξειδίου του θείου με το ιώδιο, όπως φαίνεται και στην παρακάτω αντίδραση (Iland P., 2000)



Εικόνα 13: Συσκευή ENO 20 (TDI).

3.3 Προσδιορισμός χρώματος στον οίνο

Για το πείραμα χρησιμοποιήθηκε μια μικρή ποσότητα οίνου, τοποθετώντας την σε κυψελίδες.

Το χρώμα στα δείγματα οίνου προσδιορίστηκε με δύο τρόπους. Ο αρχικός τρόπος ήταν με τη μέθοδο της χρωματομετρίας (Colorimetry), η επιστήμη που ασχολείται με τον ποσοτικό προσδιορισμό και την φυσική περιγραφή της ανθρώπινης αντίληψης του χρώματος. Για τον προσδιορισμό του χρώματος χρησιμοποιήθηκε η συσκευή Lovibond PFXi-195 Series (Tintometer Ltd., UK) (Εικόνα 14), που καταγράφει τις χρωματικές παραμέτρους L^* , a^* , b^* . Για τη σύγκριση των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκαν οι παρακάτω παράγοντες: L^* (Lightness), C^* (Chroma) και H (hue angle) (Χατζής Ε.). Το C^* αποτελεί τους δείκτες του κορεσμού και της έντασης του χρώματος και υπολογίζεται από το a^* και b^* σύμφωνα με την παρακάτω εξίσωση:

$$C^* = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2}.$$

Αντίστοιχα το H (hue angle) η χροιά, μετράει σε μοίρες και προσδιορίζει την απόχρωση παίρνοντας τιμές 0° για το κόκκινο-πορφυρό, 90° για το κίτρινο, 180° για το γαλαζοπράσινο και 270° για το μπλε και υπολογίζονται από το a^* και b^* σύμφωνα με τις παρακάτω εξισώσεις:

- $h = \tan^{-1} (b^*/a^*)$ όταν $a^* > 0$ και $b \geq 0$
- $h = 0^\circ$ όταν $a^* = 0$ και $b^* = 0$
- $h = 90^\circ$ όταν $a^* = 0$ και $b^* > 0$
- $h = 180^\circ + \tan^{-1} (b^*/a^*)$ όταν $a^* < 0$
- $h = 270^\circ$ όταν $a^* = 0$ και $b^* < 0$

- $h = 360^\circ + \tan^{-1} (b^*/a^*)$ όταν $a^* > 0$ και $b < 0$.



Εικόνα 14: Χρωματόμετρο Lovibond PFXi-195 Series (Tintometer Ltd., UK).

Ο προσδιορισμός του χρώματος πραγματοποιήθηκε επίσης με τη χρήση φασματοφωτόμετρου. Πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις απορρόφησης σε 3 διαφορετικά μήκη κύματος: $A=420\text{nm}$, $A=520\text{nm}$ και $A=620\text{nm}$ (Εικόνα 15). Η πυκνότητα χρώματος και η χρωματική απόχρωση των οίνων υπολογίσθηκαν με τη μέτρηση της απορρόφησης στο φασματοφωτόμετρο UV-Vis διπλής δέσμης (Unicam Helios).

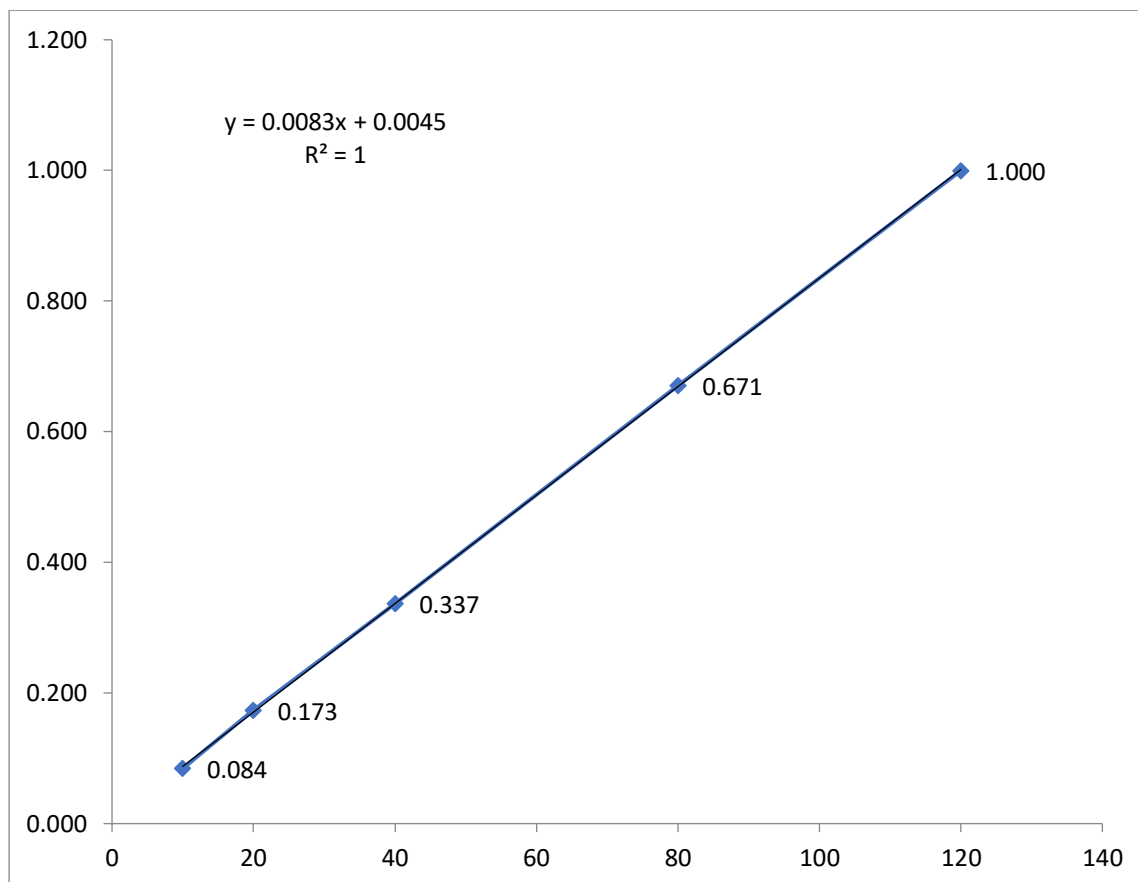


Εικόνα 15: Φασματοφωτόμετρο UV-Vis διπλής δέσμης (Unicam Helios).

3.4 Προσδιορισμός γλουταθειόνης στον οίνο

Η γλουταθειόνη (*Glutathione*) είναι ένα φυσικό αντιοξειδωτικό που περιέχει το κρασί, επιβραδύνει την οξείδωση και εμποδίζει την αμαύρωση του κρασιού. Επιπλέον, η γλουταθειόνη και η N-acetyl-cysteine προστατεύουν πολλά πτητικά αρώματα που έχει το κρασί (Kontogeorgos N. et al, 2014). Ο προσδιορισμός της γλουταθειόνης πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με την ερευνητική εργασία Kontogeorgos, N. et al., 2014. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται ως mg γλουταθειόνης ανά L οίνου, με τη βοήθεια πρότυπης καμπύλης γλουταθειόνης που παρουσιάζεται στο Γράφημα 1.

Γράφημα 1: Πρότυπη καμπύλη Γλουταθειόνης.



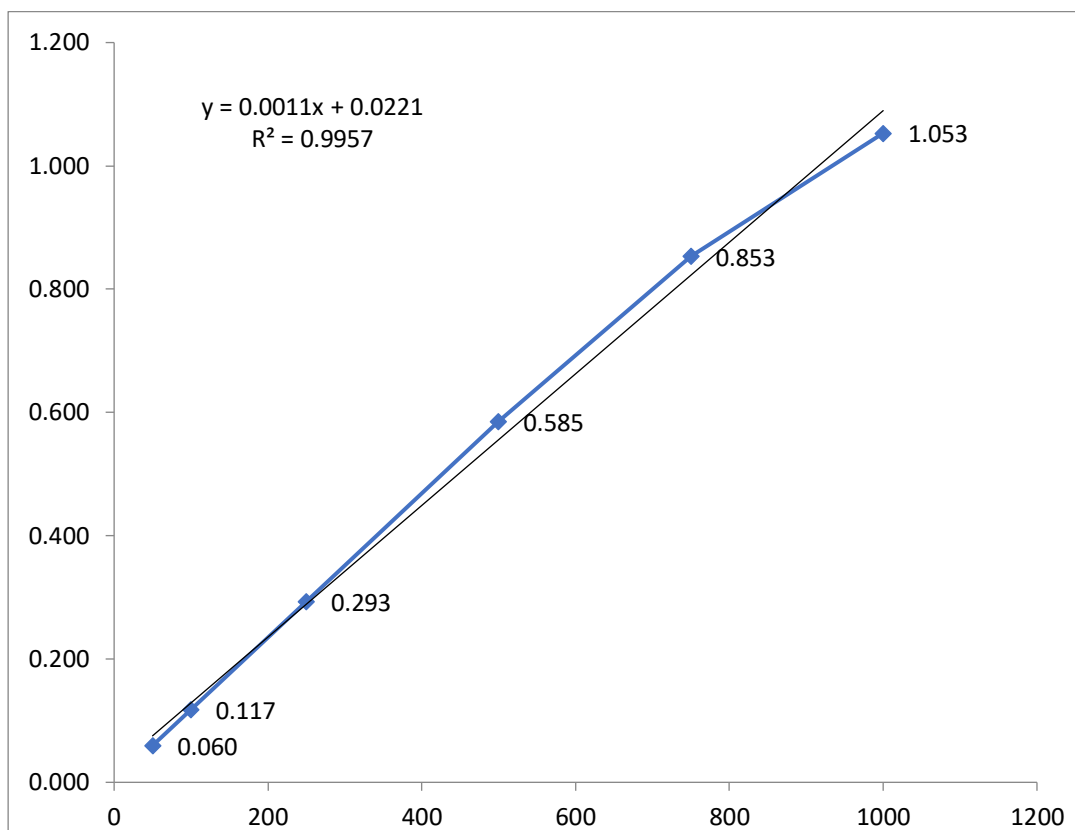
3.5 Προσδιορισμός Ολικών φαινολικών (Total Phenols) με την μέθοδο Folin Ciocalteu

Η μέθοδος βασίζεται σε οξειδοαναγωγική αντίδραση, η οποία προσδιορίζει το συνολικό φαινολικό περιεχόμενο χωρίς να γίνεται διάκριση μεταξύ μονομερών, διμερών και πολυμερών φαινολικών συστατικών.

Ο προσδιορισμός της συγκέντρωσης των ολικών Φαινολικών Total Phenols έγινε σύμφωνα με τους Olga S. Arvaniti et al., 2019. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται ως

mg γαλλικού οξέος ανά L οίνου, με τη βοήθεια πρότυπης καμπύλης γαλλικού οξέος που παρουσιάζεται στο Γράφημα 2.

Γράφημα 2: Πρότυπη καμπύλη Γαλλικού οξέος.

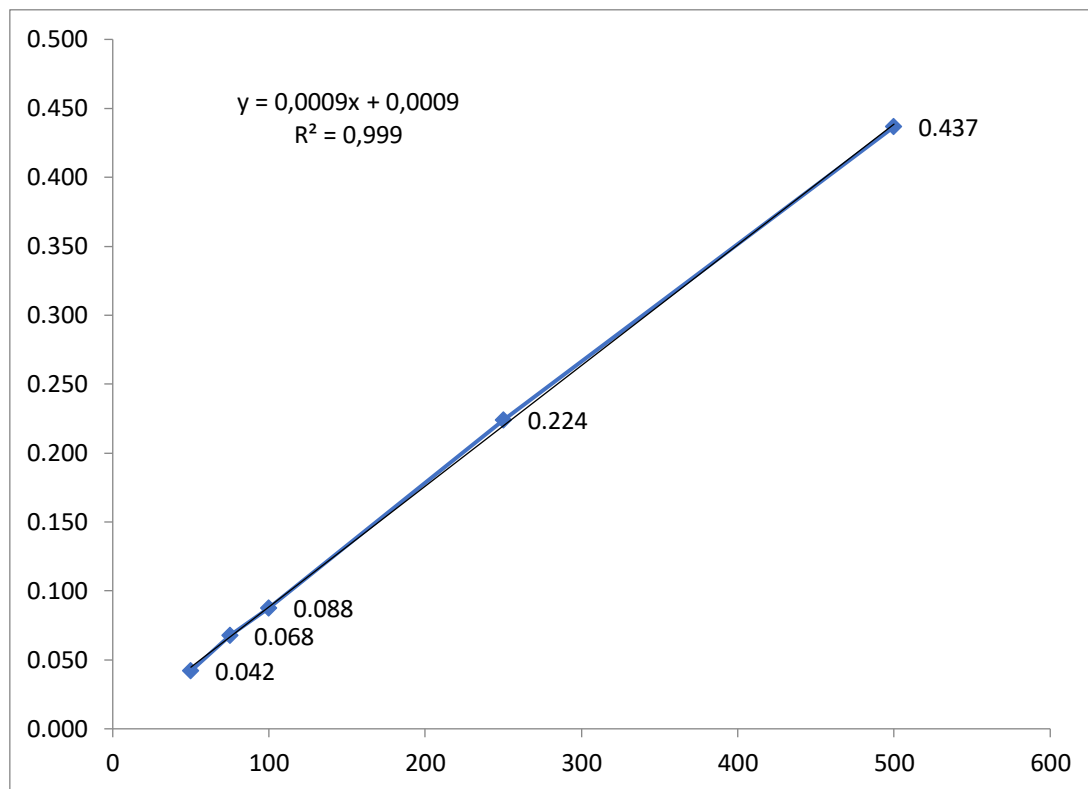


3.6 Προσδιορισμός ολικών φλαβονοειδών (Total Flavonoids)

Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό της περιεκτικότητας ενός δείγματος σε φλαβονοειδή (συγκεκριμένα φλαβόνες και φλαβονόλες) και βασίζεται στο σχηματισμό έγχρωμων συμπλοκών μεταξύ των καρβονυλικών και υδροξυλικών ομάδων των φλαβονοειδών και των ιόντων Al_3^+ , τα οποία απορροφούν στην περιοχή του ορατού (415 nm). Ο προσδιορισμός των Total Flavonoids έγινε σύμφωνα με τους Olga S. Arvaniti et al., 2019. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται ως

mg κουερσετίνης ανά L οίνου, με τη βοήθεια πρότυπης καμπύλης κουερσετίνης που παρουσιάζεται στο Γράφημα 3.

Γράφημα 3: Πρότυπη καμπύλη Κουερσετίνης.

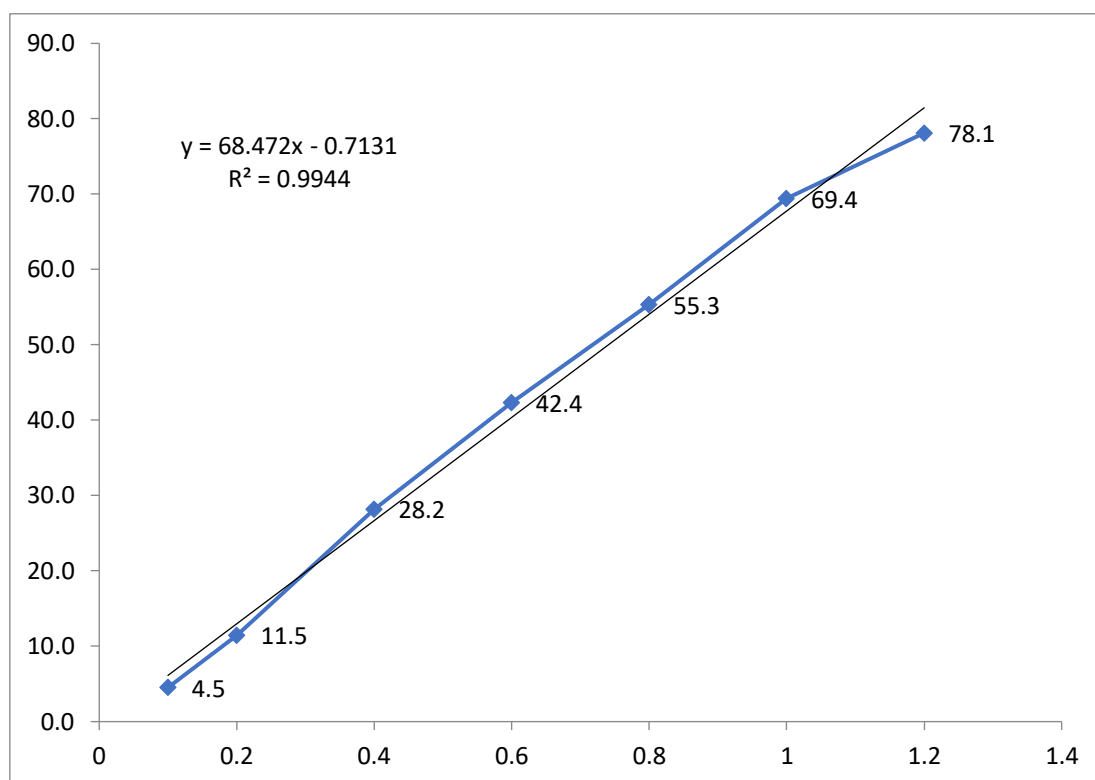


3.7 Προσδιορισμός DPPH

Η μέθοδος βασίζεται στην ικανότητα των αντιοξειδωτικών ουσιών που δεσμεύουν την ελεύθερη ρίζα DPPH. Η δέσμευση αυτής της σταθερής ελεύθερης ρίζας έχει ως αποτέλεσμα την αποχρωμάτιση. Ο προσδιορισμός της DPPH έγινε με βάση τους Olga S. Arvaniti et al., 2019. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται ως mg

ασκορβικού οξέος ανά L οίνου, με τη βοήθεια της πρότυπης καμπύλης ασκορβικού οξέος, που παρουσιάζεται στο Γράφημα 4.

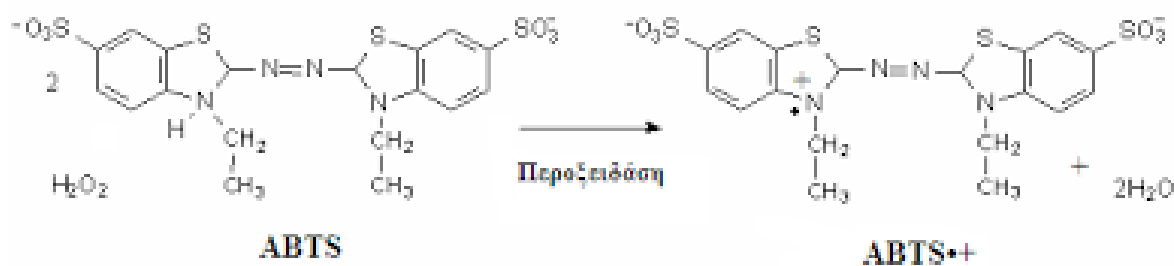
Γράφημα 4: Πρότυπη καμπύλη Ασκορβικού οξέος.



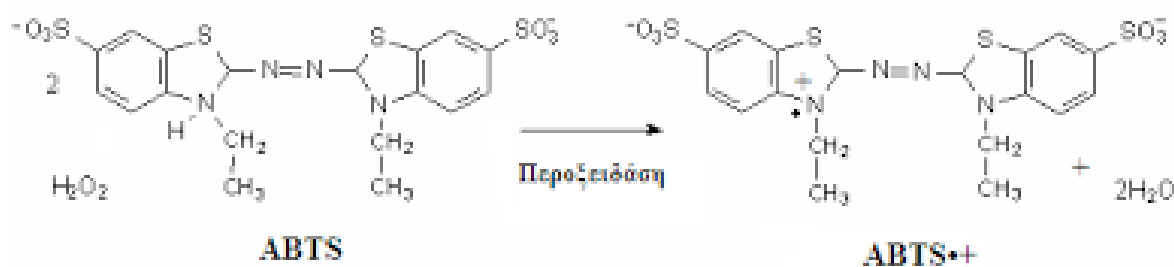
3.8 Προσδιορισμός ABTS

Η μέθοδος βασίζεται στην ικανότητα των αντιοξειδωτικών ουσιών να αντιδρούν με τη ρίζα $ABTS^+$, η οποία έχει μπλε χρώμα και παρουσιάζει χαρακτηριστικό φάσμα απορρόφησης με μέγιστη τιμή τα 734nm, προκαλώντας έτσι τον αποχρωματισμό του διαλύματος αυτής. Ο βαθμός του αποχρωματισμού, ως ποσοστό αναστολής της ρίζας $ABTS^+$, προσδιορίζεται ως μία συνάρτηση της

συγκέντρωσης της αντιοξειδωτικής ουσίας και του χρόνου της επώασης. Η ρίζα ABTS^+ παράγεται με οξείδωση του αντιδραστηρίου 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid) (ABTS) από το υπερθειικό κάλιο ($\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$).



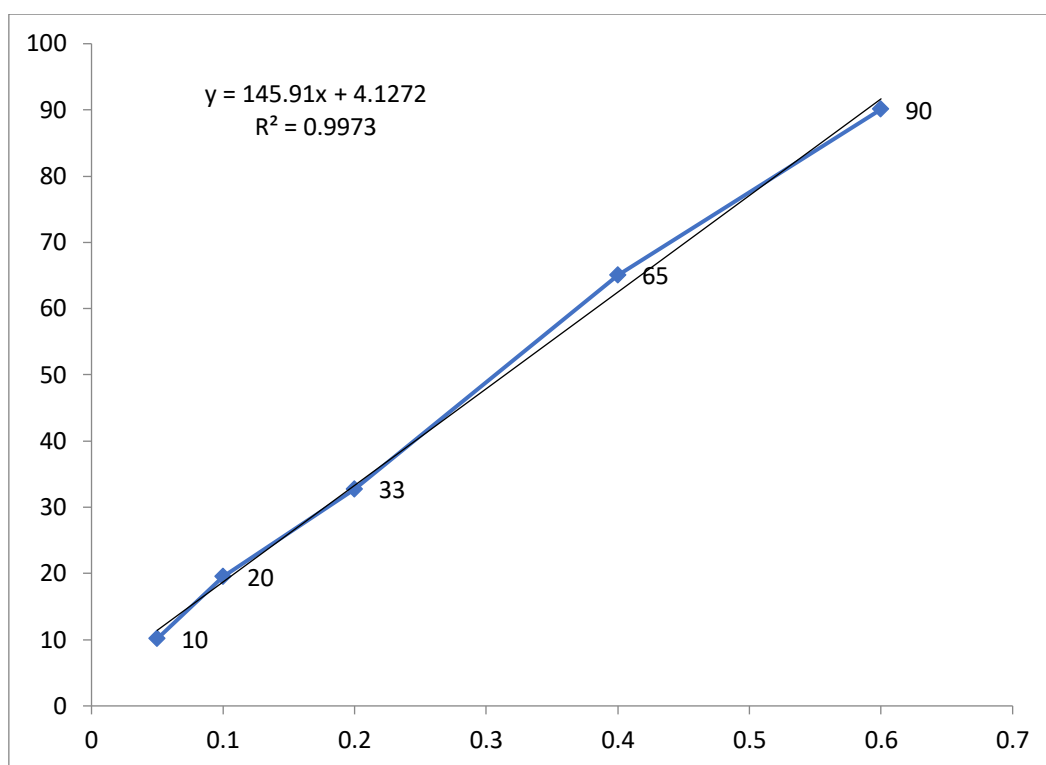
Παραγωγή της ρίζας ABTS^+



Αντίδραση με το αντιοξειδωτικό

Ο προσδιορισμός της ABTS έγινε σύμφωνα με τους Olga S. Arvaniti et al., 2019. Τα αποτελέσματα εκφράστηκαν ως mg Trolox ανά L οίνου, με τη βοήθεια πρότυπης καμπύλης Trolox η οποία παρουσιάζεται στο Γράφημα 5.

Γράφημα 5: Πρότυπη καμπύλη Trolox.



3.9 Προσδιορισμός φυσικοχημικών παραμέτρων με τη χρήση FTIR

Με τη χρήση του αυτόματου αναλυτή οίνου, Bachus 3 TDIF (FT-IR UV/Vis) προσδιορίστηκαν ο αλκοολικός τίτλος, το pH η ολική οξύτητα, η πτητική οξύτητα, , το χρώμα, η πυκνότητα και τα ολικά φαινολικά των εξεταζόμενων δειγμάτων. . Πρόκειται για μία μέθοδο ταχείας ανάλυσης των δειγμάτων με υψηλή ευαισθησία η οποία στηρίζεται στις αρχές της Φασματοσκοπίας Υπερύθρου με μετασχηματισμό κατά Fourier (Fourier Transform - Infrared spectroscopy, FT-IR) και υπεριώδους (UV). Η φασματοσκοπία υπερύθρου (Infrared spectroscopy, IR) είναι μία από τις πιο σημαντικές και ευρέως χρησιμοποιούμενες φασματοσκοπικές τεχνικές. Τα εξεταζόμενα δείγματα αναλύονται χωρίς προεργασία. Το δείγμα προς ανάλυση

προστίθεται σε γυάλινο δοκιμαστικό σωλήνα των 10 mL και ακολουθεί η ανάλυση τους σύμφωνα με τους Olga S. Arvaniti et al., 2019.

3.10 Προσδιορισμός φαινολικών ενώσεων με τη χρήση HPLC

Για τον ποιοτικό και ποσοτικό προσδιορισμό των ποιοτικών και ποσοτικών αναλύσεων μεμονωμένων φαινολικών ενώσεων χρησιμοποιήθηκε ένα χρωματογραφικό σύστημα Agilent (Technologies) 1260 (HPLC). Οι μεμβράνες φίλτρου Sterile MILLEX®-SV (5,0 μm Millipore, Bedford, USA) χρησιμοποιήθηκαν για τη διήθηση των δειγμάτων οίνου πριν από την ανάλυση. Το μήκος κύματος ανίχνευσης ήταν 280 nm για το γαλλικό οξύ (Gallic acid), τη κατεχίνη (Catechin), η τυροσόλη (Tyrosol), 320 nm για τη ρεσβερατρόλη (Resveratrol), το χλωρογενικό οξύ (Chlorogenic acid) και 365 nm για τη κουερσετίνη (Quercetin). Κάθε δείγμα κρασιού αναλύθηκε τρεις φορές. Ο προσδιορισμός των αποτελεσμάτων και η επεξεργασία τους έγινε με βάση την ερευνητική εργασία Olga S. Arvaniti et al., 2019.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ & ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Συγκρίνοντας τα ποιοτικά χαρακτηριστικά και τη χημική σύνθεση των εξεταζόμενων οίνων, παρατηρείται διαφορά μεταξύ των αποτελεσμάτων, παρόλο που εξετάζουμε την ίδια ποικιλία κρασιού. Είναι γνωστό ότι διάφοροι παράγοντες όπως το έδαφος, το υψόμετρο, οι συνθήκες αποθήκευσης, οι συνθήκες επεξεργασίας του σταφυλιού, η συγκομιδή μπορούν να επηρεάσουν την φυσικοχημική σύνθεση και τις αισθητικές ιδιότητες των οίνων και να συμβάλουν στην τελική ποιότητα του οίνου. Αυτά θα τα παρατηρήσουμε παρακάτω στους πίνακες με τα αποτελέσματα.

4.1 Αποτελέσματα χρώματος

Ένας από τους πιο σημαντικούς παράγοντες στην επιλογή οίνου είναι το χρώμα, καθώς ο καταναλωτής θα προτιμήσει οίνους με ωραίο ελκυστικό χρώμα. Για το λόγο αυτό, είναι ιδιαίτερα σημαντικό να παράγονται οίνοι με ελκυστικό χρώμα, όσο το δυνατόν πιο διαυγείς. Τα χρωματικά αποτελέσματα των δειγμάτων από τις δύο μεθόδους παρουσιάζονται στον Πίνακα 8. Τα αποτελέσματα που πήραμε από το πρώτο πείραμα παρατηρούμε ότι οι τιμές του C κυμαίνονται από 26,79 η μεγαλύτερη έως και 10,56 η μικρότερη. Όσο για το H έχουμε από 103⁰ η μεγαλύτερη έως 96⁰ η μικρότερη. Αντίστοιχα τα αποτελέσματα που πήραμε από το δεύτερο πείραμα με τις τιμές του C κυμαίνονται από 0,27 η μεγαλύτερη έως 0,11 η μικρότερη. Όπως και οι τιμές του H που βρίσκονται από 4,84 η μεγαλύτερη έως 2,86. Με βάση τα αποτελέσματα που πήραμε και από τις δύο μεθόδους, θα παρατηρήσουμε ότι το δείγμα 56R (ορεινή

ποικιλία) δίνει ένα πιο σκούρο χρώμα αποτέλεσμα σε σχέση με το δείγμα 50R (πεδινή ποικιλία) που μας δίνει λίγο πιο ανοιχτό σε χρώμα αποτελέσματα.. Γενικά οι τιμές των δειγμάτων δεν διαφέρουν πολύ μεταξύ τους. Οι όποιες διαφορές δεν γίνονται αντιληπτές με το μάτι.. Όλα τα δείγματα οίνου ήταν καθαρά και διαυγή. Δεν έχουν μεγάλες διαφορές μεταξύ τους ως προς το χρώμα.

Πίνακας 8: Αποτελέσματα χρώματος με την μέθοδο του χρωματόμετρου και φασματοφωτόμετρου.

<i>Κωδικός</i>	<i>C</i>	<i>H (°)</i>	<i>C</i>	<i>H (°)</i>
50R	12,73 ± 0,04	101 ± 0,09	0,11 ± 0,02	3,54 ± 0,46
51R	18,66 ± 0,03	97 ± 0,08	0,20 ± 0,01	3,03 ± 0,15
52R	20,56 ± 0,06	101 ± 0,12	0,17 ± 0,02	4,84 ± 0,53
53R	11,51 ± 0,07	96 ± 0,20	0,12 ± 0,01	2,86 ± 0,19
54R	10,56 ± 0,06	99 ± 0,13	0,11 ± 0,00	3,08 ± 0,37
55R	14,54 ± 0,03	103 ± 0,09	0,12 ± 0,02	4,84 ± 1,28
56R	26,79 ± 0,02	96 ± 0,09	0,27 ± 0,01	3,98 ± 0,35
57R	20,35 ± 0,07	96 ± 0,05	0,22 ± 0,01	2,95 ± 0,15

*Τα αποτελέσματα που μας δίνει το χρωματόμετρο ± SD.

4.2 Αποτελέσματα ολικού και ελεύθερου θειώδη ανυδρίτη

Άλλος ένας παράγοντας που εξετάσαμε στους οίνους είναι τα θειώδη. Τα θειώδη συντηρούν τους οίνους και δεν επιτρέπουν την ανάπτυξη των μικροοργανισμών. Στον Πίνακα 9 παρουσιάζονται οι συγκεντρώσεις του ελεύθερου και ολικού θειώδη ανυδρίτη. Τα αποτελέσματα του ελεύθερου κυμαίνονται από 39 mg/L η μεγαλύτερη έως 3 mg/L η μικρότερη τιμή τους. Ενώ αντίστοιχα τα ολικά κυμαίνονται από 177 mg/L η μεγαλύτερη έως 53 mg/L η μικρότερη. Παρατηρούμε ότι η συγκέντρωση των θειωδών στα δείγματα τα οποία εξετάστηκαν βρίσκονται εντός ορίων. Έχουμε δείγματα με λίγα θειώδη υπάρχει πιθανότητα να προσβληθούν που εύκολα και πιο γρήγορα από μικροοργανισμούς και αντίστοιχα έχουμε και δείγματα με περισσότερα θειώδη. Γενικά όλα τα δείγματα παρουσίαζαν ωραία οσμή και γεύση.

Πίνακας 9: Αποτελέσματα συγκέντρωσης θειώδους ανυδρίτη στους λευκούς οίνους.

<i>Κωδικός</i>	<i>Free SO₂ (mg/L)</i>	<i>Total SO₂ (mg/L)</i>
50R	3 ± 0,6	177 ± 1,4
51R	23 ± 0,6	74 ± 0,0
52R	11 ± 0,6	94 ± 0,7
53R	7 ± 0,6	53 ± 2,8
54R	15 ± 0,0	72 ± 2,8
55R	39 ± 0,0	95 ± 4,2
56R	6 ± 0,0	73 ± 0,7
57R	3 ± 0,6	119 ± 2,1

*Τα αποτελέσματα εκφράζονται σε mg/L ± SD του κάθε δείγματος.

4.3 Αποτελέσματα αντιοξειδωτικών και πολυφαινολών

Στο πειραματικό κομμάτι εξετάσαμε κάποια αντιοξειδωτικά και πολυφαινολικά που υπάρχουν στους οίνους. Όπως γνωρίζουμε, τα αντιοξειδωτικά καθυστερούν σημαντικά ή αναστέλλουν την οξείδωση των οίνων (Τσακίρης Α., 2020). Όλα τα αποτελέσματα των αντιοξειδωτικών βρίσκονται στον παρακάτω Πίνακα 10. Τα αποτελέσματα των αντιοξειδωτικών βρέθηκαν με την βοήθεια διαφόρων φωτομετρικών οργάνων όπως το φασματοφωτόμετρο και το φωτόμετρο ELISA. Η ποσότητα των ολικών φαινολικών (TP) κυμαίνεται από $443 \pm 0,00$ mg/L Gallic Acid έως και $266 \pm 0,00$ mg/L Gallic Acid. Η ποσότητα των ολικών φλαβονοειδών (TF) κυμαίνεται από $423 \pm 0,00$ mg/L Quercetin έως και $210 \pm 0,00$ mg/L Quercetin. Η ποσότητα σε ABTS κυμαίνεται από $1,47 \pm 0,02$ mg/L Trolox έως και $0,87 \pm 0,01$ mg/L Trolox. Η ποσότητα σε DPPH κυμαίνεται από $2,18 \pm 0,00$ mg/L Ascorbic Acid έως και $1,25 \pm 0,01$ mg/L Ascorbic Acid. Η ποσότητα σε γλουταθειόνη κυμαίνεται από $1225 \pm 0,00$ mg/L Glutathione έως και $329 \pm 0,00$ mg/L Glutathione. Σε όλα τα πειράματα υπάρχει μια συσχέτιση ως προς τα δείγματα. Με βάση τα αποτελέσματα που πήραμε από τις μεθόδους, παρατηρούμε ότι το δείγμα 56R (ορεινή ποικιλία), δίνει σχεδόν τα διπλάσια αποτελέσματα σε σχέση με το δείγμα 50R (πεδινή ποικιλία). Ενώ στη μέθοδο τις γλουταθειόνης παρατηρούμε ότι το δείγμα 50R (πεδινή ποικιλία), δίνει σχεδόν διπλάσια αποτελέσματα σε σχέση με τα υπόλοιπα δείγματα. Αυτό διαβεβαιώνει και τον λόγο οπού το χρώμα από το ίδιο δείγμα εμφανίζεται πιο ανοιχτόχρωμο σε σχέση με τα υπόλοιπα.

Πίνακας 10: Συγκεντρώσεις αντιοξειδωτικών

Κωδικός	Total Phenols (mg/L)	Total Flavonoids (mg/L)	ABTS (mg/L)	DPPH (mg/L)	Γλουταθειόνη (mg/L)
50R	266 ± 0,00	210 ± 0,00	0,87 ± 0,01	1,25 ± 0,01	1225 ± 0,00
51R	290 ± 0,00	241 ± 0,00	1,40 ± 0,02	1,60 ± 0,00	440 ± 0,00
52R	294 ± 0,00	216 ± 0,00	1,29 ± 0,02	1,66 ± 0,00	527 ± 0,01
53R	270 ± 0,00	289 ± 0,01	1,03 ± 0,00	1,57 ± 0,02	329 ± 0,00
54R	298 ± 0,00	338 ± 0,00	1,41 ± 0,02	1,92 ± 0,02	457 ± 0,00
55R	369 ± 0,00	282 ± 0,00	1,23 ± 0,01	1,37 ± 0,01	426 ± 0,01
56R	443 ± 0,00	423 ± 0,00	1,47 ± 0,01	2,18 ± 0,00	364 ± 0,00
57R	325 ± 0,00	276 ± 0,01	1,08 ± 0,02	1,70 ± 0,02	659 ± 0,01

4.4 Ποιοτικά ποσοτικά χαρακτηριστικά φαινολικών ενώσεων με τη χρήση HPLC

Ο προσδιορισμός των ποιοτικών και ποσοτικών χαρακτηριστικών των φαινολικών ενώσεων στα δείγματα μας, πραγματοποιήθηκε με το όργανο υγρής χρωματογραφίας υψηλής απόδοσης (HPLC). Τα αποτελέσματα του οργάνου αυτού παρουσιάζονται στον Πίνακα 11. Όπως παρατηρούμε, η ρεσβερατρόλη (Resveratrol) και η κουερσετίνη (Quercetin) δεν δίνουν ανιχνεύονται σε κανένα από τα δείγματα οίνου. Η τυροσόλη (Tyrosol), εκτός από ένα δείγμα στο οποίο δεν ανιχνεύεται, στα υπόλοιπα δίνει τιμές από $568 \pm 33,5$ έως $192 \pm 33,3$ mM Tyrosol. Το γαλλικό οξύ (Gallic Acid), ανιχνεύεται σε τρία από τα οκτώ εκτός από πέντε δείγματα, με τιμές από $58 \pm 4,6$ έως $10 \pm 2,1$ mM Gallic Acid. Η κατεχίνη (Catechin), δεν ανιχνεύεται σε δύο

δείγματα, και παρουσιάζει τιμές από $91 \pm 7,1$ έως $44 \pm 22,8$ mM Catechin. Το χλωρογενικό οξύ (Chlorogenic Acid) ανιχνεύεται σε όλα τα δείγματα και δίνει τιμές από $29 \pm 0,1$ έως $17 \pm 0,3$ mM Chlorogenic Acid. Παρατηρούμε ότι οι περισσότεροι οίνοι έχουν τυροσόλη σε υψηλή συγκέντρωση, κατεχίνη και χλωρογενικό οξύ σε μικρότερη συγκέντρωση και κάποιο περιέχουν και γαλλικό οξύ σε μικρή ποσότητα. Αντίθετα, ρεσβερατρόλη και κουερσετίνη δεν ανιχνεύονται σε κανένα δείγμα.

Πίνακας 11: Αποτελέσματα μεμονωμένων φαινολικών ενώσεων που μελετάμε.

<i>Chemicals</i> <i>Samples</i>	<i>Gallic acid</i>	<i>Tyrosol</i>	<i>Catechin</i>	<i>Chlorogenic acid</i>	<i>Resveratrol</i>	<i>Quercetin</i>
50R	n.d.	$548 \pm 38,7$	$62 \pm 13,8$	$17 \pm 0,3$	n.d.	n.d.
51R	n.d.	$355 \pm 46,6$	$84 \pm 41,9$	$17 \pm 0,4$	n.d.	n.d.
52R	$46 \pm 8,8$	n.d.	$88 \pm 24,0$	$25 \pm 2,1$	n.d.	n.d.
53R	$10 \pm 2,1$	$360 \pm 57,6$	$91 \pm 7,1$	$23 \pm 1,1$	n.d.	n.d.
54R	n.d.	$368 \pm 79,4$	n.d.	$23 \pm 0,9$	n.d.	n.d.
55R	n.d.	$568 \pm 33,5$	n.d.	$19 \pm 7,9$	n.d.	n.d.
56R	n.d.	$445 \pm 53,9$	$66 \pm 17,1$	$29 \pm 0,1$	n.d.	n.d.
57R	$58 \pm 4,6$	$192 \pm 33,3$	$44 \pm 22,8$	$27 \pm 0,2$	n.d.	n.d.

4.5 Αξιολόγηση αποτελεσμάτων FTIR

Εκτός από τις παραπάνω αναλύσεις, έγιναν αναλύσεις αλκοολικού βαθμού, pH, ολικής οξύτητας, πτητικής οξύτητας, θειωδών, χρώματος, πυκνότητας και ολικών φαινολικών με τον αυτόματο αναλυτή οίνου, Bachus 3 FTIR. Οι τιμές που λήφθηκαν για το χρώμα είναι από $0,333 \pm 0,15$ δείγμα 56R (ορεινή ποικιλία) έως $0,140 \pm 0,02$ δείγμα 50R (πεδινή ποικιλία). Οι τιμές που λαμβάνουμε για τα ολικά φαινολικά κυμαίνονται από $647 \pm 5,77$ 52R (ορεινή ποικιλία) έως $260 \pm 0,00$ δείγμα 50R (πεδινή ποικιλία). Οι τιμές του αλκοολικού βαθμού κυμαίνονται από $13,01 \pm 0,03$ δείγμα 51R (ορεινή ποικιλία) έως $10,07 \pm 0,04$ δείγμα 56R (ορεινή ποικιλία). Οι τιμές του pH είναι από $3,47 \pm 0,01$ δείγμα 51R (ορεινή ποικιλία) έως $2,96 \pm 0,00$ δείγμα 55R (ορεινή ποικιλία). Οι τιμές που παίρνουμε για την ολική οξύτητα είναι από $8,53 \pm 0,06$ δείγμα 56R (ορεινή ποικιλία) έως $3,83 \pm 0,06$ δείγμα 51R (ορεινή ποικιλία). Οι τιμές που παίρνουμε για την πτητική οξύτητα είναι από $2,10 \pm 0,02$ δείγμα 56R (ορεινή ποικιλία) έως $0,14 \pm 0,001$ δείγμα 50R (πεδινή ποικιλία). Οι τιμές που παίρνουμε από τα θειώδη είναι $108 \pm 9,45$ δείγμα 50R (πεδινή ποικιλία) έως $44 \pm 6,51$ δείγμα 54R (πεδινή ποικιλία). Όπως παρατηρούμε και εδώ, τα κρασιά από ορεινή ποικιλία δίνουν στις περισσότερες αναλύσεις πολλά μεγαλύτερα αποτελέσματα (Πίνακας 12).

Πίνακας 12: Διάφορα αποτελέσματα λευκών οίνων που μελετάμε με το όργανο FTIR.

Κωδικός	<i>O.D. 420 nm</i>	<i>O.D. 520 nm</i>	<i>O.D. 620 nm</i>	<i>C</i>	<i>H(°)</i>	<i>Total Polyphenols mg/L</i>
50R	0,12±0,02	0,02±0,00	0,000	0,140±0,02	6,00±0,87	260±0,00
51R	0,16±0,03	0,02±0,02	0,000	0,180±0,04	8,58±4,82	300±0,00
52R	0,22±0,02	0,04±0,01	0,003±0,01	0,260±0,03	5,61±1,14	647±5,77
53R	0,15±0,03	0,03±0,02	0,003±0,01	0,180±0,05	5,53±1,75	307±5,77
54R	0,20±0,02	0,05±0,01	0,003±0,01	0,247±0,03	4,23±0,25	330±0,00
55R	0,22±0,03	0,04±0,01	0,007±0,01	0,270±0,04	5,24±0,95	360±0,00
56R	0,28±0,11	0,05±0,03	0,003±0,01	0,333±0,15	5,78±1,55	417±5,77
57R	0,15±0,01	0,04±0,01	0,007±0,01	0,197±0,02	4,25±0,66	390±0,00
Κωδικός	<i>Alcohol %</i>	<i>pH</i>	<i>Density g/L</i>	<i>Total Acidity g/L</i>	<i>Volatile acidity g/L</i>	<i>Total SO₂ mg/L</i>
50R	11,47±0,03	3,17±0,01	0,99±0,00	6,37±0,06	0,14±0,01	108±9,45
51R	13,01±0,03	3,47±0,01	0,99±0,00	3,83±0,06	0,42±0,00	49±1,53
52R	11,53±0,01	3,45±0,01	0,99±0,00	4,73±0,06	0,29±0,01	66±4,16
53R	12,43±0,02	3,22±0,01	0,99±0,00	5,03±0,06	0,22±0,01	45±3,46
54R	11,99±0,05	3,23±0,01	0,99±0,00	5,30±0,00	0,27±0,00	44±6,51
55R	11,77±0,01	2,96±0,00	0,99±0,00	7,40±0,00	0,26±0,01	48±4,04
56R	10,07±0,04	3,13±0,02	0,99±0,00	8,53±0,06	2,10±0,02	47±5,57
57R	12,10±0,01	3,35±0,01	0,99±0,00	4,90±0,00	0,33±0,01	97±3,21

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Ο οίνος είναι ένα προϊόν το οποίο, ο κάθε καταναλωτής μπορεί να το προσεγγίσει στην καθημερινότητα του. Πρόκειται για ένα προϊόν το οποίο χρησιμοποιείται με διάφορους τρόπους. Στο χώρο του εμπορίου ο οίνος διαφέρει ως προς το είδος του, τη ποικιλία, το χρώμα, τη γεύση, κ.α. Εμείς, με τη παραπάνω μελέτη, αποφασίσαμε να εξετάσουμε μια συγκεκριμένη ποικιλία οίνου που είναι ΠΟΠ στη Κεφαλλονιά και να ελέγξουμε αν υπάρχουν διαφορές στους οίνους που ανήκουν στην ίδια ποικιλία αλλά προέρχονται από αμπελώνες σε διαφορετικών υψομέτρων. Η παρούσα εργασία, έχει ως στόχο την εξέταση των φυσικοχημικών και των αντιοξειδωτικών ιδιοτήτων δειγμάτων του οίνου ρομπόλα τα οποία προέρχονται από αμπελώνες διαφορετικών υψομέτρων. .

Συνοψίζοντας τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης, σε ό,τι αφορά τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά προέκυψε ότι:

- Τα δείγματα οίνων της ποικιλίας ρομπόλα τα οποία προέρχονται από αμπελώνες σε μεγάλο υψόμετρο παρουσιάζουν υψηλότερη συγκέντρωση αντιοξειδωτικών και φυσικοχημικών ιδιοτήτων σε σχέση με τους οίνους πεδινής ποικιλίας.
- Οι οίνοι με υψηλότερη συγκέντρωση γλουταθειόνης είναι πιο ανοιχτόχρωμοι από τους οίνους με λιγότεροι γλουταθειόνη. Πιθανόν η γλουταθειόνη να εμποδίζει την αμαύρωση των λευκών οίνων
- Οι οίνοι με περισσότερα θειώδη προσβάλλονται πιο δύσκολα από τους μικροοργανισμούς σε σχέση τους οίνους με λιγότερα θειώδη.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική Βιβλιογραφία:

1. Αντώνιος Δ. Μαργιωτούδης, 2019, Αξιολόγηση του οινολογικού δυναμικού ορισμένων ελληνικών ποικιλιών αμπέλου (*Vitis Vinifera* L.), Μεταπτυχιακή διατριβή, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο, Τμήμα Επιστήμης τροφίμων και διατροφής του ανθρώπου, Αθήνα.
2. Καββαδά Ευσταθία, 2013, Αντιοξειδωτικό περιεχόμενο και αντιοξειδωτική δράση ελληνικών λευκών κρασιών, Πτυχιακή εργασία, Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Καλαμάτας, Τμήμα Τεχνολογίας Γεωργικών Προϊόντων, Καλαμάτα.
3. Καλαθάρα, Κ., (2008), Μελέτη αντιοξειδωτικής/ αντιφλεγμονώδους δράσης εκχυλισμάτων ερυθρού και λευκού οίνου, Πτυχιακή εργασία, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Τμήμα Δικαιολογίας -Διατροφής, Αθήνα.
4. Καραγεωργάκη Νικόλαου, 2012, Μεσογειακή Διατροφή & Νέες Μορφές Τουρισμού, Πτυχιακή Εργασία, Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Κρήτης, Τμήμα Τουριστικών Επιχειρήσεων, Ηράκλειο.
5. Μαριλένα Θ. Παναγοπούλου, 2017, Μελέτη βελτίωσης ποιοτικών & οργανοληπτικών χαρακτηριστικών οίνου από σταφύλια της ποικιλίας Μοσχοφίλερο, Μεταπτυχιακή Διατριβή, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο, Τμήμα Φυτικής Παραγωγής, Αθήνα.
6. Μαστοράκου – Σκλαβούνου Γερανίου II, 1927, Το αμπέλι, η σταφίδα και η σουλτανίνα, Εκδόσεις Ελληνικής Γεωργικής Εταιρείας, Αθήνα.
7. Πατρινός Α. Σωτήριος, 2016, Επίδραση προσθήκης γλουταθειόνης στα ποιοτικά χαρακτηριστικά λευκού οίνου, Μεταπτυχιακή Διατριβή, Γεωπονικό

Πανεπιστήμιο, Τμήμα Επιστήμης Τροφίμων & Διατροφής Του Ανθρώπου & Φυτικής Παραγωγής, Αθήνα.

8. Πισπίλης Σ., (2007), Αντιοξειδωτικά στα τρόφιμα, διαθέσιμο στο διαδίκτυο: <http://www.foodtoday.gr/articlesFolder/articles2007/antiokseidotik>.
9. Σουφλέρος, Η. Ε., 1997^α, Οινολογία Επιστήμης & Τεχνολογίας, Τόμος 1, Τυπογραφείο Παπαγεωργίου, Θεσσαλονίκη.
10. Τσακίρης Αντώνιος, 2020, Τα αντιοξειδωτικά του κρασιού. Προσδιορισμός αντιοξειδωτικής ικανότητας κρητικών κρασιών, Πτυχιακή Εργασία, Ελληνικό Μεσογειακό Πανεπιστήμιο, Τμήμα Επιστήμων Διατροφής & Διαιτολογία, Σητεία.
11. Τσέτουρας Π., 2008, Οινοτεχνία – Η επιστήμη του κρασιού στην πράξη ISO 22000, Β' Έκδοση, Εκδόσεις Α. Σταμούλης, 36-38,50-54.
12. Χατζής Ε., MSc Γεωπόνος, Μέτρηση χρώματος – Χρωματομετρία.

Ξένη Βιβλιογραφία

1. Biancalana A., 2006, Making Wine: Sulfur Dioxide, Internet magazine Di Wine Taste, 11 (47): 1-2.
2. Di Costo A., 2006, E220 E221 E222 E223 E226 E228 Sono additivi conservanti conosciuti come Solfiti, anidride solforosa. Cosa sono, in quali alimenti si trovano e quanti realmente ne mangiamo, [online] available from: <http://www.naturopataonline.org/articoli/32-inquinamento-e-salute/685-e220-e221-e222-e223-e226-e228-sono-additivi-conservanti-conosciuti-come-solfiti-anidride-solforosa-cosa-sono-in-quali-alimenti-si-trovano-e> [accessed 15 March 2011].

3. Ertan Anli, R., Vural, N., & Kizilet, E., 2008. An alternative method for the determination of some of the antioxidant phenolics in varietal Turkish red wines, *J. Inst. Brew.*, 114,239-245.
4. Freedman B. J., 1980, Sulfur dioxide in foods and beverages: its use as a preservative and its effect on asthma, *British Journal of Diseases of the Chest*, 74 (2): 128-134.
5. Goode J., 2005, *The Science of Wine: From Vine to Glass*, University of California Press, 1, 95, 115-117.
6. Harborne, J. B., 1989. Plant phenolics in “Methods in plant biochemistry”, Dey, P.M., & Harborne, J.B., (Eds.), Academic Press, London, Ch. 1,1-27.
7. Hasenberg L., 2008, Sulfur Dioxide, *DECHEMS e.V.*, 6-9.
8. Henderson P., 2009, Sulfur Dioxide, Science behind this anti-microbial, antioxidant, wine additive, *Practical Winery & Vineyard Journal*, Winter Edition, 1-6.
9. Iland P., 2000, Techniques for chemical analysis and quality monitoring during winemaking, *Campbelltown S. Aust: Patrick Iland Wine Promotions*, 26, 64-67, 70-83, 98-100.
10. Kontogeorgos, N., Roussis, I.G., 2014. Research Note: Total Free Sulphydryls of Several White and Red Wines, *S. Afr. J. Enol. Vitic.*, Vol. 35, No. 1.
11. Olga S. A., Panagiotis M., Ioannis S., Endrysa D., Yiannis S., 2019. The physicochemical properties and antioxidant capacities of commercial and homemade Greek vinegars, *Acta Sci. Pol. Technol. Aliment.* 18(3), 225-234.
12. Paixão, N., Pereira, V., Marques, J. C., Câmara, J. S., 2008. Quantification of polyphenols with potential antioxidant properties in wines using reverse phase HPLC, *J. Sep. Sci.*, 31, 2189-2198.

13. Peynaud E. & Blouin J., 1996. The Taste of Wine: The Art Science of Wine Appreciation. West Sussex-UK: John Wiley and Sons Ltd.
14. Pietta, P.G., 2000. Flavonoids as antioxidants, J. Nat. Prod., 63, 1035-1042.
15. Ribéreau-Gayon, P., Glories, Y., Maujean, A., Dubourdieu, D., 2006b. Handbook of enology, Volume 2: The chemistry of wine and stabilization and treatments, John Wiley & Sons, Ltd, The Atrium, Southern Gate, Chichester, West Sussex, England.
16. Shahidi, F., Wanasundara, P. K., 1992. Phenolic antioxidants, Crit. Rev. Food Sci. Nutr., 32, 67-103.
17. Wikipedia, 2012, Sulfur dioxide- image, [online] available from: http://en.wikipedia.org/wiki/Sulfur_dioxide [accessed 20 November 2012]
18. Wilderandt, H. L. & Singleton, V. L., 1974. The production of aldehydes as a result of oxidation of polyphenolic compounds and its relation to wine aging. American Journal of Enology and Viticulture, 25, 119-126.

