



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ**  
**ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΟΙΝΟΥ ΑΜΠΕΛΟΥ ΚΑΙ ΠΟΤΩΝ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**Μελέτη του προφίλ οίνων από Ασύρτικο Σαντορίνης  
προερχόμενων από διαφορετικές χρονιές**

**Γεωργάκης Κωνσταντίνος**

**A.M: 18685025**

**Τσιντώνης Χρήστος**

**A.M: 18685030**

**Επιβλέπουσα: Μαριάνθη Μπασαλέκου**

**ΑΘΗΝΑ, ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ - 2023**



**UNIVERSITY OF WEST ATTICA**  
**SCHOOL OF FOOD SCIENCE**  
**DEPARTMENT OF WINE, VINE AND BEVERAGE SCIENCE**

**BACHELOR THESIS**

**Study on the profile of Assyrtiko wines from Santorini,  
Originating from different vintages**

**Georgakis Konstantinos**

**Registration number:18685025**

**Tsintonis Christos**

**Registration Number: 18685030**

**Supervisor: Basalekou Marianthi**

**ATHENS, OCTOBER - 2023**



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ  
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΟΙΝΟΥ, ΑΜΠΕΛΟΥ ΚΑΙ ΠΟΤΩΝ

## ΔΗΛΩΣΗ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ

Οι υπογράφοντες δηλώνουμε ότι έχουμε εξετάσει τη διπλωματική με  
τίτλο:

**« Μελέτη του προφίλ οίνων από Ασύρτικο Σαντορίνης  
προερχόμενων από διαφορετικές χρονιές »**

και βεβαιώνουμε ότι γίνεται δεκτή

Μπασαλέκου Μαριάνθη	
Παρασκευόπουλος Ιωάννης	
Ταταρίδης Παναγιώτης	

## ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ/ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο κάτωθι υπογράφων Γεωργιάκης Κωνσταντίνος, με αριθμό μητρώου 18685025 φοιτητής 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 ...12 μήνες..... και έπειτα από αίτηση μου στη Βιβλιοθήκη και έγκριση του επιβλέποντα καθηγητή*

Ο/Η Δηλών/ούσα



**\* Ονοματεπώνυμο /Ιδιότητα**  
(Υπογραφή)

Μπασαλέκου Μαριάνθη / Επιβλέπουσα

**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/ουσα 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%B%CF%85\\_final.pdf](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%B%CF%85_final.pdf)

## ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ/ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο κάτωθι υπογράφων, Χρήστος Τσιντώνης με αριθμό μητρώου 18685030 φοιτητής 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 .....12 μήνες..... και έπειτα από αίτηση μου στη Βιβλιοθήκη και έγκριση του επιβλέποντα καθηγητή*

Ο/Η Δηλών/ούσα

**\* Ονοματεπώνυμο /Ιδιότητα**  
(Υπογραφή)

Μπασαλέκου Μαριάνθη / Επιβλέπουσα

**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/ουσα 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%B%CF%85\\_final.pdf](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%B%CF%85_final.pdf)

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Για την διεκπεραίωση της παρούσας πτυχιακής μας εργασίας, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε την επιβλέπουσα καθηγήτρια κυρία Μαριάνθη Μπασαλέκου για την καθοδήγηση, την υπομονή καθώς και την συμβολή της στην ολοκλήρωση της. Επίσης θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τον Κύριο Παναγιώτη Ταταρίδη για την προμήθεια των φιαλών. Ακόμα θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε την Κυρία Αρχοντούλα Χατζηλαζάρου για την διάθεση της να βοηθήσει. Τέλος, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τους συμμετέχοντες στην οργανοληπτική αξιολόγηση.

## ΑΦΙΕΡΩΣΕΙΣ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία αποτελεί και το τελευταίο κομμάτι της φοιτητικής μας ζωής. Την αφιερώνουμε στις οικογένειες μας και στους ανθρώπους που μας στήριξαν τα χρόνια της φοιτητικής μας πορείας.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σημαντική θέση ανάμεσα στις λευκές αυτόχθονες ποικιλίες που καλλιεργούνται στην Ελλάδα κατέχει το Ασύρτικο. Στο ιδιαίτερο terroir της Σαντορίνης από την οποία προέρχεται δίνει οίνους εξαιρετικής ποιότητας, με ισχυρή ικανότητα βαθιάς παλαίωσης. Παρόλα αυτά τόσο ο ανώτατος όσο και ο ιδανικός χρόνος παλαίωσης είναι δύσκολο να προσδιοριστούν με ακρίβεια. Στην παρούσα πτυχιακή εργασία εξετάστηκε η ικανότητα της φασματοσκοπίας υπέρυθρου μετασχηματισμού Fourier (FTIR) να δώσει περισσότερες πληροφορίες για την διαδικασία της παλαίωσης, τόσο ως προς τις διαφοροποιήσεις που προκύπτουν μεταξύ των δειγμάτων, ως αποτέλεσμα του χρόνου, όσο και ως προς την ποιότητα των δειγμάτων. Τα αποτελέσματα ήταν ενθαρρυντικά και έδειξαν ότι μπορεί να δημιουργηθεί ένα ικανοποιητικό μοντέλο πρόβλεψης, με την βοήθεια των φασμάτων του FTIR, το οποίο είχε αρκετά αξιόλογο ποσοστό επιτυχίας και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για παρόμοια πειράματα.

Λέξεις κλειδιά: Σαντορίνη, Ασύρτικο, Παλαίωση, Ποιότητα, Φασματοσκοπία Υπερύθρου, Fourier- Transform Infrared Spectroscopy (FTIR).



## ABSTRACT

Assyrtiko occupies an important position among the white autochthonous varieties cultivated in Greece. In the special terroir of Santorini, from which it originates, it gives wines of excellent quality, with a long ageing potential. However, both the maximum and the ideal ageing duration are difficult to determine. In this thesis, the ability of Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR) to provide more information on the aging process was examined, both in terms of the differences that arise between the samples, as a result of time, and in terms of the quality of the samples. The results were encouraging and showed that a satisfactory prediction model can be created with the help of the FTIR spectra, which could be used for similar experiments.

Key words: Santorini, Assyrtiko, Ageing, Quality, Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR).

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΩΝ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑ .....	3
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	6
ΑΦΙΕΡΩΣΕΙΣ .....	7
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	8
ABSTRACT .....	9
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	16
<b><u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ</u></b> .....	18
1.1 ΙΣΤΟΡΙΚΑ .....	18
1.2 ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΘΕΣΗ.....	18
1.3 ΤΟ TERROIR ΤΟΥ ΣΑΝΤΟΡΙΝΙΟΥ ΑΜΠΕΛΩΝΑ.....	20
1.3.1 ΚΛΙΜΑ ΣΑΝΤΟΡΙΝΗΣ.....	20
1.3.2 ΕΔΑΦΟΣ .....	23
1.3.3 ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑ.....	25
1.3.4 ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ.....	26
<b><u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΑΣΥΡΤΙΚΟ ΣΑΝΤΟΡΙΝΗΣ</u></b> .....	31
2.1 ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΙΑΣ ΑΣΥΡΤΙΚΟΥ .....	31
2.2 ΑΜΠΕΛΟΓΡΑΦΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΑΣΥΡΤΙΚΟΥ .....	32
2.3 ΑΡΩΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΦΙΛ ΑΣΥΡΤΙΚΟΥ .....	33
2.4 ΤΥΠΟΙ ΟΙΝΩΝ ΠΟΠ ΑΠΟ ΑΣΥΡΤΙΚΟ .....	33
<b><u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΟΙΝΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΠΑΛΑΙΩΣΗ ΑΣΥΡΤΙΚΟΥ</u></b> .....	37
3.1 ΟΙΝΟΠΟΙΗΣΗ ΑΣΥΡΤΙΚΟΥ.....	37
3.1.1 ΚΛΑΣΣΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΣ ΛΕΥΚΗΣ ΟΙΝΟΠΟΙΗΣΗΣ .....	37
3.1.2 ΛΕΥΚΗ ΟΙΝΟΠΟΙΗΣΗ ΜΕ ΠΡΟΖΥΜΩΤΙΚΗ ΚΡΥΟΕΚΧΥΛΙΣΗ .....	41
3.2 ΠΑΛΑΙΩΣΗ .....	42
3.2.1 ΟΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΕΙΔΗ ΠΑΛΑΙΩΣΗΣ.....	42
3.2.2 ΧΗΜΙΚΕΣ ΑΛΛΑΓΕΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗ ΚΑΙ ΑΝΑΓΩΓΙΚΗ ΠΑΛΑΙΩΣΗ .....	43
3.2.3 ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΣΤΑ ΟΡΓΑΝΟΛΗΠΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ .....	44
3.2.4 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΟΥ ΣΥΜΒΑΛΛΟΥΝ ΣΤΗΝ ΑΝΑΓΩΓΙΚΗ ΠΑΛΑΙΩΣΗ .....	45
3.2.5 ΑΡΝΗΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΝΑΓΩΓΙΚΗΣ ΠΑΛΑΙΩΣΗΣ .....	45
3.3 ΕΞΕΛΙΞΗ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΠΑΛΑΙΩΣΗ .....	47
<b><u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΟΙΝΟΥ</u></b> .....	49

4.1 ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΟΙΝΟΥ .....	49
4.2 ΤΥΠΙΚΟΤΗΤΑ ΟΙΝΟΥ .....	51
4.3 ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΤΥΠΙΚΟΤΗΤΑ ΑΣΥΡΤΙΚΟΥ .....	51
4.4 ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΑΣΥΡΤΙΚΟΥ .....	52
4.5 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΦΑΣΜΑΤΟΣΚΟΠΙΑ .....	53
4.5.1 ΦΑΣΜΑΤΟΣΚΟΠΙΑ ΥΠΕΡΥΘΡΟΥ .....	54
4.5.2 ΦΑΣΜΑΤΟΣΚΟΠΙΑ ΥΠΕΡΥΘΡΟΥ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΥ FTIR .....	56
4.5.3 ΤΟ ΟΡΓΑΝΟ ΤΟΥ FTIR ΚΑΙ Η ΒΑΘΜΟΝΟΜΗΣΗ ΤΟΥ .....	57
<b><u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΠΟΡΕΙΑ</u></b> .....	59
5.1 ΣΚΟΠΟΣ .....	59
5.2 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ .....	60
5.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ .....	62
5.3.1 ΟΡΓΑΝΟΛΗΠΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ .....	64
5.3.2 ΚΛΑΣΣΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ .....	65
5.3.4 ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΦΑΣΜΑΤΩΝ FTIR .....	71
5.4 ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΟΜΑΔΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ .....	90
5.4.1 ΑΝΑΛΥΣΗ PCA .....	90
5.4.2 ΔΙΑΚΡΙΤΗ ΑΝΑΛΥΣΗ .....	98
<b><u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ</u></b> .....	111
<b><u>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ:</u></b> .....	113

## Κατάλογος εικόνων

Εικόνα 1.1: Σαντορίνη

Εικόνα 1.2: Το έδαφος της Σαντορίνης

Εικόνα 1.3: Παραδοσιακές πεζούλες Σαντορίνης

Εικόνα 1.4: Το παραδοσιακό σύστημα διαμόρφωσης κουλούρα

Εικόνα 1.5: Το παραδοσιακό σύστημα διαμόρφωσης κλάδα

Εικόνα 3.1: Η διαδικασία της λευκής οινοποίησης

Εικόνα 3.2: Διάφοροι τύποι οίνων και η εξέλιξη τους με την πάροδο του χρόνου.

Εικόνα 3.3: Εκτιμώμενος χρόνος για κατανάλωση ανά τύπο κρασιού.

Εικόνα 4.1: Απεικόνιση υπέρυθρης περιοχής

Εικόνα 4.2: Σχηματικό διάγραμμα φασματοφωτομέτρου FTIR 6700 της εταιρείας Thermo-Nicolet

Εικόνα 5.1: Δείγματα και παραγωγοί

Εικόνα 5.2: Αριθμός δειγμάτων ανά έτος

Εικόνα 5.3: Οι βαθμοί της οργανοληπτικής αξιολόγησης, ανά έτος και παραγωγό.

Εικόνα 5.4: Ολική και πτητική οξύτητα

Εικόνα 5.5: Μέτρηση μηλικού και γαλακτικού

Εικόνα 5.6: Δείκτης ολικών φαινολικών (ΔΦΟ)

Εικόνα 5.7: Ανάγοντα σάκχαρα

Εικόνα 5.8: Μέτρηση ελεύθερου θειώδους

Εικόνα 5.9: Μέτρηση ολικού θειώδους

Εικόνα 5.10: Σύγχρονη απεικόνιση όλων των φασμάτων

Εικόνα 5.11: Απεικόνιση όλων των φασμάτων μαζί από όλους τους παραγωγούς με μεγέθυνση

Εικόνα 5.12: Απεικόνιση του μέσου φάσματος από το οινοποιείο Santo Wines 1993

Εικόνα 5.13: Απεικόνιση του μέσου φάσματος από το οινοποιείο Santo Wines 1994

Εικόνα 5.14: Απεικόνιση του μέσου φάσματος από το οινοποιείο Santo Wines 1997

Εικόνα 5.15: Απεικόνιση του μέσου φάσματος από το οινοποιείο Santo Wines 1998

Εικόνα 5.16: Απεικόνιση του μέσου φάσματος από το οινοποιείο Santo Wines 1999

Εικόνα 5.17: Απεικόνιση του μέσου φάσματος από το οινοποιείο Santo Wines 2000

Εικόνα 5.18: Απεικόνιση του μέσου φάσματος από το οινοποιείο Santo Wines 2003

Εικόνα 5.19: Απεικόνιση του μέσου φάσματος από το οινοποιείο Santo Wines 2005

Εικόνα 5.20: Απεικόνιση του μέσου φάσματος από το οινοποιείο Santo Wines 2006

Εικόνα 5.21: Απεικόνιση του μέσου φάσματος από το οινοποιείο Γαία 2003

Εικόνα 5.22: Απεικόνιση του μέσου φάσματος από το οινοποιείο Γαία 2005

Εικόνα 5.23: Απεικόνιση του μέσου φάσματος από το οινοποιείο Γαβαλάς 2003A

Εικόνα 5.24: Απεικόνιση του μέσου φάσματος από το οινοποιείο Γαβαλάς 2003G

Εικόνα 5.25: Απεικόνιση του μέσου φάσματος από το οινοποιείο Γαβαλάς 2003A και του δείγματος 2003G για σύγκριση

Εικόνα 5.26: Απεικόνιση του μέσου φάσματος από το οινοποιείο Γαβαλάς 2004

Εικόνα 5.27: Απεικόνιση του μέσου φάσματος από το οινοποιείο Χατζηδάκης 2005

Εικόνα 5.28: Απεικόνιση του μέσου φάσματος από το οινοποιείο Χατζηδάκης 2006

Εικόνα 5.29: Απεικόνιση του μέσου φάσματος από το οινοποιείο Χατζηδάκης 2007 A

Εικόνα 5.30: Απεικόνιση του μέσου φάσματος από το οινοποιείο Χατζηδάκης 2007G

Εικόνα 5.31: Απεικόνιση του μέσου φάσματος από το οινοποιείο Χατζηδάκης 2007A και Χατζηδάκης 2007G για σύγκριση.

Εικόνα 5.32: Απεικόνιση του μέσου φάσματος από το οινοποιείο Χατζηδάκης 2009

Εικόνα 5.33: Απεικόνιση του μέσου φάσματος από το οινοποιείο Boutaris 2008 A

Εικόνα 5.34: Απεικόνιση του μέσου φάσματος από το οινοποιείο Boutaris 2009

Εικόνα 5.35: Απεικόνιση του variance από όλες τις χρονιές για το οινοποιείο Santo Wine

Εικόνα 5.36: Απεικόνιση του variance από όλες τις χρονιές για το οινοποιείο Χατζηδάκης

Εικόνα 5.37: Απεικόνιση του variance από όλα τα οινοποιεία

Εικόνα 5.38: Ομαδοποίηση των δειγμάτων στο χώρο με βάση την χρονιά

Εικόνα 5.39: Ομαδοποίηση των δειγμάτων στο χώρο με βάση την χρονιά προσθέτοντας δείγματα του 2021

Εικόνα 5.40: Ομαδοποίηση των δειγμάτων στο χώρο με επισημασμένη τη βαθμολογία από τη γευσίγνωσία

Εικόνα 5.41: Ομαδοποίηση των δειγμάτων στο χώρο με βάση την χρονιά χωρίς το δείγμα του 2005

Εικόνα 5.42: Ομαδοποίηση των δειγμάτων στο χώρο με βάση την βαθμολογία χωρίς το δείγμα 2005

Εικόνα 5.43: Ομαδοποίηση των δειγμάτων στο χώρο με βάση την βαθμολογία χωρίς το δείγμα Santo του 2005 και τα δείγματα του 2021

Εικόνα 5.44: Παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης PCA στην οποία χρησιμοποιήθηκαν οι κλασσικές αναλύσεις

Εικόνα 5.45: Ομαδοποίηση των δειγμάτων στο χώρο με βάση την γευσίγνωσία μειώνοντας κάποιες μεταβλητές

Εικόνα 5.46: Ομαδοποίηση των δειγμάτων μόνο για τα Santo προσθέτοντας μαζί με του 2021 με βάση την βαθμολογία

Εικόνα 5.47: Ομαδοποίηση των δειγμάτων μόνο για Santo μαζί με του 2021 αφαιρώντας τα δείγματα του 2005 με βάση την βαθμολογία

Εικόνα 5.48: Διακριτή ανάλυση στα Santo wines με βάση το χρόνο

Εικόνα 5.49: Διακριτή ανάλυση για επικύρωση αφαιρώντας κάποια δείγματα από το ίδιο το μοντέλο.

Εικόνα 5.50: Διακριτική ανάλυση μειώνοντας κάποιες μεταβλητές και προσθέτοντας επιπλέον οινοποιεία

Εικόνα 5.51: Διακριτή ανάλυση με επικύρωση μειώνοντας κάποιες μεταβλητές

## **Κατάλογος πινάκων**

Πίνακας 1 : Γεωγραφικές συντεταγμένες Σαντορίνης

Πίνακας 2: Οι επιθυμητές δοσολογίες του Θειώδη ανυδρίτη

Πίνακας 3: Τα διαστήματα υπέρυθρης ακτινοβολίας και το ανάλογο μήκος κύματος και ο κυματαριθμός του καθενός

Πίνακας 4: Οι μετρήσεις από τις κλασσικές αναλύσεις των δειγμάτων και οι βαθμολογίες από την οργανοληπτική αξιολόγηση.

Πίνακας 5: Επιτυχία εκπαίδευσης μοντέλου

Πίνακας 6: Οι πραγματικές τιμές σε σχέση με τις προβλέψεις

Πίνακας 7: Τα δείγματα που χρησιμοποιούνται για επαλήθευση του μοντέλου

Πίνακας 8: Επιτυχία μοντέλου για training και validation

Πίνακας 9: Οι πραγματικές τιμές σε σχέση με τις προβλέψεις

Πίνακας 10: Επιτυχία μοντέλου για training και validation

Πίνακας 11: Επαλήθευση μοντέλου με training

Πίνακας 12: Επαλήθευση μοντέλου με validation

Πίνακας 13: Test set

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η Σαντορίνη αποτελεί μια από τις σημαντικότερες οινοπαραγωγικές περιοχές της Ελλάδας, με μεγάλο αριθμό γηγενών ποικιλιών και ιδιαίτερες καλλιεργητικές τεχνικές. Η αμπελοκαλλιέργεια του νησιού ήταν πάντα συνδεδεμένη με τη ζωή των κατοίκων, με αποτέλεσμα να έχει έντονη επιρροή στο φυσικό περιβάλλον του νησιού, στην οικονομία και τις δραστηριότητες που αναπτύχθηκαν σε αυτό, διαμορφώνοντας με αυτό το τρόπο τον χαρακτήρα του τόπου και της κοινωνίας. Η πιο σπουδαία ποικιλία που καλλιεργείται στο νησί είναι το Ασύρτικο, το οποίο συμμετέχει στην παραγωγή οίνων Π.Ο.Π. με υψηλά ποιοτικά χαρακτηριστικά, παγκόσμιας φήμης και ισχυρό δυναμικό παλαίωσης. Τα παραπάνω χαρακτηριστικά αποτέλεσαν το έναυσμα για την συγγραφή της παρούσας πτυχιακής εργασίας, που επικεντρώνεται στην μελέτη του προφίλ οίνων διαφορετικών ετών, προερχόμενων από Ασύρτικο Σαντορίνης.

Πιο συγκεκριμένα, στο πρώτο κεφάλαιο δίνονται πληροφορίες για την ιστορία και την εξέλιξη της αμπελοκαλλιέργειας στη Σαντορίνη, ενώ ταυτόχρονα αναλύεται η γεωγραφική θέση και το σπάνιο terroir που διαθέτει.

Στο δεύτερο κεφάλαιο, γίνεται μια αναφορά στις περιοχές που καλλιεργείται το Ασύρτικο, στα αμπελογραφικά χαρακτηριστικά του και στο αρωματικό του προφίλ. Ακόμα αναλύονται οι οίνοι Π.Ο.Π Σαντορίνης στους οποίους συμμετέχει η ποικιλία, τόσο για τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά, όσο και για την νομοθεσία.

Στο τρίτο κεφάλαιο, παρουσιάζονται οι τεχνικές οινοποίησης που εφαρμόζονται για την παραγωγή λευκών ξηρών οίνων Π.Ο.Π. Σαντορίνης, με ιδιαίτερη έμφαση να δίνεται στο στάδιο της παλαίωσης. Εξετάζονται πτυχές της παλαίωσης όπως είναι οι μεταβολές που συμβαίνουν κατά την διάρκεια της, οι στόχοι για τους οποίους πραγματοποιείται και οι παράγοντες που συμβάλλουν στην εξέλιξη και αντοχή του οίνου στο πέρασμα του χρόνου. Τέλος ελέγχεται η πορεία και το σημείο στο οποίο διάφοροι τύποι οίνων φτάνουν στο απόγειο τους.



Στο τέταρτο κεφάλαιο, αναλύεται η ποιότητα και η τυπικότητα του Ασύρτικου και οι τρόποι με τους οποίους γίνεται η αξιολόγηση τους. Επίσης γίνεται μια εισαγωγή στην φασματοσκοπία και πιο συγκεκριμένα στην τεχνική FTIR.

Έπειτα, στο πέμπτο κεφάλαιο παρουσιάζεται ο σκοπός της πτυχιακής, τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν και οι μέθοδοι που ακολουθήθηκαν. Στην συνέχεια παρατίθενται τα αποτελέσματα, γίνεται ο σχολιασμός τους και ακολουθεί η στατιστική επεξεργασία τους.

Τέλος στο έκτο κεφάλαιο γίνεται μια ανακεφαλαίωση τόσο του σκοπού της πτυχιακής, όσο και των σημαντικών αποτελεσμάτων.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

## 1.1 ΙΣΤΟΡΙΚΑ

Η Σαντορίνη διαθέτει έναν από τους πιο παλιούς αμπελώνες σε όλο το κόσμο και η παράδοση στην αμπελουργία ξεπερνά τα 3.500 χρόνια. Το 1613 π.Χ. η μεγάλη Μινωική έκρηξη στην Σαντορίνη είχε σαν αποτέλεσμα την δημιουργία της λεγόμενης καλδέρας της Σαντορίνης και την καταστροφή του τότε πολιτισμού. Μετά από χρόνια λόγω της έκρηξης αναδύθηκαν στην επιφάνεια αρκετά νησιά όπως η Θήρα, η Θηρασιά, το Ασπρονήσι, η Νέα Καμένη και η Παλιά Καμένη όπου στην συνέχεια τα νησιά αυτά μεγάλωσαν και ενώθηκαν μεταξύ τους. Η τότε έκρηξη ερήμωσε το νησί και η πρώτοι κάτοικοι ήταν οι Φοίνικες (τέλη 13ου αιώνα- 9ο π.Χ. αιώνα). Έτσι, οι Φοίνικες για να επιβιώσουν επιχείρησαν να καλλιεργήσουν διάφορα φυτά και το μόνο φυτό που ευδοκίμησε στο περιβάλλον της Σαντορίνης ήταν η άμπελος. (Γαρουφαλής και Δημήτριος Ν, 1998)

Το 1976 ο Σπυρίδων Μαρινάτος από τις ανασκαφές που έγιναν στο Ακρωτήρι(το οποίο κατοικήθηκε το 1800 π.Χ.) ανακάλυψε διάφορα πολύτιμα ευρήματα όπως κάρβουνα από ξύλα αμπέλου, τσαμπιά από σταφύλια, ειδικές συσκευές για το πάτημα σταφυλιού και την συλλογή μούστου και αποθηκευτικούς χώρους από πίθους με κρασιά. Αυτό αποδεικνύει ότι η αμπελοκαλλιέργεια από εκείνα τα χρόνια ήταν η κυριότερη δραστηριότητα των κατοίκων.

## 1.2 ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΘΕΣΗ

Οι περισσότερες αμπελοοινικές περιοχές που σήμερα παράγουν ποιοτικούς οίνους βρίσκονται μεταξύ του 30<sup>ου</sup> και 50<sup>ου</sup> παράλληλου στο βόρειο ημισφαίριο και αντίστοιχα και στο νότιο. Αυτό συμβαίνει διότι εντός αυτών των ορίων υπάρχουν οι κατάλληλες κλιματικές συνθήκες (θερμικές και υδατικές) που επιτρέπουν στο αμπέλι να αναπτυχθεί ομαλά και κατά επέκταση να παραχθούν υψηλής ποιότητας οίνοι. Μεταξύ αυτών των συντεταγμένων βρίσκεται και η Σαντορίνη (<https://training.thewinelab.eu/el/training-area-2/1-in-the-vineyard/viticulture-and-climate-change-2/unit-2-how-climate-linked-with-viticulture/>).

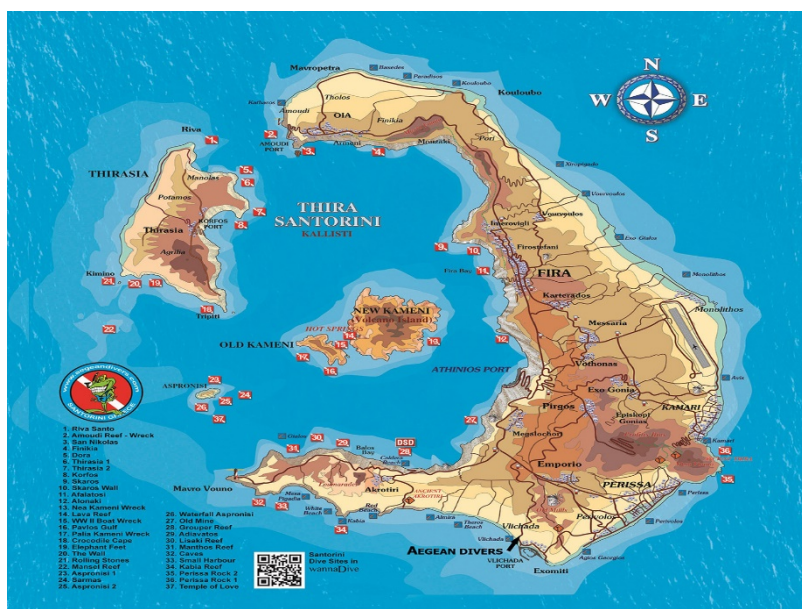
Η Σαντορίνη ή αλλιώς Θήρα είναι νησί του νότιου Αιγαίου και ανήκει στο νησιωτικό σύμπλεγμα των Κυκλάδων. Η ημικυκλική και πεταλοειδής μορφή του νησιού είναι αποτέλεσμα των ηφαιστειακών εκρήξεων που επηρέασαν το αρχικό στρογγυλό σχήμα της.

Οι συντεταγμένες της είναι:

Γεωγραφικό μήκος	25ο 19' 22'' - 25ο 29' 13'' Ανατολικό
Γεωγραφικό πλάτος	36ο 19' 56'' - 36ο 28' 40'' Βόρειο

Πίνακας. 1 Γεωγραφικές συντεταγμένες Σαντορίνης

(Πηγή: <http://cycladesinfo.gr/el/item/108-2015-05-08-12-06-21>)



Εικ 1.1 Σαντορίνη

(Πηγή: <https://www.aegeandivers.com/images/2021-map-large.jpg>)

## 1.3 ΤΟ TERROIR ΤΟΥ ΣΑΝΤΟΡΙΝΙΟΥ ΑΜΠΕΛΩΝΑ

Ένας από τους σημαντικότερους λόγους που η Σαντορίνη παράγει ποιοτικούς και μοναδικούς οίνους είναι το terroir της. Ο Γαλλικός όρος terroir περιγράφει ένα οικοσύστημα στο οποίο αλληλοεπιδρούν διάφοροι παράγοντες όπως: οι κλιματολογικές συνθήκες (θερμοκρασία, άνεμοι, βροχοπτώσεις), το έδαφος (δομή, περιεκτικότητα σε ανόργανα συστατικά και σε οργανική ύλη, μηχανική σύσταση), η τοπογραφία (υψόμετρο, κλίση, έκθεση ηλίου) και η ανθρώπινη παρέμβαση μέσω των καλλιεργητικών τεχνικών που ακολουθούνται, σεβόμενη το οικοσύστημα (χρησιμοποιούμενα υποκείμενα, σχηματισμός διαμόρφωσης, ψεκασμοί και άρδευση).

Ο όρος αυτός συνδέεται κυρίως με την γνησιότητα (γεωγραφική προέλευση), την μοναδικότητα (διαφορετικά οργανοληπτικά χαρακτηριστικά) και ορισμένες φορές τις παραδόσεις, συμβάλλοντας στην αύξηση της φήμης και της προστιθέμενης αξίας στο τελικό προϊόν (Ρούσσος Σ. , 2013). Χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά από τους Γάλλους, οι οποίοι ισχυρίζονται ότι παράγουν κρασιά χαρακτηριστικά του terroir στο οποίο καλλιεργούνται τα αμπέλια, με κλασικότερο παράδειγμα αυτό της Βουργουνδίας.

Το Ασύρτικο Σαντορίνης ίσως είναι από τις λίγες ελληνικές ποικιλίες στην Ελλάδα που η οικονομική της αξία και τα χαρακτηριστικά της συνδέονται άμεσα με το terroir της. Έχει καταφέρει να εξαπλωθεί σε πολλές χώρες του εξωτερικού και να αποκτήσει παγκόσμια φήμη. Παρακάτω θα αναλυθούν οι παράγοντες που σχηματίζουν αυτό το ιδιαίτερο terroir (Δρ. Διονύσης Καλύβας., 2003. Βιβλίο εδαφολογίας).

### 1.3.1 ΚΛΙΜΑ ΣΑΝΤΟΡΙΝΗΣ

Το κλίμα αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους παράγοντες που επιδρούν στο terroir και επηρεάζει άμεσα την αμπελοκαλλιέργεια. Ο όρος κλίμα αναφέρεται στον μέσο όρο των καιρικών συνθηκών που επικρατούν σε μία συγκεκριμένη περιοχή για αρκετά χρόνια, περίπου 30 και πάνω. Οι κλιματικές μεταβλητές είναι οι ακόλουθες:

- Θερμοκρασία
- Βροχοπτώσεις
- Άνεμοι
- Ηλιοφάνεια
- Υγρασία
- Ακραία καιρικά φαινόμενα

Η θερμοκρασία του αέρα έχει την μεγαλύτερη επίδραση στο αμπέλι, διότι επηρεάζει την έναρξη των βασικών αναπτυξιακών σταδίων, την ωρίμανση του σταφυλιού αλλά και την συνολική παραγόμενη ποσότητα. Οι θερμοκρασίες πάνω από 25-30°C μειώνουν την φωτοσυνθετική δραστηριότητα του φυτού, ενώ η έντονη ηλιοφάνεια αυξάνει τον ρυθμό φωτοσυνθετικής ικανότητας. Σημαντικό ρόλο έχουν και οι βροχοπτώσεις, παρόλο που το αμπέλι είναι ανθεκτικό σε ξηρές περιόδους, το υπερβολικό υδατικό στρες μπορεί να μειώσει την παραγωγή. Επικίνδυνες είναι οι βροχές κατά την διάρκεια του τρύγου, αφού αραιώνουν την ράγα και ευνοούν την ανάπτυξη βοτρυτίδας. Στην αποφυγή του υδατικού στρες μπορεί να συμβάλλει η υγρασία, η οποία απορροφάτε από το έδαφος. Οι ισχυροί άνεμοι μπορεί να προκαλέσουν ζημιές στο φυτό, για αυτό σε περιοχές με δυνατούς ανέμους συστήνονται χαμηλά συστήματα διαμόρφωσης. Τέτοιο παράδειγμα αποτελεί και η Σαντορίνη όπως θα δούμε παρακάτω. Τα ακραία φαινόμενα όπως πολύ υψηλές θερμοκρασίες, χαλαζόπτωση, υψηλοί άνεμοι, προκαλούν ζημιές στην παραγωγή και μερικές φορές μπορούν και να την καταστρέψουν (Δρ. Διονύσης Καλύβας., 2003. Βιβλίο εδαφολογίας)

[\(https://training.thewinelab.eu/el/training-area-2/1-in-the-vineyard/viticulture-and-climate-change-2/unit-2-how-climate-linked-with-viticulture/\)](https://training.thewinelab.eu/el/training-area-2/1-in-the-vineyard/viticulture-and-climate-change-2/unit-2-how-climate-linked-with-viticulture/).

Πιο συγκεκριμένα, η Σαντορίνη έχει εύκρατο μεσογειακό κλίμα και χαρακτηρίζεται από ξηρά και θερμά καλοκαίρια, ήπιους βροχερούς χειμώνες και έντονη ηλιοφάνεια (την μεγαλύτερη ηλιοφάνεια στην Ελλάδα). Επίσης, έχει μόνιμα ισχυρούς ανέμους (μελέτμια) και υψηλή σχετική υγρασία. Άλλο ένα χαρακτηριστικό του κλίματος της Σαντορίνης είναι ότι υπάρχει αισθητή διακύμανση στην θερμοκρασία την ημέρα και το βράδυ (Gladstones,1992). Από τα χωριά της Σαντορίνης το Μεγαλοχώρι μαζί με το

χωριό Βούρβουλος έχουν το πιο ζεστό μεσόκλιμα στο νησί. Το μεσόκλιμα αναφέρεται στις ειδικές συνθήκες που επικρατούν σε μια περιορισμένη ζώνη. Οι αμπελώνες στο Μεγαλοχώρι βρίσκονται νότια στην έκθεση του ηλίου, ενώ στο χωριό Βούρβουλος βρίσκονται σε βορειοανατολική έκθεση του ηλίου (Yiannis Karakasis, 2016).

Η μέση μέγιστη θερμοκρασία ανά έτος είναι 23°C, και η ελάχιστη φτάνει έως και τους 14°C. Το καλοκαίρι και σε περιόδους συγκομιδής που ξεκινάει από το τέλος Ιουλίου έως τέλος Αυγούστου, επικρατούν αρκετά υψηλές θερμοκρασίες με έντονη ξηρασία (> 35 °C), έντονη ηλιοφάνεια και λίγες βροχοπτώσεις (ΥΠΑΑΤ,2007). Όμως στην Σαντορίνη από το βράδυ μέχρι το πρωί εμφανίζεται το φαινόμενο «ανεδοσά», το οποίο είναι ένα είδος πλωτής θαλάσσιας ομίχλης που προκαλείται από την διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ του ηφαιστείου και του νησιού όπου ανεβαίνει από την καλντέρα και καλύπτει το νησί και τους αμπελώνες. Αυτό το φαινόμενο παρέχει μια ανακούφιση στα αμπέλια γιατί είναι η μοναδική υγρασία που υπάρχει τους ξηρούς μήνες και με αυτό το τρόπο επιβιώνουν. Γενικότερα μελέτες έδειξαν ότι οι συνθήκες θερμικής καταπόνησης κατά την περίοδο 1982-2019 είχε αυξητική τάση 28,2 ώρες/δεκαετία, η οποία συνδέεται με την συνεχή υπερθέρμανση του πλανήτη (Κουράκου Δραγώνα, 2015).

Η διάρκεια βροχών τα τελευταία 45 χρόνια ξεκινάει από τον Οκτώβριο έως τον Απρίλιο. Οι άνεμοι στην Σαντορίνη είναι πολύ ισχυροί οι οποίοι πολύ συχνά ξεπερνούν τα 8-9 μποφόρ και έτσι μπορεί να προκαλέσουν σημαντικές καταστροφές. Οι δυνατοί άνεμοι μαζί με ζεστό καιρό προκαλούν αφυδάτωση στα αμπέλια. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την μείωση της φωτοσυνθετικής ικανότητας, οδηγώντας σε μικρότερες αποδόσεις, την επιβράδυνση της ωρίμανσης, καθώς και τα επίπεδα της οξύτητας να παραμένουν υψηλά. Επίσης, με τους δυνατούς ανέμους η θαλάσσια αύρα μεταφέρει θαλασσινό αλάτι και προκαλεί τεράστιο πρόβλημα στους ανθοφόρους οφθαλμούς. Από την άλλη τις ζεστές μέρες η θαλάσσια αύρα αποτρέπει την επέκταση μυκητιακών ασθενειών στα αμπέλια. Το χειμώνα οι δυνατοί άνεμοι μπορούν να ρίξουν ένα μεγάλο μέρος του φορτίου των αμπελιών ενώ την άνοιξη οι άνεμοι είναι δυνατοί και μπορεί να κάνουν σημαντικές ζημιές στους τρυφερούς βλαστούς. Επίσης, απομακρύνουν την ημέρα την υγρασία από τους αμπελώνες. Όμως το βράδυ που οι θερμοκρασίες είναι χαμηλότερες, η υγρασία απορροφάται από το έδαφος και συμβάλει ώστε το αμπέλι να καλύψει τις ανάγκες του σε νερό (ΥΠΑΑΤ,2007).

Οι αμπελουργοί για την αντιμετώπιση των σφοδρών αυτών ανέμων δημιούργησαν ένα σύστημα διαμόρφωσης που ονομάζεται κουλούρα. Δηλαδή είναι ένα στρογγυλό καλάθι στην μέση του οποίου κρέμονται τα σταφύλια, το οποίο θα αναλυθεί εκτενέστερα στις καλλιεργητικές τεχνικές. Με αυτό το τρόπο οι αμπελώνες δεν αποκτούν ύψος και προστατεύονται από τους ισχυρούς ανέμους της Σαντορίνης (ΥΠΑΑΤ,2007).

### 1.3.2 ΕΔΑΦΟΣ

Εκτός από το κλίμα, τεράστια σημασία για το αμπέλι έχει και το έδαφος στο οποίο καλλιεργείται, αφού από αυτό παραλαμβάνει τα απαραίτητα θρεπτικά συστατικά που χρειάζεται για την ανάπτυξη του. Το κλήμα εκτός από φως, νερό και αέρα χρειάζεται και έναν αριθμό από ανόργανα στοιχεία όπως είναι το νάτριο, το άζωτο, το κάλιο, το ασβέστιο, το οξυγόνο, το μαγνήσιο, ο σίδηρος, ο φώσφορος και πολλά ακόμη. Επίσης σημαντικό ρόλο έχει και η περιεκτικότητα σε οργανική ουσία. Άλλη μια ανάγκη που εκπληρώνει το έδαφος είναι ότι επιτρέπει στην άμπελο να σχηματίσει ένα ισχυρό και μεγάλο ριζικό σύστημα, το οποίο διεισδύει βαθιά στο υπέδαφος και λαμβάνει νερό και τα ανόργανα συστατικά που προαναφέρθηκαν. Ένα ισχυρό ριζικό σύστημα προσδίδει επίσης και μια καλύτερη στήριξη στο φυτό. Γενικότερα ένα ιδανικό έδαφος για την ανάπτυξη της αμπέλου είναι αυτό που διαθέτει ισορροπία μεταξύ των ανόργανων και των οργανικών συστατικών και επιτρέπει την ανάπτυξη ισχυρού ριζικού συστήματος.

Τα χαρακτηριστικά του εδάφους που επηρεάζουν την αμπελοκαλλιέργεια είναι τα παρακάτω:

- Περιεκτικότητα σε ανόργανα συστατικά
- Μηχανική σύσταση

- Περιεκτικότητα σε οργανική ουσία
- Ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων
- Δομή- πορώδες
- Υδατοικανότητα
- Αλκαλικότητα

(Δρ. Διονύσης Καλύβας., 2003. Βιβλίο εδαφολογίας).

Η Σαντορίνη έχει ένα πολύ ιδιαίτερο έδαφος. Το Μητρικό πέτρωμα στους Σαντορινιούς αμπελώνες είναι Ηφαιστειακής προέλευσης (Θηραϊκή Γη ή Κίσηρη) και καλύπτεται κυρίως από οξειδία του πυριτίου (>60%) αλλά και άλλων στοιχείων (Al, Fe, Mg κλπ). Το έδαφος είναι ασβεστολιθικό και σχιστολιθικό καλυμμένο με ηφαιστειακή τέφρα, λάβα και ελαφρόπετρα, το οποίο έχει προέλθει από συνεχή εκρήξεις του ηφαιστείου και διαθέτει ένα μηχανισμό που του επιτρέπει να απορροφά και να συγκρατεί νερό. Στα εδάφη που είναι καλυμμένα με τέφρα και ελαφρόπετρα οι ρίζες των φυτών βρίσκονται επιφανειακά, αφού λόγω της σκληρότητας δεν μπορούν να διεισδύσουν πιο βαθιά. Στα μεγαλύτερα βάθη του εδάφους δεν έχουν βρεθεί ενδείξεις ριζών που να αποδεικνύουν την ύπαρξη βαθύρριζων δέντρων (Ρούσσου, 2006).

Η μηχανική σύσταση στο έδαφος της Σαντορίνης είναι αμμώδης (93%-97%, ελαφριά σύσταση) και σε μερικά σημεία του νησιού είναι αμμοπηλώδης. Τα αμμώδη εδάφη παρουσιάζουν καλή υδατοπερατότητα με χαμηλή υδατοχωρητικότητα. Τα πλεονεκτήματα για τους αμπελώνες αυτούς, είναι ότι σε μη ξηρικές περιοχές μετριάζουν το διαθέσιμο νερό και διατηρούν το υδατικό στρες σε σωστά επίπεδα. Όλα τα εδάφη είναι αλκαλικά με pH που ξεκινάει από το 7,20 έως το 8,90 (Ρούσσου, 2006).

Η εδαφική δομή είναι σχετικά καλή με επαρκή περιεκτικότητα σε Ca, Mg και Fe. Επίσης έχει υψηλό νάτριο λόγω γειννίας της θάλασσας το οποίο ανταγωνίζεται στο έδαφος το κάλιο. Το αμπέλι απορροφά Na<sup>+</sup> σε μεγαλύτερα ποσοστά αν αυτό είναι διαθέσιμο στο έδαφος, ενώ το κάλιο παρόλο που είναι διαθέσιμο στο έδαφος, λόγω του κλίματος και των περιορισμένων βροχών καταλήγει εκτός φυτού. Έτσι το φυτό δεν μπορεί να απορροφήσει τις σωστές ποσότητες που πρέπει σε κάλιο για να μειώσει το τρυγικό οξύ, στο οποίο οφείλεται η πολύ έντονη οξύτητα των κρασιών της Σαντορίνης.



Το έδαφος της Σαντορίνης εμφανίζει εξαιρετικά χαμηλή γονιμότητα και αυτό οδηγεί σε υψηλή οξύτητα των σταφυλιών. Η περιεκτικότητα του εδάφους σε άργιλο και σε οργανική ουσία είναι πολύ χαμηλή και με αυτό το τρόπο η φυλλοξήρα δεν μπορεί να αναπτυχθεί στην Σαντορίνη. Η φυλλοξήρα είναι ένα έντομο που καταστρέφει το ριζικό σύστημα του αμπελώνα επειδή τρέφεται πάνω στην ρίζα και είναι ένα μόνιμο πρόβλημα για τους αμπελουργούς. Η λύση για την ανθεκτικότητα στην φυλλοξήρα έγινε με εμβολιασμό Ευρωπαϊκών υποκειμμένων σε αμερικάνικες ρίζες.

(ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ (ΕΚ) 1234/2007ΑΡΘΡΟ 118 γ, ΠΑΡ/ΦΟΣ 2)



Εικ 1.2 Το έδαφος της Σαντορίνης

(Πηγή: [https://scontent.fath3-4.fna.fbcdn.net/v/t1.6435-9/44302750\\_1846913238697317\\_6941367796940931072\\_n.jpg?\\_nc\\_cat=108&ccb=1-7&\\_nc\\_sid=e3f864&\\_nc\\_ohc=XiOD5BgxcjIAX-W95iQ&\\_nc\\_ht=scontent.fath3-4.fna&oh=00\\_AfDzRIpnoYU4MXxK5g5A40DJdAGaUMmgfK0Zf27LWGyj1w&oe=64539640](https://scontent.fath3-4.fna.fbcdn.net/v/t1.6435-9/44302750_1846913238697317_6941367796940931072_n.jpg?_nc_cat=108&ccb=1-7&_nc_sid=e3f864&_nc_ohc=XiOD5BgxcjIAX-W95iQ&_nc_ht=scontent.fath3-4.fna&oh=00_AfDzRIpnoYU4MXxK5g5A40DJdAGaUMmgfK0Zf27LWGyj1w&oe=64539640))

### 1.3.3 ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑ

Η τοπογραφία μια περιοχής επηρεάζει το μεσοκλίμα τροποποιώντας βασικά χαρακτηριστικά του μακροκλίματος. Έχει έντονη επίδραση στη διαμόρφωση των κλιματικών συνθηκών και έτσι και στην καλλιέργεια της αμπέλου. Πιο συγκεκριμένα διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη, στον ρυθμό και στον χρόνο ωρίμανσης των σταφυλιών. Οι τοπογραφικές μεταβλητές είναι:

- Υψόμετρο
- Κλίση
- Έκθεση-Προσανατολισμός

Οι πλειονότητα των αμπελώνων της Σαντορίνης βρίσκονται στις πλαγιές της Καλντέρας και έχουν δυτικό προσανατολισμό. Ξεκινούν ομαλά από την θάλασσα και καταλήγουν σε αναβαθμίδες σε ύψος έως 300 μέτρα. Στους αμπελώνες του Πύργου φτάνει τα 350 μέτρα υψόμετρο (Δρ. Διονύσης Καλύβας, 2003. Βιβλίο εδαφολογίας)

#### 1.3.4 ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ

Έκτος από τους παραπάνω παράγοντες, αρκετά σημαντικό ρόλο για την παραγωγή πολύ καλής ποιότητας σταφυλιών έχει και η ανθρώπινη παρέμβαση, με τις καλλιεργητικές τεχνικές που θα ακολουθήσει.

##### Διαμόρφωση αμπελώνων

Τα αμπέλια στην Σαντορίνη φυτεύονται σε τετράγωνα, αραιά και με χαμηλό μήκος για την προστασία από ανέμους και για τις πολύτιμες ομίχλες που δημιουργούνται κατά την διάρκεια της νύχτας από το νερό της θάλασσας που εξατμίζεται. (Ρούσσου Α, 2006). Τα πρέμνα δεν είναι εμβολιασμένα με αμερικάνικα υποκείμενα και είναι αυτόριζα, αυτό επιτρέπει την συμπλήρωση κενών μεταξύ των κλημάτων με νέες καταβολάδες.

Σε περιοχές που η κλίση του εδάφους είναι απότομη έχουν διαμορφωθεί ειδικές Πεζούλες έτσι ώστε οι αμπελουργοί να διευκολύνονται στην καλλιέργεια, το τρύγο αλλά και να περιορίζεται η διάβρωση μέσω του νερού. Η ύπαρξη αναβαθμίδων έχει ως αποτέλεσμα να κάνει δύσκολη την χρήση μηχανημάτων και οι περισσότερες εργασίες να γίνονται χειρωνακτικά.



Εικ. 1.3 Παραδοσιακές πεζούλες Σαντορίνης

(Πηγή: <https://www.greekgastronomyguide.gr/item/ampelones-santorini/>)

### Κλάδεμα

Παραδοσιακά το κλάδεμα διαμορφώνεται σε σχήμα στεφανιού στο εσωτερικό του οποίου προφυλάσσονται οι καρποί από τους ανέμους και την υπερβολική ηλιακή ακτινοβολία και ονομάζεται κουλούρα, αμπελιά ή καλάθι. Οι αμπελιές κάθε 80 χρόνια «τροχίζονται» δηλαδή κατατομούνται στο επίπεδο του εδάφους και το ίδιο ριζικό σύστημα θα δώσει μια νέα αμπελιά την επόμενη χρονιά.

Το κλάδεμα γίνεται σε δύο φάσεις, το πρώτο γίνεται τον Οκτώβριο και ονομάζεται κοτσομύτισμα ή πάστρεμα όπου καθαρίζονται οι ρίζες από τους λαίμαργους βλαστούς και τις μεγάλες βέργες. Το δεύτερο γίνεται το Νοέμβριο με Μάρτιο, σε αυτό το σημείο γίνεται το τύλιγμα της κουλούρας και το τελικό κλάδεμα. (Νικόλαος Θεοδώρου, Παγκόσμιος Αμπελώνας Εργαστήριο 2021-22).

Τα συστήματα διαμόρφωσης στους Σαντορινιούς αμπελώνες χωρίζονται ως εξής:

1. Κουλούρα ή καλάθι:

- Στο συγκεκριμένο σύστημα διαμόρφωσης δεν χρειάζεται υποστύλωση παρά μόνο χειρωνακτικές καλλιεργητικές τεχνικές και το σχήμα διαμορφώνεται παράλληλα με την επιφάνεια του εδάφους
- Η διαμόρφωση της φυτοστοιβάδας γίνεται σε χαμηλό μήκος από το έδαφος
- Αφήνονται 4-5 αμολητές από τον κεντρικό κορμό με 10 οφθαλμούς, τυλίγονται μεταξύ τους και με αυτό το τρόπο σχηματίζουν το λεγόμενο καλάθι
- Τα σταφύλια προστατεύονται από δυνατούς ανέμους, υπερβολική ακτινοβολία και πληγές λόγω αμμωδών εδαφών



Εικ. 1.4 Το παραδοσιακό σύστημα διαμόρφωσης κουλούρα

(Πηγή: <https://blog.botilia.gr/media/1125/santorini-vineyard-2.jpg> )

2. Κλάδα ή αμολυτό:

- Γύρω από τον κορμό αφήνονται 4-5 κεφαλές και σε κάθε κεφαλή αφήνεται μια αμολυτή (κλιματίδα) η οποία τυλίγεται κάθετα στο έδαφος



- Το πλεονέκτημα του συστήματος αυτού είναι ότι έχει μικρότερο βαθμό τυλίγματος και παρουσιάζει καλύτερη διαχείριση και έλεγχο του ξύλου
  - Μικρό ύψος παραγωγής
- (Νικόλαος Θεοδώρου, Παγκόσμιος Αμπελώνας Εργαστήριο 2021-22)



Εικ 1.5 Το παραδοσιακό σύστημα διαμόρφωσης κλάδα  
(Πηγή:<https://www.instagram.com/p/ComOo23tYNO/?igshid=YmMyMTA2M2Y=>)

### Όργωμα

Το πρώτο όργωμα στους αμπελώνες της Σαντορίνης γίνεται κατά τη διάρκεια του μήνα Δεκέμβριου και λέγεται νιάτο. Αυτό το όργωμα παρασέρνει τα φύλλα από την επιφάνεια και τα αναπληρώνει με φύλλα από αμπελόξυλο, που βοηθάει στην λίπανση, στον αερισμό του εδάφους και στην καλύτερη απορρόφηση του νερού από τις χειμερινές βροχές. Το δεύτερο όργωμα πραγματοποιείται τον Φεβρουάριο ή Μάρτιο

και ονομάζεται δίβολο. Το όργανο αυτό βοηθάει στην απορρόφηση του νερού της βροχής πριν από την εκβλάστηση των αμπελώνων. (Κουράκου-Δραγώνα 1995στ, 123).

### Ψεκασμοί

Το Καλοκαίρι, τα μελέμια συμμετέχουν ως φυσική καταπολέμηση της υγρασίας που υπάρχει στα φυτά. Έτσι το Ασύρτικο είναι ανθεκτικό στην ξηρασία, το ωίδιο και το περονόσπορο, επιτρέποντάς του έτσι να ευδοκιμεί σε περιοχές με υψηλή υγρασία και υψηλά επίπεδα ξηρασίας του εδάφους. Η παρέμβαση του αμπελουργού για πρόληψη κατά του ωιδίου είναι το θειάφι. Επιπλέον παρεμβάσεις είναι το λάκισμα, η λίπανση, το ξεχορτάρισμα και τα φυτοπροστατευτικά σκευάσματα όπως ο βάκιλλος και η καταπολέμηση της ευδεμίδας (Σκοπελίτης, 2021).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΑΣΥΡΤΙΚΟ ΣΑΝΤΟΡΙΝΗΣ

### 2.1 ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΙΑΣ ΑΣΥΡΤΙΚΟΥ

Στο παραπάνω terroir έχει ταιριάζει απόλυτα το Ασύρτικο. Το Ασύρτικο προέρχεται από την Σαντορίνη και αποτελεί 80% της συνολικής καλλιέργειας του νησιού. Ωστόσο από το 1960 καλλιεργήθηκε στην Σιθωνία Χαλκιδικής (Κτήμα Καρά) και μετέπειτα στην Επανομή Θεσσαλονίκης (Κτήμα Γεροβασιλείου). Σήμερα έχει μεγάλη διάδοση σε ολόκληρη την Ελλάδα και το εξωτερικό. Πιο συγκεκριμένα είναι μια ποικιλία που καλλιεργείται στην νησιωτική και ηπειρωτική Ελλάδα με 17.000 στρέμματα σε όλη την χώρα. Με βάση την νομοθεσία η συγκεκριμένη ποικιλία καλλιεργείται στα αμπελουργικά διαμερίσματα Βόρειου Αιγαίου, Πελοποννήσου, Θεσσαλίας, Στερεάς Ελλάδας, Μακεδονίας, Κυκλάδων και Θράκης (Σταύρακας, 2010).

Επιπλέον το Ασύρτικο έχει φυτευτεί έκτος από την Ελλάδα και σε χώρες όπως είναι η Κύπρος, το Ισραήλ, η Αυστραλία, ο Λίβανος, ενώ νέες εκτάσεις υπολογίζονται να γίνουν σε Ιταλία, Νότια Αφρική και τις ΗΠΑ. (Yiannis Karakasis, 2016). Αυτή η μεγάλη διάδοση οφείλεται τόσο στην ίδια την ποικιλία και στα ιδιαίτερα οργανοληπτικά όσο και στην προσπάθεια των οινοπαραγωγών της Σαντορίνης να διατηρήσουν την ποικιλία Ασύρτικο στο παγκόσμιο προσκήνιο.

Στην Σαντορίνη οι αμπελώνες του Ασύρτικου υπάρχουν κυρίως στο νοτιοδυτικό μέρος του νησιού και ανήκουν στα χωριά Μεγαλοχώρι και Ακρωτήρι. Συνολικά οι αμπελώνες στην Σαντορίνη ανέρχονται στα 13.000 στρέμματα καλλιεργούμενης γης ενώ τα μισά καλλιεργούνται στην περιοχή της Οίας, περίπου 7.100 στρέμματα. Τα χωριά όπως ο Πύργος και ο Βούρβουλος έχουν και αυτά σημαντικές εκτάσεις αμπελιών (ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ (ΕΚ) 1234/2007ΑΡΘΡΟ 118 γ, ΠΑΡ/ΦΟΣ 2).

## 2.2 ΑΜΠΕΛΟΓΡΑΦΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΑΣΥΡΤΙΚΟΥ

Το Ασύρτικο αποτελεί μια ζωνρή και παραγωγική ποικιλία, η οποία είναι αρκετά ανθεκτική στον περονόσπορο και το ωίδιο και καλλιεργείται στην Σαντορίνη ως αυτόριζη. Επίσης έχει μεγάλη αντοχή στην ξηρασία και μπορεί να προσαρμοστεί εύκολα σε διάφορες οικολογικές συνθήκες. Το φύλλο της είναι μεγάλο, σφηνοειδές, πεντάλοβο ή τρίλοβο και με μισχικό κόλπο σε σχήμα U. Η σταφυλή είναι μεσαίου μεγέθους (350gr), πυκνή και κυλινδροκωνική. Η ράγα του Ασύρτικου είναι σφαιρική, επίσης μεσαίου μεγέθους, με κιτρινοπράσινο έως χρυσό χρώμα. Ο φλοιός έχει μέτριο πάχος, ενώ η σάρκα είναι μαλακή και χυμώδης, με ευχάριστη γεύση. Λόγω των άγονων οφθαλμών στην βάση της κληματίδας, δέχεται μακρύ κλάδεμα (κουλούρα στην Σαντορίνη και αμολητές στα γραμμικά συστήματα σε άλλες περιοχές). Η εκβλάστηση πραγματοποιείται στο 2<sup>ο</sup> 10ήμερο του Μαρτίου, η άνθηση κατά το 3<sup>ο</sup> 10ήμερο του Μαΐου, ενώ ο πειρασμός στις πρώτες ημέρες του Ιουλίου. Τέλος αποτελεί μια ποικιλία που ωριμάζει νωρίς μέσα Αυγούστου ως 10 Σεπτεμβρίου. (Σταυρακάκης, 2010)

Το Ασύρτικο όταν ωριμάζει πλήρως, 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. Σημαντικό χαρακτηριστικό της είναι ότι παρόλο που είναι λευκή ποικιλία εμφανίζει υψηλές συγκεντρώσεις σε φαινολικά, όπως είναι οι ταννίνες, καθώς και σε ευοξειδωτές ενώσεις. Από το ασύρτικο μπορούν να παραχθούν εξαιρετικής ποιότητας οίνοι, λευκοί ξηροί με υψηλό αλκοολικό τίτλο 12,8-14% vol, υψηλή οξύτητα (6,4g/l σε τρυγικό οξύ), pH 2,9-3,1, με ευχάριστο άρωμα και τάση για οξειδωση. Συνήθως έχουν λαμπερό πρασινοκίτρινο χρώμα και και πλούσια φρουτώδη γεύση. Τέλος πρόκειται για μια ποικιλία που έχει ένα εξαιρετικό δυναμικό παλαίωσης, κάτι που θα αναλυθεί εκτενέστερα παρακάτω (Κεχαγιά, 2019).



## 2.3 ΑΡΩΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΦΙΛ ΑΣΥΡΤΙΚΟΥ

Ο αρωματικός χαρακτήρας των οίνων που παράγονται από Ασύρτικο είναι αρκετά σύνθετος, με πολλά αρώματα να έχουν αναφερθεί κατά την περιγραφή τους. Τέτοια είναι αρώματα λάιμ, λεμονιού, πράσινου μήλου, αχλαδιού, φρούτα του πάθους, πυρόλιθου και αρώματα αρμύρας. Έχουν αναγνωρισθεί επίσης γήινα αρώματα, τσακμακόπετρας, μανιταριού, καρυδιών, τριαντάφυλλου, τσαγιού, γκρέιπφρουτ και ανθέων κίτρου. (Nanou et al.,2020). Επίσης η χαρακτηριστική μεταλλικότητα, η οποία οφείλεται στο έδαφος ηφαιστειακής προέλευσης. Η μεταλλικότητα και τα γήινα αρώματα βρίσκονται κυρίως στα Ασύρτικα που προέρχονται από την Σαντορίνη ενώ τα φρουτώδη και ανθώδη από εκείνα που προέρχονται στην Ηπειρωτική και Βόρεια Ελλάδα. (Κουράκου-Δραγώνα, 2003, Σταυρακάκης, 2010).

Με την παλαίωση των οίνων που προέρχονται από το Ασύρτικο, τονίζεται αυτή η μεταλλικότητα και εμφανίζονται νότες μελιού, petrol, μαρμελάδας ροδάκινο και πορτοκαλιού (Ελληνική Δημοκρατία Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, Οίνοι ΠΟΠ-ΠΓΕ, Ελληνικά Προϊόντα ΠΟΠ-ΠΓΕ-ΕΠΙΠ και Προδιαγραφές 2022).

(<https://blog.botilia.gr/el/to-asurtiko-se-5/>)

## 2.4 ΤΥΠΟΙ ΟΙΝΩΝ ΠΟΠ ΑΠΟ ΑΣΥΡΤΙΚΟ

Η οριοθετημένη ζώνη παραγωγής οίνων ΠΟΠ Σαντορίνη (PDO Santorini) θεσπίστηκε το 1971 και περιλαμβάνει τα νησιά της Σαντορίνης (Θήρα) και της Θηρασίας. Οι τύποι κρασιών που μπορεί να παραχθούν χωρίζονται σε 3 κατηγορίες:

### 1. Λευκός Ξηρός Οίνος

Τα ξηρά κρασιά παράγονται από τουλάχιστον 85% Ασύρτικο και το υπόλοιπο ποσοστό συμπληρώνεται από Αηδάνι και Αθήρι. Ωστόσο πολλά από τα κρασιά παράγονται από 100% Ασύρτικο. Η παραγωγή γίνεται με την κλασική μέθοδο λευκής οινοποίησης. Η ελάχιστη ολική οξύτητα του οίνου σε τρυγικό οξύ πρέπει να είναι 5,5 g/L και ο ολικός

αλκοολικός τίτλος να είναι τουλάχιστον 12,0% vol. Οι οίνοι αυτοί έχουν συνήθως λαμπερό πρασινοκίτρινο χρώμα. Σύνθετη μύτη αλλά όχι πολύ έντονη, με αρώματα κίτρινων φρούτων, νότες φλούδας πορτοκαλιού και λεμονιού, λουλουδιών και τη χαρακτηριστική μεταλλικότητα. Έχουν επίσης πλούσια γεύση με οξύτητα που το ισορροπεί (Τσακίρης, 2010). Η μέγιστη πτητική οξύτητα είναι 18 meq/l, ενώ το μέγιστο ολικό διοξείδιο του θείου φτάνει τα 200 mg/l (Ελληνική Δημοκρατία Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, Οίνοι ΠΟΠ-ΠΓΕ, Ελληνικά Προϊόντα ΠΟΠ-ΠΓΕ-ΕΠΙΠ και Προδιαγραφές 2022).

Η ένδειξη «Νυχτέρι» που αναφέρεται σε φιάλες ΠΟΠ Σαντορίνη, αποτελεί παραδοσιακή ονομασία για τους λευκούς ξηρούς οίνους, που έχουν ελάχιστο φυσικό αλκοολικό τίτλο 13,5% και υποχρεωτική ωρίμαση σε ξύλινα βαρέλια για τουλάχιστον 3 μήνες. Το όνομα οφείλεται στο ότι τα σταφύλια για την παραγωγή αυτού του κρασιού, συλλέγονται νωρίς και επεξεργάζονται αυθημερόν.

[\(https://winesofgreece.org/el/pdo/%CF%80%CE%BF%CF%80-%CF%83%CE%B1%CE%BD%CF%84%CE%BF%CF%81%CE%AF%CE%BD%CE%B7/\)](https://winesofgreece.org/el/pdo/%CF%80%CE%BF%CF%80-%CF%83%CE%B1%CE%BD%CF%84%CE%BF%CF%81%CE%AF%CE%BD%CE%B7/)

Για να μπορέσει να χρησιμοποιηθεί η ένδειξη «Επιλεγμένος» ή «Réserve» στους λευκούς ξηρούς οίνους πρέπει να έχουν παλαιώσει ένα (1) τουλάχιστον έτος, από το οποίο τουλάχιστον έξι (6) μήνες να είναι σε δρύινα βαρέλια και τρεις (3) μήνες σε φιάλες. Αντίστοιχα για τη χρήση της ένδειξης «Ειδικά Επιλεγμένος» ή «Grande Réserve» για τους πρέπει οι οίνοι να έχουν ένα ελάχιστο χρόνο συνολικής παλαίωσης δύο [2] έτη, εκ των οποίων τουλάχιστον δώδεκα (12) μήνες σε δρύινα βαρέλια και έξι (6) μήνες σε φιάλες (Ελληνική Δημοκρατία Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, Οίνοι ΠΟΠ-ΠΓΕ, Ελληνικά Προϊόντα ΠΟΠ-ΠΓΕ-ΕΠΙΠ και Προδιαγραφές 2022).

## 2. Οίνος Λευκός Φυσικός Γλυκός λιαστός

Αποτελείται από Ασύρτικο τουλάχιστον κατά 51% και το υπόλοιπο από τις ποικιλίες Αηδάνι, Αθήρι και σε μικροποσότητες των λευκών που καλλιεργούνται παραδοσιακά στο σύμπλεγμα των νήσων Θήρας και Θηρασίας και συγκεκριμένα των ποικιλιών

Γαϊδουριά, Κατσανό, Μοσχάτο λευκό, Μονεμβασιά, Πλατάνι, Ποταμίσι και της ερυθρωπής ποικιλίας Ροδίτης. Η ένδειξη Vinsanto αποτελεί την παραδοσιακή ονομασία για τους γλυκείς οίνους από λιασμένα σταφύλια ΠΟΠ Σαντορίνη.

Συνοπτικά, τα σταφύλια μαζεύονται αρχές Αυγούστου και αφήνονται στον ήλιο για 8-10 ημέρες προς μερική αφυδάτωση. Το γλεύκος των σταφυλιών έχει πριν το λιάσιμο ελάχιστη περιεκτικότητα σε σάκχαρα 260 γραμ/λίτρο, μετά δε το λιάσιμο 370 γραμ./λίτρο. Στη συνέχεια τα σταφύλια θρυμματίζονται και αφήνονται να ζυμωθούν και το κρασί στη συνέχεια παλαιώνεται σε δρύινα βαρέλια. Για τους οίνους Vinsanto, είτε «οίνο φυσικώς γλυκύ λιαστό» είτε «οίνο λικέρ από λιασμένα σταφύλια», ο ελάχιστος χρόνος υποχρεωτικής οξειδωτικής παλαίωσης, που πραγματοποιείται κατά την παραμονή του οίνου σε βαρέλια από ξύλο δρυός, είναι τουλάχιστον 24 μήνες. Περαιτέρω παραμονή σε βαρέλια μπορεί να είναι 4ετής ή πολλαπλάσια του 4.. Συνήθως έχουν χρώμα πορτοκαλοκίτρινο με χρυσαφί ανταύγειες, που με τη διάρκεια της παλαίωσης γίνονται καφέ, έντονο και πολύπλοκο άρωμα, με νότες μπαχαρικών, μελιού, καραμέλας, καφέ, αποξηραμένων φρούτων όπως σταφίδας και ξηρών καρπων και γλυκιά γεύση που ισορροπείται επιτυχώς με την οξύτητα της ποικιλίας. Η επίγευση του είναι ιδιαίτερα μακρά και αρωματική. Τα Vinsanto συγκαταλέγονται ανάμεσα στα καλύτερα επιδόρπια κρασιά όλου του κόσμου (Domizio, Paola 2011).

Σύμφωνα με την νομοθεσία ο ελάχιστος αποκτημένος αλκοολικός τίτλος πρέπει να είναι 9% vol και η ελάχιστη ολική οξύτητα 5,5g/l εκφρασμένη σε τρυγικό. Επίσης η πτητική οξύτητα δεν πρέπει να ξεπερνάει τα 30 meq/l. Τέλος η μέγιστη περιεκτικότητα σε διοξείδιο του θείου φτάνει τα 400 mg/l, αρκεί οι οίνοι αυτοί να έχουν περιεκτικότητα σε αζύμωτα σάκχαρα 45g/l ή υψηλότερη (Ελληνική Δημοκρατία Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, Οίνοι ΠΟΠ-ΠΓΕ, Ελληνικά Προϊόντα ΠΟΠ-ΠΓΕ-ΕΠΙΠ και Προδιαγραφές 2022).

### 3. Λικέρ οίνος

Ο οίνος λικέρ λιαστός παράγεται από τον φυσικώς γλυκύ λιαστό οίνο με προσθήκη:

- -Ουδέτερης αλκοόλης οινικής προέλευσης, συμπεριλαμβανομένης της αλκοόλης που προέρχεται από απόσταξη σταφίδων, με αποκτημένο κατ' όγκο αλκοολικό τίτλο τουλάχιστον 96% vol.
- -Προϊόντος απόσταξης οίνου ή σταφίδας με αποκτημένο κατ' όγκο αλκοολικό τίτλο όχι κατώτερο από 52 % vol και όχι ανώτερο από 86% vol.
- -Προϊόντων των δύο ανωτέρω περιπτώσεων στα οποία έχει προστεθεί γλεύκος λιασμένων
- σταφυλιών από τις ίδιες ποικιλίες παραγωγής του φυσικώς γλυκού οίνου.
- -Αποστάγματος οίνου με αποκτημένο κατ' όγκο αλκοολικό τίτλο όχι κατώτερο από 52 % vol και όχι ανώτερο από 86 % vol.
- -Αποστάγματος σταφίδας με αποκτημένο κατ' όγκο αλκοολικό τίτλο όχι κατώτερο από 52 % vol και όχι ανώτερο από 94,5% vol.

Η προσθήκη των ανωτέρω προϊόντων γίνεται μέχρι την 31η Μαΐου του αμέσως επόμενου της παραγωγής έτους. Ο οίνος λικέρ λιαστός έχει πορτοκαλοκίτρινο χρώμα με χρυσαφή ανταύγειες, που σε μακρόχρονη παλαίωση μετατρέπονται σε καφέ, ερυθρές αποχρώσεις. Στην μύτη διακρίνονται αρώματα μπαχαρικών, μελιού, σταφίδας και μερικές φορές και λεμονανθών. Στην γεύση είναι αρκετά πλούσιο με νότες μελιού και λεμονιού. Τέλος αφήνει μια μακρά και αρωματική επίγευση.

Ο ελάχιστος αποκτημένος αλκοολικός τίτλος είναι 15% vol. Η ελάχιστη ολική οξύτητα είναι 5,5 g/l σε τρυγικό οξύ, ενώ η μέγιστη πτητική 30 meq/l. Τέλος το μέγιστο ολικό διοξείδιο του θείου φτάνει τα 400 mg/l, αρκεί οι οίνοι αυτοί να έχουν περιεκτικότητα σε αζύμωτα σάκχαρα 45g/l ή υψηλότερη (Ελληνική Δημοκρατία Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, Οίνοι ΠΟΠ-ΠΓΕ, Ελληνικά Προϊόντα ΠΟΠ-ΠΓΕ-ΕΠΙΠ και Προδιαγραφές 2022).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΟΙΝΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΠΑΛΑΙΩΣΗ ΑΣΥΡΤΙΚΟΥ

### 3.1 ΟΙΝΟΠΟΙΗΣΗ ΑΣΥΡΤΙΚΟΥ

Έκτος από την πρώτη ύλη, ιδιαίτερη έμφαση πρέπει να δίνεται και στην καλύτερη και ομαλή κατεργασία της. Διαφορές τεχνικές κατά το στάδιο της οινοποίησης μπορούν να επηρεάσουν τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του οίνου. Για τους οίνους που παράγονται από Ασύρτικο Σαντορίνης, ακολουθείται η κλασσική μέθοδος λευκής οινοποίησης, αλλά και η μέθοδος λευκής οινοποίησης που περιλαμβάνει προζυμωτική εκχύλιση.

Η λευκή οινοποίηση είναι μια διαδικασία που πραγματοποιείται με ζύμωση του γλεύκους χωρίς την παρουσία στεμφύλων, σε αντίθεση με την ερυθρή οινοποίηση η οποία πραγματοποιείται με την παρουσία τους. Έτσι η αλκοολική ζύμωση γίνεται μετά την παραλαβή, το διαχωρισμό, την πίεση και την απολάσπωση (απομάκρυνση στερεών) του γλεύκους (Ribéreau-Gayon et al., 2006).

#### 3.1.1 ΚΛΑΣΣΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΣ ΛΕΥΚΗΣ ΟΙΝΟΠΟΙΗΣΗΣ

Τα στάδια που ακολουθούνται σε μια λευκή οινοποίηση είναι ως εξής:

##### 1. Μεταφορά και υποδοχή των σταφυλιών

Η σωστή και γρήγορη μεταφορά των σταφυλιών στο οινοποιείο έχει μεγάλη σημασία για την λευκή οινοποίηση. Την στιγμή που το σταφύλι κοπεί από το κλήμα, στο φυτό γίνονται διάφορες βιολογικές και χημικές μεταβολές, όπως η οξείδωση (δράση ενζύμων με παρουσία οξυγόνου, καφέτιασμα γλεύκους). Έτσι, για να μην υπάρχει καμία εμφάνιση οξείδωσης τα σταφύλια πρέπει να μεταφέρονται όσο γίνεται πιο γρήγορα και ανέπαφα. Τα σταφύλια τοποθετούνται μέσα σε ειδικά τελάρα με ανοίγματα για την σωστή κυκλοφορία του αέρα και η θερμοκρασία των σταφυλιών δεν πρέπει να ξεπερνάει τους 20 °C και ο τρύγος πρέπει να γίνεται νωρίς το πρωί. Κατά

την υποδοχή των σταφυλιών χρησιμοποιούνται ειδικές τράπεζες διαλογής έτσι ώστε να απομακρύνονται τα προσβεβλημένα σταφύλια, τα φύλλα και διάφορα ξένα σώματα (Τσακίρης, 2017).

## 2. Απορραγισμός (έκθλιψη)

Ο απορραγισμός πραγματοποιείται στον απορραγιστήρα-σπαστήρα. Σε αυτό το στάδιο γίνεται η αφαίρεση και απομάκρυνση των βοστρύχων από τις ράγες και πραγματοποιείται ένα ήπιο σπάσιμο της ράγας. Στην συνέχεια ο σταφυλοπολτός που έχει δημιουργηθεί μεταφέρεται με ειδικές αντλίες στα πιεστήρια.

## 3. Συμπίεση των σταφυλιών

Η συμπίεση έχει ως σκοπό την παραλαβή του χυμού της ράγας με την βοήθεια πιεστηρίων (κάθετο υδραυλικό, οριζόντιο μηχανικό ή πνευματικό) εφόσον προηγουμένως έχει δημιουργηθεί μια σταφυλομάζα από την έκθλιψη. Στο συγκεκριμένο στάδιο πραγματοποιούνται διαφορετικές πιέσεις και το γλεύκος που βγαίνει πρώτο, δηλαδή ο πρόρογος, είναι το ποιοτικότερο κλάσμα και είναι πλούσιο σε σάκχαρα σε σύγκριση με τα υπόλοιπα κλάσματα.

Για την παραλαβή γλεύκους με τα επιθυμητά χαρακτηριστικά πρέπει να τηρούνται ορισμένες συνθήκες όπως:

- Παραλαβή μεγάλων όγκων με χαμηλές πιέσεις
- Η θερμοκρασία δεν πρέπει να ξεπερνά τους 20ο C
- Η μηχανική καταπόνηση των φλοιών πρέπει να είναι περιορισμένη
- Η αύξηση της πίεσης πρέπει να είναι προοδευτική και μικρή
- Η επαφή με τον ατμοσφαιρικό αέρα πρέπει να είναι μικρή (Ribéreau-Gayon et al., 2006).

#### 4. Θείωση

Στην λευκή οινοποίηση θα πρέπει μετά την έξοδο του γλεύκους από το πιεστήριο να πραγματοποιείται η προσθήκη του θειώδη ανυδρίτη, ώστε να αποφευχθεί κάθε φαινόμενο οξειδωσης. Επίσης στα λευκά κρασιά, το γλεύκος είναι χαμηλό σε φαινολικές ενώσεις και αυτό τα καθιστά ευάλωτα σε μικροβιακές και βακτηριακές μολύνσεις. Ο θειώδης προστατεύει και από τις οξειδάσεις, που είναι ένζυμα τα οποία υπάρχουν στο γλεύκος και οδηγούν σε οξειδώσεις. Οι οξειδάσεις μπορεί να προέρχονται και από προσβολή του φυτού από *Botrytis cinerea*. Τα οξειδωτικά φαινόμενα (οξειδωτικά ένζυμα) που προκύπτουν στην λευκή οινοποίηση επιδρούν στο χρώμα (βαθιά κίτρινη απόχρωση) και στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του κρασιού. Εκτός όμως από την αντιοξειδωτική, αντιμικροβιακή και αντιοξειδασική προστασία, το θειώδες συμβάλει στην αύξηση της εκχυλισματικότητας των πολυφαινολών και στην δέσμευση της ακεταλδεύδης, η οποία είναι μια ουσία που οδηγεί σε υποβάθμιση του οίνου. Το ολικό θειώδες στους λευκούς ξηρούς οίνους δεν πρέπει να ξεπερνάει τα 200mg/l, με βάση την νομοθεσία. Η υπέρμετρη θείωση μπορεί να οδηγήσει σε διάφορα ελαττώματα. (Ταταρίδης Παναγιώτης,. 2012-2018. Νομοθεσία οίνων και ποτών)

Οι δοσολογίες του θειώδη ανυδρίτη εξαρτώνται από:

- Το pH του γλεύκους (πιο δραστικός σε pH 2,8 σε σχέση με pH στο 3,8)
- Την υγιεινή κατάσταση του σταφυλιού
- Βαθμό ωριμότητας του σταφυλιού
- Θερμοκρασία περιβάλλοντος

(Τσακίρης, 2017)

Υγιές σταφύλι, μέση ωρίμανση, μεγάλη οξύτητα	6-8g/hl
Υγιές σταφύλι, μεγάλη ωρίμανση, μικρή οξύτητα	8-10g/hl
Σάπιο σταφύλι, ανάλογα με το βαθμό προσβολή	10-12g/hl

Πίνακας 2 Οι επιθυμητές δοσολογίες του Θειώδη ανυδρίτη

(Πηγή: Βιβλίο οιнологίας (Τσακίρης, 2017)

## 5. Απολάσπωση

Το γλεύκος που εξέρχεται από το πιεστήριο είναι πάντα θολό και αυτή η θολερότητα οφείλεται σε στερεά αιωρούμενα σωματίδια όπως χόμα, κομμάτια βοστρύχων και φλοιών. Σκοπός της απολάσπωσης είναι η διαύγαση του του γλεύκους πριν την έναρξη της αλκοολικής ζύμωσης, γιατί όσο πιο διαυγές είναι το γλεύκος, τόσο ποιοτικότερος ο οίνος που θα παραχθεί (Ribéreau-Gayon et al., 2006).

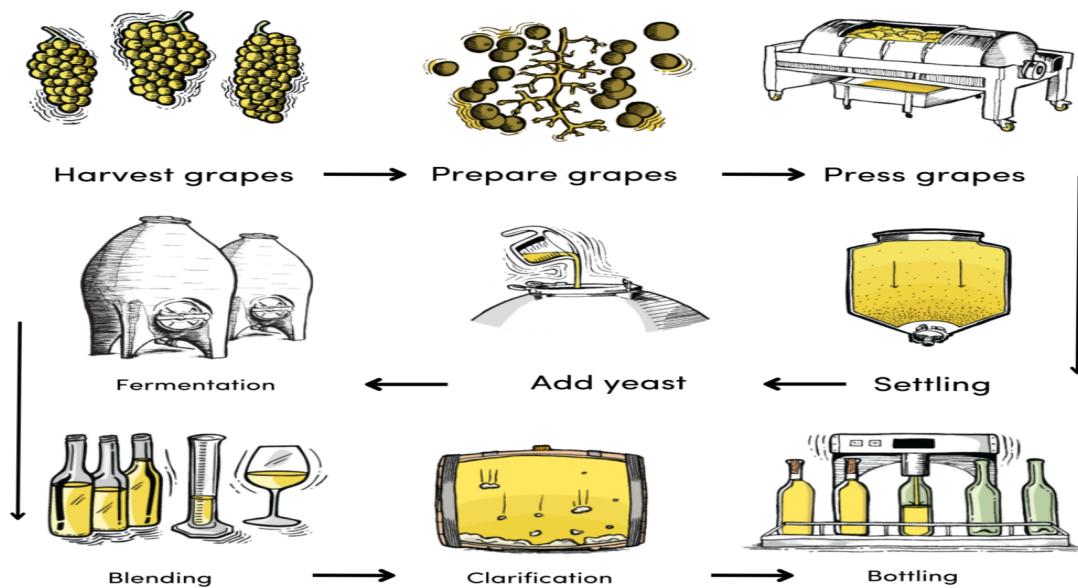
## 6. Ζύμωση

Το γλεύκος μετά την διαδικασία της απολάσπωσης μεταγγίζεται σε δεξαμενές που εκεί θα πραγματοποιηθεί η αλκοολική ζύμωση. Κατά το γέμισμα των δεξαμενών αφήνεται χώρος στο πάνω μέρος της δεξαμενής για τυχόν υπερχειλίση του γλεύκους που θα ζυμώνει. Έπειτα γίνεται ο εμβολιασμός του γλεύκους με ξηρές ζύμες για να ξεκινήσει η ζύμωση.

Η θερμοκρασία ζύμωσης στην λευκή οινοποίηση πρέπει να μην υπερβαίνει τους 20°C και πιο συγκεκριμένα θα πρέπει να πραγματοποιείται στους 14-16 γιατί θα υπάρχει αρνητικό επακόλουθο στον αρωματικό χαρακτήρα του οίνου. Σήμερα οι δεξαμενές που χρησιμοποιούνται έχουν συστήματα που ελέγχουν την θερμοκρασία αυτόματα. (Ribéreau-Gayon et al., 2006).

Τέλος ο οίνος που θα προκύψει μπορεί να παραμείνει στην παρούσα δεξαμενή, να εμφιαλωθεί σε φιάλες ή να τοποθετηθεί σε δρύινα βαρέλια έτσι ώστε να παλαιώσει. Αυτό το στάδιο θα αναλυθεί στην συνέχεια.





Εικ 3.1 Η διαδικασία της λευκής οινοποίησης

(Πηγή: <https://dewine.com.au/wp-content/uploads/2023/02/White-Wine-Process-1024x1024.png>)

### 3.1.2 ΛΕΥΚΗ ΟΙΝΟΠΟΙΗΣΗ ΜΕ ΠΡΟΖΥΜΩΤΙΚΗ ΚΡΥΟΕΚΧΥΛΙΣΗ

Οι προζυμωτικές διεργασίες παίζουν σημαντικό ρόλο στο περιεχόμενο του γλεύκους σε ουσίες που επιδρούν στα ποιοτικά οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του οίνου. Η προζυμωτική κρυοεκχύλιση (cold maceration) είναι μια τεχνική που μπορεί να επιλέξει ο οινολόγος η οποία δεν ανήκει στην κλασική μέθοδο λευκής οινοποίησης. Πραγματοποιείται αμέσως μετά την έκθλιψη, πριν τα πιεστήρια και διαρκεί μερικές ώρες έως και μία μέρα. Σε αυτό το στάδιο ο μούστος παραμένει σε επαφή με την σταφυλομάζα. Πριν την εφαρμογή της προζυμωτικής εκχύλισης οι θερμοκρασίες του σταφυλοπολλτού θα πρέπει να είναι χαμηλές (κάτω από 15ο C) σε ατμόσφαιρα διοξειδίου του άνθρακα, ώστε να καθυστερήσει η έναρξη της αλκοολικής ζύμωσης (Cassasa, 2015). Η μέθοδος αυτή επιλέγεται με σκοπό την βελτίωση των ποιοτικών χαρακτηριστικών του οίνου. Λόγω της επαφής του μούστου με την σταφυλομάζα,

γίνεται εκχύλιση χρωστικών, πρόδρομων αρωματικών ενώσεων, πολυσακχαριτών και φαινολικών στον μούστο. Έτσι ενισχύεται ο αρωματικός χαρακτήρας του οίνου και βελτιώνεται η δυνατότητα παλαίωσης αλλά και το χρώμα του. Οίνοι που προκύπτουν από αυτήν την διαδικασία αποκτούν επίσης πλούσιο σώμα και έχουν έντονο ποικιλιακό προφίλ με φρουτώδη και ανθικά αρώματα (Goumy et al., 1996).

## 3.2 ΠΑΛΑΙΩΣΗ

### 3.2.1 ΟΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΕΙΔΗ ΠΑΛΑΙΩΣΗΣ

Η παλαίωση του κρασιού είναι μια διαδικασία η οποία σκοπεύει στην βελτίωση του οίνου. Υπάρχουν δύο φάσεις παλαίωσης, η οξειδωτική και η αναγωγική. Η οξειδωτική γίνεται σε δρύινα βαρέλια και μικρές ποσότητες οξυγόνου είναι επιθυμητές. Ο οινολόγος θα αποφασίσει πότε θα διακοπεί. Η αναγωγική από την άλλη, διαδέχεται την οξειδωτική και γίνεται συνήθως στις φιάλες. Η παλαίωση στην φιάλη επιτρέπει να συνεχιστούν κάποιες αργές αντιδράσεις και κάποιες αντιδράσεις που έχουν ανάγκη συγκεκριμένες συνθήκες, όπως ελευθερία από την επαφή με τον αέρα. Η επαφή με οξυγόνο είναι πολύ μικρή έως και μηδενική (Ιωάννης Παρασκευόπουλος, Φυσικές Μετατροπές και κατεργασίες 2020, Παρουσιάσεις θεωρία ΦΧΜ, UNIWA ECLASS).

Γενικότερα, ένας στόχος της οξειδωτικής παλαίωσης είναι να μειωθούν ορισμένα χαρακτηριστικά που υπάρχουν στο κρασί. Για παράδειγμα, συχνό είναι τα νεαρά κρασιά να είναι υπερβολικά στυφά ή ταννικά και να χρειάζεται να “μαλακώσουν”. Σημαντικός στόχος είναι επίσης η προσθήκη περαιτέρω χαρακτηριστικών. Τέτοια είναι η εκχύλιση γέυσεων από το δρυ, η ανάπτυξη χρώματος και γεύσης από την οξείδωση και η ανάπτυξη τριτογενών αρωμάτων. Τα παραπάνω οδηγούν και σε μεγαλύτερη πολυπλοκότητα του παραγόμενου οίνου. Με προσοχή όμως, να γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε να μην ανατραπεί ο θεμελιώδης χαρακτήρας του. Η υπερβολική επεξεργασία καταστρέφει την επιθυμητή αύξηση της πολυπλοκότητας.

(ROGER B., et all, 2018. ΒΙΒΛΙΟ ΟΙΝΟΛΟΓΙΑΣ ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ ΟΙΝΟΠΟΙΗΣΗΣ)

### 3.2.2 ΧΗΜΙΚΕΣ ΑΛΛΑΓΕΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗ ΚΑΙ ΑΝΑΓΩΓΙΚΗ ΠΑΛΑΙΩΣΗ

Κατά την διάρκεια της παλαίωσης λαμβάνουν χώρα αρκετές αντιδράσεις και αλλαγές. Στην οξειδωτική φάση πραγματοποιείται διαλυτοποίηση οξυγόνου, γίνονται αντιδράσεις οξείδωσης και εκχύλιση πολυφαινόλων και αρωμάτων από δρυ. Επίσης υπάρχουν μεταβολές στις πολυφαινόλες και πραγματοποιούνται αντιδράσεις εστεροποίησης, τα οποία δυο φαινόμενα εμφανίζονται και στην αναγωγική παλαίωση. Κάποιες σημαντικές αντιδράσεις οξείδωσης είναι η μετατροπή της αιθυλικής αλκοόλης σε ακεταλδεύδη και στην συνέχεια σε οξικό οξύ. Ενώ το τρυγικό οξύ μέσα από κάποια ενδιάμεσα στάδια καταλήγει σε οξαλικό οξύ. Για αυτό κατά την παλαίωση υπάρχει μείωση της οξύτητας. Από το δρυ εκχυλίζονται κυρίως μη φλαβονοειδείς φαινόλες, όπως φαινολικά οξέα και υδρολυόμενες ταννίνες. Επίσης και αρκετές αρωματικές ενώσεις όπως είναι η βανιλίνη, η ευγενόλη, οι λακτόνες και οι ελλαγιταννίνες. Κάποιες από τις μεταβολές που συμβαίνουν και στα δύο είδη παλαίωσης οδηγούν σε συμπύκνωση των πολυφαινόλων, δημιουργία κολλοειδών σωματιδίων και ιζήματος. Επίσης αποχρωματίζονται οι ελεύθερες ανθοκυάνες και οξειδώνονται οι ερυθρές ανθοκυάνες σε καφέ. Τέλος κάποιοι από τους εστέρες που σχηματίζονται είναι ο οξικός αιθυλεστέρας, ο γαλακτικός αιθυλεστέρας και ο όξινος τρυγικός αιθυλεστέρας (Ιωάννης Παρασκευόπουλος, Φυσικές Μετατροπές και κατεργασίες 2020, Παρουσιάσεις θεωρία ΦΧΜ, UNIWA ECLASS).

Από την άλλη κατά την διάρκεια της μακρόχρονης παλαίωσης σε φιάλη, δηλαδή της αναγωγικής παλαίωσης, παρατηρείται μείωση του ολικού SO<sub>2</sub> του οίνου. Επίσης μειώνεται και το ελεύθερο, αφού αντιδράει με το οξυγόνο που εισέρχεται στο μπουκάλι μέσω του φελλού, αλλά και με ενώσεις του οίνου. Για αυτό πριν οδηγηθεί για παλαίωση γίνεται θείωση. Ωστόσο, η υπερβολική χρήση του SO<sub>2</sub> μπορεί να θέσει σε κίνδυνο την ποιότητα του κρασιού, αλλοιώνοντας τις γεύσεις και τα αρώματα του. Μπορεί ακόμα, να αυξήσει τη θολερότητα στο κρασί κατά την αποθήκευση, κάτι που δεν είναι επιθυμητό. (Li et al., 2008), (Rich H., 2019). Ακόμα, οι εστέρες, που παράγονται σε περίσσεια από το τέλος της ζύμωσης, σταδιακά κατά την αποθήκευση του κρασιού στο μπουκάλι υδρολύονται μέχρι να ισορροπήσουν με τα οξέα και τις αλκοόλες. Για παράδειγμα, με την πάροδο του χρόνου και της αποθήκευσης του οίνου, η συγκέντρωση του πτητικού οξικού εστέρα μειώνεται. (Antonis K et al., 2019). Η

οξύτητα εμφανίζει μείωση, όπως και κατά την οξειδωτική παλαίωση, λόγω μείωσης κάποιων οργανικών οξέων. Μια έρευνα των (Claudio Cassino et all., 2019). έδειξε ότι σε όλα τα κρασιά που συμμετείχαν στην έρευνα (λευκά και ερυθρά παλαιωμένα) από την περιοχή Piedmont παρατηρήθηκε μείωση του γαλακτικού, του ηλεκτρικού και του τρυγικού οξέος. Ενώ ο οξικός και ο γαλακτικός αιθυλεστέρας φαίνεται ότι αυξήθηκαν, κάτι που έχει παρατηρηθεί και στην οξειδωτική παλαίωση. (Claudio Cassino et all., 2019).

Τέλος κατά την υπερβολική παλαίωση, που ο οίνος έχει αρχίσει να οξειδώνεται ή έχει ήδη οξειδωθεί, σχηματίζεται η ακεταλδεύδη που αναφέρθηκε και παραπάνω, η οποία είναι το αποτέλεσμα οξείδωσης της αιθανόλης.

### 3.2.3 ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΣΤΑ ΟΡΓΑΝΟΛΗΠΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Κατά την παλαίωση αρκετά από τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του οίνου αρχίζουν να μεταβάλλονται. Αρχικά σε αυτό το στάδιο οφείλεται ο σχηματισμός των τριτογενών αρωμάτων. Οι οίνοι που έχουν υποστεί οξειδωτική παλαίωση, λόγω παραμονής για μεγάλη περίοδο σε δρυ, εμφανίζουν αρώματα όπως καφέ ή καραμέλα. Από την άλλη, όταν ο οίνος παλαιώνει στην φιάλη, προστατεύεται από την δράση του οξυγόνου και μπορεί να δώσει αρώματα όπως βενζίνης, μανιταριών ή μελιού. Και στις δύο περιπτώσεις αλλάζουν τα πρωτογενή αρώματα, δηλαδή αυτά που προέρχονται από το σταφύλι ή από την ζύμωση. Γενικά τα αρώματα φρούτων γίνονται λιγότερο φρέσκα και μετατρέπονται σε αρώματα αποξηραμένων φρούτων. Στα λευκά μπορεί να παρατηρηθούν αρώματα ξηρών καρπών, μελιού, μπαχαρικών και αποξηραμένων φρούτων, όπως αποξηραμένο βερίκοκο. Ενώ στα ερυθρά μπορεί να αναπτυχθούν τριτογενή χαρακτηριστικά όπως κρέας, δαμάσκηνο αποξηραμένο, βρεγμένα φύλλα. Άλλο ένα χαρακτηριστικό που αλλάζει στην πάροδο είναι το χρώμα. Η οξείδωση των πολυφαινολών οδηγεί στην ποιοτική υποβάθμιση των οίνων, η οποία εκφράζεται μέσα από την αλλαγή του χρώματος. Όλοι οι οίνοι έχουν σε κάποιο βαθμό πολυφαινολικές ουσίες οξειδώσιμες κάτω από κατάλληλες συνθήκες. Στα λευκά από λεμονί, το χρώμα θα οδηγηθεί σε χρυσαφένιο και τέλος σε κεχριμπαρένιο. (Βιβλίο WSET LEVEL 2, Wines: Looking behind the label, 2019).

Οι καφέ αυτές αποχρώσεις στις οποίες καταλήγει το χρώμα, οφείλονται στο φαινόμενο browning (Ιωάννης Παρασκευόπουλος, Φυσικές Μετατροπές και κατεργασίες 2020, Παρουσιάσεις θεωρία ΦΧΜ, UNIWA ECLASS).

Συνήθως το χρώμα γίνεται πιο βαθύ. Στα κόκκινα από ρουμπινί θα μετατραπεί σε γκρενά και μετά σε κεραμιδί, ενώ στην ένταση θα γίνει πιο ωχρό. Τέλος οι ταννίνες των κόκκινων μειώνονται και γίνονται πιο μαλακές και αν ωριμάσουν στην φιάλη δημιουργείται και ίζημα. (Βιβλίο WSET LEVEL 2, Wines: Looking behind the label, 2019)

#### 3.2.4 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΟΥ ΣΥΜΒΑΛΛΟΥΝ ΣΤΗΝ ΑΝΑΓΩΓΙΚΗ ΠΑΛΑΙΩΣΗ

Το μεγαλύτερο ποσοστό των κρασιών δεν εξελίσσεται από την στιγμή που θα εμφιαλωθεί. Λίγοι είναι οι οίνοι που μπορούν πραγματικά να βελτιώνονται στο πέρασμα του χρόνου, με μερικούς ακόμα και στην διάρκεια δεκαετιών. Υπάρχουν ορισμένα χαρακτηριστικά που βοηθούν στο να επιτευχθεί ο στόχος αυτός. Αυτά είναι η υψηλή οξύτητα, το υψηλό αλκοόλ, η υψηλή συγκέντρωση σακχάρων για τους γλυκούς οίνους, καθώς και η υψηλή συγκέντρωση ταννινών. Σημαντικό είναι επίσης να διαθέτουν μεγάλη συγκέντρωση αρωμάτων, τα οποία να μπορούν να εξελιχθούν και έτσι να ενισχύσουν την πολυπλοκότητα του κρασιού. Λόγω του υψηλού ποσοστού φαινολικών και συγκεκριμένα ταννινών, τα ερυθρά κρασιά παλαιώνουν πιο συχνά από τα λευκά, που συνήθως προορίζονται για ταχεία κατανάλωση. (Βιβλίο WSET LEVEL 2, Wines: Looking behind the label, 2019)

#### 3.2.5 ΑΡΝΗΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΝΑΓΩΓΙΚΗΣ ΠΑΛΑΙΩΣΗΣ

Η φιάλη λειτουργεί ως ενεργό δοχείο γήρανσης και οι χημικές αλλαγές που συμβαίνουν κατά την διάρκεια παραμονής του οίνου σε αυτό, έχουν ως σκοπό την εξέλιξη και την βελτίωση της ποιότητας του. Ωστόσο αν δεν πραγματοποιηθεί σε

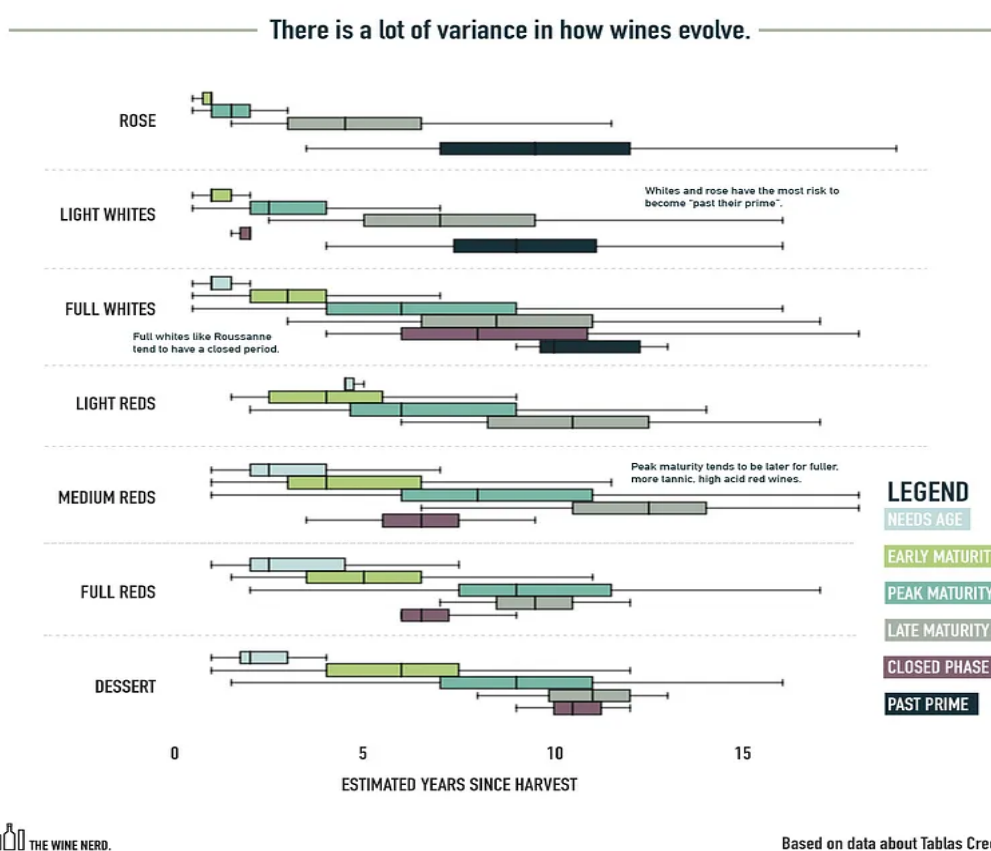
βέλτιστες συνθήκες αποθήκευσης, μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη ανεπιθύμητων χημικών ουσιών, οι οποίες σε μερικές περιπτώσεις μπορεί και να καταστήσουν το κρασί ακατάλληλο για κατανάλωση. Ένας σημαντικός παράγοντας είναι η θερμοκρασία. ( Echave, J., et all, 2021).

Το κρασί που προορίζεται για μακροχρόνια αποθήκευση πρέπει να διατηρείται σε σταθερή θερμοκρασία από 10 βαθμούς κελσίου, μέχρι 16 βαθμούς. Αν βρεθεί σε πολύ ζεστές θερμοκρασίες πολύ γρήγορα θα χάσει την φρεσκάδα του και τον φρουτώδη χαρακτήρα του και θα αποκτήσει μια μαγαιάτικη γεύση. Επίσης πρέπει να βρίσκεται σε υψηλή υγρασία πάνω από 65% και μακριά από ηλιακό φως και έντονο τεχνητό φως. Σημαντικό είναι ακόμα, εάν το κρασί έχει φελλό τότε να αποθηκεύεται οριζόντια ώστε να βρέχεται. Με αυτό το τρόπο αποφεύγεται η πιθανότητα να ξεραθεί και να έρθει σε επαφή με αέρα και οξυγόνο. (Βιβλίο WSET LEVEL 2, Wines: Looking behind the label, 2019). Διαφορετικά, όταν δεν υπάρχει άμεση επαφή του οίνου με το φελλό, οι πτητικές οργανικές ενώσεις μπορούν να κινηθούν, πιθανότατα από τις μη πτητικές ενώσεις μέσω της διεπαφής υγρού-αερίου στον ελεύθερο χώρο δηλαδή μεταξύ του χώρου κεφαλής και του φελλού, με αποτέλεσμα να είναι πιο εύκολο να υπάρχουν μεγάλες οξειδώσεις στον οίνο.

Μια βίαιη οξυγόνωση θα είχε σαν αποτέλεσμα την μεγάλη παραγωγή ακεταλδεύδης και υπεροξειδίου το οποίο σε περίσσεια μπορεί να οξειδώσει και να καταστρέψει τα φρουτώδη αρώματα. Επίσης μπορεί να οδηγήσει σε σημαντική καταβύθιση πολυφαινολών και έτσι μείωση του χρώματος και του σώματος. (ROGER B., et all, 2018). Βιβλίο οιολογίας βασικές αρχές και μέθοδοι οινοποίησης). Τέλος αν υπάρξει μολυσμένος φελλός, παράγεται μια ουσία που ονομάζεται τριχλωροανισόλη (TCA) η οποία προκαλεί ελάττωμα γνωστό ως “φέλλωμα”. Τα φελλωμένα κρασιά εμφανίζουν αρώματα σαν βρεγμένου χαρτονιού και είναι λιγότερο φρέσκα. (Βιβλίο WSET LEVEL 2, Wines: Looking behind the label, 2019).

### 3.3 ΕΞΕΛΙΞΗ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΠΑΛΑΙΩΣΗ

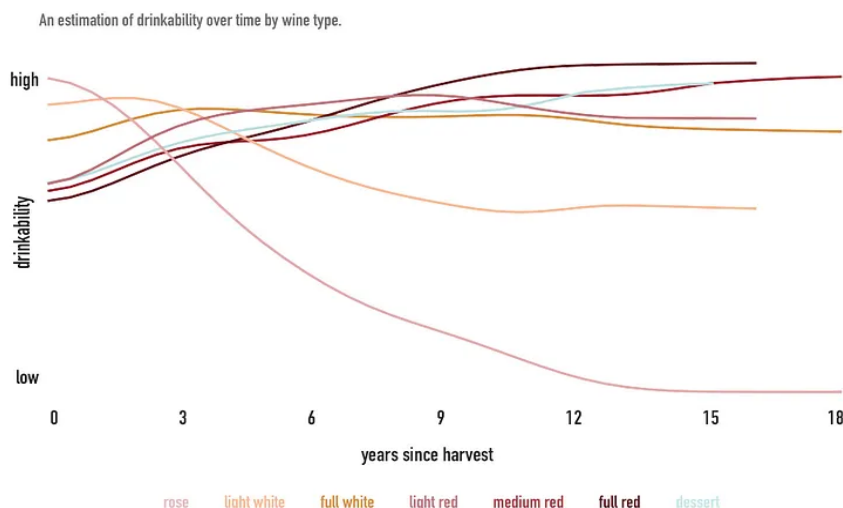
Τα κρασιά που παλαιώνουν συνήθως βελτιώνονται με την πάροδο του χρόνου, φτάνουν στο απόγειο τους και ύστερα αρχίζουν να υποβαθμίζονται. Παρακάτω παρατίθενται δύο διαγράμματα τα οποία απεικονίζουν την εξέλιξη διαφορετικών τύπων οίνου κατά την παλαίωση.



Εικ 3.2 Διάφοροι τύποι οίνων και η εξέλιξη τους με την πάροδο του χρόνου.

(Πηγή: <https://medium.com/the-wine-nerd/hold-it-or-drink-it-what-does-the-data-say-about-aging-wine-3732bf40e771>)

**Most wines get better with age,  
but not all -- rose and light whites should be drank young.**



Based on data about Tablas Creek wines.

THE WINE NERD.

Εικ. 3.3 Εκτιμώμενος χρόνος για κατανάλωση ανά τύπο κρασιού.

(Πηγή: <https://medium.com/the-wine-nerd/hold-it-or-drink-it-what-does-the-data-say-about-aging-wine-3732bf40e771>)

Όπως φαίνεται στα παραπάνω διαγράμματα, ο χρόνος στον οποίο οι οίνοι έχουν την μέγιστη ποιότητα αλλάζει αναλόγως την ποικιλία και τον τύπο του οίνου. Τα κρασιά που έχουν προέλθει από Ασύρτικο ανήκουν στην κατηγορία των γεμάτων λευκών, που μπορούν να παλαιώσουν για αρκετά μεγάλο διάστημα πριν αρχίσει να υποβαθμίζεται η ποιότητα τους λόγω οξείδωσης. Τόσο τα δεξαμενής, όσο και αυτά που ωριμάζουν σε βαρέλια μπορούν να παλαιώσουν για 5-10 χρόνια και πολλές φορές και παραπάνω. Σε αυτό συμβάλλει το γεγονός ότι τα Ασύρτικα που παράγονται στην Σαντορίνη έχουν πολύ υψηλή οξύτητα και αρκετά υψηλό πολυφαινολικό δυναμικό σε σχέση και με άλλες λευκές ποικιλίες, ακόμα και σε σχέση με Ασύρτικα που παράγονται σε άλλες περιοχές. Σε αυτό συμβάλλει το terroir που διαθέτει η Σαντορίνη (ΥΠΑΑΤ,2007).



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΟΙΝΟΥ

Στόχος κάθε οινοποιού είναι ο οίνος που θα παραχθεί, να διαθέτει μια πολύ υψηλή ποιότητα, καθώς και να αναδεικνύει στο μέγιστο τα χαρακτηριστικά της ποικιλίας και της περιοχής στην οποία παράγεται, δηλαδή την τυπικότητα. Με πρωταρχικό σκοπό αυτόν δρα και αποφασίζει τις τεχνικές που θα χρησιμοποιήσει κατά την οινοποίηση, όπως για παράδειγμα την τεχνική της προζυμωτικής κρυσταλλοποίησης που αναφέρθηκε προηγουμένως, αλλά και στο στάδιο της παλαίωσης, τον χρόνο και τις συνθήκες κάτω από τις οποίες θα συμβεί. Είναι λοιπόν αρκετά σημαντικό να οριστούν οι έννοιες της ποιότητας αλλά και της τυπικότητας στον οίνο.

### 4.1 ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΟΙΝΟΥ

Η ποιότητα γενικά ορίζεται ως ο βαθμός αριστείας ενός πράγματος όταν συγκρίνεται έναντι άλλων πραγμάτων παρόμοιου είδους. Για να θέσουμε μια αντικειμενική βάση για συγκρίσεις, ένα τεχνικά άψογο, απαλλαγμένο από ελαττώματα κρασί παρουσιάζει ένα πολύ ελκυστικό πρότυπο, καθώς η ποιότητά του μπορεί εύκολα να προσδιοριστεί με την απουσία συγκεκριμένων χαρακτηριστικών. Ένα τεχνικά σωστό κρασί πρέπει να είναι απαλλαγμένο από μικροβιολογικές/βακτηριακές μολύνσεις, να έχει SO<sub>2</sub> και τα επίπεδα πτητικής οξύτητας να είναι εντός των ορίων που θέτει η νομοθεσία. Η πτητική οξύτητα αποτελεί ποιοτικό κριτήριο των οίνων επειδή εξαρτάται από την εκδήλωση ή μη βακτηριακών προσβολών. Οι υψηλές τιμές πτητικής οξύτητας (>0,60) υποδηλώνουν ότι ο οίνος έχει ελαττώματα, ενώ όταν ξεπερνάει το 1,0 με 1,2 θεωρείται ακατάλληλος προς κατανάλωση. Επίσης, δεν πρέπει να υπάρχει παρουσία από σημάδια ροζ ή καφέ χρώματος για τους λευκούς οίνους. Επιπλέον αποφεύγεται η οξείδωση του αρώματος, που διακρίνεται κυρίως με τον σχηματισμό ακεταλδεΐδης. Ο ορισμός της ποιότητας από την απουσία ελαττωμάτων μπορεί να είναι ένα κατάλληλο πρότυπο του τι είναι αποδεκτό. Ωστόσο, αυτό μόνο δεν επαρκεί για τη αξιολόγηση της ποιότητας, καθώς ο καθορισμός του «βαθμού αριστείας» μεταξύ

αποδεκτών δειγμάτων απαιτεί αξιολόγηση όλων των πτυχών που εμπλέκονται σε ένα οργανοληπτικό προφίλ οίνου. Σημαντικό για την αξιολόγηση είναι επίσης, να προσδιοριστούν ποιοι οίνοι θεωρούνται «παρόμοια δείγματα». Για αυτό λαμβάνεται υπόψη ο τεράστιος αριθμός ποικιλιών αμπέλου που χρησιμοποιείται, οι διαφορετικές γεωγραφικές προελεύσεις από τις οποίες προέρχονται και οι διαφορετικές τεχνικές (Basalekou et al., 2023).

(<https://www.enologylab.gr/2021/09/%CE%B7-%CF%80%CF%84%CE%B7%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AE-%CE%BF%CE%BE%CF%8D%CF%84%CE%B7%CF%84%CE%B1-%CF%83%CF%84%CE%BF-%CE%BA%CF%81%CE%B1%CF%83%CE%AF-%CE%B7-%CF%80%CF%81%CE%BF%CE%AD%CE%BB%CE%B5%CF%85%CF%83.html>)

Πέρα από την απουσία ελαττωμάτων, η ποιότητα του κρασιού αξιολογείται με βάση την ισορροπία (ο βαθμός ισορροπίας αναφέρεται σε όλες τις οσφρητικές και γευστικές ενδείξεις), την επίγευση (που αναφέρεται στον χρόνο που διαρκούν οι αισθήσεις), την αναγνωρισιμότητα γεύσεων και αρωμάτων (δηλαδή πόσο εύκολα διακρίνονται), καθώς και την συγκέντρωση και αξιολόγηση του ενδιαφέροντος σε αυτό. Επίσης μπορεί να ληφθεί υπόψη και η αντίχνευση αλλαγών στον αρωματικό χαρακτήρα του οίνου.

Πολύ σημαντικό κριτήριο αποτελεί και η πολυπλοκότητα του οίνου. Η πολυπλοκότητα αυτή, μπορεί να επιτυγχάνεται με την διαδικασία της παλαίωσης, ώστε να απελευθερωθούν και άλλα αρώματα εκτός από τα πρωτογενή. Τα παραπάνω αξιολογούνται κατά τη διάρκεια της γευσιγνωσίας. (Βιβλίο WSET LEVEL 2, Wines: Looking behind the label, 2019)

## 4.2 ΤΥΠΙΚΟΤΗΤΑ ΟΙΝΟΥ

Η ποιότητα ενός οίνου, είναι πάντα συνάρτηση της ποικιλίας του, καθώς δεν μπορούν να συγκριθούν για παράδειγμα ένας λευκός και ένας ερυθρός οίνος, ή λευκοί οίνοι από διαφορετικές ποικιλίες. Έτσι, η αξιολόγηση της ποιότητας πολλές φορές εμπεριέχει και την παράλληλη αξιολόγηση της τυπικότητας, δηλαδή το πόσο χαρακτηριστικός της ποικιλίας του είναι ένας οίνος. Η τυπικότητα προέρχεται από τη λέξη "typicité", η οποία χρησιμοποιείται στον γαλλικό κόσμο του κρασιού για να περιγράψει τη σύνδεση ενός κρασιού με το συγκεκριμένο terroir του. Γενικά μπορεί να οριστεί ως «η ικανότητα έκφρασης ενός συνδυασμού χαρακτηριστικών γνωρισμάτων, μιας διακριτής ομάδας». Στον οίνο, τα χαρακτηριστικά αυτά συνδέονται με το terroir, δηλαδή τη γεωγραφική προέλευση των σταφυλιών, τον τύπο της ποικιλίας, το αμπελουργικό ύψος, καθώς και τις τεχνικές που εφαρμόζονται για την παραγωγή του (Basalekou et al., 2023).

## 4.3 ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΤΥΠΙΚΟΤΗΤΑ ΑΣΥΡΤΙΚΟΥ

Ο Σαντορινιός αμπελώνας, πέρα από την μακρά παράδοση και ιστορία που διαθέτει, σήμερα στοχεύει και επενδύει στην ποιότητα του. Η πρώτη ύλη, με σημαντικότερο το Ασύρτικο, αξιοποιείται με τον καλύτερο τρόπο από όλους τους οινοπαραγωγούς, οι οποίοι σέβονται και προσπαθούν να αναδείξουν τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του. Επίσης προκειμένου να διασφαλισθεί η ποιότητα των οίνων Π.Ο.Π. Σαντορίνη, τα κρασιά κάθε χρονιάς, υποβάλλονται σε οργανοληπτική εξέταση από θεσμοθετημένη επιτροπή. Εκείνα που δεν τηρούν τις προδιαγραφές δεν μπορούν να διατεθούν ως οίνοι Π.Ο.Π. Σαντορίνη. Έτσι δεν είναι τυχαίο που η Σαντορίνη παράγει εξαιρετικά κρασιά, παγκοσμίως γνωστά. (Ελληνική Δημοκρατία Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, Οίνοι ΠΟΠ-ΠΓΕ, Ελληνικά Προϊόντα ΠΟΠ-ΠΓΕ-ΕΠΙΠ και Προδιαγραφές., 2022).

Πιο συγκεκριμένα, ένα τυπικό Ασύρτικο Σαντορίνης έχει αλμυρή γεύση, ένα χαρακτηριστικό που δεν σχετίζεται με την ποικιλία, αλλά με την γειτνίαση των

αμπελώνων με την θάλασσα. Έχει αρκετά υψηλή οξύτητα, ορυκτώδη χαρακτήρα (γεύση βρεγμένης πέτρας) και υψηλό αλκοόλ. (Yiannis Karakasis., 2022).

Γενικότερα είναι μια ποικιλία που εστιάζει περισσότερο στη δομή και στον γευστικό όγκο και λιγότερο στον αρωματικό. Διαθέτει πλούσιο σώμα και μακρά επίγευση. Πολλές φορές παλαιώνοντας εκφράζει καλύτερα το ιδιαίτερο terroir της Σαντορίνης. Από αρώματα κυριαρχούν τα εσπεριδοειδή και τα άνθη τους, όπως κίτρο, λεμόνι και λάιμ. Καθώς και λευκόσαρκα φρούτα όπως το αχλάδι, που αποτελεί κύριο χαρακτηριστικό του Ασύρτικου. Αν υπάρχει και συμμετοχή από Αιδάνι και Αθήρι τότε υπάρχουν και νότες από μάνγκο και ανανά (Ελληνική Δημοκρατία Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, Οίνοι ΠΟΠ-ΠΓΕ, Ελληνικά Προϊόντα ΠΟΠ-ΠΓΕ-ΕΠΠΙ και Προδιαγραφές., 2022).

#### 4.4 ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΑΣΥΡΤΙΚΟΥ

Οι δύο έννοιες που αναλύθηκαν παραπάνω είναι αρκετά δύσκολο να αξιολογηθούν πλήρως, σε όλες τις πτυχές τους. Ο πιο εύκολος τρόπος για να γίνει η αξιολόγηση τους, είναι με οργανοληπτικό έλεγχο, με τον οποίο μπορούν να ελεγχθούν χαρακτηριστικά όπως τα αρώματα, η πολυπλοκότητα, η ισορροπία που διαθέτει ο οίνος, καθώς και αν υπάρχουν ελαττώματα. Έτσι μπορεί εύκολα να υπάρξει ένα συμπέρασμα για την ποιότητα του. Αυτή η μέθοδος όμως παρουσιάζει το μειονέκτημα ότι δεν είναι πλήρως αντικειμενική, καθώς τα αποτελέσματα μπορούν να έχουν επηρεαστεί από διάφορους παράγοντες. Για παράδειγμα από τις συνθήκες που επικρατούν κατά την αξιολόγηση, στο περιβάλλον, αλλά και την υποκειμενικότητα και την διαφορά στις αισθητηριακές ικανότητες που χαρακτηρίζουν εκείνους που συμμετέχουν. Με στόχο λοιπόν, η αξιολόγηση να γίνει με μεγαλύτερη αντικειμενικότητα και ακρίβεια, μελετάται η χρήση αναλυτικών μεθόδων, οι οποίες θα δρουν ως βοηθητικό μέσο και μερικές φορές, ακόμα και σαν εργαλείο για την πρόβλεψη της ποιότητας μέσα από μοντέλα.

Για αρχή, οι κλασικές αναλύσεις όπως η αλκοόλη, η οξύτητα, η πτητική οξύτητα, το pH, τα υπολειμματικά σάκχαρα και ο φαινολικός δείκτης παρέχουν πληροφορίες για τον «σκελετό» ενός κρασιού και είναι απαραίτητες για την κατηγοριοποίηση των

δειγμάτων σε ένα συγκεκριμένο τύπο κρασιού. Συνήθως χρησιμοποιούνται για ένα γρήγορο έλεγχο της ποιότητας, ειδικά κατά την διάρκεια της παραγωγής.

Οι αναλυτικές χημικές μέθοδοι από την άλλη είναι αντικειμενικές και μπορούν να δώσουν ακριβή αποτελέσματα. Οι περισσότερες ενώσεις που περιέχονται στους οίνους μπορούν να εκτιμηθούν τόσο ποσοτικά, όσο και ποιοτικά. Η πλειονότητα των αναλυτικών μεθόδων στοχεύει κυρίως στις ενώσεις που σχετίζονται με το χρώμα, την γεύση και το άρωμα του οίνου, αφού αυτές είναι που επηρεάζουν τις αισθητηριακές ιδιότητες του. Αναλυτικότερα, έχουν βρεθεί συγκεκριμένες ενώσεις οι οποίες σχετίζονται με χαρακτηριστικά όπως το έντονο χρώμα, η φρουτώδη γεύση και το γεμάτο σώμα, που αποτελούν δείκτες ποιότητας. Όμως ένα μειονέκτημα είναι ότι δεν υπάρχει συγκεκριμένο εύρος τιμών για την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων. Επίσης κάθε χρονιά αφήνει το δικό της στίγμα στον παραγόμενο οίνο και αυτό δυσκολεύει την αξιολόγηση. Εξίσου σημαντικό μειονέκτημα των αναλυτικών μετρήσεων αποτελεί το κόστος και η ταχύτητα τους, σε σχέση με την οργανοληπτική αξιολόγηση και τις κλασσικές αναλύσεις. (Basalekou et al., 2023).

Υπάρχουν διάφορες αναλυτικές τεχνικές που μπορούν να χρησιμοποιηθούν. Οι πιο διαδεδομένες τεχνικές στηρίζονται στην αέρια χρωματογραφία (GC-MS), στην υγρή χρωματογραφία (LC-MS) παράλληλα με φασματοσκοπία μάζας, καθώς και στην φασματοσκοπία υπέρυθρου μετασχηματισμού Fourier. Η φασματοσκοπία υπέρυθρης ακτινοβολίας έχει χρησιμοποιηθεί με επιτυχία, τόσο στην επαλήθευση αποτελεσμάτων από τον οργανοληπτικό έλεγχο, όσο και την πρόβλεψη αρκετών χαρακτηριστικών του οίνου (Basalekou et al., 2023).

## 4.5 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΦΑΣΜΑΤΟΣΚΟΠΙΑ

Η χρήση της φασματοσκοπίας τα τελευταία χρόνια έχει αυξηθεί ταχύτατα λόγω του έντονου ενδιαφέροντος τόσο από τους καταναλωτές όσο και τους παραγωγούς σχετικά με την ποιότητα, την ασφάλεια και την αυθεντικότητα των τροφίμων και ποτών. (Lerma-García et al., 2018)

Η φασματοσκοπία ασχολείται με την έρευνα, την μελέτη της δομής, της σύστασης και των ιδιοτήτων των φασμάτων ύλης και των διάφορων ακτινοβολιών. Πιο συγκεκριμένα η φασματοσκοπία είναι η μελέτη του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος, μιας πηγής ακτινοβολίας σε ένα εύρος συχνοτήτων. (Frenzel et al, 2008). Οι φασματοσκοπικές τεχνικές όπου χρησιμοποιούνται είναι η ορατή, η υπεριώδη αλλά και η υπέρυθρη ακτινοβολία που ονομάζονται οπτικές τεχνικές.

Η ανάλυση του φάσματος που καταγράφεται δίνει σημαντικές πληροφορίες για την ταυτότητα και τη θεμελιώδη δομή των ενώσεων που υπάρχουν σε ένα δείγμα. Για αυτό πολλές φορές τα φάσματα χαρακτηρίζονται ως «δακτυλικά αποτυπώματα» των δειγμάτων (Abbas O. et al., 2020).

Γενικά η μέθοδος χαρακτηρίζεται από υψηλή ευαισθησία και ταχύτητα και με τη χρήση της μπορεί να προσδιοριστεί η δομή των μορίων (Lerma-García et al., 2018). Ακόμη είναι φιλική ως προς το περιβάλλον, επειδή δεν απαιτεί χρήση χημικών διαλυτών και αντιδραστηρίων (πράσινη χημεία) (Gordon et al., 2018).

#### 4.5.1 ΦΑΣΜΑΤΟΣΚΟΠΙΑ ΥΠΕΡΥΘΡΟΥ

Η φασματοσκοπία υπέρυθρου αποτελεί πλέον μια από τις πιο σημαντικές φασματοσκοπικές τεχνικές. Είναι μια τεχνική υπεύθυνη για την μελέτη της μοριακής συντάξεως και την ταυτοποίηση οργανικών ενώσεων. Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται στην Οργανική και Φαρμακευτική χημεία, στην Φαρμακογνωσία, στην ανάλυση φαρμάκων, τροφίμων, πετρελαιοειδών και πολυμερών. Τα φάσματα που λαμβάνονται στην υπέρυθρη ακτινοβολία αντιπροσωπεύονται από ταινίες απορροφήσεως μικρού εύρους, σε αντίθεση με τα φάσματα υπεριώδους-ορατού που προκαλούνται από ηλεκτρονικές μεταπτώσεις με ταινίες απορροφήσεως μεγάλου εύρους. Επίσης ένα μόριο θα απορροφήσει υπέρυθρη ακτινοβολία μόνο αν η διπολική του ροπή κατά την δόνηση μεταβάλλεται (όσο πιο μεγαλύτερη διπολική ροπή ενός μορίου τόσο πιο ισχυρή απορρόφηση) (Θ.Π ΧΑΤΖΗΩΑΝΝΟΥ, Μ.Α ΚΟΥΠΠΑΡΗ (2017), Ενόργανη Αναλυτική Χημεία σελ:229,230).

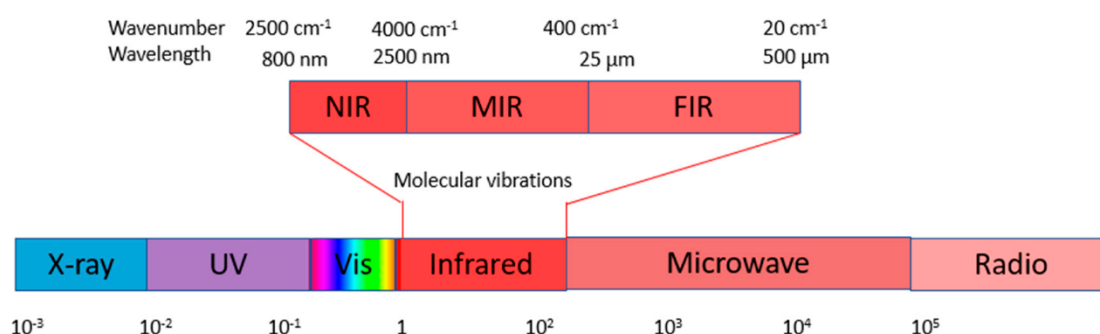
Η περιοχή της υπέρυθρης ακτινοβολίας εκτείνεται πέρα από το ορατό έως την περιοχή των μικροκυμάτων, έτσι η περιοχή αυτή χωρίζεται σε 3 διαστήματα:

Διάστημα	Μήκος κύματος ( $\mu\text{m}$ ):	Κυματαριθμός ( $\text{cm}^{-1}$ )
Εγγύς υπέρυθρο(NIR)	0,75-2,5 $\mu\text{m}$	13.300-4.000 $\text{cm}^{-1}$
Θεμελιώδης περιοχή ή Μέσο υπέρυθρο (MIR)	2,5-25 $\mu\text{m}$	4.000-400 $\text{cm}^{-1}$
Άπω υπέρυθρο (FIR)	25-1000 $\mu\text{m}$	400-10 $\text{cm}^{-1}$

Πίνακας 3: Τα διαστήματα υπέρυθρης ακτινοβολίας και το ανάλογο μήκος κύματος και ο κυματαριθμός του καθενός

( Πηγή: Ενόργανη Αναλυτική χημεία (2017, σελ 229)

Στην εγγύς περιοχή (NIR) επιτρέπεται η μελέτη τόσο των υπερτονικών όσο και των αρμονικών δονήσεων. Στην Θεμελιώδη περιοχή ή μέσο υπέρυθρο (MIR) εμφανίζονται οι βασικές μεταβολές στην δόνηση των μορίων. Τέλος, το άπω υπέρυθρο (FIR) σχετίζεται με τις μοριακές περιστροφές και τις δονήσεις βαρέων ατόμων.



Εικ. 4.1 Απεικόνιση υπέρυθρης περιοχής

(Πηγή: [https://www.mdpi.com/applsci/applsci-10-00616/article\\_deploy/html/images/applsci-10-00616-g001.png](https://www.mdpi.com/applsci/applsci-10-00616/article_deploy/html/images/applsci-10-00616-g001.png))

#### 4.5.2 ΦΑΣΜΑΤΟΣΚΟΠΙΑ ΥΠΕΡΥΘΡΟΥ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΥ FTIR

Η χρήση της φασματοσκοπίας υπέρυθρου FTIR έχει χρησιμοποιηθεί από τις δεκαετίες του 1950 και του 1960. Όμως λόγω της περιορισμένης διαθέσιμης τεχνολογίας την τότε εποχή η συγκεκριμένη μέθοδος δεν αποδείχθηκε χρήσιμη. (Naumann et al., 1991b). Με την εξέλιξη της τεχνολογίας, την ανακάλυψη και τη σταδιακή χρήση των σύγχρονων φασματόμετρων μετασχηματισμού Fourier και της ευρείας χρήσης της χημειομετρίας, τα προβλήματα εξαλείφθηκαν και η φασματοσκοπία μέσου υπέρυθρου με το καιρό εξαπλώθηκε και πλέον αποτελεί ένα εργαλείο ευρέως αποδεκτό για την χρησιμότητα του. (Mariey et al., 2001).

Η φασματοσκοπία FTIR ή φασματοσκοπία υπέρυθρου μετασχηματισμού Fourier είναι μια τεχνική που βασίζεται στην λήψη ενός υπέρυθρου φάσματος απορρόφησης ή εκπομπής στερεού, υγρού ή αερίου, που παράλληλα συλλέγει φασματικά δεδομένα. Ο στόχος των τεχνικών φασματοσκοπίας απορρόφησης είναι η ακτινοβολία μιας μονοχρωματικής δέσμης φωτός σε ένα δείγμα και με αυτό το τρόπο γίνεται η μέτρηση στο πόσο φως απορροφάτε στα διαφορετικά μήκη κύματος.

Η τεχνική αυτή παρέχει δομικές πληροφορίες μοριακών χαρακτηριστικών ενός μεγάλου φάσματος ενώσεων. Στην βιομηχανία κρασιού η απευθείας φασματοσκοπική μέτρηση είναι χρήσιμη γιατί επιτρέπει την γρήγορη ανάλυση πολλών ενώσεων (ταυτοποίηση οργανικών και ανόργανων ουσιών) μαζί με ελάχιστη προετοιμασία δειγμάτων και αντιδραστηρίων. Η συγκεκριμένη μέθοδος βασίζεται σε λειτουργικές ομάδες μέσα σε ένα δείγμα, όπου αυτές οι ομάδες κατά την έκθεση σε ακτινοβολία IR δονούνται. (Rolene Bauer, 2008)

Τα πλεονεκτήματα της μεθόδου είναι ως εξής:

- Γρήγορη και εύκολη τεχνική (ταχεία σάρωση και καταγραφή φάσματος)
- Υψηλός βαθμός αυτοματισμού



- Σχετικά φθηνή επιλογή
- Δυνατότητα χρησιμοποιήσεις της στο άπω υπέρυθρο
- Μεγάλη διακριτική ικανότητα (ειδικά όταν το συμβολόμετρο χρησιμοποιείται με λέιζερ)
- Τα φάσματα είναι πλούσια σε πληροφορίες

Τα μειονεκτήματα της μεθόδου είναι ως εξής:

- Κάποια μόρια δεν ανιχνεύονται ( όπως μεμονωμένα άτομα όπως ευγενή αέρια που δεν παρουσιάζουν χημικό δεσμό, ούτε έχουν δονήσεις)
- Το νερό (το νερό είναι ένα πρόβλημα επειδή πρώτον οι κορυφές του μπορούν να καλύψουν τα φάσματα διαλυμένων ουσιών και δεύτερον έχει την ικανότητα να διαλύει κάποια από τα υλικά που χρησιμοποιούνται για την υπέρυθρη φασματοσκοπία)
- Το όργανο είναι ευαίσθητο σε θορύβους και σε διακυμάνσεις θερμοκρασιών

#### 4.5.3 ΤΟ ΟΡΓΑΝΟ ΤΟΥ FTIR ΚΑΙ Η ΒΑΘΜΟΝΟΜΗΣΗ ΤΟΥ

Η λήψη των φασμάτων στην φασματοσκοπία FTIR γίνεται με μεγάλη ευκολία, ενώ στην συνέχεια πραγματοποιείται η σύγκρισή τους με άλλα γνωστά φάσματα. Έτσι είναι δυνατή η ταυτοποίηση άγνωστων οργανικών ενώσεων καθώς και η πιστοποίηση της καθαρότητας τους.

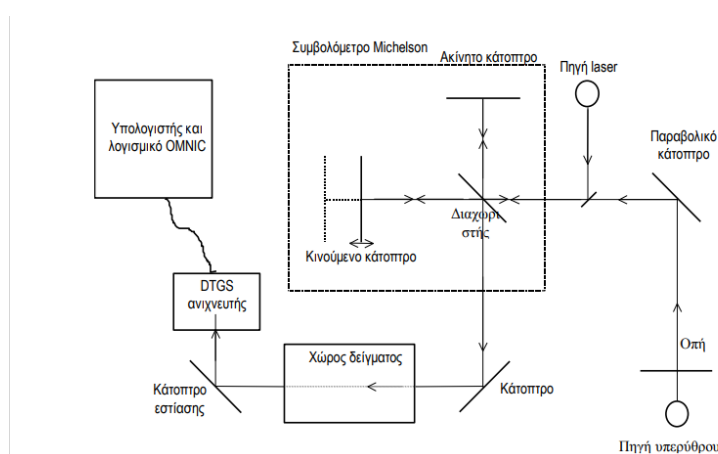
Τα κύρια τμήματα που απαρτίζεται ένα φασματοφωτόμετρο FTIR είναι τα εξής:

1. Το συμβολόμετρο (Michelson)
2. Η πηγή της υπέρυθρης ακτινοβολίας (λυχνίες Nerst που είναι καρβίδιο πυριτίου, Globar που είναι οξειδίων Zr και Y ή λάμπα υδραργύρου). Ως μειονέκτημα της πηγής είναι ότι έχει μικρή σταθερότητα και μικρή περίοδο ζωής.

3. Ο ανιχνευτής υπέρυθρου. Ο ανιχνευτής είναι υπεύθυνος στο να ανιχνεύσει την υπέρυθη ακτινοβολία που έχει εισέλθει στο δείγμα.
4. Τον υπολογιστή.
5. Την πηγή λέιζερ. Είναι με διέγερση ατόμων ηλίου και νέου (HeNe).

Το συμβολόμετρο (interferometer) Michelson αποτελείται από έναν διαιρέτη ακτινοβολίας και δυο κάτοπτρα που είναι κάθετα μεταξύ τους. Το ένα κάτοπτρο μένει ακίνητο, ενώ το άλλο κινείται με την βοήθεια ενός εμβόλου. Το συμβολόμετρο Michelson είναι μια συσκευή που έχει την ικανότητα να μπορεί να διαιρέσει μια δέσμη ακτινοβολίας σε δυο διαδρομές και έπειτα να ενώσει τις δυο δέσμες που δημιουργήθηκαν από την διαίρεση. Έτσι επιτυγχάνεται η συμβολή των δύο δεσμών (Εικόνα ). Ο σχηματισμός της υπέρυθρης ακτινοβολίας περνά από την κυψελίδα του δείγματος και η ανίχνευση γίνεται από ένα αερικό κύτταρο Golay. Έτσι το συμβολόγραμμα μετασχηματίζεται κατά Fourier με την βοήθεια υπολογιστή σε ένα τυπικό φάσμα IR. (Θ.Π ΧΑΤΖΗΩΑΝΝΟΥ, Μ.Α ΚΟΥΠΠΑΡΗ.,2017. Βιβλίο Ενόργανη Αναλυτική Χημεία)

Τέλος πριν ξεκινήσει η καταγραφή του φάσματος πρέπει να γίνει η βαθμονόμηση του φασματοφωτόμετρου (calibration) με γνωστή ουσία.



**Εικ. 4.2** Σχηματικό διάγραμμα φασματοφωτομέτρου FTIR 6700 της εταιρείας Thermo-Nicolet

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΠΟΡΕΙΑ

### 5.1 ΣΚΟΠΟΣ

Σκοπός της παρούσας πτυχιακής εργασίας ήταν ο έλεγχος της δυνατότητας χρήσης του FTIR για την παρακολούθηση οίνων Ασύρτικου από διαφορετικές χρονιές, και η αξιολόγηση των πληροφοριών που προκύπτουν από την ερμηνεία των φασμάτων. Βασική προϋπόθεση ήταν η αξιολόγηση της δυνατότητας καταγραφής πιθανών διαφορών, προερχόμενων από την επίδραση τόσο της χρονιάς, όσο και της διάρκειας παλαίωσης. Ταυτόχρονα, είχε ενδιαφέρον η εύρεση ενός μη επεμβατικού τρόπου προσέγγισης της ποιότητας χωρίς κόστος, χωρίς ανάγκη για εκπαιδευμένο προσωπικό και διαλύτες. Στη περίπτωση που το FTIR μπορεί να καταγράψει διαφοροποιήσεις για τις δύο αυτές μεταβλητές (χρονιά και διάρκεια παλαίωσης) θα είχε ενδιαφέρον να εξεταστεί και η πιθανότητα αξιοποίησής τους, μέσω της δημιουργίας ενός μοντέλου πρόβλεψης.

## 5.2 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Στο πλαίσιο αυτής της πτυχιακής εργασίας συλλέχθηκαν 22 φιάλες οίνου Π.Ο.Π Σαντορίνης, από διάφορα οινοποιεία και πιο συγκεκριμένα από της περιοχές Ημεροβίγλι, Μεγαλοχώρι, Θήρα και Πύργος. Τα συγκεκριμένα δείγματα ήταν από 5 διαφορετικούς παραγωγούς από τις χρονιές 1993 έως και 2009, τα οποία διατηρούνταν στους 14°C στο οινοποιείο του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής. Τα περισσότερα οινοποιεία χρησιμοποίησαν την κλασική μέθοδο λευκής οινοποίησης και όλοι ήταν λευκοί ξηροί οίνοι.

Στα δείγματα πραγματοποιήθηκε ενδεικτικά οργανοληπτική αξιολόγηση, στην οποία συμμετείχαν 4 γευσιγνώστες. Ένας εκ των οποίων ήταν οινοποιός που εργάζεται στην αμπελουργική ζώνη της Σαντορίνης. Κατά τον οργανοληπτικό έλεγχο αξιολογήθηκε το χρώμα, τα αρώματα και η γεύση και η τυπικότητα των οίνων. Επίσης, ερευνήθηκαν τυχόν ελαττώματα και κατά πόσο οι οίνοι είχαν οξειδωθεί, λόγω της μακροχρόνιας παραμονής τους στις φιάλες. Τέλος, συνδυάστηκαν οι παραπάνω πληροφορίες και αξιολογήθηκε η ποιότητα του κάθε δείγματος, με μέγιστο βαθμό το 100.

Παράλληλα με την γευσιγνωσία τα δείγματα υποβλήθηκαν σε οινολογικές μετρήσεις όπως, μέτρηση αλκοόλης, ολικής οξύτητας και πτητικής οξύτητας, μέτρηση μηλικού και γαλακτικού οξέος. Επίσης προσδιορίστηκε το ελεύθερο και ολικό θειώδες καθώς και το OD280 (ΔΦΟ). Τέλος βρέθηκε η περιεκτικότητα των δειγμάτων σε ανάγοντα σάκχαρα. Όλες οι αναλύσεις έγιναν με το Wine Scan τύπου OenoFoss, από 3 φορές και πάρθηκε ο μέσος όρος των μετρήσεων, εκτός του ελεύθερου και ολικού θειώδους που προσδιορίστηκε μέσω iodolyzer.

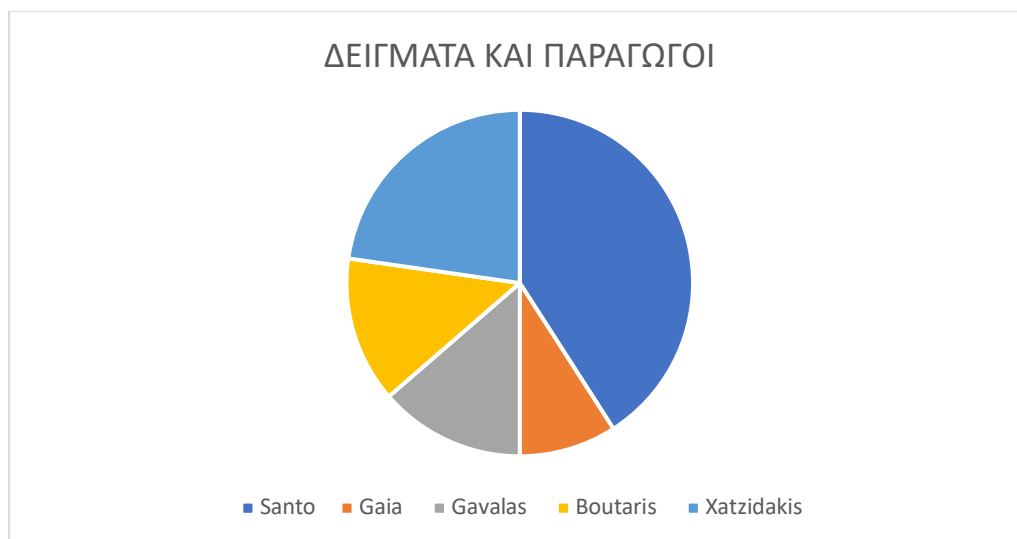
Στη συνέχεια έγινε ανάλυση των δειγμάτων με την μέθοδο FTIR, η οποία πραγματοποιήθηκε στο φασματοφωτόμετρο IRAffinity-1s (Fourier transform infrared spectrophotometer) της εταιρείας SHIMADZU και εφαρμόστηκε η τεχνική ATR (Εξασθενημένη Ολική Ανάκλαση) με λειτουργία μέτρησης Absorbance. Η διαδικασία πραγματοποιήθηκε στα εργαστήρια του Τμήματος Επιστημών Οίνου, Αμπέλου και Ποτών του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής. Το φασματοφωτόμετρο ήταν συνδεδεμένο με ηλεκτρονικό υπολογιστή στο οποίο έχει γίνει εγκατάσταση του λογισμικού LabSolutions IR. Το εύρος των κυματαριθμών (Range cm<sup>-1</sup>) ήταν από

4000 έως 400  $\text{cm}^{-1}$ , ο αριθμός σαρώσεων (Resolution) ήταν 45 και η διαχωριστική ικανότητα (No. of Scans) ήταν 4. Στην διαδικασία πέραν από το μηχάνημα χρειάστηκε ένα ποτήρι ζέσεως για την τοποθέτηση του δείγματος προς μέτρηση, μια μικροπιπέτα στην μεταφορά δειγμάτων και ακετόνη για το καθαρισμό της επιφάνειας του FTIR μετά από κάθε χρήση. Τα δείγματα μεταφέρθηκαν με μικροπιπέτα διότι για το σωστό αποτέλεσμα απαιτείται επικάλυψη του διαμαντιού με επαρκής ποσότητα δείγματος (2000  $\mu\text{L}$ ).

Για κάθε δείγμα ελήφθησαν συνολικά 6 φάσματα και σε κάθε ένα έγινε ATR Correction. Επίσης γινόταν συνέχεια λήψη φασμάτων αναφοράς (background) για την αποφυγή σφάλματων όπως θορύβους, αλλαγή θερμοκρασιών και τυχόν σκόνες. Από τα 6 φάσματα, τα 3 ήταν με background νερό και τα υπόλοιπα 3 με background αέρα.

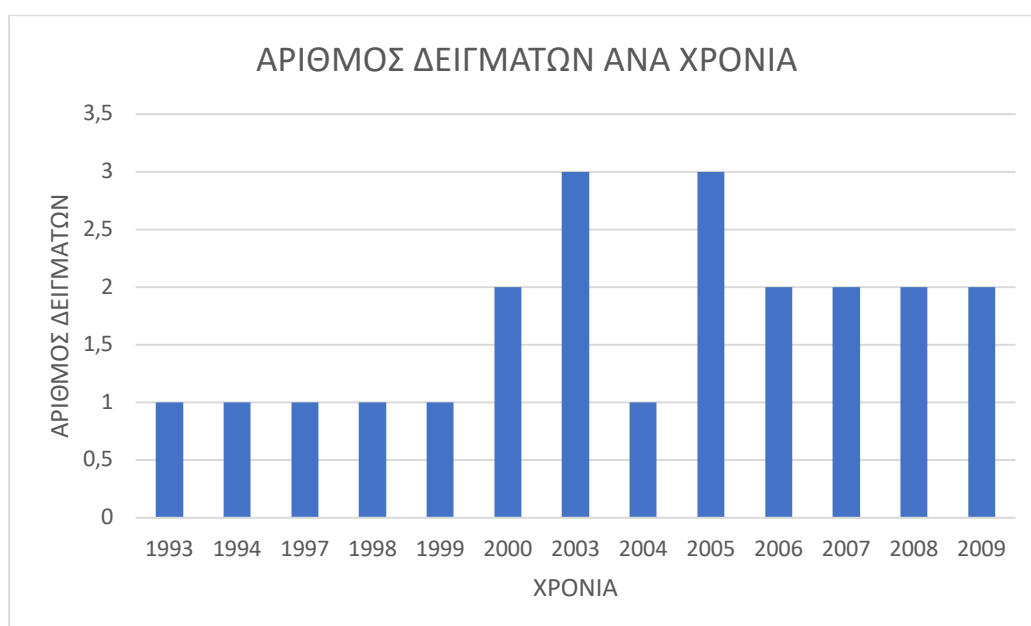
Στην συνέχεια μέσω του προγράμματος OMNIC 9 έγινε η απεικόνιση και η επεξεργασία των φασμάτων, ενώ μέσω του στατιστικού προγράμματος JMP 16 πραγματοποιήθηκε η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων (PCA, Predictors Screening και Discriminant analysis).

### 5.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ



Εικ. 5.1 Δείγματα και παραγωγοί

Στην εκπόνηση του πειράματος συμμετείχαν 22 δείγματα από 5 διαφορετικούς παραγωγούς. Στο οινοποιείο Santo ανήκαν τα 9 δείγματα και στον Xatzidaki τα 5. Η Gaia, ο Gavalas και ο Boutaris είχαν μικρότερο αριθμό δειγμάτων, με 2, 3 και 3 φιάλες αντίστοιχα.



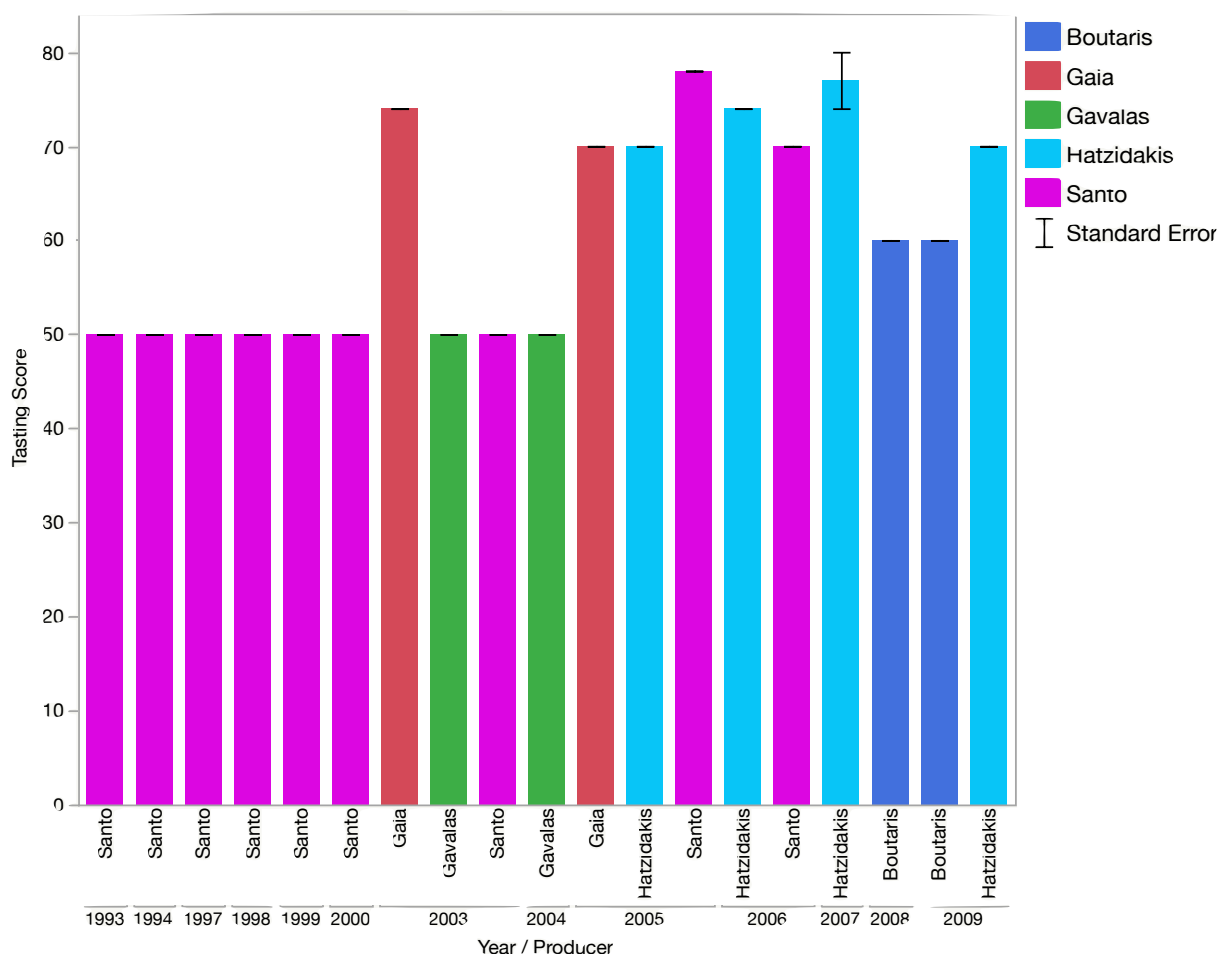
Εικ. 5.2 Αριθμός δειγμάτων ανά έτος

Τα δείγματα ήταν όλα παλαιωμένα και προέρχονταν από διαφορετικά έτη, μεταξύ της χρονιάς 1993 και του 2009. Η πλειοψηφία των φιαλών παράχθηκε από το 2000 και έπειτα. Παρόλα αυτά υπήρχαν και 5 δείγματα που παράχθηκαν πριν το 2000, με το πιο παλιό να ανήκει στο έτος 1993. Τα έτη 2003 και 2005 διέθεταν τα περισσότερα δείγματα, με 3 φιάλες για την κάθε χρονιά.

No	Winery	Year	Vol%	Tot Acid	Vol Acid	Gluc/ Fruc	Mal Acid	OD 280	Lact Acid	Free SO2	Total SO2	TASTING SCORE
1	Santo	1993	12,9	6,18	0,34	0	1,7	17,9	0	2	11	50
2	Santo	1994	13	6,05	0,37	1,5	1,8	19,3	0	3,1	28,8	50
3	Santo	1997	12,3	5,46	0,38	0,3	1,9	19,1	0	3,7	10,6	50
4	Santo	1998	12,7	6,57	0,27	0,2	1,8	16,1	0,1	4,2	23,6	50
5	Santo	1999	12,4	5,95	0,27	0,5	1,8	22,6	0	-	-	50
6	Santo	2000	12,6	6,24	0,28	0	1,5	18,2	0	2,4	9	50
7	Santo	2003	12,9	6,17	0,44	0,8	2	28,4	0	2,5	21	50
8	Santo	2005	13,5	5,96	0,39	1,2	1,7	22,2	0	2,9	43,6	78
9	Santo	2006	13,3	6,59	0,24	1,3	2,1	28,8	0	4,1	13,3	70
10	Gaia	2003	13,1	7,03	0,32	0	2,3	25,5	0	1,4	39	74
11	Gaia	2005	13,2	7,21	0,3	0,4	2,1	24,2	0	4,9	27,4	70
12	Gavalas A	2003	13,1	5,03	0,56	3,7	1,5	23,6	0	4,4	57,4	50
13	Gavalas G	2003	13	5,07	0,52	3,7	1,6	23,2	0	3,3	18,4	50
14	Gavalas	2004	13,3	6	0,56	0,6	1,7	22,2	0	3,1	77	50
15	Xatzidakis	2005	14,2	6,39	0,5	6,4	1,5	23,4	0	4,4	35,8	70
16	Xatzidakis	2006	14,8	7,05	0,41	3,2	1,7	27,1	0,1	4	8,5	74
17	Xatzidakis A	2007	14,3	6,39	0,43	2,2	1,7	22,4	0,2	4	21,1	68
18	Xatzidakis G	2007	14,4	6,28	0,44	3,8	1,6	24,1	0,1	2,6	4,5	80
19	Xatzidakis	2009	14,2	6,42	0,48	2,8	1,8	25,9	0	2,8	28,1	70
20	Boutaris A	2008	13,6	5,73	0,38	2,6	2	25	0	4	15,7	60
21	Boutaris G	2008	13,7	5,63	0,44	3,8	1,9	23,5	0	2,8	15,1	60
22	Boutaris	2009	13,3	5,66	0,35	1,5	2	21,7	0	3,3	11,2	60

Πίνακας 4 Οι μετρήσεις από τις κλασσικές αναλύσεις των δειγμάτων και οι βαθμολογίες από την οργανοληπτική αξιολόγηση

### 5.3.1 ΟΡΓΑΝΟΛΗΠΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ



Εικ. 5.3 Οι βαθμοί της οργανοληπτικής αξιολόγησης, ανά έτος και παραγωγό

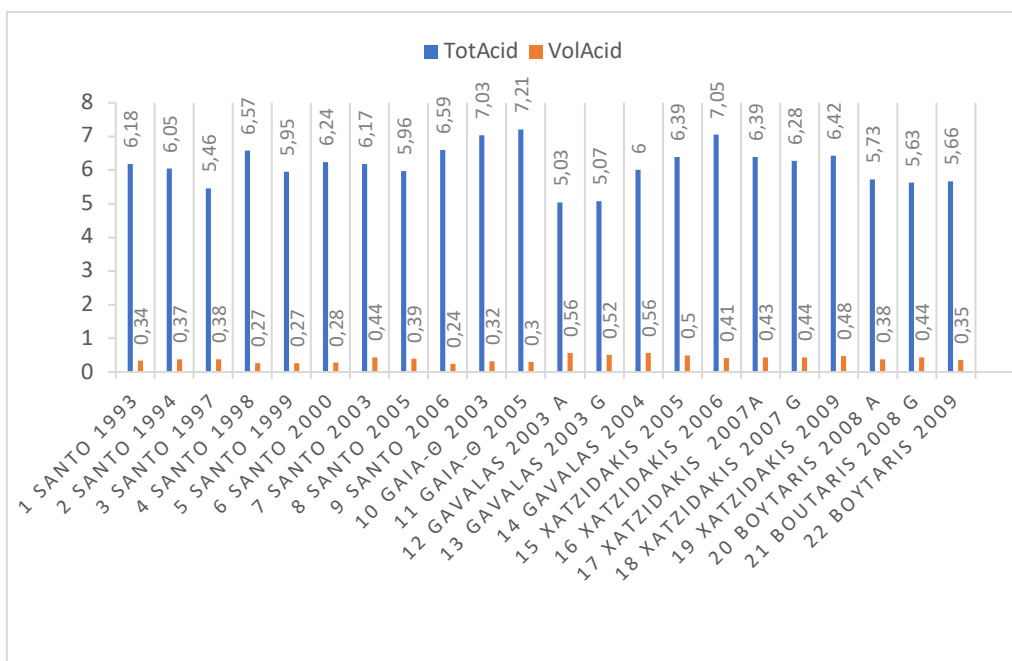
Κατά την διαδικασία του οργανοληπτικού ελέγχου βρέθηκε ότι, όλα τα δείγματα ήταν οξειδωμένα και παρουσίαζαν ορισμένα ελαττώματα, όπως έντονη παρουσία πτητικής. Σε αρκετά δείγματα εντοπίστηκε κηροζίνη και η χαρακτηριστική μεταλλικότητα. Η αίσθηση της οξύτητας για τα περισσότερα δείγματα ήταν αρκετά χαμηλή, ενώ το χρώμα για τα περισσότερα ήταν κεραμιδί/πορτοκαλί. Τέλος κάποια από τα αρώματα που εντοπίστηκαν ήταν αποξηραμένα φρούτα, εσπεριδοειδή και κυρίως λεμόνι, και μαρμελάδα λεμόνι. Από τις βαθμολογίες φαίνεται ότι τα Οινοποιεία Γαία και Χατζηδάκης, παρουσίαζαν μία καλή εικόνα. Επίσης ορισμένα δείγματα και από το οινοποιείο Santo είχαν καλές βαθμολογίες. Ενδιαφέρον έχει η εικόνα που



παρουσιάζουν τα δείγματα του Χατζηδάκη, στα οποία φαίνεται μια αυξητική τάση στη βαθμολογία μεταξύ των ετών, με την καλύτερη βαθμολογία να ανήκει στη χρονιά 2007. Ακόμα από τα αποτελέσματα διακρίνεται ότι, οι υψηλότερες βαθμολογίες αρχίζουν από το έτος 2005 και μετά. Πριν το 2005 τα δείγματα είχαν χαμηλή βαθμολογία (50), με εξαίρεση αυτό της Γαίας του 2003 που είχε (74). Αυτό σημαίνει ότι άντεξε καλύτερα στο πέρασμα του χρόνου. Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι όλοι οι οίνοι έχουν υποστεί βαθιά παλαιώση, πάνω από 15 χρόνια, με αρκετούς και πάνω από 20. Είναι έτσι αρκετά λογικό να έχουν οξειδωθεί και να παρουσιάζουν ελαττώματα, αφού τα περισσότερα έχουν ξεπεράσει το σημείο που βρίσκονται στο απόγειο τους και έχουν επέλθει στον χρόνο που αρχίζει να υποβαθμίζεται η ποιότητα. Τέλος πρέπει να τονιστεί ότι η παραπάνω αξιολόγηση, αφορά μια δεδομένη στιγμή της εξέλιξης των δειγμάτων και δεν συσχετίζεται σε καμία περίπτωση με το παρελθόν τους.

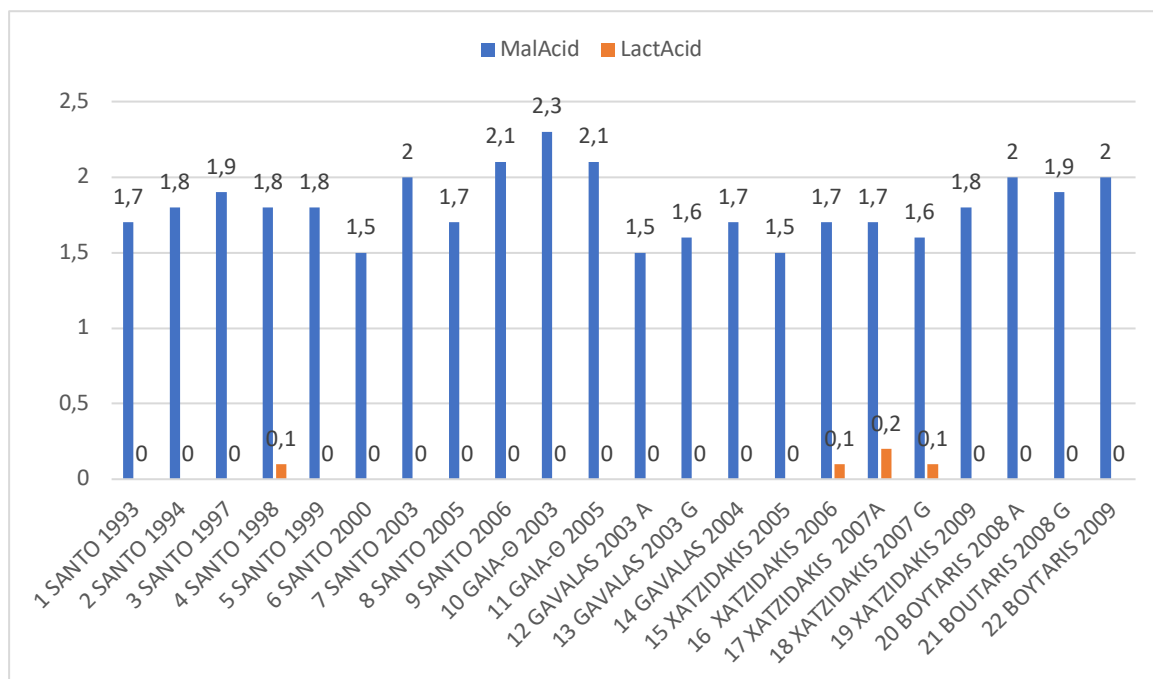
### 5.3.2 ΚΛΑΣΣΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ

Αρχικά τα δείγματα διέφεραν σημαντικά στον αλκοολικό τίτλο. Όλα είχαν αλκοολικό βαθμό πάνω από 12% vol. Ο Χατζηδάκης παρουσίαζε τις υψηλότερες τιμές, αφού όλες οι φιάλες είχαν πάνω από 14% vol. Μάλιστα διέθετε και την υψηλότερη τιμή στην φιάλη του 2006, με αλκοολικό τίτλο 14,8% vol. Ο Μπουτάρης, η Γαία και ο Γαβαλάς είχαν σε όλα τα δείγματα τους πάνω από 13% vol, ενώ μόνο στο Santo βρέθηκαν τιμές χαμηλότερες από 13% vol, με την χαμηλότερη να είναι 12,3% vol, της χρονιάς 1997. Παρατηρείται επίσης, πως το αλκοόλ παρουσιάζει υψηλότερες τιμές μετά το έτος 2003.



Εικ. 5.4 Ολική και πτητική οξύτητα

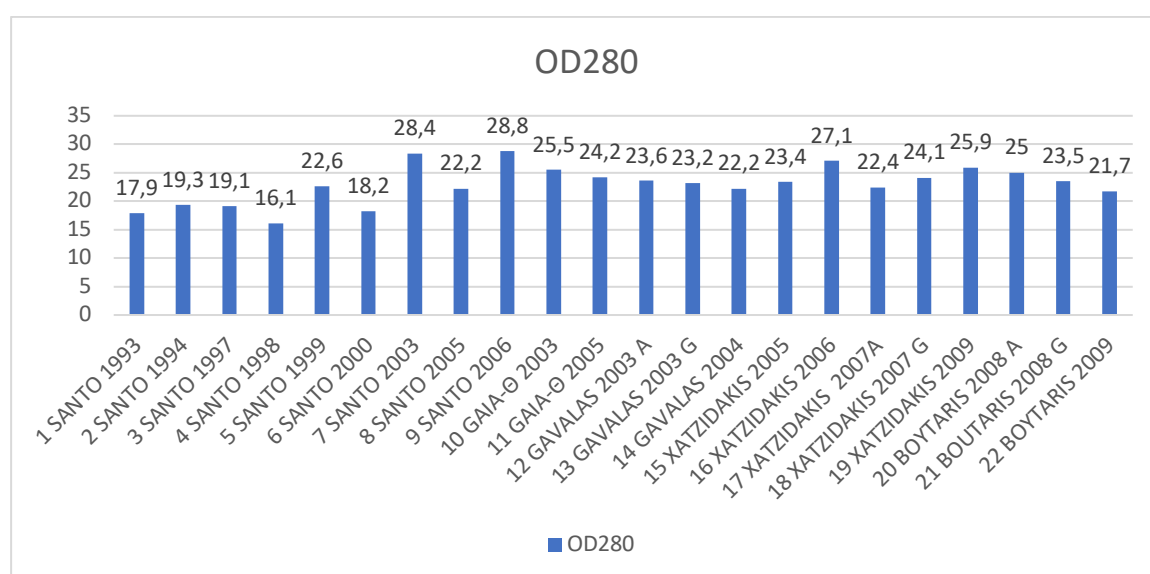
Στη παραπάνω εικόνα, παρατηρούνται οι τιμές της ολικής και πτητικής οξύτητας. Οι τιμές της ολικής οξύτητας κυμαίνονται από 5,03 έως 7,21g/l σε τρυγικό οξύ. Από τα αποτελέσματα φαίνεται, ότι υπάρχουν αρκετά δείγματα με χαμηλότερη οξύτητα από την αναμενόμενη για ένα σημερινό τυπικό Ασύρτικο Σαντορίνης, με κάποια, όπως τα δείγματα του Γαβαλά για την χρόνια 2003, να είναι και κάτω από 5,5g/l σε τρυγικό, που είναι το όριο για ονομαστεί Π.Ο.Π. Σαντορίνης. Αυτό μπορεί να οφείλεται, στο ότι η παραγωγή αυτών των φιαλών έγινε πριν καταχωρηθεί ως κριτήριο για τα Π.Ο.Π. Σαντορίνης η ολική οξύτητα, ή λόγω μείωσης της ολικής οξύτητας κατά την παλαίωση. Τα δείγματα από το οινοποιείο της Γαίας είχαν τις υψηλότερες οξύτητες μεταξύ των δειγμάτων, με τον Χατζηδάκη να ακολουθεί. Από την άλλη, οι τιμές της πτητικής βρίσκονται μεταξύ 0,24 και 0,56g/l σε οξικό οξύ. Είναι αρκετά παράδοξο, ότι οι πτητικές οξύτητες όλων των δειγμάτων είναι αρκετά χαμηλές. Από την γευσίγνωσία έγινε φανερό πως όλοι οι οίνοι είχαν οξειδωθεί και παρουσίαζαν ελαττώματα, κάτι που δεν μπορεί να επαληθευτεί από την πτητική, αφού όλοι οι οίνοι έχουν τιμές κάτω από 0,6g/l, που είναι το φυσιολογικό. Τις υψηλότερες τιμές τις είχε το οινοποιείο Γαβαλά, το οποίο και στα 3 δείγματα του ήταν πάνω από 0,5g/l.



**Εικ. 5.5** Μέτρηση μηλικού και γαλακτικού

Οι ποσότητες μηλικού και γαλακτικού οξέος στον οίνο, μπορούν να φανερώσουν αν είχε πραγματοποιηθεί μηλογαλακτική ζύμωση. Η μηλογαλακτική, είναι μια δεύτερη ζύμωση κατά την οποία το μηλικό μετατρέπεται σε γαλακτικό οξύ, από γαλακτικά βακτήρια και συνήθως πραγματοποιείται μετά την αλκοολική ζύμωση. Η μείωση του μηλικού έχει συνέπεια και την πτώση της οξύτητας. Για αυτό τον λόγο προτιμάται κυρίως στην ερυθρή οινοποίηση. Στους οίνους που παράγονται από Ασύρτικο Σαντορίνης, συχνά αποφεύγεται, αφού η υψηλή οξύτητα αποτελεί ένα βασικό και επιθυμητό χαρακτηριστικό τους. Το γαλακτικό οξύ εκτός από την διαδικασία της μηλογαλακτικής, μπορεί να παραχθεί και κατά την αλκοολική ζύμωση σε ποσότητες 0,1-0,4g/l. Ενώ αν παραχθεί από την μετατροπή του μηλικού, μπορεί να φτάσει έως και 3g/l. Έτσι λοιπόν, από τα αποτελέσματα των δειγμάτων, διακρίνεται πως καμία φιάλη δεν είχε πραγματοποιήσει μηλογαλακτική ζύμωση. Το μηλικό κινήθηκε από 1,5-2,3g/l, με την Γαία να διαθέτει τις υψηλότερες τιμές. Ενώ οι περισσότεροι δεν είχαν καθόλου γαλακτικό οξύ, με εξαίρεση 4 δείγματα στα οποία εμφανίστηκε γαλακτικό σε ποσότητες 0,1-0,2g/l, που πιθανό οφείλεται στην αλκοολική ζύμωση. Τα 3 από τα 4 αυτά δείγματα ανήκαν στο Χατζηδάκη.

(<https://www.enologylab.gr/2021/09/%CE%B7-%CF%80%CF%84%CE%B7%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AE-%CE%BF%CE%BE%CF%8D%CF%84%CE%B7%CF%84%CE%B1-%CF%83%CF%84%CE%BF-%CE%BA%CF%81%CE%B1%CF%83%CE%AF-%CE%B7-%CF%80%CF%81%CE%BF%CE%AD%CE%BB%CE%B5%CF%85%CF%83.html>)



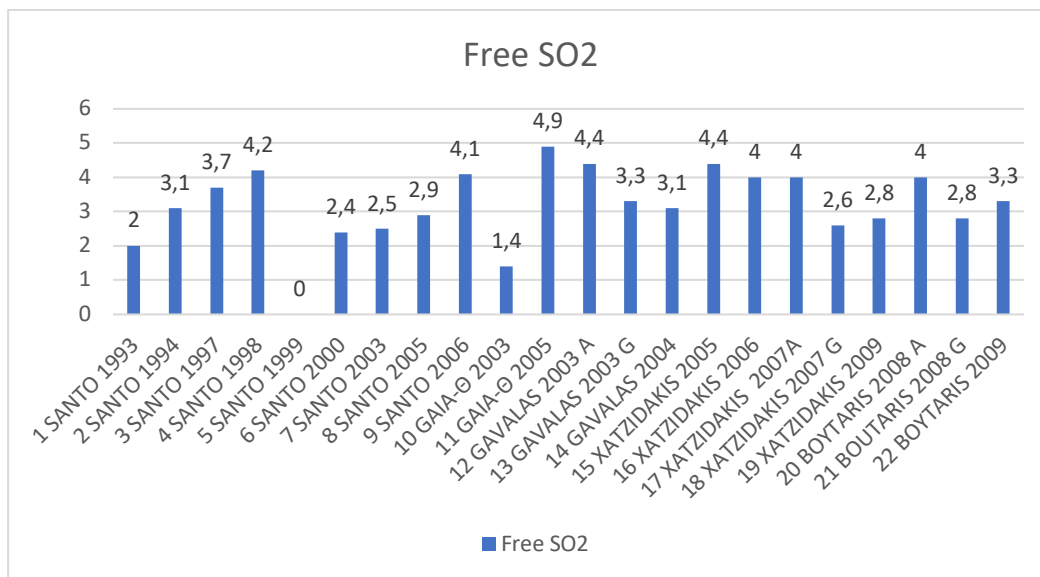
**Εικ. 5.6** Δείκτης ολικών φαινολικών (ΔΦΟ)

Για τον δείκτη ολικών φαινολικών, η χαμηλότερη τιμή άνηκε στο οινοποιείο Santo για την χρονιά 1998, που είχε 16,1. Ενώ την υψηλότερη την διέθετε ξανά το οινοποιείο Santo, την χρονιά 2006, με τιμή 28,8. Γενικότερα όμως τα περισσότερα δείγματα από το συγκεκριμένο οινοποιείο είχαν μια τάση για χαμηλότερο ΔΦΟ (κάτω από 20), με εξαίρεση τις χρονιές 2006 και 2003. Οι τιμές για τα υπόλοιπα οινοποιεία δεν είχαν τόσο μεγάλες αποκλίσεις και κινήθηκαν από 21,7 μέχρι 27,1. Το ΔΦΟ παρουσιάζει σχετικά χαμηλές τιμές και ειδικότερα στις παλαιότερες χρονιές, που ίσως οφείλεται στη μείωση φαινολικών κατά τη διάρκεια της παλαίωσης.

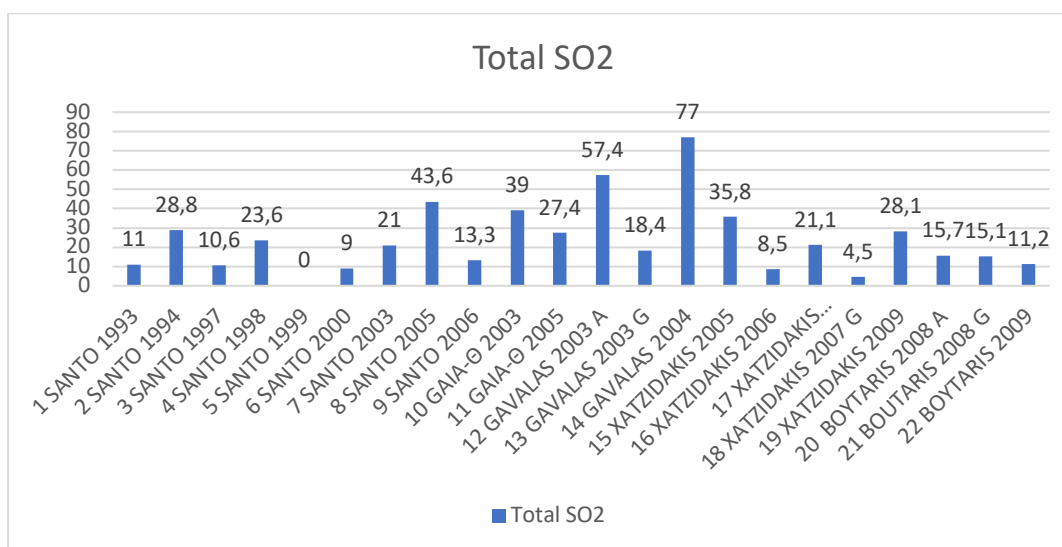


Εικ. 5.7 Ανάγοντα σάκχαρα

Η περιεκτικότητα σε ανάγοντα σάκχαρα στα δείγματα, κινήθηκε από 0 στις φιάλες Santo 1993, 2000 και στη Γαία του 2003, μέχρι 6,4g/l στον Χατζηδάκη του 2005. Ο Χατζηδάκης είχε σχετικά υψηλότερη συγκέντρωση στους οίνους του από τα υπόλοιπα οινοποιεία. Τα οινοποιεία Γαία και Santo παρουσίασαν την μικρότερη συγκέντρωση.



Εικ. 5.8 Μέτρηση ελεύθερου θειώδους



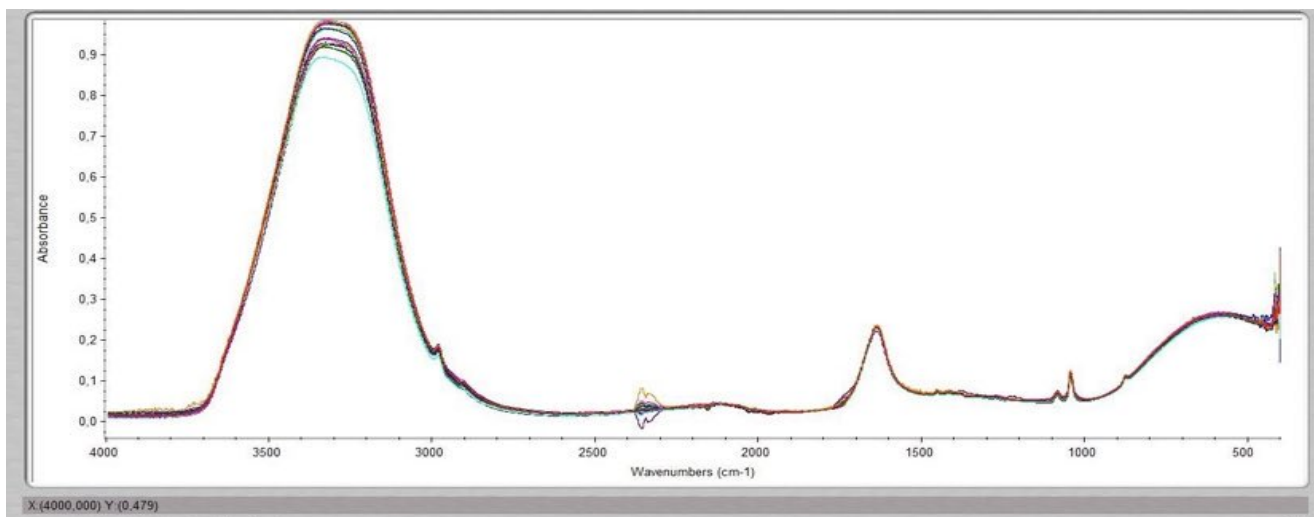
Εικ. 5.9 Μέτρηση ολικού θειώδους

Στους δύο παραπάνω πίνακες, υπάρχουν οι τιμές για το ελεύθερο και ολικό θειώδες. Για το ελεύθερο φαίνεται ότι, η Γαία διαθέτει την υψηλότερη τιμή με 4,9 mg/l, για την χρονιά 2005, ενώ η χαμηλότερη ήταν του οινοποιείου Santo την χρονιά 1999, η οποία ήταν χαμηλότερη από το όριο ανίχνευσης του iodolyzer. Γενικότερα, η πλειοψηφία των δειγμάτων είχε τιμές χαμηλότερες από 4mg/l. Ο Χατζηδάκης σε 3 από τα 5 δείγματα του, το ξεπερνούσε. Στο ολικό από την άλλη παρατηρείται ένα μεγάλο χάσμα στις τιμές, με το χαμηλότερο να ανήκει στο Santo του 1999. Ενώ το υψηλότερο στον

Γαβαλά του 2004 με 77mg/l. Μεγάλη απόκλιση φαίνεται ότι έχουν και τα δείγματα που είναι από την ίδια χρονιά και παραγωγό, όπως ο Γαβαλάς του 2003, που στο ένα έχει 57,mg/l και στο άλλο δείγμα του 18,4mg/l. Το ίδιο φαίνεται και στον Χατζηδάκη του 2007 που στη μία φιάλη είχε 21,1mg/l και στην άλλη 4,5mg/l. Οι αποκλίσεις μεταξύ των δειγμάτων, ακόμα και της ίδιας χρονιάς και ίδιου παραγωγού πιθανό να οφείλονται στην διαδικασία της θείωσης κατά την οινοποίηση.

#### 5.3.4 ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΦΑΣΜΑΤΩΝ FTIR

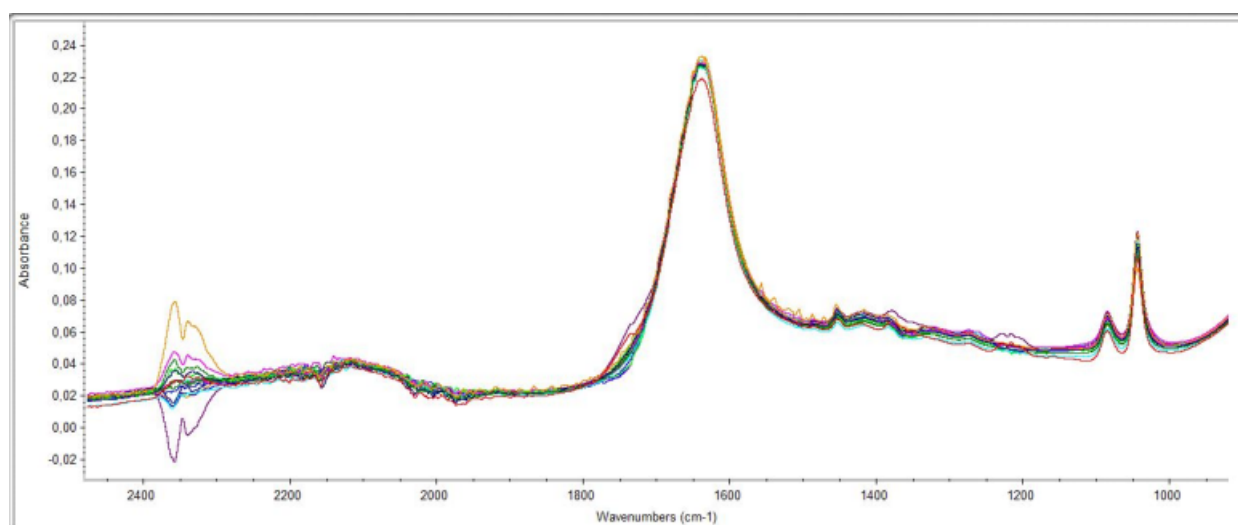
Αρχικά, μέσω των αποτελεσμάτων από την απεικόνιση των φασμάτων για κάθε δείγμα με την χρήση του φασματοφωτόμετρου FTIR και με την βοήθεια του προγράμματος OMNIC, τοποθετήσαμε όλα τα φάσματα της ποικιλίας Ασύρτικο από όλους τους παραγωγούς το οποίο παρουσιάζεται παρακάτω.



Εικ. 5.10 Σύγχρονη απεικόνιση όλων των φασμάτων

Στην παραπάνω εικόνα παρατηρούμε την κορυφή στα 3000 cm<sup>-1</sup>, η οποία ανήκει στην υγρασία, την κορυφή στα 2350 cm<sup>-1</sup> που αντιστοιχεί στο CO<sub>2</sub>, επίσης παρατηρούμε μια κορυφή στα 1600 cm<sup>-1</sup> και αρκετές μικρές κορυφές, η περιοχή αυτή ονομάζεται fingerprint. Η περιοχή fingerprint ξεκινά από τα 1600 cm<sup>-1</sup> και καταλήγει στην διπλή κορυφή που αντιστοιχεί στην αλκοόλη στα 1050 cm<sup>-1</sup>.

Σε μεγέθυνση παρακάτω μπορούμε να παρατηρήσουμε κάποιες διαφορές που καταγράφονται μεταξύ των δειγμάτων.



Εικ. 5.11 Απεικόνιση όλων των φασμάτων μαζί από όλους τους παραγωγούς με μεγέθυνση

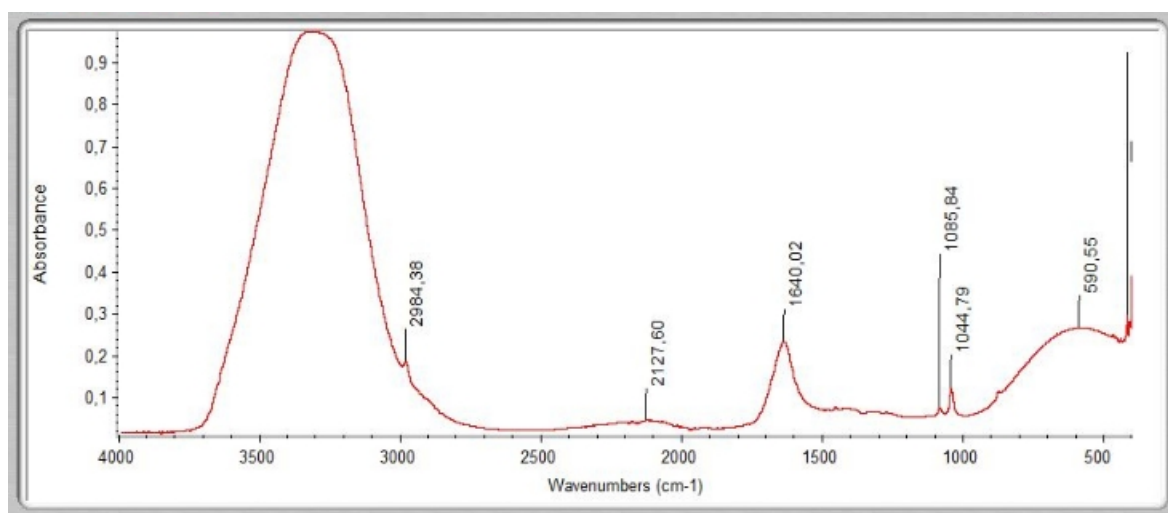
Σύμφωνα με την παραπάνω εικόνα μπορούμε να διακρίνουμε πως η σημαντικότερη φασματική περιοχή βρίσκεται ανάμεσα στο 1.000-2.000 cm<sup>-1</sup> και στο 2.200-2.350 από όλα τα οινοποιεία. Πιο συγκεκριμένα στην φασματική περιοχή 2.350 καταγράφονται οι κορυφές η οποίες ανήκουν στο διοξείδιο του άνθρακα και στην περιοχή 1.050 καταγράφεται η περιοχή των φασμάτων που ανήκουν στην αλκοόλη, όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω (Smith Brain C., 2017). Επίσης από την εικόνα είναι εμφανές πως



καταγράφονται διαφορές σε όλο το φάσμα, ιδιαίτερα κοντά στο 1750  $\text{cm}^{-1}$  και στην περιοχή 1450-1200  $\text{cm}^{-1}$ .

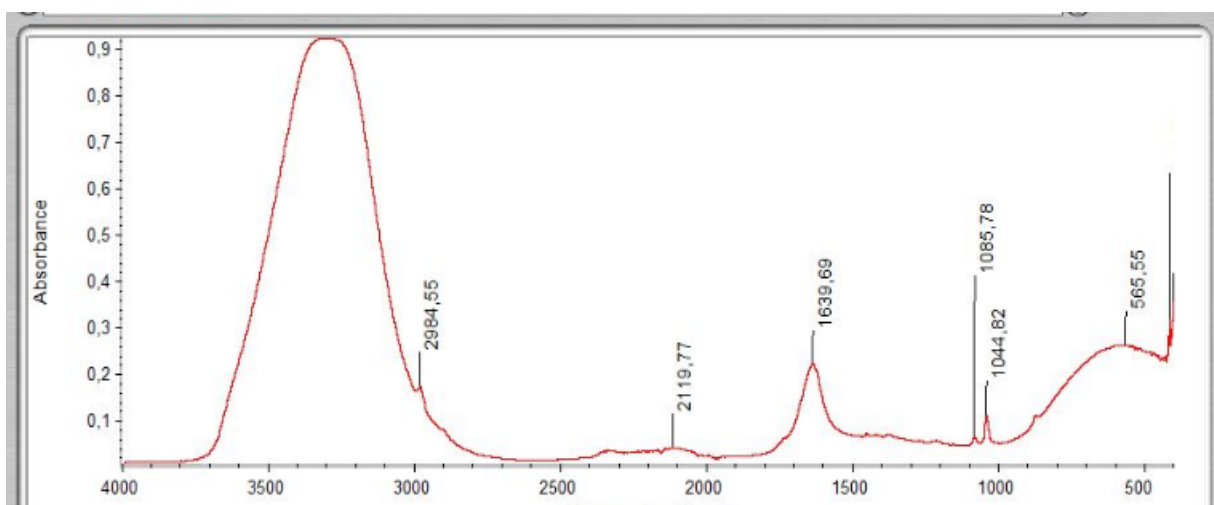
Με βάση τα παραπάνω φάσματα πραγματοποιήσαμε μέσω του προγράμματος OMNIC 9 την απεικόνιση των μέσων φασμάτων για κάθε οινοποιείο ξεχωριστά, οι οποίες παρουσιάζονται παρακάτω.

Αρχικά παρουσιάζονται ξεχωριστά για κάθε χρονιά τα φάσματα του οινοποιείου Santo wines.



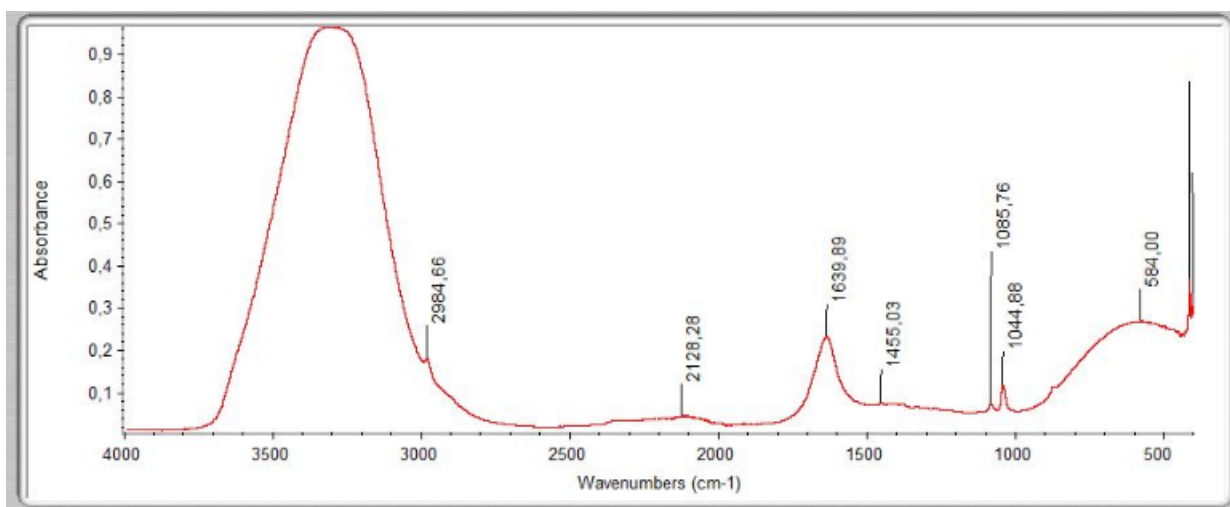
Εικ. 5.12 Απεικόνιση του μέσου φάσματος από το οινοποιείο Santo Wines 1993

Στην παραπάνω εικόνα παρατηρούμε τις κορυφές που αναφέρθηκαν, πιο συγκεκριμένα στην περιοχή 1044,70-1085,90  $\text{cm}^{-1}$  παρουσιάζεται η διπλή κορυφή που ανήκει στην αλκοόλη και στην περιοχή 2984,38  $\text{cm}^{-1}$  παρουσιάζεται η κορυφή η οποία ανήκει στην υγρασία.



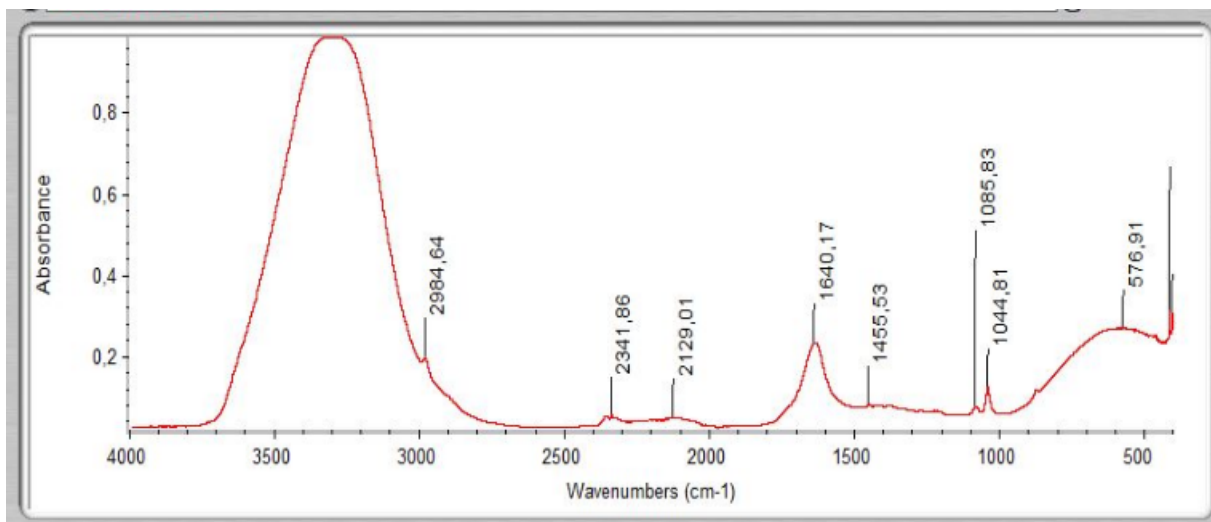
Εικ. 5.13 Απεικόνιση του μέσου φάσματος από το οινοποιείο Santo Wines 1994

Το παραπάνω φάσμα του Santo wine 1994 δεν παρουσιάζει ιδιαίτερες διαφορές.



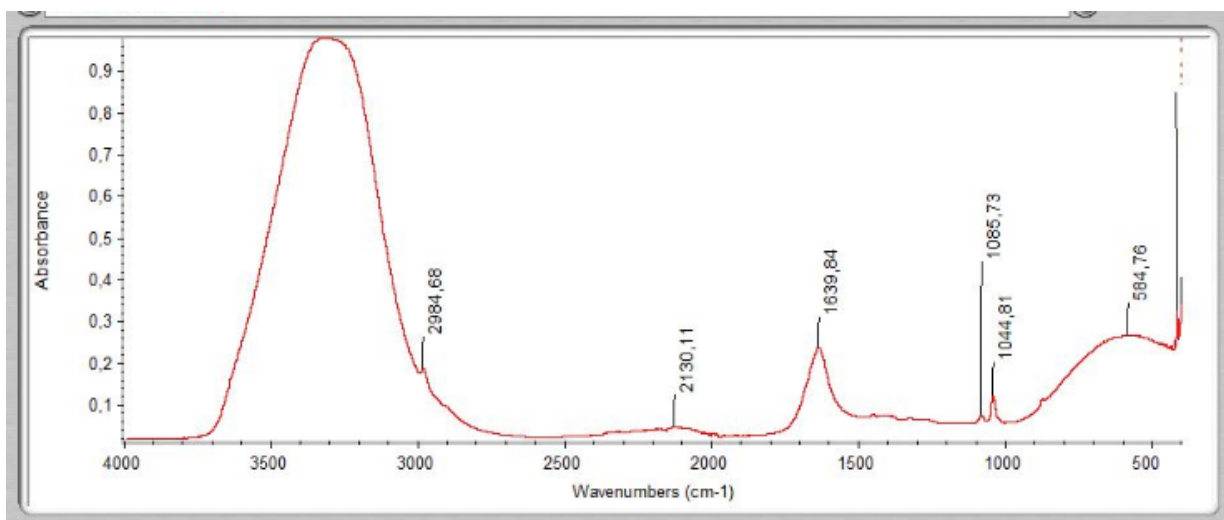
Εικ. 5.14 Απεικόνιση του μέσου φάσματος από το οινοποιείο Santo Wines 1997

Στο παραπάνω φάσμα του οινοποιείου Santo wine 1999 παρατηρείται μια επιπλέον μικρή κορυφή στα 1455,03 cm-1.



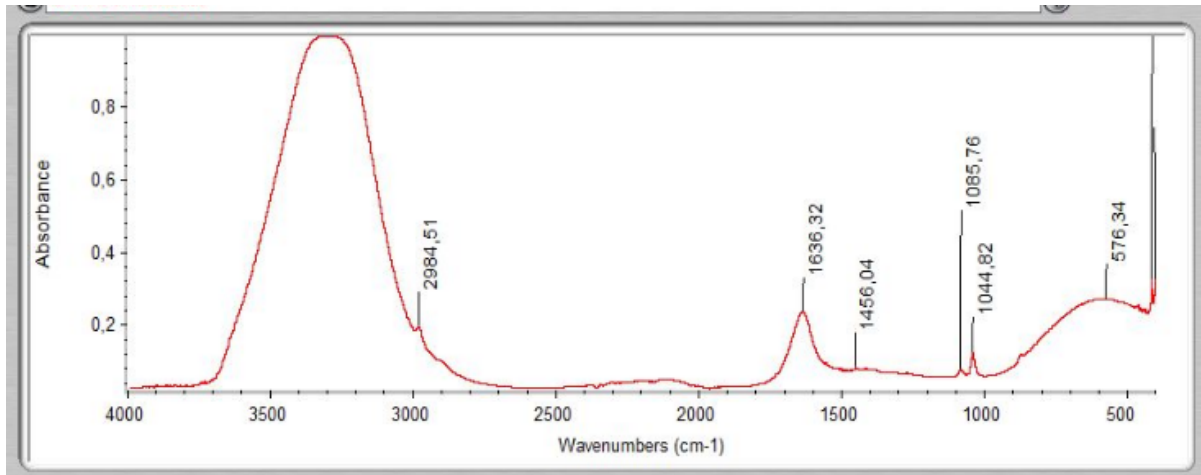
Εικ. 5.15 Απεικόνιση του μέσου φάσματος από το οινοποιείο Santo Wines 1998

Στο οινοποιείο του Santo wines 1998 παρατηρούνται δυο επιπλέον κορυφές, στα 2341,86 cm-1 και στα 2129,01 cm-1.



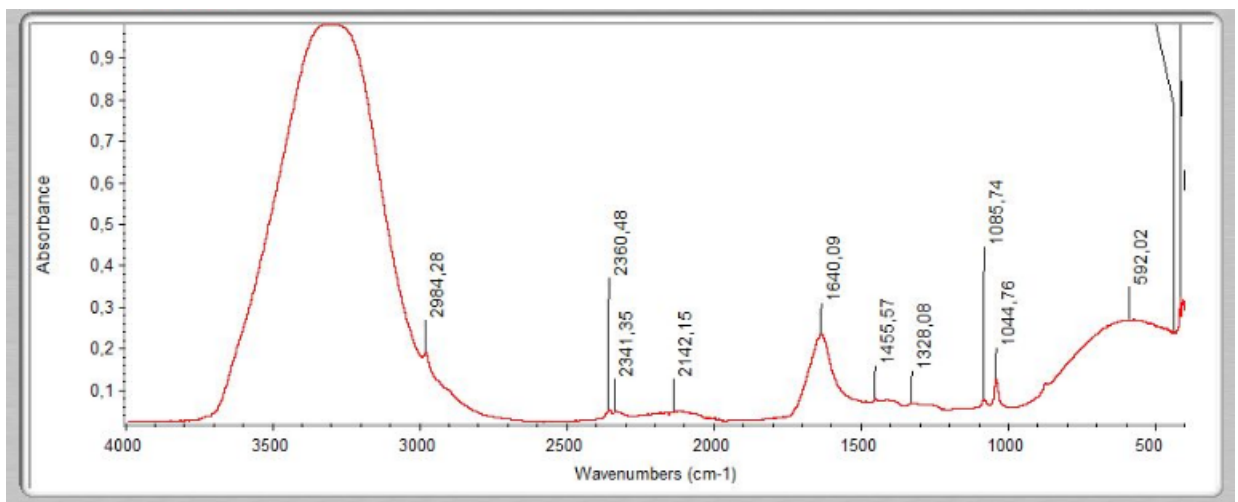
Εικ. 5.16 Απεικόνιση του μέσου φάσματος από το οινοποιείο Santo Wines 1999

Στην παραπάνω απεικόνιση του φάσματος Santo wines 1999 παρατηρούνται λιγότερες κορυφές από τα προηγούμενα φάσματα, με καμία σημαντική αλλαγή.



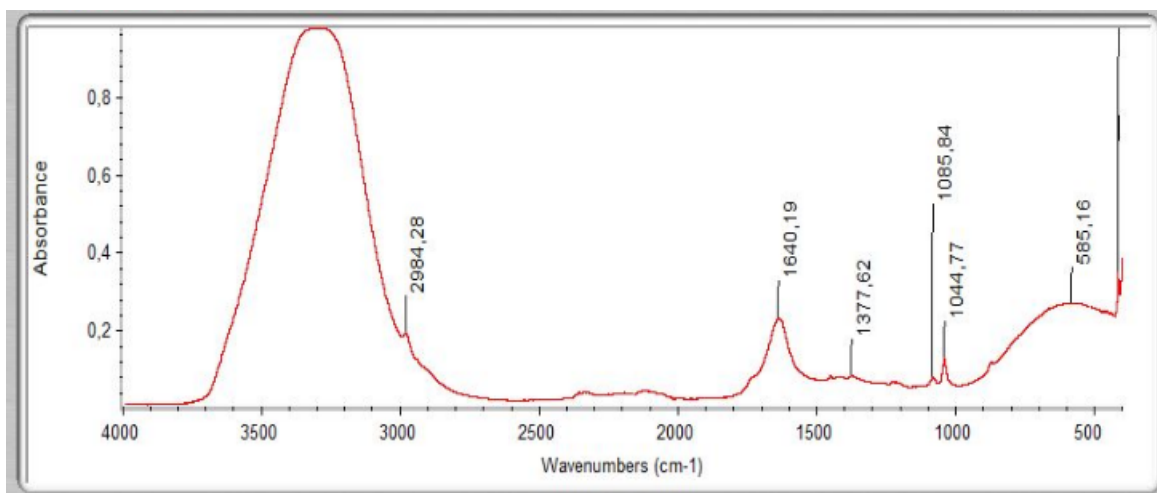
Εικ. 5.17 Απεικόνιση του μέσου φάσματος από το οινοποιείο Santo Wines 2000

Στο παραπάνω φάσμα του οινοποιείου Santo wines 2000 παρατηρούνται λίγες κορυφές με καμία ιδιαίτερη αλλαγή.



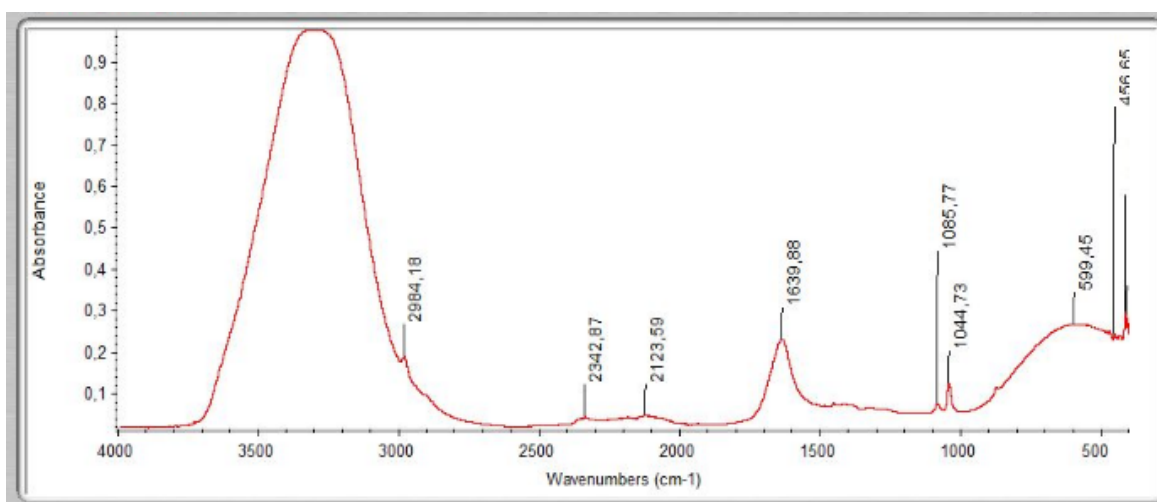
Εικ. 5.18 Απεικόνιση του μέσου φάσματος από το οινοποιείο Santo Wines 2003

Στην απεικόνιση του φάσματος από το οινοποιείο του Santo wine 2003 παρατηρούνται 3 επιπλέον κορυφές, πιο συγκεκριμένα στις περιοχές 2360,48 cm<sup>-1</sup>, 2341,35 cm<sup>-1</sup> και 2142,15 cm<sup>-1</sup>.



Εικ. 5.19 Απεικόνιση του μέσου φάσματος από το οινοποιείο Santo Wines 2005

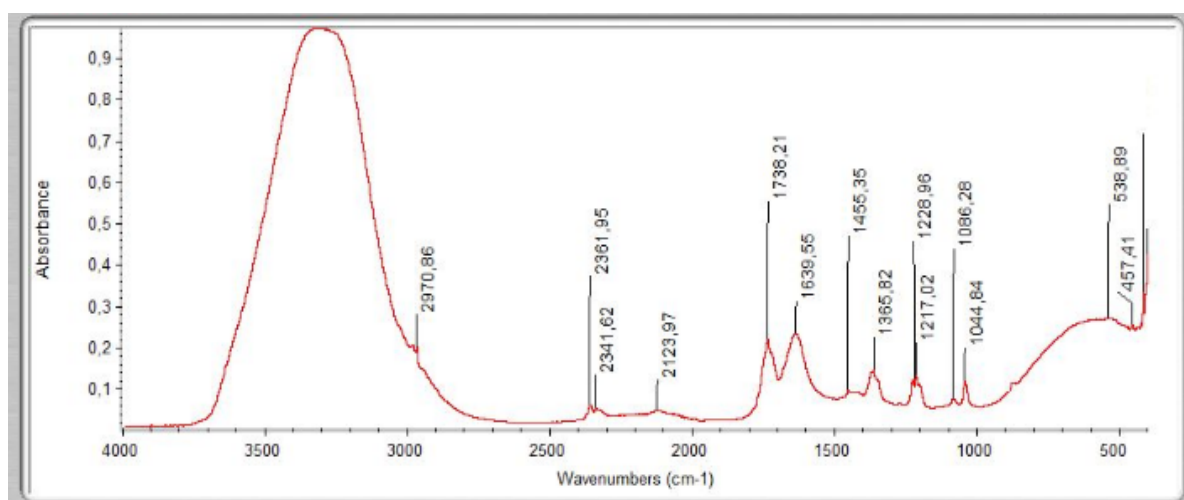
Στην παραπάνω απεικόνιση παρατηρούμε μικρό αριθμό κορυφών, χωρίς κάποιο σημαντικό ενδιαφέρον.



Εικ. 5.20 Απεικόνιση του μέσου φάσματος από το οινοποιείο Santo Wines 2006

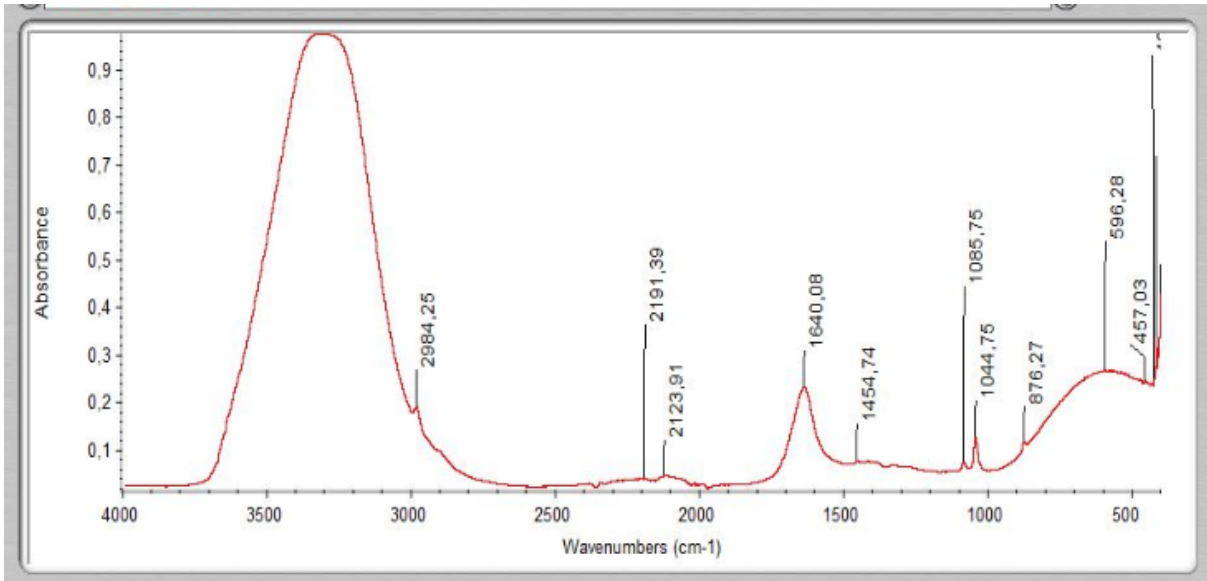
Στην παραπάνω απεικόνιση του φάσματος για το οινοποιείο Santo wines 2006 παρατηρούμε δυο επιπλέον κορυφές στις περιοχές 2342,87  $\text{cm}^{-1}$  και στην περιοχή 2123,59  $\text{cm}^{-1}$ .

Έτσι, με βάση τα παραπάνω φάσματα παρατηρούμε ότι σε όλα τα δείγματα του Santo Wines υπήρχε μικρός αριθμό κορυφών, εντός των οποίων υπάρχουν και αυτές που αντιστοιχούν στην αλκοόλη η οποία καταγράφεται στην περιοχή 1090-1040  $\text{cm}^{-1}$ . Στην συνέχεια εμφανίζονται τα δείγματα από το οινοποιείο Γαία.



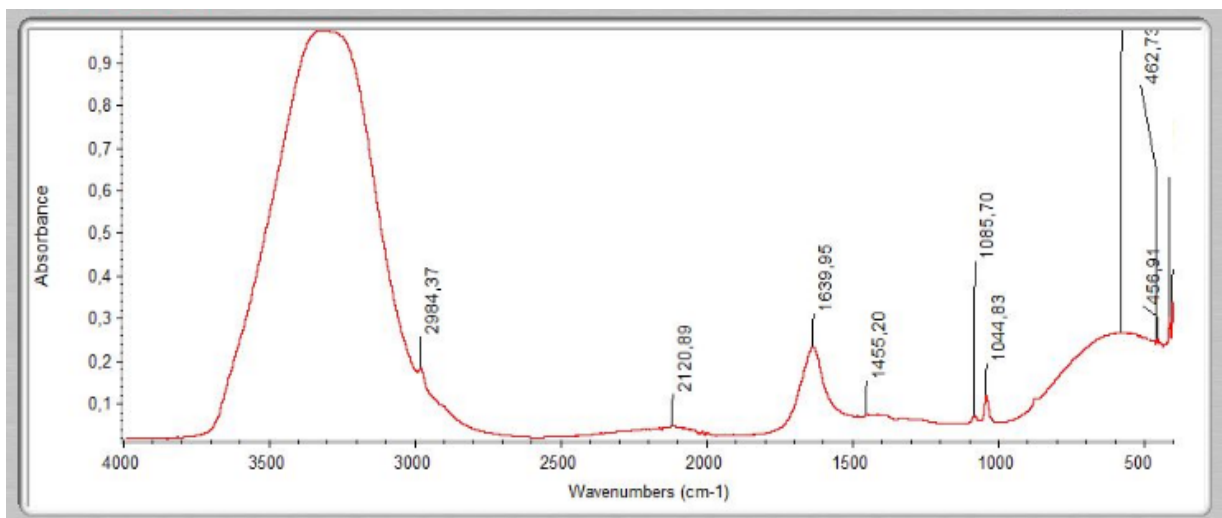
Εικ. 5.21 Απεικόνιση του μέσου φάσματος από το οινοποιείο Γαία 2003

Για το οινοποιείο Γαία 2003, παρατηρούμε ότι υπάρχει μεγαλύτερο πλήθος κορυφών και ιδιαίτερα στην φασματική περιοχή fingerprint 1700-1200  $\text{cm}^{-1}$ . Ακόμα στην φασματική περιοχή 1086,30-1044,80  $\text{cm}^{-1}$  υπάρχουν οι κορυφές που αντιστοιχούν στην αλκοόλη. Επίσης στο παραπάνω φάσμα παρατηρούμε ότι στα 1600  $\text{cm}^{-1}$  έχει σπάσει η κορυφή και εμφανίζονται νέες κορυφές στην περιοχή του fingerprint. Αυτή η διαφοροποίηση παρατηρήθηκε σε όλες τις επαναλήψεις του δείγματος.



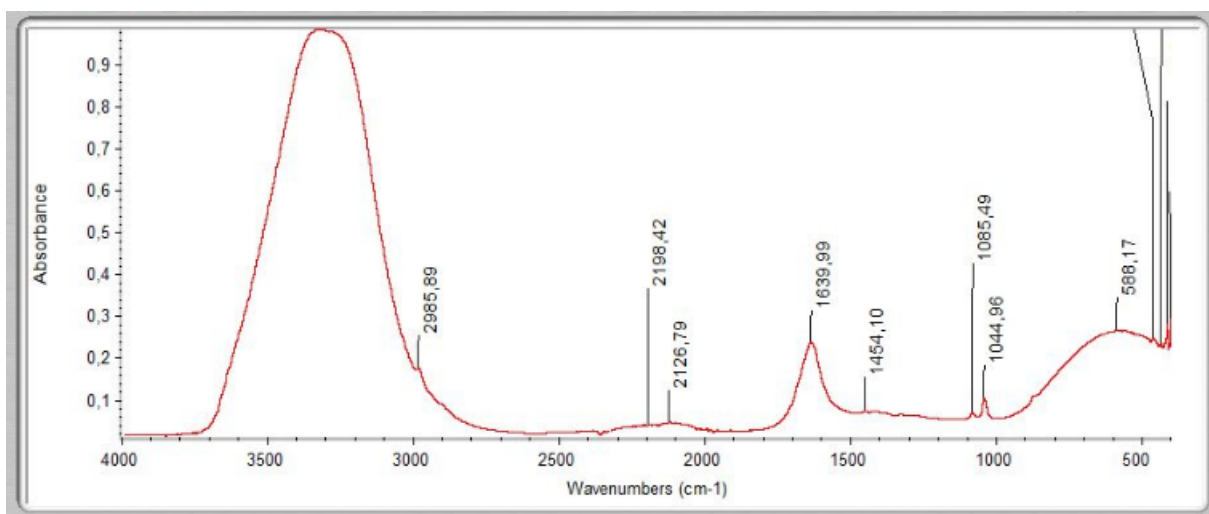
Εικ. 5.22 Απεικόνιση του μέσου φάσματος από το οινοποιείο Γαία 2005

Για το οινοποιείο Γαία 2005, παρατηρούμε ότι υπάρχει μικρός αριθμός κορυφών, χωρίς καμία σημαντική αλλαγή. Παρακάτω παρουσιάζονται τα φάσματα από το οινοποιείο Γαβαλά.



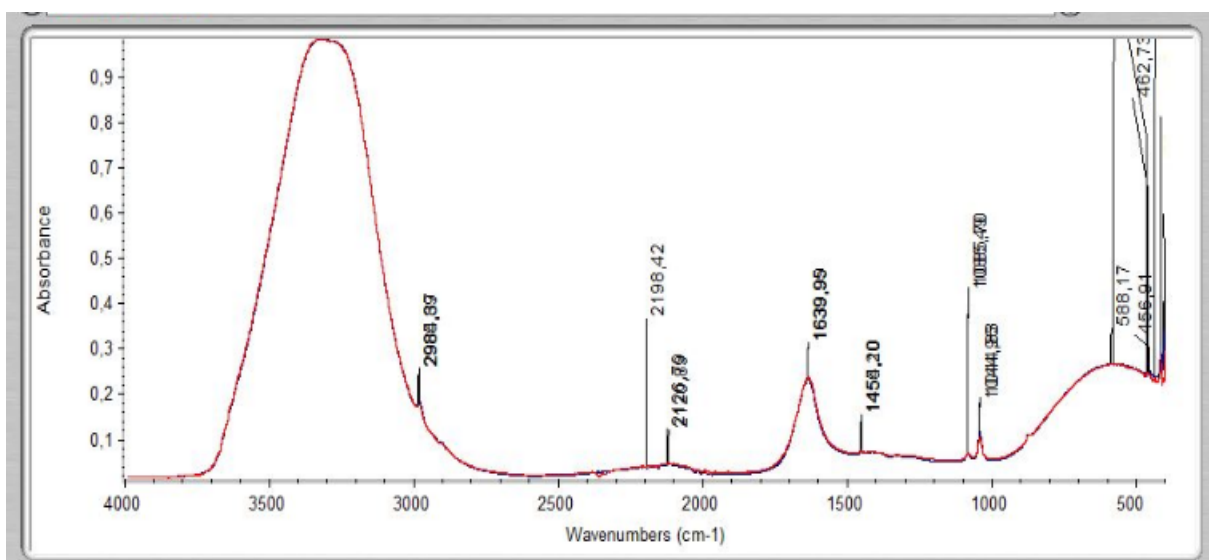
Εικ. 5.23 Απεικόνιση του μέσου φάσματος από το οινοποιείο Γαβαλάς 2003Α

Στην παραπάνω απεικόνιση του φάσματος για το οινοποιείο Γαβαλάς 2003 Α, παρατηρούμε μικρό αριθμό κορυφών.



Εικ. 5.24 Απεικόνιση του μέσου φάσματος από το οινοποιείο Γαβαλάς 2003G

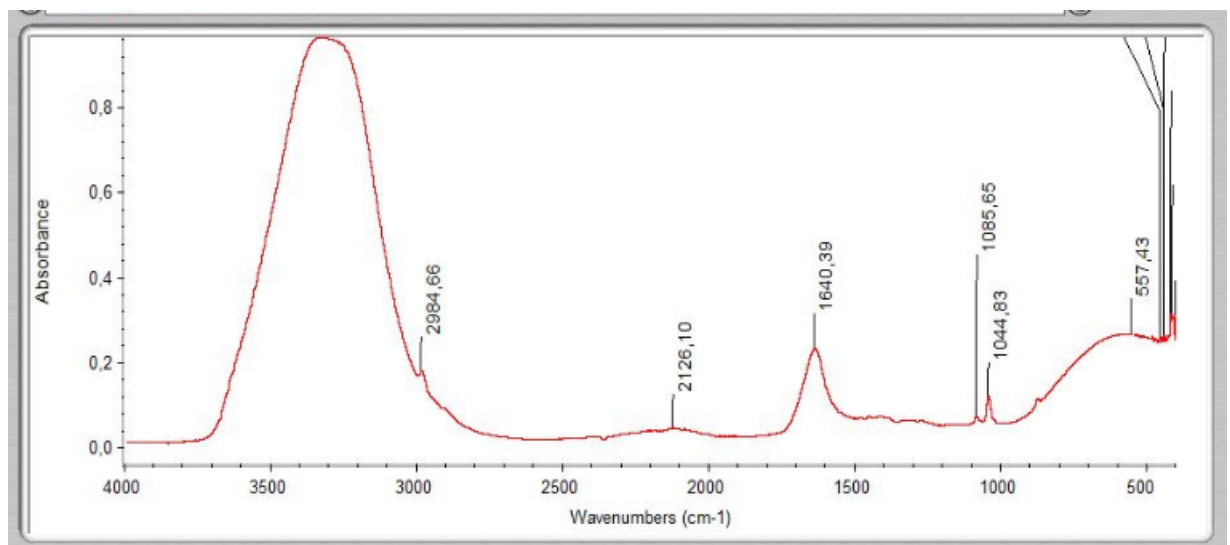
Στην παραπάνω απεικόνιση το δείγμα Γαβαλάς 2003 G αποτελεί επανάληψη του δείγματος Γαβαλάς 2003, με μια επιπλέον κορυφή στα 2198,42 cm-1.



Εικ. 5.25 Απεικόνιση του μέσου φάσματος από το οινοποιείο Γαβαλάς 2003Α και του δείγματος 2003G για σύγκριση

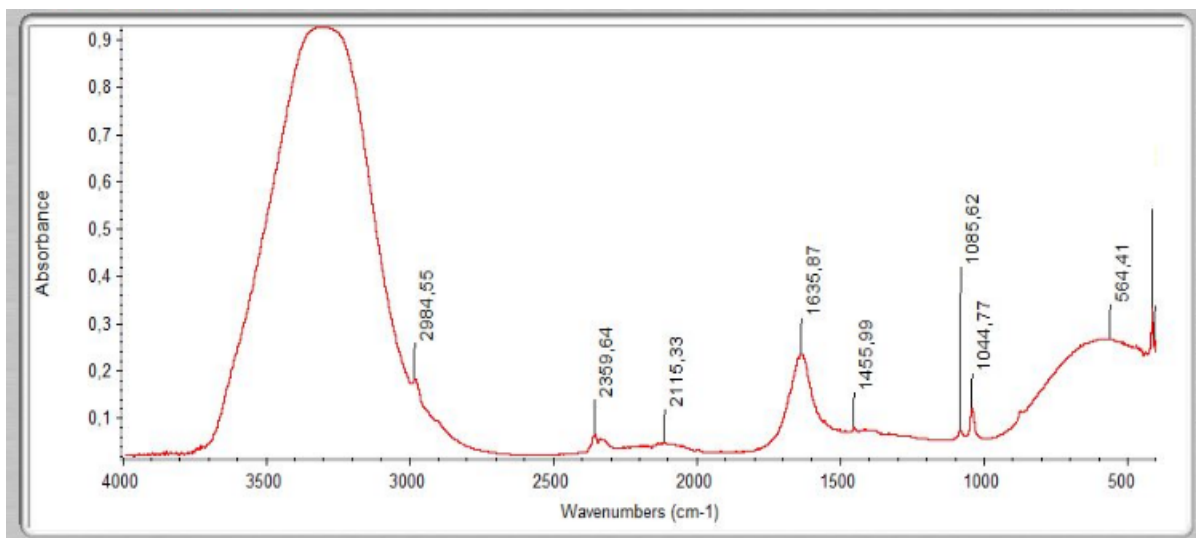


Έτσι, για το οινοποιείο Γαβαλάς 2008Α και Γαβαλάς 2008G παρατηρούμε ότι εμφανίζεται μικρός αριθμός κορυφών, εντός των οποίων εμφανίζεται και η κορυφή με την αλκοόλη, στην φασματική περιοχή 1090-1040  $\text{cm}^{-1}$ . Επίσης, γίνεται και μια σύγκριση μεταξύ των δύο δειγμάτων και παρατηρούμε ότι το ένα δείγμα τοποθετείται ακριβώς πάνω στο άλλο, με σχεδόν τον ίδιο αριθμό κορυφών.



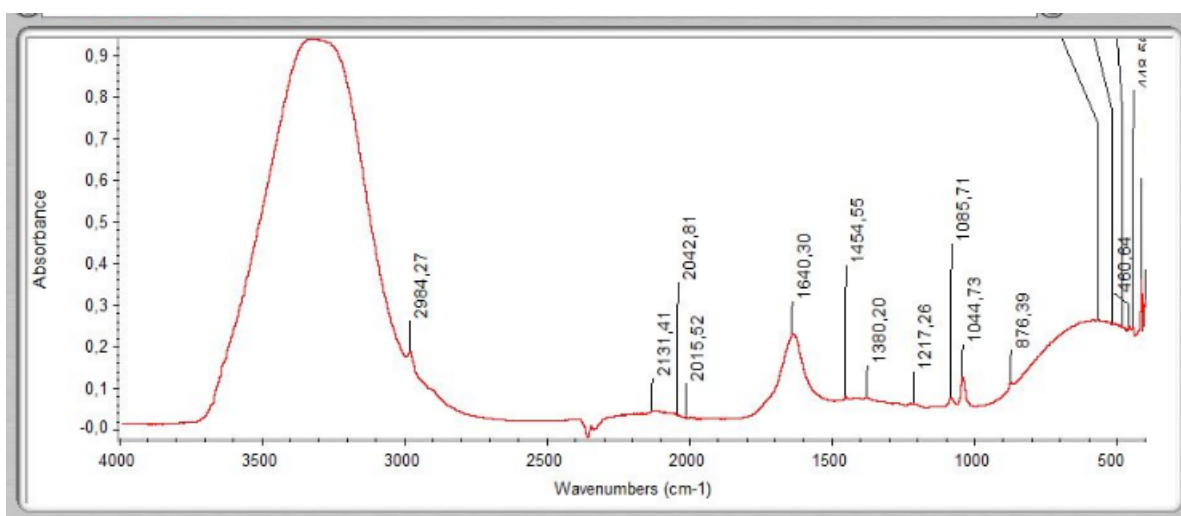
Εικ. 5.26 Απεικόνιση του μέσου φάσματος από το οινοποιείο Γαβαλάς 2004

Για το οινοποιείο Γαβαλάς 2004, στην παραπάνω εικόνα παρατηρούμε μικρό αριθμό κορυφών. Παρακάτω παρουσιάζονται τα φάσματα από το οινοποιείο Χατζηδάκης.



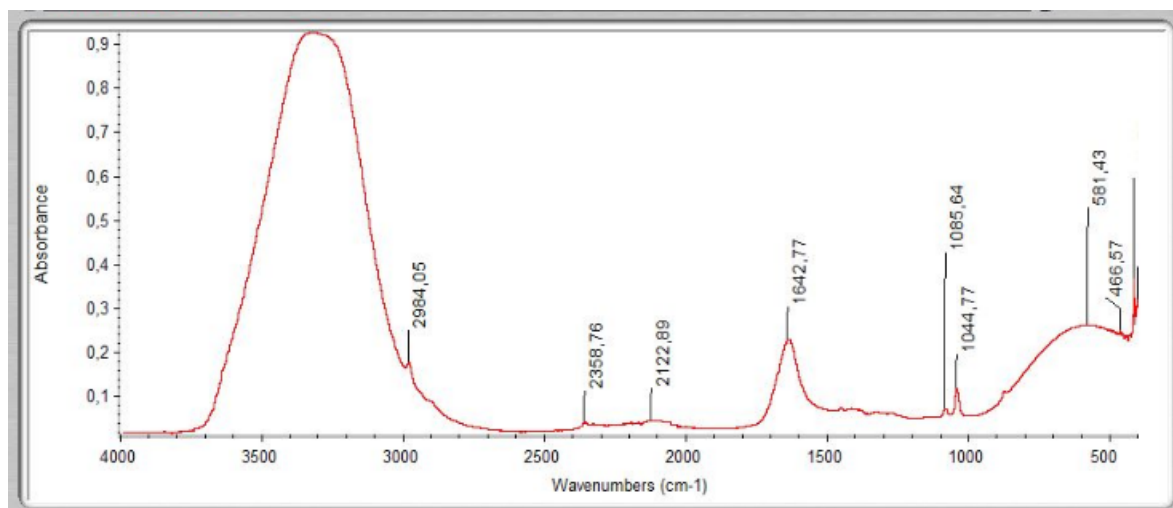
Εικ. 5.27 Απεικόνιση του μέσου φάσματος από το οινοποιείο Χατζηδάκης 2005

Στο οινοποιείο Χατζηδάκης 2005, παρατηρείτε μικρός αριθμός κορυφών, ενώ στην περιοχή 1085,62-1044,77 cm<sup>-1</sup> παρουσιάζεται η κορυφή της αλκοόλης. Επίσης, παρά το ότι έγινε λήψη background και εξαλείφθηκε η κορυφή του διοξειδίου, βλέπουμε μια μικρή κορυφή στην περιοχή καταγραφής του στα 2350 cm<sup>-1</sup>.



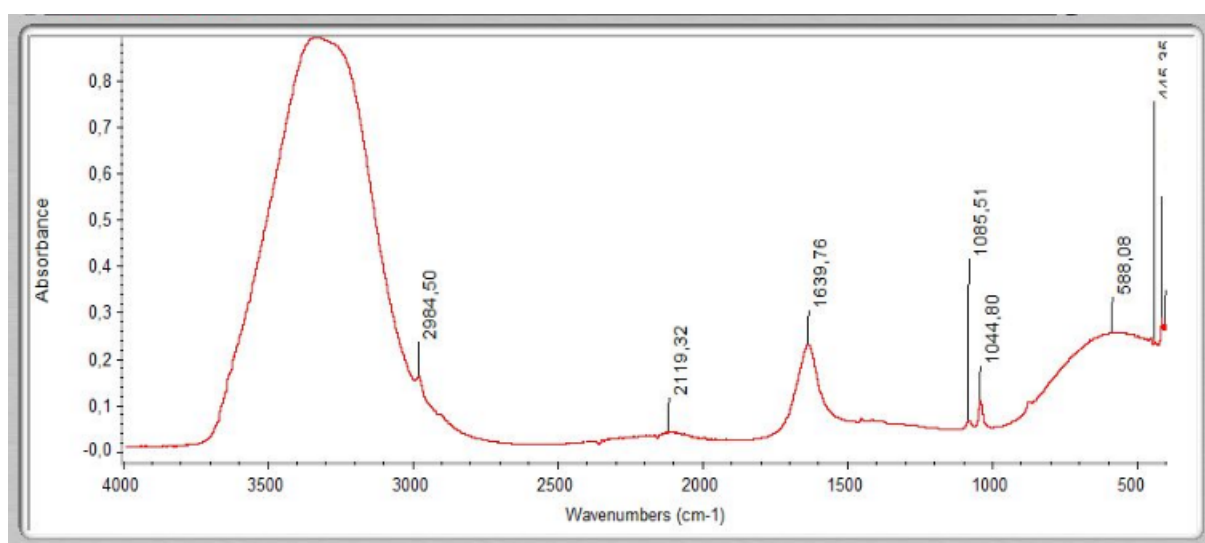
Εικ. 5.28 Απεικόνιση του μέσου φάσματος από το οινοποιείο Χατζηδάκης 2006

Στο οινοποιείο Χατζηδάκης 2006, παρατηρείτε μεγάλος αριθμός κορυφών με επιπλέον 4 κορυφές, μεγάλο ενδιαφέρον υπάρχει στην φασματική περιοχή 1640,30-1217,26  $\text{cm}^{-1}$  που αποτελεί το fingerprint.



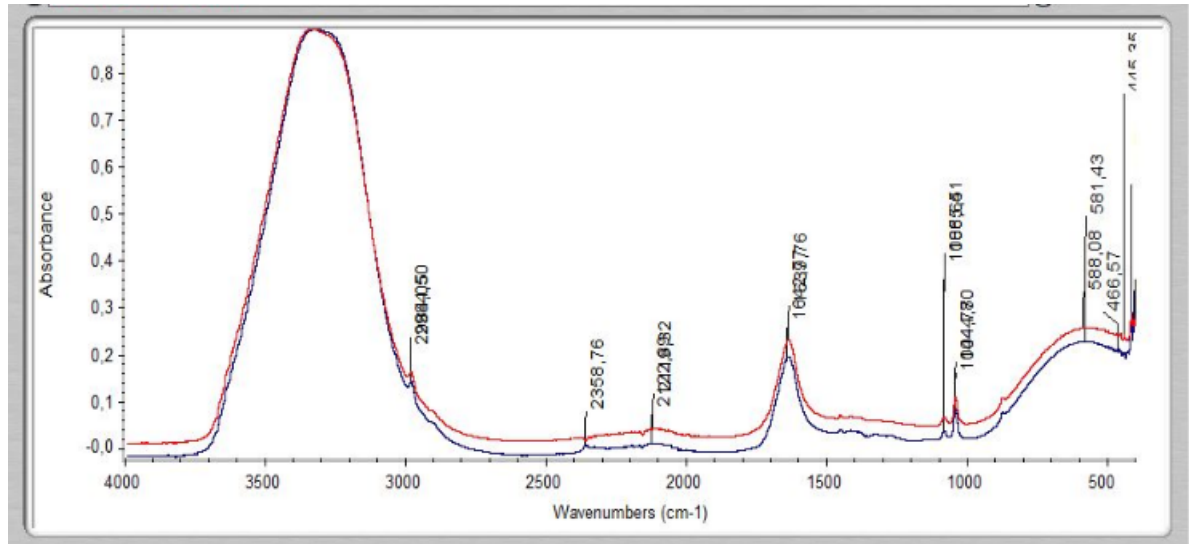
Εικ. 5.29 Απεικόνιση του μέσου φάσματος από το οινοποιείο Χατζηδάκης 2007 A

Στην παραπάνω απεικόνιση παρατηρούμε ότι με το background εδώ εξαλείφθηκε η μικρή περιοχή καταγραφής του διοξειδίου. Επίσης παρατηρείτε μικρός αριθμός κορυφών.



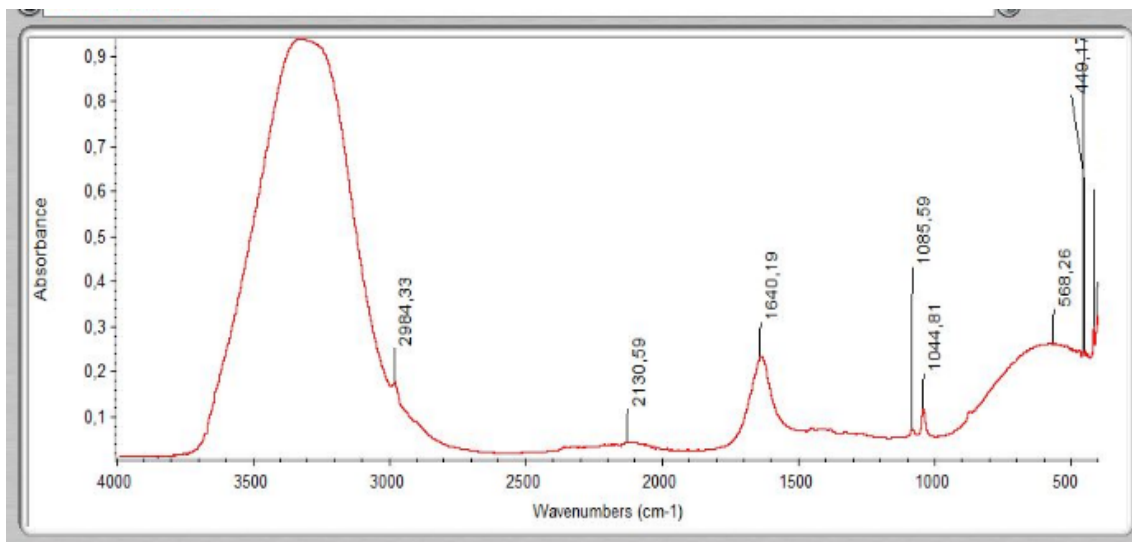
Εικ. 5.30 Απεικόνιση του μέσου φάσματος από το οινοποιείο Χατζηδάκης 2007G

Το παραπάνω οινοποιείο Χατζηδάκης 2007 G αποτελεί επανάληψη του δείγματος Χατζηδάκης 2007 A.



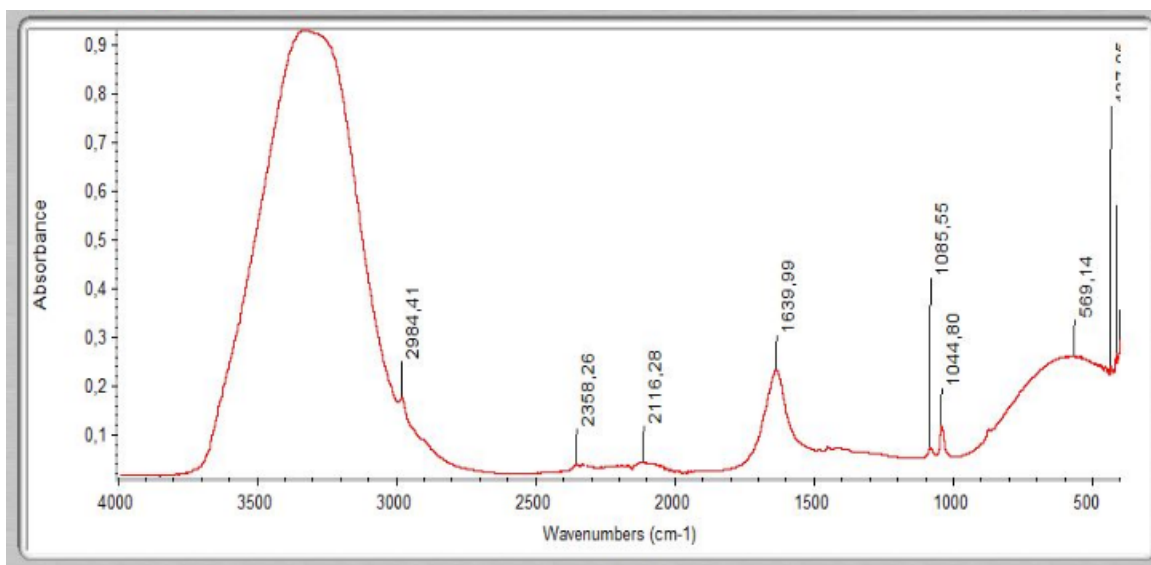
Εικ. 5.31 Απεικόνιση του μέσου φάσματος από το οινοποιείο Χατζηδάκης 2007A και Χατζηδάκης 2007G για σύγκριση.

Για το οινοποιείο Χατζηδάκης 2007A και Χατζηδάκης 2007G παρατηρούμε μικρό αριθμό κορυφών.

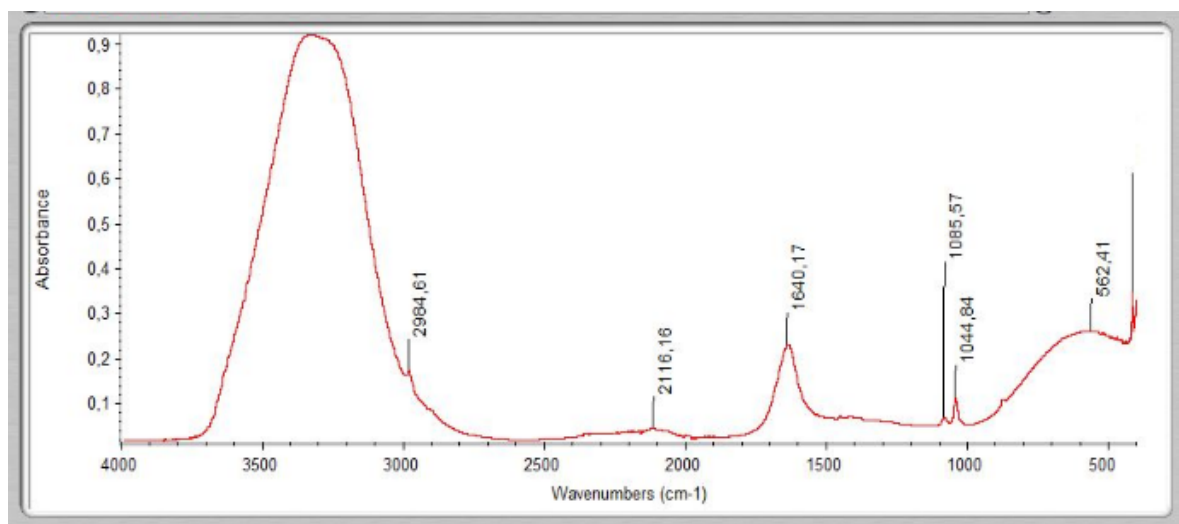


Εικ. 5.32 Απεικόνιση του μέσου φάσματος από το οινοποιείο Χατζηδάκης 2009

Στην παραπάνω εικόνα του οινοποιείου Χατζηδάκης 2009 παρατηρούμε μικρό αριθμό κορυφών.



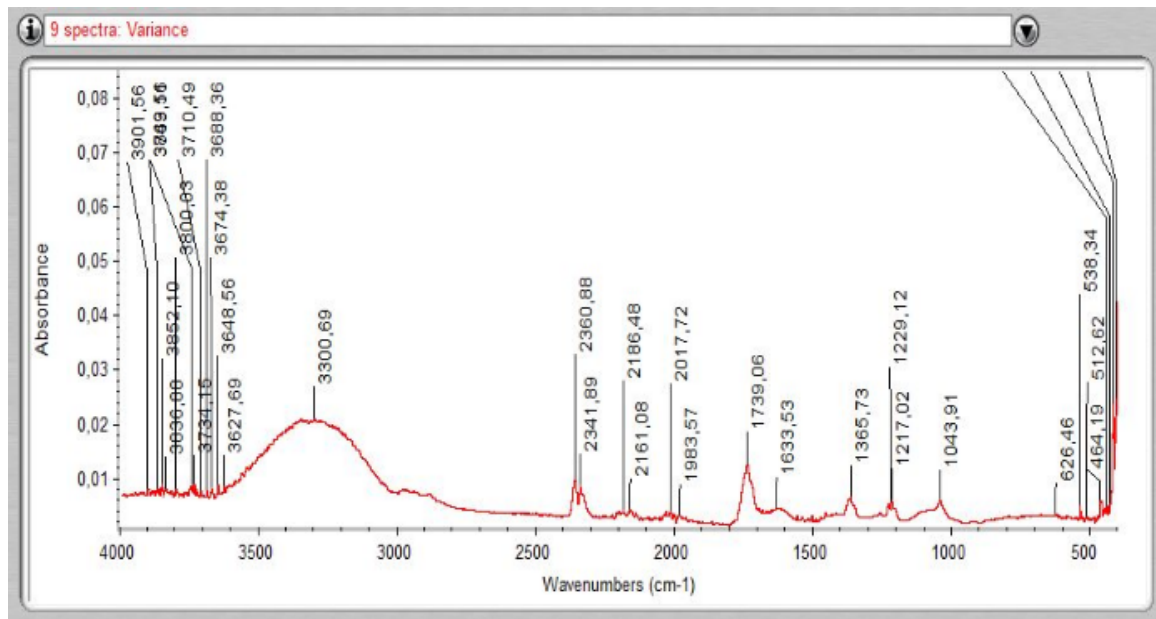
Εικ. 5.33 Απεικόνιση του μέσου φάσματος από το οινοποιείο Boutaris 2008 A



Εικ. 5.34 Απεικόνιση του μέσου φάσματος από το οινοποιείο Boutaris 2009

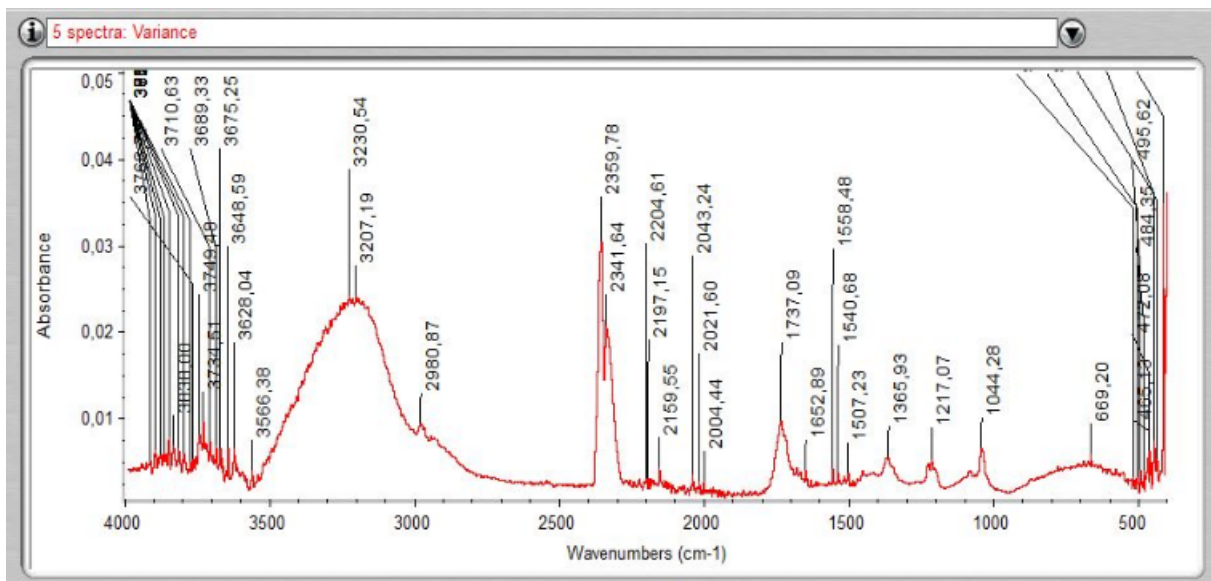
Για το οινοποιείο Boutaris 2008A και Boutaris 2009 παρουσιάζεται μικρός αριθμός κορυφών. Στο δείγμα του Boutaris 2008A παρατηρείτε μια νέα κορυφή στα 2358,56 cm-1.

Στην συνέχεια, επειδή από τα παραπάνω φάσματα δεν παρατηρούνται αρκετές κορυφές, δεν γίνεται να εξεταστούν οι διαφορές μεταξύ τους. Έτσι, μέσω του προγράμματος OMNIC πραγματοποιήθηκε στατιστική ανάλυση και πιο συγκεκριμένα variance. Το variance αποτελεί μια ανάλυση με την οποία καθορίζονται τα σημεία του φάσματος στα οποία υπάρχει μεγαλύτερη παραλλακτικότητα, άρα και μεγαλύτερες διαφοροποιήσεις. Επίσης, δίνεται και μια απεικόνιση των φασματικών περιοχών που παρουσιάζονται οι σημαντικότερες διαφορές μεταξύ των δειγμάτων. Αρχικά, πραγματοποιήθηκε variance ξεχωριστά στα οινοποιεία Santo και Χατζηδάκης, γιατί είχαν τα περισσότερα δείγματα από διαφορετικές χρονιές και σε δεύτερη φάση έγινε variance για όλα τα οινοποιεία μαζί για καλύτερη απεικόνιση των κορυφών.



Εικ. 5.35 Απεικόνιση του variance από όλες τις χρονιές για το οινοποιείο Santo Wine

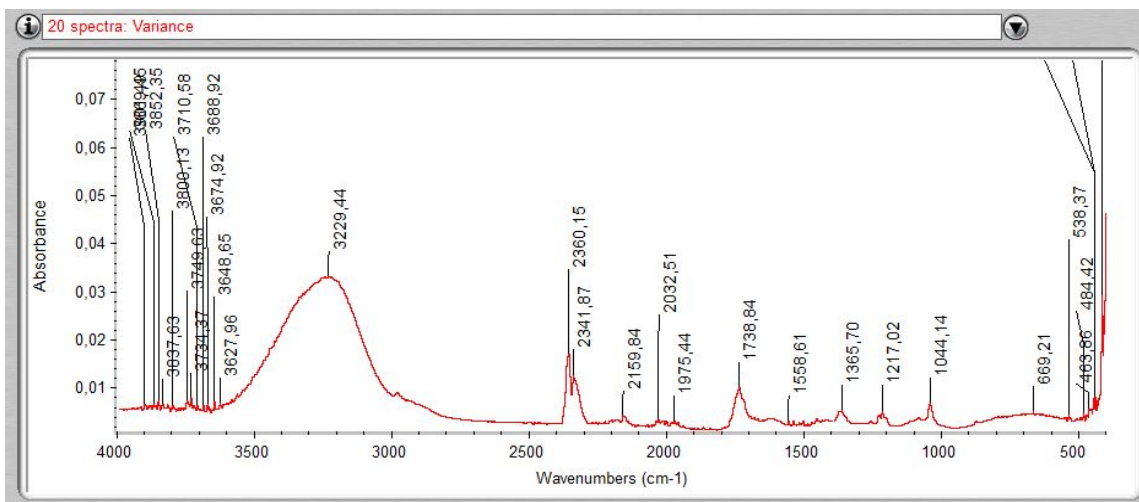
Από το παραπάνω σχήμα φαίνεται ότι τα δείγματα του Santo παρουσίασαν σημαντικές διαφορές τόσο στην περιοχή της υγρασίας, του διοξειδίου και της αλκοόλης, αλλά και στην περιοχή του fingerprint. Ιδιαίτερες διαφορές καταγράφηκαν στα 1633, 1365, 1229 και στα 1217 cm<sup>-1</sup>.



Εικ. 5.36 Απεικόνιση του variance από όλες τις χρονιές για το οινοποιείο Χατζηδάκης

Από το παραπάνω σχήμα φαίνεται ότι τα δείγματα του Χατζηδάκη παρουσίασαν σημαντικές διαφορές τόσο στην περιοχή της υγρασίας ( $3000\text{ cm}^{-1}$ ), του διοξειδίου ( $2350\text{ cm}^{-1}$ ) και της αλκοόλης ( $1050\text{ cm}^{-1}$ ), όσο και στην περιοχή του fingerprint. Ιδιαίτερες διαφορές καταγράφηκαν στα  $1633$ ,  $1365$ ,  $1229$  και  $1217\text{ cm}^{-1}$ . Επίσης η μεγάλη κορυφή στο διοξείδιο στα  $2350\text{ cm}^{-1}$  δείχνει ότι ανιχνεύτηκε η μεγάλη διαφορά που παρουσίασε το δείγμα του Χατζηδάκη με διοξείδιο από τα υπόλοιπα.





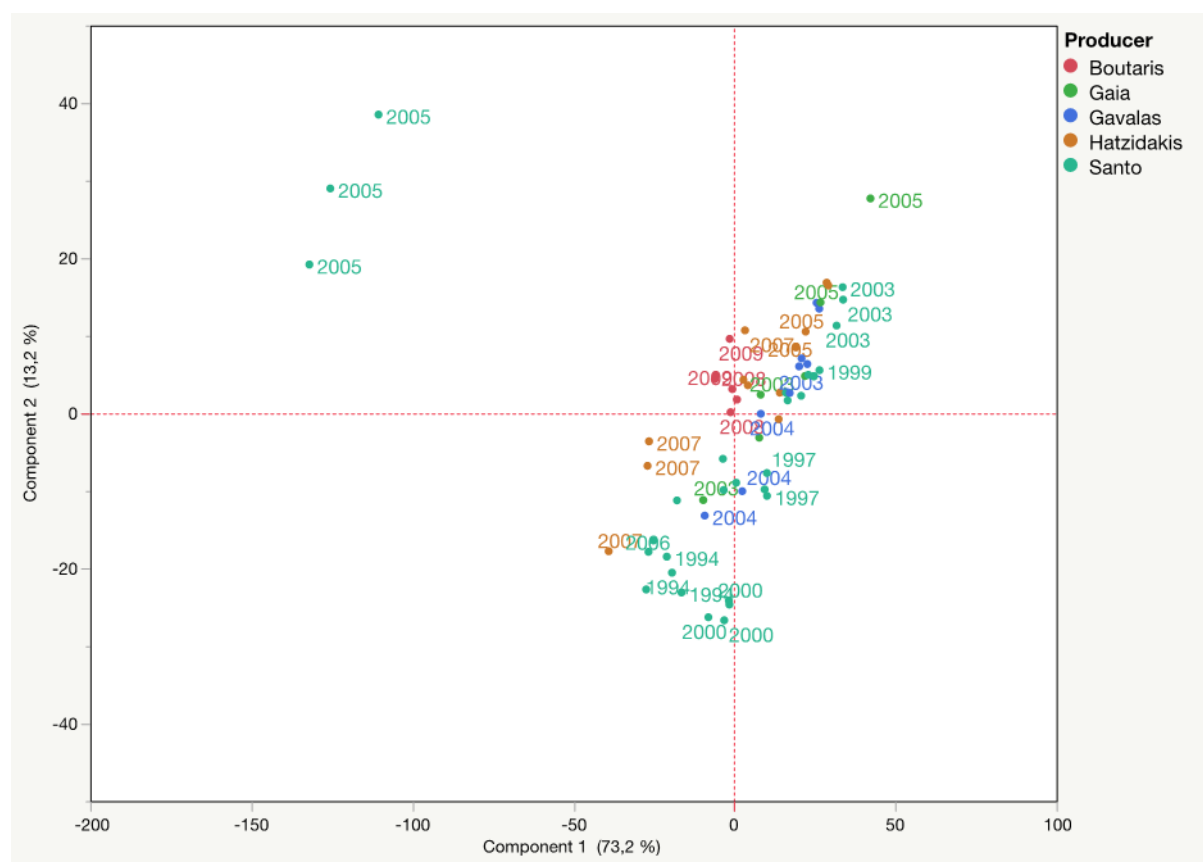
Εικ. 5.37 Απεικόνιση του variance από όλα τα οινοποιεία

Γενικά τα οινοποιεία λοιπόν, παρουσίασαν σημαντικές διαφορές τόσο στην περιοχή της υγρασίας, του διοξειδίου και της αλκοόλης, αλλά και στην περιοχή του fingerprint.

## 5.4 ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΟΜΑΔΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Στην συνέχεια, μέσω του προγράμματος JMP 16 τα δείγματα διαχωρίστηκαν στον χώρο με βάση διάφορες παραμέτρους και να μελετηθούν οι διαφορές τους.

### 5.4.1 ΑΝΑΛΥΣΗ PCA



Εικ. 5.38 Ομαδοποίηση των δειγμάτων στο χώρο με βάση την χρονιά

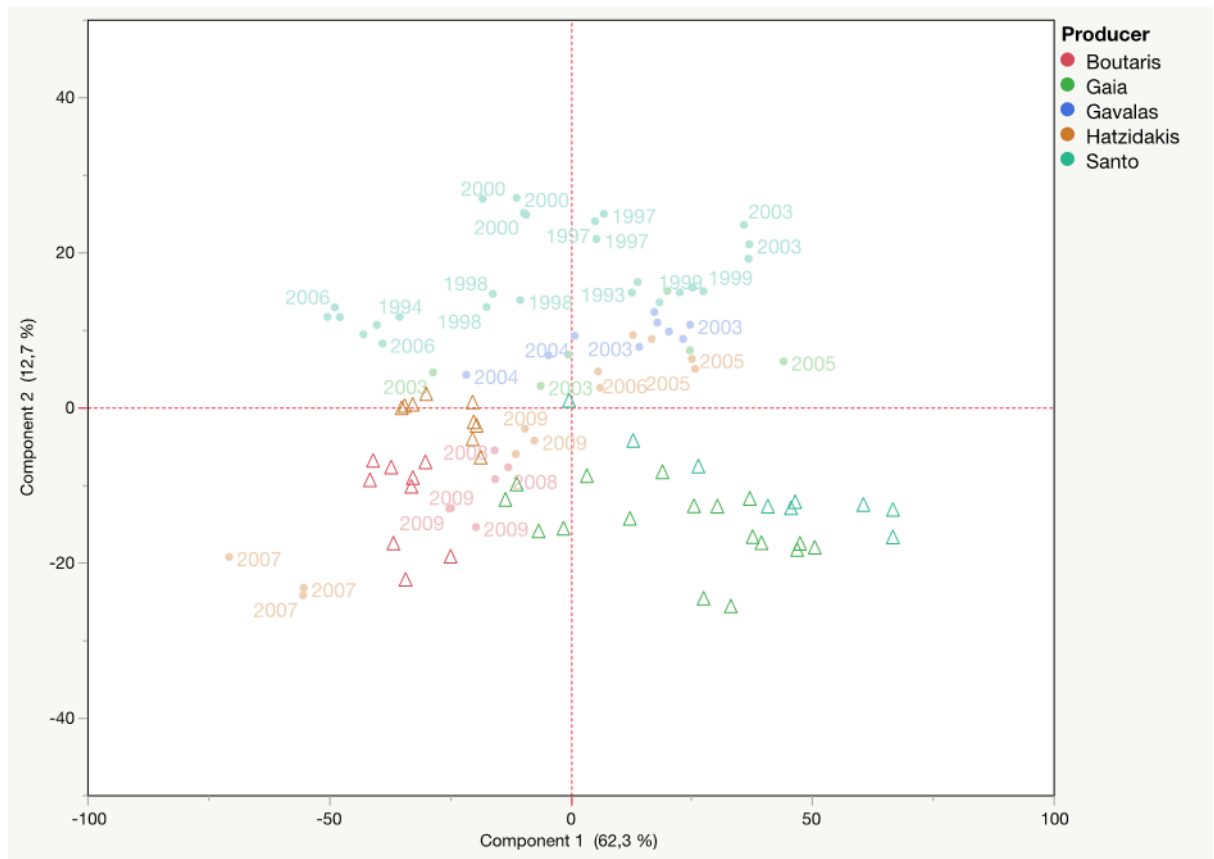
Από την παραπάνω εικόνα μπορούμε να παρατηρήσουμε πως υπάρχει μια αρχική ομαδοποίηση και ταξινόμηση των δειγμάτων στο χώρο. Πιο συγκεκριμένα παρατηρούμε ότι η κατανομή του δείγματος Santo 2005 παρουσιάζεται στο δεύτερο τεταρτημόριο και βγαίνει εκτός σε σχέση με τα υπόλοιπα δείγματα.



Εικ. 5.39 Ομαδοποίηση των δειγμάτων στο χώρο με βάση την χρονιά προσθέτοντας δείγματα του 2021

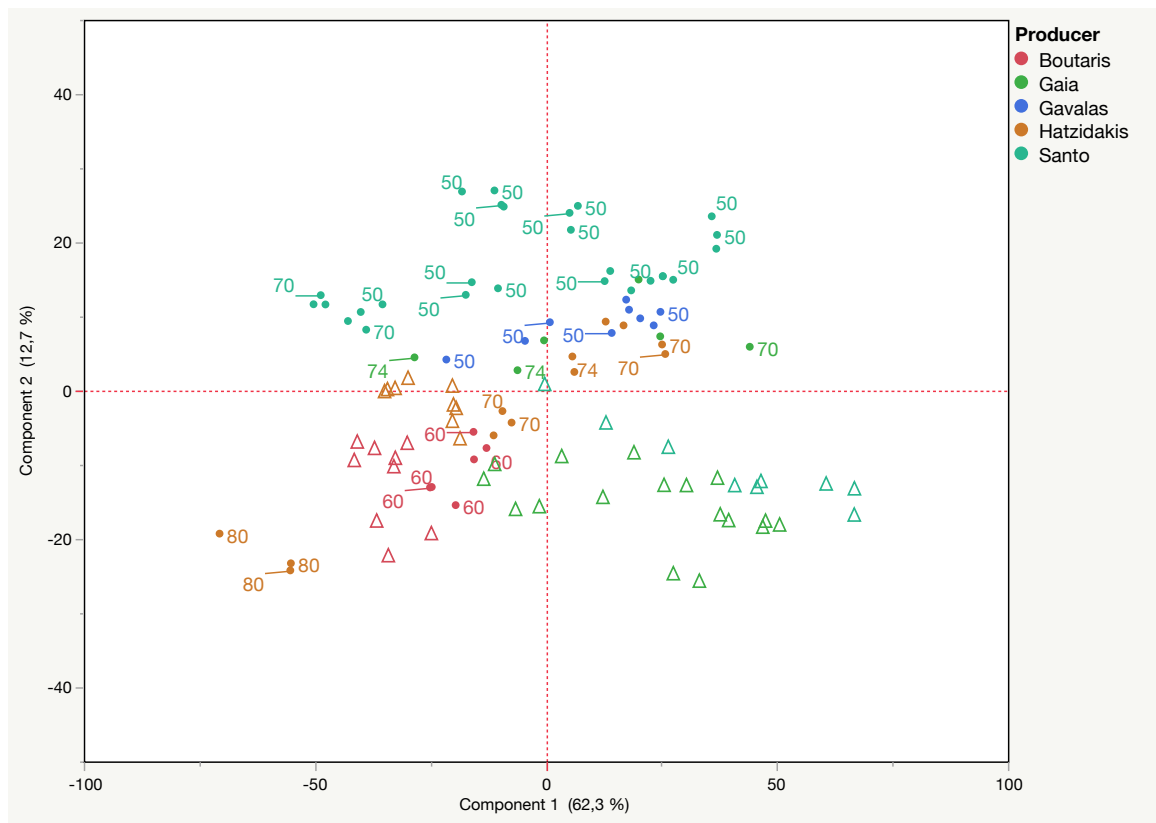
Στην εικόνα 5.39, παρατηρούμε στην οποία έχει γίνει προσθήκη των δειγμάτων του 2021 για όλα τα οινοποιεία, φαίνεται ότι το δείγμα του Santo2005 συνεχίζει να παραμένει εκτός από τα υπόλοιπα.





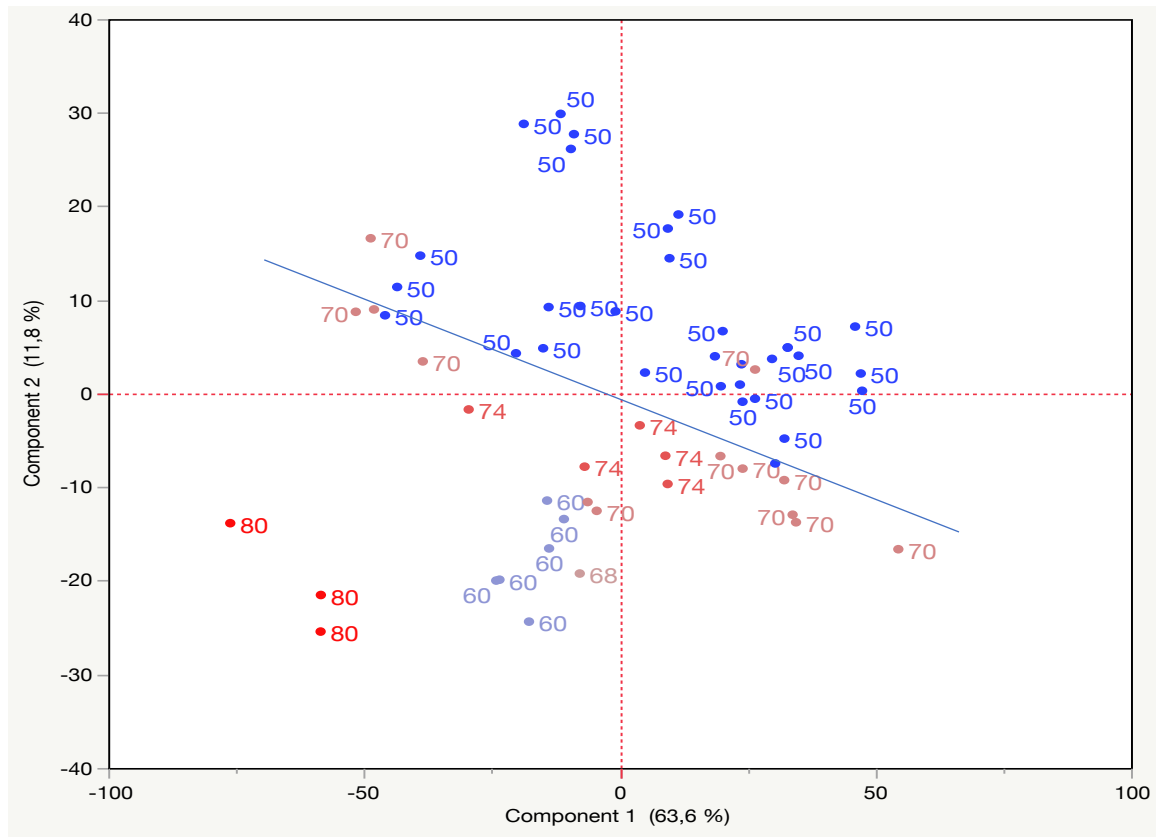
Εικ. 5.41 Ομαδοποίηση των δειγμάτων στο χώρο με βάση την χρονιά χωρίς το δείγμα του 2005

Παρατηρώντας την παραπάνω απεικόνιση παρατηρούμε πως αν αφαιρέσουμε το δείγμα του Santo 2005 είναι πιο εύκολο να διαχωρίσουμε τα δείγματά μας στο χώρο. Έτσι τα δείγματα του 2021 που παρουσιάζονται με το τρίγωνο βρίσκονται πάνω στον άξονα και προς τα κάτω μαζί με τα δείγματα του 2007, 2008, 2009. Ενώ τα πιο παλαιότερα δείγματα με τις χρονιές του 1993, 1994, 1997, 1998, 1999, 2002, 2003, 2004, 2005 και 2006 βρίσκονται πάνω από τους άξονες και απομακρύνονται. Έτσι δημιουργείται ένας διαχωρισμός ανάμεσα σε παλαιότερες χρονιές (1993-2006) και σε πιο νέες χρονιές (2007-2021).



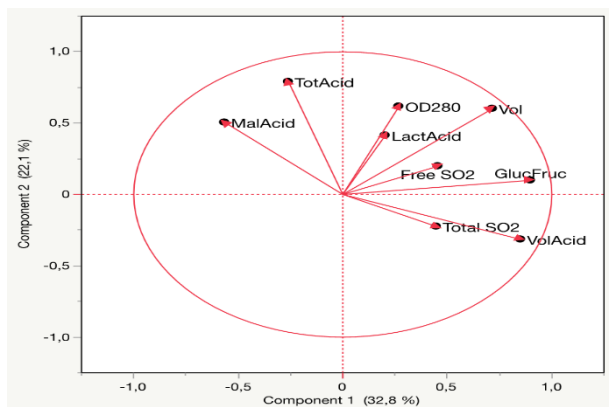
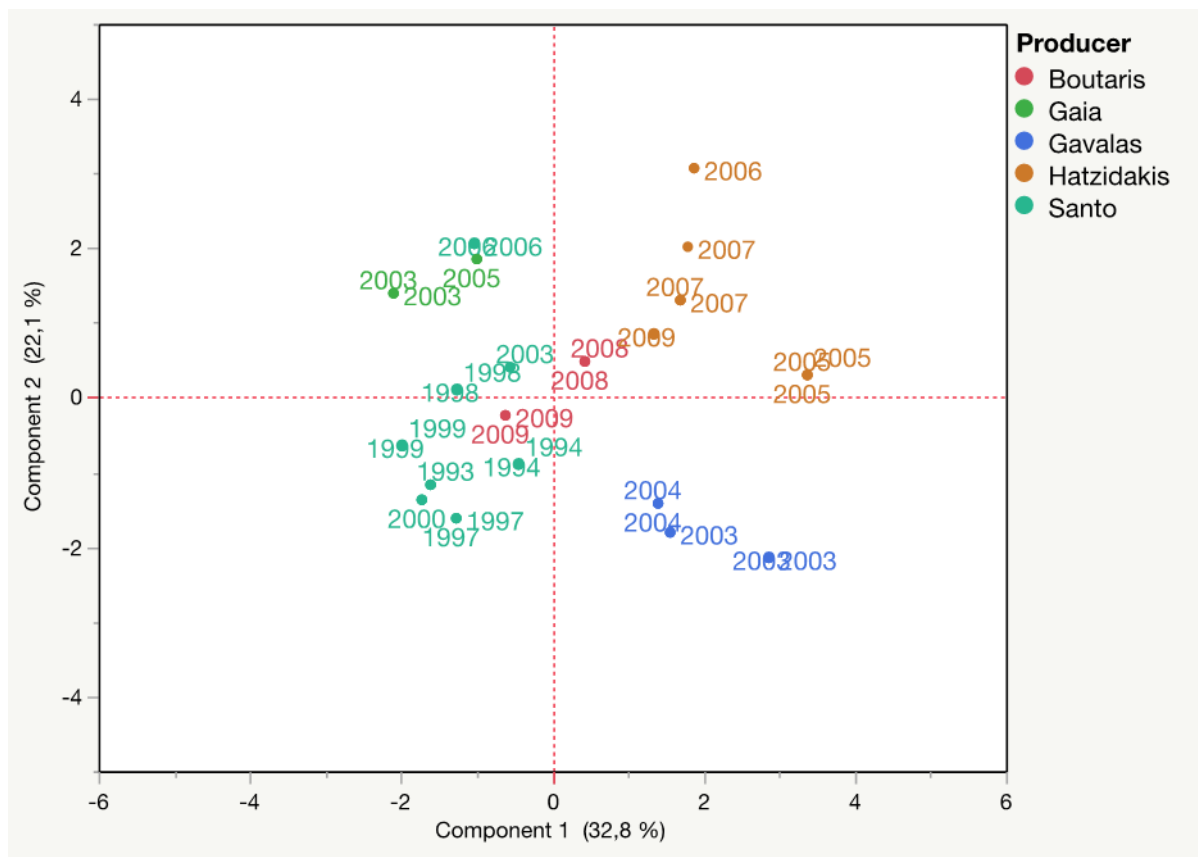
Εικ. 5.42 Ομαδοποίηση των δειγμάτων στο χώρο με βάση την βαθμολογία χωρίς το δείγμα 2005

Στην εικόνα που απεικονίζεται παραπάνω, παρατηρούμε ότι οι καλές βαθμολογίες (60,70,80) είναι προς το κέντρο των αξόνων και κάτω, όπως τα δείγματα από όλους τους παραγωγούς του 2021, του Χατζηδάκη, του Boutaris και Γαία, ενώ οι πιο χαμηλές βαθμολογίες (50) είναι στο πάνω μέρος πιο μακριά από το κέντρο, όπως τα οινοποιεία του Santo Wines και Γαβαλά.



Εικ. 5.43 Ομαδοποίηση των δειγμάτων στο χώρο με βάση την βαθμολογία χωρίς το δείγμα Santo του 2005 και τα δείγματα του 2021

Στην παραπάνω εικόνα, παρατηρούμε ότι αν αφαιρέσουμε τα δείγματα του 2005 και του 2021 οι χαμηλές βαθμολογίες (50) είναι στο πάνω μέρος του άξονα, ενώ οι υψηλότερες παρουσιάζονται στο κάτω μέρος. Επίσης σημαντική παρατήρηση είναι, ότι η καλύτερη βαθμολογία (80) απεικονίζεται πιο μακριά από τις μικρότερες βαθμολογίες μεταξύ των δειγμάτων.

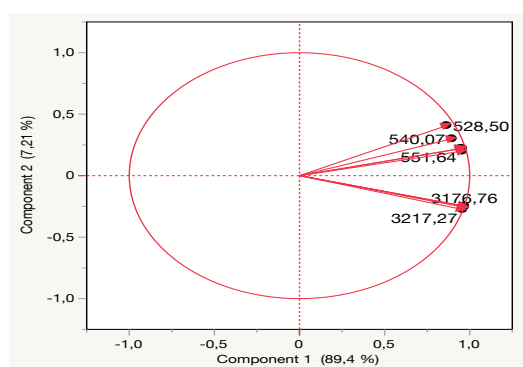
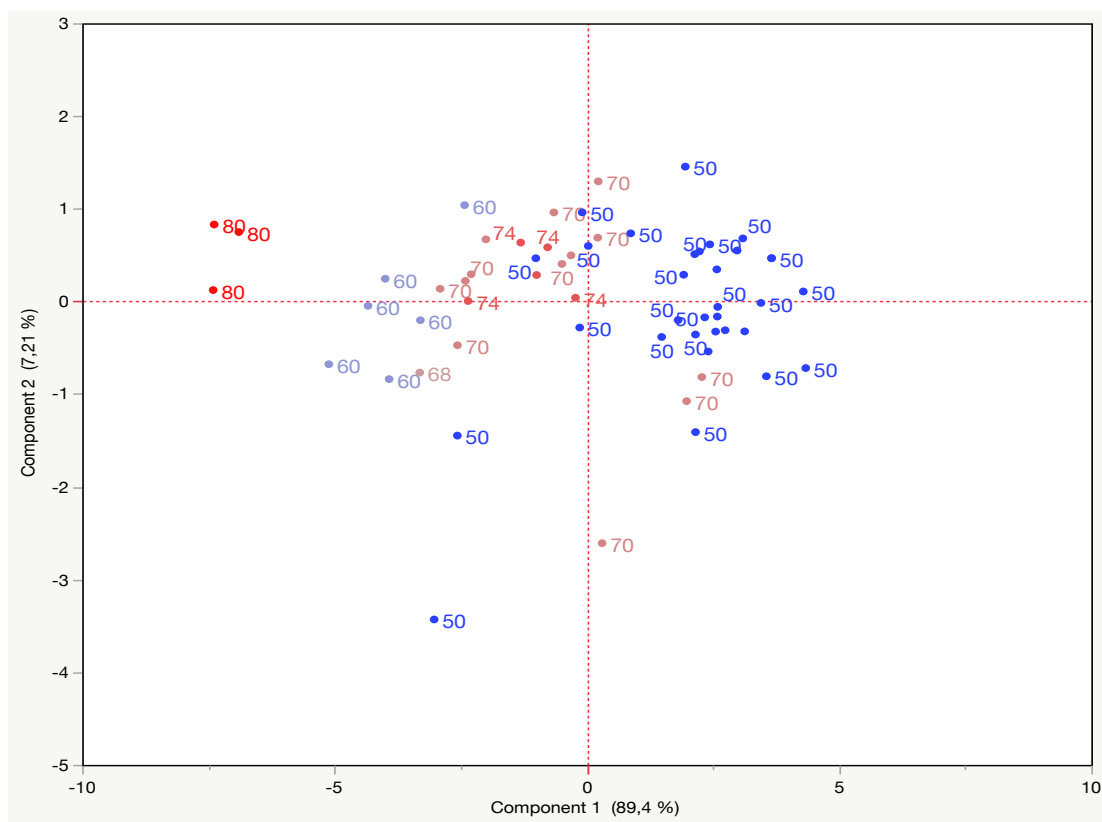


**Εικ. 5.44** Παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης PCA στην οποία χρησιμοποιήθηκαν οι κλασσικές αναλύσεις

Με βάση τις παραπάνω εικόνες παρατηρούμε μια κατανομή στο χώρο που στηρίζεται στα αποτελέσματα των κλασσικών αναλύσεων. Αρχικά στο πρώτο τεταρτημόριο παρουσιάζονται τα δείγματα του Χατζηδάκη, τα οποία είχαν το υψηλότερο αλκοόλ, και της υψηλότερες συγκεντρώσεις γαλακτικού. Επίσης ο Χατζηδάκης του 2005 εμφανίζει την υψηλότερη συγκέντρωση αναγόντων σακχάρων από όλα τα δείγματα και για αυτό εμφανίζεται σε εκείνη την θέση. Στο δεύτερο τεταρτημόριο παρουσιάζονται



τα δείγματα του οινοποιείου Γαία, τα οποία είχαν την υψηλότερη οξύτητα και το υψηλότερο μηλικό. Μαζί με τα δείγματα της Γαίας εμφανίζεται και το δείγμα του Santo 2006, το οποίο είχε επίσης υψηλό μηλικό. Στο τρίτο τεταρτημόριο παρουσιάζονται τα περισσότερα δείγματα του Santo, τα οποία είχαν το χαμηλότερο αλκοόλ. Τέλος στο τέταρτο τεταρτημόριο παρουσιάζονται τα δείγματα του Γαβαλά, τα οποία είχαν της υψηλότερες πτητικές οξύτητες και της μεγαλύτερες συγκεντρώσεις σε ολικό θειώδες.



Εικ 5.45 Ομαδοποίηση των δειγμάτων στο χώρο με βάση την γευσιγνωσία μειώνοντας κάποιες μεταβλητές

Έτσι σε συνέχεια των αποτελεσμάτων που πάρθηκαν από το πίνακα 5.44, προέκυψε η ερώτηση για το ποιοι είναι οι σημαντικότεροι κυματαριθμοί για να γίνει prediction για

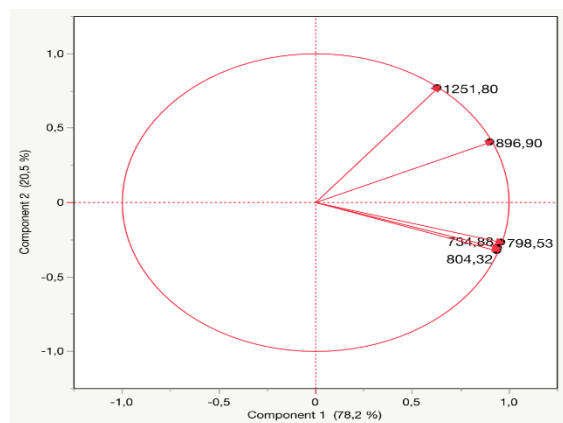
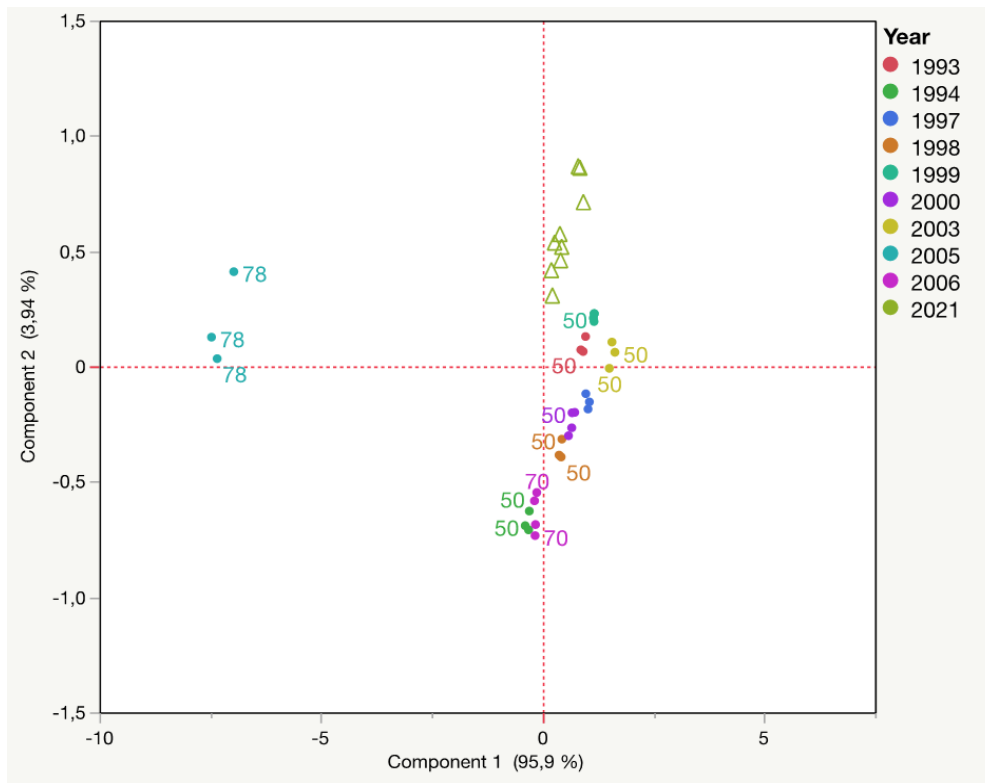
την γευσίγνωσία. Με βάση τα αποτελέσματα του δεύτερου πίνακα στην εικόνα 33, φαίνεται ότι οι κυματαριθμοί με τους οποίους έγινε ο διαχωρισμός ανήκουν στις περιοχές 520-555 cm<sup>-1</sup> και 3170-3220 cm<sup>-1</sup>. Όπου στην περιοχή 520-555 cm<sup>-1</sup> παρουσιάζονται οι αλο-ενώσεις και στην περιοχή 3170-3220 cm<sup>-1</sup> παρουσιάζεται η υγρασία. Από το παραπάνω πίνακα φαίνεται ότι τα δείγματα με της υψηλότερες βαθμολογίες απομακρύνονται από το σημείο που παρουσιάζονται οι αλο-ενώσεις.

<https://www.tofwerk.com/wp-content/uploads/TOFWERK-VCA-haloanisoles-and-halophenols-1.pdf>

#### 5.4.2 ΔΙΑΚΡΙΤΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Η ανάλυση του PCA έδειξε αρκετές διαφορές αλλά θα ήταν σημαντικό να δούμε και τι συμβαίνει στην διακριτή ανάλυση (discriminant analysis). Για αρχή, πραγματοποιήσαμε διακριτή ανάλυση μόνο στα Santo, επειδή αποτελεί ένα συμπαγές δείγμα με παραπάνω δείγματα από περισσότερες διαφορετικές χρονιές. Έτσι, οι ισχυρότερες μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν για της παρακάτω απεικονίσεις ώστε να γίνει η διακριτή ανάλυση (discriminant analysis) ήταν οι φασματικές περιοχές 734,88-798,53, 804,32-896,90 και η 1251,80.

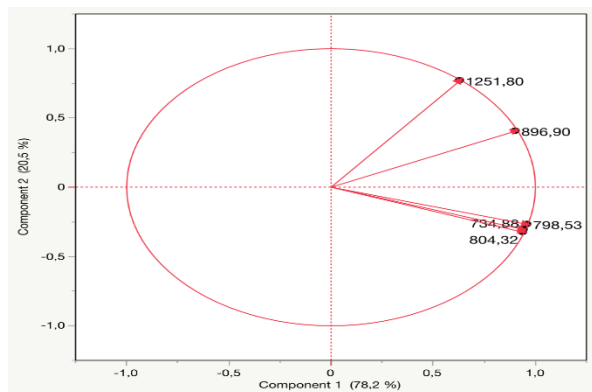
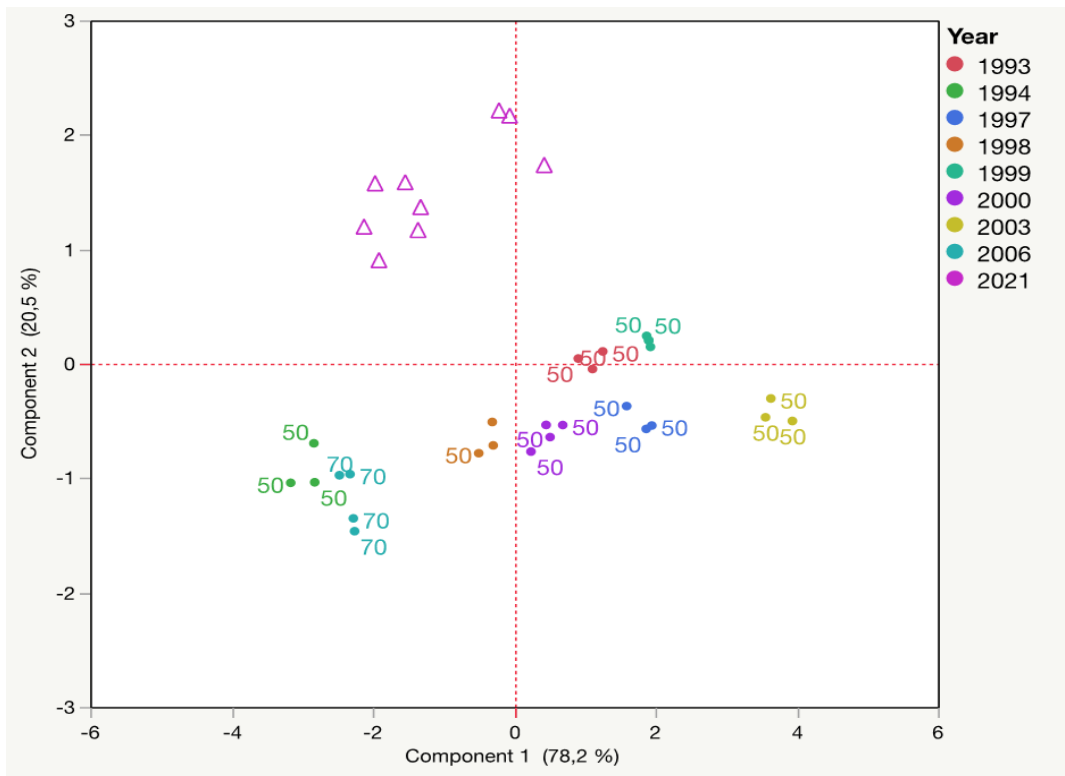
<https://www.sigmaaldrich.com/GR/en/technical-documents/technical-article/analytical-chemistry/photometry-and-reflectometry/ir-spectrum-table>



Εικ. 5.46 Ομαδοποίηση των δειγμάτων μόνο για τα Santo προσθέτοντας μαζί με του 2021 με βάση την βαθμολογία

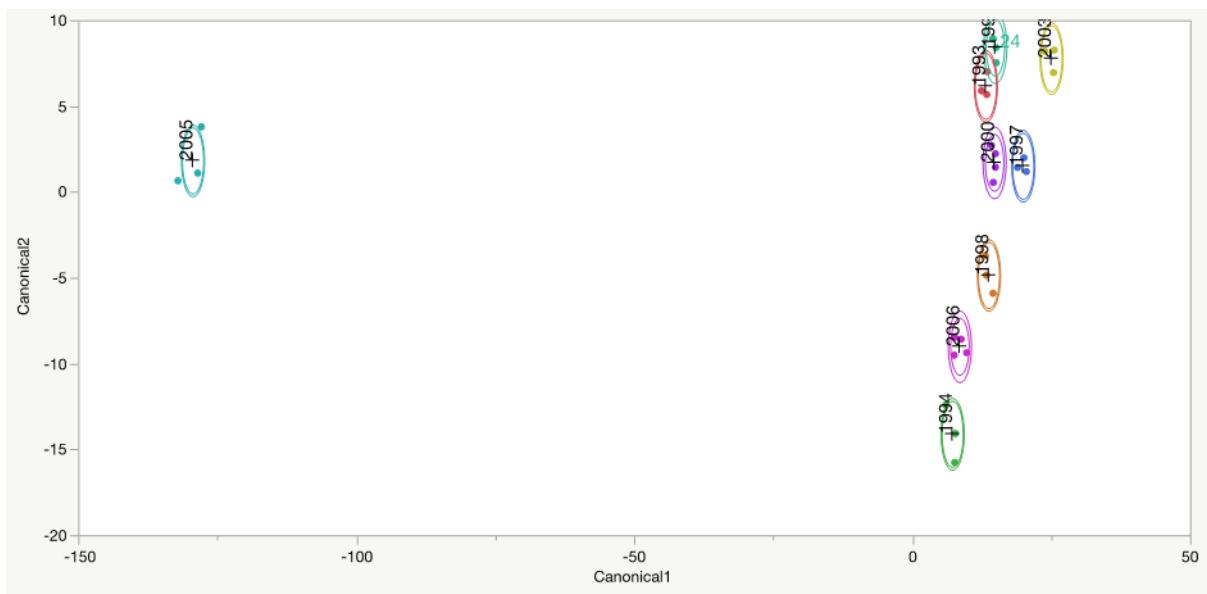
Στην παραπάνω εικόνα 5.46, γίνεται κατανομή στο χώρο μόνο των δειγμάτων του οινοποιείου Santo από 1993-2021, με βάση την βαθμολογία τους. Η κατανομή έγινε με βάση των φασματικών περιοχών 734,88-896,90  $\text{cm}^{-1}$  και την φασματική περιοχή 1251,80  $\text{cm}^{-1}$ . Στην περιοχή 734,88-896,90  $\text{cm}^{-1}$  εντοπίζονται διάφορα αλκένια, ενώ στην περιοχή 1251,80  $\text{cm}^{-1}$  εντοπίζεται η ένωση alkyl aryl ether, που είναι ένα είδος αιθέρα. Έτσι παρατηρούμε ότι όλα τα δείγματα του 2021 που βρίσκονται στο πρώτο τεταρτημόριο που σχετίζονται με την ένωση alkyl aryl ether. Το Santo 2005 συνεχίζει να είναι απομακρυσμένο, ενώ η πλειοψηφία των δειγμάτων βρίσκεται προς τα δεξιά του άξονα.

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



Εικ. 5.47 Ομαδοποίηση των δειγμάτων μόνο για Santo μαζί με του 2021 αφαιρώντας τα δείγματα του 2005 με βάση την βαθμολογία

Στην συνέχεια της προηγούμενης απεικόνισης και αφού αφαιρέθηκε το Santo2005, παρατηρείτε μια πιο ξεκάθαρη κατανομή στο χώρο με το δείγμα του 2021, το οποίο διαχωρίζεται σημαντικά από τα υπόλοιπα δείγματα, αφού βρίσκεται πάνω και αριστερά από το κέντρο των αξόνων. Από την άλλη η πλειοψηφία των δειγμάτων βρίσκεται κάτω και δεξιά από το κέντρο των αξόνων.



Εικ. 5.48 Διακριτή ανάλυση στα Santo wines με βάση το χρόνο

Με βάση της σημαντικές μεταβλητές παρατηρούμε ότι το Santo Wine 2005 συνεχίζει το διαχωρισμό από τα υπόλοιπα δείγματα. Στον διαχωρισμό αυτό δεν υπάρχει κάποιος εμφανής λόγος που συμβαίνει κάτι τέτοιο γιατί από της αναλύσεις δεν υπάρχει κάποια μέτρηση στο να ξεχωρίζει το Santo Wines 2005 από τα υπόλοιπα δείγματα. Επίσης εκτός από το διαχωρισμό τα δείγματα μπορούμε και να τα ποσοτικοποιήσουμε, δηλαδή όπως βλέπουμε και στην παραπάνω εικόνα τα δείγματα δεν κατευθύνονται γραμμικά. Έτσι τα δείγματα του Santo Wines 1993 είναι αρκετά κοντά με τα δείγματα του Santo Wines 1999, όπως και τα δείγματα του Santo Wines 1994 είναι κοντά με του Santo Wines 2006. Έτσι με αυτό το τρόπο, η επιτυχία αυτού του μοντέλου που προέκυψαν τα παραπάνω αποτελέσματα όπως θα δούμε στον πίνακα 35 και 36 μας έδωσε 0 misclassified (εσφαλμένη ταξινόμηση) δηλαδή 100% επιτυχία χωρίς καμία απόκλιση.

Source	Count	Number Misclassified	Percent Misclassified	Entropy RSquare
Training	30	0	0,00000	0,99807

Πίνακας 5 Επιτυχία εκπαίδευσης μοντέλου

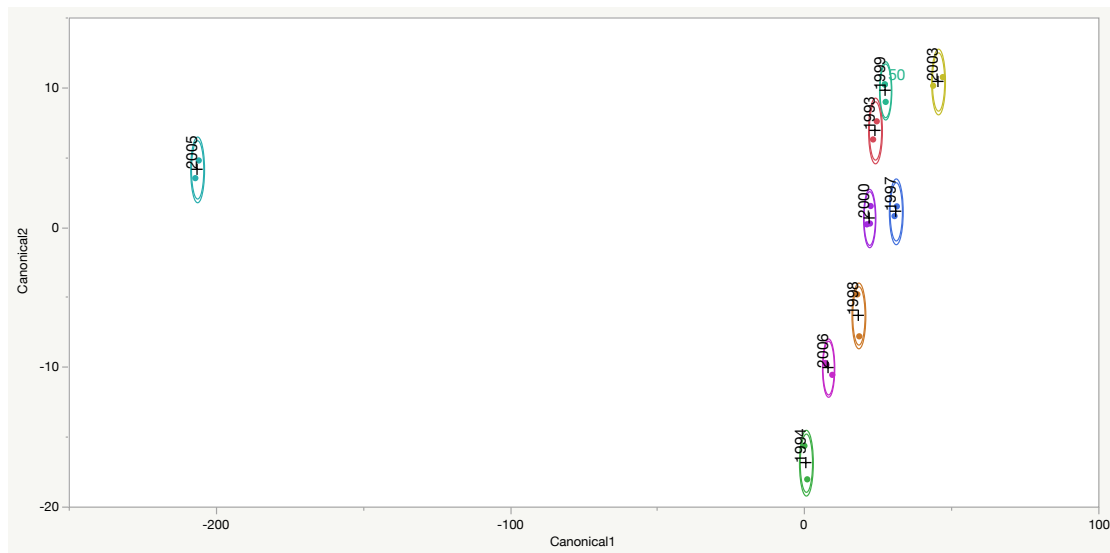
<b>Actual</b>		<b>Predicted Count</b>							
<b>Year</b>	<b>1993</b>	<b>1994</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2003</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>
1993	3	0	0	0	0	0	0	0	0
1994	0	3	0	0	0	0	0	0	0
1997	0	0	3	0	0	0	0	0	0
1998	0	0	0	3	0	0	0	0	0
1999	0	0	0	0	4	0	0	0	0
2000	0	0	0	0	0	4	0	0	0
2003	0	0	0	0	0	0	3	0	0
2005	0	0	0	0	0	0	0	3	0
2006	0	0	0	0	0	0	0	0	4

<b>Actual</b>		<b>Predicted Rate</b>							
<b>Year</b>	<b>1993</b>	<b>1994</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2003</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>
1993	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1994	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1997	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1998	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1999	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000
2003	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000
2005	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000
2006	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000

Πίνακας 6 Οι πραγματικές τιμές σε σχέση με τις προβλέψεις

Ωστόσο το ποσοστό επιτυχίας για να έχει μεγαλύτερο αντίκτυπο κάναμε επικύρωση (validation) βγάζοντας κάποια δείγματα εκτός από το ίδιο το μοντέλο.



Εικ. 5.49 Διακριτή ανάλυση για επικύρωση αφαιρώντας κάποια δείγματα από το ίδιο το μοντέλο.

Έτσι στο παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα δείγματα που επαλήθευσε το πρόγραμμα για επικύρωση με τα χαρακτηριστικά του κάθε δείγματος και συμβολίζονται με το σύμβολο v.

Row	Actual	SqDist(Actual)	Prob(Actual)	Predicted	Prob(Pred)
1	2000	3,37549	1,0000	2000	1,0000
2	2000	1,24683	1,0000	2000	1,0000
3	2000	3,48728	1,0000	2000	1,0000
4	2000	4,99466	1,0000	v 2000	1,0000
5	2005	4,92972	1,0000	2005	1,0000
6	2005	4,92972	1,0000	2005	1,0000
7	2005	77,79709	1,0000	v 2005	1,0000
8	1998	2,94292	1,0000	1998	1,0000
9	1998	2,94292	1,0000	1998	1,0000
10	1998	7,10327	1,0000	v 1998	1,0000
11	2006	4,36717	1,0000	2006	1,0000
12	2006	3,36210	1,0000	2006	1,0000



Row	Actual	SqDist(Actual)	Prob(Actual)	Predicted	Prob(Pred)
13	2006	2,08634	1,0000	2006	1,0000
14	2006	9,78271	1,0000	V 2006	1,0000
15	2003	3,07422	1,0000	2003	1,0000
16	2003	3,07422	1,0000	2003	1,0000
17	2003	33,91327	1,0000	V 2003	1,0000
18	1997	2,55608	1,0000	1997	1,0000
19	1997	2,55608	1,0000	1997	1,0000
20	1997	2,23897	1,0000	V 1997	1,0000
21	1994	2,42440	1,0000	1994	1,0000
22	1994	2,42440	1,0000	1994	1,0000
23	1994	22,59575	1,0000	V 1994	1,0000
24	1999	1,08301	1,0000	1999	1,0000
25	1999	1,08301	1,0000	1999	1,0000
26	1999	4,33203	0,9993	1999	0,9993
27	1999	6,19021	0,9998	V 1999	0,9998
28	1993	1,86103	1,0000	1993	1,0000
29	1993	12,94699	1,0000	V 1993	1,0000
30	1993	1,86103	0,9994	1993	0,9994

Πίνακας 7 Τα δείγματα που χρησιμοποιούνται για validation

Έτσι η επιτυχία αυτού του μοντέλου που προέκυψαν τα παραπάνω αποτελέσματα μας έδωσε 0 misclassified δηλαδή 100% επιτυχία χωρίς καμία απόκλιση όπως θα δούμε στους πίνακες 8 και 9.

Source	Count	Number Misclassified	Percent Misclassified	Entropy RSquare
Training	21	0	0,00000	0,99997
Validation	9	0	0,00000	0,99999

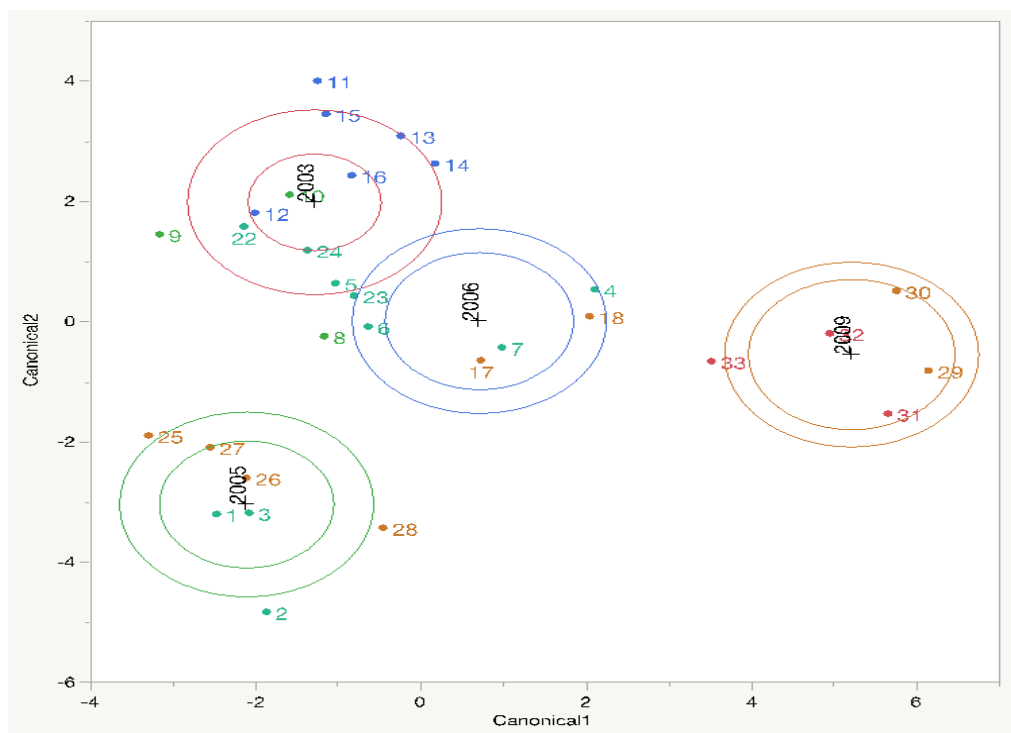
Πίνακας 8 Επιτυχία μοντέλου για training και validation

<b>Actual</b>	<b>Predicted Count</b>								
<b>Year</b>	<b>1993</b>	<b>1994</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2003</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>
1993	2	0	0	0	0	0	0	0	0
1994	0	2	0	0	0	0	0	0	0
1997	0	0	2	0	0	0	0	0	0
1998	0	0	0	2	0	0	0	0	0
1999	0	0	0	0	3	0	0	0	0
2000	0	0	0	0	0	3	0	0	0
2003	0	0	0	0	0	0	2	0	0
2005	0	0	0	0	0	0	0	2	0
2006	0	0	0	0	0	0	0	0	3

<b>Actual</b>	<b>Predicted Rate</b>								
<b>Year</b>	<b>1993</b>	<b>1994</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2003</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>
1993	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1994	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1997	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1998	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1999	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000
2003	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000
2005	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000
2006	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000

Πίνακας 9 Οι πραγματικές τιμές σε σχέση με τις προβλέψεις

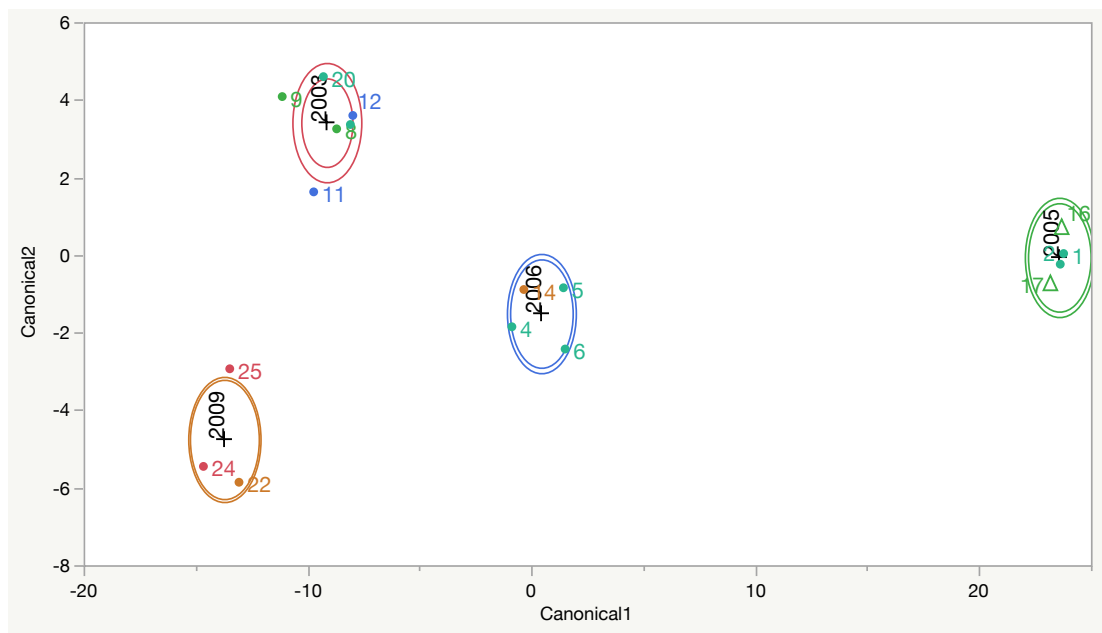
Έτσι με αυτό το τρόπο πραγματοποιήσαμε διακριτή ανάλυση μόνο για τα Santo wines, γιατί ήταν ένα συμπαγές δείγμα από αρκετές χρονιές και θέλαμε να δούμε τι γίνεται. Ωστόσο παρακάτω θέλοντας να αυξήσουμε την παραλλακτικότητα, προσθέσαμε και επιπλέον οινοποιεία τα οποία ήταν με περισσότερα από ένα δείγμα για να δούμε τι θα συμβεί.



Εικ. 5.50 Διακριτική ανάλυση μειώνοντας κάποιες μεταβλητές και προσθέτοντας επιπλέον οινοποιεία

Οι σημαντικότερες μεταβλητές στον παραπάνω πίνακα ήταν οι φασματικές περιοχές 500-545  $\text{cm}^{-1}$ , 2080-2170  $\text{cm}^{-1}$  και 3510-3530  $\text{cm}^{-1}$ . Άρα με βάση αυτές της μεταβλητές στο παραπάνω πίνακα παρατηρούμε ότι στα δείγματα του 2006 και 2009, οι κύκλοι είναι αρκετά κοντά μεταξύ τους. Αυτό συμβαίνει γιατί το 50% των δειγμάτων που δείχνει ο εσωτερικός κύκλος είναι απομακρυσμένα μεταξύ τους. Από την άλλη, στα δείγματα του 2003 και 2005 ο εσωτερικός κύκλος είναι πιο μικρός. Αυτό συμβαίνει γιατί το 50% των δειγμάτων είναι πιο εντοπισμένα και δεν είναι τόσο εξαπλωμένα όπως είναι τα δείγματα του 2006 και 2009.

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



Εικ. 5.51 Διακριτή ανάλυση με επικύρωση μειώνοντας κάποιες μεταβλητές

Στην συνέχεια πραγματοποιήσαμε διακριτή ανάλυση με επικύρωση (validate) αλλάζοντας του predictors. Οι ισχυρότερες μεταβλητές που χρησιμοποιήσαμε ήταν οι περιοχές του φάσματος 480-510  $\text{cm}^{-1}$ , 1633,71 και 2002-2230  $\text{cm}^{-1}$ . Έτσι παρατηρούμε ότι η θέσεις του δείγματος 2003 και 2006 παραμένουν ίδιες ενώ το 2005 με το 2009 κάνουν μια εναλλαγή των θέσεων τους σε σχέση με την εικόνα 5.50.

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

Ο παρακάτω πίνακας (πίνακας 9) μας δείχνει ότι η εξάσκηση (training) είχε 100% επιτυχία και η επικύρωση (validation) είχε ποσοστό επιτυχίας 56%.

Source	Count	Number Misclassified	Percent Misclassified
Training	17	0	0,00000
Validation	9	4	44,4444

Πίνακας 10 Επιτυχία μοντέλου για training και validation

Actual	Predicted Count				Actual	Predicted Rate			
Year	2003	2005	2006	2009	Year	2003	2005	2006	2009
2003	6	0	0	0	2003	1,000	0,000	0,000	0,000
2005	0	4	0	0	2005	0,000	1,000	0,000	0,000
2006	0	0	4	0	2006	0,000	0,000	1,000	0,000
2009	0	0	0	3	2009	0,000	0,000	0,000	1,000

Πίνακας 11 Επαλήθευση μοντέλου με training

Actual	Predicted Count				Actual	Predicted Rate			
Year	2003	2005	2006	2009	Year	2003	2005	2006	2009
2003	2	0	0	1	2003	0,667	0,000	0,000	0,333
2005	1	1	0	0	2005	0,500	0,500	0,000	0,000
2006	1	0	1	0	2006	0,500	0,000	0,500	0,000
2009	1	0	0	1	2009	0,500	0,000	0,000	0,500

### Πίνακας 12 Επαλήθευση μοντέλου με validation

Έτσι στον πίνακα 11 είχαμε 4 δείγματα που δεν έκαναν σωστά επικύρωση. Το 2003 είχε πιθανότητα επιτυχίας για να γίνει σωστά το validation 67%. Ενώ για τα έτη 2005, 2006 και 2009 είχε ποσοστό 50%.

Για να ελεγχθεί επιπλέον το μοντέλο έγινε ένα test set, στο οποίο προστέθηκαν κάποια δείγματα του 2003 και 2005 τα οποία όμως δεν είχαν συμπεριληφθεί παραπάνω στο validation και στο training.

#### Year Pred Year

2003	2009	
2003	2005	
2003	2003	X
2005	2009	
2005	2005	X
2005	2005	X
2005	2003	

### Πίνακας 13 Test set

Τέλος παρατηρώντας τον πίνακα 12, φαίνεται ότι 3 δείγματα επαληθεύτηκαν σωστά, με το ποσοστό να είναι 43%.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στο παραπάνω πείραμα, συλλέχθηκαν δείγματα οίνου από την ποικιλία Ασύρτικο από διαφορετικούς παραγωγούς της Σαντορίνης, τα οποία είχαν υποστεί βαθιά παλαίωση. Ο στόχος ήταν να δούμε την δυνατότητα χρήσης του FTIR, μιας τεχνικής που λειτουργεί χωρίς διαλύτες και με χαμηλό κόστος, να δώσει περισσότερες πληροφορίες για το προφίλ των δειγμάτων αλλά και για την ποιότητα τους, προσεγγίζοντας την με μη επεμβατικό τρόπο. Πιο συγκεκριμένα εξετάστηκε η ικανότητα διαφοροποίησης των δειγμάτων με βάση την ποιότητα, ως αποτέλεσμα του χρόνου. Επίσης επιδιώχθηκε να βρεθούν οι παράγοντες που οδηγούν σε αυτήν την διαφοροποίηση.

Αρχικά, πραγματοποιήθηκε μια ενδεικτική οργανοληπτική αξιολόγηση που οδήγησε στο συμπέρασμα ότι όλα τα δείγματα ήταν οξειδωμένα και αρκετά παρουσίαζαν ελαττώματα, όπως ισχυρή παρουσία πτητικής. Παρόλα αυτά ορισμένα δείγματα παρουσίασαν θετικά οργανοληπτικά χαρακτηριστικά και έδειξαν ότι είχαν καλή αντοχή στο πέρασμα του χρόνου, επιβεβαιώνοντας έτσι την ικανότητα των οίνων, που προέρχονται από Ασύρτικο Σαντορίνης, για βαθιά παλαίωση.

Στη συνέχεια, έγιναν κλασσικές αναλύσεις στα δείγματα, με την χρήση wine scan τύπου OenoFoss, οι οποίες μας έδωσαν κάποιες πληροφορίες για το προφίλ των οίνων, χωρίς όμως να μπορούν να δώσουν σαφή συμπέρασμα για την ποιότητα τους. Πιο συγκεκριμένα ενώ από τον οργανοληπτικό έλεγχο παρατηρήθηκαν σε πολλά δείγματα ελαττώματα και μάλιστα ισχυρή παρουσία πτητικής, οι μετρήσεις της πτητικής οξύτητας δεν μπορούσαν να το φανερώσουν. Όλα τα δείγματα εμφάνιζαν πτητική οξύτητα φυσιολογική (κάτω από 0,6). Επίσης μια αξιοσημείωτη παρατήρηση που έγινε σε συνδυασμό των αποτελεσμάτων από τις κλασσικές αναλύσεις και τις βαθμολογίες από τον οργανοληπτικό, είναι ότι τα δείγματα που είχαν υψηλότερη βαθμολογία συνδέονταν με χαρακτηριστικά όπως υψηλή οξύτητα και υψηλό αλκοόλ. Αυτό φάνηκε στα δείγματα της Γαίας και του Χατζηδάκη, που διέθεταν τις υψηλότερες οξύτητες και υψηλότερο αλκοόλ αντίστοιχα. Σημαντικό ήταν ακόμα ότι αρκετά δείγματα παρουσίασαν χαμηλότερες οξύτητες σε σχέση με ένα σημερινό τυπικό οίνο από Ασύρτικο Σαντορίνης

Έπειτα έγινε απεικόνιση φασμάτων με FTIR με την βοήθεια του προγράμματος OMNIC. Μελετώντας τις καταγραφές των φασμάτων παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των δειγμάτων στις φασματικές περιοχές της υγρασίας (3000  $\text{cm}^{-1}$ ), του  $\text{CO}_2$  (2350  $\text{cm}^{-1}$ ), την περιοχή της αλκοόλης (1050  $\text{cm}^{-1}$ ), αλλά και στην περιοχή fingerprint (1600  $\text{cm}^{-1}$ ).

Με την βοήθεια των φασμάτων που προέκυψαν από την FTIR, επιδιώχθηκε η δημιουργία ενός μοντέλου πρόβλεψης με το πρόγραμμα JMP 16. Πρώτο βήμα ήταν η διαφοροποίηση των δειγμάτων με PCA, η οποία διαφοροποίησε τα δείγματα με βάση την χρονιά, την βαθμολογία της οργανοληπτικής αξιολόγησης, αλλά και τις μετρήσεις από τις κλασσικές αναλύσεις. Παράλληλα γεννήθηκε η απορία για το ποιοι είναι οι σημαντικότεροι κυμματαριθμοί για prediction της γευσιγνωσίας, οι οποίοι ανήκαν στις φασματικές περιοχές (520-556  $\text{cm}^{-1}$ ) και (3170-3220  $\text{cm}^{-1}$ ). Σε αυτές τις περιοχές παρουσιάζονται οι αλο-ενώσεις που επηρεάζουν τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του οίνου, αλλά και η υγρασία.

Σε συνέχεια της PCA έγινε και διακριτή ανάλυση (discriminant analysis), η οποία μας έδειξε ότι οι σημαντικότερες μεταβλητές που οδήγησαν στον διαχωρισμό ανήκαν στις φασματικές περιοχές 480-545  $\text{cm}^{-1}$ , 730-900  $\text{cm}^{-1}$ , 1251,80  $\text{cm}^{-1}$ , 1633,71  $\text{cm}^{-1}$ , 2080-2170  $\text{cm}^{-1}$  και 3510-3530  $\text{cm}^{-1}$ . Σε αυτές τις περιοχές καταγράφηκαν αλο-ενώσεις, αλκένια, καρβοξυλικά οξέα, αλκένια,  $\text{CO}_2$  και την υγρασία αντίστοιχα.

Τέλος θελήσαμε να γίνει μια επικύρωση (Validation) το μοντέλου πρόβλεψης για να ελεγχθεί το ποσοστό επιτυχίας στην αναγνώριση των δειγμάτων. Τα αποτελέσματα ήταν ενθαρρυντικά με βάση τον αριθμό δειγμάτων και τον αριθμό μεταβλητών που χρησιμοποιήθηκαν.

Θα είχε πολύ ενδιαφέρον στο μέλλον να γινόταν και μία ανάλυση αέριας χρωματογραφίας (GC) για να μελετηθεί περαιτέρω το αρωματικό προφίλ των οίνων, προσδιορισμός ακεταλδεύδης, καθώς και να ξανά χρησιμοποιηθεί το μοντέλο πρόβλεψης με περισσότερα δείγματα και μεταβλητές.



## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ:

1. Γαρουφαλής, Δημήτριος Ν.: «Σαντορίνη 1500 π.Χ.: Η Πομπηία του Αιγαίου», τεύχος 218 (Ιούνιος 1998)
2. Ε.Ε (2022). Δημοσίευση κοινοποίησης σχετικά με την έγκριση τυποποιημένης τροποποίησης προδιαγραφών προϊόντος για ονομασία στον αμπελοοινικό τομέα σύμφωνα με το άρθρο 17 παράγραφοι 2 και 3 του κατ' εξουσιοδότηση κανονισμού (ΕΕ) 2019/33 της Επιτροπής (2022/C 143/09)
3. LatLong.net, (2012-2023). Santorini, Greece Geographic Information
4. Efstratios Guillaume Xyrafis, Helder Fraga, Christos T Nakas and Stefanos Koundouras (2022). A study on the effects of climate change on viticulture on Santorini Island.
5. Ταγαρούλια Ν. (2013). Ασύρτικο Σαντορίνης: Μικροβιακή ανάλυση του γλεύκους, της αλκοολικής ζύμωσης και του κρασιού.
6. Katerina Biniari, Evropi Athanasopoulou, Ioannis Daskalakis, Efstratios Guillaume Xyrafis, Despoina Bouza and Maritina Stavrakaki (2023). Effect of foliar applications on the qualitative and quantitative characters of cv. Assyrtiko and cv. Mavrotragano in the island of Santorini, under vineyard conditions
7. Μούκα Χ. Παπαναστασίου Β. (2021). Σκιαγράφιση του Αρωματικού Προφίλ της Ποικιλίας Ασύρτικο Σαντορίνης
8. Wikipedia: Climate
9. Kourakou, S. (2015). Santorini, a historical wineland. Athens, Foinikas Publications.
10. ΥΠΑΑΤ (Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων). (2007). Προδιαγραφή του προϊόντος (Κανονισμός (ΕΚ) 1234/2007, ΑΡΘΡΟ 118 γ, ΠΑΡ/ΦΟΣ 2). Από: Οίνοι ΠΟΠ – Τεχνικοί Φάκελοι. Σαντορίνη (pdf αρχείο – πρόσβαση 23/03/2021):
11. Protected Designation of Origin (PDO) [http://www.minagric.gr/images/stories/docs/agrotis/POP-PGE/2021/lista\\_POP\\_180119.pdf](http://www.minagric.gr/images/stories/docs/agrotis/POP-PGE/2021/lista_POP_180119.pdf)
12. Gladstones, John. (1992). Viticulture and Environment. Adelaide, South Australia: Winetitles.
13. Τσακίρης Α. (2010). Ελληνική Οινογνωσία. Αθήνα: Εκδόσεις Ψύχαλου.
14. Ελληνική Δημοκρατία Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, Οίνοι ΠΟΠ-ΠΓΕ, 2022. (<https://www.minagric.gr/e-services-minagric-new/627-oinoipopgge>)
15. ROGER B. BOULTON, VERNON L. SINGLETON, LINDA F. BISSON, RALPH E. KUNKEE, 2018. ΒΙΒΛΙΟ ΟΙΝΟΛΟΓΙΑΣ ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ ΟΙΝΟΠΟΙΗΣΗΣ. ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ Γ. ΝΤΟΥΡΤΟΓΛΟΥ)
16. Βιβλίο WSET LEVEL 2 AWARD in Wines, Wines: Looking behind the label, 2019
17. Φυσικές Μετατροπές και κατεργασίες 2020, Ιωάννης Παρασκευόπουλος, Παρουσιάσεις θεωρία ΦΧΜ, UNIWA ECLASS
18. Οεου Yi – Ktima Vassiliades (2023). Τι πραγματικά είναι το terroir;
19. Γεώργιος Μ. Σκοπελίτης (2021). Επίδραση της μεταβολής του pH στην κινητική των ζυμομυκήτων κατά την αλκοολική ζύμωση, καθώς και οι οργανοληπτικές επιπτώσεις του στον τελικό παραγόμενο οίνο
20. Christopher Freese (2005). The Role of wine Production in the Changing Structure of an Island Economy: A Case Study of Santorini Greece
21. Efstratios Guillaume Xyrafis, Alain Deloire, Despoina Petoumenou, Ioannis Paraskevopoulos, Katerina Biniari (2021). The unique and extreme vineyards of Santorini Island (Cyclades).
22. Ρούσσου Α. (2006). Συμβατική και Βιολογική καλλιέργεια αμπελιού στη Σαντορίνη. Πτυχιακή εργασία. Τμήμα Φυτικής Παραγωγής. Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Κρήτης

23. Ελληνικές ποικιλίες. Γιάννης Καρακάσης MW. <https://www.karakasis.mw/greek-varieties>
24. Σταύρακας Δημήτριος Ε. Αμπελογραφία, Εκδόσεις Ζήτη, 2011
25. Νικόλαος Θεοδώρου (2021-22). Πελοπόννησος και Ιόνια Νησιά. Μάθημα Αμπελογραφία-Παγκόσμιος Αμπελώνας.
26. Kourakou-Dragona, Stavroula. 1995f. Cultural Practices: Adaptation to the Natural Environment. In “The Santorini of Santorini.”
27. Yiannis Karakasis (2016), 7 villages: A Sigalas Journey. Retrieved from: <https://www.karakasis.mw/7-villages-sigalas-journey>.
28. Θ.Π. ΧΑΤΖΗΩΑΝΝΟΥ, Μ.Α ΚΟΥΥΠΠΑΡΗ (ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ 2017). ΒΙΒΛΙΟ Ενόργανης Αναλυτικής Χημείας.
29. Rolene Bauer Hélène, Nieuwoudt Florian, F. Bauer Jens Kossmann, Klaus R. Koch, Kim H. Esbensen Stellenbosch, 2008. University (South Africa), Aalborg University Esbjerg (Denmark). FTIR Spectroscopy for Grape and Wine Analysis.
30. Wikipedia: Fourier-transform infrared spectroscopy
31. Αρχές Ενόργανης Ανάλυσης, Skoog, Holler, Crouch, 6<sup>η</sup> Έκδοση, Εκδόσεις Κωσταράκη, 2007
32. Γεώργιος Ε. Κουτσουμπίδης 2018. Ανάλυση Φασματοσκοπίας και Φασματομετρίας FTIR και Εφαρμογή σε Μέτρηση Συγκέντρωσης Αέριων Εκπομπών σε Καυσαέρια από Scrubbers. Διπλωματική εργασία.
33. Κεχαγιά, Δ. (2019). Μελέτη των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών των λευκών οίνων των αποσταγμάτων αυτών, της ποικιλίας Ασύρτικο Σαντορίνης, Διδακτορική διατριβή, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Σχολή Τροφίμων, Βιοτεχνολογίας και Ανάπτυξης, Τμήμα Επιστήμης Τροφίμων και Διατροφής Ανθρώπου, Εργαστήριο Οινολογίας.
34. Nanou, E., Mavridou, E., Milenos, F.S., Papadopoulou, G., Tempere, S., Kotseridis, Y. (2020). Odor Characterization of White Wines Produced from Indigenous Greek Grape Varieties Using the Frequency of Attribute Citation Method with Trained Assessors. *Foods*, 9 (10):1396
35. Domizio, Paola (2011). [Advances in Food and Nutrition Research] Speciality Wines Volume 63 || *Vin Santo*. , ( ), 41–100. doi:10.1016/B978-0-12-384927-4.00003-8
36. Σταυρακάκης Μανώλης Ν. (2010). Αμπελογραφία. Εκδόσεις Τροπή.
37. <<PRINCIPLES OF INSTRUMENTAL ANALYSIS>>, Sixth Edition, authors: Douglas A. Skoog, F. James Holler, and Stanley R. Crouch
38. Mizzi, L., Chatzitzika, C., Gatt, R., & Valdramidis, V. (2020). HPLC Analysis of Phenolic Compounds and Flavonoids with Overlapping Peaks. *Food Technology and Biotechnology*, 58(1), 1–12.
39. Sarah Clarke, Gurthwin Bosman, Wessel du Toit and Jose Luis Aleixandre-Tudo, (2022). White wine phenolics: current methods of analysis
40. Ribereau-Gayon, P., Glories, Y., Maujean, A., & Dubourdieu, D. (2006). *Handbook of Enology*. West Sussex-UK: John Wiley and Sons Ltd.
41. Ferrando, M., Güell, C., & López, F. (1998). Industrial wine making: Comparison of must clarification treatments. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*
42. Αργύρης Τσακίρης (2017). Βιβλίο Οινολογίας, Από το σταφύλι στο κρασί.
43. GOUMY D, COUASNON M, SEZE O. (1996). Carboxyque francaise, France. french-patent-application.
44. 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*
45. Maisa M.M. Lima a, Ying Yng Choy a, Jandy Tran b, Mason Lydon b, Ron C. Runnebaum, 2022. Organic acids characterization: wines of Pinot noir and juices of ‘Bordeaux grape varieties
46. Robles, A., Fabjanowicz, M., Chmiel, T., & Płotka-Wasyłka, J. (2019). Determination and identification of organic acids in wine samples. *Problems and challenges*.

47. A. Schneider, V. Gerbi, M. Redoglia Am J Enol Vitic. 1987. A Rapid HPLC Method for Separation and Determination of Major Organic Acids in Grape Musts and Wines)
48. Lopez, E. F., & Gomez, E. F. (1996). Simultaneous Determination of the Major Organic Acids, Sugars, Glycerol, and Ethanol by HPLC in Grape Musts and White Wines. *Journal of Chromatographic Science*)
49. Διπλωματική Εργασία. Μελέτη της εξέλιξης των φαινολικών συστατικών του κρασιού κατά την οινοποίηση και την αποθήκευση σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα. Τσέλεπος Άρης (2015).
50. Mato, I., Suárez-Luque, S., & Huidobro, J. F. (2005). A review of the analytical methods to determine organic acids in grape juices and wines. *Food Research International*.
51. Marianthi Basalekou., Panagiotis Tataridis., Konstantinos Georgakis., Christos Tsintonis (2023). Measuring Wine Quality and Typicity.
52. Gordon, R., Chapman, J., Power, A., Chandra, S., Roberts, J., Cozzolino, D., (2018). Unfrazzled by Fizziness: Identification of Beers Using Attenuated Total Reflectance Mid-infrared Spectroscopy and Multivariate Analysis
53. Lerma-García, M. J, Cortés, V., Talens, P., Barat, J. M., (2018). Variety Discrimination of Fruits, Edible Plants, and Other Foodstuffs and Beverages by Infrared Spectroscopy.
54. Abbas, O., Pissard, A., Baeten, V., (2020). Near-infrared, mid-infrared, and Raman spectroscopy. *Chemical Analysis of Food*. Academic Press
55. Δρ. Διονύσης Καλύβας., 2003. Βιβλίο εδαφολογίας. Αξιολόγηση εδαφών τοποκλιματικές συνθήκες και κρασί.
56. Li H., Guo A. and Wang H., 2008. Mechanisms of oxidative browning of wine, *Food Chemistry*, 108(1), 1-13.
57. Rick Haibach., 2019. Managing Sulfites in Wine.
58. Cassino, Claudio; Tsolakis, Christos; Bonello, Federica; Gianotti, Valentina; Osella, Domenico (2018). Wine evolution during bottle aging, studied by 1H NMR spectroscopy and multivariate statistical analysis. *Food Research International*, (), S0963996918306926-. doi:10.1016/j.foodres.2018.08.075
59. Rachel Woods (2020). Hold it or Drink it: What does the data say about aging wine?
60. Smith Brain C., (2017). Alcohols—The Rest of the Story, *Spectroscopy*
61. Παναγιώτης Ταταρίδης,. (2012-2018). Νομοθεσία οίνων και ποτών.
62. Enology Lab. Η πτητική οξύτητα στο κρασί. Η προέλευσή της και ο προσδιορισμός. <https://www.enologylab.gr/2021/09/%CE%B7-%CF%80%CF%84%CE%B7%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AE-%CE%BF%CE%BE%CF%8D%CF%84%CE%B7%CF%84%CE%B1-%CF%83%CF%84%CE%BF-%CE%BA%CF%81%CE%B1%CF%83%CE%AF-%CE%B7-%CF%80%CF%81%CE%BF%CE%AD%CE%BB%CE%B5%CF%85%CF%83.html>
63. . Carla Frege, Luigi Ciotti, Luca Cappellin and Manuel Hutterli TOFWERK, Thun, Switzerland. Fast Detection of Trace Haloanisole and Halophenol Off-Flavor Compounds in Cork Wine Stoppers. <https://www.tofwerk.com/wp-content/uploads/TOFWERK-VCA-haloanisoles-and-halophenols-1.pdf>
64. Yiannis Karakasis (2022). Ποιο κρασί είναι τυπικό και ποιο όχι; <https://www.karakasis.mw/poio-krasi-einai-typiko-kai-poio-ohi>
65. IR Spectrum Table & Chart. <https://www.sigmaaldrich.com/GR/en/technical-documents/technical-article/analytical-chemistry/photometry-and-reflectometry/ir-spectrum-table>

