



ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

**ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ
ΑΝΘΡΩΠΟΥ**

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΥΤΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΤΡΟΦΗ: ΓΑΛΑΚΤΟΚΟΜΙΑ-
ΟΙΝΟΛΟΓΙΑ»**

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΟΙΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΜΕΤΑΠΥΤΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

**ΜΕΛΕΤΗ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΠΑΡΑΛΛΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ
ΑΜΠΕΛΟΤΕΜΑΧΙΟΥ ΣΕ ΟΙΝΟΥΣ ΠΟΙΚΙΛΙΑΣ ΑΓΙΩΡΓΙΤΙΚΟ ΑΠΟ
ΤΗ ΖΩΝΗ Π.Ο.Π. ΤΗΣ ΝΕΜΕΑΣ**

ΓΚΟΥΛΙΩΤΗ Γ. ΕΛΛΗ

ΧΗΜΙΚΟΣ

Επιβλέπων καθηγητής: ΚΟΤΣΕΡΙΔΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

ΑΘΗΝΑ 2018

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ ΑΝΘΡΩΠΟΥ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ «ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ
ΤΡΟΦΙΜΩΝ: ΓΑΛΑΚΤΟΚΟΜΙΑ-ΟΙΝΟΛΟΓΙΑ»
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΟΙΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ
ΜΕΛΕΤΗ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΠΑΡΑΛΛΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΑΜΠΕΛΟΤΕΜΑΧΙΟΥ ΣΕ ΟΙΝΟΥΣ
ΠΟΙΚΙΛΙΑΣ ΑΓΙΩΡΓΙΤΙΚΟ ΑΠΟ ΤΗ ΖΩΝΗ Π.Ο.Π. ΤΗΣ ΝΕΜΕΑΣ

STUDY OF EFFECT OF VINYARD VARIABILITY IN AGIORGITIKO
WINES FROM NEMEA'S PDO ZONE

ΓΚΟΥΛΙΩΤΗ Γ. ΕΛΛΗ
ΧΗΜΙΚΟΣ

Επιβλέπων καθηγητής: Κοτσερίδης Γεώργιος

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή:

Κοτσερίδης Γεώργιος Αναπληρωτής Καθηγητής Οινολογίας, Τμήματος Επιστήμης Τροφίμων και Διατροφής του Ανθρώπου, του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών

Καλλίθρακα Σταματίνα Αναπληρώτρια Καθηγήτρια Οινολογίας, Τμήματος Επιστήμης Τροφίμων και Διατροφής του Ανθρώπου, του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών

Καλύβας Διονύσιος Αναπληρωτής Καθηγητής Εδαφολογίας και Γεωργικής Χημείας, Τμήματος Αξιοποίησης Φυσικών Πόρων και Γεωργικής Μηχανικής του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών

Περίληψη

Ο σκοπός της παρούσας διπλωματικής μελέτης αφορά την διερεύνηση και ανάδειξη διαφορών των παραγόμενων οίνων από 35 διαφορετικούς αμπελώνες που ανήκουν στην αμπελουργική ζώνη Π.Ο.Π. της Νεμέας. Η μελέτη της μεταβλητότητας αφορά τόσο το φαινολικό όσο και το αρωματικό προφίλ των οίνων. Η καλλιεργούμενη ποικιλία είναι το Αγιωργίτικο (*Vitis vinifera* L.).

Οι αμπελώνες που μελετήθηκαν βρίσκονται στις περιοχές Ασπρόκαμπος, Γυμνό, Νεμέα, Αρχαία Νεμέα, Κούτσι, Αρχαίες Κλεωνές, Μαλαντρένι, Ψάρι και Λεόντιο. Παρουσιάζουν διαφορές τόσο ως προς το υψόμετρο, όσο και ως προς το υποκείμενο. Στα πλαίσια της παρούσας μελέτης τα αμπελοτεμάχια ομαδοποιήθηκαν σε τρεις υποζώνες με βάση το υψόμετρό τους. Υιοθετήθηκε ο διαχωρισμός που εφαρμόζεται στην σχετική νομοθεσία που αφορά την ζώνη Π.Ο.Π. και περιλαμβάνει μια πεδινή υποζώνη (υψόμετρο<320m), μια ημιορεινή (321m<υψόμετρο>550m) και μια ορεινή (υψόμετρο>551m).

Από κάθε ένα αμπελώνα συλλέχθηκαν σταφυλές με βάση κοινό πρωτόκολλο δειγματοληψίας και στη συνέχεια πραγματοποιήθηκαν διπλές οινοποιήσεις, για κάθε αμπελοτεμάχιο, με βάση επίσης κοινό πρωτόκολλο οινοποίησης. Στους οίνους που παρήχθησαν πραγματοποιήθηκαν όλες οι κλασικές αναλύσεις (pH, ολική και πτητική οξύτητα, αλκοολικός τίτλος και συγκέντρωση αναγόντων σακχάρων). Πραγματοποιήθηκαν επίσης μετρήσεις για τον ποσοτικό προσδιορισμό των φαινολικών ουσιών, των ανθοκυανών και των ταννινών. Συγκεκριμένα, πραγματοποιήθηκαν οι αναλύσεις της έντασης και απόχρωσης, προσδιορισμού φαινολικών ουσιών, ολικών ανθοκυανών καθώς και της μέτρηση συμπυκνωμένων ταννινών και ο προσδιορισμός χρωματικών δεικτών. Επιπλέον, προσδιορίστηκε το προφίλ των ανθοκυανών με χρήση υγρής χρωματογραφίας υψηλής απόδοσης (HPLC) και το προφίλ των πτητικών ενώσεων με αέρια χρωματογραφία (GC). Τα αποτελέσματα των αναλύσεων των οίνων συσχετίστηκαν με τα υψομετρικά χαρακτηριστικά των αμπελοτεμαχίων.

Τα συνολικά αποτελέσματα έδειξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των οίνων που προέρχονταν από τις διαφορετικές υποζώνες τόσο ως προς τα φαινολικά, όσο και ως προς τα πτητικά συστατικά του αρώματός τους. Αποδείχθηκε μάλιστα, ότι οι υψομετρικές διαφορές δεν αρκούν για να περιγραφούν πλήρως οι διαφοροποιήσεις

μεταξύ των τριών υποζωνών ως προς την σύστασή τους σε ανθοκυάνες, ολικά φαινολικά και πτητικές ενώσεις.

Λέξεις κλειδιά: ποικιλία Αγιωργίτικο, Νεμέα, ανθοκυάνες, ταννίνες, φαινολικά συστατικά, πτητικές ενώσεις

Abstract

The purpose of this thesis is to investigate and highlight differences in wine produced from 35 different vineyards belonging to the PDO zone of Nemea. The study of variability concerns both the phenolic and aromatic profiles of wines. The cultivated variety is Agiorgitiko (*Vitis vinifera* L.).

Vineyards locate in the areas of Asprokambos, Gymnos, Nemea, Ancient Nemea, Koutsi, Ancient Kleones, Malandreni, Psari and Leontio. They present differences both in altitude and rootstock. In this study, vineyards grouped into three subzones based on their altitude. Adopted the segregation applicable to the relevant PDO legislation and includes a lowland (altitude <320m), a semi-mountainous (321m<altitude <550m) and a mountainous (altitude>551m) subzones.

Grapes were collected from each vineyard on a basis of a common sampling protocol and then was carried out double vilifications for each one based on a common vinification protocol as well. Produced wines produced all the classical analyzes (pH, total and volatile acidity, alcoholic strength and concentration of reducing sugars). Were also made measurements to quantify phenolic substances, anthocyanins and tannins. Specifically, were performed color intensity and hue, determination of phenolic substances, total anthocyanins, concentration of condensed tannins and as well as determination of color parameters. In addition, the profile of anthocyanins was determined using High Performance Liquid Chromatography (HPLC) and the profile of aromatic compounds by Gas Chromatography (GC). The results of the wine analyzes were correlated with the elevation characteristics of the vineyards.

The overall results showed statistically significant differences between the wines derived from the different subzones in terms of their phenolic and aromatic components. Indeed, it has been shown that elevation differences are insufficient to fully describe the differences between the three subzones in their composition in anthocyanins, total phenolic and volatile compounds.

Key-words: cultivar variety Agiorgitiko, Nemea, anthocyanins, tannins, phenolic content, volatile compounds

Ευχαριστίες

Η παρούσα μεταπτυχιακή μελέτη εκπονήθηκε στο Εργαστήριο Οινολογίας του Τμήματος Επιστήμης Τροφίμων και Διατροφής του Ανθρώπου του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών και αποτελεί κομμάτι του ερευνητικού προγράμματος “Χωροχρονικό Παρατηρητήριο Αξιολόγησης Αμπελουργικού και Οινικού Δυναμικού ΟΠΑΠ Νεμέας”.

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω τον αναπληρωτή καθηγητή κ. Κοτσερίδη Γεώργιο που με δέχθηκε στο εργαστήριό του και υπό την επίβλεψή του πραγματοποιήθηκε η παρούσα εργασία. Τον ευχαριστώ για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε για την διεκπεραίωση της παρούσας μελέτης καθώς και τις πολύτιμες συμβουλές που μου παρείχε καθ’ όλη την διάρκεια εκπόνησης της μεταπτυχιακής μου εργασίας. Η καθοδήγησή του ήταν άμεση, πάντα επί του θέματος και καθοριστική.

Επιπλέον θα ήθελα να ευχαριστήσω τα μέλη της τριμελούς επιτροπής, την Αναπληρώτρια Καθηγήτρια Οινολογίας κα. Καλλίθρακα Σταματίνα και τον Αναπληρωτή Καθηγητή Εδαφολογίας κ. Καλύβα Διονύσιο για την πολύτιμη βοήθειά τους κατά τη διάρκεια των σπουδών μου καθώς και τις επιστημονικές συμβουλές τους καθ’ όλη την διάρκεια της παρούσας εργασίας.

Ένα μεγάλο ευχαριστώ θα ήθελα εκφράσω σε όλη την ομάδα του Εργαστηρίου Οινολογίας αλλά και στο κάθε ένα μέλος της ξεχωριστά, για την αμέριστη βοήθεια και συμπαράσταση που μου προσέφεραν καθ’ όλη τη διάρκεια αυτής της μελέτης. Ιδιαίτερα θα ήθελα να αναφερθώ στην κυρία Νίκη Προξενιά για την άμεση ανταπόκρισή της σε κάθε δυσκολία, καθώς και την Υποψήφια Διδάκτωρ κ. Μαρία – Ιωάννα Ξενιά για τις γνώσεις που μου προσέφερε απλόχερα και τις εύστοχες παρατηρήσεις της.

Δεν θα μπορούσα να παραλείψω να ευχαριστήσω τα οινοποιεία: Οινοποιητικός Συνεταιρισμός Νεμέας, Γαία Οινοποιητική, Κτήμα Στροφιλιά, Κτήμα Σκούρα και Οινοποιείο Λαυκιώτη, της ζώνης Π.Ο.Π. της Νεμέας, για την παροχή των πρώτων υλών αλλά και των πληροφοριών που αφορούν τους επιλεγμένους αμπελώνες.

Τέλος ένα πολύ μεγάλο ευχαριστώ στους γονείς μου, Γιώργο και Ολυμπία και την μικρή μου αδελφή, Ελευθερία για την στήριξη, την ενθάρρυνση και την υπομονή τους κάθε στιγμή.

Περιεχόμενα

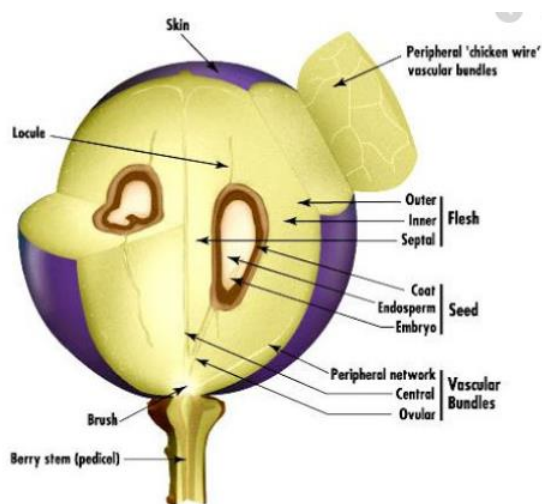
1.Εισαγωγή	9
1.1 Μέρη της ράγας.....	9
1.2 Τα στάδια ωρίμανσης της σταφυλής.....	10
1.3 Φαινολικές ενώσεις	11
1.3.1 Μη φλαβονοειδής ενώσεις	12
1.3.2 Φλαβονοειδής ενώσεις	14
1.3.2.1 Φλαβονόλες	14
1.4 Πτητικές ενώσεις του οίνου	19
1.4.1 Τερπένια	21
1.4.2 Φαινυλ-προπανοειδής ενώσεις	22
1.4.3 Φουρανικά παράγωγα και Φουρανόνες.....	22
1.4.4 Λιπαρά οξέα	23
1.4.5 Εστέρες.....	24
1.4.6 Αλκοόλες	25
1.4.7 Πυραζίνες	26
1.4.8 Πτητικές θειούχες ενώσεις	26
1.5 Επίδραση εδαφοτοποκλιματικών παραγόντων στον οίνο.....	27
1.5.1 Επίδραση των κλιματικών συνθηκών.....	28
1.6 Επίδραση του υποκειμένου στον οίνο.....	32
1.7 Η αμπελουργική ζώνη της ΠΟΠ Νεμέας.....	35
1.8 Ποικιλία Αγιωργίτικο.....	37
1.8.1 Αμπελογραφικά χαρακτηριστικά της ποικιλίας	38
1.8.2 Ιδιότητες και καλλιεργητική συμπεριφορά	38
1.8.3 Το γλεύκος της ποικιλίας.....	39
2.ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	40
2.1 Σχεδιασμός και στόχος του πειράματος.....	40
2.1.1 Πρωτόκολλο συλλογής σταφυλών	42
2.1.2 Πρωτόκολλο οινοποίησης	43
2.2 Αναλύσεις στους οίνους.....	44
2.2.1 Ένταση και Απόχρωση.....	44
2.2.2 Ολικά φαινολικά συστατικά.....	44
2.2.3 Ολικές Ανθοκυάνες	46

2.2.4 Προσδιορισμός ανθοκυανών με υγρή χρωματογραφία υψηλής απόδοσης (HPLC)	46
2.2.5 Χρωματικοί δείκτες Somers	48
2.2.6 Προσδιορισμός ταννινών.....	49
2.2.7 Κλασικές αναλύσεις	51
2.2.8 Ποιοτικός και ποσοτικός προσδιορισμός πτητικών ενώσεων οίνου σε GC/FID	52
4. Αποτελέσματα.....	55
3.1 Κλασικές αναλύσεις	55
3.1.1 Ανάγοντα σάκχαρα.....	55
3.1.2 Αλκοολικός τίτλος.....	56
3.1.2 Πτητική Οξύτητα.....	57
3.1.3 pH και Ολική οξύτητα	57
3.2 Χρωματικά χαρακτηριστικά και ολικές ανθοκυάνες	59
3.2.1 Χρωματικά Χαρακτηριστικά.....	59
3.2.2 Ολικές ανθοκυάνες.....	60
3.3 Χρωματικοί δείκτες Sommers.....	61
3.3 Ανθοκυάνες με υγρή χρωματογραφία υψηλής απόδοσης (HPLC).....	64
3.4 Ολικά φαινολικά συστατικά.....	66
3.4.1 Δείκτης Φαινολικών Ουσιών.....	66
3.4.2 Folin Ciocalteau.....	67
3.5 Συγκέντρωση ταννινών	68
3.6 Πτητικές ενώσεις.....	69
3.6.1 Εστέρες.....	69
3.6.2 Ανώτερες αλκοόλες	72
3.6.3 Πτητικά οξέα	74
3.7 Ανάλυση κυρίων συνιστωσών	76
4.Συμπεράσματα – Συζήτηση	81
5.Βιβλιογραφία	109

1.Εισαγωγή

1.1 Μέρη της ράγας

Η ράγα αποτελεί τον καρπό της αμπέλου και αποτελείται από ομάδες ιστών που περιβάλλουν τα γίγαρτα, τα οποία αποτελούν τα αναπαραγωγικά όργανά της (Ribereau- Gayon P., et al., 1998). Η ράγα από έξω προς τα μέσα περιλαμβάνει τον φλοιό (περικάρπιο), τη σάρκα (μεσοκάρπιο και ενδοκάρπιο) και τα γίγαρτα που περιβάλλονται από το ενδοκάρπιο.



Εικόνα 1 Σχηματική αναπαράσταση μορφολογικής δομής της ράγας, Πηγή: Kennedy, 2002

Ο φλοιός αποτελεί το 10-20% του συνόλου της ράγας. Αποτελείται από την εφυμενίδα, την επιδερμίδα και το υπόδερμα. Η εφυμενίδα αποτελεί το εξωτερικό περίβλημα των κυττάρων της επιδερμίδας και ουσιαστικά πρόκειται για ένα στρώμα από κηρώδεις ουσίες (Κοτσερίδης Γ., 2019) . Η χημική της σύσταση αποτελείται κυρίως από λιπαρά οξέα (Κουράκου-Δραγώνα Σ., 1998). Ο κύριος ρόλος του είναι ο έλεγχος της επιδερμικής διαπνοής, παρεμπόδιση της εξάτμισης του νερού των ραγών και ταυτόχρονα της εισόδου του νερού της βροχής και η συγκράτηση στελεχών ζυμομυκήτων από το φυσικό περιβάλλον. Η επιδερμίδα αποτελείται από μια με δύο στοιβάδες λεπτών πεπλατυσμένων κυττάρων με μεμβράνες παχιές και ανθεκτικές. Περιέχει περισσότερα από τα μισά πτητικά και πρόδρομα πτητικά συστατικά του οίνου, τα οποία συνθέτουν το πρωτογενές άρωμά του. Κάτω από την επιδερμίδα υπάρχουν 6-10 στοιβάδες κυττάρων μεγαλύτερων διαστάσεων, τα οποία αποτελούν το υπόδερμα. Οι 2 με 3 πρώτες από αυτές τις στιβάδες περιέχουν την ολότητα των αθοκυανών της ράγας. Επίσης στην επιδερμίδα εντοπίζονται πλειάδα συστατικών του

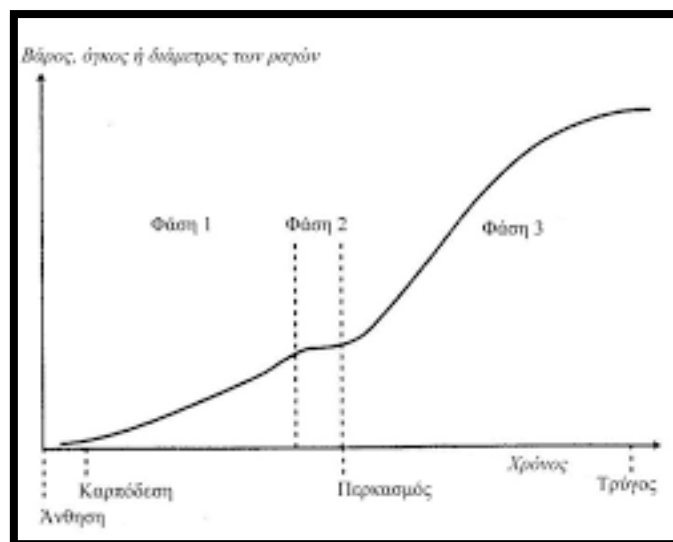
γλεύκους, όπως φλαβονόλες, ταννίνες, αδιάλυτες πηκτίνες, κυτταρίνη και πρωτεΐνες. (Κοτσερίδης Γ., 2019).

Η σάρκα αποτελεί το μεγαλύτερο μέρος της ράγας σε ποσοστό που κυμαίνεται από 74 έως 87%. Αποτελείται από 20 με 25 στοιβάδες πενταγωνικών και εξαγωνικών κυττάρων με πολύ λεπτά τοιχώματα. Το γλεύκος είναι ουσιαστικά η ίδια η σάρκα. Ως εκ τούτου, χημική σύσταση της σάρκας είναι ίδια με εκείνη του γλεύκους, δηλαδή περιέχει ζυμώσιμα σάκχαρα, οργανικά οξέα, αζωτούχες ενώσεις, ανόργανα άλατα και πηκτινικές ύλες (Κουράκου-Δραγώνα Σ., 1998).

Τελευταίο από τα μέρη της ράγας είναι τα γίγαρτα, που περιλαμβάνει και το μικρότερο τμήμα της, μόλις το 3 με 6%. Τα γίγαρτα αποτελούν τα όργανα αναπαραγωγής της αμπέλου. Εξωτερικά περιβάλλονται από το κέλυφος, το οποίο είναι πλούσιο σε ταννίνες, που εκχυλίζονται παρουσία αλκοόλης και μεταφέρονται στον οίνο. Εσωτερικά υπάρχει η σάρκα του, που είναι πλούσια σε έλαια και λιπαρά οξέα με 18 άτομα άνθρακα (Κοτσερίδης Γ., 2019). Κατά τη διάρκεια της οινοποίησης δίνεται ιδιαίτερη προσοχή να μην πραγματοποιηθεί θραύση των γιγάρτων, ώστε να ελευθερωθούν αυτές οι ουσίες στον οίνο γιατί έχουν την ιδιότητα να διασπώνται σε εξανάλεις και να προσδίδουν χορτώδεις οσμές.

1.2 Τα στάδια ωρίμανσης της σταφυλής

Η ανάπτυξη και η ωρίμανση των ραγών της σταφυλής μπορεί να περιγραφεί με σιγμοειδή καμπύλη, που χωρίζεται σε τρεις φάσεις με βάση την αύξηση της διαμέτρου, του βάρους και του όγκου των ραγών.



Εικόνα 2 Στάδια ωρίμανσης της σταφυλής βάσει της διαμέτρου, του όγκου και του βάρους των ραγών. Πηγή: Κοτσερίδης Γ., 2019

Η πρώτη, αρχική φάση διαρκεί από 40 μέχρι 60 ημέρες και είναι η φάση κατά την οποία παρατηρείται έντονη κυτταροδιαίρεση και αύξηση του μεγέθους των κυττάρων. Ξεκινάει δύο εβδομάδες πριν την άνθιση και διαρκεί μέχρι το τέλος αυτής της φάσης. Αποτελεί το λεγόμενο στάδιο της πράσινης, σκληρής ράγας.

Η δεύτερη φάση, είναι η πιο σύντομη, διαρκεί μόλις 7 με 10 ημέρες και σηματοδοτείται από τον περκασμό και την επιβράδυνση της αύξησης. Στις έγχρωμες ποικιλίες εμφανίζεται το χρώμα, ενώ στις λευκές «γυαλίζει» ο φλοιός, η οξύτητα φθάνει στο μέγιστο επίπεδό της και τα γίγαρτα βρίσκονται στη φυσιολογική τους ωριμότητα.

Τρίτη και τελευταία, είναι η φάση που εκτείνεται από την φυσιολογική ωριμότητα έως την τεχνολογική ωριμότητα, και διαρκεί 35 με 55 ημέρες. Το τέλος της σηματοδοτεί ο τρύγος που ποικίλει ανάλογα με την κατάλληλη τεχνολογική ωριμότητα που απαιτείται για την παραγωγή του επιθυμητού προϊόντος. Παρατηρείται αύξηση της ελαστικότητας των ραγών, οι οποίες διογκώνονται από τη συσσώρευση σακχάρων, κατιόντων, αμινοξέων και φαινολικών ουσιών (Κουνδουράς Σ., 2019).

1.3 Φαινολικές ενώσεις

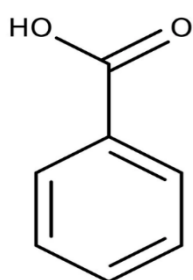
Οι φαινολικές ενώσεις και τα παράγωγά τους αποτελούν σημαντικό κεφάλαιο της οινολογίας, τόσο ως θεωρία, όσο και ως πρακτική, γιατί από αυτές εξαρτάται το χρώμα και οι αποχρώσεις των έγχρωμων οίνων, αλλά και από αυτές καθορίζονται οι ιδιαίτεροι

γευστικοί χαρακτήρες τους. Εξάλλου, οι φαινολικές ενώσεις είναι οι κύριοι υπεύθυνοι για τις θετικές ή αρνητικές μεταβολές της οινικής ποιότητας κατά τη συντήρηση και παλαίωση (Κουράκου-Δραγώνα Σ., 1998). Τα σταφύλια περιέχουν έναν μεγάλο αριθμό δευτερογενών μεταβολιτών με την ομάδα των φαινολικών ενώσεων να είναι η πιο πλούσια, τόσο ποιοτικά, όσο και ποσοτικά. Η σύνθεσή τους επηρεάζεται ιδιαίτερα από την ποικιλία, τις περιβαλλοντικές συνθήκες και τις καλλιεργητικές πρακτικές. Δεν συμβάλλουν μόνο στην ποιότητα του οίνου, αλλά έχουν και ευεργετικές ιδιότητες σε πολλές πτυχές της ανθρώπινης υγείας, μιας και παρουσιάζουν ένα ευρύ φάσμα ιδιοτήτων, όπως αντιαλλεργιογόνες, αντιφλεγμονώδεις, αντιμικροβιακές, και αντιοξειδωτικές. (Flamini R, et al., 3013).

Γενικά ο όρος φαινολικές ενώσεις αναφέρεται στα υδροξυλιωμένα παράγωγα των αρωματικών υδρογονανθράκων, τα οποία περιέχουν ένα ή περισσότερα υδροξύλια σε αντικατάσταση ισάριθμων υδρογόνων συνδεδεμένων με τα άτομα άνθρακα του δακτυλίου (Κουράκου-Δραγώνα Σ., 1998). Οι φαινολικές ενώσεις ανάλογα με τον αριθμό των δακτυλίων φαινόλης που περιέχουν καθώς και τα δομικά στοιχεία που προσδέονται σ' αυτούς τους δακτυλίους διαιρούνται σε διάφορες κατηγορίες (Riberau-Gayon P., et. al., 2006). Τα φαινολικά συστατικά που συναντάμε στους οίνους διακρίνονται σε δύο ευρύτερες κατηγορίες, τις μη φλαβονοειδείς και τις φλαβονοειδείς φαινόλες, εκ των οποίων σημαντικότερη κατά πολύ είναι η δεύτερη.

1.3.1 Μη φλαβονοειδής ενώσεις

Στα μη φλαβονοειδή φαινολικά συστατικά του σταφυλιού και του οίνου περιλαμβάνουν τρεις κύριες ομάδες, τα στυλβένια, τα βενζοϊκά οξέα και τα κινναμωμικά οξέα. Οι τελευταίες δύο ομάδες μπορούν να υπάρχουν και ως υδροξυβενζοϊκά και υδροξυκινναμωμικά οξέα. Τα βενζοϊκά οξέα είναι παρόντα στο



Εικόνα 3 Χημική δομή βενζοϊκού οξέος. Πηγή: www.orgsyn.com

σταφύλι καθώς και στο ξύλο δρυός και κατά τη διάρκεια της παλαίωσης των οίνων σε δρύινα βαρέλια μπορούν να εκχυλιστούν στον οίνο. Γενικά, αυτή η ομάδα ενώσεων υπάρχει στους ερυθρούς οίνους σε συγκεντρώσεις που κυμαίνονται από 60 έως 566 mg / L (Cataldo L., et al., 2019). Η παρουσία αυτού του τύπου ενώσεων στον οίνο οφείλεται στα σταφύλια από τα οποία έχει προέλθει, ή από το ξύλο των βαρελιών όπου ο οίνος αποθηκεύτηκε και

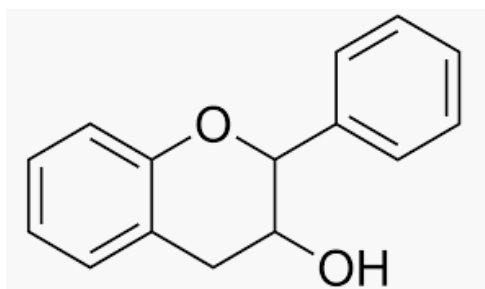
παλαιώσε. Αποδείχθηκε ακόμη ότι οι ερυθροί οίνου περιέχουν περισσότερα φαινολικά παράγωγα αυτή της κατηγορίας από ότι οι λευκοί οίνοι. Πολλά από τα φαινολικά οξέα έχουν αντισηπτική και αντιβακτηριακή δράση. Ασφαλώς, στις ποσότητες που απαντούν στις σταφυλές δεν θεωρείται ότι επεμβαίνουν στην οινοποιητική τεχνική, όμως συγκαταλέγονται στους παρεμποδιστές ανάπτυξης των βακτηρίων. Είναι επίσης γνωστό ότι πολλά φαινολικά οξέα και τα παράγωγά τους έχουν ευχάριστες χαρακτηριστικές οσμές, όπως η γουαϊακόλη, η βανιλίνη, η ευγενόλη, κ.α. Μια από τις πολύ σημαντικές ιδιότητες των φαινολοξέων είναι η ευκολία με την οποία οξειδώνονται τουλάχιστον αυτά που έχουν δύο φαινολικά -OH σε ο-θέση, όπως το γαλλικό και το καφεϊκό οξύ (Κουράκου-Δραγώνα Σ., 1998). Τα υδροξυβενζοϊκά οξέα (HBAs) είναι φαινολικοί μεταβολίτες με γενική δομή C6-C1. Στον ερυθρό οίνο, τα πιο άφθονα HBAs είναι τα οξέα p-υδροξυβενζοϊκό, γαλλικό, βανιλικό, χλωρογενικό, συριγγικό, σαλικυλικό και πρωτοκατεχινικό οξύ (Cataldo L., et al., 2019). Τα διάφορα οξέα διαφοροποιούνται λόγω της υποκατάστασης του βενζοϊκού δακτυλίου τους. Στα σταφύλια, υπάρχουν κυρίως ως γλυκοζυλιωμένα παράγωγα, από τα οποία απελευθερώνονται με όξινη υδρόλυση, και σε εστεροποιημένες μορφές (με γαλλικές και ελλαγικές ταννίνες), από τις οποίες απελευθερώνονται με αλκαλική υδρόλυση. Οι ελεύθερες μορφές είναι πιο διαδεδομένες, κυρίως στο κόκκινο κρασί (Riberau-Gayon P., et al., 2006). Αρκετά κινναμωμικά οξέα (C6-C3) υπάρχουν τόσο στα σταφύλια όσο και στους οίνους. Τα καυταρικά, κουμαρικά και φερούλικά οξέα είναι μερικές από τις σημαντικότερες ενώσεις αυτής της υποκατηγορίας. Έχουν ταυτοποιηθεί σε μικρές ποσότητες σε ελεύθερη μορφή, αλλά είναι κυρίως εστεροποιημένα με τρυγικό οξύ (Ribereau-Gayon P., et al., 2006). Η ποσότητα των υδροξυκινναμικών οξέων σε ερυθρούς οίνους βρέθηκε να κυμαίνεται από 60 έως 334 mg / L (Cataldo L. et al., 2019). Τα φαινολικά οξέα είναι άχρωμα σε αραιό αλκοολικό διάλυμα, όπως ο οίνος αλλά ενδέχεται να καταστούν κίτρινα λόγω οξειδωσης. Από οργανοληπτική άποψη, αυτές οι ενώσεις δεν έχουν ιδιαίτερη οσμή στόματος ή μύτης. Είναι ωστόσο, πρόδρομοι των πτητικών φαινολών που παράγονται από τη δράση ορισμένων μικροοργανισμών, όπως οι αιθύλ-φαινόλες, με οσμές ζώων, και οι αιθύλ-γουαϊακόλες, οι οποίες εντοπίζονται στους ερυθρούς οίνους. Οι κουμαρίνες μπορούν να θεωρηθούν παράγωγα κινναμωμικών οξέων, που σχηματίζονται από την ενδομοριακή εστεροποίηση ενός φαινολικού -OH που βρίσκεται σε θέση α. Μια άλλη οικογένεια πιο σύνθετων πολυφαινολών υπάρχει επίσης στα σταφύλια, το κρασί και το ξύλο της δρυός. Το στιλβένιο αποτελείται από δύο βενζοϊκούς δακτυλίους, που συνδέονται με αλυσίδα

αιθανίου ή πιθανώς αιθυλενίου. Η ρεσβερατρόλη (3, 4, 5 τριυδροξυστυλβένιο) συντίθεται από τα φυτά σε απόκριση της επίθεσης βακτηριδίων και μυκήτων. Έχουν δημοσιευτεί διάφορες μελέτες σχετικά με τα οφέλη για την υγεία της trans-ρεσβερατρόλης στη διατήρηση της ανθρώπινης υγείας και στην πρόληψη μιας ευρείας ποικιλίας ανθρώπινων ασθενειών (Barbalo S.M., et. al, 2019).

1.3.2 Φλαβονοειδής ενώσεις

Πρόκειται για χρωστικές κίτρινου χρώματος με περισσότερη ή λιγότερη ένταση, με τη δομή του να αποτελείται από δυο βενζοϊκούς δακτυλίους ενωμένους με ένα τρίτο ετεροκυκλικό δακτύλιο με ένα μόριο οξυγόνου (Riberau-Gayon P., et. al., 2006). Η υποκατάσταση αυτού του κεντρικού πυρανικού δακτυλίου και ο διαφορετικός βαθμός οξείδωσης είναι υπεύθυνοι για τη χημική ποικιλομορφία αυτών των ενώσεων. Με βάση αυτές τις διαφοροποιήσεις, τα φλαβονοειδή περιλαμβάνουν ένα ευρύ φάσμα ενώσεων όπως οι φλαβόνες, φλαβονόλες, φλαβανόλες, φλαβανονόλες, ανθοκυάνες και ταννίνες (Cataldo L. et al., 2019).

1.3.2.1 Φλαβονόλες



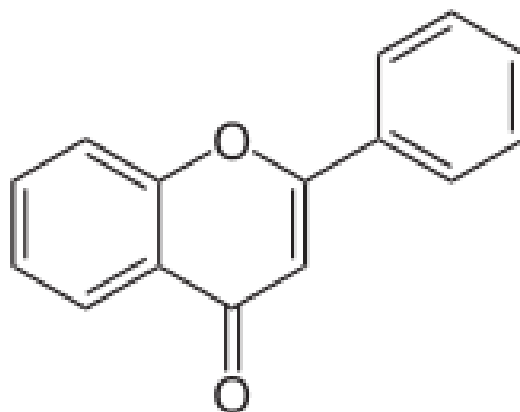
Εικόνα 4 Χημική δομή φλαβαν-3-όλης. Πηγή: www.orgsyn.com

Είναι οι πιο διαδεδομένες στη φύση φλαβονοειδείς φαινόλες, έχουν κίτρινο χρώμα και εντοπίζονται στους φλοιούς τόσο των ερυθρών όσο και των λευκών ποικιλιών. Επειδή οι ετεροζίτες υδρολύονται εύκολα κατά τη διάρκεια της αλκοολικής ζύμωσης. Τα τρία αυτά άγλυκα, καμφερόλη, κερκετίνη και μυρικετίνη, ανευρίσκονται στους ερυθρούς οίνους σε συνολική ποσότητα μερικών δεκάδων mg/L (Κουράκου-Δραγώνα Σ., 1998). Υπάρχουν διαφοροποιήσεις στην συγκέντρωσή τους ανάλογα με το είδος της ποικιλίας. Έχει αποδειχθεί ότι σε ποικιλίες με χοντρό φλοιό εντοπίζονται σε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις και συμβάλλουν στη σταθεροποίηση του χρώματος του παραγόμενου οίνου (Mc Donald, et. al., 1998). Επίσης τόσο η ποιοτική, όσο και η ποσοτική σύνθεση των φλαβονολών εξαρτάται από

την ποικιλία με αποτέλεσμα να μπορεί ως ένα βαθμό, αυτή η πληροφορία να χρησιμοποιηθεί ως εργαλείο ταξινόμησης (Iacopini P., et. al., 2008).

1.3.2.2 Φλαβανόνες

Οι φλαβανόνες διαφέρουν δομικά από τις φλαβονόλες μόνο λόγω του δραστικού -OH που εντοπίζεται στη θέση 3 του μορίου της φλαβονόλης. Από αυτή τη μικρή διαφορά εξαρτήθηκε και η θέση τους στη φύση, καθώς οι φλαβανόνες δεν είναι διαδεδομένες στη φύση και δεν είναι συστατικά των σταφυλιών. Η παρουσία τους εντοπίζεται μόνο σε οίνους που παλαιώσαν σε βαρέλια, καθώς αποτελούν συστατικό του ξύλου της δρυός (Κουράκου-Δραγώνα Σ., 1998).



Εικόνα 5 Χημική δομή φλαβανόνης. Πηγή: www.orgsyn.com

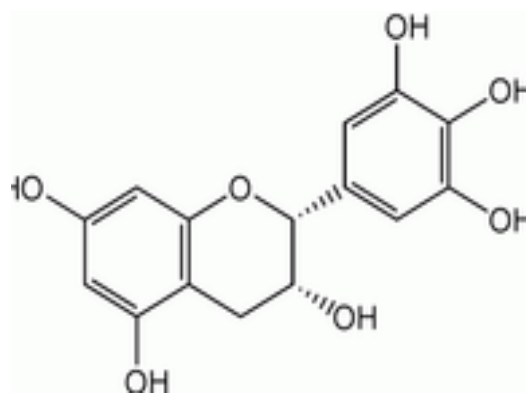
1.3.2.3 Φλαβανονόλες

Οι φλαβανονόλες είναι ενώσεις που εντοπίζονται στον φλοιό μόνο των λευκών ποικιλιών αλλά και στους βόστρυχες. Η φλαβανονόλη που εντοπίζεται πιο συχνά στα σταφύλια και στο κρασί είναι η διυδροκερκετίνη, γνωστή και ως ταξιφιλίνη (Riberau-Gayon P., et. al, 2006).

1.3.2.4 Κατεχίνες

Πρόκειται για παράγωγα των φλαβονολών που έχουν τον κεντρικό ετεροκυκλικό δακτύλιο υδρογονωμένο και ονομάζονται ορθότερα φλαβαν-3-όλη. Στη φύση συναντάμε διάφορα υδροξυλιωμένα παράγωγα της φλαβαν-3-όλης, γνωστά με το

όνομα κατεχίνες, από τα οποία πιο διαδεδομένη είναι η κατεχίνη, το όνομα της οποίας επεκτάθηκε σε όλη την οικογένεια αυτών των φλαβονοειδών φαινολών (Κουράκου-Δραγώνα Σ., 1998). Η κατεχίνη έχει δύο ασύμμετρα άτομα άνθρακα με αποτέλεσμα να δίνει τέσσερα ισομερή, τις (+)-κατεχίνες, (-)-κατεχίνες, (+)-επικατεχίνες και (-)-επικατεχίνες καθώς και δύο ρακεμικά. Τα επίπεδα κατεχίνης και επικατεχίνης στους ερυθρούς οίνους κυμαίνονται από 50 έως 120 mg / L (Cataldo L. et al., 2019). Σε μικρότερες συγκεντρώσεις συναντούμε τον γαλλικό εστέρα της (-)-επικατεχίνης και την γαλλοκατεχίνη (Wang S.P, et. al., 2004).



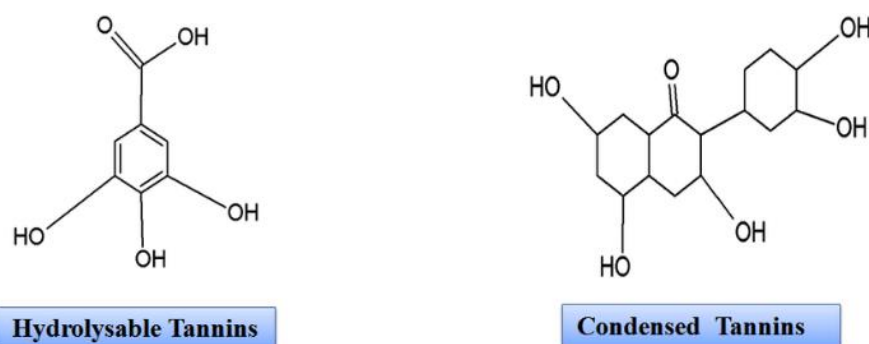
Εικόνα 6 Χημική δομή της κατεχίνης. Πηγή: www.orgsyn.com

1.3.2.5 Προκυανιδίνες

Έχουν βρεθεί στην φύση συμπυκνωμένα φαινολικά παράγωγα που παρουσιάζουν σχηματισμό κυανιδίνης και ονομάστηκαν προκυανιδίνες. Οι φυσικές προκυανιδίνες είναι αφυδρογωνομένες κατεχίνες. Οι αφυδρογονώσεις μπορούν να συνεχισθούν με συνενώσεις περισσοτέρων μορίων προς σχηματισμό συμπυκνωμένων προκυανιδινών (Souquet J.M., et. al., 1996). Συμπυκνωμένες ταννίνες, ειδικά προκυανιδίνες και κατεχίνες, που υπάρχουν σε όλα τα στερεά τμήματα των σταφυλιών (φλοιός, γίγαρτα, βόστρυχος), εκχυλίζονται στον οίνο κατά την παραμονή του με τα στέμφυλα. Οι συγκεντρώσεις τους στους ερυθρούς οίνους ποικίλλουν ανάλογα με την ποικιλία των σταφυλιών και, ακόμη περισσότερο, με τις μεθόδους οινοποίησης. Οι συγκεντρώσεις τους κυμαίνονται μεταξύ 1 και 4 g/L (Ribereau-Gayon P., et al., 2006). Κατά την ωρίμανση και παλαίωση των οίνων οι προκυανιδίνες ενώνονται μεταξύ τους, καθώς και με άλλα μόρια, προς σχηματισμό πολυμερών μεγαλύτερου μοριακού βάρους, που αντιστοιχούν στις συμπυκνωμένες ταννίνες και επομένως καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι οι είναι πρόδρομοι των ταννινών (Κουράκου-Δραγώνα Σ., 1998).

1.3.2.6 Ταννίνες

Οι ταννίνες είναι πολυμερισμένες χρωστικές, οι οποίες αποτελούνται από δομικές μονάδες φλαβαν-3-όλης, όπως οι (+)-κατεχίνη, η (-)-επικατεχίνη, (-)-επιγαλλοκατεχίνη και (-)-γαλλικό εστέρα της επικατεχίνης. Έχουν την ιδιότητα να ενώνονται με τις πρωτεΐνες, να δημιουργούν συσσωματώματα και να τις καθιζάνουν με αποτέλεσμα να χάνεται η λιπαντική ιδιότητα του σάλιου της στοματικής κοιλότητας. Στο γεγονός αυτό οφείλεται η αίσθηση της στυπτικότητας, με αποτέλεσμα συχνά να χρησιμοποιείται η έκφραση «ταννικό» για έναν οίνο με υψηλή στυπτικότητα (Kallithraka S., et al., 2010). Στη φύση απαντώνται δύο ομάδες ταννινών, οι υδρολυόμενες (γαλλικές και ελλαγιικές ταννίνες) και συμπυκνωμένες (επίσης γνωστές ως προκυανιδίνες) ταννίνες (García-Estévez I., et al., 2017).



Εικόνα 7 Τα είδη των ταννινών και οι βασικές τους χημικές δομές. Πηγή: www.researchgate.net

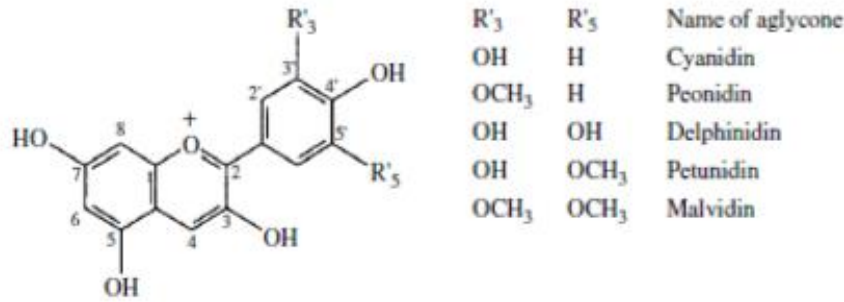
Οι υδρολυόμενες ταννίνες περιλαμβάνουν όπως έχει προαναφερθεί τις γαλλοταννίνες και ελλαγιταννίνες, οι οποίες απελευθερώνουν γαλλικό οξύ και ελλαγιικό οξύ, αντίστοιχα, μετά από όξινη υδρόλυση. Περιέχουν επίσης ένα μόριο γλυκόζης ή κάποιου πολυσακχαρίτη, του οποίου πολλά -OH είναι εστεροποιημένα με διάφορα φαινολικά οξέα. Τα δύο κύρια ισομερή των ελλαγιταννινών της δρυός είναι η βεσκαλαγίνη και η κασταλαγίνη, καθώς και δύο λιγότερο σημαντικές ενώσεις, η γρανδίνη και η ρομπουρίνη. Οι υδρολυόμενες ταννίνες είναι αλκοολοδιαλυτές και δεν εντοπίζονται φυσικά στα σταφύλια. Αντίθετα, αφθονούν στο ξύλο της δρυός. Είναι οι κύριες εμπορικές ταννίνες που χρησιμοποιούνται κατά την οινοποίηση. Επομένως, η προέλευσή τους στον οίνο είναι είτε από τα δρύινα βαρέλια, είτε από εξωγενή προσθήκη τους (Ribereau-Gayon P., et al, 2006).

Η ομάδα των συμπυκνωμένων ταννινών είναι πολύ πιο διαδεδομένη στη φύση σε σχέση με τις υδρολυόμενες. Η σύστασή τους είναι πολύπλοκη και σχηματίζονται από αντιδράσεις πολυμερισμού του δραστικού μορίου της προκυανιδίνης. Στους οίνους οι μονομερείς προκυανιδίνες οξειδώνονται και με συνένωση μερικών μορίων τους δίνουν

ταννίνες μικρού μοριακού βάρους. Αυτές με τη σειρά τους μπορεί να υποστούν μη οξειδωτικής φύσης συμπυκνώσεις προς τον σχηματισμό μεγαλύτερου μοριακού βάρους συμπυκνωμένων ταννινών που αντιστοιχούν στο μέγιστο ταννικό φορτίο του οίνου. Οι συμπυκνωμένες ταννίνες αποτελούν ουσιαστικά το «σώμα» του οίνου. Αντιπροσωπεύουν το 30-60% των ολικών φαινολικών παραγώγων του και το ποσοστό τους αυξάνεται με την ηλικία του οίνου (Κουράκου-Δραγώνα Σ., 1998).

1.3.2.7 Ανθοκυάνες

Οι ανθοκυάνες αποτελούν την σημαντικότερη οικογένεια των φαινολικών συστατικών των οίνων, καθώς είναι οι χρωστικές στις οποίες οφείλεται το πορφυρό, ερυθρό, πορτοκαλί, κυανό ή ιώδες χρώμα τους και διαδραματίζουν βασικό ρόλο στα οργανοληπτικά του χαρακτηριστικά. Εντοπίζονται στον φλοιό των σταφυλών από όπου εκχυλίζονται στον οίνο. Οι περιβαλλοντικοί παράγοντες επηρεάζουν κυρίως την συγκέντρωσή τους στο σταφύλι, ενώ η σύστασή τους εξαρτάται κυρίως από την ποικιλιακή προέλευση (Flamini R., et al, 2013). Οι ανθοκυάνες έχουν τη βασική δομή του φλαβυλίου. Το μόριό τους αποτελείται από δύο βενζοϊκούς δακτυλίους Α, Β, που περιβάλλουν έναν δακτύλιο πυριλίου. Ο δακτύλιος Α φέρει πάντα στις θέσεις 5 και 7 δύο φαινολικά -OH, ενώ ο δακτύλιος Β ένα φαινολικό -OH στη θέση 4 (Κουράκου-Δραγώνα Σ., 1998). Οι κύριες ανθοκυάνες που εντοπίζονται στους οίνους είναι πέντε: η δελφινιδίνη, η κυανιδίνη, η πετουνιδίνη, η πεονιδίνη και η μαλβιδίνη. Οι διαφορές αυτών εντοπίζονται στον αριθμό των -OH και -OCH₃ που έχουν στις θέσεις R1 και R2 του Β δακτυλίου, τα οποία επηρεάζουν την σταθερότητα και το χρώμα των ανθοκυανών. Λόγω της αύξησης των ελεύθερων -OH αυξάνεται το μπλε χρώμα, ενώ όσο αυξάνεται ο βαθμός μεθυλίωσης ενισχύεται το κόκκινο χρώμα. Από τις ανθοκυάνες των οίνων η κυανιδίνη και η δελφινιδίνη είναι οι πιο ασταθείς γιατί φέρουν φαινολικά -OH σε ο-θέση. Θα μπορούσαν επίσης να θεωρηθούν πρόδρομες σταθερότερων ανθοκυανών που δεν έχουν φαινολικά -OH σε ο-θέση, όπως η πεονιδίνη και η μαλβιδίνη (Kallithraka S., et al., 2006). Η μαλβιδίνη είναι η ανθοκυάνη που επικρατεί σε όλες σχεδόν τις σταφυλές και τους έγχρωμους οίνους. Η αναλογία των ανθοκυανών και των μορφών τους, η περιεκτικότητα της κάθε μιας αλλά και του συνόλου τους είναι χαρακτηριστικά που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν ως ταξινομικά κριτήρια της κάθε ποικιλίας (Guerra C., et al., 2001). Οι ανθοκυάνες δεν απαντώνται ελεύθερες στη φύση αλλά ως ετεροζίτες, με πιο διαδεδομένους εκείνους που έχουν ενωμένο το σάκχαρο στη θέση 3 του φλαβυλίου.



Εικόνα 8 Δομή ανθοκυανών των σταφυλών και των οίνων, Πηγή: Ribereau-Gayon P., et al, 2006

Η ένταση του χρώματος δεν εξαρτάται μόνο από την συγκέντρωση των ανθοκυανών στον οίνο. Οι ανθοκυάνες έχουν την ιδιότητα να αποχρωματίζονται ανάλογα με το περιβάλλον στο οποίο βρίσκονται. Το pH, η παρουσία ή μη οξυγόνου, ο θειώδης ανυδρίτης, το ασκορβικό οξύ καθώς και η παρουσία μετάλλων επηρεάζουν τη δράση των ανθοκυανών, μετατρέποντάς τες έτσι σε άχρωμα ή σε μεγαλύτερης έντασης και διαφορετικής απόχρωσης μόρια, ως μια αντιστρεπτή ή μη αντίδραση (Castaneda-Ovando A., et al., 2009). Οι ανθοκυάνες ενώνονται με ταννίνες προς σχηματισμό πολυμερών που έχουν μεγαλύτερη σταθερότητα από τις ελεύθερες ανθοκυάνες. Όταν τα πολυμερή είναι μικρού μοριακού βάρους μιλάμε για συμπυκνωμένες ανθοκυάνες και εξακολουθεί το μόριο να είναι έγχρωμο, ενώ αν πρόκειται για πολυμερή υψηλού βαθμού συμπύκνωσης, επικρατεί το χρώμα της ταννίνης και μιλάμε πλέον για πολυμερισμένες ταννίνες. Σ' αυτές οφείλεται το κεραμιδί χρώμα που αποκτούν οι ερυθροί οίνοι όταν παλαιώνουν (Κουράκου-Δραγώνα Σ., 1998).

1.4 Πτητικές ενώσεις του οίνου

Η πορεία ωρίμανσης των ραγών της σταφυλής χωρίζεται σε τρεις διαδοχικές φάσεις. Κατά τη διάρκεια της τρίτης φάσης, της φάσης ωρίμανσης, παρατηρείται η παραγωγή δευτεροταγών μεταβολιτών, στους οποίους συμπεριλαμβάνονται και οι περισσότερες από τις πτητικές ενώσεις της σταφυλής, που συμμετέχουν στο πρωτογενές άρωμα του οίνου, όπως τα τερπένια καθώς επίσης και πρόδρομες μορφές των αρωματικών συστατικών, που είναι συνήθως γλυκοσυλιωμένα, τα οποία μετατρέπονται σε πτητικά σε επόμενο στάδιο και εντοπίζονται στον οίνο. Οι ενώσεις αυτές εντοπίζονται κυρίως στον φλοιό των ραγών και μόνο ένα μικρό μέρος τους εντοπίζεται στη σάρκα των ραγών (Κοτσερίδης Γ., 2019). Το άρωμα του οίνου αποτελείται από εκατοντάδες

διαφορετικές πτητικές ενώσεις, η συγκέντρωση των οποίων ποικίλει από mg/L μέχρι μερικά ng/L ή και ακόμη λιγότερο. Ωστόσο, το οργανοληπτικό τους αποτέλεσμα εξαρτάται από την πτητικότητά τους, που επηρεάζεται από τη συγκέντρωση των σακχάρων, τον αλκοολικό τίτλο και τη θερμοκρασία, από την συγκέντρωσή τους στον οίνο, από τον τύπο των πτητικών ενώσεων και από την αλληλεπίδραση των συστατικών του πτητικών ή μη (Ταραντίλης Π., 2019). Ενώσεις οι οποίες εμφανίζονται σε συγκέντρωση της τάξης των ng/L μπορεί να διαδραματίζουν πιο ενεργό ρόλο στο συνολικό άρωμα του οίνου από άλλες που βρίσκονται σε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις. Αυτό το γεγονός οφείλεται στο κατώφλι αντίληψης της κάθε ουσίας, δηλαδή την ελάχιστη συγκέντρωσή της κατά την οποία γίνεται αντιληπτό από το 50% του συνόλου των δοκιμαστών (Ribereau-Gayon P., et al., 2006). Η πολυπλοκότητα του αρώματος των οίνων οφείλεται στη διαφορετικότητα των μηχανισμών από τους οποίους σχηματίζονται οι πτητικές ενώσεις που το καθορίζουν. Συγκεκριμένα, παράγονται από:

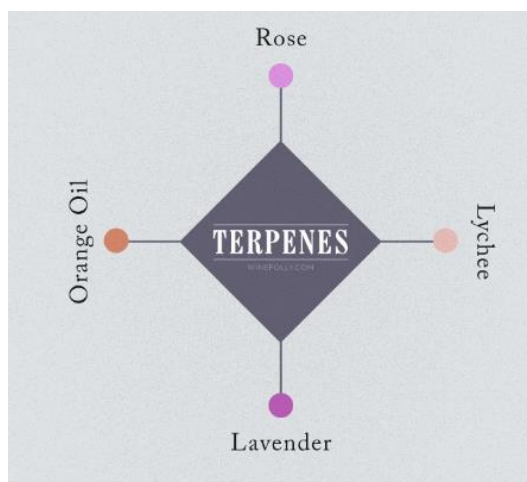
- διεργασίες μεταβολισμού των σταφυλιών, όπως μεταβάλλεται ανάλογα με την ποικιλία, το έδαφος, τις κλιματολογικές συνθήκες και τις καλλιεργητικές τεχνικές
- βιοχημικά φαινόμενα, όπως οξειδώσεις και υδρολύσεις. Λαμβάνουν χώρα τόσο κατά τη διάρκεια της ζύμωσης, όσο και της εκχύλισης των πτητικών ενώσεων από τους φλοιούς στο γλεύκος
- το ζυμωτικό μεταβολισμό των μικροοργανισμών που είναι υπεύθυνοι για την αλκοολική και μηλογαλακτική ζύμωση
- χημικές και ενζυμικές αντιδράσεις που συμβαίνουν μετά το τέλος της ζύμωσης, κατά τη διάρκεια της παλαίωσης του οίνου σε βαρέλι ή στη φιάλη (González-Barreiro C., et al., 2015) .

Οι πτητικές ενώσεις που προέρχονται από τα σταφύλια είναι τα πιο σημαντικά συστατικά του αρώματος των οίνων. Αυτές οι ενώσεις είναι υπεύθυνες για το ποικιλιακό άρωμά τους. Το γλεύκος ορισμένων ποικιλιών μπορεί να μη χαρακτηρίζεται από έντονα αρωματικά χαρακτηριστικά ωστόσο μπορεί να παράγουν οίνους που έχουν χαρακτηριστικό ποικιλιακό άρωμα. Ο όρος ποικιλιακό άρωμα βέβαια δεν πρέπει να συγχέεται με το είδος των πτητικών ενώσεων που περιέχει η κάθε ποικιλία, καθώς οι ίδιες πτητικές ενώσεις εντοπίζονται σε όλες τις διαφορετικές ποικιλίες και σε όλα τα σταφύλια, αφού είναι κοινές για κάθε οικογένεια φρούτων. Το χαρακτηριστικό ιδιαίτερο άρωμα της κάθε ποικιλίας προκύπτει από τις διαφορετικές συγκεντρώσεις

τους και τους διαφορετικούς συνδυασμούς των πτητικών συστατικών (Ribereau-Gayon P., et al., 2006). Οι ράγες των σταφυλιών αποτελούν «αποθήκες» πτητικών ενώσεων, οι οποίες γίνονται ευδιάλυτες λόγω της γλυκοσυλίωσής τους με κάποιο σάκχαρο ή της σύνδεσής τους με κυστεΐνη. Η απελευθέρωση των αρωματικών συστατικών γίνεται με τη δράση γλυκοσυδασών ή πεπτιδασών, οι οποίες διαδραματίζουν ένα δευτερεύοντα ρόλο στην σύνθεση του αρώματος των οίνων (Peyrot des Gachons C., et al., 2000).

Ο οίνος είναι σημαντικό προϊόν για τη μελέτη της σύνθεσης του αρωματικού του προφίλ, όχι μόνο λόγω της συμβολής του στην παγκόσμια οικονομία και τον πολιτισμό, αλλά και λόγω της πολυπλοκότητάς του, η οποία έχει εμπνεύσει τους επιστήμονες. Οι κύριες ομάδες ενώσεων που συμβάλουν στο άρωμα των οίνων είναι τα μονοτερπένια, τα νορισοπρενοειδή, οι αλειφατικές αλκοόλες, οι ανώτερες αλκοόλες, οι εστέρες, οι φαινυλ-προπανοειδής ενώσεις, οι μεθοξυπυραζίνες και οι πτητικές θειούχες ενώσεις (Edeler S. E. and Thorngate J. H., 2009).

1.4.1 Τερπένια



Εικόνα 9 Περιγραφικοί όροι των οργανοληπτικών χαρακτήρων των τερπενίων. Πηγή: www.winefolly.com

Τα μονοτερπένια συνεισφέρουν κυρίως στο χαρακτηριστικό άρωμα των λευκών οίνων που παράγονται από μοσχατίζουσες ποικιλίες ή και γενικότερα στους έντονα αρωματικούς οίνους ακόμη και αν προέρχονται από μη-μοσχατίζουσες ποικιλίες. Υπάρχει ισχυρή θετική συσχέτιση μεταξύ του ανθικού χαρακτήρα των οίνων και των υψηλών συγκεντρώσεων των ελευθέρων μορφών της λιναλόλης και α-τερπενεόλης (Campo E., et al., 2005). Οι

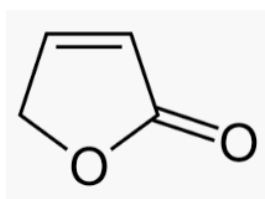
ερυθροί οίνοι κατά κανόνα, δε χαρακτηρίζονται από μεγάλες συγκεντρώσεις τερπενίων ωστόσο έχουν ανιχνευθεί σ' αυτούς χαμηλές συγκεντρώσεις από μερικά τερπένια όπως λιναλόλη, σιτρονεόλη και γερανιόλη σε ορισμένες ποικιλίες όπως το Cabernet Sauvignon (Martin D. M., et al., 2010). Όσον αφορά τη μελέτη των σεσκιτερπενίων είναι ακόμη σε αρχικό στάδιο από τους ερευνητές. Το σεσκιτερπένιο υλαγένειο έχει ταυτοποιηθεί στους οίνους Syrah της Αυστραλίας και έχει συνδεθεί με το χαρακτήρα πιπεριού, ωστόσο αυτό δεν είναι τελείως επιβεβαιωμένο ακόμη (Parker M., et al.,

2007). Επίσης η ροτουντόνη είναι υπεύθυνη για το άρωμα του μαύρου πιπεριού στους οίνους που παράγονται από την ίδια ποικιλία (Wood C., et al., 2008). Τα νορισοπρενοειδή παράγονται από τα καροτένια που εντοπίζονται στο σταφύλι. Τα πιο γνωστά νορισοπρενοειδή είναι η ομάδα των «κετονών των ρόδων», που σχετίζονται με αρώματα μελιού και λουλουδιών, ανάλογα με την συγκέντρωσή τους. Οι πιο γνωστές ενώσεις εξ' αυτών είναι η β-ιονόνη και η β-δαμασκηνόνη (Skouroumounis G. K. and Sefton M. A., 2002). Ακολουθούν η 1,1,6-τριμεθυλ-1,2-διυδρο-ναφθαλίνη (TDN) που σχετίζεται με το άρωμα της κηροζίνης στα παλαιωμένα Riesling (Simpson R., 1979) και το (E)-1-(2,3,6-τριμέθυλ-φαίνυλ) βουτα-1,3-διένιο που σχετίζεται το χαρακτήρα γερανίου και καπνού στα παλαιωμένα Semillion (Cox A., et al, 2005).

1.4.2 Φαινυλ-προπανοειδής ενώσεις

Η σύνθεσή τους πραγματοποιείται ενζυμικά στη σταφυλή και επομένως η συγκέντρωσή τους στον οίνο εξαρτάται πρωταρχικά από την πρώτη ύλη και παράλληλα από το φαινολικό της δυναμικό και την εκχυλισματικότητα της (Kennedy J.A., et al., 2002). Το μεγαλύτερο μέρος της συγκέντρωσής τους στους οίνους σχετίζεται κυρίως με την επαφή τους με τα δρύινα βαρέλια τα οποία χρησιμοποιούνται για τη ζύμωση ή την ωρίμανσή τους (Prida A. and Chatonnet P., et al., 2010). Επίσης η δραστηριοποίηση μυκήτων όπως ο *Brettanomyces* sp. σχετίζεται με την παρουσία φαινυλ-προπανοειδών στον οίνο, αφού έχει την ιδιότητα να διασπά τα υδροξυκιναμωμικά οξέα προς βυνίλ-φαινόλες και επακόλουθα σε αιθύλ-φαινόλες, οι οποίες προσδίδουν αρώματα δέρματος και σέλας αλόγου, που συχνά είναι ανεπιθύμητα από τους καταναλωτές (Wedral D., et al., 2010).

1.4.3 Φουρανικά παράγωγα και Φουρανόνες



Εικόνα 10 Χημική δομή
φουρανόνης.
Πηγή: www.orgsyn.org

Τα φουρανικά παράγωγα, όπως η φουρφουράλη και η 5-μέθυλ-φουρφουράλη παράγονται κατά το κάψιμο του ξύλου της δρυός για την κατασκευή των βαρελιών και σε δεύτερη φάση εκχυλίζονται από το ξύλο κατά τη διάρκεια της παραμονής και παλαίωσης των οίνων στα δρύινα βαρέλια. Επίσης σχετίζονται με την πραγματοποίηση αντιδράσεων Malliard κατά την

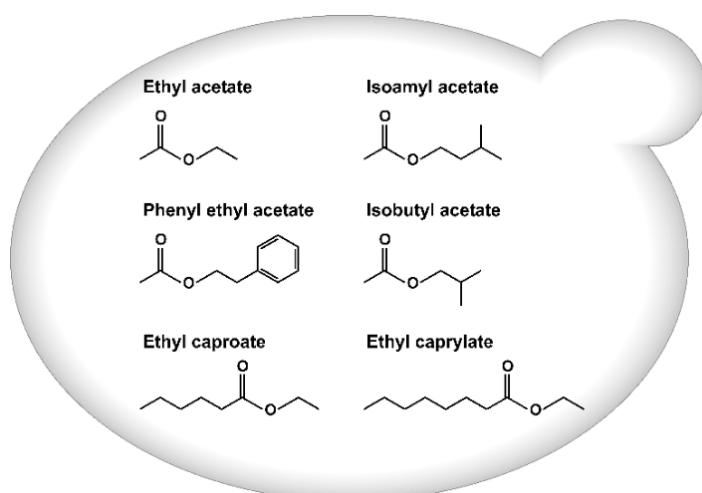
θέρμανση των σταφυλιών ή του οίνου. Οι φουρφουράλες χαρακτηρίζονται από χαμηλό κατώφλι αντίληψης και προσδίδουν αρώματα φρυγανισμένου ψωμιού και καραμέλας στους οίνους και συμβάλουν στην αύξηση της συνολικής αντίληψης της έντασης της δρυός (Prida A. and Chatonnet P., 2010). Τα φουρανικά παράγωγα σχετίζονται επίσης με την παρουσία αρωμάτων φρούτων, όπως φράουλα, βατόμουρο, γκουάβα και ανανά (Robison L.A., et al., 2014) Οι φουρανόνες έχουν επίσης σημαντική επίδραση στο συνολικό αρωματικό προφίλ του οίνου και προέρχονται είτε από το ξύλο της δρυός είτε από την πρώτη ύλη.

1.4.4 Λιπαρά οξέα

Οι ζυμομύκητες παράγουν λιπαρά οξέα βραχείας, μέσης και μακράς αλυσίδας, με τα λιπαρά οξέα βραχείας αλυσίδας (<6 άνθρακες) και μέσης αλυσίδας (6 έως 12 άνθρακες) να αποτελούν τα κύρια πτητικά λιπαρά οξέα. Ωστόσο, η πλειονότητα των λιπαρών οξέων που παράγονται από τους ζυμομύκητες είναι μακράς αλυσίδας (>12 άνθρακες), όπως τα παλμιτικά (C16) και τα στεατικά (C18) λιπαρά οξέα (Tehlivets O., et al., 2007). Αυτά είναι πολύ μεγάλα και μη πτητικά για να συμβάλουν στο άρωμα του οίνου. Το οξικό οξύ (C2), ανήκει στα λιπαρά οξέα βραχείας αλυσίδας και αντιπροσωπεύει περισσότερο από το 90% των πτητικών λιπαρών οξέων στον οίνο. Σχηματίζεται ως ενδιάμεσος μεταβολίτης, κατά τη σύνθεση του ακέτυλο-CoA από το πυροσταφυλικό οξύ (Bell S.J. και Henschke P.A., 2005). Τα λιπαρά οξέα βραχείας αλυσίδας που συμβάλλουν δυνητικά στη γεύση του οίνου περιλαμβάνουν τα ισοβουτυρικά και ισοβαλερικά οξέα διακλαδισμένης αλυσίδας και τα βουτυρικά και προπανοϊκά οξέα ευθείας αλυσίδας, χωρίς ωστόσο να έχει περιγραφεί ακόμη επακριβώς ο τρόπος με τον οποίο δρουν στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του οίνου. Τα λιπαρά οξέα βραχείας αλυσίδας γενικά χαρακτηρίζονται από αρώματα τυριού. Τα λιπαρά οξέα μέσης αλυσίδας, όπως το εξανοϊκό (C6), το οκτανοϊκό (C8) και το δεκανοϊκό (C10), συμβάλλουν επίσης στο άρωμα του οίνου (Francis I. L. and Newton J. L., 2005) και οι συγκεντρώσεις τους εξαρτώνται από τις αναερόβιες συνθήκες ανάπτυξης του ζυμομύκητα, το στέλεχος του, τη θερμοκρασία ζύμωσης και τις οινοποιητικές τεχνικές. Η παρουσία των λιπαρών οξέων μεσαίας αλυσίδας σχετίζεται με υποτονικές και μη ολοκληρωμένες ζυμώσεις, καθώς η παρουσία τους είναι

ανασταλτική τόσο για το *Saccharomyces cerevisiae* όσο και για κάποια βακτήρια (Francis I. L. and Newton J. L., 2005).

1.4.5 Εστέρες



Εικόνα 11 Εστέρες παραγόμενοι από τον *S.cerevisiae* που συμμετέχουν στο αρωματικό προφίλ των οίνων. Πηγή: Swiegers JH and Pretorius IS, 2007

Οι εστέρες αντιπροσωπεύουν το μεγαλύτερο ποσοστό των πτητικών ενώσεων γενικότερα σε όλα τα αλκοολούχα ποτά (Mason A. B. και Dufour J. P., 2000). Στην περίπτωση του οίνου συμβάλλουν και ενισχύουν τα γλυκά-φρουτώδη αρώματα. Στους ερυθρούς οίνους η παρουσία προπανοϊκού αιθυλεστέρα, 2-μεθυλο-προπανοϊκού

αιθυλεστέρα και 2-μεθυλο-βουτανοϊκού αιθυλεστέρα σχετίζεται με την ύπαρξη αρωμάτων μαύρου βατόμουρου, ενώ ο βουτανοϊκός αιθυλεστέρας, ο εξανοϊκός αιθυλεστέρας, ο οκτανοϊκός αιθυλεστέρας και ο 3-βουτανοϊκός αιθυλεστέρας με την ύπαρξη αρωμάτων κόκκινων βατόμουρων (Pineau B., et al., 2009). Επιπλέον, οι φαινυλ-προπανοϊκοί εστέρες, συμπεριλαμβανομένου του κινναμωμικού αιθυλεστέρα, του διυδροκινναμυδικού αιθυλεστέρα και του οξικού 2-φαινυλ-αιθυλεστέρα, ιδιαίτερα σε συνδυασμό με την παρουσία της λιναλόλης, έχουν συσχετιστεί με την ενίσχυση των αρωμάτων ώριμων φρούτων, μελιού και γενικότερα γλυκών χαρακτήρων σε ερυθρούς οίνους (Escudero A., et al., 2007). Οι πιο σημαντικοί εστέρες του οίνου θεωρούνται οι αιθυλεστέρες και οι οξικοί εστέρες των λιπαρών οξέων, όπως ο οξικός αιθυλεστέρας, ο βουτυρικός αιθυλεστέρας, ο εξανοϊκός αιθυλεστέρας, ο οκτανοϊκός αιθυλεστέρας, ο δεκανοϊκός αιθυλεστέρας, ο οξικός εξυλεστέρας, ο οξικός ισοαμυλεστέρας, ο οξικός ισοβουτυλεστέρας και ο οξικός φαινυλαιθυλεστέρας. Γενικά, οι περισσότεροι αιθυλεστέρες και οξικοί εστέρες υπάρχουν τουλάχιστον σε παρόμοιες, αν όχι σε υψηλότερες συγκεντρώσεις στους λευκούς οίνους σε σύγκριση με τους ερυθρούς (Ferreira V., et al., 2000). Οι εστέρες είναι προϊόντα του μεταβολισμού των

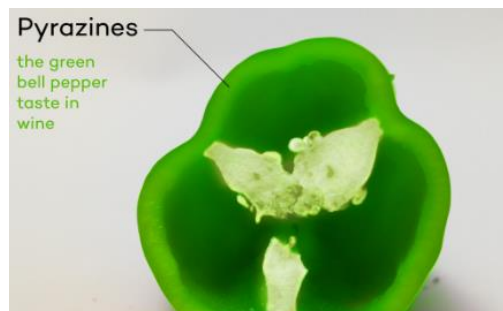
ζυμομυκήτων, αφού παράγονται μέσω του μεταβολισμού των λιπιδίων και του ακέτυλο-CoA. Έχει παρατηρηθεί ότι η συγκέντρωση πρόδρομων λιπαρών οξέων στον οίνο σχετίζεται άμεσα με την παρουσία αιθυλεστέρων στον οίνο και αποτελεί τον κύριο παράγοντα που επηρεάζει την παραγωγή τους. Οι εστέρες μπορούν επίσης να παραχθούν μέσω του βακτηριακού μεταβολισμού, καθώς και χημικών μετασχηματισμών. Σε ορισμένες μελέτες έχουν παρατηρηθεί αλλαγές στις συγκεντρώσεις εστέρων στους οίνους κατά την παλαίωση και την αποθήκευσή τους. Γενικά, η απώλεια του φρουτώδη χαρακτήρα καθώς και των αρωμάτων λουλουδιών από νεαρούς λευκούς και ερυθρούς οίνους κατά την αποθήκευσή τους σχετίζεται με την απώλεια των εστέρων και των οξικών εστέρων λόγω υδρόλυσης. Όταν οι θερμοκρασίες αποθήκευσης διατηρούνται σε χαμηλά επίπεδα, από 0 έως και 10 ° C, παρατηρείται μικρότερη υδρόλυση και επομένως μεγαλύτερη διατήρηση του φρουτώδους αρώματος των νεαρών οίνων (Marais J. and Pool H., 1980).

1.4.6 Αλκοόλες

Ο *Saccharomyces cerevisiae* παράγει την πλειονότητα των ανώτερων αλκοολών που εντοπίζονται στον οίνο μέσω του μεταβολισμού των σακχάρων. Εναλλακτικά, παράγονται ανώτερες αλκοόλες κατά τη διάρκεια του καταβολισμού των αμινοξέων από το ζυμομύκητα. Οι ανώτερες αλκοόλες διακλαδισμένης αλυσίδας, συμπεριλαμβανομένης της ισοαμυλικής αλκοόλης και της ισοβουτυρικής αλκοόλης, συντίθενται από αμινοξέα διακλαδισμένης αλυσίδας και προσδίδουν στον οίνο αρώματα ούισκι, βύνης και καμένου. Η ισοαμυλική αλκοόλη προσδίδει επίσης και αρώματα διαλύτη ενώ η ισοβουτυρική αλκοόλη «πικρά» αρώματα στον οίνο. Τα αρωματικά αμινοξέα, συμπεριλαμβανομένης της φαινυλαλανίνης και της τυροσίνης, παράγουν αρωματικές αλκοόλες, όπως η φαινυλαιθυλική αλκοόλη, η οποία χαρακτηρίζεται από άρωμα μελιού, μπαχαρικών και τριαντάφυλλου (Francis I. L. and Newton J. L., 2005).

1.4.7 Πυραζίνες

Οι 3-αλκυλο-2-μεθοξυπυραζίνες, συμπεριλαμβανομένης της 3-ισοβουτυλο-2-μεθοξυπυραζίνης (IBMP), της 3-ισοπροπυλο-2-μεθοξυπυραζίνης (IPMP) και της δευτεροταγούς βουτυλο-2-μεθοξυπυραζίνης (SBMP) συμβάλουν στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά με αρώματα



Εικόνα 12 Η υψηλή συγκέντρωση ορισμένων τύπων μεθοξυπυραζίνης στους οίνους σχετίζεται με την παρουσία αρώματος πιπεριάς. Πηγή: www.winefoolly.com

πράσινης πιπεριάς, μπιζελιού και σπαραγγιού. Στους οίνους έχουν κατώφλι αντίληψης της τάξης των ng/L (Kotseridis Y., et al., 1998). Οι χαμηλές συγκεντρώσεις τους συμβάλλουν στον ποικιλιακό χαρακτήρα ορισμένων οίνων και είναι επιθυμητές για ορισμένα είδη οίνων. Ωστόσο, οι υψηλές συγκεντρώσεις θεωρούνται γενικά ανεπιθύμητες. Οι πυραζίνες έχουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον για τους ερευνητές λόγω του χαμηλού κατωφλιού αντίληψής τους καθώς και της συσχέτισής τους με τα χορτώδη αρώματα σε ποικιλίες όπως το Cabernet Sauvignon και το Sauvignon Blanc (Robinson L. A., et al., 2014).

1.4.8 Πτητικές θειούχες ενώσεις

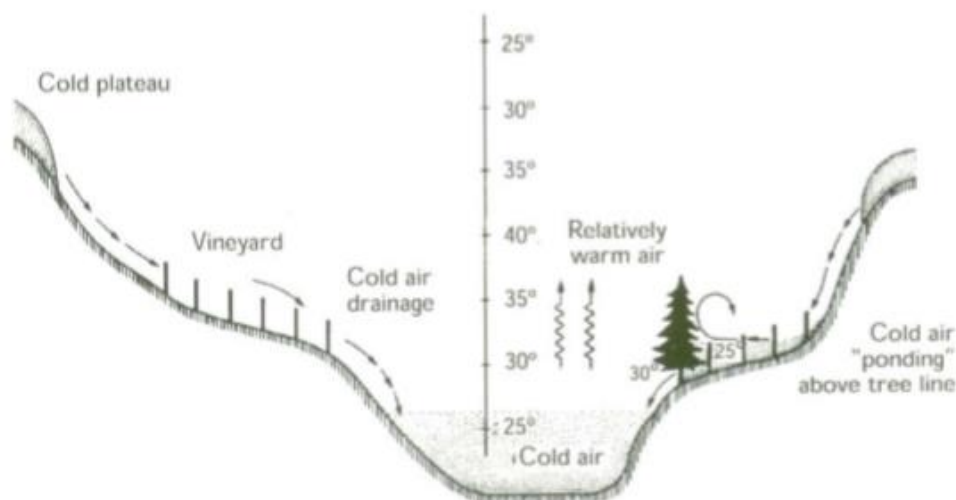
Πρόκειται για μια πολυάριθμη ομάδα ουσιών υψηλής οσμής με πολλαπλές επιρροές στους οίνους. Οι πτητικές ενώσεις που περιέχουν θείο συνδέθηκαν αρχικά με δυσάρεστες οσμές λόγω της παρουσίας μορίων όπως το υδρόθειο (H₂S), η μεθυλομερκαπτάνη (μεθαν-θειόλης), η αιθανοθειόλη και η μεθειονόλη. Ωστόσο, αυτό δεν συμβαίνει πλέον με την ταυτοποίηση του αρώματος ορισμένων πτητικών θειολών με ευχάριστα ποώδη, φρουτώδη, μεταλλικά, καπνιστά και πικάντικα αρώματα (Dubourdieu D. και Tominaga T., 2009). Το ερευνητικό ενδιαφέρον επικεντρώθηκε πρόσφατα σε μια ομάδα ενώσεων που περιέχουν θείο, οι οποίες αναφέρονται ως πολυλειτουργικές θειόλες και η παρουσία τους συνδέεται με ευχάριστα φρουτώδη αρώματα σε μια ποικιλία διαφορετικών οίνων. Στην ομάδα αυτή συμπεριλαμβάνονται η 4-μερκαπτο-4-μέθυλοπενταν-2-όνη (4MMP), η 3-μερκαπτοεξανόλη (3MH) και ο οξικός εστέρας της 3-μερκαπτοεξανόλης (3MHA). Θεωρούνται ιδιαίτερα σημαντικές για τα ποικιλιακά χαρακτηριστικά του αρώματος του οίνου και έχουν πολύ χαμηλό

κατώφλι αντίληψης στον οίνο, της τάξης των ng/L (Perot des Gachons C., et al., 2005). Η 3ΜΗ έχει παρατηρηθεί ότι μειώνεται ραγδαία στους ερυθρούς οίνους που αποθηκεύονται σε βαρέλι, καθώς η συγκεκριμένη πτητική ένωση οξειδώνεται εύκολα (Dubourdieu D. και Tominaga T., 2009). Το διμεθυλοσουλφίδιο (DMS) θεωρείται ότι σχηματίζεται από τη μικροβιακή αποικοδόμηση της μεθειονίνης και της κυστεΐνης. Έχει παρατηρηθεί ότι το διμεθυλοσουλφίδιο αυξάνει το χαρακτηριστικό άρωμα της μαύρης ελιάς, της τρούφας και των οσπρίων στους οίνους της ποικιλίας Syrah, ενώ μπορεί παράλληλα να ενισχύσει το άρωμα φρούτων των ερυθρών οίνων ως αποτέλεσμα πολύπλοκων αλληλεπιδράσεων με άλλες πτητικές ενώσεις, συμπεριλαμβανομένων των εστέρων και των νορισοπρενοειδών (Escudero A., et al., 2007). Τα φουράνια που περιέχουν θείο είναι μια άλλη ομάδα επιθυμητών πτητικών θειολών και περιλαμβάνουν, την 2-μεθυλ-3-φουρανθειόλη και την 2-φουραν-μεθανοθειόλη. Εκχυλίζονται από το ξύλο της δρυός των βαρελιών και μπορούν να συμβάλουν στο άρωμα καβουρδισμένου καφέ των οίνων που ωριμάζουν σε αυτά (Robinson L. A., et al., 2014).

1.5 Επίδραση εδαφοτοποκλιματικών παραγόντων στον οίνο

Η τοπογραφικές, γεωπεριβαλλοντικές και κλιματικές συνθήκες του περιβάλλοντος επιδρούν στην σύνθεση και την ποιότητα των σταφυλιών και των παραγόμενων οίνων. Πρώτοι οι Γάλλοι περιέγραψαν αυτή την αλληλεπίδραση με τον όρο «terroir», ο οποίος προέρχεται από τη γαλλική λέξη terre που σημαίνει γη (Jackson D.I. and Lombard B.P., 1993). Η ελληνική μετάφραση αυτού του όρου όπως δόθηκε από την Κουράκου-Δραγώνα Σ. το 1998 είναι οινοπέδιο. Πρόκειται για ένα διαδραστικό οικοσύστημα που συμπεριλαμβάνει όλη την περιοχή που περικλείει το έδαφος, το κλίμα και το ίδιο το φυτό, υποκείμενο και ποικιλία (Blotvogela S., et al., 2019). Ο ανθρώπινος παράγοντας, όπως οι τεχνικές αμπελουργίας καθώς και το ανάγλυφο, μπορούν επίσης να ασκήσουν σημαντική επιρροή, που σημαίνει ότι κάθε οίνος είναι ένας μοναδικός συνδυασμός αυτών των παραμέτρων (Frost R., et al., 2015). Η παραγωγή δευτερογενών μεταβολιτών, συμπεριλαμβανομένων των φαινολικών και πτητικών συστατικών, μπορεί να εξασθενήσει ή να εντατικοποιηθεί με αβιοτικές καταπονήσεις όπως το υδατικό και θρεπτικό στρες και οι ακραίες συνθήκες φωτισμού και θερμοκρασίας. Τέτοιου είδους εξωγενείς παράγοντες μπορούν να τροποποιήσουν το

εύρος των μεταβολιτών αυτών πέρα αυτό που οφείλεται στο γενετικό υπόβαθρο της ποικιλίας (Castellarin S., et al, 2007, Sabon I., et al, 2002).



Εικόνα 13 Επίδραση των τοπογραφικών (ανάγλυφο και κλίση) και κλιματικών (θερμοκρασία και κίνηση του αέρα) συνθηκών στον αμπελώνα. Πηγή: C. González-Barreiro et al., 2014

1.5.1 Επίδραση των κλιματικών συνθηκών

Προκειμένου να γίνει πλήρως κατανοητός ο τρόπος επίδρασης των κλιματικών συνθηκών στη σύσταση των σταφυλών και κατ' επέκταση των παραγόμενων οίνων, θα πρέπει αρχικά να μελετηθεί η διαίρεση του κλίματος σε τρεις επιμέρους κατηγορίες:

- το μάκρο-κλίμα (macroclimate) μιας περιοχής, αναφέρεται στις κλιματικές συνθήκες μιας ευρύτερης περιοχής, οι οποίες καθορίζονται από το είδος και τον τύπο του κλίματος (ηπειρωτικό, ωκεάνιο, μεσογειακό κλπ),
- το μέσο-κλίμα (mesoclimate), είναι το τοπικό κλίμα μιας περιοχής, όπως το κλίμα που επικρατεί στον αμπελώνα και εξαρτάται κυρίως από τις τοπογραφικές συνθήκες (κλίση και έκθεση του εδάφους)
- το μικρο-κλίμα (microclimate), αναφέρεται στο πολύ εξειδικευμένο περιβάλλον που επικρατεί μέσα και γύρω στα πρέμνα, και επηρεάζεται από τον τρόπο εγκατάστασης και διαχείρισης του αμπελώνα (πυκνότητα φύτευσης, διαχείριση βλάστησης, φυτοκάλυψη κλπ.) (Καλύβας Δ., 2003).

Οι μεταβολές των κλιματικών συνθηκών που έχουν μεγάλη επιρροή στη φαινολική και αρωματική σύσταση του οίνου είναι η ηλιακή ακτινοβολία, η θερμοκρασία και η υγρασία.

1.5.1.1 Επίδραση στα φαινολικά συστατικά

Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του οίνου συνδέονται άμεσα με τη συγκέντρωση των φαινολικών ενώσεων, μιας και οι φλαβονοειδής ενώσεις συμβάλλουν στη στυπτικότητα, το χρώμα και τη γεύση των οίνων (Ribéreau-Gayon P., et al., 2000). Οι φαινολικές ενώσεις αρχίζουν να συσσωρεύονται στη ράγα μετά τον περκασμό και η συγκέντρωσή τους διαφοροποιείται σημαντικά μεταξύ των ποικιλιών (Iacona T. L., et al., 2012). Η ηλιακή ακτινοβολία επηρεάζει καθοριστικά την ωρίμανση των ραγών σε όλα τα στάδια ανάπτυξης. Το γεγονός αυτό συνδέεται άμεσα με το ρόλο που διαδραματίζουν οι φαινολικές ενώσεις στις ράγες, καθώς δρουν ως φωτοπροστατευτικές ουσίες. Η βιοσύνθεση των φαινολικών συστατικών σχετίζεται με το δευτερογενή μεταβολισμό και κυρίως με το ένζυμο της λυάσης της αμμωνιακής φαινυλαλανίνης (PAL) (Coombe B. and Dry P., 1992). Όταν οι ράγες ωριμάζουν υπό συνθήκες ηλιακής ακτινοβολίας υψηλής έντασης, παρατηρείται αύξηση της συγκέντρωσης των ανθοκυανών. Σε τέτοιου είδους συνθήκες, αυξάνεται η ταχύτητα μετατροπής των λευκοανθοκυανών σε ανθοκυάνες, γεγονός που συνδέεται άμεσα με την αύξηση του ρυθμού φωτοσύνθεσης. Διαπιστώνεται ότι ο χρωματισμός των ραγών διεγείρεται από την υψηλή ένταση του φωτός, γεγονός που προωθεί επακόλουθα την συσσώρευση σακχάρων, ενώσεις απαραίτητες για την σύνθεση των ανθοκυανών (Iacona T., et al., 2012). Η άμεση έκθεση των σταφυλών στην ηλιακή ακτινοβολία οδηγεί σε συσσώρευση υψηλότερων συγκεντρώσεων φαινολικών ουσιών και ανθοκυανών, όμως, πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι η υπερβολική έκθεση μπορεί να προκαλέσει αντίθετα αποτελέσματα (Carbonneau A., 1985). Έχει αποδειχθεί επίσης ότι εντοπίζονται σημαντικές διαφορές στην αναλογία των ανθοκυανών σε σκιασμένες και μη σταφυλές, με τις πρώτες να εμφανίζουν μεγαλύτερη αναλογία τρι-υδροξυλιωμένων ανθοκυανών (Sprayd S., et al., 2002). Οι βέλτιστες θερμοκρασιακές συνθήκες για την βιοσύνθεσή τους κυμαίνονται μεταξύ των 17°C και 26°C (Pirie A., 1977). Επιπλέον, η θερμοκρασία εμπλέκεται στην αλλαγή της σύνθεσής τους, καθώς παρατηρείται αναλογική αύξηση των κουμαρικών γλυκοζιτών σε καλλιεργητικές περιόδους με

υψηλές θερμοκρασίες (Downey M., Harvey J. and Robinson S., 2004a), ενώ όταν πραγματοποιείται ψύξη των καρπών παρατηρείται μείωση των κουμαρικών παραγώγων. Συμπεραίνεται επομένως, ότι οίνοι που παράγονται από σταφύλια που προέρχονται από θερμό κλίμα τείνουν να έχουν υψηλότερες συγκεντρώσεις κουμαρικών παραγώγων μαλβιδίνης, πετουνιδίνης και δελφινιδίνης, ενώ σε περιοχές με δροσερό κλίμα, εντοπίζονται περισσότεροι μη ακυλιωμένοι γλυκοζίτες πεονιδίνης και κυανιδίνης, καθώς και ακετυλογλυκοζίτες. Με βάση αυτό το γεγονός μπορεί να δικαιολογηθεί εν μέρη η μειωμένη ένταση του χρώματος των σταφυλών σε χρονιές που παρατηρούνται πολύ υψηλές θερμοκρασίες. Ωστόσο, αυτή η μείωση δεν έχει αποσαφηνιστεί ακόμη αν οφείλεται σε αποικοδόμηση των ανθοκυανών ή σε μείωση του ρυθμού της βιοσύνθεσής τους (Downey M., Dokoozlian N. and Krstic M., 2006). Επιπλέον, έχει διαπιστωθεί ότι η καταγραφή ακραίων θερμοκρασιών κατά τη διάρκεια του εικοσιτετράωρου (μικρότερη των 15°C τη νύχτα και μεγαλύτερη των 35°C την ημέρα) κατά τη διάρκεια της περιόδου της δεύτερης φάσης ωρίμανσης των ραγών, καθώς και οι μεγάλες θερμοκρασιακές διακυμάνσεις μεταξύ της ημέρας και νύχτας έχουν ως αποτέλεσμα τη μείωση της συγκέντρωσής τους (Jackson D. And Lombard P., 1993).

Η έκθεση στην ηλιακή ακτινοβολία θεωρείται πρωταρχικής σημασίας για την παραγωγή οίνων υψηλής ποιότητας. Ωστόσο, δεν είναι σαφές εάν η θετική επίδραση οφείλεται στο ορατό φως ή στο υπεριώδες ή στον συνδυασμό τους (Keller M. and Torres-Martinez N., 2004, Schreiner M., et al., 2012). Ωστόσο, είναι αποδεδειγμένη η ιδιότητα των φαινολών να μετασχηματίζουν την ακτινοβολία υψηλής ενέργειας, μικρού μήκους κύματος, η οποία είναι άκρως καταστρεπτική για τις κυτταρικές δομές, σε μεγαλύτερου μήκους κύματος, και επομένως λιγότερο καταστροφική. Το γεγονός αυτό είναι πιθανό να συνδέεται άμεσα με τη συσσώρευση φλαβονοειδών και γενικότερα φαινολικών ενώσεων, όταν παρατηρείται έκθεση του φυτού σε υψηλά επίπεδα ηλιακής UV-B (Berli F., et al., 2008). Όσον αφορά τις θερμοκρασιακές συνθήκες, έχει αποδειχθεί ότι σε υψηλές θερμοκρασίες διεγείρονται οι μηχανισμοί βιοσύνθεσης των φαινολικών ενώσεων, ενώ σε χαμηλές θερμοκρασίες, αναστέλλονται (Mullins M., et al., 1992).

Τέλος, όσον αφορά τις βέλτιστες συνθήκες υγρασία, για την παραγωγή οίνων υψηλής ποιότητας ορίζονται τα 700-800mm ετήσιας βροχόπτωσης (Jackson D. and Lombard P., 1993). Η επίδραση της υπερβολικής υγρασίας στην ποιότητα των σταφυλιών,

ιδιαίτερα πριν τον περκασμό, οδηγεί σε υποβάθμιση της ποιότητας της πρώτης ύλης ακόμη και όταν οι θερμοκρασιακές συνθήκες είναι οι επιθυμητές, καθώς ευνοείται η εμφάνιση μυκητολογικών ασθενειών (Jackson, D. and Cherry N., 1987). Σε οίνους που έχουν παραχθεί από σταφύλια τα οποία καλλιεργούνται υπό συνθήκες χαμηλού υδατικού δυναμικού, έχουν παρατηρηθεί αυξημένες συγκεντρώσεις φλαβονολών, προκυανιδινών και ανθοκυανών (Kennedy J., Matthews M. and Waterhouse A., 2002). Η υδατική καταπόνηση, πριν τον περκασμό δεν είχε καμία επίδραση στην συνολική συσσώρευση των προκυανιδινών, ενώ μετά τον περκασμό επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό την βιοσύνθεσή τους. Η υδατική καταπόνηση επηρεάζει επίσης, το είδος των ανθοκυανών που συσσωρεύονται. Συγκεκριμένα, πριν τον περκασμό παρατηρήθηκε αύξηση όλων των ανθοκυανών, εκτός της μαλβιδίνης και των p-κουμαριλιωμένων παραγώγων, ενώ το υδατικό στρες μετά τον περκασμό οδήγησε σε αύξηση της συνολικής βιοσύνθεσης των ανθοκυανών, και ιδιαίτερα της μαλβιδίνης και των p-κουμαριλιωμένων παραγώγων (Ollé D., et al., 2011). Τέλος, η εφαρμογή υδατικού στρες κατά την διάρκεια της τρίτης φάσης της ωρίμανσης των ραγών, που εκτείνεται από την έναρξη της ωρίμανσης μέχρι την τεχνολογική ωρίμανση, οδήγησε σε αύξηση της συγκέντρωσης των ανθοκυανών και των τανινών των φλοιών (Bucchetti B., et al., 2011).

1.5.1.2 Επίδραση στα πτητικά συστατικά

Αν και οι ποικιλιακές πτητικές ενώσεις προκύπτουν κυρίως άμεσα από το σταφύλι, παράλληλα έχει αποδειχθεί ότι είναι στενά συνδεδεμένες με τις κλιματικές συνθήκες (Sabon I., et al., 2002). Οι θερμοκρασιακές συνθήκες επηρεάζουν ισχυρά την σύνθεση και διατήρηση των πτητικών ενώσεων του οίνου. Τα σταφύλια αναπτύσσουν υψηλότερες συγκεντρώσεις C6 αλδεϋδών σε δροσερές τοποθεσίες, ενώ υψηλότερες συγκεντρώσεις μονοτερπενίων εντοπίζονται σε θερμές θέσεις παρότι γενικότερα, η συγκέντρωση των τερπενίων έχει άμεση συσχέτιση με την ποικιλιακή προέλευση (Ji T. and Dami I. E., 2008). Ο οίνος που προέρχεται από ώριμες σταφυλές έχει υψηλότερες συγκεντρώσεις σε δεκανοϊκά και δωδεκανοϊκά λιπαρά οξέα καθώς και η αναλογία αλειφατικών/αρωματικών εστέρων είναι μεγαλύτερη (Caven-Quantrill D. J. and Buglass A. J., 2008). Επίσης πολύ σημαντικές κρίνονται οι ευνοϊκές θερμοκρασίες κατά τους μήνες του Αύγουστο και Σεπτέμβριο, όπου πραγματοποιείται το τελικό

στάδιο της ωρίμανσης των σταφυλιών. Τα επίπεδα ωριμότητας έχουν μεγάλη επίδραση στη συγκέντρωση τόσο της λιναλόλης, όσο και της β-δαμασκηνόνης, καθώς διαφορετικά επίπεδα ωριμότητας της πρώτης ύλης έχουν ως αποτέλεσμα την εμφάνιση μεγάλης ποικιλομορφίας στις συγκεντρώσεις αυτών των δύο πτητικών ενώσεων (Caven-Quantrill D. J. and Buglass A.J., 2008). Όσον αφορά την συγκέντρωση των 3-ισοβουτυλ-2-μεθοξυπυραζινών έχει παρατηρηθεί ότι η εποχική μεταβολή της θερμοκρασίας καθώς και η θερμοκρασία κατά τους μήνες της άνοιξης σχετίζεται άμεσα με την παρουσία αρωμάτων «πράσινων φρούτων» κατά τη συγκομιδή, πιθανώς λόγω των αλληλεπιδράσεων της με τη ζωηρότητα της αμπέλου και τη σκίαση των σταφυλιών. Γενικότερα, η ποικιλομορφία των καιρικών και κλιματικών συνθηκών συμβάλλει σημαντικά στην παραγωγή ευρέος φάσματος οίνων, με τα μοναδικά στοιχεία διάκρισής τους να κινούνται στο επίπεδο της αρωματικής τους παλέτας (González-Barreiro C., et al., 2013).

Οι συνθήκες ήπιας υγρασίας, η οποία σχετίζεται με μέτρια έως χαμηλή βροχόπτωση, αποτελούν ένα άλλο χαρακτηριστικό που έχει αποδειχθεί ωφέλιμο για την ποιότητα των σταφυλιών. Οι σχετικά ξηρές συνθήκες ενισχύουν την ανθεκτικότητα των αμπελώνων στη δράση διάφορων παθογόνων μικροοργανισμών. Παρόλο που η υδατική καταπόνηση πρέπει να αποφεύγεται κατά τους μήνες της άνοιξη και τις αρχές του καλοκαιριού, οι ξηρές συνθήκες επιδρούν θετικά στην βελτίωση της ποιότητας των φρούτων. Αυτές οι συνθήκες έχουν ως αποτέλεσμα την παραγωγή οίνων με έντονα τα αρωματικά χαρακτηριστικά των εσπεριδοειδών και των φρούτων (Scacco A., et al., 2010).

1.6 Επίδραση του υποκειμένου στον οίνο

Η χρήση των υποκειμένων επιτρέπει το συνδυασμό ριζικού τμήματος από είδη Αμερικάνικης *Vitis*, που είναι ανθεκτική στη ριζόβια φυλλοξήρα και ταυτόχρονα την παραγωγή ανώτερης ποιότητας σταφυλιών του ευρασιατικού είδους *Vitis Vinifera* (Keller, 2015). Τα περισσότερα είδη υποκειμένων είναι υβρίδια των αμερικανικών ειδών: *Vitis Riparia*, *Vitis Rupestris* και *Vitis Berlandieri*. Αν και το επίπεδο ανθεκτικότητας στη φυλλοξήρα είναι ένα κρίσιμο χαρακτηριστικό για την επιλογή υποκειμένου, ταυτόχρονα λαμβάνεται υπόψη η αντοχή τους σε άλλα παθογόνα, στην ξηρασία, η προσαρμογή τους σε διαφορετικούς τύπους εδάφους, καθώς και η επίδρασή

τους στην ζωηρότητα του φυτού που έχει άμεσο αντίκτυπο στα ποιοτικά χαρακτηριστικά των σταφυλών (Keller, 2015). Για την επιλογή των υποκειμένων συνήθως λαμβάνεται υπόψη ο συνδυασμός αυτών των κριτηρίων με βάση τις ιδιαίτερες περιβαλλοντικές συνθήκες του αμπελώνα. Το *V. Riparia* είναι καλά προσαρμοσμένο σε έδαφος με σχετικά μεγάλη υγρασία και διαμορφώνει ρηχό ριζικό σύστημα, ενώ το *V. Rupestris* είναι προσαρμοσμένο σε πετρώδη και αμμώδη εδάφη και παρουσιάζει την ικανότητα ανάπτυξης βαθιάς ρίζας. Τέλος, το *V. Berlandieri* είναι ανθεκτικό σε ασβεστολιθικά εδάφη με υψηλό pH. Έχουν αναπτυχθεί πολλά υβρίδια αυτών των τριών ειδών, τα οποία διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στη σημερινή αμπελοκαλλιέργεια, αφού αποτελούν την συντριπτική πλειοψηφία των υποκειμένων που χρησιμοποιούνται. Τόσο οι παραγωγοί, όσο και οι ερευνητές αναγνωρίζουν ότι τα υποκείμενα έχουν έντονη επίδραση στην φυσιολογία της αμπέλου (π.χ. φωτοσύνθεση, υδατικό δυναμικό), στην παραγωγικότητα (π.χ. ευρωστία του φυτού, στρεμματικές αποδόσεις, ποιότητα καρπού) και στην αντοχή σε συνθήκες υδατικού στρες (Zhang L., et al., 2016). Λόγω αυτών των ισχυρών επιρροών γίνεται αντιληπτό ότι τα υποκείμενα έχουν σημαντικές επιπτώσεις στο μικροκλίμα του φυτού της αμπέλου και επομένως την τεχνολογική ωριμότητα των σταφυλών. Επομένως, θα υπάρξει μεγάλη επιρροή στη σύνθεση των φαινολικών και πτητικών ενώσεων στους παραγόμενους οίνους (Gutiérrez-Gamboa G., et al., 2019).

Σημαντικά ευρήματα ερευνών έχουν αποδείξει αυτή την επιρροή στη σύνθεση των οίνων. Συγκεκριμένα σε έρευνα που διεξήχθη από τους Gutiérrez-Gamboa G., et al., το 2019, σχετικά με την επίδραση των διαφορετικών στα φαινολικά συστατικά οίνων παραγόμενων από την ποικιλία Merlot διαπιστώθηκε ότι, ο Δείκτης Φαινολικών Ουσιών (Δ.Φ.Ο.) και η συνολική συγκέντρωση των ταννινών ήταν χαμηλότερες στους οίνους που παράχθηκαν από φυτά εμβολιασμένα σε υποκείμενα 1103P. Υψηλότερη συνολική περιεκτικότητα σε ανθοκυάνες παρατηρήθηκε στους οίνους από φυτά εμβολιασμένα σε 140Ru και Gravesac. Επίσης, αποδείχθηκε ότι τα υποκείμενα 1103P και SO4 εμβολιασμένα στην ποικιλία Malbec αυξάνουν τις στρεμματικές αποδόσεις υπό αρδευόμενες συνθήκες. Το 1103P είναι ένα πολύ ζωηρό υποκείμενο που αυξάνει τον βλαστικό κύκλο. Επομένως και σ' αυτή την περίπτωση οι οίνοι από φυτά εμβολιασμένα σε 1103P σημείωσαν τη χαμηλότερη τιμή του Δ.Φ.Ο. και ολικών ταννινών. Παράλληλα, οι Romeroa P., et al., το 2019, μελέτησαν την επίδραση των υποκειμένων στην ισπανική ποικιλία Monastrell. Το υποκείμενο χαμηλής ζωηρότητας

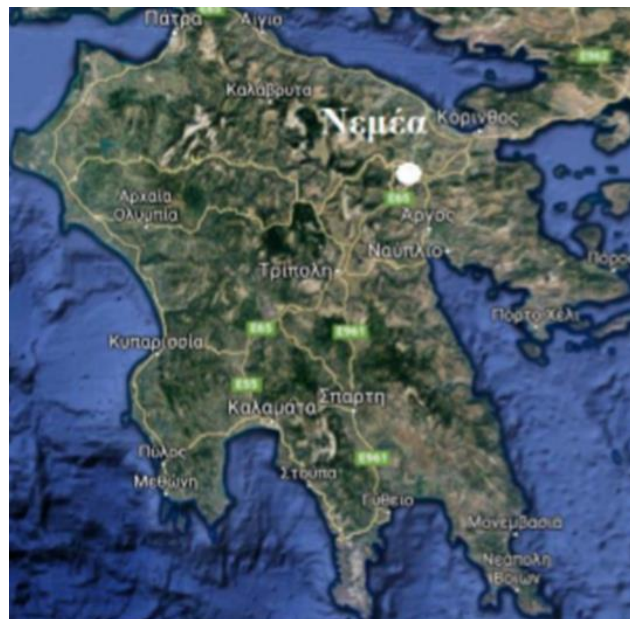
συγκριτικά με τα υπόλοιπα που μελετήθηκαν, 110R έδωσε υψηλότερη περιεκτικότητα σε πολυφαινόλες και χαμηλότερα pH από τα 1103P και 140Ru. Αντιστρόφως, τα υποκείμενα υψηλής ζωηρότητας όπως τα 1103P και 140Ru και τα υποκείμενα μέσης ζωηρότητας, όπως το 41B, έδειξαν τις χαμηλότερες τιμές στην τελική φαινολική σύσταση και υψηλότερο pH. Οι οίνοι από το 140Ru είχαν επίσης τη χαμηλότερη συγκέντρωση ταννινών ενώ οι οίνοι από το 41B εμφάνισαν τον χαμηλότερο αλκοολικό βαθμό. Επιπλέον, οι οίνοι από το 140Ru είχαν την υψηλότερη αναλογία ανθοκυανών/ταννινών. Όσο αφορά το αρωματικό δυναμικό, οι οίνοι από υποκείμενα 1103P και 41B είχαν τις υψηλότερες συγκεντρώσεις πτητικών ενώσεων, ενώ οι οίνοι από 110R είχαν τις χαμηλότερες συγκεντρώσεις. Οι οίνοι από το υποκείμενο υψηλότερης ζωηρότητας 1103P έδειξαν υψηλότερη συγκέντρωση αλκοολών (προπανόλη, εξανόλη), εστέρων (3-υδροξυ-βουτανοϊκός αιθυλεστέρας, ηλεκτρικός διαιθυλεστέρας, δωδεκανοϊκός αιθυλεστέρας), 2-οκτανόνης και οξικού οξέος από τους οίνους άλλων υποκειμένων. Αντιστρόφως, το υποκείμενο με χαμηλή ζωηρότητα, 110R, παρουσίασε σημαντικά χαμηλότερες συγκεντρώσεις αλκοολών (προπανόλη, εξανόλη), εστέρων (3-μεθυλ-βουτανοϊκό μεθυλεστέρας, 3-μεθυλ-βουτανοϊκός αιθυλεστέρας, δεκανοϊκός αιθυλεστέρας), 2-οκτανόνης και οξικού οξέος.

Από τα πιο ευρέως χρησιμοποιούμενα υποκείμενα, τα οποία και θα μελετηθούν στα πλαίσια της παρούσας εργασίας είναι το R110, το 41B και το 1103P. Το R110, είναι από τα πρώτα κατά σειρά χρήσης στην Ελλάδα και την Ισπανία και παρουσιάζει υψηλή αντοχή στη ριζόβια μορφή της φυλλοξήρας και ανθεκτικότητα στους νηματώδεις. Υποκείμενο μετρίως ζωηρό, έως ζωηρό, με μακρύ βλαστικό κύκλο. Μεταδίδει σε μεγάλο βαθμό ζωηρότητα στις ποικιλίες-εμβόλια, οψιμίζοντας την παραγωγή, με όλες τις συνέπειες στην ποιότητα των παραγόμενων οινικών προϊόντων. Πρόκειται για ένα από τα πλέον ανθεκτικά στην ξηρασία, κατάλληλο για αργιλοασβεστώδη εδάφη, ξηρά, αβαθή, συνεκτικά ακόμη και με πλημμελή αποστράγγιση, φτωχά και επικλινή. Αντέχει σε ανθρακικό ασβέστιο 40-42%. Εξαιρετικά ευαίσθητο στα άλατα του εδάφους και την υψηλή υγρασία. Το 1103P χρησιμοποιείται σε μεγάλη έκταση της Αυστραλίας και την τελευταία δεκαπενταετία άρχισε να διαδίδεται στην Ελλάδα. Τα μέχρι σήμερα δεδομένα ενισχύουν την άποψη ότι πρόκειται για ένα πολύ καλό υποκείμενο για τις συνθήκες της χώρας, που μπορεί να αξιοποιηθεί σε ξηρά, αβαθή, φτωχά, έστω αλατούχα εδάφη, περιεκτικότητας σε ενεργό ανθρακικό ασβέστιο μέχρι 40% και 20% σε ενεργό. Είναι ανθεκτικό στη φυλλοξήρα στην ριζόβιο μορφή της καθώς και στους

νηματώδεις, στον περονόσπορο, το ωίδιο, ενώ είναι ευαίσθητο στη φυτόφθορα. Υποκείμενο μετρίως ζωηρό έως ζωηρό, μεγάλου βλαστικού κύκλου, πρώιμης εκβλάστησης και ταχείας ανάπτυξης. Εξαιτίας της σχετικά μεγάλης ευαισθησίας του στην έλλειψη καλίου, απαιτείται να αποφεύγονται φτωχά εδάφη σε κάλιο ή εναλλακτικά να προβλέπεται πλούσια καλιούχος λίπανση. Το 41B έχει χρησιμοποιηθεί στις περισσότερες αμπελουργικές περιοχές της χώρας, ιδίως εκεί που περιεκτικότητα του εδάφους σε ανθρακικό ασβέστιο αποτελεί περιοριστικό παράγοντα, λόγω της υψηλής αντοχής του, έως 75% σε ολικό και 40% σε ενεργό. Παρουσιάζει αντοχή στη ριζόβια μορφή της φυλλοξήρας και στους νηματώδεις. Χαρακτηρίζεται από βραχύ κύκλο βλάστησης, βραδεία αρχική ανάπτυξη και μέτρια ζωηρότητα, συνδυασμός που δεν προκαλεί πρώιμη εκβλάστηση, προστατεύοντας έτσι την ποικιλία-εμβόλιο από ανοιξιάτικους παγετούς. Συμβάλει στην ποσοτική αλλά και ποιοτική βελτίωση της παραγωγής, καθώς και την πρωίμισή της. Προσαρμόζεται σε ασβεστούχα εδάφη, μέτριας γονιμότητας ή και φτωχά, αλλά υποφέρει σε παρατεταμένη ξηρασία και σε υψηλές θερμοκρασίες και βροχοπτώσεις, καθώς και σε υπερβολική υγρασία του εδάφους (Σταυρακάκης Μ., 2010).

1.7 Η αμπελουργική ζώνη της ΠΟΠ Νεμέας

Η οριοθετημένη περιοχή για την παραγωγή οίνων Προστατευόμενης Ονομασίας Προέλευσης (Π.Ο.Π) «Νεμέα» καθορίστηκε από το Βασιλικό Διάταγμα αριθμού 539/4-8-1971 (ΦΕΚ 159/A/14-8-1971) το οποίο τροποποιήθηκε με το Προεδρικό Διάταγμα αριθμού 446/10-6-1974 (ΦΕΚ 174/A/25-6-1974), με το Προεδρικό Διάταγμα αριθμού 457/15-9-1988 (ΦΕΚ 210/A/26-9-1988) και με το Προεδρικό Διάταγμα αριθμού 21/21-1-1995 (ΦΕΚ 16/A/31-1-1995). Το αρχικό Βασιλικό Διάταγμα του 1971 αναγνώριζε σαν ονομασία προέλευσης



Εικόνα 14 Χάρτης Πελοποννήσου. Πηγή: Google earth

«Νεμέα» δύο τύπους ερυθρών οίνων, τον ξηρό και το γλυκό οίνο ποικιλίας Αγιωργίτικο, ενώ πλέον αναγνωρίζεται και ο ημίγλυκος οίνος. Επίσης, το 2006 ψηφίστηκε τροποποίηση της νομοθεσίας περί μη υποχρεωτικής δωδεκάμηνης παλαίωσης των οίνων Π.Ο.Π. σε δρύινα βαρέλια, όπως ίσχυε μέχρι πρότινος οπότε πλέον έχουν παραχθεί και κυκλοφορήσει εμπορικά και πολλοί οίνοι με λιγότερη ή και καθόλου παλαίωση σε βαρέλι. Ο Π.Ο.Π. Νεμέα είναι ο «φλυάσιος οίνος» των αρχαίων Ελλήνων, οίνος συνδεδεμένος με το μύθο του Ηρακλή, ο οποίος λατρευόταν στην περιοχή. Γι' αυτό και η λαϊκή παράδοση καταγράφει το κρασί της Νεμέας ως «το αίμα του Ηρακλή». Η Νεμέα, που μέχρι το 1923 λεγόταν Άγιος Γεώργιος, έχει μάλλον ονοματίσει την ποικιλία Αγιωργίτικο. Άλλωστε, όπως αναφέρεται χαρακτηριστικά στο βιβλίο «Νεμέα: Διός και Διονύσου χώρα ερατεινή» το τοπωνύμιο Νεμέα αντιπροσωπεύει ένα ιστορικό οινοπέδιο (terroir). Η συνολική έκταση της ζώνης Π.Ο.Π. περιλαμβάνει περίπου 27000 στρέμματα, ενώ είναι ο μόνος ελληνικός οίνος Π.Ο.Π. που η ζώνη του εκτείνεται σε δύο περιφερειακές ενότητες. Το κατά πολύ μεγαλύτερο τμήμα της είναι στο νότιο - κεντρικό τμήμα της Κορινθίας κυρίως στο δήμο Νεμέας (Νεμέα, Αηδόνια, Αρχαία Νεμέα, Αρχαίες Κλεωνές, Γαλατάς, Δάφνη, Καστράκι, Κούτσι, Λεόντιο, Πετρί) και στους πρώην δήμους Σικυωνίων (Μποζικά, Τιτάνη) και Στυμφαλίας (Ασπρόκαμπος, Κεφαλάρι, Ψάρι). Από τη συνολική έκταση μόλις περίπου τα 2250 στρέμματα βρίσκονται στο βορειοδυτικό τμήμα της Αργολίδας στους πρώην δήμους Κουτσοποδίου (Μαλανδρένι) και Λυρκείας (Γυμνό). Η ζώνη παραγωγής είναι πολύ εκτεταμένη αρχίζοντας από υψόμετρο 200 μέτρων και φθάνοντας μέχρι τα 850 μέτρα και κατά τόπους παρατηρείται μεγάλη διαφοροποίηση εδαφών και κλιματικών συνθηκών. Για το λόγο αυτό συνηθίζεται ο ανεπίσημος διαχωρισμός της σε τρεις υποζώνες με μικρές αλλά καθοριστικής σημασίας μικροκλιματικές διαφορές, με αποτέλεσμα τα σταφύλια που συγκομίζονται να παρουσιάζουν διαφοροποιήσεις ως προς το χρόνο συγκομιδής τους, την ένταση του χρώματος, την οξύτητα, κλπ. και ανάλογα να είναι κατάλληλα για την παραγωγή διαφορετικών τύπων οίνων. Στην πρώτη ζώνη, ορεινή, κατατάσσονται αμπελώνες που βρίσκονται σε υψόμετρο 550-850 μέτρα. Στους αμπελώνες αυτούς παρατηρείται οψίμιση της παραγωγής με καθυστέρηση της ωρίμανσης των σταφυλιών σε σχέση με τους αμπελώνες των άλλων δύο ζωνών. Η δεύτερη ζώνη, ημιορεινή, περιλαμβάνει τις πλαγιές και εκτείνεται σε υψόμετρο 320-550 μέτρα, ενώ η τρίτη ζώνη, πεδινή, περιλαμβάνει αμπελώνες σε υψόμετρο 200-320 μέτρα. Ο τρυγητός ξεκινάει περίπου μετά τα μέσα του Σεπτεμβρίου στην πεδινή ζώνη όπου τότε έχει ολοκληρωθεί και η ωρίμανση των σταφυλιών.

Ακολουθεί η ημιορεινή και 20-25 μέρες αργότερα η ορεινή ζώνη. Σχεδόν ολόκληρος ο αμπελώνας της Νεμέας είναι διαμορφωμένος σε γραμμικά σχήματα με μετρίως πυκνή φύτευση έως και 500 πρέμνα ανά στρέμμα. Σποραδικά υπάρχουν αμπελώνες αυτόριζοι μεγάλης ηλικίας, άνω των 70 χρόνων (Κανονισμός (ΕΚ) 1234/2007, Άρθρο 118γ, Παράγραφος 2). Το κλίμα της περιοχής γενικότερα χαρακτηρίζεται ως το τυπικό μεσογειακό κλίμα, με τη μέση ετήσια θερμοκρασία να κυμαίνεται στους 17° C και την μέση ετήσια βροχόπτωση στα 750 mm. Τα εδάφη των αμπελώνων είναι μέσης περιεκτικότητας σε οργανική ουσία, με μέτρια αλκαλικό pH και με σχετικά υψηλή περιεκτικότητα σε ανθρακικό ασβέστιο (Koundouras S., et. al., 2006).

1.8 Ποικιλία Αγιωργίτικο

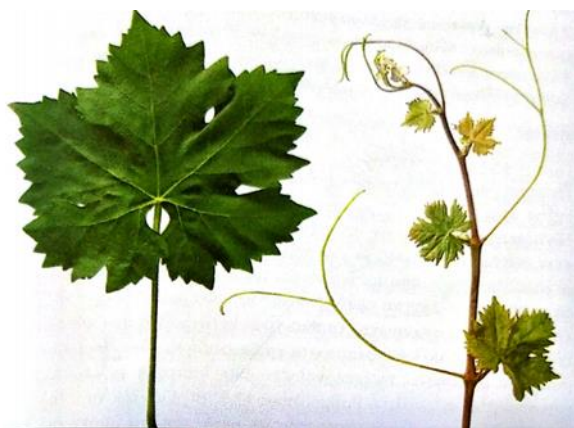
Το Αγιωργίτικο (*Vitis vinifera* L.) είναι μια γηγενής ερυθρή ποικιλία, η οποία καλλιεργείται κυρίως στην περιοχή της Νεμέας του Νομού Κορινθίας και χρησιμοποιείται για τη παραγωγή του ομώνυμου ερυθρού οίνου (Νικολάου Ν., 2012). Καταλαμβάνει περίπου το 80% των αμπελώνων της περιοχής και θεωρείται η πιο αξιόλογη ερυθρή ελληνική ποικιλία. Σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία, η καλλιέργεια της ποικιλίας συνίσταται στο αμπελουργικό διαμέρισμα Πελοποννήσου και στις πρώην νομαρχιακές αυτοδιοικήσεις Αθηνών, Ανατολικής Αττικής, Δυτικής Αττικής, Πειραιώς, Αιτωλοακαρνανίας, Βοιωτίας, Εύβοιας και επιτρέπεται στις νομαρχιακές αυτοδιοικήσεις Δράμας, Πέλλας, Πιερίας και Φλώρινας. Αποκαλείται και Μαύρο Νεμέας, Μαυρούδι, Μαύρο και Μαυράκι, ωστόσο με το όνομα Μαυρούδι υπάρχουν και πολλές άλλες ποικιλίες για τις οποίες έχει αποδειχθεί βάση βιοχημικών μεθόδων ότι είναι διαφορετικές ποικιλίες (Σταύρακας Δ., 2011).



Εικόνα 15 Σταφυλή ποικιλίας Αγιωργίτικο. Πηγή: www.nemeawineland.com

1.8.1 Αμπελογραφικά χαρακτηριστικά της ποικιλίας

Το Αγιωργίτικο έχει κορυφή νεαρού βλαστού ανοιχτή έως μέση, βαμβακώδης, λευκοπράσινη με ερυθρή παρυφή. Το φύλλο της είναι ανεπτυγμένο μέσου μεγέθους έως μεγάλο, σφηνοειδές, πεντάλοβο, ανώτεροι πλάγιοι κόλποι βαθύς, κλειστοί με επικαλυπτόμενα χείλη, κατώτεροι αβαθείς έως μόλις διακρινόμενοι, με μισχικό κόλπο V ή U κλειστός με επικαλυπτόμενα χείλη. Το έλασμα της είναι παχύ με εξογκώσεις μεταξύ των νευρώσεων έως κυματώδες βαθυπράσινο στη άνω επιφάνεια και ελαφρώς ανοιχτότερο στην κάτω, είναι λείο στην άνω επιφάνεια και βαμβακώδες μεταξύ των νευρώσεων στην κάτω, οι κύριες νευρώσεις ελαφρώς εξέχουσες, ανοιχτοπράσινες, η οδοντοστοιχία χονδρή, με δόντια με πλευρές κυρτές ή ευθύγραμμες, ο μίσχος είναι πολύ μακρύς, μέσου πάχους, πράσινος με ερυθροϊώδεις ραβδώσεις. Τα άνθη της είναι μορφολογικά και φυσιολογικά ερμαφρόδιτα. Η σταφυλή είναι μετρίου έως μεγάλου μεγέθους, κυλινδροκωνική, πυκνή, με το μίσχο της να είναι μέσου μήκους, σχεδόν πράσινος έως σχεδόν ξυλοποιημένος μέχρι τον κόμπο. Η ράγα είναι μέσου μεγέθους έως μικρή, σφαιρική κυανομελανή, με παχύ φλοιό με άφθονη ανθηρότητα και σάρκα μαλακή και χυμώδη (Σταύρακας Δ., 2011).



Εικόνα 16 Αμπελογραφικά χαρακτηριστικά (φύλλο και βλαστός) της ποικιλίας Αγιωργίτικο. Πηγή: Σταύρακας Δ., 2011

1.8.2 Ιδιότητες και καλλιεργητική συμπεριφορά

Πρόκειται για μια ποικιλία παραγωγική, κάθε καρποφόρος βλαστός φέρει 2-4 σταφύλια και τα πρέμνα της χαρακτηρίζονται από μέση ζωηρότητα. Εφαρμόζεται διαμόρφωση με σχήμα Royat και ιδιαίτερα το διπλό με μεταβλητό ύψος από την

επιφάνεια του εδάφους ανάλογα με το υψόμετρο. Δέχεται κλάδεμα καρποφορίας βραχύ, στα δύο μάτια. Με τα υποκείμενα 110 R και 41 B συνδυάζεται πολύ καλά. Σε ορισμένες περιπτώσεις η ποικιλία, εμβολιασμένη στο 41B παρουσιάζει χλώρωση σιδήρου και για την αποφυγή αυτής της ασθένειας εμβολιάζεται και σε 140 Ru. Η ποικιλία είναι αρκετά ευαίσθητη στον περονόσπορο, το ωίδιο και τον βοτρυτή. Η εκβλάστηση πραγματοποιείται το 3^ο δεκαήμερο του Μαρτίου, η άνθηση περί τα τέλη Μαΐου, ο περκασμός τέλη Ιουλίου με αρχές Αυγούστου, τεχνολογική ωριμότητα από το 2^ο δεκαήμερο του Σεπτεμβρίου μέχρι τις αρχές Οκτώβρη, ανάλογα με τον αμπελώνα και τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του (Σταύρακας Δ., 2011).

1.8.3 Το γλεύκος της ποικιλίας

Το γλεύκος της ποικιλίας χαρακτηρίζεται από υψηλή περιεκτικότητα σε σάκχαρα (200-240 g/L), χαμηλή οξύτητα (4,4-4,6 g τρυγικού οξέος/L) και pH 3,4-3,8. Πρόκειται για ποικιλία πλούσια σε ανθοκυάνες και συγκεκριμένα περιέχει περίπου 600 mg ανθοκυανών ανά κίλο ραγών, ενώ συμπεριλαμβάνεται στις τέσσερις πιο πλούσιες σε ανθοκυάνες καλλιεργούμενες γηγενής ποικιλίες (Αγιωργίτικο, Βερτζαμί, Μανδηλαριά, Μαυροδάφνη) (Χαρβαλιά και Μπενά Τζούρου, 1982). Παράλληλα χαρακτηρίζεται από απαλή αίσθηση στόματος και χαμηλή στυπτικότητα (Kallithraka S., et. al., 2011). Ωστόσο η περιεκτικότητα των φαινολικών συστατικών επηρεάζεται έντονα και από τον κλώνο, την εφαρμοζόμενη καλλιεργητική τεχνική και τις εδαφοτοποκλιματικές συνθήκες (Koundouras S., et.al., 2006). Γενικότερα, από οινολογική άποψη, πρόκειται για μια πολυδυναμική ποικιλία αφού υπάρχει η δυνατότητα να παραχθούν διαφορετικής χημικής σύστασης γλεύκη, σε διαφορετικά στάδια ωριμότητας που είναι κατάλληλα για την παραγωγή διαφορετικών τύπων οίνων. Η δε ωριμότητα που αντιστοιχεί σε κάθε τύπο οίνου χαρακτηρίζεται ως τεχνολογική. Βέβαια, η παραγωγή διαφορετικών τύπων οίνων δικαιολογείται και από την ανομοιογένεια της ζώνης ως προς τις υψομετρικές διαφορές αλλά και τις διαφορές στην τοπογραφία (Κουράκου-Δραγώνα Σ., 1998).

2.ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1 Σχεδιασμός και στόχος του πειράματος

Στόχος της παρούσας μεταπτυχιακής μελέτης είναι η αξιολόγηση και η ανάδειξη διαφορών μεταξύ οίνων της ποικιλίας Αγιωργίτικο, παραγόμενοι από σταφύλια εντός της ζώνης Π.Ο.Π. της Νεμέας. Η ζώνη, όπως έχει αναφερθεί ήδη χωρίζεται σε τρεις υποζώνες με βάση το υψόμετρο. Επιλέχθηκαν λοιπόν 35 διαφορετικά αμπελοτεμάχια εντός της ζώνης. Η επιλογή τους βασίστηκε σε κριτήρια σχετικά με την ομοιομορφία τους ως προς την ηλικία των πρέμων και το γραμμικό σύστημα διαμόρφωσης των αμπελώνων, ενώ ταυτόχρονα προέρχονται από διαφορετικά σημεία εντός της ζώνης που παρουσιάζουν μεγάλη ανομοιομορφία μεταξύ τους. Η διαφοροποίησή τους επομένως εντοπίζεται στα εδαφοτοποκλιματικά τους χαρακτηριστικά, όπως προκύπτουν από τα διαφορετικά υψόμετρα των περιοχών στις οποίες τοποθετούνται. Επίσης πραγματοποιήθηκε σύγκριση και ως προς τα διαφορετικά υποκείμενα της αμπέλου. Όσο αφορά τη διαχείριση των αμπελώνων και τις στρεμματικές αποδόσεις εφαρμόστηκαν κοινές τεχνικές. Για την καλύτερη διαχείριση των δειγμάτων κάθε ένα αμπελοτεμάχιο κωδικοποιήθηκε με ένα διψήφιο αριθμό (ID). Τα στοιχεία ενδιαφέροντος για τα 35 αμπελοτεμάχια, συνοψίζονται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 1 Κωδικοποίηση επιλεγμένων αμπελοτεμαχίων και τα στοιχεία που αφορούν την περιοχή, το υψόμετρο και το υποκείμενό τους

	ID	Περιοχή	Υψόμετρο (m)	Υποκείμενο
1.	57	Αρχαία Νεμέα	390	R110
2.	26	Αρχαία Νεμέα	370	R110
3.	47	Αρχαία Νεμέα	380	41B
4.	7	Αρχαίες Κλεωνές	730	R110
5.	73	Αρχαίες Κλεωνές	220	1103P
6.	50	Αρχαίες Κλεωνές	250	R110
7.	61	Ασπρόκαμπος	675	R110
8.	25	Ασπρόκαμπος	800	R110
9.	19	Ασπρόκαμπος	860	R110

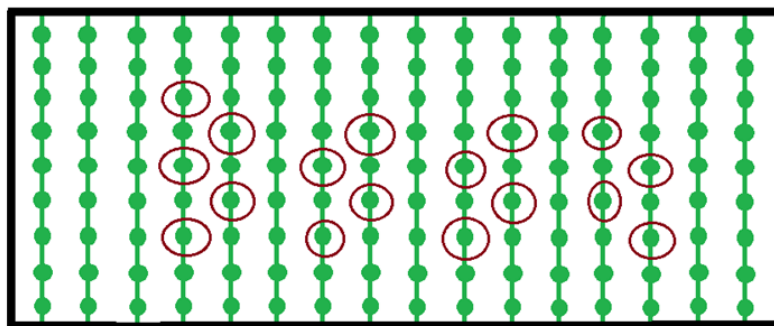
10.	31	Ασπρόκαμπος	800	R110
11.	42	Ασπρόκαμπος	790	1103P
12.	9	Ασπρόκαμπος	800	41B
13.	45	Ασπρόκαμπος	865	R110
14.	39	Γυμνό	430	R110
15.	21	Γυμνό	535	R110
16.	71	Γυμνό	400	R110
17.	33	Κούτσι	480	R110
18.	28	Κούτσι	269	41B
19.	36	Κούτσι	290	41B
20.	3	Κούτσι	470	41B
21.	40	Κούτσι	540	41B
22.	24	Κούτσι	550	R110
23.	11	Κούτσι	416	41B
24.	17	Λεόντιο	290	R110
25.	30	Μαλαντρένι	525	R110
26.	68	Μαλαντρένι	395	R110
27.	20	Νεμέα	290	R110
28.	72	Νεμέα	275	R110
29.	66	Νεμέα	310	R110
30.	74	Νεμέα	310	41B
31.	8	Νεμέα	330	R110
32.	64	Νεμέα	310	R110
33.	63	Νεμέα	290	R110
34.	67	Νεμέα	290	R110
35.	46	Ψάρι	740	R110

Από αυτά συλλέχθηκαν σταφυλές με βάση κοινό πρωτόκολλο δειγματοληψίας και πραγματοποιήθηκαν 35 διπλές οινοποιήσεις, συνολικά 70, με επίσης κοινό πρωτόκολλο οινοποίησης. Η σύγκριση βασίστηκε, τόσο στις κλασικές αναλύσεις, όσο και σε αναλύσεις του φαινολικού φορτίου, των χρωματικών χαρακτηριστικών και των πτητικών ενώσεων. Για τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων και τη μελέτη της διακύμανσης που παρουσίασαν, έγινε ομαδοποίηση των αμπελοτεμαχίων με βάση τα

υψομετρικά τους χαρακτηριστικά σε 3 υποζώνες, τις οποίες διαχωρίζεται η αμπελουργική ζώνη Π.Ο.Π. της Νεμέας από την νομοθεσία, καθώς και ως προς το υποκείμενό τους. Τα αποτελέσματα που θα προκύψουν από την παρούσα μελέτη θα αξιοποιηθούν για την πραγματοποίηση μιας αξιολόγησης του οινικού δυναμικού της κάθε περιοχής. Η ζώνη αυτή αποτελεί την μεγαλύτερη ενιαία αμπελουργική ζώνη της χώρας και παρουσιάζει πολύ μεγάλη ανομοιογένεια. Η πιθανότητα ζωνοποίησής της βάσει του ποιοτικού δυναμικού της, θα προσφέρει τεράστιο όφελος, καθώς θα μπορεί να προβλεφθεί ακριβώς η ποιότητα του παραγόμενου οίνου ανάλογα με την προέλευση των σταφυλιών.

2.1.1 Πρωτόκολλο συλλογής σταφυλών

Για τη συλλογή των σταφυλών από τους αμπελώνες επιλέχθηκαν και σημάνθηκαν συγκεκριμένα πρέμνα. Συγκεκριμένα, ανά δύο σειρές του επιλεγμένου αμπελώνα, γινόταν σήμανση ανά τρία πρέμνα. Εντός της κάθε επιλεγμένης σειράς, σημάνθηκαν πρέμνα δεξιά και αριστερά αυτής, ώστε να ληφθεί δείγμα από διαφορετικά ως προς την ηλιακή έκθεση πρέμνα από τα οποία θα συλλέγονταν οι σταφυλές. Οι σταφυλές προήλθαν από διαφορετικά σημεία επί του πρέμνου και επί της κάθε κληματίδας. Οι πρώτες δυο με τρεις σειρές του αμπελοτεμαχίου δεν συμμετείχαν στην λήψη του δείγματος, καθώς και τα πρώτα και τελευταία τρία με πέντε πρέμνα της κάθε σειράς. Στόχος της δειγματοληψίας κατά αυτό τον τρόπο ήταν να μπορέσουμε μέσω των 60 κιλών που συλλέχθηκαν κατά την τεχνολογική ωρίμανση των σταφυλών να έχουμε μια αντιπροσωπευτική εικόνα του συνόλου των σταφυλών του αμπελωτεμαχίου. Στην εικόνα που ακολουθεί δίνεται μια ενδεικτική απεικόνιση της επιλογής των πρέμνων ενός αμπελοτεμαχίου. Με κόκκινο κύκλο έχουν σημειωθεί τα πρέμνα από τα οποία έγινε η συλλογή των σταφυλών.



Εικόνα 17 ενδεικτική απεικόνιση της επιλογής των πρέμνων ενός αμπελοτεμαχίου με βάση το πρωτόκολλο συλλογής σταφυλών

Ο τρύγος πραγματοποιήθηκε όταν οι σταφυλές έφτασαν στο σημείο της τεχνολογικής ωριμότητας.

2.1.2 Πρωτόκολλο οινοποίησης

Η παραγωγή των οίνων πραγματοποιήθηκε με μικροοινοποιήσεις των σταφυλιών που έχουν συλλεχθεί από τα μαρκαρισμένα πρέμνα, όπως αναφέρεται αναλυτικά στο πρωτόκολλο δειγματοληψίας. Όλες οι οινοποιήσεις πραγματοποιήθηκαν εις διπλούν, καθώς η συνολική ποσότητα των 60 κιλών σταφυλών μοιράστηκε κατά το ήμισυ. Μετά τη συλλογή της απαιτούμενης ποσότητας από τον αμπελώνα, οι σταφυλές μεταφέρονται σε ψυγιοθάλαμο όπου παραμένουν καθ' όλη την διάρκεια της νύχτας. Την επόμενη ημέρα πραγματοποιείται εκραγισμός και σπάσιμο των ραγών. Μετά το σπάσιμο πραγματοποιήθηκε θείωση της σταφυλομάζας με προσθήκη θειώδους ανυδρίτη (metabisulfite) σε συγκέντρωση 8 g/hl. Μετά το πέρας τεσσάρων ωρών από την θείωση, προστέθηκαν εκχυλιστικά ένζυμα (Safizym color) σε συγκέντρωση 4 g/hl. Μετά το πέρας δύο ωρών, έγινε εμβολιασμός με ζύμη Safoeno HD S135 σε συγκέντρωση 25 g/hl. Συγκεκριμένα για τον εμβολιασμό, η ζύμη διασπάρθηκε σε δεκαπλάσια ποσότητα γλεύκους και αφέθηκε για 10 λεπτά σε ηρεμία. Στη συνέχεια, ακολούθησε ήπια ανάδευση και προσθήκη του εμβολίου στον ανοξειδωτο περιέκτη, χωρητικότητας πενήντα λίτρων. Μετά την πάροδο τεσσάρων ωρών, πραγματοποιήθηκε αζωτούχος θρέψη με ανόργανο και οργανικό άζωτο, συγκεκριμένα DAP και Springferm, σε αναλογία 1:1 και σε συγκέντρωση 25 g/hl. Καθ' όλη τη διάρκεια των ημερών της αλκοολικής ζύμωσης πραγματοποιούταν σπάσιμο καπέλου 2 φορές την ημέρα και καθημερινός έλεγχος της πορείας της ζύμωσης με μέτρηση σακχαροπεριεκτικότητας (°Brix) και θερμοκρασίας. Κατά το 1/3 της αλκοολικής ζύμωσης, πραγματοποιήθηκε δεύτερη θρέψη αζώτου, επίσης με ανόργανο και οργανικό άζωτο (DAP και Springferm) σε αναλογία 1:1 και σε συγκέντρωση 25 g/hl. Ο διαχωρισμός από τα στέμφυλα πραγματοποιήθηκε μετά την ολοκλήρωση της αλκοολικής ζύμωσης. Οι οίνοι απολασπώθηκαν και μεταφέρθηκαν σε ψυγιοθάλαμο μέχρι τον εμβολιασμό τους με γαλακτικά βακτήρια (*Oenococcus Oeni*/ *Viniflora* CH11, CHR Hansen) για την πραγματοποίηση μηλογαλακτικής ζύμωσης. Η ολοκλήρωση της μηλογαλακτικής ζύμωσης διαπιστώθηκε με χρωματογραφία λεπτής στιβάδας (TLC) για τον εντοπισμό της απουσίας του μηλικού οξέος και τελικά πιστοποιήθηκε ενζυματικά. Τέλος οι οίνοι μεταγγίσθηκαν σε πλαστικά δοχεία των 20

λίτρων, και έγινε συμπληρωματική θείωση, όπου παρέμειναν εκεί για φυσική διαύγαση μέχρι την εμφιάλωσή τους.

2.2 Αναλύσεις στους οίνους

2.2.1 Ένταση και Απόχρωση

Το χρώμα των ερυθρών οίνων είναι αποτέλεσμα της εκλεκτικής απορρόφησής τους σε τρεις ακτινοβολίες του ορατού φάσματος, που οφείλεται στις φαινολικές ενώσεις. Επομένως για την μέτρηση του χρώματος λαμβάνονται οι απορροφήσεις 420, 520 και 620nm με φασματοφωτόμετρο υπεριώδους-ορατού. Ως ένταση ορίζεται το άθροισμα αυτών των τριών απορροφήσεων. Η μέγιστη απορρόφηση στο φάσμα των ερυθρών οίνων παρουσιάζεται στα 520nm, χαρακτηριστικό του κόκκινου χρώματος και οφείλεται στις ελεύθερες ανθοκυάνες που εντοπίζονται με τη μορφή του κατιόντος του φλαβυλίου. Με την πάροδο του χρόνου και την παλαίωση του οίνου η απορρόφηση αυτή μειώνεται σταδιακά και αυξάνεται η απορρόφηση στα 420nm, χαρακτηριστική του κίτρινου χρώματος. Αιτία αυτού του φαινομένου είναι το γεγονός ότι στην περιοχή αυτή απορροφούν οι διάφορες μορφές των ταννινών, οι οποίες επικρατούν στους παλαιωμένους οίνους. Τέλος, για να υπάρχει καλύτερη αξιολόγηση του χρώματος των ερυθρών οίνων λαμβάνεται υπόψιν και η απορρόφηση στα 620nm, χαρακτηριστική του κυανού χρώματος, που οφείλεται στις ανθοκυάνες που βρίσκονται με τη μορφή της άνυδρης βάσης. Η ένταση του χρώματος χαρακτηρίζει την ποσότητα του χρώματος και πρόκειται για καθαρό αριθμό που κυμαίνεται από 0,3 έως 1,8 και παρουσιάζει μεγάλες διαφοροποιήσεις μεταξύ των ποικιλιών. Όσο αφορά την απόχρωση, πρόκειται για τον λόγο της απορρόφησης στα 420nm προς 520nm. Αντιπροσωπεύει την εξέλιξη του χρώματος προς το πορτοκαλί και μεγαλώνει επίσης αναλογικά της οξείδωσης ή της παλαίωσης ενός οίνου. Οι νεαροί οίνοι παρουσιάζουν τιμές απόχρωσης μεταξύ 0,5 και 0,7 που με την πάροδο του χρόνου αυξάνεται λόγω της παλαίωσης, φθάνοντας σε ένα ανώτατο όριο μεταξύ 1,2 και 1,3 (Ribéreau-Gayon P., et.al, 2006).

2.2.2 Ολικά φαινολικά συστατικά

2.2.2.1 Δείκτης φαινολικών ουσιών (ΔΦΟ)

Ο προσδιορισμός του Δείκτη Φαινολικών Ουσιών (ΔΦΟ) βασίζεται στην απορρόφηση του βενζοϊκού δακτυλίου των φαινολικών ενώσεων στα 280nm. Η απορρόφηση αυτή αντιστοιχεί στην συγκέντρωση των φλαβονοειδών φαινολών (ανθοκυάνες και

ταννίνες), των μη φλαβονοειδών (φαινολικά οξέα) καθώς και κάποιων μη φαινολικών ουσιών, ενώ δεν περιλαμβάνει ορισμένες ενώσεις όπως είναι τα κινναμωμικά οξέα και οι χαλκόνες. Ωστόσο, ο ΔΦΟ λόγω της απλότητας και της ευκολίας του χρησιμοποιείται στην οινολογική πρακτική, καθώς οι ενώσεις που δεν περιλαμβάνονται στη μέτρηση βρίσκονται σε μικρή περιεκτικότητα στους οίνους και επομένως το σφάλμα της μεθόδου που προκύπτει από το γεγονός αυτό είναι αμελητέο (Vallejos S., *et. al.*, 2019). Οι ερυθροί οίνου αραιώνονται 100 φορές με απιονισμένο νερό και μετριέται η απορρόφησή τους στα 280nm. Για την έκφραση του τελικού αποτελέσματος πολλαπλασιάζεται η απορρόφηση επί 100. Οι τιμές του ΔΦΟ κυμαίνονται μεταξύ 6 και 120.

2.2.2.2 Μέθοδος Folin-Ciocalteu

Πρόκειται για μια φωτομετρική μέθοδο, της οποίας η βασική αρχή, όπως αναφέρεται στην επίσημη μέθοδο του OIV-MA-AS2-10, βασίζεται στο γεγονός ότι το σύνολο των φαινολικών ενώσεων που περιέχονται στον οίνο οξειδώνονται από το αντιδραστήριο Folin-Ciocalteu. Το αντιδραστήριο αυτό είναι ένα διάλυμα σύνθετων πολυμερών ιόντων που σχηματίζονται από φωσφο-μολυβδενικά ($H_3PMo_{12}O_{40}$) και φωσφο-βολφραμικά ($H_3PW_{12}O_{40}$) ετεροπολυμερή οξέα. Μετά την οξείδωση των φαινολικών του οίνου, το ίδιο ανάγονται σε μείγμα κυανών οξειδίων του βολφραμίου (W_8O_{23}) και του μολυβδενίου (Mo_8O_{23}). Το σχηματιζόμενο κυανό χρώμα παρουσιάζει μέγιστη απορρόφηση στα 765nm και είναι ανάλογη της συγκέντρωσης των φαινολικών ενώσεων. Συγκεκριμένα, σε ογκομετρική φιάλη των 10ml προστίθενται 100 μ L οίνου, 0,5mL διαλύματος Folin-Ciocalteu και 1,5ml Na_2CO_3 20%, για ρύθμιση της αλκαλικότητας και συμπληρώνεται ο όγκος με απιονισμένο νερό. Ταυτόχρονα παρασκευάζεται τυφλό δείγμα για το μηδενισμό του φωτομέτρου, όπου αντί για οίνο προστίθεται απιονισμένο νερό. Ακολουθεί αναμονή 30 λεπτών για τη δράση του αντιδραστηρίου και έπειτα φωτομετρούνται στα 765nm. Τα αποτελέσματα εκφράζονται σε ισοδύναμα γαλλικού οξέος σε mg ανά λίτρο, όπως προκύπτουν μετά την κατασκευή καμπύλης αναφοράς με γνωστές συγκεντρώσεις γαλλικού οξέος και ακολουθώντας την ίδια μέθοδο.

2.2.3 Ολικές Ανθοκυάνες

Οι ανθοκυάνες απαντώνται στο κρασί με τρεις διαφορετικές μορφές, τις ελεύθερες ανθοκυάνες (Al) και τις πολυμερισμένες με ταννίνες ανθοκυάνες (Ac), από τις οποίες κάποιες αποχρωματίζονται με την παρουσία του θειώδους ανυδρίτης (SO₂) (TA) και οι υπόλοιπες δεν επηρεάζονται (TAT):

$$At = Al + Ac = Al + TA + TAT$$

Δεν υπάρχει ακριβής μέθοδος για τον προσδιορισμό των At, ωστόσο μπορεί να εκτιμηθεί η ποσότητά τους, βάση μιας χημικής μεθόδου για τον προσδιορισμό των Al + TA. Η μέθοδος αυτή βασίζεται στην ιδιότητα των ανθοκυανών να διαφοροποιείται το χρώμα τους ανάλογα με τη μεταβολή του pH και τον αποχρωματισμό τους από το SO₂ (Ribereau-Gayon and Stonestreet, 1965). Συγκεκριμένα, απαιτείται η παρασκευή διαλύματος που περιέχει 1ml οίνου, 1ml αλκοολικού διαλύματος HCl 1% (pH=0,8) και 20ml υδατικού διαλύματος HCl 2% (pH=0,8). Στη συνέχεια σε δύο δοκιμαστικούς σωλήνες μεταφέρονται 5ml στον καθένα από το παραπάνω διάλυμα. Στον πρώτο προστίθενται 2ml απιονισμένο νερό και στον δεύτερο προστίθενται 2ml διαλύματος NaHSO₃. Αφήνονται σε ηρεμία για 20 λεπτά και μετά την πάροδο του χρόνου μετريέται η απορρόφηση των τεσσάρων διαλυμάτων στα 520nm. Για τον μηδενισμό του φωτομέτρου χρησιμοποιείται ως μάρτυρας απιονισμένο νερό. Η συγκέντρωση των ολικών ανθοκυανών $As = Al + TA$ υπολογίζεται από τη σχέση (Ribereau-Gayon P., et.al, 2006):

$$\text{Ανθοκυάνες (mg/L)} = (\text{OD}_{\text{H}_2\text{O}} - \text{OD}_{\text{NaHSO}_3}) * 875$$

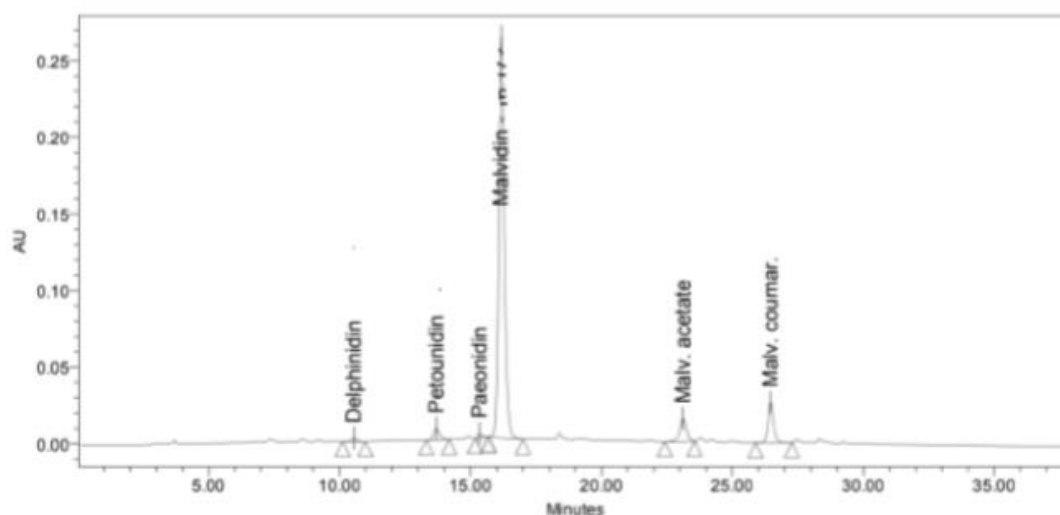
2.2.4 Προσδιορισμός ανθοκυανών με υγρή χρωματογραφία υψηλής απόδοσης (HPLC)

Ο προσδιορισμός της συγκέντρωσης όλων των επιμέρους ανθοκυανών πραγματοποιήθηκε με μια μέθοδο άμεσης έγχυσης. Τα δείγματα των οίνων υποβλήθηκαν σε φιλτράρισμα με φίλτρο σύριγγας πορότητας 0,2 μm πριν από τη χρωματογραφία και τοποθετήθηκαν σε γυάλινα φιαλίδια του αυτόματου δειγματολήπτη. Ο εξοπλισμός που χρησιμοποιήθηκε αποτελείται από συσκευή χρωματογραφίας HP 1050 συζευγμένη με ανιχνευτή συστοιχίας διόδων Jasco MD-910 (Goldberg M.D. and Soleas G.J., 1999). Οι αναλύσεις διεξήχθησαν σε στήλη Restek Pinnacle II C18, 250 x 4.0 mm x 5 μm.

Πίνακας 2 Μέθοδος προσδιορισμού ανθοκυανών HPLC (Kallithraka S., et. al, 2005)

Μέθοδος	Προδιορισμός ανθοκυανών															
Στήλη	Restek Pinnacle II C18 (250 x 4.0 mm x 5 μm)															
Ρυθμός ροής διαλυτών	1 mL/min															
Ανιχνευτής	Diode array (DAD; Jasco MD-910)															
Μήκος κύματος ανίχνευσης	520 nm															
Όγκος εγχύσεως (injection)	10μL															
Διαλύτες	Διαλύτης A: 10% φορμικό οξύ σε νερό καθαρότητας HPLC Διαλύτης B: MeOH καθαρότητας HPLC															
Πρόγραμμα HPLC	<table border="1"> <tr> <td>Χρόνος σε min</td> <td>0</td> <td>22</td> <td>30</td> <td>35</td> </tr> <tr> <td>% διαλύτη A</td> <td>95</td> <td>50</td> <td>5</td> <td>95</td> </tr> <tr> <td>% διαλύτη B</td> <td>5</td> <td>50</td> <td>95</td> <td>5</td> </tr> </table>	Χρόνος σε min	0	22	30	35	% διαλύτη A	95	50	5	95	% διαλύτη B	5	50	95	5
Χρόνος σε min	0	22	30	35												
% διαλύτη A	95	50	5	95												
% διαλύτη B	5	50	95	5												
Καμπύλη αναφοράς	Μαλβιδίνη (Mvl) mg/L $y = 3,1409x + 0,0122$															
Έκφραση αποτελεσμάτων	Ισοδύναμα Mlv σε mg/L															

Ένα τυπικό χρωματογράφημα έκλυσης των ανθοκυανών της ποικιλίας Αγιωργίτικο παρουσιάζεται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 18 Χρωματογράφημα που απεικονίζει τις ανθοκυανές σε οίνου ποικιλίας Αγιωργίτικο. 3-Ο-μονογλυκοζίτες της δελφινιδίνης (Delphinidin), της πετουνιδίνης (Petounidin), της παιονιδίνης (Peonidin), της μαλβιδίνης (Malvidin), ο οξικός εστέρας της μαλβιδίνης (Malv. Acetate) και ο κουμαρικός εστέρας της μαλβιδίνης (Malv. Coumar.).

2.2.5 Χρωματικοί δείκτες Somers

Το χρώμα του ερυθρού οίνου είναι αποτέλεσμα της συνεισφοράς τόσο των μονομερών, ελεύθερων ανθοκυανών όσο και των μορφών των πολυμερισμένων χρωστικών. Η λογική στην οποία βασίστηκε η μέθοδος, αφορά αυτή την σχέση των ελεύθερων ανθοκυανών και των πολυμερισμένων χρωστικών στα διάφορα χρησιμοποιούμενα αντιδραστήρια. Λόγω της πολυπλοκότητας και της πιθανής μεταβλητότητας στα συστατικά του χρώματος του οίνου, δεν είναι δυνατόν να υπάρχει ακριβής χημικός ορισμός του χρώματος, ακόμη και στους νέους οίνους. Ωστόσο, πολύ μεγάλες διακυμάνσεις στην ισορροπία των χρωστικών, μπορούν να αποδειχθούν εύκολα με τη μέθοδο Somers. Οι δείκτες που υπολογίζονται από τη μέθοδο βασίστηκαν στην μελέτη των ακόλουθων περιπτώσεων:

1. Οι ανθοκυάνες αποχρωματίζονται με την προσθήκη περίσσειας SO₂ στο pH του οίνου. Το υπολειμματικό χρώμα μετά από μια τέτοια επεξεργασία ενός ερυθρού οίνου, οφείλεται στις πολυμερισμένες μορφές των χρωστικών. Η συνεισφορά των πολυμερισμένων ανθοκυανών είναι μόλις 0-5% (στα 520 nm) στους πρόσφατα κατασκευασμένους οίνους, αλλά υπάρχει προοδευτική αύξηση κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης και της παλαίωσης.
2. Η ακεταλδεΐδη δεσμεύεται πολύ ισχυρά με το SO₂ σε σύγκριση με τις ανθοκυάνες. Η περίσσεια ακεταλδεΐδης θα προκαλέσει αύξηση της απορρόφησης, λόγω ελεύθερων ανθοκυανών που προηγουμένως μπορεί να είχαν αποχρωματιστεί από την προσθήκη του SO₂.
3. Σε pH <1,0, οι ανθοκυάνες εμφανίζονται εξ' ολοκλήρου με τη μορφή του έγχρωμου κατιόντος του φλαβυλίου, συνεπώς, σ' αυτή την περίπτωση, μετά την οξύνιση, παρατηρείται πολύ μεγάλη αύξηση της απορρόφησης στα 520 nm. Αντίθετα, τα σύμπλοκα των πολυμερισμένων ανθοκυανών επηρεάζονται πολύ λιγότερο από το χαμηλό pH (Somers T.C. and Evans M.E., 1976).

Για την παρούσα μέθοδο απαιτείται φυγοκέντριση του δείγματος για 5 λεπτά στις 4000 rpm. Σε δοκιμαστικούς σωλήνες παρασκευάζονται τα ακόλουθα διαλύματα:

1. Σε 4,5 mL model wine προστίθενται 500 µL, αναδεύονται στο vortex και άμεσα λαμβάνονται οι απορροφήσεις στα 420nm (A_{420.MW}) και στα 520 nm (A_{520.MW}).

2. Σε 4,5 mL διαλύματος $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ προστίθενται 500 μL οίνου, αναδεύονται σε vortex και παραμένουν σε θερμοκρασία περιβάλλοντος, στο σκοτάδι, για μια ώρα. Στο τέλος του χρόνου μετρείται η απορρόφηση στα 520nm ($A_{520.\text{SO}_2}$).
3. Σε 4,5 mL διαλύματος ακεταλδεΐδης προστίθενται 500 μL οίνου, αναδεύονται στο vortex και παραμένουν στο σκοτάδι για μια ώρα. Στο τέλος του χρόνου μετριοούνται οι απορροφήσεις στα 420nm ($A_{420.\text{ACET}}$) και στα 520nm ($A_{520.\text{ACET}}$).
4. Σε 4,9 mL διαλύματος HCl προστίθενται 100 μL οίνου, αναδεύονται στο vortex και παραμένουν στο σκοτάδι για 3 ώρες. Στο τέλος του χρόνου μετριοούνται οι απορροφήσεις στα 280nm ($A_{280.\text{HCl}}$) και στα 520nm ($A_{520.\text{HCl}}$).

Για το μηδενισμό του φωτομέτρου χρησιμοποιείται ως μάρτυρας το νερό.

Από τις απορροφήσεις που συλλέχθηκαν παραπάνω υπολογίζονται οι παρακάτω δείκτες:

$$\text{Χημική ηλικία 1 (χωρίς μονάδες)} = A_{520.\text{SO}_2} / A_{520.\text{ACET}}$$

$$\text{Χημική ηλικία 2 (χωρίς μονάδες)} = A_{520.\text{SO}_2} / (5 * A_{520.\text{HCl}})$$

$$\text{Βαθμός ιονισμού ανθοκυανών (\%)} = \left\{ \frac{(10 * A_{520.\text{MW}}) - (10 * A_{520.\text{SO}_2})}{(50 * A_{520.\text{HCl}}) - [1.6667 * (10 * A_{520.\text{SO}_2})]} \right\} * 10$$

$$\text{Ολικές ανθοκυάνες (mg/L)} = 20 * (50 * A_{520.\text{HCl}}) - [1.6667 * (10 * A_{520.\text{SO}_2})]$$

$$\text{Ένταση χρώματος (διορθωμένη ως προς SO}_2\text{) (AU)} = (A_{420.\text{ACET}} + A_{520.\text{ACET}}) * 10$$

$$\text{Απόχρωση} = A_{420.\text{MW}} / A_{520.\text{MW}}$$

$$\text{Ολικά φαινολικά συστατικά (AU)} = (A_{280.\text{HCl}} * 50) - 4$$

$$\text{Έγχρωμα συστατικά παρουσία SO}_2 = A_{520.\text{SO}_2} * 10$$

2.2.6 Προσδιορισμός ταννινών

Δυο μέθοδοι χρησιμοποιήθηκαν για τον προσδιορισμό των ταννινών. Η μέθοδος Harbertson et al (2002) με την οποία προσδιορίζονται οι ταννίνες με τη δέσμευσή τους από πρωτεΐνες καθώς και η μέθοδος Sarneckis et al (2006) που βασίζεται στην προσθήκη μεθυλ-κυτταρίνης.

2.2.6.1 Μέθοδος προσδιορισμού ταννινών με δέσμευση από πρωτεΐνες (BSA)

Πρόκειται για μέθοδο μέτρησης του συνόλου των ταννινών δειγμάτων οίνων και ραγών. Οι ταννίνες παρουσιάζουν την ικανότητα να δημιουργούν σύμπλοκα με τις

πρωτεΐνες και να καθιζάνουν. Αυτή τους η ιδιότητα έχει χρησιμοποιηθεί από τους ερευνητές ως μια μέθοδος για την εκλεκτική απομάκρυνση των ταννινών από το διάλυμα και ως εκ τούτου έναν τρόπο να καθοριστεί η συγκέντρωσή τους (Kemp B.S., et. al, 2011). Η κλασσική μέθοδος των Hangerman and Butler (1978), περιλαμβάνει τη χρήση αλβουμίνης ορού βοοειδών (BSA) για την καθίζηση ενός συμπλόκου πρωτεΐνης-ταννίνης, ακολουθούμενη από τον διαχωρισμό αυτού του ίζηματος και την επαναδιαλυτοποίησή του. Οι φαινολικές ενώσεις που υπάρχουν στο επαναδιαλυμένο σύμπλοκο προσδιορίζονται ποσοτικά, φασματοφωτομετρικά στα 510 nm με την προσθήκη χλωριούχου σιδήρου, οποίος σχηματίζει σύμπλοκα της μορφής Fe-(OR)₆ με τα ιονισμένα φαινολικά μόρια, τα οποία έχουν ιώδες χρώμα σε αλκαλικό διάλυμα. Για την ποσοτική παραλαβή των ταννινών του δείγματος είναι απαραίτητο το πρωτεϊνικό διάλυμα να περιέχει διπλάσια ποσότητα αλβουμίνης συγκριτικά με την συγκέντρωση των ταννινών, καθώς η συγκέντρωση των ταννινών στα σύμπλοκα είναι ανάλογη της πρωτεΐνης του δείγματος. Η περίσσεια πρωτεΐνης δεν επηρεάζει τα αποτελέσματα. Έχει αποδειχθεί ότι οι γαλοταννίνες δεσμεύονται πιο έντονα με τη BSA από ότι οι ελλαγιταννίνες λόγω των αρωματικών δακτυλίων στις ομάδες υδροξυδιφαινυλίου των ελλαγιταννινών. Η σύνδεση προανθοκυανιδινών με πρωτεΐνες εξαρτάται από τον αριθμό και τη θέση του υδροξυλίου καθώς και από το μέγεθος των μορίων. Ωστόσο έχει αποδειχθεί ότι καταβυθίζονται κυρίως εκείνες που ο βαθμός πολυμερισμού τους κυμαίνεται από 4 έως 8. Επομένως, η μέθοδος αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον χημικό προσδιορισμό της στυπτικότητας (Paissoni M.A., et; Al, 2018). Αρχικά το δείγμα αραιώνεται με model wine ανάλογα με τη συγκέντρωση των ταννινών του. Το ποσοστό αραιώσης προσδιορίζεται πειραματικά. Σε 500 μL οίνου ή αραιωμένου δείγματος προστίθεται 1mL πρωτεϊνικού διαλύματος BSA, γίνεται ήπια ανάδευση για 15 λεπτά και το δείγμα φυγοκεντρείται για 5 λεπτά στις 12500rpm. Απομακρύνεται το υπερκείμενο και στο ίζημα προστίθενται 250 μL μη πρωτεϊνικού διαλύματος χωρίς να διαταραχθεί το ίζημα. Ακολουθεί εκ νέου φυγοκέντρηση για 5 λεπτά στις 12500rpm. Το υπερκείμενο απομακρύνεται και πάλι και στο ίζημα προστίθενται 875 μL διαλύματος TEA-SDS και αφήνεται για 10 λεπτά σε ηρεμία σε θερμοκρασία δωματίου. Στη συνέχεια αναδεύεται σε vortex για να διαλυθεί το ίζημα και μετριέται η απορρόφηση στα 510 nm (A1). Έπειτα, προστίθενται 125μL διαλύματος FeCl₃ και μετά από την πάροδο 15 λεπτών μετριέται ξανά η απορρόφηση στα 510nm (A2). Για τον μηδενισμό του φωτομέτρου χρησιμοποιείται ως μάρτυρας το διάλυμα TEA-SDS. Τέλος από την διαφορά των απορροφήσεων $A_{520} = (A2) - (A1)$ και με την χρήση

πρότυπης καμπύλης αναφοράς κατεχίνης υπολογίζεται η συγκέντρωση των ταννινών του δείγματος σε ισοδύναμα κατεχίνης σε mg/L.

2.2.6.2 Μέθοδος προσδιορισμού ταννινών με προσθήκη μεθυλ-κυτταρίνης (MCP)

Η μέθοδος MCP αποτελεί μια απλή αλλά ταυτόχρονα αξιόπιστη μέθοδο για τον προσδιορισμό του συνόλου των ταννινών σε δείγματα οίνου. Βασίζεται στις αλληλεπιδράσεις μεταξύ ταννινών-πολυμερών με αποτέλεσμα το σχηματισμό αδιάλυτων πολυμερισμένων συμπλόκων, τα οποία στη συνέχεια καθιζάνουν. Το πολυμερές που χρησιμοποιείται για την καθίζηση είναι το φυσικό πολυμερές μεθυλ-κυτταρίνη. Η διαδικασία βασίζεται στην αφαίρεση της τιμής της απορρόφησης στα 280nm μεταξύ δυο διαλυμάτων, ενός με και ενός χωρίς την προσθήκη μεθυλ-κυτταρίνης, μετρημένη με φασματοφωτόμετρο UV/Vis. Η ίδια η μεθυλ-κυτταρίνη δεν απορροφά στα 280nm επομένως δεν επηρεάζει τη μέτρηση (AWRI, 2009). Απαιτείται η παρασκευή ενός διαλύματος-μάρτυρα, στο οποίο δεν περιέχεται μεθυλ-κυτταρίνη καθώς και η παρασκευή ενός δείγματος στο οποίο προστίθεται το πολυμερές. Η τιμή της απορρόφησης $A_{280-blanc}$ του μάρτυρα υποδεικνύει την ποσότητα του συνόλου των φαινολικών ουσιών του οίνου, ενώ η απορρόφηση $A_{280-sample}$ υποδεικνύει την ποσότητα των φαινολικών ουσιών που παραμένουν εν διαλύσει στο δείγμα ακόμη και μετά την προσθήκη του πολυμερούς. Από την διαφορά αυτών των δύο απορροφήσεων προκύπτει η απορρόφηση A_{280} που οφείλεται στις ταννίνες. Στη συνέχεια, από την κατασκευή πρότυπης καμπύλης αναφοράς με γνωστές συγκεντρώσεις κατεχίνης υπολογίζεται η συγκέντρωση των ταννινών σε ισοδύναμα κατεχίνης στο διάλυμα μέτρησης (C_{ds}). Ωστόσο, η τελική συγκέντρωση ταννινών στο δείγμα οίνου, σε mg/L είναι: $C_{wine} = C_{ds} * 40 * (\text{αραίωση})$, όπου 40 είναι ο συντελεστής αραίωσης του δείγματος στο διάλυμα μέτρησης (Sarneckis C.J., et. al, 2006).

2.2.7 Κλασικές αναλύσεις

Στους παραχθέντες οίνους πραγματοποιήθηκαν οι κλασικές αναλύσεις βασισμένες στις επίσημες μεθόδους του OIV. Συγκεκριμένα, προσδιορίστηκαν η ολική και ενεργός οξύτητα, τα ανάγοντα σάκχαρα, ο αλκοολικός τίτλος και η πτητική οξύτητα.

2.2.7.1 Προσδιορισμός ολικής και ενεργούς οξύτητας

Η ολική ή ογκομετρούμενη οξύτητα των οίνων βασίζεται στην εξουδετέρωση των όξινων ομάδων του δείγματος με πρότυπο διάλυμα αλκάλειως (0,1N NaOH) παρουσία

δείκτη (βρωμοθυμόλη) και εκφράζεται σε γραμμάρια τρυγικού οξέος ανά λίτρο (OIV-MA-AS313-01).

Για τον προσδιορισμό της ενεργούς οξύτητας χρησιμοποιήθηκε pHμετρο ψηφιακό HANNA HI 112.

2.2.7.2 Ανάγοντα σάκχαρα

Το σύνολο των σακχάρων που διαθέτουν ελεύθερη αλδεϋδική ή κετονική ομάδα μπορούν να προσδιοριστούν με χημικές μεθόδους καθώς έχουν την ιδιότητα να ανάγουν τον δισθενή χαλκό σε μονοσθενή, σε αλκαλικό περιβάλλον. Στην παρούσα εργασία για τον προσδιορισμό των αναγόντων σακχάρων χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος Lüff και εκφράζονται σε γραμμάρια ανά λίτρο (OIV-MA-AS311-01A).

2.2.7.3 Αλκοολικός τίτλος

Ο προσδιορισμός βασίζεται στην απόσταξη της αλκοόλης του οίνου και την συνέχεια την μέτρησή της στο απόσταγμα με αραιόμετρο Gay-Lussac. Εκφράζεται σε επί τοις εκατό αιθανόλη κατ' όγκο (OIV-MA-AS312-01A).

2.2.7.4 Πτητική οξύτητα

Προσδιορίζεται με τιτλοδότηση των πτητικών οξέων της σειράς του οξικού οξέος που διαχωρίζονται από τον οίνο με απόσταξη μεθ' υδρατμών και ανακαθαρισμό των ατμών. Εκφράζεται σε γραμμάρια οξικού οξέος ανά λίτρο (OIV-MA-AS313-02).

2.2.8 Ποιοτικός και ποσοτικός προσδιορισμός πτητικών ενώσεων οίνου σε GC/FID

Οι ποιοτικοί και ποσοτικοί χαρακτηρισμοί των πτητικών ενώσεων στους οίνους πραγματοποιήθηκαν με GC-FID. Αποτελεί μια από τις ευρέως χρησιμοποιούμενες τεχνικές για την ανάλυση των πτητικών συστατικών του αρώματος των οίνων (Ivanova V., et. al, 2012). Προηγήθηκε εκχύλιση υγρού-υγρού, με τη χρήση οργανικού διαλύτη και συγκεκριμένα διγλωρομεθανίου. Πρόκειται για μια τεχνική για την εκχύλιση μιας ευρείας κλίμακας πτητικών ενώσεων και βασίζεται στον διαχωρισμό που συνίσταται στη μεταφορά των εν διαλύσει πτητικών συστατικών από τον οίνο, που αποτελεί την

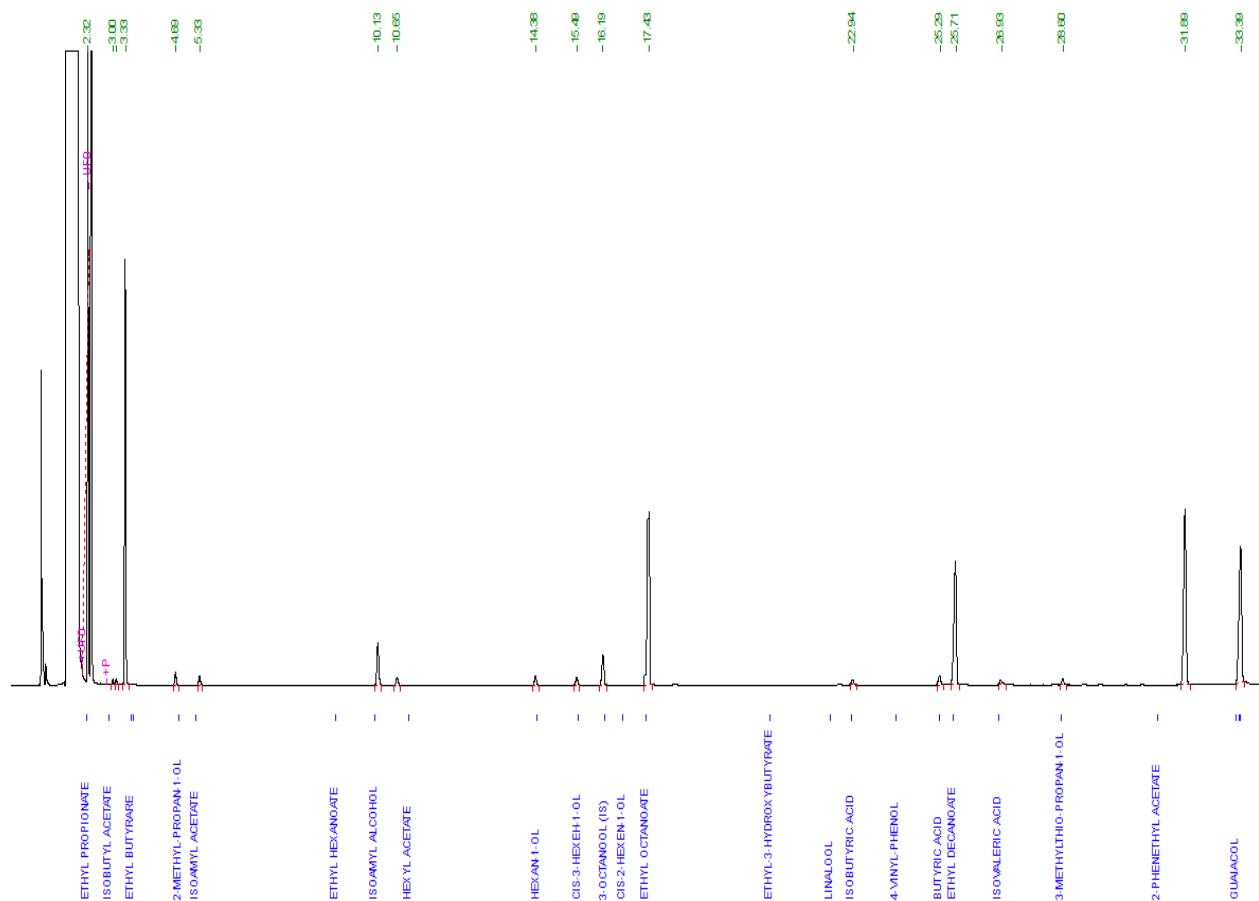
υδατική φάση, στο διχλωρομεθάνιο, την οργανική φάση μέσω του σχηματισμού διφασικού διαλύματος. Αυτή η τεχνική παρουσιάζει βασικά πλεονεκτήματα, όπως η υψηλή επαναληψιμότητα καθώς και η δυνατότητα ταυτόχρονης εκχύλισης πλειάδας πτητικών ενώσεων (Berk Z., 2018). Συγκεκριμένα η μέθοδος που ακολουθήθηκε προβλέπει την προσθήκη σε falcon των 50 mL, 20 mL οίνου, 20 mL διαλύματος εσωτερικού προτύπου 3-οκτανόλης (1g/L) και 5 mL διχλωρομεθανίου (99.9% GC grade). Ακολουθεί ήπια ανακίνηση, εκτόνωση του falcon και ομογενοποίηση στο vortex για 30 λεπτά. Για τον διαχωρισμό των δυο φάσεων το μίγμα φυγοκεντρείται για 10 λεπτά στις 4000 rpm. Η οργανική φάση συλλέγεται σε γυάλινο φιαλίδιο με τη χρήση σύριγγας που φέρει βελόνα. Η εκχύλιση με την προσθήκη 5 mL διχλωρομεθανίου επαναλαμβάνεται με τον ίδιο τρόπο άλλες δυο φορές και η οργανική φάση προστίθεται στο φιαλίδιο. Μετά το τέλος των τριών διαδοχικών εκχυλίσεων, για την πλήρη αφύγρανση του εκχυλίσματος προστίθεται στο vial περίπου 0,5g θεικού νατρίου και αναδεύεται ήπια (J.S.Câmara et.al, 2004). Το εκχύλισμα διηθείται και συλλέγεται σε καθαρό γυάλινο φιαλίδιο και συμπυκνώνεται με αέριο άζωτο υπό ροή, μέχρι ποσότητας 1mL. Μεταφέρεται σε γυάλινο φιαλίδιο των 2 mL και αποθηκεύεται στην κατάψυξη μέχρι την έγχυσή του στο GC/FID. Η χρωματογραφική ανάλυση διεξήχθη σε αέριο χρωματογράφο εξοπλισμένο με ανιχνευτή ιονισμού φλόγας (FID). Ο χρωματογραφικός διαχωρισμός διεξήχθη χρησιμοποιώντας πολική στήλη DB WAX (μήκος: 30m, ID : 0.32mm, 0.35 μ) και ως φέρον αέριο το ήλιο. Το θερμοκρασιακό πρόγραμμα ξεκινάει με αρχική θερμοκρασία του φούρνου 40 ° C για 4 λεπτά αύξηση κατά 3 ° C ανά λεπτό έως ότου φθάσει στους 240 ° C. Η θερμοκρασία του ανιχνευτή ήταν 250 ° C. Η ταυτοποίηση πραγματοποιήθηκε με βάση τον χρόνο έκλουσης σε σύγκριση με τα πρότυπα για τις πτητικές ενώσεις και η ποσοτικοποίηση πραγματοποιήθηκε με τη χρήση της 3-οκτανόλης ως εσωτερικού προτύπου. Συγκεκριμένα στον Πίνακα 3 παρουσιάζονται οι πτητικές ενώσεις που χρησιμοποιήθηκαν ως πρότυπες για την ταυτοποίηση μαζί με τους χρόνους έκλουσής τους, ενώ στην Εικόνα 16 παρουσιάζεται το χρωματογράφημα αυτών των προτύπων.

Πίνακας 3 Πρότυπες πτητικές ενώσεις και ο χρόνος έκλουσής τους

<i>Ένωση</i>	<i>Χρόνος Έκλουσης (min)</i>
Οξέα	
Isobutyric acid	22,94
Butyric acid	25,29

Isovaleric acid	26,93
Εστέρες	
Ethyl propionate*	2,32
Ethyl Butyrate	3,33
Hexyl acetate	10,65
Ethyl octanoate	17,43
Ethyl decanoate	25,71
2-phenethyl acetate	31,99
Isoamyl Acetate (3-Methylbutyl acetate)	5,33
Αλκοόλες	
2-methyl-propan-1-ol	4,69
Hexan-1-ol	14,38
Cis-3-hexen-1-ol	15,49
3-methylthio-propan-1-ol	28,56
Isoamyl alcohol (3-Methyl-butan-1-ol)	10,13
3 – octanol (IS)	16,19

* επικάλυψη με διαλύτη (διχλωρομεθάνιο)



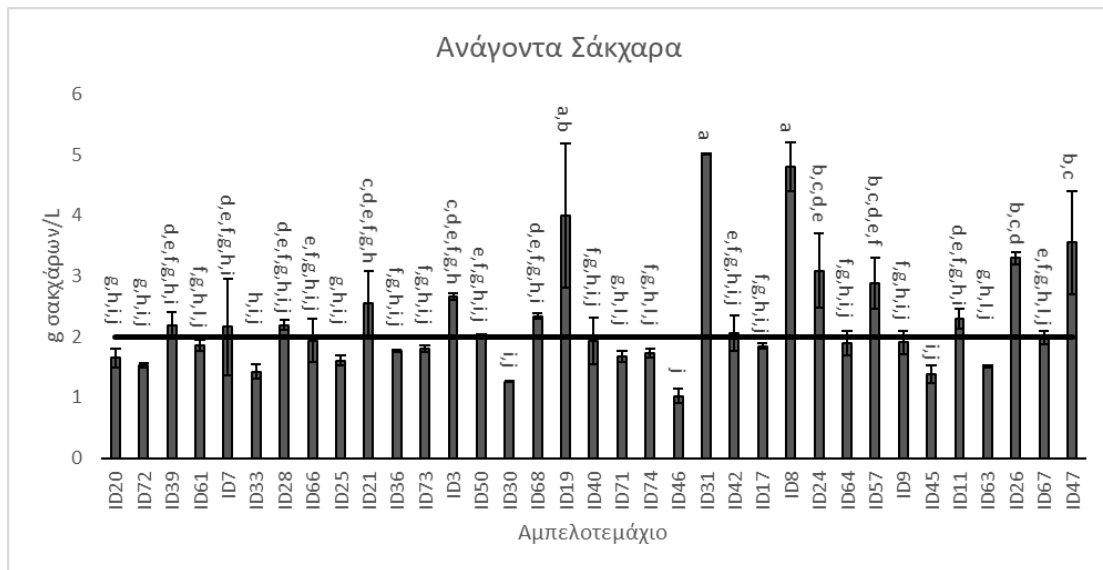
Εικόνα 19 Χρωματογράφημα των προτύπων πτητικών ενώσεων. Ethyl propionate (2,32 min), isobutyl acetate (3 min), ethyl butyrate (3,33 min), 2-methyl-propan-1-ol (4,69 min), isoamyl acetate (5,33 min), isoamyl alcohol (10,13 min), hexyl acetate (10,65 min), hexan-1-ol (14,38 min), 3-octanol (16,19 min) (SI), cis-3-hexen-1-ol (15,49 min), ethyl octanoate (17,43 min), isobutyric acid (22,94 min), butyric acid (25,29 min), ethyl decanoate (25,71 min), isovaleric acid (26,93 min), 3-methylthio-propan-1-ol (28,6 min), 2-phenylethyl acetate (31,99 min)

4. Αποτελέσματα

3.1 Κλασικές αναλύσεις

3.1.1 Ανάγοντα σάκχαρα

Τα αναλυτικά αποτελέσματα των μετρήσεων παρατίθενται στον Πίνακα Ι του Παραρτήματος.

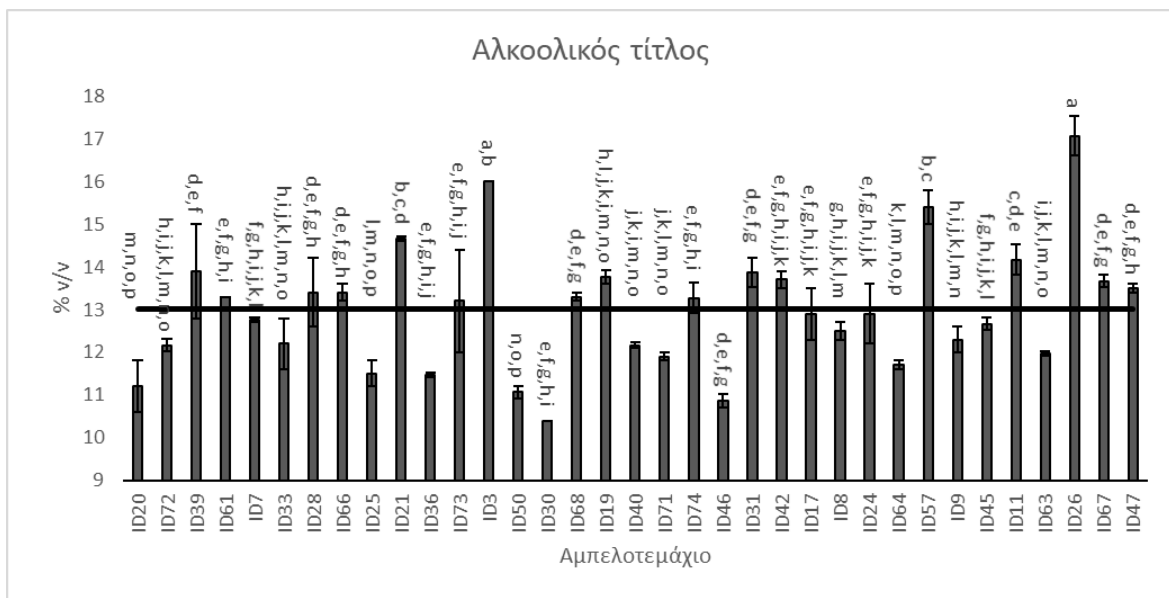


Διάγραμμα 1 Ανάγοντα σάκχαρα των παραχθέντων οίνων. Οι μπάρες δείχνουν την \pm τυπική απόκλιση του μέσου όρου των τιμών. Τιμές με διαφορετικά γράμματα ανάμεσα στα αμπελοτεμάχια διαφέρουν στατιστικά μεταξύ τους (Tukey's test, $p < 0.05$)

Με βάση την ελληνική νομοθεσία, ως ξηροί ορίζονται οι οίνοι με συγκέντρωση αναγόντων σακχάρων μικρότερη των 4 g/L. Οι οίνοι ID31 και ID8 χαρακτηρίζονται ως ημίξηροι, ενώ όλοι οι υπόλοιποι κατατάσσονται στην κατηγορία των ξηρών.

3.1.2 Αλκοολικός τίτλος

Τα αναλυτικά αποτελέσματα των μετρήσεων παρατίθενται στον Πίνακα II του Παραρτήματος.

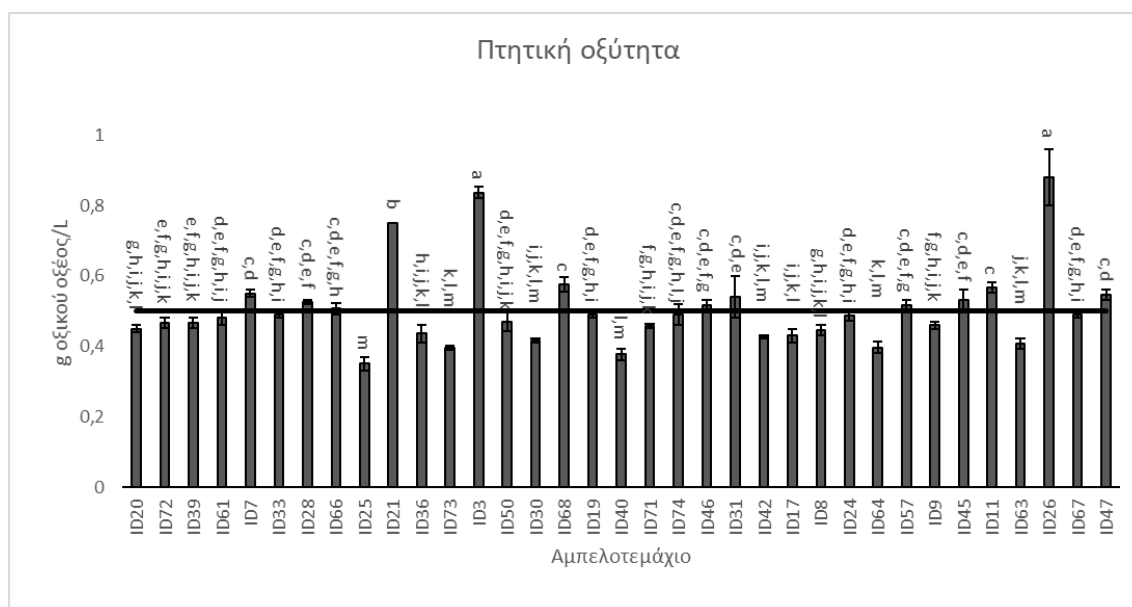


Διάγραμμα 2 Αλκοολικός τίτλος των παραχθέντων οίνων. Οι μπάρες δείχνουν τη \pm τυπική απόκλιση του μέσου όρου των τιμών. Τιμές με διαφορετικά γράμματα ανάμεσα στα αμπελοτεμάχια διαφέρουν στατιστικά μεταξύ τους (Tukey's test, $p < 0.05$)

Ο αλκοολικός τίτλος των οίνων παρουσιάζει μεγάλες διακυμάνσεις μεταξύ των δειγμάτων και κινείται σε ένα μεγάλο εύρος τιμών. Αυτό το γεγονός προέρχεται από διαφορετικά επίπεδα ωρίμανσης στην πρώτη ύλη του κάθε αμπελοτεμαχίου. Υψηλότερο αλκοολικό τίτλο εμφάνισε ο οίνος ID26 και αμέσως επόμενος ο ID3, χωρίς να διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά. Χαμηλότερη αλκοολοπεριεκτικότητα παρουσίασε ο ID30. Ο αλκοολικός τίτλος εμφάνισε ισχυρή θετική συσχέτιση ($r=0,75$, $p<0,05$) με την ένταση του χρώματος (Διάγραμμα 6), γεγονός που οφείλεται στις εκχυλιστικές ιδιότητες της αλκοόλης.

3.1.2 Πτητική Οξύτητα

Τα αναλυτικά αποτελέσματα των μετρήσεων παρατίθενται στον Πίνακα II του Παραρτήματος.

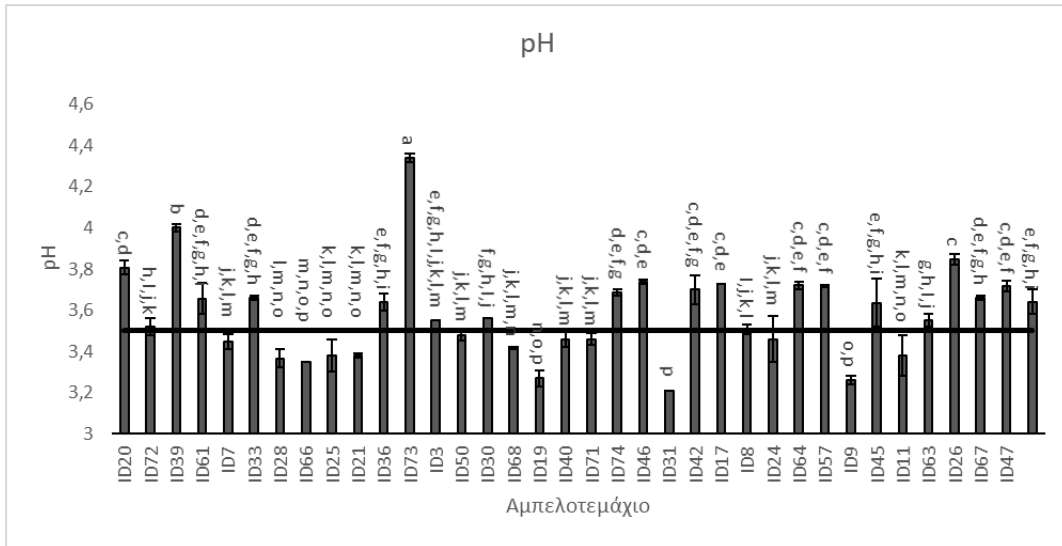


Διάγραμμα 3 Πτητικές οξύτητες των παραχθέντων οίνων. Οι μπάρες δείχνουν τη \pm τυπική απόκλιση του μέσου όρου των τιμών. Τιμές με διαφορετικά γράμματα ανάμεσα στα αμπελοτεμάχια διαφέρουν στατιστικά μεταξύ τους (Tukey's test, $p < 0,05$)

Η υψηλότερη πτητική οξύτητα παρουσιάστηκε στους οίνους ID3 και ID26, χωρίς στατιστικά σημαντική διαφορά, ενώ η χαμηλότερη στον ID25. Ωστόσο όλες οι τιμές είναι εντός των ορίων της νομοθεσίας.

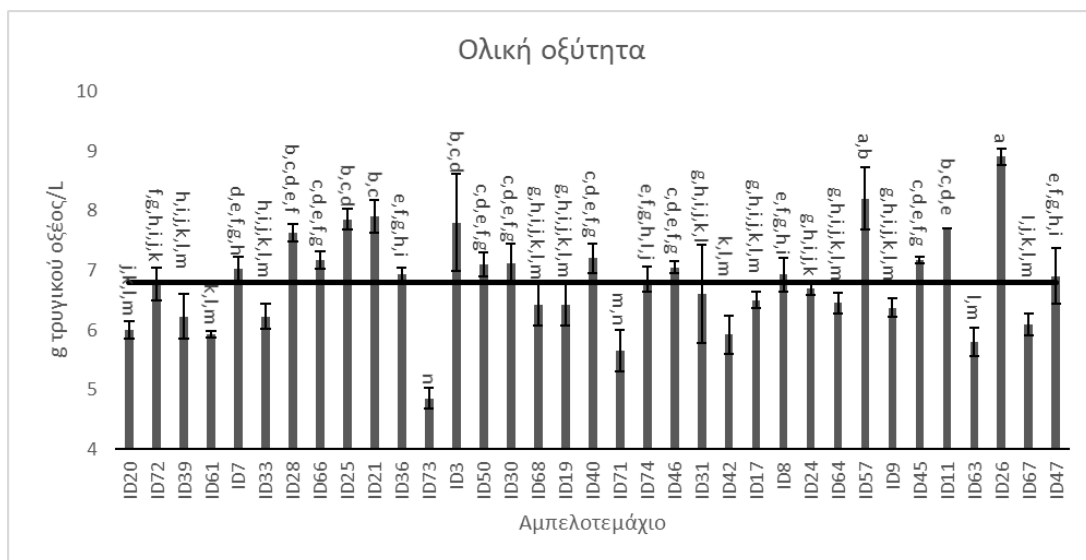
3.1.3 pH και Ολική οξύτητα

Τα αναλυτικά αποτελέσματα των μετρήσεων παρατίθενται στον Πίνακα III του Παραρτήματος.



Διάγραμμα 4 Τα pH των παραχθέντων οίνων. Οι μπάρες δείχνουν τη \pm τυπική απόκλιση του μέσου όρου των τιμών. Τιμές με διαφορετικά γράμματα ανάμεσα στα αμπελοτεμάχια διαφέρουν στατιστικά μεταξύ τους (Tukey's test, $p < 0.05$)

Το pH των οίνων γενικά κυμαίνεται σε σχετικά υψηλές τιμές, με την υψηλότερη να παρουσιάζεται στον οίνο ID73 και τη χαμηλότερη στον ID31. Παρατηρήθηκε θετική συσχέτιση μεταξύ του pH και της απόχρωσης ($r=0,5$, $p<0,05$) (Διάγραμμα 6), ενώ αρνητική είναι η συσχέτισή του με την απορρόφηση στα 520 nm ($r=-0,5$, $p<0,05$). Επίσης, παρατηρήθηκε ασθενής αρνητική συσχέτιση του pH με το υψόμετρο, στο οποίο ήταν εγκατεστημένοι οι αμπελώνες ($r=-0,4$, $p<0,05$).



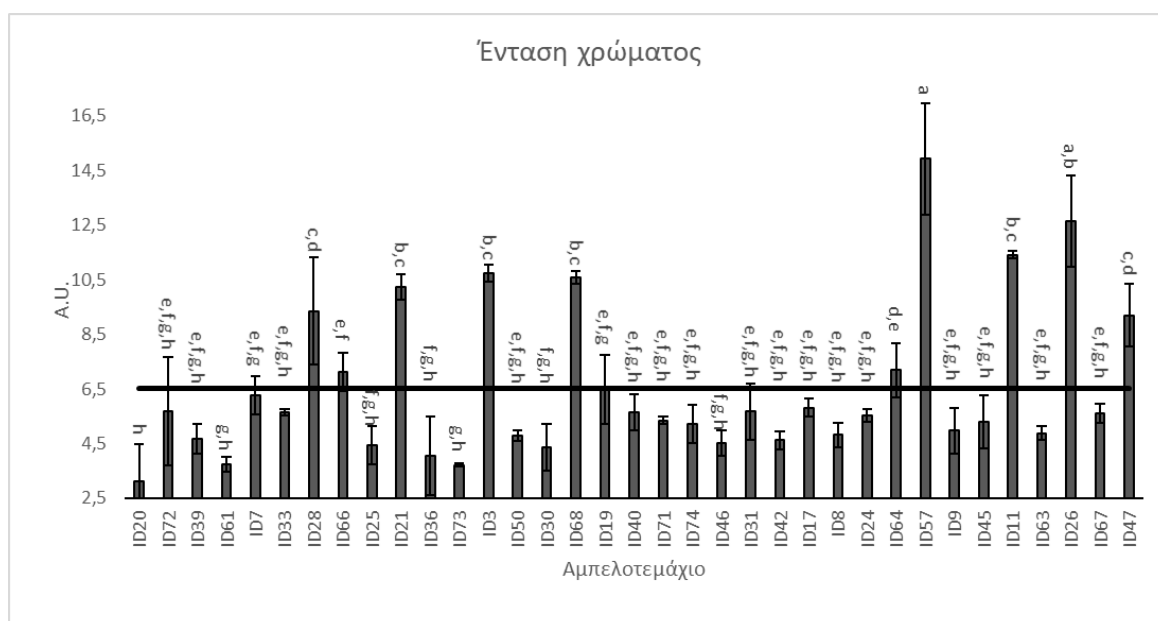
Διάγραμμα 5 Οι οξύτητες των παραχθέντων οίνων. Οι μπάρες δείχνουν τη \pm τυπική απόκλιση του μέσου όρου των τιμών. Τιμές με διαφορετικά γράμματα ανάμεσα στα αμπελοτεμάχια διαφέρουν στατιστικά μεταξύ τους (Tukey's test, $p < 0.05$)

Η ολική οξύτητα των οίνων κινείται σε επιθυμητές τιμές, με τον οίνο ID26 να παρουσιάζει την υψηλότερη τιμή. Χαμηλότερη τιμή παρουσιάζει ο ID73, που εμφάνισε και το υψηλότερο pH.

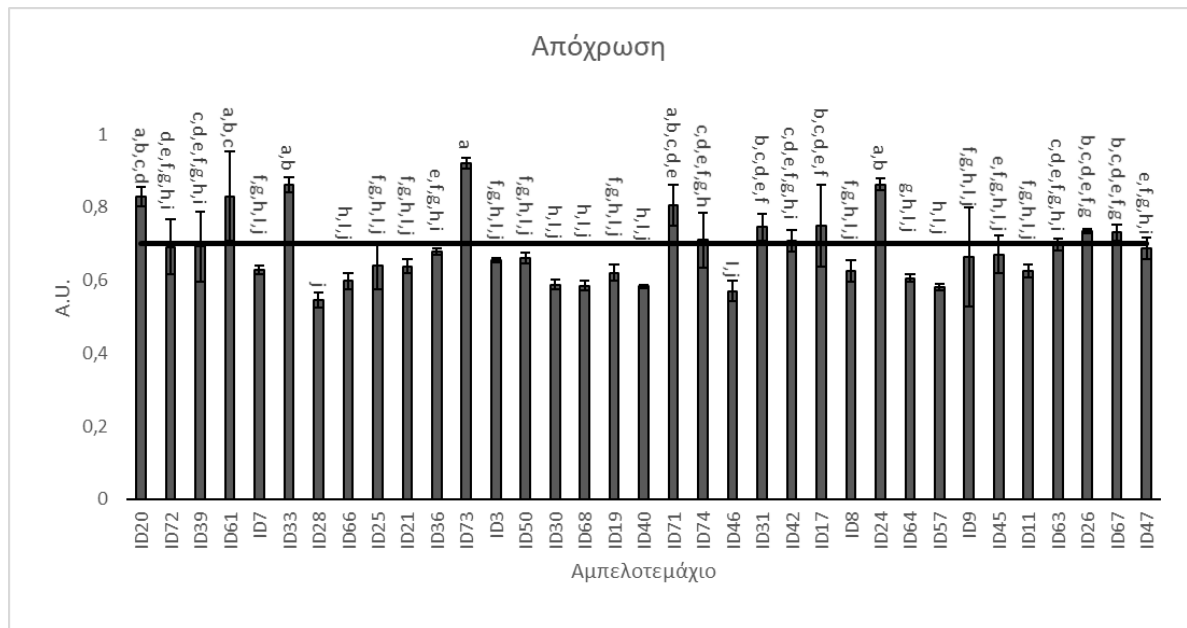
3.2 Χρωματικά χαρακτηριστικά και ολικές ανθοκυάνες

3.2.1 Χρωματικά Χαρακτηριστικά

Τα αναλυτικά αποτελέσματα των μετρήσεων παρατίθενται στον Πίνακα IV του Παραρτήματος.



Διάγραμμα 6 Ένταση χρώματος των παραχθέντων οίνων. Οι μπάρες δείχνουν τη \pm τυπική απόκλιση του μέσου όρου των τιμών. Τιμές με διαφορετικά γράμματα ανάμεσα στα αμπελοτεμάχια διαφέρουν στατιστικά μεταξύ τους (Tukey's test, $p < 0.05$)

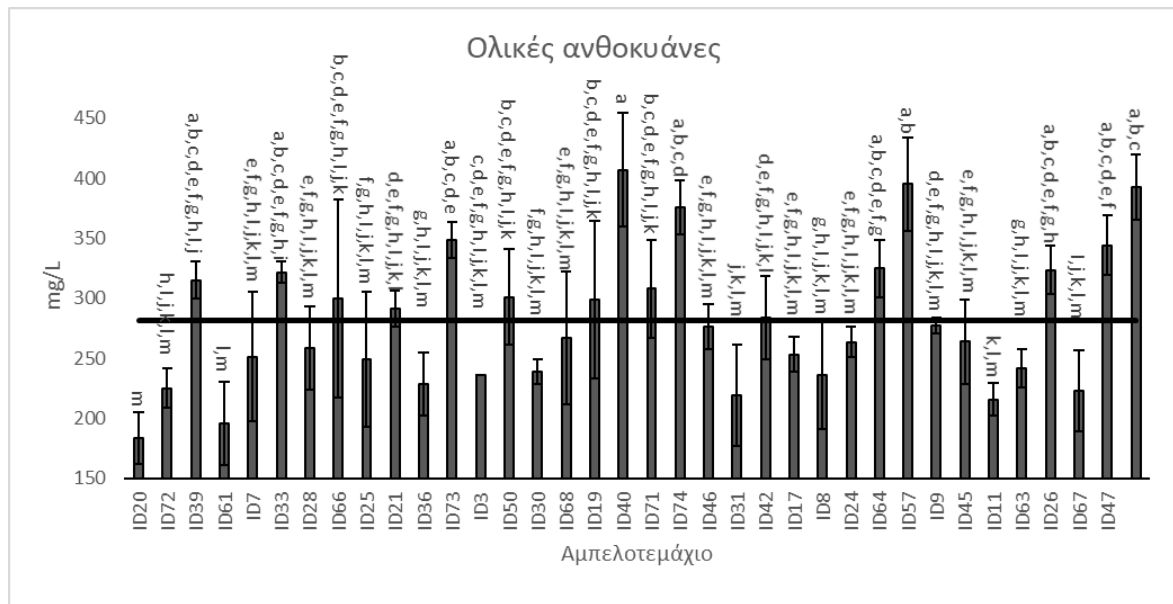


Διάγραμμα 7 Απόχρωση των παραχθέντων οίνων. Οι μπάρες δείχνουν τη \pm τυπική απόκλιση του μέσου όρου των τιμών. Τιμές με διαφορετικά γράμματα ανάμεσα στα αμπελοτεμάχια διαφέρουν στατιστικά μεταξύ τους (Tukey's test, $p < 0.05$)

Τη μεγαλύτερη τιμή έντασης παρουσίασε ο οίνος ID 57, ο οποίος ταυτόχρονα μαζί με τον ID28 εμφάνισαν την μικρότερη τιμή απόχρωσης. Αντίθετα, μικρότερη τιμή έντασης εμφάνισε ο ID20, ο οποίος δεν παρουσίασε τη μεγαλύτερη απόχρωση, καθώς προηγήθηκαν οι ID24 και ID33, ωστόσο οι τρεις τιμές δεν έχουν στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ τους. Οι οίνοι ID21, ID3, ID68, ID57, ID11 και ID26 εμφάνισαν ένταση χρώματος μεγαλύτερη των 10 μονάδων, που θεωρείται το κατώτερο όριο σύμφωνα με το οποίο ένας οίνος κρίνεται κατάλληλος για παλαίωση. Επιπλέον, οι τιμές απόχρωσης κυμαίνονται από 0,55 μέχρι 0,92, με το μέσο όρο τους να παρουσιάζεται στα $0,69 \pm 0,04$, τιμές που θεωρούνται αυξημένες για φρέσκους οίνους.

3.2.2 Ολικές ανθοκυάνες

Τα αναλυτικά αποτελέσματα των μετρήσεων παρατίθενται στον Πίνακα V του Παραρτήματος.

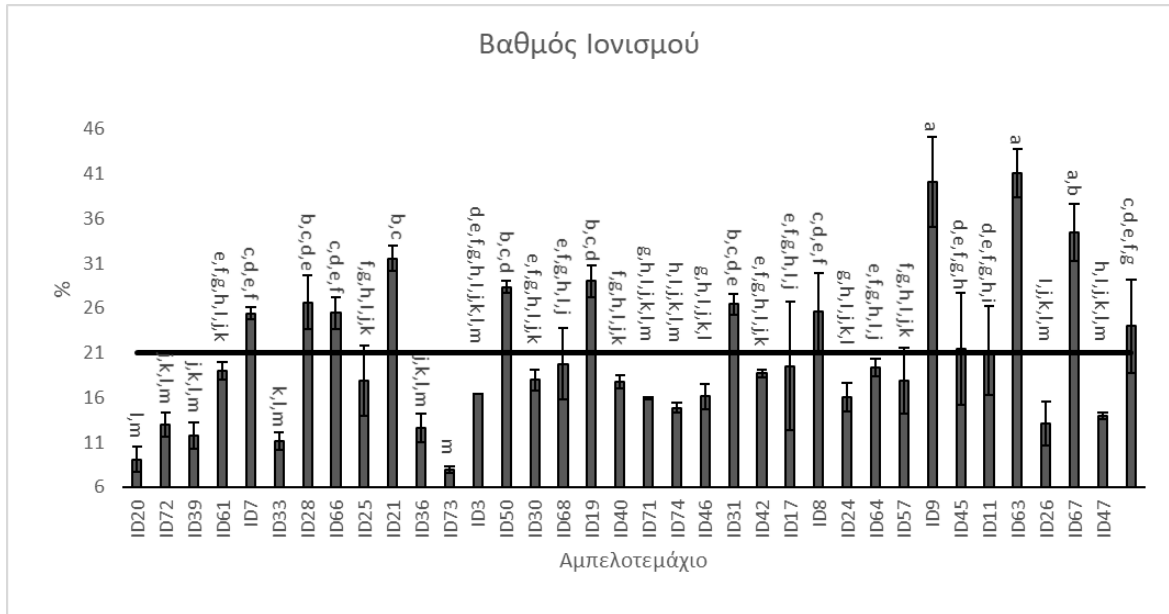


Διάγραμμα 8 Ολικές ανθοκυάνες των παραχθέντων οίνων. Οι μπάρες δείχνουν τη \pm τυπική απόκλιση του μέσου όρου των τιμών. Τιμές με διαφορετικά γράμματα ανάμεσα στα αμπελοτεμάχια διαφέρουν στατιστικά μεταξύ τους (Tukey's test, $p < 0.05$)

Τη μεγαλύτερη συγκέντρωση ολικών ανθοκυανών παρουσίασε ο οίνος ID40 και αμέσως επόμενος ο ID57, χωρίς οι δύο τιμές να παρουσιάζουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές. Ωστόσο, αυτοί οι δύο οίνοι παρουσίασαν μεγάλη διαφορά στην ένταση του χρώματος (Διάγραμμα 5), γεγονός που μπορεί να εξηγηθεί με βάση το βαθμό ιονισμού των ανθοκυανών, καθώς δε βρίσκονται όλες στην έγχρωμη μορφή του κατιόντος φλαβυλίου αλλά υπάρχει μια δυναμική ισορροπία μεταξύ αυτού και την άχρωμης βάσης του. Μικρότερη συγκέντρωση ολικών ανθοκυανών παρουσίασε ο ID20 χωρίς όμως να έχει στατιστικώς σημαντικές διαφορές με το 57,1% (20 οίνοι) του συνόλου των δειγμάτων. Το γεγονός αυτό μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι οι τιμές των δειγμάτων κινήθηκαν σε χαμηλά επίπεδα με μερικές ακραίες υψηλές τιμές.

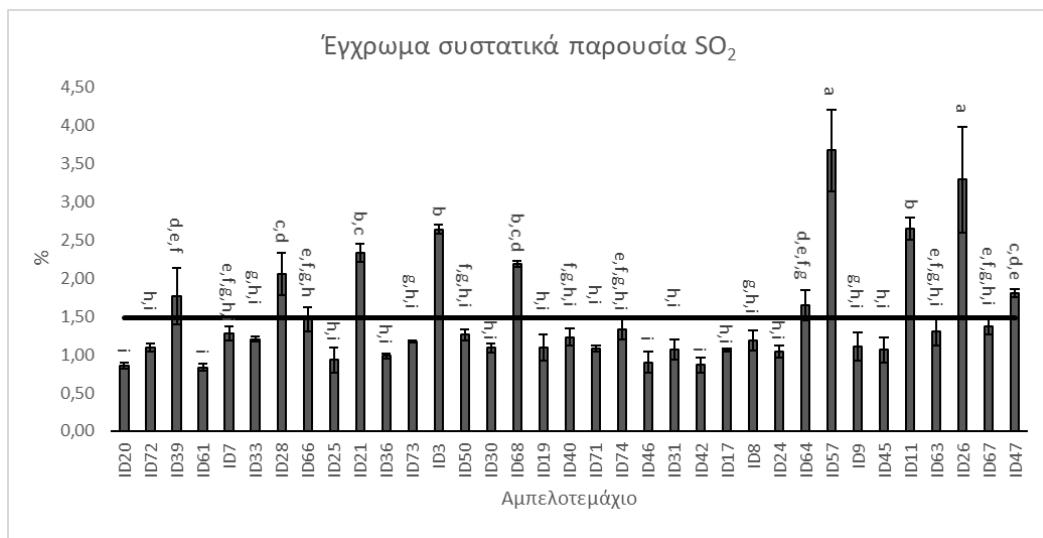
3.3 Χρωματικοί δείκτες Sommers

Τα αναλυτικά αποτελέσματα των μετρήσεων παρατίθενται στον Πίνακα VI και VII του Παραρτήματος.



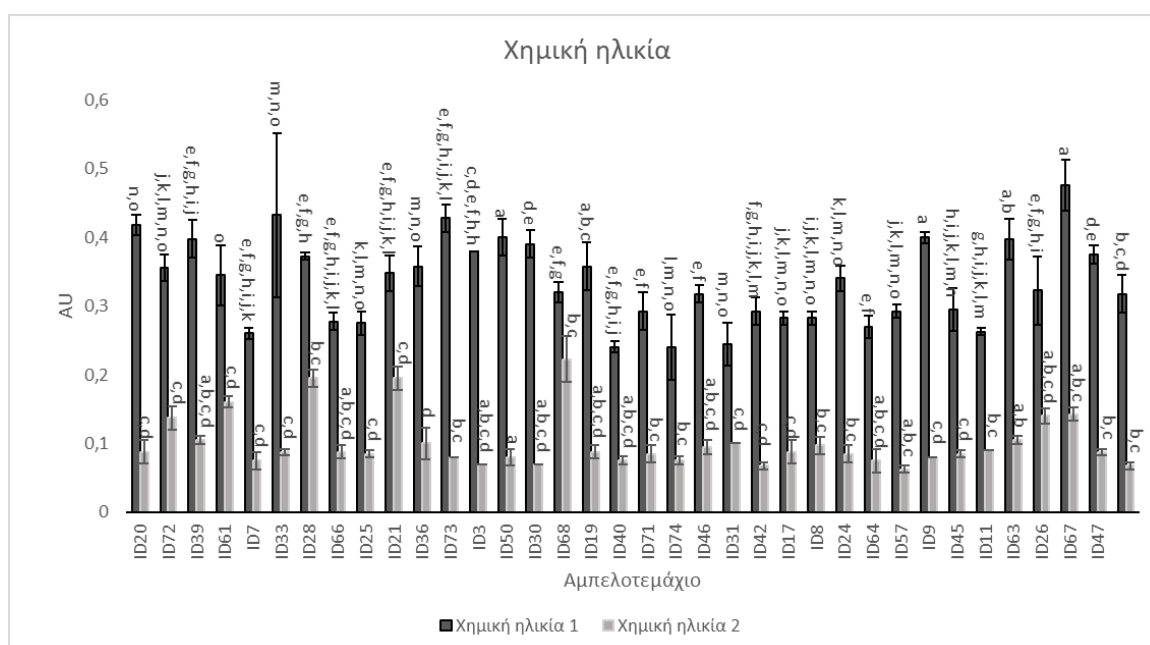
Διάγραμμα 9 Ολικές ανθοκυάνες των παραχθέντων οίνων. Οι μπάρες δείχνουν τη \pm τυπική απόκλιση του μέσου όρου των τιμών. Τιμές με διαφορετικά γράμματα ανάμεσα στα αμπελοτεμάχια διαφέρουν στατιστικά μεταξύ τους (Tukey's test, $p < 0.05$)

Την υψηλότερη τιμή βαθμού ιονισμού παρουσίασε ο οίνος ID63, χωρίς όμως να παρουσιάζει στατιστικώς σημαντικές διαφορές με τους ID9 και ID67., ενώ τη χαμηλότερη τιμή εμφάνισε ο ID73. Ο βαθμός ιονισμού αντικατοπτρίζει την αναλογία ολικών ανθοκυανών ως προς τις έγχρωμες μορφές των ανθοκυανών. Ωστόσο, με τη μέθοδο των T. C. Somers and M. E. Evans η ένταση του χρώματος και οι ολικές ανθοκυάνες μετρούνται με διαφορετικό πρωτόκολλο από αυτό που χρησιμοποιήθηκε για τις προηγούμενες μετρήσεις που παρουσιάστηκαν, για το λόγο αυτό δεν υπάρχει απόλυτη συσχέτιση μεταξύ τους.



Διάγραμμα 10 Έγχρωμα συστατικά παρουσία SO₂ των παραχθέντων οίνων. Οι μπάρες δείχνουν τη \pm τυπική απόκλιση του μέσου όρου των τιμών. Τιμές με διαφορετικά γράμματα ανάμεσα στα αμπελοτεμάχια διαφέρουν στατιστικά μεταξύ τους (Tukey's test, $p < 0.05$)

Το υψηλότερο ποσοστό έγχρωμων συστατικών παρουσία SO₂ εμφάνισε ο οίνος ID57, ο οποίος εμφάνισε και τη μεγαλύτερη συγκέντρωση ολικών ανθοκυανών, και παρατηρείται θετική συσχέτιση μεταξύ των δύο αναλύσεων ($r=0,5$, $p<0,05$). Το γεγονός αυτό είναι απόλυτα κατανοητό καθώς, οι ανθοκυάνες που βρίσκονται στην ελεύθερη μορφή τους είναι αυτές που είναι ευαίσθητες στον αποχρωματισμό με την προσθήκη SO₂, αρχή στην οποία βασίζεται και η μέθοδος προσδιορισμού των ολικών ανθοκυανών των Ribereau-Gayon και Stonestreet. Ακολουθεί το ID26, χωρίς να διαφέρει στατιστικώς σημαντικά από το ID57, όπως επίσης συμβαίνει και με την συγκέντρωση των ολικών του ανθοκυανών. Χαμηλότερο ποσοστό παρουσίασε ο ID61, ο οποίος όμως δεν παρουσιάζει στατιστικώς σημαντικές διαφορές με το 68,57% (24 οίνοι) των δειγμάτων, γεγονός που εναρμονίζεται πλήρως με την παρατήρηση που διατυπώθηκε για την συγκέντρωση των ολικών ανθοκυανών, ότι η πλειοψηφία των τιμών κινήθηκε σε χαμηλά επίπεδα με μερικές υψηλές ακραίες τιμές.



Διάγραμμα 11 Ολικές ανθοκυάνες των παραχθέντων οίνων. Οι μπάρες δείχνουν τη \pm τυπική απόκλιση του μέσου όρου των τιμών. Τιμές με διαφορετικά γράμματα ανάμεσα στα αμπελοτεμάχια διαφέρουν στατιστικά μεταξύ τους (Tukey's test, $p < 0.05$)

Τα μεγέθη των χημικών ηλικιών 1 και 2, δεν έχουν ιδιαίτερο φυσικό ενδιαφέρον για νεαρούς ερυθρούς οίνους, καθώς πρόκειται για μια αναλογία που αυξάνεται στην πορεία του χρόνου και έχει ως στόχο να περιγράψει τον ρυθμό παλαίωσης ενός οίνου, καθώς οι μονομερείς ανθοκυάνες αντικαθίστανται από τα πολυμερισμένα σύμπλοκα. Ωστόσο, όσον αφορά τη χημική ηλικία 1 οι νεαροί ερυθροί οίνοι κινούνται σε ένα

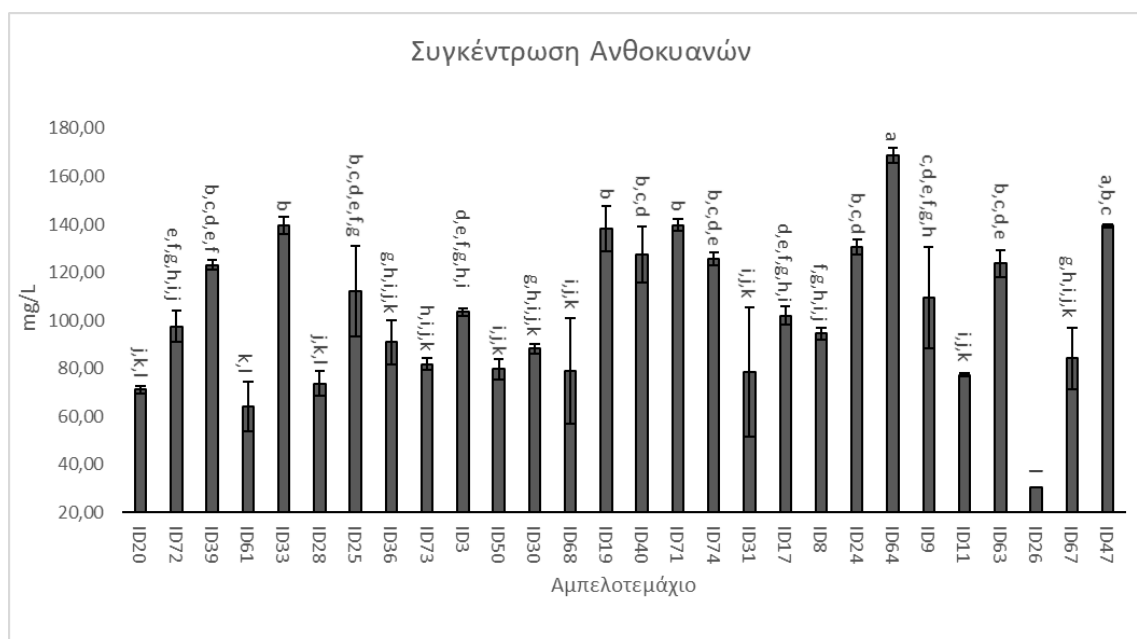
εύρος τιμών μεταξύ 0,1 με 0,5, εντός του οποίου βρίσκονται όλα τα δείγματα. Το ID67 παρουσίασε την μεγαλύτερη τιμή, ενώ τη μικρότερη τα ID40 και ID74. Μεταξύ της χημικής ηλικίας 1 και της απόχρωσης παρατηρείται ασθενής θετική συσχέτιση ($r=0,35$, $p<0,05$), γεγονός που εξηγείται βάσει του ότι η ένταση του χρώματος αυξάνεται καθώς οι ελεύθερες ανθοκυάνες σχηματίζουν πολυμερή με τις ταννίνες, τα οποία απορροφούν στα 420 nm. Πράγματι το ID67, μπορεί να μην παρουσίασε την μεγαλύτερη τιμή απόχρωσης αλλά δεν παρουσιάζει στατιστικώς σημαντικές διαφορές με τα ID20, ID62, ID33, ID71, ID31 και ID17 που εμφανίστηκαν ελαφρώς πιο αυξημένα. Η χημική ηλικία 2 κινείται σε ένα εύρος τιμών από 0,02 έως 0,2, εντός των οποίων εμφανίζονται και τα παρόντα δείγματα. Το ID68 παρουσίασε τη μεγαλύτερη τιμή και το ID30 τη μικρότερη.

3.3 Ανθοκυάνες με υγρή χρωματογραφία υψηλής απόδοσης (HPLC)

Τα αναλυτικά αποτελέσματα της μεθόδου παρατίθενται στον Πίνακα X του Παραρτήματος.

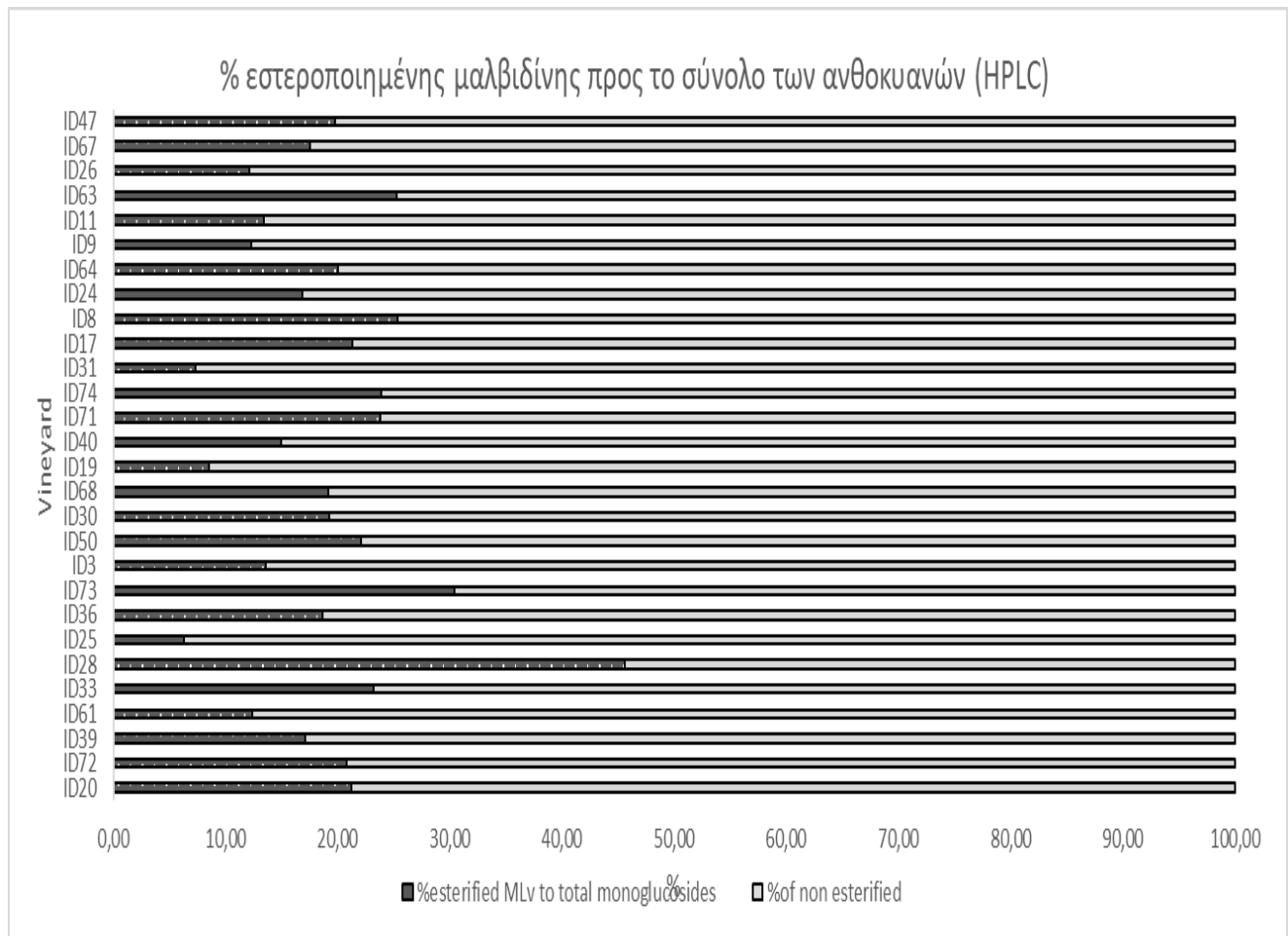
Στο διάγραμμα 11 που ακολουθεί παρουσιάζεται η συγκέντρωση των ανθοκυανών σε mg μαλβιδίνης ανά λίτρο οίνου, όπως προέκυψε μέσω της ανάλυσης με την HPLC. Υψηλότερη συγκέντρωση παρουσιάζει ο οίνος ID64 και ακολουθεί ο ID19, χωρίς να παρουσιάζουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ τους, ενώ τη χαμηλότερη συγκέντρωση εμφάνισαν οι ID26 και έπειτα ο ID61 χωρίς να διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά. Μεταξύ της συγκέντρωσης των ανθοκυανών με HPLC και την συγκέντρωση ολικών ανθοκυανών με τη μέθοδο των Ribéreau-Gayon P., et.al, 2006 παρουσιάζεται ισχυρή συσχέτιση ($r=0,72$, $p<0,05$). Πράγματι οι οίνοι ID64 και ID19 παρουσίασαν τις υψηλότερες συγκεντρώσεις ανθοκυανών και με τις δύο μεθόδους και παράλληλα ο ID61 τη χαμηλότερη. Όπως προκύπτει από τα αναλυτικά αποτελέσματα του Πίνακα X του παραρτήματος, ο μονογλυκοζίτης της μαλβιδίνης ήταν η κυρίαρχη ανθοκυάνη σε όλους τους παραχθέντες οίνους με τη μέση τιμή της να εμφανίζεται στο 89,3% ως προς το σύνολο των ολικών ανθοκυανών. Δεύτερη κυρίαρχη παρουσιάστηκε η πετουνιδίνη με μέση τιμή στο 4,7% του συνόλου, ενώ χαμηλότερη συμμετοχή παρουσίασαν οι πεονιδίνη και δελφινιδίνη με μέση τιμή 3,9% και 2,4% του συνόλου αντίστοιχα. Σε απόλυτη συμφωνία με παλαιότερες έρευνες σχετικά με την ποικιλία Αγιωργίτικο, σε κανέναν οίνο δεν εντοπίστηκε ο μονογλυκοζίτης της κυανιδίνης (Petroopoulos S., et al, 2011). Γενικά έχει αποδειχθεί ότι το προφίλ των ανθοκυανών

ενός οίνου μπορεί να επηρεαστεί από την καλλιεργούμενη ποικιλία αμπέλου (González-Neves et al., 2004).



Διάγραμμα 12 Συγκέντρωση ανθοκυανών των παραχθέντων οίνων. Οι μπάρες δείχνουν τη \pm τυπική απόκλιση του μέσου όρου των τιμών. Τιμές με διαφορετικά γράμματα ανάμεσα στα αμπελοτεμάχια διαφέρουν στατιστικά μεταξύ τους (Tukey's test, $p < 0.05$)

Στο διάγραμμα 12 παρουσιάζεται η εκατοστιαία αναλογία των εστεροποιημένων μορφών της μαλβιδίνης ως προς το σύνολο των ανθοκυανών. Υψηλότερο ποσοστό παρουσίασε ο οίνος ID28, ενώ χαμηλότερο παρουσίασε ο ID25. Όπως προκύπτει από τα δεδομένα που καταγράφονται αναλυτικά στον Πίνακα X του παραρτήματος, κυρίαρχος στην πλειονότητα των δειγμάτων είναι ο κουμαρικός εστέρας της μαλβιδίνης με την μέση τιμή του να κυμαίνεται στο 13% ως προς τον μονογλυκοζίτη της μαλβιδίνης, ενώ παρατηρήθηκε αρνητική συσχέτιση μεταξύ αυτού και του υψόμετρου στο οποίο ήταν εγκατεστημένα τα αμπελοτεμάχια ($r=-0,6$, $p<0,05$). Το γεγονός αυτό είναι κατανοητό, καθώς παρατηρείται αναλογική αύξηση των κουμαρικών γλυκοζιτών σε καλλιεργητικές περιόδους με υψηλές θερμοκρασίες (Downey M., Harvey J. and Robinson S., 2004a), επομένως σε χαμηλό υψόμετρο παρατηρείται αύξηση του ποσοστού των κουμαριλιωμένων ανθοκυανών. Όσο αφορά τις εστεροποιημένες μορφές μαλβιδίνης, ακολουθεί ο οξικός εστέρας της μαλβιδίνης με την μέση τιμή του να κινείται στο 5,8% του μονογλυκοζίτη της.

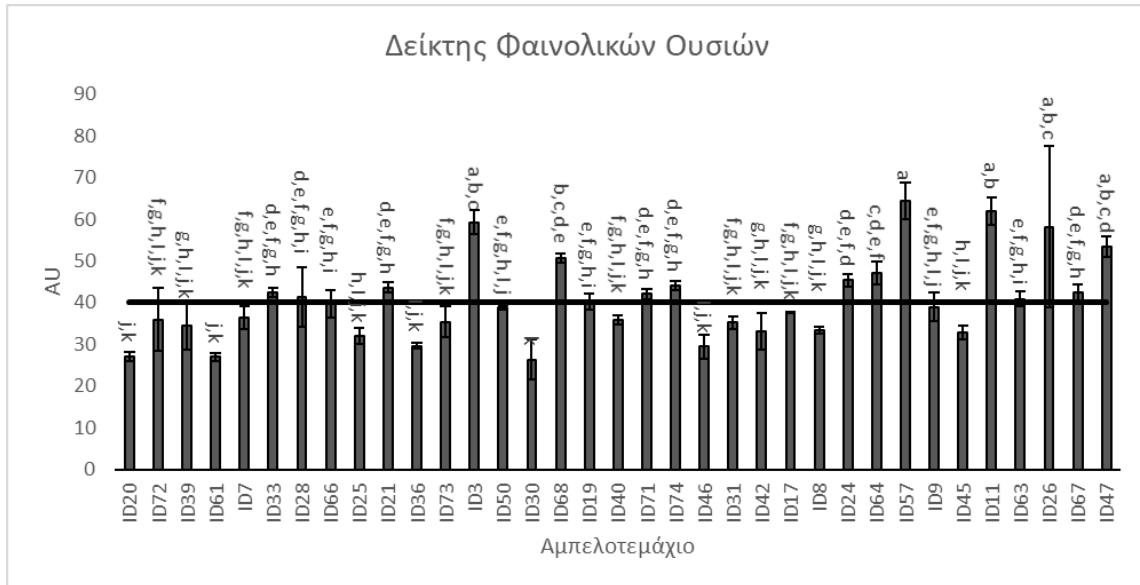


Διάγραμμα 13 ποσοστό % της εστεροποιημένης μαλβιδίνης προς το σύνολο των ανθοκυανών των παραχθέντων οίνων. Οι μπάρες δείχνουν τη \pm τυπική απόκλιση του μέσου όρου των τιμών. Τιμές με διαφορετικά γράμματα ανάμεσα στα αμπελοτεμάχια διαφέρουν στατιστικά μεταξύ τους (Tukey's test, $p < 0.05$)

3.4 Ολικά φαινολικά συστατικά

3.4.1 Δείκτης Φαινολικών Ουσιών

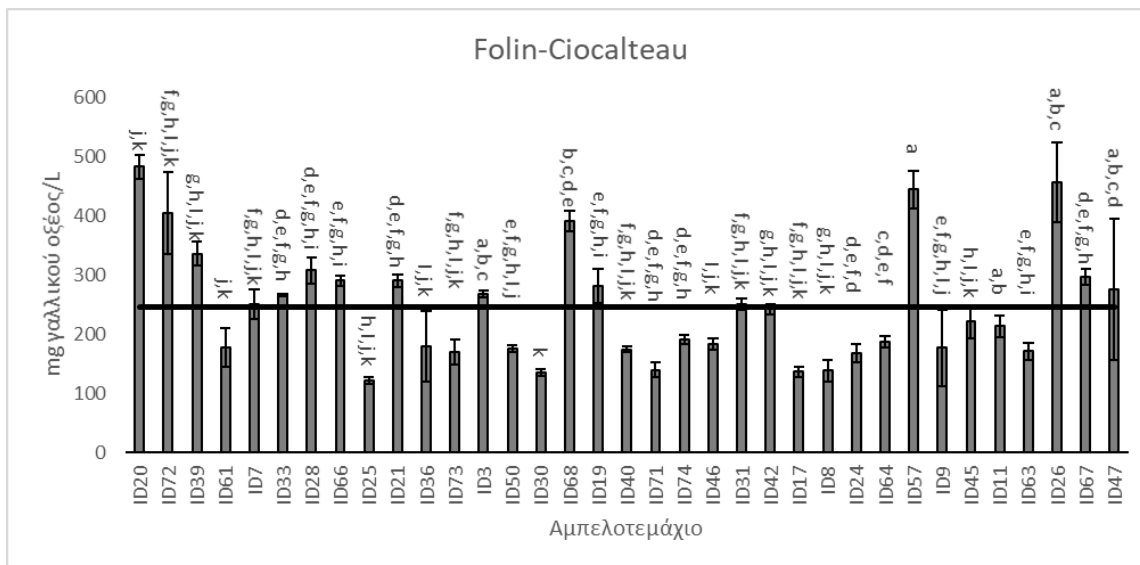
Τα αναλυτικά αποτελέσματα των μετρήσεων παρατίθενται στον Πίνακα VIII του Παραρτήματος.



Διάγραμμα 14 Δείκτης Φαινολικών Ουσιών (Δ.Φ.Ο.) των παραχθέντων οίνων. Οι μπάρες δείχνουν τη \pm τυπική απόκλιση του μέσου όρου των τιμών. Τιμές με διαφορετικά γράμματα ανάμεσα στα αμπελοτεμάχια διαφέρουν στατιστικά μεταξύ τους (Tukey's test, $p < 0.05$)

Στο διάγραμμα 10 παρουσιάζονται οι τιμές του Δείκτη Φαινολικών Ουσιών (Δ.Φ.Ο.). Ο οίνος ID57 παρουσίασε τη μέγιστη τιμή, ενώ ο ID30 τη χαμηλότερη.

3.4.2 Folin Ciocalteu



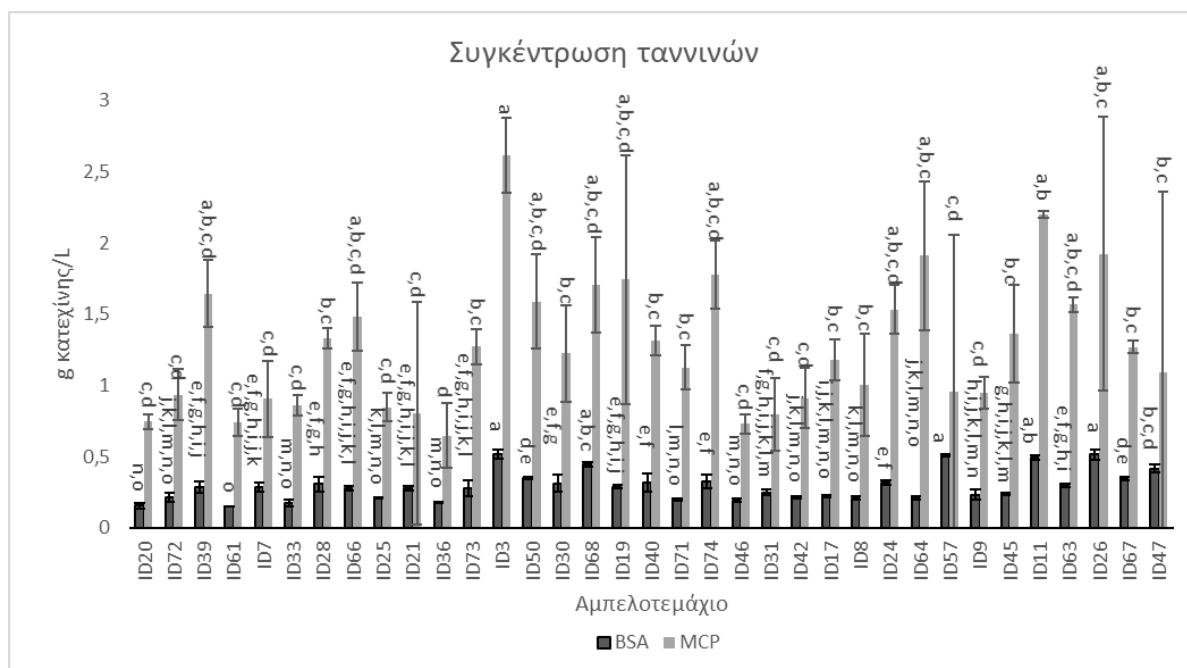
Διάγραμμα 15 Ολικά φαινολικά (μέθοδος Folin-Ciocalteu) των παραχθέντων οίνων. Οι μπάρες δείχνουν τη \pm τυπική απόκλιση του μέσου όρου των τιμών. Τιμές με διαφορετικά γράμματα ανάμεσα στα αμπελοτεμάχια διαφέρουν στατιστικά μεταξύ τους (Tukey's test, $p < 0.05$)

Για την έκφραση των αποτελεσμάτων σε mg γαλλικού οξέος ανά λίτρο οίνου, χρησιμοποιήθηκε η εξίσωση $y = 0,0012x - 0,0053$ ($R^2 = 0,9985$) της πρότυπης ευθείας που κατασκευάστηκε βάση γνωστών συγκεντρώσεων γαλλικού οξέος. Και με αυτή τη μέθοδο, όπως και με το Δ.Φ.Ο. η υψηλότερη συγκέντρωση φαινολικών συστατικών

παρατηρήθηκε στον οίνο ID57. Η μικρότερη συγκέντρωση εμφανίστηκε στον ID25, ο οποίος όμως δεν παρουσίασε στατιστικώς σημαντική διαφορά από τον ID30 που παρουσίασε την χαμηλότερη συγκέντρωση βάση του Δ.Φ.Ο.. Γενικότερα, για το σύνολο των οίνων παρατηρήθηκε ασθενής θετική συσχέτιση ($r=0,36$, $p<0,05$) μεταξύ του Δ.Φ.Ο. και της μεθόδου Folin-Ciocalteu. Το γεγονός αυτό οφείλεται στο ότι με τη μέθοδο Folin-Ciocalteu προσμετράτε το σύνολο των φαινολικών ενώσεων, ενώ στον Δ.Φ.Ο. δεν υπολογίζονται οι χαλκόνες και τα κινναμωμικά οξέα που δεν απορροφούν στα 280nm.

3.5 Συγκέντρωση ταννινών

Τα αναλυτικά αποτελέσματα των μετρήσεων παρατίθενται στον Πίνακα ΙΧ του Παραρτήματος.



Διάγραμμα 16 Συγκέντρωση ταννινών (μέθοδος Harbertson και μέθοδος Sarnneckis), εκφρασμένη σε mg κατεχίνης ανά λίτρο οίνου των παραχθέντων οίνων. Οι μπάρες δείχνουν το \pm τυπικό σφάλμα του μέσου όρου των τιμών. Τιμές με διαφορετικά γράμματα ανάμεσα στα αμπελοτεμάχια διαφέρουν στατιστικά μεταξύ τους (Tukey's test, $p < 0,05$)

Για την έκφραση των αποτελεσμάτων της μεθόδου BSA σε g κατεχίνης ανά λίτρο οίνου, χρησιμοποιήθηκε η εξίσωση $y = 0,0052x - 0,0149$ ($R^2 = 0,9985$) πρότυπης ευθείας που κατασκευάστηκε βάση γνωστών συγκεντρώσεων κατεχίνης, ενώ για την μέθοδο MCP χρησιμοποιήθηκε η $y = 0,0116x - 0,0007$ ($R^2 = 0,9999$). Η μέγιστη συγκέντρωση ταννινών, και με τις δύο μεθόδους, παρατηρήθηκε στον οίνο ID3. Μικρότερη συγκέντρωση με βάση τη μέθοδο MCP εμφάνισε ο ID36, ενώ με βάση την

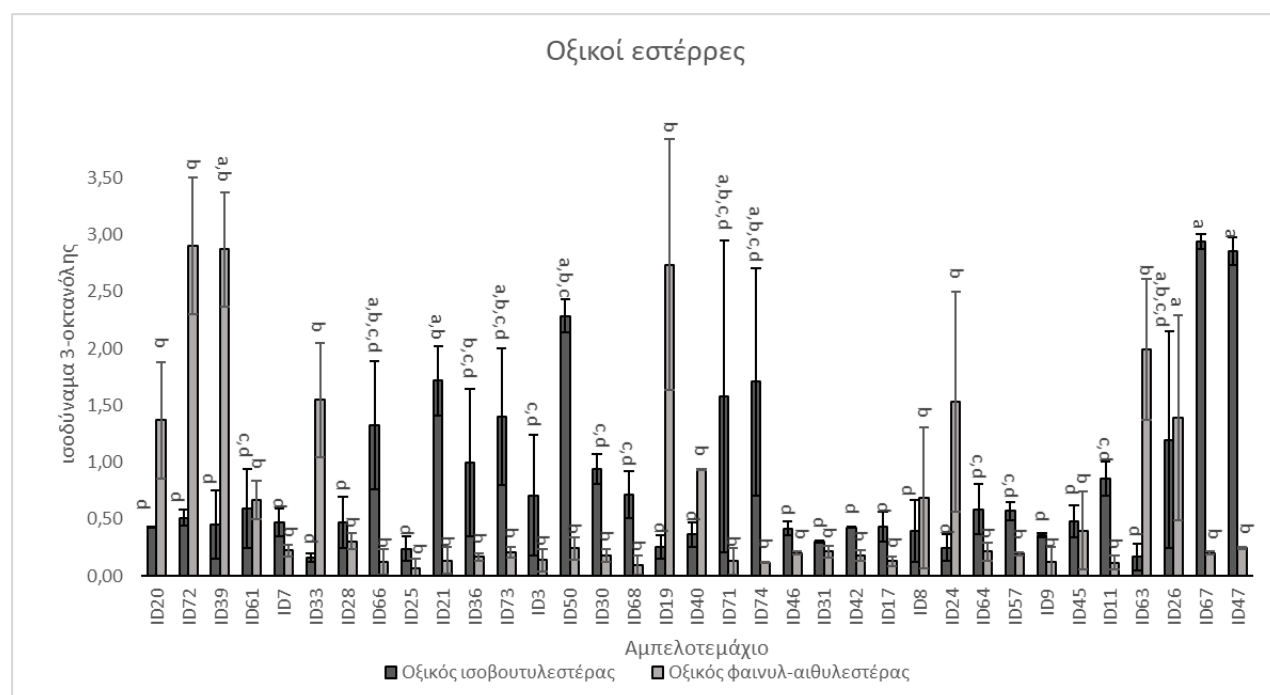
μέθοδο BSA ο ID61, ωστόσο οι συγκεντρώσεις των δύο οίνων δεν παρουσιάζουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές με καμία από τις δύο μεθόδους. Μεταξύ των δύο μεθόδων εμφανίστηκε θετική συσχέτιση ($r=0,67$, $p<0,05$), ωστόσο οι τυχόν διαφορές οφείλονται στο γεγονός ότι η αλβουμίνη που χρησιμοποιείται στην μέθοδο BSA, καταβυθίζει κυρίως προκυανιδίνες με βαθμό πολυμερισμού μεταξύ 4 και 8.

3.6 Πτητικές ενώσεις

Στον Πίνακα XI του Παραρτήματος παρατίθενται τα αναλυτικά αποτελέσματα των μετρήσεων.

3.6.1 Εστέρες

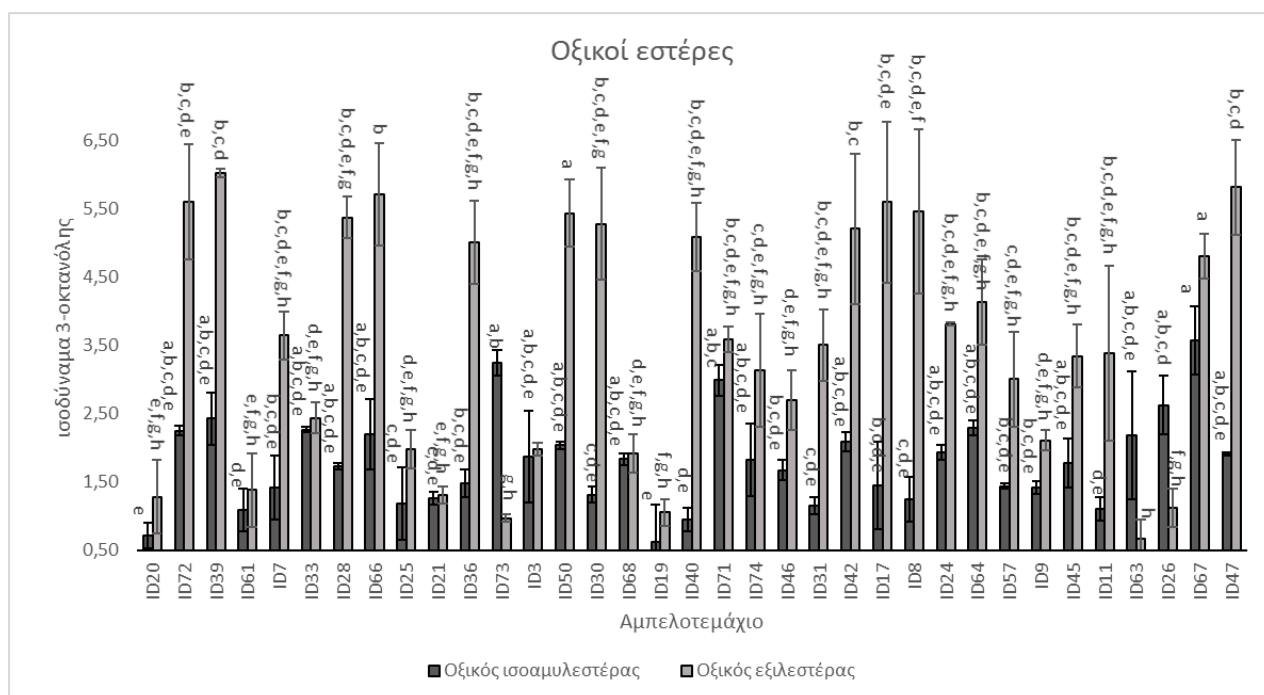
Οι εστέρες διακρίνονται σε δύο κατηγορίες, τους οξικούς εστέρες και τους αιθυλεστέρες των λιπαρών οξέων.



Διάγραμμα 17 Οξικός ισοβουτυλεστέρας και οξικός 2-φαινυλ-αιθυλεστέρας των παραχθέντων οίνων, εκφρασμένοι σε ισοδύναμα 3-οκτανόλης. Οι μπάρες δείχνουν το \pm τυπικό σφάλμα του μέσου όρου των τιμών. Τιμές με διαφορετικά γράμματα ανάμεσα στα αμπελοτεμάχια διαφέρουν στατιστικά μεταξύ τους (Tukey's test, $p < 0.05$)

Μέγιστη τιμή του οξικού ισοβουτυλεστέρα παρατηρείται στον οίνο ID67 και ακολουθεί ο ID47, χωρίς στατιστικώς σημαντική διαφορά, ενώ ο ID33 εμφάνισε την μικρότερη τιμή, η οποία παρουσιάστηκε περίπου 4 φορές μικρότερη των μέγιστων. Ο οξικός 2-φαινυλαιθυλεστέρας εμφάνισε μέγιστη τιμή στους οίνους ID72 και ID39,

χωρίς να παρουσιάζουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ τους και να κινούνται σε τιμές κατά 38 φορές μεγαλύτερη της μικρότερης τιμής που παρουσίασε ο ID25.

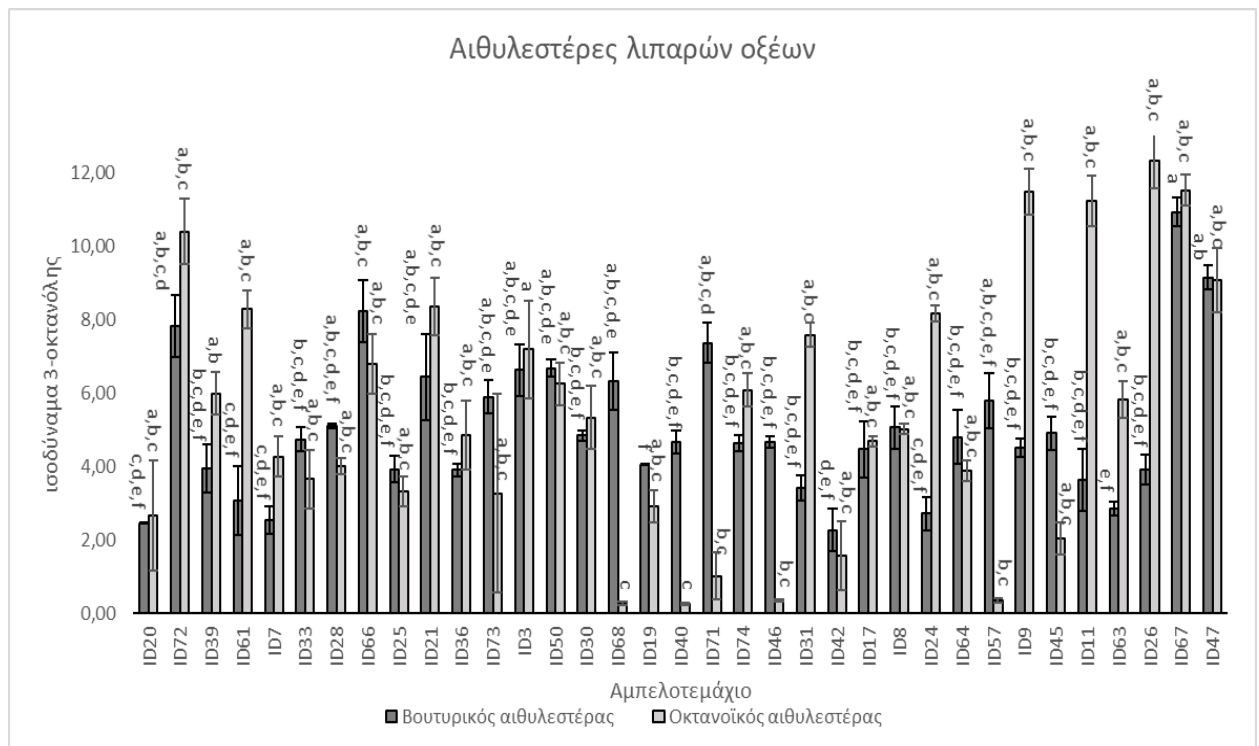


Διάγραμμα 18 Οξικός ισοαμυλεστέρας και οξικός εξιλεστέρας των παραχθέντων οίνων, εκφρασμένοι σε ισοδύναμα 3-οκτανόλης. Οι μπάρες δείχνουν το \pm τυπικό σφάλμα του μέσου όρου των τιμών. Τιμές με διαφορετικά γράμματα ανάμεσα στα αμπελοτεμάχια διαφέρουν στατιστικά μεταξύ τους (Tukey's test, $p < 0.05$)

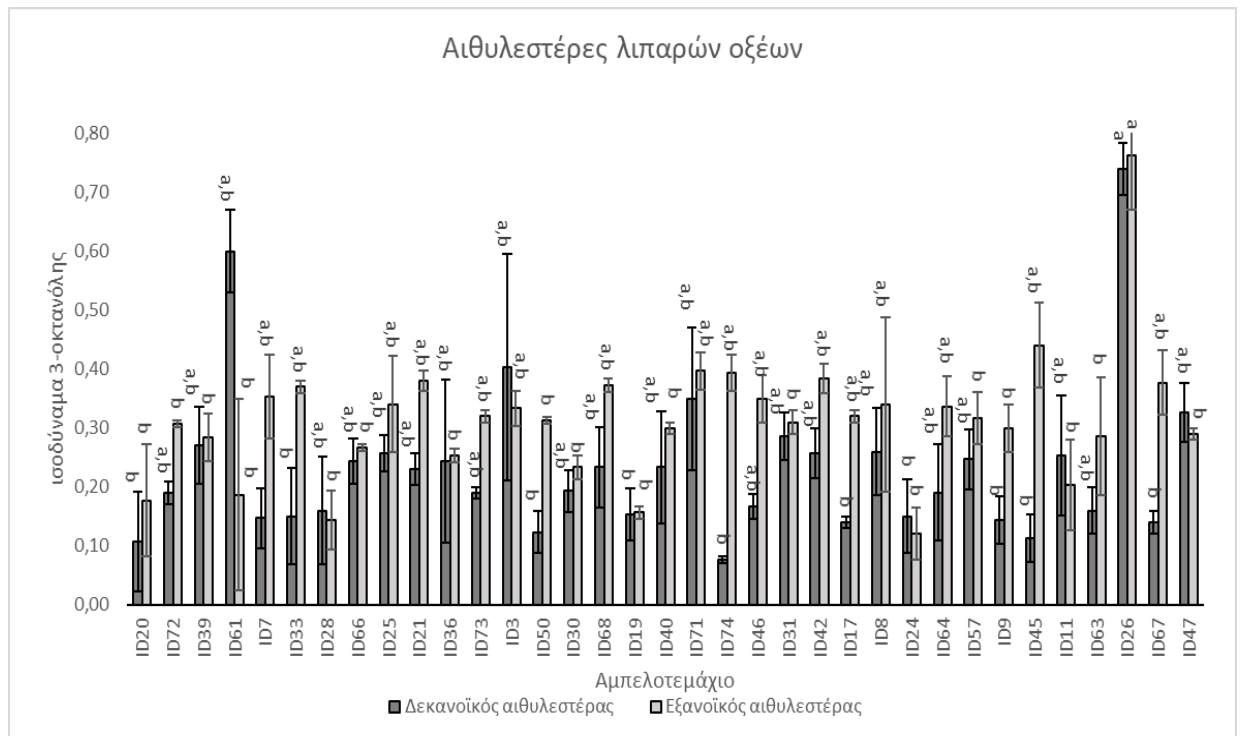
Υψηλότερη τιμή οξικού ισοαμυλεστέρα παρουσίασαν οι οίνοι ID67, ID71 και ID73, χωρίς στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ τους, ενώ χαμηλότερη παρουσίασαν οι ID19 και ID20, επίσης χωρίς στατιστικώς σημαντικές διαφορές. Οι μέγιστες τιμές παρουσιάστηκαν περίπου 6 φορές μεγαλύτερες από τις μικρότερες. Τέλος, μέγιστη τιμή του οξικού εξιλεστέρα εμφάνισε ο οίνος ID39 και χαμηλότερη ο ID73, που παρουσιάστηκε περίπου 6 φορές μικρότερος του μέγιστου.

Οι ποσότητες των αιθυλεστέρων των λιπαρών οξέων φαίνονται στα διαγράμματα 18 και 19. Η υψηλότερη τιμή του βουτυρικού αιθυλεστέρα παρατηρείται στους οίνους ID67 και ID47, χωρίς στατιστικώς σημαντικές διαφορές, ενώ περίπου 5 φορές μικρότερη εμφανίζεται η τιμή του οίνου ID42, ο οποίος αποτελεί και την χαμηλότερη τιμή όλων. Ο οίνος ID26 και επίσης ο ID67 παρουσιάζουν, χωρίς στατιστικώς σημαντικές διαφορές, την μέγιστη τιμή οκτανοϊκού αιθυλεστέρα. Αντίθετα η χαμηλότερη τιμή παρατηρείται στον οίνο ID40. Ο ID26 συνεχίζει να παρουσιάζει την μέγιστη τιμή και ως προς τον δεκανοϊκό αιθυλεστέρα, ενώ αντίθετα ο ID74 εμφανίζεται κατά περίπου 9 φορές μικρότερος και ταυτόχρονα αποτελεί και την χαμηλότερη τιμή όλων.

Υψηλότερη τιμή εξανοϊκού αιθυλεστέρα παρουσίασε επίσης ο ID26, ενώ χαμηλότερη τιμή εμφάνισε ο ID24, κατά περίπου 6 φορές μικρότερη από τη μέγιστη τιμή. Γενικά παρατηρείται ότι οι οίνοι που κινούνται σε υψηλές και χαμηλές τιμές αντίστοιχα είναι οι ίδιοι για όλους τους εστέρες, πράγμα απόλυτα κατανοητό, αφού η παραγωγή τους σχετίζεται κυρίως με την δραστηριότητα του ζυμομύκητα και τον μεταβολισμό των λιπιδίων και του ακέτυλο-CoA (Francis and Newton, 2005). Η παρουσία των εστέρων σχετίζεται με την παρουσία ευχάριστων αρωμάτων άνθων και φρούτων, ενώ η παρουσία του εξανοϊκού και οκτανοϊκού αιθυλεστέρα, που εμφανίζουν τις υψηλότερες τιμές συγκριτικά με τους άλλους εστέρες, αποτελούν δείκτες ποιότητας για τους ερυθρούς οίνους (Ταραντίλης Π., 2019).



Διάγραμμα 19 Βουτυρικός αιθυλεστέρας και οκτανοϊκός αιθυλεστέρας των παραχθέντων οίνων, εκφρασμένοι σε ισοδύναμα 3-οκτανόλης. Οι μπάρες δείχνουν το \pm τυπικό σφάλμα του μέσου όρου των τιμών. Τιμές με διαφορετικά γράμματα ανάμεσα στα αμπελοτεμάχια διαφέρουν στατιστικά μεταξύ τους (Tukey's test, $p < 0.05$)

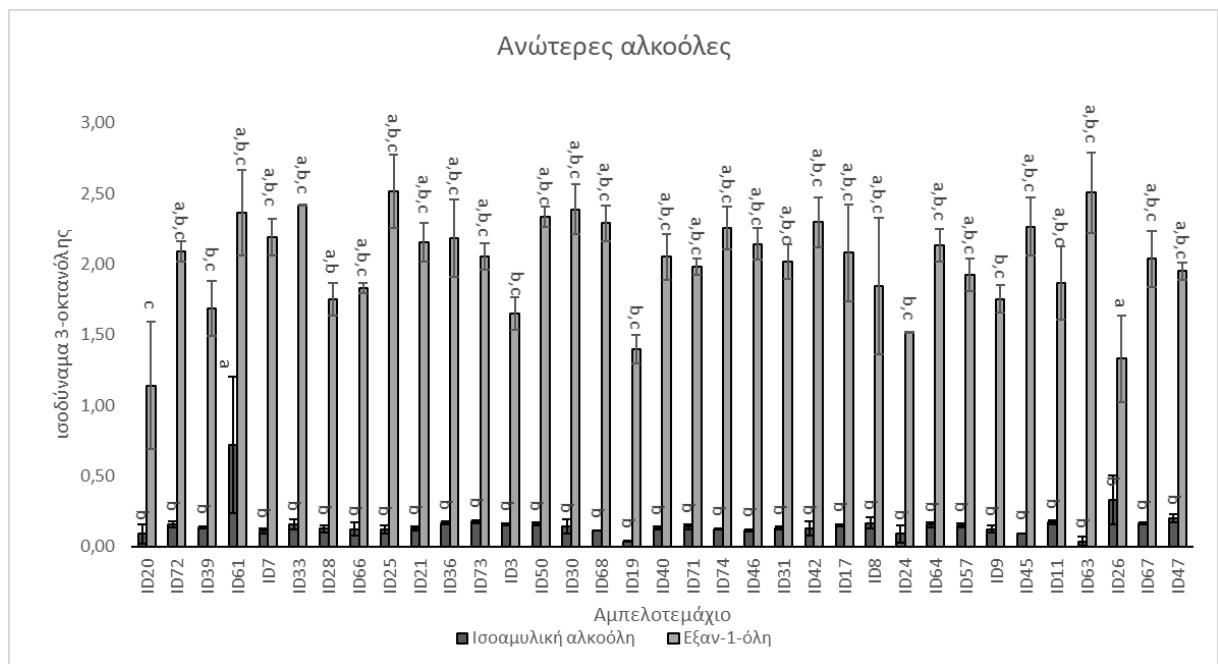


Διάγραμμα 20 Δεκανοϊκός αιθυλεστέρας και εξανοϊκός αιθυλεστέρας των παραχθέντων οίνων, εκφρασμένοι σε ισοδύναμα 3-οκτανόλης. Οι μπάρες δείχνουν το \pm τυπικό σφάλμα του μέσου όρου των τιμών. Τιμές με διαφορετικά γράμματα ανάμεσα στα αμπελοτεμάχια διαφέρουν στατιστικά μεταξύ τους (Tukey's test, $p < 0.05$)

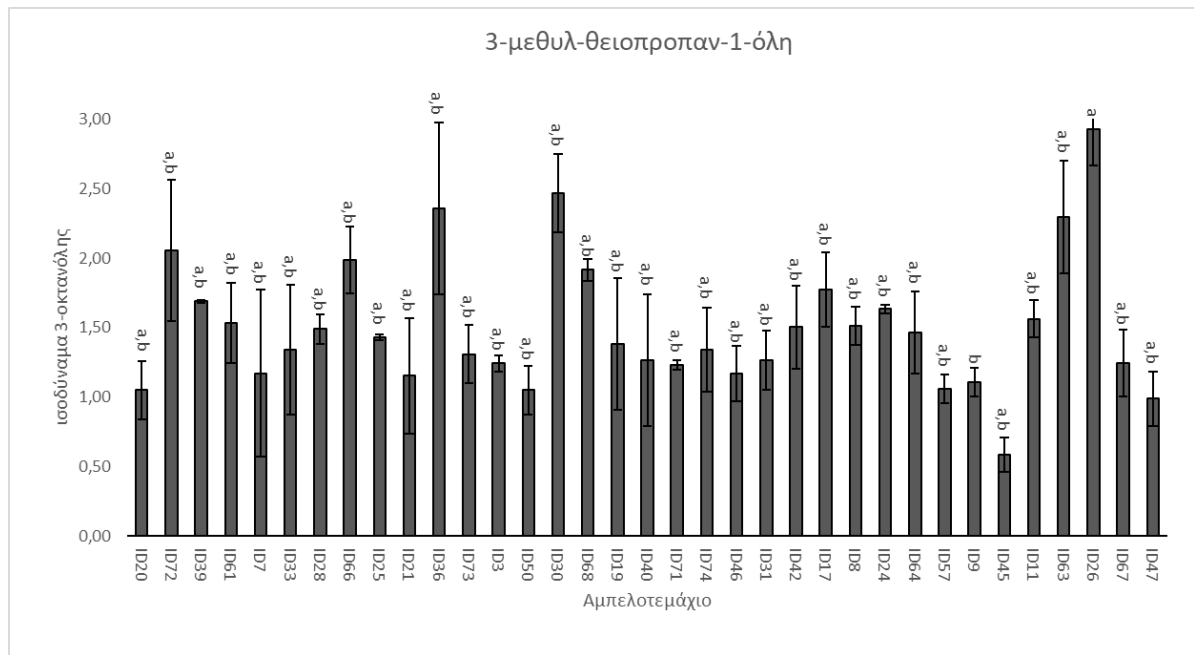
3.6.2 Ανώτερες αλκοόλες

Από το διάγραμμα 20 προκύπτει πως ο οίνος ID26 παρουσίασε την υψηλότερη τιμή ισοαμυλικής αλκοόλης, ενώ ο ID19, εμφάνισε την χαμηλότερη, χωρίς ωστόσο το σύνολο των δειγμάτων να παρουσιάζουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ τους. Ο ID26 εμφάνισε επίσης την υψηλότερη τιμή και ως προς την 3-μεθυλθειοπροπαν-1-όλη. Χαμηλότερη τιμή εμφάνισε ο ID45, ο οποίος παρουσιάστηκε κατά 5 περίπου φορές μικρότερος από τον μέγιστο. Υψηλότερη τιμή εξαν-1-όλης παρουσιάστηκε στον οίνο ID25 και ακολουθεί χωρίς στατιστικώς σημαντική διαφορά ο ID63, οι οποίοι εμφάνισαν τιμές περίπου διπλάσιες από τον οίνο ID20, που παρουσίασε την χαμηλότερη τιμή. Στο διάγραμμα 21, παρατηρείται ότι η μέγιστη τιμή της 2-μεθυλ-προπαν-1-όλης εμφανίστηκε στον οίνο ID26 και ακολουθεί ο ID21, χωρίς στατιστικώς σημαντικές διαφορές, ενώ χαμηλότερη ο ID25. Ωστόσο σχετικά με αυτή την πτητική ένωση δεν παρατηρήθηκαν μεγάλες διαφορές μεταξύ των οίνων. Παρατηρήθηκε ότι και στην κατηγορία των ανώτερων αλκοολών συνεχίζεται η τάση που παρατηρήθηκε και προηγουμένως στην κατηγορία των εστέρων, δηλαδή οι οίνοι που εμφάνισαν τις υψηλότερες τιμές να είναι κοινοί σε όλες τις πτητικές ενώσεις. Μάλιστα, οι οίνοι που εμφάνισαν τις υψηλότερες συγκεντρώσεις είναι κοινοί και στις

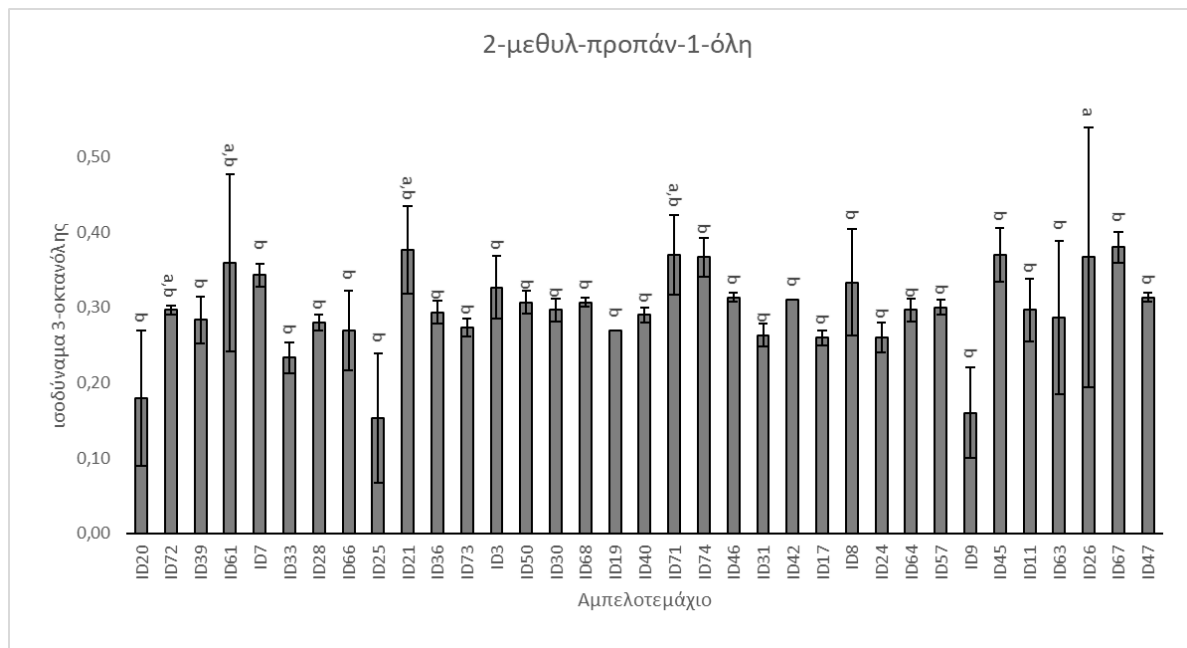
δύο κατηγορίες πτητικών ενώσεων. Αυτό, δικαιολογείται από το γεγονός πως και η κατηγορία των ανώτερων αλκοολών ανήκει στους δευτερογενείς μεταβολίτες, καθώς παράγονται από τους ζυμομύκητες από τον καταβολισμό των αμινοξέων (Swiegers, et al. 2005). Σε χαμηλές συγκεντρώσεις η παρουσία τους είναι επιθυμητή και προσφέρουν πολυπλοκότητα και φρουτώδη χαρακτήρα στους οίνους, ενώ σε υψηλές συγκεντρώσεις είναι ανεπιθύμητες (Francis and Newton, 2005).



Διάγραμμα 21 Ισοαμλική αλκοόλη και εξαν-1-όλη των παραχθέντων οίνων, εκφρασμένες σε ισοδύναμα 3-οκτανόλης. Οι μπάρες δείχνουν το \pm τυπικό σφάλμα του μέσου όρου των τιμών. Τιμές με διαφορετικά γράμματα ανάμεσα στα αμπελοτεμάχια διαφέρουν στατιστικά μεταξύ τους (Tukey's test, $p < 0.05$)



Διάγραμμα 22 3-μεθυλ-θειοπροπαν-1-όλη των παραχθέντων οίνων, εκφρασμένες σε ισοδύναμα 3-οκτανόλης. Οι μπάρες δείχνουν το \pm τυπικό σφάλμα του μέσου όρου των τιμών. Τιμές με διαφορετικά γράμματα ανάμεσα στα αμπελοτεμάχια διαφέρουν στατιστικά μεταξύ τους (Tukey's test, $p < 0.05$)

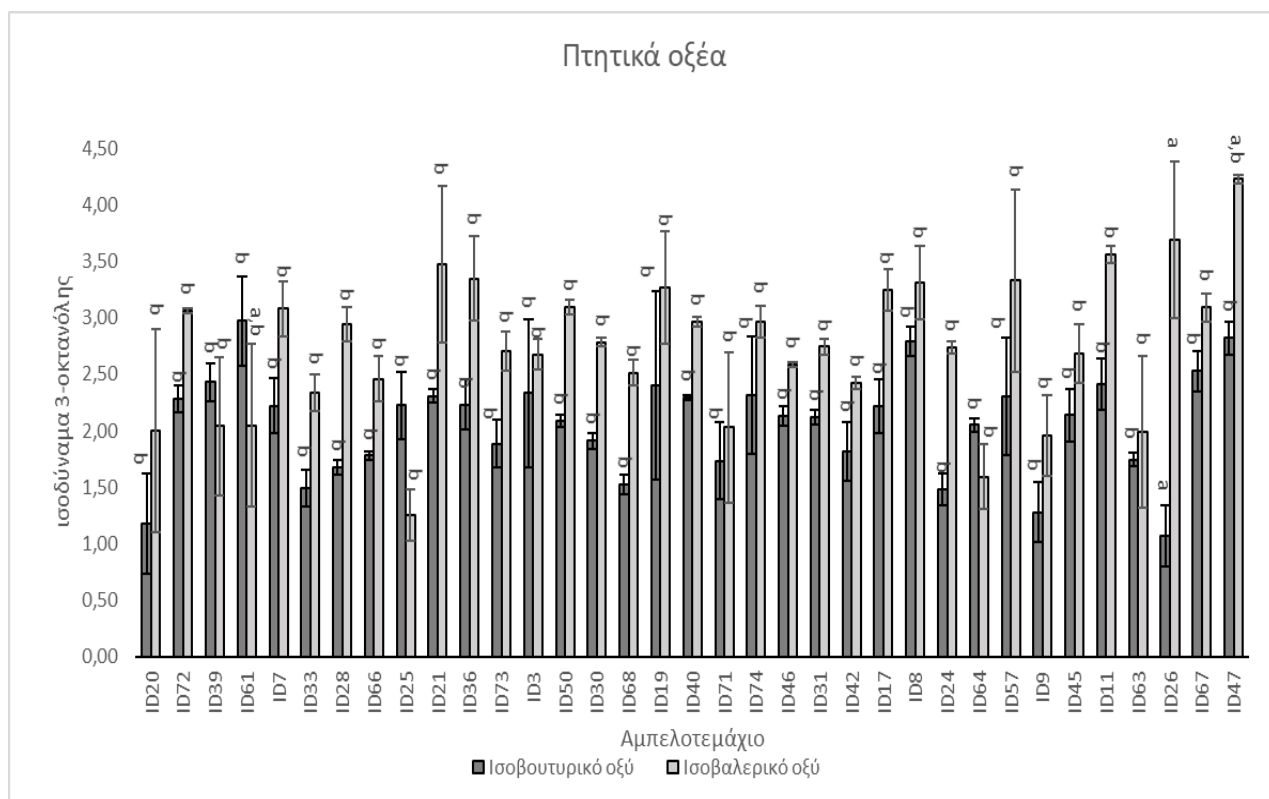


Διάγραμμα 23 2-μεθυλ-προπαν-1-όλη των παραχθέντων οίνων, εκφρασμένη σε ισοδύναμα 3-οκτανόλης. Οι μπάρες δείχνουν το \pm τυπικό σφάλμα του μέσου όρου των τιμών. Τιμές με διαφορετικά γράμματα ανάμεσα στα αμπελοτεμάχια διαφέρουν στατιστικά μεταξύ τους (Tukey's test, $p < 0.05$)

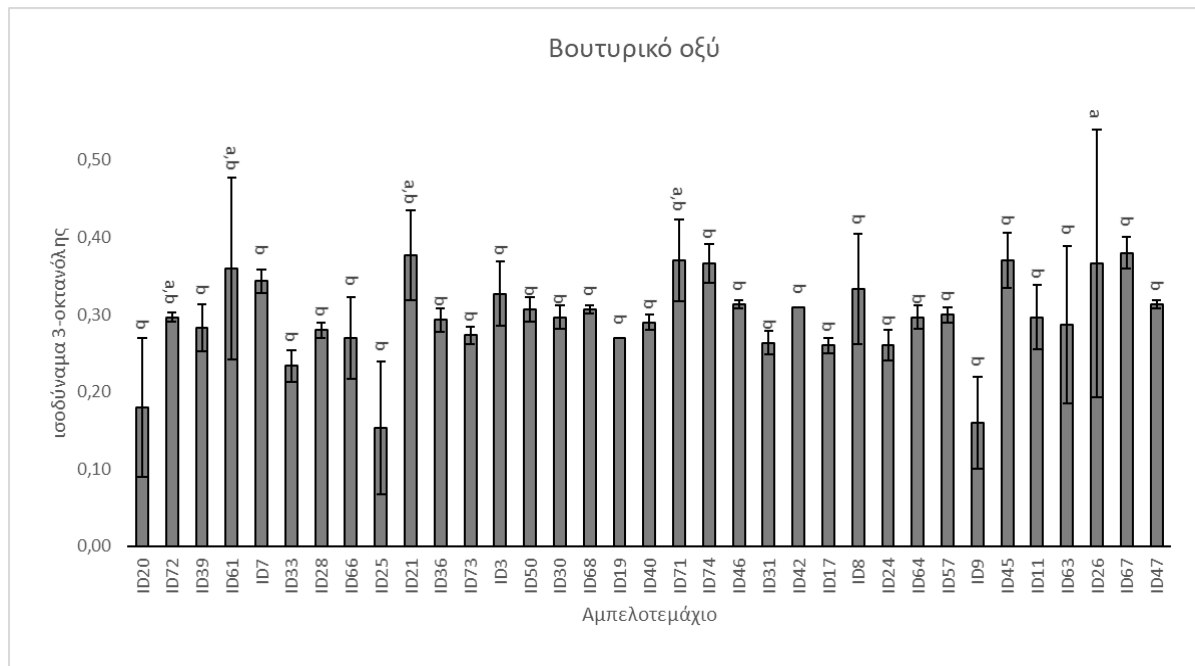
3.6.3 Πτητικά οξέα

Από το διάγραμμα 22, παρατηρείτε ότι η μέγιστη τιμή ισοβουτυρικού οξέος εμφανίζεται στον οίνο ID61 και ακολουθεί ο ID8, χωρίς να παρουσιάζουν στατιστικώς

σημαντικές διαφορές. Χαμηλότερη τιμή εμφάνισε ο ID26, η τιμή του οποίου παρουσιάστηκε περίπου 3 φορές μικρότερη από αυτή του μέγιστου. Υψηλότερη τιμή ισοβαλικού οξέος παρουσίασε ο οίνος ID47, ενώ χαμηλότερη τιμή κατά περίπου 3 φορές παρουσίασε ο ID25, χωρίς ωστόσο να παρουσιάζουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ του και επομένως και μεταξύ του συνόλου των οίνων δεν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές. Τέλος, όσο αφορά το βουτυρικό οξύ, όπως παρουσιάζεται στο διάγραμμα 23, την υψηλότερη τιμή εμφάνισε ο οίνος ID21 τιμή κατά 2,5 φορές μεγαλύτερη του ID25 που εμφάνισε την μικρότερη τιμή. Τα πτητικά οξέα παράγονται κατά τον μεταβολισμό των λιπαρών οξέων από τους ζυμομύκητες αλλά και από τα βακτήρια. Η συγκέντρωσή τους εξαρτάται κυρίως από τις πρακτικές οινοποίησης, την διαθεσιμότητα του οξυγόνου κατά την ζύμωση, το στέλεχος του ζυμομύκητα που επιλέγεται, την σύσταση του μούστου, καθώς και την θερμοκρασία της ζύμωσης. Γενικά η παρουσία τους στους οίνους σχετίζεται με δύσκολες και ελαττωματικές ζυμώσεις (Ruiz J., et al., 2019).



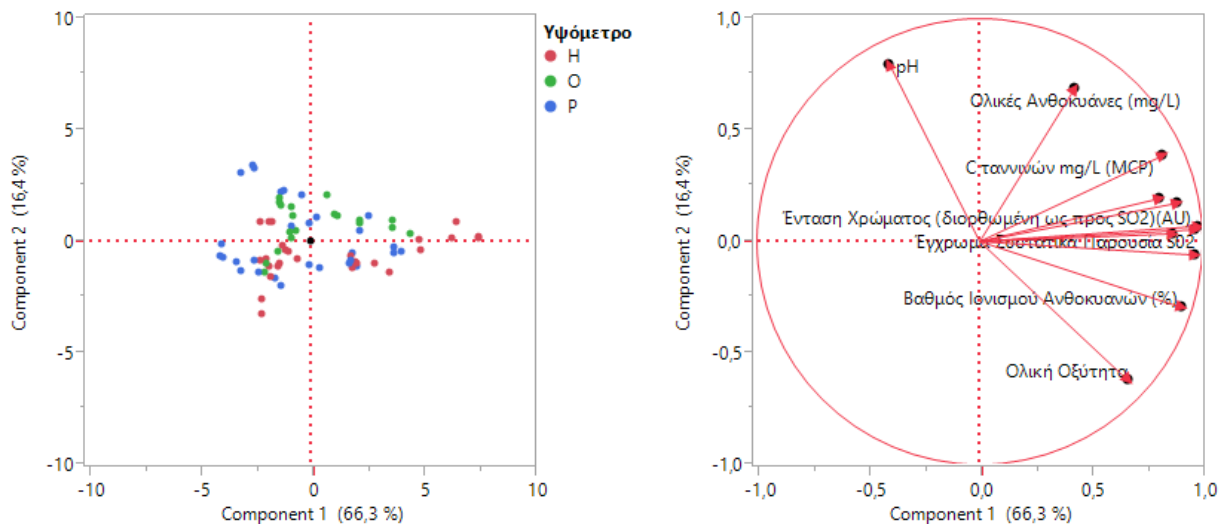
Διάγραμμα 24 Ισοβουτυρικό και ισοβαλικό οξύ των παραχθέντων οίνων, εκφρασμένα σε ισοδύναμα 3-οκτανόλης. Οι μπάρες δείχνουν το \pm τυπικό σφάλμα του μέσου όρου των τιμών. Τιμές με διαφορετικά γράμματα ανάμεσα στα αμπελοτεμάχια διαφέρουν στατιστικά μεταξύ τους (Tukey's test, $p < 0.05$)



Διάγραμμα 25 Βουτυρικό οξύ των παραχθέντων οίνων, εκφρασμένο σε ισοδύναμα 3-οκτανόλης. Οι μπάρες δείχνουν το \pm τυπικό σφάλμα του μέσου όρου των τιμών. Τιμές με διαφορετικά γράμματα ανάμεσα στα αμπελοτεμάχια διαφέρουν στατιστικά μεταξύ τους (Tukey's test, $p < 0.05$)

3.7 Ανάλυση κυρίων συνιστωσών

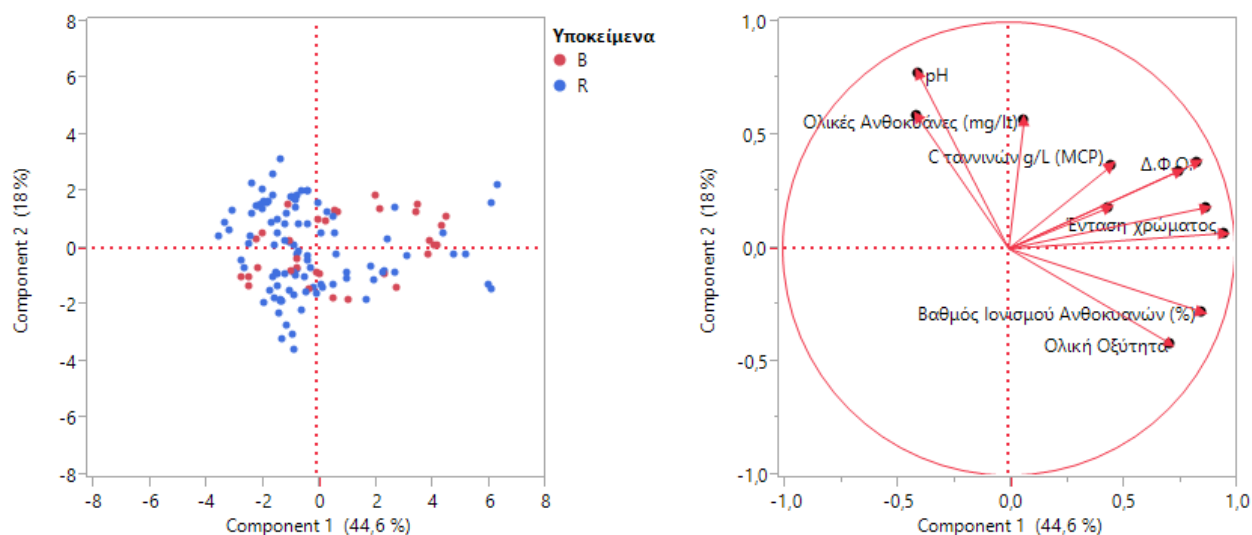
Προκειμένου να μελετηθεί αν υπάρχει η δυνατότητα ομαδοποίησης των παραχθέντων οίνων με βάση το υψόμετρό τους, πραγματοποιήθηκε ανάλυση κυρίων συνιστωσών (PCA). Με βάση τα υψόμετρα των αμπελοτεμαχίων που παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.1 καθώς και με τον διαχωρισμό των υποζωνών που εφαρμόζεται ήδη εντός της ζώνης Π.Ο.Π. της Νεμέας, χωρίστηκαν οι παραγόμενοι οίνοι σε τρεις ομάδες, πεδινή (P) (υψόμετρο<320), ημιορεινή (H) (321<υψόμετρο<550) και ορεινή (O) (υψόμετρο>551). Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε PCA ώστε να προσδιοριστούν οι σημαντικότερες ιδιότητες που χαρακτηρίζουν κάθε ομάδα.



Εικόνα 20 Διάγραμμα κυρίων συνιστωσών και διάγραμμα παραγοντικών φορτίων των υποζωνών με βάση τα υψομετρικά χαρακτηριστικά των αμπελώνων σχετικά με τα φαινοτικά χαρακτηριστικά των παραγόμενων οίνων

Από το διάγραμμα δεν φαίνεται να υπάρχει σαφής ομαδοποίηση μεταξύ των τριών ομάδων οίνων με βάση τον υψομετρικό διαχωρισμό. Η κύρια συνιστώσα 1 περιγράφει το 66,3% της συνολικής πληροφορίας και συμμετέχουν στη διαμόρφωσή της όλες οι συνιστώσες με παρόμοιο τρόπο. Η κύρια συνιστώσα 2 περιγράφει το 16,4% της συνολικής πληροφορίας, με το pH, τις ολικές ανθοκυάνες και την ολική οξύτητα να συμμετέχουν στην διαμόρφωσή της σε ποσοστό 59,2%, 50,1% και 46,4% αντίστοιχα. Αυτό φαίνεται και από το διάγραμμα των παραγοντικών φορτίων, όπου στην διαμόρφωση του πρώτου άξονα συνεισφέρουν όλες οι συνιστώσες, ενώ στον δεύτερο συμμετέχουν το pH, οι ολικές ανθοκυάνες και η οξύτητα.

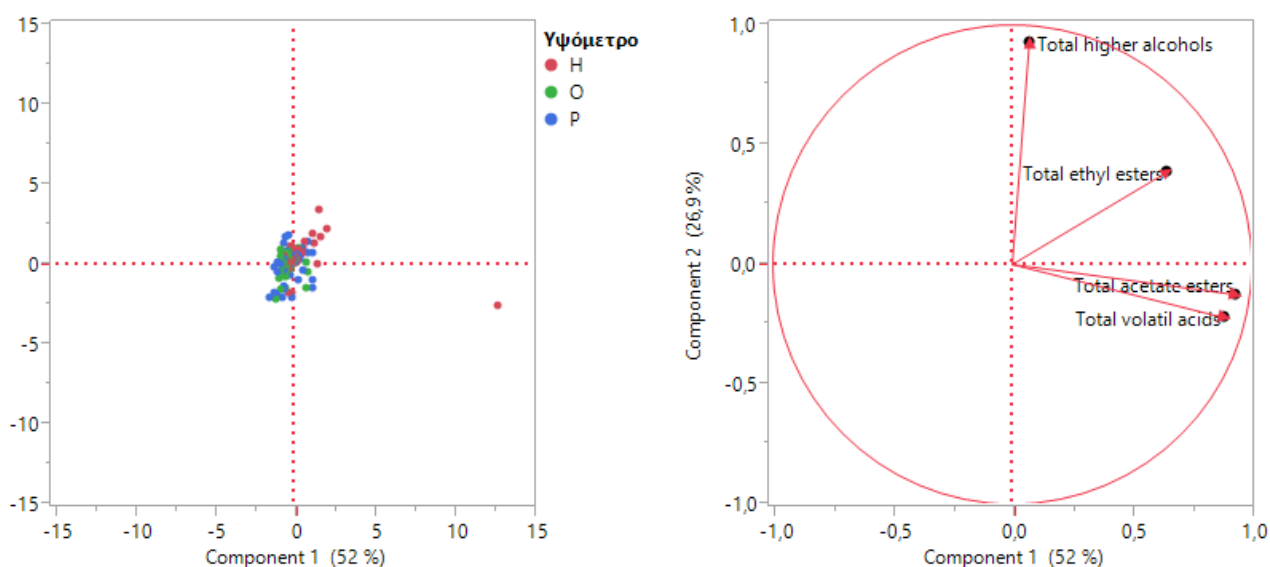
Στα στοιχεία του Πίνακα 2.1 παρουσιάζονται και τα διαφορετικά υποκείμενα που έχουν χρησιμοποιηθεί για τον εμβολιασμό των αμπελοτεμαχίων. Ωστόσο δεν κρίνεται σκόπιμο να μελετηθεί η δυνατότητα διαφοροποίησης με βάση 3 διαφορετικά υποκείμενα, αλλά δύο το 110R και το 41B. Αυτή η επιλογή βασίστηκε στο γεγονός ότι μόνο δύο αμπελοτεμάχια από τα συνολικά παρουσιάζουν υποκείμενο της αμπέλου 1103P και επομένως οποιοδήποτε συμπέρασμα δεν θα μπορούσε να οδηγήσει σε ασφαλή αποτελέσματα, για το λόγο αυτό εξαιρούνται της συγκεκριμένης ανάλυσης. Με βάση τα υποκείμενα της αμπέλου, χωρίστηκαν οι παραγόμενοι οίνοι σε δύο ομάδες, R για αυτά που προέρχονται από αμπελοτεμάχια με υποκείμενο της αμπέλου 110R και B για αυτά που προέρχονται από υποκείμενο της αμπέλου 41B. Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε PCA ώστε να προσδιοριστούν οι σημαντικότερες ιδιότητες που χαρακτηρίζουν κάθε ομάδα με βάση τα φαινοτικά τους χαρακτηριστικά.



Από το διάγραμμα δεν φαίνεται να υπάρχει σαφής ομαδοποίηση μεταξύ των δύο ομάδων οίνων με βάση το υποκείμενο της αμπέλου. Η κύρια συνιστώσα 1 περιγράφει το 44,6% της συνολικής πληροφορίας και συμμετέχουν στη διαμόρφωσή της κυρίως η ένταση του χρώματος με 43%, η συγκέντρωση των ταννινών με βάση την μέθοδο BSA με 39,5%, ο βαθμός ιονισμού των ανθοκυανών με 38,5% και ο Δ.Φ.Ο. με 37,7%. Η κύρια συνιστώσα 2 περιγράφει το 18% της συνολικής πληροφορίας, με το pH, την απόχρωση και τις ολικές ανθοκυάνες να συμμετέχουν στην διαμόρφωσή της σε ποσοστό 54,8, 41,9% και 40,3% αντίστοιχα. Αυτό φαίνεται και από το διάγραμμα των παραγοντικών φορτίων, όπου στην διαμόρφωση του πρώτου άξονα συνεισφέρουν περισσότερο η ένταση του χρώματος, η συγκέντρωση ταννινών με την μέθοδο BSA, ο βαθμός ιονισμού και ο Δ.Φ.Ο., ενώ στον δεύτερο άξονα συμμετέχουν το pH, η απόχρωση και οι ολικές ανθοκυάνες.

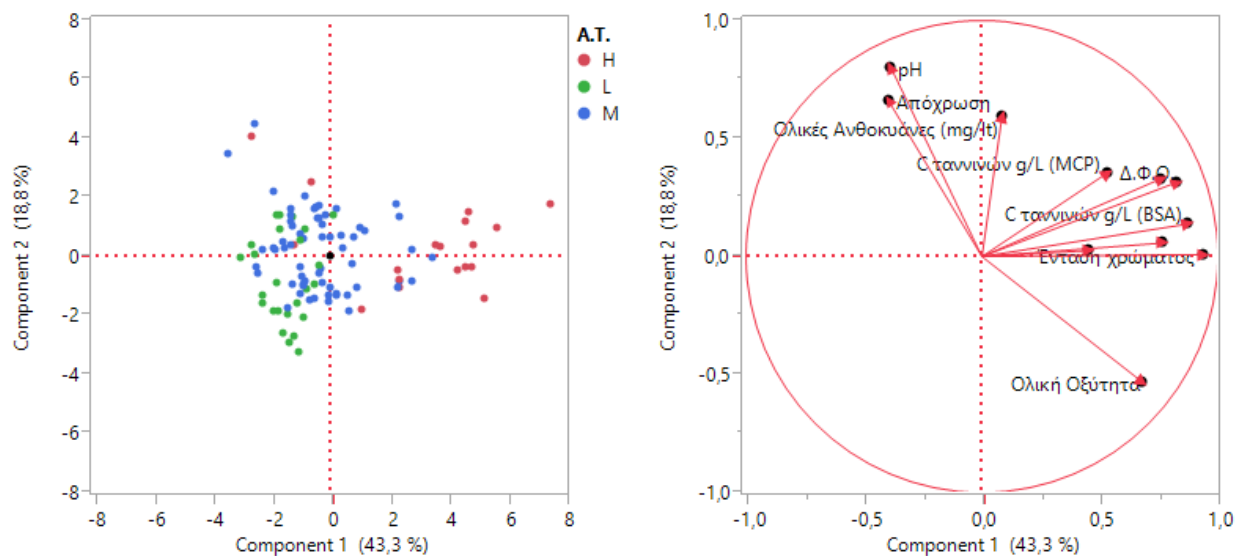
Επίσης, διερευνήθηκε η πιθανότητα ομαδοποίησης των παραχθέντων οίνων με βάση το υψόμετρο και τις πτητικές ενώσεις που ταυτοποιήθηκαν για κάθε έναν. Ωστόσο, προκειμένου να διευκολυνθεί η εξαγωγή των συμπερασμάτων, οι πτητικές ενώσεις του αρώματος, ομαδοποιήθηκαν σε 4 ομάδες με άθροιση των επιμέρους πτητικών ενώσεων που τις απαρτίζουν. Συγκεκριμένα, την ομάδα των οξικών εστέρων που περιλαμβάνει τον οξικό ισοβουτυλεστέρα, τον οξικό ισοαμυλεστέρα, τον οξικό εξιλεστέρα και τον οξικό φαινυλ-αιθυλεστέρα, την ομάδα των αιθυλεστέρων των λιπαρών οξέων που περιλαμβάνει τον βουτυρικό αιθυλεστέρα, τον οκτανοϊκό αιθυλεστέρα, τον δεκανοϊκό αιθυλεστέρα και τον εξανοϊκό αιθυλεστέρα, την ομάδα των ανώτερων αλκοολών που περιλαμβάνει την 3-μεθυλ-θειοπροπαν-1-όλη, την ισοαμυλική αλκοόλη, την 2-μεθυλ-προπάν-1-όλη και την εξαν-1-όλη και τέλος την ομάδα των πτητικών λιπαρών οξέων

που περιλαμβάνει το βουτυρικό οξύ, το ισοβουτυρικό οξύ και το ισοβαλερικό οξύ. Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε PCA ώστε να προσδιοριστούν οι σημαντικότερες ιδιότητες που χαρακτηρίζουν κάθε ομάδα.



Από το διάγραμμα δεν φαίνεται να υπάρχει σαφής ομαδοποίηση μεταξύ των ομάδων οίνων με βάση τις ομάδες των πτητικών συστατικών του αρώματος. Η κύρια συνιστώσα 1 περιγράφει το 52% της συνολικής πληροφορίας και συμμετέχουν στη διαμόρφωσή της κυρίως το σύνολο των οξικών εστέρων με 64,7% και το σύνολο των πτητικών λιπαρών οξέων με 61,5%. Η κύρια συνιστώσα 2 περιγράφει το 26,9% της συνολικής πληροφορίας με σύνολο των ανώτερων αλκοολών να συμμετέχει στη διαμόρφωσή της κατά 89,5%. Αυτό φαίνεται και από το διάγραμμα των παραγοντικών φορτίων, όπου στην διαμόρφωση του πρώτου άξονα συνεισφέρουν περισσότερο το σύνολο των οξικών εστέρων και πτητικών λιπαρών οξέων, ενώ στο δεύτερο άξονα συμμετέχει μόνο το άθροισμα των ανώτερων αλκοολών.

Τέλος, επειδή παρατηρήθηκε μεγάλη ανομοιομορφία ως προς τον αλκοολικό τίτλο των παραχθέντων οίνων, σε συνδυασμό με τις συσχετίσεις που εμφανίστηκαν μεταξύ των αναλύσεων αυτού και της έντασης του χρώματος και της συγκέντρωση των ανθοκυανών, μελετήθηκε και η πιθανότητα ομαδοποίησής τους με βάση τον αλκοολικό τίτλο. Οι οίνοι χωρίστηκαν σε τρεις ομάδες, χαμηλού αλκοολικού τίτλου (L) (< 12% v/v), μέτριου (M) (12% v/v έως 14% v/v) και υψηλού (H) (>14% v/v). Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε PCA ώστε να προσδιοριστούν οι σημαντικότερες ιδιότητες που χαρακτηρίζουν κάθε ομάδα.



Εικόνα 21 Διάγραμμα κυρίων συνιστωσών και διάγραμμα παραγοντικών φορτίων των υποομάδων των αμπελώνων με βάση τον αλκοολικό τίτλο των παραγόμενων οίνων σχετικά με τα φαινολικά χαρακτηριστικά τους

Από το διάγραμμα φαίνεται να υπάρχει μια τάση για ομαδοποίηση μεταξύ των τριών ομάδων οίνων με βάση τον αλκοολικό τίτλο τους. Η κύρια συνιστώσα 1 περιγράφει το 43,3% της συνολικής πληροφορίας και συμμετέχουν στη διαμόρφωσή της συμμετέχουν κυρίως η ένταση του χρώματος με 42,9% και η συγκέντρωση των ταννινών με βάση την μέθοδο BSA με 40%. Η κύρια συνιστώσα 2 περιγράφει το 18,8% της συνολικής πληροφορίας, με το pH, την απόχρωση, τις ολικές ανθοκυάνες και η ολική οξύτητα να συμμετέχουν στην διαμόρφωσή της σε ποσοστό 55,6%, 45,8%, 41,1% και 37,1% αντίστοιχα. Αυτό φαίνεται και από το διάγραμμα των παραγοντικών φορτίων, όπου στην διαμόρφωση του πρώτου άξονα συνεισφέρουν περισσότερο όλων η ένταση του χρώματος και η συγκέντρωση ταννινών με την μέθοδο BSA, ενώ στον δεύτερο άξονα συμμετέχουν το pH, η απόχρωση, οι ολικές ανθοκυάνες και η οξύτητα. Επομένως διαπιστώνεται ότι ο αλκοολικός βαθμός και κατ' επέκταση η ωριμότητα των πρώτων υλών, επηρεάζει κυρίως την ένταση του χρώματος και την συγκέντρωση των ταννινών όπως προκύπτει από τη μέθοδο BSA, γεγονός που αποδεικνύεται από το ότι με την ανάλυση PCA τα δείγματα ομαδοποιήθηκαν κατά μήκος του άξονα της κύριας συνιστώσας 1, στη διαμόρφωση της οποίας συμμετέχουν κυρίως οι μετρήσεις αυτών των μεγεθών.

4.Συμπεράσματα – Συζήτηση

Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι η διερεύνηση της παραλλακτικότητας στην ποιοτική σύνθεση των παραγόμενων οίνων, με έμφαση στα φαινολικά και πτητικά συστατικά. Οι οίνοι προέρχονται από παραγωγικούς αμπελώνες που τοποθετούνται εντός της ζώνης Π.Ο.Π. της Νεμέας και διαφοροποιήθηκαν ως προς τα υψομετρικά τους χαρακτηριστικά. Πραγματοποιήθηκαν διπλές μικροοινοποιήσεις για το κάθε αμπελοτεμάχιο. Με τον τρόπο αυτό έγινε προσπάθεια συσχέτισης της ιδιαίτερης τοποθεσίας με τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των οίνων. Με βάση τα αποτελέσματα που προέκυψαν οδηγούμαστε στα κάτωθι συμπεράσματα.

Οι οίνοι στο σύνολό τους εμφάνισαν σχετικά υψηλές τιμές pH, ωστόσο οίνοι που προέρχονται από ορεινούς αμπελώνες, όπως οι ID19 και ID68 παρουσίασαν τις χαμηλότερες τιμές. Το pH εμφάνισε αρνητική συσχέτιση με το χρώμα, με αποτέλεσμα οι οίνοι αυτοί επίσης να παρουσιάσουν υψηλές τιμές έντασης και ολικών ανθοκυανών. Τα αποτελέσματα αυτά, είναι αναμενόμενα καθώς σε υψηλό pH προκαλείται αποχρωματισμός των ανθοκυανών. Οι υψηλότερες τιμές οξύτητας σημειώθηκαν επίσης στους οίνους αυτούς. Όσο αφορά το ταννικό φορτίο των οίνων, ο ID68 επίσης συγκαταλέγεται στις υψηλότερες συγκεντρώσεις ταννινών. Το γεγονός ότι οι υψηλότερες συγκεντρώσεις ολικών ανθοκυανών εμφανίστηκαν στα αμπελοτεμάχια που βρίσκονται στην ορεινή υποζώνη γίνεται αντιληπτό βάση των θετικών επιδράσεων που παρατηρείται ότι προσδίδει στις ανθοκυάνες και τα φαινολικά συστατικά το μεγαλύτερο υψόμετρο όπου βρίσκονται εγκατεστημένοι οι συγκεκριμένοι αμπελώνες. Είναι γνωστό και από παλαιότερες μελέτες, το ευεργετικό μεσοκλίμα που προσδίδει το υψόμετρο στα ποιοτικά χαρακτηριστικά των σταφυλών. Η προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία, το διαθέσιμο υδατικό δυναμικό, οι καταβατικοί άνεμοι που πνέουν ευνοούν την ποιότητα της πρώτης ύλης σε συνδυασμό με τις καλύτερες θερμοκρασίες και το μεγαλύτερο θερμοκρασιακό εύρος ημέρας και νύχτα (C. González-Barreiro et al., 2014). Ωστόσο, λόγω της ανομοιομορφίας της ωριμότητας των πρώτων υλών, παρατηρήθηκαν υψηλές τιμές στην ένταση του χρώματος, στο Δείκτη Φαινολικών Ουσιών και στη συγκέντρωση των ταννινών και σε οίνους προερχόμενους και από τις άλλες δύο υποζώνες, οι οποίοι όμως εμφάνισαν πολύ υψηλές τιμές αλκοολοπεριεκτικότητας, με χαρακτηριστικά παραδείγματα τους οίνους ID26, ID57 και ID11.

Τα αποτελέσματα του ποσοστού προδελφινιδινών στου οίνους συμφωνούν με προηγούμενες μελέτες που έχουν γίνει για οίνους της ποικιλίας Αγιωργίτικο (Petrooulos S., et al., 2017) και παρουσιάζουν υψηλά ποσοστά στο σύνολο των δειγμάτων.

Τέλος, όσο αφορά τα πτητικά συστατικά, δεν εμφανίστηκε συσχέτιση με τα υψομετρικά χαρακτηριστικά, καθώς οι πτητικές ενώσεις που ταυτοποιήθηκαν ανήκουν στο δευτερογενές άρωμα των οίνων και σχετίζονται με την διαδικασία της ζύμωσης και τις συνθήκες οινοποίησης, που στο συγκεκριμένο πείραμα, όπως προαναφέρθηκε εφαρμόστηκε κοινό πρωτόκολλο οινοποίησης. Βέβαια δεν μπορεί να μην αναφερθεί η τάση που παρατηρήθηκε σε ορισμένους οίνους και κυρίως στους ID26 και ID67, να εμφανίζουν τις υψηλότερες τιμές στους εστέρες και τις ανώτερες αλκοόλες, ενώ τις χαμηλότερες τιμές στα πτητικά λιπαρά οξέα.

Συμπερασματικά, παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των οίνων που προέρχονται από τις διαφορετικές υποζώνες εντός της ζώνης Π.Ο.Π. της Νεμέας. Κρίνεται απαραίτητος ο άμεσος συσχετισμός των διαφορών αυτών με εδαφοκλιματικούς παράγοντες, καθώς μόνο τα υψομετρικά χαρακτηριστικά δεν αποδείχθηκαν ικανά να περιγράψουν την παραλλακτικότητα που χαρακτηρίζει τα αμπελοτεμάχια. Προτείνεται η χρήση δεδομένων κατά την εφαρμογή Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών, ώστε να είναι συνεχής και επαναλαμβανόμενη η παρακολούθηση όλων των στοιχείων που διαφοροποιούν τα επιλεγμένα αμπελοτεμάχια. Μετά το τέλος αυτής της μελέτης θα καταστεί εφικτό, να γίνει προσδιορισμός των κατάλληλων υποζωνών που μπορούν να διατεθούν για παραγωγή οίνων ανώτερης ποιότητας. Αυτό μπορεί να πραγματοποιηθεί με συνδυασμό των αποτελεσμάτων της παρούσας μελέτης, αλλά και επανάληψης και βελτίωσης των μετρήσεων τα επόμενα χρόνια.

Παράρτημα

Πίνακας Ι: Ανάγοντα σάκχαρα

Αμπελοτεμάχιο	Ανάγοντα σάκχαρα (g/L)		
ID20	1,65	± 0,15	g,h,i,j
ID72	1,53	± 0,03	g,h,i,j
ID39	2,18	± 0,22	d,e,f,g,h,i
ID61	1,86	± 0,09	f,g,h,I,j
ID7	2,16	± 0,79	d,e,f,g,h,i
ID33	1,42	± 0,12	h,i,j
ID28	2,20	± 0,08	d,e,f,g,h,i,j
ID66	1,94	± 0,36	e,f,g,h,i,j
ID25	1,61	± 0,09	g,h,i,j
ID21	2,56	± 0,53	c,d,e,f,g,h
ID36	1,77	± 0,02	f,g,h,i,j
ID73	1,80	± 0,05	f,g,h,i,j
ID3	2,66	± 0,06	c,d,e,f,g,h
ID50	2,03	± 0,01	e,f,g,h,i,j
ID30	1,26	± 0,01	i,j
ID68	2,34	± 0,05	d,e,f,g,h,i
ID19	4,00	± 1,19	a,b
ID40	1,93	± 0,39	f,g,h,i,j
ID71	1,68	± 0,10	g,h,I,j
ID74	1,73	± 0,08	f,g,h,I,j
ID46	1,02	± 0,12	j
ID31	5,02	± 0,02	a
ID42	2,07	± 0,30	e,f,g,h,i,j
ID17	1,85	± 0,05	f,g,h,i,j
ID8	4,80	± 0,40	a
ID24	3,09	± 0,61	b,c,d,e
ID64	1,90	± 0,20	f,g,h,i,j
ID57	2,88	± 0,42	b,c,d,e,f
ID9	1,91	± 0,20	f,g,h,i,j
ID45	1,38	± 0,14	i,j
ID11	2,30	± 0,16	d,e,f,g,h,i
ID63	1,51	± 0,01	g,h,I,j
ID26	3,30	± 0,10	b,c,d
ID67	1,99	± 0,11	e,f,g,h,I,j
ID47	3,55	± 0,85	b,c

Πίνακας II: Πτητική οξύτητα και αλκοολικός τίτλος

Αμπελοτεμάχιο	Πτητική οξύτητα (g οξικού οξέος/L)		Αλκοολικός Τίτλος (% v/v)			
ID20	0,45	± 0,01	g,h,i,j,k,l	11,20	± 0,60	m,n,o,p
ID72	0,47	± 0,02	e,f,g,h,i,j,k	12,17	± 0,15	h,i,j,k,l,m,n,o
ID39	0,47	± 0,02	e,f,g,h,i,j,k	13,90	± 1,10	d,e,f
ID61	0,48	± 0,02	d,e,f,g,h,i,j	13,30	± 0,00	e,f,g,h,i
ID7	0,55	± 0,01	c,d	12,77	± 0,06	f,g,h,i,j,k,l
ID33	0,49	± 0,01	d,e,f,g,h,i	12,20	± 0,60	h,i,j,k,l,m,n,o
ID28	0,53	± 0,01	c,d,e,f	13,40	± 0,80	d,e,f,g,h
ID66	0,51	± 0,02	c,d,e,f,g,h	13,40	± 0,20	d,e,f,g,h
ID25	0,35	± 0,02	m	11,50	± 0,30	l,m,n,o,p
ID21	0,75	± 0,00	b	14,67	± 0,06	b,c,d
ID36	0,44	± 0,03	h,i,j,k,l	11,47	± 0,06	e,f,g,h,i,j
ID73	0,40	± 0,01	k,l,m	13,20	± 1,20	e,f,g,h,i,j
ID3	0,84	± 0,02	a	16,00	± 0,00	a,b
ID50	0,47	± 0,03	d,e,f,g,h,i,j,k	11,07	± 0,15	n,o,p
ID30	0,42	± 0,01	i,j,k,l,m	10,40	± 0,00	e,f,g,h,i
ID68	0,58	± 0,02	c	13,30	± 0,10	d,e,f,g
ID19	0,49	± 0,01	d,e,f,g,h,i	13,77	± 0,15	h,l,j,k,i,m,n,o
ID40	0,38	± 0,02	l,m	12,17	± 0,06	j,k,i,m,n,o
ID71	0,46	± 0,01	f,g,h,i,j,k	11,90	± 0,10	j,k,l,m,n,o
ID74	0,49	± 0,03	c,d,e,f,g,h,l,j	13,27	± 0,35	e,f,g,h,i
ID46	0,52	± 0,02	c,d,e,f,g	10,87	± 0,15	d,e,f,g
ID31	0,54	± 0,06	c,d,e	13,87	± 0,35	d,e,f,g
ID42	0,43	± 0,01	i,j,k,l,m	13,70	± 0,20	e,f,g,h,i,j,k
ID17	0,43	± 0,02	i,j,k,l	12,90	± 0,60	e,f,g,h,i,j,k
ID8	0,45	± 0,02	g,h,i,j,k,l	12,50	± 0,20	g,h,i,j,k,l,m
ID24	0,49	± 0,02	d,e,f,g,h,i	12,90	± 0,70	e,f,g,h,i,j,k
ID64	0,40	± 0,02	k,l,m	11,70	± 0,10	k,l,m,n,o,p
ID57	0,52	± 0,02	c,d,e,f,g	15,40	± 0,40	b,c
ID9	0,46	± 0,01	f,g,h,i,j,k	12,30	± 0,30	h,i,j,k,l,m,n
ID45	0,53	± 0,03	c,d,e,f	12,67	± 0,15	f,g,h,i,j,k,l
ID11	0,57	± 0,02	c	14,17	± 0,35	c,d,e
ID63	0,41	± 0,02	j,k,l,m	11,97	± 0,06	i,j,k,l,m,n,o
ID26	0,88	± 0,08	a	17,07	± 0,45	a
ID67	0,49	± 0,01	d,e,f,g,h,i	13,67	± 0,15	d,e,f,g
ID47	0,55	± 0,02	c,d	13,50	± 0,10	d,e,f,g,h

Πίνακας III: Ολική οξύτητα και pH

Αμπελοτεμάχιο	Ολική οξύτητα (g τρυγικού οξέος/L)		pH
ID20	6,0 ± 0,1	j,k,l,m	3,81 ± 0,04 c,d
ID72	6,8 ± 0,3	f,g,h,i,j,k	3,52 ± 0,04 h,I,j,k
ID39	6,2 ± 0,4	h,i,j,k,l,m	4,00 ± 0,02 b
ID61	5,9 ± 0,1	k,l,m	3,66 ± 0,08 d,e,f,g,h,i
ID7	7,0 ± 0,2	d,e,f,g,h	3,45 ± 0,04 j,k,l,m
ID33	6,2 ± 0,2	h,i,j,k,l,m	3,66 ± 0,01 d,e,f,g,h
ID28	7,6 ± 0,2	b,c,d,e,f	3,37 ± 0,05 l,m,n,o
ID66	7,2 ± 0,2	c,d,e,f,g	3,35 ± 0,00 m,n,o,p
ID25	7,9 ± 0,2	b,c,d	3,38 ± 0,08 k,l,m,n,o
ID21	7,9 ± 0,3	b,c	3,38 ± 0,01 k,l,m,n,o
ID36	6,9 ± 0,1	e,f,g,h,i	3,64 ± 0,04 e,f,g,h,i
ID73	4,9 ± 0,2	n	4,34 ± 0,02 a
ID3	7,8 ± 0,8	b,c,d	3,55 . e,f,g,h,I,j,k,l,m
ID50	7,1 ± 0,2	c,d,e,f,g	3,48 ± 0,03 j,k,l,m
ID30	7,1 ± 0,3	c,d,e,f,g	3,56 ± 0,00 f,g,h,I,j
ID68	6,4 ± 0,4	g,h,i,j,k,l,m	3,42 ± 0,01 j,k,l,m,n
ID19	6,4 ± 0,4	g,h,i,j,k,l,m	3,27 ± 0,04 n,o,p
ID40	7,2 ± 0,2	c,d,e,f,g	3,46 ± 0,04 j,k,l,m
ID71	5,7 ± 0,4	m,n	3,46 ± 0,03 j,k,l,m
ID74	6,9 ± 0,2	e,f,g,h,I,j	3,69 ± 0,02 d,e,f,g
ID46	7,1 ± 0,1	c,d,e,f,g	3,74 ± 0,01 c,d,e
ID31	6,6 ± 0,8	g,h,i,j,k,l	3,21 ± 0,00 p
ID42	5,9 ± 0,3	k,l,m	3,70 ± 0,07 c,d,e,f,g
ID17	6,5 ± 0,1	g,h,i,j,k,l,m	3,73 ± 0,00 c,d,e
ID8	6,9 ± 0,3	e,f,g,h,i	3,51 ± 0,03 I,j,k,l
ID24	6,7 ± 0,1	g,h,i,j,k	3,46 ± 0,11 j,k,l,m
ID64	6,5 ± 0,2	g,h,i,j,k,l,m	3,72 ± 0,02 c,d,e,f
ID57	8,2 ± 0,5	a,b	3,72 ± 0,01 c,d,e,f
ID9	6,4 ± 0,2	g,h,i,j,k,l,m	3,26 ± 0,02 o,p
ID45	7,2 ± 0,1	c,d,e,f,g	3,64 ± 0,12 e,f,g,h,i
ID11	7,7 ± 0,0	b,c,d,e	3,38 ± 0,10 k,l,m,n,o
ID63	5,8 ± 0,2	l,m	3,55 ± 0,03 g,h,I,j
ID26	8,9 ± 0,1	a	3,85 ± 0,03 C
ID67	6,1 ± 0,2	i,j,k,l,m	3,66 ± 0,01 d,e,f,g,h
ID47	6,9 ± 0,5	e,f,g,h,i	3,72 ± 0,03 c,d,e,f

Πίνακας IV: Χρωματικά χαρακτηριστικά

Αμπελοτεμάχιο	Ένταση (AU)			Απόχρωση (AU)		
ID20	3,11	± 1,37	h	0,83	± 0,03	a,b,c,d
ID72	5,69	± 1,98	e,f,g,h	0,69	± 0,08	d,e,f,g,h,i
ID39	4,68	± 0,55	e,f,g,h	0,69	± 0,10	c,d,e,f,g,h,i
ID61	3,74	± 0,28	g,h	0,83	± 0,12	a,b,c
ID7	6,27	± 0,72	e,f,g	0,63	± 0,01	f,g,h,i,j
ID33	5,64	± 0,12	e,f,g,h	0,86	± 0,02	a,b
ID28	9,35	± 1,96	c,d	0,55	± 0,02	J
ID66	7,12	± 0,71	e,f	0,60	± 0,02	h,i,j
ID25	4,44	± 0,68	f,g,h	0,64	± 0,06	f,g,h,i,j
ID21	10,24	± 0,46	b,c	0,64	± 0,02	f,g,h,i,j
ID36	4,04	± 1,45	f,g,h	0,68	± 0,01	e,f,g,h,i
ID73	3,72	± 0,05	g,h	0,92	± 0,01	A
ID3	10,75	± 0,32	b,c	0,66	± 0,01	f,g,h,i,j
ID50	4,78	± 0,20	e,f,g,h	0,66	± 0,01	f,g,h,i,j
ID30	4,35	± 0,87	f,g,h	0,59	± 0,01	h,i,j
ID68	10,58	± 0,24	b,c	0,59	± 0,01	h,i,j
ID19	6,48	± 1,25	e,f,g	0,62	± 0,02	f,g,h,i,j
ID40	5,63	± 0,66	e,f,g,h	0,58	± 0,01	h,i,j
ID71	5,35	± 0,15	e,f,g,h	0,81	± 0,06	a,b,c,d,e
ID74	5,22	± 0,70	e,f,g,h	0,71	± 0,08	c,d,e,f,g,h
ID46	4,51	± 0,47	f,g,h	0,57	± 0,03	i, j
ID31	5,66	± 1,02	e,f,g,h	0,75	± 0,04	b,c,d,e,f
ID42	4,62	± 0,32	e,f,g,h	0,71	± 0,03	c,d,e,f,g,h,i
ID17	5,82	± 0,32	e,f,g,h	0,75	± 0,11	b,c,d,e,f
ID8	4,82	± 0,45	e,f,g,h	0,63	± 0,03	f,g,h,i,j
ID24	5,53	± 0,22	e,f,g,h	0,86	± 0,02	a,b
ID64	7,18	± 1,00	d,e	0,61	± 0,01	g,h,i,j
ID57	14,92	± 2,06	a	0,55	± 0,01	h,i,j
ID9	4,97	± 0,83	e,f,g,h	0,66	± 0,14	f,g,h,i,j
ID45	5,29	± 0,97	e,f,g,h	0,67	± 0,05	e,f,g,h,i,j
ID11	11,42	± 0,13	b,c	0,63	± 0,02	f,g,h,i,j
ID63	4,87	± 0,25	e,f,g,h	0,70	± 0,02	c,d,e,f,g,h,i
ID26	12,66	± 1,68	a,b	0,74	± 0,01	b,c,d,e,f,g
ID67	5,60	± 0,36	e,f,g,h	0,73	± 0,02	b,c,d,e,f,g
ID47	9,19	± 1,14	c,d	0,69	± 0,03	e,f,g,h,i

Πίνακας V: Ολικές ανθοκυάνες

Αμπελοτεμάχιο	Ολικές ανθοκυάνες (mg/L)		
ID20	183,53	± 21,84	m
ID72	225,32	± 16,36	h,I,j,k,l,m
ID39	315,00	± 15,61	a,b,c,d,e,f,g,h,I,j
ID61	196,01	± 34,72	l,m
ID7	251,35	± 53,80	e,f,g,h,I,j,k,l,m
ID33	321,57	± 8,88	a,b,c,d,e,f,g,h,i
ID28	258,78	± 34,88	e,f,g,h,I,j,k,l,m
ID66	299,69	± 82,43	b,c,d,e,f,g,h,I,j,k
ID25	249,60	± 56,26	f,g,h,I,j,k,l,m
ID21	291,16	± 15,13	d,e,f,g,h,I,j,k,l
ID36	228,82	± 26,53	g,h,I,j,k,l,m
ID73	348,69	± 14,72	a,b,c,d,e
ID3	236,25	.	c,d,e,f,g,h,I,j,k,l,m
ID50	301,22	± 39,71	b,c,d,e,f,g,h,I,j,k
ID30	238,88	± 10,09	f,g,h,I,j,k,l,m
ID68	266,88	± 55,01	e,f,g,h,I,j,k,l,m
ID19	298,81	± 65,38	b,c,d,e,f,g,h,I,j,k
ID40	407,10	± 47,38	a
ID71	308,00	± 40,87	b,c,d,e,f,g,h,I,j,k
ID74	375,60	± 22,27	a,b,c,d
ID46	276,28	± 18,58	e,f,g,h,I,j,k,l,m
ID31	219,41	± 42,39	j,k,l,m
ID42	283,50	± 34,62	d,e,f,g,h,I,j,k,l
ID17	253,32	± 14,23	e,f,g,h,I,j,k,l,m
ID8	236,25	± 45,44	g,h,I,j,k,l,m
ID24	263,60	± 12,77	e,f,g,h,I,j,k,l,m
ID64	325,06	± 23,93	a,b,c,d,e,f,g
ID57	395,06	± 39,01	a,b
ID9	277,38	± 6,47	d,e,f,g,h,I,j,k,l,m
ID45	263,82	± 35,24	e,f,g,h,I,j,k,l,m
ID11	215,91	± 13,86	k,l,m
ID63	242,16	± 15,90	g,h,I,j,k,l,m
ID26	323,54	± 20,30	a,b,c,d,e,f,g,h
ID67	223,13	± 33,57	i,j,k,l,m
ID47	344,32	± 24,80	a,b,c,d,e,f

Πίνακας VI: Χημική ηλικία 1 και 2

Αμπελοτεμάχιο	Χημική ηλικία 1			Χημική ηλικία 2		
ID20	0,42	± 0,02	a,b,c	0,09	± 0,02	d,e,f
ID72	0,36	± 0,02	b,c,d,e,f,g	0,14	± 0,02	b,c
ID39	0,40	± 0,03	a,b,c,d	0,11	± 0,01	c,d
ID61	0,35	± 0,04	b,c,d,e,f,g,h	0,16	± 0,01	b
ID7	0,26	± 0,01	h,I,j	0,08	± 0,01	d,e,f
ID33	0,43	± 0,12	a,b	0,09	± 0,01	d,e,f
ID28	0,37	± 0,01	b,c,d,e,f	0,20	± 0,01	a
ID66	0,28	± 0,01	g,h,I,j	0,09	± 0,01	d,e,f
ID25	0,28	± 0,02	g,h,I,j	0,09	± 0,01	d,e,f
ID21	0,35	± 0,03	b,c,d,e,f,g,h	0,20	± 0,02	a
ID36	0,36	± 0,03	b,c,d,e,f,g	0,10	± 0,02	d,e
ID73	0,43	± 0,02	a,b,c	0,08	± 0,00	d,e,f
ID3	0,38	.	a,b,c,d,e,f,g,h,i	0,07	.	d,e,f
ID50	0,40	± 0,03	a,b,c,d	0,08	± 0,01	d,e,f
ID30	0,39	± 0,02	a,b,c,d,e	0,07	± 0,00	d,e,f
ID68	0,32	± 0,01	d,e,f,g,h,I,j	0,22	± 0,03	a
ID19	0,36	± 0,04	b,c,d,e,f,g	0,09	± 0,01	d,e,f
ID40	0,24	± 0,01	j	0,08	± 0,01	d,e,f
ID71	0,29	± 0,03	f,g,h,I,j	0,09	± 0,01	d,e,f
ID74	0,24	± 0,05	j	0,08	± 0,01	d,e,f
ID46	0,32	± 0,01	d,e,f,g,h,I,j	0,10	± 0,01	d,e,f
ID31	0,25	± 0,03	I,j	0,10	± 0,00	d,e
ID42	0,29	± 0,02	f,g,h,I,j	0,07	± 0,01	e,f
ID17	0,28	± 0,01	g,h,I,j	0,09	± 0,02	d,e,f
ID8	0,28	± 0,01	g,h,I,j	0,10	± 0,01	d,e
ID24	0,34	± 0,02	c,d,e,f,g,h	0,09	± 0,01	d,e,f
ID64	0,27	± 0,02	g,h,I,j	0,08	± 0,02	d,e,f
ID57	0,29	± 0,01	f,g,h,I,j	0,06	± 0,01	f
ID9	0,40	± 0,01	a,b,c,d	0,08	± 0,00	d,e,f
ID45	0,30	± 0,03	e,f,g,h,I,j	0,09	± 0,01	d,e,f
ID11	0,26	± 0,01	h,I,j	0,09	± 0,00	d,e,f
ID63	0,40	± 0,03	a,b,c,d	0,11	± 0,01	c,d
ID26	0,32	± 0,05	d,e,f,g,h,I,j	0,14	± 0,01	b
ID67	0,48	± 0,04	a	0,14	± 0,01	b
ID47	0,38	± 0,01	b,c,d,e,f	0,09	± 0,01	d,e,f

Πίνακας VII: Βαθμός ιονισμού και Έγχρωμα συστατικά παρουσία SO₂

Αμπελοτεμάχιο	Βαθμός ιονισμού (%)			Έγχρωμα συστατικά παρουσία SO ₂ (%)		
ID20	9,10	± 1,45	l,m	0,85	± 0,04	i
ID72	12,97	± 1,40	j,k,l,m	1,09	± 0,05	h,i
ID39	11,74	± 1,51	j,k,l,m	1,76	± 0,37	d,e,f
ID61	19,02	± 1,00	e,f,g,h,I,j,k	0,84	± 0,04	i
ID7	25,41	± 0,70	c,d,e,f	1,28	± 0,09	e,f,g,h,i
ID33	11,10	± 0,99	k,l,m	1,20	± 0,03	g,h,i
ID28	26,65	± 3,05	b,c,d,e	2,05	± 0,27	c,d
ID66	25,46	± 1,80	c,d,e,f	1,46	± 0,16	e,f,g,h
ID25	17,91	± 3,91	f,g,h,I,j,k	0,93	± 0,16	h,i
ID21	31,55	± 1,40	b,c	2,33	± 0,12	b,c
ID36	12,62	± 1,58	j,k,l,m	0,99	± 0,03	h,i
ID73	7,93	± 0,34	m	1,17	± 0,02	g,h,i
ID3	16,46	.	d,e,f,g,h,I,j,k,l,m	2,64	± 0,06	b
ID50	28,36	± 0,68	b,c,d	1,26	± 0,07	f,g,h,i
ID30	17,95	± 1,17	e,f,g,h,I,j,k	1,09	± 0,06	h,i
ID68	19,78	± 3,94	e,f,g,h,I,j	2,19	± 0,04	b,c,d
ID19	29,02	± 1,76	b,c,d	1,09	± 0,17	h,i
ID40	17,80	± 0,71	f,g,h,I,j,k	1,23	± 0,11	f,g,h,i
ID71	15,92	± 0,12	g,h,I,j,k,l,m	1,08	± 0,04	h,i
ID74	14,87	± 0,57	h,I,j,k,l,m	1,34	± 0,14	e,f,g,h,i
ID46	16,15	± 1,41	g,h,I,j,k,l	0,90	± 0,14	i
ID31	26,43	± 1,19	b,c,d,e	1,07	± 0,14	h,i
ID42	18,69	± 0,40	e,f,g,h,I,j,k	0,86	± 0,10	i
ID17	19,52	± 7,18	e,f,g,h,I,j	1,06	± 0,02	h,i
ID8	25,56	± 4,32	c,d,e,f	1,19	± 0,13	g,h,i
ID24	16,08	± 1,59	g,h,I,j,k,l	1,04	± 0,08	h,i
ID64	19,34	± 0,96	e,f,g,h,I,j	1,65	± 0,19	d,e,f,g
ID57	17,87	± 3,68	f,g,h,I,j,k	3,67	± 0,54	a
ID9	40,07	± 4,99	a	1,11	± 0,19	g,h,i
ID45	21,46	± 6,25	d,e,f,g,h	1,06	± 0,16	h,i
ID11	21,22	± 4,97	d,e,f,g,h,i	2,65	± 0,15	b
ID63	41,07	± 2,72	a	1,30	± 0,18	e,f,g,h,i
ID26	13,13	± 2,43	i,j,k,l,m	3,29	± 0,69	a
ID67	34,47	± 3,18	a,b	1,37	± 0,11	e,f,g,h,i
ID47	13,94	± 0,41	h,I,j,k,l,m	1,81	± 0,05	c,d,e

Πίνακας VIII: Ολικά φαινολικά συστατικά

Αμπελοτεμάχιο	Ολικά φαινολικά Folin-Ciocalteu (mg γαλλικού οξέος/L)			Δείκτης Φαινολικών Ουσιών (AU)		
ID20	483,17	± 20,25	a	27,1	± 1,1	j,k
ID72	403,58	± 69,14	a,b	35,9	± 7,6	f,g,h,I,j,k
ID39	335,88	± 19,98	b,c,d	34,5	± 5,8	g,h,I,j,k
ID61	177,13	± 31,86	h,I,j,k	27,0	± 0,9	j,k
ID7	250,04	± 25,44	d,e,f,g,h,i	36,4	± 2,6	f,g,h,I,j,k
ID33	265,46	± 1,848	d,e,f,g,h	42,4	± 1,0	d,e,f,g,h
ID28	307,54	± 22,24	c,d,e	41,3	± 7,1	d,e,f,g,h,i
ID66	290,04	± 8,642	d,e	39,6	± 3,2	e,f,g,h,i
ID25	121,71	± 5,542	k	32,0	± 2,0	h,I,j,k
ID21	290,04	± 10,72	d,e	43,6	± 1,3	d,e,f,g,h
ID36	179,63	± 59,95	h,I,j,k	29,6	± 0,7	I,j,k
ID73	169,21	± 21,65	I,j,k	35,4	± 3,6	f,g,h,I,j,k
ID3	266,92	± 5,89	d,e,f,g,h	59,3	± 3,0	a,b,c
ID50	175,46	± 6,36	h,I,j,k	38,9	± 0,7	e,f,g,h,I,j
ID30	135,25	± 5,82	j,k	26,3	± 4,7	k
ID68	390,87	± 17,64	a,b,c	50,7	± 1,1	b,c,d,e
ID19	281,71	± 29,21	d,e,f	40,2	± 2,0	e,f,g,h,i
ID40	174,21	± 4,69	h,I,j,k	35,8	± 1,1	f,g,h,I,j,k
ID71	138,79	± 12,5	j,k	42,1	± 1,2	d,e,f,g,h
ID74	190,67	± 8,21	f,g,h,I,j,k	44,0	± 1,1	d,e,f,g,h
ID46	183,17	± 8,99	g,h,I,j,k	29,5	± 2,9	I,j,k
ID31	250,25	± 9,00	d,e,f,g,h,i	35,2	± 1,5	f,g,h,I,j,k
ID42	241,71	± 8,12	d,e,f,g,h,i	33,1	± 4,4	g,h,I,j,k
ID17	135,88	± 9,24	j,k	37,6	± 0,1	f,g,h,I,j,k
ID8	137,75	± 19,04	j,k	33,3	± 0,8	g,h,I,j,k
ID24	166,71	± 15,30	I,j,k	45,4	± 1,5	d,e,f,d
ID64	186,71	± 9,46	g,h,I,j,k	47,0	± 2,7	c,d,e,f
ID57	444,00	± 31,13	a	64,4	± 4,5	a
ID9	176,50	± 64,09	h,I,j,k	38,9	± 3,4	e,f,g,h,I,j
ID45	221,29	± 28,03	e,f,g,h,I,j	33,0	± 1,7	h,I,j,k
ID11	213,59	± 18,28	e,f,g,I,j,k	61,9	± 3,3	a,b
ID63	170,88	± 14,12	I,j,k	40,9	± 1,8	e,f,g,h,i
ID26	455,88	± 67,32	a	58,2	± 19,2	a,b,c
ID67	295,88	± 13,31	d,e	42,4	± 1,9	d,e,f,g,h
ID47	275,25	± 120,11	d,e,f,g	53,4	± 2,4	a,b,c,d

Πίνακας ΙΧ: Συγκέντρωση ταννινών

Αμπελοτεμάχιο	BSA (g κατεχίνης/L)			MCP (g κατεχίνης/L)		
ID20	0,16	± 0,02	n,o	0,75	± 0,05	c,d
ID72	0,21	± 0,03	j,k,l,m,n,o	0,94	± 0,18	c,d
ID39	0,29	± 0,04	e,f,g,h,i,j	1,65	± 0,23	a,b,c,d
ID61	0,15	± 0,00	o	0,74	± 0,09	c,d
ID7	0,29	± 0,03	e,f,g,h,i,j,k	0,91	± 0,27	c,d
ID33	0,17	± 0,03	m,n,o	0,86	± 0,07	c,d
ID28	0,31	± 0,05	e,f,g,h	1,33	± 0,07	b,c
ID66	0,28	± 0,02	e,f,g,h,i,j,k,l	1,49	± 0,24	a,b,c,d
ID25	0,21	± 0,01	k,l,m,n,o	0,85	± 0,10	c,d
ID21	0,28	± 0,02	e,f,g,h,i,j,k,l	0,81	± 0,78	c,d
ID36	0,18	± 0,01	m,n,o	0,65	± 0,23	d
ID73	0,28	± 0,06	e,f,g,h,i,j,k,l	1,27	± 0,13	b,c
ID3	0,35	.	c,d,e,f,h,h	1,47	.	a,b,c,d
ID50	0,52	± 0,03	a	2,62	± 0,26	a
ID30	0,35	± 0,01	d,e	1,59	± 0,33	a,b,c,d
ID68	0,31	± 0,06	e,f,g	1,23	± 0,34	b,c
ID19	0,45	± 0,01	a,b,c	1,71	± 0,34	a,b,c,d
ID40	0,29	± 0,01	e,f,g,h,i,j	1,74	± 0,87	a,b,c,d
ID71	0,32	± 0,06	e,f	1,32	± 0,10	b,c
ID74	0,20	± 0,01	l,m,n,o	1,13	± 0,16	b,c
ID46	0,32	± 0,05	e,f	1,78	± 0,24	a,b,c,d
ID31	0,19	± 0,01	m,n,o	0,73	± 0,07	c,d
ID42	0,25	± 0,02	f,g,h,i,j,k,l,m	0,80	± 0,25	c,d
ID17	0,21	± 0,01	j,k,l,m,n,o	0,91	± 0,21	c,d
ID8	0,22	± 0,01	i,j,k,l,m,n,o	1,18	± 0,15	b,c
ID24	0,21	± 0,01	k,l,m,n,o	1,00	± 0,36	b,c
ID64	0,32	± 0,02	e,f	1,53	± 0,17	a,b,c,d
ID57	0,21	± 0,01	j,k,l,m,n,o	1,91	± 0,52	a,b,c
ID9	0,51	± 0,01	a	0,96	± 1,10	c,d
ID45	0,23	± 0,03	h,i,j,k,l,m,n	0,95	± 0,11	c,d
ID11	0,24	± 0,01	g,h,i,j,k,l,m	1,36	± 0,35	b,c
ID63	0,49	± 0,02	a,b	2,20	± 0,02	a,b
ID26	0,30	± 0,01	e,f,g,h,i	1,57	± 0,05	a,b,c,d
ID67	0,51	± 0,04	a	1,93	± 0,97	a,b,c
ID47	0,35	± 0,01	d,e	1,27	± 0,04	b,c

Πίνακας X: Ανθοκυάνες με υγρή χρωματογραφία υψηλής απόδοσης (HPLC)

	Δελφινιδίνη σε ισοδύναμα Μαλβιδίνης σε mg/l			Πετουνιδίνη σε ισοδύναμα Μαλβιδίνης σε mg/l			Πεονιδίνη σε ισοδύναμα Μαλβιδίνης σε mg/l			Μαλβιδίνη σε mg/l			
ID20	0,73	±0,03	i,j	ID20	1,96	±0,09	p,q	2,02	±0,83	i, j, k, l	66,40	±2,55	j, k, l, m, n, o
ID72	1,79	±0,40	c,d,e,f,g,h,i,j	ID72	3,86	±0,60	h,i, j, k, l, m, n, o, p, q	2,16	±0,26	h, i, j, k	89,67	±5,27	d, e, f, g, h, i, j
ID39	1,62	±0,27	d,e,f,g,h,i,j	ID39	4,47	±0,87	e,f,g,h,i, j, k, l, m, n, o	5,37	±1,29	b,c,d	111,57	±1,31	b,c,d, e, f
ID61	0,82	±0,49	i,j	ID61	2,18	±0,67	o, p, q	2,50	±0,47	g, h, i, j, k	58,79	±8,69	m, n, o
ID33	2,11	±0,26	c,d,e,f,g,h,i	ID7	7,42	±0,39	b,c,d	4,77	±0,07	c,d,e, f	80,79	±0,96	g, h, i, j, k, l, m, n
ID28	3,14	±0,59	b,c,d	ID33	4,93	±0,23	e,f,g,h,i, j, k, l, m	3,61	±0,79	c,d,e, f, g, h, i	129,07	±2,55	a,b
ID25	6,00	±0,68	A	ID28	6,51	±0,41	c,d,e	3,91	±0,15	c,d,e, f, g, h, i	60,12	±5,92	l, m, n, o
ID36	1,95	±0,66	c,d,e,f,g,h,i	ID66	4,23	±0,13	f,g,h,i, j, k, l, m, n, o	2,71	±0,48	f, g, h, i, j, k	87,32	±8,03	e, f, g, h, i, j, k
ID73	0,36	±0,04	J	ID25	9,03	±1,29	a,b	4,56	±0,50	c,d,e, f, g	92,66	±16,33	d, e, f, g, h, i
ID3	3,10	±0,19	b,c,d,e	ID21	4,26	±0,20	e,f,g,h,i, j, k, l, m, n, o	3,33	±0,04	d,e, f, g, h, i, j	72,16	±2,52	h, i, j, k, l, m, n, o
ID50	1,76	±0,03	c,d,e,f,g,h,i,j	ID36	3,96	±1,28	g,h,i, j, k, l, m, n, o, p	4,58	±3,02	c,d,e, f, g	80,47	±5,96	g, h, i, j, k, l, m, n
ID30	1,05	±0,17	g,h,i,j	ID73	1,63	±0,12	q	0,00	±0,00	l	79,80	±2,71	g, h, i, j, k, l, m, n

ID68	2,90	±0,99	b,c,d,e,f	ID3	6,03	±0,21	c,d,e,f,g,h	10,04	±0,81	a	84,42	±2,15	f, g, h, i, j, k, l
ID19	7,40	±0,95	a	ID50	3,76	±0,11	i, j, k, l, m, n, o, p, q	2,79	±0,29	f, g, h, i, j, k	71,42	±4,00	i, j, k, l, m, n, o
ID40	3,07	±0,04	b,c,d,e	ID30	2,62	±0,33	n, o, p, q	1,08	±0,21	k, l	83,44	±1,36	g, h, i, j, k, l, m
ID71	1,58	±0,13	e,f,g,h,i,j	ID68	4,82	±1,53	e,f,g,h,i, j, k, l, m, n	3,17	±1,15	d,e, f, g, h, i, j, k	67,92	±18,31	i, j, k, l, m, n, o
ID74	2,46	±0,07	c,d,e,f,g,h	ID19	11,07	±0,93	a	7,56	±1,05	b	112,08	±6,61	b,c,d, e
ID31	4,05	±2,02	b	ID40	5,98	±0,42	c,d,e,f,g,h,i	5,66	±0,24	b,c	112,67	±10,98	b,c,d, e
ID17	0,97	±0,20	h,i,j	ID71	4,24	±0,19	f,g,h,i, j, k, l, m, n, o	1,27	±0,31	j, k, l	132,67	±2,29	a,b
ID8	1,67	±0,08	d,e,f,g,h,i,j	ID74	5,61	±0,08	c,d,e,f,g,h,i, j,k	4,59	±0,12	c,d,e, f, g	112,85	±2,75	b,c,d
ID24	2,99	±0,15	b,c,d,e,f	ID46	3,37	±1,25	k, l, m, n, o, p, q	1,46	±0,51	j, k, l	49,65	±18,73	o, p
ID64	4,04	±0,55	B	ID31	6,22	±2,98	c,d,e,f	4,48	±1,06	c,d,e, f, g	63,85	±20,96	k, l, m, n, o
ID9	2,24	±0,34	c,d,e,f,g,h,i	ID42	5,87	±1,24	c,d,e,f,g,h,i, j	3,64	±1,19	c,d,e, f, g, h, i	68,95	±11,90	i, j, k, l, m, n, o
ID11	2,47	±0,11	c,d,e,f,g,h	ID17	2,77	±0,27	m, n, o, p, q	1,35	±0,09	j, k, l	96,91	±3,89	c,d, e, f, g, h
ID63	2,58	±0,22	b,c,d,e,f,g	ID8	3,72	±0,09	j, k, l, m, n, o, p, q	3,31	±0,25	d,e, f, g, h, i, j	85,88	±2,27	f, g, h, i, j, k
ID26	0,60	.	f,g,h,i, j	ID24	6,33	±0,24	c,d,e,f,g	4,43	±0,33	c,d,e, f, g, h	116,86	±2,30	b,c,d

ID67	1,37	±0,15	f,g,h,i,j	ID64	7,66	±0,58	b,c	3,04	±0,60	e, f, g, h, i, j, k	154,11	±1,74	a
ID47	3,41	±0,29	b,c	ID57	3,95	±0,19	g,h,i, j, k, l, m, n, o, p	4,12	±0,57	c,d,e, f, g, h, i	57,17	±8,40	n, o
				ID9	4,81	±0,42	e,f,g,h,i, j, k, l, m, n	2,83	±0,25	e, f, g, h, i, j, k	99,60	±21,22	c,d, e, f, g
				ID45	5,65	±0,83	c,d,e,f,g,h,i, j	3,99	±0,19	c,d,e, f, g, h, i	69,74	±9,37	i, j, k, l, m, n, o
				ID11	4,49	±0,08	e,f,g,h,i, j, k, l, m, n	4,95	±0,73	c,d,e	65,42	±0,31	j, k, l, m, n, o
				ID63	5,38	±0,32	d,e,f,g,h,i, j, k, l	2,52	±0,23	g, h, i, j, k	113,15	±5,28	b,c,d
				ID26	1,67	±0,15	q	2,59	±0,34	g, h, i, j, k	27,34	±1,45	p
				ID67	3,14	±0,45	l, m, n, o, p, q	2,89	±0,03	e, f, g, h, i, j, k	76,89	±12,22	g, h, i, j, k, l, m, n
				ID47	6,64	±0,32	b,c,d,e,f	5,12	±0,03	c,d,e	124,19	±1,38	b,c

	Οξικός εστέρας της Μαλβιδίνης σε ισοδύναμα Μαλβιδίνης σε mg/l			Κουμαρικός εστέρας της Μαλβιδίνης σε ισοδύναμα Μαλβιδίνης σε mg/l			Monoglucoside anthocyanins (mg/L)			
ID20	4,27	±0,66	h, i, j, k, l, m, n, o, p, q	10,84	±1,52	f,g,h,i,j,k,l	ID20	71,10	±1,74	j,k,l

ID72	6,03	±0,72	e,f,g, h, i, j, k	14,31	±1,60	d,e,f,g	ID72	97,48	±6,53	e,f,g,h,i,j
ID39	7,25	±0,27	d,e,f,g, h	13,80	±1,51	d,e,f,g,h,i	ID39	123,03	±2,11	b,c,d,e,f
ID61	2,90	±0,35	l, m, n, o, p, q, r	5,09	±1,32	n,o,p	ID61	64,31	±10,29	k,l
ID7	2,59	±0,39	m, n, o, p, q, r	5,95	±0,22	n,o,p	ID33	139,70	±3,60	b
ID33	8,86	±0,50	c,d,e	23,49	±2,59	a	ID28	73,68	±5,05	j,k,l
ID28	24,40	±5,31	a	9,47	±2,05	h,i,j,k,l,m,n	ID25	112,28	±18,80	b,c,d,e,f,g
ID66	6,60	±0,10	d,e,f,g, h, i	13,12	±0,04	f,g,h,i	ID36	90,95	±9,16	g,h,i,j,k
ID25	0,66	±0,03	r	6,46	±1,52	m,n,o,p	ID73	81,78	±2,58	h,i,j,k
ID21	3,22	±0,18	k, l, m, n, o, p, q, r	6,82	±0,33	l,m,n,o,p	ID3	103,58	±1,53	d,e,f,g,h,i
ID36	5,51	±0,70	f,g, h, i, j, k, l, m	11,39	±1,91	f,g,h,i,j,k	ID50	79,73	±4,38	i,j,k
ID73	6,37	±0,10	d,e,f,g, h, i, j	18,48	±0,42	b,c,d	ID30	88,20	±2,02	g,h,i,j,k
ID3	4,59	±0,30	g, h, i, j, k, l, m, n, o, p	9,53	±0,74	h,i,j,k,l,m,n	ID68	78,81	±21,97	i,j,k
ID50	5,49	±0,29	f,g, h, i, j, k, l, m, n	12,12	±0,33	f,g,h,i,j	ID19	138,12	±9,51	b
ID30	6,66	±0,16	d,e,f,g, h, i	10,31	±0,51	g,h,i,j,k,l,m	ID40	127,38	±11,60	b,c,d

ID68	4,81	±0,88	g, h, i, j, k, l, m, n, o, p	10,25	±3,18	g,h,i,j,k,l,m	ID71	139,75	±2,44	b
ID19	3,99	±0,17	h, i, j, k, l, m, n, o, p, q	7,77	±2,10	j,k,l,m,n,o	ID74	125,53	±2,71	b,c,d,e
ID40	5,33	±0,45	f,g, h, i, j, k, l, m, n	13,79	±1,45	e,f,g,h	ID31	78,63	±26,97	i,j,k
ID71	11,41	±0,10	b,c	21,80	±0,65	a,b	ID17	102,03	±3,94	d,e,f,g,h,i
ID74	8,83	±0,81	c,d,e	21,11	±0,65	a,b	ID8	94,58	±2,41	f,g,h,i,j
ID46	2,06	±0,82	o, p, q, r	4,21	±2,00	o,p	ID24	130,60	±3,00	b,c,d
ID31	1,86	±0,50	p, q, r	3,75	±0,97	o,p	ID64	168,85	±3,24	a
ID42	2,48	±0,55	n, o, p, q, r	4,98	±1,19	o,p	ID9	109,50	±21,07	c,d,e,f,g,h
ID17	7,88	±0,63	d,e,f	13,94	±2,75	d,e,f,g,h	ID11	77,33	±0,61	i,j,k
ID8	5,78	±0,19	f,g, h, i, j, k, l	18,21	±0,42	b,c,d,e	ID63	123,65	±5,75	b,c,d,e
ID24	6,42	±0,07	d,e,f,g, h, i, j, k	15,53	±0,38	c,d,e,f	ID26	30,56	.	l
ID64	13,80	±0,52	b	20,04	±1,56	a,b, c	ID67	84,28	±12,78	g,h,i,j,k
ID57	2,78	±0,56	l, m, n, o, p, q, r	9,02	±0,67	i,j,k,l,m,n	ID47	139,40	±0,80	a,b,c
ID9	3,67	±0,87	i, j, k, l, m, n, o, p, q, r	10,03	±3,23	g,h,i,j,k,l,m				

ID45	2,06	±0,19	o, p, q, r	4,15	±0,80	o,p
ID11	3,43	±0,21	j, k, l, m, n, o, p, q, r	6,98	±0,52	k,l,m,n,o,p
ID63	9,19	±0,37	c,d	21,97	±0,45	a,b
ID26	1,51	±0,16	q, r	2,32	±0,05	p
ID67	5,04	±2,13	f,g, h, i, j, k, l, m, n, o	10,27	±4,67	g,h,i,j,k,l,m
ID47	7,53	±0,39	d,e,f,g	19,96	±1,23	a,b, c

	%esterified MLv to total monoglucosides			%of non esterified		
ID20	21,20	±2,55	c,d,e,f,g	78,80	±2,55	g,h,i,j,k
ID72	20,83	±1,05	c,d,e,f,g,h	79,18	±1,05	f,g,h,i,j,k
ID39	17,10	±1,65	f,g,h,i,j	82,90	±1,65	d,e,f,g,h
ID61	12,36	±0,60	j,k,l	87,64	±0,60	b,c,d
ID33	23,20	±2,70	c,d,e,f	76,80	±2,70	h,i,j,k
ID28	45,60	±6,85	a	54,40	±6,85	m
ID25	6,33	±0,26	m	93,68	±0,26	a
ID36	18,70	±2,99	e,f,g,h,i	81,30	±2,99	e,f,g,h,i
ID73	30,40	±1,27	b	69,60	±1,27	l
ID3	13,60	±0,85	i,j,k	86,40	±0,85	c,d,e
ID50	22,08	±0,53	c,d,e,f	77,93	±0,53	h,i,j,k
ID30	19,25	±1,08	d,e,f,g,h,i	80,75	±1,08	e,f,g,h,i,j
ID68	19,15	±0,22	e,f,g,h,i	80,85	±0,22	e,f,g,h,i
ID19	8,57	±1,79	k,l,m	91,43	±1,79	a,b,c
ID40	15,00	±0,32	h,i,j	85,00	±0,32	d,e,f
ID71	23,78	±0,13	c,d,e	76,23	±0,13	i,j,k
ID74	23,88	±0,80	c,d,e	76,13	±0,80	i,j,k
ID31	7,30	±0,64	l,m	92,70	±0,64	a,b
ID17	21,35	±2,73	c,d,e,f,g	78,65	±2,73	g,h,i,j,k
ID8	25,38	±1,25	b,c	74,63	±1,25	k,l
ID24	16,83	±0,15	f,g,h,i,j	83,17	±0,15	d,e,f,g,h
ID64	20,03	±0,87	c,d,e,f,g,h	79,98	±0,87	f,g,h,i,j,k
ID9	12,33	±1,37	j,k,l	87,68	±1,37	b,c,d

ID11	13,45	±1,02	i,j,k	86,55	±1,02	c,d,e
ID63	25,23	±1,06	b,c,d	74,78	±1,06	j,k,l
ID26	12,16	.	g,h,i,j,k,l,m	87,84	.	a,b,c,d,e,f,g
ID67	17,55	±5,40	f,g,h,i,j	82,45	±5,40	d,e,f,g,h
ID47	19,73	±1,05	c,d,e,f,g,h,i	80,27	±1,05	e,f,g,h,i,j,k

Πίνακας XI: Πτητικές ενώσεις εκφρασμένες σε ισοδύναμα 3-οκτανόλης

	Οξικός ισοβουτυλεστέρας (ισοδύναμα 3-οκτανόλης)			Οξικός ισοαμυλεστέρας (ισοδύναμα 3-οκτανόλης)			Οξικός εξιλεστέρας (ισοδύναμα 3-οκτανόλης)			Οξικός φαινυλ-αιθυλεστέρας (ισοδύναμα 3-οκτανόλης)		
ID20	0,43	±0,01	d	0,72	±0,19	e	1,28	±0,54	e,f,g,h	1,37	±0,51	b
ID72	0,51	±0,07	d	2,25	±0,07	a,b,c,d,e	5,60	±0,84	b,c,d,e	2,90	±0,60	b
ID39	0,45	±0,30	d	2,43	±0,38	a,b,c,d,e	6,03	±0,07	b,c,d	2,87	±0,50	a,b
ID61	0,59	±0,34	c,d	1,09	±0,31	d,e	1,38	±0,54	e,f,g,h	0,67	±0,17	b
ID7	0,47	±0,12	d	1,42	±0,47	b,c,d,e	3,65	±0,35	b,c,d,e,f,g,h	0,22	±0,05	b
ID33	0,16	±0,04	d	2,27	±0,04	a,b,c,d,e	2,44	±0,22	d,e,f,g,h	1,55	±0,50	b
ID28	0,47	±0,23	d	1,73	±0,05	a,b,c,d,e	5,38	±0,30	b,c,d,e,f,g	0,30	±0,07	b
ID66	1,32	±0,56	a,b,c,d	2,20	±0,51	a,b,c,d,e	5,71	±0,75	b	0,12	±0,11	b
ID25	0,24	±0,11	d	1,19	±0,53	c,d,e	1,98	±0,28	d,e,f,g,h	0,07	±0,08	b
ID21	1,72	±0,31	a,b	1,27	±0,09	c,d,e	1,31	±0,13	e,f,g,h	0,14	±0,12	b
ID36	1,00	±0,65	b,c,d	1,48	±0,21	b,c,d,e	5,01	±0,61	b,c,d,e,f,g,h	0,17	±0,03	b

ID73	1,40	±0,60	a,b,c,d	3,25	±0,18	a,b	0,97	±0,06	g,h	0,21	±0,05	b
ID3	0,71	±0,53	c,d	1,87	±0,67	a,b,c,d,e	1,98	±0,10	d,e,f,g,h	0,14	±0,10	b
ID50	2,28	±0,15	a,b,c	2,04	±0,06	a,b,c,d,e	5,44	±0,49	a	0,24	±0,10	b
ID30	0,94	±0,13	c,d	1,31	±0,12	c,d,e	5,28	±0,82	b,c,d,e,f,g	0,18	±0,06	b
ID68	0,72	±0,21	c,d	1,83	±0,09	a,b,c,d,e	1,92	±0,28	d,e,f,g,h	0,09	±0,08	b
ID19	0,26	±0,10	d	0,62	±0,55	e	1,05	±0,20	f,g,h	2,73	±1,10	b
ID40	0,36	±0,11	d	0,95	±0,17	d,e	5,09	±0,50	b,c,d,e,f,g,h	0,93	±0,01	b
ID71	1,58	±1,37	a,b,c,d	3,00	±0,23	a,b,c	3,59	±0,19	b,c,d,e,f,g,h	0,13	±0,12	b
ID74	1,71	±1,00	a,b,c,d	1,83	±0,54	a,b,c,d,e	3,14	±0,83	c,d,e,f,g,h	0,12	±0,01	b
ID46	0,42	±0,06	d	1,67	±0,15	b,c,d,e	2,69	±0,44	d,e,f,g,h	0,20	±0,02	b
ID31	0,30	±0,01	d	1,15	±0,13	c,d,e	3,51	±0,52	b,c,d,e,f,g,h	0,21	±0,05	b
ID42	0,43	±0,01	d	2,09	±0,15	a,b,c,d,e	5,21	±1,10	b,c	0,18	±0,05	b
ID17	0,43	±0,13	d	1,45	±0,64	b,c,d,e	5,60	±1,18	b,c,d,e	0,13	±0,04	b
ID8	0,39	±0,27	d	1,24	±0,33	c,d,e	5,46	±1,20	b,c,d,e,f	0,69	±0,62	b

ID24	0,25	±0,12	d	1,93	±0,11	a,b,c,d,e	3,81	±0,03	b,c,d,e,f,g,h	1,53	±0,97	b
ID64	0,59	±0,22	c,d	2,30	±0,11	a,b,c,d,e	4,13	±0,63	b,c,d,e,f,g,h	0,21	±0,08	b
ID57	0,57	±0,08	c,d	1,44	±0,04	b,c,d,e	3,01	±0,70	c,d,e,f,g,h	0,20	±0,02	b
ID9	0,36	±0,02	d	1,42	±0,09	b,c,d,e	2,11	±0,15	d,e,f,g,h	0,13	±0,13	b
ID45	0,48	±0,14	d	1,78	±0,36	a,b,c,d,e	3,34	±0,46	b,c,d,e,f,g,h	0,40	±0,34	b
ID11	0,86	±0,15	c,d	1,10	±0,17	d,e	3,39	±1,28	b,c,d,e,f,g,h	0,12	±0,06	b
ID63	0,17	±0,12	d	2,18	±0,94	a,b,c,d,e	0,67	±0,29	h	1,99	±0,62	b
ID26	1,20	±0,95	a,b,c,d	2,63	±0,43	a,b,c,d	1,12	±0,28	f,g,h	1,39	±0,90	a
ID67	2,93	±0,07	a	3,57	±0,50	a	4,81	±0,33	a	0,20	±0,02	b
ID47	2,85	±0,12	a	1,92	±0,03	a,b,c,d,e	5,82	±0,70	b,c,d	0,25	±0,01	b

Βουτυρικός αιθυλεστέρας (ισοδύναμα 3- οκτανόλης)	Οκτανοϊκός αιθυλεστέρας (ισοδύναμα 3- οκτανόλης)	Δεκανοϊκός αιθυλεστέρας (ισοδύναμα 3- οκτανόλης)	Εξανοϊκός αιθυλεστέρας (ισοδύναμα 3- οκτανόλης)	Ισοαμυλική αλκοόλη (ισοδύναμα 3- οκτανόλης)	3-μεθυλ-θειοπροπαν-1- όλη (ισοδύναμα 3- οκτανόλης)
---	---	---	--	--	---

ID20	2,45	±0,02	c,d,e,f	2,66	±1,50	a,b,c	0,11	±0,09	b	0,18	±0,10	b	0,09	±0,07	b	1,05	±0,21	a,b
ID72	7,83	±0,85	a,b,c,d	10,40	±0,90	a,b,c	0,19	±0,02	a,b	0,31	±0,01	b	0,16	±0,02	b	2,06	±0,51	a,b
ID39	3,95	±0,66	b,c,d,e,f	5,99	±0,57	a,b	0,27	±0,07	a,b	0,28	±0,04	b	0,14	±0,01	b	1,69	±0,01	a,b
ID61	3,07	±0,94	c,d,e,f	8,28	±0,51	a,b,c	0,60	±0,07	a,b	0,19	±0,16	b	0,72	±0,48	a	1,53	±0,29	a,b
ID7	2,53	±0,37	c,d,e,f	4,27	±0,54	a,b,c	0,15	±0,05	b	0,35	±0,07	a,b	0,11	±0,02	b	1,17	±0,60	a,b
ID33	4,74	±0,33	b,c,d,e,f	3,66	±0,80	a,b,c	0,15	±0,08	b	0,37	±0,01	a,b	0,16	±0,04	b	1,34	±0,46	a,b
ID28	5,10	±0,07	a,b,c,d,e,f	4,01	±0,22	a,b,c	0,16	±0,09	a,b	0,14	±0,05	b	0,13	±0,03	b	1,49	±0,11	a,b
ID66	8,22	±0,85	a,b,c	6,79	±0,82	a,b,c	0,24	±0,04	a,b	0,27	±0,01	b	0,12	±0,05	b	1,99	±0,24	a,b
ID25	3,93	±0,35	b,c,d,e,f	3,33	±0,41	a,b,c	0,26	±0,03	a,b	0,34	±0,08	a,b	0,12	±0,03	b	1,43	±0,02	a,b
ID21	6,43	±1,18	a,b,c,d,e	8,36	±0,78	a,b,c	0,23	±0,03	a,b	0,38	±0,02	a,b	0,13	±0,02	b	1,15	±0,42	a,b
ID36	3,90	±0,18	b,c,d,e,f	4,85	±0,94	a,b,c	0,24	±0,14	a,b	0,25	±0,01	b	0,17	±0,01	b	2,36	±0,62	a,b
ID73	5,90	±0,44	a,b,c,d,e	3,27	±2,70	a,b,c	0,19	±0,01	a,b	0,32	±0,01	a,b	0,18	±0,01	b	1,31	±0,21	a,b
ID3	6,62	±0,71	a,b,c,d,e	7,18	±1,33	a	0,40	±0,19	a,b	0,33	±0,03	a,b	0,16	±0,01	b	1,24	±0,06	a,b
ID50	6,68	±0,23	a,b,c,d,e	6,25	±0,58	a,b,c	0,12	±0,04	b	0,31	±0,01	b	0,16	±0,01	b	1,05	±0,18	a,b

ID30	4,85	±0,14	b,c,d,e,f	5,33	±0,85	a,b,c	0,19	±0,04	a,b	0,23	±0,02	b	0,14	±0,05	b	2,47	±0,28	a,b
ID68	6,33	±0,79	a,b,c,d,e	0,27	±0,04	c	0,23	±0,07	a,b	0,37	±0,01	a,b	0,11	±0,00	b	1,92	±0,08	a,b
ID19	4,05	±0,02	f	2,91	±0,45	a,b,c	0,15	±0,05	b	0,16	±0,01	b	0,04	±0,01	b	1,38	±0,47	a,b
ID40	4,66	±0,31	b,c,d,e,f	0,26	±0,03	c	0,23	±0,10	a,b	0,30	±0,01	b	0,13	±0,01	b	1,27	±0,48	a,b
ID71	7,37	±0,56	a,b,c,d	1,02	±0,63	b,c	0,35	±0,12	a,b	0,40	±0,03	a,b	0,14	±0,02	b	1,23	±0,04	a,b
ID74	4,63	±0,22	b,c,d,e,f	6,08	±0,45	a,b,c	0,08	±0,01	b	0,39	±0,03	a,b	0,12	±0,01	b	1,34	±0,30	a,b
ID46	4,67	±0,16	b,c,d,e,f	0,34	±0,04	b,c	0,17	±0,02	a,b	0,35	±0,04	a,b	0,11	±0,01	b	1,17	±0,20	a,b
ID31	3,41	±0,35	b,c,d,e,f	7,58	±0,32	a,b,c	0,29	±0,04	a,b	0,31	±0,02	b	0,13	±0,01	b	1,27	±0,21	a,b
ID42	2,27	±0,59	d,e,f	1,56	±0,94	a,b,c	0,26	±0,04	a,b	0,38	±0,03	a,b	0,13	±0,05	b	1,50	±0,30	a,b
ID17	4,46	±0,76	b,c,d,e,f	4,68	±0,14	a,b,c	0,14	±0,01	b	0,32	±0,01	a,b	0,15	±0,01	b	1,77	±0,27	a,b
ID8	5,06	±0,57	b,c,d,e,f	5,02	±0,15	a,b,c	0,26	±0,07	a,b	0,34	±0,15	a,b	0,17	±0,04	b	1,51	±0,14	a,b
ID24	2,72	±0,46	c,d,e,f	8,16	±0,22	a,b,c	0,15	±0,06	b	0,12	±0,04	b	0,09	±0,06	b	1,63	±0,03	a,b
ID64	4,80	±0,74	b,c,d,e,f	3,89	±0,28	a,b,c	0,19	±0,08	a,b	0,34	±0,05	a,b	0,15	±0,02	b	1,47	±0,30	a,b
ID57	5,79	±0,75	a,b,c,d,e,f	0,36	±0,06	b,c	0,25	±0,05	a,b	0,32	±0,05	b	0,15	±0,02	b	1,06	±0,10	a,b

ID9	4,51	±0,26	b,c,d,e,f	11,48	±0,63	a,b,c	0,14	±0,04	b	0,30	±0,04	b	0,12	±0,03	b	1,11	±0,11	b
ID45	4,90	±0,45	b,c,d,e,f	2,02	±0,44	a,b,c	0,11	±0,04	b	0,44	±0,07	a,b	0,09	±0,00	b	0,59	±0,13	a,b
ID11	3,63	±0,85	b,c,d,e,f	11,24	±0,69	a,b,c	0,25	±0,10	a,b	0,20	±0,08	b	0,17	±0,02	b	1,56	±0,13	a,b
ID63	2,86	±0,19	e,f	5,81	±0,50	a,b,c	0,16	±0,04	a,b	0,29	±0,10	b	0,04	±0,03	b	2,30	±0,41	a,b
ID26	3,92	±0,41	b,c,d,e,f	12,32	±0,76	a,b,c	0,74	±0,04	a	0,76	±0,09	a	0,33	±0,17	b	2,93	±0,26	a
ID67	10,92	±0,39	a	11,52	±0,41	a,b,c	0,14	±0,02	b	0,38	±0,06	a,b	0,16	±0,01	b	1,24	±0,24	a,b
ID47	9,15	±0,34	a,b	9,07	±0,86	a,b,c	0,33	±0,05	a,b	0,29	±0,01	b	0,20	±0,03	b	0,99	±0,20	a,b

	Εξαν-1-όλη (3-οκτανόλης)			Βουτυρικό οξύ (3-οκτανόλης)			Ισοβουτυρικό οξύ (3- οκτανόλης)			Ισοβαλερικό οξύ (3-οκτανόλης)			2-μεθυλ-προπάν-1-όλη (ισοδύναμα 3-οκτανόλης)			
ID20	1,14	±0,45	c	0,18	±0,09	a	1,18	±0,45	b	2,00	±0,90	b	ID72	15,80	±0,67	a,b,c,d,e
ID72	2,09	±0,07	a,b,c	0,30	±0,01	a,b	2,28	±0,12	b	3,06	±0,02	b	ID39	20,73	±1,22	a,b,c,d,e
ID39	1,69	±0,19	b,c	0,28	±0,03	b	2,43	±0,17	b	2,04	±0,61	b	ID61	24,07	±4,21	a,b,c,d,e
ID61	2,36	±0,30	a,b,c	0,36	±0,12	b	2,97	±0,40	b	2,05	±0,72	a,b	ID7	23,42	±0,62	a,b,c,d,e

ID7	2,19	±0,13	a,b,c	0,34	±0,02	b	2,22	±0,24	b	3,08	±0,24	b	ID33	23,26	±1,23	a,b,c,d,e
ID33	2,42	±0,01	a,b,c	0,23	±0,02	b	1,49	±0,16	b	2,34	±0,16	b	ID28	32,40	±4,04	a,b,c,d,e
ID28	1,75	±0,12	a,b	0,28	±0,01	b	1,68	±0,06	b	2,94	±0,16	b	ID66	28,32	±5,16	a,b,c,d,e
ID66	1,83	±0,04	a,b,c	0,27	±0,05	b	1,78	±0,04	b	2,46	±0,20	b	ID25	35,61	±1,96	a,b,c,d,e
ID25	2,51	±0,26	a,b,c	0,15	±0,09	b	2,22	±0,29	b	1,26	±0,23	b	ID21	43,28	±2,41	a,b,c,d
ID21	2,15	±0,14	a,b,c	0,38	±0,06	b	2,31	±0,06	b	3,47	±0,69	b	ID36	29,96	±0,29	a,b,c,d,e
ID36	2,18	±0,27	a,b,c	0,29	±0,02	b	2,23	±0,22	b	3,35	±0,37	b	ID73	21,63	±2,83	a,b,c,d,e
ID73	2,05	±0,10	a,b,c	0,27	±0,01	b	1,89	±0,21	b	2,70	±0,17	b	ID3	44,69	±2,14	a,b,c
ID3	1,65	±0,12	b,c	0,33	±0,04	b	2,33	±0,66	b	2,68	±0,13	b	ID50	43,30	±4,74	a,b,c,d
ID50	2,33	±0,07	a,b,c	0,31	±0,02	b	2,09	±0,06	b	3,09	±0,07	b	ID30	38,07	±2,02	a,b,c,d,e
ID30	2,39	±0,18	a,b,c	0,30	±0,02	b	1,91	±0,07	b	2,78	±0,04	b	ID68	45,04	±1,54	a,b,c
ID68	2,29	±0,12	a,b,c	0,31	±0,01	b	1,53	±0,08	b	2,51	±0,11	b	ID40	37,39	±0,25	a,b,c,d,e
ID19	1,40	±0,10	b,c	0,27	±0,00	b	2,40	±0,83	b	3,27	±0,50	b	ID71	30,87	±5,05	a,b,c,d,e
ID40	2,05	±0,16	a,b,c	0,29	±0,01	b	2,29	±0,02	b	2,96	±0,05	b	ID74	38,96	±1,01	a,b,c,d,e

ID71	1,98	±0,06	a,b,c	0,37	±0,05	b	1,73	±0,34	b	2,03	±0,66	b	ID46	35,34	±2,35	a,b,c,d,e
ID74	2,26	±0,15	a,b,c	0,37	±0,03	b	2,31	±0,52	b	2,96	±0,14	b	ID31	32,91	±1,22	a,b,c,d,e
ID46	2,14	±0,11	a,b,c	0,31	±0,01	b	2,13	±0,09	b	2,58	±0,03	b	ID42	41,85	±1,26	a,b,c,d
ID31	2,02	±0,12	a,b,c	0,26	±0,02	b	2,12	±0,07	b	2,74	±0,07	b	ID17	36,77	±0,85	a,b,c,d,e
ID42	2,30	±0,18	a,b,c	0,31	±0,00	b	1,82	±0,26	b	2,42	±0,05	b	ID8	43,97	±1,52	a,b,c
ID17	2,08	±0,34	a,b,c	0,26	±0,01	b	2,22	±0,24	b	3,25	±0,19	b	ID24	14,30	±0,93	b,c,d,e
ID8	1,84	±0,48	a,b,c	0,33	±0,07	b	2,79	±0,13	b	3,31	±0,32	b	ID64	40,22	±1,70	a,b,c,d,e
ID24	1,52	±0,01	b,c	0,26	±0,02	b	1,48	±0,14	b	2,74	±0,05	b	ID57	44,55	±0,94	a,b,c
ID64	2,13	±0,11	a,b,c	0,30	±0,02	b	2,05	±0,06	b	1,59	±0,29	b	ID9	31,80	±0,77	a,b,c,d,e
ID57	1,93	±0,12	a,b,c	0,30	±0,01	b	2,31	±0,52	b	3,33	±0,81	b	ID45	31,77	±1,96	a,b,c,d,e
ID9	1,75	±0,10	b,c	0,16	±0,06	b	1,28	±0,27	b	1,96	±0,35	b	ID11	23,42	±0,10	d,e
ID45	2,26	±0,21	a,b,c	0,37	±0,04	b	2,14	±0,23	b	2,69	±0,26	b	ID63	19,21	±0,78	c,d,e
ID11	1,87	±0,26	a,b,c	0,30	±0,04	b	2,41	±0,23	b	3,56	±0,08	b	ID26	22,83	±0,87	a,b,c,d,e
ID63	2,51	±0,29	a,b,c	0,29	±0,10	b	1,74	±0,06	b	1,99	±0,67	b	ID67	54,85	±0,72	a

ID26	1,33	±0,31	a	0,37	±0,17	b	1,07	±0,27	a	3,69	±0,70	a	ID47	52,69	±1,78	a,b
ID67	2,04	±0,20	a,b,c	0,38	±0,02	b	2,53	±0,18	b	3,09	±0,13	b				
ID47	1,95	±0,06	a,b,c	0,31	±0,01	b	2,82	±0,15	b	4,23	±0,04	a,b				

5.Βιβλιογραφία

- Barreto de Oliveiraa J., Egiptoa R., Laureanoa O., Castroa R., Pereirac E. G., Ricardo-da-Silvaa J. M., (2019), Chemical composition and sensory profile of Syrah wines from semiarid tropical Brazil – Rootstock and harvest season effects, *LWT - Food Science and Technology*, 114: 108415
- Bell, S.J., and P.A. Henschke, (2005), Implications of nitrogen nutrition for grapes, fermentation and wine, *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 11:242-295
- Berli F., D'Angelo J., Cavagnaro B., Bottini R., Wyilloud R. and Silva F. M., (2008), Phenolic Composition in Grape (*Vitis vinifera* L. cv. Malbec) Ripened with Different Solar UV-B Radiation Levels by Capillary Zone Electrophoresis, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56: 2892-2898
- Berk Z., (2018), *Food Process Engineering and Technology*, 3rd edition, Vol.11
- Blotevogela S., Schrecka E., Laplancheb C., Bessona P., Saurinc N., Audrya S., Viersa S., Olivaa P., (2019), Soil chemistry and meteorological conditions influence the elemental profiles of West European wines, *Food Chemistry*, 298:125033
- Bucchetti B., Matthews M., Falginella L., Peterlunger E. and Castellarin S., (2011), Effect of water deficit on Merlot grape tannins and anthocyanins across four seasons, *Scientia Horticulturae*, 128:297–305
- Câmara J.S., Marques J.C., Alves M.A., Ferreira A.S., (2004), 3-Hydroxy-4,5-dimethyl-2(5 H)-furanone Levels in Fortified Madeira Wines: Relationship to Sugar Content, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 6765-6769
- Campo, E., V. Ferreira, A. Escudero, and J. Cacho, (2005), Prediction of the wine sensory properties related to grape variety from dynamicheadspace gas chromatography-olfactometry data, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53:5682-5690
- Castelarin S. C., Pfeiffer A., Sivilloti P., Degan M., Peterlunden E. and Di Gaspero G., (2007), *Plant, Cell and Environment*, 30:1381–1399

- Caven-Quantrill D. J. and Buglass, A. J., (2008), Seasonal variation of flavour content of English vineyard grapes, determined by stir-bar sorptive extraction–gas chromatography–mass spectrometry, *Flavour and Fragrance Journal*, 23:239–248
- Cox, A., D.L. Capone, G.M. Elsey, M.V. Perkins, and M.A. Sefton, (2005), Quantitative analysis, occurrence, and stability of (E)1-(2,3,6-trimethylphenyl)buta-1,3-diene in wine, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53:3584-3591
- Downey M., Dokoozlian N. and Krstic M., (2006), Cultural Practice and Environmental Impacts on the Flavonoid Composition of Grapes and Wine: A Review of Recent Research, *American Journal of Enology and Viticulture*, 2006:57, 258-268
- Downey M., Harvey J. and Robinson S., (2004a), The effect of bunch shading on berry development and flavonoid accumulation in Shiraz grapes, *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 2004:10, 55-73
- Dubourdieu, D., and T. Tominaga, (2009), Polyfunctional thiol compounds. In *Wine Chemistry and Biochemistry*, M.V. Moreno-Arribas and M.C. Polo (eds), Springer, New York, pp. 275-293.
- Ebeler, S.E., and J.H. Thorngate, (2009), Wine chemistry and flavor: Looking into the crystal glass, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57:8098-8108
- Escudero, A., E. Campo, L. Fariña, J. Cacho, and V. Ferreira, (2007), Analytical characterization of the aroma of five premium red wines. Insights into the role of odor families and the concept of fruitiness of wines, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55:4501-4510
- Ferreira, V., R. López, and J.F. Cacho, (2000), Quantitative determination of the odorants of young red wines from different grape varieties, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80:1659-1667
- Francis, I.L., and J.L. Newton, (2005), Determining wine aroma from compositional data, *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 11:114-126
- Gutiérrez-Gamboa G., Gómez-Plaza E, Bautista-Ortín A., Garde-Cerdán T., Moreno-Simunovica Y. and Martínez-Gild A. M., (2018), Rootstock effects on

grape anthocyanins, skin and seed proanthocyanidins and wine color and phenolic compounds from *Vitis vinifera* L. Merlot grape vines, Wiley Online Library

González-Nevesa G., Barreiroa L., Gila G., Francoc J., Ferrerd M., Moutounete M., Carbonneau A., (2004), Anthocyanic composition of Tannat grapes from the south region of Uruguay, *Analytica Chimica Acta*, 513:197–20

Goldberg M. D., Soleas G.J., (1999), Analysis of Antioxidant Wine Polyphenols by High-Performance Liquid Chromatography, *Polyphenols and Flavonoids*, 12:122

Ghosh D., *Tannins from Foods to Combat Diseases*,

Ivanova V., Stefova M., Stafilov T., Vojnoski B., Bíró I., Bufa A., F. Kilar, (2012), Validation of a Method for Analysis of Aroma Compounds in Red Wine using Liquid–Liquid Extraction and GC–MS, *Food Anal. Methods*, 5:1427-1434

Jackson, D. I. and Lombard, P. B. (1993). Environmental and management practices affecting grape composition and wine quality-A review. *Amer. J. Enol. Vitic.* 44:409–430.

Ji, T. and Dami, I. E. (2008). Characterization of free flavor compounds in Traminette grape and their relationship to vineyard training system and location. *J. Food Sci.* 73:C262–C267

Kallithraka S., Kim D., Tsakiris A., Paraskevopoulos I., Soleas G., (2011), Sensory assessment and chemical measurement of astringency of Greek wines: Correlations of analytical polyphenolic composition, *Food chemistry*, vol. 126, pp 1953-1958

Keller M (2015) *The science of grapevines: anatomy and physiology*, 2nd edn. Academic Press, Boston

Kemp B.S., Harrison R., Hider R.N., (2011), Effect of protein-tannin ratio and tannin concentration on the bovine serum albumin (BSA) based precipitation method for red wine tannin concentration, *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*

- Kennedy, J.A., M.A. Matthews, and A.L. Waterhouse, (2002), Effect of maturity and vine water status on grape skin and wine flavonoids, *American Journal of Enology and Viticulture*, 53:268-274
- Kotseridis, Y., A. Anocibar Beloqui, A. Bertrand, and J.P. Doazan, (1998), An analytical method for studying the volatile compounds of Merlot noir clone wines, *American Journal of Enology and Viticulture*, 49:44-48
- Kotseridis, Y., and R. Baumes, (2000), Identification of impact odorants in Bordeaux red grape juice, in the commercial yeast used for its fermentation, and in the produced wine, *American Journal of Enology and Viticulture*, 48:400-406
- Koundouras S., Marinos V., Gkoulioti A., Kotseridis Y., Van Leeuwen C., (2006), Influence of Vineyard Location and Vine Water Status on Fruit Maturation of Nonirrigated Cv. Agiorgitiko (*Vitis vinifera* L.). Effects on Wine Phenolic and Aroma Components, *Journal of agricultural and food chemistry*, vol. 54, pp 5077-5086
- Lvova L., Yaroshenko I., Kirsanov D., Di Natale C., Paolesse R., Legin A., (2018), Electronic Tongue for Brand Uniformity Control: A Case Study of Apulian Red Wines Recognition and Defects Evaluation, *Sensors MDPI*, 18:2584
- Marais, J., and H. Pool, (1980), Effect of storage time and temperature on the volatile composition and quality of dry white table wines, *Vitis*, 19:151-164
- Martin, D.M., S. Aubourg, M.B. Schouwey, L. Daviet, M. Schalk, O. Toub, S.T. Lund, and J. Bohlmann, (2010), Functional annotation, genome organization and phylogeny of the grapevine (*Vitis vinifera*) terpene synthase gene family based on genome assembly, FLcDNA cloning, and enzyme assays, *BMC Plant Biology*, 10:226
- Mason, A.B., and J.P. Dufour, (2000), Alcohol acetyltransferases and the significance of ester synthesis in yeast, *Yeast*, 16:1287-1298
- Matese A., Crisci A., Di Gennaro S.F., Primicerio J., Tomasi D., Marcuzzo P., Guidoni S., (2014), Spatial variability of meteorological conditions at different scales in viticulture, *Agricultural and Forest Meteorology*, 189-190

Miller, A.C., S.R. Wolff, L.F. Bisson, and S.E. Ebeler,(2007), Yeast strain and nitrogen supplementation: Dynamics of volatile ester production in Chardonnay juice fermentations, *American Journal of Enology and Viticulture*, 58:470-483

Mira de Orduña R., (2010), Climate change associated effects on grape and wine quality and production, *Food Research International*, 43:1844-1855

Morata A., Escott C., Bañuelos M. A., Loira I., Del Fresno H. M., González C., Suárez-Lepe J. A., (2019), Contribution of Non-Saccharomyces Yeasts to Wine Freshness. A Review, *Biomolecules MDPI*, 10:34

OIV-MA-AS2-10, Folin-Ciocalteu Index,

OIV-MA-AS311-01A, Reducing substances

OIV-MA-AS312-01A, Alcoholic strength by volume (Resolution Oeno 566/2016)

OIV-MA-AS313-01, Total acidity (Oeno 551/2015)

OIV-MA-AS313-02, Volatile acidity (A 11, revised by 377/2009),

Paissoni1 M.A., Waffo-Teguo P., Ma1 W., Jourdes M., Rolle L., Teissedre P. L., (2018), Chemical and sensorial investigation of in-mouth sensory properties of grape anthocyanins, *Scientific Reports*, www.nature.com/srep

Parker, M., A.P. Pollnitz, D. Cozzolino, I.L. Francis, and M.J. Herderich, (2007), Identification and quantification of a marker compound for ‘pepper’ aroma and flavor in Shiraz grape berries by combination of chemometrics and gas chromatography-mass spectrometry, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55:5948-5955

Perot des Gachons, C., C. van Leeuwen, T. Tominaga, J.P. Soyer, J.P. Gaudillère, and D. Dubourdieu, (2005), Influence of water and nitrogen deficit on fruit ripening and aroma potential of *Vitis vinifera* L. cv. Sauvignon blanc in field conditions, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85:73-85

Petropoulos, S., Kallithraka, S., Paraskevopoulos, I., (2011), Influence of some viticultural practices on the polyphenolic content of wines produced from cv. Agiorgitiko (*Vitis vinifera* L.), *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*, 45:235-243

Peyrot des Gachons, C., Tominaga, T. and Dubourdieu, D. (2000). Measuring the aromatic potential of *Vitis vinifera* L. cv. Sauvignon Blanc grapes by assaying S-cysteine conjugates, precursors of the volatile thiols responsible for their varietal aroma, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48:3387–339

Pineau, B., J.C. Barbe, C. Van Leeuwen, and D. Dubourdieu, (2009), Examples of perceptive interactions involved in specific “red-” and “black-berry” aromas in red wines, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 57:37023708.

Prida, A., and P. Chatonnet, (2010), Impact of oak-derived compounds on the olfactory perception of barrel-aged wines, *American Journal of Enology and Viticulture*, 61:408-413

Ridereau-Gayon P., Glories Y., Dubourdieu D., Rychlewski C., (2006), *Handbook of Enology, The chemistry of wine. Stabilization and treatments*, 2nd edition, vol. 6.4.5, pp178

Ridereau-Gayon P., Glories Y., Dubourdieu D., Rychlewski C., (2006), *Handbook of Enology, The chemistry of wine. Stabilization and treatments*, 2nd edition, vol. 6.4.2, pp173

Romeroa P., Botía P., Del Amor F. M., Gil-Muñoz R., Flores P., Navarro J. M., (2019), Interactive effects of the rootstock and the deficit irrigation technique on wine composition, nutraceutical potential, aromatic profile, and sensory attributes under semiarid and water limiting conditions, *Agricultural Water Management*, 225:105733

Ruiz J., Kiene F., Belda I., Fracassetti D., Marquina D., Navascués E., Calderón F., Benito A., Rauhut D., Santos A., Benito S., (2019), Effects on varietal aromas during wine making: a review of the impact of varietal aromas on the flavor of wine, *Microbiology and Biotechnology*, 103:7425–7450

Sarneckis C.J., Damberg R.J., Jones P., Mercurio M. Hherderich M.J., Smith P.A., (2006), *Australian Journal of Grape and Wine Research*, Vol. 12, pp39–49

Scacco, A., Verzera, A., Lanza, C. M., Sparacio, A., Genna, G., Raimondi, S., Tripodi, G. and Dima, G., (2010), Influence of soil salinity on sensory

characteristics and volatile aroma compounds of Nero d'Avola wine, *American Journal of Enology and Viticulture*, 61:498–505.

Simpson, R., (1979), Aroma composition of bottle aged white wine, *Vitis* 18:148-154

Skouroumounis, G.K., and M.A. Sefton, (2000), Acid-catalyzed hydrolysis of alcohols and their β -d-glucopyranosides, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48:2033-2039.

Somers T.C., Evans M.E., (1977), Spectral Evaluation of Young Red Wines : Anthocyanin Equilibria, Total Phenolics, Free and Molecular SO₂, “Chemical Age”, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, vol.28, 279-287

Spayd S., Tarara J., Mee D. and Ferguson J., (2002), Separation of sunlight and temperature effects on the composition of *Vitis vinifera* cv. Merlot berries, *American Journal of Enology and Viticulture*, 2002:53, 171-181

Swiegers JH, Pretorius IS.. Modulation of volatile sulfur compounds by wine yeast. *Appl Microbiol Biotechnol* 74: 954-960

Tehlivets, O., K. Scheuringer, and S.D. Kohlwein, (2007), Fatty acid synthesis and elongation in yeast, *Biochimica et Biophysica Acta - Molecular and Cell Biology of Lipids*, 1771:255-270

Vallejosa S., Morenob D., Ibeasa S., Muñoz A., García F.C., García J.M., (2019), Polymeric chemosensor for the colorimetric determination of the total polyphenol index (TPI) in wines, *Food Control*, vol. 106

Wedral, D., R. Shewfelt, and J. Frank, (2010), The challenge of *Brettanomyces* in wine, *LWT-Food Science and Technology*, 43:1474-1479

Wood, C., et al., (2008), From wine to pepper: Rotundone, an obscure sesquiterpene, is a potent spicy aroma compound, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56:3738-3744

Zhang L., Marguerit E., Rossdeutsch L., Ollat N., Gambetta G. A., (2016), The influence of grapevine rootstocks on scion growth and drought resistance, *Theoretical and Experimental Plant Physiology*, 28:143–157

Measuring tannins in grapes and red wine using the MCP (methyl cellulose precipitable) tannin assay, (2009), AWRI, www.awri.com.au

Κανονισμός (ΕΚ) 1234/2007, Άρθρο 118γ, Παράγραφος 2

Κοτσερίδης Γ., (2019), Σημειώσεις/Εργαστηριακές Ασκήσεις Οινολογίας Ι, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Επιστήμης Τεχνολογίας Τροφίμων και Διατροφής του Ανθρώπου, Αθήνα

Κουνδουράς Σ., (2019), Σημειώσεις Αμπελουργίας, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Επιστήμης Τεχνολογίας Τροφίμων και Διατροφής του Ανθρώπου, Αθήνα

Κουράκου–Δραγώνα, Σ.,(1998), Θέματα Οινολογίας, Επιστήμη και Τεχνολογία στον τομέα της οινοποιητικής τεχνικής, Εκδόσεις Τροχαλία, Αθήνα

Σταυρακάκης Μ. Ν., (2010), Αμπελογραφία, Ελληνικό Ίδρυμα Πολιτισμού, Αθήνα

Σταύρακας Δ. Ε., (2011), Αμπελογραφία, Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη

Ταραντίλης Π., (2019), Σημειώσεις Χημείας Οίνου, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Επιστήμης Τεχνολογίας Τροφίμων και Διατροφής του Ανθρώπου, Αθήνα

Χαρβαλιά Α. και Μπενά- Τζούρου Ε., (1982): Τα φαινολικά συστατικά και το χρώμα των ελληνικών οίνων, Ελληνικά Οινολογικά χρονικά,2, 1-77, Ινστιτούτο Οίνου, Αθήνα