



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ  
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ  
Πτυχιακή / Διπλωματική Εργασία

Διερεύνηση Δυνατότητας Της Χρήσης FTIR Φασματοσκοπίας Σε Οίνους Από Τη Λήμνο Και  
Την Κρήτη

Επιβλέπουσα καθηγήτρια: Μπασαλέκου Μαριάνθη

Αθήνα, Φεβρουάριο 2023



UNIVERSITY OF WEST ATTICA

SCHOOL OF FOOD SCIENCE

DEPARTMENT OF WINE, VINE AND BEVERAGE SCIENCES

BACHELOR THESIS

Feasibility of using FTIR for the discrimination of wines from Lemnos and Crete

Student name and surname:

TERLI ANTHI ELISAVET

Registration Number: 18685023

Supervisor name and surname:

BASALEKOU MARIANTHI

Athens, February 2023





**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ**  
**ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΟΙΝΟΥ, ΑΜΠΕΛΟΥ ΚΑΙ ΠΟΤΩΝ**  
**ΔΗΛΩΣΗ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ**

Οι υπογράφοντες δηλώνουμε ότι έχουμε εξετάσει τη διπλωματική εργασία με τίτλο:  
Διερεύνηση Δυνατότητας Της Χρήσης FTIR Φασματοσκοπίας Σε Οίνους Από Τη Λήμνο Και  
Την Κρήτη

και βεβαιώνουμε ότι γίνεται δεκτή.

Α/α	ΟΝΟΜΑ ΕΠΩΝΥΜΟ	ΨΗΦΙΑΚΗ ΥΠΟΓΡΑΦΗ
1	ΜΑΡΙΑΝΘΗ ΜΠΑΣΑΛΕΚΟΥ	
2	ΤΑΤΑΡΙΔΗΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ	
3	ΧΑΤΖΗΛΑΖΑΡΟΥ ΑΡΧΟΝΤΟΥΛΑ	



## ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο/Η κάτωθι υπογράφων/-ούσα Τερλή Ανθή Ελισάβετ του Θεοδώρου , με αριθμό μητρώου 18685023 φοιτητής/τρια του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Επιστημών Τροφίμων του Τμήματος Επιστημών Οίνου, Αμπέλου Και Ποτών, δηλώνω υπεύθυνα ότι: «Είμαι συγγραφέας αυτής της πτυχιακής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

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

\*Επιθυμώ την απαγόρευση πρόσβασης στο πλήρες κείμενο της εργασίας μου μέχρι

..... και έπειτα από αίτηση μου στη Βιβλιοθήκη και έγκριση του επιβλέποντα καθηγητή\*

Ο/Η Δηλών/ούσα



(υπογραφή)

Τερλή Ανθή Ελισάβετ

\*Ονοματεπώνυμο Επιβλέποντα Καθηγητή

Ψηφιακή Υπογραφή

\* Σε εξαιρετικές περιπτώσεις και μετά από αιτιολόγηση και έγκριση του επιβλέποντα, προβλέπεται χρονικός περιορισμός πρόσβασης (embargo) 6-12 μήνες. Στην περίπτωση αυτή θα πρέπει να υπογράψει ψηφιακά ο/η επιβλέπων/ούσα καθηγητής/τρια, για να γνωστοποιεί ότι είναι ενημερωμένος/η και συναινεί. Οι λόγοι χρονικού αποκλεισμού πρόσβασης περιγράφονται αναλυτικά στις πολιτικές του Ι.Α. (σελ. 6):

<https://www.uniwa.gr/wp->

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

### **Ευχαριστίες**

*Ευχαριστώ πολύ για την προσφορά φιαλών και δειγμάτων για τα πειράματα, και για την πολύτιμη βοήθεια τους, το οινοποιείο Στραταριδάκη στο Ηράκλειο της Κρήτης, τον κύριο Μανόλη Στραταριδάκη και την κυρία Λιόνα Ζαχαριάδου, το οινοποιείο Σαββόγλου Τσιβόλας *limnos organic wines* στον Κάσπακα της Λήμνου, και τον κύριο Γιάννη Σαββόγλου, και τέλος την οινοποιητική ένωση Λήμνου *limnos wines* στην Μύρινα της Λήμνου, και τους κυρίους Νίκο Βακιρτζή και Χαράλαμπο Κουτσαβλή.*

## **Περιεχόμενα**

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	8
ABSTRACT.....	9
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	
1.1 Η ιστορία του κρασιού και της αμπελοκαλλιέργειας.....	11
1.2 Αρχαιότητα και αρχαία Ρώμη. ....	12
1.3 Αιγύπτιοι .....	12
1.4 τουρκοκρατία 18 <sup>ος</sup> αιώνας μ.Χ.....	13
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. Σύσταση γλεύκους και κρασιού	
2.1 Αρωματικά και γευστικά συστατικά κρασιού.....	14
2.2 διαδικασία λευκής οινοποίησης.....	24
2.3 η προζυμωτική εκχύλιση ως παράγοντας που συμβάλλει στην πολυπλοκότητα των λευκών.....	26
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ελληνικές ποικιλίες	
3.1.1 «Μοσχάτο Αλεξάνδρειας» .....	27
Αμπελογραφική περιγραφή και φαινολικά στάδια της ποικιλίας.....	28
Εδαφοκλιματικά στοιχεία του αμπελώνα της Λήμνου.....	29
3.1.2 Μοσχάτο Σπίνας.....	30
Αμπελογραφική περιγραφή και φαινολικά στάδια της ποικιλίας.....	30
3.2 Διάκριση και ταυτοποίηση των μοσχάτων ποικιλιών.....	31
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 Φασματοσκοπικές Τεχνικές και μέθοδοι ανάλυσης του οίνου	
4.1 Αρχή Μεθόδου HPLC.....	32
4.1.3 Διαδικασία λειτουργίας οργάνου της hplc.....	
4.2 Αρχή Υπέρυθρης Φασματοσκοπίας FTIR.....	35
4.3 Φασματοσκοπία Υπέρυθρου Μετασχηματισμού FOURIER.....	35

4.4 Αποσβένουσα ολική ανάκλαση (ATR).....	36
5.1 Σκοπός της Εργασίας .....	38
II. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	
1.1 Υλικά Μέθοδοι Και Οργανολογία.....	39
1.1.1 Περιγραφή Πειραματικής διάταξης.....	40
1.1.2 Περιγραφή πειραματικής διάταξης για το μηχάνημα της hplc.....	41
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.	
2.1 Αποτελέσματα Φασμάτων- Απεικόνιση φασμάτων FTIR .....	47
2.2 συζήτηση αποτελεσμάτων των φασμάτων της FTIR ανάλυσης.....	50
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 Ανάλυση των δειγμάτων με την μέθοδο της HPLC	
3.1 Αποτελέσματα Ανάλυσης Δειγμάτων –Φάσματα Hplc.....	51
3.2 Συζήτηση Των Αποτελεσμάτων Της HPLC.....	58
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4	
4.1 Μελέτη και ομαδοποίηση των αποτελεσμάτων με την βοήθεια του στατιστικού προγράμματος JMP 16.....	59
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5	
5.1 Συζήτηση και συμπεράσματα.....	61
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι.....	
Βιβλιογραφικές αναφορές.....	60
Εικονα.1 η οινοποίηση στην αρχαία Ελλάδα.....	
5	
Εικονα.2 πορεία λευκής οινοποίησης.....	16
Εικονα.3 μορφολογία σταφυλής.....	18
Εικονα.4 δενδρόγραμμα μοσχάτων ποικιλιών με την χρήση μοριακών δεικτών.....	20
ΠΙΝΑΚΑΣ 1 Λειτουργικές ομάδες και απορροφήσεις στο IR.....	25

Εικόνα.5 Διάταξη οργάνου FTIR Σχηματική αναπαράσταση- απεικόνιση της λειτουργίας του οργάνου.....	26
Εικόνα.6 Φασματοφωτόμετρο FTIR IRAffinity-1S που χρησιμοποιήθηκε για τις ανάγκες της πτυχιακής εργασίας.....	26
Εικόνα.7 Όργανο hplc παρόμοιο με αυτό που χρησιμοποιήθηκε για τις ανάγκες της πτυχιακής εργασίας.....	27
Πίνακας 2. Οργανοληπτικά Και Ποικιλιακά Χαρακτηριστικά Με Βαση Τις Ιστοσελίδες Των Οινοποιείων, Τόπος Προέλευσης Των Δειγμάτων.....	29
Εικόνα. 8 φιάλες οίνου από την Λήμνο και την Κρήτη που χρησιμοποιήθηκαν για τις εργαστηριακές αναλύσεις.....	32
Εικόνα.9 Αριθμημένα φιαλίδια για τις ανάγκες των μετρήσεων της HPLC.....	33
ΕΙΚ.10 Φάσμα προτύπου διαλύματος αιθανόλης.....	34
Εικ.11 φάσματα της Κρήτης.....	35
Εικ.12 φάσματα της Λήμνου.....	36
Εικ.13 Φάσματα των δειγμάτων FTIR που συγκρίνουν τις δυο περιοχές επάνω της Λήμνου και κάτω της Κρήτης.....	36
Πίνακας.3 area των μέσω όρων των δειγμάτων για κάθε οινοποιείο για τα μήκη κύματος 280 και 330 nm.....	38
Εικ.14 Μέσος όρος συνολικού area ανά οινοποιείο στα 280 και 320 nm.....	44
Εικ.15 Ομαδοποίηση των δειγμάτων στον χώρο ανάλογα με το οινοποιείο.....	45

## **ΠΕΡΙΛΗΨΗ**

Το μοσχάτο Αλεξανδρείας και το μοσχάτο Σπίνας είναι δυο αρωματικές μοσχάτες ποικιλίες, οι οποίες συναντώνται σε νησιά της Ελλάδας, όπως είναι η Λήμνος και η Κρήτη. Το μοσχάτο της Αλεξανδρείας μεταφέρθηκε πριν πενήντα χρόνια στην Λήμνο και προσαρμόστηκε πλήρως στο περιβάλλον, το υπέδαφος και το κλίμα του νησιού, όπου αυτή η ποικιλία δημιουργεί οίνους στην καλύτερη δυνατή έκφραση τους, με κυρίαρχα τα αρώματα των λουλουδιών, είτε ξηρούς, είτε γλυκούς ή συχους, αλλά και σε συνδυασμό με την τοπική ποικιλία Λημνιο, όλοι τους προστατευόμενης ονομασίας προέλευσης. Αντιθέτως το μοσχάτο Σπίνας στενός συγγενής του μοσχάτου Σάμου καλλιεργείται σε πολύ μικρότερο βαθμό, δίνοντας όμως φρέσκους οίνους αρωματικούς με οξύτητα που εκφράζουν πλήρως το terroir της Κρήτης. Ο βασικός άξονας της συγκεκριμένης εργασίας επικεντρώνεται στην ανάλυση αυτών των δυο ποικιλιών και την διερεύνηση της δυνατότητας διαχωρισμού των συστατικών των δειγμάτων των οίνων που τέθηκαν προς ανάλυση, με τη βοήθεια της φασματοσκοπίας υπερύθρου μετασχηματισμού Fourier (FT-IR), αλλά και μέσω της της υγρής χρωματογραφίας υψηλής ανάλυσης HPLC. Οι δυο μέθοδοι επέτρεψαν την αποτύπωση του συνολικού προφίλ και αποτυπώματος του οίνου και έδειξαν πως σε συνδυασμό μπορούν να δώσουν ενδιαφέροντα αποτελέσματα με βάση την περιοχή προέλευσης οίνου.

### ***ABSTRACT***

Muscat of Alexandria and Muscat of Spina are two aromatic Muscat varieties, which are found on Greek islands, such as Limnos and Crete. The Muscat of Alexandria was brought fifty years ago to Lemnos and fully adapted to the environment, the subsoil and the climate of the island, this variety creates wines in their best possible expression, with dominant aromas of flowers, either dry or sweet quiet, but and in combination with the local variety lemnio, all of them protected designation of origin. On the contrary, the Spinus Muscat, a close relative of the Samos Muscat, is cultivated to a much lesser extent, but giving fresh aromatic wines with acidity that fully express the terroir of Crete. The main axis of this work focuses on the analysis of these two familiar ones and the investigation of the possibility of separating the components of the wine samples submitted for analysis, with the help of Fourier transform infrared spectroscopy (FT-IR), but also through liquid chromatography high resolution HPLC. The two methods allowed the capture of the overall profile and the capture of the wine and showed that in combination they can give interesting results with the region of origin of the wine.

## **Εισαγωγή της εργασίας**

Η βιομηχανία του οίνου αποτελεί από τις παλαιότερες και τις σημαντικότερες στην Ελλάδα. Η παραγωγή οίνων στην Ελλάδα έχει αναπτυχθεί σε μεγάλο βαθμό τα τελευταία χρόνια, ενώ οι μέθοδοι των τεχνικών ανάλυσης έχουν εξελιχθεί αρκετά και έτσι υπάρχει πλέον η δυνατότητα σε κάθε οινοποιείο κάθε οινολόγος να πραγματοποιεί βασικές αναλύσεις που σχετίζονται με την σύσταση του γλεύκους και του οίνου (προσδιορισμός αναγόντων σακχάρων, οξύτητας, αλκοολικού τίτλου και θειώδους ανυδρίτη). Όμως παρόλα αυτά αναζητούνται νέοι τρόποι και μέσα ανάλυσης ώστε να διερευνηθούν αλλά και να ποσοτικοποιηθούν τα αρωματικά συστατικά και γενικότερα τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά.

Πιο συγκεκριμένα, στο πρώτο κεφάλαιο παρατίθεται μία αναλυτική αναφορά των ιστορικών στοιχείων σχετικά με τον τομέα της οινοποίησης από την αρχαιότητα. Στο δεύτερο κεφάλαιο παρατίθενται οι τεχνικές οινοποίησης που χρησιμοποιούνται ως επί το πλείστον στα ξηρά φρέσκα μοσχάτα, καθώς και η αναλυτική περιγραφή των συστατικών και των στοιχείων του γλεύκους, μία περιγραφή δηλαδή των πρωτογενών αρωμάτων της ποικιλίας. Στο τρίτο κεφάλαιο, παρουσιάζονται οι ποικιλίες μοσχάτο Αλεξανδρείας και Σπίνας, αναφέρονται οι οίνοι Π.Ο.Π στους οποίους συμμετέχει το μοσχάτο Αλεξανδρείας, και μερικά βασικά στοιχεία για την φυσιολογία του φυτού της κάθε ποικιλίας, καθώς επίσης και η Διάκριση και ταυτοποίηση των μοσχάτων ποικιλιών μέσα από μια ερευνά που έχει πραγματοποιηθεί με μοριακούς δείκτες. Στο τέταρτο κεφάλαιο μελετώνται οι δύο τεχνικές αναλύσεις που χρησιμοποιήθηκαν για τον οίνο. Ειδικότερα, δίνονται στοιχεία για την φασματοσκοπία FTIR και την μέθοδο της υγρής χρωματογραφίας HPLC, όπως και για τα μηχανήματα που χρησιμοποιήθηκαν. Τέλος, στο τελευταίο μέρος της εργασίας μέρος II υλικά και μέθοδοι γίνεται αναφορά στον σκοπό της εργασίας και το πειραματικό μέρος της πτυχιακής εργασίας. Δίνονται τα στοιχεία των δειγμάτων που χρησιμοποιήθηκαν, η εργαστηριακή μέθοδος, τα αποτελέσματα της FTIR και της υγρής χρωματογραφίας HPLC, η συζήτηση που προκύπτει από τα αποτελέσματα καθώς επίσης και το τελικό συμπέρασμα που προέκυψε από τις παραπάνω μεθόδους ανάλυσης, και τα ερωτήματα που τέθηκαν κατά την παρούσα πτυχιακή.

### **1. Βιβλιογραφική Ανασκόπηση**

#### **1.1 Η ιστορία του κρασιού και της αμπελοκαλλιέργειας**

Το αμπέλι (*Vitis vinifera*) είναι αγγειόσπερμο φυτό, το γένος *Vitis*, περιλαμβάνει δύο υπογένη, το *Euvitis* και το *Muscadinia*, με μεγάλο αριθμό ειδών, ανήκει στην οικογένεια των Αμπελοειδών που περιλαμβάνει διάφορα γένη φυτών θαμνωδών, αναρριχώμενων, με έλικες απλές ή διακλαδιζόμενες, με πολλές ποικιλίες που



καλλιεργούνται στις εύκρατες περιοχές της γης. Το αμπέλι καλλιεργείται κυρίως για τον καρπό του. Τα σταφύλια μπορούν να καταναλωθούν ως έχουν ή να χρησιμοποιηθούν είτε για γλυκίσματα (γλυκό του κουταλιού) είτε για την παρασκευή σταφίδων, κρασιού, άλλων οινοπνευματωδών ποτών όπως το τσίπουρο και τελικά οινοπνεύματος (αιθανόλης). ((02) Ν.Α Νικολάου, 2011)

Η τέχνη της αμπελουργίας εικάζεται ότι ξεκίνησε με την αγροτική επανάσταση γύρω στο 5000 π.Χ. Τα πρώτα δείγματα αμπελοκαλλιέργειας στον ελλαδικό χώρο έχουν βρεθεί στην ανατολική Μακεδονία που χρονολογούνται από τη Νεολιθική εποχή. Η Πρώτη αμπελουργική περιοχή στην Ελλάδα θεωρούνται οι Φίλιπποι στην ανατολική Μακεδονία ήδη από την περίοδο 2800-2200 π.Χ. ((42) Winesofcrete History, 2022)

Από τους πρώτους γνωστούς αμπελοκαλλιεργητές θεωρούνται οι Άριοι (πρόγονοι των Περσών και των Ινδών που ζούσαν στην περιοχή Καυκάσου-Κασπίας), και οι Ασύριοι. Κατόπιν οι τέχνες της αμπελουργίας πέρασαν στους Αιγύπτιους, στους λαούς της Παλαιστήνης, της Φοινίκης και στους Έλληνες, καθώς και σε άλλες ελληνικές αποικίες της δύσης. Αρχαιολογικά ευρήματα καταμαρτυρούν ότι οι Σουμέριοι καλλιεργούσαν την άμπελο από το 4.000πΧ. Στη συνέχεια οι Έλληνες και οι Φοίνικες μετέφεραν αμπέλια στην Ιταλική χερσόνησο και η Σικελία έγινε κέντρο παραγωγής σταφυλιών.

Γύρω στο 600 π.Χ. Φοίνικες διέδωσαν την καλλιέργεια του αμπελιού στη Γαλλία και την περίοδο της Ρωμαϊκής αυτοκρατορίας το αμπέλι φτάνει στη Βρετανία. Το 13ο αιώνα μ.Χ. οι Άραβες προωθούν την καλλιέργεια του αμπελιού στην Ισπανία και την Πορτογαλία και μέχρι το 17ο αιώνα το αμπέλι ήταν γνωστό σε όλη σχεδόν την Ευρώπη. Στην συνέχεια μεταφέρθηκαν Ευρωπαϊκά αμπέλια στην Αμερική αλλά καταστράφηκαν μετά από μεγάλη επιδημία φυλλοξήρας. Συνέπεια αυτού ήταν να καλλιεργηθούν άγριες ποικιλίες ντόπιων αμπελιών ανθεκτικών στο έντομο, οι οποίες στις αρχές του 18ου αιώνα έφτασαν να καλλιεργούνται στην Αγγλία και στη Γαλλία. Όμως τα αμπέλια αυτά προσβλήθηκαν από διάφορες άλλες ασθένειες που κατέστρεψαν το 70% των καλλιεργειών. Η λύση δόθηκε με τον εμβολιασμό άγριων αμερικάνικων αμπελιών και τη δημιουργία ανθεκτικών υβριδίων. ((03) <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CE%BC%CF%80%CE%AD%CE%BB%CE%B9>, 2022)



Εικ.1 η οينوποσία στην αρχαία Ελλάδα

Σύνοψη της εξέλιξης της αμπελοκαλλιέργειας μέσα στα χρόνια ((04) <http://www.gaiapedia.gr/gaiapedia/index.php/%CE%91%CE%BC%CF%80%CE%AD%CE%BB%CE%B9>, 2022)

- 8000 π.χ. ΠΡΟΚΕΡΑΜΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ: Εμφάνιση της Γεωργίας
- 6000 π.χ. ΝΕΟΛΙΘΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ: τα πρώτα ευρήματα γεωργικών εργαλείων
- 4000-2800 π.χ. συστηματική καλλιέργεια αμπέλου
- 2000 π.χ. η καλλιέργεια αμπέλου γίνεται το κύριο οικονομικό έσοδο
- 19ος αιώνας: η εμπειρική γνώση εξελίσσεται σε επιστημονικό αντικείμενο

Σύμφωνα με τους παλαιοντολόγους, η ιστορία της αμπέλου αρχίζει το πρώτο μισό του Καινοζωικού αιώνα. Κατά μία άποψη λέγεται ότι η άμπελος πρωτοεμφανίστηκε στη Δυτική Ασία. Πριν από την εποχή των παγετώνων η άμπελος ευδοκίμωσε στην πολική ζώνη. Μετά τους παγετώνες, η άμπελος περιορίστηκε σε θερμότερες ζώνες περιοχές, όπως η κεντρική και ανατολική Ασία, η κεντρική και νότια Ευρώπη, ο Καύκασος και η Μεσοποταμία. Ο Καύκασος, Η Μεσοποταμία και η Αρχαία Αίγυπτος θεωρούνται οι κοιτίδες της αμπελουργίας και του κρασιού. ((05) Αργυρώ Μπεκατώρου, 2020) ((06) [Ιστορία του Κρασιού στην Αρχαιότητα, 2022](#))

Μια νεότερη άποψη βασίζεται σε απολιθώματα ηλικίας τριών εκατομμυρίων ετών θεωρεί την Ευρώπη σαν τόπο καταγωγής της αμπέλου. Στην Ελλάδα η αμπελουργία εμφανίζεται το 4000 π.Χ. ((07) Hatzidakis wines Καταγωγή του Αμπελιού, 2022)

Η Αίγυπτος είχε μακρά παράδοση στην οινοποιία, η οποία ξεκινά πριν από το 4000 - 2.400π.Χ. οι αρχαίοι Αιγύπτιοι διέθεταν ακόμη και μηχανικά πιεστήρια, ενώ έχουν βρεθεί αμφορείς της Νέας Δυναστείας (1600-1100 π.Χ.)

Παρά τη μακρά παράδοσή τους, οι λαοί αυτοί γρήγορα έχασαν τη φήμη των σπουδαιών οινοποιών, πράγμα που πιθανότατα οφείλεται στο ότι το αμπέλι έδινε καλύτερες ποικιλίες σε μεσογειακά κλίματα, όπως της Φοινίκης και της Ελλάδας. Οι Φοινίκες ήταν ξακουστοί οινοποιοί, αλλά και έμποροι: φοινικικοί αμφορείς για κρασί έχουν βρεθεί σχεδόν σε κάθε περιοχή της ανατολικής και της κεντρικής Μεσογείου.

Οι σημαντικοί λαοί της ανατολικής Μεσογείου γνώρισαν το κρασί από τα πρώτα χρόνια, αν κρίνουμε από τις πολυάριθμες αναφορές της Παλαιάς Διαθήκης σε αυτό.

Τα πρώτα ευρήματα καλλιέργειας αμπέλου στην Ελλάδα βρέθηκαν 5.000πΧ

Οι Έλληνες ανέπτυξαν ιδιαίτερα την οινοποιία, σχεδόν μονοπωλώντας την αγορά για αιώνες. Γνώρισαν το κρασί πιθανότατα από την αρχή της εγκατάστασής τους στο σημερινό τους τόπο, την τέχνη της οινοποιίας, την έμαθαν από τους ανατολικούς λαούς (Φοινίκες ή Αιγύπτιους) με τους οποίους είχαν ανεπτυγμένες εμπορικές σχέσεις. ((08) ΙΑΣΩΝΑΣ ΛΑΜΕΡΑΣ, 2022)

Όταν μερικούς αιώνες μετά δημιουργείται η Ρωμαϊκή Αυτοκρατορία, οι Ρωμαίοι συνειδητοποιούν ότι οι ανάγκες τους σε κρασί είναι τόσο μεγάλες, που δεν

καλύπτονται από τα αμπέλια της ιταλικής χερσονήσου. Τότε οι πεδιάδες και οι λόφοι της αυτοκρατορίας μετατρέπονται σταδιακά σε τεράστιους αμπελώνες, ενώ βελτιώνεται όλο και περισσότερο οι μέθοδοι οινοποίησης. Στα μεταχριστιανικά χρόνια στο Βυζάντιο η παραγωγή και ιδιαίτερα η εξαγωγή του κρασιού γνωρίζουν κάμψη. Αργότερα η περιοχές της μεσογείου και της Ανατολής κατακτάται από τους Οθωμανούς. Η παραγωγή μειώνεται λόγω της απαγόρευσης της κατανάλωσης αλκοόλ από το Ισλάμ, ενώ η επαφή με τις αγορές της Δύσης γνωρίζει φθίνουσα πορεία.

## **2. Σύσταση γλεύκους και κρασιού και λευκή οινοποίηση**

### **2.1 Αρωματικά και γευστικά συστατικά κρασιού**

Από μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί έχει διερευνηθεί και αναφερθεί η παρουσία των αρωματικών ενώσεων όπως η β-δαμασκενόνη, το εξανοϊκό αιθυλεστέρα, το βουτανοϊκό αιθυλεστέρα, ο οξικός ισοαμυλεστέρας, ο οξικός αιθυλεστέρας 2-φαιθυλεστέρας, η λιναλοόλη, η γερανιόλη και η 2-φαιθυλαιθανόλη, οι οποίες ήταν οσμές του μοσχάτου κρασιού με βάση τις τιμές οσμής (OAVs). Οι αρωματικές ουσίες που παρατηρούνται ήταν ορισμένες τερπενόλες σε ελεύθερες όπως είναι η γερανιόλη και η νερόλη και γλυκοσιδικά συνδεδεμένες μορφές και ορισμένες αρωματικές αλκοόλες, βενζυλικές και 2-φαιθυλικές αιθυλικές αλκοόλες. ((01) Serkan Selli , Ahmet Canbas , Turgut Cabaroglu , Huseyin Erten , Ziya Gunata c;, 2005)

Πιο συγκεκριμένα στον οίνο περιέχονται:

Νερό ,μεταλλικά στοιχεία και αζωτούχες ενώσεις

Ο οίνος καταρχήν αποτελείται από νερό σε ένα υψηλό ποσοστό το οποίο αποτελείται από ανόργανα ιόντα όπως είναι τα νιτρικά (5% σε ανόργανη μορφή και 95% σε οργανική μορφή τα επονομαζόμενα αμινοξέα ), φωσφορικά με περιεκτικότητα 0,5gr/l που αυξάνεται εάν προστεθούν φωσφορικά άλατα που όμως σχηματίζουν θόλωμα φωσφορικού σιδήρου, θειικά συνήθως μέχρι 0,6-0,7gr/l και διαφέρουν ανάλογα με τον είδος του κρασιού, και τέλος χλωριούχα που απαντώνται σε λίγα mg/l αλλά σε αμπέλια που βρίσκονται κοντά στην θάλασσα είναι ελαφρώς αυξημένα. Ενώ τέλος τα φθοριούχα ,ιωδιούχα, βρωμιούχο και βορικά ιόντα εμφανίζονται σε ίχνη η και καθόλου στο κρασί. Το κάλιο που αποτελεί τα κυριότερο κατιόν αφού συμβάλλει στην καταβύθιση του τρυγικού καλίου και βρίσκεται συνήθως σε ποσότητες της τάξης των 0,1-1,8 gr/l. Επίσης σε μικρότερες αναλογίες αλλά εξίσου σημαντικά θεωρούνται το θείο και ο σίδηρος είτε μονοσθενής είτε τρισθενής που είναι υπεύθυνο για θολώματα και κυμαίνεται έως τα 50mg/l, καθώς και το ασβέστιο με συνήθης περιεκτικότητα 80mg/l και χρησιμοποιείται για την ελάττωση της οξύτητας, τέλος ο χαλκός που φτάνει μέχρι τα 5 mg/l ευθύνεται για τα θολώματα του χαλκού. Τα γλεύκη των μεσογειακών περιοχών είναι πιο φτωχά σε άζωτο διότι ενώ η συγκέντρωση του ολικού αζώτου αυξάνει το αμμωνιακό άζωτο ελαττώνεται. Το αμμωνιακό ιόν αποτελεί μια από τις πιο

αφομοιώσιμες μορφές αζώτου από τις ζύμες, η συγκέντρωση του επηρεάζει την ταχύτητα έναρξης και την ένταση της ζύμωσης, μέχρι το τέλος της ζύμωσης το αμμωνιακό άζωτο έχει εξαφανιστεί.

#### Σάκχαρα

Στον οίνο συναντώνται πολλών ειδών σάκχαρα σε ποικίλες αναλογίες, όπως γλυκόζη, η γαλακτόζη και η μαννόζη (αλδόζες) που έχουν έξι άτομα άνθρακα, η ξυλόζη και η αραβινόζη (αλδόζες) με πέντε άτομα άνθρακα, η φρουκτόζη που είναι κετόνη με έξι άτομα άνθρακα και τέλος ξυλουλόζη και ριβουλόζη (κετόνες) με πέντε άτομα άνθρακα. Από αυτές η γλυκόζη και η φρουκτόζη ενυπάρχουν στο γλεύκος και αργότερα στο κρασί σε μεγαλύτερη αναλογία, αφού αποτελούν το μεγαλύτερο μέρος των ολικών διαλυτών στέρεων. Από τις παραπάνω ο δισακχαρίτης σακχαρόζη βρίσκεται σε πολύ χαμηλά επίπεδα αφού υδρολύεται ευκολά και άμεσα και γλυκόζη και φρουκτόζη στην αρχή της ζύμωσης. Η φρουκτόζη και γλυκόζη τα σημαντικότερα σάκχαρα στον οίνο και στο σταφύλι, αφού αποικοδομούνται και δίνουν αλκοόλη βρίσκονται σε σχεδόν ίδιες αναλογίες στο γλεύκος, βέβαια αυτό μπορεί να διαφέρει από το είδος του κρασιού που παράγεται και την ποικιλία του σταφυλιού. Η γλυκόζη φαίνεται να είναι λιγότερο σταθερή από την φρουκτόζη γι' αυτό και οι ζύμες την μεταβολίζουν σε πολύ μεγαλύτερο βαθμό, ακόμη κατά την φωσφορυλίωση τα ένζυμα εξοκινάση φωσφορυλιώνει πολύ περισσότερο γλυκόζη σε σχέση με την φρουκτόζη, ενώ η γλυκοκινάση φωσφορυλιώνει αποκλειστικά γλυκόζη. Ακόμη αναμεσα στα υπόλοιπα σάκχαρα η αραβινόζη, η ξυλόζη, ριβόζη και ραμνόζη δεν μπορούν να ζυμωθούν υπάρχουν μόνο σε ίχνη στον οίνο, αλλά μπορούν να αποικοδομηθούν από τα γαλακτικά βακτήρια και έτσι να αυξήσουν την πτητική οξύτητα του οίνου.

#### Πολυσακχαρίτες

Υπάρχουν πολυσακχαρίτες που μπορεί να προέρχονται από τον φλοιό, από την αυτόλυση των ζυμών, από το γλεύκος των υγιών σταφυλιών όπως είναι οι πηκτίνες (πολυμερή γαλακτουρονικού οξέος) στον λευκό οίνο απομεθυλιώνονται στην αρχή της πολτοποιήσεως των σταφυλιών και τα κόμμεα (προϊόντα πολυμερισμού ουδέτερων σακχάρων πεντοζών ή εξοζών), ή το γλεύκος των σάπιων σταφυλιών που εμπεριέχουν την γλυκάνη που είναι πολυμερές της γλυκόζης που αναφέρεται και ως δεξτράνη, ή οι πολυσακχαρίτες που προέρχονται από την δράση των γαλακτικών βακτηρίων κατά την μηλογαλακτική ζύμωση, ή που παράγονται από τον μύκητα *Botrytis cinerea*. Η παρουσία πολυσακχαριτών φαίνεται να επιδρά στην κρυστάλλωση και καταβύθιση του όξινου τρυγικού καλίου και ασβεστίου, βοηθούν στην διαύγαση του οίνου (παρεμποδίζουν καταβύθιση πρωτεϊνών)

## Οξέα

Το τρυγικό είναι το κυριότερο οξύ που βρίσκεται στο κρασί και στα σταφύλια είναι προϊόν του δευτερογενούς μεταβολισμού των σακχάρων και κυμαίνεται σε τιμές 1,5-4,5 gr/l στο κρασί και 5-10 gr/l στα σταφύλια. Είναι το χαρακτηριστικότερο οξύ των σταφυλιών, μόνο τα νεαρά όργανα του αμπελιού το συνθέτουν, δεν συναντάται σε αλλά φρούτα και η συγκέντρωση του εξαρτάται από τις καλλιεργητικές τεχνικές, την περίοδο συγκομιδής και κατά συνέπεια το μέγεθος και την ωρίμανση της ράγας. Η σταδιακή μείωση του τρυγικού στην ράγα γίνεται κατά τη αύξηση του μεγέθους της ράγας και κατά την ζύμωση που γίνεται λόγω της αδιαλυτοποίησης των τρυγικών αλάτων με τον σχηματισμό της αιθανόλης και αργότερα κατά της αποθήκευση λόγω μείωσης της θερμοκρασίας. Με την πάροδο του χρόνου στο κρασί ένα ποσοστό το του τρυγικού οξέος στερεοποιείται με αιθανόλη προς όξινο τρυγικό αιθυλεστέρα.

Το μηλικό οξύ προέρχεται από τον μεταβολισμό των σακχάρων, είναι σημαντικό οξύ για τον κύκλο του crebs και απαντάται σε αρκετά φρούτα και κυμαίνεται στα σταφύλια μετα το τέλος της ωρίμανσης μεταξύ 2-4gr/l. Η συγκέντρωση του εξαρτάται απο την ποικιλία, τον τελικό όγκο των ραγών και τέλος την θερμοκρασία κατά την ωρίμανση. Για παράδειγμα σε ψυχρότερες περιοχές μπορεί να βρίσκεται σε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις στο σταφύλι και στον οίνο, ενώ σε θερμά κλίματα βρίσκεται σε ίχνη στον οίνο. Ενώ κατά την μηλογαλακτική ζύμωση το μηλικό μετατρέπεται σχεδόν όλη η ποσότητα του σε γαλακτικό οξύ με την βοήθεια των γαλακτικών βακτηρίων.

Το κιτρικό οξύ έχει και αυτό σημαντικό ρολό στον κύκλο του crebs, υπάρχει σε πολύ μικρές συγκεντρώσεις της τάξεως των 0,2 -0,3 gr/l δεν μεταβάλλεται κατά την ζύμωση, ενώ μπορεί να ζυμωθεί από τα γαλακτικά βακτήρια και να μετατραπεί σε οξικό οξύ γι' αυτό αποφεύγεται η προσθήκη του.

το γαλακτικό οξύ δεν υπάρχει στο σταφύλι αλλά δημιουργείται από το μηλικό οξύ στην μηλογαλακτική ζύμωση και παράγεται από τις ζύμες κατή αλκοολική ζύμωση, ενώ τα αλλά του είναι αρκετά ευδιάλυτα στο κρασί και οι συγκεντρώσεις του κυμαίνονται έως 2,5 gr/l.

Ένα ακόμα οργανικό οξύ που βρίσκεται σε πολύ μικρές συγκεντρώσεις περιπου 1,5gr/l στους οίνους είναι το ηλεκτρικό οξύ που εξαρτάται από τις συγκεντρώσεις των αμινοξέων και του μηλικού και δημιουργείται κατά την αλκοολική ζύμωση και με την αναγωγή του μηλικού οξέος.

Τα οξικό, προπιονικό οξύ και βουτυρικό οξύ σε μεγάλες ποσότητες βρίσκονται μόνο σε οίνους προβληματικούς ή αλλοιωμένους. Το οξικό οξύ παράγεται υπό κανονικές συνθήκες μέσω της αλκοολικής ζύμωσης σε ποσότητες 0,2-0,3gr/l, ενώ προέρχεται και από την μηλογαλακτική ζύμωση σε συγκεντρώσεις 0,1-0,2gr/l, αλλά αν βρεθεί σε μεγαλύτερες ποσότητες τότε έχουν αναπτυχθεί βακτήρια που μέσω της οξικής ζύμωσης παράγουν οξικό οξύ.

Η Ολική οξύτητα είναι το σύνολο των οξέων του οίνου και εκφράζεται ως ογκομετρούμενη οξύτητα που είναι η ποσότητα του αλκάλειου, εκφρασμένη σε τρυγικό που χρειάζεται να προστεθεί ώστε το pH από όξινο να γίνει ουδέτερο.

Πτητική οξύτητα ονομάζεται την μετρούμενη με απόσταση και χημική μέτρηση της περιεκτικότητας των οξέων που είναι πτητικά και μπορούν να αποταχθούν.

#### Αμινοξέα (αζωτούχες ενώσεις)

Αντιστοιχούν στο 30% του ολικού αζώτου, είναι η πιο συνηθισμένη μορφή αζώτου, η συγκέντρωση και η κατανομή των αμινοξέων ποικίλει ανάλογα την διαθεσιμότητα του αζώτου, την ποικιλία και τον τρόπο καλλιέργειας, το είδος του υποκειμένου και το μέγεθος των ραγών. Για παράδειγμα η γλουταμίνη, το ασπαραγινικό οξύ, γλουταμινικό, αλανίνη, η αργινίνη και η προλίνη υπάρχουν σε υψηλότερα ποσοστά όταν υπάρχει περισσότερο διαθέσιμο άζωτο, ενώ μπορεί να φτάσουν και τα 1,5gr/l. Ένα από τα κυριότερα αμινοξέα είναι η αργινίνη με την υψηλότερη σε συγκέντρωση στο κρασί, μπορεί να φτάσει μέχρι και τα 0,8gr/l. Μερικά από τα παραπάνω αμινοξέα κατά την αλκοολική ζύμωση μεταβολίζονται σε ανώτερες αλκοόλες και εκμηδενίζεται η συγκέντρωσή τους με εξαίρεση την προλίνη που μπορεί να αυξηθεί και η ποσότητα της με την εκχύλιση της από τους φλοιούς και τα γίγαρτα. Τα ελευθέρως αμινοξέα αφομοιώνονται προκειμένου να προμηθεύσουν με άζωτο τις ζύμες

#### Πρωτεΐνες

Βρίσκονται υπό μορφή γλυκοπρωτεϊνών στον οίνο, έχουν μεγάλη διαφοροποίηση μεταξύ τους και σχηματίζουν ενώσεις με τις φαινολικές ενώσεις, και αυτές οι ενώσεις είναι η αιτία στυφής γεύσης και θολωμάτων. Στους λευκούς οίνους υπάρχουν περισσότερες πρωτεΐνες αφού δεν καταβυθίζονται μαζί με τις τανίνες, πολλές φορές μάλιστα παρουσιάζουν τα θολώματα πρωτεΐνης, όταν αυτά διατηρούνται σε χαμηλές θερμοκρασίες.

#### Αλκοόλες

Η αιθανόλη βρίσκεται στον οίνο σε συντριπτικά ποσοστά αφού είναι προϊόν της αλκοολικής ζύμωσης, είναι μια πτητική και οσμηρή ένωση, έχει γλυκεία γεύση και προκαλεί κάψιμο. Η μεθανόλη συναντάται και στα γλεύκη και στον οίνο σε εξαιρετικά μικρά ποσοστά της τάξης των ppb (par per billion) λόγω της υδρόλυσης της πηκτίνης από το πηκτινολυτικό ένζυμο μεθυλική γαλακτουρονάση και είναι τοξική, η συγκέντρωσή της ευνοείται όταν βρίσκεται σε περιβάλλον με CO<sub>2</sub> είτε υφίσταται θερμοοινοποίηση το προϊόν, είτε με την προσθήκη πηκτινολυτικών ενζύμων. Οίνοι που προέρχονται από υβρίδια αμπέλου έχουν συνήθως περισσότερη μεθανόλη. Τα λευκά κρασιά έχουν πολύ μικρότερες συγκεντρώσεις της τάξεως των 30mg/l, δεν έρχονται τα στέμφυλα σε επαφή με τον χυμό κατά την εκχύλιση.

## Γλυκερίνη

Μετα το νερό και την αιθανόλη είναι η πιο σημαντική στο κρασί σε περιεκτικότητα, είναι προϊόν αλκοολικής ζύμωσης και βρίσκεται σε συγκεντρώσεις 5-10 gr/l, έχει γλυκιά γεύση, δεν έχει οσμή, αλλά έχει μεγάλο ιξώδες, η προσθήκη της γλυκερόλης σε ένα κρασί αυξάνει τον όγκο και την γλυκύτητα του κρασιού.

## Ανώτερες αλκοόλες

Βρίσκονται στους οίνους μέχρι και σε 450mg/l συνολικά, ενώ όταν υπερβούν αυτές τις συγκεντρώσεις μπορεί να οδηγήσουν σε οσφρητικά ελαττώματα. Ο σχηματισμός των ανώτερων αλκοολών κατά την ζύμωση μπορεί να επηρεαστεί από το είδος των ζυμών, το είδος του αζώτου, και την περιεκτικότητα σε αζωτούχα συστατικά (όπως έλλειψη φωσφορικού αμμωνίου), τον αερισμό του γλεύκους των αλκοολικό τίτλο και το pH σε σχέση με την θερμοκρασία ζύμωσης, ενώ η παραγωγή τους συνδέεται με τον μεταβολισμό των αμινοξέων. Πιο συγκεκριμένα η περίσσεια ενός αμινοξέος οδηγεί στην αποκαρβοξυλίωση και την αποαμίνωση του και συνεπώς στην μετατροπή του σε ανώτερη αλκοόλη. Ένας δεύτερος τρόπος παραγωγής σχηματισμού τους είναι μέσω των σακχάρων, αλλά αυτός είναι περιορισμένος λόγω μετατροπής των σακχάρων σε αιθανόλη, τα αμινοξέα λοιπόν αποκαρβοξυλιώνονται και ανάγονται προς τις αντίστοιχες αλκοόλες, ανάλογα βέβαια και με την διαθεσιμότητα των αμμωνιακών αλάτων, των θρεπτικών ουσιών για τις ζύμες και τις συνθήκες οξειδωσης και αναγωγής. Στον οίνο συναντάμε την προπανόλη 1 σε περιεκτικότητα 10-70mg/l, την προπανόλη 2, την βουτανόλη 1(0,5-8mg/l), την βουτανόλη 2, την ισοβουτανόλη αυτές έχουν παρόμοια οσμή με την αιθανόλη. Η 2μεθυλο1βουτανόλη (15-150mg/l) και η 3μεθυλο1βουτανόλη(30-500mg/l) είναι οι αμυλικές αλκοόλες και έχουν δριμεία οσμή. Και τέλος έχουν βρεθεί επίσης η επτανόλη, η οκτανόλη, η δεκανόλη, η τυροσόλη που έχει οσμή μελιού, η εξανόλη που βρίσκεται σε ίχνη, έχει μια οσμή χόρτου και δημιουργείται με την αναγωγή της εξανάλης, και η φαινυλο2αιθανόλη που έχει οσμή τριαντάφυλλου και βρίσκεται στα 10-80 mg/l.

Κατά την ζύμωση σχηματίζονται ακόμα η ακετοΐνη, η 2,3 βουτανοδιόλη ως παραπροϊόντα, η γλυκερόλη στην αρχή της ζύμωσης όπου το NAD καταναλώνεται για την παραγωγή δευτερευόντων προϊόντων. Η παραγωγή τους αυξάνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας.

## Πολυαλκοολες προερχόμενες από σάκχαρα

Η μανιτόλη παράγεται από τις ζύμες και μπορεί να φτάσει έως και 1 gr/l, σχηματίζεται με την αναγωγή της μαννόζης ή της φρουκτόζης, ακόμα συναντάμε την ερυθριτόλη, την μεσοινοσιτολη, την σορβιτολη που είναι παραγωγό της γλυκόζης και την αραβιτόλη που δημιουργείται από διάσπαση σακχάρων στον κύκλο των πεντοζών.

### Καρβονυλικες ενώσεις

Ως ενδιάμεσο προϊόν του μεταβολισμού χαρακτηρίζεται η ακεταλδεύδη όπου φτάνει σε συγκεντρώσεις μέχρι και τα 200mg/l, και η ποσότητα της αυξάνεται κατά την επαφή του οίνου με το οξυγόνο, σε μικρές συγκεντρώσεις εμφανίζει ευχάριστο άρωμα, σε μεγαλύτερες όμως εμφανίζει δριμεία οσμή χαρακτηριστικό των οξειδωμένων οίνων και υπερκαλύπτει τα υπόλοιπα αρωματικά στοιχεία του οίνου. Το διακετυλιο ή αλλιώς 2,3 βουτανοδιόνη παράγεται σε μικρές συγκεντρώσεις της τάξης των 0,3 mg/l αλλά γίνεται αισθητή ακόμη και σε αυτές τις πολύ μικρές συγκεντρώσεις, είναι μια διακετόνη, προκύπτει από την δράση των γαλακτικών βακτηρίων και σε υψηλότερες συγκεντρώσεις είναι χαρακτηριστικοί των ελλαττωματικών, αλλοιωμένων οίνων. Επίσης οι ζύμες μπορούν να το συνθέσουν κατά την αλκοολική ζύμωση, αλλά λόγω αναγωγικών συνθηκών μεταβολίζεται σε ακετοίνη και 2,3 βουτανοδιόλη.

### Φαινολικά συστατικά

Σχηματίζονται είτε από την γλυκόζη είτε με την συμπύκνωση τριών μορίων οξικού οξέος. Βρίσκονται στα χυμοτόπια του φλοιού και της σάρκας υπό μορφή ετεροζιτών ή εστέρων. Οι κύριες ομάδες που διακρίνονται τα φαινολικά συστατικά είναι τα φαινολικά οξέα 10 mg/l για τα λευκά, φλαβονοειδή σε ίχνη στα λευκά και πολυμερή τανινών 100 mg/l στα λευκά. Στο λευκό κρασί που μελετάμε οι πολυφαινόλες ευθύνονται για το χρώμα του και ειδικά για το κιτρίνισμα του κατά την οξείδωση. Στον λευκό οίνο εμφανίζονται τα υδροξυβενζοϊκά που είναι προϊόντα αποικοδόμησης και εμφανίζονται σε υψηλές συγκεντρώσεις είτε με την παλαίωση είτε με την επίδραση μούχλας, και τα υδροξυκινναμωμικά οξέα που είναι παράγωγα του καφεϊκού του πικουμαρικού και του φερουλικού οξέος και εμφανίζονται ως εστέρες τρυγικού οξέος, είναι μη αναγωγικές φαινόλες και αρχικά προσδίδουν στους λευκούς οίνους ένα επιθυμητό χρυσό χρώμα. Η οξείδωση των φαινολικών οξέων οδηγεί σε καστανό θόλωμα των λευκών οίνων. Ένα μέρος τους χάνεται από οξειδώσεις, αφού οι ζύμες τα αποκαρβοξυλιώνουν και δίνουν πτητικά παραπροϊόντα. Πτητικές φαινόλες μπορούν εκτός από την ζύμωση να παραχθούν και με ενζυμική υδρόλυση.

Τα φλαβονοειδή η αλλιώς οι φλαβονοειδείς φαινόλες αντιπροσωπεύουν τα μεγαλύτερο τμήμα των συνολικών φαινολών, έχουν ανοικτό κίτρινο χρώμα, αποτελούνται από δυο βενζολικούς δακτυλίους που συνδέονται με έναν οξειδωμένο ετεροκυκλικό δακτύλιο. Διακρίνονται στις τανίνες, ανθοκυάνες, φλαβονόλες (συστατικά σταφυλιών εντοπισμένα στον φλοιό), φλαβανόνες (συστατικά ξύλου βαρελιών), επικατεχίνες, κατεχίνες (υδροξυλιωμένα παράγωγα της 3φλαβονολης) τα πιο σημαντικά μονομερή των φλαβονοειδών και στις λευκοανθοκυανιδίνες η προανθοκυανιδίνες και εντοπίζονται κυρίως στα γίγαρτα και στο εσωτερικό του φλοιού γ' αυτό τον λόγο και εκλείπουν από τα λευκά κρασιά. Τα φλαβονοειδή που υπάρχουν στα γίγαρτα δεν μεταβάλλονται κατά την ωρίμανση ενώ αυτά στην επιδερμίδα των φλοιών αυξάνονται με την αύξηση των σακχάρων, ενώ προς το τέλος της ωρίμανσης



παραμένουν σταθερά με μια μικρή μείωση. Στην οξείδωση τους οφείλεται και το καφετιασμα των λευκών οίνων. Οι κατεχίνες και προανθοκυανιδίνες σχηματίζουν τα πολυμερή τους, τις τανίνες.

Τα σταφύλια του γένους *Vitis* είναι πιο πλούσια σε φαινολικά σε σχέση με άλλα φρούτα.

Το είδος των φαινολικών εξαρτάται από την ποικιλία, τοι αμπέλι, τις κλιματικές συνθήκες και την οινοποίηση. Τα ερυθρά σε σχέση με τα λευκά σταφύλια διαφοροποιούνται ως προς την σύσταση και όχι ως προς την συνολική περιεκτικότητα σε φλαβονόλες. Στα λευκά υπάρχουν σε ίχνη 1-3mg/l, όπως άλλωστε και οι ανθοκυάνες. Για το χρώμα των λευκών οίνων υπεύθυνες είναι οι μη φαινολικές ενώσεις, κυρίως πολυσακχαρίτες και ενώσεις πρωτεϊνικής φύσεως.

Η κατεχίνη όταν θερμαίνεται σε όξινο περιβάλλον πολυμερίζεται και δίνει ενώσεις σκούρου καφέ χρώματος που λέγονται φλοιοβαφένια.

#### Στιλβένια

Είναι πιο σύνθετες φαινόλες, υπάρχουν στα σταφύλια αλλά παραμένουν και στα κρασιά, αποτελούνται από δυο μόρια βενζολικών δακτυλίων που συνδέονται με ένα αιθάνιο ή αιθυλένιο.

#### Τανίνες

Οι τανίνες (συσσωματώματα φαινολικών ουσιών) των οίνων προέρχονται από τον πολυμερισμό των φλαβανολών 3 κατεχινών και των φλαβανοδιολών 3,4, έχουν στυφόπικρη γεύση και βρίσκονται στα γίγαρτα, στους βοστρύχους και σε μικρές συγκεντρώσεις στους φλοιούς. Η έκταση του πολυμερισμού θα καθορίσει την στυφή γεύση και το είδος των τανινών, αν δηλαδή ανάλογα με το μέγεθος τους θα ενωθούν ή όχι με πρωτεΐνες. Το είδος και η σύσταση των τανινών εξαρτάται από την ποικιλία, την οινοποίηση και τις κλιματολογικές συνθήκες. Οι υδρολυμένες τανίνες αποτελούνται από ένα μόριο σακχάρου εστεροποιημένο με φαινολικά οξέα προς γαλλικό. Δεν υπάρχουν στα σταφύλια αλλά συναντώνται σε οίνους που έχουν δεχθεί προσθήκη οινολογικής τανίνης ή παλαιώση σε δρύινα βαρέλια και δεν είναι οι κύριες υπεύθυνες για την στυφή γεύση στους οίνους. Η συγκέντρωση των τανινών στα γίγαρτα αρχίζει και μειώνεται με την αλλαγή χρώματος της ράγας, με παράλληλη μείωση τανινών στα γίγαρτα σε σχέση με την αύξηση των τανινών στην επιδερμίδα των λευκών σταφυλιών. Η εκχύλιση των τανινών των γιγάντων αυξάνει με την αύξηση της αλκοόλης, της θερμοκρασίας και της παρουσίας του διοξειδίου του θείου. Κάποια δείγματα λευκού οίνου που παλαιωθήκαν μπορεί να παρουσιάζουν ελλαγιταννίνες, υδρολυμένες τανίνες που εκχυλίζονται μόνο μέσω των βαρελιών ή προστίθενται ως ελλαγιταννίνες και δεν προϋπάρχουν στην ράγα και διασπώνται σε ελλαγικό οξύ. Ανάλογα με την ποικιλία και τον τρόπο οινοποίησης, η περιεκτικότητά τους κυμαίνεται από 1-4gr/l. ((09) Ν. Α Νικολάου, 2011)

### Λιπίδια και λιπαρές ενώσεις

Στον οίνο εμφανίζονται ως επι το πλείστον τα τριγλυκερίδια με το μεγαλύτερο ποσοστό να καταλαμβάνουν το λιπελαϊκό και το ελαιικό οξύ που είναι υπεύθυνα για το φυτικό άρωμα των άγουρων σταφυλιών βρίσκονται κατά κύριο λόγο στα γίγαρτα, ενώ από την ράγα μπορούν να εκχυλιστούν ακόμη φωσφολιπίδια και γλυκολιπίδια και λιπαρά οξέα. Τα λιπαρά οξέα που είναι κορεσμένα μονοκαρβονικά οξέα με 2 έως 12 άτομα άνθρακα και οι στερόλες είναι καθοριστικής σημασίας για την αύξηση του πληθυσμού των ζυμών. Λιπαρά οξέα όπως το ισοβαλεριανικό και το βουτυρικό έχουν οσμή τυριού. Στον οίνο ακόμη δεν ανιχνεύονται ελευθέρως λιπίδια. Το είδος των λιπιδίων των γιγάντων εξαρτάται από την ποικιλία των σταφυλιών.

### Τερπένια ή τερπενοειδή

Στην πλειοψηφία τους εμφανίζονται σε μικρές συγκεντρώσεις στα σταφύλια και στα κρασιά, ενώ Συναντώνται σε συγκεντρώσεις μέχρι 3mg/l. Είναι μεταβολίτες του μεταβαλονικού οξέος και διακρίνονται στα Μονοτερπένια (C10) και τα σεσκιτερπένια (C15), χαρακτηριστικά συστατικά του αιθέριου έλαιου που παράγονται από τα φυτά, που αντιπροσωπεύουν τα τερπενοειδή συστατικά και περιλαμβάνουν δύο και τρεις μονάδες ισοπρενίου, αντίστοιχα. Στα σεσκιτερπένια και στα μονοτερπένια που είναι ενώσεις 10 ατόμων άνθρακα, είτε υδρογονάνθρακες είτε αλκοόλες είτε αλδεΐδες και είναι πτητικές οσμηρές ουσίες. Οι πιο σημαντικές ενώσεις τερπενίου που απαντώνται γενικά και σε υψηλές συγκεντρώσεις στο μοσχάτο, στα σταφύλια και κρασιά που σχετίζονται με το χαρακτηριστικό άρωμα είναι η λιναλοόλη, η γερανιόλη, η τερπινεόλη, νερόλη, και τα παράγωγα τους. Τερπένια όπως γερανιόλη και λιναλοόλη είναι πιο σημαντικά γιατί βρίσκονται σε υψηλότερες συγκεντρώσεις, έχουν χαμηλό οροί αντίληψης και κατά κύριο λόγο βρίσκονται στην σάρκα της ράγας του μοσχάτου Αλεξανδρείας γι' αυτό και δεν χρειάζεται η παραμονή των στέμφυλων με τον χυμό τους, ενώ σε άλλες μοσχάτες ποικιλίες εντοπίζονται κυρίως στον φλοιό, και αυξάνονται κατά την ωρίμανση, ενώ μετά από ένα σημείο αρχίζουν και μειώνονται με την υπερωρίμανση.

Στις ποικιλίες "Muscat", ορισμένα μονοτερπένια (λιναλοόλη, γερανιόλη, νερόλη, κιτρονελόλη και α-τερπινεόλη) έχουν περιγραφεί ως οι κύριοι καθοριστικοί παράγοντες της γεύσης λόγω των συγκεντρώσεών τους στους γλεύκους. Στη μελέτη μας, αυτά τα πέντε ελεύθερα μονοτερπένια έδειξαν τις υψηλότερες συγκεντρώσεις σε όλα τα γλεύκη «Μοσχάτου» και όλα επηρεάστηκαν από την επεξεργασία και τον τρύγο. Η περιεκτικότητα των τερπενίων στα σταφύλια και το κρασί εξαρτώνται από διάφορους παράγοντες, όπως η ποικιλία, η περιοχή, ο τρόπος οινοποίησης, οι κλιματολογικές συνθήκες, η ωριμότητα του σταφυλιού, pH, ένζυμα, μεγάλοι χρόνοι αποθήκευσης, διαδικασίες εκχύλισης και διαδικασίες οινοποίησης όπως π.χ. Η διαβροχή και η έκθλιψη.

Οι ποικιλίες μοσχάτου που περιλαμβάνουν τερπένια είναι Muscat d' Alexandrie, Morio Muscat και Muscat blanc, ενώ οι ποικιλίες που έχουν αρώματα λουλουδιών αλλά δεν

είναι μοσχάτες ποικιλίες είναι οι εξής : Riesling, Gewurztraminer. Είναι γνωστές σχεδόν 50 ενώσεις τερπενίου, εκ των οποίων τα 46 εντοπίστηκαν σε σταφύλια και 30 σε κρασιά.

Αυτές οι λεπτές διαφορές στα προφίλ τερπενίου μπορεί επίσης να εμφανιστεί στην ίδια ποικιλία προέλευσης από διαφορετικές περιοχές. Τυπικές περιγραφές αρωμάτων των τερπενίων είναι λουλουδάτα, σαν τριαντάφυλλο (γερανιόλη, νερόλη, οξείδια του τριαντάφυλλου), κόλιανδρος (λιναλοόλη), καμφορώδης (οξείδια λιναλοόλης), πράσινο (οξείδιο νερόλης).

Γενικά υπάρχει αναλογικά υψηλότερες συγκεντρώσεις νερολών σε μοσχάτο σταφύλι με μικρά μούρα σε σύγκριση με αυτά με μεγαλύτερα μούρα, όπως το Muscat d' Alexandrie. Η γερανιόλη και η λιναλοόλη αντιπροσωπεύουν έως και το 80% της συνολικής περιεκτικότητας σε τερπένια των σταφυλιών και του κρασιού, και το μεγαλύτερο ποσοστό βρέθηκε στην περίπτωση του Muscat d' Alexandrie. Ο Bayonove (1981) έδειξε ότι στο Muscat d' Alexandrie το 94% της γερανιόλης και το 96% της νερόλης βρίσκονται στη σάρκα.

Η οξειδωση των τερπενίων μπορεί να λάβει χώρα κατά την αποθήκευση των σταφυλιών και την παραγωγή και ωρίμανση κρασιών. Τα μοσχάτα κρασιά μπορεί να χάσουν τους χαρακτήρες της ποικιλίας τους και το αρωματικό τους προφίλ σε ένα μεγάλο βαθμό κατά την ωρίμανση.

Τα δεσμευμένα τερπένια απελευθερώνουν επιπλέον ποσότητες πτητικών τερπενίων που μπορεί να συμβάλλουν σημαντικά στο άρωμα του μοσχάτου.

Τα μονοτερπένια μπορούν να υπάρχουν στα σταφύλια τόσο ως ελεύθερες όσο και ως γλυκοσιδικά δεσμευμένες μορφές. Οι γλυκοζίτες που δημιουργούνται είναι σε μεγαλύτερο ποσοστό , και αν και δεν συνεισφέρουν αρωματικά στον οίνο, αντιπροσωπεύουν το αρωματικό δυναμικό του σταφυλιού, αφού υδρολύονται σε ελεύθερα πτητικά τερπένια με τον χρόνο την θερμότητα και την υδρόλυση με γλυκοσιδάσες κατά τη ζύμωση. Η σχετική αναλογία των ελευθέρων και των δεσμευμένων μορφών εξαρτάται από τις ποικιλίες. Έτσι το μοσχάτο Αλεξανδρείας περιέχει περισσότερες συνδεδεμένες τερπενόλες σε σχέση με τις ελεύθερες. Αντίθετα οι στους φλοιούς οι ελεύθερες και δεσμευμένες μορφές βρίσκονται σε ισόποσες αναλογίες. Ενώ στο μοσχάτο άσπρο η αναλογία των δυο μορφών είναι ιδιόμορφη τόσο στους φλοιούς όσο και στην σάρκα. ((10) J. MARAIS, 1983) ((11) Onofrio Corona et. Al, 2020) ((12) Ignacio Buesa a, Diego S. Intrigliolo b, Juan R. Castel a, Mar Vilanova, 2021)

#### Εστέρες

Οι εστέρες υπάρχουν σε αρκετά μικρές συγκεντρώσεις και σχηματίζονται με ενζυμική εστεροποίηση κατά την ζύμωση είτε με χημική εστεροποίηση κατά την παλαίωση του οίνου. Όταν υπάρχουν σε υψηλά ποσοστά σε κρασιά δημιουργούν τον φρουτώδη χαρακτήρα, όπως ο οξικός αιθυλεστερας (οσμή αχλαδιού) που όταν βρίσκεται σε τιμές κάτω των 180mg/l προσφέρει στον αρωματικό χαρακτήρα του οίνου, εστέρες των λιπαρών οξέων με αιθανόλη (προπανοικός αιθυλεστερας), ο οξικός ισοαμυλεστερας που εμφανίζει άρωμα μπανάνας σε τιμές 0,2-6mg/l, ο οξικός εξυλεστερας, ο οξικός

φαιλυλαιθυλεστερας. Η παραγωγή τους ενισχύεται από τις χαμηλές θερμοκρασίες, την απουσία αιωρούμενων μικροσωματιδίων κατά την ζύμωση, το είδος των ζυμών. Βέβαια οι εστέρες σε υψηλές τιμές μπορούν να υπερκαλύψουν τα ποικιλιακά αρώματα, ενώ αν παραμείνει με τις νέκρες ζύμες ο οίνος μπορεί να εμπλουτιστεί σε περαιτέρω εστέρες και ανώτερες αλκοόλες. ((43) Αργυρή Τσακίρης, 2005)

#### Θειούχες ενώσεις

Σε αυτή την κατηγορία περιλαμβάνονται το υδρόθειο(παράγεται με την αναγωγή ανόργανων ενώσεων του θείου ή από αποικοδόμηση πρωτεϊνών από τις ζύμες σε συνθήκες έλλειψης αφομοιώσιμου αζώτου), οι θειόλες, θειοεστέρες, τα σουλφίδια (όπως το διμεθυλο σουλφίδιο που είναι δευτερεύων προϊόν του μεταβολισμού του θείου), οι μερκαπτάνες ( που προέρχονται από τον μεταβολισμό της κυστεΐνης και της μεθειονίνης), αυτές που έχουν μικρό μοριακό βάρος και βρίσκονται σε χαμηλές συγκεντρώσεις κάτω από τα όρια αντίληψης δεν δημιουργούν ελάττωμα. Η δημιουργία του υδρόθειου σε πολύ μικρές συγκεντρώσεις βοηθάει τις ζύμες γιατί επιτρέπει την παραγωγή θειαμίνης, κυστεΐνης, μεθειονίνης απαραίτητες για την ανάπτυξη των ζυμών.

#### Πτητικά αζωτούχα συστατικά

Οι αμίνες προέρχονται είτε από το γλεύκος είτε από την μηλογαλακτική ζύμωση και σε μικρές ποσότητες από τις ζύμες. Οι πρωτοταγείς αμίνες ακετυλιώνονται από τις ζύμες σε ακεταμίδια που είναι πτητικά αλλά δεν επηρεάζουν το άρωμα του οίνου.

#### Πτητικές φαινόλες

Η 4-βινυλο-φαινόλη και η 4-βινυλο-βουαϊκόλη (που δίνει άρωμα γαρύφαλλου) δημιουργούνται από την αποκαρβοξυλίωση μεταξύ φαινολικών οξέων και ζυμών. Ενισχύουν το άρωμα των κρασιών και σχηματίζονται σε μεγαλύτερη περιεκτικότητα τα λευκά κρασιά έναντι των ερυθρών. Στον οίνο ανιχνεύονται τα αιθυλοπαραγωγα τους, προκύπτουν από την δράση του *brettanomyces* , οι πτητικές φαινόλες ανιχνεύονται στο ξύλο.

#### Λακτόνες

Είναι εστέρες που σχηματίζονται με εσωτερική εστεροποίηση μεταξύ καρβοξυλομάδας και υδροξυλίου ενός αλειφατικού υδροξυοξέος. Οι περισσότερες Λακτόνες στο κρασί είναι γ Λακτόνες και μπορεί να προέρχονται από τα σταφύλια , την ζύμωση ή την ωρίμανση ή να εκχυλίζονται απο τα δρύινα βαρέλια. Αυτές που προέρχονται από τα σταφύλια δεν συμμετέχουν στα ποικιλιακά αρώματα. Εξάιρεση αποτελεί η 5βινυλο5μεθυλο τετραυδροφουρανονη η οποία βρίσκεται στις ποικιλίες Muscat και Riesling. ((28) Ντουρτόγλου Θ, 2022)

## Βιταμίνες

Γλουταθειώνη είναι ένα τριπεπτίδιο που έχει μια ελεύθερη ομάδα σουλφιδρυλίου και αποτελεί μέρος ενός προϊόντων οξειδωσης στα γλεύκη, διαδραματίζει άλλωστε και σημαντικό ρόλο στο καφετιασμα του γλεύκους, υπάρχει σε μεγαλύτερη αναλογία στα φύλλα της αμπέλου σε σχέση με τις ράγες.

Η βιταμίνη E βρίσκεται σε μεγάλες συγκεντρώσεις στο έλαιο των σταφυλιών, ενώ η θειαμίνη είναι ιδιαίτερα χαμηλή σε οίνους που έχουν υποστεί προσθήκη διοξειδίου του θείου.

Η βιταμίνη C, ή αλλιώς ασκορβικό οξύ, μπορεί να υπάρχει εξαρχής στα σταφύλια, αλλά μπορεί να προστίθεται και αργότερα στον οίνο λόγω των αντιοξειδωτικών ιδιοτήτων του, αφού προστατεύει τις φαινολικές ενώσεις από την οξείδωση.

## **2.2 Οι οινοποιητικές τεχνικές στην λευκή οινοποίηση**

Με τον όρο λοιπόν, λευκός οίνος, εννοούμε τον οίνο που προέρχεται από λευκές ποικιλίες ή γκριζες ποικιλίες (*vins gris*), των οποίων όμως οι ερυθρές χρωστικές δεν περνάνε στο γλεύκος όπου πρόκειται να ζυμωθεί και κατά συνέπεια ούτε και στον παραγόμενο οίνο. Στην λευκή οινοποίηση αποφεύγεται η παρατεταμένη παραμονή του γλεύκους με τα στέμφυλα και τους βοστρύχους, η εκχύλιση των οποίων και δίνει τα φαινολικά συστατικά (μεταξύ των οποίων και χρωστικές).

Οι λευκοί οίνοι περιέχουν φαινολικά συστατικά, μεταξύ των οποίων και αρκετές χρωστικές κίτρινου ή ανοιχτού κίτρινου χρώματος. Βέβαια, τόσο το είδος, όσο και το ποσοστό των φαινολικών συστατικών μεταξύ λευκών και ερυθρών οίνων, είναι πολύ διαφορετικό. Αυτό οφείλεται σε ποικιλιακούς παράγοντες αλλά και στο γεγονός ότι, η λευκή οινοποίηση, δεν απαιτεί παραμονή του χυμού, μαζί με τους φλοιούς, όπως στην περίπτωση της ερυθρής οινοποίησης. Το στάδιο αυτό, στη λευκή οινοποίηση εκλείπει, με εξαίρεση κάποιες περιπτώσεις αρωματικών ποικιλιών, όπως τις μωσχάτες ποικιλίες τις οποίες μελετάμε. Πολλά αρωματικά συστατικά, βρίσκονται στους φλοιούς των σταφυλιών και η παραλαβή τους απαιτεί εκχύλιση, η οποία όμως, πρέπει να γίνεται πολύ προσεκτικά, σε χαμηλές θερμοκρασίες, ώστε να έχουμε κατά το δυνατόν μικρότερη εκχύλιση φαινολών, οι οποίες ενδεχομένως να προκαλούσαν ελαττώματα.

## Συγκομιδή-Μεταφορά

Μερικοί από τους παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν την ημερομηνία τρυγητού είναι η ποικιλία, η τοποθεσία του αμπελώνα και το φορτίο. Το κατά πόσον τα σταφύλια έχουν φτάσει στο κατάλληλο σημείο ωρίμανσης, ο κάθε οινολόγος το συμπεραίνει με τη βοήθεια δειγματοληψιών, λαμβάνοντας υπόψη του κάθε φορά κατά κύριο λόγο τη σακχαροπεριεκτικότητα και την ογκομετρομενη οξύτητα.

Η μεταφορά των σταφυλιών στο οινοποιείο, πρέπει να γίνεται, σε δοχεία ή επιφάνειες, οι οποίες πληρούν συγκεκριμένες προδιαγραφές. Στόχος είναι η ελάχιστη

δυνατή καταπόνηση της πρώτης ύλης, με άμεσο αποτέλεσμα την παραγωγή του ποιοτικότερου δυνατού οίνου.

#### Εξαγωγή του χυμού

Η πρώτη ύλη αφού συγκεντρωθεί στη σταφυλοδόχο, περνά στους σπαστήρες όπου γίνεται η έκθλιψη των σταφυλιών και από εκεί στα απορραγιστήρια όπου απομακρύνονται οι βόστρυχοι-τσάμπουρα. Εάν παρέμεναν οι βόστρυχοι με τον σταφυλοπολτό, θα προσέδιδε στον παραγόμενο οίνο χορτώδη οσμή, ως αποτέλεσμα της μεταβίβασης ιδιαίτερα στυφών ταννικών συστατικών από τους βοστρύχους στον οίνο. Έπειτα ο σταφυλοχυμός με τα εμπεριέχοντα στέμφυλα, οδηγείται στα στραγγιστήρια για τον διαχωρισμό αυτών και την παραλαβή του πρόρρογου γλεύκους. Τα στέμφυλα που παραλαμβάνονται από τη στράγγιση καταλήγουν πιεστήρια μηχανικά συνήθως, με σκοπό την εξαγωγή γλεύκους χαμηλότερης ποιότητας από το πρόρρογο. Τα δύο ειδών γλεύκη είτε έπειτα από ανάμειξη, είτε χωριστά καταλήγουν στα δοχεία ζύμωσης.

#### Επεμβάσεις

Επεμβάσεις με στόχο την προφύλαξη του χυμού από οξειδώσεις, θολώματα ή διορθωτικού τύπου, που αφορούν συνήθως τη σακχαροπεριεκτικότητα, την ογκομετρομενη οξύτητα, τη συγκέντρωση διαφόρων αζωτούχων συστατικών και βιταμινών. Όλα αυτά συνήθως αποτρέπονται με την θείωση, τη διαύγαση και την απολάσπωση.

Έπειτα γίνεται η προσθήκη καλλιεργημένης ζύμης με συγκεκριμένα και επιλεγμένα συνήθως ζυμωτικά χαρακτηριστικά, που σαν στόχο έχει μια ομαλή και υγιή ζύμωση.

#### Αλκοολική ζύμωση

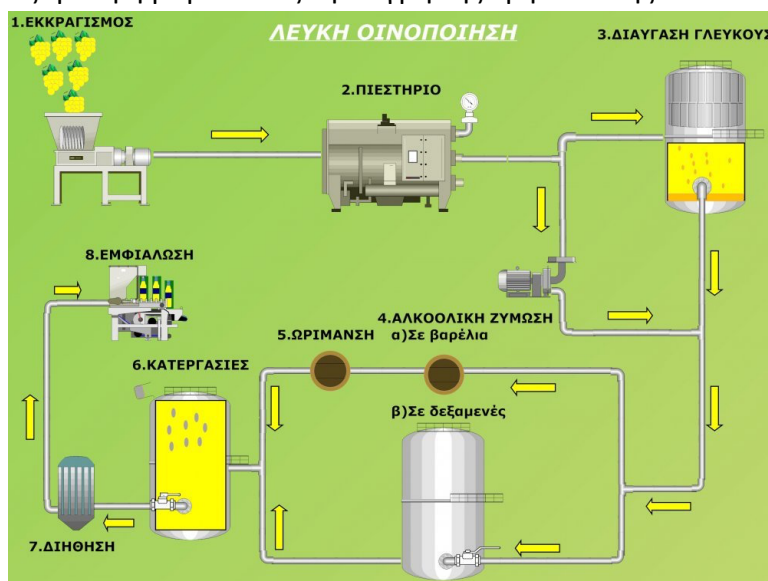
Για τη ζύμωση χρησιμοποιούνται δεξαμενές συνήθως ανοξείδωτες. Κατά την πορεία της αλκοολικής ζύμωσης, παράγεται η αλκοόλη, μέσω μιας αναερόβιας διαδικασίας κατά την οποία, σάκχαρα με τη βοήθεια ενζύμων που παράγονται από τους ζυμομύκητες, μετατρέπονται σε αιθυλική αλκοόλη. Ακόμη, κατά την αλκοολική ζύμωση παράγεται ένα πλήθος δευτερευόντων προϊόντων, πέραν της αλκοόλης, τα οποία συνιστούν το δευτερογενές άρωμα του κρασιού. Το άρωμα αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα κριτήρια ποιότητας ενός οίνου και γι' αυτό ο οινολόγος πρέπει να φροντίζει ώστε η διαδικασία της ζύμωσης, να διεξάγεται κάτω από συνθήκες που να ευνοούν μια μέγιστη και παράλληλα ισορροπημένη παραγωγή εστέρων, στους οποίους και οφείλεται κατά κύριο λόγο, το δευτερογενές άρωμα. Η θερμοκρασία, θεωρείται ο πλέον σημαντικός ρυθμιστικός παράγοντας σχηματισμού εστέρων. Η ζύμωση έχει ολοκληρωθεί όταν η περιεκτικότητα σε σάκχαρα δε ξεπερνά τα 4gr/L για τους ξηρούς οίνους που μελετάμε εδώ.

Η μηλογαλακτική ζύμωση επιδρά στο αρωματικό δυναμικό και την οξύτητα των λευκών κρασιών. Όμως επειδή αυξάνει το pH, δεν βοηθάει τους λευκούς οίνους,

καθώς η υψηλή οξύτητα αποδεδειγμένα προσδίδει δροσιά και φρεσκάδα στους λευκούς ξηρούς φρέσκους οίνους. ((41) Infowine Vinification, 2022)

Γίνεται η μετάγγιση για την απομάκρυνση της οινολάσπης από τον νέο οίνο. Ακολουθεί η θείωση προς αποφυγήν μικροβιακών προσβολών και οξειδώσεων.

Τέλος η δεξαμενή απογεμίζετε ώστε να ελαχιστοποιηθεί η επαφή του οίνου με το οξυγόνο, το οποίο ευθύνεται για τις οξειδώσεις. Ο οίνος παραμένει στην ερμητικά κλειστή δεξαμενή ή βαρέλια ως τη στιγμή της εμφιάλωσης.



Εικ.2 πορεία λευκής οινοποίησης

### **2.3 Η προζυμωτική εκχύλιση ως παράγοντας που συμβάλλει στην πολυπλοκότητα των λευκών οίνων**

Η προζυμωτική κρυσταλλοποίηση είναι μια τεχνική που βασίζεται στην διαδικασία της εκχύλισης και λαμβάνει χώρα σε χαμηλές θερμοκρασίες. Η βασική ιδέα αυτής της τεχνικής, που προηγείται της αλκοολικής ζύμωσης, είναι η ψύξη του γλεύκου για κάποιες ώρες, με στόχο την ενίσχυση του χρώματος, της γεύσης και των αρωματικών χαρακτηριστικών του παραγόμενου οίνου. Η διαδικασία αυτή γίνεται με απουσία αλκοόλ καθώς η ζύμωση δεν έχει ξεκινήσει και για την αποφυγή έναρξής της, προστίθεται ποσότητα SO<sub>2</sub>. Οι οίνοι που φτιάχνονται με αυτόν τον τρόπο χαρακτηρίζονται ως περισσότερο φρουτώδη, πιο πολύπλοκα και με αυξημένη αρωματική και χρωματική ένταση. ((40) Infowine Enology, 2022)

Στα λευκά σταφύλια τα πράγματα είναι πιο πολύπλοκα. Τα λευκά κρασιά τείνουν να έχουν λιγότερα φαινολικά συστατικά από τα ερυθρά έτσι η κρυσταλλοποίηση δεν βοηθάει ιδιαίτερα. Παρόλα αυτά, κάποια λευκά κρασιά και ειδικά αυτά που προέρχονται από πιο αρωματικές ποικιλίες, όπως και οι μοσχάτες που μελετώνται στην παρούσα πτυχιακή, ωφελούνται από λίγων ωρών κρυσταλλοποίηση. Αυτό επιτρέπει την διάχυση φρουτωδών αρωμάτων και προδρόμων αρωμάτων από τους φλοιούς. Επίσης,

εκχυλίζονται κάποια επιθυμητά φαινολικά συστατικά τα οποία συνεισφέρουν στο σώμα και την ενδεχόμενη παλαίωση του παραγόμενου οίνου. Ένα αρνητικό είναι ότι ταυτόχρονα εκχυλίζονται χορτώδη, πικρά και στυπτικά συστατικά. Μια ισορροπημένη εκχύλιση μεταξύ αρωματικών και χορτώδων, πικρών, στυφών συστατικών μπορεί να επιτευχθεί με ελεγχόμενο χρόνο εκχύλισης και ελεγχόμενη θερμοκρασία. Η θερμοκρασία διατηρείται ανάμεσα σε 10-15°C και ο χρόνος μπορεί να είναι από μερικές ώρες μέχρι και 24 ώρες. Ένα ακόμα πρόβλημα που μπορεί να δημιουργηθεί, είναι η μειωμένη ολική οξύτητα και το αυξημένο pH στο γλεύκος. Αυτό πιθανόν να συμβαίνει λόγω της απελευθέρωσης ιόντων καλίου από τους φλοιούς των σταφυλιών.

Στα γλεύκη που πραγματοποιούν κρυσταλλοποίηση, προστίθεται συνήθως, SO<sub>2</sub>. Τα πιο συνηθισμένα επίπεδα θείωσης κυμαίνονται γύρω στα 30-150mg/lit. Το SO<sub>2</sub> δρα σαν μικροβιακό ανασταλτικό, αλλά η παρουσία του στο γλεύκος προκαλεί σημαντική εκχύλιση φαινολικών συστατικών, έτσι δεν προστίθεται πάντα σε λευκά γλεύκη που θα περάσουν κρυσταλλοποίηση. Στις συγκεκριμένες περιπτώσεις, για την προστασία της οξείδωσης, χρησιμοποιείται σαν αντικαταστάτης του SO<sub>2</sub>, το CO<sub>2</sub>.

### **3.1 ελληνικές ποικιλίες**

#### **3.1.1 «Μοσχάτο Αλεξάνδρειας»**

Το Μοσχάτο Αλεξανδρείας καλλιεργείται από την αρχαιότητα, πρόκειται για μια ποικιλία τριπλής χρήσεως και σήμερα καλλιεργείται παγκοσμίως για την παραγωγή επιτραπέζιου σταφυλιού και σταφίδας και οίνου. Ποικιλία αφρικάνικης προελεύσεως πιθανόν από την Αίγυπτο με μεγάλη γεωγραφική εξάπλωση. Σε ορισμένες αμπελουργικές περιοχές, χρησιμοποιείται επίσης για την παρασκευή λευκών αφρωδών, ξηρών και ενισχυμένων κρασιών («mistella» και «rassito»), γλυκών οίνων Muscat de rivesaltes στην Γαλλία καθώς και συμπυκνωμένων μούστων. Στην Ιταλία το κρασί παρασκευάζεται από το σταφύλι στο νησί Pantelleria και καλλιεργείται στην Καλαβρία και τη Σικελία όπου είναι γνωστό ως Zibibbo. Στη Μάλαγα το σταφύλι αναμειγνύεται συχνά με τον Pedro Ximénez και δημιουργείται ένα κρασί με υψηλό αλκοολικό βαθμό που ποικίλλει σε χρώμα από χρυσό έως σκούρο μαύρο. Αναμειγνύεται με άλλα κρασιά για τη βελτίωση της τελικής αρωματικής σύνθεσης των λευκών κρασιών. Επίσης απαντάται σε Βέλγιο, Ολλανδία, Αργεντινή. Το «Μοσχάτο Αλεξάνδρειας» είναι μια ιδιόμορφη ποικιλία με υψηλή συγκέντρωση τερπενίων, τα οποία δεν απαντώνται συχνά σε άλλες ποικιλίες. Εκδηλώνονται αρώματα λεμονιού, βερίκοκου, ροδάκινου και εσπεριδοειδών και τριαντάφυλλου, γιασεμιού, αν και είναι παρόμοια ποικιλία με το Μοσχάτο άσπρο δίνει κρασιά διαφορετικού χαρακτήρα, με πιο διακριτικό άρωμα, αλλά με πιο μεστή επίγευση και πιο πλούσιο σώμα. ((14) Muscat of Alexandria, 2022))

Αν και καλλιεργείται και σε ορισμένες άλλες περιοχές της Ελλάδος, στη Λήμνο φαίνεται ότι έχει τη μεγαλύτερη προσαρμοστικότητα.



Στη Λήμνο φτάνει στις αρχές του 20ού αιώνα από την Αίγυπτο και εξαιτίας της καταγωγής του αποκτάει και διάφορες άλλες ονομασίες όπως Εγγλέζικο, Αλεξανδρινό ή Zibibbo. Σταδιακά, η ποικιλία αυτή εκτόπισε την τοπική ερυθρή ποικιλία, το Λημνιό, που μέχρι τότε κυριαρχούσε στο νησί.

Το Μοσχάτο Αλεξανδρείας είναι μια ιδιαίτερα παραγωγική και αρωματική ποικιλία, η οποία στη Λήμνο δίνει οίνους ΠΟΠ (Προστατευόμενης Ονομασίας Προέλευσης). Συγκεκριμένα, δίνει τους ξηρούς οίνους ΠΟΠ Λήμνος και τους γλυκούς ΠΟΠ Μοσχάτος Λήμνος, για τους οποίους φημίζεται το νησί. Επίσης, τα τελευταία χρόνια δίνει ενδιαφέροντα αφρώδη κρασιά, ημίξηρα ή ημίγλυκα. Πλέον τα τελευταία χρόνια αριθμεί περίπου στα 7500 στρέμματα, όπου είναι και συνιστώμενη ποικιλία, δημιουργεί ελαφρά λευκά κρασιά με αρκετά έντονα μοσχάτα αρώματα, με ελαφριά γεύση, χαμηλή οξύτητα, παράγονται λευκά ξηρά, ημίξηρα και ημίγλυκα φρέσκα κρασιά και γλυκείς φυσικοί οίνοι (vin de liqueur), όλοι οι οίνοι προστατευόμενης ονομασίας προέλευσης. Οι ξηροί οίνοι από Μοσχάτο Αλεξανδρείας είναι συνήθως οίνοι μέτριας προς υψηλής οξύτητας και καταναλώνονται κυρίως φρέσκοι. Οι γλυκείς οίνοι είναι συνήθως μέτριας οξύτητας και σε ορισμένες περιπτώσεις παλαιώνουν σε βαρέλι. Τα ξερικά αμπέλια της Λήμνου διαμορφώνονται σε σχετικά χαμηλά κύπελλα, καθώς οι άνεμοι που σημειώνονται στο νησί δεν διευκολύνουν την γραμμική διάταξή τους, δέχονται βραχύ κλάδεμα στα δυο μάτια, έχουν σταφύλια μεσαίου μεγέθους και αραιές ράγες, είναι πολύ παραγωγική ποικιλία με ζωηρό πρέμνο, αλλά ευαίσθητη στον περονόσπορο, το ωίδιο, τον βοτρυτη και τον μολυσματικό εκφυλισμό, την ανθορροια γι' αυτό και το κορφολόγημα πριν την άνθηση βοηθάει στο δέσιμο και είναι ιδιαίτερα ευαίσθητο στο κρύο, οι σταφυλές είναι ευαίσθητες στα ηλιακά εγκαύματα. Έχει ικανοποιητική συγγένεια με τα αμερικάνικα υποκείμενα, ευαισθησία στην μικρορραγία και για αυτό πρέπει να χρησιμοποιούνται μη ζωηρά υποκείμενα σε γόνιμα εδάφη. Η μεγάλη ζωηρότητα μπορεί να προκαλέσει ανθόρροια, μικρορραγία και οψίμιση της παραγωγής. Στις ψυχρές και βόρειες περιοχές η ποικιλία είναι όψιμη. ((35) Μ.Βλάχος, 1991)

Προτιμώνται τα υποκείμενα 775P, 1045P, 1447P και σε πολύ ξηρά εδάφη 140R, 1103P. Προσαρμόζεται σε θερμές περιοχές αλλά χωρίς απότομες αλλαγές θερμοκρασίας. Κατά την ανθόρροια χρειάζεται υψηλές θερμοκρασίες.

Η πλήρης ωρίμανση γίνεται τρίτο δεκαήμερο του Αυγούστου με πρώτο του Σεπτεμβρίου.

Οι ράγες πρέπει να κόβονται στον κατάλληλο βαθμό τεχνολογικής ωριμότητας σε συνδυασμό με την ανάπτυξη του αρώματος. Το γλεύκος έχει καλή περιεκτικότητα σε σάκχαρα (200-230 gr/l), χαμηλή οξύτητα (4,5) και υψηλό pH (3,6-3,9). ((34) Μ.Σταυρακάκης, 2010)



Εικ.3.1 μορφολογία σταφυλής ((38) Wines of Greece Varieties, 2022)

#### Αμπελογραφικοί χαρακτήρες

- Φύλλα χαλκοπράσινα, τρίλοβα, γυαλιστερά όταν είναι νεαρά
- Έλικες ασυνεχείς, μακρές και κίτρινες
- Ταξιανθία μεγάλη, αραιή
- Άνθος ερμαφρόδιτο
- Ράγα ελλειψοειδής
- Χρυσός φλοιός με άφθονη ανθηρότητα
- Σταφυλή κυλινδροκωνική, μέτρια αραιή
- Γίγαρτα (κουκούτσια) 2-3 ανά ράγα, μεσαία
- Κληματίδα μέτριου μήκους και πάχους ((44) Λίβα Κωνσταντίνα, 2018) ((36) Pierre Galet, 1998)

Ολόκληρο το νησί της Λήμνου αποτελεί οριοθετημένη ζώνη παραγωγής οίνων Π.Ο.Π. (Προστατευόμενης Ονομασίας Προέλευσης) Λήμνος από το 1982. Διαθέτει ομαλό ανάγλυφο με χαμηλούς λόφους, ηφαιστιογενή, λεπτόκοκκα και βαθιά, πλούσια σε μεταλλικά στοιχεία και κάλιο, φτωχά σε ασβεστολιθικά πετρώματα εδάφη, η δυτική πλευρά του νησιού είναι ημιορεινή στα 450μ ενώ ανατολικότερα απλώνεται μια πεδινή περιοχή που δέχεται τη θαλάσσια αύρα του αιγαίου. Στις πλαγιές των βουνών και στις κοιλάδες των λόφων καλλιεργούνται το μοσχάτο Αλεξανδρείας αλλά και άλλες ποικιλίες όπως το λημνιο, το ασυρτικο και το merlot, ο ροδίτης και μεγάλο ποσοστό έχουν πιστοποιηθεί βιολογικά, και παράγουν βιολογικό κρασί αρκετά οινοποιεία, όπως εν μέρη ο γκαραλης, με ένα εξ αυτών το limnos organic wines να παράγει στο 100% βιολογικά κρασιά από βιολογικούς αμπελώνες. Ακόμα και όταν οι κλίσεις είναι μικρές έχουν καλή στράγγιση. Τα αμπέλια στη Λήμνο κάνουν βαθύ ριζικό σύστημα. Στη

Λήμνο, η μέση ηλιοφάνεια είναι υψηλή, η μέση βροχόπτωση χαμηλή με σχετική υγρασία, όμως, γύρω στο 75%, η μέση ετήσια θερμοκρασία είναι από τις χαμηλότερες στα ελληνικά νησιά και οι συνθήκες καύσωνα πολύ σπάνιες. ((15) Αργυρής Τσακίρης, 2010) ((17) ROGER B. BOULTON VERNON L.SINGLETON LINDA F .BISSON RALPH E.KUNKEE, 2018) ((16) Αργυρής Τσακίρης, 2017) ((22) Limnos Wines, 2022)



Εικ. 3.2 αμπελοτεμαχία στην Λήμνο ((39) Lemnos Winetrails, 2022)



Εικ. 3.3 μορφολογία μοσχάτου Σπίνας ((37) Douloufakis Muscat Spina.jpg, 2022)

### **3.1.2 Μοσχάτο Σπίνας**

Αυτός ο κλώνος του Μοσχάτου άσπρου, έχει πάρει το όνομά του από την ορεινή κοινότητα της Σπίνας στην επαρχία Σελίνου Χανίων, όπου και καλλιεργείται στα 400μ περιπου υψόμετρο. Μπορεί η ποικιλία να είναι γνωστή για το εκρηκτικό άρωμα του σταφυλιού, ωστόσο η λεπτή φλούδα του Μοσχάτου Σπίνας προσδίδει ένα λεπτό χαρακτήρα στα κρασιά. Θεωρείται μικρασιάτικης προέλευσης, εκτός από την Ελλάδα καλλιεργείται επίσης και σε Γαλλία, Ιταλία, Τουρκία, Ρουμανία, Γερμανία, ΗΠΑ, Αυστραλία. Καλλιεργείται κυρίως στην Σάμο, στις Κυκλάδες, την Αχαΐα (μοσχάτου Ρίου), Ρόδο (μοσχάτος Ρόδου). Ωριμάζει τέλος Αυγούστου με αρχές Σεπτεμβρίου, δέχεται και αυτό βραχύ κλάδεμα, με πρασινοκίτρινες ράγες μεσαίου μεγέθους και διαμορφώνεται σε χαμηλό κύπελλο ή γραμμικό αμφίπλευρο *royat*, είναι παραγωγική ποικιλία, με πρέμνο μέσης ζωηρότητας, προσαρμόζεται στα περισσότερα εδάφη ακόμα και σε φτωχά, ξηρά και ασβεστώδη εδάφη αλλά είναι πολύ ευαίσθητη στο ωίδιο, τον βοτρυτη, την ευδεμίδα, και τον μολυσματικό εκφυλισμό και αρκετά ανθεκτική στον περονόσπορο. Δίνει είτε γλυκά είτε ξηρά κρασιά με ελαφριά γεύση,

χαμηλή οξύτητά και έντονα μοσχάτα αρώματα. Η ξηροί λευκοί οίνοι που παρασκευάζονται είναι υψηλού αλκοολικού βαθμού, μέτριας οξύτητας, με τάση προς οξείδωση. ((35) Μ.Βλάχος, 1991)

Οι αμπελώνες βρίσκονται σε αργιλώδη και ασβεστολιθικά, επικλινή εδάφη με πολλή καλή αποστράγγιση, βρίσκονται στους πρόποδες του βουνού με θεά την θάλασσα, με ήπιους χειμώνες και δροσερά καλοκαίρια αφού ο άνεμος μετριάξει την θερμοκρασία. Η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ ημέρας και νύχτας λειτουργεί θετικά στην αργή ωρίμανση των σταφυλιών δημιουργεί κλιματολογικές συνθήκες κατάλληλες για την ωρίμανση τους. Προσαρμόζεται σε διάφορα περιβάλλοντα όμως η ποιότητα των αρωμάτων επηρεάζεται από το υψόμετρο, τον προσανατολισμό του αμπελώνα, την κατεύθυνση των γραμμών και την πυκνότητα φύτευσης. Η ποικιλία δίνει καλή ποιότητα σε χαλικώδη σχιστολιθικά εδάφη με καλό αερισμό αποστραγγιζόμενα σε μεγάλο υψόμετρο με μεγάλη ηλιοφάνεια όπου η θερμοκρασία εξασφαλίζει αργή ωρίμανση. Η ποικιλία συμπεριφέρεται άριστα στους επιτόπιους και επιτραπέζιους εμβολιασμούς, προτιμώνται υποκείμενα 41B, 110R, 1103P. ((20) Muscat of Spina, 2022) ((21) Πατεριανάκης Αμπελώνες, 2022)

Από την αρωματική άποψη , χαρακτηρίζεται από αρώματα Πράσινου Μήλου, λεμονιού, τριαντάφυλλου, εσπεριδοειδών, λευκών λουλουδιών, πεπονιού, βερίκοκου, ροδάκινου. ((17) ROGER B. BOULTON VERNON L.SINGLETON LINDA F .BISSON RALPH E.KUNKEE, 2018) ((18) Αργυρής Τσακίρης, 2011) ((19) Δημήτριος Σταυράκας, 2010) Το γλεύκος έχει υψηλή περιεκτικότητα σε σάκχαρα 30-250, PH 3,4 και υψηλή ολική οξύτητα 5,4-5,8 . ((34) Μ.Σταυρακάκης, 2010)

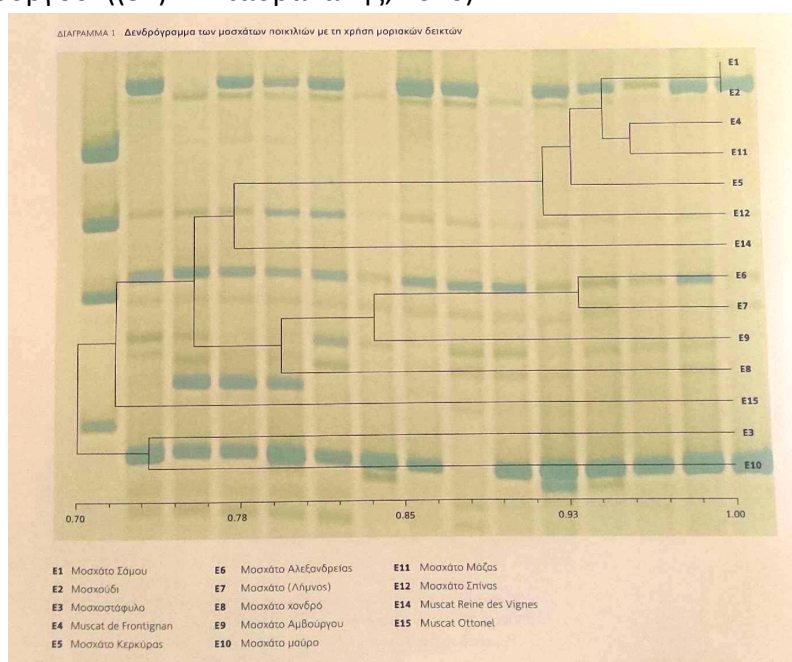
Αμπελογραφικοί χαρακτήρες και φαινολογικά στάδια

- Φύλλο μέτριο κυκλικό, μισχικός κόλπος βαθύς σε σχήμα λύρας, νευρώσεις κιτρινοπράσινες, μίσχος βραχύς λείος πράσινος
- Έλικες, μέτριες πράσινες, ασυνεχείς
- Σταφυλή κυλινδροκωνική, πολύ πυκνή με ανισομεγέθεις ράγες
- Ράγα, μικρή σφαιρική, κιτρινόχρυση, φλοιός παχύς, λεπτή ανθηρότητα.
- Γίγαρτα 2-3, ανά ράγα , μεσαία
- Κληματίδα καστανή λεία,
- πλήρης ωρίμανση 2<sup>ο</sup> δεκαήμερο Αυγούστου
- Ποικιλία πρώιμη, μέτριας ζωηρότητας.
- Ο τυφλός οφθαλμός είναι γόνιμος,

### **3.2 Διάκριση και ταυτοποίηση των μοσχάτων ποικιλιών**

Το λευκό μοσχάτο E1 έχει υψηλό βαθμό γενετικής ομοιότητας και συγγένειας με το μοσχάτο Σπίνας E6 και χαμηλότερη συγγένεια με το μοσχάτο Αλεξανδρείας E12, όπως παρατηρήθηκε, αφού χρησιμοποιήθηκαν μοριακοί δείκτες, μοριακές μέθοδοι RFLP, RAPD, AFLP για την ταυτοποίηση και την διάκριση συγγενών ομάδων ποικιλιών και των

ειδών. Αντιθέτως το μοσχάτο Αλεξανδρείας είναι πιο κοντά γονιδιακά, συγγενικά με το μοσχάτο Αμβούργου. ((34) Μ.Σταυρακάκης, 2010)



Εικ.4 δενδρόγραμμα μοσχάτων ποικιλιών με την χρήση μοριακών δεικτών

#### 4. Φασματοσκοπικές Τεχνικές Ανάλυσης

##### 4.1 Αρχή Μεθόδου HPLC

Ανήκει στις χρωματογραφικές τεχνικές. Ο διαχωρισμός είναι αποτέλεσμα της συνδυαστικής δράσης μιας στατικής και μιας κινητής φάσης. Το δείγμα εισάγεται στη κορυφή της στήλης και με τη βοήθεια της κινητής φάσης τα συστατικά του μετακινούνται με τη μορφή ζωνών και τελικά εκχυλίζονται διαχέονται το ένα μετά το άλλο. Ο διαχωρισμός πραγματοποιείται καθώς εκλούεται το δείγμα με την βοήθεια υγρής κινητής φάσης από στήλη γεμάτη με την ακίνητη φάση σε μορφή στερεών κόκκων. Όμως επειδή η ακίνητη φάση βρίσκεται στη μορφή πολύ λεπτών κόκκων η κινητή φάση διέρχεται από την στήλη με την βοήθεια αντλίας. Η χρήση της αντλίας αυξάνει την πίεση στο εσωτερικό της στήλης, εξού και αρχικά λέγονταν υψηλής πίεσης, ενώ σήμερα η χρήση όλο και μικρότερων σωματιδίων καθιστά αναγκαία την εφαρμογή ακόμα μεγαλύτερων πιέσεων. Οι ενώσεις του δείγματος ταυτοποιούνται και βρίσκεται η συγκέντρωσή τους με την βοήθεια κάποιου ανιχνευτή.

HPLC κανονικής φάσης

Σε αυτή την περίπτωση ως πολική στατική φάση χρησιμοποιείται το silica gel, και ένας μη πολικός διαλύτης ως κινητή φάση π.χ. εξάνιο, τετραυδροφουρανιο.

HPLC αντίστροφης φάσης

Είναι το είδος HPLC με τις περισσότερες εφαρμογές. Ως ακίνητη φάση χρησιμοποιείται το silica gel που στην επιφάνειά του έχουν προστεθεί αλειφατικές ομάδες (συνήθως ευθείες αλυσίδες  $-(CH_2)_{17}CH_3$ ) που καθιστά την ακίνητη φάση

υδρόφοβη. Αντίστοιχα, ως κινητή φάση επιλέγεται ένας πολικός διαλύτης π.χ. μεθανόλη ή ακετονιτρίλιο.

#### Ιοντοανταλλαγής

Το σωματίδια της ιοντοανταλλαγής φέρουν συγκεκριμένο θετικό η αρνητικό φορτίο, όπως για παράδειγμα μια ρητίνη σουλφονικού οξέος. Μπορούν να διαχωριστούν διαφορετικά κατιόντα όπως ιόντα μετάλλων, αμίνες βαση της διαφορετικής τους συγγένειας με την στατική φάση. Δεν είναι μια τεχνική υψηλής απόδοσης, ενώ η ιοντική χρωματογραφία αποτελεί υποκατηγορία της, χρησιμοποιώντας αποδοτικά μικροσωματίδια ιοντοανταλλαγής. ((44) Λίβα Κωνσταντίνα, 2018)

Χρωματογραφία υδρόφιλων αλληλεπιδράσεων (κανονικής υδατικής φάσης)

Αυτός ο τύπος διαχωρισμού είναι κατάλληλος για υδατοδιαλυτους αναλυτές υψηλής πολικότητας, σύμφωνα με την μέθοδο απορροφάται νερό σε μια υδρόφιλη επιφάνεια ώστε να πραγματοποιηθεί η διαδικασία του καταμερισμού. Μοιάζει με την χρωματογραφία κανονικής φάσης, όμως χρησιμοποιούνται διαφορετικοί συνδυασμοί στηλών διαλυμάτων έκλουσης( διάλυμα ακετυλονιτριλίου νερού), ξεκινάει με υψηλή περιεκτικότητα ακετονιτριλίου και στην συνέχεια αυξάνεται το νερό

Ένα σύστημα HPLC περιλαμβάνει: τις φιάλες αποθήκευσης διαλυτών, την Αντλία (σταθερής ροής, σταθερής πίεσης), την Μονάδα εισαγωγής δείγματος (βαλβίδα εισαγωγής δείγματος, αυτόματος δειγματολήπτης), την Χρωματογραφική στήλη, τον Ανιχνευτή και το Καταγραφικό. ((29) Κοντογιάννης Χρίστος, 2015)

#### Πλεονεκτήματα

Ο χρόνος ανάλυσης είναι συνήθως μικρός, μερικά λεπτά μόνο και παράλληλα η ακρίβεια, η ευαισθησία, η διαχωριστική ικανότητα και η επαναληψιμότητα είναι πολύ καλές. Γι' τον λόγο αυτό και υπερέχει σε σχέση με τις υπόλοιπες χρωματογραφικές τεχνικές, αφού είναι μια ποιοτική αλλά και ποσοτική αναλυτική τεχνική.

#### **4.1.1 Διαδικασία λειτουργίας οργάνου της hplc**

Το μίγμα δείγματος που πρόκειται να διαχωριστεί και να αναλυθεί εισάγεται, μικρός όγκος σε μικρολίτρα, στο ρεύμα της κινητής φάσης που διηθείται μέσω της στήλης. Τα συστατικά του δείγματος κινούνται μέσω της στήλης με διαφορετικές ταχύτητες, οι οποίες είναι συνάρτηση συγκεκριμένων φυσικών αλληλεπιδράσεων με το προσροφητικό υλικό (στατική φάση). Η ταχύτητα κάθε συστατικού εξαρτάται από τη χημική του φύση, από τη φύση της στατικής φάσης (στήλη) και από τη σύνθεση της κινητής φάσης. Ο χρόνος κατά τον οποίο μια συγκεκριμένη αναλυόμενη ουσία εκλύεται (αναδύεται από τη στήλη) ονομάζεται χρόνος κατακράτησης της. Ο χρόνος κατακράτησης που μετράται υπό συγκεκριμένες συνθήκες είναι ένα αναγνωριστικό χαρακτηριστικό μιας δεδομένης αναλυόμενης ουσίας. ((32) Gary D. Christian, Purnendu K. Dasgupta, Kevin A. Schug, 2020) ((33) High Performance Liquid Chromatography, 2022)

Πολλοί διαφορετικοί τύποι στηλών είναι διαθέσιμοι, γεμάτες με προσροφητικά που ποικίλλουν ως προς το μέγεθος σωματιδίων, το πορώδες και τη χημεία της επιφάνειας. Η χρήση υλικών μικρότερου μεγέθους σωματιδίων απαιτεί τη χρήση υψηλότερης λειτουργικής πίεσης, ενώ βελτιώνει και τη Χρωματογραφική ανάλυση (ο βαθμός διαχωρισμού κορυφής μεταξύ διαδοχικών αναλυτών που αναδύονται από τη στήλη). Τα προσροφητικά σωματίδια μπορεί να είναι υδρόφοβα ή πολικά.

Οι κοινές κινητές φάσεις που χρησιμοποιούνται περιλαμβάνουν κάποιο συνδυασμό νερού με διάφορους οργανικούς διαλύτες (όπως το ακετονιτρίλιο και η μεθανόλη). Ορισμένες τεχνικές HPLC χρησιμοποιούν κινητές φάσεις χωρίς νερό (όπως αυτή της κανονικής φάσης). Το υδατικό συστατικό της κινητής φάσης μπορεί να περιέχει οξέα (όπως μυρμηκικό, φωσφορικό ή τριφθοροξικό οξύ) ή άλατα που βοηθούν στον διαχωρισμό των συστατικών του δείγματος. Η σύνθεση της κινητής φάσης μπορεί να διατηρείται σταθερή ή να μεταβάλλεται κατά τη διάρκεια της χρωματογραφικής ανάλυσης. Η σταθερή σύνθεση είναι τυπικά αποτελεσματική στον διαχωρισμό συστατικών του δείγματος που είναι πολύ διαφορετικά ως προς τη συγγένειά τους για τη στατική φάση. Ενώ στην μεταβλητή η σύνθεση της κινητής φάσης ποικίλλει από χαμηλή έως υψηλή ισχύ. Η ισχύς της κινητής φάσης αντανακλάται από χρόνους κατακράτησης αναλυόμενης ουσίας με υψηλή ισχύ που παράγει γρήγορη έκλουση και μικρούς χρόνους κατακράτησης. Ένα τυπικό προφίλ στη χρωματογραφία αναστροφής φάσης ξεκινά από 5% ακετονιτρίλιο (σε νερό ή υδατικό ρυθμιστικό διάλυμα) και εξελίσσεται γραμμικά σε 95% ακετονιτρίλιο σε 5-25 λεπτά. Η σύνθεση κινητής φάσης υπάρχει περίπτωση να διατηρηθεί σταθερή στο 5% ακετονιτρίλιο για 1-3 λεπτά, ακολουθούμενη από γραμμική αλλαγή έως και 95% ακετονιτρίλιο.

Η επιλεγμένη σύνθεση της κινητής φάσης εξαρτάται από την ένταση των αλληλεπιδράσεων μεταξύ των διαφόρων συστατικών του δείγματος και της στατικής φάσης (υδρόφοβες αλληλεπιδράσεις). Ανάλογα με τη συγγένειά τους για τη στατική και την κινητή φάση, οι αναλυτές κατανέμονται μεταξύ των δύο κατά τη διαδικασία διαχωρισμού που λαμβάνει χώρα στη στήλη. Αυτή η διαδικασία διαχωρισμού είναι παρόμοια με αυτή που συμβαίνει κατά τη διάρκεια μιας εκχύλισης υγρού-υγρού, αλλά είναι συνεχής, όχι σταδιακά.

Σε αυτό το παράδειγμα, χρησιμοποιώντας μια βαθμίδα νερού/ακετονιτριλίου, περισσότερα υδρόφοβα συστατικά εκλούνται, δηλαδή αποχωρούν από τη στήλη αργά, μόλις η κινητή φάση συγκεντρωθεί περισσότερο στο ακετονιτρίλιο που είναι μια κινητή φάση υψηλότερης ισχύος έκλουσης.

Η επιλογή των συστατικών κινητής φάσης, των προσθέτων (όπως άλατα ή οξέα) και των συνθηκών βαθμίδωσης εξαρτάται από τη φύση της στήλης και των συστατικών του δείγματος.



#### **4.2 Αρχή Υπέρυθρης Φασματοσκοπίας**

Η υπέρυθρη φασματοσκοπία ( φασματοσκοπία IR ή φασματοσκοπία δόνησης ) είναι η μέτρηση της αλληλεπίδρασης της υπέρυθρης ακτινοβολίας με την ύλη μέσω απορρόφησης , εκπομπής ή ανάκλασης . Χρησιμοποιείται για τη μελέτη και τον εντοπισμό χημικών ουσιών ή λειτουργικών ομάδων σε στερεές, υγρές ή αέριες μορφές. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον χαρακτηρισμό νέων υλικών ή τον εντοπισμό και την επαλήθευση γνωστών και άγνωστων δειγμάτων. Η μέθοδος ή η τεχνική της υπέρυθρης φασματοσκοπίας διεξάγεται με ένα όργανο που ονομάζεται υπέρυθρο φασματοφωτόμετρο το οποίο παράγει ένα υπέρυθρο φάσμα. Ένα φάσμα υπέρυθρων μπορεί να απεικονιστεί σε ένα γράφημα απορρόφησης υπέρυθρου φωτός στον κατακόρυφο άξονα έναντι της συχνότητας , του αριθμού κύματος ή του μήκους κύματος στον οριζόντιο άξονα. Οι τυπικές μονάδες κυματαριθμού που χρησιμοποιούνται στα φάσματα υπέρυθρων είναι  $\text{cm}^{-1}$  .Η φασματοσκοπία υπέρυθρου στηρίζεται στην αλληλεπίδραση της ύλης με το υπέρυθρο φως. Η αλληλεπίδραση αυτή προκαλεί αλλαγές στη διπολική ροπή του μορίου, που μελετάται δημιουργώντας δονήσεις. Οι δονήσεις αυτές, που εμφανίζονται σε ένα φάσμα υπέρυθρου μπορούν να μας δώσουν την ταυτότητα των χημικών στοιχείων, που υπάρχουν στο δείγμα. Συνήθως μετράται η απορρόφηση του φωτός από το δείγμα σε σχέση με τη συχνότητα.

Στην πράξη, ο αριθμός παρατηρούμενων ταινιών στο φάσμα IR συνήθως είναι διαφορετικός (μικρότερος) από το θεωρητικό αριθμό και αυτό διότι ορισμένες δονήσεις είναι ανενεργές για παράδειγμα, δύο δονήσεις έχουν την ίδια συχνότητα λόγω συμμετρίας και ταυτίζονται (εκφυλισμένες δονήσεις), μια ταινία απορρόφησης εκτός της λειτουργίας του φασματοφωτομέτρου, μη διαχωριζόμενες ταινίες (παραπλήσιες συχνότητες), μια μικρή (μη ανιχνεύσιμη) απορρόφηση

Η υπέρυθρη ακτινοβολία χωρίζεται σε τρεις επιμέρους περιοχές:

- Το εγγύς υπέρυθρο (NIR) που κυμαίνεται μεταξύ 0.8  $\mu\text{m}$  έως 2.5  $\mu\text{m}$  και αντιστοιχεί στους κυματαριθμούς 14,000 - 4,000  $\text{cm}^{-1}$
- Το μέσο υπέρυθρο (MIR) που κυμαίνεται μεταξύ 2.5  $\mu\text{m}$  έως 25  $\mu\text{m}$  και αντιστοιχεί στους κυματαριθμούς 4,000 - 400  $\text{cm}^{-1}$
- Το άπω υπέρυθρο (FIR) που κυμαίνεται μεταξύ 25  $\mu\text{m}$  έως 300  $\mu\text{m}$  και αντιστοιχεί στους κυματαριθμούς 400 - 10  $\text{cm}^{-1}$

στην συγκεκριμένη περίπτωση μας ενδιαφέρει η μέση υπέρυθρη αφού οι μετρήσεις που πραγματοποιούνται για τον εντοπισμό των χημικών ομάδων δημιουργούν φάσματα που απορροφούν σε εκείνη την περιοχή.

#### **4.3 Φασματοσκοπία Υπέρυθρων Μετασχηματισμού FOURIER**

Η φασματοσκοπία υπέρυθρων μετασχηματισμού Fourier (FTIR) είναι μια τεχνική μέτρησης που επιτρέπει σε κάποιον να καταγράψει υπέρυθρα φάσματα. Ένα μόριο μπορεί να απορροφήσει υπέρυθρη ακτινοβολία όταν υποστεί περιοδική μεταβολή η



διπολική ροπή του. Η IR ακτινοβολία δε διαθέτει αρκετή ενέργεια για μεταπτώσεις σε διαφορετικές ηλεκτρονικές στάθμες

Η άπω υπέρυθρη περιοχή (FIR) παρέχει πληροφορίες για τις μοριακές περιστροφές και τις δονήσεις βαρέων ατόμων και κρυσταλλικού πλέγματος (δονήσεις υποκατάστατή-μετάλλου).

Η λειτουργία του βασίζεται στην χρήση του συμβολόμετρου Michelson, όπου αντί για μονοχρωμάτορα επιτρέπει στον ανιχνευτή να κατευθύνονται όλες οι συχνότητες ταυτόχρονα άλλα όχι διαδοχικά, μόνο μία κάθε φορά. Το συμβολόμετρο Michelson είναι μια διάταξη οπτικών, που

απαρτίζεται από δύο κάτοπτρα κάθετα μεταξύ τους, εκ των οποίων το ένα είναι κινητό, και ένα διαιρέτη δέσμης (beam splitter) που παρεμβάλλεται μεταξύ τους σε γωνία 45ο. Το Michelson χωρίζει μια δέσμη ακτινοβολίας σε δύο δέσμες και τις επανασυνθέτει, αφού πρώτα ακολουθήσουν ξεχωριστές διαδρομές που διαφέρουν στο μήκος

Η πηγή laser χρησιμοποιείται για τη δημιουργία εσωτερικής αναφοράς, τη μέτρηση των κυματαριθμών και τη ρύθμιση της διάρκειας των παλμών.

Το όργανο απαρτίζεται από τα εξής μέλη : την πηγή της υπέρυθρης ακτινοβολίας, το συμβολόμετρο και ο ανιχνευτής υπέρυθρου.

Το περιβάλλον του στοιχείου ανίχνευσης ελέγχεται για να το κρατήσει σε μια καθορισμένη θερμοκρασία. Οι συνθήκες αυτές προσδίδουν υψηλή ευαισθησία και σταθερότητα στο όργανο.

Το συμβολογράφημα καταγράφει τις μεταβολές της απόκρισης του ανιχνευτή (ένταση) συναρτήσει του χρόνου ( $f(t)$ ), γίνεται επεξεργασία με τη χρήση του μετασχηματισμού Fourier, όπου τελικά μετατρέπεται στο φάσμα IR, το οποίο αναπαριστά την ένταση συναρτήσει της συχνότητας (frequency domain spectrum). ((23) Skoog, Holler, Crouch, 2007) ((27) Ντουρτόγλου, Β., Χατζηλαζάρου, Α. και Ντουρτόγλου, Ε, 2018) ((13) Atkins, 2018) ((24) Φασματοσκοπία Υπερύθρου Μετασχηματισμού Fourier Διάλεξη 6, 2022) ((25) Infrared Spectroscopy, 2022) ((26) Shimadzu Irapfinity-1s, 2022)

#### **4.4 Αποσβένουσα ολική ανάκλαση (ATR)**

Στην κατηγορία των FT-IR ανήκει και το φασματοφωτόμετρο μετασχηματισμού Fourier με αποσβένουσα ολική ανάκλαση. Στην υπέρυθρη φασματοσκοπία FT-IR, όταν αναλύονται στερεά και υγρά δείγματα προκύπτουν ορισμένα προβλήματα. Στην κατηγορία αυτή η ακτινοβολία IR υφίσταται ολική ανάκλαση στο περατό υλικό του κρυστάλλου. Κατά την ανάκλαση, η ακτινοβολία εισέρχεται στο δείγμα σε βάθος ίσο με το μήκος κύματος της ακτινοβολίας IR (λίγα  $\mu\text{m}$ ), και υφίσταται μικρή απορρόφηση. Η ακτινοβολία στη συνέχεια υφίσταται πολλαπλές ανακλάσεις και η απορρόφηση αυξάνεται σημαντικά. Μετά τις πολλαπλές ανακλάσεις η ακτινοβολία προσπίπτει στον ανιχνευτή. Το δείγμα τοποθετείται πάνω σε ένα κρυσταλλικό υλικό με μεγάλο δείκτη διάθλασης, που αποτελείται από βρωμιούχο ή ιωδιούχο κάλιο, πλάκες γερμανίου και ψευδαργύρου. Ρυθμίζεται η γωνία πρόσπτωσης και έτσι η ακτινοβολία υπόκειται σε πολλές εσωτερικές ανακλάσεις πριν περάσει από το κρύσταλλο προς τον ανιχνευτή,

διδυμόντας σε πολύ μικρό βάθος. Σε κάθε ανάκλαση συμβαίνει απορρόφηση και εξασθένιση του κύματος. Προϋπόθεση για να εφαρμοστεί σωστά η τεχνική είναι η καλή επαφή του δείγματος με τον κρύσταλλο, η οποία εξασφαλίζεται συνήθως με εφαρμογή πίεσης, με τη χρήση ειδικού εξοπλισμού που πιέζει το δείγμα πάνω στον κρύσταλλο και με την επιλογή κρυστάλλου που να έχει μεγαλύτερο δείκτη διάθλασης από εκείνο του δείγματος, ώστε να μπορεί η ακτινοβολία να υπόκειται σε πολλαπλές ολικές ανακλάσεις. Η ένταση της ανακλώμενης ακτινοβολίας είναι σχεδόν ανεξάρτητη από την οπτική γωνία παρατήρησης

#### **Χρησιμοποιείται για:**

- Φασματοσκοπία εσωτερικής ανάκλασης για δείγματα όπως: στερεά μικρής διαλυτότητας, υγρά διαλύματα και σκόνες.
- Όταν μία δέσμη ακτινοβολίας εισέρχεται από ένα πυκνότερο (υψηλό δείκτη διάθλασης) σε ένα αραιότερο υλικό (χαμηλός δείκτης διάθλασης)

#### **Πλεονεκτήματα ATR-Σύγκριση με IR**

- Δεν χρειάζεται προετοιμασία του δείγματος, τα φάσματα λαμβάνονται απευθείας.
- Εξετάζονται και υγρά δείγματα, καθώς ο κρύσταλλος του ATR μπορεί να βυθιστεί μέσα σε υγρό δείγμα.
- Τα φάσματα είναι καταλληλότερα για ποιοτικό προσδιορισμό καθώς οι κορυφές δεν αλληλεπικαλύπτονται.
- Τα φάσματα είναι κατάλληλα για ποσοτικό προσδιορισμό.
- Η δυνατότητα ανάλυσης πολυστρωματικών δειγμάτων.
- Η βελτιωμένη και σταθερή διακριτική ικανότητα για δεδομένο χρόνο σάρωσης ή η μείωση του χρόνου σάρωσης για την ίδια διακριτική ικανότητα, λόγω ταυτόχρονης συλλογής πληροφοριών από μεγάλο εύρος μηκών κύματος.


#### **Μειονεκτήματα**

- Μη ακριβής ρύθμιση των οπτικών του οργάνου και κυρίως του συμβολόμετρου Michelson
- Η παρουσία των H<sub>2</sub>O και το CO<sub>2</sub> στο χώρο που πραγματοποιούνται οι μετρήσεις, εμφανίζουν έντονες απορροφήσεις στο φάσμα υπερύθρου.

**Λήψη φάσματος υπερύθρου**, μπορεί να γίνει σε: αέρια φάση, υγρή φάση μεταξύ δύο πλακών NaCl, σε διάλυμα, σε στερεή κατάσταση υπό μορφή αιωρήματος σε παραφινέλαιο, σε στερεή κατάσταση υπό μορφή δισκίου σε KBr

Τα φάσματα υπερύθρου είναι γραφικές παραστάσεις της διαπερατότητας %T, αλλά και της απορρόφησης A, έναντι του κυματαριθμού,  $\nu$  (cm<sup>-1</sup>). Οι ομάδες που απορροφούν στην περιοχή του υπερύθρου, απορροφούν σε μια συγκεκριμένη περιοχή μηκών κύματος και το ακριβές μήκος κύματος επηρεάζεται από τις γειτονικές ομάδες. Οι κορυφές απορρόφησης είναι πιο αιχμηρές, οξείες σε σχέση με το υπεριώδες και το ορατό και είναι πιο ευκολά να αναγνωριστούν. Ένα φάσμα υπερύθρου μπορεί να χωριστεί στις παρακάτω περιοχές, με βάση τις ομάδες που οι δονήσεις τους προκαλούν απορρόφηση στο IR.

Η περιοχή ταυτοποίησης των χαρακτηριστικών ομάδων χωρίζεται σε 4000-2500  $\text{cm}^{-1}$  για απορροφήσεις απλών δεσμών C-H, O-H, N-H και S-H, σε 2500-2000  $\text{cm}^{-1}$  για απορροφήσεις τριπλών δεσμών και οι τριπλοί δεσμοί μεταξύ ατόμων άνθρακα και αζώτου. Στην ίδια περιοχή απορροφούν και οι δεσμοί  $\text{C}=\text{C}=\text{C}$ - και  $\text{N}=\text{C}=\text{O}$  και σε 2000-1400  $\text{cm}^{-1}$  για απορροφήσεις διπλών δεσμών C=C, C=O και C=N. Στην περιοχή 1.500–700  $\text{cm}^{-1}$  εμφανίζονται πολλές απορροφήσεις, π.χ. δονήσεις κάμψεων των δεσμών C-H και οι δονήσεις τάσεων και κάμψεων απλών δεσμών που συνδέουν ομάδες, όπως του μεθυλενίου (-CH<sub>2</sub>-), μεθυλίου (-CH<sub>3</sub>) και αμινομάδες (-NH<sub>2</sub>). Η περιοχή αυτή ονομάζεται περιοχή δακτυλικού αποτυπώματος (fingerprint region), επειδή το φάσμα στην περιοχή αυτή χαρακτηρίζει το μόριο ως σύνολο. ((31) Δημητρης Ματιαδης, 2022)

Type of bond	Wavenumber ( $\text{cm}^{-1}$ )	Intensity
C≡N	2260–2220	medium
C≡C	2260–2100	medium to weak
C=C	1680–1600	medium
C=N	1650–1550	medium
	~1600 and ~1500–1430	strong to weak
C=O	1780–1650	strong
C—O	1250–1050	strong
C—N	1230–1020	medium
O—H (alcohol)	3650–3200	strong, broad
O—H (carboxylic acid)	3300–2500	strong, very broad
N—H	3500–3300	medium, broad
C—H	3300–2700	medium

**ΠΙΝΑΚΑΣ 1** Λειτουργικές ομάδες και απορροφήσεις στο IR

### **5.1 Σκοπός Της Εργασίας**

Σκοπός της πειραματικής διαδικασίας ήταν να ληφθεί το αρωματικό προφίλ των δειγμάτων Μοσχάτου Αλεξανδρείας και Σπίνας ξηρών οίνων με ελάχιστη ή χωρίς καθόλου παλαίωση. Πρόκειται για ποικιλίες από τις πιο αρωματικές τις μεσογείου που είτε μεταφέρθηκαν και καλλιεργήθηκαν από το 1970 στην Λήμνο και έγιναν μέσα σε λίγα χρόνια ΠΟΠ οίνοι (1981) με υψηλά ποιοτικά χαρακτηριστικά , όπως είναι το μοσχάτο Αλεξανδρείας, είτε ποικιλία με υψηλό βαθμό συγγένειας, κλώνος στενά συνδεδεμένος με το μοσχάτο λευκό της Σάμου, που βρήκε πρόσφορο έδαφος, περιβάλλον και ανέδειξε τα τον πλούτο του και τα αρωματικά. Η αρίστη προσαρμοστικότητα και η διαφορετική έκφραση των αρωματικών χαρακτήρων των ποικιλιών στην εκάστοτε περιοχή που αποτελεί το μοναδικό terroir του, αποτέλεσε την ιδέα για την συγκεκριμένη πτυχιακή εργασία που επικεντρώνεται στον ποιοτικό έλεγχο και τον διαχωρισμό των οίνων με βάση τα χαρακτηριστικά τους μέσω των φασμάτων FT-IR. Πιο συγκεκριμένα, στόχος είναι η εφαρμογή αναλυτικών μεθόδων για την εύρεση ενώσεων στους οίνους και βέβαια η διερεύνηση και αναγνώριση της διαφοροποίησης τους και της μεταβολής στους ανάλογα την περιοχή και την τοποθεσία παραγωγής τους και βέβαια τον τρόπο οινοποίησης τους από την διάρκεια της αλκοολικής ζύμωσης μέχρι και τις μεταζυμωτικές κατεργασίες πριν την εμφιάλωση. Μέσω των τεχνικών φασματοσκοπίας, τα δείγματα αναλύθηκαν με FTIR φασματοσκοπία υπερύθρου με την βοήθεια φασματοφωτομέτρου IRAffinity-1S και του προγράμματός επεξεργασίας φασμάτων OMNIC και HPLC (η υγρή χρωματογραφία υψηλής απόδοσης ή υψηλής πίεσης).

## **II. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ**

### **1.1 Υλικά Μέθοδοι Και Οργανολογία**

Στο πλαίσιο αυτής της πτυχιακής εργασίας επιλέχθηκαν δείγματα κρασιού μοσχάτου Αλεξανδρείας από τα οινοποιεία της Λήμνου και μοσχάτου Σπίνας από τα οινοποιεία της Κρήτης, διαφορετικών ετών, παλαιώσης, όμως συνολικά όλα τα δείγματα είχαν ίδιο βαθμό ξηρότητας και ήταν ήσυχα ως προς διοξείδιο του άνθρακα. Τα δείγματα όλα μετρήθηκαν με ειδικό Πεχάμετρο στον χώρο του εργαστήριου και οι τιμές pH που εμφάνισαν κυμάνθηκαν από 3,02 (το 13<sup>ο</sup> δείγμα) έως 3,56 (το 17<sup>ο</sup> δείγμα)

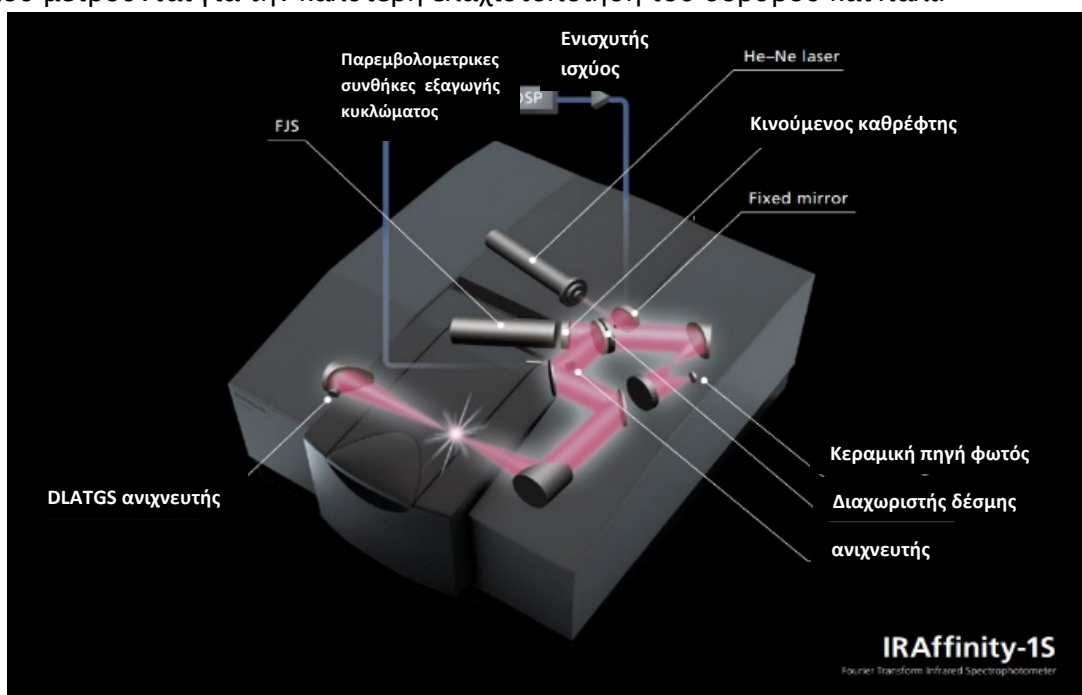
Οι οξύτητες όπως επίσης και τα ανάγοντα σάκχαρα βρέθηκαν είτε από τις ιστοσελίδες των οινοποιείων είτε μετά από προσωπική επικοινωνία με τα οινοποιεία, οι τιμές για την οξύτητα που εμφάνισαν κυμαίνονται από 5,5-6,1 gr/l σε τρυγικό οξύ, ενώ για τα ανάγοντα σάκχαρα οι τιμές κυμαίνονται από 0,6-1,2 gr/l για τα περισσότερα κρασιά, ενώ για τα κάποιες λίγες εξαιρέσεις όπως του ντουρακη και γενικότερα της Κρήτης τα ανάγοντα σάκχαρα μπορεί να φτάσουν έως και τα 1,8 gr/l. Βέβαια σε όλες τις περιπτώσεις των δειγμάτων πρόκειται για ξηρά κρασιά και όχι ημίξηρα.

#### **1.1.1 Περιγραφή Πειραματικής διάταξης**

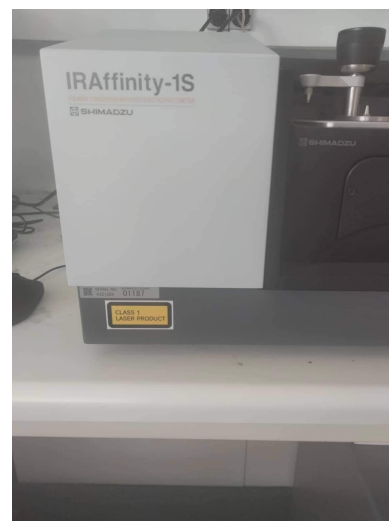
Η ανάλυση με φασματοσκοπία υπέρυθρου FT-IR πραγματοποιήθηκε στην περιοχή κυματαριθμών 400 - 4000 cm<sup>-1</sup> με τη χρήση φασματοφωτόμετρου IRAffinity-1S της εταιρίας Shimadzu (Shimadzu Co. Ιαπωνία). Το φασματοφωτόμετρο IRAffinity-1S είναι ένα όργανο το οποίο αναλύει την πολυχρωματική ακτινοβολία σε διαφορετικά μήκη κύματος και μετράει την ένταση του φωτός σε πολλά μήκη κύματος και αποτελείται από μια κεραμική πηγή φωτός υψηλής ενέργειας, έναν ανιχνευτή DLATGS με έλεγχο θερμοκρασίας, έναν διαχωριστή δέσμης επικαλυμμένο με γερμάνιο KBr και ένα συμβολόμετρο Michelson με γωνία πρόσπτωσης 30° που είναι εξοπλισμένο με σύστημα Dynamic Alignment και με αυτόματο αφυγραντήρα.

Το συμβολόμετρο βελτιστοποιείται συνεχώς από έναν μηχανισμό δυναμικής ευθυγράμμισης και ένας ενσωματωμένος Αυτόματος Αφυγραντήρας βοηθά στη διασφάλιση της ευκολίας συντήρησης. Προσφέρει την υψηλή αναλογία SN (30.000:1, συσσώρευση 1 λεπτού, γειτονιά 2.100 cm<sup>-1</sup>, κορυφή σε κορυφή), και συμπαγείς διαστάσεις. Επιπλέον, το υψηλής απόδοσης λογισμικό LabSolutions IR, δίνει έμφαση στη λειτουργικότητα, και τα προγράμματα υποστήριξης ανάλυσης (πρόγραμμα ανάλυσης ρύπων και πρόγραμμα Pharma Report) που διευκολύνουν την εκτέλεση επεξεργασίας και ανάλυσης δεδομένων. ((30) Shimadzu Products Iraffinity-1s, 2022)

Η λειτουργία του οργάνου έγινε με τη βοήθεια λογισμικού προγράμματος IR Solutions, το οποίο εκτελεί λειτουργίες FTIR, όπως σάρωση, επεξεργασία δεδομένων, ποσοτικοποίηση, αναφορά, αποθήκευση (Shimadzu Co. Ιαπωνία). Η μέγιστη ανάλυση ήταν  $2\text{ cm}^{-1}$ , στην λειτουργία μέτρησης ήταν η απορρόφηση και ελήφθησαν 45 διαδοχικές σαρώσεις για καθένα από τα 18 δείγματα. Από τον μέσο όρο τους προκύπτει και το τελικό φάσμα. Το φασματοφωτόμετρο τίθεται σε λειτουργία και συνδέεται με αυτόματα με το λογισμικό. Αρχικά, λαμβάνεται φάσμα με κενό το θάλαμο τοποθέτησης του δείγματος, με σκοπό την ελαχιστοποίηση του θορύβου. Μόλις ολοκληρωθεί η διαδικασία του background, τοποθετείται στο σημείο το δείγμα και λαμβάνεται το φάσμα του. Το φάσμα του δείγματος εμφανίζεται στην οθόνη από την πρώτη κιάλας σάρωση και συνήθως μεταβάλλεται σε μικρό ποσοστό κατά τη διάρκεια των σαρώσεων. Μεταξύ των μετρήσεων γίνεται καθαρισμός του δειγματολήπτη με αλκοόλη και λαμβάνεται και πάλι background κάθε τρία δείγματα που μετρούνται για την καλύτερη ελαχιστοποίηση του θορύβου και πάλι.



Εικ.5 Διάταξη οργάνου FTIR Σχηματική αναπαράσταση- απεικόνιση της λειτουργίας του οργάνου



Εικ.6 Φασματοφωτόμετρο FTIR IRAffinity-1S που χρησιμοποιήθηκε για τις ανάγκες της πτυχιακής εργασίας εντός του χώρου του εργαστήριου Σισμανη στο τμήμα οινολογίας στο πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής.

### **1.1.2 Περιγραφή πειραματικής διάταξης για το μηχάνημα της hplc**

Χρησιμοποιήσαμε την HPLC σύμφωνα με την μέθοδο των Ψαρρά, Καλλίθρακα και Κεφαλά (2002). Ο χρωματογράφος που χρησιμοποιήθηκε ήταν ο ELITE LaChrom της εταιρίας Hitachi. Η Χρωματογραφική στήλη ήταν η RESTEK C-18 3  $\mu\text{m}$ , 150  $\times$  4,6 mm και προστατευόταν από μία δεύτερη στήλη αποτελούμενη από τα ίδια υλικά, ενώ και οι δύο βρισκόντουσαν στους 40 °C. Ακόμα, η έκλουση πραγματοποιήθηκε με το διάλυμα A που ήταν ένα 9 mM ορθοφωσφορικό οξύ με pH 2,5 και με το διάλυμα B που αποτελούταν από μία αναλογία 4:6 σε MeCN και νερό και περιείχε και αυτό 9 mM ορθοφωσφορικό οξύ. Η ταχύτητα της έκλουσης ήταν 1 ml/ min και ακολουθήθηκε η παρακάτω πορεία: Για 20 min πραγματοποιήθηκε έκλουση με 100% διάλυμα A, 60% διάλυμα A για 80 min, έπειτα για 10 min η συγκέντρωση της κινητής φάσης ήταν σταθερή, στην συνέχεια έγινε έκλουση για 20 min με 30% A και τέλος για τελευταία 10 min η συγκέντρωση παρέμεινε ξανά σταθερή. Ο συνολικός χρόνος έκλουσης ήταν 140 min.

Το μήκος κύματος που χρησιμοποιήθηκε για τον προσδιορισμό των φλαβονολών και των κινναμωνικών οξέων ήταν τα 280 και τα 320 nm.



Εικ.7 Όργανο hplc παρόμοιο με αυτό που χρησιμοποιήθηκε για τις ανάγκες της πτυχιακής εργασίας εντός του χώρου του εργαστηρίου Σισμανη στο τμήμα οινολογίας στο πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής.



<u>ΕΤΙΚΕΤΑ-ΠΡΟΪΟΝ</u>	<u>ΟΙΝΟΠΟΙΕΙΟ</u>	<u>ΠΑΛΑΙΩΣΗ</u>	<u>ΠΟΙΚΙΛΙΑΚΗ ΣΥΝΘΕΣΗ ΜΟΣΧΑΤΟΥ</u>	<u>ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ</u>	<u>ΑΛΚΟΟΛΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ</u>	<u>ΠΕΡΙΟΧΗ</u>	<u>ΑΠΟΧΡΩΣΗ/ΑΡΩΜΑΤΑ</u>
<b>ΑΡΩΜΑ ΛΗΜΝΟΥ ΒΙΟ 2020</b>	LIMNOS WINES	όχι	Αλεξανδρείας	ξηρό	12%	Λήμνος	λευκοκιτρινο χρώμα/ λουλούδια, ,εσπεριδοειδή, μέντα, δυόσμος
<b>ΑΡΩΜΑ ΛΗΜΝΟΥ ΒΙΟ 2021(Γ ΒΙΟ)</b>	LIMNOS WINES	όχι	Αλεξανδρείας	ξηρο	12%	Λήμνος	λευκοκιτρινο χρώμα/ >> >> >>
<b>ΛΗΜΝΟΣ 2021 (107)</b>	LIMNOS WINES	οχι	Αλεξανδρείας	ξηρο	13%	Λήμνος	κιτρινόλευκο χρώμα με πρασινωπές ανταύγειες / τριαντάφυλλο γιασεμί
<b>ΛΗΜΝΟΣ 2021 ( A )</b>	LIMNOS WINES	οχι	Αλεξανδρείας	ξηρο	13%	Λήμνος	κιτρινόλευκο χρώμα με πρασινωπές ανταύγειες / τριαντάφυλλο γιασεμί
<b>ΑΡΩΜΑ ΟΙΝΟΥ ΔΡΥΙΝΟΣ 2018</b>	LIMNOS WINES	ναι 6μ	Αλεξανδρείας	ξηρο	12,50%	Λήμνος	αχυροκίτρινο με ελαφρά πράσινους τόνους/ άνθη, βερίκοκο, κυδώνι, βανίλια
<b>ΛΗΜΝΙΑ ΓΗ 2020</b>	ΧΑΤΖΗΓΕΩΡΓΙΟΥ	οχι	Αλεξανδρείας	ξηρο	12,50%	Λήμνος	
<b>MUSCAT 2020</b>	ΓΚΑΡΑΛΗΣ	οχι	Αλεξανδρείας	ξηρο	13%	Λήμνος	/ ανανάς μπανάνα τριαντάφυλλο
<b>ΤΑΞΙΔΙ ΣΤΗ ΛΗΜΝΟ 2020</b>	LIMNOS ORGANIC WINES	όχι	Αλεξανδρείας	ξηρο	12,50%	Λήμνος	πρασινokίτρινο / λουλούδια
<b>ΒΙΟ ΛΙΜΝΟΣ 2020</b>	LIMNOS ORGANIC WINES	οχι	Αλεξανδρείας	ξηρο	12,50%	Λήμνος	πρασινokίτρινο/ λευκά φρούτα γκρέιπφρουτ βερίκοκο τριαντάφυλλο
<b>ΜΑΝΔΡΕΣ 2019</b>	ΕΒΑΝΤΕ WINES	ναι(6μ)	Αλεξανδρείας	ξηρο	13,00%	Λήμνος	χρυσokίτρινο /εσπεριδοειδή άνθη βανίλια
<b>ΠΕΡΔΙΚΟΥ 2019</b>	ΕΒΑΝΤΕ WINES	ναι	Αλεξανδρείας	ξηρο	12,5%	Λήμνος	εσπεριδοειδή- πράσινα φρούτα
<b>ΜΟΣΧΑΤΟ ΣΠΙΝΑΣ 2021</b>	ΣΤΡΑΤΑΡΙΔΑΚΗΣ	όχι	Σπίνας	ξηρο	13,5%	Κρήτη	λευκοκιτρινο /γιασεμί- πεπόνι- βερίκοκο
<b>ΨΙΘΥΡΟΣ 2019</b>	SILVA DASKALAKI	οχι	Σπίνας	ξηρο	13%	Κρήτη	λεμονοπράσινο/ γιασεμί, άνθη εσπεριδοειδών, γαρδένια, ροδοπέταλα
<b>ΜΟΣΧΑΤΟ ΣΠΙΝΑΣ 2021</b>	ΚΑΡΑΒΙΤΑΚΗΣ	οχι	Σπίνας	ξηρο	13%	Κρήτη	λεμονί με πρασινωπές ανταύγειες/ γιασεμί ,ροδάκινο τριαντάφυλλο, πεπόνι
<b>PRAXIS II 2021</b>	ΧΑΡΑΛΑΜΠΑΚΗΣ	οχι	Σπίνας	ξηρο	13,6%	Κρήτη	άγουρο λεμόνι/ λευκά λουλούδια ,βερίκοκο ,ροδάκινο βότανα
<b>ΜΟΣΧΑΤΟ ΣΠΙΝΑΣ 2021</b>	ΚΤΗΜΑ ΜΙΧΑΛΑΚΗ	οχι	Σπίνας	ξηρο	12,5%	Κρήτη	ωχρό λεμονί, απαλό λευκοκιτρινο/ τριαντάφυλλο γιασεμί ,γκρέιπφρουτ ,βιολέτα
<b>ΚΥΔΟΣ 2021</b>	ΝΤΟΥΡΑΚΗΣ	οχι	Σπίνας	ξηρο	12,5%	Κρήτη	χρυσοπράσινο /τριαντάφυλλο- γαρδένια -γιασεμί
<b>MOSCHATO SPINAS 2020</b>	ΠΑΤΕΡΙΑΝΑΚΗΣ	οχι	Σπίνας	ξηρο	12%	Κρήτη	πρασινωπές αποχρώσεις/ γιασεμί, βιολέτα, τριαντάφυλλο

Πίνακας 2. Οργανοληπτικά Και Ποικιλιακά Χαρακτηριστικά Με Βαση Τις Ιστοσελίδες Των Οινοποιείων, Τόπος Προέλευσης Των Δειγμάτων Που Θα Αναλυθούν





Εικόνα 8. Φιάλες Οίνου Από Την Λήμο Και Την Κρήτη Που Χρησιμοποιήθηκαν Για Τις Εργαστηριακές Αναλύσεις



Εικ 9. Αριθμημένα φιαλίδια για τις ανάγκες της ανάλυσης και μετρήσεων στις HPLC

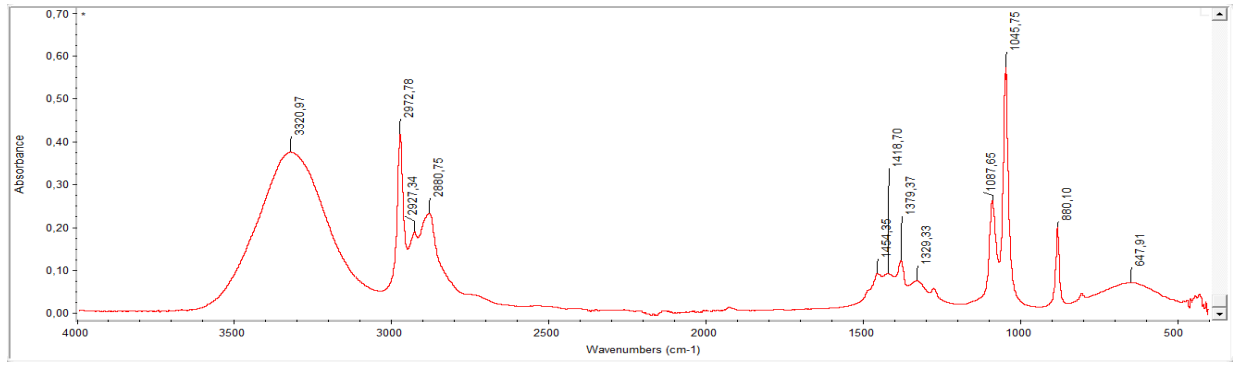
### **2.1 Αποτελέσματα Φασμάτων- Απεικόνιση Φασμάτων FTIR**

Η φασματοσκοπία υπερύθρου FT-IR χρησιμοποιήθηκε για την επεξεργασία και την εξαγωγή αποτελεσμάτων συμπερασμάτων των δειγμάτων που τοποθετήθηκαν προς ανάλυση.

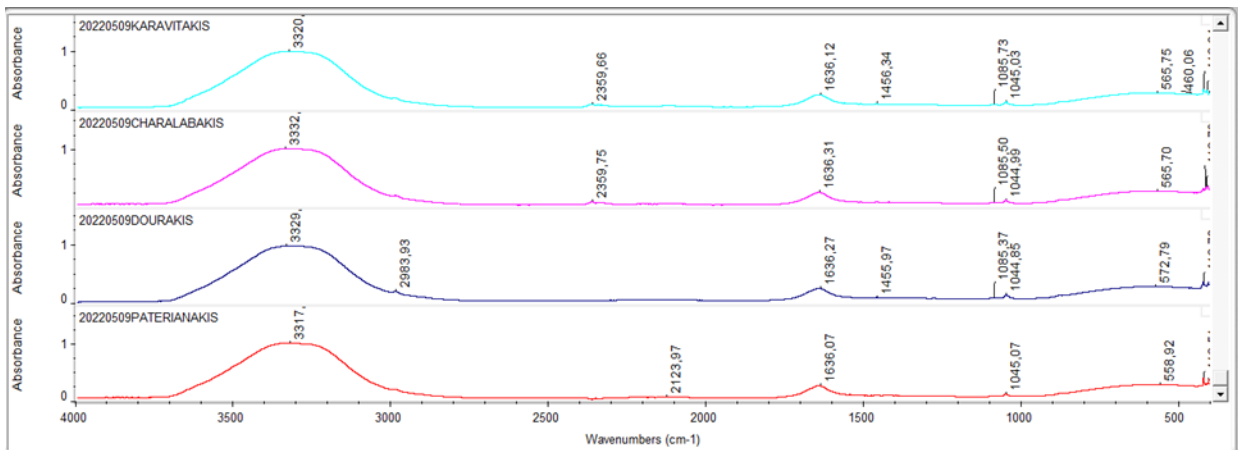
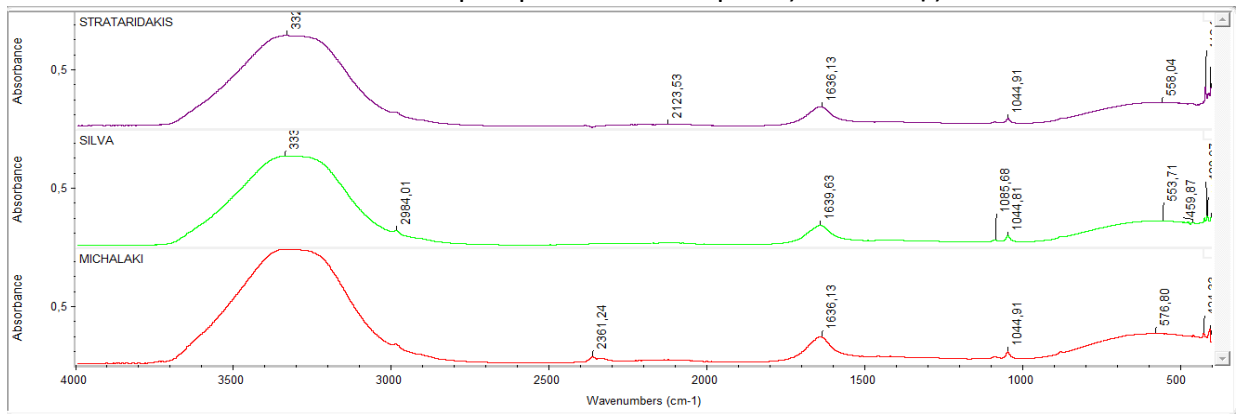
Στα παρακάτω σχήματα εμφανίζονται τα αποτελέσματα σύγκρισης των φασμάτων των

δειγμάτων. Τα αποτελέσματα των δειγμάτων παρουσιάστηκαν μέσω φασμάτων με την βοήθεια του προγράμματος επεξεργασίας φασμάτων OMNIC. Έγινε λείανση (smoothing) και βρέθηκε η μέση τιμή (average) των μετρήσεων του κάθε δείγματος, και στην συνέχεια βρέθηκαν οι κορυφές (peaks) και παρουσιάστηκαν όλα τα φάσματα συνολικά μαζί ομαδοποιημένα με σκοπό την καλύτερη σύγκριση τους. Οι σαρώσεις πραγματοποιήθηκαν σε υγρά δείγματα, ενώ η λειτουργία μέτρησης πραγματοποιήθηκε με την απορρόφηση (absorbance) και η μέγιστη ανάλυση ήταν σε κυματαριθμούς (wavenumbers).

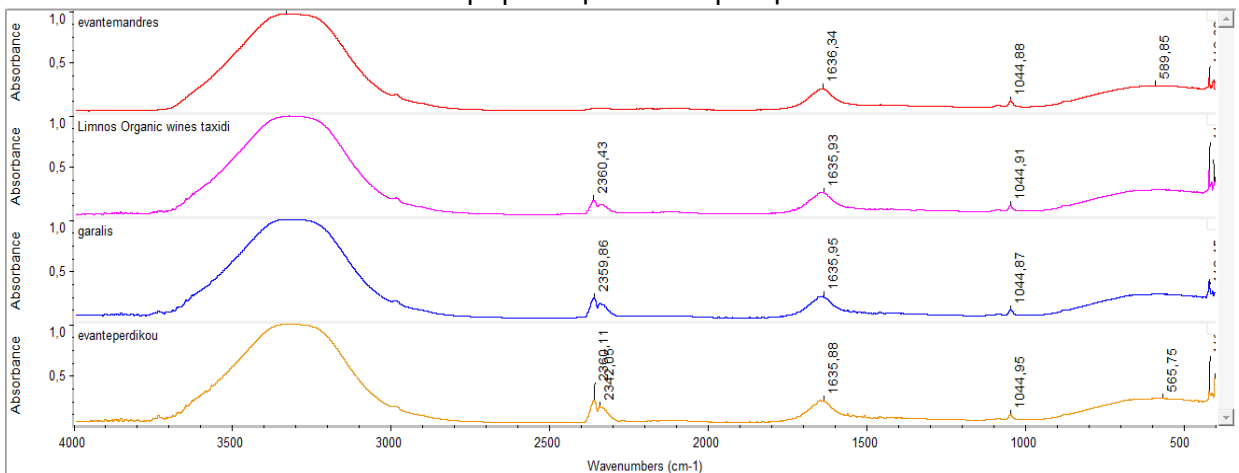


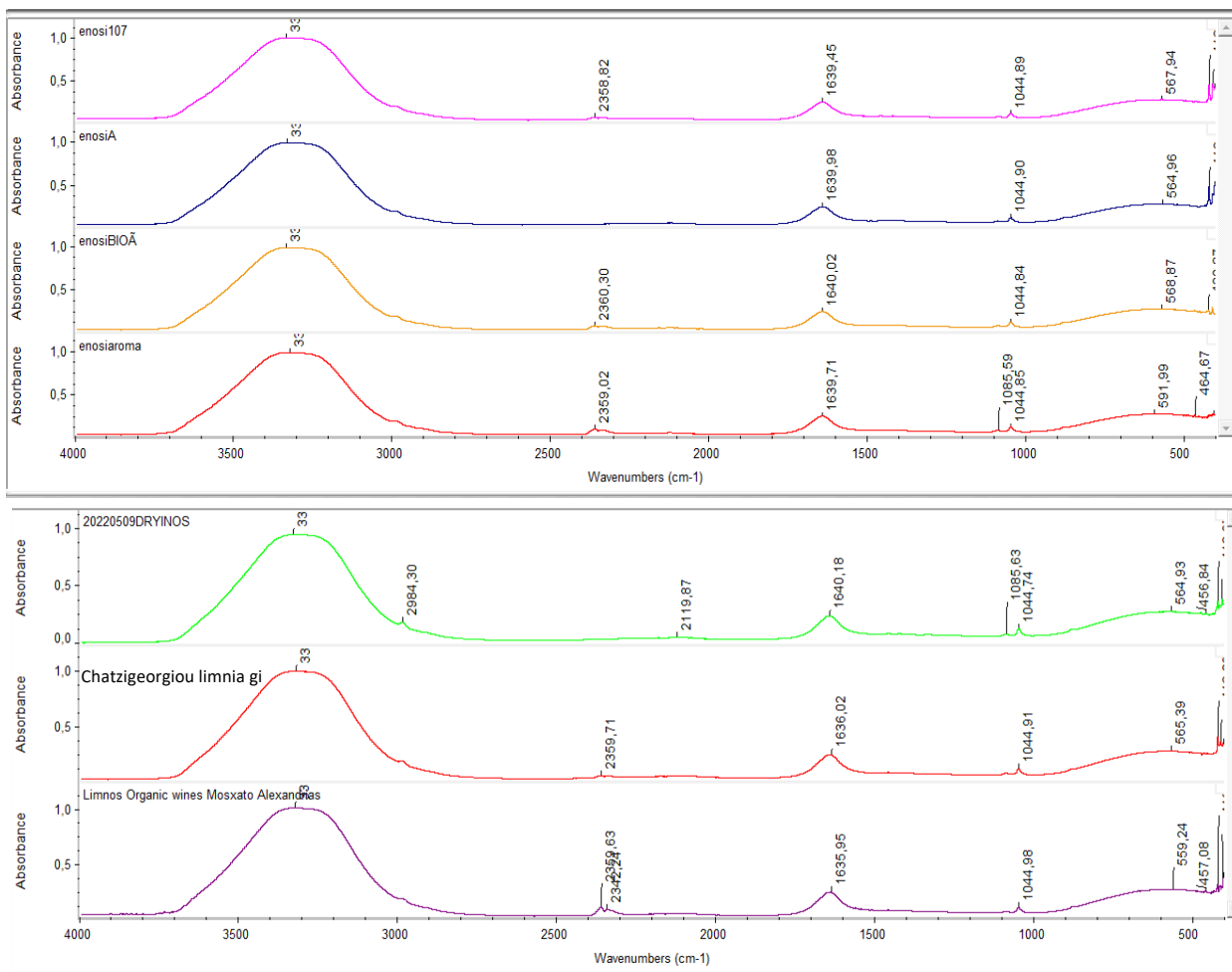


ΕΙΚ.10 Φάσμα προτύπου διαλύματος αιθανόλης

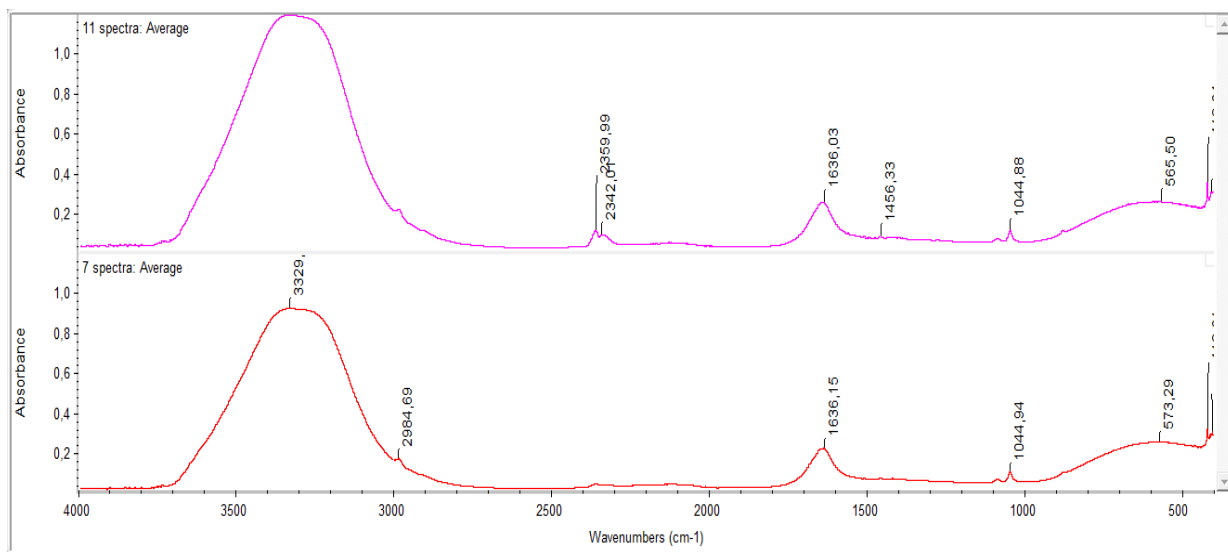


Εικ.11 φάσματα της Κρήτης, φαίνονται πιο οξείες οι κορυφές Στα Δείγματα Των Καραβιτακη Και Ντουρακη





Εικ.12 φάσματα της Λήμνου, φαίνονται πιο οξείες οι κορυφές στα δείγματα αρωμα Λήμνου 2020 και αρωμα δρύινου που είναι και τα δυο του οινοποιητικού συνεταιρισμού Λήμνου



Εικ.13 Φάσματα των δειγμάτων FTIR που επεξεργάστηκαν με την βοήθεια του OMNIC που συγκρίνουν τις δυο περιοχές επάνω της Λήμνου και κάτω της Κρήτης

## **2.2 συζήτηση αποτελεσμάτων των φασμάτων της FTIR ανάλυσης**

Παρατηρείται ότι όλα τα δείγματα εμφανίζουν σχεδόν παρόμοια μορφή, με διαφορετικό ύψος κορυφών, διαφορετική η ένταση της κάθε κορυφής. Συμπεραίνεται λοιπόν πως όλα τα δείγματα οφείλονται στις ίδιες ενώσεις και τα φάσματά τους αντανακλούν τις ποσότητες που εμπεριέχονται στον κάθε οίνο, οι οποίες διέφεραν σε καθένα από αυτά.

Οι κορυφές αντιστοιχούν σε χημικούς δεσμούς που προέρχονται από πάρα πολλές διαφορετικές κατηγορίες ενώσεων, γι' αυτό τον λόγο και δεν μπορούν να ταυτοποιηθούν εύκολα συγκεκριμένες ομάδες ενώσεων του οίνου που μας ενδιαφέρουν για τις μοσχάτες η και τις λευκές ποικιλίες.

Σε όλα τα κρασιά που πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις εμφανίστηκαν μια ή δυο κορυφές στα 2342-2362  $\text{cm}^{-1}$  που περιγράφει τις απορροφήσεις του διοξειδίου του άνθρακα ( $\text{O}=\text{C}=\text{O}$  δυνατοί δεσμοί).

Σε κρασιά από την Κρήτη και τη Λήμνο όπως του ντουρακη ,στραταριδακη, πατεριανακη, Σίλβα Δασκαλάκη, δρύινος και Λήμνος 2021(enosis A) παρατηρείται η έλλειψη διοξειδίου του άνθρακα. Ενώ τα κρασιά όπως του limnos organic wines το bio limnos(mosxato Alexandria's) και το ταξίδι στην Λήμνο 2020, του οινοποιείου Μιχαλάκη, καθώς και το κρασί αρωμα Λήμνου (enosi aroma) της οινοποιητικής ενωσης Λήμνου έχουν μεγαλύτερες τιμές σε διοξείδιο του άνθρακα.

Σε οίνους όπως του στραταριδακη, πατεριανακη και αρωμα δρύινος παρατηρούνται ελαφρώς αυξημένες απορροφήσεις στα 2119-2123  $\text{cm}^{-1}$ , χωρίς όμως να παρατηρείται μια ξεκάθαρη κορυφή σε αυτό το εύρος τιμών, σε αυτό ανήκουν τα καρβοδιμιδια ( $\text{N}=\text{C}=\text{N}$ ) συστατικά των πεπτιδίων των πρωτεϊνών, τα αλκίνια, και τα ισοθειοκυανιούχα.

Σε όλα τα κρασιά ανεξαρτήτως είδους, περιοχής, τρόπου καλλιέργειας και οινοποίησης και παλαίωσης εμφανίζεται κορυφή στα 1635-1640  $\text{cm}^{-1}$  που περιγράφει τις απορροφήσεις που δημιουργούν οι αμίνες σε αυτό το φάσμα, δεσμοί N-H (αζώτου – υδρογόνου), οι αλειφατικές, οι αρωματικές ενώσεις του αζώτου και γενικότερα εκφράζονται απορροφήσεις διπλών δεσμών δηλαδή αλκένιων  $\text{C}=\text{C}$ , οι οποίοι είναι μεταξύ τους είναι μέτρια συνδεδεμένοι (medium appearance).

Επίσης πολύ μικρότερης κλίμακας κορυφή παρουσιάζεται στα περισσότερα κρασιά και ιδίως της Κρήτης για παράδειγμα ντουρακης, караβιτακης στα 1455-1456  $\text{cm}^{-1}$  που περιγράφει τις απορροφήσεις των απλών δεσμών, δηλαδή των αλκανίων C-H, αλλά και των αρωματικών ανθράκων που απορροφούν στα 1400–1600  $\text{cm}^{-1}$

Τα περισσότερα δείγματα κρασιών που μετρήθηκαν και ιδίως τα κρητικά κρασιά εμφανίζουν κορυφές μεγαλύτερης έντασης στα 1084-1085  $\text{cm}^{-1}$  που περιγράφει τις απορροφήσεις που δημιουργούν οι πρωτοταγείς αλκοόλες.

Επίσης σε όλους του οίνους σε σχεδόν ίδια κλίμακα εμφανίζονται 1044-1045 cm<sup>-1</sup> που περιγράφει τις απορροφήσεις που δημιουργούν οι πρωτοταγείς αλκοόλες, με βασική την αιθανόλη ,στην φασματική περιοχή 1.080 -1.040 cm.

Όλα τα δείγματα παρουσιάζουν ομαλές απορροφήσεις στα 500-700 cm<sup>-1</sup>. Το evante perδικου του 2019 που έχει υποστεί μια μικρή παλαίωση λίγων μηνών έχει αισθητά αυξημένες συγκεντρώσεις στην κλίμακα των απορροφήσεων από 500-700 cm<sup>-1</sup> μετρημένα σε κυματαριθμούς που αντιστοιχούν στις άλοενώσεις κατηγορία των ομάδων που έχουν στο μόριο από ένα άτομο αλογόνου (φθόριο, χλώριο, βρώμιό, ιώδιο). Αυτές οι ενώσεις που έχουν στο μόριο τους Cl όπως η τριχλωροανισολη μπορεί να προέρχονται από τον φελλό και το φυσικό ξύλο και σε αυτή την περίπτωση να αποτελούν ελαττώματα.

### 3.1 Αποτελέσματα Ανάλυσης Δειγμάτων –Φάσματα Hplc

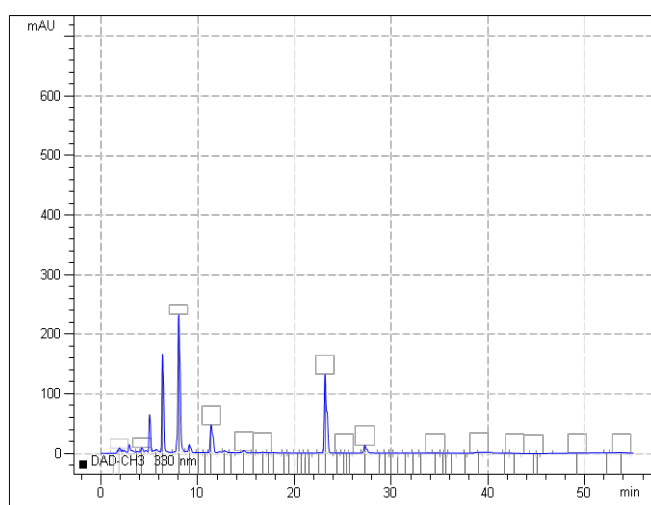
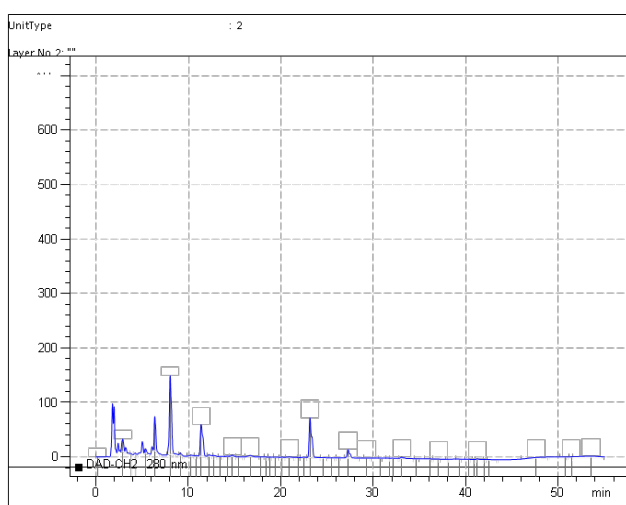
Μέσω της ανάλυσης HPLC καταλήξαμε στον παρακάτω πίνακα στον οποία διαφαίνονται τα area των μέσω όρων των δειγμάτων για κάθε οινοποιείο για τα μήκη κύματος 280 και 330 nm.

<u>ΕΤΙΚΕΤΑ-ΠΡΟΪΟΝ</u>	<u>ΟΙΝΟΠΟΙΕΙΟ-ΠΑΡΑΓΩΓΟΣ</u>	<u>Area A280 (mV.min)</u>	<u>Area A330 (mV.min)</u>
ΑΡΩΜΑ ΛΗΜΝΟΥ ΒΙΟ 2020 Χρωματογραφήμα 4	LIMNOS WINES	13.355,264	17.441,755
ΑΡΩΜΑ ΛΗΜΝΟΥ ΒΙΟ 2021(Γ ΒΙΟ) Χρωματογράφημα 14	LIMNOS WINES	50.158,462	77.159,331
ΛΗΜΝΟΣ 2021 (107) Χρωματογραφήμα 2	LIMNOS WINES	26.995,369	27.866,038
ΛΗΜΝΟΣ 2021 Α Χρωματογραφήμα 12	LIMNOS WINES	38.421,045	72.114,401
ΑΡΩΜΑ ΟΙΝΟΥ ΔΡΥΙΝΟΣ Χρωματογραφήμα 16	LIMNOS WINES	41.220,018	69.736,045
ΛΗΜΝΙΑ ΓΗ 2020 Χρωματογραφήμα 7	ΧΑΤΖΗΓΕΩΡΓΙΟΥ	10.583,684	14.692,623
Muscat 2020 Χρωματογραφήμα 17	ΓΚΑΡΑΛΗΣ	33.869,932	58.019,595
ΤΑΞΙΔΙ ΣΤΗ ΛΗΜΝΟ Χρωματογραφήμα 8	LIMNOS ORGANIC WINES	30.861,005	66.571,931
ΒΙΟ LIMNOS 2020 Χρωματογραφήμα 5	LIMNOS ORGANIC WINES	8.634,093	11.913,18
ΜΑΝΔΡΕΣ 2019 Χρωματογράφημα 18	evante WINES	64.175,995	77.244,103
περδικου 2019 Χρωματογραφήμα 6	evante WINES	59.647,642	97.720,558
ΜΟΣΧΑΤΟ ΣΠΙΝΑΣ 2021 Χρωματογραφήμα 13	ΣΤΡΑΤΑΡΙΔΑΚΗΣ	76.814,558	112.840,04

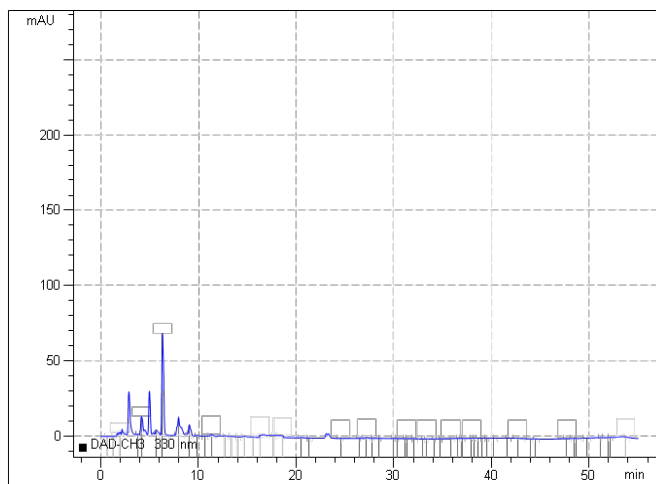
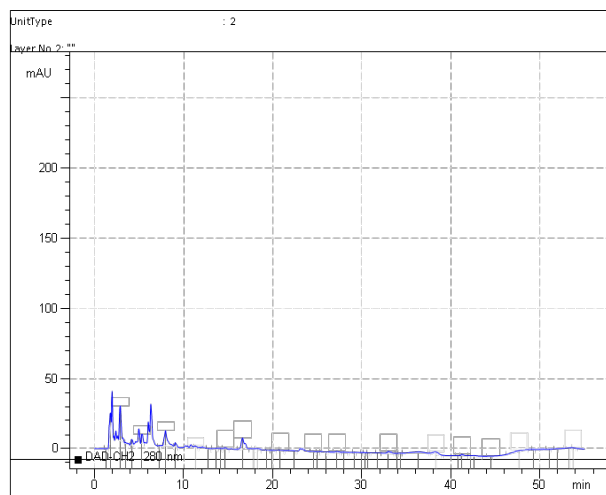


ΨΙΘΥΡΟΣ 2019 Χρωματογράφημα 11	SILVA DASKALAKI	88.508,398	124.024,6
ΜΟΣΧΑΤΟ ΣΠΙΝΑΣ 2021 Χρωματογράφημα 10	ΚΑΡΑΒΙΤΑΚΗΣ	109.898,31	164.465,47
Praxis II 2021 Χρωματογράφημα 3	Οινοποιείο Χαραλαμπάκη	20.430,267	30.525,957
ΜΟΣΧΑΤΟ ΣΠΙΝΑΣ 2021 Χρωματογράφημα 1	ΚΤΗΜΑ ΜΙΧΑΛΑΚΗ	117.270,36	170.078,63
ΚΥΔΟΣ 2021 Χρωματογράφημα 9	Οινοποιείο Ντουράκη	209.803,24	147.478,18
Moschato Spinas2020 Χρωματογράφημα 15	κτημα πατεριανακη	42.014,836	85.200,43

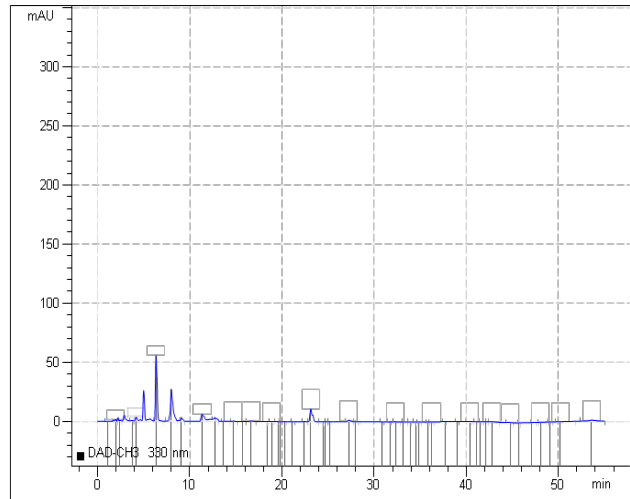
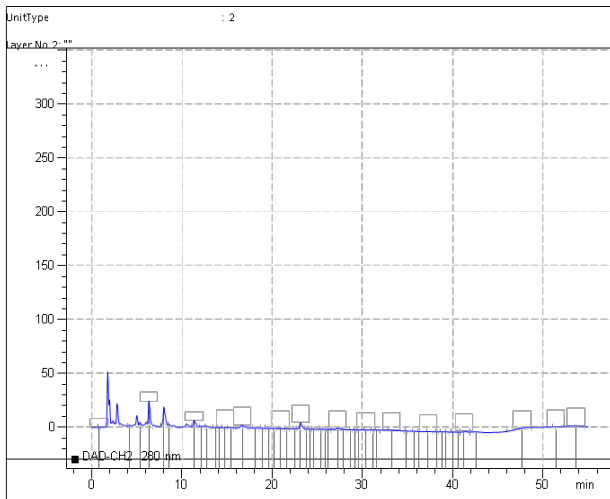
Πίνακας.3 area των μέσω όρων των δειγμάτων για κάθε οινοποιείο για τα μήκη κύματος 280 και 330 nm.



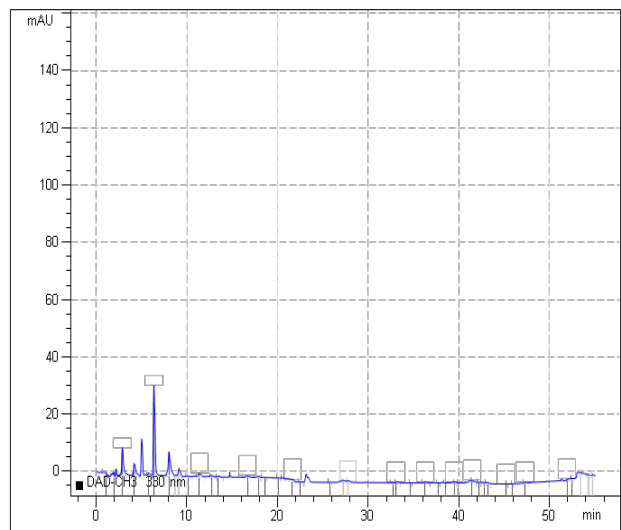
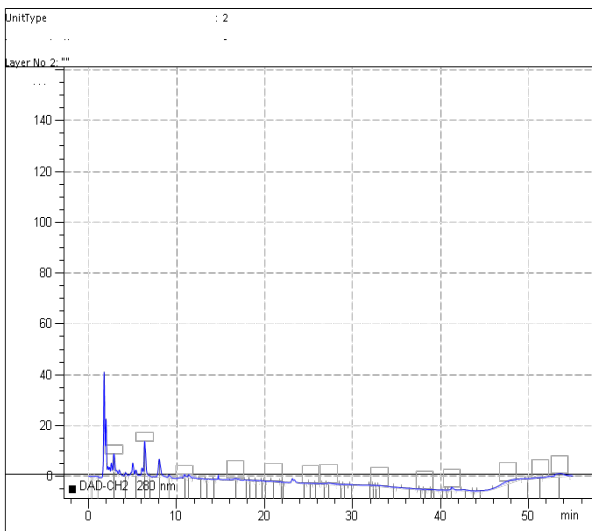
Χρωματογράφημα 1 Οινοποιείο Μιχαλάκη



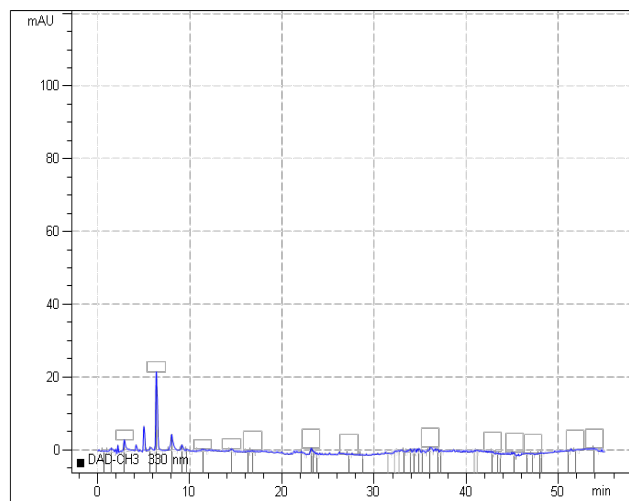
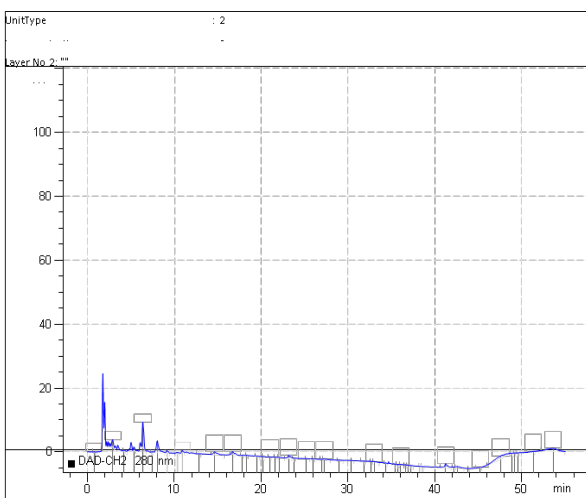
Χρωματογράφημα 2 Ένωση Λήμνου



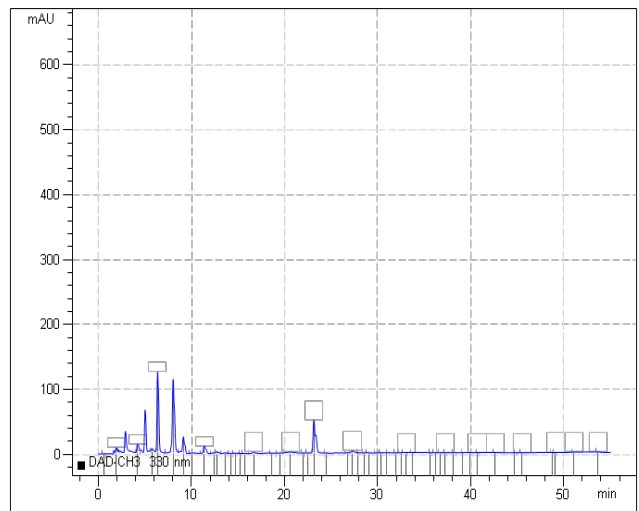
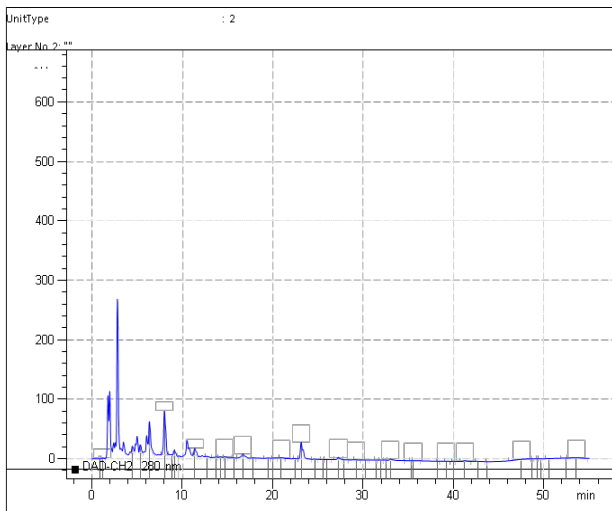
Χρωματογράφημα 3 Οινοποιείο Χαραλαμπάκη



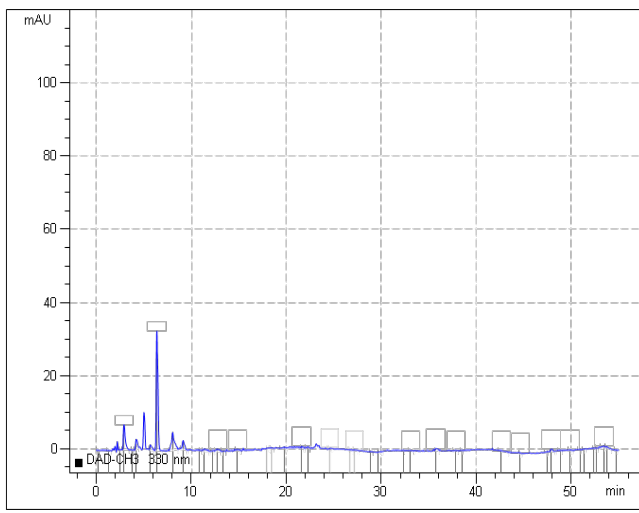
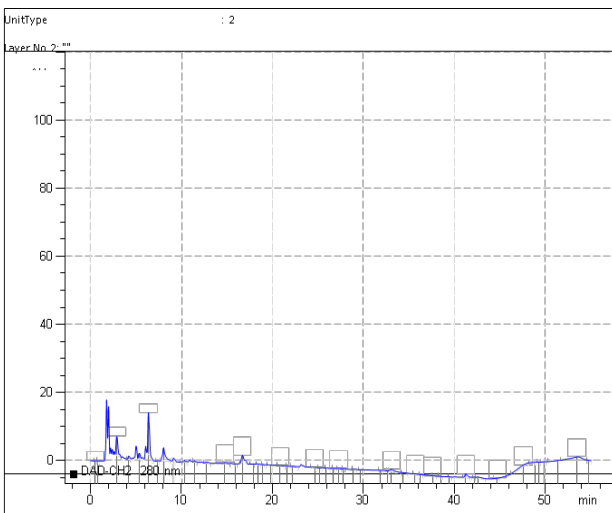
Χρωματογράφημα 4 Αρωμα ένωση Λήμνου



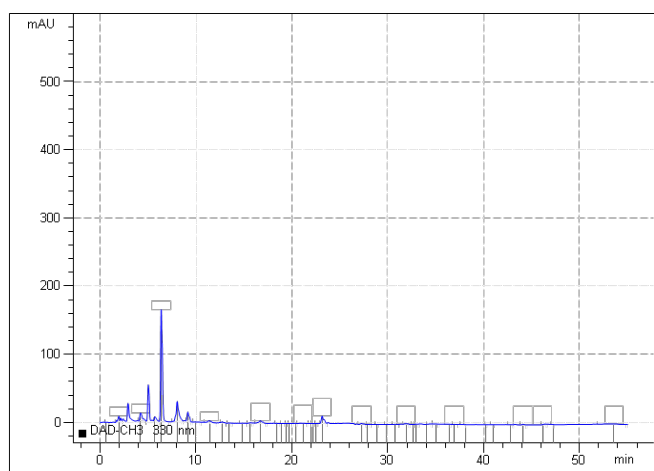
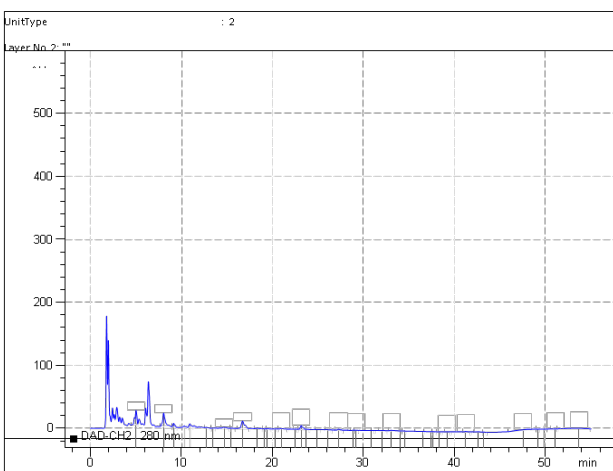
Χρωματογράφημα 5 Βιο Λήμνος limnos organic wines



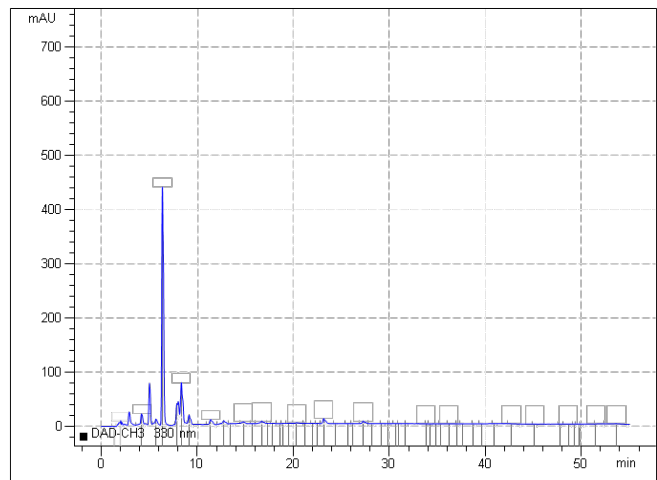
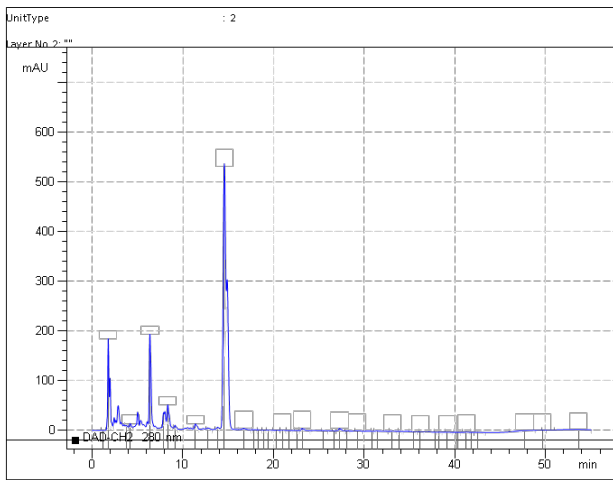
Χρωματογραφήμα 6 περδικου εναντε οιοποιείο



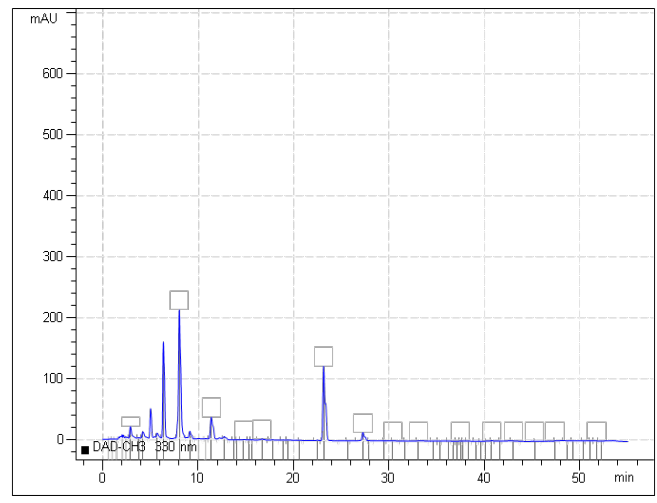
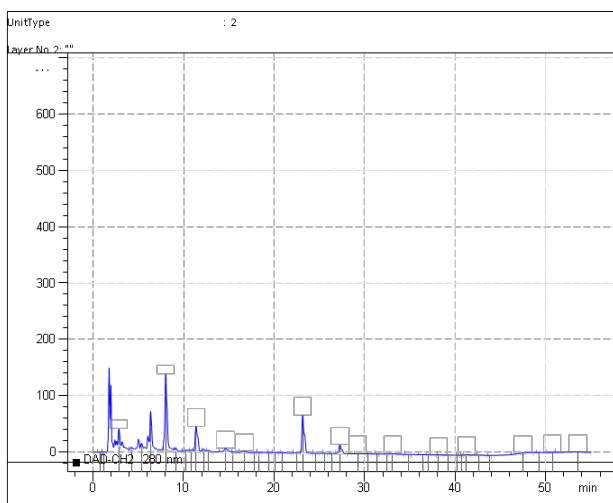
Χρωματογραφήμα 7 λημνία γη Χατζηγεωργίου



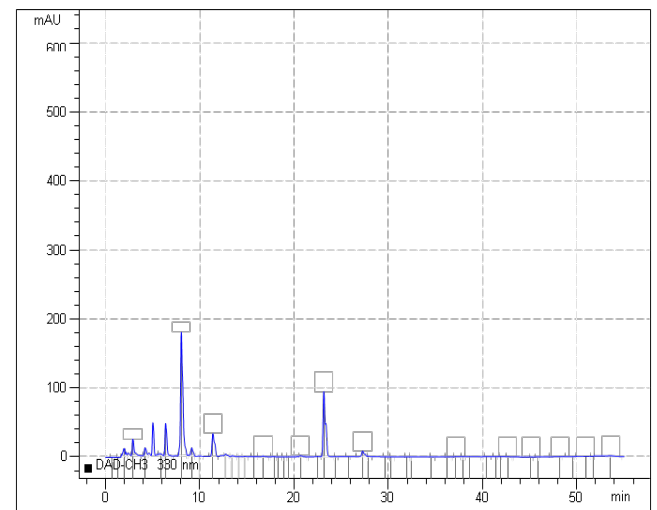
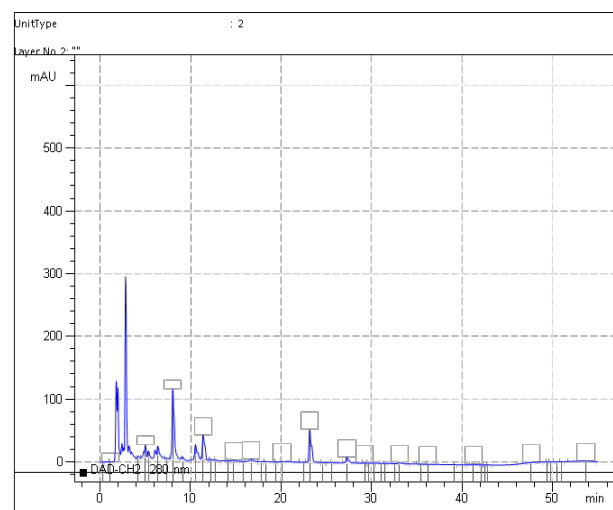
Χρωματογραφήμα 8 ταξίδι στην Λήμνο limnos organics wines



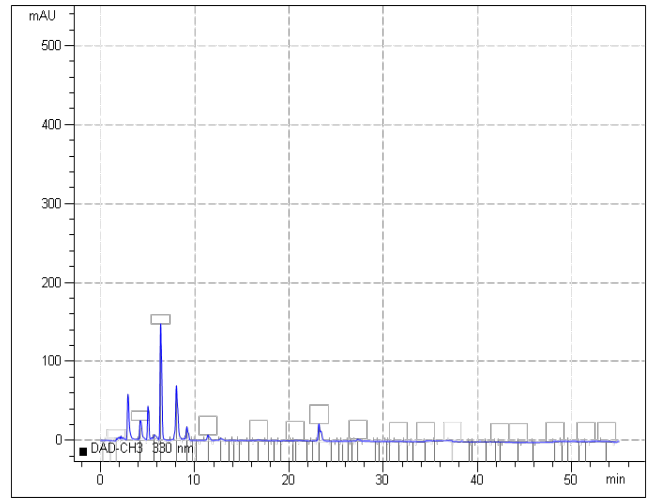
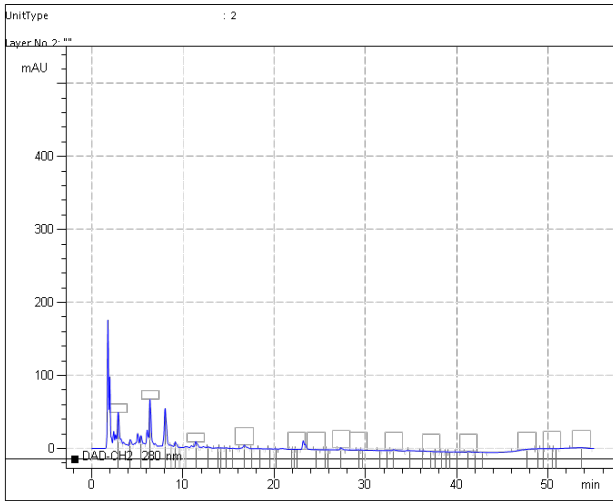
Χρωματογραφία 9 οινοποιείο ντουρακη



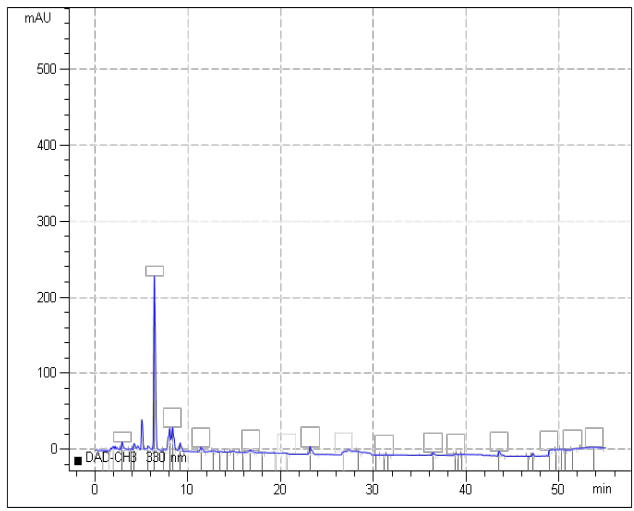
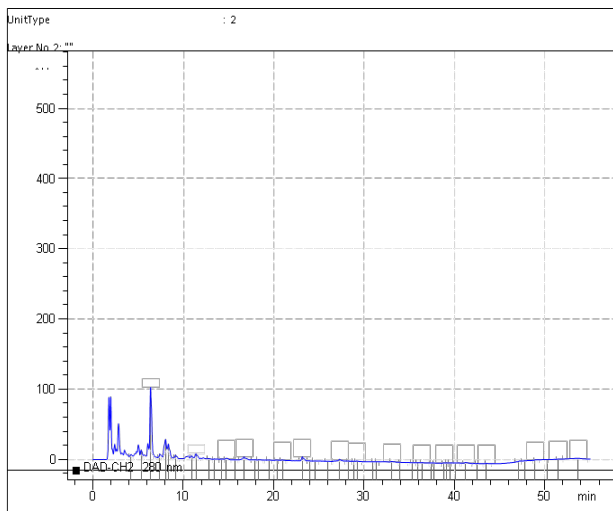
Χρωματογραφία 10 οινοποιείο καραβιτακης



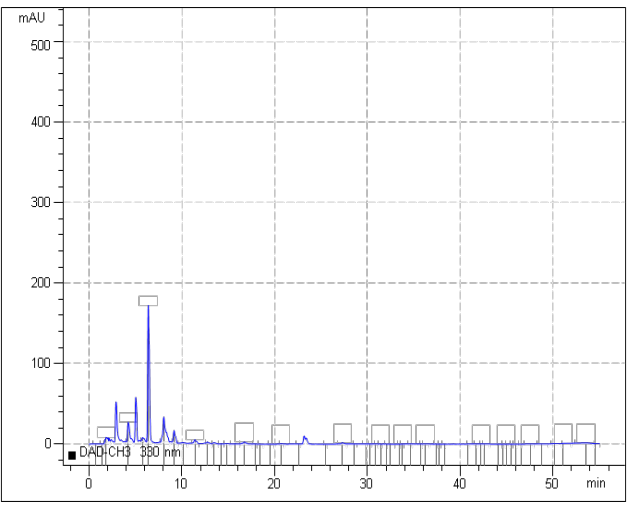
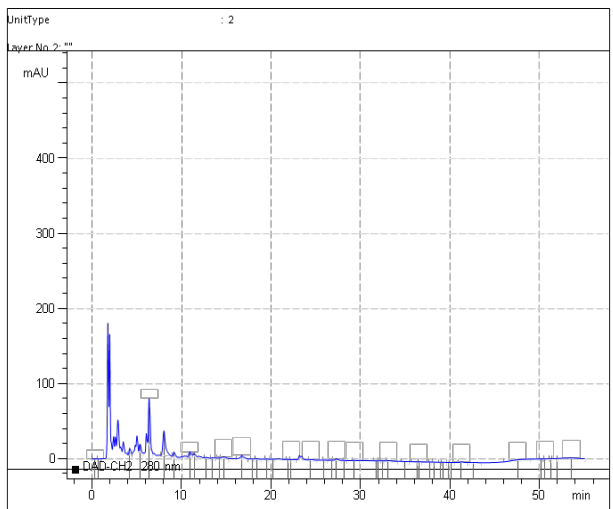
Χρωματογραφία 11 ψίθυρος οινοποιείο Δασκαλάκη



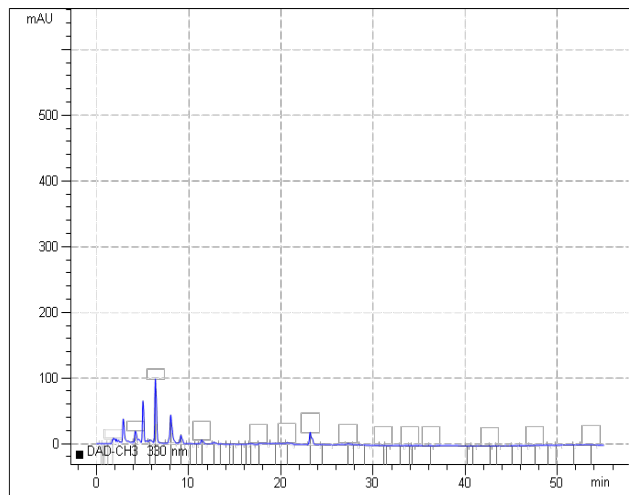
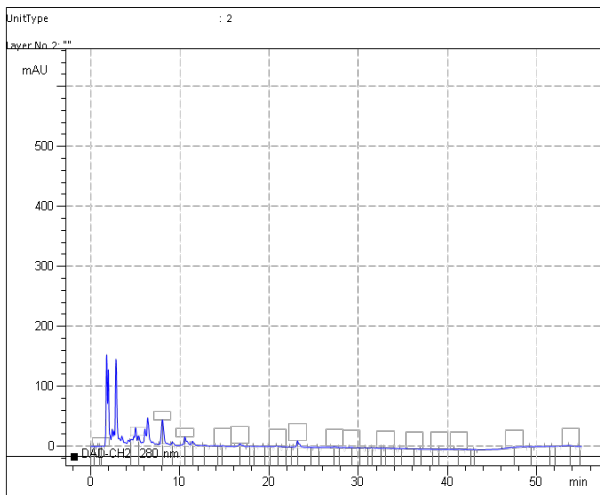
Χρωματογράφημα 14 αρωμα Λήμνου βιο 2021 Γ



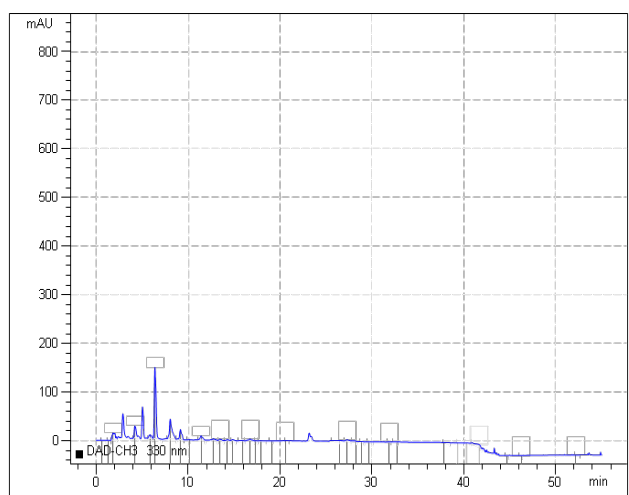
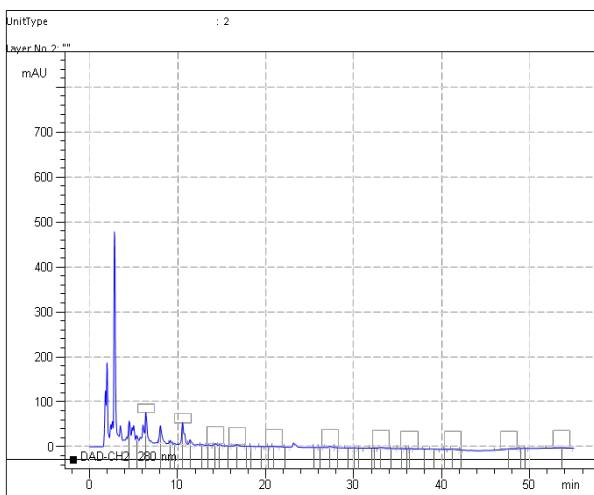
Χρωματογράφημα 15 οινόποιεο πατεριανακης



Χρωματογράφημα 16 αρωμα οίνου δρύινος ένωση Λήμνου



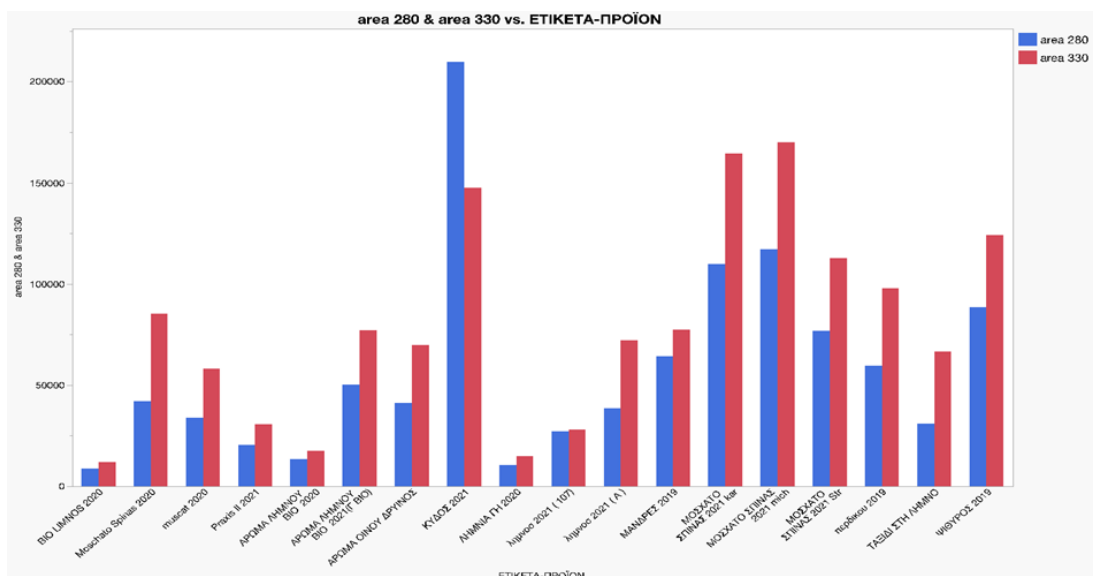
Χρωματογράφημα 17 οينوποιείο γκαραλης



Χρωματογράφημα 18 οينوποιείο evante

### 3.2 Συζήτηση Των Αποτελεσμάτων Της HPLC

Μεγάλο ποσοστό των φαινολών και φαινολικών οξέων όπως οι φλαβονοτριολές όπως είναι οι κατεχίνες, επικατεχίνες, αναγνωρίζονται σε αυτά τα μήκη κύματος. Με βάση τον παραπάνω πίνακα και τα γραφήματα όπως παρατίθενται παρουσιάζονται τα χρωματογράφημα των δειγμάτων στα δύο μήκη κύματος που επιλέχθηκαν. Παρατηρούμε πως το υψηλότερο ποσό τόσο φαινολών παρατηρείται στα οينوποιεία καραβιτακής, Μιχαλάκης και ντουρακής όπου όλα τα οينوποιεία παράγουν μόνο το μοσχάτο Σπίνας, και αυτό μπορεί να συνδυάζεται με την πραγματοποίηση προζυμωτικής κρυσταλλοποίησης για τους ξηρούς οίνους μοσχάτου που παράγουν. Ενώ στα οينوποιεία της Λήμνου παρατηρούνται αισθητά μικρότερες τιμές των φαινολικών οξέων.

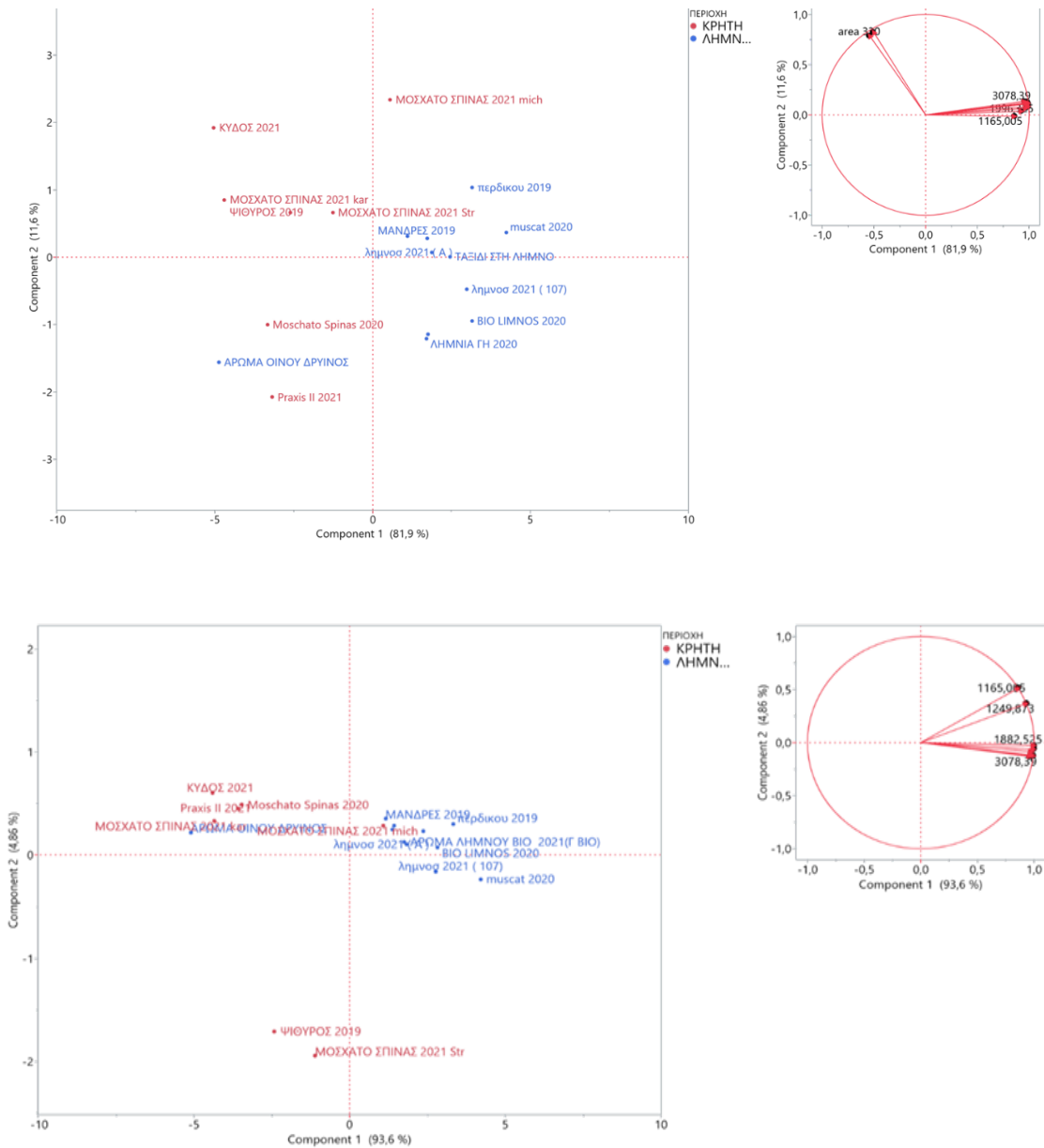


Εικ.14 Μέσος όρος συνολικού area ανά οινοποιείο στα 280 και 320 nm

Διακρίνεται αισθητή διαφορά ανάμεσα στα αρώμα Λήμνου του 2020 και του 2021, ο τρύγος του 2020 λόγω καύσωνα έγινε πολύ νωρίτερα από τον συνήθη χρόνο συγκομιδής. Ομοίως και στις ετικέτες Λήμνος 2021 107 και A υπάρχουν αισθητές διαφορές παρόλο που είναι ίδιας χρονιάς και οινοποίησης, όμως είναι διαφορετικών δεξαμενών, και για αυτό ενδέχεται το ένα από τα δυο δείγματα να έχει μείνει για περισσότερο χρονικό διάστημα στις δεξαμενές και με τις οινολάσπες του, είτε την μια απ' τις δυο χρονιές να έχει γίνει ο τρύγος πιο νωρίς υψηλών θερμοκρασιών και ζέστης. Τέλος σχετικά με το bio limnos και ταξίδι στην Λήμνο, το bio limnos έχει λιγότερα σάκχαρα και αλκοόλη, αφού ο τρύγος του ήταν πιο πρώιμος σε σχέση με το ταξίδι που έχει περισσότερα σάκχαρα και αλκοόλη.

#### **4.1 Μελέτη και ομαδοποίηση των αποτελεσμάτων με την βοήθεια του στατιστικού προγράμματος JMP 16**

Με την βοήθεια του προγράμματος JMP 16 διαχωρίστηκαν τα δείγματα με βάση διαφορετικές παραμέτρους ώστε να γίνει η κατανομή τους στον χώρο και να μελετηθούν οι διαφορές τους. Αρχικά, πραγματοποιήθηκε η ανάλυση Predictors Screening για να μειωθεί ο αριθμός των μεταβλητών που επηρεάζουν τον διαχωρισμό των δειγμάτων. Με βάση αυτές έγινε μία ανάλυση Principal Components Analysis ή αλλιώς όπως λέγεται PCA, μέσω της οποίας τα δείγματα κατανεμήθηκαν στον χώρο και δημιουργήθηκαν ομαδοποιήσεις. Παρακάτω, οι ομαδοποιήσεις που δημιουργούνται με διαφορετικό χρώμα οφείλονται στις δυο διαφορετικές περιοχές που μελετάμε, ενώ η κατανομή των δειγμάτων στα τεταρτημόρια οφείλεται στη ανάλυση PCA, έχουν πραγματοποιηθεί δηλαδή δύο ομαδοποιήσεις που βασίζονται στις δύο παραπάνω στατιστικές αναλύσεις. Με βάση τα αποτελέσματα των μετρήσεων στο IR διακρίνεται ξεκάθαρα ο διαχωρισμός των δυο περιοχών.



Εικ.15 Ομαδοποίηση των δειγμάτων στον χώρο ανάλογα με το οινοποιείο

Από τις παραπάνω εικόνες μπορούμε να παρατηρήσουμε πως υπάρχει μια αρχική ομαδοποίηση και ταξινόμηση των δειγμάτων στα τέσσερα τεταρτημόρια. Όπως παρατηρούμε τα δείγματα των οινοποιείων Καραβιτακή, Ντουρακή Κυδος, Στραταριδακή, Ψίθυρος Σίλβα Δασκαλάκη, ομαδοποιούνται στο πρώτο τεταρτημόριο, με εξαίρεση το μοςχάτο Σπίνας Μιχαλάκη 2021 που κατανέμεται στο δεύτερο τεταρτημόριο. Παράλληλα στο δεύτερο και τέταρτο τεταρτημόριο, δηλαδή στην δεξιά πλευρά του γραφήματος κατανέμονται οι ετικέτες της Λήμνου όπως Muscat 2020 του γκαραλη, ταξίδι στην Λήμνο 2020 και το bio limnos του οινοποιείου σαββογλου, λημνία γη 2020 του Χατζηγεωργίου, μάνδρες 2019, περδικου 2019 του evante wines, τα Λήμνος Α και 107 και τα αρωμα Λήμνου bio 2020 και 2021 του οινοποιητικού συνεταιρισμού Λήμνου. Όμως εξαίρεση αποτελεί στο πρώτο γράφημα το αρωμα οίνου δρύινος 2018, το οποίο δεν συγκαταλέγεται, δεν ομαδοποιείται με τα υπόλοιπα



μοσχάτα Αλεξανδρείας. Το συγκεκριμένο προϊόν είναι από 100% μοσχάτο Αλεξανδρείας, όμως λόγω της χρονιάς του τρύγου που είναι παλαιότερο του 2018 έχει παραμείνει σε δεξαμενές ή σε φιάλες για αρκετό χρονικό διάστημα περισσότερο απ' ό,τι άλλα και αυτό μπορεί να είναι ένας λόγος που το κάνει να διαφοροποιείται από τα υπόλοιπα μοσχάτα της Λήμνου.

Ο ευρύτερος διαχωρισμός τους σε δύο ομάδες την μπλε και την κόκκινη, στην αριστερή και δεξιά πλευρά των αξόνων, επιβεβαιώνει πως τα δείγματα της κάθε ομάδας έχουν παρόμοιο προφίλ, αποτύπωμα, matrix. Η ομαδοποίηση αυτή οφείλεται στα διανύσματα που φαίνονται στις παραπάνω πίνακες εικόνες διανυσμάτων. Με άλλα λόγια, τα δείγματα που βρίσκονται στο ίδιο τεταρτημόριο ή και cluster παρουσιάζουν πολλές ομοιότητες στην σύστασή τους και χαρακτηρίζονται από τα ίδια διανύσματα που αντιστοιχούν στις φασματικές κορυφές με την μεγαλύτερη σημασία για την ομαδοποίηση. Στο κάθε τεταρτημόριο αντιστοιχούν κάποια διανύσματα τα οποία αντιστοιχούν στις ανάλογες φασματικές κορυφές. Παρατηρώντας την παραπάνω απεικόνιση στον χώρο μπορούμε να καταλάβουμε πως ο παράγοντας που καθορίζει τον διαχωρισμό και την ομαδοποίηση των δειγμάτων είναι οι φασματικές περιοχές που εμφανίζονται ως διανύσματα στις αντίστοιχες εικόνες.

### **5.1 Συμπεράσματα**

Ο οίνος στην Ελλάδα ανέκαθεν διαδραμάτιζε σημαίνοντα ρόλο, ιδιαίτερα το μοσχάτο κρασί σοδιάζονταν πάντοτε εύκολα σε όλες τις περιστάσεις με όλα τα εδέσματα. Όμως πλέον οινολόγοι και οινοφιλο κοινό αναζητούν την μέγιστη εξέλιξη και ανάπτυξη των οργανοληπτικών χαρακτήρων του εκάστοτε οίνου. Γι' αυτό τον λόγο και στην παραπάνω πτυχιακή εργασία έγινε η προσπάθεια εύρεσης του προφίλ των μοσχάτων ποικιλιών, και συγκεκριμένα του Σπίνας στην Κρήτη και του Αλεξανδρείας στην Λήμνο. Επομένως στις μετρήσεις που ελήφθησαν από τα δεκαοκτώ δείγματα παρατηρήθηκαν οι διαφοροποιήσεις ανάμεσα στις δυο διαφορετικές περιοχές.

Σε αυτή την πτυχιακή χρησιμοποιήθηκαν ως τεχνικές ανάλυσης η φασματοσκοπία υπερύθρου (FTIR) με την βοήθεια φασματοφωτομέτρου IRAffinity-1S και του προγράμματός επεξεργασίας φασμάτων OMNIC και η υγρή χρωματογραφία υψηλής απόδοσης ή υψηλής πίεσης. Και στις δυο αναλυτικές τεχνικές πραγματοποιήθηκε η μικρότερη δυνατή κατεργασία των δειγμάτων. Οι περισσότερες κορυφές που παρατηρήθηκαν είχαν αρκετά μικρές εντάσεις. Από την αυξομείωση τόσο της απορρόφησης όσο και του εμβαδού της κορυφής προκύπτει ότι η καμπύλη που εμφανίστηκε δεν οφείλεται σε μία μόνο ένωση αλλά σε μια κατηγορία ενώσεων. Συνεπώς καταλαβαίνουμε πως αυτή η τεχνική ανάλυση αποτυπώνει το συνολικό προφίλ και αποτύπωμα του κρασιού.

Παρατηρούμε επίσης πως το υψηλότερο ποσό τόσο φαινολών παρατηρείται στα οινοποιεία караβιτακης, Μιχαλάκης και ντουρακης όπου όλα τα οινοποιεία παράγουν μόνο το μοσχάτο Σπίνας, και αυτό μπορεί να συνδυάζεται με την πραγματοποίηση προζυμωτικής κρυσεκχύλισης για τους ξηρούς οίνους μοσχάτου που παράγουν. Ενώ στα οινοποιεία της Λήμνου παρατηρούνται αισθητά μικρότερες τιμές των φαινολικών οξέων.

Τέλος πολύ καλύτερα αποτελέσματα θα απέφερε και ο συνδυασμός με μια οργανοληπτική δοκιμή με στόχο την πληρέστερη αποτύπωση της εικόνας των διαφορών των δυο μοσχάτων ποικιλιών.

**I. Παράρτημα με Λειτουργικές ομάδες και απορροφήσεις στο IR**

Absorption	Appearance	Group	Compound Class
3700-3584	medium	O-H stretching	alcohol
3550-3200	strong	O-H stretching	alcohol
3500	medium	N-H stretching	primary amine
3400-3300	medium	N-H stretching	primary amine
3350-3310	medium	N-H stretching	secondary amine
3200-2700	weak	O-H stretching	alcohol
3300-2500	strong	O-H stretching	carboxylic acid
3000-2800	strong	N-H stretching	amine salt
3333-3267	strong	C-H stretching	alkyne
3100-3000	medium	C-H stretching	alkene
3000-2840	medium	C-H stretching	alkane
2830-2695	medium	C-H stretching	aldehyde
2600-2550	weak	S-H stretching	thiol
2349	strong	O=C=O stretching	carbon dioxide
2275-2250	strong	N=C=O stretching	isocyanate
2260-2222	weak	C≡N stretching	nitrile
2260-2190	weak	C≡C stretching	alkyne
2175-2140	strong	S-C≡N stretching	thiocyanate
2160-2120	strong	N=N=N stretching	azide
2150		C=C=O stretching	ketene
2145-2120	strong	N=C=N stretching	carbodiimide
2140-2100	weak	C≡C stretching	alkyne
2140-1990	strong	N=C=S stretching	isothiocyanate
2000-1900	medium	C=C=C stretching	allene
2000		C=C=N stretching	ketenimine
2000-1650	weak	C-H bending	aromatic compound
1818	strong	C=O stretching	anhydride
1815-1785	strong	C=O stretching	acid halide
1800-1770	strong	C=O stretching	Conjugated acid halide
1775	strong	C=O stretching	Conjugated anhydride
1770-1780	strong	C=O stretching	vinyl / phenyl ester
1760	strong	C=O stretching	carboxylic acid
1750-1735	strong	C=O stretching	esters
1750-1735	strong	C=O stretching	δ-lactone
1745	strong	C=O stretching	cyclopentanone
1740-1720	strong	C=O stretching	aldehyde
1730-1715	strong	C=O stretching	α,βunsaturated ester

1725-1705	strong	C=O stretching	aliphatic ketonecyclohexanone
1720-1706	strong	C=O stretching	carboxylic acid
1710-1680	strong	C=O stretching	conjugated acid
1710-1685	strong	C=O stretching	conjugated aldehyde
1690	strong	C=O stretching	primary amide
1690-1640	medium	C=N stretching	imine / oxime
1685-1666	strong	C=O stretching	conjugated ketone
1680	strong	C=O stretching	secondary amide
1680	strong	C=O stretching	tertiary amide
1650	strong	C=O stretching	$\delta$ -lactam
1678-1668	weak	C=C stretching	alkene
1675-1665	weak	C=C stretching	alkene
1675-1665	weak	C=C stretching	alkene
1662-1626	medium	C=C stretching	alkene
1658-1648	medium	C=C stretching	alkene
1650-1600	medium	C=C stretching	conjugated alkene
1650-1580	medium	N-H bending	amine
1650-1566	medium	C=C stretching	cyclic alkene
1648-1638	strong	C=C stretching	alkene
1620-1610	strong	C=C stretching	$\alpha,\beta$ -unsaturated ketone
1550-1500	strong	N-O stretching	nitro compound
1465	medium	C-H bending	alkane
1450	medium	C-H bending	alkane
1390-1380	medium	C-H bending	aldehyde
1385-1380	medium	C-H bending	alkane
1440-1395	medium	O-H bending	carboxylic acid
1420-1330	medium	O-H bending	alcohol
1415-1380	strong	S=O stretching	sulfate
1410-1380	strong	S=O stretching	sulfonyl chloride
1400-1000	strong	C-F stretching	fluoro compound
1390-1310	medium	O-H bending	phenol
1372-1335	strong	S=O stretching	sulfonate
1370-1335	strong	S=O stretching	sulfonamide
1350-1342	strong	S=O stretching	sulfonic acid
1350-1300	strong	S=O stretching	sulfone
1342-1266	strong	C-N stretching	aromatic amine
1310-1250	strong	C-O stretching	aromatic ester
1275-1200	strong	C-O stretching	alkyl aryl ether
1250-1020	medium	C-N stretching	amine
1225-1200	strong	C-O stretching	vinyl ether
1210-1163	strong	C-O stretching	ester
1205-1124	strong	C-O stretching	tertiary alcohol
1150-1085	strong	C-O stretching	aliphatic ether
1124-1087	strong	C-O stretching	secondary alcohol
1085-1050	strong	C-O stretching	primary alcohol
1070-1030	strong	S=O stretching	sulfoxide
1050-1040	strong	CO-O-CO stretching	anhydride
995-985	strong	C=C bending	alkene

980-960	strong	C=C bending	alkene
895-885	strong	C=C bending	alkene
850-550	strong	C-Cl stretching	halo compound
840-790	medium	C=C bending	alkene
730-665	strong	C=C bending	alkene
690-515	strong	C-Br stretching	halo compound
700± 20			benzene derivative
600-500	strong	C-I stretching	halo compound

## Βιβλιογραφία

- (01) Serkan Selli , Ahmet Canbas , Turgut Cabaroglu , Huseyin Erten , Ziya Gunata c;. (2005, January 19). (01) Aroma Components of cv. Muscat of Bornova Wines and Influence of Skin Contact Treatment. *Food Chemistry*, pp. 319-326. doi:10.1016/j.foodchem.2004.11.019
- (02) Ν.Α Νικολάου. (2011). (02) *Αμπελουργία*. Θεσσαλονίκη: Σύγχρονη Παιδεία.
- (03) <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CE%BC%CF%80%CE%AD%CE%BB%CE%B9>. (2022).
- (04) <http://www.gaiapedia.gr/gaiapedia/index.php/%CE%91%CE%BC%CF%80%CE%AD%CE%BB%CE%B9>. (2022).
- (05) Αργυρώ Μπεκατώρου. (2020, Πατρα). Ανάκτηση από (05) Θέματα Αμπελουργίας: [https://eclass.upatras.gr/modules/document/file.php/CHEM2025/2\\_%CE%91%CE%9C%CE%A0%CE%95%CE%9B\\_%CE%A3%CE%91%CE%9B%CE%91%CE%A7%CE%91%CE%A3\\_%CE%95%CE%99%CE%A3%CE%91%CE%93%CE%A9%CE%93%CE%97%202020.pdf](https://eclass.upatras.gr/modules/document/file.php/CHEM2025/2_%CE%91%CE%9C%CE%A0%CE%95%CE%9B_%CE%A3%CE%91%CE%9B%CE%91%CE%A7%CE%91%CE%A3_%CE%95%CE%99%CE%A3%CE%91%CE%93%CE%A9%CE%93%CE%97%202020.pdf)
- (06) *Ιστορία του Κρασιού στην Αρχαιότητα*. (2022). Ανάκτηση από <https://www.winesofcrete.gr/crete/history/>
- (07) *Hatzidakis wines Καταγωγή του Αμπελιού*. (2022). Ανάκτηση από <http://www.hatzidakiswines.gr/to-oinopoieio/katagogi-ampeloy.html>
- (08) ΙΑΣΩΝΑΣ ΛΑΜΕΡΑΣ. (2022). (08) *Καταγωγή του αμπελιού*. Ανάκτηση από <http://docplayer.gr/55796944-Katagogi-toy-ampeloy.html>
- (09) Ν. Α Νικολάου. (2011). (09) *Αμπελουργία*. Θεσσαλονίκη: Σύγχρονη Παιδεία.
- (10) J. MARAIS. (1983, APRIL). (10) *Terpenes in the Aroma of Grapes and Wines: A Review* , P. Stellenbosch, Republic of South Africa.: Viticultural and Oenological Research Institute.
- (11) Onofrio Corona et. Al. (2020, May 21). (11) Influence of Different Dehydration Levels on Volatile Profiles, Phenolic Contents and Skin Hardness of Alkaline Pre-Treated Grapes

cv Muscat of Alexandria (*Vitis vinifera* L.) Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Forest. *FOODS Volume 9 Issue 5*.

- (12) Ignacio Buesa a, Diego S. Intrigliolo b, Juan R. Castel a, Mar Vilanova. (2021, December 15). (12) Influence of Water Regime on Grape Aromatic Composition of Muscat of Alexandria in a Semiarid Climate. *Scientia Horticulturae Volume 290*. doi:10.1016/j.scienta.2021.110525
- (13) Atkins. (2018). (13) *Φυσικοχημεία*. Ηράκλειο: Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης.
- (14) *Muscat of Alexandria*. (2022). Ανάκτηση από [https://en.wikipedia.org/wiki/Muscat\\_of\\_Alexandria](https://en.wikipedia.org/wiki/Muscat_of_Alexandria)
- (15) Αργυρής Τσακίρης. (2010). Στο (15) *Ελληνική Οινογνωσία* (σσ. 320-323, 371). Αθήνα: Ψύχαλος.
- (16) Αργυρής Τσακίρης. (2017). Στο (16) *Οινολογία από το Σταφύλι στο Κρασί* (σσ. 41-43, 223-259, 489-495). Αθήνα: Ψύχαλος 8ή εκδοση.
- (17) ROGER B. BOULTON VERNON L.SINGLETON LINDA F .BISSON RALPH E.KUNKEE. (2018). Στο Β. Ντουρτόγλου, (17) *Οινολογία βασικές αρχές και μέθοδοι οινοποίησης* (σσ. 63-76). Λευκώσια Κύπρος: Broken Hill Publishers Ltd.
- (18) Αργυρής Τσακίρης. (2011). Στο (18) *Αμπελουργία για κρασιά ποιότητας* (σ. 43). Αθήνα: Ψύχαλος.
- (19) Δημήτριος Σταυράκας. (2010). Στο (19) *Αμπελογραφία* (σσ. 260-265). Θεσσαλονίκη: Ζήτη.
- (20) *Muscat of Spina*. (2022). Ανάκτηση από <https://www.winesofcrete.gr/varieties/muscat-of-spina/>
- (21) *Πατεριανάκης Αμπελώνες*. (2022). Ανάκτηση από <https://paterianakis.gr/vineyards/>
- (22) *Limnos Wines*. (2022). Ανάκτηση από <https://www.limnoswines.gr/>
- (23) Skoog, Holler, Crouch. (2007). (23) Αρχές Ενόργανης Ανάλυσης. Στο Ε. κ. Καραγιαννης. Αθήνα: Κωσταράκη 6η εκδοση.
- (24) *Φασματοσκοπία Υπερύθρου Μετασηματισμού Fourier Διάλεξη 6*. (2022). Ανάκτηση από <https://www.materials.uoc.gr/el/undergrad/courses/ETY222/notes/2020/lecture06.pdf>
- (25) *Infrared Spectroscopy*. (2022). Ανάκτηση από [https://en.wikipedia.org/wiki/Infrared\\_spectroscopy](https://en.wikipedia.org/wiki/Infrared_spectroscopy)
- (26) *Shimadzu I Raffinity-1s*. (2022). Ανάκτηση από <https://www.shimadzu.com/an/products/molecular-spectroscopy/ftir/ftir-spectroscopy/iraffinity-1s/index.html>
- (27) Ντουρτόγλου, Β., Χατζηλαζάρου, Α. και Ντουρτόγλου, Ε. (2018). Στο (27) *Ντουρτόγλου, Β., Χατζηλαζάρου, Α. και Ντουρτόγλου, Ε., Σημειώσεις ανοικτού ακαδημαϊκού μαθήματος "Σύγχρονες Μέθοδοι ενόργανης ανάλυσης", ΤΕΙ Αθήνας 2018*. ΤΕΙ Αθήνας 2018.

- (28) Ντουρτόγλου Θ. (2022). Στο (28) *Αρωματικές Ενώσεις Οίνου*. ΤΕΙ Αθήνας.
- (29) Κοντογιάννης Χρίστος. (2015). (29) «Υγρή Χρωματογραφία». Πάτρα, Πανεπιστήμιο Πατρών.
- (30) *Shimadzu Products I Raffinity-1s*. (2022). Ανάκτηση από <https://www.shimadzu.com/an/products/molecular-spectroscopy/ftir/ftir-spectroscopy/iraffinity-1s/index.html>
- (31) Δημητρης Ματιαδης. (2022). (31) *Παρουσιαση FTIR*. Ανάκτηση από <http://slideplayer.gr/slide/17931516/>
- (32) Gary D. Christian, Purnendu K. Dasgupta, Kevin A. Schug. (2020). (32) *Αναλυτική Χημεία*. Στο Αμανατιδης. Κύπρος: Odysseus Publishing Company.
- (33) *High Performance Liquid Chromatography*. (2022). Ανάκτηση από [https://en.wikipedia.org/wiki/High-performance\\_liquid\\_chromatography](https://en.wikipedia.org/wiki/High-performance_liquid_chromatography)
- (34) Μ.Σταυρακάκης. (2010). (34) *Αμπελογραφία*. Καλλιθέα: Εκδόσεις Τροπή.
- (35) Μ.Βλάχος. (1991). (35) *Αμπελογραφία*. Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Ζήτη.
- (36) Pierre Galet. (1998). In (36) *Grape Varieties and Rootstock Varieties* (pp. 109-112). France: oenoplumeridia.
- (37) *Douloufakis Muscat Spina.jpg*. (2022). Ανάκτηση από <https://douloufakis.wine/images/about-wine/muscat-spina.jpg>
- (38) *Wines of Greece Varieties*. (2022). Ανάκτηση από <https://winesofgreece.org/el/varieties/%ce%bc%ce%bf%cf%83%cf%87%ce%ac%cf%84%ce%bf-%ce%b1%ce%bb%ce%b5%ce%be%ce%b1%ce%bd%ce%b4%cf%81%ce%b5%ce%af%ce%b1%cf%82/>
- (39) *Lemnos Winetrails*. (2022). Ανάκτηση από <https://www.lemnoswinetrails.gr/the-vineyard/?lang=el>
- (40) *Infowine Enology*. (2022). Ανάκτηση από <https://www.infowine.gr/el/winepedia/enology/vinification/?nid=531>
- (41) *Infowine Vinification*. (2022). Ανάκτηση από <https://www.infowine.gr/el/winepedia/enology/vinification/?nid=527>
- (42) *Winesofcrete History*. (2022). Ανάκτηση από <https://www.winesofcrete.gr/crete/history/>
- (43) Αργυρή Τσακιρης. (2005). Στο (43) *Οινολογία έρευνα και εφαρμογές* (σσ. 12-38). Αθήνα: Εκδόσεις Ψύχαλου.
- (44) Λίβα Κωνσταντίνα. (2018). (44) *Ανάλυση Δειγμάτων Σταφυλιού και Γλεύκος με Φασματοσκοπικές Μεθόδους*. Θεσσαλονίκη: Αριστοτέλειο Παναπιστήμιο Θεσσαλονίκης. Ανάκτηση από <https://pergamos.lib.uoa.gr/uoa/dl/object/2812779/file.pdf>

