



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ Επιστημών Τροφίμων

ΤΜΗΜΑ Επιστημών Οίνου, Αμπέλου και ποτών

Πτυχιακή/ Διπλωματική Εργασία

**Καταγραφή φασμάτων του FTIR σε οίνους από τη Σαντορίνη,
διερεύνηση δυνατότητας διαχωρισμού.**

Τασιά Ιωάννα

ΑΜ: 18685044

Επιβλέπων/ουσα:

Μπασαλέκου Μαριάνθη

Αθήνα, Σεπτέμβριος, 2022



UNIVERSITY OF WEST ATTICA
SCHOOL of food sciences
DEPARTMENT Of Wine, Vine and Beverage Sciences

Diploma Thesis

**Feasibility of using FTIR for the discrimination of wines from
Santorini**

Student name and surname:

Tasia Ioanna

Registration Number: 18685044

Supervisor name and surname:

Basalekou Marianthi

Athens, September , 2022



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ Επιστημών Τροφίμων
ΤΜΗΜΑ Επιστήμης Οίνου, Αμπέλου και Ποτών

Τίτλος εργασίας: Καταγραφή φασμάτων του FTIR σε οίνους από τη Σαντορίνη, διερεύνηση δυνατότητας διαχωρισμού.

Μέλη Εξεταστικής Επιτροπής συμπεριλαμβανομένου και του Εισηγητή

Η πτυχιακή/διπλωματική εργασία εξετάστηκε επιτυχώς από την κάτωθι Εξεταστική Επιτροπή:

Α/α	ΟΝΟΜΑ ΕΠΩΝΥΜΟ	ΨΗΦΙΑΚΗ ΥΠΟΓΡΑΦΗ
1	Μαριάνθη Μπασαλέκου	
2	Παρασκευόπουλος Ιωάννης	
3	Χατζηλαζάρου Αρχοντούλα	

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ/ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο/η κάτωθι υπογεγραμμένος/η ...Τασιά Ιωάννα.....
του.....Κωνσταντίνου..., με αριθμό μητρώου18685044... φοιτητής/τρια
του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής.....Επιστημών
Τροφίμων..... του Τμήματος.....Επιστημών Οίνου, αμπέλου και Ποτών
....., δηλώνω υπεύθυνα ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της πτυχιακής/διπλωματικής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

**Επιθυμώ την απαγόρευση πρόσβασης στο πλήρες κείμενο της εργασίας μου μέχρι και έπειτα από αίτηση μου στη Βιβλιοθήκη και έγκριση του επιβλέποντα καθηγητή*

Ο/Η Δηλών/ούσα



*** Ονοματεπώνυμο /Ιδιότητα**
(Υπογραφή)

Ψηφιακή Υπογραφή Επιβλέποντα

** Σε εξαιρετικές περιπτώσεις και μετά από αιτιολόγηση και έγκριση του επιβλέποντα, προβλέπεται χρονικός περιορισμός πρόσβασης (embargo) 6-12 μήνες. Στην περίπτωση αυτή θα πρέπει να υπογράψει ψηφιακά ο/η επιβλέπων/ούσα*

καθηγητής/τρια, για να γνωστοποιεί ότι είναι ενημερωμένος/η και συναινεί. Οι λόγοι χρονικού αποκλεισμού πρόσβασης περιγράφονται αναλυτικά στις πολιτικές του Ι.Α. (σελ. 6):

https://www.uniwa.gr/wp-content/uploads/2021/01/%CE%A0%CE%BF%CE%BB%CE%B9%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%B5%CC%81%CF%82_%CE%99%CE%B4%CF%81%CF%85%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CF%85%CC%81_%CE%91%CF%80%CE%BF%CE%B8%CE%B5%CF%84%CE%B7%CF%81%CE%B9%CC%81%CE%BF%CF%85_final.pdf

Περιεχόμενα

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ	1
ΣΧΟΛΗ Επιστημών Τροφίμων.....	1
Τασιά Ιωάννα	1
ΑΜ: 18685044	1
Student name and surname: Tasia Ioanna	2
Registration Number: 18685044	2
Supervisor name and surname: Basalekou Marianthi	2
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ ΣΧΟΛΗ Επιστημών Τροφίμων	3
ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ/ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	4
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	8
ABSTRACT	9
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	10
I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	12
1.1 Αρχαιότητα	12
1.2 Αρχαίοι Φοίνικες και αρχαία Ρώμη.....	14
1.3 Η Τέταρτη Σταυροφορία και η Βενετοκρατία.	15
1.4 18 ^{ος} αιώνας μ.Χ.	15
1.5 20 ^{ος} αιώνας μ.Χ.....	16
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 Η ποικιλία Ασύρτικο	17
2.1 Η ποικιλία Ασύρτικο	17
2.2 Αμπελογραφική περιγραφή και φαινολικά στάδια της ποικιλίας	18
2.3 Οίνοι ΠΟΠ Σαντορίνη με βάση την ποικιλία Ασύρτικο	18
2.4 Τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του Ασύρτικου	20
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 Οι οινοποιητικές τεχνικές που χρησιμοποιούνται στην λευκή οινοποίηση. ..	21
3.1 Η κλασική μέθοδος λευκής οινοποίησης	21
3.2 Μέθοδος λευκής οινοποίησης με προζυμωτική εκχύλιση	22
3.3 Ο παράγοντας των πιέσεων και η θείωση	23
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 Τα φαινολικά συστατικά στα λευκά κρασιά	25
4.1 Οι δύο μεγάλες ομάδες των φαινολικών	25
4.2 Τα φαινολικά συστατικά στην παραγωγή των λευκών οίνων	25
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 Τα ιδιαίτερα εδαφοκλιματικά στοιχεία του αμπελώνα της Σαντορίνης	28
5.1 Εισαγωγή	28
5.2 Το κλίμα	28
5.3 Το έδαφος.....	33
5.4 Η τοπογραφία	35

5.5 Η σημασία του terroir και η ποικιλία Ασύρτικο	36
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 Τα χωριά της Σαντορίνης και τα χαρακτηριστικά του Ασύρτικου.....	37
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 Η αγορά του κρασιού της Σαντορίνης	39
7.1 Εισαγωγή	39
7.2 Η σημασία του Μάρκετινγκ	39
7.3 Ο παράγοντας της καταναλωτικής συμπεριφοράς	39
7.4 Η πλευρά των παραγωγών	41
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8 Τεχνικές και μέθοδοι ανάλυσης του οίνου	43
8.1 Ανάλυση FTIR.....	43
8.2 Η υπέρυθρη ακτινοβολία.....	43
.....	44
8.3 Φασματοσκοπία Υπερύθρου	44
8.4 Κλασική φασματοφωτομετρία IR διασποράς.....	46
8.5 Φασματοσκοπία υπερύθρου μετασχηματισμού Fourier	46
8.6 Υγρή Χρωματογραφία Υψηλής Πίεσης (HPLC)	49
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9 Σκοπός της Εργασίας	51
II. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	52
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 Πειραματική πορεία	52
1.1 Δειγματοληψία	52
1.2 Μέτρηση και λήψη φασμάτων με FTIR.....	54
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 Αποτελέσματα FTIR	56
2.1 Απεικόνιση φασμάτων FTIR	56
2.2 Μελέτη και ομαδοποίηση των αποτελεσμάτων	68
2.3 Η επίδραση των τεχνικών οινοποίησης στην ομαδοποίηση των δειγμάτων	71
2.4 Μελέτη της επίδρασης της αλκοόλης και της οξύτητας στην ομαδοποίηση των δειγμάτων.....	72
2.5 Μελέτη της επίδρασης των φαινολικών συστατικών στην ομαδοποίηση των δειγμάτων.....	73
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 Ανάλυση των δειγμάτων με την μέθοδο της HPLC	75
3.1 Αποτελέσματα της ανάλυσης HPLC	77
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 Συζήτηση και συμπέρασμα.....	80
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ I	84
Βιβλιογραφικές αναφορές.....	93

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το Ασύρτικο αποτελεί μία από τις αυτόχθονες λευκές ποικιλίες της Ελλάδας. Πρόκειται για μία πολυδύναμη ποικιλία της οποίας τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά διαφοροποιούνται ανάλογα με τις εδαφικές και κλιματικές συνθήκες της περιοχής καλλιέργειάς της. Στο ιδιαίτερο terroir της Σαντορίνης, το Ασύρτικο δίνει οίνους με χαρακτηριστική υψηλή οξύτητα, υψηλό ποσοστό περιεκτικότητας σε αιθυλική αλκοόλη καθώς και μεταλλικότητα. Η θεματική της παρούσας πτυχιακής εργασίας αφορά την γενική ανάλυση της ποικιλίας Ασύρτικο και την διερεύνηση της δυνατότητας διαχωρισμού των οίνων της με τη χρήση φασματοσκοπίας υπερύθρου μετασχηματισμού Fourier (FT-IR). Για το λόγο αυτό χρησιμοποιήθηκε φασματοφωτόμετρο IRAffinity-1s της εταιρείας SHIMADZU, μέσω του οποίου κατέσται δυνατή η καταγραφή των φασμάτων FT-IR. Στην συνέχεια, τα ληφθέντα φάσματα επεξεργάστηκαν με την χρήση εξειδικευμένου λογισμικού προγράμματος OMNIC 9 και του στατιστικού προγράμματος JMP 16. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως υπάρχει η προοπτική του διαχωρισμού καθώς δημιουργούνται ομαδοποιήσεις μεταξύ των δειγμάτων οι οποίες συνδέονται τόσο με τον τόπο αλλά και τη μέθοδο οινοποίησης.

ABSTRACT

Assyrtiko is one of the indigenous white varieties of Greece. It is a versatile variety whose organoleptic characteristics vary according to the soil and climatic conditions of its cultivation area. In the special terroir of Santorini, Assyrtiko produces wines with characteristically high acidity, high percentage of ethyl alcohol content as well as minerality. The topic of this thesis focuses on the general analysis of the Assyrtiko variety and investigates the possibility of separating its wines using Fourier transform infrared spectroscopy (FT-IR). For this reason, an IRAffinity-1s spectrophotometer from the SHIMADZU company was used, through which was possible to record the FT-IR spectra. Then, the obtained spectra were processed using OMNIC 9 software and the statistical program JMP 16. The results showed that there is the prospect of separation as groupings were created between the samples which are linked both to the place and to the winemaking method.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο τομέας της οινοποίησης αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους στην Ελλάδα, καθώς η χρονολόγησή του ξεκινάει από την αρχαιότητα και συνεχίζεται μέχρι και σήμερα. Μία από τις βασικότερες ποικιλίες που θέσπισαν την σπουδαιότητα του ελληνικού αμπελώνα είναι το Ασύρτικο. Όντας μία γηγενής ποικιλία που εδρεύει κυρίως στο νησί της Σαντορίνης, το Ασύρτικο συμμετέχει στην παραγωγή οίνων Π.Ο.Π με υψηλά ποιοτικά κριτήρια και τα τελευταία χρόνια λόγω των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών του, καλλιεργείται και σε χώρες του εξωτερικού όπως η Αυστραλία (Μερόπη Παπαδοπούλου, 2016, Η ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΗ, << Ασύρτικο made in Australia >>). Η μοναδικότητα της ποικιλίας, αποτέλεσε το έναυσμα για την συγκεκριμένη πτυχιακή εργασία που επικεντρώνεται στον ποιοτικό έλεγχο και τον διαχωρισμό των οίνων με βάση τα χαρακτηριστικά τους μέσω των φασμάτων FT-IR με απώτερο σκοπό την διεύρυνση και εκβάθυνση της έρευνας και σκιαγράφησης της μοναδικής αυτής ποικιλίας με την χρήση της υπέρυθρης φασματοσκοπίας.

Πιο συγκεκριμένα, στο πρώτο κεφάλαιο παρατίθεται μία αναλυτική αναφορά των ιστορικών στοιχείων σχετικά με τον τομέα της οινοποίησης του νησιού, ξεκινώντας από την Μινωική περίοδο έως και το σήμερα.

Στο δεύτερο κεφάλαιο παρατίθεται μία περιγραφή των κυριότερων γευστικών, πρωτογενών και δευτερογενών αρωματικών συστατικών της ποικιλίας. Ακόμα, αναφέρονται οι οίνοι Π.Ο.Π στους οποίους συμμετέχει το Ασύρτικο, οι κύριες προϋποθέσεις που αυτοί πρέπει να καλύπτουν όπως και μερικά βασικά στοιχεία για την φυσιολογία του φυτού της αμπέλου και της σταφυλής της ποικιλίας.

Στο τρίτο κεφάλαιο, παρουσιάζονται οι τεχνικές οινοποίησης που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή του οίνου Ασύρτικο και περιγράφονται τα στάδιά τους. Επίσης, γίνεται αναφορά στο φαινόμενο της παλαίωσης οίνων από την ποικιλία Ασύρτικο.

Στο τέταρτο κεφάλαιο παρατίθεται μία περιγραφή των φαινολικών ενώσεων που υπάρχουν στους λευκούς οίνους και αναφέρονται οι κυριότερες κατηγορίες και εκπρόσωποι αυτών.

Στο πέμπτο κεφάλαιο, αναλύονται οι ιδιαιτερότητες όσο αφορά το terroir της Σαντορίνης που οφείλονται στην σύσταση του ηφαιστειογενούς εδάφους, στην θέση του νησιού και τις κλιματικές συνθήκες. Επίσης, γίνεται αναφορά σε άλλα στοιχεία του αμπελώνα της Σαντορίνης, όπως το υψόμετρο και οι καλλιεργητικές πρακτικές.

Στο έκτο κεφάλαιο, παρουσιάζονται τα βασικότερα χωριά της Σαντορίνης. Πιο συγκεκριμένα, αναφέρονται κάποια γενικά χαρακτηριστικά για την τοποθεσία του κάθε χωριού, όπως και τα οργανοληπτικά στοιχεία των οίνων που παράγονται στο κάθε ένα.

Στο έβδομο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στην αγορά του κρασιού στην Σαντορίνη. Ειδικότερα, περιγράφεται η καταναλωτική συμπεριφορά των αγοραστών και η επίδραση του μοναδικού terroir του νησιού σε αυτή. Επίσης, παραθέτονται γενικά στοιχεία σχετικά με την τιμολόγηση της ποικιλίας Ασύρτικο και την διακύμανσή της τα τελευταία χρόνια.

Στο όγδοο κεφάλαιο, μελετώνται οι δύο τεχνικές αναλύσεις που χρησιμοποιήθηκαν για τον οίνο. Ειδικότερα, δίνονται στοιχεία για την φασματοσκοπία FTIR και την μέθοδο της υγρής χρωματογραφίας HPLC, όπως και για τα μηχανήματα που χρησιμοποιήθηκαν στο πείραμά μας.

Τέλος, στο ένατο κεφάλαιο και στο μέρος II και γίνεται αναφορά στον σκοπό της εργασίας και το πειραματικό μέρος της πτυχιακής εργασίας. Δίνονται τα στοιχεία των δειγμάτων που χρησιμοποιήθηκαν, η εργαστηριακή μέθοδος, τα αποτελέσματα της φασματοσκόπησης και της υγρής χρωματογραφίας, ο σχολιασμός τους καθώς επίσης και η στατιστική επεξεργασία αυτών.

I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 Η ιστορία του οίνου στο νησί της Σαντορίνης

1.1 Αρχαιότητα

Στην αρχαιότητα η καλλιέργεια της αμπέλου και η οινοποίηση ήταν άρρηκτα συνδεδεμένα με την θρησκεία των Ελλήνων. Το κρασί θεωρούταν ως ένα δώρο του θεού Διονύσου προς τους θνητούς και είχε κεντρικό ρόλο στην καθημερινότητα των πολιτών καθώς αυτό φαίνεται να αποτυπώνεται μέσα από τους στοίχους της Ιλιάδας του Ομήρου.

Κατά την διάρκεια της Μινωικής εποχής, που εντάσσεται στην ευρύτερη χρονολογικά αγκύλη της Εποχής του Χαλκού, τα νησιά του Αιγαίου παρουσίασαν μεγάλη άνθιση και ευημερία που διήρκεσε περίπου από το 3.000 π.Χ. μέχρι και το 1.450 π.Χ. Ανάμεσα σε αυτά και η Σαντορίνη που θεωρήθηκε ως το σημείο αναφοράς για την κοινωνική και πολιτιστική ανάπτυξη της Μινωικής εποχής.

Σημαντικό ορόσημο για τον αρχαιολογικό κλάδο στην προσπάθεια καταγραφής και εμβάθυνσης στην ιστορία του κρασιού, αποτέλεσαν οι ανακαλύψεις του αρχαιολόγου και καθηγητή Σπυρίδων Μαρινάτου το 1967. Τα ευρήματα σχετίζονταν με τα απομεινάρια μια αρχαίας πόλης της Σαντορίνης που μαρτυρούν μία κοινωνία με ιδιαίτερα ανεπτυγμένο και προηγμένο πολιτισμικό και τεχνολογικό τομέα. Η εκτενής αρχαιολογική έρευνα που πραγματοποιήθηκε στο σημείο, αποκάλυψε πως στο νησί η καλλιέργεια της αμπέλου, η κατανάλωση όπως και η εμπορία του κρασιού αποτελούσαν μερικές από τις πιο σημαντικές ασχολίες των κατοίκων και χρονολογούνται περίπου από το 1.500 π.Χ. (Δούμας, 1995). Το συμπέρασμα αυτό στηρίχθηκε πάνω σε πολυάριθμα ευρήματα που εντοπίστηκαν στην έκταση των θεμελίων της αρχαίας πόλης, όπως για παράδειγμα κάρβουνα από κλιματίδες της αμπέλου και γίγαρτα, ειδικά δοχεία για κατανάλωση του οίνου φτιαγμένα από πηλό και πολυάριθμα πιθάρια με οίνο στοιβαγμένα σε αποθηκευτικούς χώρους (Δούμας, 1995). Ακόμα, τα δοχεία που χρησιμοποιούνταν για την αποθήκευση του οίνου και

εντοπίστηκαν στην Σαντορίνη φαίνεται πως αντιπροσωπεύουν πάνω από το 50% των δοχείων για αποθήκευση οίνου που ανακαλύφθηκαν σε ολόκληρο το Αιγαίο.

Η ζωή και η γεωγραφία του νησιού άλλαξε εξολοκλήρου το 1.640 π.Χ. λόγω της σφοδρής και καταστροφικής ηφαιστειακής έκρηξης που αφάνισε την πλειοψηφία του προηγμένου πολιτισμού της Σαντορίνης. Αποτέλεσμα της έκρηξης αυτής ήταν ο χωρισμός του νησιού σε πέντε υποδιαμερίσματα που σήμερα είναι καταγεγραμμένα ως Ασπρονήσι, Παλιά Καμένη, Θήρα και Θηράσια (Δούμας, 1995). Μία ακόμα σημαντική συνέπεια της έκρηξης, ήταν η αλλαγή της μορφολογίας του νησιού. Στα νησιά Θηράσια και Θήρα δημιουργήθηκε μία καλντέρα καθιστώντας το ανάγλυφο πολύ πιο απότομο, που σε συνδυασμό με τα υψηλά ποσοστά ηφαιστειακής τέφρας προκάλεσαν τον εκμηδενισμό της αμπελουργίας από το 750 π.Χ. έως το 323 π.Χ. (Δούμας, 1995).



Εικόνα 2 Χάρτης της Σαντορίνης από Βρετανική εφημερίδα του 19^{ου} αιώνα.

Πηγή:<https://umanismo.gr/collections/maps/products/santorini-1>



Εικόνα 3 Χάρτης της Σαντορίνης όπου με κόκκινη γραμμή απεικονίζεται η μορφή του νησιού πριν την έκρηξη.

Πηγή:<https://sotirissofias.blogspot.com/2009/07/blog-post.html>

1.2 Αρχαίοι Φοίνικες και αρχαία Ρώμη.

Έπειτα από την ολέθρια ηφαιστειακή έκρηξη οι Φοίνικες ήταν ο πρώτος πολιτισμός που εγκαταστάθηκε στο νησί από το 1.300 π.Χ. έως το 900 π.Χ. και ξαναέφερε την καλλιέργεια της αμπέλου στην Σαντορίνη που είχε παραμείνει αδρανοποιημένη για δύο χιλιετίες. Με την εμφάνιση των Λακομακεδόνων στην Σαντορίνη, το 800 π.Χ., το όνομα του νησιού μετατράπηκε σε Θήρα με στόχο να τιμηθεί ο αρχηγός τους, Θήρας. Αν και με το πέρασμα των χρόνων το νησί αναπτύχθηκε για άλλη μια φορά και αποτέλεσε ένα από τα κυριότερα σημεία εμπορικής συναλλαγής, η διάδοση της γεωργίας και της αμπελουργίας δεν επιχειρήθηκε. Παρόλα αυτά, αν και δεν έχει μέχρι σήμερα τεκμηριωθεί επιστημονικά, θεωρείται πως το αμπέλι καλλιεργούνταν στο νησί από τους Φοίνικες έως τον 15ο αιώνα π.Χ. Η θεωρία αυτή αποδεικνύεται από την επιβίωση και ύπαρξη των ξεχωριστών οινικών ποικιλιών, ανάμεσα τους και το Ασύρτικο, καθώς επίσης και του ιδιαίτερου σχήματος διαμόρφωσης με το όνομα κουλούρα που χρησιμοποιείται έως και σήμερα (Κουράκου-Δραγώνα, 1995).



Εικόνα 1 Το παραδοσιακό σχήμα διαμόρφωσης “κουλούρα”.

Πηγή: <https://www.filoxenianews.gr/oinikes-perioches-santorini/>

Κατά την Ρωμαϊκή περίοδο το κρασί από την Σαντορίνη αποτέλεσε ένα από τα πιο σημαντικά αγαθά εμπορικής συναλλαγής προς την Ρώμη, λόγω της εξύμνησής του σε φημισμένα τραγούδια και πεζογραφήματα όπως και της άποψης των Ρωμαίων αυτοκρατόρων πως για κάθε γλέντι απαραίτητο συνοδευτικό ήταν ένα ακριβό, γλυκό κρασί από την Ελλάδα (Hyams, 1965).

1.3 Η Τέταρτη Σταυροφορία και η Βενετοκρατία.

Αξίζει επίσης να αναφερθεί πως κατά την διάρκεια της Τέταρτης Σταυροφορίας, το νησί αποτέλεσε ένα σημείο ανεφοδιασμού για τους Βενετούς Σταυροφόρους προς τον δρόμο τους για τους Αγίους Τόπους. Οι ναυτικοί εμπορευόντουσαν μεγάλες ποσότητες οίνου από την Σαντορίνη με στόχο να μπορούν να επιβιώσουν στα μακράς διάρκειας ταξίδια τους, αφού δεν είχαν την δυνατότητα να βρουν και να μεταφέρουν καθαρό νερό. Με αφορμή λοιπόν τις συχνές στάσεις τους στο νησί σε συνδυασμό με την παράξενη μορφολογία που καθιστούσε την περιοχή δυσπρόσιτη, οι ναυτικοί αναγκαζόντουσαν να αγκυροβολούν τα πλοία τους στο λιμάνι που βρισκόταν το εκκλησάκι της Αγίας Ειρήνης. Ως εκ τούτου, το όνομα του νησιού άλλαξε και από Θήρα έγινε Santo-Erini και στην συνέχεια Σαντορίνη (Κουράκου-Δραγώνα, 1995). Τέλος, με την ολοκληρωτική κατάκτηση του νησιού από τους Βενετούς, η αμπελοκαλλιέργεια γνώρισε μεγάλη άνθιση καθώς ο οίνος της Σαντορίνης εξάγονταν στην Βενετία, καθιστώντας το γλυκό κρασί Vin Santo ένα από το πιο αγαπημένα και φημισμένα της Βενετσιάνικης αριστοκρατίας (Κουράκου-Δραγώνα, 1995).

1.4 18^{ος} αιώνας μ.Χ.

Στις αρχές του 18^{ου} αιώνα η παραγωγή του οίνου στην Σαντορίνη μετατράπηκε σε μία από τις πιο προσοδοφόρες οικονομικές δραστηριότητες και ως εκ τούτου πραγματοποιήθηκε και η πρώτη ιστορικά αποδεδειγμένη καταγραφή των καλλιεργούμενων στρεμμάτων αμπελιών από τον τότε Καθολικό Επίσκοπο του νησιού (Δανέζης, 2001). Προς τα τέλη του 18^{ου} αιώνα, η αλλαγή στην γεωπολιτική

κατάσταση της Σαντορίνης προκάλεσε την επέκταση της καλλιέργεια της αμπέλου και την κάλυψη σχεδόν ολόκληρου του νησιού από αυτή . Ειδικότερα, με την εγκαθίδρυση της συνθήκης του Κιουτσούκ-Καϊναρτζή το 1774, η εξαγωγή του εμπορίου για το Vin-Santo εξαπλώθηκε στην Μαύρη Θάλασσα και την Ρωσία, όπου χρησιμοποιήθηκε και στην Θεία Κοινωνία ως νάμα (Κουράκου-Δραγώνα, 1995). Κατά συνέπεια, το γλυκό κρασί της Σαντορίνης κατέστει ένα πολύ διάσημο προϊόν πολυτελείας για τους κατοίκους της Ευρώπης την περίοδο ανάμεσα στο 1800 και 1900 μ.Χ. (Κουράκου-Δραγώνα, 1995), κάτι που αυτόματα οδήγησε και στην κατακόρυφη εκτόξευση της παραγωγής και απόδοσης, που από 2.160.000 κιλά συνολικά το 1835 αυξήθηκε σε 4.800.000 το 1874 (Δανέζης, 2001).

Από το 1863 έως τα μέσα του 18^{ου} αιώνα, το γλυκό κρασί της Σαντορίνης συνέχισε να αποτελεί ένα ανταγωνιστικό προϊόν στην διεθνή αγορά του οίνου. Ο λόγος φυσικά για αυτό το φαινόμενο δεν θα μπορούσε να είναι άλλος από την εμφάνιση της Φυλλοξήρας. Εξαιτίας, του ηφαιστειογενούς, αμμώδους εδάφους οι καλλιέργειες του νησιού κατάφεραν να αποφύγουν την προσβολή από το έντομο που κατέστρεψε την πλειονότητα των αμπελώνων σε ολόκληρη την Ευρώπη.

1.5 20^{ος} αιώνας μ.Χ

Κατά την διάρκεια του 20^{ου} αιώνα, η αισθητή άνθιση της αγορά του Vin-Santo, άρχισε να παρακμάζει. Αιτίες αυτού του φαινομένου αποτέλεσαν μεταξύ των άλλων, η αλλαγή της συμπεριφοράς των καταναλωτών της Ευρώπης που πλέον προσανατολιζόνταν σε ποιοτικότερα κρασιά με λιγότερη περιεκτικότητα σε αλκοόλ και πιο φρουτώδη χαρακτήρα (Αγριαντώνη, 1995) καθώς και το υψηλό κόστος παραγωγής και μεταφοράς του κρασιού.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 Η ποικιλία Ασύρτικο

2.1 Η ποικιλία Ασύρτικο

Στον νησί της Σαντορίνης οι ποικιλίες που καλλιεργούνταν από τους παραγωγούς ανερχόνταν περίπου στις πενήντα. Σήμερα ο αριθμός αυτός, σύμφωνα με το Ινστιτούτο Τεχνολογίας Αγροτικών Προϊόντων, έχει μειωθεί στις σαράντα. Η βασικότερη όμως ποικιλία είναι ανανμφισβήτητα το Ασύρτικο που αποτελεί περίπου το 70% των λευκών ποικιλιών που καλλιεργούνται στο νησί. Το Ασύρτικο υπήρχε στην Σαντορίνη από το 1.600 π.Χ. με το κύριο σημείο καλλιέργειάς του να είναι πιθανότατα το όρος του Προφήτη Ηλία. Έπειτα ωστόσο από την έκρηξη του ηφαιστείου, η οποία κατέστρεψε σχεδόν όλη την παραγωγή του νησιού, τα μοναδικά αμπέλια που επιβίωσαν φαίνεται πως ήταν εκείνα που βρισκόντουσαν στην κορυφή της οροσειράς του Προφήτη Ηλία (Κουράγου-Δραγώνα, 1995).

Είναι ακόμα σημαντικό να αναφερθεί πως η άνθιση της ποικιλίας οφείλεται και στη επιτυχημένη προσαρμογή της στις ιδιαίτερες συνθήκες που επικρατούν στο νησί. Ειδικότερα, το Ασύρτικο έχει προσαρμοστεί με τη υψηλές θερμοκρασίες, το ξηρό περιβάλλον καθώς και το έδαφος με υψηλά ποσοστά περιεκτικότητας σε ηφαιστειακή τέφρα. Επίσης, τα φυτά της είναι αυτόριζα και έχουν υψηλή ανθεκτικότητα σε ασθένειες όπως ο περονόσπορος και το ωίδιο (Κουράκου-Δραγώνα, 1995). Τέλος, οι αυξημένες θερμοκρασίες που επικρατούν στο νησί κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, όπως και η παλαίωση των οίνων, δεν μειώνουν την σημαντική περιεκτικότητα της ράγας σε οξέα.



Εικόνα 6 Το τσαμπί της ποικιλίας Ασύρτικο

2.2 Αμπελογραφική περιγραφή και φαινολικά στάδια της ποικιλίας

Τα φυτά που ανήκουν στην ποικιλία Ασύρτικο χαρακτηρίζονται ως παραγωγικά και ζωηρά, ενώ έχουν την ικανότητα να προσαρμόζονται σε διαφορετικά terroir χωρίς να χάσουν την αμπελογραφική και οινολογική τους ταυτότητα (Τσακίρης Α., 2010). Επιπρόσθετα, η ποικιλία παρουσιάζει υψηλή ανθεκτικότητα σε πολλές ασθένειες καθώς και σε συνθήκες ξηρασίας. Τα σχήματα διαμόρφωσης που εφαρμόζονται είναι το γραμμικό, το αμφίπλευρο κορδόνι ή η κουλούρα. Το φύλλο είναι μεγάλο σε μέγεθος, τρίλοβο ή πεντάλοβο, με σφηνοειδές σχήμα και έχει μισχικό κόλπο σχήματος U. Ακόμα, η σταφυλή είναι κυλινδροκοκινική, πυκνή, μέτριου μεγέθους που συνήθως ζυγίζει 350 gr και η ράγα είναι σφαιρική με πρασινοκίτρινο έως και χρυσό χρωματισμό και μεσαίο μέγεθος. Τέλος, η εκβλάστηση της ποικιλίας αρχίζει στα μέσα του Μαρτίου, η άνθηση τις τελευταίες μέρες του Μαΐου, ο περκασμός γίνεται το πρώτο δεκαήμερο του Ιουλίου και η τεχνολογική ωρίμανση πραγματοποιείται κατά το δεύτερο δεκαήμερο του Σεπτεμβρίου (Σταυράκος Δ., 2015).

2.3 Οίνοι ΠΟΠ Σαντορίνη με βάση την ποικιλία Ασύρτικο

Σύμφωνα με το Παράρτημα I του Κανονισμού (ΕΕ) 1308/2013, Άρθρο 94, Παράγραφος 2, όπως και της Απόφασης Αριθμ. 2976/335077, στην Σαντορίνη παράγονται τρεις οίνοι ΠΟΠ, ο λευκός ξηρός οίνος ΠΟΠ Σαντορίνη, ο λευκός φυσικώς γλυκός Λιαστός ΠΟΠ Σαντορίνη και ο οίνος λικέρ λιαστός ΠΟΠ Σαντορίνη. Από αυτούς, οι δύο πρώτοι παράγονται με βάση την ποικιλία Ασύρτικο.

Πιο συγκεκριμένα, για τον λευκό ξηρό οίνο ΠΟΠ Σαντορίνη, που παράγεται με την κλασική μέθοδο της λευκής οινοποίησης, η μικρότερη συμμετοχή της ποικιλίας Ασύρτικο πρέπει να είναι τουλάχιστον 85%, με το υπόλοιπο 25% να καλύπτεται από τις εξίσου λευκές γηγενείς ποικιλίες του νησιού, Αθήρι και Αηδάνι. Επίσης, κατά την αλκοολική ζύμωση η θερμοκρασία δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη των 20°C και η απόδοση των αμπελώνων δεν πρέπει να ξεπερνάει τα 6.500 χιλιόγραμμα ανά εκτάριο. Όσο αφορά τα αναλυτικά χαρακτηριστικά, τόσο ο φυσικός όσο και ολικός και ο αποκτημένος βαθμός πρέπει να είναι τουλάχιστον 12% vol, τα ολικά σάκχαρα

πρέπει να βρίσκονται σε περιεκτικότητα χαμηλότερη των 4 gr/lit ή των 9gr/lit, με την προϋπόθεση πως η ολική οξύτητα εκφρασμένη σε gr/lit τρυγικό οξύ, δεν είναι χαμηλότερη κατά περισσότερο από 2 gr/lit από την περιεκτικότητα σε αζύμωτα σάκχαρα, η ολική οξύτητα εκφρασμένη σε τρυγικό οξύ πρέπει να είναι υψηλότερη των 5,5 gr/lit, η μέγιστη πτητική οξύτητα πρέπει να είναι 18 χιλιοστοίσοδύναμα ανά λίτρο και τέλος, η μέγιστη περιεκτικότητα σε διοξείδιο του θείου πρέπει να είναι 200 χιλιοστόγραμμα ανά λίτρο.

Όσο αφορά τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του Λευκού Ξηρού Οίνου ΠΟΠ Σαντορίνη, θα αναφερθούν παρακάτω στην παράγραφο 2.4.

Ο λευκός φυσικώς γλυκός Λιαστός ΠΟΠ Σαντορίνη ή Vinsanto παράγεται με την συμμετοχή της ποικιλίας Ασύρτικο σε ποσοστό τουλάχιστον 51%, ενώ το υπόλοιπο συμπληρώνεται από τις ποικιλίες Αθήρι, Αηδάνι και σε πολύ μικρές ποσότητες από λευκές ποικιλίες που καλλιεργούνται στο σύμπλεγμα των νησιών της Θήρας και Θηρασίας, όπως το Μοσχάτο λευκό και η Μονμβασιά. Τα σταφύλια που χρησιμοποιούνται είναι υπερώριμα και αφήνονται στον ήλιο ώστε να χάσουν μερικώς την υγρασία που περιέχουν. Επιπρόσθετα, η ελάχιστη περιεκτικότητα του γλεύκους των σταφυλιών σε σάκχαρα είναι 260 gr/lit και 370 gr/lit μετά την διαδικασία του λιασίματος. Τέλος, τόσο τα σάκχαρα όσο και η αλκοόλη που περιέχονται στο τελικό προϊόν οφείλονται μόνο στην πρώτη ύλη που χρησιμοποιήθηκε, χωρίς να έχει γίνει προσθήκη συμπυκνωμένου γλεύκους, ανακαθαρισμένου συμπυκνωμένου γλεύκους, αλκοόλης ή προϊόντος αλκοόλης, πριν, κατά είτε έπειτα την αλκοολική ζύμωση. Όσο αφορά τις προϋποθέσεις των αναλυτικών χαρακτηριστικών, ο Λευκός Φυσικώς Γλυκός Λιαστός ΠΟΠ Σαντορίνης, θα πρέπει να έχει φυσικό αλκοολικό τίτλο πριν και μετά το λιάσιμο μεγαλύτερο από 15,0 % vol και 21,0 % vol αντίστοιχα, ελάχιστο ολικό αλκοολικό τίτλο τουλάχιστον 21,0% vol καθώς και αποκτημένο αλκοολικό τίτλο υψηλότερο από 9,0% vol. Επίσης, η ολική οξύτητα, εκφρασμένη σε gr/lit τρυγικού οξέος θα πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 5,5, η πτητική οξύτητα θα πρέπει να μην υπερβαίνει τα 30 χιλιοστοίσοδύναμα/λίτρο και τέλος, η μέγιστη περιεκτικότητα σε διοξείδιο του θείου είναι τα 400 χιλιοστόγραμμα/λίτρο. Έκτος από τα παραπάνω, ο συγκεκριμένος οίνος χαρακτηρίζεται και από ορισμένα οργανοληπτικά γνωρίσματα. Ειδικότερα, το χρώμα του είναι πορτοκαλοκίτρινο με

χρυσάφι ανταύγες, οι οποίες μέσω της παλαίωσης μετατρέπονται σε καφέ. Το αρωματικό του προφίλ είναι αρκετά έντονο, πολύπλοκο και αποτελείται από νότες μελιού, μπαχαρικών, σταφίδας και λεμονοανθών. Γευστικά το κρασί παρουσιάζει νότες μελιού και λεμονιού, με μακρά και αρωματική επίγευση, ενώ η γλυκιά του γεύση εξισορροπείται από την αυξημένη οξύτητα. Τέλος, το σώμα είναι αρκετά στρογγυλό, βελούδινο και πλούσιο.

2.4 Τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του Ασύρτικου

Η λευκή ποικιλία Ασύρτικο όταν βρίσκεται στην πλήρη ωρίμανση, δίνει γλεύκη που έχουν περίπου 250 gr/lit σάκχαρα, ολική οξύτητα εκφρασμένη σε τρυγικό οξύ 7-9,5 gr/lit και pH που ανέρχεται στο 3,10 με 3,30. Ιδιαίτερο χαρακτηριστικό της είναι το γεγονός πως αν και λευκή ποικιλία σημειώνει υψηλές συγκεντρώσεις σε φαινολικά, όπως οι ταννίνες, καθώς και σε ευοξειδωτες ενώσεις. Επιπρόσθετα, οι λευκοί οίνοι που παράγονται με βάση ή αποκλειστικά από την συγκεκριμένη ποικιλία, είναι κυρίως ξηροί με λαμπερό πρασινοκίτρινο χρώμα και περιεκτικότητα σε αιθυλική αλκοόλη από 12% έως 14% vol. Επιπρόσθετα, η έντονη οξύτητα που οφείλεται στην πολύ χαμηλή περιεκτικότητα του εδάφους σε κάλιο, ισορροπείται από την πλούσια γεύση και χαρίζει στον οίνο δροσερή επίγευση. Τέλος, το αρωματικό του προφίλ, αν και όχι τόσο δυναμικό, είναι ευχαρίστο και παραπέμπει κυρίως σε άρωμα κίτρινων φρούτων, νότες φλούδας πορτοκαλιού, λεμονιού καθώς και στην χαρακτηριστική μεταλλικότητα, η οποία οφείλεται στο υφαιστειακής προέλευσης έδαφος. (Κουράκου-Δραγώνα, 2003, Σταυρακάκης, 2010).

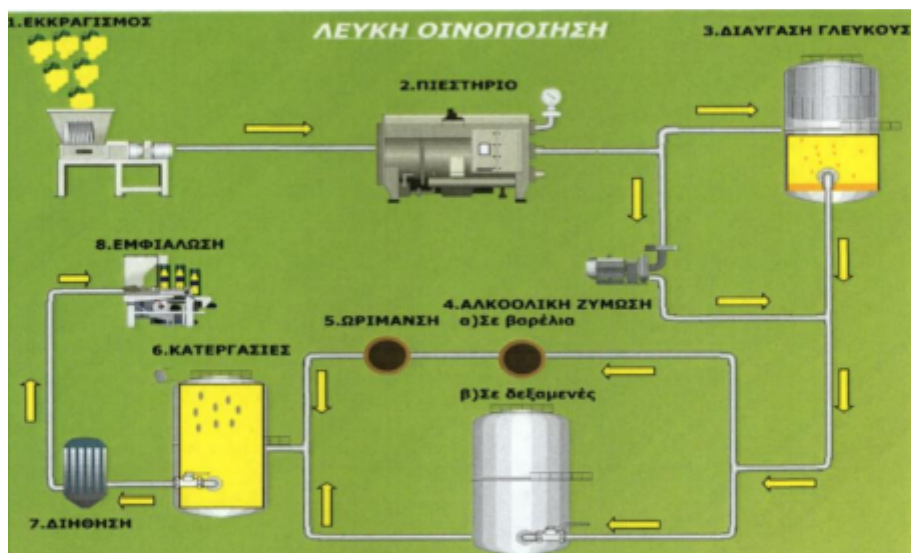
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 Οι οινοποιητικές τεχνικές που χρησιμοποιούνται στην λευκή οινοποίηση.

Η διαμόρφωση των χαρακτηριστικών ενός κρασιού επηρεάζεται τόσο από την ίδια την πρώτη ύλη, όσο και από την κατεργασία της. Οι τεχνικές και οι συνθήκες που θα χρησιμοποιηθούν κατά την οινοποίηση, όπως για παράδειγμα η θερμοκρασία της αλκοολικής ζύμωσης, μπορούν να διαφοροποιήσουν σε μεγάλο ποσοστό το τελικό προϊόν. Για την παραγωγή του Ασύρτικου της Σαντορίνης, χρησιμοποιείται εδώ και πολλά χρόνια η κλασική μέθοδος της λευκής οινοποίησης. Πέρα από αυτή την τεχνική όμως, χρησιμοποιείται ευρέως στην παραγωγή και η μέθοδος της λευκής οινοποίησης με προζυμωτική εκχύλιση.

3.1 Η κλασική μέθοδος λευκής οινοποίησης

Ξεκινώντας με την παραδοσιακή μέθοδος της λευκής οινοποίησης, μπορούμε να χωρίσουμε την διαδικασία σε έξι διαφορετικά βήματα. Αρχικά, πραγματοποιείται η μεταφορά της πρώτης ύλης στο οινοποιείο. Για την μεταφορά χρησιμοποιούνται πλαστικά τελάρα ή ξύλινα καλάθια μικρού μεγέθους και η όλη διαδικασία πρέπει να είναι όσο το δυνατόν πιο σύντομη και ανέπαφη, ώστε να αποφευχθεί ο κίνδυνος της οξείδωσης. Στην συνέχεια, ακολουθεί ο εκραγισμός ή με άλλα λόγια, η αφαίρεση και απομάκρυνση των βόστρηχων από τις ράγες καθώς και το ήπιο σπάσιμό τους. Έπειτα, μέσω ειδικών αντλιών, οι ελφρρώς σπασμένες ράγες που έχουν πάρει την μορφή σταφυλοπολτού μεταφέρονται στο πιεστήριο. Σήμερα χρησιμοποιούνται κυρίως τα πνευματικά ή πιεστήρια μεμβράνης (Τσακίρης Α., 2017). Στο στάδιο αυτό, πραγματοποιούνται διαδοχικές πιέσεις με διαφορετικά επίπεδα ασκούμενων bar. Από τις διαφορετικές αυτές λοιπόν πιέσεις λαμβάνουμε και τα διαφορετικά κλάσματα του μούστου, με το ποιοτικότερο να είναι αυτό που προέρχεται σχεδόν αποκλειστικά από την πίεση που προκαλείται από το ίδιο το βάρος των ραγών και ονομάζεται πρόρογος. Μετά την πίεση ακολουθεί η απολάσπωση κατά την οποία το γλεύκος εισάγεται σε ειδικές δεξαμενές όπου και παραμένει για κάποιο χρονικό διάστημα σε συνθήκες χαμηλής θερμοκρασίας, περίπου 10 °C. Ως αποτέλεσμα, τα αιωρούμενα σωματίδια με την βοήθεια της βαρύτητας μετακινούνται προς τον πυθμένα της δεξαμενής. Το διαυγές υπερκείμενο υγρό μεταφέρεται σε μία δεύτερη

ανοξειδωτή δεξαμενή στην οποία θα πραγματοποιηθεί και η αλκοολική ζύμωσή του σε θερμοκρασία 14-16 °C. Τέλος, ο οίνος μπορεί να παραμείνει στην παρούσα δεξαμενή ή να τοποθετηθεί σε φυάλες ή και γαλλικά δρύινα βαρέλια για να ωριμάσει.



Εικόνα 7 Η διαδικασία της λευκής οινοποίησης

Πηγή <https://proyectoenologico.wixsite.com/greekblog/single-post/2016/10/25/%CE%B4%CE%B9%CE%B1%CE%B4%CE%B9%CE%BA%CE%B1%CF%83%CE%B9%CE%B1-%CE%BF%CE%B9%CE%BD%CE%BF%CF%80%CE%BF%CE%B9%CE%B7%CF%83%CE%B7%CF%82>

3.2 Μέθοδος λευκής οινοποίησης με προζυμωτική εκχύλιση

Η τεχνική της προζυμωτικής εκχύλισης ή κρυοεκχύλισης, που πραγματοποιείται μετά την έκθλιψη των ραγών και πριν το στάδιο της πίεσης, έχει διάρκεια μερικών ωρών έως και μία ημέρα. Οι χαμηλές θερμοκρασίες, κατά κύριο λόγο μεταξύ των 4 και 15°C, όπως και η ατμόσφαιρα διοξειδίου του άνθρακα, έχουν ως συνέπεια την προσωρινή παύση του μεταβολισμού των ζυμομυκήτων. Η διαδικασία αυτή επηρεάζεται από την ποικιλία που θα χρησιμοποιηθεί, την σοδειά καθώς και την υγιεινή κατάσταση και την τεχνολογική ωριμότητα της πρώτης ύλης (Mihne, 2015). Ο κύριος λόγος για τον οποίο χρησιμοποιείται η προζυμωτική εκχύλιση είναι πως στις συγκεκριμένες συνθήκες και μέσω της επαφής του μούστου με την σταφυλομάζα, επιτυγχάνεται η

εκχύλιση υδατοδιαλυτών ουσιών στο γλεύκος, όπως για παράδειγμα πρόδρομα αρωματικά συστατικά (Cassasa, 2015). Ως αποτέλεσμα, οι λευκοί οίνοι που προκύπτουν από αυτή την τεχνική, έχουν ένα πολύ πιο έντονο ποικιλιακό αρωματικό προφίλ, δηλαδή φρουτώδη και ανθικά χαρακτηριστικά. Επίσης, παρουσιάζουν ένα πιο πλούσιο σώμα και δομή. Σημαντικό είναι επιπλέον το γεγονός πως εκτός από την ρύθμιση της θερμοκρασίας και του χρόνου της κρυσταλλοποίησης πρέπει να γίνει και κατάλληλη χρήση του θειώδους ανυδρίτη όπως και των πηκτινολυτικών ενζύμων ώστε να περιοριστεί η ποσότητα των μη επιθυμητών αρωματικών ενώσεων με φυτική οσμή που ίσως εκχυλιστούν (Sokolowsky, 2015). Από την άλλη μεριά, ένα γεγονός που ίσως μπορεί να θεωρηθεί ως αρνητικό της κρυσταλλοποίησης είναι πως σε ορισμένες περιπτώσεις, στους οίνους στους οποίους έχει εφαρμοστεί η συγκεκριμένη διαδικασία και στην συνέχεια παλαιώνουν, με το πέρασμα του χρόνου, παρατηρείται μία μετατροπή των τυπικών τους αρωμάτων σε βαριά αρώματα.

3.3 Ο παράγοντας των πιέσεων και η θείωση

Επιπλέον, ένα ακόμα σημαντικό στάδιο κατά την λευκή οινοποίηση είναι η θείωση του γλεύκους. Η προσθήκη του θειώδη ανυδρίτη έχει στόχο να προστατέψει το γλεύκο από τις οξειδώσεις και ιδιαίτερο όταν αυτό προέρχεται από λευκά σταφύλια διότι περιέχει πολύ λίγες φαινολικές ενώσεις (Τσακίρης Α., 2017). Ακόμα, ο θειώδης ανυδρίτης προστατεύει το γλεύκος και από της οξειδάσεις, δηλαδή ένζυμα που υπάρχουν στο γλεύκος ή είναι αποτέλεσμα προσβολής από *Botrytis cinerea* και προκαλούν τις οξειδώσεις (Τσακίρης Α., 2017). Η προσθήκη του θειώδη ανυδρίτη πραγματοποιείται όσο πιο γρήγορα γίνεται μετά την παραλαβή του γλεύκους από το πιεστήριο και η ποσότητα που θα προστεθεί κυμαίνεται από 6-12 gr/ HL, ανάλογα με την οξύτητα του γλεύκους και την υγιεινή του κατάσταση (Τσακίρης Α., 2017). Η ποσότητα αυτή διπλασιάζεται στην περίπτωση του metabisulfite αφού η αναλογία metabisulfite/θειώδη ανυδρίτη είναι 2/1.

Ακόμα, ένα από τα στάδια της λευκής οινοποίησης αποτελεί και η πίεση των σταφυλιών. Πιο συγκεκριμένα, στο συγκεκριμένο στάδιο παραλαμβάνεται ο πρόρωγος, δηλαδή η αρχική ποσότητα του γλεύκους που προκύπτει αποκλειστικά

από την πίεση που δημιουργεί η πρώτη ύλη και ύστερα ακολουθούν οι πιέσεις που προκύπτουν λόγω της μηχανικής δύναμης που ασκείται από το εκάστοτε πιεστήριο στα σταφύλια. Στην συνέχεια, ο κάθε παραγωγός θα επιλέξει πόση ποσότητα και ποια από αυτά τα κλάσματα θα χρησιμοποιήσει ώστε να σχηματίσει το χαρμάνι που θα ζυμώσει. Επιπρόσθετα, σημαντικό είναι το γεγονός πως ο πρόρωγος και έπειτα οι πρώτες πιέσεις αποτελούν τα κλάσματα με την υψηλότερη ποιότητα και τα καλύτερα οργανοληπικά χαρακτηριστικά. Ένας από τους λόγους που συμβαίνει αυτό είναι το γεγονός πως το γλεύκος που συλλέγεται πρώτα φιλτράρεται με φυσικό τρόπο καθώς περνάει ανάμεσα από τα στέμφυλα και έτσι είναι περισσότερο απαλλαγμένο από τις γλευκολάσπες και τα στερεά αιωρούμενα συστατικά (Τσακίρης Α., 2017). Συμπερασματικά λοιπόν, μπορούμε να θεωρήσουμε πως ο πρόρωγος και οι πρώτες πιέσεις παρουσιάζουν μικρότερη θολερότητα σε σύγκριση με τα επόμενα κλάσματα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 Τα φαινολικά συστατικά στα λευκά κρασιά

Οι φαινολικές ενώσεις εντοπίζονται στην φύση και έχουν σημαντικό ρόλο στην οινοποίηση διότι μπορούν να επηρεάσουν τόσο το χρώμα όσο και τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του τελικού προϊόντος (Brouillard, 2003). Ο σχηματισμός τους πραγματοποιείται από κάποιον γλυκοζίτη ή από την συμπύκνωση τριών μορίων οξικού οξέος με διάφορους ενδιάμεσους όπως μία χαλκόνη (Jeong,2004). Γενικότερα, τα σταφύλια που παράγονται από τα φυτά του είδους *Vitis vinifera*, παρουσιάζουν αρκετά υψηλή περιεκτικότητα σε φαινολικά συστατικά (Gonzalez-Neves, 2004), η συγκέντρωση και το είδος των οποίων επηρεάζονται από το ίδιο το αμπέλι, το ύψος της παραγωγής, τις τεχνικές που χρησιμοποιούνται κατά την οινοποίηση και τέλος από τις κλιματικές συνθήκες (Gonzalez-Manzano,2003). Τέλος, οι φαινολικές ενώσεις μπορούν να αλλάξουν μορφή με την πάροδο του χρόνου εξαιτίας του pH, της επαφής τους με το οξυγόνο και της θερμοκρασίας.

4.1 Οι δύο μεγάλες ομάδες των φαινολικών

Τα φαινολικά συστατικά μπορούν να επιμεριστούν σε δύο μεγάλες κατηγορίες, τα флаβονοειδή και τα μη флаβονοειδή. Πιο αναλυτικά, τα μη флаβονοειδή είναι μονομοριακές ενώσεις που προέρχονται από το βενζοϊκό, το κινναμωμικό οξύ ή και από άλλες ενώσεις, για παράδειγμα τα στυλβένια και εντοπίζονται στα χυμοτόπια των κυττάρων της σάρκας και του φλοιού του σταφυλιού ως ετεροζίτες ή εστέρες (Singleton, 1978). Από την άλλη μεριά, στα флаβονοειδή φαινολικά συστατικά εντάσσονται οι флаβανόνες, οι κατεχίνες, флаβονόλες οι προαθοκυανιδίνες, οι ανθοκυάνες και οι ταννίνες. Οι ενώσεις αυτές μπορούν να προέρχονται είτε από το σταφύλι, όπως οι флаβονόλες που βρίσκονται στον φλοιό (Wulf & Nagel, 1980, Gonzales-Manzano,2004) και έχουν κίτρινο χρώμα, ή από το ξύλο του βαρελιού και να εκχυλίζονται στο κρασί κατά την παλαίωση, όπως οι флаβανόνες.

4.2 Τα φαινολικά συστατικά στην παραγωγή των λευκών οίνων

Όσο αφορά την παραγωγή των λευκών οίνων, οι φαινολικές ενώσεις που παρουσιάζουν την μεγαλύτερη σημασία είναι οι υδροξυκινναμικές ενώσεις που

ανήκουν στα μη φλαβονοειδή και οι φλαβαντριόλες που ανήκουν στα φλαβονοειδή. Η οξειδωση αυτών των ενώσεων μπορεί να συμβεί τόσο ενζυμικά από οξειδωτικά ένζυμα του σταφυλιού όπως η τυροσινάση, ή και χημικά. Η ενζυμική οξειδωση είναι μία διαδικασία πολύ γρήγορη και συμβαίνει πιο έντονα σε σταφύλια που έχουν προσβληθεί από *Botrytis cinerea* λόγω της ύπαρξης του ενζύλου λακάση. Οι τρόποι αντιμετώπισης της οξειδωσης αυτής είναι η προσθήκη θειώδους ανυδρίτη ή οινολογικών ταννινών. Ακόμα, οι υδροξυκιναμινικές ενώσεις και οι φλαβαντριόλες στην οξειδωμένη τους μορφή μπορούν να προκαλέσουν οργανοληπτικά ελαττώματα στον οίνο λόγω της σύνδεσής του με τις θειόλες και λόγω του φαινομένου Browning, δηλαδή της αλλαγής του χρώματος των λευκών κρασιών σε καφέ.

Οι δύο κύριοι εκπρόσωποι που ανήκουν στις φλαβαντριόλες είναι οι κατεχίνες και οι επικατεχίνες. Οι δύο αυτές ενώσεις παρουσιάζουν ενδιαφέρον στο λευκό κρασί λόγω της υψηλής τάσης τους να αντιδρούν με το οξυγόνο. Η συγκέντρωσή τους στον μούστο κυμαίνεται στα 10-50 mg/L και εξαρτάται από της τεχνικές επεξεργασίας του σταφυλιού, όπως η ένταση της πίεσης, διότι βρίσκονται κυρίως στην φλούδα και στα γίγαρτα. Επίσης, όταν βρίσκονται στην οξειδωμένη τους μορφή αντιδρούν περισσότερο με το διαθέσιμο οξυγόνο και ενώνονται πολύ πιο εύκολα με τις θειόλες, οι οποίες είναι προϊόν των ζυμών σε ποικιλίες με υψηλά ποσοστά θειολών. Ως αποτέλεσμα αυτής της ένωσης, είναι το χάσιμο του αρωματικού χαρακτήρα των θειολών. Ωστόσο, το φαινόμενο αυτό είναι αντιστρέψιμο αφού με την παρουσία της γλουταθειόνης οι οξειδωμένες κατεχίνες και επικατεχίνες ενώνονται μεταξύ τους και αποδεσμεύουν τις αρωματικές θειόλες. Τέλος, στην απλή τους μορφή έχουν πικρό και στυφό χαρακτήρα και ως ενώσεις έχουν στυφό.

Επιπρόσθετα, τα υδροξυκιναμωμικά οξέα αποτελούν το 80% των φαινολικών ενώσεων στα λευκά κρασιά τα οποία δεν έχουν ερθεί καθόλου σε επαφή με την φλούδα του σταφυλιού κατά την οινοποίηση. Τα οξέα αυτά εντοπίζονται στον πολτό των σταφυλιών ως εστέρες του τρυγικού οξέος, στην φλούδα και στα γίγαρτα και η συγκέντρωσή τους είναι περίπου 130 mg/L. Η σημασία τους για τα λευκά κρασιά είναι πως οι ενώσεις αυτές είναι οι πρώτες που θα έρθουν σε επαφή με το οξυγόνο και θα οξειδωθούν, ενώ στον πολτό υπάρχουν και οξειδωτικά ένζυμα που προκαλούν και αυτά την οξειδωσή τους. Ως συνέπεια, τα υδροξυκιναμωμικά οξέα έχουν πολύ

σημαντικό ρόλο για το φαινόμενο Browning. Επιπρόσθετα, η παρουσία γλουταθειόνης και θειώδους ανυδρίτη, προκαλεί την παραγωγή άχρωμων ενώσεων από τα οξειδωμένα υδροξυκιναμωμικά οξέα και αποτρέπει την περαιτέρω οξείδωσή τους, αλλά και άλλων αρωματικών ενώσεων λόγω οξειδωτικών ενζύμων. Ως αποτέλεσμα, μειώνεται σημαντικά το φαινόμενο του Browning και η οξείδωση πολύτιμων αρωματικών ενώσεων για τα λευκά κρασιά.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 Τα ιδιαίτερα εδαφοκλιματικά στοιχεία του αμπελώνα της Σαντορίνης

5.1 Εισαγωγή

Το Ασύρτικο οφείλει την φήμη και την μοναδικότητά του στο ασύγκριτο γεωγραφικό περιβάλλον του νησιού. Όντας ένας από τους γηραιότερους αμπελώνες της χώρας, η ποικιλία Ασύρτικο, το 2017 κάλυπτε τουλάχιστον το 90% των φυτεύσεων δηλαδή τουλάχιστον 7.000 από τα 13.000 στρέμματα συνολικά.

5.2 Το κλίμα

Ένας από τους πυλώνες που σχηματίζουν το terroir της Σαντορίνης είναι το κλίμα της που διαφέρει από πολλές κλασικές αμπελουργικές περιοχές του κόσμου. Ο όρος κλίμα αναφέρεται τόσο στις ουσιαστικές καιρικές συνθήκες, όπως για παράδειγμα η βροχή, όσο και στις συνθήκες που επικρατούν στον κάθε αμπελώνα ξεχωριστά, όπως η εδαφική σύσταση. Ως εκ τούτου, μπορούμε να αριθμήσουμε επτά βασικούς παράγοντες (Gladstones, 1992) που καθορίζουν το κλίμα και επηρεάζουν την αμπελουργία της Σαντορίνης:

- 1) Η μέση θερμοκρασία του Ιανουαρίου,
- 2) Η μέση ετήσια διακύμανση,
- 3) Οι θερμές μέρες,
- 4) Η ετήσια βροχόπτωση,
- 5) Η σχετική υγρασία,
- 6) Ο δείκτης ξηρασίας
- 7) Οι ώρες ηλιοφάνειας
- 8) Οι άνεμοι

Η μέση θερμοκρασία του Ιανουαρίου και η μέση ετήσια διακύμανση είναι δύο κριτήρια που συνθέτουν την έμπνευση για την δημιουργία ενός «ηπειρωτικού οίνου». Με τον όρο αυτό συνδέεται άμεσα το ηπειρωτικό κλίμα, το οποίο θεωρείται ένα από τα ιδανικότερα για την καλλιέργεια της αμπέλου. Η συγκεκριμένη κατηγορία κλίματος είναι τυπική για τις περιοχές της Γαλλίας και χαρακτηρίζεται από χαμηλές θερμοκρασίες τον χειμώνα, ζεστή και ηλιόλουστη άνοιξη που προκαλεί την πρωιμότητα της ποικιλίας και υψηλές θερμοκρασίες το καλοκαίρι (Beeston, 1999). Κατά συνέπεια, όλα τα παραπάνω συμβάλλουν στην παραγωγή ενός προϊόντος με υψηλή ποιότητα, απαλά αρώματα φρούτων και καλά επίπεδα οξύτητας που μπορούν να διατηρηθούν αναλλοίωτα για μεγάλο χρονικό διάστημα. Ωστόσο, αν και το ηπειρωτικό κλίμα θεωρείται από πολλούς το καλύτερο, η Σαντορίνη δεν ανήκει στον κατάλογο των περιοχών που το κατέχουν. Με άλλα λόγια, το κλίμα που επικρατεί στο νησί περιλαμβάνει σχετικά ήπιους χειμώνες με υψηλά επίπεδα βροχοπτώσεων που επιτρέπουν στα πρέμνα να απορροφήσουν και να αποθηκεύσουν την αναγκαία ποσότητα νερού, και μέση θερμοκρασία τους 10°C. Το καλοκαίρι οι θερμοκρασίες είναι εξαιρετικά αυξημένες και επικρατούν μεγάλες περίοδοι ανυδρίας και ηλιοφάνειας (Κωνσταντίνος Λαζαράκης, 2022, << Σαντορίνη και Θηρασιά: Το Κλίμα, τα Οινοποιεία, οι Ποικιλίες και οι Ετικέτες>>).

Στην συνέχεια, οι ώρες ηλιοφάνειας είναι ένας ακόμα βασικός κλιματικός παράγοντας που καθορίζει τον σχηματισμό του τελικού προϊόντος. Κατά την διάρκεια της άνοιξης, τόσο η ζέστη όσο και το φως του ήλιου συμβάλλουν θετικά στην άνθιση, την ανάπτυξη, την γονιμοποίηση και την καρποφορία της αμπέλου (Beeston, 1999). Μία ακόμα σημαντική συμβολή που έχει το ηλιακό φως είναι η θέρμανση του εδάφους. Πιο συγκεκριμένα, με την αύξηση της θερμοκρασίας του εδάφους προωθείται και η παραγωγή της φυτοορμόνης κυτοκίνη που υποκινεί την διαίρεση των φυτικών κυττάρων και έτσι την ανάπτυξη του ριζικού συστήματος. Παράλληλα με την θέρμανση, το μήκος κύματος της άμεσης ηλιακής ακτινοβολίας μπορεί να βοηθήσει το άνθος της αμπέλου να μειώσει την ευαισθησία του στην αυξητική φυτοορμόνη γυβερελλίνη (Beeston, 1999). Επιπλέον, το ηλιακό φως αυξάνει την συσσώρευση των σακχάρων στις ράγες (Beeston, 1999). Ωστόσο, πρέπει να επισημανθεί πως σε περιοχές με υψηλή έκθεση στην ηλιακή ακτινοβολία, όταν η

θερμοκρασία τείνει να μην είναι σταθερή και το ποσοστό υγρασίας να είναι χαμηλό, υπάρχει αρνητική επίδραση στην ανάπτυξη της αμπέλου (Gladstones, 1992).

Επιπρόσθετα, ένα ακόμα κριτήριο που παίρνει μέρος στην ποιοτική σύνθεση του οίνου είναι ο όγκος των ετήσιων βροχοπτώσεων. Αν και τα παλαιότερα χρόνια οι αμπελουργοί θεωρούσαν πως τα ποιοτικότερα και ανώτερα κρασιά δημιουργούνταν κάτω από συνθήκες ξηρασίας και πως οι βροχοπτώσεις και η άρδευση είναι επιζήμιες για τον οίνο, σήμερα οι αντιλήψεις αυτές αναθεωρούνται. Πλέον, οι αμπελουργοί θεωρούν πως τα επίπεδα υγρασίας στις ακραίες τους μορφές, δηλαδή είτε σε πλεόνασμα λόγω υπερβολικών βροχοπτώσεων είτε σε έλλειμμα λόγω ξηρασίας, προκαλούν υπέρμετρο στρες στα αμπέλια και σοβαρές βλάβες (Beeston 1999,). Αποδεικνύεται λοιπόν, ότι πρέπει να υπάρχει μία ισορροπημένη παροχή νερού στον αμπελώνα. Κατ'επέκταση, πιστεύεται πως η καταλληλότερη μέθοδος άρδευσης είναι η στάγδην, μέσω της οποίας μας δίνεται η δυνατότητα παύσης της παροχής περαιτέρω υγρασίας όταν τα αμπέλια παρουσιάσουν ενδείξεις στρες (Beeston, 1999). Επιπλέον, η ακραία παροχή νερού στα αμπέλια μπορεί να συμβεί και μέσω των βροχοπτώσεων είτε κατά την περίοδο της άνθισης και της ωρίμανσης είτε κατά την χειμερινή περίοδο όπου τα πρέμνα είναι επί το πλείστον αδρανή. Και στις δύο αυτές περιπτώσεις, το νερό έχει καταστροφικές ιδιότητες για την παραγωγή (Beeston, 1999). Από την άλλη πλευρά, σε πολύ θερμά κλίματα που επικρατούν συνθήκες ξηρασίας, η υδατική καταπόνηση του φυτού μπορεί να καταλήξει σε φυλλόπτωση και ως εκ τούτου έκθεση των καρπών στην ηλιακή ακτινοβολία. Η υπέρμετρη και ξαφνική αυτή αλλαγή μπορεί να προκαλέσει παύση της ωρίμανσης των καρπών, όταν αυτοί δεν έχουν ωριμάσει πλήρως, κάνοντάς τους ρυτιδωμένους. Όσο αφορά την Σαντορίνη, το κλίμα που επικρατεί στο νησί είναι αντίθετο από αυτό που θεωρείται κατάλληλο για την αμπελοκαλλιέργεια. Με άλλα λόγια, οι βροχοπτώσεις είναι πολύ σπάνιες κατά την διάρκεια της βλάστησης και εάν συμβούν, θα σημειωθούν μόνο την χειμερινή περίοδο. Με στόχο λοιπόν οι παραγωγοί να μπορέσουν να ανταπεξέλθουν σε αυτές τις διαφορετικές συνθήκες, καθιέρωσαν ορισμένες νέες πρακτικές.

Ειδικότερα, κατά τον μήνα Δεκέμβριο, πραγματοποιείται το πρώτο όργωμα των καλλιεργειών που ονομάζεται <<νιατό>>, μέσω του οποίου αφαιρούνται τα

επιφανειακά ζιζάνια και στο έδαφος ενσωματώνονται φύλλα και τμήματα κλιματίδων με σκοπό την ενίσχυση του αερισμού. Εκτός όμως από την καλυτέρευση του αερισμού, τα φύλλα και οι κλιματίδες εμπλουτίζουν μέσω της αποσύνθεσής τους το έδαφος με διάφορα αναγκαία θρεπτικά στοιχεία, όπως το άζωτο, αυξάνοντας έτσι την γονιμότητά του και προετοιμάζοντάς το να απορροφήσει την υγρασία από τις χειμερινές βροχοπτώσεις (Κουράκου-Δραγώνα, 1995). Ύστερα από το πρώτο όργωμα, οι αμπελουργοί δημιουργούν ειδικά ανοίγματα στο έδαφος που έχουν σχήμα ανεστραμμένης πυραμίδας και βάθος περίπου δεκαπέντε εκατοστά, ώστε να δημιουργηθούν αποθήκες από τον βρόχινο νερό σε μικρότερη απόσταση από το ριζικό σύστημα. Στην συνέχεια, ακολουθεί το δεύτερο όργωμα που γίνεται τον μήνα Φεβρουάριο ή Μάρτιο που ονομάζεται <<δίβλο>>. Το όργωμα αυτό, συμβαίνει πριν ανοίξουν οι οφθαλμοί και αποσκοπεί στην αφράτευση του χώματος στο οποίο λόγω των βροχών έχουν δημιουργηθεί συσσωματώματα. Το τελευταίο και άκρως απαραίτητο όργωμα που συντελεί στην γονιμότητα και τον αερισμό του εδάφους, πραγματοποιείται κατά την περίοδο του Απριλίου και του Μαΐου, όταν δηλαδή οι καινούργιοι βλαστοί έχουν μήκος δέκα με πενήντα εκατοστά, και ονομάζεται <<τριαλέτρι>>.

Εκτός όμως από τα οργώματα οι αμπελουργοί έχουν καθιερώσει και άλλες τεχνικές με στόχο να συλλέξουν και να διατηρήσουν όσο περισσότερο βρόχινο νερό γίνεται. Δύο από τις τεχνικές αυτές είναι η δημιουργία αναβαθμίδων όπως και η φύτευση των πρέμνων με μεγάλες ενδιάμεσες αποστάσεις, ώστε να μην υπάρχει ανταγωνισμός για την απορρόφηση του νερού (Κουράκου-Δραγώνα, 1995).



Εικόνα 4 Αναβαθμίδες

Πηγή:<https://www.greekgastronomyguide.gr/item/ampelone-s-santorini/>

Πέρα από τις βροχοπτώσεις, ένας ακόμα βασικός παράγοντας που επιδρά στο υδατικό στρες είναι η σχετική υγρασία. Η σχετική υγρασία εκφράζει τον λόγο της περιεκτικότητας ενός όγκου αέρα σε πραγματική ποσότητα υδρατμών προς την ποσότητα που θα έπρεπε να είχε ο ίδιος όγκος αέρα στην ίδια θερμοκρασία ώστε να υπάρχει κορεσμός. Δεδομένου αυτού, η σχετική υγρασία μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ένας δείκτης για την εξατμιστική ικανότητα του αέρα και το υδατικό στρες στα αμπέλια (Beeston, 1999). Σε κλίματα που είναι ιδιαίτερα ξηρά, ακόμα και αν η άρδευση της αμπελοκαλλιέργειας είναι η μέγιστη, τα πρέμνα δεν μπορούν να απορροφήσουν και να συγκρατήσουν την υγρασία λόγω της αυξημένης διαπνοής που πραγματοποιούν τα στομάτια των φύλλων. Ως αποτέλεσμα, τα στομάτια παραμένουν κλειστά για να αποφευχθεί το χάσιμο της υγρασίας και έτσι, τα επίπεδα της φωτοσύνθεσης μηδενίζονται κατά τις πρωινές ώρες της ημέρας. Ακόμα, όσο αυξάνεται η σχετική υγρασία τόσο αυξάνεται και η ποσότητα του καλίου που απορροφούν τα αμπέλια από το εδαφικό διάλυμα, με συνέπεια να μειωθεί η φρεσκάδα του τελικού προϊόντος και να αυξηθεί ο κίνδυνος οξείδωσης. Στην περίπτωση του νησιού της Σαντορίνης, η αμπελοκαλλιέργεια ευνοείται ιδιαίτερω από την υψηλή σχετική υγρασία σε συνδυασμό με τις υψηλές θερμοκρασίες. Ωστόσο, οι συγκεκριμένες κλιματικές συνθήκες ευνοούν και την ανάπτυξη μυκητολογικών ασθενειών. Αυτό το πρόβλημα όμως λύνεται χάρη στα μελτέμια που αρχίζουν τον Μάιο, έχοντας μεγάλη συχνότητα και μικρή διάρκεια. Αυτός ο χαρακτήρας συνεχίζει μέχρι και το τέλος Ιουνίου, ενώ από εκείνη την χρονική περίοδο και έπειτα στο νησί υπάρχει τις περισσότερες φορές ομίχλη, η οποία προσφέρει στα αμπέλια την απαραίτητη υγρασία (Roussos, 2006).

Μεταξύ των άλλων, η Σαντορίνη είναι ένα από τα νησιά των Κυκλάδων που ο παράγοντας του ανέμου έχει σημαντικό ρόλο για τους αμπελουργούς. Οι άνεμοι μπορούν να έχουν τόσο ευεργετικές όσο και καταστροφικές ιδιότητες για τα

πρέμνα. Οι ήπιοι άνεμοι και η ανακύκλωσή τους είναι απαραίτητοι διότι αποτελούν θερμορυθμιστικό παράγοντα, προωθούν την επικονίαση και τη γονιμοποίηση και απομακρύνουν την περιττή υγρασία από τα φύλλα ύστερα από τις βροχοπτώσεις, προστατεύοντας με αυτόν τον τρόπο την άμπελο από την ανάπτυξη μυκητολογικών ασθενειών. Επίσης, οι ήπιοι σταθεροί άνεμοι με δυτικό προσανατολισμό, προκαλούν την υψηλή συγκέντρωση σακχάρων και οξέων στην ράγα (Cobb, 2005). Στην Σαντορίνη, οι άνεμοι που υπερισχύουν είναι πολύ δυνατοί με κατεύθυνση τον Βορρά και μπορούν να υπερβούν τα 9 μποφόρ. Συνεπώς, είναι συχνό φαινόμενο να σπάνε και να αφαιρούνται εξολοκλήρου οι νέοι βλαστοί από τα πρέμνα κατά την άνοιξη, όπως και να αποκολλούνται τα άνθη από τα φυτά κατά την διάρκεια της ανθοφορίας. Στην διάρκεια των καλοκαιρινών μηνών οι ισχυροί άνεμοι προκαλούν την ρήξη ολόκληρης της σταφυλής στο έδαφος ή την αφαίρεση από αυτή ενός μεγάλου αριθμού ραγών. Ένα ακόμα αρνητικό των δυνατών ανέμων είναι πως παρασέρνουν μικρά κομμάτια εδάφους και πετραδάκια, που την περίοδο του ανοίγματος των οφθαλμών, προκαλούν τραύματα ή νέκρωση των τελευταίων και ελάττωση της παραγωγής. Εξαιτίας αυτού, εδώ και πολλά χρόνια οι παραγωγοί έχουν επιλέξει να χρησιμοποιούν ένα σχήμα διαμόρφωσης που θυμίζει καλάθι. Πιο συγκεκριμένα, στρέφουν τις κληματίδες με κυκλική φορά ώστε να δημιουργηθεί ένα προστατευτικό τοίχος που στο εσωτερικό του θα αναπτυχθούν τα τσαμπιά.

5.3 Το έδαφος

Αν και το κλίμα αποτελεί ένα βασικό στοιχείο που συνθέτει το *terroir* μια περιοχής, το έδαφος είναι ένας ακόμη παράγοντας που επιδρά όχι μόνο στην ανάπτυξη και την υγεία του φυτού αλλά και στην ποιότητα του τελικού προϊόντος. Ο όρος έδαφος επηρεάζεται από τρεις συνιστώσες, το υπέδαφος, δηλαδή το μητρικό πέτρωμα, την τοπογραφία και τις κλιματικές συνθήκες που μπορούν να διαφοροποιήσουν την σύσταση και εξέλιξή του.

Για την αμπελοκαλλιέργεια ένα ιδανικό έδαφος θεωρείται αυτό που παρουσιάζει ισορροπία ανάμεσα στην περιεκτικότητα σε οργανικά και ανόργανα στοιχεία, έχει καλή δομή και επιτρέπει στο φυτό να αναπτύξει ένα βαθύ ριζικό σύστημα ώστε να

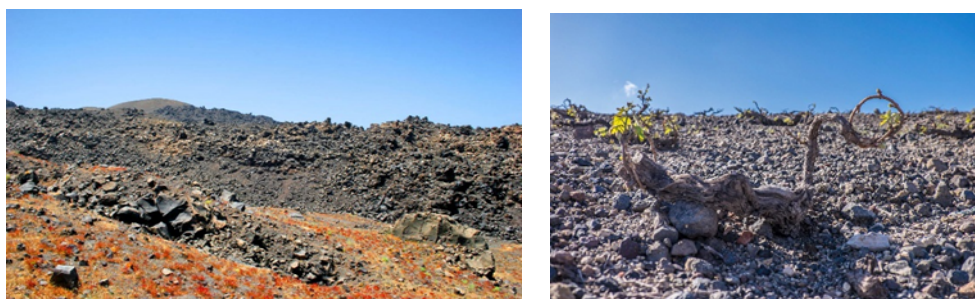
μπορέσει να απορροφήσει την απαραίτητη υγρασία και θρεπτικά συστατικά (Beeston, 1999). Τα εδάφη ανάλογα με την χημικές τους ιδιότητες μπορούν να χωριστούν σε αλκαλικά, έχουν pH μεγαλύτερο του 7, ουδέτερα, έχουν pH γύρω στο 7 και όξινα, έχουν pH μικρότερο από το 7. Εξαιτίας αυτής της κατηγοριοποίησης, αλλάζει και η Ικανότητα Ανταλλαγής Κατιόντων, η οποία εκφράζει το πόσο εύκολα αποκολλούνται τα κατιόντα από τα εδαφικά κolloειδή ώστε να εισέλθουν στο εδαφικό διάλυμα. Πιο συγκεκριμένα, στα όξινα εδάφη παρατηρείται μία υπεροχή των ελεύθερων υδρογόνων και μικρή συγκέντρωση σε θρεπτικά στοιχεία. Αντίθετα, στα βασικά εδάφη κυριαρχούν τα ιόντα μετάλλων και η συγκέντρωση των θρεπτικών είναι υψηλή.

Εκτός από τις χημικές ιδιότητες, τα εδάφη εκπληρώνουν δύο βασικές ανάγκες της αμπέλου. Πρώτον, προσδίδουν φυσική στήριξη στα φυτά και μέσω του υποστρώματος τους προσφέρουν τα απαραίτητα θρεπτικά συστατικά. Για την ανάπτυξη του αμπελιού είναι αναγκαία το φως, το νερό, ο αέρας καθώς και δεκαεφτά ανόργανα στοιχεία, ο άνθρακας, το οξυγόνο, το υδρογόνο, το άζωτο, το κάλιο, ο φώσφορος, το ασβέστιο, το θείο, το χλώριο, ο χαλκός, το κοβάλτιο, ο σίδηρος, το μολυβδαίνιο, ο ψευδάργυρος, το μαγγάνιο, ίχνη βορίου και το νάτριο. Από αυτό λοιπόν προκύπτει πως σε πολύ γόνιμα εδάφη η άμπελος έχει την δυνατότητα να σχηματίσει ένα πολύ βαθύ ριζικό σύστημα, να δημιουργήσει πυκνό φυλλικό τοίχος και να δώσει υψηλές παραγωγές σε σταφύλια. Απεναντίας, σε φτωχά εδάφη με μικρότερο πορώδες, η ποσότητα του νερού που συγκρατείται είναι χαμηλότερη, προκαλώντας έτσι στο αμπέλι υδατικό στρες και τροφopenίες.

Στην Σαντορίνη, η σύσταση του εδάφους άλλαξε ριζικά ύστερα από την ηφαιστειακή έκρηξη που συνέβη το 1.613 π.Χ. Έκτοτε, σε όλη την έκταση του νησιού αποτέθηκαν μεγάλες ποσότητες ηφαιστειακής τέφρας, ηφαιστειακής άμμου, κομμάτια λάβας και ελαφρόπετρα. Το μητρικό πέτρωμα λοιπόν του εδάφους που σχηματίστηκε στην Θηραϊκή Γη ή Κίσηρις, αποτελείται στο μεγαλύτερο μέρος του, πάνω από το 60%, από οξειδία του πυριτίου και άλλα μέταλλα όπως ο σίδηρος. Επιπλέον, το έδαφος της Σαντορίνης παρουσιάζει υψηλή σκληρότητα και συνεκτικότητα, κάνοντας αδύνατη την ανάπτυξη ριζικού συστήματος από τα φυτά, με εξαίρεση το αμπέλι και τις συκιές (Κουράκου-Δραγώνα). Μερικά ακόμα χαρακτηριστικά του συγκεκριμένου εδάφους

είναι η όξινη φύση του, η πολύ χαμηλή περιεκτικότητά του σε κάλιο, που προσδίδει στους οίνους την τυπική έντονη οξύτητά τους και η έλλειψη σε άζωτο και οριακά σε φώσφορο. Ως εκ τούτου, παλαιότερα χρησιμοποιούνταν φυτικά υπολείμματα, όπως φύλλα, με στόχο τον εμπλουτισμό του εδάφους. Σήμερα, την θέση τους έχουν πάρει τα λιπάσματα. Επιπλέον, είναι σημαντικό να αναφερθεί πως το έδαφος του νησιού παρουσιάζει ελαφριά σύσταση και είναι επί το πλείστον αμμώδης. Σε πολύ λίγα μόνο σημεία, εξαιτίας του ασβεστόλιθου που υπήρχε στο αρχικό έδαφος, η σύσταση είναι αμμοπηλώδες.

Τέλος, κύριο χαρακτηριστικό ενός εδάφους αποτελεί και η γονιμότητά του ή με άλλα λόγια η δυναμική του αγρού να θρέψει επαρκώς τα φυτά. Η πολύ υψηλή γονιμότητα σε συνδυασμό με την υπέρμετρη περιεκτικότητα σε οργανική ουσία, έχει ως αποτέλεσμα την ανθόρροια, την ανάπτυξη μεγάλου αριθμού βλαστών, την υψηλή απόδοση σε παραγωγή που ωστόσο λόγω της αραιώσης της ράγας, έχει χαμηλή ποιότητα, φτωχό χρώμα και λιγότερα σάκχαρα. Το έδαφος της Σαντορίνης χαρακτηρίζεται από μικρή γονιμότητα με ποσοστό περιεκτικότητας σε οργανική ουσία λιγότερο από 1% (Roussos, 2006).



Εικόνα 5 Το έδαφος της Σαντορίνης

Πηγή: <https://www.greeka.com/cyclades/santorini/sightseeing/santorini-volcano/geology/>,
<https://www.volcanicwinesinternational.com/greecesantorini>

5.4 Η τοπογραφία

Την τελική συνιστώσα της σύνθεσης των αμπελώνων της Σαντορίνης, αποτελεί η τοπογραφία του νησιού. Οι περισσότεροι αμπελώνες είναι εγκατεστημένοι στις

πλαγιές της καλντέρας, έχουν δυτικό προσανατολισμό και μέγιστο υψόμετρο περίπου 300-350 μέτρα.

5.5 Η σημασία του terroir και η ποικιλία Ασύρτικο

Όπως αναφέρθηκε και στις παραπάνω παραγράφους το terroir αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα συστατικά για την σύνθεση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών μια ποικιλίας και κατ'επέκταση και του οίνου. Ειδικότερα, όσο αφορά τις ελληνικές οινοποιήσιμες ποικιλίες αμπέλου, το Ασύρτικο είναι ίσως εκείνη που συνδέεται πιο άμεσα με την επίδραση του terroir. Με άλλα λόγια, λόγω των ιδιαίτερων συνθηκών που επικρατούν στο νησί της Σαντορίνης και με βάση των οποίων καλλιεργείται και πωλείται η ποικιλία και οι οίνοι που προέρχονται από αυτή, το Ασύρτικο έγινε ίσως η πρώτη ποικιλία στην Ελλάδα, όπου η οικονομική της αξία, η προώθηση και τα χαρακτηριστικά της, συνδέονται κύρια με το terroir (<https://winesofgreece.org/el/varieties/%CE%B1%CF%83%CF%8D%CF%81%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%BF/>).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 Τα χωριά της Σαντορίνης και τα χαρακτηριστικά του Ασύρτικου

Όπως έχει ήδη προαναφερθεί, το terroir και η τοπογραφία αποτελούν δομικά στοιχεία για την σύνθεση των οργανοληπτικών χαρακτηριστών ενός κρασιού. Για αυτόν τον λόγο, είναι απαραίτητο να αναφερθούν κάποια στοιχεία για τα κυριότερα χωριά της Σαντορίνης και το στυλ των οίνων που παράγεται στο κάθε ένα.

Αρχικά, το Μεγαλοχώρι μαζί με το χωριό Βούρβουλος παρουσιάζουν το υψηλότερες θερμοκρασίες, με τους αμπελώνες να βρίσκονται σε νότια έκθεση στον ήλιο. Το έδαφος είναι πεδινό και η ισχύ του ανέμου προστατεύει τα αμπέλια από την περίσσεια υγρασία, ασθένειες, εξασφαλίζοντας την υψηλή ποιότητα της πρώτης ύλης. Οι οίνοι που παράγονται στην συγκεκριμένη περιοχή χαρακτηρίζονται από γεμάτο σώμα, δυνατότητα παλαίωσης, όξινα αρώματα με έντονο το μέλι, τα αμυγδαλωτά, το βούτυρο και την μεταλλικότητα (Υ.Κarakasis, 2016).

Έπειτα, το χωριό Βούρβουλος χαρακτηρίζεται και αυτό από υψηλές θερμοκρασίες, αμπελώνες με βορειοανατολική έκθεση στον ήλιο, χαμηλό υψόμετρο και την παρουσία ενός βουνού που λειτουργεί ως ασπίδα των αμπελιών από τους ανέμους. Το ιδιαίτερο terroir της Σαντορίνης εκφράζεται κύρια μέχρι το σημείο όπου εδρεύει το οινοποιείο Vassaltis Vineyards, ενώ τα σταφύλια για την οινοπαραγωγή προέρχονται και από διαφορετικές περιοχές του νησιού. Οι οίνοι από το συγκεκριμένο χωριό, αποτελούνται από μία ήπια τανινότητα, έντονα αρώματα πυρηνόκαρπων φρούτων και βοτάνων (Υ.Κarakasis, 2016).

Ακόμα, η ερεύτερη περιοχή της Θήρας αν και προσφέρει πολύ καλή έκθεση των αμπελώνων στην ηλιακή ακτινοβολία και υψηλή κυκλοφορία του αέρα, η ωρίμανση των σταφυλιών είναι όψιμη σε σύγκριση με τις περιοχές Οία και Βούβουλος. Οι οίνοι από την Θήρα συνθέτονται από γλυκά αρώματα μαρμελάδας πορτοκαλιού, μελιού, κρεμ μπρουλέ και λευκού πιπεριού (Υ.Κarakasis, 2016).

Στην συνέχεια, η περιοχή Οία βρίσκεται στην βόρεια πλευρά του νησιού και είναι πολύ ευάλωτη τόσο σε ανέμους με βόρειο προσανατολισμό που προέρχονται από την θάλασσα, όσο και σε ανέμους με νότιο προσανατολισμό που προέρχονται από τα βουνά του νησιού. Το έδαφος της περιοχής είναι στο μεγαλύτερο ποσοστό πεδινό και

η ωρίμανση της πρώτης ύλης είναι πρώιμη. Οι οίνοι της περιοχής παράγονται από σταφύλια που μπορεί να προέρχονται και από άλλες τοποθεσίες του νησιού και έχουν έναν τυπικό χαρακτήρα των κρασιών της Σαντορίνης, με έντονη οξύτητα και ήπια πικράδα (Υ.Karakasis, 2016).

Τέλος, ο Πύργος Καλλίστης αποτελείται από πολλές διάσπαρτες περιοχές, με αμπελώνες με νότια έκθεση στον ήλιο που βρίσκονται σε υψόμετρο 200-300 μέτρων. Η ωρίμανση των σταφυλιών γίνεται όψιμα και οι οίνοι χαρακτηρίζονται από ορυκτό, φινετσάτο στυλ, με αρώματα βερίκοκου, εξωτικών φρούτων και μεταλλικότητα (Υ.Karakasis, 2016).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 Η αγορά του κρασιού της Σαντορίνης

7.1 Εισαγωγή

Η Σαντορίνη αποτελεί εδώ και πολλά χρόνια την κορωνίδα στην αγορά κρασιού στην Ελλάδα. Οι οίνοι της Σαντορίνης και πιο συγκεκριμένα το Ασύρτικο είναι ίσως το γνωστότερο κρασί του ελληνικού αμπελώνα. Η επιτυχία αυτή, οφείλεται στην υψηλή ποιότητα και τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του προϊόντος, αλλά αυτό αποτελεί ένα μόνο κομμάτι πίσω από την φιλοσοφία της πώλησης.

7.2 Η σημασία του Μάρκετινγκ

Ένα από τα σημαντικότερα συστατικά που στήριξαν την φήμη και την αυξανόμενη ζήτηση του Ασύρτικου, είναι το μάρκετινγκ. Σύμφωνα με την Αμερικάνικη Ένωση Μάρκετινγκ, με τον όρο <<Μάρκετινγκ>> χαρακτηρίζεται η δραστηριότητα, το σύνολο των θεσμών και διαδικασιών για την δημιουργία, επικοινωνία, διάθεση και ανταλλαγή προσφορών που έχουν αξία για τους αγοραστές, πελάτες, συνεργάτες και την κοινωνία γενικότερα. Ως εκ τούτου, διαπιστώνεται πως η επιτυχία των παραγωγών της Σαντορίνης να διατηρούν σε σταθερά και αυξανόμενα επίπεδα τις πωλήσεις τους οφείλεται στην διαφήμιση του ίδιου του νησιού, στην ιστορία του και το ξεχωριστό terroir. Αυτά παρουσιάζουν μία ξεκάθαρη εικόνα στους καταναλωτές για τα υψηλά ποιοτικά κριτήρια του Ασύρτικου και το καθιστούν ανταγωνιστικό και διαφορετικό ανάμεσα στα υπόλοιπα προϊόντα του τομέα του.

7.3 Ο παράγοντας της καταναλωτικής συμπεριφοράς

Το νησί της Σαντορίνης ήταν ανέκαθεν συνδεδεμένο στο μυαλό των τουριστών, οινοτουριστών και των λατρών του κρασιού για την εντυπωσιακή του καλντέρα και την μοναδική του ομορφιά. Μέσα λοιπόν από αυτό το πρίσμα γίνεται κατανοητό πως η περιοχή παραγωγής του Ασύρτικου είναι ένας ακόμα θετικός παράγοντας για την προώθησή του, αφού σχετίζεται άμεσα με την αντίληψη του καταναλωτή και το πως αυτός αντιλαμβάνεται το προϊόν.

Σε αυτό το σημείο πρέπει να τονιστεί πως οι ονομασίες προέλευσης ενισχύουν ακόμα περισσότερο την θετική στάση του καταναλωτή που αναφέρθηκε παραπάνω. Σύμφωνα με τον Κανονισμό (ΕΚ)479/08 του Συμβουλίου για την κοινή οργάνωση της αμπελοοινικής αγοράς, την τροποποίηση των καν. (ΕΚ)αριθ. 1782/03, (ΕΚ)αριθ. 1290/05, (ΕΚ)αριθ. 3/08 και την κατάργηση των καν.(ΕΟΚ)αριθ. 2392/86 και (ΕΚ) αριθ. 1493/99, με τον όρο Προστατευόμενη Ονομασία Προέλευσης/ΠΟΠ, εννοείται ένα προϊόν και στην συγκεκριμένη περίπτωση ένας οίνος, που περιγράφεται από την ονομασία μιας περιοχής, μίας συγκεκριμένης τοποθεσίας ή σπάνια μίας χώρας. Με σκοπό να αποκτήσει ένας οίνος αυτόν τον χαρακτηρισμό πρέπει να τηρεί ορισμένες προϋποθέσεις, δηλαδή, η ποιότητα και τα γνωρίσματά του να οφείλονται κύρια στο ιδιαίτερο γεωγραφικό περιβάλλον, τα σταφύλια που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή του να προέρχονται μόνο από αυτή την γεωγραφική ζώνη, όλες οι διαδικασίες παραγωγής και εμφιάλωσης να πραγματοποιούνται στην συγκεκριμένη γεωγραφική ζώνη και να χρησιμοποιούνται αποκλειστικά ποικιλίες αμπέλου του είδους *Vitis vinifera*. Στην περίπτωση λοιπόν του Ασύρτικου η σήμανση της Προστατευόμενη Ονομασία Προέλευσης προσφέρει στους καταναλωτές το αίσθημα της σιγουριάς και της ασφάλειας τόσο για την αυθεντικότητα όσο και την ποιότητά του, διότι γνωρίζουν πως θα αγοράσουν ένα πιστοποιημένο κρασί, τα χαρακτηριστικά του οποίου αντικατοπτρίζουν μία τοποθεσία μοναδική σε όλο τον κόσμο.

Παράλληλα φυσικά με την σήμανση ΠΟΠ δεν θα μπορούσε να παραληφθεί η αναφορά του ίδιου του *terroir* της Σαντορίνης, που αποτελεί και το κυριότερο ανταγωνιστικό της πλεονέκτημα. Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Οίνου και Αμπέλου, η έννοια του *terroir* αναφέρεται στο σύνολο των αλληλεπιδράσεων ανάμεσα στους κύριους παράγοντες ενός οικοσυστήματος, όπως οι κλιματικές συνθήκες, η ποικιλία και το υποκείμενο της αμπέλου, που συμβαίνουν σε ένα τόπο γεωγραφικά οριοθετημένο, σε συνδυασμό με τις αμπελουργικές και αμπελοκομικές πρακτικές που εφαρμόζονται. Παρατηρώντας τον ορισμό αυτό, γίνεται αντιληπτό πως η Σαντορίνη, λόγω της ηφαιστειακής έκρηξης και της δημιουργίας ενός εδάφους με υψηλή περιεκτικότητα σε τέφρα, άμμο και στοιχεία όπως ο σίδηρος (*Wines of Greece, Ηφαιστειακά αμπελοτόπια*

<https://winesofgreece.org/el/articles/%CE%B7%CF%86%CE%B1%CE%B9%CF%83%CF%84%CE%B5%CE%B9%CE%B1%CE%BA%CE%AC->

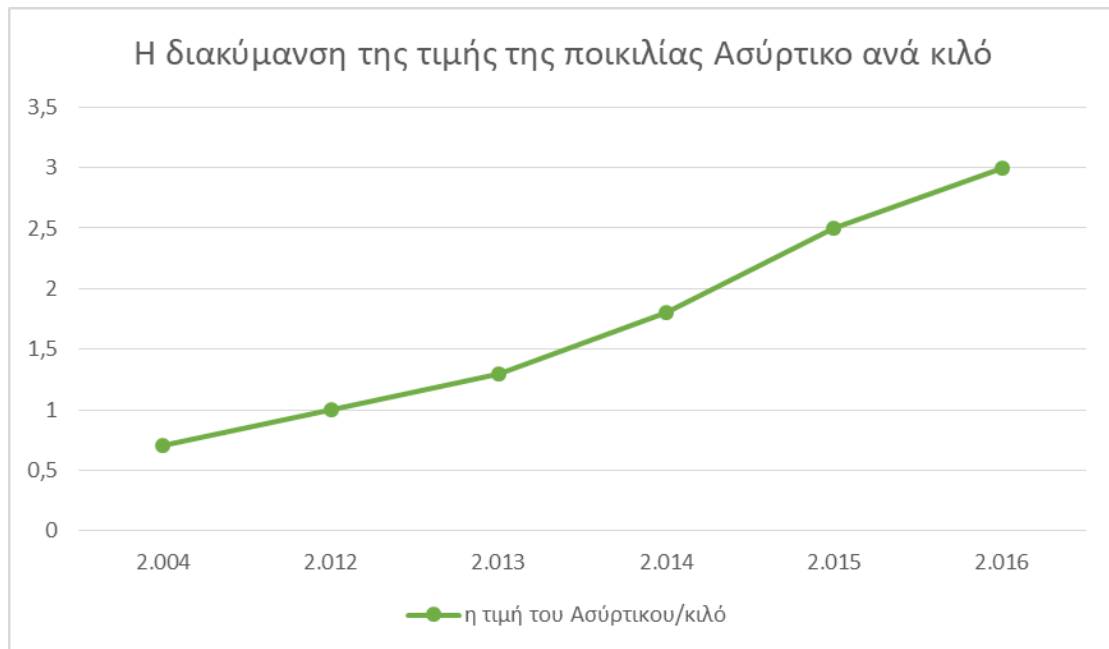
[%CE%B1%CE%BC%CF%80%CE%B5%CE%BB%CE%BF%CF%84%CF%8C%CF%80%CE%B9%CE%B1/](https://winesofgreece.org/el/articles/%CE%B1%CE%BC%CF%80%CE%B5%CE%BB%CE%BF%CF%84%CF%8C%CF%80%CE%B9%CE%B1/)), παράγει το Ασύρτικο, έναν οίνο με ξεχωριστά γευστικά χαρακτηριστικά που εξάπτουν την περιέργεια στους καταναλωτές και τους δελεάζουν να το δοκιμάσουν.

7.4 Η πλευρά των παραγωγών

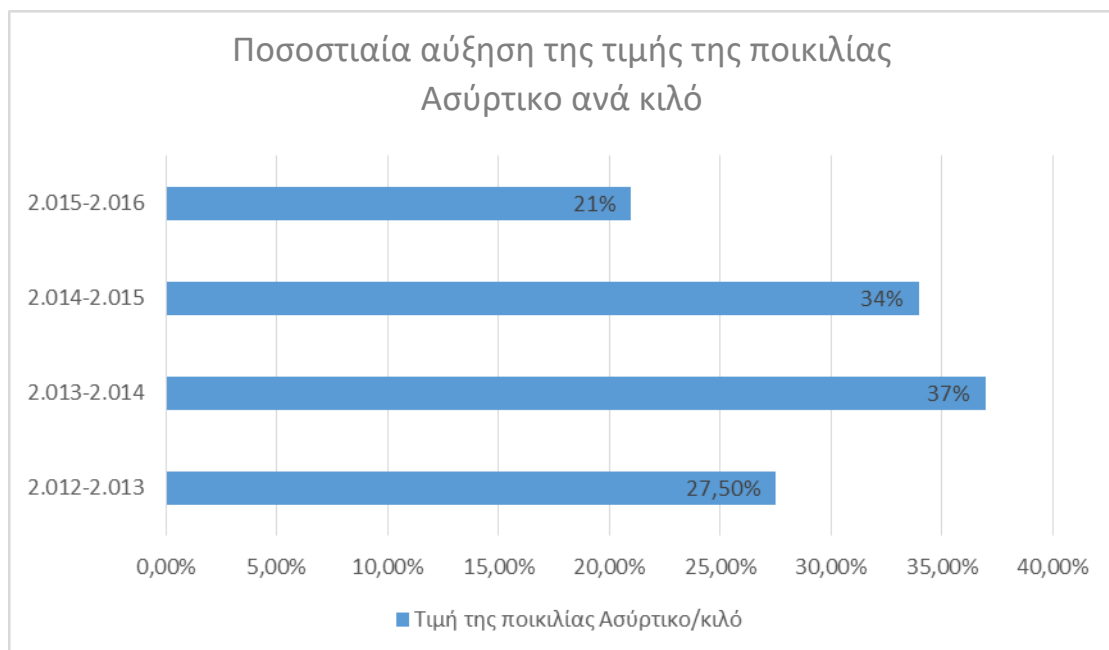
Πέρα όμως από την πλευρά των καταναλωτών, μεγάλο ενδιαφέρον παρουσιάζει και η οπτική γωνία των ίδιων των παραγωγών. Έως το 2009 ο αριθμός των οινοποιείων που έδρευαν στην Σαντορίνη υπολογιζόταν στα 13 ενώ σήμερα έχουν αυξηθεί στα 18, μία άνοδος της τάξης του 38% σε σύγκριση με την δεκαετία που πέρασε (The Crunghy grape, 2017, Μια ανάλυση της αγοράς του Ασύρτικου και των οίνων Σαντορίνη ΠΟΠ) .

Παρόλα αυτά όμως, δεν παρατηρείται το ίδιο φαινόμενο και στις καλλιεργούμενες εκτάσεις της αμπέλου. Με άλλα λόγια, σημειώνεται μία σταδιακή μείωση της αμπελοκαλλιέργειας όσο περνάνε τα χρόνια, αφού το 1970 η εκτάση της αμπελοκαλλιέργειας υπολογιζόταν στα 22.000 στρέμματα, το 1999 στα 15.000 στρέμματα (Δανέζης, 2001) και σήμερα περίπου στα 13.000 στρέμματα με απόδοση παραγωγής τα 300-350 κιλά/στρέμμα.

Ένας από τους σημαντικότερους λόγους που συμβαίνει αυτό είναι τα υψηλά έξοδα παραγωγής του Ασύρτικου. Ειδικότερα, το εργατικό κόστος, η αξία της γης και της πρώτης ύλης είναι αισθητά πιο αυξημένη σε σύγκριση με περιοχές της υπόλοιπης Ελλάδας. Μάλιστα, το εμπόδιο αυτό γίνεται ακόμα πιο ξεκάθαρο όταν αναλογιστεί κανείς πως το 2004 η αξία του σταφυλιού της ποικιλίας Ασύρτικο ανερχόταν στα 0,70€ ανά κιλό, σύμφωνα με τον Οινικό Συνεταιρισμό του νησιού (Santo Wines), το 2012 στο 1,00€ ανά κιλό, ενώ το 2016 η αξία της πρώτης ύλης άγγιξε τα 2,70 με 3,00€ το κιλό. Στην αγορά λοιπόν του Ασύρτικου, παρατηρήθηκε μία κατακόρυφη αύξηση της τάξης του 285% στην αξία του, ανάμεσα στις χρονιές 2012-2016, που είχε ως επακόλουθο και την άνοδο της τιμής της φιάλης.



Σχήμα 2.1 Η διακύμανση της τιμής της ποικιλίας Ασύρτικο ανά κιλό για το χρονικό διάστημα 2004-2016.



Σχήμα 2.2 Ποσοστιαία αύξηση της τιμής της ποικιλίας Ασύρτικο για το χρονικό διάστημα 2012-2016.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8 Τεχνικές και μέθοδοι ανάλυσης του οίνου

8.1 Ανάλυση FTIR

Μεγάλο ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι αναλύσεις που χρησιμοποιούνται για την ανάλυση και την μελέτη των οίνων και των χαρακτηριστικών τους. Πιο συγκεκριμένα, τα τελευταία χρόνια έχει αρχίσει και χρησιμοποιείται ευρέως η τεχνική της FTIR ή Φασματοσκοπία υπέρυθρου μετασχηματισμού Fourier, η οποία αποτελεί μία γρήγορη μέθοδο που δεν απαιτεί διαλύτες, ούτε ιδιαίτερη επεξεργασία των δειγμάτων πριν από την ανάλυσή τους και καλύπτει την περιοχή του άπω υπέρυθρου.

8.2 Η υπέρυθρη ακτινοβολία

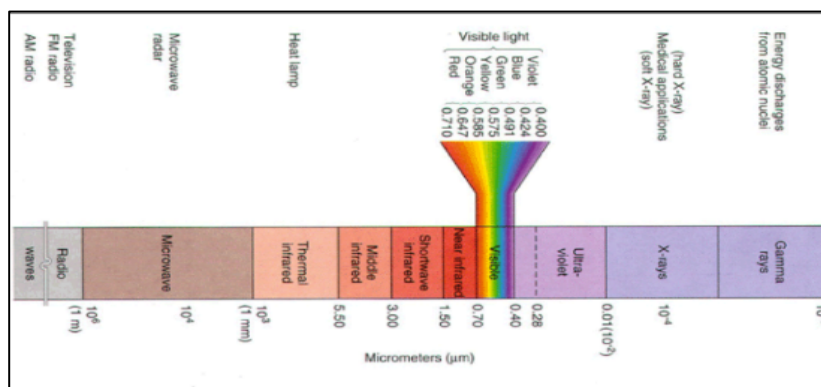
Αναλυτικότερα, η περιοχή του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος που καλύπτεται από την υπέρυθρη ακτινοβολία αντιστοιχεί στο διάστημα που ξεκινάει από το τέλος του ορατού φάσματος έως και την περιοχή που συναντώνται τα μικροκύματα. Ειδικότερα, προσδιορίζεται από τα 0,78 μm μέχρι και τα 300 μm . Επιπρόσθετα, η συγκεκριμένη περιοχή χωρίζεται σε τρία διαφορετικά διαστήματα.

Διάστημα:	Μήκος κύματος (μm):	Κυματαριθμός (cm^{-1})
Εγγύς υπέρυθρο (NIR)	0,8-2,5 μm	14.000-4.000 cm^{-1}
Μέσο υπέρυθρο (MIR)	2,5-25 μm	4000-400 cm^{-1}
Άπω υπέρυθρο (FIR)	25-300 μm	400-10 cm^{-1}

Πίνακας 1 Τα διαστήματα της υπέρυθρης ακτινοβολίας και η αντιστοίχησή τους με την ανάλογη περιοχή μήκους κύματος και κυματαριθμού.

Στην περιοχή του εγγύς υπέρυθρου εξετάζονται οι υπερτονικές και οι αρμονικές δονήσεις ή συνδυασμός αυτών. Στην περιοχή του μέσου υπέρυθρου μελετώνται οι βασικές αλλαγές που παρουσιάζονται στην δόνηση των μορίων και οφείλονται στην

απορρόφηση ακτινοβολίας. Στην περιοχή του άπω υπέρυθρου, παρατηρούνται οι μοριακές περιστροφές καθώς και οι δονήσεις βαρέων ατόμων και κρυσταλλικών πλεγμάτων.



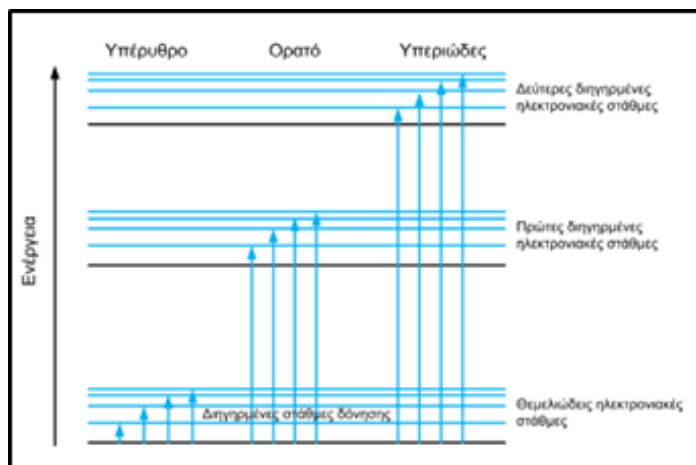
Εικονα 8 Η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία. Πηγή:
<http://light.physics.auth.gr/enc/radiation.html>

8.3 Φασματοσκοπία Υπερύθρου

Σύμφωνα με το παρακάτω σχήμα διαφαίνεται πως σε ένα μόριο υπάρχουν διαφορετικά ενεργειακά επίπεδα. Πιο συγκεκριμένα, οι τρεις ενεργειακά ξεχωριστές ηλεκτρονιακές διαμορφώσεις παρουσιάζονται με τις τρεις ομάδες οριζόντιων γραμμών. Η ομάδα που βρίσκεται χαμηλότερα αντιστοιχεί στην πιο σταθερή ηλεκτρονιακή διαμόρφωση με την μικρότερη ενέργεια που ονομάζεται θεμελιώδης κατάσταση. Επίσης, πρέπει να τονιστεί πως τα άτομα των μορίων ακόμα και όταν βρίσκονται στην θεμελιώδη κατάσταση, συνεχίζουν να πραγματοποιούν δονητικές και περιστροφικές κινήσεις.

Στην περίπτωση που ένα δείγμα έρθει σε επαφή με ακτινοβολία που αποτελείται από μήκη κύματος της ορατής και υπεριώδους περιοχής του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος, τότε προκαλείται η διέγερση των ηλεκτρονίων των ατόμων και η μετακίνησή τους σε υψηλότερα ενεργειακά τροχιακά ενώ παράλληλα αυξάνεται η ενεργειακή τους δόνηση και περιστροφή. Στο σχήμα τέτοιες διεγέρσεις παρουσιάζονται από τα κάθετα βέλη, τόσο για την ορατή όσο και για την υπεριώδη ακτινοβολία. Αντίθετα, λόγω του ότι η ακτινοβολία με μήκη κύματος στην υπέρυθη

περιοχή του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος, αποτελείται από χαμηλότερη ενέργεια σε σύγκριση με αυτές που συναντώνται στην ορατή και υπεριώδη περιοχή, έχει την ικανότητα να διεγείρει μόνο τις δονήσεις των μορίων που βρίσκονται στην ίδια ηλεκτρονιακή στάθμη. Η συγκεκριμένη κατηγορία διεγέρσεων παρουσιάζεται στο σχήμα με την αριστερή ομάδα των κάθετων βελών .



Εικόνα 9 Τα διαφορετικά ενεργειακά επίπεδα ενός μορίου

Επιπρόσθετα, τα μόρια ενός δείγματος έχουν την δυνατότητα να απορροφήσουν στο υπέρυθρο φάσμα, υπό την προϋπόθεση πως η συχνότητα με την οποία θα αλληλεπιδράσουν θα πρέπει να είναι ισοδύναμη με την συχνότητα δόνησης των ατόμων του δεσμού. Οι παράγοντες που επηρεάζουν τις συχνότητες δόνησης των ατόμων ενός μορίου, είναι η μάζα των ατόμων, η οποία όσο αυξάνεται τόσο μειώνεται η συχνότητα, ο τύπος του δεσμού, όσο πιο πολλοί και ισχυροί είναι οι δεσμοί τόσο πιο υψηλές είναι οι συχνότητες δόνησης, και τέλος το σχήμα του μορίου.

Οι κύριες δονήσεις που συμβαίνουν σε ένα μόριο χωρίζονται σε δύο κατηγορίες. Αρχικά, οι δονήσεις τάσης, που εμφανίζονται όταν δύο συνδεδεμένα άτομα πάλλονται συνεχώς μεταξύ τους, προκαλώντας έτσι την απομάκρυνση ή το πλησίασμά τους κατά μήκος του άξονα του δεσμού. Έπειτα, υπάρχουν οι δονήσεις κάμψης που συμβαίνουν όταν η γωνία που σχηματίζεται μεταξύ δύο δεσμών αλλάζει συνεχώς. Οι τελευταίες μπορούν να διαχωριστούν περαιτέρω σε δονήσεις ψαληδιού ή παραμόρφωσης, αιώρησης, σείσης και συστρόφης.

8.4 Κλασική φασματοφωτομετρία IR διασποράς

Στα μέσα περίπου του 20^{ου} αιώνα δημιουργήθηκαν τα φασματοφωτόμετρα διασποράς IR, θέτοντας με αυτόν τον τρόπο τις βάσεις για την λήψη και μελέτη των υπέρυθρων φασμάτων. Ένα τέτοιο τυπικό φασματοφωτόμετρο IR αποτελείται από τέσσερα κύρια μέρη. Πρώτα από όλα, υπήρχε η πηγή, που συνήθως ήταν καρβίδιο του πυριτίου θερμαινόμενο στους περίπου 927 °C, από την οποία παρεχόταν η ακτινοβολία που ανήκε σε όλο υπέρυθρο διάστημα του ηλεκτροαγνητικού φάσματος. Σειρά είχε ο μονοχρωμάτορας, στον οποίο υπήρχε ως στοιχείο διασποράς ένα πρίσμα ή ένα φράγμα περιθλάσης. Ακολουθούσε ο ανιχνευτής υπερύθρου, δηλαδή ένα θερμικός ανιχνευτής ή φωταγώγιμος και τέλος, ένα οπτικό σύστημα κάτοπτρων.

Ειδικότερα, ένα τυπικό φασματοφωτόμετρο απορρόφησης IR διπλής δέσμης λειτουργεί με τον παρακάτω τρόπο: Αρχικά, η πηγή εκπέμπει την υπέρυθρη ακτινοβολία η οποία αφού ανακλαστεί από το οπτικό σύστημα επίπεδων κατόπτρων, χωρίζεται σε δύο μέρη. Το πρώτο μέρος έρχεται σε επαφή με το σύστημα αναφοράς και το δεύτερο με το δείγμα που έχουμε επιλέξει. Στην συνέχεια, τα δύο αυτά μέρη ανακλώνται μέσω ενός συστήματος κατόπτρων που περιστρέφονται και εναλλάσσονται, με αποτέλεσμα την επαναλαμβανόμενη διέλευση των δύο διαχωρισμένων δεσμών, ώστε να προσπέσουν εν τέλη στον μονοχρωμάτορα. Κατά την διάρκεια αυτής της εναλλαγής των δύο δεσμών, το κάτοπτρο περιστρέφεται αργά, προκαλώντας έτσι υπέρυθρες συχνότητες ακτινοβολίας με διαφορετικά μήκη κύματος να έρθουν σε επαφή με τον ανιχνευτή, ο οποίος μετατρέπει την ενέργειά τους σε ηλεκτρικό σήμα και καταγράφει το φάσμα.

8.5 Φασματοσκοπία υπερύθρου μετασχηματισμού Fourier

Η δημιουργία των φασματοφωτόμετρων με μετασχηματισμό Fourier ήταν το έναυσμα για την αντικατάσταση των κλασικών φασματοφωτομέτρων διασποράς που χρησιμοποιούνταν έως τότε. Μέσω αυτό των εξελιγμένων και συνεχώς εξελισσόμενων οργάνων που παρουσιάζουν ιδιαίτερα αυξημένη ευαισθησία και

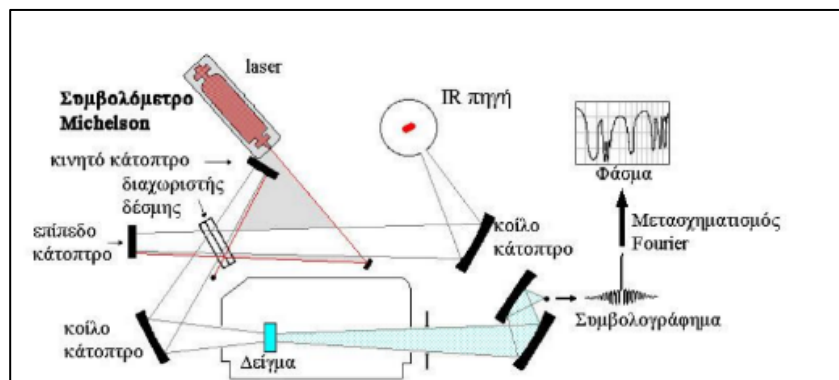
ταχύτητα, τέθηκε η κύρια μέθοδο ανάλυσης σε πολλούς κλάδους. Αν και οι πληροφορίες που προσφέρει το κλασικό φασματοφωτόμετρο και αυτό με τον μετασχηματισμό Fourier είναι ίδιες, το τελευταίο επικράτησε λόγω του ότι στην θέση του μονοχρωμάτορα υπήρχε πλέον το συμβολόμετρο Michelson. Η αντικατάσταση αυτή κατέστη δυνατό τον ταυτόχρονο προσανατολισμό όλων των συχνοτήτων στον ανιχνευτή, και όχι μόνο μίας κάθε φορά όπως γινόταν προηγουμένως. Κατ'έπείταση, ξεπεράστηκαν οι διάφορες αδυναμίες και περιορισμοί που έθεταν τα κλασικά φασματοφωτόμετρα διασποράς.

Τα κύρια τμήματα από τα οποία αποτελείται ένα φασματοφωτόμετρο FTIR είναι τρία: η πηγή της υπέρυθρης ακτινοβολίας, που μπορεί να είναι λυχνίες Globar ή Nerst ή λάμπα υδραργύρου μεγάλης πίεσης, το συμβολόμετρο και ο ανιχνευτής υπερύθρου. Ακόμα, ο ρόλος της πηγής laser είναι να δημιουργήσει εσωτερική αναφορά, να μετρήσει του κυματαριθμούς και να ρυθμίσει την διάρκεια των παλμών.

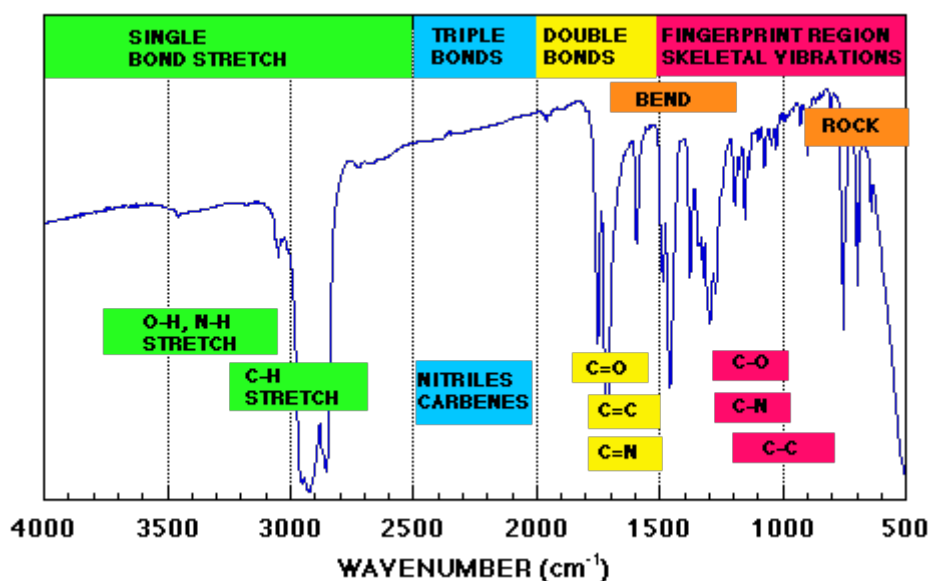
Ο βασικός άξονας της φασματοσκοπίας FTIR είναι το συμβολόμετρο Michelson. Το συγκεκριμένο τμήμα απαρτίζεται από μία διάταξη δύο κατόπτρων κάθετα μεταξύ τους, από τα οποία το ένα είναι κινητό. Ανάμεσα σε αυτά τα δύο κάτοπτρα, παρεμβάλλεται σε γωνία 45° ένας διαιρέτης δέσμης. Όταν μία δέσμη υπέρυθρης ακτινοβολίας εισέλθει στο συμβολόμετρο Michelson, διαχωρίζεται σε δύο μέρη, τα οποία ακολουθούν διαφορετικές διαδρομές με διαφορετικά μήκη κύματος και στο τέλος επανασυντίθενται σε μία. Η αλλαγή της έντασης της επαλληλίας των δύο δεσμών σε συνάρτηση με τις ξεχωριστές οπτικές διαδρομές που ακολούθησαν, καταγράφονται από τον ανιχνευτή (Hariharan, 2007).

Επιπρόσθετα, το βασικό πλεονέκτημα που έχουν τα φασματοφωτόμετρα FTIR σε σύγκριση με τα κλασικά είναι η βελτίωση και η αύξηση της σταθερότητας του λόγου σήματος προς θόρυβο (SNR) ανά μονάδα χρόνου. Αυτό οφείλεται στο γεγονός πως μπορεί να γίνει λήψη ενός πλήρους φάσματος μέσω μόνο μίας κατοπτρικής σάρωσης και στο ότι ο ανιχνευτής μπορεί να παρατηρήσει συγχρόνως πολλές συχνότητες. Από την άλλη μεριά, στην περίπτωση που δεν έχει γίνει σωστά η ακριβής ρύθμιση του συστήματος οπτικών κατόπτρων του οργάνου και ειδικότερα του συμβολομέτρου Michelson, η υψηλή ευαισθησία που χαρακτηρίζει το συγκεκριμένο φασματοφωτόμετρο αποτελεί πλέον μειονέκτημα. Τέλος, πρέπει να επισυμανθεί

πως στον χώρο που βρίσκεται το φασματοφωτόμετρο δεν θα πρέπει να υπάρχει νερό ή διοξείδιο του άνθρακα, διότι οι ενώσεις αυτές παρουσιάζουν έντονες απορροφήσεις στο φάσμα υπερύθρου. Ως εκ τούτου, συνιστάται η διοχέυση αέριου αζώτου στον χώρο.



Εικόνα 10 Σχηματική απεικόνιση φασματοφωτόμετρου FTIR με συμβολόμετρο



Εικόνα 11 Απεικόνιση φάσματος FTIR

Πηγή: <http://www.chm.bris.ac.uk/webprojects1997/RogerEC/welcome.htm>

Στην εικόνα 11 παρατηρούμε ένα τυπικό φάσμα FTIR. Αναλυτικότερα, υπάρχει η περιοχή fingerprint που εκτείνεται από το 500 – 1.500 cm^{-1} και στην οποία καταγράφονται οι δεσμοί και οι ενώσεις με το μεγαλύτερο ενδιαφέρον. Η φασματική περιοχή αυτοί όσο και οι δεσμοί που καταγράφονται αλλάζουν ανάλογα

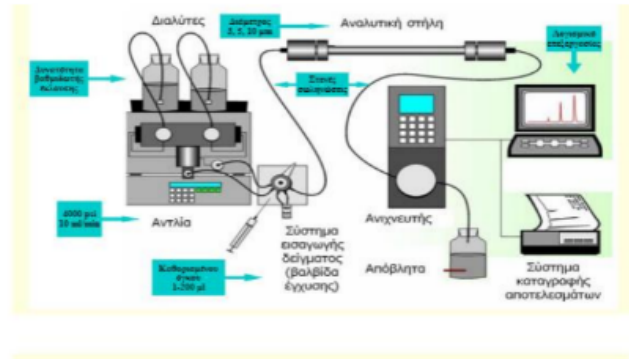
με το είδος του δείγματος που έχουμε κάθε φορά. Για παράδειγμα, στο δικό μας πείραμα παρατηρήσαμε πως η περιοχή fingerprint για τα δείγματα από την ποικιλία Ασύρτικο εκτείνεται περίπου στα $1000-2000\text{ cm}^{-1}$. Επιπρόσθετα, από την εικόνα παρατηρούμε πως στην φασματική περιοχή που είναι μεγαλύτερη ή ίση του 3.000 cm^{-1} οι δεσμοί που καταγράφονται είναι μονοί C-H, O-H, και N-H, στην περιοχή $2.000-2.500\text{ cm}^{-1}$ καταγράφονται τριπλοί δεσμοί που μπορεί να αντιστοιχούν σε ενώσεις όπως τα ακετύλια, τα νιτρίλια και τέλος στην φασματική περιοχή $1.500-2.000\text{ cm}^{-1}$ καταγράφονται τριπλοί δεσμοί που αντιστοιχούν σε ενώσεις όπως τα αλκένια (C=C) (Bristol University, Infra-red Spectroscopy, <http://www.chm.bris.ac.uk/webprojects1997/RogerEC/welcome.htm>).

8.6 Υγρή Χρωματογραφία Υψηλής Πίεσης (HPLC)

Εκτός από την ανάλυση του οίνου μέσω της φασματοσκοπίας FTIR, η μέθοδος που χρησιμοποιείται ευρέως είναι η HPLC ή Υγρή χρωματογραφία υψηλής πίεσης. Η μέθοδος αυτή μας βοηθάει να προσδιορίσουμε τα φαινολικά συστατικά και τα φαινολικά οξέα στα δείγματά μας χωρίς να απαιτείται ιδιαίτερη επεξεργασία πριν από την μέτρησή τους. Η HPLC αποτελεί μία από τις χρωματογραφικές μεθόδους και συνδυάζει την δράση μίας κινητής και μίας στατικής φάσης. Πιο συγκεκριμένα, ένα σύστημα υγρής χρωματογραφίας αποτελείται από απαερωτή κενού, μονάδα εισαγωγής δείγματος, σύστημα καταγραφής, περιέκτες διαλυτών, αντλία, απαερωτή κενού, χρωματογραφική στήλη, ανιχνευτή και ένα σύστημα καταγραφής.

Αρχικά, πραγματοποιείται η εισαγωγή του δείγματος στην κορυφή της χρωματογραφικής στήλης. Έπειτα, οι ουσίες προς ανάλυση κατανέμονται ανάμεσα στην στατική και την κινητή φάση, με την βοήθεια της τελευταίας. Η κατανομή αυτή γίνεται ανάλογα με την συγγένεια που έχουν με την κινητή φάση και έχει ως αποτέλεσμα την κίνηση των αναλυόμενων ουσιών με διαφορετικές ταχύτητες μέσα στην χρωματογραφική στήλη. Οι διαφορετικές ταχύτητες προκαλούν τελικά και τον διαχωρισμό των ουσιών του δείγματος. Στην συνέχεια, η κάθε ουσία που διαχωρίζεται ανιχνεύεται από τον ανιχνευτή και παρουσιάζεται στο σύστημα

καταγραφής ως μία κορυφή. Όλες αυτές οι κορυφές στο σύνολό τους αποτελούν το χρωματογράφημα.



Εικόνα 32 Απεικόνιση της οργανολογίας της υγρής χρωματογραφίας

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9 Σκοπός της Εργασίας

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν να μελετηθεί η μοναδικότητα του Ασύρτικου της Σαντορίνης. Πιο συγκεκριμένα, προσπαθήσαμε να ελέγξουμε μέσω της χρήσης φασματοφωτομέτρου FTIR εάν υπάρχει η δυνατότητα να αποτυπωθούν οι ιδιαιτερότητες που παρουσιάζει η ποικιλία Ασύρτικο σε φάσματα FTIR. Ακόμα, μέσω των ίδιων φασμάτων προσπαθήσαμε να εξετάσουμε και τις διαφοροποιήσεις που παρατηρούνται στα δείγματα λόγω της αλλαγής του αμπελώνα καλλιέργειας. Με άλλα λόγια, διερευνήθηκε το κατά πόσο τα μηχανήματα όπως το φασματοφωτόμετρο FTIR, μέσω του οποίου η επεξεργασία των δειγμάτων γίνεται πολύ γρήγορα, χωρίς να υπάρχει ανάγκη για την εφαρμογή πολύπλοκων και χρονοβόρων εργαστηριακών μεθόδων, μπορούν να επιβεβαιώσουν την ύπαρξη ενός μοναδικού terroir, όπως αυτό της Σαντορίνης. Επιπλέον, χρησιμοποιήθηκε η τεχνική της HPLC ή Υγρή χρωματογραφία υψηλής πίεσης, μέσω της οποίας θέλαμε να μελετήσουμε ποσοτικά το φαινολικό αποτύπωμα των δειγμάτων και να δούμε πως αυτό μπορεί να επηρεαστεί από διάφορους παράγοντες, όπως οι τεχνικές οινοποίησης.

Το νησί της Σαντορίνης αποτελεί μία από τις μοναδικότερες τοποθεσίες για την καλλιέργεια της αμπέλου τόσο στην Ελλάδα όσο και σε ολόκληρο τον κόσμο. Το ιδιαίτερο εδαφικό διάλυμα με την υψηλή περιεκτικότητα σε ηφαιστειακή τέφρα και οι έντονες ξηροθερμικές καιρικές συνθήκες, συνθέτουν ένα σπάνιο terroir και οδηγούν στην παραγωγή οίνων με ξεχωριστά γευστικά και αρωματικά χαρακτηριστικά. Επιπρόσθετα, σημαντικό ρόλο στην διαμόρφωση αυτών των κρασιών έχουν και οι διαφορετικοί τρόποι καλλιέργειας και οινοποίησης που χρησιμοποιούνται από τους παραγωγούς του νησιού. Ακόμα, λόγω όλων των παραπάνω δεδομένων, η ποικιλία Ασύρτικο αποτελεί μία από τις ακριβότερες γηγενείς ελληνικές ποικιλίες με συνέπεια και το αυξημένο κόστος παραγωγής αλλά και την υψηλή τιμολόγηση του τελικού προϊόντος.

II. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 Πειραματική πορεία

1.1 Δειγματοληψία

Για την διεξαγωγή της παρούσας πτυχιακής συλλέχθηκαν δείγματα οίνου από παραγωγούς της Σαντορίνης που εδρεύουν σε διαφορετικές περιοχές του νησιού. Όλα τα δείγματα αποτελούνται εξολοκλήρου από την λευκή ποικιλία Ασύρτικο και για την παραγωγή τους έχουν χρησιμοποιηθεί διαφορετικές τεχνικές. Ειδικότερα, στην Εικόνα 12 διαφαίνεται ο χάρτης της Σαντορίνης με τις τοποθεσίες των διαφορετικών οινοποιείων από τα οποία έγινε η συλλογή των δειγμάτων.



Εικόνα 12 Χάρτης της Σαντορίνης με τις διαφορετικές τοποθεσίες των οινοποιείων

1. Οινοποιείο Γαία, 2. Οινοποιείο Artemis Karamolegos, 3. Οινοποιείο Boutaris, 4. Οινοποιείο Avantis - Anhydrous Cellar Door , 5. Οινοποιείο Κουτσογιαννόπουλος, 6. Οινοποιείο Κυρ Γιάννη-Σιγάλας, 7. Santo Wines, 8. Domaine Sigalas, 9. Οινοποιείο Vassaltis Vineyards, 10. Οινοποιείο Χατζηδάκη

Στην συνέχεια, στον παρακάτω πίνακα αναγράφονται αναλυτικά οι ονομασίες των δειγμάτων, η ποικιλία, το χρώμα της ποικιλίας, η εσοδεία, οι τεχνικές που χρησιμοποιήθηκαν, τα οινοποιεία και η τοποθεσία τους.

Όνομα Δείγματος	Χρώμα ποικιλίας	Ποικιλία	Εσοδεία	Τεχνικές	Οινοποιείο	Τοποθεσία οινοποιείου	Ευρύτερη περιοχή
Gaia-D03	Λευκό	Ασύρτικο	2021	(+) 20 gr/Ηl Μεταμπισουλφίτ, Πρώτες πιέσεις	Οινοποιείο Γαία	Βραχειές	Σαντορίνη
Gaia-D02	Λευκό	Ασύρτικο	2021	(+) 10 gr/Ηl Μεταμπισουλφίτ, Πρώτες πιέσεις	Οινοποιείο Γαία	Βραχειές	Σαντορίνη
Gaia-D01	Λευκό	Ασύρτικο	2021	Πρώτες πιέσεις	Οινοποιείο Γαία	Βραχειές	Σαντορίνη
Gaia-D21	Λευκό	Ασύρτικο	2021	Πρόρογος	Οινοποιείο Γαία	Βραχειές	Σαντορίνη
Gaia-D12	Λευκό	Ασύρτικο	2021	65% Πρώτες πιέσεις, 35% διήθημα	Οινοποιείο Γαία	Βραχειές	Σαντορίνη
Gaia-X21	Λευκό	Ασύρτικο	2021	63% Πρόρογος, 13% Διήθημα, 24% Πρώτες Πιέσεις	Οινοποιείο Γαία	Βραχειές	Σαντορίνη
ARTKARAM-D64	Λευκό	Ασύρτικο	2021	Δ64: Ολική οξύτητα= 6,15 ρh= 2.95, alc= 13,5 %	Οινοποιείο Artemis Karamolegos	Έξω Γωνία	Σαντορίνη
ARTKARAM-D54	Λευκό	Ασύρτικο	2021	Δ54: Ολική οξύτητα= 6,9 ρh= 2.87, alc= 14.4 %	Οινοποιείο Artemis Karamolegos	Έξω Γωνία	Σαντορίνη
ARTKARAM-D2	Λευκό	Ασύρτικο	2021	Ολική οξύτητα= 6,1 ρh= 2.97, alc= 14.4 %	Οινοποιείο Artemis Karamolegos	Έξω Γωνία	Σαντορίνη
Boutaris	Λευκό	Ασύρτικο	2021	N/A	Οινοποιείο Boutaris	Μεγαλοχώρι	Σαντορίνη
Koutso	Λευκό	Ασύρτικο	2021	N/A	Οινοποιείο Κουτσογιαννόπουλος	Βόθωνας	Σαντορίνη
KYRG	Λευκό	Ασύρτικο	2021	N/A	Οινοποιείο Κυρ Γιάννη-Σιγάλας	Οία-Μπάξες	Σαντορίνη
Santo	Λευκό	Ασύρτικο	2021	Δεν έχει γίνει προζυμωτική κρουοεκχύλιση	Santo Wines	Πύργος Καλλίστης	Σαντορίνη
Paris	Λευκό	Ασύρτικο	2021	3 ημέρες προζυμωτική κρουοεκχύλιση	Domaine Sigalas	Οία-Μπαξές	Σαντορίνη
Vassaltis	Λευκό	Ασύρτικο	2021	Οινοποίηση δείγματος απο	Οινοποιείο Vassaltis Vineyards	Βουρβούλος	Σαντορίνη

				αποραγισμένο σταφύλι, αλλά χωρίς skin contact			
Xatz	Λευκό	Ασύρτικο	2021	Δεν έχει γίνει προζυμωτική κρυσταλλοποίηση	Οινοποιείο Χατζηδάκης	Θήρα-Πύργος Καλλίστης	Σαντορίνη
Anhydrous	Λευκό	Ασύρτικο	2021	N/A	Οινοποιείο Avantis - Anhydrous Cellar Door	Θήρα-Πύργος Καλλίστης	Σαντορίνη

Πίνακας 2 Τα χαρακτηριστικά των δειγμάτων

Η περιεκτικότητα των δειγμάτων σε αλκοόλη κυμάνθηκε ανάμεσα στο 13,5 % vol και 14,6 % vol και η οξύτητα ανάμεσα στο 5,8 και 6,6 εκφρασμένη σε gr/L τρυγικού οξέος. Τέλος, τα περισσότερα οινοποιεία πραγματοποίησαν κλασική λευκή οινοποίηση και ορισμένα χρησιμοποίησαν και την μέθοδο της προζυμωτικής κρυσταλλοποίησης.

1.2 Μέτρηση και λήψη φασμάτων με FTIR

Για την ανάλυση των δειγμάτων χρησιμοποιήθηκε φασματοφωτόμετρο IRAffinity-1s της εταιρείας SHIMADZU και εφαρμόστηκε η τεχνική ATR ή Εξασθενημένης Ολικής Ανάκλασης. Στο συγκεκριμένο φασματοφωτόμετρο υπάρχει Πυροηλεκτρικός ανιχνευτής και σύστημα ελέγχου θερμοκρασίας. Το εύρος των κυματαριθμών που τέθηκε ήταν 4000 έως 400 cm^{-1} , η διαχωριστική ικανότητα τα 4 cm^{-1} και ο αριθμός των σαρώσεων ήταν 45. Ακόμα, το φασματοφωτόμετρο είναι συνδεδεμένο με ηλεκτρονικό υπολογιστή στον οποίο έχει εγκατασταθεί το λογισμικό πρόγραμμα LabSolutions IR.

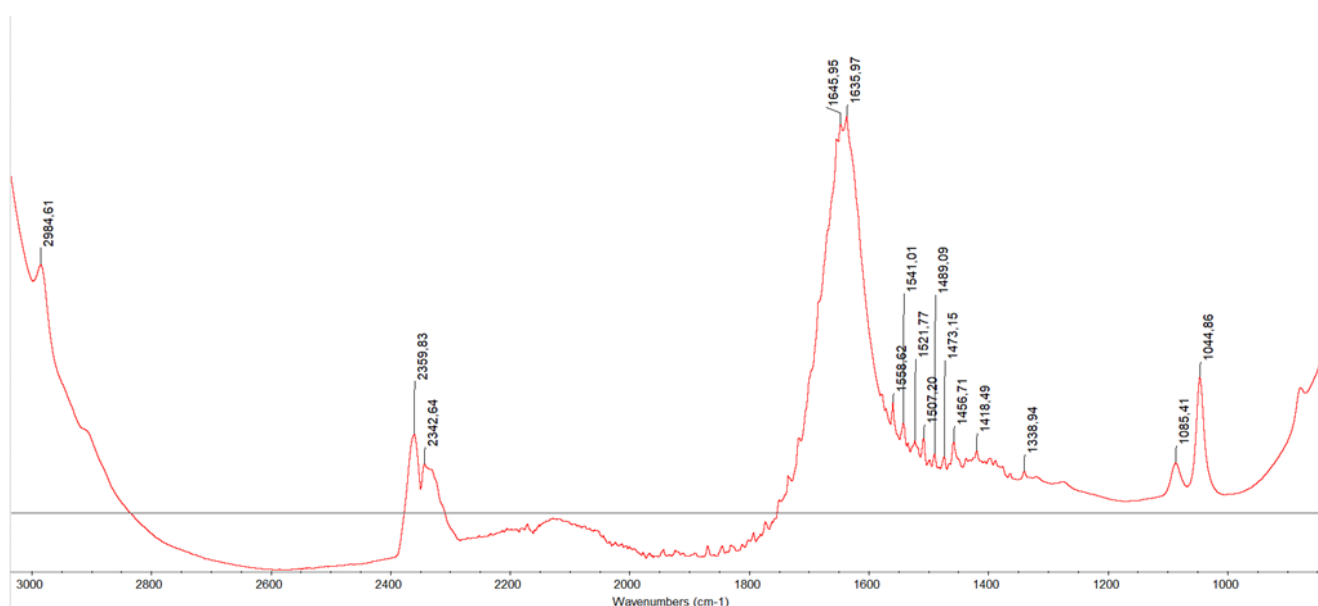
Για κάθε δείγμα πραγματοποιήθηκαν τρεις διαφορετικές επαναλήψεις. Επιπλέον, για να εξαλείψουμε τα στοιχεία του περιβάλλοντα χώρου που ίσως επηρέαζαν τα αποτελέσματα, πριν πραγματοποιηθεί η λήψη των φασμάτων για το κάθε δείγμα, έγινε η καταγραφή του φάσματος υποβάθρου με τον υποδοχέα του δείγματος να είναι κενός. Στην συνέχεια μέσω του προγράμματος OMNIC 9 έγινε η απεικόνιση και

η επεξεργασία των ληφθέντων φασμάτων, ενώ μέσω του στατιστικού προγράμματος JMP 16 πραγματοποιήθηκε η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 Αποτελέσματα FTIR

2.1 Απεικόνιση φασμάτων FTIR

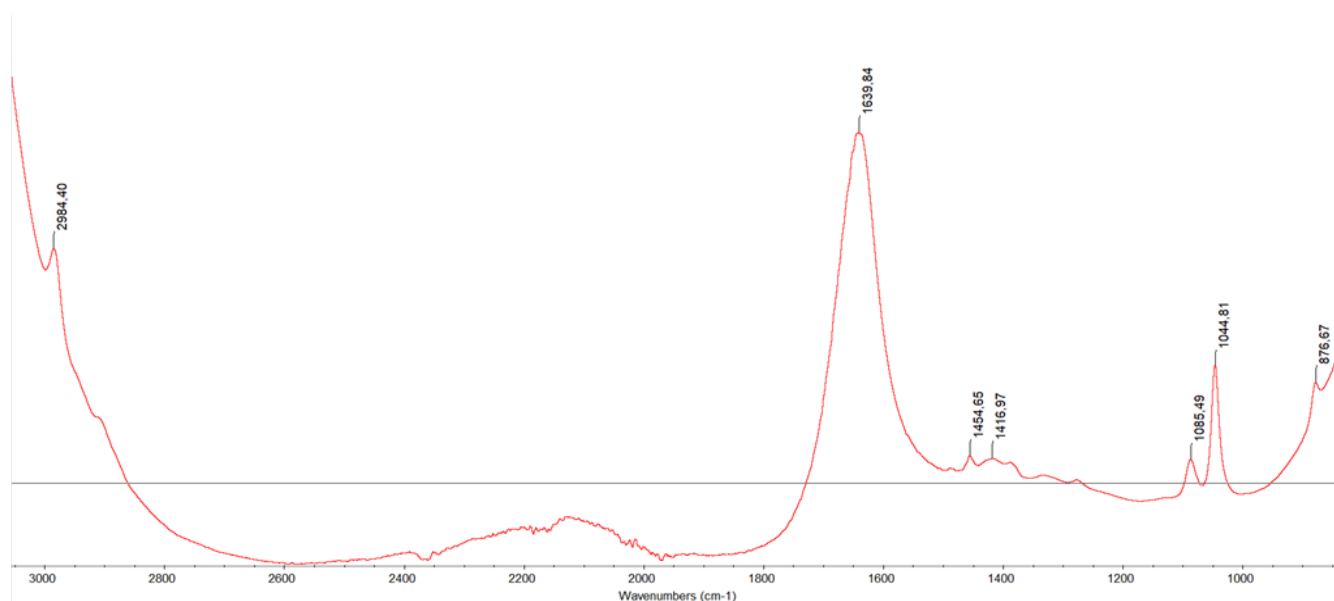
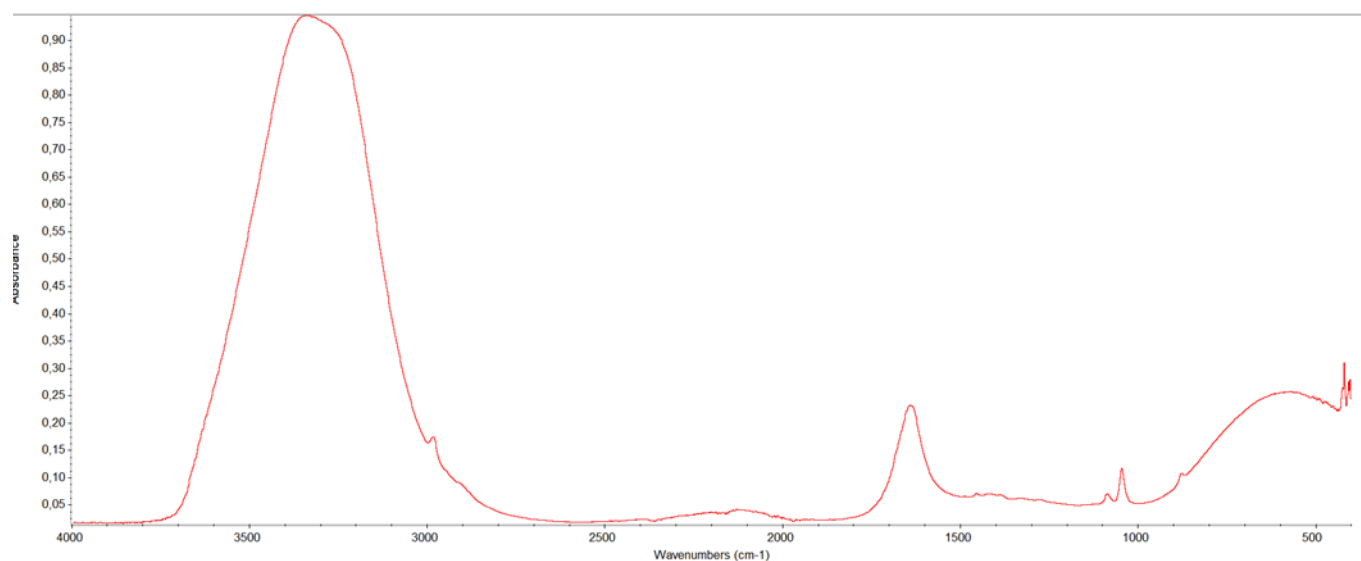
Αρχικά, μέσω των αποτελεσμάτων που λάβαμε από την απεικόνιση των φασμάτων για κάθε δείγμα μέσω της χρήσης του φασματοφωτόμετρου FTIR υπολογίστηκε μέσω του προγράμματος Omnic το μέσο φάσμα της ποικιλίας Ασύρτικο το οποίο παρουσιάζεται παρακάτω.



Εικόνα 12 Απεικόνιση μέσου φάσματος της ποικιλίας Ασύρτικο

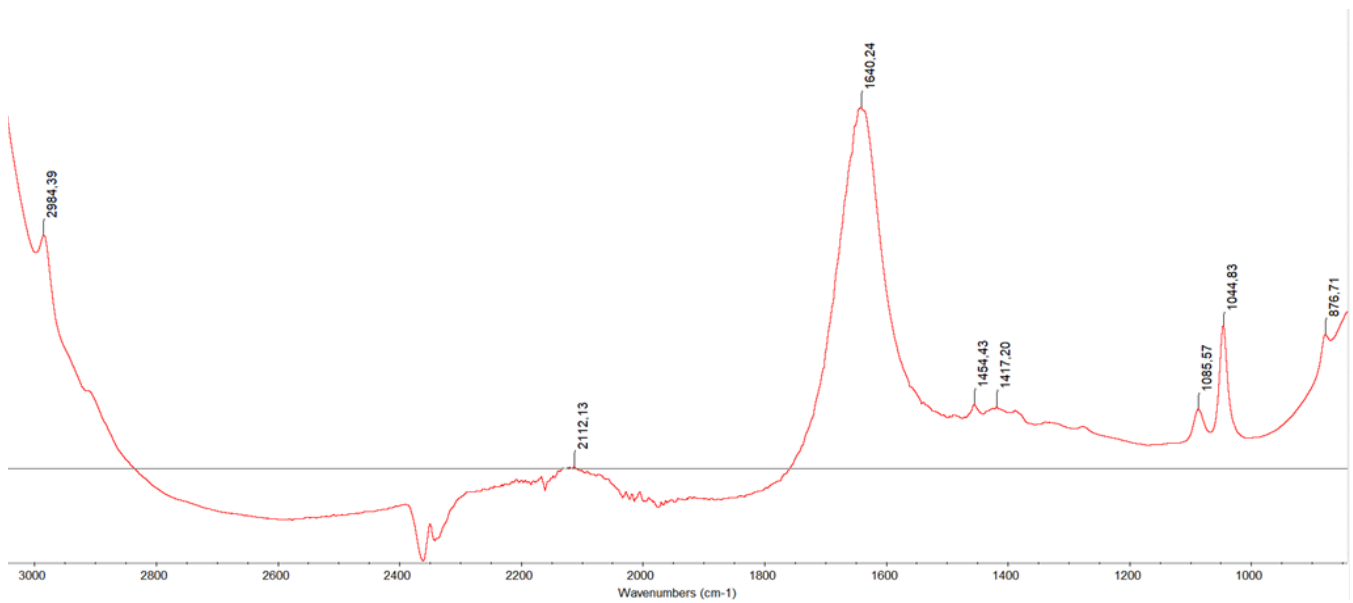
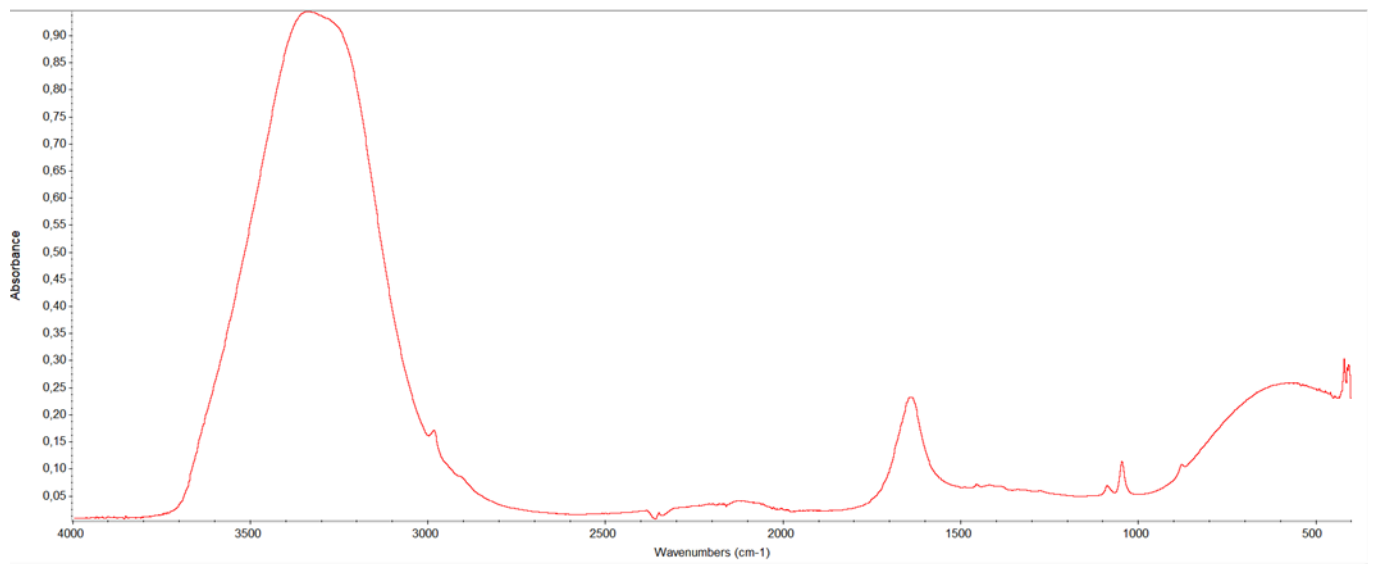
Σύμφωνα με την παραπάνω εικόνα μπορούμε να διακρίνουμε πως η φασματική περιοχή με το μεγαλύτερο ενδιαφέρον βρίσκεται ανάμεσα στο $1.000 - 2.000 \text{ cm}^{-1}$, ενώ παρατηρούμε και κάποιες κορυφές όπως αυτή στο 2342 cm^{-1} η οποία ανήκει στην ευρύτερη περιοχή που καταγράφεται το διοξείδιο του άνθρακα και η 1.044 cm^{-1} (Smith Brain C., 2017), στην ευρύτερη περιοχή της οποίας καταγράφεται η αλκοόλη. Ακόμα, μέσω της απεικόνισης των φασμάτων, βρίσκουμε ευρύτερες φασματικές περιοχές και δεν ταυτοποιήσαμε κάποια συγκεκριμένη κορυφή αφού οι ενώσεις αντιστοιχούν σε φασματικές περιοχές και όχι σε μεμονωμένες κορυφές. Με βάση λοιπόν τα παραπάνω πραγματοποιήσαμε μέσω του προγράμματος OMNIC 9 την απεικόνιση των μέσων φασμάτων και για κάθε οινοποιείο, οι οποίες φαίνονται

στις παρακάτω φωτογραφίες. Στην δεύτερη φωτογραφία για κάθε οιοποιείο έχει πραγματοποιηθεί μία μεγέθυνση ώστε να διαφαίνονται καλύτερα οι κορυφές.



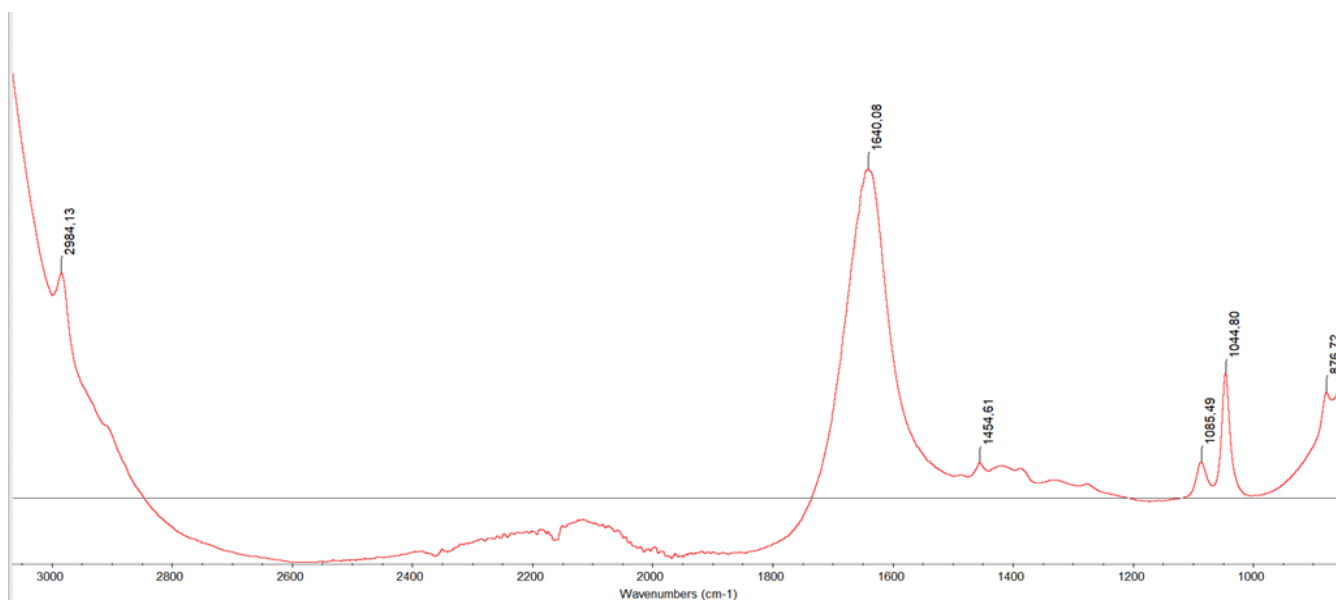
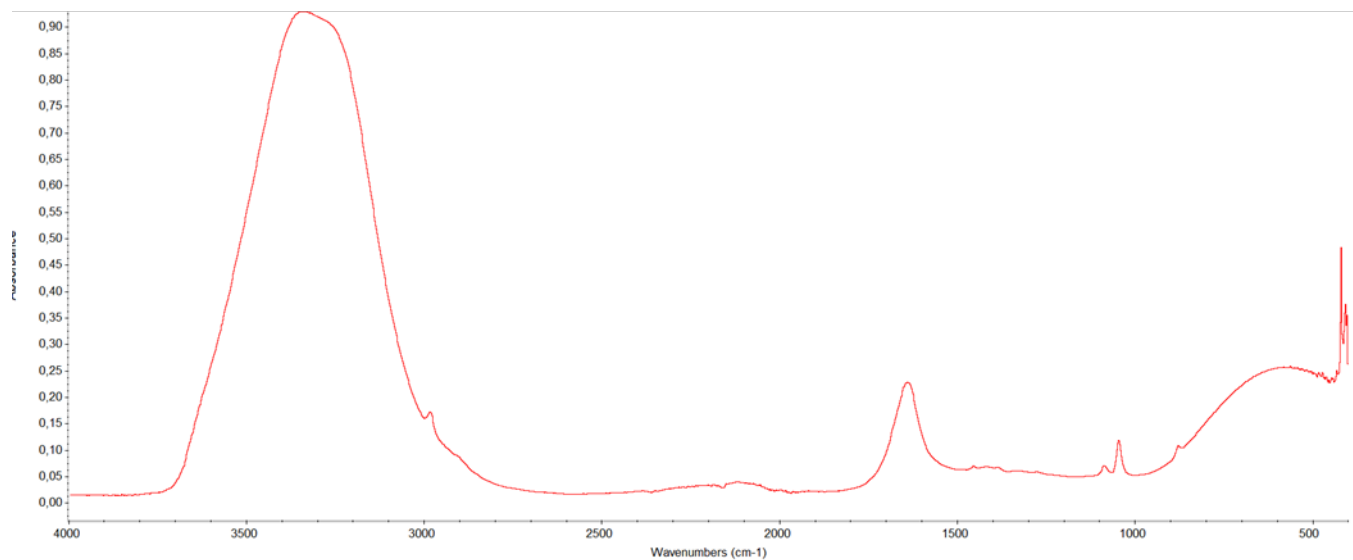
Εικόνα 13 Απεικόνιση μέσου φάσματος του Οιοποιείου Avantis - Anhydrous Cellar Door

Για το οιοποιείο Avantis - Anhydrous Cellar Door παρατηρούμε πως εμφανίζεται μικρός αριθμός κορυφών, εντός των οποίων υπάρχουν και αυτές που αντιστοιχούν στην αλκοόλη στην φασματική περιοχή $1.080 - 1.040 \text{ cm}^{-1}$.



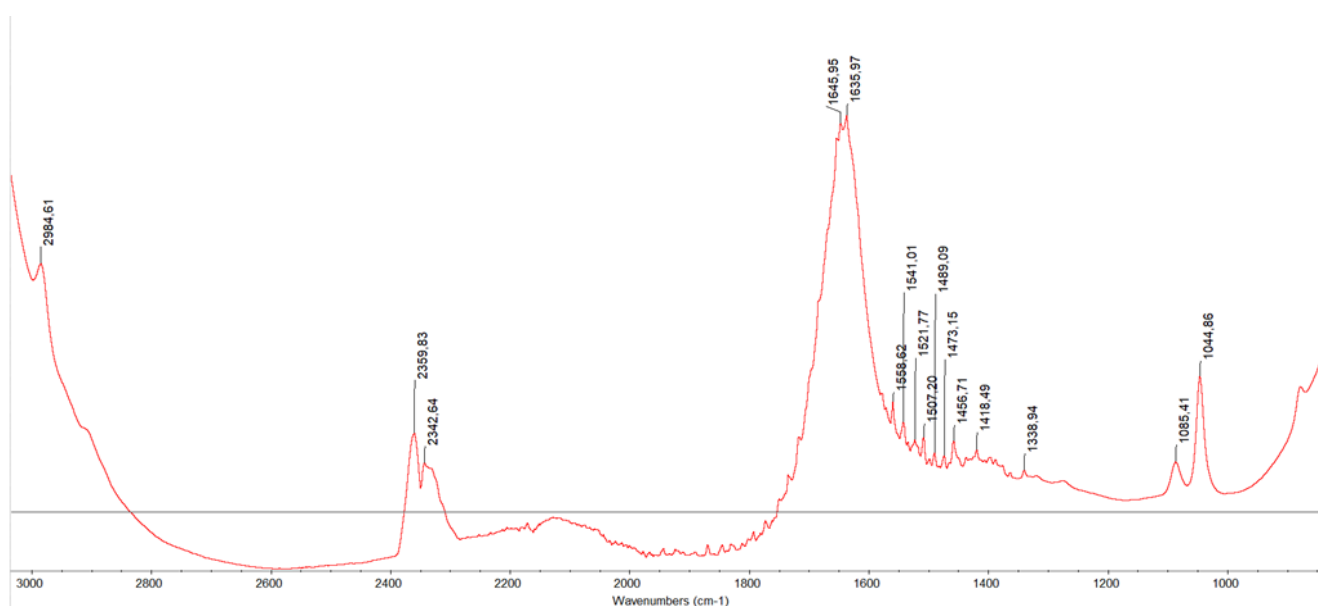
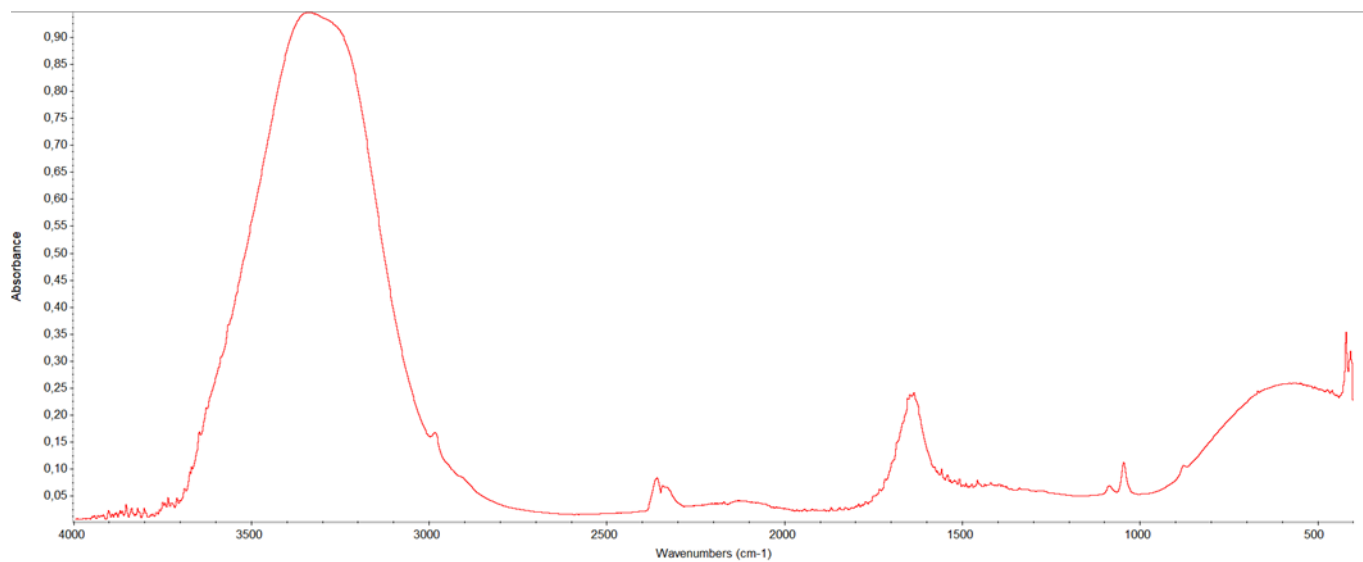
Εικόνα 14 Απεικόνιση μέσου φάσματος του Οινοποιείου Artemis Karamolegos

Στο μέσο φάσμα του οινοποιείου Artemis Karamolegos, παρατηρούμε πως εμφανίζεται μικρός αριθμός κορυφών.



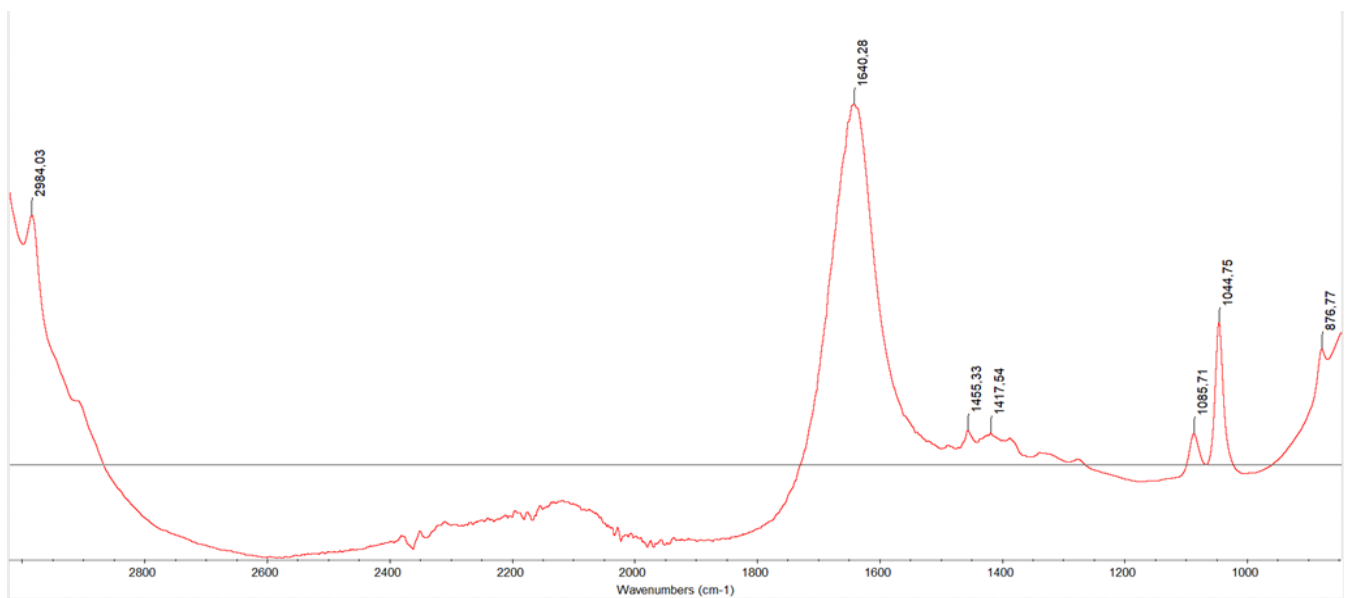
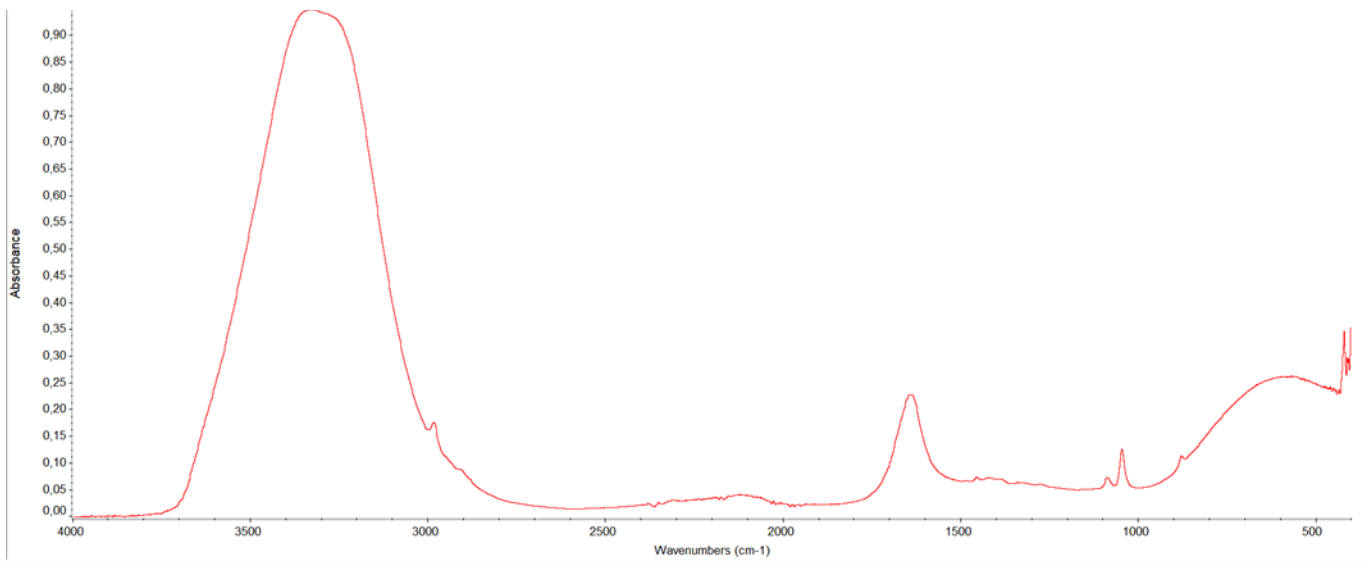
Εικόνα 15 Απεικόνιση μέσω φάσματος του Οινοποιείου Boutaris

Στο μέσο φάσμα του οινοποιείου Boutaris, παρατηρούμε πως εμφανίζεται μικρός αριθμός κορυφών.



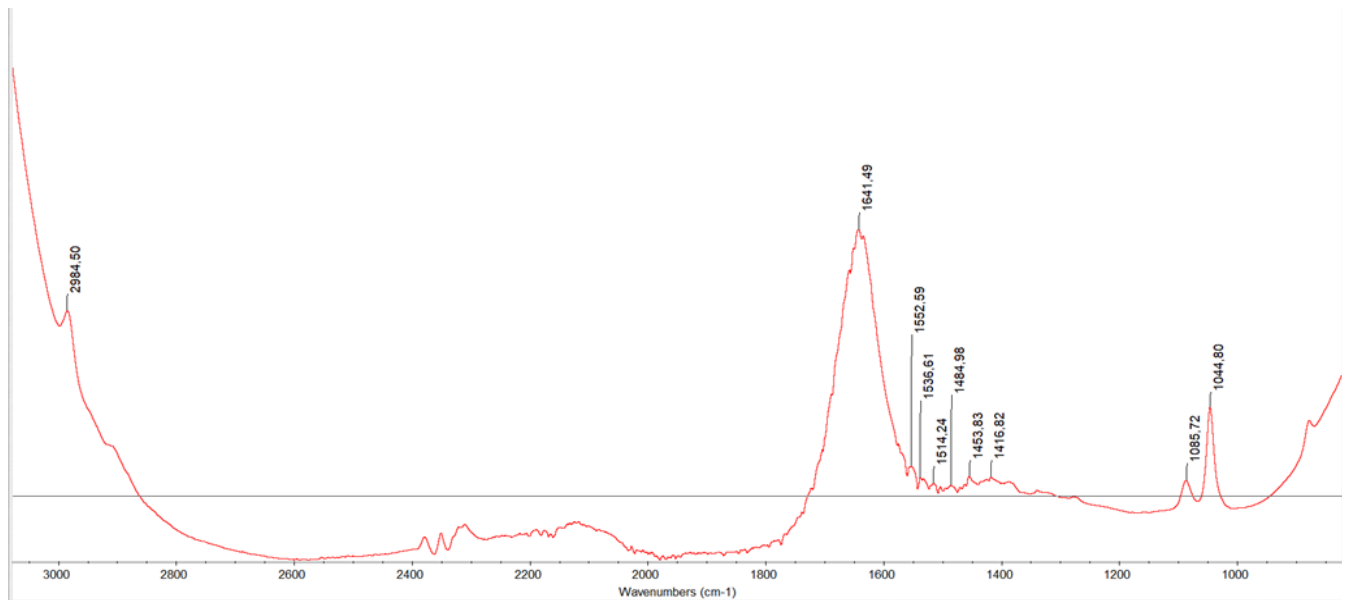
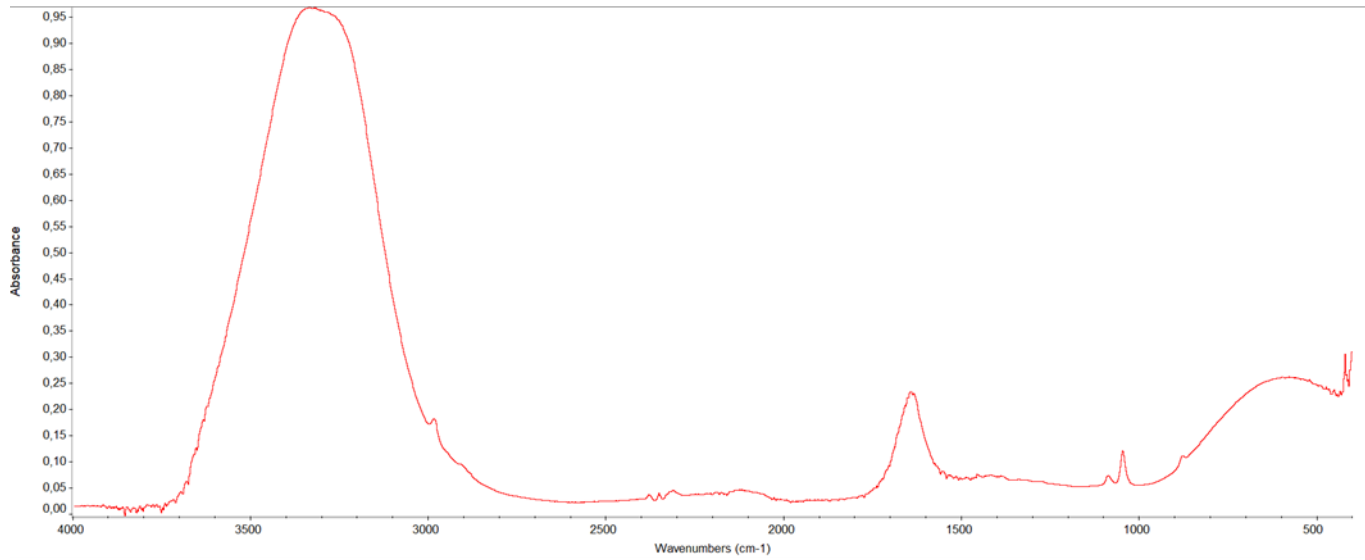
Εικόνα 16 Απεικόνιση μέσου φάσματος του Οινοποιείου Γαία

Στο μέσο φάσμα του οινοποιείου Γαία παρατηρούμε μεγαλύτερο πλήθος κορυφών και ιδιαίτερα στην φασματική περιοχή $1.600 - 1.300 \text{ cm}^{-1}$.



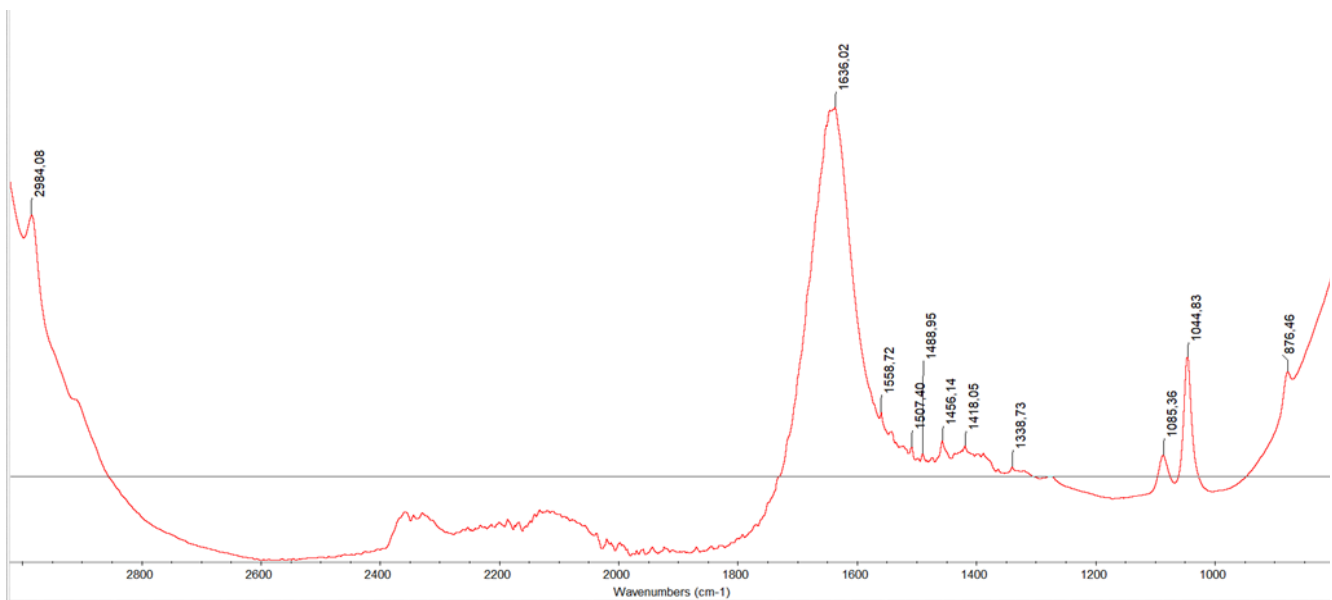
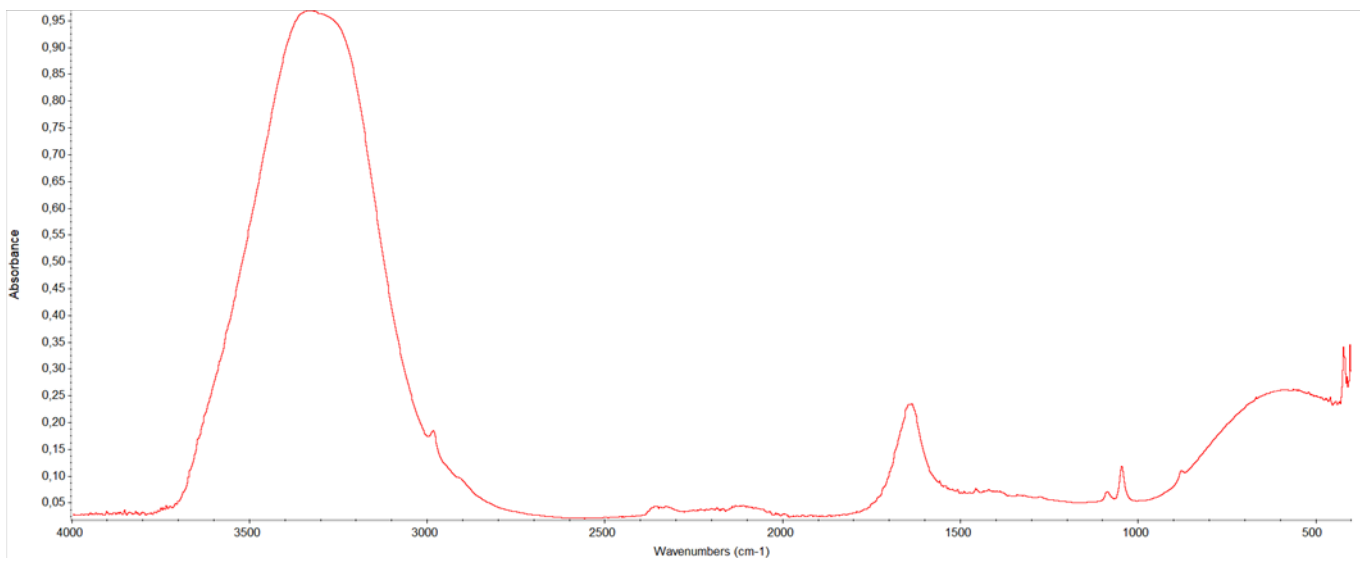
Εικόνα 17 Απεικόνιση μέσου φάσματος του Οινοποιείου Κουτσογιαννόπουλος

Στο μέσο φάσμα του οινοποιείου Κουτσογιαννόπουλος παρατηρούμε μικρό αριθμό κορυφών.



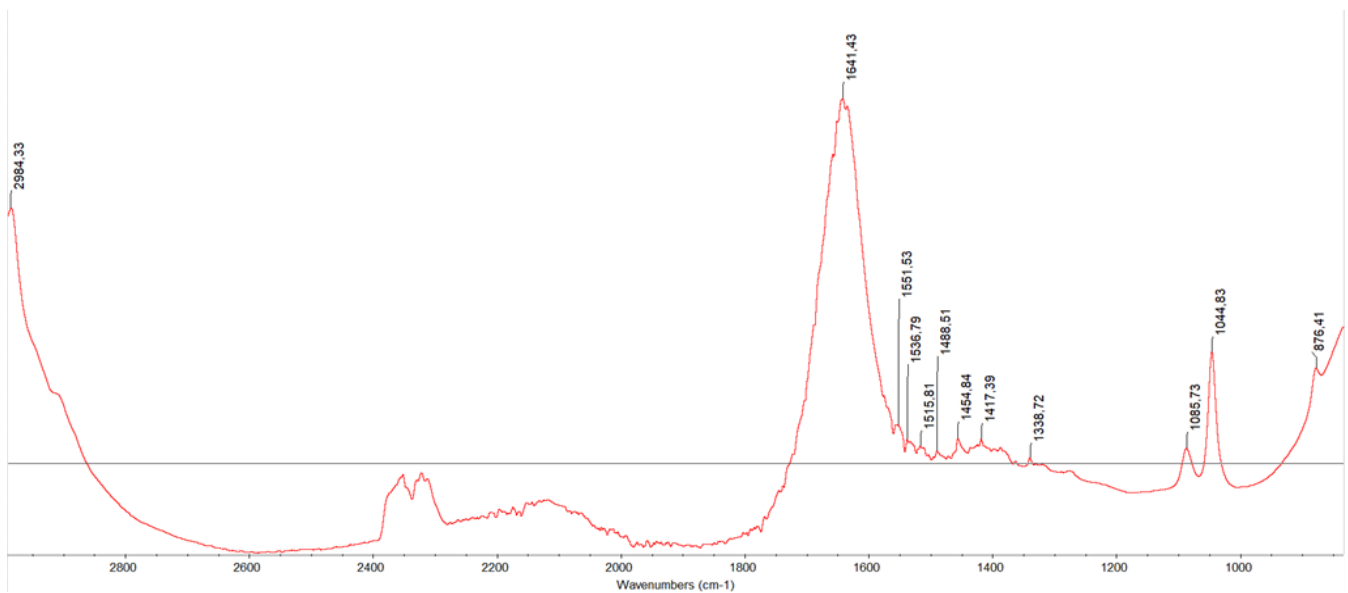
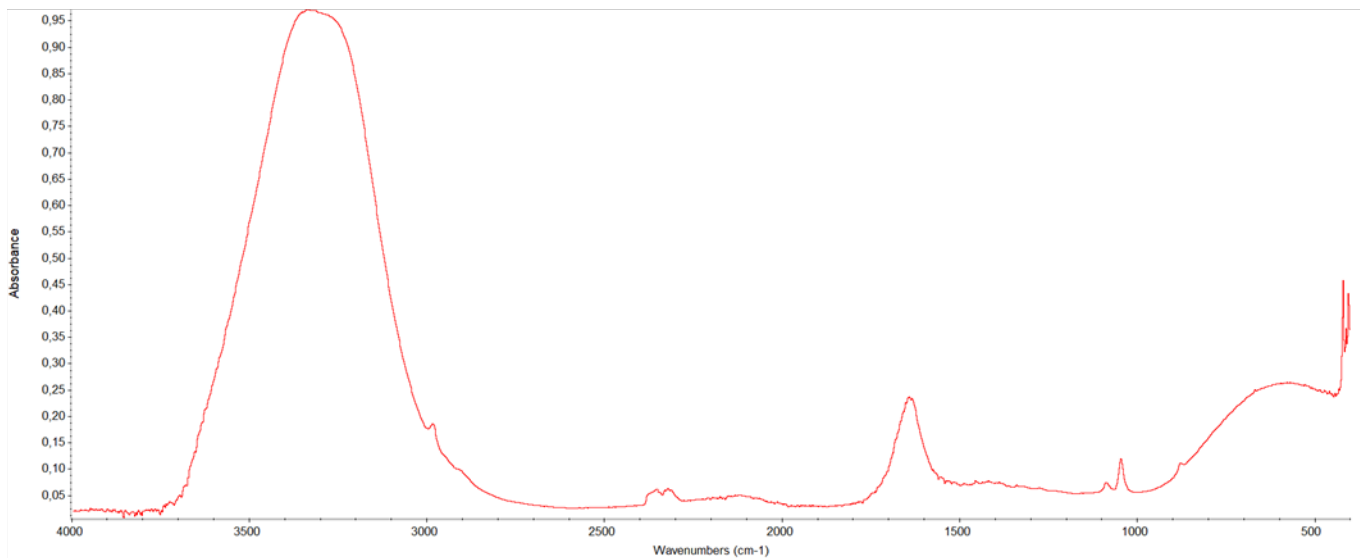
Εικόνα 18 Απεικόνιση μέσου φάσματος του Οινοποιείου Κυρ Γιάννη-Σιγάλας

Στο μέσο φάσμα του οινοποιείου Κυρ Γιάννη -Σιγάλας παρατηρούμε μεγαλύτερο πλήθος κορυφών και ιδιαίτερα στην φασματική περιοχή $1.600 - 1.300 \text{ cm}^{-1}$.



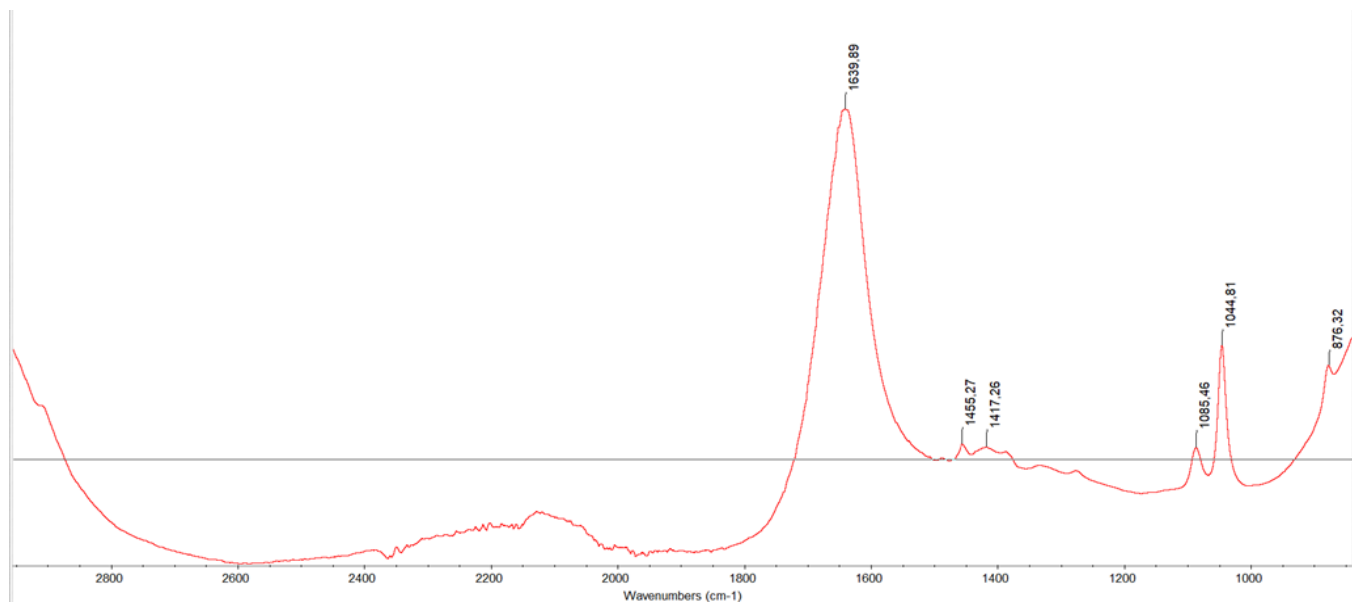
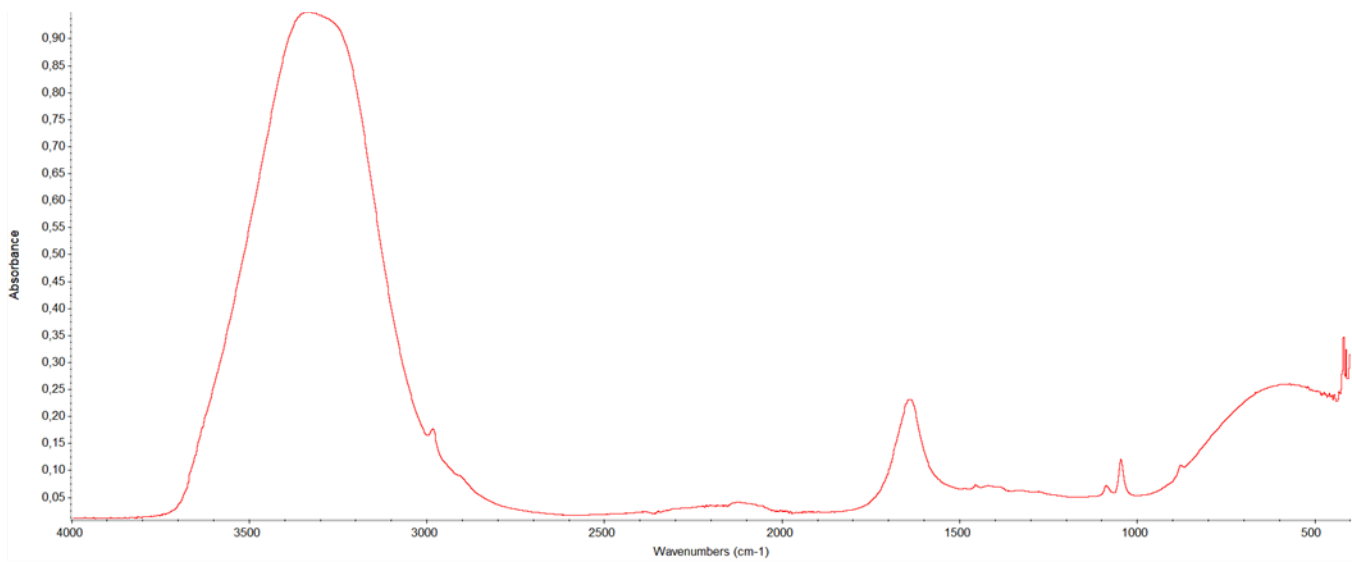
Εικόνα 19 Απεικόνιση μέσου φάσματος του Οινοποιείου Domaine Sigalas

Στο μέσο φάσμα του οινοποιείου Domaine Sigalas παρατηρούμε μεγαλύτερο πλήθος κορυφών και ιδιαίτερα στην φασματική περιοχή $1.600 - 1.300 \text{ cm}^{-1}$.



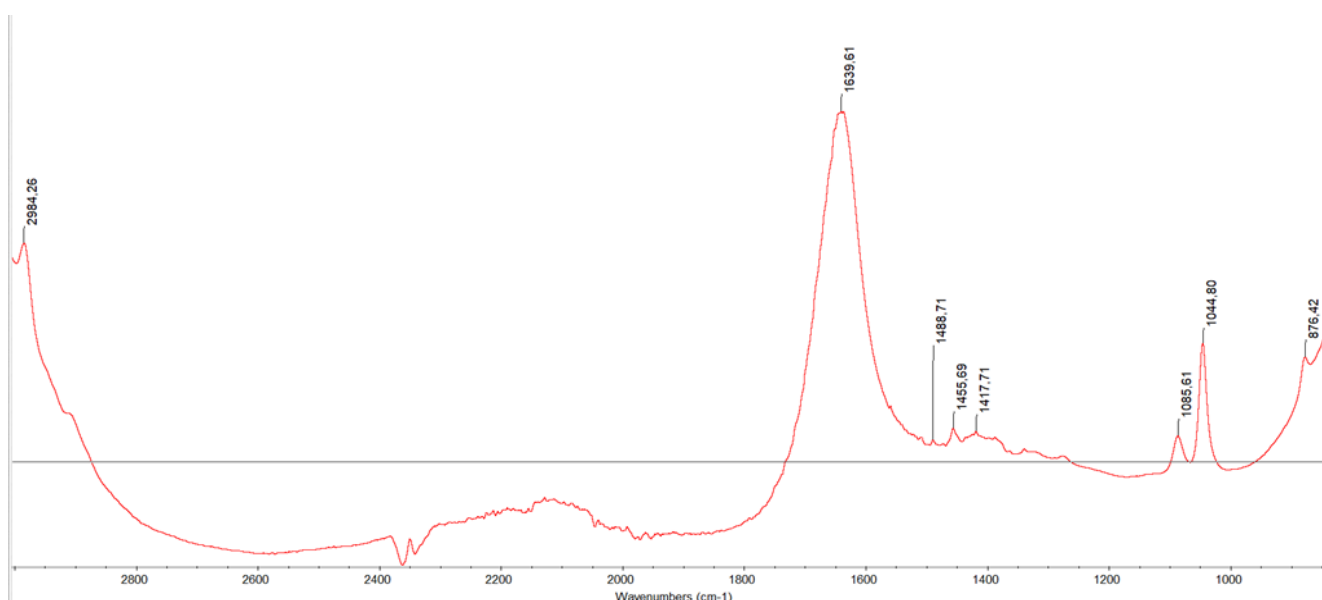
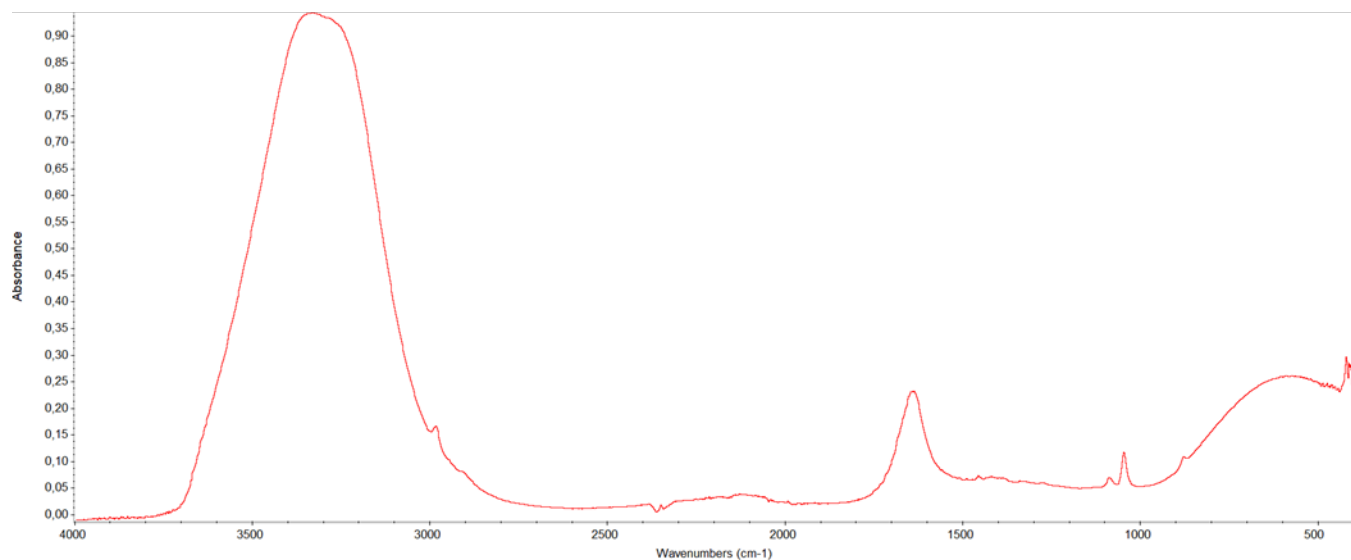
Εικόνα 20 Απεικόνιση μέσου φάσματος του Οινοποιείου Santo Wines

Στο μέσο φάσμα του οινοποιείου Santo Wines παρατηρούμε μεγαλύτερο πλήθος κορυφών και ιδιαίτερα στην φασματική περιοχή $1.600 - 1.300 \text{ cm}^{-1}$.



Εικόνα 21 Απεικόνιση μέσου φάσματος του Οινοποιείου Vassaltis Vineyards

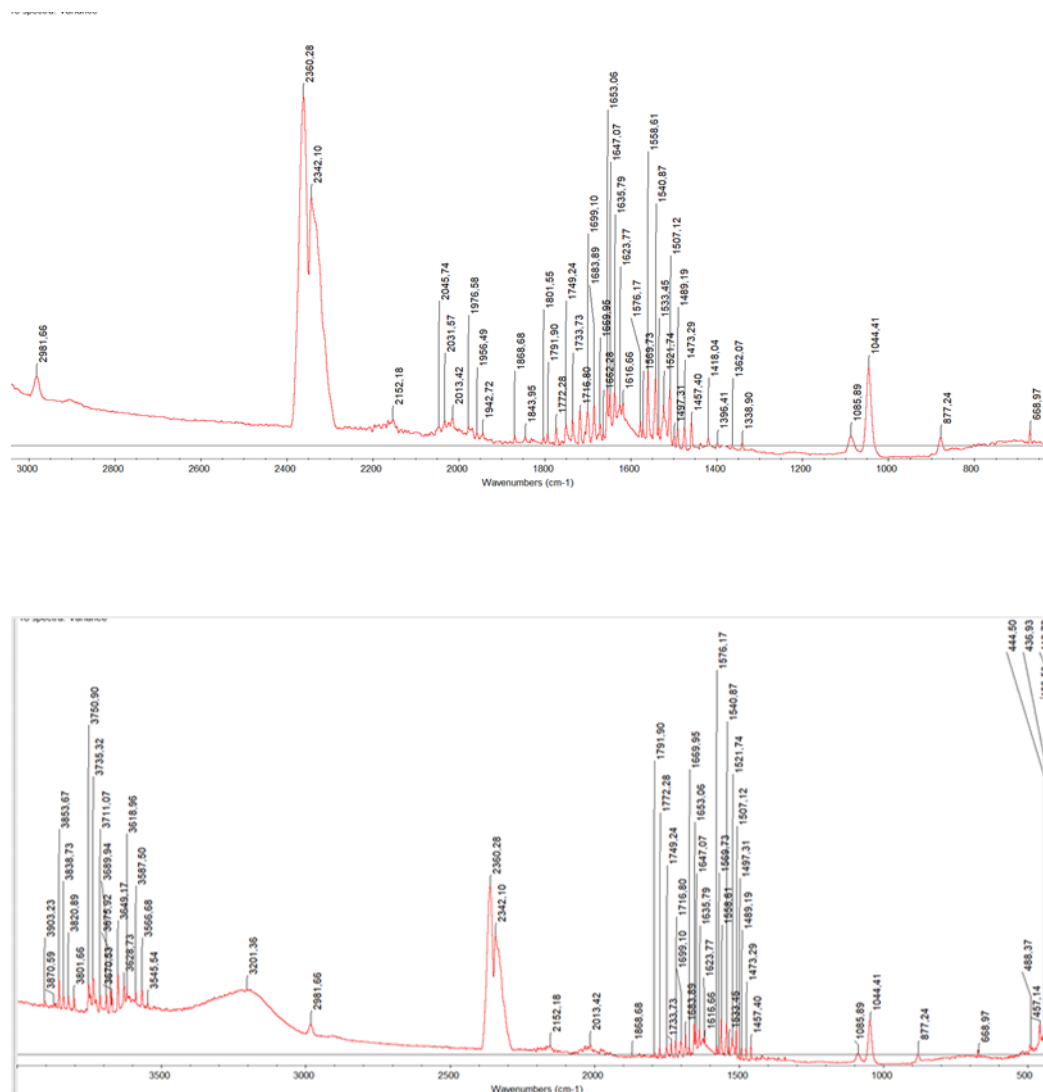
Στο μέσο φάσμα του οινοποιείου Vassaltis Vineyards παρατηρούμε μικρό αριθμό κορυφών.



Εικόνα 22 Απεικόνιση μέσου φάσματος του Οινοποιείου Χατζηδάκης

Στο μέσο φάσμα του οινοποιείου Χατζηδάκης παρατηρούμε μικρό αριθμό κορυφών.

Έπειτα, λόγω του ότι μέσω των παραπάνω μέσων φασμάτων δεν παρατηρούνται πολλές κορυφές και έτσι δεν μπορούμε να εξετάσουμε και τις διαφορές μεταξύ των διαφορετικών δειγμάτων και οινοποιείων, αρχίσαμε να πραγματοποιούμε στατιστική ανάλυση και πιο συγκεκριμένα κάναμε το variances μέσω του προγράμματος OMNIC ώστε να διακρίνουμε καλύτερα τις κορυφές. Με άλλα λόγια, το variances αποτελεί μία ανάλυση μέσω της οποίας συγκρίνονται όλες οι κορυφές των μέσων φάσματος όλων των οινοποιείων και δίνεται μία απεικόνιση των φασματικών περιοχών στις οποίες καταγράφονται οι σημαντικότερες διαφορές ανάμεσα στα φάσματα. Παρακάτω, η δεύτερη εικόνα αποτελεί μεγέθυνση της πρώτης για την φασματική περιοχή 1.000- 2.000 cm^{-1} που καταγράφεται το fingerprint.

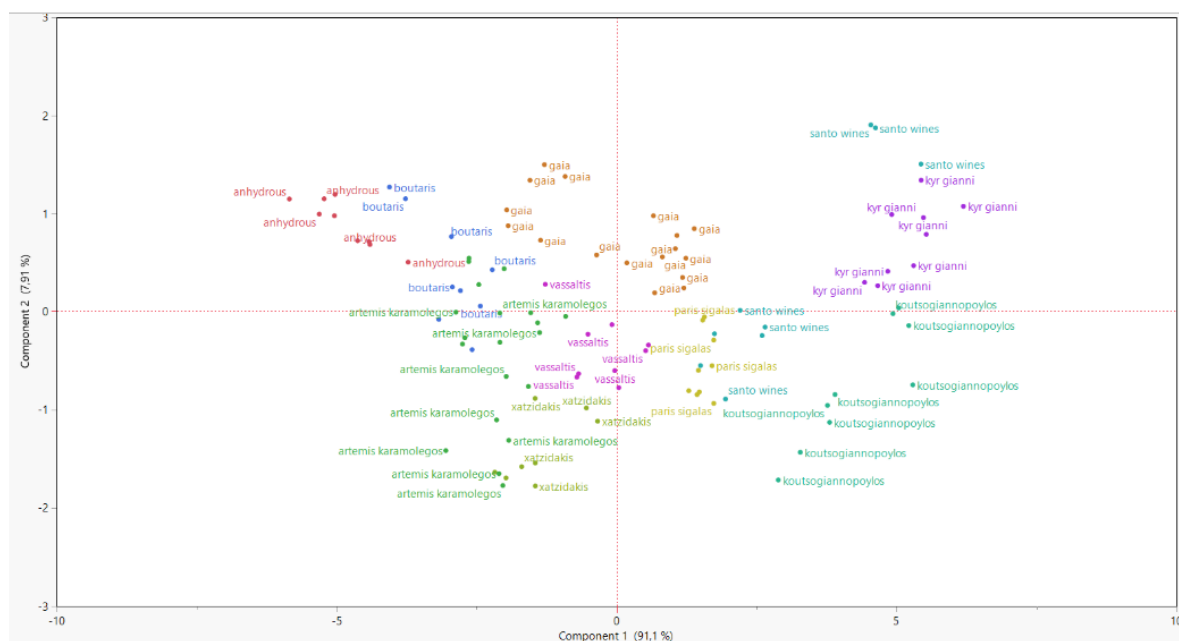


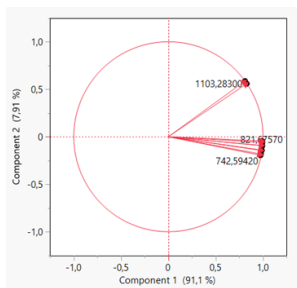
Εικόνα 23 Απεικόνιση του variances για τα μέσα φάσματα όλων των οινοποιείων

2.2 Μελέτη και ομαδοποίηση των αποτελεσμάτων

Στην συνέχεια μέσω του προγράμματος JMP 16 διαχωρίστηκαν τα δείγματα με βάση διαφορετικές παραμέτρους ώστε να γίνει η κατανομή τους στον χώρο και να μελετηθούν οι διαφορές τους.

Αρχικά, πραγματοποιήθηκε η ανάλυση Hierarchical cluster μέσω της οποίας δημιουργήθηκαν clusters ανάλογα με το πόσο διαφέρουν ή μοιάζουν τα δείγματα. Το κάθε cluster αποτελεί μία ομάδα δειγμάτων με παρόμοια χαρακτηριστικά και έχει ένα συγκεκριμένο χρώμα. Έπειτα, πραγματοποιήθηκε η ανάλυση Predictors Screening για να μειωθεί ο αριθμός των μεταβλητών που επηρεάζουν τον διαχωρισμό των δειγμάτων. Πιο συγκεκριμένα, επιλέχθηκαν οι δέκα πρώτες φασματικές μεταβλητές, που αποτελούν περίπου το 10% του συνόλου των δειγμάτων και είναι οι πιο σημαντικές. Με βάση αυτές έγινε μία ανάλυση Principal Components Analysis ή PCA, μέσω της οποίας τα δείγματα κατανεμήθηκαν στον χώρο και δημιουργήθηκαν ομαδοποιήσεις. Παρακάτω, οι ομαδοποιήσεις που δημιουργούνται με διαφορετικό χρώμα οφείλονται στα διαφορετικά clusters, ενώ η κατανομή των δειγμάτων στα τεταρτημόρια οφείλεται στη ανάλυση PCA, έχουν πραγματοποιηθεί δηλαδή δύο ομαδοποιήσεις που βασίζονται στις δύο παραπάνω στατιστικές αναλύσεις.





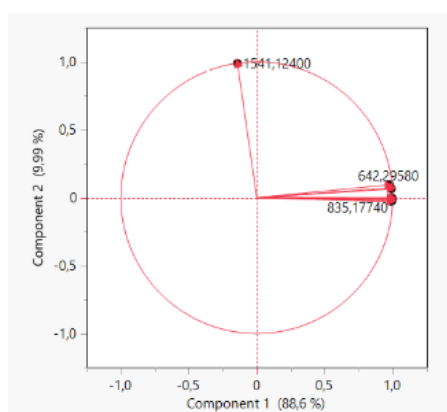
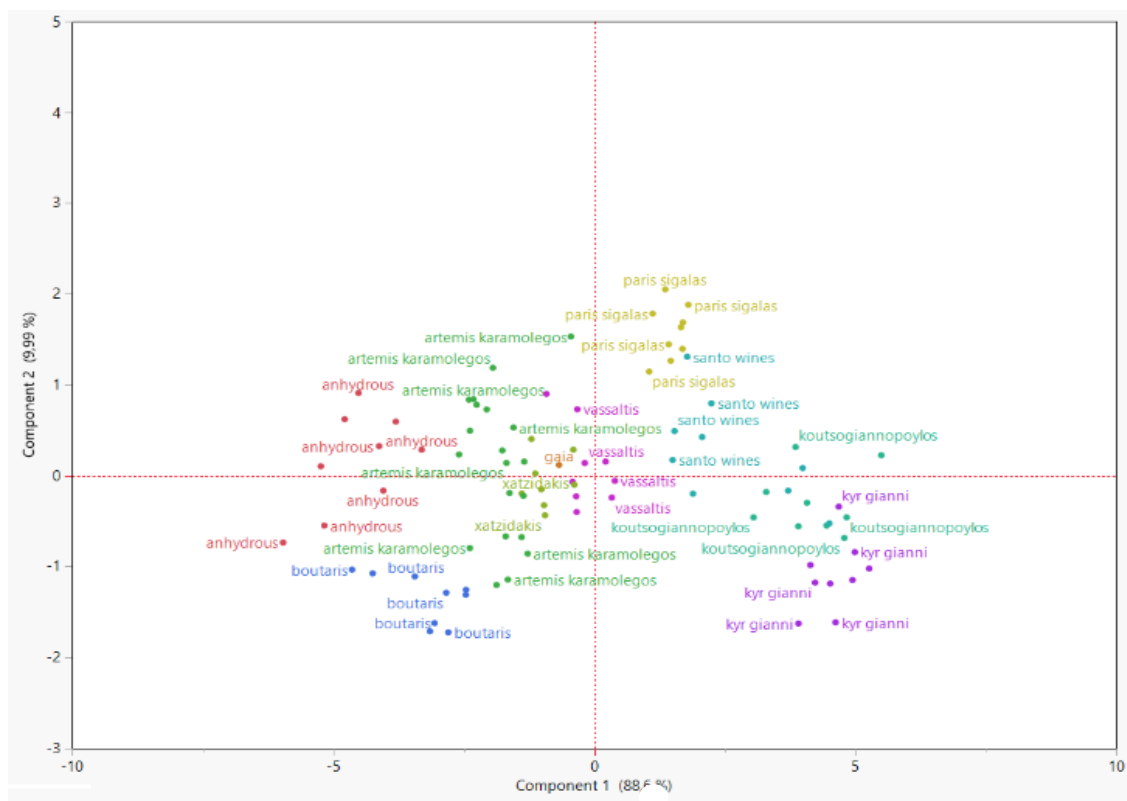
Εικόνα 26 Ομαδοποίηση των δειγμάτων στον χώρο ανάλογα με το οινοποιείο

Από τις παραπάνω εικόνες μπορούμε να παρατηρήσουμε πως υπάρχει μια αρχική ομαδοποίηση και ταξινόμηση των δειγμάτων στα τέσσερα τεταρτημόρια. Ειδικότερα, τα δείγματα των οινοποιείων Avantis - Anhydrous Cellar Door, Γαία, Boutaris ομαδοποιούνται στο δεύτερο τεταρτημόριο. Μερικά δείγματα από το οινοποιείο Γαία κατανέμονται επίσης στο πρώτο τεταρτημόριο μαζί με αυτά του οινοποιείου Κυρ Γιάννη-Σιγάλας και κάποια από το οινοποιείο Santo Wines. Έπειτα, στο τρίτο τεταρτημόριο ομαδοποιούνται τα δείγματα του οινοποιείου Χατζηδάκης και του Artemis Karamolegos, στο τέταρτο τεταρτημόριο ομαδοποιούνται τα δείγματα των οινοποιείων Domaine Sigalas, Κουτσογιαννόπουλος καθώς και τα υπόλοιπα από το οινοποιείο Santo Wines και τέλος στο κέντρο των αξόνων συγκεντρώνονται τα δείγματα του οινοποιείου Vassaltis Vineyards. Η ομαδοποίηση αυτή οφείλεται στα διανύσματα που φαίνονται στην παραπάνω εικόνα. Με άλλα λόγια, τα δείγματα που βρίσκονται στο ίδιο τεταρτημόριο ή και cluster παρουσιάζουν πολλές ομοιότητες στην σύστασή τους και χαρακτηρίζονται από τα ίδια διανύσματα που αντιστοιχούν στις φασματικές κορυφές με την μεγαλύτερη σημασία για την ομαδοποίηση. Στο κάθε τεταρτημόριο αντιστοιχούν κάποια διανύσματα τα οποία αντιστοιχούν στις ανάλογες φασματικές κορυφές. Τέλος, παρατηρούμε πως αν και τα δείγματα των οινοποιείων Santo Wines και Γαία δεν βρίσκονται όλα αντίστοιχα στο ίδιο τεταρτημόριο, κατανέμονται στο ίδιο cluster αντίστοιχα, αφού είναι χρωματισμένα με το ίδιο χρώμα.

Στην συνέχεια, λόγω του ότι παρατηρούμε πολύ υψηλή ποικιλομορφία στις ομαδοποιήσεις εξαιτίας της αλκοόλης και της οξύτητας που χαρακτηρίζει το κάθε δείγμα, επαναλάβαμε την παραπάνω διαδικασία αφαιρώντας τις φασματικές περιοχές $1000-1150\text{ cm}^{-1}$, $1393-1397\text{ cm}^{-1}$, $1728-1732\text{ cm}^{-1}$ (Asep Bayu Dani Nandiyanto, Rosi Oktiani, Risti Ragadhita 2019, <https://www.sigmaaldrich.com/GR/en/technical-documents/technical->

article/analytical-chemistry/photometry-and-reflectometry/ir-spectrum-table).

Έχοντας λοιπόν απορρίψει τους παράγοντες που επηρεάζονται από τις τεχνικές οινοποίησης, οι ομαδοποιήσεις που θα δημιουργηθούν θα οφείλονται αποκλειστικά στις διαφορές του matrix του οίνου, στα φαινολικά συστατικά και στην ποικιλία.



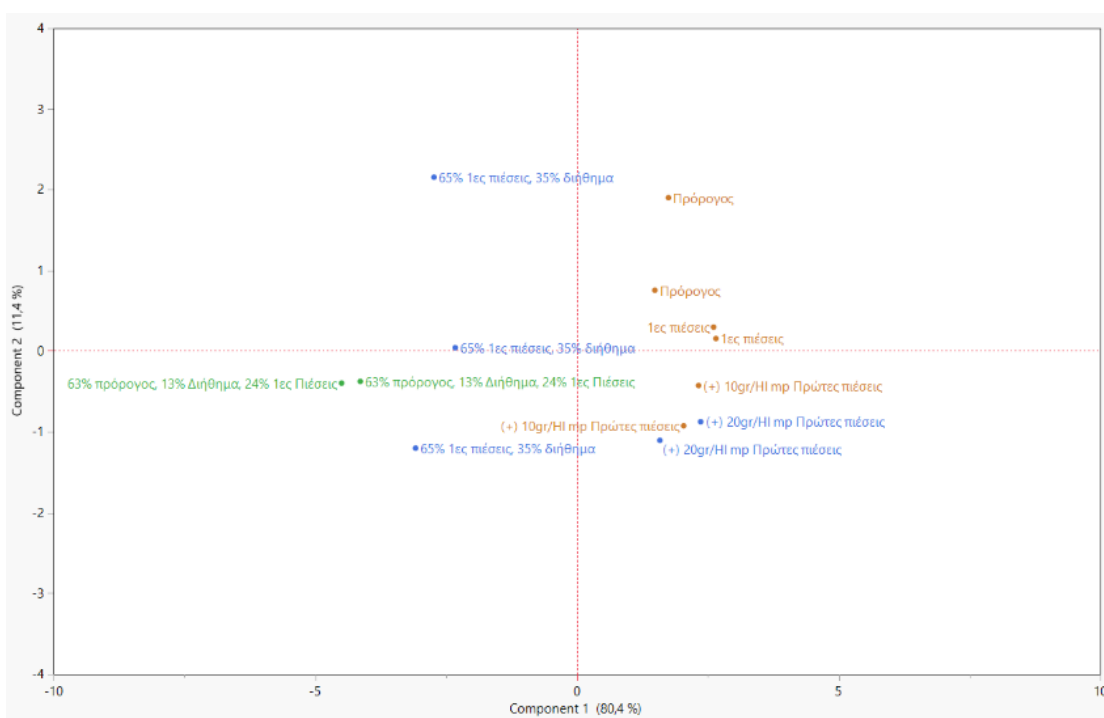
Εικόνα 27 Ομαδοποίηση των δειγμάτων στον χώρο ανάλογα με το οινοποιείο, με εξαίρεση τις φασματικές περιοχές $1000-1150\text{ cm}^{-1}$, $1393-1397\text{ cm}^{-1}$, $1728-1732\text{ cm}^{-1}$

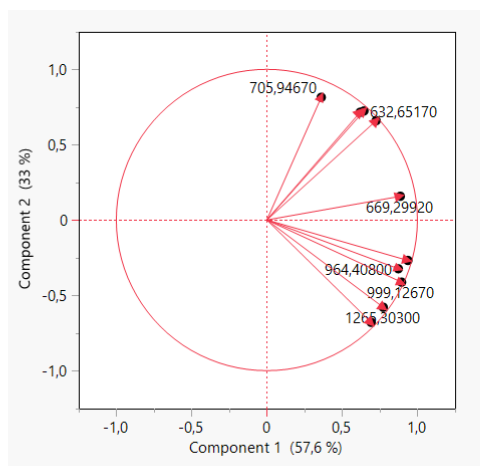
Παρατηρώντας την παραπάνω απεικόνιση στον χώρο μπορούμε να καταλάβουμε πως ο παράγοντας που καθορίζει τον διαχωρισμό και την ομαδοποίηση των

δειγμάτων είναι οι φασματικές περιοχές που εμφανίζονται ως διανύσματα στην τελευταία εικόνα. Τα διανύσματα βρίσκονται στον άξονα χ'χ. Επίσης, παρατηρούμε πως τα δείγματα των οινοποιείων Artemis Karamolegos, Avantis - Anhydrous Cellar Door, Χατζιδάκης και Boutaris, ομαδοποιούνται στο δεύτερο και τρίτο τεταρτημόριο ενώ τα δείγματα των οινοποιείων Santo Wines, Domaine Sigalas, Κουτσογιαννόπουλος, Vassaltis Vineyards και Κυρ Γιάννη- Σιγάλας, ομαδοποιούνται στο πρώτο και τέταρτο τεταρτημόριο. Ως αποτέλεσμα, ο ευρύτερος αυτός διαχωρισμός σε δύο ομάδες, στην αριστερή και δεξιά πλευρά των αξόνων, μας δείχνει πως τα δείγματα της κάθε ομάδας έχουν παρόμοιο matrix.

2.3 Η επίδραση των τεχνικών οινοποίησης στην ομαδοποίηση των δειγμάτων

Στην συνέχεια, λόγω του γεγονότος ότι το οινοποιείο Γαία έχει συνθέσει τα δείγματά του με διαφορετικά ποσοστά προρόγου, πρώτων πιέσεων και διηθήματος, θέλαμε να μελετήσουμε πως αυτό διαφοροποιεί και την ομαδοποίηση των δειγμάτων στον χώρο. Πιο αναλυτικά, επαναλάβαμε την ίδια ακριβώς διαδικασία για το οινοποιείο Γαία θέτοντας ως κριτήριο την τεχνική που χρησιμοποιήθηκε.



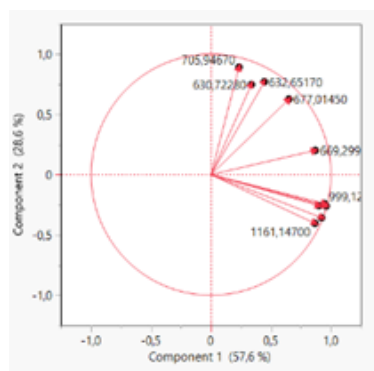
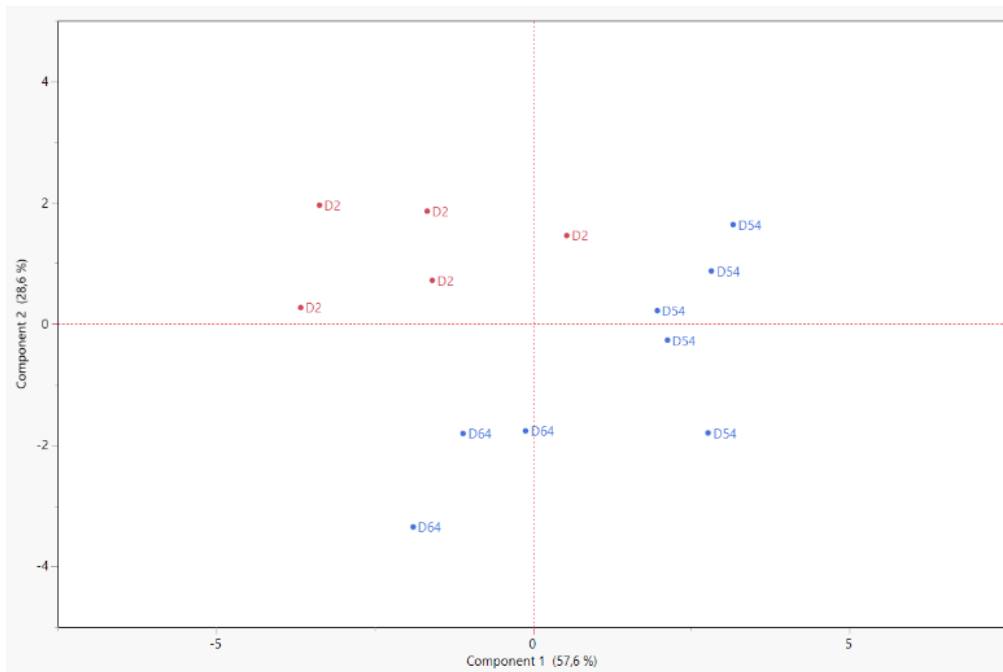


Εικόνα 29 Ομαδοποίηση των δειγμάτων από το οινοποιείο Γαία στον χώρο ανάλογα με την τεχνική οινοποίησης

Από την απεικόνιση των δειγμάτων από το οινοποιείο Γαία, παρατηρούμε πως τα δείγματα που αποτελούνται από τον πρόρογο και τις μόνο τις πρώτες πιέσεις ομαδοποιούνται στο πρώτο και τέταρτο τεταρτημόριο ή στην δεξιά μεριά των αξόνων, ενώ αυτά στα οποία υπάρχει και διήθημα κατανέμονται στο δεύτερο και τρίτο τεταρτημόριο ή στην αριστερή μεριά των αξόνων. Ο διαχωρισμός αυτό οφείλεται στο γεγονός πως στον πρόρογο και στις πρώτες πιέσεις υπάρχει μικρότερη συγκέντρωση στερεών στοιχείων σε σύγκριση με τα δείγματα που υπάρχει και το διήθημα (Τσακίρης Α., 2017). Επίσης, τα δείγματα στα οποία έχει προστεθεί ποσότητα metabisulfite ομαδοποιούνται στο τέταρτο τεταρτημόριο.

2.4 Μελέτη της επίδρασης της αλκοόλης και της οξύτητας στην ομαδοποίηση των δειγμάτων.

Έπειτα, μελετήσαμε πως η αλκοόλη και η οξύτητα επιδρούν στην ομαδοποίηση των δειγμάτων. Πιο συγκεκριμένα, επαναλάβουμε την ίδια ακριβώς διαδικασία όπως και παραπάνω για τα δείγματα του οινοποιείου Artemis Karamolegos στα οποία η αλκοόλη και η οξύτητα εκφρασμένη σε gr/L τρυγικού οξέος είναι 14.4 % vol και 6,1 για το δείγμα Δ2, 14,4 % vol και 6,9 για το δείγμα Δ54, 6,15 και 13,5 % vol για το δείγμα Δ64.



Εικόνα 30 Ομαδοποίηση των δειγμάτων από το οινοποιείο Artemis Karamolegos στον χώρο ανάλογα με την τεχνική οινοποίησης

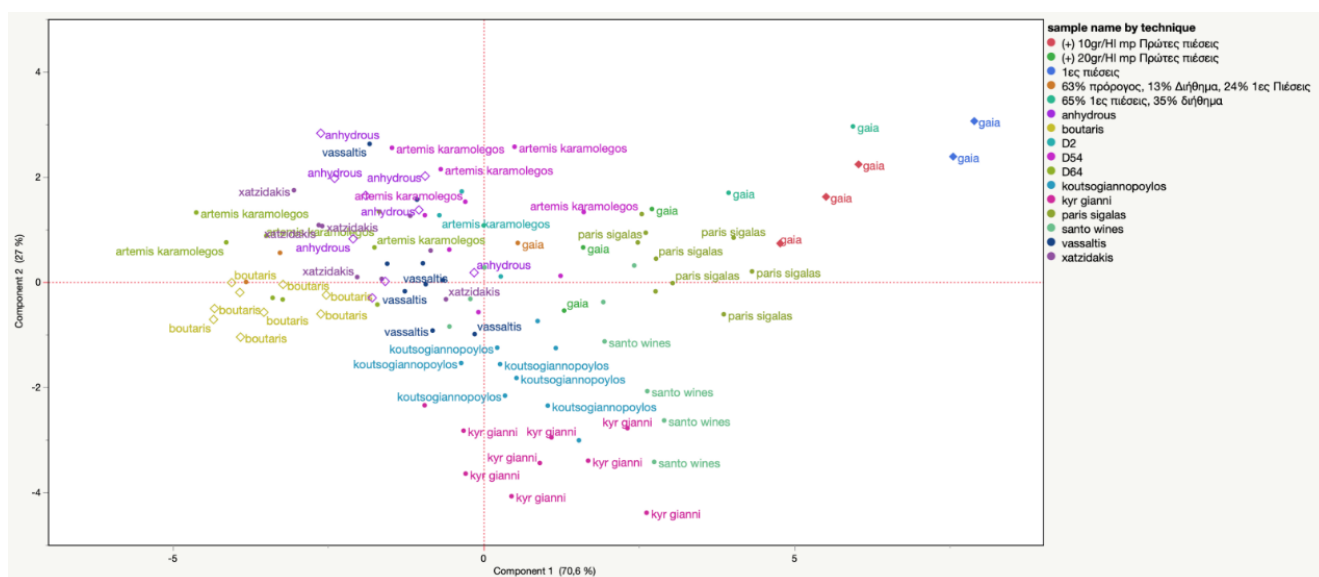
Από το παραπάνω αποτέλεσμα παρατηρούμε πως υπάρχει ομαδοποίηση μεταξύ των δειγμάτων. Τα δείγματα Δ54 και Δ64 έχουν το ίδιο χρώμα, άρα ανήκουν και στο ίδιο cluster, και κατανέμονται κυρίως στα δεξιά τεταρτημόρια ενώ το δείγμα Δ2 έχει διαφορετικό χρώμα και βρίσκεται κυρίως στο δεύτερο τεταρτημόριο.

2.5 Μελέτη της επίδρασης των φαινολικών συστατικών στην ομαδοποίηση των δειγμάτων.

Επιπλέον, λόγω του ότι τα δείγματα προέρχονται από διαφορετικούς παραγωγούς, οι οποίοι ακολουθούν διαφορετικές τεχνικές κατά την οινοποίηση όπως η προζυμωτική εκχύλιση και η οποία μεταβάλλει το φαινολικό προφίλ των οίνων, προσπαθήσαμε να δημιουργήσουμε μία ομαδοποίηση που να μην εστιάζει σε αυτά

τα στοιχεία, δηλαδή τα φαινολικά. Ειδικότερα, πραγματοποιήσαμε την ανάλυση PCA, έχοντας προηγηθεί η ανάλυση Hierarchical cluster και Screening predictors, στην περιοχή του φάσματος $1400-1800\text{ cm}^{-1}$ που αντιστοιχεί στην περιοχή fingerprint και όπου καταγράφονται οι περισσότεροι δεσμοί που οφείλονται σε φαινόλες, αφαιρώντας όμως την περιοχή $1728-1732\text{ cm}^{-1}$, ώστε το αποτέλεσμα να μην επηρεαστεί καθόλου από την οξύτητα και να επικεντρωθούμε αποκλειστικά στην μελέτη των φαινολικών ενώσεων.

(<https://www.sigmaaldrich.com/GR/en/technical-documents/technical-article/analytical-chemistry/photometry-and-reflectometry/ir-spectrum-table>).



Εικόνα 31 Ομαδοποίηση των δειγμάτων στον χώρο για την περιοχή του φάσματος $1400-1800\text{ cm}^{-1}$

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 Ανάλυση των δειγμάτων με την μέθοδο της HPLC

Για την αναγνώριση των φαινολικών ενώσεων βασιστήκαμε στο συνολικό area των κορυφών που καταγράφηκε στα 280 και 330 nm. Αναλυτικότερα, το μήκος κύματος που χρησιμοποιήθηκε για τον προσδιορισμό των φλαβονολών και των κινναμωνικών οξέων ήταν τα 280 και τα 320 nm αντίστοιχα. Ακόμα, επειδή δεν σκοπεύαμε να επικεντρωθούμε στην ταυτοποίηση συγκεκριμένων φαινολικών ενώσεων αλλά επιθυμούσαμε να μελετήσουμε γενικότερα το συνολικό ποσό των φαινολών και το φαινολικών οξέων, βασιστήκαμε στο area των κορυφών.

Όσο αφορά την περίπτωση της δική μας μελέτης, αποφασίσαμε να χρησιμοποιήσουμε την HPLC σύμφωνα με την μέθοδο των Ψαρρά, Καλλίθρακα και Κεφαλά (2002), ως μία μέθοδος για την γρήγορη ανίχνευση και την ποσοτική μέτρηση των φαινολικών συστατικών μικρού μήκους που υπάρχουν στα δείγματά μας. Ο χρωματογράφος που χρησιμοποιήθηκε ήταν ο ELITE LaChrom της εταιρίας Hitachi. Η χρωματογραφική στήλη ήταν η RESTEK C-18 3 μm , 150 \times 4,6 mm και προστατευόταν από μία δεύτερη στήλη αποτελούμενη από τα ίδια υλικά, ενώ και οι δύο βρισκόντουσαν στους 40 °C. Ακόμα, η εκλούση πραγματοποιήθηκε με το διάλυμα A που ήταν ένα 9 mM ορθοφωσφορικό οξύ με pH 2,5 και με το διάλυμα B που αποτελούταν από μία αναλογία 4:6 σε MeCN και νερό και περιείχε και αυτό 9 mM ορθοφωσφορικό οξύ. Η ταχύτητα της έκλουσης ήταν 1 ml/ min και ακολουθήθηκε η παρακάτω πορεία: Για 20 min πραγματοποιήθηκε έκλουση με 100% διάλυμα A, 60% διάλυμα A για 80 min, έπειτα για 10 min η συγκέντρωση της κινητής φάσης ήταν σταθερή, στην συνέχεια έγινε έκλουση για 20 min με 30% A και τέλος για τελευταία 10 min η συγκέντρωση παρέμεινε ξανά σταθερή. Ο συνολικός χρόνος έκλουσης ήταν 140 min.



Εικόνα 33 Σύστημα υγρής χρωματογραφίας ELITE LaChrom

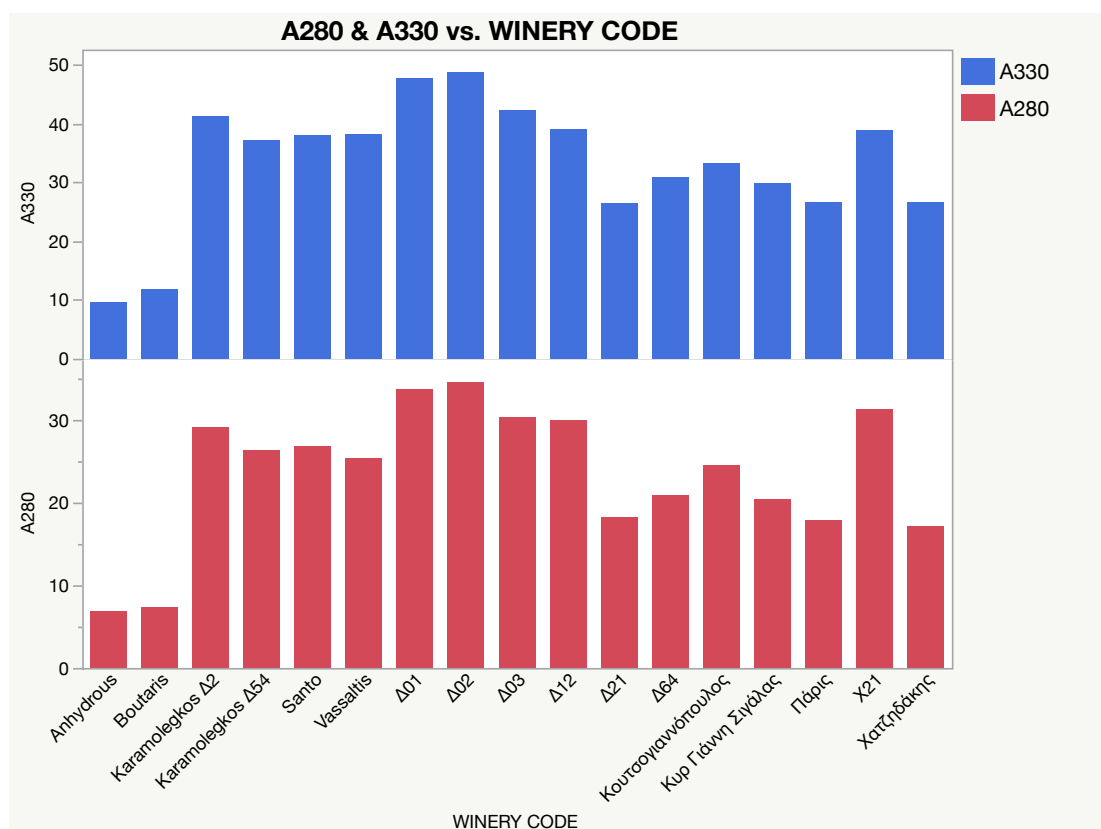
3.1 Αποτελέσματα της ανάλυσης HPLC

Μέσω της ανάλυσης HPLC καταλήξαμε στον παρακάτω πίνακα στον οποία διαφαίνονται τα area των μέσω όρων των δειγμάτων για κάθε οινοποιείο για τα μήκη κύματος 280 και 330 nm.

Δείγμα	Οινοποιείο	Τοποθεσία	Τεχνικές	CODE TASIA	SAMPLE	Area A280 (mV.min)	Area A330 (mV.min)
Δ03	gaia	Braxeies	(+) 20gr/Hl mp Πρώτες πιέσεις	A	A	30,25401	42,36733
Δ02	gaia	Braxeies	(+) 10gr/Hl mp Πρώτες πιέσεις	B	B	34,42991	48,83697
Δ01	gaia	Braxeies	1ες πιέσεις	Γ	C	33,58211	47,73973
Δ21	gaia	Braxeies	Πρόρογος	Δ	D	18,21258	26,40596
Χ21	gaia	Braxeies	63% πρόρογος, 13% Διήθημα, 24% 1ες Πιέσεις	E	E	31,18222	38,93365
Δ12	gaia	Braxeies	65% 1ες πιέσεις, 35% διήθημα	Z	F	29,85347	39,04751
Δ64	artemis karamolegos	Exw gwneia	N/A	H	G	20,849	30,8416
Boutaris	boutaris	Megaloxwri	N/A	Θ	H	7,34744	11,77409
Anhydrous	anhydrous	Thira- kontochori	N/A	I	I	6,76866	9,67709
Κουτσογιαννόπουλος	koutsogiannopoulos	Vothwnas	N/A	K	K	24,38436	33,26972
Κυρ Γιάννη Σιγάλας	kyr gianni	Oia-baxes	N/A	Λ	L	20,33724	29,9499
Santo	santo wines	Pyrgos Kallisths	N/A	M	M	26,73422	38,11405
Πάρις	paris sigalas	Oia-baxes	N/A	N	N	17,84514	26,64779

Vassaltis	vassaltis	Vourvoulos	N/A	Ξ	O	25,33862	38,30347
Χατζηδάκης	xatzidakis	Pyrgos Kallisths	N/A	O	P	17,11549	26,57094
Karamolegkos Δ2	artemis karamolegos	Exw gwneia	N/A	Π	Q	29,00767	41,34043
Karamolegkos Δ54	artemis karamolegos	Exw gwneia	N/A	P	R	26,19696	37,16487

Πίνακας 3 Αποτελέσματα της ανάλυσης HPLC



Με βάση την παραπάνω εικόνα τον πίνακα και το ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι στο οποίο παρουσιάζονται τα χρωματογραφήματα των δειγμάτων στα δύο μήκη κύματος που επιλέχθηκαν, παρατηρούμε πως το υψηλότερο ποσό τόσο φαινολών όσο και φαινολικών οξέων την παρουσιάζουν τα δείγματα από το οινοποιείο Γαία, ενώ τα

χαμηλότερα ποσά διαφαίνονται στα δείγματα των οινοποιείων Boutaris και Avantis - Anhydrous Cellar Door. Ειδικότερα το δείγμα με το υψηλότερο ποσό είναι το Δ02 που αποτελείται αποκλειστικά από τις πρώτες πιέσεις. Επίσης, αν και στο οινοποιείο Domaine Sigalas έχει χρησιμοποιηθεί η τεχνική της προζυμωτικής κρυσταλλοποίησης για τρεις μέρες, τα δείγματα δεν παρουσιάζουν τόσο αυξημένο area στα δύο μήκη κύματος, άρα ούτε και τόσο υψηλό ποσό φαινολών και φαινολικών οξέων.

Τέλος, με βάση την τελευταία ανάλυση που πραγματοποιήθηκε για την φασματική περιοχή $1400-1800\text{ cm}^{-1}$, παρατηρούμε πως επιβεβαιώνεται το αποτέλεσμα της ανάλυσης HPLC. Πιο αναλυτικά, στην PCA διαφαίνεται μία γενική ομαδοποίηση των δειγμάτων σε αυτά που παρουσιάζουν τα υψηλότερα ποσοστά σε φαινολικές ενώσεις στην δεξιά μεριά του άξονα και σε αυτά που παρουσιάζουν τις χαμηλότερες συγκεντρώσεις στην αριστερή μεριά των αξόνων. Ακόμα, με γεμάτων ρόμβο παρουσιάζονται τα δείγματα του οινοποιείου Γαία με τα υψηλότερα ποσοστά και με κενό ρόμβο αυτά των οινοποιείων Vassaltis, Boutaris και Anhydrous με τα χαμηλότερα ποσοστά σε φαινολικές ενώσεις.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 Συζήτηση και συμπέρασμα

Στο παραπάνω πείραμα, συλλέχθηκαν δείγματα οίνου από την ποικιλία Ασύρτικο από διαφορετικούς παραγωγούς της Σαντορίνης με στόχο να μελετηθεί η μοναδικότητα της ποικιλίας και πως οι διαφοροποιήσεις στην σύσταση μπορούν να αποτυπωθούν σε φάσματα FTIR. Αρχικά, πραγματοποιήθηκαν οι αναλύσεις Hierarchical cluster, Predictors Screening και Principal Components Analysis ή PCA, για να παρατηρήσουμε πως ομαδοποιούνται τα δείγματα στον χώρο. Επίσης, απορρίφθηκαν οι φασματικές περιοχές 1720 cm^{-1} , 1375 cm^{-1} , $1000\text{-}1150\text{ cm}^{-1}$ (Asep Bayu Dani Nandiyanto, Rosi Oktiani, Risti Ragadhita 2019), στις οποίες καταγράφεται η οξύτητα και η αλκοόλη. Με αυτόν τον τρόπο άλλαξε η επιλογή των predictors και η ομαδοποίηση των δειγμάτων αφού πλέον μπορούσαμε να παρατηρήσουμε διαφορές που οφείλονται αποκλειστικά στο matrix του κρασιού, στην έκφραση της ποικιλίας και όχι στις τεχνικές οινοποίησης που χρησιμοποιήθηκαν.

Πιο συγκεκριμένα, στην αρχική ανάλυση με βάση τα οινοποιεία παρατηρήσαμε πως υπήρχαν τρεις γενικές ομαδοποιήσεις. Ειδικότερα, τα δείγματα των οινοποιείων Avantis - Anhydrous Cellar Door, Boutaris, Artemis Karamolegos, βρισκόντουσαν στην αριστερή μεριά των αξόνων, τα οινοποιεία Vassaltis Vineyards και Χατζιδάκης στο κέντρο των αξόνων ενώ τα Santo Wines, Domaine Sigalas, Κυρ Γιάννη-Σιγάλας, Κουτσογιαννόπουλος, στην δεξιά μεριά των αξόνων. Επίσης, σύμφωνα με τα predictors οι φασματικές μεταβλητές που ήταν πιο σημαντικές για τον παραπάνω διαχωρισμό ήταν οι 1541 cm^{-1} , 835 cm^{-1} , 642 cm^{-1} . Το 1541 cm^{-1} ανήκει στις ευρύτερες φασματικές περιοχές $1560\text{-}1540\text{ cm}^{-1}$ και $1555\text{-}1485\text{ cm}^{-1}$, στις οποίες καταγράφονται οι αλειφατικές και αρωματικές ενώσεις του αζώτου (Asep Bayu Dani Nandiyanto, Rosi Oktiani, Risti Ragadhita 2019). Οι αρωματικές ενώσεις του αζώτου αποτελούνται από έναν αρωματικό δακτύλιο και άτομα αζώτου και σχηματίζονται μέσω της νιτρικοποίησης με την χρήση ενός μείγματος από νιτρικό και θειικό οξύ (Booth G., 2000). Στον οίνο, παράδειγμα τέτοιων ενώσεων είναι οι πυραζίνες, που ανήκουν στα πρωτογενή αρωματικά συστατικά. Τέλος στην ευρύτερη περιοχή $500\text{-}600\text{ cm}^{-1}$ στην οποία ανήκει και η κορυφή 642 cm^{-1} καταγράφονται οι άλο-ενώσεις (<https://www.sigmaaldrich.com/GR/en/technical->

documents/technical-article/analytical-chemistry/photometry-and-reflectometry/ir-spectrum-table) . Τέτοιες ενώσεις στον οίνο μπορεί να είναι οι αλοφαινόλες και οι αλογονοανισόλες που προέρχονται από τον φελό και το φυσικό ξύλο και αποτελούν ελάτωμα για τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του κρασιού (Carla Frege, Luigi Ciotti, Luca Cappellin, Manuel Hutterli, <https://www.tofwerk.com/wp-content/uploads/TOFWERK-VCA-haloanisoles-and-halophenols-1.pdf>). Ως αποτέλεσμα, μπορούμε να θεωρήσουμε πως ο διαχωρισμός των δειγμάτων με κριτήριο το οινοποιείο καθορίστηκε από τις διαφορές που υπήρχαν στην συγκέντρωση των αζωτούχων συστατικών, όπως οι πυραζίνες, των αλο-ενώσεων και των αλκενίων.

Στην συνέχεια, από την ομαδοποίηση των δειγμάτων με κριτήριο την τοποθεσία του οινοποιείου παρατηρήσαμε ότι ο διαχωρισμός των δειγμάτων βασίστηκε στην φασματική περιοχή 821 cm^{-1} στην οποία καταγράφονται τα υπεροξείδια με δεσμό C-O-O. Τα υπεροξείδια προέρχονται από την αυτοοξείδωση των φλαβονοειδών ενώσεων στον οίνων (Bubols, 2013, Chu , 2017, Galleano, 2010, Grzesik , 2018, Ullah, 2020). Παράδειγμα τέτοιας ένωσης αποτελεί το υπεροξείδιο του υδρογόνου. Κατ'επέκταση, μπορούμε να θεωρήσουμε πως τα δείγματα που προήλθαν από διαφορετικές περιοχές του νησιού διέφεραν στην αρχική ποσότητα φλαβονοειδών ενώσεων όπως οι φλαβαν-τριόλες που συναντώνται στα λευκά κρασιά όπως έχει ήδη αναφερθεί στο κεφάλαιο 6.2 και αποτελούν δομικά συστατικά των τανινών. Πιο συγκεκριμένα, στην περιοχή Βούρβουλος στην οποία εδρεύει το οινοποιείο Vassaltis Vineyards, οι οίνοι της ποικιλίας Ασύρτικο χαρακτηρίζονται από ήπια τανική και φαινολική αίσθηση. Ακόμα, όπως και στην περίπτωση της ομαδοποίησης με βάση τα οινοποιεία, οι αλο-ενώσεις αποτελούν και σε αυτή την περίπτωση κριτήριο διαχωρισμού.

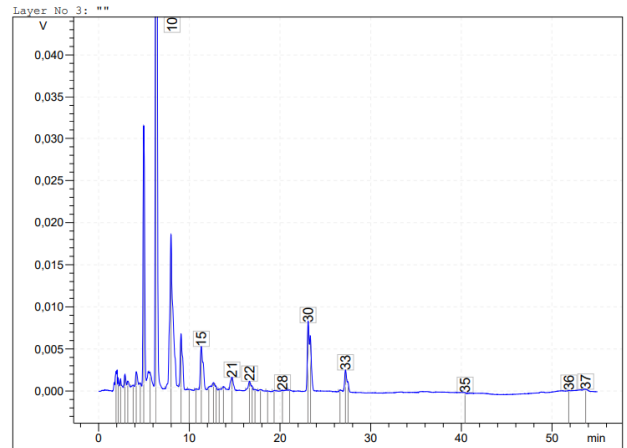
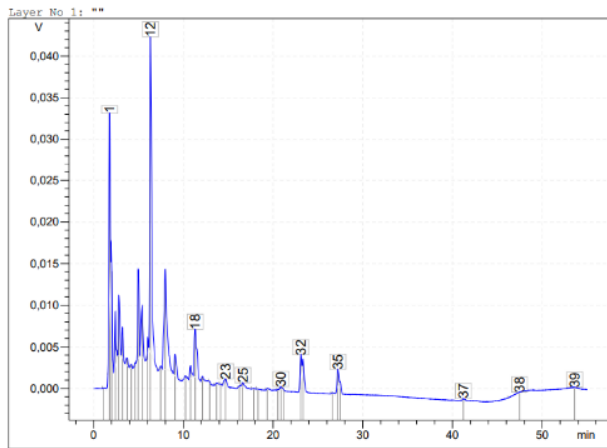
Όσο αφορά τις αναλύσεις και την ομαδοποίηση με κριτήριο την τεχνική που χρησιμοποιήθηκε για τα οινοποιεία Γαία και Artemis Karamolegos, παρατηρούμε πως και στις δύο περιπτώσεις οι μεταβλητές που επηρεάζουν την τοποθέτηση των δειγμάτων στον χώρο ανήκουν στην φασματική περιοχή $630-669\text{ cm}^{-1}$, στην οποία καταγράφονται οι αλο-ενώσεις (<https://www.sigmaaldrich.com/GR/en/technical-documents/technical-article/analytical-chemistry/photometry-and-reflectometry/ir->

spectrum-table) . Επιπλέον, βρέθηκε πως μία ακόμα σημαντική φασματική μεταβλητή είναι η 999 cm^{-1} , που ανήκει στην ευρύτερη φασματική περιοχή $1050\text{-}990\text{ cm}^{-1}$, στην οποία καταγράφονται τα φωσφορικά άλατα με δεσμό P-O-C (Asep Bayu Dani Nandiyanto, Rosi Oktiani, Risti Ragadhita 2019). Παράδειγμα μίας τέτοιας ένωσης που υπάρχει στον οίνο είναι το φωσφορικό διαμμώνιο. Η ένωση αυτή υπάρχει φυσικά στο κρασί όμως μπορεί επίσης να προστεθεί από τους παραγωγούς κατά την αρχή της ζύμωσης για να λειτουργήσει ως πηγή αζώτου για τις ζύμες και την ανάπτυξή τους

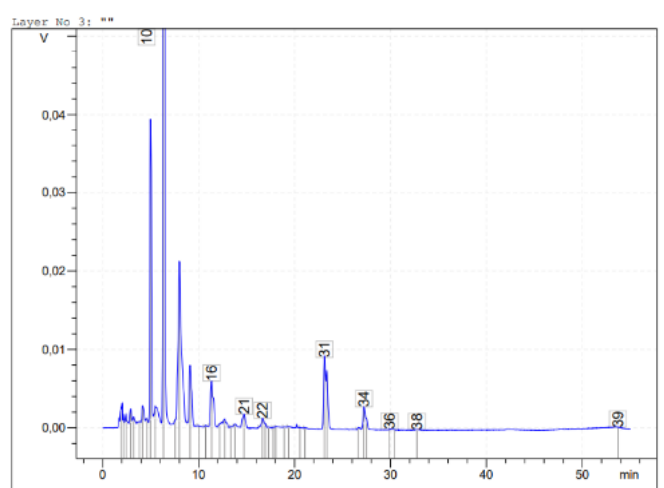
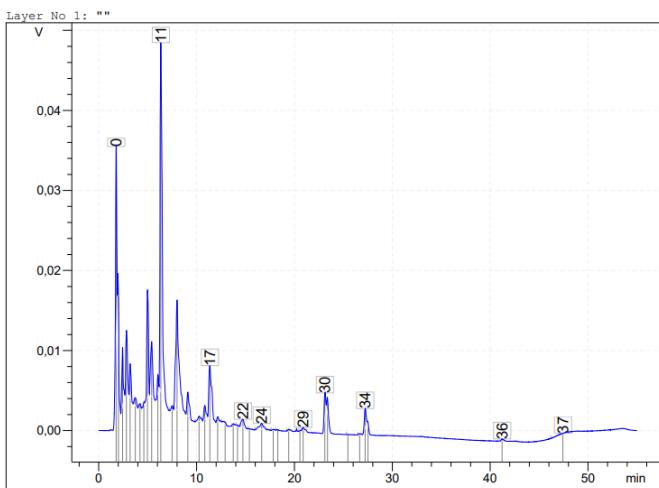
(<https://www.krasiagr.com/%CE%B5%CE%AF%CE%BD%CE%B1%CE%B9-%CF%84%CE%BF-%CF%8C%CE%BE%CE%B9%CE%BD%CE%BF-%CF%86%CF%89%CF%83%CF%86%CE%BF%CF%81%CE%B9%CE%BA%CF%8C-%CE%B1%CE%BC%CE%BC%CF%8E%CE%BD%CE%B9%CE%BF-%CF%80%CE%BF%CF%85-%CE%B2/>).

Με βάση λοιπόν όλων των παραπάνω αποτελεσμάτων, μπορούμε να καταλήξουμε στο συμπέρασμα πως με την χρήση της φασματοσκοπίας FTIR έχουμε την δυνατότητα να παρατηρήσουμε πράγματα που δεν αντιστοιχούν σε μία μόνο ανάλυση αλλά στο συνολικό matrix του κρασιού. Επίσης, θα είχε μεγάλο ενδιαφέρον η σύγκριση των ομαδοποιήσεων των δειγμάτων στον χώρο με ένα σύνολο αναλύσεων που εστιάζουν στο αρωματικό προφίλ, τα φαινολικά αλλά και στην κλασσική οργανοληπτική αξιολόγηση του οίνου, ώστε να μπορέσουμε να εστιάσουμε στην μελέτη και τον έλεγχο της τυπικότητας της ποικιλίας Ασύρτικο από την Σαντορίνη και το πως αυτή μπορεί να μεταβληθεί από χρονιά σε χρονιά ή λόγω άλλων παραγόντων όπως η τεχνική οινοποίησης. Τέλος, μέσω της φασματοσκοπίας FTIR θα ήταν πολύ ενδιαφέρον να τοποθετηθούν στον χώρο, δηλαδή με την ανάλυση PCA, δείγματα με ήδη γνωστή τυπικότητα και να συγκριθούν με άγνωστα ώστε να εξακριβωθεί κατά πόσο τυπικά είναι ή εάν προέρχονται από το νησί της Σαντορίνης.

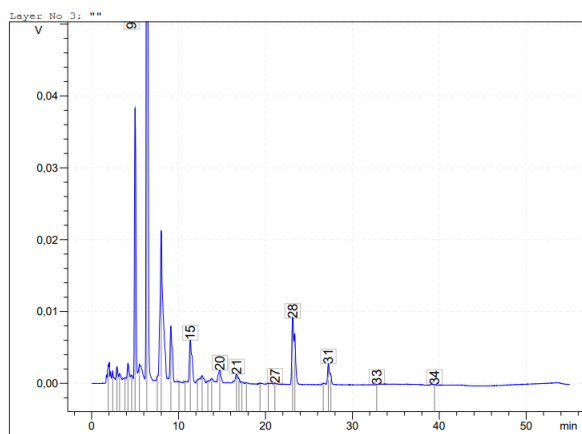
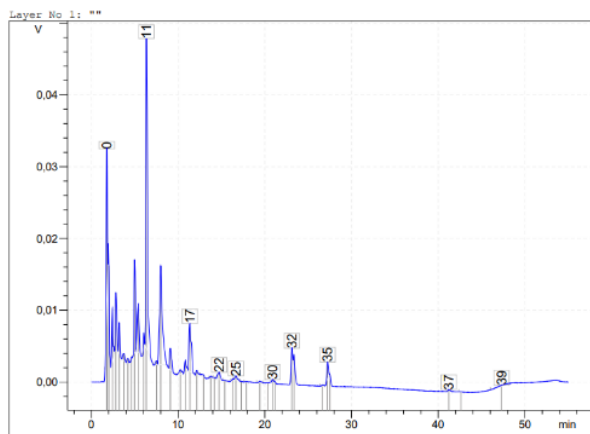
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι



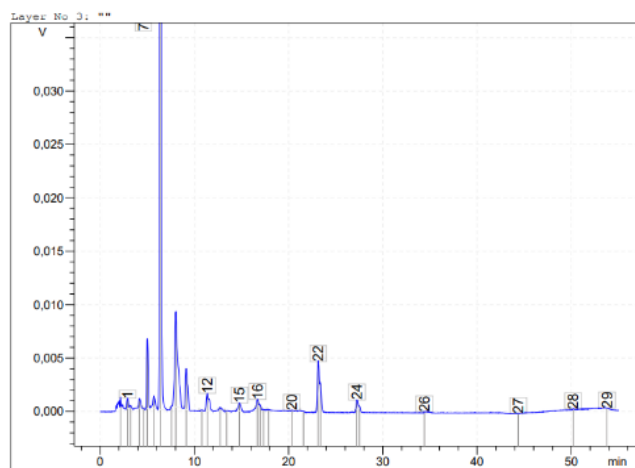
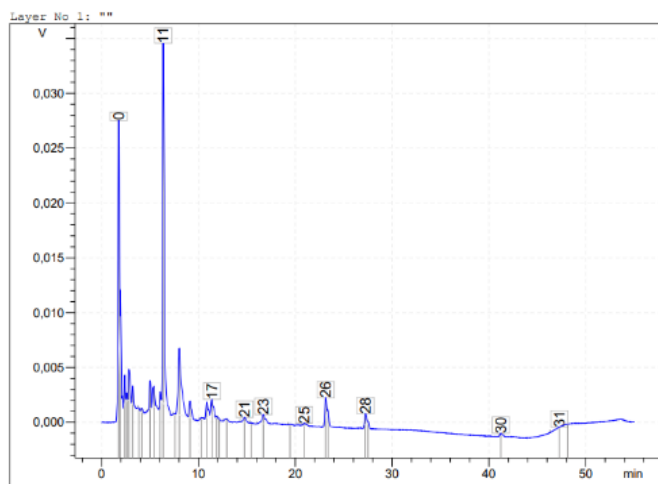
Εικόνα 35 Χρωματογραφήματα του οινοποιείου Γαία για το δείγμα Δ03 για τα 280 και 330 nm



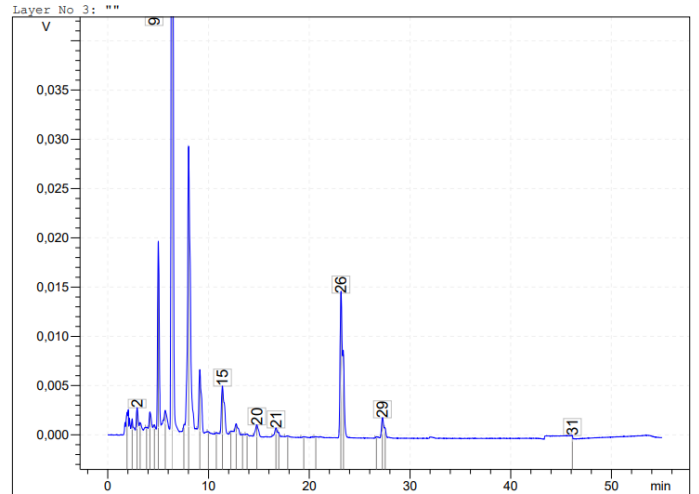
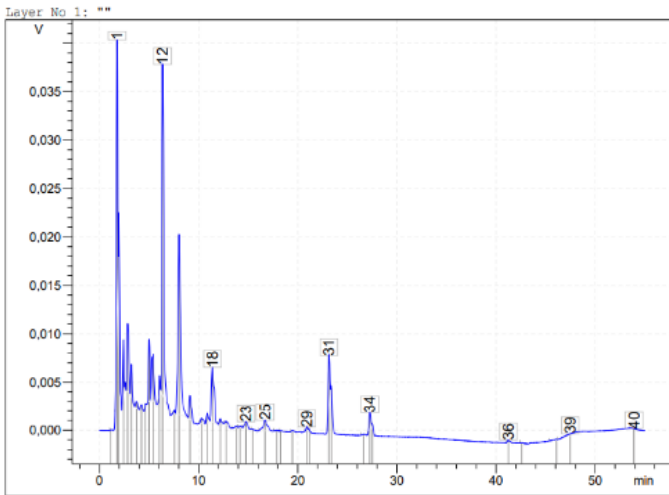
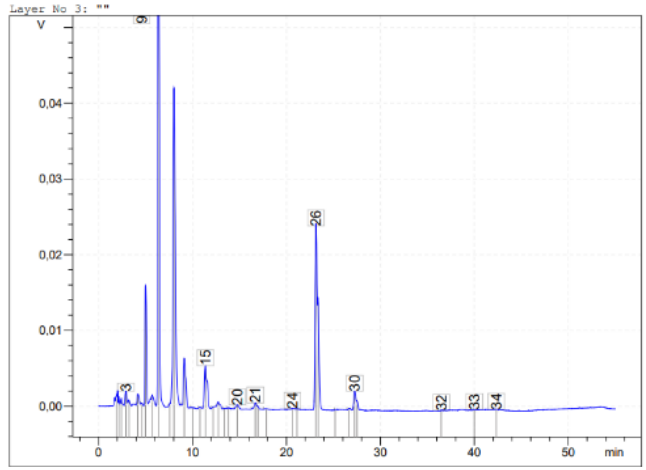
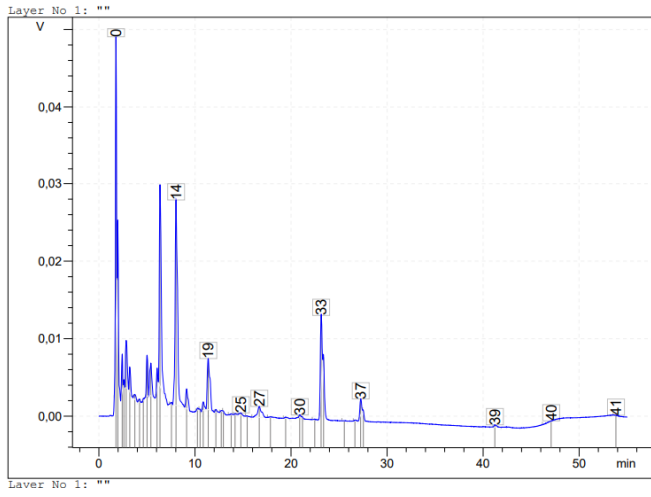
Εικόνα 36 Χρωματογραφήματα του οινοποιείου Γαία για το δείγμα Δ02 για τα 280 και 330 nm



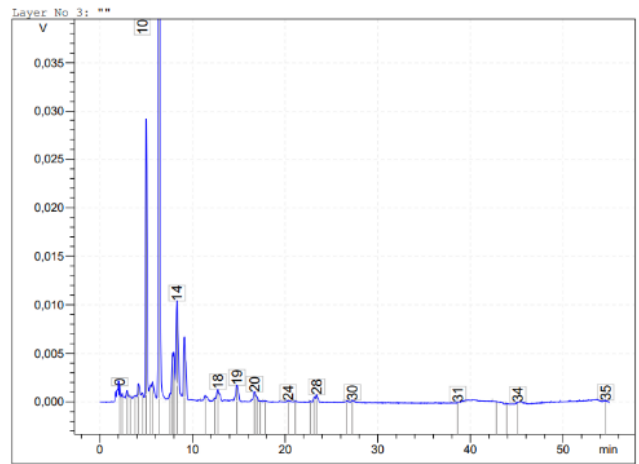
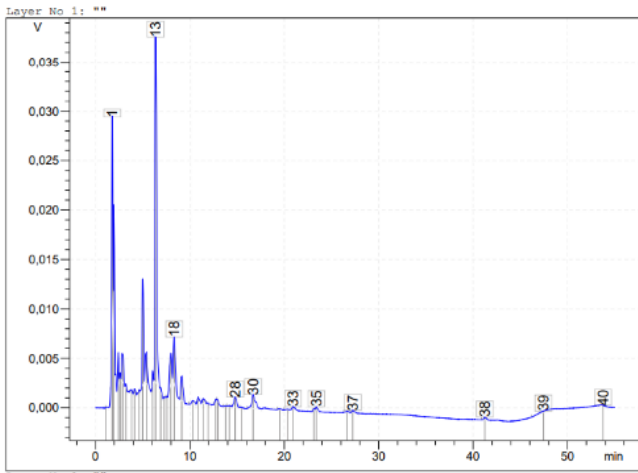
Εικόνα 37 Χρωματογραφήματα του οиноποιείου Γαία για το δείγμα Δ01 για τα 280 και 330 nm



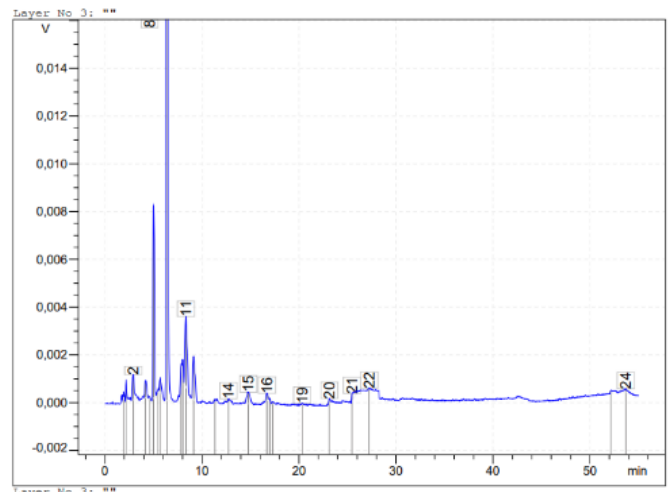
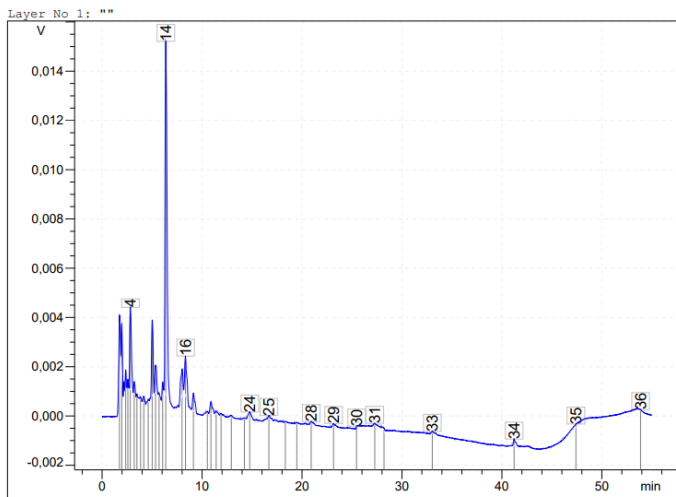
Εικόνα 38 Χρωματογραφήματα του οиноποιείου Γαία για το δείγμα Δ21 για τα 280 και 330 nm



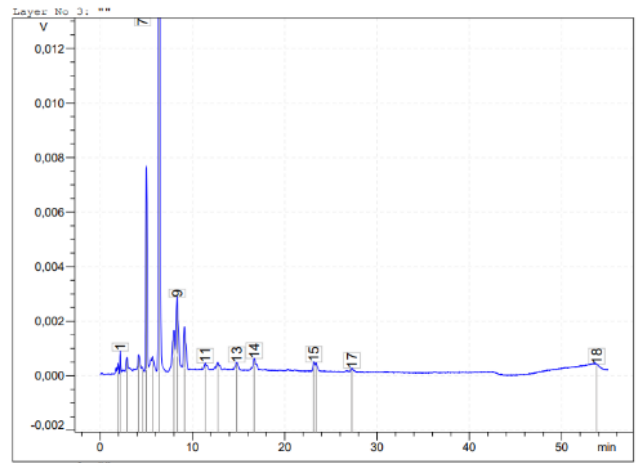
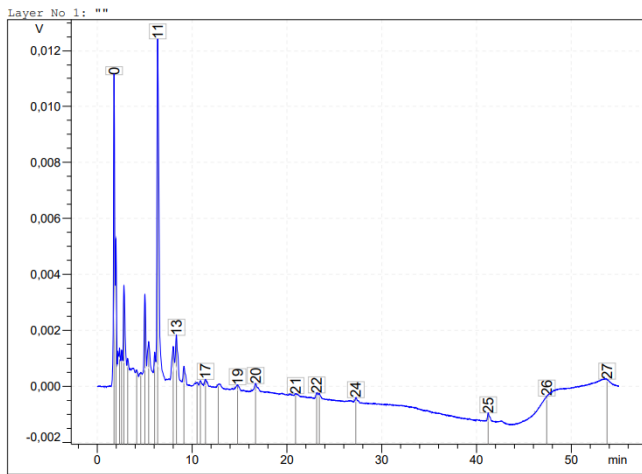
Εικόνα 39 Χρωματογραφήματα του οινοπριπίου Γαία για το δείγμα Δ12 για τα 280 και 330 nm



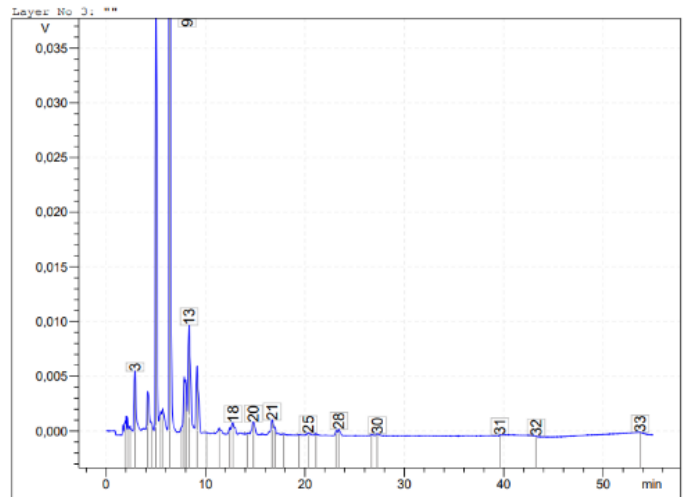
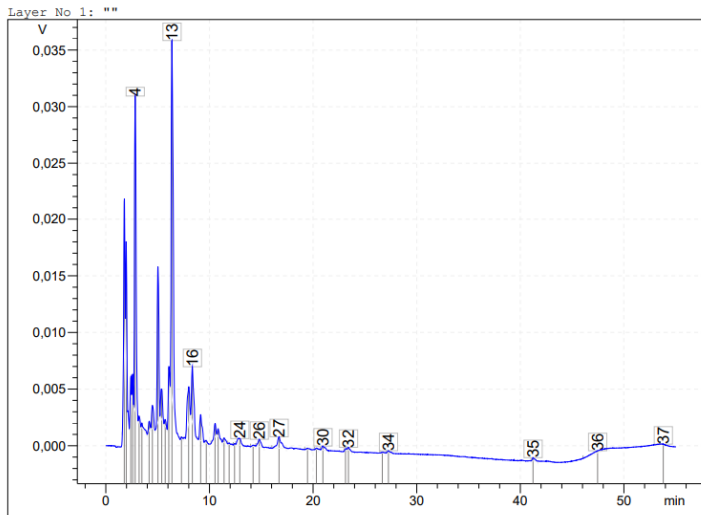
Εικόνα 40 Χρωματογραφήματα του οινοποιείου Artemis Karamolegos για το δείγμα Δ64 για τα 280 και 330 nm



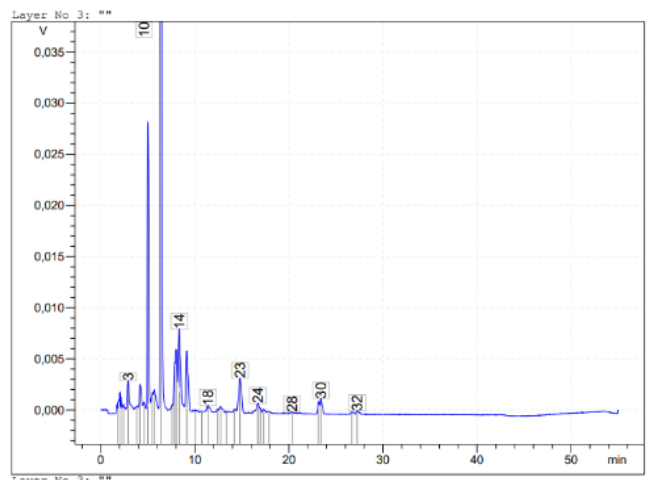
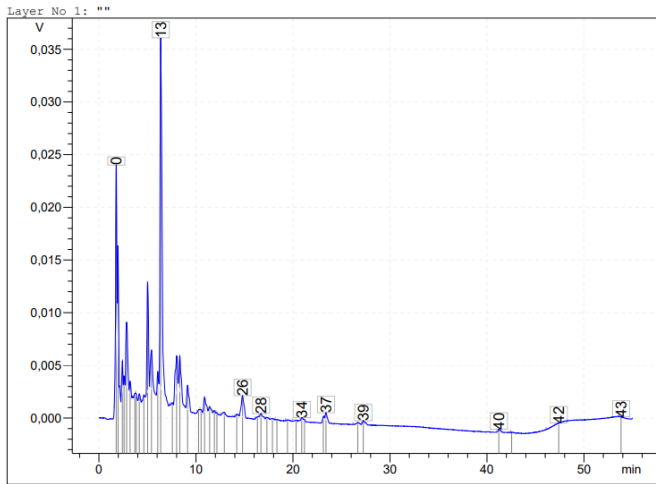
Εικόνα 41 Χρωματογραφήματα του μέσου δείγματος του οινοποιείου Boutaris για τα 280 και 330 nm



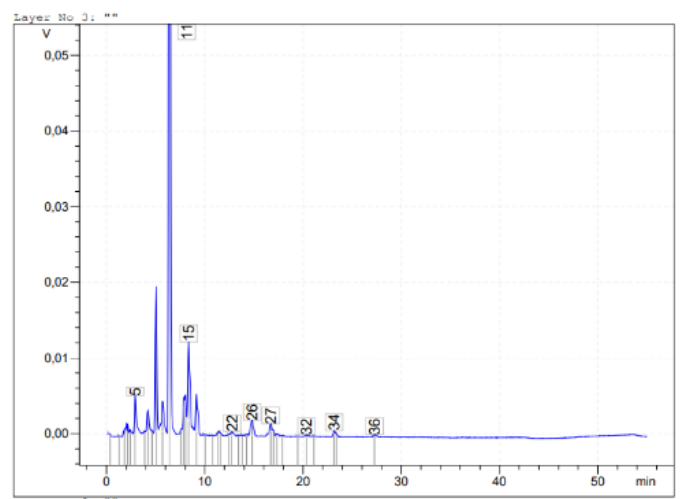
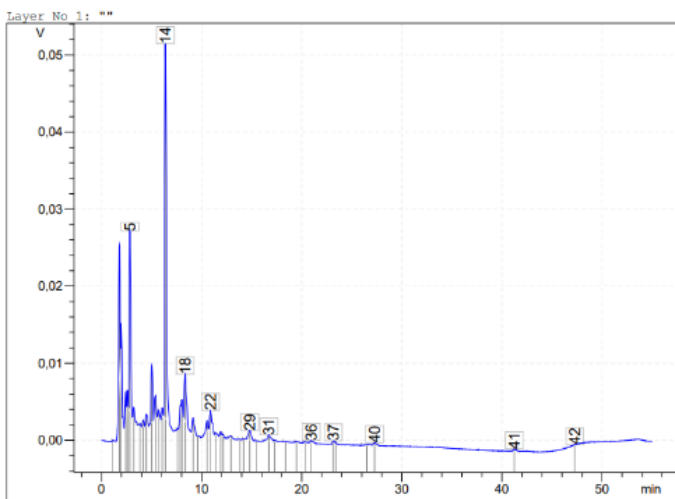
Εικόνα 41 Χρωματογραφήματα του μέσου δείγματος του οινοποιείου Avantis - Anhydrous Cellar Door για τα 280 και 330 nm



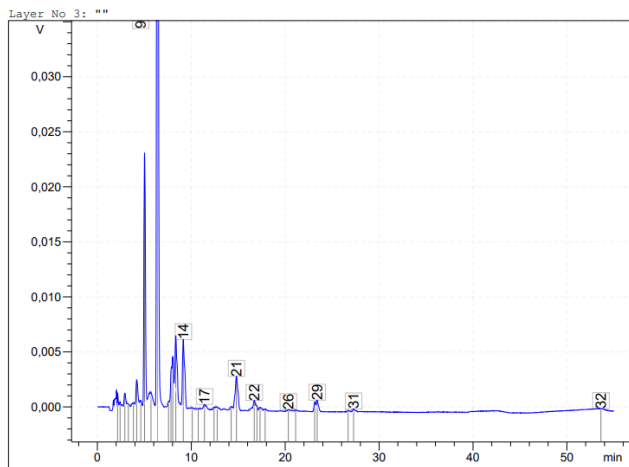
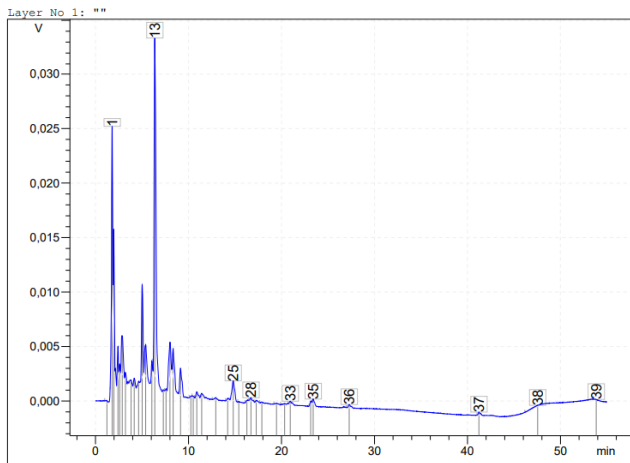
Εικόνα 42 Χρωματογραφήματα του μέσου δείγματος του οινοποιείου Κουτσογιαννόπουλος για τα 280 και 330 nm



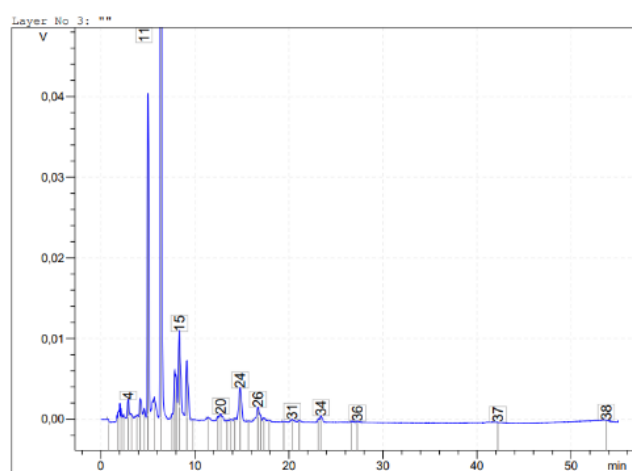
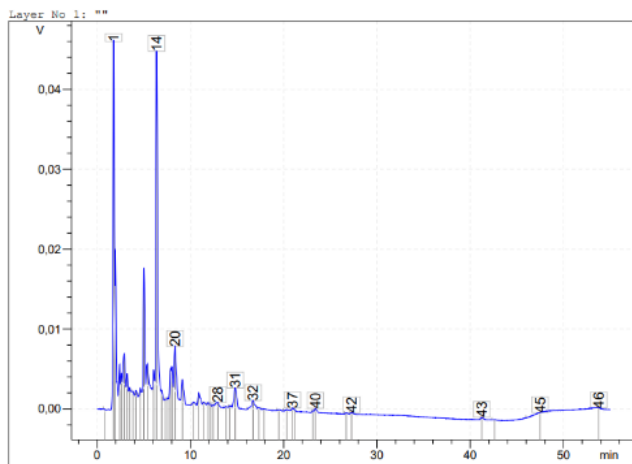
Εικόνα 43 Χρωματογραφήματα του μέσου δείγματος του οινοποιείου Κυρ Γιάννη Σιγάλας για τα 280 και 330 nm



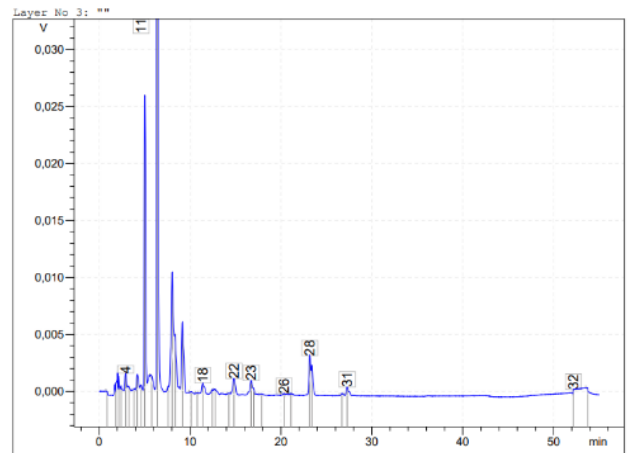
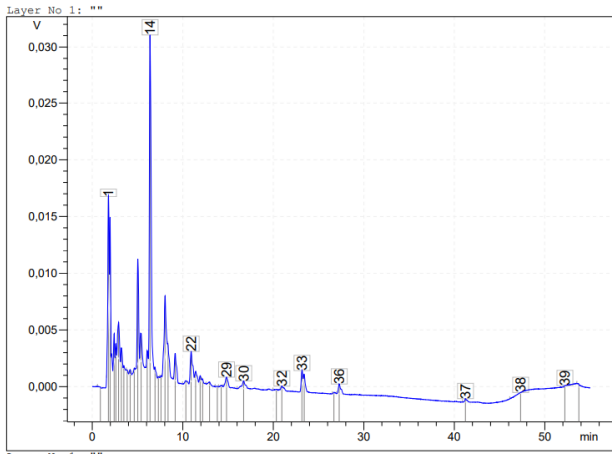
Εικόνα 44 Χρωματογραφήματα του μέσου δείγματος του οινοποιείου Santo Wines για τα 280 και 330 nm



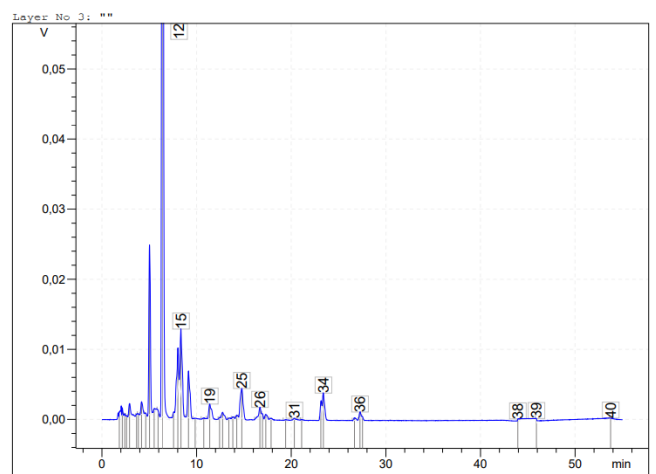
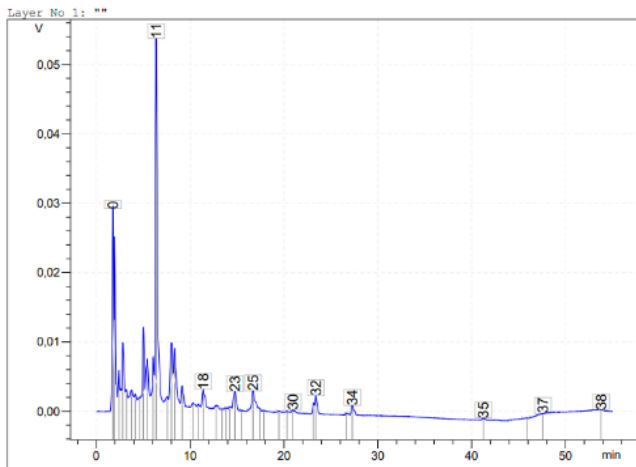
Εικόνα 45 Χρωματογραφήματα του μέσου δείγματος του οινοποιείου Domaine Sigalas για τα 280 και 330 nm



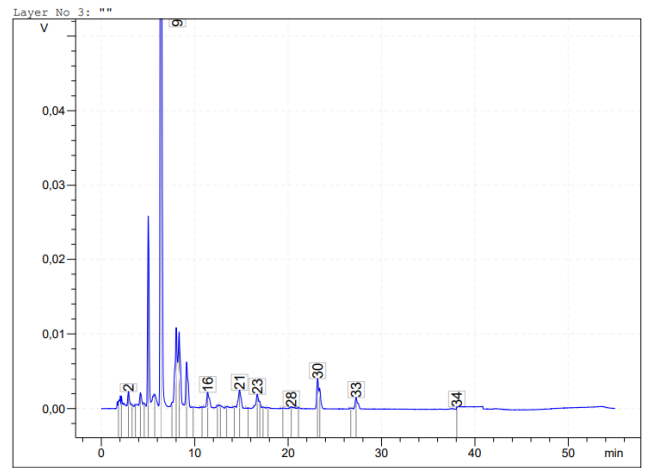
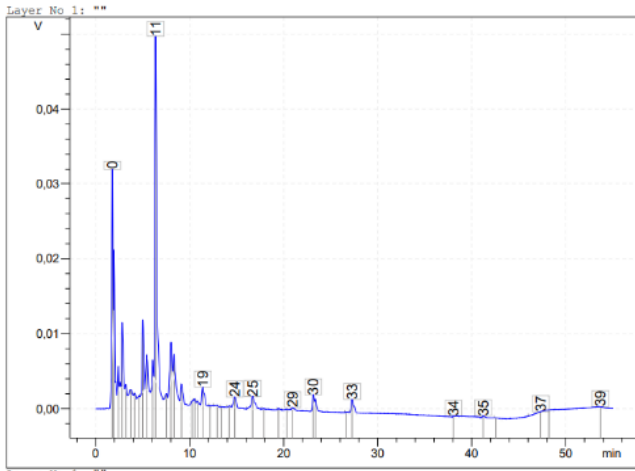
Εικόνα 46 Χρωματογραφήματα του μέσου δείγματος του οινοποιείου Vassaltis Vineyards για τα 280 και 330 nm



Εικόνα 47 Χρωματογραφήματα του μέσου δείγματος του οινοποιείου Χατζηδάκης για τα 280 και 330 nm



Εικόνα 48 Χρωματογραφήματα του μέσου δείγματος του οινοποιείου Artemis Karamolegos για το δείγμα Δ2 για τα 280 και 330 nm



Εικόνα 49 Χρωματογραφήματα του μέσου δείγματος του οινοποιείου Artemis Karamolegos για το δείγμα Δ54 για τα 280 και 330 nm

Βιβλιογραφικές αναφορές

1. Αγγριαντώνη Χ. (1995). Το κρασί στην οικονομία της Σαντορίνης. Στο: 'Ο σαντορίνη της Σαντορίνης (σσ. 67-74). Αθήνα: Ίδρυμα Φανή Μπουτάρη.
2. Αλεξάνδρου Ν.Ε. & Βάρβογλη Α.Γ. (1986). Οργανική Χημεία. Θεσσαλονίκη, Ελλάδα: Εκδόσεις Ζήτη.
3. Α. Βαλαβανίδης. (2008). Βασικές αρχές μοριακής φασματοσκοπίας και εφαρμογές στην οργανική χημεία. Αθήνα: Εκδόσεις Σύγχρονα Θέματα μη Κερδοσκοπική Εκδοτική Εταιρεία.
4. Δανέζης Ι. (2001). ΣΑΝΤΟΡΙΝΗ: ΘΗΡΑ, ΘΗΡΑΣΙΑ, ΑΣΠΡΟΝΗΣΙ, ΗΦΑΙΣΤΕΙΑ. Αθήνα: ΑΔΑΜ.
5. Douglas A. Skoog, F. James Holler, Stanley R. Crouch. (2007). Αρχές ενόργανης ανάλυσης (μετάφραση 6ης έκδοσης, σσ. 501-502). Αθήνα: Εκδόσεις Κωσταράκη.
6. Doulmas C. (1995). A Historical Review. Στο: *The Santorini of Santorini*. Αθήνα: Ίδρυμα Φανή Μπουτάρη.
7. Είναι το όξινο φωσφορικό αμμώνιο, που βρίσκεται στο κρασί, κακό για την υγεία μας; (2013). Retrieved from:
<https://www.krasiagr.com/%CE%B5%CE%AF%CE%BD%CE%B1%CE%B9-%CF%84%CE%BF-%CF%8C%CE%BE%CE%B9%CE%BD%CE%BF-%CF%86%CF%89%CF%83%CF%86%CE%BF%CF%81%CE%B9%CE%BA%CF%8C-%CE%B1%CE%BC%CE%BC%CF%8E%CE%BD%CE%B9%CE%BF-%CF%80%CE%BF%CF%85-%CE%B2/> (Πρόσβαση: 09-06-2013).
8. Kourakou-Dragona S. (1995). The Historical Testimony of Ampelies. Στο: *The Santorini of Santorini* (σσ. 35-38). Αθήνα: Ίδρυμα Φανή Μπουτάρη.
9. Kourakou-Dragona S. (1995). The Wine of Santorini: Testimony in Writings of Travellers. Στο: *The Santorini of Santorini* (σσ. 39-60). Αθήνα: Ίδρυμα Φανή Μπουτάρη.
10. Κανονισμός (ΕΚ)479/08 του Συμβουλίου για την κοινή οργάνωση της αμπελοοικονομικής αγοράς, την τροποποίηση των καν. (ΕΚ)αριθ.1493/99, (ΕΚ)αριθ.1782/03, (ΕΚ)αριθ.1290/05, (ΕΚ)αριθ.3/08 & την κατάργηση των καν.(ΕΟΚ)αριθ.2392/86 & (ΕΚ)αριθ.1493/99.
11. Κανονισμός (ΕΚ)607/09 για τον καθορισμό ορισμένων λεπτομερειών εφαρμογής του καν.479/08 του Συμβουλίου όσον αφορά τις προστατευόμενες ονομασίες προέλευσης & προστατευόμενες γεωγραφικές ενδείξεις, τις παραδοσιακές ενδείξεις, την επισήμανση & παρουσίαση ορισμένων προϊόντων του αμπελοοικονομικού τομέα.Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων. (2021). Υπ.Απόφαση Αριθμ. 2976/335077, της 2-12-2021, Έγκριση τυπικών τροποποιήσεων των προδιαγραφών του προϊόντος ΠΟΠ Σαντορίνη.
12. Κανονισμός (ΕΕ) αριθ.1308/2013 για τη θέσπιση κοινής οργάνωσης των αγορών γεωργικών προϊόντων και την κατάργηση των κανονισμών (ΕΟΚ) αριθ. 922/72, (ΕΟΚ) αριθ. 234/79, (ΕΚ) αριθ. 1037/2001 και (ΕΚ) αριθ. 1234/2007 του Συμβουλίου. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι, ΑΡΘΡΟ 94, ΠΑΡ.2.
13. Kourakou-Dragona S. (1995). The Assyrtiko. Στο: *The Santorini of Santorini* (σσ.101-112). Αθήνα: Ίδρυμα Φανή Μπουτάρη.
14. Kourakou-Dragona S. (1995). Cultural Practices: Adaptation to the Natural

- Environment. Στο: *The Santorini of Santorini* (σσ. 113-120). Αθήνα: Ίδρυμα Φανή Μπουτάρη.
15. Kourakou-Dragona S. (2003). Σεμινάριο Γευσιγνωσίας γηγενών ποικιλιών Βορείου Ελλάδος. Θεσσαλονίκη. Τμήμα Γεωπονίας, Α.Π.Θ.
 16. Κωνσταντίνος Λαζαράκης (2022, 01 Αυγούστου), Travel.gr, Σαντορίνη και Θηρασιά: Το Κλίμα, τα Οινοποιεία, οι Ποικιλίες και οι Ετικέτες. Retrieved from: https://www.travel.gr/food_and_drink/wine-spirits/h-ellada-toy-krasioy-santorini-kai-thira/
 17. Μερóπη Παπαδοπούλου, Ασύρτικο made in Australia, (2016, 10 Οκτωμβρίου). Η Καθημερινή. Retrieved from: <https://www.kathimerini.gr/k/gastronomos/878495/asyrtiko-made-in-australia/>
 18. Σταυρακάκης Μανώλης Ν. (2010). Αμπελογραφία. Εκδόσεις Τροπή.
 19. Σταύρακας Δ. Ε. (2015). ΑΜΠΕΛΟΓΡΑΦΙΑ (σσ. 238-241). Θεσσαλονίκη, Ελλάδα: Εκδόσεις Ζήτη.
 20. Τσακίρης Α. (2005). Οινολογία έρευνα & εφαρμογές (σσ. 31-38, 45-47). Αθήνα: Εκδόσεις Ψύχαλου.
 21. Τσακίρης Α. (2010). Ελληνική Οινογνωσία. (σσ. 306-309, 366). Αθήνα: Εκδόσεις Ψύχαλου.
 22. Τσακίρης Α. (2017). Οινολογία από το σταφύλι στο κρασί (σσ. 52, 141, 223-232). Αθήνα: Εκδόσεις Ψύχαλος.
 23. The Crunchy Grape (2017, 22 Φεβρουαρίου). Μια ανάλυση της αγοράς του Ασύρτικου και των οίνων Σαντορίνη ΠΟΠ. Retrieved from: <http://thecrunchygrape.gr/categories/opinion/%CE%BC%CE%B9%CE%B1-%CE%B1%CE%BD%CE%AC%CE%BB%CF%85%CF%83%CE%B7-%CF%84%CE%B7%CF%82-%CE%B1%CE%B3%CE%BF%CF%81%CE%AC%CF%82-%CF%84%CE%BF%CF%85-%CE%B1%CF%83%CF%8D%CF%81%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CF%85-%CE%BA%CE%B1%CE%B9-%CF%84%CF%89%CE%BD-%CE%BF%CE%AF%CE%BD%CF%89%CE%BD-%CF%83%CE%B1%CE%BD%CF%84%CE%BF%CF%81%CE%AF%CE%BD%CE%B7-%CF%80%CE%BF%CF%80> . (Πρόσβαση: 22-02-2017).
 24. Wines of Greece, Ασύρτικο, Retrieved from: <https://winesofgreece.org/el/varieties/%CE%B1%CF%83%CF%8D%CF%81%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%BF/>
 25. Wines of Greece, Ηφαιστειακά αμπελοτόπια. Retrieved from: <https://winesofgreece.org/el/articles/%CE%B7%CF%86%CE%B1%CE%B9%CF%83%CF%84%CE%B5%CE%B9%CE%B1%CE%BA%CE%AC-%CE%B1%CE%BC%CF%80%CE%B5%CE%BB%CE%BF%CF%84%CF%8C%CF%80%CE%B9%CE%B1/>
 26. Yiannis Karakasis (2016), 7 villages: A Sigalas Journey. Retrieved from: <https://www.karakasis.mw/7-villages-sigalas-journey>. (Πρόσβαση: 02-10-2016).
 27. Alana Seabrook (2019) White wine phenolics: what compounds are there and which ones cause problems? , 660. Retrieved from: https://laffort.com/wp-content/uploads/publications/AR_EN_White_wine_phenolics.pdf
 28. Allen, M.S., (1989). Sauvignon blanc varietal aroma. Aust Grapegrower Winemaker, 292, 51-56.
 29. AnnaTama, Grzegorz Bartosz, IzabelaSadowska-Bartosz (2022), Is hydrogen peroxide generated in wine?, Food Bioscience, 45.

30. Asep Bayu Dani Nandiyanto, Rosi Oktiani, Risti Ragadhita, (2019), How to Read and Interpret FTIR Spectroscopy of Organic Material, Indonesian Journal of Science & Technology, 4, 97-118.
31. . Ullah, S. Munir, S.L. Badshah, N. Khan, L. Ghani, B.G. Poulson, A.H. Emwas, M. Jaremko (2020), Important flavonoids and their role as a therapeutic agent, Molecules, 25, 5243.
32. Bayanove ,C Cordonnier R and Dubois P. (1974). Mise en évidence dans la baie de raisin, variété Muscat d'Alexandrie, de monoterpènes liés révélables par une ou plusieurs enzymes du fruit. C.r. Acad. Sci. Série D278, 3387-3390.
33. Beeston J. (1999). Wine Regions of Australia. Αυστραλία: Allen and Unwin.
34. Gladstones, John. (1992). Viticulture and Environment. Adelaide, South Australia: Winetitles.
35. Bock G., Benda I., Schreier P. (1988). Microbial transformation of geraniol and nerol. Στο: Botrytis cinerea. Appl. Microbial. Biotechnol. 27 (σσ. 351-357).
36. Bristol University, Infra-red Spectroscopy. Retrieved from: <http://www.chm.bris.ac.uk/webprojects1997/RogerEC/welcome.htm> Brouillard R., Chassaing S., Fougerousse A. (2003) Why are grape/fresh wine anthocyanins so simple and why is it that red wine colour lasts so long? Phytochemistry, 64, 1179-1186.
37. Canava Roussos. (2005). "Santorini Winery." Retrieved from <http://www.canavaroussos.gr/uk/santorini.html>. (Πρόσβαση: 02-04-2005).
38. Carla Frege, Luigi Ciotti, Luca Cappellin and Manuel Hutterli, Fast Detection of Trace Haloanisole, Halophenol Off-Flavor Compounds in Cork Wine Stoppers, TOFWERK, Thun, Switzerland
39. Casassa, L. F., Bolcato, E. A., & Sari, S. E. (2015). Chemical, chromatic, and sensory attributes of 6 red wines produced with prefermentative cold soak. Food chemistry, 174, 110-118.
40. Clarke Ron J., Bakker J. (2004). Wine flavor chemistry. Oxford, United Kingdom: Blackwell Publishing Ltd.
41. Cobb, Nick. (2005) . "Santorini." Retrieved from: www.greekwinemakers.com. (Πρόσβαση: 14-03-2005).
42. C. Chu, J. Deng, Y. Man, Y. Qu (2017), Green tea extracts epigallocatechin-3-gallate for different treatments, BioMed Research International.
43. Etievant, P.X. (1991). Wine. Στο: Maarse, H., (επιμ.). Volatile compounds in foods and beverages. (σσ. 483-533). Νέα Υόρκη: Marcel Bekker, Inc.
44. Fedrizzi B., Mango P., Badocco D., Nicolini G., Versini G. (2007) Aging effects and grape variety dependence on the content of sulfur volatiles in wine. J. Agric. Food Chem. Vol. 55, 10.880-10.887.
45. G.B. Bubols, R. Vianna Dda, A. Medina-Remon, G. von Poser, R.M. Lamuela-Raventos, V.L. Eifler-Lima, S.C. Garcia (2013), The antioxidant activity of coumarins and flavonoids, Mini Reviews in Medicinal Chemistry, 13, 318-334.
46. Gerald Booth (2000), Nitro Compounds, Aromatic. Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry. Γερμανία: Weinheim: Wiley-VCH.
47. Giudici, P.; Zambonelli, C.; Kunkee, R. (1993). Increased Production of n-Propanol in Wine by Yeast Strains Having an impaired Ability to form Hydrogen Sulfide. Am. J. Enol. Vitic., 44, 17-21.

- Giuseppina.P. Parpinello , Arianna Ricci, Panagiotis Arapitsas, Andrea Curioni, Luigi. Moio , Susanna Rio Segade, Maurizio Ugliano, Andrea Versari, (2019). Multivariate characterisation of Italian monovarietal red wines using MIR spectroscopy. Department of Agricultural and Food Sciences, University of Bologna, Italy, Fondazione Edmund Mach, Research and Innovation Centre, Department of Food Quality and Nutrition, San Michele all'Adige, Italy, Department of Agronomy, Food, Natural Resources, Animals and Environment (DAFNAE), University of Padova, Italy, Department of Agricultural Sciences, Division of Vine and Wine Sciences, University of Naples Federico II, Avellino, Italy, Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari, Università degli Studi di Torino, Italy, Department of Biotechnology, University of Verona, Italy.
48. Grainger Keith (2009). Wine quality:tasting and selection. Chichester, United Kingdom: John Wiley & Sons Ltd.
 49. Gonzalez-Manzano S., Rivas-Gonzalo J., Santos-Buelga C., (2003), Extraction of flavan-3-ols from grape seed and skin into wine using simulated maceration. *Analytic Chimica Acta.* 51, 283-289.
 50. Gonzalez-Neves G., Charamelo D., Balado J., Barreiro J., Bochicchio R., Gatto G., (2004), Phenolic potential of Tannat, Cabernet-Sauvignon and Merlot grapes and their correspondence with wine composition. *Analytic Chimica Acta.*, 513, 191-196.
 51. HARIHARAN, P. (2007). Basics of Interferometry. Νέα Υόρκη: Elsevier.
 52. Hyams E. (1965). Dionysus: A Social History of the Wine Vine. Νέα Υόρκη: Macmillan.
 53. Jackson Ron J. (2002). Wine tasting: a professional handbook. San Diego, California: Elsevier Academic Press.
 54. Jackson R.S. (2008). Wine Science: Principles and Applications 3rd edition (σσ. 270-331, 312-315, 449-464, 491). Academic Press, Σαν Ντιέγκο: Elsevier Publishers.
 55. Jeong C., Goto-Yamamoto N., Kobayashi S., Esaka M. (2004), Effects of plant hormones and shading on the accumulation of anthocyanins and the expression of anthocyanin biosynthetic genes in grape berry skins, *Plant science*, 167, 247-252
 56. Jiranek, V., Langrdge, P., Henschke, P. (1990) Nitrogen requirement of Yeast During Wine fermentation. Στο: *Proceedings of the Seventh Austrian Wine Technical Conference* (σσ. 166-171). Αδελαΐδα: Australian Industrial Publishers.
 57. Killiam, E and Ough C.S. (1979). Fermentation esters- formation and retention as affected by fermentation temperature. *Am. J. Enol. Vitic*, 30, 301-305.
 58. Lewis J. Michael and Young W. Tom. (1998). BREWING (σσ. 238). Chapman & Hall.
 59. Marais J.(1986). Effect of storage time and temperature of the volatile composition and quality of South frican *Vitis Vinifera L. cv. Colom ar* wines. Στο: *The Shelf Life of Foods and Beverages*.
 60. M. Galleano, S.V. Verstraeten, P.I. Oteiza, C.G. Fraga (2010), Antioxidant actions of flavonoids: Thermodynamic and kinetic analysis, *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 501, 23-30.

61. M. Grzesik, K. Naparło, G. Bartosz, I. Sadowska-Bartosz (2018), Antioxidant properties of catechins: Comparison with other antioxidants, *Food Chemistry*, 241, 480-492.
62. Mestres M., Busto O. Guasch J. (2000). Analysis of organic sulfur compounds in wine aroma. *Journal of chromatography*, Vol. 881, 569-581.
63. Mihnetal, M., Gonz lez-SanJos , M. L., Ortega-Heras, M., & P rez-Magariño, S. (2015). A comparative study of the volatile content of Mencía wines obtained using different pre-fermentative maceration techniques. *Food Science and Technology*, 64, 32-41.
64. Monk, P.; Costello, P. (1984). Effect of Ammonium Phosphate and Vitamin Mixtures on Yeast in Preserved Grape juice. *Food Technol Aust*, 36, 25-28.
65. Moreira N. Mendes P., Pereira O., Guedes de Pinho P. Hogg T., Vasconcelos I. (2002). Volatile Sulphur compounds in wine relate to yeast metabolism and nitrogen composition of grape must. *Analytica Chimica Acta*, 458, 157-167.
66. Moreno-Arribas M.v., Polo M.C. (2009). *Wine Chemistry and Biochemistry*. Νέα Υόρκη, ΗΠΑ: Springer Science & Business Media, LLC.
67. ORTEGA-HERAS, M.; GONZALEZ-SANJOSE, M.L.; BELTRAN, S. (2002). Aroma composition of wine studied by different extraction methods. *Analytica Chimica Acta*, 458, 85–93.
68. Park, S.; Bulton, R.; Barta, E.; Boble, A. (1994). Incidence of volatile sulfur compounds in California wines. Preliminary Survey. *Am. J. Enol. Vitic.*, 45, 341-344.
69. RESOLUTION OIV/VITI 333/2010, DEFINITION DU « TERROIR » VITIVINICOLE.
70. Ribereau-Gayon P., Glories Y. Maujean A., Dubourdiou D. (2006). *Handbook of éeology, Volume 2. The chemistry of wine stabilization and treatment*. United Kingdom: John Wiley & Sons Ltd.
71. Sarry, J.E., and Gunata, Z. (2004). Plant and microbial glycoside hydrolases: Volatile release fro glycosidic aroma precursors. *Food Chem*, 87, 509-521.
72. Schwab, W., Scheller, and Schreier, P. (1990). Glycosidically bound aroma components from sour cherry. *Phytochemistry*, 29, 607-612.
73. Singleton V., Timberlake C., Lea A., (1978), The phenolic cinnamates of white grapes and wine. *J. Sci. Food Agric.* , 29, 403-410.
74. Smith Brain C. (2017), Alcohols—The Rest of the Story, *Spectroscopy*, 32, 4, pg.19-23.
75. Sokolowsky, M., Rosenberger, A., & Fischer, U. (2015). Sensory impact of skin contact on white wines characterized by descriptive analysis, time–intensity analysis and temporal dominance of sensations analysis. *Food Quality and Preference*, 39, 285-297.
76. Voirin, S.G., Baumes, R.L., Bltteur, S.M., Gunata Z.Y., and Bayonove, C.L. (1990). Novel monoterpene disaccharide glycosides of *Vitis vinifera* grapes. *J. Agric. Food Chem.*, 38, 1.372-1.278.
77. WHITE, R. (1990) *Chromatography/Fourier transform infrared spectroscopy and its applications*. Νέα Υόρκη: Marcel Dekker.
78. Williams, P.J., Strauss, C.R., Wilson, B and Massy-Westropp R.A. (1982). Studies on the hydrolysis of *Vitis vinifera* monoterpene precursor Compounds and

Model Monoterpene β -D-Glycosides Rationalizing the Monoterpene
Composition of Grapes. *J. Agric. Food Chem.*, 30, 1.219-1.223.

79. Wulf L., Nagel C., (1980), Identification and changes of flavonoids in Merlot and Cabernet sauvignon wines. *J. Sci. Food Agirc.*, 45, 479.