



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

Πτυχιακή Εργασία

**Μελέτη της επίδρασης της θερμοκρασίας σε αυθόρμητες
ζυμώσεις της ποικιλίας Βιδιανό**

ΒΙΚΕΛΗ ΣΟΦΙΑ

ΑΡΙΘΜΟΣ ΜΗΤΡΩΟΥ: 19685014

ΣΤΥΛΙΑΝΟΥ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

ΑΡΙΘΜΟΣ ΜΗΤΡΩΟΥ: 19685110

Επιβλέπουσα καθηγήτρια: Δρ. ΔΡΟΣΟΥ ΦΩΤΕΙΝΗ

ΑΘΗΝΑ, 2024



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

BACHELOR THESIS

**Study of the temperature effect in Vidiano variety in
spontaneous wine fermentations**

VIKELI SOFIA

REGISTRATION NUMBER: 19685014

STYLIANOU GEORGIOS

REGISTRATION NUMBER: 19685110

Supervisor name and surname: Dr. DROSOU FOTEINI

ATHENS, 2024

Δήλωση εξεταστικής επιτροπής

Οι υπογράφοντες δηλώνουμε ότι έχουμε εξετάσει τη διπλωματική εργασία με τίτλο: «Μελέτη της επίδρασης της θερμοκρασίας σε αυθόρμητες ζυμώσεις της ποικιλίας Βιδιανό». Και βεβαιώνουμε ότι γίνεται δεκτή.

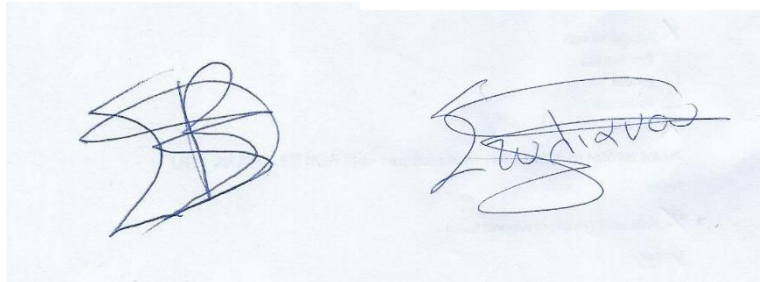
Δρ. Δρόσου Φωτεινή	
Δρ. Χατζηλαζάρου Αρχοντούλα	
Δρ. Κουσίση Ελισάβετ	

Δήλωση συγγραφέα πτυχιακής εργασίας

Οι κάτωθι υπογράφωντες Βικελή Σοφία του Ιωάννη, με αριθμό μητρώου 19685014 και Στυλιανού Γεώργιος του Ιωάννη, με αριθμό μητρώου 19685110 φοιτητές του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Επιστημών Τροφίμων του Τμήματος Επιστημών Οίνου, Αμπέλου και Ποτών δηλώνουμε υπεύθυνα ότι: «Είμαστε συγγραφείς αυτής της πτυχιακής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία δεχτήκαμε για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες κάναμε 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, βεβαιώνουμε ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από εμάς αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μας, όσο και του Ιδρύματος. Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μας ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μας».

Η δηλούσα:
Βικελή Σοφία

Ο δηλών:
Στυλιανού Γεώργιος



Ευχαριστίες

Η εκπόνηση της παρούσας πτυχιακής εργασίας διεκπεραιώθηκε επιτυχώς χάρη στη συμβολή ορισμένων ανθρώπων, των οποίων η συμμετοχή ήταν εξαιρετικά σημαντική. Αρχικά, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε προσωπικά την επιβλέπουσα καθηγήτρια Δρόσου Φωτεινή για την επιστημονική της κατάρτιση, τη μεθοδική καθοδήγησή της, καθώς και τη συνεχή παρουσία και πρόθυμη ανταπόκρισή της στις εκάστοτε απαιτήσεις της πτυχιακής εργασίας. Επιπλέον ευχαριστούμε θερμά τους ανθρώπους του εργαστήριου, όπου πραγματοποιήσαμε τις αναλύσεις μας, για την στήριξη και την πολύτιμη βοήθειά τους, όσον αφορά στην συνύπαρξη και καθοδήγηση εντός του χώρου του εργαστηρίου. Θερμές ευχαριστίες και στην διδάκτορα Κουσίση Ελισάβετ, αλλά και στην ομάδα δοκιμαστών του τμήματος Οίνου, Αμπέλου και Ποτών, οι οποίοι συμμετείχαν στην οργανοληπτική αξιολόγηση των προς μελέτη προϊόντων. Στην συνέχεια θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε την οικογένειά μας, ο καθένας ξεχωριστά, οι οποίοι με την αγάπη και τη συνεχή στήριξη τους, έπαιξαν καθοριστικό ρόλο σε όλη τη διάρκεια της φοίτησής μας. Τέλος, είναι σωστό να ευχαριστήσουμε ο ένας τον άλλον για την υπομονή και τη σωστή συνεργασία.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το θέμα της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η αξιοποίηση της Κρητικής ποικιλίας «Βιδιανό» με αυθόρμητες ζυμώσεις. Πρόκειται για μία αυτόχθονη ποικιλία λευκών σταφυλιών, με πολύ μεγάλο οινολογικό ενδιαφέρον, καθώς η διερεύνηση των οινολογικών δυνατοτήτων της, βρίσκεται ακόμα σε πρώιμα στάδια. Σε μία προσπάθεια εύρεσης των καλύτερων συνθηκών ζύμωσης για την συγκεκριμένη ποικιλία, πραγματοποιήθηκαν τέσσερις (4) διαφορετικές πειραματικές οινοποιήσεις. Οι μεταβαλλόμενοι παράγοντες στις προαναφερθείσες πειραματικές οινοποιήσεις ήταν η θερμοκρασία (14 και 18 °C) και η προέλευση των ζυμών (γηγενείς και επιλεγμένες ζύμες), οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν για την πραγματοποίηση των ζυμώσεων. Επομένως, πραγματοποιήθηκαν δύο (2) αυθόρμητες ζυμώσεις και δύο (2) με εμβολιασμό συγκεκριμένου στελέχους ζυμών *Saccharomyces cerevisiae*, οι οποίες πραγματοποιήθηκαν στις δυο προαναφερθείσες θερμοκρασίες. Στο εν ζυμώσει γλεύκος, καθώς και στα τελικά προϊόντα, πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις των σακχάρων, της οξύτητας, του pH, του ελεύθερου αζώτου αμινοξέων, της αιθανόλης, των αρωματικών ενώσεων και των οργανικών οξέων. Στα τελικά προϊόντα πραγματοποιήθηκε και οργανοληπτικός έλεγχος. Οι μετρήσεις αυτές αποτέλεσαν βασικό εργαλείο για την σύγκριση και την εξαγωγή συμπερασμάτων για το ποιος συνδυασμός συνθηκών ανέδειξε σε μεγαλύτερο βαθμό την εν λόγω ποικιλία. Τα κυριότερα συμπεράσματα τα οποία προέκυψαν από την παρούσα μελέτη αφορούσαν στην επίδραση της θερμοκρασίας στους ζυμομύκητες, καθώς στις ζυμώσεις που πραγματοποιήθηκαν στους 14 °C δεν έγινε πλήρης αποζύμωση των σακχάρων. Ωστόσο, στους 18 °C τόσο η ελεγχόμενη ζύμωση αλλά κυρίως η αυθόρμητη, έδωσαν προϊόντα με μεγάλο οινολογικό ενδιαφέρον και πολυπλοκότητα.

Λέξεις Κλειδιά: αυθόρμητη ζύμωση, εμβολιασμός, αλκοολική ζύμωση, Βιδιανό

ABSTRACT

The subject of this thesis is the vinification of the Cretan variety "Vidiano". It is an autochthonous variety of white grapes, of great oenological interest, as the investigation of its oenological potential is still in its first stages. To find the best fermentation conditions for this variety, four (4) different experimental fermentations were conducted. The variable factors in the experimental vinifications were the temperature and the origin of the yeasts, used to conduct the fermentations. Therefore, a total of four (4) fermentations were conducted: two (2) spontaneous fermentations and two (2) with inoculation of a specific yeast strain *Saccharomyces cerevisiae*, which were fermented at two different temperatures. During the fermentations, sugars, acidity, pH, assimilable nitrogen, ethanol, aromatic substances and organic acids were measured in the fermented must, as well as in the final products. To the final products was also carried out sensory evaluation. The aforementioned measurements were made to check the products, but they were also a key tool in the comparison and drawing conclusions about which combination of conditions highlighted the variety. The primary conclusions drawn from the present study pertained to the impact of temperature on yeast activity. Specifically, fermentations conducted at 14 °C resulted in the presence of unfermented sugars, indicating incomplete fermentation. However, at 18 °C both the controlled fermentation but mainly the spontaneous one, gave products of great oenological interest and complexity.

Keywords: Spontaneous fermentation, Inoculation, Alcoholic fermentation, Vidiano

Πίνακας περιεχομένων

Περιεχόμενα

Δήλωση εξεταστικής επιτροπής	3
Δήλωση συγγραφέα πτυχιακής εργασίας	4
Ευχαριστίες	5
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	6
ABSTRACT.....	7
Πίνακας περιεχομένων	8
Πίνακας Εικόνων	10
Πίνακας Πινάκων.....	10
Πίνακας Διαγραμμάτων	10
Συντμήσεις, ακρωνύμια, σύμβολα και ορισμοί.....	12
Κεφάλαιο 1. Εισαγωγή.....	13
Κεφάλαιο 2. Θεωρητικό μέρος	14
2.1. Κρητικός αμπελώνας.....	14
2.2. Ποικιλία Βιδιανό	15
.....	18
2.3. Λευκή Οινοποίηση	18
2.4. Ζυμώσεις.....	20
2.5. Αρωματικές ενώσεις στους οίνους.....	28
2.6. Οργανικά οξέα στους οίνους	35
2.7. Οργανοληπτικός έλεγχος	39
Κεφάλαιο 3. Σκοπός πειράματος	41
Κεφάλαιο 4. Πειραματική διαδικασία	42
4.1. Τόπος προέλευσης της πρώτης ύλης	42
4.2. Διαδικασία οινοποίησης	42
4.3. Εργαστηριακές αναλύσεις	43
Κεφάλαιο 5. Αποτελέσματα και Σχολιασμός	52
5.1. Αναλυτική παρουσίαση αποτελεσμάτων	52
5.1.1. Μέτρηση των σακχάρων με την μέθοδο δινιτροσαλικυλικού οξέος (DNS).....	52
5.2. Συζήτηση – Συμπεράσματα – Μελλοντικές επεκτάσεις.....	66

Βιβλιογραφικές Αναφορές.....69

Πίνακας Εικόνων

Εικόνα 1 Φύλλο από αμπέλι της ποικιλίας Βιδιανό από το οινοποιείο Στυλιανού	16
Εικόνα 2 Αμπέλι της ποικιλίας Βιδιανό του οινοποιείου Στυλιανού	16
Εικόνα 3 Τσαμπί από αμπέλι της ποικιλίας Βιδιανό του οινοποιείου Στυλιανού	18
Εικόνα 4 Μηχανισμός της αλκοολικής ζύμωσης (Μπακογιάννης Β., 1995)	23
Εικόνα 5 Χημικός τύπος τρυγικού οξέος ^(a)	35
Εικόνα 6 Χημικός τύπος μηλικού οξέος ^(a)	36
Εικόνα 7 Χημικός τύπος κιτρικού οξέος ^(a)	36
Εικόνα 8 Χημικός τύπος ασκορβικού οξέος ^(a)	37
Εικόνα 9 Χημικός τύπος του ηλεκτρικού οξέος ^(a)	37
Εικόνα 10 Χημικός τύπος γαλακτικού οξέος ^(a)	38
Εικόνα 11 Χημικός τύπος οξικού οξέος ^(a)	38
Εικόνα 12 Χημικός τύπος οξαλικού οξέος ^(a)	38
Εικόνα 13 Αραιόμετρο	46

Πίνακας Πινάκων

Πίνακας 1 Ανώτερες αλκοόλες	29
Πίνακας 2 Εστέρες	31
Πίνακας 3 Τερπενικές ενώσεις.....	32
Πίνακας 4 Πυραζίνες.....	32
Πίνακας 5 Πτητικές φαινόλες	33
Πίνακας 6 Πτητικά οξέα	34
Πίνακας 7 Συνθήκες των πειραματικών ζυμώσεων.....	43
Πίνακας 8 Αλκοολικός τίτλος των τελικών προϊόντων.....	57
Πίνακας 9 Αρωματικές ενώσεις που βρέθηκαν στα δείγματα	61

Πίνακας Διαγραμμάτων

Διάγραμμα 1: Καμπύλη αναφοράς της κατανάλωσης των σακχάρων	53
Διάγραμμα 2 Καμπύλη αναφοράς της πυκνότητας	54
Διάγραμμα 3 Καμπύλη αναφοράς της ογκομετρούμενης οξύτητας	55
Διάγραμμα 4 Καμπύλη αναφοράς του pH	56
Διάγραμμα 5 Καμπύλη αναφοράς διαθέσιμου αμμωνιακού αζώτου	57
Διάγραμμα 6 Συγκέντρωση των οργανικών οξέων (mg/L) που παράγονται στα τελικά δείγματα	58

Διάγραμμα 7 Συγκέντρωση των ανώτερων αλκοολών (mg/L) που παράγονται στα τελικά δείγματα	59
Διάγραμμα 8 Συγκέντρωση των λιπαρών οξέων μεσαίας αλυσίδας (MCFA) (mg/L) που παράγονται στα τελικά δείγματα.....	60
Διάγραμμα 9 Συγκέντρωση των εστέρων των λιπαρών οξέων μεσαίας αλυσίδας (MCFA) (mg/L) που παράγονται στα τελικά δείγματα	61
Διάγραμμα 10 Αραχνόγραμμα αρωματικού προφίλ των κρασιών 1 (Sp18) και 4 (Sc18).....	65

Συντμήσεις, ακρωνύμια, σύμβολα και ορισμοί

CO₂: carbon dioxide (διοξείδιο του άνθρακα)

Cfu: Colony-forming unit (μονάδα σχηματισμού αποικιών)

Kg: kilograms (κιλά)

mg: milligrams (μλιγραμμάρια)

gr: grams (γραμμάρια)

pH: potential of hydrogen

ppm: parts per million (μέρη στο εκατομμύριο)

v/v: όγκος κατά όγκο

L: liter (λίτρο)

°C: degree Celsius (βαθμός Κελσίου)

hL: hectoliter (εκατόλιτρο)

%: επί τοις εκατό

ΠΟΠ: προστατευόμενη ονομασία προέλευσης

ΠΓΕ: προστασία γεωργικής προέλευσης

GC-MS: Gas Chromatography - Mass Spectrometry (Αέρια Χρωματογραφία - Φασματομετρία Μάζας)

Κεφάλαιο 1. Εισαγωγή

Τις τελευταίες δεκαετίες, τα κρασιά που παράγονται από αυτόχθονες ποικιλίες σταφυλιών της Ελλάδας ελκύουν το ενδιαφέρον τόσο στον Ελλαδικό χώρο, όσο και παγκοσμίως. Πολλές από αυτές τις ποικιλίες έχουν αναδειχθεί και προωθηθεί, ενώ κάποιες άλλες έχουν παραμεληθεί, παραμένοντας σχεδόν άγνωστες στο καταναλωτικό κοινό. Μία από αυτές είναι η κρητική ποικιλία Βιδιανό, η οποία αν και φαίνεται να είναι αρκετά χαρισματική, οι δυνατότητες της δεν έχουν διερευνηθεί ακόμα πλήρως. Σήμερα, παρατηρείται ότι σχεδόν όλα τα κρητικά οινοποιεία παράγουν τουλάχιστον έναν κωδικό από Βιδιανό, είτε μονοποικιλιακό είτε σε συνδυασμό με γηγενείς ή, και διεθνείς ποικιλίες.

Σύμφωνα με μελέτες που διεξήχθησαν από τον Κλαδικό Εθνικό Αγροτικό Συνεταιρισμό Αμπελοοινικών Προϊόντων (Κ.Ε.Α.Σ.Α.Ε.) στην Κρήτη καλλιεργούνται 55.769 στρέμματα οινάμπελων εκ των οποίων τα 1.368 στρέμματα αποτελούνται από Βιδιανό και όσο περνάει ο καιρός αυξάνονται ακόμα περισσότερο.

Τέλος αξίζει να αναφερθεί ότι πολλά κρασιά αυτής της ποικιλίας έχουν καταφέρει να αποκτήσουν κύρος και τεράστια αναγνώριση, όχι μόνο εντός Ελλάδας αλλά και παγκοσμίως.

Σύμφωνα λοιπόν με τα προαναφερθέντα γίνεται αντιληπτό ότι το Βιδιανό είναι μια χαρισματική ποικιλία η οποία δεν έχει εξερευνηθεί ακόμα αρκετά. Ο στόχος, λοιπόν, της παρούσας ερευνητικής πτυχιακής εργασίας έγκειται στην διεξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με το πώς επηρεάζεται η ποιότητα παραγόμενου οίνου από σταφύλια της ποικιλίας Βιδιανό, από τις διαφορετικές θερμοκρασίες ζύμωσης και από τους μικροοργανισμούς που την πραγματοποιούν.

Όσον αφορά στη μεθοδολογία, ακολουθήθηκαν πιστά τα πρωτόκολλα που αναφέρονται στο αντίστοιχο κεφάλαιο του πειραματικού μέρους, με μεγάλη προσοχή ώστε να ελαχιστοποιηθεί η πιθανότητα σφάλματος. Οι οινοποιήσεις των κρασιών πραγματοποιήθηκαν σε οινοποιείο στη Κρήτη, ενώ οι αναλύσεις τους στο εργαστήριο βιοτεχνολογίας του τμήματος τεχνολογίας οίνου αμπέλου και ποτών του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής.

Κεφάλαιο 2. Θεωρητικό μέρος

2.1. Κρητικός αμπελώνας

Η ιστορία της Κρήτης είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με το κρασί. Η Κρήτη υπερηφανεύεται για μια οινική παράδοση που μετράει 4000 χρόνια. Αρχαιολογικά ευρήματα στο χωριό της κάτω Ζάκρου σε συνδυασμό με το αρχαιότερο πατητήρι της Ευρώπης, το οποίο βρίσκεται στο Βαθύπετρο στην περιοχή των Αρχανών, μας επιβεβαιώνουν την ηλικία του Κρητικού αμπελώνα. Επίσης στο ανάκτορο της Κνωσού βρέθηκαν μεγάλα πιθάρια, τα οποία περιείχαν κρασί και γίγαρτα σταφυλιών. Το αποκορύφωμα της εξέλιξης του κρητικού αμπελώνα υπήρξε κατά την περίοδο της Ενετικής κυριαρχίας δηλαδή από τις αρχές του 13^{ου} αιώνα μ.Χ. μέχρι τα μέσα του 14ου αιώνα μ.Χ., λόγω της παραγωγής του οίνου Μαλβαζία, του οποίου η «συνταγή» αποτελεί ένα από τα μυστήρια του οινικού κόσμου, καθώς δεν έχει φτάσει ακόμα στα χέρια μας (Οίνος παλαιός ηδύποτος υπουργείο πολιτισμού αρχαιολογικό ινστιτούτο Κρήτης, Ηράκλειο_2002).

Η συνολική παραγωγή κρασιού της Κρήτης αντιπροσωπεύει το 20% των Ελληνικών κρασιών. Οι περισσότερες οινοπαραγωγικές περιοχές βρίσκονται στο βόρειο τμήμα του νησιού και πιο συγκεκριμένα στο νομό Ηρακλείου. Ο δροσερός αέρας που έρχεται από το Αιγαίο Πέλαγος, δροσιζει τους αμπελώνες το καλοκαίρι και δημιουργεί ιδανικές συνθήκες για την καλλιέργεια της αμπέλου.

Υπάρχουν επτά περιοχές ΠΟΠ: 1) ΠΟΠ Πεζά, 2) ΠΟΠ Αρχάνες, 3) ΠΟΠ Δαφνές, 4) ΠΟΠ Χάνδακας, 5) ΠΟΠ Malvasia Χάνδακας, 6) ΠΟΠ Σητεία, 7) ΠΟΠ Malvasia Σητεία. Επίσης, υπάρχουν και έξι περιοχές ΠΓΕ : 1) ΠΓΕ Κρήτης, 2) ΠΓΕ Κίσσαμος, 3) ΠΓΕ Χανιά, 4) ΠΓΕ Ρέθυμνο, 5) ΠΓΕ Ηράκλειο, 6) ΠΓΕ Λασιθί.

Οι οινοποιοί του νησιού το 2006 δημιούργησαν το Wines Of Crete, το οποίο έχει ως στόχο την ανάδειξη του Κρητικού κρασιού και του κρητικού αμπελώνα, την αναβίωση των κρητικών ποικιλιών και την προώθηση των κρασιών του νησιού σε όλο τον κόσμο. Σήμερα το Wines of Crete αποτελείται από 36 μέλη, δηλαδή 36 οινοποιεία, καταβάλλοντας μεγάλες προσπάθειες για την επίτευξη των προαναφερθέντων στόχων.

2.2. Ποικιλία Βιδιανό

Το Βιδιανό είναι μια ευγενής, γηγενής ποικιλία που καλλιεργείται αποκλειστικά στην Κρήτη από τον 13ο ή τον 14ο αιώνα, ίσως και νωρίτερα, και ανήκει στις ποικιλίες που κάποτε συμμετείχαν στην παραγωγή της κρητικής Malvasia. Η προέλευση του είναι αβέβαιη, η σύνθεση του πολυκλωνική και γενετικά βρίσκεται αρκετά κοντά στην ποικιλία Λαγόρθι αλλά και στις ποικιλίες Θραψαθήρι και Βηλάνα. Το όνομά του πιστεύεται ότι προέρχεται από το χωριό Άβδου, το οποίο πήρε το όνομά του από τον Προφήτη Αβδού, όταν ιδρύθηκε μοναστήρι στο όνομά του. Βάσει αυτής της υπόθεσης, η ακόλουθη σειρά δείχνει πώς προέκυψε το όνομα της ποικιλίας: Αβδού >Άβδανο >Αβιδιανό (το πρώτο όνομα της ποικιλίας) >Βιδιανό Μέχρι τη δεκαετία του 1980, το Βιδιανό καλλιεργούνταν σποραδικά σε παλιούς, πολυποικιλιακούς αμπελώνες, όπου συχνά ονομάζονταν λάθος ή συγχέονταν με άλλες λευκές ποικιλίες όπως το Θραψαθήρι και την Βηλάνα. Σήμερα, η καλλιέργεια του Βιδιανού σε μονοποικιλιακούς αμπελώνες, ιδιαίτερα του Νομού Ηρακλείου, έχει αυξηθεί σημαντικά. Η εκτιμώμενη καλλιεργούμενη έκταση στους Κρητικούς αμπελώνες ανέρχεται περίπου στα 970 στρέμματα με διαρκή άνοδο (Stavrakaki M., Stavrakakis M., 2017).

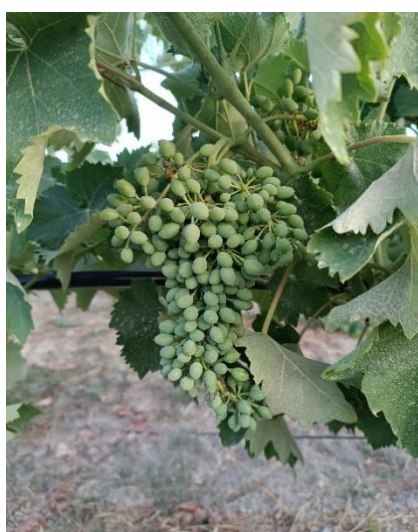
Αμπελογραφικά χαρακτηριστικά της ποικιλίας

Τα νεαρά φύλλα έχουν κίτρινο-πράσινο χρώμα, με χάλκινες επιφάνειες, με υφή από αραχνοϋφαντη έως χνουδωτή στην επάνω επιφάνεια του φύλλου και τσόχα στην κάτω. Οι φλέβες είναι πράσινες, η υφή τους μοιάζει με ιστό αράχνης στην επάνω επιφάνεια της λεπίδας και είναι πουπουλένια στην κάτω. Ο νεαρός βλαστός είναι όρθιος, αρκετά γραμμωτός, αραχνοειδής, πράσινος στην κοιλιακή πλευρά, πράσινος με κοκκινωπές ραβδώσεις στην ράχη. Οι κόμβοι είναι πράσινοι στην κοιλιακή πλευρά και πράσινοι με κοκκινωπές ραβδώσεις στη ραχιαία πλευρά. Το ώριμο φύλλο του Βιδιανού έχει μεσαίο μέγεθος και πενταγωνικό έως σφηνοειδές, 5-λοβό με σχήμα V ή U, και ο μισχικός κόλπος έχει σχεδόν επικαλυπτόμενες άκρες. Οι ανώτεροι και κάτω πλάγιοι κόλποι είναι ρηχοί έως μέτρια βαθιοί, σε σχήμα V, σχεδόν κλειστοί. Η διασταύρωση του μίσχου είναι κόκκινη, η λεπίδα του φύλλου χοντρή, στριφτή, λυγερή, με χρώμα βαθύ πράσινο, αραχνοϋφαντη στην επάνω επιφάνεια και λευκοπράσινη στην κάτω. Οι κύριες φλέβες του είναι κιτρινοπράσινες, λείες και τοπικά η άνω επιφάνεια της λεπίδας από ιστό αράχνης. Τα δόντια του φύλλου είναι

άνισα, μικρού έως μεσαίου μεγέθους. Ο Μίσχος είναι μεσαίου μεγέθους, σχεδόν ίσο με το μήκος της μέσης φλέβας, παχύς, πράσινο-κόκκινος, αραχνοειδής. Η δέσμη του Βιδιανού είναι μέτρια προς μεγάλη, κυλινδρική ή κωνική και πυκνή έως μέτρια πυκνή. Ο μίσχος του είναι κοντός έως μεσαίος, πράσινος και με δυσκολία στο να αποσπαστεί. Τα σταφύλια που παράγονται είναι μικρά έως μέτρια, οβοειδή ή ελλειπτικά, δύσκολα αποσπώμενα από το μίσχο. Το δέρμα τους είναι μέτρια λεπτό, κίτρινο-χρυσού χρώματος, χαμηλής άνθησης (σχεδόν μικροσκοπικό), ελαφρώς σφιχτό, πολύ γλυκό και ο πολτός που παράγεται είναι ζουμερός, άχρωμος, με λεπτή γεύση. Οι καρποί περιέχουν 1-3 γίγαρτα (συνήθως 2) ανά μούρο, τα οποία είναι μικρά έως μετρίά, με πολύ κοντό ράμφος (Stavrakaki M., Stavrakakis M., 2017).



Εικόνα 1 Φύλλο από αμπέλι της ποικιλίας Βιδιανό από το οινοποιείο Στυλιανού



Εικόνα 2 Αμπέλι της ποικιλίας Βιδιανό του οινοποιείου Στυλιανού

Ικανότητες και καλλιεργητική καταλληλότητα

Το Βιδιανό παρουσιάζει έντονη με μέτρια και ασταθή παραγωγικότητα, συνήθως με 1 συστάδα σταφυλιών ανά κληματίδα, στον 4ο ή 5ο κόμβο. Είναι μία μεσοπρώιμη ποικιλία. Οι νεότεροι αμπελώνες κλαδεύονται αμφίπλευρα σε συστήματα πέργκολας με κατακόρυφο βλαστάρι και κλαδεύονται με 2-3 κόμβους. Λόγω των ομοιοτήτων του Βιδιανού με τις ποικιλίες Θραψαθήρι και Βηλάνα, οι κληματίδες για εμβολιασμό πρέπει να επιλέγονται με προσοχή και μόνο από αυθεντικά και ταυτοποιημένα αμπέλια του Βιδιανού. Δεν έχουν δημοσιευτεί ασυμβατότητες με γνωστά υποκείμενα. Τα πάει καλά όταν εμβολιάζεται σε υποκείμενα 110 R, 140 Ru, 41B. Η απόρριψη μπορεί να αποφευχθεί μέσω της επιλογής υποκειμένων μικρού σθένους. Επιπλέον, το Βιδιανό είναι αρκετά ανθεκτικό στην ξηρασία, αλλά είναι πολύ ευαίσθητο στο ωίδιο, στις ασθένειες του ιού των φύλλων και στους σκώρους των σταφυλιών (*Lobesia botrana*). Σε γενικές γραμμές, προτιμά τα ελαφρά, ασβεστολιθικά, αργιλώδη, με χαλίκια εδάφη τα οποία βρίσκονται πάνω σε λόφους και περιοχές με δροσερό κλίμα. Η κλιματική αλλαγή και συγκεκριμένα η αύξηση της θερμοκρασίας αναμένεται να επηρεάσουν σοβαρά και να δημιουργήσουν προβλήματα στους αμπελώνες που βρίσκονται σε χαμηλότερα υψόμετρα. Στην περίπτωση που κάνει κρύο κατά την άνθιση, το Βιδιανό αποδεικνύεται ευαίσθητο και προκαλούνται αρνητικού χαρακτήρα γεύσεις φρούτων. Έχει ένα περίπλοκο μπουκέτο από αρώματα εσπεριδοειδών όπως είναι το περγαμόντο, πράσινων φρούτων όπως το αχλάδι καθώς και τροπικών φρούτων όπως μπανάνα και πεπόνι και διατηρεί τη φρέσκια οξύτητά του ακόμη και σε επίπεδο αλκοόλης ίση με 13%. (Stavrakaki M., Stavrakakis M., 2017). Η ποικιλία Βιδιανό συμμετέχει στον οίνο ΠΓΕ Ηράκλειο και συνοινοποιείται με τις ποικιλίες: Αθήρι, Βηλάνα, Δαφνί, Θραψαθήρι, Μοσχάτο λευκό, Πλυτό, Chardonnay, Sauvignon Blanc, Sylvaner καθώς και στους οίνους ΠΟΠ Malvasia Χάνδρακας-Candia συνεργατικά με τις ποικιλίες: Ασύρτικο, Αθήρι, Θραψαθήρι, Λιάτικο (με λευκή οινοποίηση), Μοσχάτο λευκό (Μοσχάτο Σπίνας), Malvasia di Candia aromatic αλλά και στους οίνους ΠΟΠ Χάνδρακας-Candia, που η συμμετοχή του είναι προαιρετική (Τσακίρης, 2009; Υπουργείο αγροτικής ανάπτυξης και τροφίμων - Νομοθεσία οίνων ΠΟΠ & ΠΓΕ; Kladou et al., 2020).



Εικόνα 3 Τσαμπί από αμπέλι της ποικιλίας Βιδιανό του οινοποιείου Στυλιανού

2.3. Λευκή Οινοποίηση

Στην λευκή οινοποίηση, σε αντίθεση με την ερυθρή, η αλκοολική ζύμωση πραγματοποιείται χωρίς την παρουσία των στέμφυλων, κάτι που οφείλεται στη γρήγορη εξαγωγή του γλεύκους από τα σταφύλια με την χρήση πιεστηρίων.

Τα βασικότερα χαρακτηριστικά της λευκής οινοποίησης είναι η απουσία εκχύλισης κατά την διάρκεια της αλκοολικής ζύμωσης και ο διαχωρισμός του γλεύκους σε κλάσματα ανάλογα την πίεση που ασκούμε στα σταφύλια. Στις λευκές οινοποιήσεις μπορούμε να κάνουμε μια μικρή προζυμωτική εκχύλιση, έτσι ώστε να πάρουμε αρωματικά συστατικά από την φλούδα. Τα αρώματα του σταφυλιού βρίσκονται στις φλούδες και στα κύτταρα τα οποία βρίσκονται κάτω από αυτές. Τα αρωματικά συστατικά εμφανίζονται νωρίς, πριν ολοκληρωθεί η πλήρης ωρίμανση των σακχάρων, γι' αυτό ένας πρώιμος τρύγος μπορεί να δώσει ένα κρασί πιο αρωματικό. Στην χώρα μας είναι εξαιρετικά σημαντικό το γεγονός αυτό καθώς τα ελληνικά λευκά κρασιά έχουν αρκετά μειωμένη οξύτητα κι ο πρώιμος τρύγος είναι μία πιθανή λύση σε αυτό το πρόβλημα.

Σήμερα, οι προσεγγίσεις για τα στάδια επεξεργασίας του σταφυλιού έχουν σκοπό την παραγωγή κρασιού που θα χρειάζεται τις λιγότερες δυνατών κατεργασίες. Για την

παραγωγή λευκών κρασιών υψηλής ποιότητας, τα σταφύλια, μετά τον απορραγισμό και το σπάσιμο τους στον απορραγηστήρα – σπαστήρα, υπό την μορφή σταφυλοπολτού οδηγούνται στο πιεστήριο. Τα λευκά κρασιά είναι πιο ευαίσθητα στις οξειδώσεις σε σχέση με τα κόκκινα, λόγω απουσίας τανινών. Συνεπώς, είναι σημαντικό τα σταφύλια που οινοποιούνται να είναι υγιή και η θείωση του γλεύκους ή του σταφυλοπολτού να είναι άμεση και επαρκής. Κάποιες ενδεικτικές τιμές για τις προσθήκες θειώδη ανυδρίτη είναι οι εξής :

Υγιές σταφύλι με μέση ωρίμανση και μεγάλη οξύτητα = 6-8 g/hl

Υγιές σταφύλι με μεγάλη ωρίμανση και μικρή οξύτητα = 8-10 g/hl

Υπερώριμο σταφύλι, ανάλογα με το βαθμό προσβολής = 10-12 g/hl

Εξίσου σημαντικό βήμα, αφού παρθεί το γλεύκος, είναι να πραγματοποιηθεί απολάσπωση, δηλαδή, να απομακρυνθούν τα στερεά σωματίδια που αιωρούνται στο γλεύκος, πριν την αλκοολική ζύμωση. Υπάρχουν διάφοροι τρόποι προκειμένου να πραγματοποιηθεί η απολάσπωση στο γλεύκος. Οι δύο πιο ευρέως διαδεδομένοι, είναι η στατική απολάσπωση, κατά την οποία αφήνουμε τα στερεά σωματίδια να καθίσουν στον πυθμένα της δεξαμενής λόγω βαρύτητας και το καθαρό γλεύκος να παραληφθεί με μια αντλία, και η απολάσπωση με επίπλευση, δηλαδή τα στερεά σωματίδια του γλεύκους οδηγούνται στην κορυφή. Η μέθοδος αυτή βασίζεται στην ιδιότητα των σωματιδίων να συγκροτούν φυσαλίδες αερίου και να σχηματίζουν αφρό. Εάν χρειάζεται μετά την απολάσπωση μπορούν να γίνουν κάποιες διορθώσεις στην οξύτητα και στα σάκχαρα του γλεύκους, λαμβάνοντας πάντα υπόψιν τους περιορισμούς που θέτονται από την νομοθεσία. Η αλκοολική ζύμωση του καθαρού πλέον γλεύκους μπορεί να πραγματοποιηθεί, είτε με την προσθήκη επιλεγμένων στελεχών ζυμών, είτε με τις αυτόχθονες ζύμες των σταφυλιών.

Η θερμοκρασία ζύμωσης της λευκής οινοποίησης πρέπει να είναι χαμηλή, γύρω στους 15 °C. Προκειμένου να επιβεβαιωθεί η ομαλή πορεία της ζύμωσης, γίνονται μετρήσεις στα σάκχαρα του εν ζυμώσει γλεύκους και αν χρειαστεί γίνεται επέμβαση άμεσα. Με το πέρας της αλκοολικής ζύμωσης, ενδείκνυται το σφράγισμα της δεξαμενής με αδρανές αέριο (συνήθως N₂) και έπειτα γίνεται θείωση στο κρασί. Προτού πραγματοποιηθεί η θείωση θα πρέπει να έχει αποφασιστεί εάν η μηλογαλακτική ζύμωση είναι επιθυμητή ή όχι. Στην περίπτωση που είναι επιθυμητή

η μηλογαλακτική ζύμωση, δεν πρέπει να γίνει θείωση, διότι αυτή η κίνηση θα επηρεάσει άμεσα τα γαλακτικά βακτήρια που είναι υπεύθυνα για τη μετατροπή του μηλικού οξέος σε γαλακτικό. Ωστόσο, δεν συνηθίζεται στα λευκά κρασιά να πραγματοποιείται μηλογαλακτική ζύμωση, διότι μειώνει την οξύτητα του κρασιού και αυξάνει το pH του, πράγμα το οποίο δεν είναι επιθυμητό. Στη συνέχεια ακολουθείται η τεχνική του μπατονάζ με σκοπό την υδρόλυση των νεκρών ζυμών. Αυτή η διαδικασία βοηθάει στην ενίσχυση της πολυπλοκότητας του κρασιού. Έπειτα, τα νεκρά κύτταρα των ζυμών αποσύρονται και πραγματοποιείται πρωτεϊνική σταθεροποίηση με χρήση μπετονίτη. Η πρωτεϊνική σταθεροποίηση είναι σημαντική για να μη μετουσιωθούν οι πρωτεΐνες του οίνου στο μπουκάλι και δημιουργηθεί ένα ανεπιθύμητο θόλωμα. Ο μπετονίτης ενώνεται με τις πρωτεΐνες του οίνου και τα συσσωματώματα που δημιουργούνται καταβυθίζονται στον πυθμένα ως ίζημα. Η ποσότητα του μπετονίτη που θα χρησιμοποιηθεί θα πρέπει να είναι περιορισμένη, καθώς υπάρχει ο κίνδυνος να επηρεαστεί ο αρωματικός χαρακτήρας και η πολυπλοκότητα του κρασιού. Στην συνέχεια, ακολουθείται η τρυγική σταθεροποίηση. Η τρυγική σταθεροποίηση πραγματοποιείται με ψύξη του κρασιού για κάποιες ημέρες προκειμένου να καταβυθιστούν τα τρυγικά άλατα. Οι παραπάνω σταθεροποιήσεις πρέπει να πραγματοποιηθούν προκειμένου να αποφευχθεί η παρουσία ιζήματος ή θολώματος στο μπουκάλι. Τέλος, ελέγχεται το θειώδες του παραγόμενου οίνου, γίνονται οι απαιτούμενες διορθώσεις, σύμφωνα με τα προβλεπόμενα όρια της νομοθεσίας, ακολουθεί φιλτράρισμα του οίνου και η εμφιάλωση του.

2.4. Ζυμώσεις

2.4.1. Οι ζύμες κι ο ρόλος τους στο κρασί

Οι ζύμες ή ζυμομύκητες είναι μύκητες, στους οποίους εκλείπει ο μυκηλιακός τρόπος ανάπτυξης. Είναι ευκαρυωτικοί, μονοκύτταροι, προαιρετικά αναερόβιοι μικροοργανισμοί, οι οποίοι βρίσκονται στην φύση και πιο συγκεκριμένα σε σακχαρούχα διαλύματα, όπως σε χυμούς φυτών και δέντρων αλλά και στην επιφάνεια πολλών καρπών. Στην επιφάνεια ώριμων σταφυλιών ο πληθυσμός των ζυμομυκήτων φθάνει τα 10^4 - 10^6 cfu/g. Η ξηρασία ή η χρήση μυκητοκτόνων ουσιών

με σκοπό την καταπολέμηση παρασίτων στην άμπελο μπορούν να επηρεάσουν σημαντικά των προ-αναφερθέντα αριθμό (Νερατζής, Ταταρίδης, 2015).

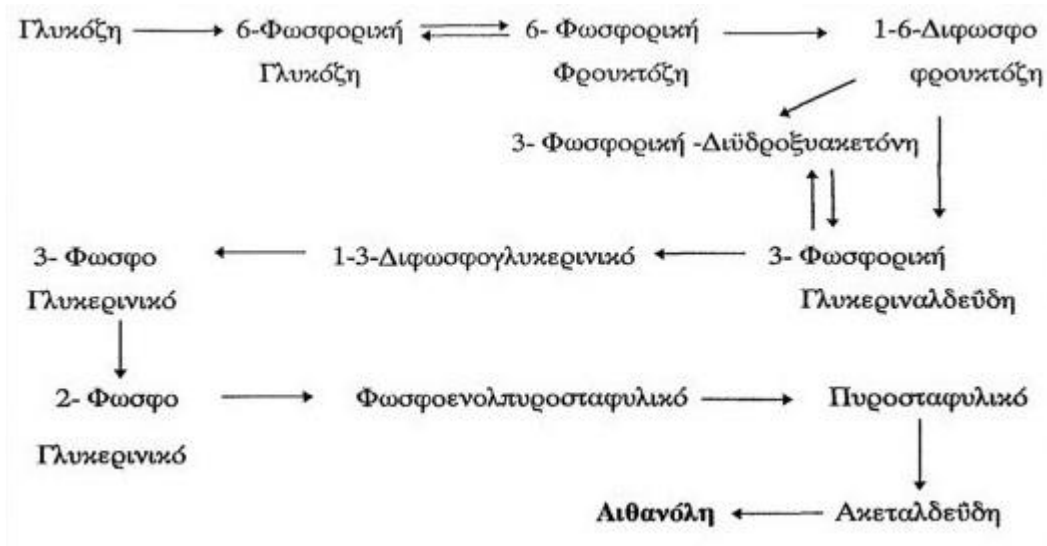
Οι ζυμομύκητες προέρχονται κυρίως από την χλωρίδα των σταφυλιών, την χλωρίδα από τις επιφάνειες του οινοποιείου (ιθαγενείς ζύμες) και τον εμβολιασμό με βιομηχανικές ζύμες (Beltran G., 2002). Στην επιφάνεια των σταφυλιών ο κυρίαρχος ζυμομύκητας είναι ο *Hanseniaspora unarum*, ο οποίος αποτελεί το 50-75% του συνολικού πληθυσμού των ζυμών. Σε μικρότερες ποσότητες εντοπίζονται και τα είδη *Candida*, *Pichia*, *Cryptococcus*, *Rhodotorula*, *Metschnikowia*, *Kluyveromyces* και *Hansenula*, ενώ το είδος *Saccharomyces cerevisiae*, εντοπίζεται με μεγάλη δυσκολία και σε πολύ μικρές ποσότητες στα σταφύλια ή στο έδαφος. Ωστόσο, ο *Saccharomyces cerevisiae* εντοπίζεται σε μεγάλες ποσότητες στις επιφάνειες του οινοποιείου και μέσω αυτών, καταφέρνει να περάσει στο γλεύκος (Rosini, 1984).

Οι ζυμώσεις χωρίζονται σε δύο βασικές κατηγορίες ανάλογα με την προέλευση των μικροοργανισμών που πραγματοποιούν την ζύμωση: τις αυθόρμητες ζυμώσεις και τις ελεγχόμενες ζυμώσεις. Αυθόρμητες ονομάζονται οι ζυμώσεις οι οποίες αφήνονται να πραγματοποιηθούν χωρίς εμβολιασμό, από τις ιθαγενείς ζύμες. Αντιθέτως, οι ελεγχόμενες ζυμώσεις προϋποθέτουν τον εμβολιασμό του γλεύκους με συγκεκριμένο στέλεχος ζυμομυκήτων. Ουσιαστικά το εμβόλιο αποτελεί μία ποσότητα βιομάζας ζυμομυκήτων με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά (Νερατζής, Ταταρίδης, 2016). Και οι δύο κατηγορίες ζυμώσεων παρουσιάζουν πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Οι αυθόρμητες ζυμώσεις βοηθούν τα αρώματα των ποικιλιών να αναδειχθούν και δίνουν πολυπλοκότητα στο κρασί καθώς οι γηγενείς μικροοργανισμοί των σταφυλιών έχει αποδειχθεί ότι είναι σε θέση να παράγουν ενώσεις οι οποίες επηρεάζουν άμεσα τον οργανοληπτικό χαρακτήρα του παραγόμενου οίνου. Έτσι, το προϊόν διαφοροποιείται από τα υπόλοιπα και δημιουργείται μία οργανοληπτική ιδιαιτερότητα, η οποία αυξάνει την ανταγωνιστικότητα του στην παγκόσμια αγορά (Belda et al., 2017). Τέλος, οι αυθόρμητες ζυμώσεις είναι ανέξοδες, όσον αφορά στους ζυμομύκητες, καθώς από τους φλοιούς των σταφυλιών οι ζύμες μεταφέρονται στο γλεύκος. Ωστόσο, παρουσιάζονται προβλήματα κατά την εκκίνηση της ζύμωσης και την αποζύμωση και επιπλέον, οι πιθανότητες επιμόλυνσης είναι περισσότερες, με αποτέλεσμα να παρουσιάζονται πολλές φορές ανεπιθύμητα χαρακτηριστικά, όπως, ανεπιθύμητες

οσμές και γεύσεις. Οι ελεγχόμενες ζυμώσεις από την άλλη, παρέχουν την βεβαιότητα ότι δεν θα υπάρξουν προβλήματα κατά την παραγωγή του προϊόντος, καθώς χαρακτηρίζονται από ταχεία εκκίνηση, καλή ζυμωτική ικανότητα και αποζύμωση, σταθερότητα στο αποτέλεσμα και τέλος, επιθυμητά χαρακτηριστικά και προβλέψιμα αρώματα. Αυτός ο τρόπος ζύμωσης, ωστόσο, τείνει να αλλοιώνει τον ποικιλιακό χαρακτήρα των οίνων και ομογενοποιεί, κατά μία έννοια, τα αρώματα και τις γεύσεις των οίνων από τις διάφορες γωνιές του πλανήτη, ενώ ταυτόχρονα επιβαρύνει τον οινοπαραγωγό με ένα επιπλέον έξοδο (Νερατζής, Ταταρίδης, 2015) .

2.4.2. Αλκοολική ζύμωση

Η αλκοολική ζύμωση αποτελεί μια σύνθετη αναερόβια βιοχημική διαδικασία στην οποία οι ζύμες αναλαμβάνουν τη μετατροπή των σακχάρων (υπόστρωμα) σε αιθανόλη, διοξείδιο του άνθρακα και άλλα μεταβολικά δευτερογενή προϊόντα που συμβάλλουν, σε μεγάλο βαθμό, στη χημική σύνθεση και τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των ζυμωμένων προϊόντων. Η παρασκευή αλκοολούχων ποτών όπως το κρασί και η μύρα αποτελούν παραδείγματα αλκοολικής ζύμωσης. Ο έλεγχος της ζύμωσης είναι μία βασική προϋπόθεση για την εξασφάλιση της ποιότητας του τελικού προϊόντος. Επομένως, η παρακολούθησή της ζύμωσης είναι πολύ σημαντική και απαιτητική. Ο έλεγχος θα πρέπει να είναι γρήγορος και χαμηλού κόστους και να γίνεται εγκαίρως, έτσι ώστε να υπάρχει η δυνατότητα αποφυγής σοβαρών λαθών, τα οποία μπορούν να αποβούν μοιραία για την ποιότητα των τελικών προϊόντων (Buratti S., Benedetti S., et. 2016).



Εικόνα 4 Μηχανισμός της αλκοολικής ζύμωσης (Μπακογιάννης Β., 1995)

2.4.3. Παράγοντες που επηρεάζουν την αλκοολική ζύμωση.

Λόγω της πολυπλοκότητας της αλκοολικής ζύμωσης, οι παράγοντες που την επηρεάζουν είναι πολυάριθμοι. Οι παράγοντες αυτοί επηρεάζουν τόσο την ανάπτυξη των ζυμών, όσο και τον μεταβολισμό τους και χωρίζονται σε τέσσερις κατηγορίες: τους παράγοντες θρέψης, τις ανασταλτικές ουσίες, τις τεχνολογικές πρακτικές και την αλληλεπίδραση μεταξύ των ζυμών και άλλων μικροοργανισμών.

2.4.3.1. Παράγοντες θρέψης

Έλλειψη αζώτου

Το άζωτο είναι πολύ σημαντικό για τις ζύμες, καθώς αποτελεί ένα από τα κύρια συστατικά των αμινοξέων, των πρωτεϊνών και των νουκλεϊκών οξέων των κυττάρων. Στο γλεύκος βρίσκεται υπό την μορφή αμμωνιακών ιόντων, αμινοξέων, πεπτιδίων και πρωτεϊνών. Το άζωτο αποτελεί το 6% του ξηρού βάρους των ζυμών. Για την ανάπτυξη των ζυμών χρειάζονται τουλάχιστον 150-200 mg αζώτου / L. Κατά την φάση της ανάπτυξης των ζυμών, γίνεται η αφομοίωση του αζώτου από τις ζύμες. Προς το τέλος της ζύμωσης παρατηρείται μια μικρή αύξηση του αζώτου καθώς κάποια αμινοξέα ελευθερώνονται από τα κύτταρα. Έλλειψη αζώτου μπορούν να προκαλέσουν οι περιβαλλοντικές συνθήκες, η διαύγαση με απομάκρυνση των στερεών υπολοίπων των σταφυλιών που περιέχουν αζωτούχων ουσιών, η χρήση μπετονίτη και η ανάπτυξη του *botrytis cinerea* στα σταφύλια. Συμφωνά με την ευρωπαϊκή νομοθεσία

επιτρέπεται η προσθήκη μέχρι 300 mg/L αμμωνιακών αλάτων, όπως φωσφορικό αμμώνιο (Αικατερίνη Καψοπούλου, Μικροβιολογία Οίνων σημειώσεις).

Έλλειψη οξυγόνου ή ακόρεστων λιπαρών οξέων και στερολών

Η αλκοολική ζύμωση είναι μία αναερόβια διαδικασία. Ωστόσο, ο αερισμός του γλεύκους στη φάση ανάπτυξης των ζυμών συνηθίζεται, μιας και αποβαίνει θετικός για τον πολλαπλασιασμό τους. Το οξυγόνο ευνοεί την ανάπτυξη των ζυμών και έχει ως αποτέλεσμα την επίτευξη μεγαλύτερων πληθυσμών ζυμομυκήτων και γρηγορότερη έναρξη της αλκοολικής ζύμωσης.

Οι ζύμες είναι προαιρετικά αναερόβιοι μικροοργανισμοί. Η άντληση ενέργειας από το υπόστρωμα γίνεται σε αναερόβιες συνθήκες με τη διαδικασία της αλκοολικής ζύμωσης και σε αερόβιες συνθήκες με τη διαδικασία της αναπνοής. Η αναστολή της ζύμωσης γίνεται με παροχή οξυγόνου καθώς επικρατεί η διαδικασία της αναπνοής. Το φαινόμενο αυτό είναι γνωστό ως φαινόμενο Pasteur και παρατηρείται σε χαμηλές συγκεντρώσεις σακχάρων. Αντιθέτως, σε υψηλές συγκεντρώσεις σακχάρων, αναστέλλεται από τη γλυκόζη η παραγωγή των αναπνευστικών ενζύμων, φαινόμενο γνωστό ως αναστολή καταβολίτου και η άντληση ενέργειας γίνεται κατά το 80% με ζύμωση ακόμη και με μεγάλη παροχή οξυγόνου. Η παρουσία οξυγόνου είναι απαραίτητη για τη βιοσύνθεση ενώσεων που αποτελούν δομικά συστατικά της κυτταρικής μεμβράνης και εξασφαλίζουν την ομαλή λειτουργία της, όπως των στερολών καθώς και ακόρεστων λιπαρών οξέων. Οι ουσίες αυτές αποτελούν παράγοντες επιβίωσης για τις ζύμες, εξασφαλίζοντας την ομαλή λειτουργία της κυτταρικής μεμβράνης και, επομένως, οδηγούν σε μεγαλύτερη ανοχή στην αιθανόλη, αφθού, διευκολύνουν την έξοδο της αιθανόλης και έτσι αυξάνουν τη βιωσιμότητα των κυττάρων.

Έλλειψη βιταμινών

Οι βιταμίνες είναι απαραίτητες για την ανάπτυξη των ζυμών, και για τον λόγο αυτό όταν υπάρχει πιθανότητα έλλειψης σε βιταμίνες, γίνεται προσθήκη βιταμινών στο γλεύκος.

2.4.3.2. Ανασταλτικές ουσίες

Σάκχαρα

Η συγκέντρωση σε αφομοιώσιμες εξόζες στο γλεύκος είναι 125-250 g/L και διαφέρει ανάλογα με την ποικιλία και τις περιβαλλοντικές συνθήκες που επικρατούν. Για τις

ζύμες, η αυξανόμενη συγκέντρωση των σακχάρων αποτελεί έναν αναστολέα για την ανάπτυξη τους. Πιο συγκεκριμένα, επιμηκύνεται η φάση αναμονής, μειώνεται ο ρυθμός ανάπτυξης αλλά και ο τελικός αριθμός κυττάρων που παράγεται κατά τον πολλαπλασιασμό τους. Αυτό συμβαίνει διότι, αυξάνεται η ωσμωτική πίεση μέσα στο κύτταρο όσο αυξάνεται η συγκέντρωση των σακχάρων και αυτό οδηγεί σε αφυδάτωση και σμίκρυνση των κυττάρων. Επιπλέον, μειώνεται η ικανότητα του κυττάρου να αποβάλλει την αιθανόλη από το εσωτερικό του, με αποτέλεσμα να συσσωρεύεται μεγάλη ποσότητα αιθανόλης η οποία είναι τοξική για το κύτταρο. Ως αποτέλεσμα, υπάρχει δυσκολία στην έναρξη της αλκοολικής ζύμωσης αλλά και επιβράδυνση της πορείας της.

Αιθανόλη

Η αιθανόλη, όσο αυξάνεται η παραγωγή της, κατά την διάρκεια της ζύμωσης αποβαίνει σταδιακά τοξική για τις ζύμες. Η αιθανόλη δρα σαν διαλύτης για τα λιπίδια της κυτταρικής μεμβράνης επιδρώντας στην ρευστότητα της και επιπλέον, μετουσιώνει τις ενζυμικές πρωτεΐνες που βρίσκονται μέσα στην μεμβράνη αναστέλλοντας την βιολογική τους δράση. Το αποτέλεσμα της επίδρασης αυτής είναι να παρεμποδίζεται η μεταφορά ουσιών από και προς τα κύτταρα και να μειώνεται σημαντικά η βιωσιμότητα του κυττάρου, φαινόμενο που επιτείνεται σε υψηλές θερμοκρασίες. Οι στερόλες και τα ακόρεστα λιπαρά οξέα, βοηθούν στην μεγαλύτερη ανοχή των ζυμών στην αιθανόλη, καθώς διευκολύνουν την έξοδό της από το κύτταρο. Αποθέματα των ενώσεων αυτών που δημιουργούνται στο κύτταρο παρουσία οξυγόνου στην αρχή της ζύμωσης αποτελούν παράγοντες επιβίωσης και αυξάνουν τη βιωσιμότητα των κυττάρων στα τελευταία στάδια της ζύμωσης. Η αντοχή στην αιθανόλη σχετίζεται άμεσα με τη συγκέντρωση στο εσωτερικό του κυττάρου. Όσο πιο εύκολα εξέρχεται η αιθανόλη από το κύτταρο τόσο πιο ανθεκτικό γίνεται.

Διοξείδιο του άνθρακα

Το διοξείδιο του άνθρακα που σχηματίζεται κατά την αλκοολική ζύμωση μπορεί να επηρεάσει το μεταβολισμό των ζυμών. Η μη απομάκρυνση του διοξειδίου σε ικανοποιητικό βαθμό, μπορεί να προκαλέσει επιβράδυνση στην πορεία της ζύμωσης.

Οξικό οξύ

Όταν τα σταφύλια είναι είτε τραυματισμένα, είτε προσβεβλημένα από τον μύκητα *Botrytis cinerea*, ο πληθυσμός των οξικών βακτηρίων αυξάνεται δραματικά. Τα οξικά βακτήρια από τα σταφύλια μεταφέρονται στο γλεύκος και μετατρέπουν την αιθυλική αλκοόλη που παράγεται από τις ζύμες σε οξικό οξύ. Αυτό το φαινόμενο σε συνδυασμό με υψηλές θερμοκρασίες, μπορούν να οδηγήσουν σε δυσκολία ανάπτυξης των ζυμών και συνεπώς πραγματοποίησης της αλκοολικής ζύμωσης. Αυτό πιθανόν συμβαίνει επειδή η μεγάλη συγκέντρωση οξικού οξέος προκαλεί παρεμπόδιση των ζωτικών λειτουργιών της κυτταρικής μεμβράνης. Αξίζει να σημειωθεί ότι διαφορετικά γένη ζυμών παρουσιάζουν διαφορετική αντοχή στο οξικό οξύ.

Λιπαρά οξέα

Τα λιπαρά οξέα παράγονται κατά την διάρκεια της ζύμωσης από τις ζύμες και όταν η συγκέντρωσή τους βρίσκεται πάνω από ένα όριο, μπορεί να γίνουν τοξικά για τις ζύμες καθώς προσκολλώνται στα κυτταρικά τοιχώματά τους, εμποδίζοντας, έτσι, την ανταλλαγή ουσιών με το περιβάλλον. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την μείωση της βιωσιμότητας των κυττάρων των ζυμών και, συνεπώς, πιθανή διακοπή της αλκοολικής ζύμωσης. Η απομάκρυνση των λιπαρών οξέων μπορεί να γίνει με προσρόφηση τους από κυτταρικούς φλοιούς ζυμών που προστίθενται στο γλεύκος είτε πριν την έναρξη της ζύμωσης είτε κατά την στατική φάση δηλαδή περίπου την Πέμπτη μέρα της ζύμωσης.

Τοξίνες ζυμών killer

Ζύμες killer ονομάζονται συγκεκριμένα στελέχη ζυμών τα οποία μπορούν να παράγουν εξωκυτταρικές τοξίνες πρωτεϊνικής φύσεως, οι οποίες καταστρέφουν άλλες ευαίσθητες ζύμες.

Θειώδες

Ο θειώδης ανυδρίτης SO₂ προσφέρει αντιοξειδωτική και αντιμικροβιακή δράση. Η αντιοξειδωτική δράση οφείλεται στην αδρανοποίηση των ενζύμων που οξειδώνουν τα φαινολικά του γλεύκους ενώ η αντιμικροβιακή δράση αναστέλλει την ανάπτυξη των γαλακτικών και οξικών βακτηρίων με σκοπό την αποφυγή αλλοίωσης του γλεύκους από τους συγκεκριμένους μικροοργανισμούς. Στις ζύμες οι επιδράσεις του θειώδους είναι οι εξής: Επιμηκύνει την φάση αναμονής και καθυστερεί την έναρξη της αλκοολικής ζύμωσης, μειώνει τον ρυθμό ανάπτυξης και αυξάνει τον χρόνο μέχρι

την περάτωση της ζύμωσης, επιταχύνει την φάση θανάτωσης και επιδρά επιλεκτικά στα διάφορα είδη ζυμομυκήτων που αναπτύσσονται και συνεισφέρουν στην ζύμωση. Η έκταση των δράσεων αυτών εξαρτάται από την ποσότητα του προστιθέμενου θειώδους, το βαθμό διάστασης του που οφείλεται στο pH, την σύσταση του γλεύκους και την αντοχή στο θειώδες των ζυμών που βρίσκονται στο γλεύκος

Μυκητοκτόνα

Οι μυκητοκτόνες ουσίες που χρησιμοποιούνται για την αντιμετώπιση των παρασίτων της αμπέλου είναι τοξικές για την ζυμοχλωρίδα των σταφυλιών. Συνεπώς, μειώνεται ο πληθυσμός των ενδογενών ζυμών και των ζυμών του γλεύκους. Ένας τρόπος να αποφευχθεί η μείωση των ζυμών στο γλεύκος είναι με την διαδικασία της διαύγασης. (Αικατερίνη Καψοπούλου, Μικροβιολογία Οίνων σημειώσεις)

2.4.3.3. Τεχνολογικές πρακτικές

Θερμοκρασία ζύμωσης

Η θερμοκρασία στην οποία λαμβάνει χώρα η αλκοολική ζύμωση επηρεάζει, πρώτον, τον ρυθμό ανάπτυξης των ζυμών και επομένως το πόσο θα διαρκέσει η ζύμωση, δεύτερον, τον βαθμό κατά τον οποίο διάφορα είδη ζυμών θα συνεισφέρουν στην ζύμωση και, τέλος, τις βιοχημικές αντιδράσεις που γίνονται, δηλαδή το μεταβολισμό των ζυμών που εν τέλει καθορίζουν την χημική σύσταση και τον οργανοληπτικό χαρακτήρα του τελικού προϊόντος. Ο ρυθμός ανάπτυξης των ζυμομυκήτων αυξάνει όσο αυξάνεται η θερμοκρασία, με την βέλτιστη θερμοκρασία ανάπτυξης να κυμαίνεται μεταξύ 20-25 °C. Οι χαμηλές θερμοκρασίες δυσκολεύουν και καθυστερούν την έναρξη της αλκοολικής ζύμωσης. Αντίθετα, η απώλεια σε αιθανόλη λόγω εξάτμισης και το φαινόμενο της οξειδωσης μειώνονται σε χαμηλότερες θερμοκρασίες.

Η θερμοκρασία οινοποίησης σχετίζεται άμεσα με την σύσταση και τον χαρακτήρα των διάφορων τύπων κρασιών. Για παράδειγμα οι λευκές οινοποιήσεις συνηθίζεται να πραγματοποιούνται στους 10-20°C, ενώ οι ερυθρές στους 20-30°C.

Γενικά, οι χαμηλές θερμοκρασίες ζύμωσης μπορούν να βοηθήσουν στην καλύτερη παραγωγή αρωματικών πτητικών ουσιών και στην μείωση της απώλειας τους, στην μικρότερη απώλεια αλκοόλης μέσω εξάτμισης και στην μειωμένη παρουσία οξειδώσεων. Η ζύμωση σε χαμηλή θερμοκρασία έχει κάνει απαραίτητη την επιλογή

και την χρήση στελεχών σακχαρομυκήτων που αναπτύσσονται και ζυμώνουν σε χαμηλές θερμοκρασίες. Τα διάφορα είδη ζυμομυκήτων δείχνουν διαφορετικούς ρυθμούς ανάπτυξης σε διαφορετικές θερμοκρασίες. Σημαντικό επίσης ρόλο στον έλεγχο της θερμοκρασίας παίζει το υλικό από το οποίο είναι κατασκευασμένες οι δεξαμενές όπου γίνεται η ζύμωση διότι καθορίζει σε μεγάλο βαθμό τις ανταλλαγές θερμότητας με το περιβάλλον.

Διαύγαση γλεύκους

Η διαύγαση του γλεύκους οδηγεί σε μείωση του πληθυσμού των ενδογενών ζυμών μετά την απομάκρυνση των στερεών υπολειμμάτων. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τις περισσότερες φορές μία καθυστέρηση στην έναρξη της αλκοολικής ζύμωσης μέχρι οι εναπομείνουσες ζύμες να πολλαπλασιαστούν σε ικανοποιητικό βαθμό. Πολλές φορές, μετά την διαύγαση του γλεύκους ακολουθεί εμβολιασμός με επιλεγμένο στέλεχος *Saccharomyces cerevisiae*, έτσι ώστε να μην καθυστερήσει η έναρξη της ζύμωσης. Επομένως, συμπεραίνουμε ότι η μέθοδος της διαύγασης μπορεί να επηρεάσει το τελικό αποτέλεσμα, σε μεγάλο βαθμό.

2.4.3.4. Αλληλεπίδραση μεταξύ των ζυμών και άλλων μικροοργανισμών

Στην χλωρίδα των σταφυλιών περιλαμβάνονται όλοι οι μικροοργανισμοί που συνυπάρχουν με τις ζύμες, όπως τα γαλακτικά και τα οξικά βακτήρια αλλά και οι νηματώδεις μύκητες όπως ο *Botrytis cinerea*. Τα οξικά βακτήρια μετατρέπουν την αιθυλική αλκοόλη σε οξικό οξύ, το οποίο είναι τοξικό για τις ζύμες, με αποτέλεσμα να επηρεάζουν αρνητικά την ανάπτυξη τους. Τα γαλακτικά βακτήρια, όταν υπάρχει καθυστέρηση της έναρξης της ζύμωσης, μπορούν να προκαλέσουν προβλήματα στην ανάπτυξη των ζυμών και στην πραγματοποίηση της αλκοολικής ζύμωσης. Τέλος, οι νηματώδεις μύκητες επηρεάζουν την σύσταση των σταφυλιών, η οποία επηρεάζει το τελικό προϊόν που θα παραχθεί (Αικατερίνη Καψοπούλου, Μικροβιολογία Οίνων σημειώσεις).

2.5. Αρωματικές ενώσεις στους οίνους

2.5.1. Ανώτερες αλκοόλες και αιθανόλη

Η αιθανόλη αποτελεί ένα από τα βασικότερα συστατικά του κρασιού και το σημαντικότερο προϊόν της αλκοολικής ζύμωσης. Η οσμή της είναι χαρακτηριστική και

δριμεία ενώ σε συγκεκριμένες συγκεντρώσεις στον οίνο μπορεί να επηρεάσει την αντίληψη της πικράδας του (Guth, H., & Seis, A., 2002).

Οι ανώτερες αλκοόλες αποτελούνται από δύο άτομα άνθρακα και πάνω και προέρχονται από τα σάκχαρα του σταφυλοπολλτού, είτε από τα α-κετονοξέα τα οποία αποκαρβοξυλιώνονται και ανάγονται προς αλκοόλες, είτε από τα αμινοξέα, τα οποία πρώτα αποαμινώνονται και έπειτα αποκαρβοξυλιώνονται και σχηματίζουν τις ανώτερες αλκοόλες. Μπορούν επίσης να σχηματισθούν από αμινοξέα μετά από απαμίνωση κι αποκαρβοξυλίωση (Ribereau-Gayon et al., 2006). Η ποσότητα των ανώτερων αλκοολών είναι υψηλής σημασίας για την ποιότητα του οίνου, καθώς σε συγκεντρώσεις άνω των 400mg/L, προσδίδουν στους οίνους βαριές και έντονες οσμές (Visan et al., 2018). Η ποσότητα ανώτερων αλκοολών που παράγεται εξαρτάται από τον ζυμομύκητα, την ποιότητα των σταφυλιών και τις συνθήκες οινοποίησης. Επίσης, στις λευκές ποικιλίες συνήθως εντοπίζεται χαμηλότερη συγκέντρωση ανώτερων αλκοολών σε σχέση με τις ερυθρές ποικιλίες (Lambrechts M.G., Pretorius I.S., 2019).

Κάποιες από τις σημαντικότερες ανώτερες αλκοόλες που απαντώνται σε οίνους είναι η 1- προπανόλη σε συγκεντρώσεις 10-70 mg/L, με οσμή αντίστοιχη της αιθανόλης, η 1-βουτανόλη σε συγκεντρώσεις 0.5-8 mg/L, η 2-μέθυλο-1-βουτανόλη σε συγκεντρώσεις 15-150 mg/L με αρκετά δριμεία οσμή, η φαινυλ-2-αιθανόλη σε συγκεντρώσεις 10-80 mg/L, με την χαρακτηριστική οσμή τριαντάφυλλου, η τυροσόλη, η οποία συναντάται στους οίνους σε συγκεντρώσεις 50-100 mg/L και έχει χαρακτηριστική οσμή μελιού, η 1- εξανόλη η οποία προέρχεται από το σταφύλι και προσδίδει χορτώδη οσμή, η ισοαμυλική αλκοόλη με άρωμα μπανάνας, η ισοβουτυρική αλκοόλη με αποπνικτική, ερεθιστική οσμή και η ισοπροπυλική αλκοόλη με οσμή αιθέρα και ακετόνης. Η φαινυλ-2-αιθανόλη ανιχνεύεται σε υψηλές συγκεντρώσεις στο Βιδιανό.

Πίνακας 1 Ανώτερες αλκοόλες

ΟΝΟΜΑ ΕΝΩΣΗΣ	ΚΑΤΩΦΛΙ ΑΝΤΙΛΗΨΗΣ (mg/L)	ΑΡΩΜΑ
1-πεντανόλη	306,0 ^a	Ζύμες, γλυκιά οσμή
1-εξανόλη	2,0 ^a	Χορτώδες άρωμα
2-φαινυλαιθανόλη	40,0 ^b	Τριαντάφυλλο

Βενζυλική αλκοόλη	5,5 ^b	Γιασεμί
3-μεθύλ-1-προπανόλη	41,0 ^c	Πατάτα
3-εξεν-1-όλη	1500,0 ^a	Πρασινάδα
Ισοβουτανόλη	100,0 ^d	Αλκοόλης, διαλύτης
Ισοαμυλική αλκοόλη	65,0 ^d	Μπανάνα, αλκοολούχο
Τρυπτοφόλη	10,0 ^c	Αμύγδαλο, διαλύτης
n-προπανόλη	600,0 ^d	Γλυκό, αλκοολούχο
Τυροσόλη	0,1 ^a	Μέλι

^a (Francis, I. L. & Newton, J. L., 2005), ^b (Reynolds, A., 2010), ^c (Moreira, N., et al, 2010), ^d (Michel, Meier-Dörnberg, et al., 2016)

Μεθανόλη

Η μεθανόλη είναι τοξική ένωση η οποία σχηματίζεται στον οίνο από την απομεθυλίωση των πηκτινών από τα πηκτινολυτικά ένζυμα. Παρατηρούνται αυξημένες συγκεντρώσεις σε οίνους που προήλθαν από ποικιλίες υβριδίων και σε οίνους που χρησιμοποιήθηκαν πηκτινολυτικά ένζυμα. Η αύξηση της συγκέντρωσης της ευνοείται σε θερμοκρασία οινοποίησης 30–35°C και pH 4-5. Ενδεικτικές τιμές μεθανόλης στους οίνους είναι στους λευκούς οίνους 30–70 mg/ L, στους ροζέ οίνους 30-110 mg/L και στους ερυθρούς οίνους 70-150 mg/L.

2.5.2. Εστέρες

Οι εστέρες αποτελούν ουσίες οι οποίες δεν υπάρχουν στα σταφύλια, αλλά δημιουργούνται είτε με ενζυμική εστεροποίηση κατά την διάρκεια της αλκοολικής ζύμωσης του γλεύκους είτε με χημική εστεροποίηση κατά την παλαίωση του κρασιού (Mina, M., & Tsaltas, D., 2017). Οι περισσότεροι εστέρες προσδίδουν μια ευχάριστη φρουτώδη οσμή στους οίνους και συνεισφέρουν στον σχηματισμό και την ενίσχυση του αρωματικού του προφίλ σε πολύ μεγαλύτερο βαθμό σε σχέση με τις ανώτερες αλκοόλες. Η σύνθεση και η ποσότητα των εστέρων εξαρτάται από την θερμοκρασία ζύμωσης, η οποία πρέπει να είναι χαμηλή, την απουσία στερεών αιωρημάτων κατά την αλκοολική ζύμωση, το στέλεχος των ζυμομυκήτων που θα επικρατήσει και από οποιαδήποτε μεταβολή που προκαλεί αργή εξέλιξη της ζύμωσης. Οι εστέρες βρίσκονται στους οίνους σε συγκεντρώσεις mg/L και η παρουσία τους βοηθά στην βελτίωση της ποιότητας του οίνου. Ωστόσο, σε πολύ υψηλές συγκεντρώσεις μπορούν

να έχουν αρνητική επίδραση στο αρωματικό προφίλ του οίνου, απογυμνώνοντας τον οίνο από τα ποικιλιακά του αρώματα. Εξάιρεση αποτελεί ο οξικός αιθυλεστέρας ο οποίος εμφανίζει ανεπιθύμητες οσμές σε συγκέντρωση μεγαλύτερη από 180mg/L (Carpena, M., et. al., 2021).

Πίνακας 2 Εστέρες

ΟΝΟΜΑ ΕΝΩΣΗΣ	ΚΑΤΩΦΛΙ ΑΝΤΙΛΗΨΗΣ (mg/L)	ΑΡΩΜΑ
Εξανοϊκό αιθυλεστέρας	0,1 ^a	Γλυκό, φρουτώδες, ανανάς
Οκτανοϊκός αιθυλεστέρας	0,5 ^a	Μπανάνα, Ανανάς, Ξινόμηλο
Δεκανοϊκός αιθυλεστέρας	1,5 ^b	Μήλο, Διαλύτης
Δωδεκανοϊκός αιθυλεστέρας	0,2 ^c	Γρασίδι, Πέταλα λουλουδιών
Εξαδεκανοϊκός μεθυλεστέρας	1,8 ^b	Κερί
Προπανοϊκός αιθυλεστέρας	1,8 ^c	Φρουτώδες
Βουτανοϊκός αιθυλεστέρας	0,4 ^a	Φρουτώδες, μήλο, φράουλα
Οξικός ισοαμυλεστέρας	1,6 ^b	Μπανάνα

^a (Reynolds, A., 2010), ^b (Michel, Meier-Dörnberg, et al., 2016), ^c (Sáenz-Navajas, María-Pilar, et. al., 2010)

Σε σύγκριση με άλλες λευκές, αλλά και ερυθρές ποικιλίες, στο Βιδιανό εμφανίζονται ο εξανοϊκός και ο οκτανοϊκός αιθυλεστέρας σε υψηλότερες συγκεντρώσεις αποδίδοντας φρουτώδη αρώματα (Karabagias et al., 2020).

2.5.3.Τερπένια

Οι τερπενικές ουσίες πρωτοεμφανίστηκαν σε μοσχάτες ποικιλίες ενώ μέχρι και σήμερα έχουν ανιχνευτεί περισσότερες από 70 ενώσεις σε πολλές και διαφορετικές ποικιλίες. Χαρακτηριστικό των ενώσεων αυτών είναι ο έντονος και ευχάριστος χαρακτήρας ανθικών αρωμάτων που διαθέτουν και η σημαντική οργανοληπτική τους επίδραση. Προέρχονται από το σταφύλι και σχηματίζονται στο στάδιο της ωρίμανσης. Κύριο σημείο εντοπισμού τους είναι η φλούδα των σταφυλιών, με μερικές εξαιρέσεις όπως το μοσχάτο Αλεξανδρείας, όπου συναντάμε τα τερπένια κυρίως στην σάρκα των σταφυλιών (Τσακίρης Α.,2014).

Ο αρωματικός χαρακτήρας αρκετών ποικιλιών οφείλεται σε τερπενικές ενώσεις όπως η τερπινεόλη, λιναλοόλη, γερανιόλη, νερόλη κ.α. με την συνολική συγκέντρωσή τους να φθάνει στα 1-3 mg/L. Οι ενώσεις αυτές εμφανίζουν μεταξύ τους φαινόμενα

αλληλεπίδρασης της μιας πάνω στο άρωμα της άλλης. Η αλκοολική ζύμωση και η παλαίωση του κρασιού προκαλούν καταστροφή των τερπενίων και συνεπώς σημαντική μείωση του αρωματικού χαρακτήρα των παραγόμενων κρασιών (López, R. et al, 2010).

Πίνακας 3 Τερπενικές ενώσεις

ΟΝΟΜΑ ΕΝΩΣΗΣ	ΚΑΤΩΦΛΙ ΑΝΤΙΛΗΨΗΣ (mg/L)	ΑΡΩΜΑ
α-Τερπινεόλη	250,0 ^b	Πεύκο, ξηλώδες
Λιναλοόλη	6,0 ^a	Περγαμόντο
Γερανιόλη	40,0 ^a	Γεράνι
Νερόλη	290,0 ^a	Πορτοκάλι, Λεμονόχορτο
β-κιτρονελλόλη	30,0 ^b	Εσπεριδοειδή

^a (Mahattanatawee, K., et. al., 2004), ^b (Selli S., et al, 2008)

2.5.4. Πυραζίνες

Οι πυραζίνες στο κρασί είναι υπεύθυνες για την ιδιαίτερη οσμή της πράσινης πιπεριάς σε κρασιά και προέρχονται από την ποικιλία Cabernet Sauvignon και Sauvignon blanc. Η περιεκτικότητά τους εξαρτάται από την ποικιλία του σταφυλιού αλλά κυριότερα από τις κλιματικές συνθήκες που ωριμάζει το σταφύλι και την άρδευση (Helwi P., et al, 2015). Έχουν πολύ μικρό κατώφλι αντίληψης ίσο με 2 ng/L. Οι βασικές πυραζίνες, οι οποίες έχουν εντοπιστεί στους οίνους είναι 3-μεθοξυπυραζίνες, ωστόσο, οι δύο σημαντικότερες είναι η 3-ισοπρόπυλο-2-μεθοξυπυραζίνη και η 3-ισοβουτύλο-2-μεθοξυπυραζίνη (Franc et al., 2009).

Πίνακας 4 Πυραζίνες

ΟΝΟΜΑ ΕΝΩΣΗΣ	ΚΑΤΩΦΛΙ ΑΝΤΙΛΗΨΗΣ (mg/L)	ΑΡΩΜΑ
3-ισοπρόπυλο-2-μεθοξυπυραζίνη (IPMP)	2,0 ^a	Πατάτα, πράσινη πιπεριά
3-ισοβουτύλο-2-μεθοξυπυραζίνη (IBMP)	10,0 ^a	Πράσινη πιπεριά, μπιζέλι

^a (Ferreira, V., 2009)

2.5.5. Πτητικές φαινολικές ενώσεις

Οι πτητικές φαινολικές ενώσεις είναι ενώσεις οι οποίες προσδίδονται στο κρασί

κατά την διάρκεια της ωρίμανσης του στο βαρέλι. Ο χρόνος παραμονής στο βαρέλι, η ηλικία και η προέλευση του ξύλου του βαρελιού και ο αλκοολικός τίτλος του κρασιού είναι παράγοντες που καθορίζουν την ποσότητα και την ποιότητα των φαινολικών ουσιών που θα μεταφερθούν στο κρασί. Οι σημαντικότερες πτητικές φαινολικές ενώσεις που εντοπίζονται στο κρασί είναι η γουαικόλη, η 4-μεθυλγουαικόλη, η 4-αιθυλογουαικόλη, η p-κρεσόλη, η βανιλίνη, η ευγενόλη η φαινόλη. Η ποσότητα των πτητικών φαινολικών ενώσεων που προσδίδεται στον οίνο από τα δρύινα βαρέλια είναι αρκετά μικρή (µg/L έως mg/L). Μία από τις πιο σημαντικές φαινολικές αλδεΐδες είναι η βανιλίνη, η οποία έχει άρωμα βανίλιας και καραμέλας και εμφανίζεται συχνά σε κρασιά που έχουν παλαιώσει σε δρύινα βαρέλια (Waterhouse et al., 2016).

Πίνακας 5 Πτητικές φαινόλες

ΟΝΟΜΑ ΕΝΩΣΗΣ	ΚΑΤΩΦΛΙ ΑΝΤΙΛΗΨΗΣ (mg/L)	ΑΡΩΜΑ
Γουαικόλη	23,0	Οσμή καπνού, γλυκιά μυρωδιά
4-μεθυλγουαικόλη	21,0 ^a	Στάχτη
4-αιθυλογουαικόλη	33,0 ^a	Πικάντικο
Φαινόλη	30,0 ^a	Χημικό, καπνός
Βανιλίνη	200,0 ^a	Βανίλια, καραμέλα
π-κρεσόλη	20,0 ^a	Οσμή δέρματος

^a(Waterhouse et al., 2016)

2.5.6. Πτητικά οξέα

Τα πτητικά οξέα είναι κορεσμένα μονοκαρβονικά οξέα (λιπαρά) τα οποία περιέχουν 2-12 άτομα άνθρακα. Αποτελούν μέρος του δευτερογενούς αρώματος των οίνων και ειδικά τα οξέα μικρή αλυσίδας (1-6 άτομα άνθρακα) είναι αρκετά πτητικά συμβάλλοντας, έτσι, στο άρωμα των οίνων. Εξάιρεση αποτελεί το οξικό οξύ το οποίο προσδίδει την χαρακτηριστική οσμή ξυδιού και συνδέεται άμεσα με ελαττώματα στον οίνο. Το βουτυρικό οξύ αποδίδει οσμή τυριού ενώ τα λιπαρά οξέα μεσαίας αλυσίδας με 6 έως 12 άτομα άνθρακα εμφανίζουν και αυτά οσμές ταγγής, κατσικίσιου τυριού, φυτικών ελαίων. Ωστόσο, τα συγκεκριμένα οξέα είναι πολύ σημαντικά για τον αρωματικό χαρακτήρα των τελικών προϊόντων καθώς δίνουν

εστέρες με ευχάριστες αρωματικές νότες, όπως φρουτώδη και ανθικά αρώματα. Τέλος, το Λινολενικό και το Λινελαϊκό οξύ είναι υπεύθυνα για την παραγωγή της εξανάλης και της εξανόλης αντίστοιχα, οι οποίες προσφέρουν βοτανικά αρώματα στους οίνους. Αν και δημιουργείται η εντύπωση πως όλα τα παραπάνω πτητικά οξέα αρνητικό αντίκτυπο στο αρωματικό προφίλ των οίνων, στην πραγματικά σε συνδυασμό με τους εστέρες τους βοηθούν στην ισορροπία των αρωμάτων και συνδράμουν στην πολυπλοκότητα των οίνων (Τσακίρης, 2017).

Πίνακας 6 Πτητικά οξέα

ΟΝΟΜΑ ΕΝΩΣΗΣ	ΚΑΤΩΦΛΙ ΑΝΤΙΛΗΨΗΣ (mg/L)	ΑΡΩΜΑ
Οξικό οξύ	1,0 ^b	Ξύδι
Εξανοϊκό οξύ	8,0 ^e	Τυρί
Οκτανοϊκό οξύ	5,0 ^e	Λίπος
Δεκανοϊκό οξύ	0,1 ^b	Τάγγος
Εξαδεκανοϊκό οξύ	10,0 ^d	Κερί
Δωδεκανοϊκό οξύ	10,0 ^a	Δάφνη
2-μεθύλ-προπανοϊκό οξύ	0,2 ^c	Μάνγκο, Παπάγια

^a (Francis, I. L. & Newton, J. L., 2005), ^b (Michel, Meier-Dörnberg, et al., 2016), ^c (Sáenz-Navajas, María-Pilar, et. al., 2010), ^d (Sue Clarke, 2008), ^e (Nie, C., et al., 2020)

2.5.7.Θειούχες ενώσεις

Η ύπαρξη θειούχων ενώσεων στο κρασί συνδέεται στενά με τον μεταβολισμό των ζυμομυκήτων. Οι θειούχες ενώσεις που βρίσκονται στους οίνους χωρίζονται στις θειόλες (μερκαπτάνες), στους θειόεστερες και τα σουλφίδια. Οι θειόλες και το υδρόθειο προσδίδουν δυσάρεστη οσμή που θυμίζει κλούβιο αβγό, έχοντας εξαιρετικά χαμηλό κατώφλι αντίληψης (Mestres et al., 2000). Σε οίνους χωρίς κάποιο ελάττωμα βρίσκονται χαμηλές συγκεντρώσεις υδρόθειου το οποίο θεωρείται απαραίτητο για τις ζύμες επειδή επιτρέπει την παραγωγή θειαμίνης, κυστεΐνης, μεθειονίνης, ενώσεις απαραίτητες για τον μεταβολισμό του αζώτου και την ανάπτυξη των ζυμών.

Στο κρασί υπάρχουν και θειούχες ενώσεις μικρού μοριακού βάρους οι οποίες απομακρύνονται με το CO₂ κατά την διάρκεια της ζύμωσης. Τέλος κατά την ωρίμανση του οίνου οι θειούχες ενώσεις μετασχηματίζονται και συμμετέχουν στα αρώματα παλαίωσης των οίνων (Τσακίρης, 2017).

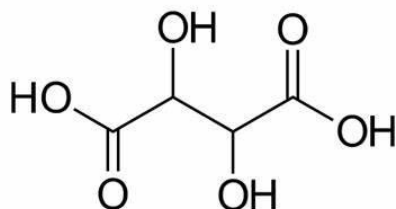
2.6. Οργανικά οξέα στους οίνους

Τα οργανικά οξέα είναι ασθενή οξέα με ανθρακική αλυσίδα και τουλάχιστον μία όξινη ανθρακική ομάδα ($-\text{COOH}$). Έχουν άμεση επίδραση στο άρωμα και την γεύση των οίνων καθώς σε αυτά οφείλεται ο όξινος χαρακτήρας του κρασιού. Ταυτόχρονα, καθορίζουν το pH του κρασιού, βοηθούν στην διατήρηση του χρώματος του κρασιού και προσφέρουν αντιμικροβιακή δράση (Andrew et al., 2016). Τα οξέα χωρίζονται σε δύο κατηγορίες βάσει της προέλευσης τους, τα οξέα που προέρχονται από το σταφύλι (90% μηλικό και τρυγικό οξύ) και τα οξέα που δημιουργούνται κατά την διαδικασία της οινοποίησης (Coelho E. M., et., 2018).

2.6.1. Οξέα προερχόμενα από το σταφύλι

Τρυγικό οξύ

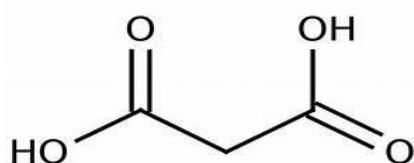
Το τρυγικό οξύ αποτελεί το σημαντικότερο οξύ για το κρασί καθώς είναι το πιο ισχυρό από τα υπόλοιπα οργανικά οξέα του οίνου και η ενεργός οξύτητα του κρασιού επηρεάζεται σημαντικά από αυτό. Το τρυγικό οξύ χρησιμοποιείται για την αύξηση της οξύτητας του μούστου των σταφυλιών (Coelho E. M., et., 2018). Είναι ένα οξύ, το οποίο συντίθεται μόνο στην άμπελο και η συγκέντρωση του στους οίνους είναι συνήθως 1-5gr/L. Υπάρχει είτε σε μορφή ελεύθερου οξέος είτε ως τρυγικά άλατα καλίου, μαγνησίου και ασβεστίου. Τα τρυγικά άλατα καλίου και ασβεστίου σε χαμηλές θερμοκρασίες και όσο η αλκοόλη αυξάνεται κατά την ζύμωση έχουν την τάση να καθιζάνουν δημιουργώντας ίζημα, (γνωστό και ως τρυγίες). Το τρυγικό οξύ μπορεί να προσβληθεί από γαλακτικά βακτήρια και να μηδενιστεί η συγκέντρωσή του. Η συγκεκριμένη αρρώστια είναι αρκετά σπάνια και ονομάζεται εκτροπίαση και παρουσιάζει συμπτώματα όπως αύξηση θολερότητας και απώλεια γεύσης και οσμής του οίνου (Σουλφέρος Η. Ε., 2015).



Εικόνα 5 Χημικός τύπος τρυγικού οξέος ^(a)

Μηλικό οξύ

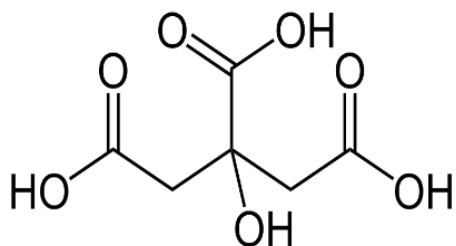
Το μηλικό οξύ σε αντίθεση με το τρυγικό συναντάται με μεγάλη συχνότητα στους ζωντανούς οργανισμούς με κύριο τα μήλα. Το μηλικό κρασί στους οίνους προέρχεται από το σταφύλι, βρίσκεται σε ποσότητα περίπου 0-4gr/L, και προσδίδει χορτώδη αρώματα, φρεσκάδα και στυφότητα στους οίνους. Είναι περισσότερο επιρρεπές σε μικροβιακές προσβολές συγκριτικά με το τρυγικό οξύ, και μπορεί να μετατραπεί από ορισμένα στελέχη ζυμών σε αλκοόλη. Στην περίπτωση της μηλογαλακτικής ζύμωσης, η οποία πραγματοποιείται πιο συχνά σε ερυθρούς οίνους, το μηλικό οξύ μετατρέπεται από γαλακτικά βακτήρια σε γαλακτικό οξύ, κάνοντας έτσι τους οίνους να φαίνονται πιο κρεμώδεις και λιπαροί με αρώματα βουτύρου και χαμηλότερη οξύτητα (Σουλφέρος Η. Ε.,2015).



Εικόνα 6 Χημικός τύπος μηλικού οξέος (α)

Κιτρικό οξύ

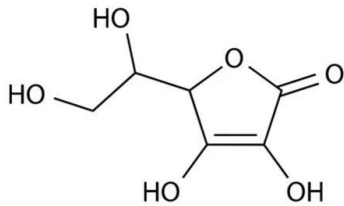
Το κιτρικό οξύ βρίσκεται στα σταφύλια, σε αρκετά μικρότερη ποσότητα σε σχέση με το τρυγικό και το μηλικό. Η συγκέντρωση του στους οίνους είναι 0-1gr/L, είναι το βασικό οξύ των εσπεριδοειδών και προσδίδει στο κρασί ξινή γεύση. Τα σταφύλια που έχουν προσβληθεί από τον *Botrytis cinerea* (ευγενής σήψη) παρουσιάζουν μεγαλύτερες ποσότητες κιτρικού οξέος. (Σουλφέρος Η. Ε.,2015)



Εικόνα 7 Χημικός τύπος κιτρικού οξέος (α)

Ασκορβικό οξύ

Στα σταφύλια περιέχεται μία πολύ μικρή ποσότητα ασκορβικού οξέος ή βιταμίνη C, περίπου 50-100mg/L, η οποία οξειδώνεται γρήγορα κατά το σπάσιμο των ραγών. Ωστόσο, το ασκορβικό οξύ μπορεί να προστεθεί με σκοπό την προστασία του οίνου από πιθανές οξειδώσεις (Wessel du Toit, 2006).

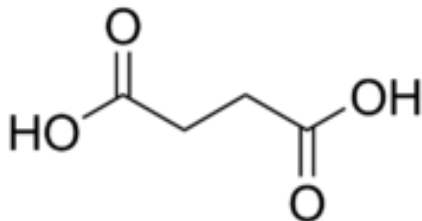


Εικόνα 8 Χημικός τύπος ασκορβικού οξέος ^(α)

2.6.2.Οξέα προερχόμενα από την αλκοολική ζύμωση

Ηλεκτρικό οξύ

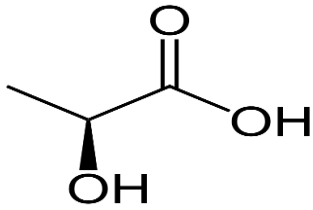
Το ηλεκτρικό οξύ δεν προϋπάρχει στα σταφύλια αλλά παράγεται από τις ζύμες κατά την αλκοολική ζύμωση. Η παρουσία του ηλεκτρικού οξέος συνεισφέρει στην πολυπλοκότητα του οίνου καθώς προσφέρει μια ξινή, αλμυρή και πικρή γεύση ταυτόχρονα. Η συγκέντρωσή του, στους οίνους είναι 0-2gr/L και στους ερυθρούς οίνους είναι μεγαλύτερη σε σχέση με τους λευκούς. Η παραχθείσα ποσότητα του εξαρτάται από διάφορους παράγοντες, όπως η θερμοκρασία ζύμωσης, το pH, τα επίπεδα αερισμού, η συγκέντρωση του θειώδους, των βιταμινών, του αζώτου, η περιεκτικότητα του μούστου σε σάκχαρα και τα στελέχη των ζυμών που θα πραγματοποιήσουν την ζύμωση (Σουλφέρους Η. Ε., 2015).



Εικόνα 9 Χημικός τύπος του ηλεκτρικού οξέος ^(α)

Γαλακτικό οξύ

Το γαλακτικό οξύ αποτελεί δευτερεύον προϊόν της αλκοολικής ζύμωσης και δεν παράγεται στα σταφύλια. Η συγκέντρωσή του στο κρασί είναι 200mg/L. Το γαλακτικό οξύ παράγεται είτε από τις ζύμες κατά την αλκοολική ζύμωση είτε από τα γαλακτικά βακτήρια κατά την μηλογαλακτική ζύμωση είτε από βακτήρια κατά την γαλακτική ζύμωση. Σε περίπτωση που η συγκέντρωσή του ξεπεράσει τα 3gr/L, είναι ένδειξη πώς τα σάκχαρα έχουν προσβληθεί από οξυγαλακτικά βακτήρια (Coelho E. M., et., 2018).

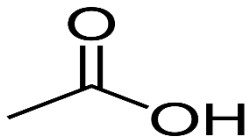


Εικόνα 10 Χημικός τύπος γαλακτικού οξέος ^(a)

Οξικό οξύ

Το οξικό οξύ αποτελεί ένα πτητικό οξύ, το οποίο σε συνδυασμό με κάποια ακόμα πτητικά οξέα αποτελούν την πτητική οξύτητα. Είναι ένα οξύ το οποίο παράγεται κατά την διάρκεια της ζύμωσης. Έχει κατώφλι αντίληψης 0,45gr/L. Αν η συγκέντρωση του ξεπεράσει τα 0,6gr/L, είναι ένδειξη οξικής ζύμωσης κατά την οποία οξικά βακτήρια οξειδώνουν την αιθυλική αλκοόλη σε οξικό οξύ. Σύμφωνα με την νομοθεσία οίνου συγκέντρωση πάνω από 1,2gr/L στον οίνο θεωρείται απαγορευτική, καθώς υποβαθμίζει τον οργανοληπτικό χαρακτήρα των οίνων και εκτός από ξινή γεύση προκαλεί στέγνωμα στην γλώσσα και κάψιμο στον ουρανίσκο.

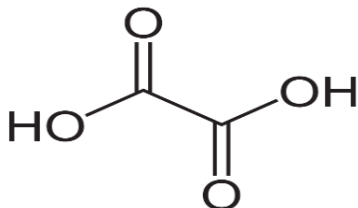
Αξίζει να σημειωθεί πως τα στελέχη των ζυμών επηρεάζουν επίσης την παραγωγή οξικού οξέος. Για παράδειγμα, στελέχη *Saccharomyces cerevisiae* παράγουν 0,2-0,5gr/L ενώ οι άγριες ζύμες περίπου 1gr/L (Σουλφέρος Η. Ε., 2015).



Εικόνα 11 Χημικός τύπος οξικού οξέος ^(a)

Οξαλικό οξύ

Το οξαλικό οξύ μπορεί να βρεθεί στα σταφύλια σε μικρή ποσότητα αλλά σχηματίζεται και από την οξείδωση του τρυγικού οξέος. Είναι ένα πολύ ισχυρό καρβονικό οξύ και εμφανίζεται στους οίνους σε σύμπλοκο άλατος με τον τρισθενή σίδηρο (Riemenschneider, W., & Tanifuji, M., 2000).



Εικόνα 12 Χημικός τύπος οξαλικού οξέος ^(a)

^(a) <https://el.wikipedia.org>

2.7. Οργανοληπτικός έλεγχος

Οργανοληπτική αξιολόγηση ονομάζεται η επιστημονική μέθοδος που χρησιμοποιείται για να προκαλέσει, μετρήσει, αναλύσει και να ερμηνεύσει τις αντιδράσεις σε προϊόντα όπως αυτές εκλαμβάνονται, με τις αισθήσεις της όρασης, όσφρησης, γεύσης, αφής και της ακοής (Stone and Sidel, 1993).

Η οργανοληπτική αξιολόγηση πρέπει να είναι αντικειμενική, απαλλαγμένη από την υποκειμενική κρίση και προσωπική προτίμηση του δοκιμαστή. Βασικό κριτήριο για μία σωστή δοκιμή είναι η χρήση ενός κοινού λεξιλογίου για όλους τους δοκιμαστές. Επομένως, είναι απαραίτητη η κατάλληλη εκπαίδευση των δοκιμαστών, έτσι ώστε να απαλλαχθούν από προκαταλήψεις, να χρησιμοποιούν την κοινή γλώσσα και να έρθουν σε επαφή με διαφορετικά ερεθίσματα, αρώματα και γεύσεις, ώστε να είναι σε θέση να τα αντιληφθούν και να τα αξιολογήσουν στο μέλλον. Έτσι, τα αποτελέσματα παρουσιάζουν τα αντικειμενικά χαρακτηριστικά του προϊόντος (OIV, April 2015).

Για να θεωρηθεί μια γευστική δοκιμή κρασιών επιτυχημένη είναι απαραίτητο να ακολουθηθούν κάποια βήματα ειδικής τεχνικής για την εξέταση της όψης, των αρωμάτων και των γευστικών χαρακτηριστικών ενός κρασιού. Η γευσιγνωσία είναι μια διαδικασία, η οποία περιλαμβάνει τις αισθήσεις της όρασης, της όσφρησης, της γεύσης και της αφής. Αυτές οι αισθήσεις βοηθούν στην αξιολόγηση ορισμένων χαρακτηριστικών, που είναι κοινά σε όλα τα κρασιά, όπως είναι η γλυκύτητα, η ξηρότητα, η οξύτητα, το σώμα, η στυπτικότητα, το τσίμπημα από το CO₂, αλλά και η αίσθηση καψίματος από την αλκοόλη. Κατά τη διάρκεια της γευστικής δοκιμής γίνεται αντιληπτός και τα αρωματικά και γευστικά χαρακτηριστικά του οίνου. Η τεχνική της γευστικής εκτίμησης του κρασιού θα ολοκληρωθεί όταν το κρασί έχει αξιολογηθεί αρχικά με την όραση και την όσφρηση, και τέλος με τη γεύση. Πολλοί ειδικοί ισχυρίζονται πως «μια καλή γουλιά κρασιού είναι αρκετή» (Lawless H.T., Heymann H., 2010, Ziegler H., 2007).

Τα στάδια μίας γευσιγνωσίας περιλαμβάνουν αρχικά την εξέταση του χρώματος και της διαύγειας, στην συνέχεια, του αρώματος, της γεύσης και του αρώματος που γίνεται αισθητό όταν το κρασί βρίσκεται στο στόμα, και, τέλος, της αίσθησης αρώματος και γεύσης που παραμένει όταν το κρασί δεν βρίσκεται πια στο στόμα. Η γευσιγνωσία δίνει την δυνατότητα ταξινόμησης και σύγκρισης των οίνων, αλλά και

της εκτίμησης της εμπορικής τους αξίας. Η αξία του οργανοληπτικού ελέγχου έγκειται στο ότι ενώσεις που υπάρχουν στο κρασί αλλά και οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ τους και δεν μπορούν να προσδιοριστούν με χημική ανάλυση, γίνονται αντιληπτές από τις ανθρώπινες αισθήσεις (Τσακίρης Α., 2010).

Η γευστική δοκιμή μπορεί να οδηγήσει και σε αρνητικούς χαρακτηρισμούς καθώς ένα δείγμα μπορεί να παρουσιάσει περίεργα οπτικά χαρακτηριστικά, δυσάρεστες οσμές και γεύσεις. Για παράδειγμα, οι μυρωδιές μούχλας προερχόμενη από τον φελλό, γκαζιού, κλούβιου αυγού, οξειδωσης φρούτων και ξινίσματος σαν ξίδι αποτελούν σοβαρά ελαττώματα του κρασιού. Βασικές πηγές αυτών των ελαττωμάτων είναι οι οξειδώσεις και οι αναγωγές, η κακή ποιότητα πρώτης ύλης, ο λανθασμένος τρόπος μεταφοράς και αποθήκευσης, καθώς και η μη ορθή οινοποίηση, εμφιάλωση, παλαίωση. Αντιθέτως, η παρουσία ιζήματος, κυρίως σε παλαιωμένα κρασιά, δεν αποτελεί ελάττωμα (Andrew J. Taylor, Robert S. T. Linforth, 2010).

Κεφάλαιο 3. Σκοπός πειράματος

Στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας εξετάστηκε η επίδραση της θερμοκρασίας σε αυθόρμητες ζυμώσεις της ποικιλίας Βιδιανό. Για τον σκοπό αυτό, σε συνεργασία με το οινοποιείο Στυλιανού, το οποίο βρίσκεται στο Ηράκλειο Κρήτης (στο χωριό Κουνάβοι), πραγματοποιήθηκαν αυθόρμητες, αλλά και εμβολιασμένες με εμπορικό στέλεχος *Saccharomyces cerevisiae* ζυμώσεις. Ο βασικός σκοπός της συγκεκριμένης μελέτης είναι ο προσδιορισμός των αρωματικών ενώσεων του Βιδιανού σε αυθόρμητη αλλά και σε ελεγχόμενη ζύμωση, καθώς και η εύρεση της βέλτιστης θερμοκρασίας ζύμωσης για την παραγωγή ποιοτικών οίνων. Ο λόγος για τον οποίον επιλέχθηκε η συγκεκριμένη ποικιλία είναι επειδή αποτελεί μία πολύ αρωματική, με ενδιαφέροντα χαρακτηριστικά ποικιλία, η οποία, όμως, λόγω του γεγονότος ότι δεν είναι αρκετά αναγνωρισμένη από το καταναλωτικό κοινό, δεν έχει αναλυθεί τόσο ώστε να υπάρχει μία ολοκληρωμένη εικόνα για τα σταφύλια της και τους οίνους που μπορούν να παραχθούν από αυτή. Έτσι, λοιπόν, μέσα από αυτή την εργασία γίνεται μία προσπάθεια διερεύνησης των δυνατοτήτων του Βιδιανού και της επίδρασης των ζυμών στον αρωματικό χαρακτήρα των παραχθέντων οίνων (γηγενείς ζύμες και εμβολιασμένο στέλεχος *Saccharomyces cerevisiae*).

Κεφάλαιο 4. Πειραματική διαδικασία

4.1. Τόπος προέλευσης της πρώτης ύλης

Τα σταφύλια που χρησιμοποιήθηκαν για την οινοποίηση αυτής της έρευνας προέρχονται από έναν κρητικό αμπελώνα, στο χωριό Κουνάβοι που βρίσκεται στην περιοχή των πεζών και σε υψόμετρο 350 μέτρων. Ο αμπελώνας έχει έκταση 2 στρεμμάτων και η ηλικία των πρεμνών είναι 12 έτη με μία μέση στρεμματική απόδοση 800kg/στρέμμα. Τα αμπέλια είναι φυτεμένα σε γραμμική διάταξη και η απόσταση φύτευσης είναι 2m*1m. Ο τρόπος κλαδέματος τους είναι αμφίπλευρο Cordon de Royat. Η μηχανική σύσταση του εδάφους είναι αργιλώδης με τις εξής συγκεντρώσεις: 45,3% Άργιλος, 34,5% Ιλύς, 20,2% Άμμος. Το έδαφος έχει 7.6 pH και θεωρείται ασβεστώδες καθώς έχει 51,3% CaCO₃ (Αναλύσεις 0-30 εκατοστών εδάφους από το Ινστιτούτο Αμπέλου Ηρακλείου Κρήτης). Τέλος, έχει λάβει Βιολογική Πιστοποίηση από την BIOHELLAS, γεγονός που πιστοποιεί ότι δεν χρησιμοποιούνται χημικά σκευάσματα και λιπάσματα παρά μόνο θειάφι και Βάκκλιος Θουριγγίας.

4.2. Διαδικασία οινοποίησης

Ο τρύγος το σταφυλιών έγινε στις 5 Σεπτέμβρη του 2022. Τα σταφύλια ήταν υγιή, απαλλαγμένα από Βοτρύτη, Ωίδιο, Περονόσπορο. Τα σάκχαρα ήταν 12.8°B. Τα σταφύλια είχαν pH= 2,9, ολική ογκομετρούμενη οξύτητα = 7,425 εκφρασμένη σε gr/L τρυγικού οξέος και πυκνότητα γλεύκος στους 20°C d₂₀ = 1,096.

Τα σταφύλια, αφού τρυγήθηκαν πέρασαν από τον αποβοστρυχωτή και τον σπαστήρα και, στην συνέχεια, οδηγήθηκαν κατευθείαν στο πιεστήριο για τον διαχωρισμό του γλεύκος από τα στέμφυλα. Για την παρούσα πτυχιακή εργασία χρησιμοποιήθηκε αποκλειστικά γλεύκος χωρίς να έχει ασκηθεί πίεση σταφύλια, επομένως το γλεύκος αποτελούνταν 100% από πρόρογο. Χρησιμοποιήθηκαν δύο δεξαμενές και γεμίστηκαν με γλεύκος 52L συνολικά (26L + 26L) και έγινε αρχική θείωση με 50mg/L θειώδες (Τσακίρης Α., 2008). Στη συνέχεια, οι δεξαμενές τοποθετήθηκαν σε ψυκτικό θάλαμο στους 9 °C για 24 ώρες, όπου πραγματοποιήθηκε η στατική απολάσπωση. Από τα 52L συνολικά, μη απολασπώμενου γλεύκος τελικά έμειναν 47,2L καθαρού γλεύκος και 4.8L χοντρής λάσπης (ποσοστό λάσπών στο γλεύκος = 9,2%). Το καθαρό γλεύκος οδηγήθηκε σε 4 δεξαμενές των 15L για τις οποίες ισχύουν τα εξής: δεξαμενή

1 = 12,2L γλεύκους, δεξαμενή 2 = 12L γλεύκους, δεξαμενή 3 = 11L γλεύκους και δεξαμενή 4 = 12L γλεύκους. Την ίδια μέρα και μετά την απολάσπωση έγινε μια διόρθωση θειώδους στα 50 mg/L στην κάθε δεξαμενή ξεχωριστά (Τσακίρης Α.,2008). Οι δεξαμενές τοποθετήθηκαν σε ψυκτικούς θαλάμους και σε σταθερές θερμοκρασίες προκειμένου να διεξαχθεί η αλκοολική ζύμωση. Πιο συγκεκριμένα, οι δεξαμενές 1 και 4 οδηγήθηκαν σε ψυκτικό θάλαμο στους 18 °C ενώ οι δεξαμενές 2 και 3 οδηγήθηκαν σε ψυκτικό θάλαμο στους 14 °C. Την επόμενη μέρα, στις δεξαμενές 2 και 4 πραγματοποιήθηκε εμβολιασμός ζυμών με επιλεγμένο εμπορικό στέλεχος *Saccharomyces cerevisiae*, ενώ οι δεξαμενές 1 και 3 αφέθηκαν να πραγματοποιήσουν την αλκοολική ζύμωση με τις γηγενείς ζύμες των σταφυλιών (αυθόρμητη ζύμωση). Ανά τακτά, χρονικά διαστήματα (περίπου κάθε δεύτερη μέρα), γινόταν μέτρηση της πυκνότητας στα γλεύκη, με σκοπό τον έλεγχο της περάτωσης των ζυμώσεων, καθώς, η πυκνότητα καθ' όλη την διάρκεια της αλκοολικής ζύμωσης μειώνεται εξαιτίας της παραγωγής της αιθυλικής αλκοόλης. Αφού ολοκληρώθηκαν οι αλκοολικές ζυμώσεις, οι οίνοι παρέμειναν σε επαφή με τις οινολάσπες τους για 10 ημέρες. Έπειτα, έγινε απολάσπωση στους οίνους, θείωση στα 90 mg/l και εμφιαλώθηκαν σε γυάλινα μπουκάλια χωρίς φιλτράρισμα (Τσακίρης Α.,2008). Αξίζει να σημειωθεί ότι εκτός από το θειώδες δεν προστέθηκε καμία άλλη ουσία στα σταφύλια, στο γλεύκος ή στα τελικά προϊόντα.

Πίνακας 7 Συνθήκες των πειραματικών ζυμώσεων

	Δεξαμενή 1	Δεξαμενή 2	Δεξαμενή 3	Δεξαμενή 4
	Sp18	Sc14	Sp14	Sc18
Θερμοκρασία ζύμωσης	18 °C	14 °C	14 °C	18 °C
Είδος ζύμωσης	Αυθόρμητη	Εμβολιασμένη	Αυθόρμητη	Εμβολιασμένη

4.3. Εργαστηριακές αναλύσεις

Οι αναλύσεις που πραγματοποιήθηκαν στα γλεύκη και στους οίνους έχουν σα-σκοπό τον έλεγχο των ζυμώσεων, τον έλεγχο της ποιότητας των οίνων, την αναζήτηση διαφορών μεταξύ των τελικών προϊόντων και τη διεξαγωγή ενός συμπεράσματος σχετικά με το πώς επηρέασαν, εν τέλει, τα κρασιά οι δύο διαφορετικές συνθήκες, η θερμοκρασία και οι ζύμες. Οι αναλύσεις αυτές ήταν οι εξής:

1. Μέτρηση των σακχάρων με την μέθοδο δινιτροσαλικυλικού οξέος (DNS)
2. Μέτρηση πυκνότητας
3. Μέτρηση ογκομετρούμενης οξύτητας
4. Μέτρηση του pH
5. Μέτρηση διαθέσιμου αμμωνιακού αζώτου (FAN)
6. Μέτρηση αιθανόλης με απόσταξη
7. Μέτρηση οργανικών οξέων με υγρό χρωματογράφο, High Performance Liquid Chromatography (HPLC)
8. Ανάλυση αρωματικών σε αέριο χρωματογράφο, Gas Chromatography – Mass Spectrometry (GC-MS)
9. Οργανοληπτικός έλεγχος

4.3.1. Μέτρηση σακχάρων με την μέθοδο του δινιτροσαλικυλικού οξέος (DNS)

Η μέτρηση των αναγωγικών σακχάρων πραγματοποιείται με την φωτομετρική μέθοδο DNS. Τα ανάγοντα σάκχαρα στο κρασί είναι κυρίως η γλυκόζη και η φρουκτόζη. Τα ανάγοντα σάκχαρα διαθέτουν ένα ελεύθερο ημιακεταλικό υδροξύλιο τα οποία μπορούν να σχηματίσουν σύμπλοκο με το δινιτροσαλικυλικό οξύ. Η αντίδραση αυτή είναι δυνατό να πραγματοποιηθεί σε θερμοκρασία μεγαλύτερη των 70°C. Το σύμπλοκο που σχηματίζεται παρουσιάζει μέγιστη απορρόφηση στα 540nm. Τα δύο σάκχαρα που χρησιμοποιούνται στην εν λόγω εργασία (γλυκόζη και φρουκτόζη) είναι αναγωγικά, και κατά συνέπεια μπορούν να μετρηθούν με την μέθοδο DNS (Jain et al., 2020).

Παρασκευή αντιδραστηρίου

Παρασκευάζεται διάλυμα δινιτροσαλικυλικού οξέος (3,5 dinitrosalicylic acid) συνολικής ποσότητας 1 L. Αρχικά, ζυγίζονται 16 g NaOH και διαλύονται σε 200 mL απιονισμένου νερού σε ένα ποτήρι ζέσεως, με σκοπό την δημιουργία διαλύματος NaOH 8% w/v. Στο ίδιο ποτήρι ζέσεως και υπό συνεχή ανάδευση προστίθενται 500 mL απιονισμένου νερού. Στην συνέχεια, πάλι υπό ανάδευση, προστίθενται 10 g άνυδρου DNS. Με παροχή ελαφριάς θέρμανσης και ήπιας ανάδευσης προστίθενται 402.7 g τρυγικού νατρίου με πολύ αργό ρυθμό. Τελικά, το ομοιογενές διάλυμα τοποθετείται σε ειδικό δοχείο καφέ χρώματος ώστε να προστατεύεται από το φως.

Μεθοδολογία

Παρασκευάζουμε μία γκάμα πρότυπων διαλυμάτων αναγόντων σακχάρων με συγκεντρώσεις: 0 g/L, 0,5 g/L, 1 g/L, 1,5 g/L και 2 g/L, στην περίπτωση μας από διαδοχικές αραιώσεις του διαλύματος των 2 g/L γλυκόζης και φρουκτόζης για να μετρήσουμε τα σάκχαρα των δειγμάτων.

Σε δοκιμαστικούς σωλήνες (δύο για κάθε δείγμα) προστίθενται 1 mL δινιτροσαλικυλικού οξέος και 1 mL δείγματος, επεξεργασμένο για την απομάκρυνση πρωτεϊνών και κατάλληλα αραιωμένο για να έχει συγκέντρωση σακχάρων κάτω από 2 g/L. Ταυτόχρονα, παρασκευάζεται και το τυφλό διάλυμα, που περιέχει 1 mL διαλύματος DNS και 1 mL απιονισμένο νερό. Τα δείγματα αναδεύονται καλά και στην συνέχεια τοποθετούνται σε νερό που βράζει για 5 min, ώστε να ξεκινήσει η αντίδραση. Στη συνέχεια, σε κάθε δοκιμαστικό σωλήνα προστίθενται 10 mL απιονισμένο νερό. Ρυθμίζεται το φωτόμετρο στα 540 nm και μετά τον μηδενισμό του με το τυφλό διάλυμα πραγματοποιείται η μέτρηση των δειγμάτων. Ο υπολογισμός της περιεκτικότητας σε αναγωγικά σάκχαρα γίνεται με βάση τις καμπύλες αναφοράς (διάγραμμα της οπτικής πυκνότητας προς τη συγκέντρωση σακχάρων) που δημιουργήθηκαν μέσω των τιμών που πάρθηκαν από τα πρότυπα διαλύματα. Οι καμπύλες αναφοράς παρασκευάστηκαν χωριστά για γλυκόζη και φρουκτόζη και έγιναν επίσης μετρήσεις πρότυπων διαλυμάτων που περιείχαν φρουκτόζη και γλυκόζη μαζί σε διάφορες αναλογίες με σκοπό την διεξαγωγή ακριβέστερων αποτελεσμάτων.

Η μέτρηση των σακχάρων πραγματοποιήθηκε καθ' όλη την διάρκεια των ζυμώσεων ανά τακτά χρονικά διαστήματα. Γενικά, θεωρούμε ότι η αλκοολική ζύμωση για έναν οίνο έχει τελειώσει όταν μένουν λιγότερο από 2 gr/L αναγόντων σακχάρων. Η κατανάλωση των σακχάρων εξαρτάται από το στέλεχος της ζύμης και τις συνθήκες ζύμωσης, επομένως, σαν μέτρηση, αποτελεί ένα πολύ σημαντικό εργαλείο για την συγκεκριμένη εργασία.

4.3.2. Προσδιορισμός πυκνότητας

Ο προσδιορισμός της πυκνότητας πραγματοποιήθηκε με την βοήθεια αραιομέτρου, καταγράφοντας την ένδειξη στο κάτω μέρος του μηνίσκου σε θερμοκρασία 20 °C.



Εικόνα 13 Αραιόμετρο

<https://el.wikipedia.org>

4.3.3. Προσδιορισμός ογκομετρούμενης οξύτητας

Μεθοδολογία

Μεταφέρονται 10 mL δείγματος με σιφώνιο μιας ροής, σε κωνική φιάλη των 250 mL. Στην συνέχεια, ακολουθεί θέρμανση μέχρι βρασμού με σκοπό την απομάκρυνση του CO₂ και των πτητικών συστατικών. Το διάλυμα ψύχεται και στη συνέχεια προστίθενται σταγόνες δείκτη φαινολοφθαλείνης και το διάλυμα τιτλοδοτείται με διάλυμα NaOH 0.1 N.

Χρωματική μεταβολή του δείκτη στο ισοδύναμο σημείο : φούξια

Έστω α mL η κατανάλωση.

Η ογκομετρούμενη οξύτητα υπολογίζεται:

$$\text{Ογκομετρούμενη Οξύτητα} = \alpha \times 0,75$$

Η ογκομετρούμενη οξύτητα είναι εκφρασμένη σε gr τρυγικού οξέος/L

4.3.4. Μέτρηση pH

Για την μέτρηση του pH ενός δείγματος απαιτείται η βαθμονόμηση του πεχαμέτρου.

Χρησιμοποιώντας κατάλληλα ρυθμιστικά διαλύματα (buffers) με pH = 7 και pH = 4

Στην συνέχεια, σε ένα ποτήρι ζέσεως μεταφέρεται τυχαία ποσότητα γλεύκους ή οίνου. Εμβαπτίζεται το ηλεκτρόδιο και ρυθμίζεται παράλληλα η θερμοκρασία (ίδια

με αυτή του δείγματος). Μετά από 1 min και αφού σταθεροποιηθεί η τιμή, λαμβάνεται η μέτρηση.

4.3.5. Μέτρηση διαθέσιμου αμμωνιακού αζώτου (FAN)

Η μέτρηση του αμμωνιακού αζώτου πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με την επίσημη μέθοδο νινυδρίνης όπως περιγράφεται από το ASBC Methods of Analysis. Για την μέτρηση διαθέσιμου αμμωνιακού αζώτου πρέπει πρώτα να παρασκευαστούν τέσσερα αντιδραστήρια.

Παρασκευή αντιδραστηρίων

- Αντιδραστήριο νινυδρίνης: Σε κωνική φιάλη των 100 mL προστίθενται 10 g $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$, 6.0 g KH_2PO_4 , 0.5 g νινυδρίνης και 0.3 g φρουκτόζης. Στην συνέχεια η κωνική φιάλη πληρώνεται με απιονισμένο νερό μέχρι την χαραγή.
- Διάλυμα αραιώσης: Ζυγίζονται 2g KIO_3 και διαλύονται σε 600 mL απιονισμένου νερού και στη συνέχεια προστίθενται 400 mL αιθανόλης (96%). Αποθήκευση στους 5 ο C.
- Πρότυπο πυκνό διάλυμα γλυκίνης (stock solution): Ζυγίζονται 107.2 mg γλυκίνης και διαλύονται σε 100 mL απιονισμένου νερού. Αποθήκευση στους 0 ο C.
- Πρότυπο αραιό διάλυμα γλυκίνης: 1 mL από το διάλυμα stock solution διαλύεται σε 100 mL απιονισμένου νερού. Το πρότυπο αυτό διάλυμα περιέχει 2 mg αμμωνιακού αζώτου/L.

Μεθοδολογία

Αρχικά για κάθε ένα από τα δείγματα πραγματοποιείται κατάλληλη αραιώση με απιονισμένο νερό. Σε δοκιμαστικούς σωλήνες μεταφέρονται 2 mL αραιωμένου δείγματος, 2 mL πρότυπου διαλύματος γλυκίνης και 2 mL απιονισμένου νερού. Για κάθε ένα από τα παραπάνω η μέθοδος πραγματοποιείται εις τριπλούν. Στη συνέχεια, σε κάθε έναν από τους δοκιμαστικούς σωλήνες προστίθεται 1 mL από το

αντιδραστήριο νινυδρίνης που έχει ήδη παρασκευασθεί. Οι δοκιμαστικοί σωλήνες σφραγίζονται καλά, ώστε να αποφευχθεί η εξάτμιση και θερμαίνονται σε νερό που βράζει για 16 min. Μετά από ακριβώς 16 min, τα δείγματα απομακρύνονται από το θερμό μέσο και αφήνονται να κρυώσουν για 20 min σε υδατόλουτρο θερμοκρασίας 20°C. Στη συνέχεια σε κάθε έναν από τους δοκιμαστικούς σωλήνες προστίθενται 5 mL από το διάλυμα αραιώσης. Ρυθμίζεται το φωτόμετρο στα 570 nm και μετά τον μηδενισμό του με απιονισμένο νερό διάλυμα πραγματοποιείται η μέτρηση των δειγμάτων.

Υπολογισμοί

Αρχικά, υπολογίζεται ο μέσος όρος απορρόφησης των τριών επαναλήψεων κάθε δείγματος. Στην συνέχεια, ο μέσος όρος των ενδείξεων του φωτόμετρου για το τυφλό διάλυμα αφαιρείται τόσο από τους μέσους όρους των δειγμάτων γλεύκους όσο και από το πρότυπο διάλυμα γλυκίνης. Τελικά, υπολογίζεται το ελεύθερο αμμωνιακό άζωτο σύμφωνα σε mg/L με την παρακάτω σχέση:

FAN = 2 * Βαθμός αραιώσης * (απορρόφηση δείγματος / απορρόφηση του προτύπου γλυκίνης)

4.3.6. Προσδιορισμός αιθανόλης με απόσταξη

Η μέθοδος αυτή είναι αρκετά ακριβής, ωστόσο, απαιτεί μεγάλη ποσότητα δείγματος. Μεθοδολογία: Αρχικά, ποσότητα δείγματος μεγαλύτερη από 100 mL τοποθετείται μέσα σε φιάλη και ανακινείται δυναμικά, με σκοπό την απομάκρυνση του διοξειδίου του άνθρακα. Στην συνέχεια, 100 mL δείγματος απαλλαγμένου από CO₂ τοποθετούνται σε απιοειδή φιάλη στην οποία επίσης προστίθεται αντιαφριστικό διάλυμα. Τα δείγματα αποστάζονται έως ότου το απόσταγμα να γεμίσει μια ογκομετρική φιάλη των 100ml περίπου μέχρι τα 2/3. Η ογκομετρική φιάλη πληρώνεται μέχρι την χαραγή με απιονισμένο νερό. Τελικά, το δείγμα μετράται με αλκοολόμετρο στους 20 °C, ή γίνεται διόρθωση αν μετρηθεί σε άλλη θερμοκρασία.

4.3.7. Ανάλυση οργανικών οξέων με υγρή χρωματογραφία

Για να πραγματοποιηθεί η ανάλυση των δειγμάτων στον υγρό χρωματογράφων, τα δείγματα έπρεπε να φιλτραριστούν σε φίλτρα 0,45 μm, ενώ η ένεση που εφαρμόστηκε σε κάθε δείγμα είναι 20 μL. Ο διαλύτης που προτιμήθηκε, στην συγκεκριμένη ανάλυση, ήταν το H₂SO₄ 0,05M του οποίου η σταθερή σύσταση βοήθησε στην γρήγορη ανάλυση ενός μεγάλου αριθμού δειγμάτων. Επιπλέον, ο διαχωρισμός εφαρμόστηκε με ισοκρατική έκλουση, η οποία έχει αρκετά χαμηλότερο κόστος σε σχέση με την βαθμιαία έκλουση. Για την ταυτοποίηση των οργανικών οξέων δημιουργήθηκαν πρότυπα διαλύματα οργανικών οξέων που παρασκευάστηκαν από οργανικά οξέα εμπορίου σε μορφή στερεού. Για την ποσοτικοποίηση των συγκεντρώσεων των οργανικών οξέων χρησιμοποιήθηκαν πρότυπες καμπύλες αναφοράς. Στον άξονα x'x του χρωματογραφήματος αναφέρονται οι συγκεντρώσεις του κάθε οξέος ενώ στον άξονα y'y το peak area. Συγκεκριμένα, το εμβαδό της καμπύλης κάθε οργανικού οξέος προσδιορίζει την ποσότητα που υπάρχει μέσα στο δείγμα. Η μέτρηση για τον προσδιορισμό του εμβαδού του κάθε οργανικού οξέος έγινε στα 210 nm.

4.3.8. Ανάλυση αρωματικών σε αέριο χρωματογράφο

Για την ανάλυση των αρωματικών με αέρια χρωματογραφία πρέπει να προηγηθεί μια διαδικασία εκχύλισης. Στην εν λόγω εργασία επιλέχθηκε η εκχύλιση με στήλη Vigreux. Κατά τη μέθοδο αυτή οι ουσίες που θέλουμε να προσδιορίσουμε μέσω της χρωματογραφίας εκχυλίζονται σε ένα μίγμα οργανικών διαλυτών. Η φάση του διαλύτη συλλέγεται ενώ η υδατική φάση απορρίπτεται. Στην συνέχεια, πραγματοποιείται συμπύκνωση του μίγματος σε στήλη Vigreux, κατά την οποία οι πιο πτητικοί διαλύτες απομακρύνονται και τελικά συλλέγεται ένα μίγμα το οποίο είναι πλούσιο σε ουσίες που σχετίζονται με το αρωματικό προφίλ των κρασιών. Το τελικό αυτό μίγμα αναλύθηκε σε GC-MS.

Μεθοδολογία

Σε ένα ποτήρι ζέσεως τοποθετούνται 50 mL δείγματος, 25 mL πεντάνιο και 25 mL αιθέρα. Το διάλυμα αφήνεται για 10 min υπό ήπια ανάδευση με την χρήση

μαγνητικού αναδευτήρα και στη συνέχεια τοποθετείται στη φυγόκεντρο για 10 min στις 3500 rpm. Μετά το πέρας των 10 min, με την χρήση σιφωνίου διαχωρίζεται η οργανική από την υδατική φάση. Το διάλυμα των οργανικών διαλυτών που περιέχουν τις αρωματικές ενώσεις συλλέγεται. Στην υδατική φάση προστίθεται εκ νέου μίγμα διαλυτών και πραγματοποιείται ξανά η παραπάνω διαδικασία. Σε διαχωριστική χοάνη τοποθετούνται οι οργανικές φάσεις που έχουν συλλεχθεί παραπάνω και προστίθενται περίπου 10 mL απιονισμένο νερό. Απορρίπτεται η υδατική φάση και η οργανική τοποθετείται σε ποτήρι ζέσεως. Για την απορρόφηση της εναπομένουσας υγρασίας προστίθεται μικρή ποσότητα θειικού νατρίου στο δείγμα. Έπειτα από ήπια ανάδευση το δείγμα φιλτράρεται, τοποθετείται σε προζυγισμένη απιοειδή φιάλη και προστίθενται σε αυτό 10 mL 3-οκτανόλη, ως εσωτερικό πρότυπο. Η απιοειδής φιάλη συνδέεται με μία στήλη Vigreux και αφήνεται σε υδατόλουτρο θερμοκρασίας 35-40o C για περίπου 45 min. Μετά το τέλος της απόσταξης, το δείγμα τοποθετείται με μία πιπέτα σε ειδικό σκεύος το οποίο θα εισαχθεί στον χρωματογράφο.

Το κάθε δείγμα κρασιού ακολουθεί την διαδικασία της εκχύλισης δύο φορές.

4.4. Οργανοληπτικός έλεγχος

Ο οργανοληπτικός έλεγχος σε αυτή την έρευνα πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια του εργαστηρίου του μαθήματος «οργανοληπτική αξιολόγηση οίνων και ποτών». Οι βασικές κατηγορίες οργανοληπτικών δοκιμών είναι οι:

- Διαφοράς/ διάκρισης
- Περιγραφικές
- Δυναμικές (Σχέσης έντασης-χρόνου)
- Προτίμησης/αποδοχής

Οι τρεις πρώτες αποτελούν αναλυτικές μεθόδους.

Στα τρία (3) από τα τέσσερα (4) κρασιά πραγματοποιήθηκαν ποσοτική περιγραφική ανάλυση και τριγωνική δοκιμή. Στο τέταρτο δεν πραγματοποιήθηκε καμία οργανοληπτική αξιολόγηση καθώς η ζύμωση του προϊόντος δεν είχε ολοκληρωθεί.

Η ποσοτική περιγραφική ανάλυση αποτελεί την πιο γνωστή και διαδεδομένη περιγραφική μέθοδο ανάλυσης. Η ανάλυση αυτή επιτρέπει τον ποιοτικό και ποσοτικό προσδιορισμό των χαρακτηριστικών στα προϊόντα και περιλαμβάνει όλους τους αισθητηριακούς τρόπους καθώς και την αλληλεπίδραση τους. Ο ελάχιστος αριθμός

δοκιμαστών είναι 10-12. Οι δοκιμαστές χρειάζεται να είναι εκτενώς εκπαιδευμένοι καθώς το λεξιλόγιο που χρησιμοποιείται είναι συγκεκριμένο. Η αξιολόγηση γίνεται ατομικά και η στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων είναι εύκολη και γρήγορη. Η τριγωνική δοκιμή αποτελεί την πιο ευρέως χρησιμοποιημένη οργανοληπτική μέθοδο διάκρισης/διαφοράς, στην οποία παρουσιάζονται τρία (3) δείγματα ταυτόχρονα, εκ των οποίων τα 2 είναι ίδια. Τα δείγματα παρουσιάζονται με έξι διαφορετικούς τρόπους: AAB, ABA, BAA, BBA, BAB, ABB, και ο δοκιμαστής καλείται να βρει το διαφορετικό δείγμα. Η πιθανότητα ο δοκιμαστής να βρει το σωστό δείγμα κατά τύχη είναι 33%. Οι δοκιμαστές δεν χρειάζεται απαραίτητως να είναι εκπαιδευμένοι. Ο αριθμός των δοκιμαστών αποτελεί την στατιστική δύναμη της συγκεκριμένης μεθόδου (Τσακίρης Α., 2010).

Κεφάλαιο 5. Αποτελέσματα και Σχολιασμός

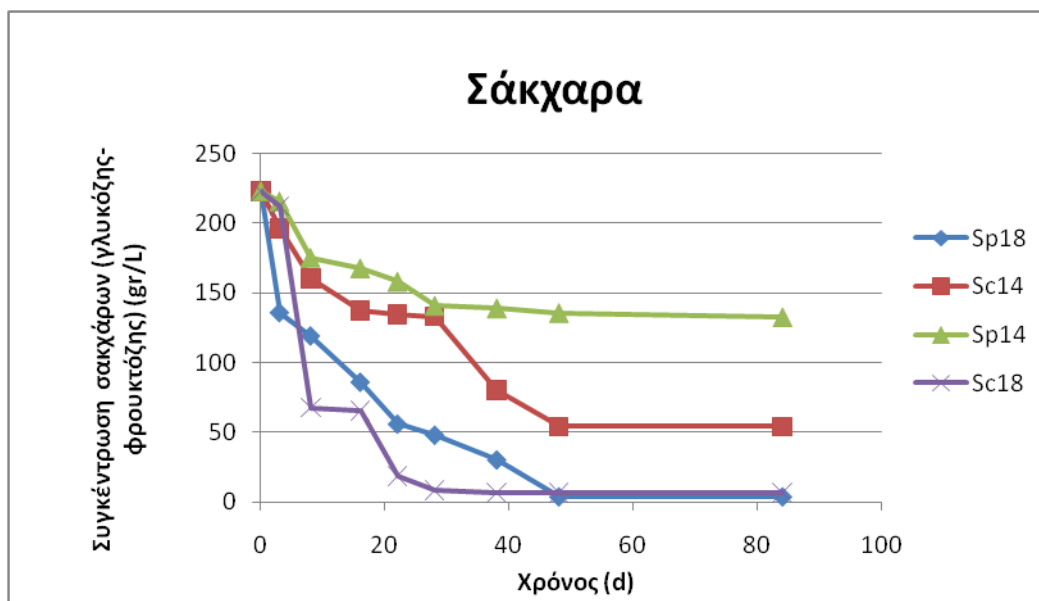
5.1. Αναλυτική παρουσίαση αποτελεσμάτων

Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζονται και σχολιάζονται τα αποτελέσματα των επί μέρους πειραματικών αναλύσεων που πραγματοποιήθηκαν στους οίνους.

5.1.1. Μέτρηση των σακχάρων με την μέθοδο δινιτροσαλικυλικού οξέος (DNS)

Αρχικά, μελετήθηκε η κινητική των ζυμώσεων του γλεύκους σε δύο διαφορετικές θερμοκρασίες (14°C και 18°C), και με διαφορετικά στελέχη ζυμών (αυθόρμητη ζύμωση και ζύμωση με εμβολιασμό). Στο διάγραμμα 1, παρουσιάζεται η κατανάλωση των σακχάρων κατά την διάρκεια των τεσσάρων ζυμώσεων, στις οποίες παρατηρήθηκαν ορισμένες διαφοροποιήσεις. Η αρχική συγκέντρωση των σακχάρων ήταν ίση με 222,74gr/L και για τα τέσσερα εξεταζόμενα δείγματα. Παρατηρείται ότι, στους 18°C, ο ρυθμός κατανάλωσης των σακχάρων ήταν μεγαλύτερος σε σχέση με αυτόν στους 14°C. Γενικά, σε υψηλότερες θερμοκρασίες ζύμωσης, ο ρυθμός κατανάλωσης των σακχάρων είναι μεγαλύτερος (Varela, C., & Torija, M. J. 2024). Ακόμα, παρατηρείται ότι στους 14°C, οι ζυμομύκητες δεν κατάφεραν να καταναλώσουν όλα τα σάκχαρα. Πιο συγκεκριμένα, στο Sc14 απόμειναν 54,17gr/L σακχάρων, ενώ στο Sp14 132,85gr/L. Συμπεραίνεται πως, και οι δύο κατηγορίες ζυμομυκήτων που χρησιμοποιήθηκαν, αντιμετώπισαν πρόβλημα στην ζύμωση στους 14°C, ωστόσο οι άγριες ζύμες δυσκολεύτηκαν παραπάνω με αποτέλεσμα να αφήσουν μεγαλύτερο ποσοστό σακχάρων αζύμωτο σε σχέση με το επιλεγμένο στέλεχος *Saccharomyces cerevisiae*. Από την άλλη πλευρά, στην Sp18 τα αζύμωτα σάκχαρα ήταν 4,15gr/L ενώ στην Sc18 ήταν 6,82gr/L, επομένως οι άγριες ζύμες φαίνεται να λειτουργούν καλύτερα στους 18°C σε σχέση με τον *Saccharomyces cerevisiae*. Ωστόσο, στην (Sc18), η ζύμωση ολοκληρώθηκε πιο γρήγορα σε σχέση με την (Sp18), στην οποία πραγματοποιήθηκε αυθόρμητη ζύμωση. Έχει παρατηρηθεί πως, ο ρυθμός κατανάλωσης των σακχάρων επηρεάζεται άμεσα από την κατηγορία ζυμών που χρησιμοποιείται για την ζύμωση, καθώς οι ζυμώσεις που πραγματοποιούνται με

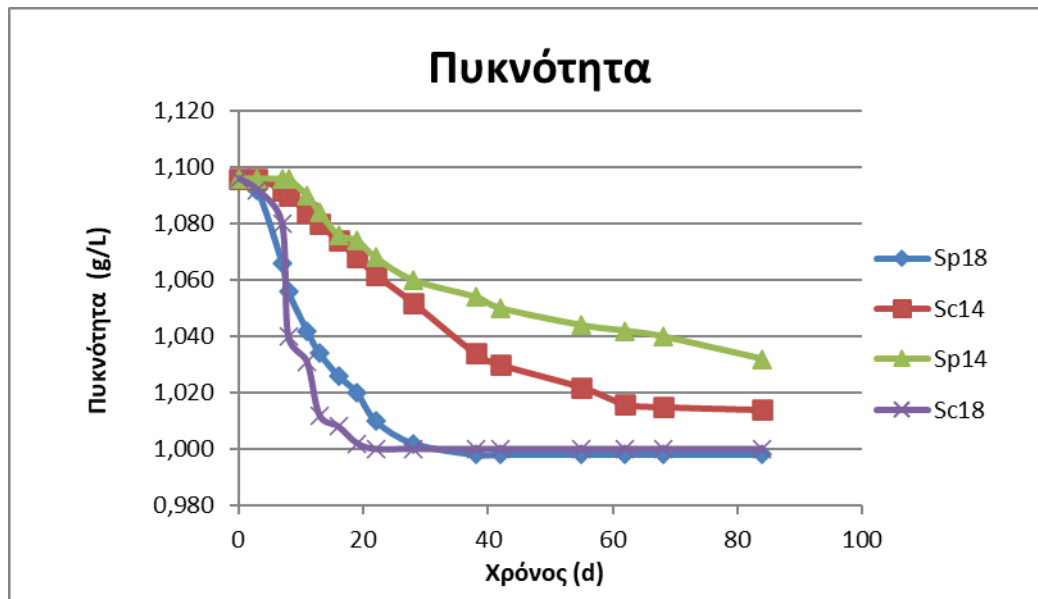
εμβολιασμό παρουσιάζουν μεγαλύτερο ρυθμό κατανάλωσης σε σχέση με τις αυθόρμητες ζυμώσεις (Álvarez-Barragán et al., 2023).



Διάγραμμα 1 Καμπύλη αναφοράς της κατανάλωσης των σακχάρων

5.1.2. Προσδιορισμός πυκνότητας

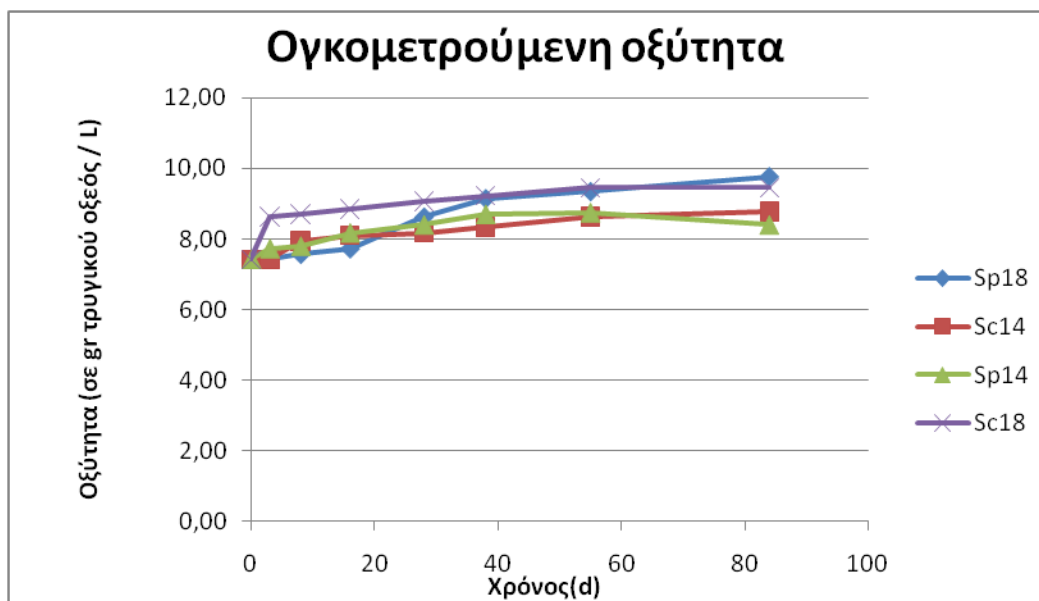
Στο διάγραμμα 2, απεικονίζεται η εξέλιξη της πυκνότητας σε συνάρτηση με τον χρόνο ζύμωσης. Συγκρίνοντας τα Sp18 και Sc14, παρατηρείται πώς καθώς τα σάκχαρα μειώνονται, μειώνεται και η πυκνότητα. Αυτό δικαιολογείται, καθώς όσο τα σάκχαρα καταναλώνονται, παράγεται αιθανόλη, η οποία έχει πυκνότητα 0,789 g/L, οπότε η πυκνότητα των δειγμάτων μειώνεται έως ότου σταματήσουν οι ζυμώσεις, όπου και σταθεροποιείται. Ένας ξηρός οίνος έχει πυκνότητα περίπου 0,992 g/L (Popescu, C., Luchian, C. E., 2022). Φαίνεται και σε αυτό το διάγραμμα, πως στα Sp18 και Sc18 μετατράπηκαν σχεδόν όλα τα σάκχαρα σε αιθυλική αλκοόλη, ενώ στα Sc14 και Sp14 υπήρξαν υπολειπόμενα σάκχαρα.



Διάγραμμα 2 Καμπύλη αναφοράς της πυκνότητας

5.1.3. Μέτρηση ογκομετρούμενης οξύτητας

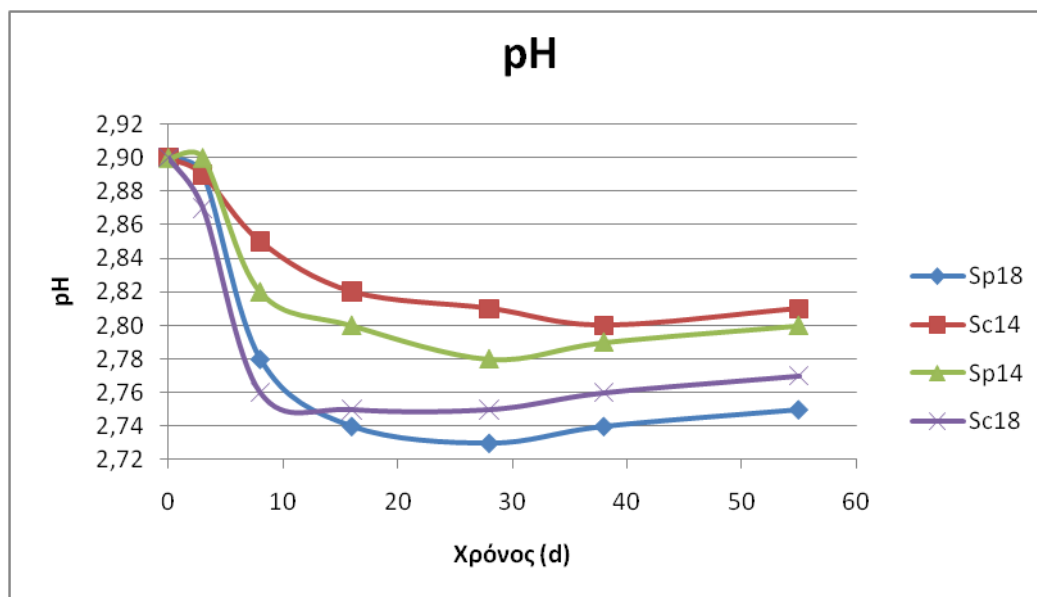
Στο Διάγραμμα 3 απεικονίζεται η γραφική παράσταση της ογκομετρούμενης οξύτητας εκφρασμένης σε g/L τρυγικού οξέος. Η αρχική οξύτητα στο απολασπώμενο γλεύκος του Βιδιανού ήταν περίπου 7,43 g/L. Στο διάγραμμα, παρατηρείται ότι η οξύτητα σε όλα τα δείγματα αυξάνεται. Το γεγονός αυτό είναι αναμενόμενο, καθώς κατά την αλκοολική ζύμωση παράγονται οξέα, όπως για παράδειγμα το ηλεκτρικό και το ισοηλεκτρικό οξύ. Ακόμα παρατηρείται ότι στα κρασιά που ζυμώθηκαν στους 18°C, η οξύτητα είναι λίγο υψηλότερη από ότι σε αυτά που ζυμώθηκαν στους 14°C, γεγονός που μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι σε υψηλότερη θερμοκρασία παράγονται περισσότερα οξέα. Επιπλέον, παρατηρείται ότι στο Sp18 παράχθηκαν περισσότερα οξέα από ότι στο Sc18. Η υψηλή παραγωγή οξέων είναι υψίστης σημασίας για την Ελλάδα, καθώς η παραγωγή τους είναι χαμηλή λόγω των κλιματολογικών συνθηκών που επικρατούν στην χώρα (Hall, A., Jones, G.V., 2009). Αντιθέτως, στους 14 °C παρατηρείται ότι με το εμβολιασμένο στέλεχος *Saccharomyces cerevisiae* παράχθηκαν μεγαλύτερες ποσότητες οξέων σε σχέση με τις άγριες ζύμες. Και στους δύο τύπους ζυμώσεων, ωστόσο, η οξύτητα είναι υψηλότερη στους 18°C.



Διάγραμμα 3_Καμπύλη αναφοράς της ογκομετρούμενης οξύτητας

5.1.4. Μέτρηση pH

Στο διάγραμμα 4, παρουσιάζεται η εξέλιξη του pH. Το αρχικό pH του απολασπωμένου γλεύκους ήταν 2,90. Εφόσον χρησιμοποιήθηκε μόνο πρόρογος μούστος (χωρίς πίεση) δεν μεταφέρθηκε K^+ στο μούστο από τα σταφύλια, με αποτέλεσμα το pH να παραμείνει χαμηλό. Ωστόσο, παρατηρείται ότι και στις τέσσερις ζυμώσεις, το pH μειώνεται κατά την διάρκεια της αλκοολικής ζύμωσης, γεγονός το οποίο είναι αναμενόμενο, καθώς κατά την διάρκεια της ζύμωσης παράγονται οξέα, τα οποία οδηγούν σε μείωση του pH. Ακόμα παρατηρείται ότι, στους 18 °C το pH είναι χαμηλότερο συγκριτικά με τους 14 °C γεγονός που οδηγεί στο συμπέρασμα ότι η παραγωγή οξέων ήταν μεγαλύτερη στους 18°C. Ακόμα παρατηρείται ότι και στις δύο θερμοκρασίες, στις αυθόρμητες ζυμώσεις το pH είναι χαμηλότερο σε σχέση με το pH στις ζυμώσεις με εμβολιασμένο στέλεχος, πράγμα το οποίο οδηγεί στο συμπέρασμα πως κατά την διάρκεια των αυθόρμητων ζυμώσεων, οι ποσότητες οξέων που παράγονται είναι μεγαλύτερες σε σχέση με τις ελεγχόμενες ζυμώσεις. Τέλος, στο τελικό προϊόν παρατηρείται μια μικρή αύξηση του pH, συγκριτικά με το εν ζυμώσει γλεύκος, γεγονός το οποίο επίσης δικαιολογείται, καθώς μια ποσότητα τρυγικού οξέος τείνει να αντιδράει με τα K^+ και Ca^{2+} και να μετατρέπεται σε άλατα τα οποία καθιζάνουν στον πυθμένα ως ίζημα. Σε γενικές γραμμές, οι τιμές του pH στα τελικά προϊόντα είναι αρκετά χαμηλές, το οποίο αποτελεί θετικό χαρακτηριστικό καθώς βοηθάει στην σταθερότητα των οίνων (Smith, J. 2023).

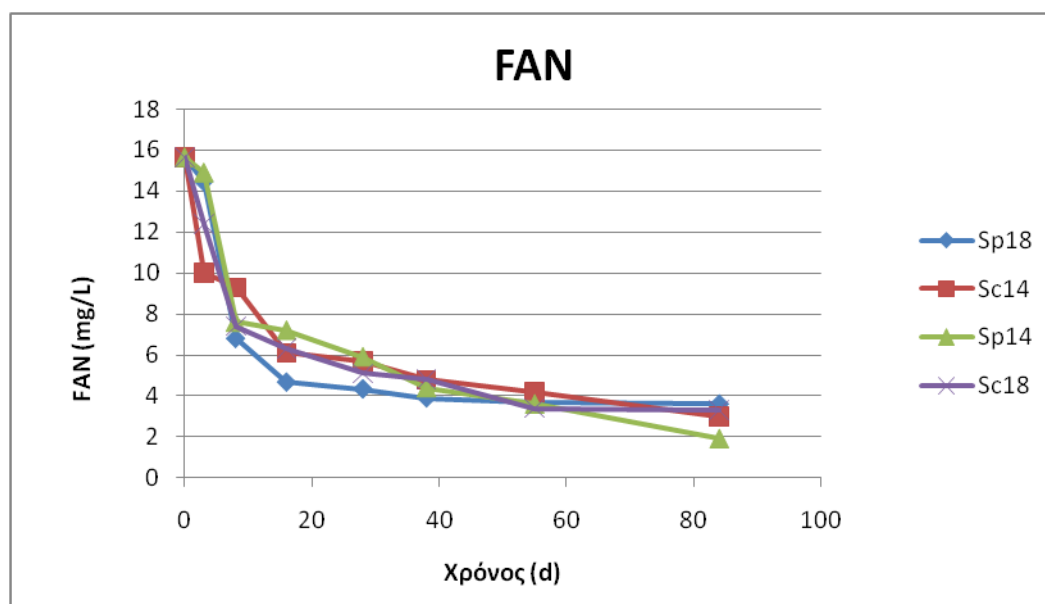


Διάγραμμα 4 Καμπύλη αναφοράς του pH

5.1.5. Μέτρηση διαθέσιμου αμμωνιακού αζώτου (FAN)

Το διάγραμμα 5 παρουσιάζει την κατανάλωση του διαθέσιμου αμμωνιακού αζώτου από τους ζυμομύκητες κατά την διάρκεια των ζυμώσεων. Η ανάπτυξη των ζυμομυκήτων απαιτεί την παρουσία αζώτου, και κυρίως με την μορφή αμινοξέων. Έτσι σε περίπτωση που το ελεύθερο αμινοάζωτο στο γλεύκος είναι κάτω από 100mg/L, η ανάπτυξη των ζυμών γίνεται πιο δύσκολη και είναι απαραίτητη η προσθήκη ελεύθερου αζώτου στο γλεύκος. Επιπλέον, προς το τέλος της αλκοολικής ζύμωσης, σταματάει ο πολλαπλασιασμός των ζυμών και για αυτό η κατανάλωση του αζώτου επιβραδύνεται. Αξίζει να σημειωθεί πως το FAN επηρεάζει ένα μεγάλο εύρος άλλων παραγόντων ζύμωσης, όπως η κυτταρική ανάπτυξη, η βιομάζα, η βιωσιμότητα και το pH (Russell, 2006). Στο διάγραμμα 5, παρατηρείται ότι όσον αφορά στην κατανάλωση του αζώτου, και στις τέσσερις ζυμώσεις, οι ζυμομύκητες κατανάλωσαν σχεδόν την ίδια ποσότητα αζώτου. Παρατηρούνται μικρές διαφορές στον ρυθμό κατανάλωσης του αζώτου και πιο συγκεκριμένα στις ζυμώσεις Sp18, Sp14 και Sc18 ο

ρυθμός κατανάλωσης του αζώτου ήταν μεγαλύτερος σε σχέση με την Sc14.



Διάγραμμα 5 Καμπύλη αναφοράς διαθέσιμου αμμωνιακού αζώτου

5.1.6. Προσδιορισμός αιθανόλης με απόσταξη

Στον πίνακα 3, παρουσιάζονται οι αλκοολικοί τίτλοι των τελικών προϊόντων. Οι τιμές των τελικών προϊόντων που ζυμώθηκαν είναι κοντά στις τιμές που αναμένονταν, γνωρίζοντας από την βιβλιογραφία πως 17g/L σακχάρων μετατρέπονται σε 1% αλκοόλης (Jordão, A., et. al., 2015). Στα λευκά, ξηρά κρασιά που παράγονται από την ποικιλία Βιδιανό συνήθως οι τιμές του ποσοστού της αιθυλικής αλκοόλης κυμαίνεται από 12 έως 14%vol (Stavrakaki M., Stavrakakis M., 2017).

Πίνακας 8 Αλκοολικός τίτλος των τελικών προϊόντων

	Αλκοολικός τίτλος
Δεξαμενή 1 (Sp18)	12.8%
Δεξαμενή 2 (Sc14)	10.0%
Δεξαμενή 3 (Sp14)	5.3%
Δεξαμενή 4 (Sc18)	12,7%

5.1.7. Ανάλυση οργανικών οξέων με υγρή χρωματογραφία

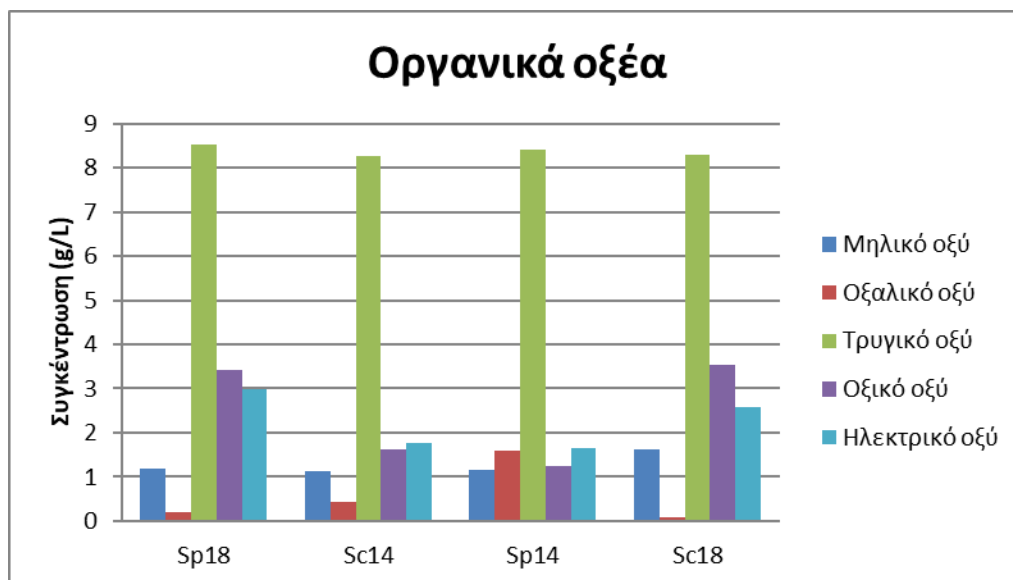
Στο διάγραμμα 6, παρατηρείται ότι το τρυγικό οξύ και στα τέσσερα δείγματα βρίσκεται περίπου στην ίδια συγκέντρωση, γεγονός το οποίο είναι λογικό εφόσον το

τρυγικό οξύ δεν παράγεται κατά την αλκοολική ζύμωση, αλλά προέρχεται από τα σταφύλια και εφόσον, τα τέσσερα δείγματα παράχθηκαν από το ίδιο δείγμα σταφυλιών, το αποτέλεσμα αυτό ήταν λογικό και αναμενόμενο. Το ίδιο ισχύει και για το μηλικό οξύ.

Το οξικό οξύ, σε όλα τα δείγματα έχει υψηλότερη συγκέντρωση από την νομικά επιτρεπόμενη (<1,2 gr/L οξικού οξέος), ωστόσο στα δείγματα Sp18 και Sc18 η συγκέντρωση του φαίνεται να είναι σχεδόν διπλάσια συγκριτικά με τα άλλα δυο δείγματα. Συμπεραίνεται, λοιπόν, ότι στους 18°C ευνοείται περισσότερο η παραγωγή οξικού οξέος .

Το ηλεκτρικό οξύ, το οποίο παράγεται κατά την αλκοολική ζύμωση, στα δείγματα Sp18, Sc14 και Sc18 παράχθηκε περίπου στην ίδια ποσότητα η οποία ξεπερνάει την προβλεπόμενη συγκέντρωση (0-2 gr/L) με εξαίρεση το Sp14 στο οποίο η συγκέντρωση του ηλεκτρικού οξέος βρίσκεται εντός των ορίων.

Το οξαλικό οξύ συναντάται σε πολύ μικρές συγκεντρώσεις στα σταφύλια, αλλά παράγεται και κατά την οξείδωση του τρυγικού οξέος. Παρατηρείται ότι στα δείγματα Sp18 και Sc18 η συγκέντρωση του είναι αρκετά χαμηλή ενώ στα δείγματα Sc14 και Sp14 η συγκέντρωση του είναι υψηλότερη . Βγαίνει λοιπόν το συμπέρασμα ότι στους 14°C και στις αυθόρμητες ζυμώσεις ευνοείται η παραγωγή του.

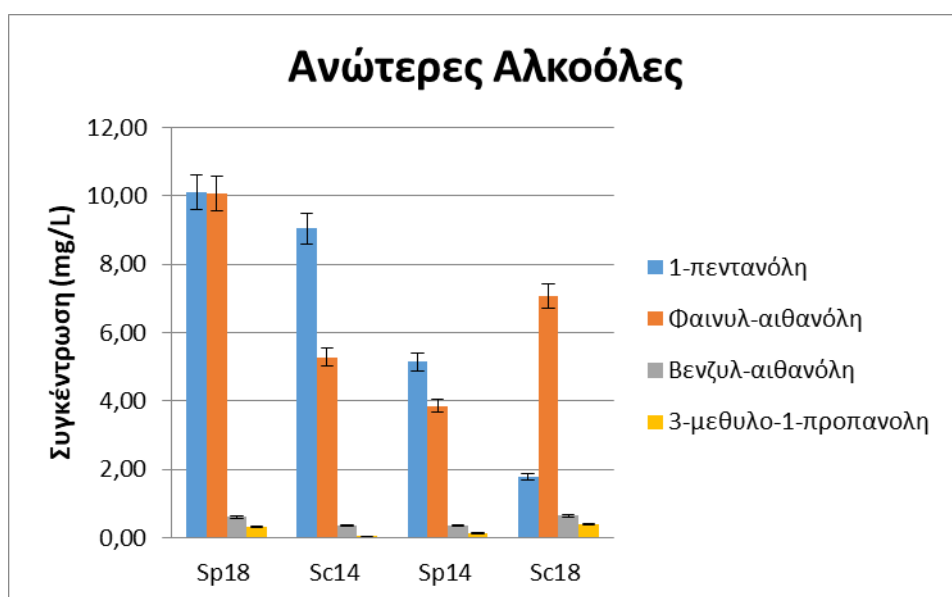


Διάγραμμα 6 Συγκέντρωση των οργανικών οξέων (mg/L) που παράγονται στα τελικά δείγματα

5.1.8. Ανάλυση αρωματικών με αέρια χρωματογραφία

Ανώτερες αλκοόλες

Στο διάγραμμα 7 παρατηρείται ότι και στα τέσσερα δείγματα ανιχνεύτηκε η φαινυλαιθανόλη, η οποία αποτελεί μία αρωματική ουσία με τρομερά θετική επίδραση στο κρασί καθώς προσδίδει άρωμα τριαντάφυλλου. Στους 18°C, παράχθηκε υψηλότερη ποσότητα φαινυλαιθανόλης συγκριτικά με τους 14°C ενώ το με την μεγαλύτερη συγκέντρωση φαινυλαιθανόλης είναι το Sp18. Στο Sp18 ανιχνεύεται και 1-πεντανόλη με την υψηλότερη συγκέντρωση ακολουθώντας το Sc14, έπειτα το Sp14 και τελευταίο το Sc18. Η 1-πεντανόλη προσφέρει στα κρασιά μία γλυκιά οσμή και άρωμα ζυμών. Η 3-μέθυλο-1-προπανόλη, η οποία δίνει αρώματα τροπικών φρούτων, όπως το άρωμα της παπάγιας, ανιχνεύτηκε σε όλα τα δείγματα, ωστόσο η μεγαλύτερη παραγωγή της παρατηρήθηκε στις ζυμώσεις που διεξάχθηκαν στους 18°C. Τέλος, η βενζυλ-αλκόολη, με άρωμα γιασεμιού, απαντάται και στα τέσσερα δείγματα με υψηλότερη συγκέντρωση στο Sc18. Επομένως, η μεγαλύτερη συγκέντρωση ανώτερων αλκοολών εντοπίζεται στην Sp18 προσδίδοντας στον οίνο ένα πολύ ενδιαφέρον και αρκετά πλούσιο αρωματικό προφίλ.

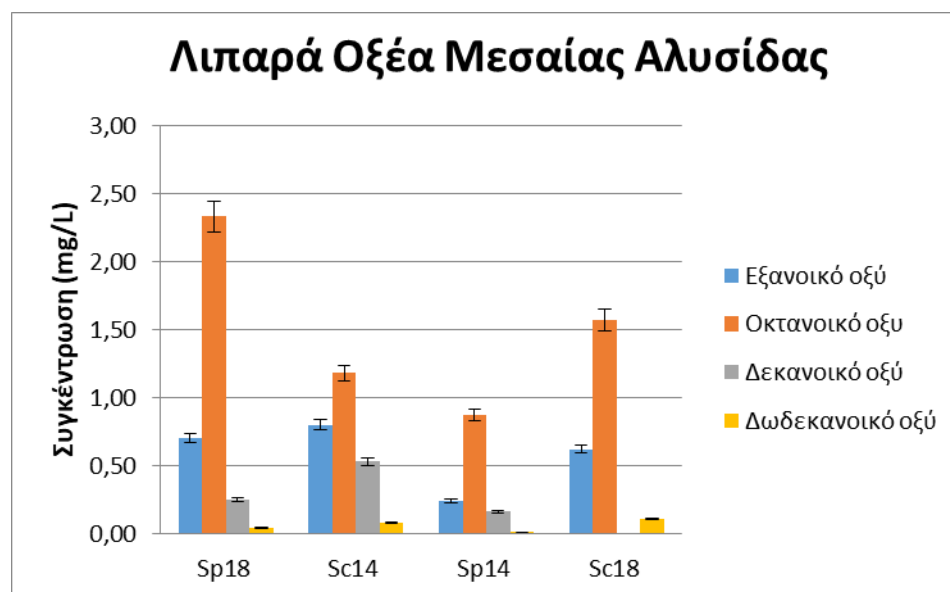


Διάγραμμα 7 Συγκέντρωση των ανώτερων αλκοολών (mg/L) που παράγονται στα τελικά δείγματα

Λιπαρά Οξέα Μεσαίας Αλυσίδας (MCFAs) και οι εστέρες τους (MCFAs esters)

Τα λιπαρά οξέα μεσαίας αλυσίδας είναι πολύ σημαντικά για τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του παραγόμενου οίνου. Σε συγκεντρώσεις πάνω από το όριο ανίχνευσης τους προσδίδουν αρνητικές οσμές όπως για παράδειγμα αρώματα τάγγου κεριού, σαπουνιού και τυριού (Michel, Meier-Dörnberg, et al., 2016). Στο συγκεκριμένο πείραμα παράχθηκαν εξανοϊκό, οκτανοϊκό, δεκανοϊκό και

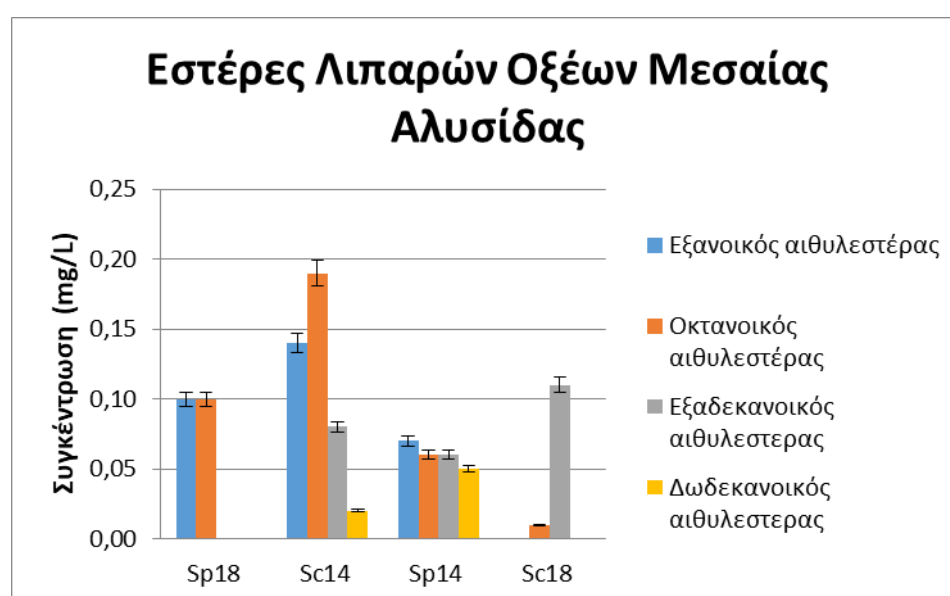
δωδεκανοικό οξύ και απο τις δύο κατηγορίες ζυμομυκήτων σε συγκεντρώσεις χαμηλότερες των ορίων αντίληψης τους. Στην Sc18 δεν παράχθηκε καθόλου δεκανοικό οξύ, ενώ το οξύ που παράχθηκε και στις τέσσερις ζυμώσεις ήταν το οκτανοικό οξύ, ωστόσο σε συγκέντρωση χαμηλότερη απο το κατώφλι αντίληψης του. Η σημασία των συγκεκριμένων οξέων είναι μεγάλη λόγω του ότι έχουν την δυνατότητα να συμμετέχουν σε αντιδράσεις εστεροποίησης των οποίων τα προϊόντα έχουν θετική επίδραση στα αρώματα των οίνων .



Διάγραμμα 8 Συγκέντρωση των λιπαρών οξέων μεσαίας αλυσίδας (MCFA) (mg/L) που παράγονται στα τελικά δείγματα

Το διάγραμμα 9 παρουσιάζει τους κύριους εστέρες των λιπαρών οξέων μεσαίας αλυσίδας οι οποίοι ανιχνεύτηκαν στα τέσσερα δείγματα. Παρατηρείται ότι, οι περισσότερες εστέρες παράχθηκαν σε θερμοκρασία 14°C, ενώ οι μεγαλύτερες συγκεντρώσεις των εστέρων αυτών παράχθηκαν στην Sc14. Παρόλο που οι συγκεντρώσεις των εστέρων στην Sp14 δεν είναι οι υψηλότερες, όλοι οι εστέρες ανιχνεύονται περίπου στην ίδια ποσότητα, γεγονός το οποίο βοηθάει στο να συνυπάρχουν, χωρίς κάποιο να υπερτερεί κατά των άλλων, οδηγώντας στην παραγωγή ενός προϊόντος με μεγαλύτερη αρωματική πολυπλοκότητα. Οι εστέρες που ανιχνεύτηκαν στο Sp14 και Sc14 είναι ο εξανοικός αιθυλεστέρας, με άρωμα ανανά, ο δωδεκανοικός αιθυλεστέρας ο οποίος προσδίδει αρώματα άνθεων, ο Εξαδεκανοικός αιθυλεστέρας με φρουτώδη αρώματα όπως αυτό του ώριμου μήλου και ο οκτανοικός αιθυλεστέρας με άρωμα μπανάνας. Στους 18 °C, παρατηρείται ότι κατά την αυθόρμητη ζύμωση παράχθηκαν μεγαλύτερες συγκεντρώσεις

εξανοϊκού και οκτανοϊκού αιθυλεστέρας, προσδίδοντας στον οίνο αρώματα ανανά και μπανάνας αντίστοιχα, ωστόσο, δεν ανιχνεύτηκαν καθόλου ο εξαδεκανοϊκός και ο δωδεκανοϊκός αιθυλεστέρας. Στην Sc18 ανιχνεύτηκαν ο εξαδεκανοϊκός και οκτανοϊκός αιθυλεστέρας προσδίδοντας φρουτώδη, γλυκά αρώματα μήλου και μπανάνας, ενώ δεν παράχθηκαν εξανοϊκός και δωδεκανοϊκός αιθυλεστέρας. Συμπεραίνεται λοιπόν, ότι οι περισσότεροι εστέρες παράγονται σε πιο χαμηλή θερμοκρασία ζύμωσης ενώ ταυτόχρονα φαίνεται ότι οι άγριες ζυμώσεις παρήγαγαν κρασιά με μεγαλύτερες συγκεντρώσεις εστέρων (Smith, J., & Brown, L. 2023).



Διάγραμμα 9 Συγκέντρωση των εστέρων των λιπαρών οξέων μεσαίας αλυσίδας (MCFA) (mg/L) που παράγονται στα τελικά δείγματα

Πίνακας 9 Αρωματικές ενώσεις που βρέθηκαν στα δείγματα

ΟΥΣΙΕΣ	Sp18 (mg/L)	Sc14 (mg/L)	Sp14 (mg/L)	Sc18 (mg/L)
1 Pentanol	10,11 ± 0,25	9,04 ± 0,51	5,14 ± 0,18	1,77 ± 0,27
1-Hexanol	0,1 ± 0,02	0,25 ± 0,11	0,13 ± 0,02	N.D.
Phenylethyl Alcohol	10,07 ± 0,57	5,28 ± 0,32	3,86 ± 0,64	7,07 ± 0,73
Benzyl alcohol	0,61 ± 0,01	0,37 ± 0,002	0,36 ± 0,01	0,64 ± 0,15
1-Propanol,3-methylthio)-	0,32 ± 0,04	0,05 ± 0,02	0,13 ± 0,02	0,4 ± 0,02
3-Hexen-1-ol	0,07 ± 0,02	0,09 ± 0,04	0,05 ± 0,00	N.D.

Thryptohol	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Hexanoic acid	0,7 ± 0,05	0,8 ± 0,35	0,24 ± 0,31	0,62 ± 0,17
n-Decanoic acid	0,25 ± 0,07	0,53 ± 0,22	0,16 ± 0,01	N.D.
Octanoic acid	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Nonanoic acid	N.D.	0,02 ± 0,01	0,01 ± 0,01	N.D.
Acetic acid	0,22 ± 0,03	0,31 ± 0,07	0,07 ± 0,01	0,38 ± 0,29
Butanoic acid	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Dodecanoic acid	0,04 ± 0,01	0,08 ± 0,02	0,01 ± 0,00	0,11 ± 0,05
Oleic acid	0,12 ± 0,04	N.D.	N.D.	0,1 ± 0,01
Octadecanoic acid	2,33 ± 0,47	1,18 ± 0,45	0,87 ± 0,12	1,57 ± 0,27
Propanoic acid, 2-methyl-	0,42 ± 0,09	0,06 ± 0,03	0,1 ± 0,02	0,1 ± 0,05
Propanoic acid	N.D.	N.D.	N.D.	0,05 ± 0,03
9-Decenoic acid	0,6 ± 0,07	0,44 ± 0,18	0,25 ± 0,04	0,05 ± 0,03
5-Hexenoic acid	0,06 ± 0,01	0,01 ± 0,01	0,06 ± 0,01	0,01 ± 0,00
Benzoic acid, 4-methyl-	N.D.	N.D.	N.D.	0,01 ± 0,00
Propanoic acid, 2-methyl-	0,42 ± 0,09	0,06 ± 0,03	0,1 ± 0,02	0,1 ± 0,05
2-Hexenoic acid, (E)-	N.D.	0,04 ± 0,02	N.D.	0,04 ± 0,02
7-Octenoic acid	0,03 ± 0,02	N.D.	N.D.	N.D.
Benzeneacetic acid	0,06 ± 0,00	N.D.	N.D.	0,57 ± 0,08
Pentadecanoic acid	0,06 ± 0,03	0,02 ± 0,00	N.D.	N.D.
n-Hexadecanoic acid	2,65 ± 1,18	1,91 ± 0,57	N.D.	N.D.
Butanoic acid, 4-butoxy-	N.D.	N.D.	0,02 ± 0,01	N.D.
9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)-	0,04 ± 0,02	0,04 ± 0,02	0,03 ± 0,01	N.D.
Pentanoic acid, 3-methyl-	N.D.	N.D.	N.D.	0,67 ± 0,05
3-Furanacetic acid, 4-hexyl-2,5-dihydro-2,5-dioxo-	0,09 ± 0,05	0,08 ± 0,04	0,08 ± 0,01	0,21 ± 0,14

3,5-di-tert-Butyl-4-hydroxyphenylpropionic acid	N.D.	N.D.	0,01 ± 0,01	N.D.
7-Hexadecenal, (Z)-	N.D.	N.D.	N.D.	0,15 ± 0,02
Phenol, 4-ethyl-	N.D.	N.D.	N.D.	0,11 ± 0,04
2-Methoxy-4-vinylphenol	0,06 ± 0,01	0,08 ± 0,04	0,06 ± 0,01	N.D.
Phenol,4-ethyl-2-methoxy-	N.D.	N.D.	N.D.	0,08 ± 0,05
2,4-Di-tert-butylphenol	0,15 ± 0,03	0,09 ± 0,01	0,1 ± 0,07	0,17 ± 0,07
Benzofuran, 2,3-dihydro-	0,08 ± 0,00	0,11 ± 0,06	0,06 ± 0,02	0,23 ± 0,09
Heptadecane	0,04 ± 0,00	0,05 ± 0,03	N.D.	N.D.
Pentadecane	N.D.	0,03 ± 0,02	N.D.	N.D.
Heneicosane	N.D.	N.D.	N.D.	0,09 ± 0,08
Dodecane, 4-methyl-	N.D.	0,04 ± 0,03	N.D.	N.D.
cis,trans-3-Ethylbicyclo[4.4.0]decane	N.D.	N.D.	N.D.	0,1 ± 0,07
1-Propanol, 3-ethoxy-	N.D.	0,11 ± 0,05	N.D.	0,22 ± 0,06
Hexanoic acid, ethyl ester	0,01 ± 0,00	0,1 ± 0,04	0,02 ± 0,02	N.D.
Octanoic acid, ethyl ester	0,1 ± 0,03	0,19 ± 0,08	0,06 ± 0,01	0,01 ± 0,01
Dodecanoic acid,ethyl ester	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Ethyl 9-decenoate	0,09 ± 0,01	0,04 ± 0,02	0,03 ± 0,00	N.D.
Hexanoic acid, ethyl ester	0,01 ± 0,00	0,1 ± 0,04	0,02 ± 0,02	N.D.
Pentanoic acid, 4-methyl-, ethyl ester	0,02 ± 0,00	N.D.	N.D.	N.D.
Acetic acid, 2-phenylethyl ester	N.D.	N.D.	N.D.	0,06 ± 0,02
Dodecanoic acid, ethyl ester	N.D.	0,02 ± 0,02	0,05 ± 0,03	N.D.
Ethyl hydrogen succinate	3,27 ± 0,41	0,16 ± 0,09	0,73 ± 0,3	0,17 ± 0,05
2-Pentanol, acetate	0,04 ± 0,01	N.D.	N.D.	N.D.
3-(Methylthio)propyl acetate	N.D.	N.D.	N.D.	0,07 ± 0,03
Pentanoic acid, 4-methyl-, ethyl ester	0,02 ± 0,00	N.D.	N.D.	N.D.

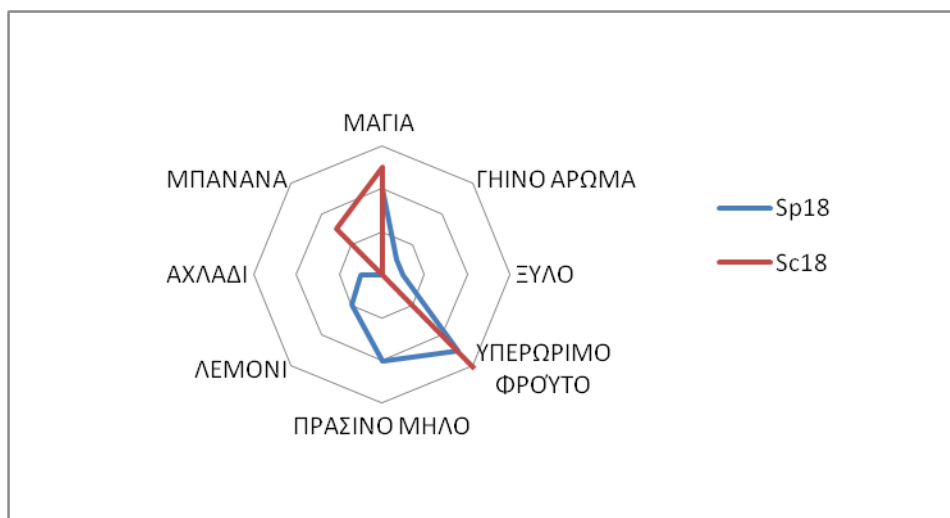
1,2-Benzenedicarboxylic acid, bis(2-methylpropyl) ester	0,11 ± 0,05	0,06 ± 0,02	0,05 ± 0,02	0,07 ± 0,04
p-Hydroxycinnamic acid, ethyl ester	0,08 ± 0,00	0,06 ± 0,02	N.D.	0,1 ± 0,03
Ethanol, 2-(pentyloxy)-, acetate	N.D.	0,05 ± 0,02	0,02 ± 0,00	0,03 ± 0,02
5-Oxotetrahydrofuran-2-carboxylic acid, ethyl ester	0,04 ± 0,01	N.D.	N.D.	N.D.
1H-Indole-3-ethanol, acetate (ester)	N.D.	N.D.	0,1 ± 0,01	0,04 ± 0,00
Isopropyl palmitate	N.D.	0,02 ± 0,01	N.D.	N.D.
Hexadecanoic acid, ethyl ester	N.D.	0,08 ± 0,04	0,06 ± 0,01	0,11 ± 0,04
Ethyl 2-hydroxy-3-phenylpropanoate	0,06 ± 0,02	N.D.	N.D.	0,01 ± 0,00
Hexadecanoic acid, methyl ester	N.D.	0,03 ± 0,01	0,02 ± 0,00	0,03 ± 0,00
Octadecanoic acid, ethyl ester	N.D.	0,02 ± 0,02	0,03 ± 0,00	N.D.
2-Methoxyphenylacetone	N.D.	0,01 ± 0,00	N.D.	N.D.
2H-Pyran-2,6(3H)-dione	N.D.	N.D.	0,01 ± 0,00	0,05 ± 0,01
2H-Pyran-2-one, tetrahydro-4-hydroxy-6-pentyl-	N.D.	N.D.	0,02 ± 0,01	N.D.
Ethanone, 1-(1,3-dimethyl-1H-indol-2-yl)-	0,14 ± 0,01	0,03 ± 0,01	0,03 ± 0,01	0,09 ± 0,02

5.1.9. Οργανοληπτικός έλεγχος

Ο οργανοληπτικός έλεγχος σε αυτή την έρευνα πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια του εργαστηρίου του μαθήματος «Οργανοληπτική Αξιολόγηση οίνων και ποτών». Στο κρασί Sp14 δεν συμμετείχε στην διαδικασία λόγω των υπολειμματικών σακχάρων . Στα κρασιά των δεξαμενών Sp18 και Sc18 πραγματοποιήθηκε ποσοτική περιγραφική

ανάλυση, ενώ μεταξύ των κρασιών των Sp18 και Sc14 πραγματοποιήθηκε τριγωνική δοκιμή.

Στο διάγραμμα 10, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της περιγραφικής ανάλυσης των κρασιών Sp18 και Sc18. Στο κρασί Sp18 υπάρχουν κάποια φρουτώδη αρώματα όπως αχλάδι, λεμόνι, πράσινο μήλο αλλά και αρώματα υπέρ ώριμων φρούτων. Επιπλέον, κάποια αρώματα είναι πιο αμυδρά όπως αυτά της μαγιάς, του ξύλου και της γης. Στο κρασί Sc18, τα πιο έντονα αρώματα ήταν αυτά του υπερώριμου φρούτου και πιο συγκεκριμένα υπερώριμης μπανάνας, ενώ υπήρχαν και κάποια αμυδρά χημικά αρώματα αλλά και η οσμή της μαγιάς. Συγκρίνοντας τα δύο αυτά κρασιά, παρατηρείται ότι στο Sp18 επικρατούν αρώματα πράσινων φρούτων και εσπεριδοειδών, ενώ στο Sc18 αρώματα υπερώριμων τροπικών φρούτων και αρώματα ζυμών.



Διάγραμμα 10 Αραχνόγραμμα αρωματικού προφίλ των κρασιών 1 (Sp18) και 4 (Sc18)

Η τριγωνική δοκιμή των κρασιών Sp18 και Sc14 πραγματοποιήθηκε από δύο ομάδες δοκιμαστών. Η δοκιμή ήταν τυφλή. Στους δοκιμαστές δόθηκαν τρία (3) δείγματα, δύο (2) ίδια και ένα (1) διαφορετικό, τα οποία είχαν τριψήφιους κωδικούς. Οι δοκιμαστές καλούνταν να εντοπίσουν το διαφορετικό δείγμα. Στην πρώτη ομάδα, δέκα (10) στους έντεκα (11) δοκιμαστές αντιλήφθηκαν το διαφορετικό δείγμα ενώ στην δεύτερη ομάδα η διαφορά έγινε αντιληπτή από τους δεκατρείς (13) στους δεκαπέντε (15) δοκιμαστές. Συνολικά, οι εικοσιτρείς (23) δοκιμαστές μπόρεσαν να απαντήσουν σωστά στην τριγωνική δοκιμή, ενώ τρεις (3) δεν μπόρεσαν να βρουν την σωστή απάντηση. Σύμφωνα με τον πίνακα F.L. Minimum numbers of correct judgements to

establish significance at probability levels of 5 and 1% for paired difference and duo-trio tests (one tailed, $p=1/2$) and the triangle test (one tailed, $p=1/3$) για την τριγωνική δοκιμή (H. T. Lawless, H. Heymann, (2010), p.565), μεταξύ των δύο (2) δειγμάτων Sp18 και Sc14 υφίσταται, στατιστικά σημαντική διαφορά σε οργανοληπτικό επίπεδο μεταξύ των δύο (2) δειγμάτων Sp18 και Sc14, καθώς οι εικοσιτρείς (23) στους (26) δοκιμαστές βρήκαν την σωστή απάντηση, με πιθανότητα λάθους μικρότερη από 1%.

5.2. Συζήτηση – Συμπεράσματα – Μελλοντικές επεκτάσεις

5.2.1. Συμπεράσματα

Ο σκοπός της συγκεκριμένης πτυχιακής εργασίας είναι η διερεύνηση της επίδρασης της θερμοκρασίας ζύμωσης σε αυθόρμητες ζυμώσεις της ποικιλίας Βιδιανό. Αρχικά, όλα τα δείγματα ξεκίνησαν την αλκοολική ζύμωση ταυτόχρονα ωστόσο, τα δείγματα των οποίων η ζύμωση πραγματοποιήθηκε στους 14°C (Sp14 και Sc14) δεν κατάφεραν να ολοκληρώσουν τις ζυμώσεις τους με αποτέλεσμα να παραμείνουν αζύμωτα σάκχαρα. Ο Sp14 είχε μεγαλύτερη συγκέντρωση υπολειμματικών σακχάρων συγκριτικά με τον Sc14. Ταυτόχρονα, τα δείγματα που ζυμώθηκαν στους 18°C παρουσίασαν μεγαλύτερο ρυθμό κατανάλωσης των σακχάρων, και πιο συγκεκριμένα το δείγμα Sc18). Τα παραπάνω επιβεβαιώνονται και από την μέτρηση της πυκνότητας. Επιπλέον, στα δείγματα Sp18 και Sc18 ο αλκοολικός τίτλος δείχνει πως όλη η ποσότητα των σακχάρων μετατράπηκε σε αιθανόλη, ενώ αντιθέτως στα δείγματα Sp14 και Sc14 ο αλκοολικός τίτλος είναι χαμηλότερος και ανάλογος των σακχάρων που ζυμώθηκαν στην αντίστοιχη ζύμωση (Πίνακας 8).

Όσον αφορά στην οξύτητα των κρασιών, το pH των τεσσάρων δειγμάτων κυμαίνεται από 2,75 έως 2,81. Τα δείγματα που ζυμώθηκαν στους 18°C παρουσίασαν μεγαλύτερη ογκομετρούμενη οξύτητα σε σχέση με τα δείγματα που ζυμώθηκαν στους 14°C. Επίσης, παρατηρείται ότι το δείγμα Sp18 είχε μεγαλύτερη ογκομετρούμενη οξύτητα από το Sc18 γεγονός που δικαιολογείται λόγω της μεγαλύτερης παραγωγής οξέων.

Στο διάγραμμα 5 δεν παρουσιάστηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των δειγμάτων όσον αφορά την κατανάλωση του διαθέσιμου αμμωνιακού αζώτου .

Η σύνθεση των αρωματικών ουσιών των δειγμάτων αναλύθηκε με την μέθοδο Αέριας Χρωματογραφίας (GC/MS) ενώ παράλληλα πραγματοποιήθηκε και οργανοληπτικός έλεγχος. Σύμφωνα με την ανάλυση των ανώτερων αλκοολών (Διάγραμμα 7) η μεγαλύτερη ποσότητα ανώτερων αλκοολών εμφανίστηκε στο δείγμα Sr18, παρουσιάζοντας τις υψηλότερες συγκεντρώσεις της 1-πεντανόλης και της φαινυλαιθανόλης. Οι χαμηλότερες συγκεντρώσεις των ανώτερων αλκοολών παρουσιάστηκαν στο δείγμα Sr14. Συμπεραίνεται λοιπόν, ότι η παραγωγή ανώτερων αλκοολών από τις γηγενείς ζύμες φαίνεται να ευνοείται στους 18 °C.

Σύμφωνα με την ανάλυση των εστέρων των λιπαρών οξέων μεσαίας αλυσίδας, προκύπτει το συμπέρασμα ότι στους 14°C έχουμε πιο πολύπλοκο αρωματικό προφίλ εφόσον παράχθηκαν περισσότεροι εστέρες. Το Sc14 είχε τις υψηλότερες συγκεντρώσεις εξανοϊκού και οκτανοϊκού αιθυλεστέρα (με άρωμα ανανά και μπανάνας αντίστοιχα). Το Sc18 είχε την υψηλότερη συγκέντρωση εξαδεκανοϊκού αιθυλεστέρα με άρωμα μήλου.

Επιπλέον, από την οργανοληπτική αξιολόγηση προκύπτει ότι στο δείγμα Sr18 το αρωματικό προφίλ χαρακτηρίζεται από φρουτώδη αρώματα, κυρίως πράσινων φρούτων και εσπεριδοειδών, ενώ το δείγμα Sc18 χαρακτηρίζεται από άρωμα μπανάνας και ζυμών.

Από τα παραπάνω, συμπεραίνεται ότι το δείγμα Sr18, (δηλαδή το κρασί που παράχθηκε με αυθόρμητη ζύμωση η οποία πραγματοποιήθηκε στους 18°C) παρουσίασε τον πιο πολύπλοκο αρωματικό χαρακτήρα και το πιο πλούσιο αρωματικό προφίλ.

Συμπερασματικά, μέσω της παρούσης πτυχιακής εργασίας έγιναν ξεκάθαρες οι δυνατότητες των άγριων ζυμών οι οποίες είναι ικανές να αναδείξουν την ποικιλία Βιδιανό προσδίδοντας έναν φρουτώδη αλλά και ανθικό χαρακτήρα στην ποικιλία (παραγωγή φαινυλαιθανόλης) και παράγοντας οίνους με μεγάλο οινολογικό ενδιαφέρον. Επιπλέον, έγινε ξεκάθαρη η επιρροή της θερμοκρασίας ζύμωσης στην πορεία των ζυμώσεων και στα τελικά προϊόντα, καθώς στους 14°C ούτε οι γηγενείς ζύμες ούτε το εμβολιασμένο στέλεχος κατάφεραν να ολοκληρώσουν την αλκοολική ζύμωση.

5.2.2. Μελλοντικές επεκτάσεις της Έρευνας

Η διερεύνηση και ανάλυση μίας ποικιλίας και των προϊόντων που παράγονται από αυτή, αποτελούν μία διαδικασία μακροχρόνια και πολύπλευρη. Η ποικιλία Βιδιανό είναι μία εξαιρετική ποικιλία με μεγάλες προοπτικές. Έτσι, λοιπόν υπάρχει μεγάλη ανάγκη από μελλοντικές έρευνες και πειράματα πάνω σε αυτήν. Στην συγκεκριμένη πειραματική εργασία, επιλέχθηκε να μην προστεθεί απολύτως τίποτα, όσον αφορά στην θρέψη των ζυμών. Έτσι λοιπόν, μία ενδιαφέρουσα μελλοντική επέκταση της έρευνας αυτής θα ήταν να πραγματοποιηθούν αντίστοιχες ζυμώσεις, προσφέροντας στις ζύμες το ιδανικό περιβάλλον για να δράσουν, χωρίς στρεσογόνους παράγοντες όπως για παράδειγμα η έλλειψη αζώτου και άλλων θρεπτικών συστατικών. Μελλοντικές έρευνες θα είχε ενδιαφέρον να πραγματοποιηθούν και σε διαφορετικές τοποθεσίες, ώστε να διαπιστωθεί ο ρόλος της διαφορετικής τοποθεσίας, του εδάφους και του κλίματος στο τελικό αποτέλεσμα. Τέλος, θα είχε ενδιαφέρον να πραγματοποιηθούν και μικροβιακές αναλύσεις στα σταφύλια της ποικιλίας αυτής και από διαφορετικά αμπελοτόπια, ώστε να διεξαχθούν συμπεράσματα σχετικά με τις άγριες ζύμες που βρίσκονται εκεί και τις ζυμωτικές τους ικανότητες. Όλα αυτά θα βοηθήσουν στην καλύτερη ενημερότητα της οινολογικής κοινότητας σχετικά με την συγκεκριμένη ποικιλία. Έτσι, περισσότερα οινοποιεία θα είναι σε θέση να προσθέσουν το Βιδιανό στις ποικιλίες που καλλιεργούν και αυτό θα βοηθήσει στο να αναδειχθεί το Βιδιανό και το πιο βασικό να μην χαθεί από τον αμπελογραφικό χάρτη της Κρήτης. Ευελπιστούμε η εργασία αυτή να αποτελέσει την βάση για τις μελλοντικές έρευνες πάνω στην ποικιλία Βιδιανό.

Βιβλιογραφικές Αναφορές

1. Álvarez-Barragán, J., Mallard, J., Ballester, J., David, V., Vichi, S., Tourdot-Maréchal, R., Alexandre, H., & Roullier-Gall, C. (2023). Influence of spontaneous, "pied de cuve" and commercial dry yeast fermentation strategies on wine molecular composition and sensory properties. *Food Research International*, 174, 113648. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.113648>
2. Belda, I., Ruiz, J., Esteban-Fernández, A., Navascués, E., Marquina, D., Santos, A., & Moreno-Arribas, M. (2017). *Microbial Contribution to Wine Aroma and Its Intended Use for Wine Quality Improvement*. *Molecules*, 22(2), 189. doi:10.3390/molecules22020189
3. Beltran, G., Torija, M. J., Novo, M., Ferrer, N., Poblet, M., Guillamón, J. M., Mas, A. (2002). *Analysis of yeast populations during alcoholic fermentation: A six year follow-up study*. *Systematic and Applied Microbiology*, 25(2), 287–293. doi:10.1078/0723-2020-00097,10.1078/0723-2020-0009
4. Buratti, S., Benedetti, S. (2016). Electronic Noses and Tongues in Food Science
5. Carpena, M., Fraga-Corral, M., Otero, P., Nogueira, R. A., Garcia-Oliveira, P., Prieto, M. A., & Simal-Gandara, J. (2021). Secondary aroma: Influence of wine microorganisms in their aroma profile. *Foods*, 10(1), 51. <https://doi.org/10.3390/foods10010051>
6. Coelho, E. M., da Silva Padilha, C. V., Miskinis, G. A., de Sá, A. G. B., Pereira, G. E., de Azevêdo, L. C., & dos Santos Lima, M. (2018). Simultaneous analysis of sugars and organic acids in wine and grape juices by HPLC: Method validation and characterization of products from northeast Brazil. *Journal of Food Composition and Analysis*, 66, 160–167. doi:10.1016/j.jfca.2017.12.017
7. Ferreira, V. (2009). Volatile aroma compounds and wine sensory attributes. In *Managing Wine Quality: Oenology and Wine Quality* (pp. 3-30). Woodhead Publishing. <https://doi.org/10.1533/9781845699284.1.3126>. doi:10.1111/j.1755-0238.2005.tb00283.x
8. FRANCIS, I. L., & NEWTON, J. L. (2005). *Determining wine aroma from compositional data*. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 11(2), 114

9. Guth, H., & Seis, A. (2002, October 7-10). Flavour of wines: Towards an understanding by reconstitution experiments and an analysis of ethanol's effect on odour activity of key compounds. Paper presented at the eleventh Australian wine industry technical conference, Adelaide, SA, Australia
10. Hall, A., & Jones, G.V. (2009). *Spatial Analysis of Climate in Winegrape-Growing Regions in the Western United States*. *American Journal of Enology and Viticulture*, 60(2), 112-125.
11. Harry T. Lawless, Hildegard Heymann (2010), "Sensory evaluation of food/Principles and practices"- 2nd edition, Springer
12. Helwi, P., Habran, A., Guillaumie, S., Thibon, C., Hilbert, G., Gomes, E., Delrot, S., Darriet, P., & van Leeuwen, C. (2015). Vine nitrogen status does not have a direct impact on 2-methoxy-3-isobutylpyrazine in grape berries and wines. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 63(42), 9169–9179. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.5b03838>
13. Herta Ziegler (2007), "Flavourings, Production, Composition, Applications, Regulations", 2nd edition, Wiley-Blackwell
14. <https://depositphotos.com/gr/vector/hydrometer-flask-icon-97987072.html>
15. <https://thechemco.com/chemical/tartaric-acid/>
16. <https://www.winesofcrete.gr/en>, wines of crete
17. Karabagias, I. K., Sykalia, D., & Badeka, A. V. (2020). Physico-chemical parameters complemented with aroma compounds fired up the varietal discrimination of wine using statistics. *European Food Research and Technology*, 246(Volume), 2233–2248. <https://doi.org/10.1007/s00217-020-03567-1>
18. Lambrechts, M., & Pretorius, I. (2019). Yeast and its importance to wine aroma - A review. *South African Journal of Enology & Viticulture*, 21(1). <https://doi.org/10.21548/21-1-3560>
19. López, R., Aznar, M., Cacho, J., & Ferreira, V. (2010). Analysis of terpenes in white wines using SPE–SPME–GC/MS approach. *Analytica Chimica Acta*, 660(1-2), 169-176. doi: 10.1016/j.aca.2010.06.035
20. Mahattanatawee, K., Rouseff, R., Valim, M. F., & Naim, M. (2004). Identification and Aroma Impact of Norisoprenoids in Orange Juice. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(2), 393–397. [DOI: 10.1021/jf049012k](https://doi.org/10.1021/jf049012k)

21. Mestres, M., Busto, O., & Guasch, J. (2000). Analysis of organic sulfur compounds in wine aroma. [https://doi.org/10.1016/S0021-9673\(00\)00220-X](https://doi.org/10.1016/S0021-9673(00)00220-X)
22. Michel, M., Meier-Dörnberg, T., Jacob, F., Methner, F. J., Wagner, R. S., & Hutzler, M. (2016). Review: Pure non-Saccharomyces starter cultures for beer fermentation with a focus on secondary metabolites and practical applications. *Journal of the Institute of Brewing*, 122(4), 569–587. <https://doi.org/10.1002/jib.381>
23. Mina, M., & Tsaltas, D. (2017). Contribution of yeast in wine aroma and flavour. In *Agricultural and Food Sciences*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.70656>
24. Moreira, N., Guedes de Pinho, P., Santos, C., & Vasconcelos, I. (2010). *Volatile sulphur compounds composition of monovarietal white wines*. *Food Chemistry*, 123(4), 1198–1203. doi:10.1016/j.foodchem.2010.05.0
25. Nie, C., Gao, Y., Du, X., Bian, J., Li, H., Zhang, X., ... Li, S. (2020). *Characterization of the effect of cis-3-hexen-1-ol on green tea aroma*. *Scientific Reports*, 10(1). doi:10.1038/s41598-020-72495-
26. Odor Thresholds for Chemicals with Established Health Standards, 2nd Edition <https://swesiq.se/onewebmedia/Dokument/ODOR%20THRESHOLDS.pdf>
27. OIV, (April 2015), Review document on sensory analysis of wine
28. Ouyang, X., Yuan, G., Ren, J., Wang, L., Wang, M., Li, Y., ... Zhu, B. (2016). Aromatic compounds and organoleptic features of fermented wolfberry wine: Effects of maceration time. *International Journal of Food Properties*, 20(10), 2234–2248. doi:10.1080/10942912.2016.123343
29. Petretto, G., Urgeghe, P.P., Cabizza, R. *et al.* Evaluation of volatile and chemical profile of sherry-like white wine Vernaccia di Oristano from Sardinia by comprehensive targeted and untargeted approach. *Eur Food Res Technol* **249**, 1887–1897 (2023). <https://doi.org/10.1007/s00217-023-04262-5>
30. Popescu, C., & Luchian, C. E. (2022). Correlation of wine's main components' concentration with the density of model aqueous solutions and wine samples. *Journal of Food Composition and Analysis*, 100, 103886. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/361815237_Correlation_of_Wine's

[Main Components' Concentration with the Density of Model Aqueous Solutions and Wine Samples](#)

31. Reynolds A.,(2010), Viticultural practices and their effect on grape and wine quality, New York Washington, DC, Woodhead Publishing Limited
32. Ribéreau-Gayon, P., Dubourdieu, D., Donèche, B., & Lonvaud, A. (2006). *The chemistry of wine: Stabilization and treatments*. John Wiley & Sons
33. Riemenschneider, W., & Tanifuji, M. (2000). *Oxalic Acid*. *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*. doi:10.1002/14356007.a18_247
34. Ronald S.T. Linforth, Andrew J. Taylor (2010), "Food Flavour Technology"- 2nd edition, Wiley-Blackwell
35. ROSINI, G.: Assesment of dominance of added yeast in wine fermentation and origin of *Saccharomyces cerevisiae* in winemaking. *J. Gen. Appl. Microbiol.* 30, 249–256 (1984).
36. Sáenz-Navajas, M.-P., Campo, E., Fernández-Zurbano, P., Valentin, D., & Ferreira, V. (2010). An assessment of the effects of wine volatiles on the perception of taste and astringency in wine. *Food Chemistry*, 121(1), 113–120. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.01.061>
37. Selli, S., Canbas, A., Varlet, V., Kelebek, H., Prost, C., and Serot, T. (2008) 'Characterization of the Most Odor-Active Volatiles of Orange Wine Made from a Turkish cv. Kozan (*Citrus sinensis* L. Osbeck)', *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(1), pp. 227–234. DOI: [10.1021/jf072231w](https://doi.org/10.1021/jf072231w)
38. Smith, J. (2023). Preparing for harvest: Grape chemistry and pre-fermentation adjustments. *Journal of Viticulture and Enology*, 15(2), 123-145
39. Smith, J., & Brown, L. (2023). Influence of grape composition and origin, yeast strain and spontaneous fermentation on aroma profile of Corvina and Corvinone wine. *Journal of Viticulture and Enology*, 18(3), 123-145
40. Stavrakaki M, Stavrakakis N. M., (2017). The Cretan Grapes
41. Sue Clarke, (2008),Essential Chemistry for Aromatherapy,(Second edition) ISBN: 978-0-4431-0403-9
42. Varela, C., & Torija, M. J. (2024). Influence of different stress factors during the laboratory fermentation. *Food Microbiology*, 112, 103715. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2024.103715>

43. Visan, L., Tamba-Berehoiu, R. M., Popa, C. N., Danaila-Guidea, S. M., & Culea, R. (2018). Aromatic compounds in wines. *Scientific Papers Series - Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*, 18(4), 423-430
44. Waterhouse, A. L., Sacks, G. L., & Jeffery, D. W. (2016). *Understanding wine chemistry*. John Wiley & Sons, Chapter 12: Volatile Phenols, pages :105-111
<https://doi.org/10.1002/9781118730720>
45. Wessel du Toit, (2006) New findings regarding ascorbic acid in wine, <https://www.wineland.co.za>.
46. Αικατερίνη Καψοπούλου, Μικροβιολογία Οίνων σημειώσεις, ΤΕΙ Αθήνας ΣΤΕΤΡΟΔ Τμήμα Οινολογίας
47. Δρόσου Φωτεινή, (2022), Μελέτη της αλκοολικής ζύμωσης με χρήση ζυμών *Non-Saccharomyces*, Διδακτορική διατριβή, ΕΜΠ Σχολή Χημικών Μηχανικών, Εργαστήριο Χημείας και Τεχνολογίας Τροφίμων
48. Ελισάβετ Κουσίση (2022), Σημειώσεις e-class “Οργανοληπτική Αξιολόγηση Οίνων και Ποτών»
49. Λογοθέτης Σ., Νεραντζής Η., Ταταρίδης Π., 2016, Βιοτεχνολογία και βιομηχανικές ζυμώσεις-θεωρία και εργαστηριακές ασκήσεις
50. Μπακογιάννης Βασίλειος, (1995) Πτητικά παραπροϊόντα στη συνεχή παραγωγή κρασιού με ακινητοποιημένα κύτταρα σε κίσηρη, γ-αλουμίνα και αλγινικό ασβέστιο και εφαρμογή σε βιομηχανικό pilot plant ζυμωσης παρουσία κίσηρης, Διδακτορική διατριβή, Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Χημείας
51. Νερατζής Η., Ταταρίδης Π., Λιούνη Μ., Βαρέλας Β., 2015, Μικροβιολογία οίνων
52. Παναγιώτης Ταταρίδης (2018), Σημειώσεις eclass του μαθήματος Βιοτεχνολογία και βιομηχανικές ζυμώσεις «Μέθοδος ανάλυσης D.N.S. για ανάγοντα Σάκχαρα»
53. Πριμικήρης Σταύρος, (2019), Ταυτοποίηση και ποσοτικός προσδιορισμός οργανικών οξέων στο κρασί με τη χρωματογραφική μέθοδο HPLC, Διδακτορική διατριβή, ΠαΔΑ ΣΤΕΤΡΟΔ Τμήμα Επιστημών Οίνου Αμπέλου και Ποτών
54. Σουλφερός Ηρ. Ε., 2015, Οινολογία: επιστήμη και τεχνογνωσία
55. Τσακίρης Αργύρης (2010), Ελληνική Οινογνωσία- ΨΥΧΑΛΟΥ, 3^η έκδοση
56. Τσακίρης Αργύρης, (2014) Οινολογία από το σταφύλι στο κρασί. Εκδόσεις Ψυχάλου, Αθήνα.

- 57.** ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΚΡΗΤΗΣ, ΗΡΑΚΛΕΙΟ 2002,
ΟΙΝΟΣ ΠΑΛΑΙΟΣ ΗΔΥΠΟΤΟΣ