



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ**  
**ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ**  
**ΤΜΗΜΑ ΧΗΜΕΙΑΣ**

**«ΜΕΛΕΤΗ ΠΟΙΟΤΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΚΡΑΣΙΩΝ ΠΟΥ  
ΠΡΟΚΥΠΤΟΥΝ ΑΠΟ ΣΥΝΟΙΝΟΠΟΙΗΣΗ ΓΛΕΥΚΟΥΣ ΚΑΙ  
ΧΥΜΟΥ ΑΠΟ ΡΟΔΙΑ»**

**ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΜΑΚΡΥΝΙΤΣΑΣ**

**ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ**  
**2017**



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ**  
**ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ**  
**ΤΜΗΜΑ ΧΗΜΕΙΑΣ**

**«ΜΕΛΕΤΗ ΠΟΙΟΤΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΚΡΑΣΙΩΝ ΠΟΥ  
ΠΡΟΚΥΠΤΟΥΝ ΑΠΟ ΣΥΝΟΙΝΟΠΟΙΗΣΗ ΓΛΕΥΚΟΥΣ ΚΑΙ  
ΧΥΜΟΥ ΑΠΟ ΡΟΔΙΑ»**

**ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΜΑΚΡΥΝΙΤΣΑΣ**

**ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ**  
**2017**

Η έγκριση της Διδακτορικής Διατριβής από το Τμήμα Χημείας της Σχολής Θετικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, δεν υποδηλώνει αποδοχή των γνώμων του συγγραφέα.

(Ν. 5343/1932, άρθρο 202, παράγραφος 2)

**Ορισμός Τριμελούς Συμβουλευτικής Επιτροπής από τη Γ.Σ.Ε.Σ.: 19-2-2010**

Μέλη Τριμελούς Συμβουλευτικής Επιτροπής:

Επιβλέπουσα:

Ακρίδα – Δεμερτζή Κωνσταντούλα

Μέλη:

Δεμερτζής Παναγιώτης

Ρηγανάκος Κυριάκος

Ημερομηνία ορισμού θέματος: 19-2-2010

Θέμα: «Μελέτη ποιοτικών χαρακτηριστικών κρασιών που προκύπτουν από συνοινοποίηση γλεύκους και χυμού από ρόδια»

**Ορισμός επταμελούς εξεταστικής επιτροπής από τη Γ.Σ.Ε.Σ.: 12-5-2017**

1. Ακρίδα – Δεμερτζή Κωνσταντούλα

2. Δεμερτζής Παναγιώτης

3. Ρηγανάκος Κυριάκος

4. Προδρομίδης Μάμαντος

5. Σταλίκας Κωνσταντίνος

6. Βλεσσίδης Αθανάσιος

7. Σακκάς Βασίλειος

**Έγκριση Διδακτορικής Διατριβής με βαθμό «Άριστα» στις 25-5-2017**

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα διδακτορική διατριβή πραγματοποιήθηκε από τον συγγραφέα της διατριβής στο Εργαστήριο Χημείας Τροφίμων του Τμήματος Χημείας του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων. Την εποπτεία και καθοδήγηση της εργασίας παρείχε η Αναπληρώτρια Καθηγήτρια Χημείας και Τεχνολογίας Τροφίμων του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, κ. Κωνστ. Ακρίδα-Δεμερτζή την οποία και ευχαριστώ θερμά.

Θα ήθελα επίσης να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στον Καθηγητή Χημείας και Τεχνολογίας Τροφίμων του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων κ. Π. Δεμερτζή όπως και στον Αναπληρωτή Καθηγητή Χημείας και Τεχνολογίας Τροφίμων του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων κ. Κ. Ρηγανάκο για την συνεργασία και τις επιστημονικές τους συμβουλές κατά την διάρκεια εκτέλεσης της διατριβής.

Ευχαριστίες εκφράζω ακόμη στην Επίκουρο Καθηγήτρια Χημείας του Π.Ι. η οποία με την συνεχή της παρουσία στο Εργαστήριο Χημείας Τροφίμων που παρείχε πολύτιμη βοήθεια κατά την διάρκεια των πειραματικών εργασιών.

**Αφιερώνεται στην οικογένεια μου  
για την υπομονή και την στήριξή της**

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

|                                               |           |
|-----------------------------------------------|-----------|
| <b>1. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....</b>                | <b>10</b> |
| <b>1.1. ΤΟ ΚΡΑΣΙ .....</b>                    | <b>12</b> |
| 1.1.1. Γενικά.....                            | 12        |
| 1.1.2. Ιστορική αναδρομή.....                 | 12        |
| 1.1.3. Το αμπέλι.....                         | 15        |
| 1.1.3.1. Γενικά.....                          | 15        |
| 1.1.3.2. Ποικιλίες.....                       | 15        |
| 1.1.3.3. Χημική σύσταση γλεύκους.....         | 24        |
| 1.1.4. Η ροδιά.....                           | 28        |
| 1.1.4.1. Γενικά.....                          | 28        |
| 1.1.4.2. Ποικιλίες.....                       | 31        |
| 1.1.4.3. Χημική σύσταση του χυμού ροδιού..... | 32        |
| 1.1.5. Η οινοποίηση.....                      | 34        |
| 1.1.5.1. Γενικά.....                          | 34        |
| 1.1.5.2. Λευκή οινοποίηση.....                | 35        |
| 1.1.5.3. Ερυθρή οινοποίηση.....               | 36        |
| 1.1.5.4. Ροζέ οινοποίηση.....                 | 38        |
| 1.1.5.5. Οινοποίηση αφρωδών κρασιών.....      | 38        |
| 1.1.5.6. Οινοποίηση γλυκών κρασιών.....       | 39        |
| 1.1.6. Ωρίμανση-Παλαίωση-Εμφιάλωση.....       | 39        |
| 1.1.6.1. Γενικά.....                          | 39        |
| 1.1.6.2. Ωρίμανση-Παλαίωση.....               | 40        |
| 1.1.6.3. Εμφιάλωση.....                       | 41        |
| <b>1.2. ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΩΝ ΚΡΑΣΙΩΝ.....</b>   | <b>41</b> |
| 1.2.1. Γενικά.....                            | 41        |
| 1.2.2. Αλκοόλες.....                          | 42        |
| 1.2.2.1. Αιθανόλη.....                        | 42        |
| 1.2.2.2. Μεθανόλη.....                        | 43        |
| 1.2.2.3. Ανώτερες αλκοόλες.....               | 44        |
| 1.2.2.4. Γλυκερίνη.....                       | 46        |
| 1.2.3. Οργανικά οξέα.....                     | 47        |
| 1.2.3.1. Τρυγικό οξύ.....                     | 47        |

|                                                                           |           |
|---------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1.2.3.2. Μηλικό οξύ.....                                                  | 48        |
| 1.2.3.3. Άλλα οργανικά οξέα.....                                          | 48        |
| 1.2.4. Καρβονυλικές ενώσεις.....                                          | 49        |
| 1.2.4.1. Ακεταλδεύδη.....                                                 | 50        |
| 1.2.4.2. Άλλες καρβονυλικές ενώσεις.....                                  | 51        |
| 1.2.4.3. Ακετάλες.....                                                    | 53        |
| 1.2.5. Εστέρες .....                                                      | 53        |
| 1.2.5.1. Οξικοί εστέρες-Οξικός αιθυλεστέρας.....                          | 54        |
| 1.2.5.2. Γαλακτικός αιθυλεστέρας.....                                     | 55        |
| 1.2.5.3. Άλλοι εστέρες.....                                               | 56        |
| 1.2.5.4. Λακτόνες.....                                                    | 57        |
| 1.2.6. Σάκχαρα.....                                                       | 57        |
| 1.2.7. Αζωτούχες ενώσεις.....                                             | 58        |
| 1.2.8. Ανόργανα συστατικά.....                                            | 58        |
| 1.2.9. Τερπένια.....                                                      | 58        |
| 1.2.10. Φαινολικά συστατικά.....                                          | 60        |
| 1.2.10.1. Φλαβονοειδείς φαινόλες.....                                     | 62        |
| 1.2.10.2. Μη φλαβονοειδείς φαινόλες.....                                  | 67        |
| 1.2.10.3. Τανίνες.....                                                    | 68        |
| 1.2.10.4. Στιλβένια.....                                                  | 72        |
| <b>1.3. ΟΡΓΑΝΟΛΗΠΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ.....</b>                                   | <b>73</b> |
| 1.3.1. Οπτικός έλεγχος.....                                               | 73        |
| 1.3.2. Έλεγχος αρώματος.....                                              | 74        |
| 1.3.3. Γευστικός έλεγχος.....                                             | 74        |
| <b>2. ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΚΑΙ ΣΤΟΧΟΙ ΤΗΣ ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗΣ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ.....</b>          | <b>76</b> |
| <b>3. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....</b>                                          | <b>79</b> |
| <b>3.1. ΥΛΙΚΑ.....</b>                                                    | <b>80</b> |
| 3.1.1. Είδη γλεύκους και χυμού ροδιού και παραγόμενα κρασιά.....          | 80        |
| 3.1.2. Αντιδραστήρια.....                                                 | 81        |
| 3.1.3. Μέθοδοι.....                                                       | 81        |
| 3.1.3.1. Μέθοδος οινοποίησης.....                                         | 82        |
| 3.1.3.2. Μέθοδος προσδιορισμού αλκοολικού τίτλου.....                     | 83        |
| 3.1.3.3. Μέθοδος προσδιορισμού πτητικής οξύτητας.....                     | 83        |
| 3.1.3.4. Ογκομετρικές μέθοδοι προσδιορισμού ολικής οξύτητας και ελεύθερου |           |

|                                                               |            |
|---------------------------------------------------------------|------------|
| θειώδους οξέος.....                                           | 83         |
| 3.1.3.5. Προσδιορισμός pH.....                                | 83         |
| 3.1.3.6. Προσδιορισμός ολικών φαινολικών συστατικών.....      | 83         |
| 3.1.3.7. Αντιοξειδωτική ικανότητα.....                        | 84         |
| 3.1.3.8. Προσδιορισμός πτητικών συστατικών.....               | 85         |
| 3.1.3.9. Γευσιγνωστικός έλεγχος.....                          | 89         |
| <b>4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....</b>                          | <b>90</b>  |
| <b>4.1. ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΒΑΣΙΚΩΝ ΧΗΜΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ.....</b>       | <b>91</b>  |
| 4.1.1. Γενικά.....                                            | 91         |
| 4.1.2. Αλκοολικός βαθμός.....                                 | 91         |
| 4.1.3. pH.....                                                | 96         |
| 4.1.4. Πτητική οξύτητα, ελεύθερο SO <sub>2</sub> .....        | 106        |
| 4.1.5. Ολική οξύτητα.....                                     | 113        |
| <b>4.2. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΟΛΙΚΩΝ ΦΑΙΝΟΛΩΝ .....</b>           | <b>124</b> |
| <b>4.3. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ.....</b> | <b>136</b> |
| <b>4.4. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΑΡΩΜΑΤΙΚΩΝ ΕΝΩΣΕΩΝ.....</b>             | <b>147</b> |
| 4.4.1. Ταυτοποίηση των αρωματικών ενώσεων.....                | 148        |
| 4.4.2. Ποσοτικός προσδιορισμός των αρωματικών ενώσεων.....    | 151        |
| 4.4.2.1. Αλκοόλες.....                                        | 160        |
| 4.4.2.2. Εστέρες.....                                         | 163        |
| <b>4.5. ΓΕΥΣΙΓΝΩΣΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΡΑΣΙΩΝ.....</b>               | <b>165</b> |
| <b>5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....</b>                                   | <b>173</b> |
| <b>6. ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....</b>                                       | <b>177</b> |
| <b>7. ABSTRACT.....</b>                                       | <b>179</b> |
| <b>8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</b>                                   | <b>181</b> |

## **1. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ**

## **1.1. ΤΟ ΚΡΑΣΙ**

### **1.1.1. Γενικά**

Το κρασί είναι το προϊόν αλκοολικής ζύμωσης του χυμού που παράγεται από την έκθλιψη και πίεση των σταφυλιών. Η παραγωγή του χυμού που ορίζεται και ως γλεύκος, γίνεται την στιγμή της βέλτιστης ωρίμανσης του σταφυλιού. Η ποιότητα του σταφυλιού είναι ο κυριότερος παράγοντας που θα καθορίσει τα χαρακτηριστικά του παραγόμενου κρασιού.

Ο μεγάλος αριθμός χημικών ενώσεων που απαντούν στο κρασί και οι διαφορετικές αναλογίες τους οφείλονται στις πολλές διαφορετικές ποικιλίες σταφυλιού, τις φυσικοχημικές διεργασίες που επιτελούνται και στους διαφορετικούς τρόπους οινοποίησης. Αυτοί είναι οι λόγοι της μεγάλης ποικιλίας κρασιών που απαντούν σε όλο τον κόσμο.

Σε κάποιες περιπτώσεις η πρώτη ύλη για την παρασκευή κρασιού είναι και άλλοι καρποί εκτός του σταφυλιού, όπως δαμάσκηνο, κέρασι, ρόδι, ρύζι.

Η οργανοληπτική και θρεπτική του αξία έκαναν το κρασί αναπόσπαστο μέρος της διατροφής για πολλούς λαούς ανά τους αιώνες. Ειδικότερα στον ελλαδικό χώρο, το κρασί μαζί με το σιτάρι και το λάδι αποτέλεσαν τη βάση της φημισμένης ελληνικής διατροφής.

### **1.1.2. Ιστορική αναδρομή**

Η καλλιέργεια της αμπέλου (γένος *Vitis*) και η παραγωγή κρασιού εμφανίζεται ήδη στους προϊστορικούς χρόνους. Υπάρχουν αρχαιολογικά ευρήματα στην Ασία και συγκεκριμένα νότια του Καυκάσου και της Κασπίας Θάλασσας όπου και πρωτοεμφανίζεται το είδος *Vitis Vinifera* με την τεράστια ποικιλία τύπων σταφυλιού οινοποίησης ([www.infowine.gr](http://www.infowine.gr)).

Στην Ελλάδα σύμφωνα με τη μυθολογία ο Δίας προφητεύει ότι ο γιος του, ο Διόνυσος, θα φέρει ένδοξο δώρο στους ανθρώπους την φυτεία της αμπέλου, με τον δροσερό, ευωδιαστό καρπό του φυτού που γιατρεύει τα πάντα. Ο χαρούμενος Διόνυσος (γνωστός και ως Βάκχος) θα είναι ο προστάτης του σταφυλιού που διώχνει την λύπη.

Οι πρώτοι κάτοικοι του ελλαδικού χώρου δεν γνώριζαν την τέχνη της οινοποίησης. Υπάρχουν ενδείξεις για την κατανάλωση κρασιού, εισαγόμενου από τη

Μικρά Ασία, τη Βαβυλωνία και την Αίγυπτο. Για την εισαγωγή κρασιού από την Ασία και την Αίγυπτο αρχικά και αργότερα την αμπελοκαλλιέργεια και την παραγωγή κρασιού στην Ελλάδα μαρτυρούν τα αρχαιολογικά ευρήματα, σχετικές αναφορές σε αρχαία κείμενα, σκεύη οικιακής χρήσης, αποθήκευσης και μεταφοράς του κρασιού και παραστάσεις σε αμφορείς, πίθους, αγγεία.

Κατά τους ιστορικούς χρόνους η αμπελοκαλλιέργεια και η παραγωγή κρασιού εξαπλώνονται σε όλη την Ελλάδα και υπάρχουν πολλές αναφορές από τους αρχαίους συγγραφείς. Ο Όμηρος χαρακτηρίζει «πολυστάφυλον» την Άρνη της Βοιωτίας και την Ιστιαία, «αμπελόεσσαν» την Επίδαυρο της Αργολίδας, «Πήδασον αμπελόεσσαν» τη Μεθώνη της Μεσσηνίας.

Οι αρχαιολογικές ανασκαφές έχουν δώσει στην περιοχή πλήθος ευρημάτων όπως αγγεία και νομίσματα με απεικονίσεις σχετικές με το αμπέλι και το κρασί, ήδη από τον 5<sup>ο</sup> π. Χ. αιώνα. Σε αρκετές πόλεις της Ανατολικής Στερεάς (σχήμα 1) και της Εύβοιας τέσσερις γιορτές, τα Λήναια, τα μικρά και μεγάλα Διονύσια και τα Ανθεστήρια, ήταν αφιερωμένες στον θεό Διόνυσο.

Τις αμπελουργικές εργασίες και την οινοποίηση στην αρχαιότητα, περιγράφουν ο Θεόφραστος στα έργα του «Φυτών Ιστορίαι», «Φυτών Αιτίαι», «περί Οσμών», ο Βιργίλιος στα «Γεωργικά», ο Πλίνιος, ο Κασσιανός Βάσσος στα «Γεωπονικά» και διάφοροι άλλοι.

Οι Αρχαίοι Έλληνες έπιναν το κρασί αναμειγνύοντάς το με νερό, σε αναλογία συνήθως 1:3 (ένα μέρος κρασιού προς τρία μέρη νερού). Διέθεταν ειδικά σκεύη τόσο για την ανάμειξη (κρατήρες) όσο και για την ψύξη του. Η πόση κρασιού που δεν είχε αναμειχθεί με νερό ("άκρατος οίνος") θεωρείτο βαρβαρότητα και συνηθιζόταν μόνο από αρρώστους ή κατά τη διάρκεια ταξιδιών ως τονωτικό. Διαδεδομένη ήταν ακόμα η κατανάλωση κρασιού με μέλι καθώς και η χρήση μυρωδικών. Η προσθήκη ασίνθου στο κρασί ήταν επίσης γνωστή μέθοδος (αποδίδεται στον Ιπποκράτη και αναφέρεται ως "Ιπποκράτειος Οίνος") όπως και η προσθήκη ρητίνης (Johnson, Hugh Johnson's Modern Encyclopedia Of Wine 1998).

Η καλλιέργεια της αμπέλου και η τέχνη της οινοποίησης συνεχίστηκαν και εξελίχθηκαν στην διάρκεια της ιστορίας.

Η συμβολή του χριστιανισμού θα είναι καταλυτική για την ιστορική συνέχεια του κρασιού στην Ελλάδα, αφού το αμπέλι διανθίζει –κυριολεκτικά– όλη την βυζαντινή τέχνη, τα μοναστήρια δραστηριοποιούνται αμπελοοινικά (Άγιον Όρος) και η Θεία Κοινωνία απαιτεί γλυκά κρασιά, από ονομαστές ποικιλίες, που εξακολουθούν

να παράγονται στα ελληνικά νησιά. Στο σχήμα 1 είναι εμφανή τμήματα λιθοδομής οινοτεχνικής μονάδας της βυζαντινής περιόδου στην περιοχή των Καμένων Βούρλων.



**Σχήμα 1.** Ερείπια οινοτεχνικής μονάδας της βυζαντινής περιόδου στην περιοχή των Καμένων Βούρλων

Στο νεοσύστατο ελληνικό κράτος η αμπελοκαλλιέργεια στην Ελλάδα καταλαμβάνει μεγάλο μέρος της καλλιεργήσιμης γης. Στις δεκαετίες που ακολούθησαν (1850 ως 1940) το ρεύμα της καλλιέργειας σταφιδαμπέλου επικράτησε σε μεγάλο μέρος της Επικράτειας (βόρεια και δυτική Πελοπόννησος και Ιόνια νησιά), ενώ στην Ανατολική Στερεά Ελλάδα γίνονται μικρά και σταθερά βήματα για την ποιοτική παραγωγή των κρασιών της. Γίνεται δε και η περιφέρεια με την μεγαλύτερη παραγωγή ρετσίνας (Μεσόγεια, Μέγαρα, Θήβα, Γιάλτρα, Χαλκίδα κ.α.).

Το 1860 εμφανίζεται στην Ευρώπη (Γαλλία) προερχόμενη από την Αμερική η φυλλοξήρα, κοινή ονομασία του ημίπτερου εντόμου *Daktulosphaira vitifoliae* ή *Viteus vitifoliae* ή *Phylloxera vitifoliae*, της οικογένειας των φυλλοξηριδών. Πρόκειται για πολύ σημαντικό παράσιτο του αμπελιού, το οποίο προσβάλλει τα φύλλα και τις ρίζες του φυτού. Καταστρέφει ουσιαστικά τον Γαλλικό αμπελώνα και

γύρω στα 1885 φτάνει στην Ελλάδα όπου προκαλεί ολική καταστροφή στους περισσότερους αμπελώνες της ηπειρωτικής Ελλάδας.

Στις αρχές του 20<sup>ου</sup> αιώνα η σταφιδική κρίση και οι συνεχείς πόλεμοι στον Ελλαδικό χώρο, οδήγησαν την αμπελοκαλλιέργεια στην αφάνεια, μέχρι την δεκαετία του 1950 όταν και άρχισε με αργά βήματα η ανάδειξη του ιστορικού ελληνικού αμπελώνα και η δημιουργία του σύγχρονου ελληνικού κρασιού. Ταυτόχρονα νομοθετούνται οι πρώτες ονομασίες προέλευσης κρασιών στην Ελλάδα (κρασιά Ο.Π.Α.Π.), στα πρότυπα της γαλλικής νομοθεσίας.

Τις τελευταίες δεκαετίες οι επενδύσεις στον αμπελοοινικό χώρο και η προώθηση της έρευνας έχουν βελτιώσει σημαντικά την θέση του ελληνικού κρασιού στην παγκόσμια αγορά.

### **1.1.3. Το αμπέλι**

#### **1.1.3.1. Γενικά**

Η άμπελος ανήκει στην οικογένεια των Αμπελίδων (Ampelidae, Vitaceae ή Ampelidaceae) και στο γένος *Vitis*. Το είδος *Vitis vinifera*, η *άμπελος* ή *οινοφόρος*, είναι η ονομαζόμενη, *Ευρωπαϊκή Άμπελος*. Είναι κληματώδης θάμνος, φυλλοβόλος, που αποτελείται από το ριζικό σύστημα, τον κορμό και τους βραχίονες οι οποίοι φέρουν τους βλαστούς στους οποίους θα αναπτυχθούν αρχικά οι ταξιανθίες οι οποίες θα δώσουν το σταφύλι ή βότρυ. Το σταφύλι αποτελείται από τις ράγες οι οποίες μετά την γονιμοποίηση αυξάνουν σε όγκο και ωριμάζουν. Παρουσιάζουν διάφορα σχήματα ανάλογα με την ποικιλία της αμπέλου, όπως σφαιροειδείς, ωοειδείς κ.λπ.

Η διάρκεια ζωής της αμπέλου ποικίλει, με τα εμβολιασμένα φυτά να έχουν διάρκεια παραγωγικής ζωής γύρω στα 30 χρόνια και τις αυτόρριζες ποικιλίες στα 70-80 χρόνια (Σταυρακάκης και συν. 2003).

Η άμπελος η οποία ονομάζεται και πρέμνο, μπορεί να μορφοποιηθεί σε διάφορα επιθυμητά σχήματα όπως κληματαριές, γραμμικά ή κυπελλοειδή. Οι βασικές ετήσιες καλλιεργητικές εργασίες αφορούν στο κλάδεμα, στην λίπανση, στο βλαστολόγημα, στο ξεφύλλισμα, στο κορφολόγημα, στους ψεκασμούς και στον τρυγητό.

#### **1.1.3.2. Ποικιλίες**

Ο αριθμός των καλλιεργούμενων ποικιλιών αμπέλου περιλαμβάνει περίπου 6.000 ποικιλίες. Η χώρα μας είναι από τις πλέον προνομιούχες στον παγκόσμιο αμπελοοινικό χάρτη όσον αφορά το πλήθος των γηγενών ποικιλιών σταφυλιού.

Έχουν καταγραφεί περισσότερες από 350, ενώ παράλληλα καλλιεργούνται και πολλές από τον διεθνή αμπελώνα.

Ανάλογα με τον προορισμό χρήσης της κάθε ποικιλίας διακρίνονται σε:

• Ποικιλίες για οινοποίηση • Ποικιλίες για επιτραπέζια χρήση • Ποικιλίες για σταφιδοποιία • Ποικιλίες που χρησιμοποιούνται ως υποκείμενα της ευρωπαϊκής αμπέλου για την αντιμετώπιση της φυλλοξήρας.

Οι ελληνικές ποικιλίες οινοποίησης ξεπερνούν τις 30 και η τάση για την αναβίωση της καλλιέργειας παλαιών και ξεχασμένων ποικιλιών είναι έντονη τα τελευταία χρόνια.

Στην παρούσα διατριβή μελετήθηκαν δύο ελληνικές και τέσσερις διεθνείς ποικιλίες οινοποίησης. Συγκεκριμένα οι ελληνικές ερυθρές ποικιλίες Ροδίτης, και Μοσχοφίλερο καθώς και οι διεθνείς ερυθρές ποικιλίες Syrah, Μοσχάτο Αμβούργου, Cabernet Sauvignon και Merlot.

**Ροδίτης:** Είναι πολύ παλιά ελληνική ποικιλία η οποία καλλιεργείται σε μεγάλες εκτάσεις στην Στερεά Ελλάδα και στην Πελοπόννησο. Είναι γνωστή με πολλές ονομασίες όπως Κοκκινοστάφυλο, Κανελλάτο, Ροδάρι κ.α. Παρουσιάζει μεγάλη γενετική παραλλακτικότητα ως αποτέλεσμα της επίδρασης διάφορων παραγόντων κατά την μακράιωνη καλλιέργειά της. Οι διάφοροι κλώνοι διαφέρουν σε μορφολογικά χαρακτηριστικά, στο μέγεθος του σταφυλιού και το χρώμα της ράγας που παραλλάσει από ερυθρό ως ελαφρά ερυθρό αλλά και πρασινωπό. Εμφανείς διαφορές υπάρχουν και στην περιεκτικότητα του χυμού σε σάκχαρα, οξέα, αρωματικά συστατικά κ.α. Ο κλώνος που είναι γνωστός με το όνομα «Αλεπού» παράγει μικρότερου μεγέθους και πιο έντονου ερυθρού χρώματος σταφύλια, δίνει γλεύκη με μεγαλύτερο ποσοστό σακχάρων και καλύτερα ποιοτικά χαρακτηριστικά (Κόρκας 1997).

Είναι ζωνηρή και πολύ παραγωγική ποικιλία με αποδόσεις που φτάνουν τα 2.000-2.500 kg/στρέμμα. Μορφοποιείται σε κυπελλοειδή και γραμμικά σχήματα, δέχεται κλάδεμα βραχύ με 2-3 μάτια ανά κεφαλή και φέρει συνήθως 2 σταφύλια ανά καρποφόρο βλαστό. Ευδοκίμει σε γόνιμα και αργιλοασβεστώδη εδάφη. Είναι ποικιλία ευαίσθητη στο ωίδιο, στον περονόσπορο και στις ιώσεις. Ευαισθησία παρουσιάζει και στην ανθόρροια.

Το σταφύλι είναι μεγάλου σχήματος, όπως και η ράγα η οποία έχει σχήμα σφαιρικό ως ωοειδές με 1-3 γίγαρτα (σχήμα 2). Ο φλοιός είναι μέτριου πάχους με μαλακή σάρκα, με πολύ χυμό και ευχάριστη γεύση. Η ωρίμανση γίνεται από τα μέσα

Σεπτεμβρίου στις πεδινές και νοτιότερες περιοχές έως τα μέσα Οκτωβρίου σε πιο ορεινές και βόρειες περιοχές.

Ο Ροδίτης χρησιμοποιείται τόσο για την παραγωγή μονοποικιλιακών κρασιών αλλά και στην συνοינוποίηση με άλλες ποικιλίες, δίνοντας σε κάθε περίπτωση αξιόλογα αποτελέσματα. Παρότι πρόκειται για ερυθρή ποικιλία τα παραγόμενα κρασιά είναι κατά κύριο λόγο λευκά καθώς ακολουθείται η διαδικασία της λευκής οινοποίησης. Η ποικιλία Ροδίτης δίνει το κρασί Ο.Π.Α.Π. “Πάτρα”, το κρασί Ο.Π.Α.Π. “Αγχίαλος” μαζί με Σαββατιανό, καθώς επίσης και το κρασί Ο.Π.Α.Π. “Πλαγιές Μελιτών” μαζί με Αθήρι και Ασύρτικο. Επίσης χρησιμοποιείται για την παραγωγή τοπικών κρασιών, επιτραπέζιων κρασιών αλλά και κρασιών με ονομασία κατά παράδοση “Ρετσίνα”.



**Σχήμα 2.** Σταφύλι της ποικιλίας "Ροδίτης"

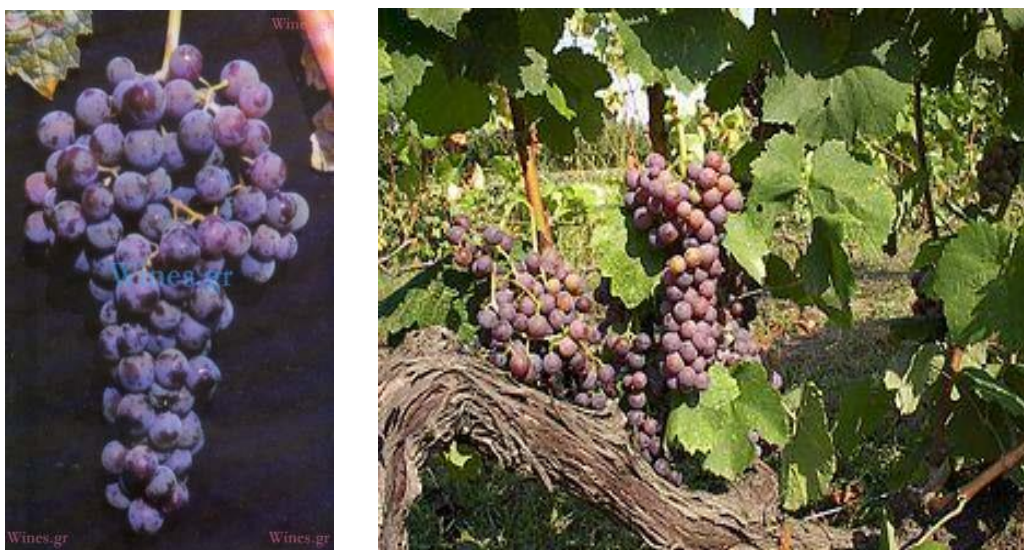
Από αμπελώνες που φύονται σε υψόμετρο και έχουν μικρές αποδόσεις ανά στρέμμα, μπορούν να παραχθούν ποιοτικά ξηρά κρασιά με λεπτά αρώματα που θυμίζουν αχλάδι, μήλο, ροδάκινο, λουλούδια του αγρού αλλά και να παλαιωθούν για λίγους μήνες σε δρύινα βαρέλια (Σταυρακάκης και συν. 2003).

**Μοσχοφίλερο:** Είναι ποικιλία που απαντάται στην νότια και νοτιοδυτική Ελλάδα με κέντρο καλλιέργειας την Μαντινεία στον νομό Αρκαδίας. Παρουσιάζει μεγάλη γενετική παραλλακτικότητα με πιο γνωστούς κλώνους το Μοσχοφίλερο ή Μαυροφίλερο, το Ξανθοφίλερο, το Ασπροφίλερο και το Κοκκινοφίλερο.

Είναι ποικιλία ιδιαίτερα ζωνρή και παραγωγική φτάνοντας σε απόδοση και τα 2.000 kg/στρέμμα. Ως ιδανικό σχήμα μόρφωσης έχει αποδειχθεί το αμφίπλευρο γραμμικό που δίνει ικανοποιητική παραγωγή χωρίς να μειώνει την ποιότητα. Δέχεται βραχύ κλάδεμα και οι καρποφόροι βλαστοί παράγουν 1-2 σταφύλια (Κόρκας 1997).

Το σταφύλι είναι μέτριου ως σχετικά μεγάλου μεγέθους, οι ράγες έχουν μέτριο μέγεθος, σχήμα σφαιρικό και χρώμα κατά βάση ερυθρωπό και ιώδες με σχετική ανομοιομορφία μεταξύ πιο ανοιχτών ως και σκούρων ερυθρών ραγών (σχήμα 3). Ο φλοιός είναι παχύς, πλούσιος σε τανίνες και η σάρκα είναι λευκή, μαλακή με γλυκιά γεύση και ευχάριστο, λεπτό άρωμα. Περιέχονται 1-2 γίγαρτα ανά ράγα. Η περιεκτικότητα σε σάκχαρα αλλά και σε οξέα είναι αξιοσημείωτη, ιδιαίτερα αν ελεγχθεί η παραγωγικότητά του. Είναι σχετικά ανθεκτική ποικιλία στον περονόσπορο αλλά αρκετά ευαίσθητη στο ωίδιο και στον βοτρυτή.

Είναι όψιμη ποικιλία με την ωρίμανση να γίνεται από τα μέσα Σεπτεμβρίου για τις νοτιότερες και πιο πεδινές περιοχές ως τις αρχές Οκτωβρίου για τις βορειότερες και πιο ορεινές περιοχές.



**Σχήμα 3.** Σταφύλι της ποικιλίας "Μοσχοφίλερο"

Η ερυθρή αυτή ποικιλία δίνει λευκά κρασιά με εφαρμογή της λευκής οينوποίησης σε χαμηλές θερμοκρασίες και με ιδιαίτερους χειρισμούς ώστε να παραχθούν κρασιά χωρίς τις ερυθρές χρωστικές του σταφυλιού.

Τις τελευταίες δεκαετίες έχει προβληθεί ως μία από τις σημαντικότερες ελληνικές ποικιλίες σε σχέση με το οينوποιητικό της δυναμικό κυρίως λόγω του

χαρακτηριστικού λεπτού και μοσχάτου αρώματος που έχουν τα παραγόμενα κρασιά. Κυριαρχούν τα αρώματα λουλουδιών με το χαρακτηριστικό άρωμα τριαντάφυλλου, ενώ συναντώνται και νότες λεμονιού, ροδάκινου ή και μπαχαρικών (Robinson 2006). Παράγονται πολύ αξιόλογα μονοποικιλιακά κρασιά που καταναλώνονται φρέσκα. Λόγω του έντονου αρώματός της χρησιμοποιείται συχνά σε «χαρμάνια» ώστε να βελτιώσει αρωματικά το τελικό μίγμα. Για παράδειγμα το Μοσχοφίλερο στο Πελοποννησιακό Τοπικό κρασί δίνει το άρωμα και ο Ροδίτης τη γεύση. Με την πάροδο του χρόνου μειώνεται η ένταση των αρωμάτων και μπορεί να εμφανιστεί μια ελαφρά ‘πικράδα’ στη γεύση.

Από το Μοσχοφίλερο παράγονται τα κρασιά Ο.Π.Α.Π. “Μαντινεία”, το Τοπικό Πελοποννησιακό κρασί, επιτραπέζια κρασιά αλλά και φυσικά αφρώδη κρασιά, λόγω της υψηλής οξύτητας που διατηρεί το γλεύκος. Τα παραγόμενα κρασιά δεν έχουν ιδιαίτερα υψηλές περιεκτικότητες σε αλκοολικούς βαθμούς ενώ αντίθετα η περιεκτικότητα σε οξέα είναι αρκετά υψηλή (Κοτίνης 1985).

**Syrah:** Πρόκειται για μία από τις πιο διαδεδομένες ποικιλίες του διεθνούς αμπελώνα η οποία καλλιεργείται από πολύ παλιά στην Γαλλία. Την καταγωγή της διεκδικούν και η περιοχή Shiraz της Περσίας καθώς και οι Συρακούσες της νότιας Ιταλίας όπου λέγεται επίσης ότι την μετέφεραν Έλληνες άποικοι. Εκτός από την Νότια Γαλλία (περιοχές Hermitage, Cote du Rone) όπου καλλιεργείται σε μεγάλες εκτάσεις, η ποικιλία Syrah απαντάται στην Ιταλία, αλλά και στον νέο οινικό κόσμο όπως στην Αυστραλία, στην Ν. Αφρική, στην Καλιφόρνια και στην Αργεντινή, αποτελώντας μία από τις βασικές τους ποικιλίες οινοποίησης.

Είναι ποικιλία ζωνρή και παραγωγική. Ως σχήμα μορφοποίησης έχει επικρατήσει το αμφίπλευρο γραμμικό το οποίο δίνει μεγαλύτερες αποδόσεις χωρίς να υστερεί σε παραγόμενη ποιότητα σταφυλιών. Κάθε καρποφόρος βλαστός φέρει συνήθως δύο σταφύλια, μετρίου μεγέθους, κυλινδρικά, μέτρια πυκνά. Η ράγα είναι μέτρια έως μικρή, ωοειδής (σχήμα 4). Η σάρκα είναι χυμώδης, με ουδέτερη ως γλυκιά, ευχάριστη γεύση και 2-4 γίγαρτα ανά ράγα.

Είναι σχετικά ευαίσθητη στην ξηρασία αλλά και στην υπερβολική υγρασία. Είναι αρκετά ανθεκτική στις κύριες ασθένειες της αμπέλου και έτσι παρουσιάζει μικρή ευαισθησία στο ωίδιο, στον περονόσπορο και στον βοτρυτή. Αυτοί οι παράγοντες σε συνάρτηση με την ποιότητα των παραγόμενων κρασιών δικαιολογούν την μεγάλη εξάπλωση της καλλιέργειάς της.

Η ποικιλία Syrah παρουσιάζει υψηλές αποδόσεις που μπορούν να φτάσουν τα 2.000 kg/στρέμμα. Όταν η απόδοση μειωθεί σε λιγότερο από 1.000 kg/στρέμμα, παράγονται ποιοτικά κρασιά με πλούσιο άρωμα, βαθύ κόκκινο χρώμα και υψηλούς αλκοολικούς βαθμούς. Το άρωμα των κρασιών είναι έντονο και σύνθετο, θυμίζει φραγκοστάφυλο, δαμάσκηνο, πιπέρι, βότανα, καπνό και εξελίσσεται με την παλαίωση.



**Σχήμα 4.** Σταφύλι της ποικιλίας "Syrah"

Αξιοποιείται στην παραγωγή τοπικών και επιτραπέζιων μονοποικιλιακών κρασιών αλλά και με συνοינוποίηση με άλλες ερυθρές ποικιλίες όπως Carignan και Grenache. Συμμετέχει επίσης στην παραγωγή του κρασιού Ο.Π.Α.Π. “Μεσενικόλα” με τις ποικιλίες Μαύρο Μεσενικόλα (70%) και τις ποικιλίες Carignan και Syrah (30%). Συνιστάται επίσης ως βελτιωτική ποικιλία και σε συνοינוποίηση με άλλες ερυθρές ποικιλίες όπως το Ξυνόμαυρο (Κόρκας 1997).

**Μοσχάτο Αμβούργου (Muscat de Hamburg):** Πρόκειται για μία πολυδύναμη ποικιλία τριπλής χρήσης, της οποίας τα σταφύλια χρησιμοποιούνται είτε ως επιτραπέζια είτε για την παραγωγή κρασιών είτε για την παραγωγή αποσταγμάτων. Η προέλευσή της είναι άγνωστη με κάποιους να υποστηρίζουν ότι προέρχεται από την Αγγλία. Πιθανολογείται ότι προήλθε από τις ποικιλίες Μοσχάτο Αλεξανδρείας και Frankenthal. Είναι διεθνής ποικιλία καθώς έχει εξαπλωθεί σε όλο τον γνωστό οινικό κόσμο. Στις χώρες της πρώην Γιουγκοσλαβίας και στο Ισραήλ αποτελεί μία από τις 3-4 βασικές ποικιλίες καλλιέργειας. Σε μεγάλες εκτάσεις

καλλιεργείται και στην Ιταλία, στην Γαλλία αλλά και βορειότερα όπως στην Ολλανδία, στην Γερμανία, στην Ουγγαρία στην Ρωσία καθώς και σε θερμοκήπια στην Αγγλία. Έχει επεκταθεί και στις νέες οινικές χώρες όπως στην Αργεντινή (Κόρκας 1997).

Στον Ελληνικό χώρο το Μοσχάτο Αμβούργου απαντάται σε διάφορες περιοχές, κυρίως όμως καλλιεργείται γύρω από τον Τύρναβο αλλά και στην υπόλοιπη Θεσσαλία. Καταλαμβάνει την δεύτερη θέση στην παραγωγή επιτραπέζιων σταφυλιών στην χώρα μας.

Είναι ποικιλία μέτρια ζωνηρή και πολύ παραγωγική με αποδόσεις που ξεπερνούν και τα 2.000 Kg/στρέμμα. Κάθε βλαστός παράγει συνήθως δύο σταφύλια. Μορφώνεται σε κυπελλοειδές ή σε μονόπλευρο-αμφίπλευρο γραμμικό σχήμα και δέχεται βραχύ κλάδεμα. Έχει μεγάλη ικανότητα προσαρμογής αλλά προτιμά εδάφη γόνιμα, ζεστά, βαθιά, δροσερά, αρδευόμενα για να αναπτύξει στο μέγιστο τα οργανοληπτικά της χαρακτηριστικά.

Το σταφύλι είναι μεγάλου μεγέθους, κωνικό, συχνά πτερυγωτό και μέτριας πυκνότητας. Οι ράγες είναι μεγάλες με βαθύ μπλε ή μαύρο χρώμα (σχήμα 5). Η σάρκα είναι χυμώδης με γλυκιά γεύση και ευχάριστο, έντονο μοσχάτο άρωμα. Διαθέτει 1-3 γίγαρτα ανά ράγα (Σταυρακάκης και συν. 2003).



**Σχήμα 5.** Σταφύλι της ποικιλίας "Μοσχάτο Αμβούργου"

Είναι ποικιλία μέτρια ανθεκτική στον περονόσπορο και στο ωίδιο αλλά είναι ευαίσθητη στην ανθόρροια.

Το έντονα αρωματικό, μοσχάτο άρωμα είναι αυτό που χαρακτηρίζει τα παραγόμενα κρασιά από Μοσχάτο Αμβούργου. Οι μαλακές τανίνες σε συνδυασμό με

το αρωματικό τους δυναμικό οδηγούν τους οινοποιούς σε δημιουργία ροζέ κρασιών μετά από περιορισμένη εκχύλιση 1-2 ημερών. Παρόλα αυτά παράγονται και πιο ερυθρά κρασιά αλλά και λευκά τα οποία έχουν πιο απαλό και λεπτό άρωμα. Η χαμηλή οξύτητα του σταφυλιού δεν βοηθάει στην παλαίωση των κρασιών από Μοσχάτο Αμβούργου γι αυτό και καταναλώνονται κυρίως ως φρέσκα κρασιά. Ταυτόχρονα όμως αποτελεί άριστη πρώτη ύλη για συνοινοποίηση με άλλες ποικιλίες όπως Ροδίτης, Σαββατιανό αλλά και ερυθρές ποικιλίες όπως Syrah καθώς βελτιώνει το άρωμα των παραγόμενων κρασιών. Στο εμπόριο απαντούν επιτραπέζια και τοπικά κρασιά από την ποικιλία Μοσχάτο Αμβούργου ή από συνοινοποίησή του με άλλες ποικιλίες.

Το άρωμα του σταφυλιού του Μοσχάτου Αμβούργου είναι η αιτία της εκτεταμένης του χρήσης σε αποστάγματα όπως το τσίπουρο αφού οι πτητικές αρωματικές ενώσεις των ζυμωμένων σταφυλιών μεταφέρονται στο απόσταγμα.

**Cabernet sauvignon:** Μία από τις πιο γνωστές και αξιόλογες ποικιλίες αμπέλου παγκοσμίως. Ταυτόχρονα πολύ διαδεδομένη στην Ελλάδα. Η σπουδαία αυτή ποικιλία του Μπορντώ έχει δημιουργήσει σπουδαία κρασιά και σε άλλες περιοχές της υφελίου όπως στην Καλιφόρνια, Χιλή, Αργεντινή, Αυστραλία κ.α. Στην χώρα μας οι πρώτες περιοχές στις οποίες η καλλιέργειά της έδωσε καλά αποτελέσματα ήταν η Χαλκιδική, το Μέτσοβο, η Κορινθία και η Μεσσηνία.

Πρόκειται για ποικιλία ζωνρή, μέτριας παραγωγικότητας η οποία μορφώνεται σε απλά ή διπλά γραμμοειδή σχήματα. Δεν έχει ιδιαίτερες απαιτήσεις εδάφους αλλά της ταιριάζουν βαθιά εδάφη μέτριας γονιμότητας,

Η παραγωγή ποιοτικών κρασιών από Cabernet sauvignon προϋποθέτει η παραγωγικότητα να μην ξεπερνά τα 1.000 Kg/στρέμμα. Κάθε βλαστός δίνει συνήθως δύο σταφύλια τα οποία είναι κυλινδρικά και έχουν μικρό μέγεθος (σχήμα 6). Οι ράγες είναι μικρού μεγέθους, σφαιρικές με χονδρό φλοιό, βαθύ μπλε χρώμα, πλούσιες σε τανίνες και σάρκα με γλυκιά και χορτώδη γεύση. Περιέχει 2-3 γίγαρτα ανά ράγα. Δέχεται μακρό κλάδεμα και παρουσιάζει ευαισθησία στον περονόσπορο και στο οίδιο αλλά είναι ανθεκτική στον βοτρυτή (Σταυρακάκης και συν. 2003).

Το παραγόμενο γλεύκος περιέχει μεγάλη περιεκτικότητα σε σάκχαρα και καλή οξύτητα. Επιδέχεται μεγάλη διάρκεια εκχύλισης ώστε να αυξηθεί σημαντικά το ποσοστό σε τανίνες και να σταθεροποιηθεί το σκούρο κόκκινο χρώμα των παραγόμενων κρασιών. Το πολυφαινολικό δυναμικό της ποικιλίας είναι ανώτερο από των περισσότερων άλλων ποικιλιών. Το αρωματικό δυναμικό που εμφανίζεται όχι

μόνο από τα πρωτογενή αρώματα του γλεύκους αλλά και κατά την διάρκεια της αλκοολικής ζύμωσης και της παλαίωσης χαρακτηρίζεται από αρώματα κόκκινων φρούτων, δυόσμου ή κέδρου. Η ένταση και η πολυπλοκότητά του είναι σε πολλές περιπτώσεις τέτοια που σε συνδυασμό με την γεμάτη «σώμα», τανική γεύση του δημιουργεί κρασιά υψηλής ποιότητας.



**Σχήμα 6.** Σταφύλι της ποικιλίας " Cabernet sauvignon"

Στην χώρα μας παράγονται πολλά μονοποικιλιακά επιτραπέζια και τοπικά κρασιά από Cabernet sauvignon αλλά και με συνοينوποίηση με άλλες ερυθρές ποικιλίες, διεθνείς ή ελληνικές, σε διάφορες αναλογίες. Ακόμη, δίνει το κρασί Ο.Π.Α.Π. «Πλαγιές Μελιτών», κρασί ερυθρό ξηρό από συνοينوποίηση Cabernet sauvignon, Cabernet franc (30%) και Λημνιό (70%).

**Merlot:** Μία ακόμη φημισμένη διεθνής ποικιλία με καταγωγή από το Μπορντώ της Γαλλίας. Είναι διαδεδομένη στις περισσότερες οινοπαραγωγικές χώρες, στην Ευρώπη αλλά και στην Νότια Αμερική, στην Νέα Ζηλανδία και στην Καλιφόρνια. Στην Ελλάδα έχει εξαπλωθεί η καλλιέργειά της σε πολλές περιοχές λόγω της ποιότητας των παραγόμενων κρασιών.

Είναι ποικιλία ζωηρή και μέτρια παραγωγική αλλά πιο παραγωγική από το Cabernet sauvignon. Μορφώνεται σε κυπελλοειδές ή αμφίπλευρο γραμμικό σχήμα. Οι παραγωγικοί βλαστοί δίνουν συνήθως 2 σταφύλια. Είναι ποικιλία ευαίσθητη στην ξηρασία. Προτιμά εδάφη βαθιά, αργιλώδη, με υγρασία. Είναι ευαίσθητη στο οίδιο και στον βοτρυτή και σχετικά ανθεκτική στον περονόσπορο.

Το σταφύλι είναι μικρού ως μέτριου μεγέθους, κυλινδρικό, μέτρια πυκνό. Η ράγα είναι μικρού μεγέθους, κυλινδρική, με βαθύ μπλε-μωβ χρώμα, πλούσια σε τανίνες (σχήμα 7). Η σάρκα είναι πλούσια σε χυμό και γλυκιά (Σταυρακάκης και συν. 2003).



**Σχήμα 7.** Σταφύλι της ποικιλίας "Merlot"

Κατά την ερυθρή οινοποίηση χρησιμοποιείται μακρά εκχύλιση ώστε να αποκτηθεί γλεύκος πλούσιο σε τανίνες και να σταθεροποιηθεί το χρώμα.

Τα παραγόμενα κρασιά από Merlot έχουν έντονο και πολύπλοκο άρωμα από κόκκινα φρούτα, βότανα όπως μέντα και βαθύ κόκκινο χρώμα. Επιδέχεται μακρόχρονη παλαίωση ιδίως όταν η παραγωγή διατηρηθεί σε χαμηλά επίπεδα.

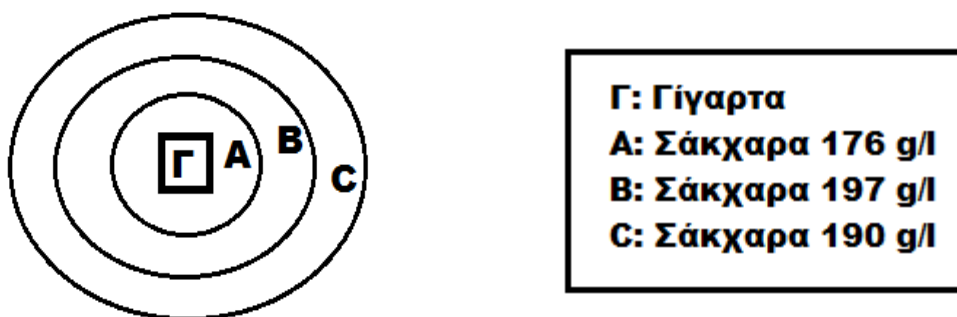
Στην Γαλλία και ιδιαίτερα στην περιοχή του Μπορντώ, συμμετέχει στην δημιουργία ονομαστών κρασιών. Στην Ελλάδα απαντά σε αρκετές περιοχές της Μακεδονίας αλλά και νοτιότερα στην Αττική και στην Πελοπόννησο. Αξιοποιείται στην παραγωγή κυρίως μονοποικιλιακών ερυθρών ξηρών κρασιών, τοπικών ή επιτραπέζιων. Σε κάποιες περιπτώσεις συμμετέχει σε συνοινοποίηση με το Cabernet sauvignon ή άλλες ερυθρές ποικιλίες.

#### **1.1.3.3. Χημική σύσταση γλεύκους**

Το γλεύκος, είναι από χημικής άποψης υδατικό διάλυμα διάφορων ουσιών, οργανικών και ανόργανων. Τα κυριότερα συστατικά είναι σάκχαρα, οργανικά οξέα,

πολυσακχαρίτες, φαινολικές ενώσεις, αζωτούχες ενώσεις, αρωματικές ενώσεις, βιταμίνες, ανόργανες ουσίες κ. α.

**Σάκχαρα:** Η συσσώρευση σακχάρων στην ράγα του σταφυλιού είναι αποτέλεσμα του πλεονάσματος της διατροφής των γιγάρτων που αποτελούν τα όργανα αναπαραγωγής του φυτού. Στο πρώτο στάδιο ωρίμανσης όταν τα σταφύλια είναι ακόμη πράσινα, η περιεκτικότητα σε σάκχαρα είναι 10-15 g/Kg σταφυλιών. Στην πλήρη ωρίμανση φτάνει γύρω στα 200 g/Kg. Η περιεκτικότητα σε σάκχαρα ποικίλει ανάλογα με την ποικιλία και το βαθμό ωρίμανσης. Οι ράγες που βρίσκονται πιο κοντά στον βλαστό είναι πιο πλούσιες σε σάκχαρα. Η κατανομή των σακχάρων μέσα στην ράγα είναι επίσης διαφορετική. Η περιοχή κοντά στα γίγαρτα έχει την μικρότερη περιεκτικότητα, ενώ το μεσαίο στρώμα περιέχει την μεγαλύτερη (σχήμα 8).



**Σχήμα 8:** Ενδεικτική κατανομή των σακχάρων στη ράγα

Τα ώριμα σταφύλια περιέχουν κυρίως τα σάκχαρα γλυκόζη και φρουκτόζη σε ίσες περίπου ποσότητες. Η αναλογία αυτή μεταβάλλεται κατά την αλκοολική ζύμωση με αποτέλεσμα κατά το τέλος της αλκοολικής ζύμωσης να υπερτερεί η φρουκτόζη στο σύνολο των υπολειμματικών σακχάρων. Αυτό είναι αποτέλεσμα της μεγαλύτερης προτίμησης των μυκήτων να ζυμώσουν την γλυκόζη (Τσακίρης 1998).

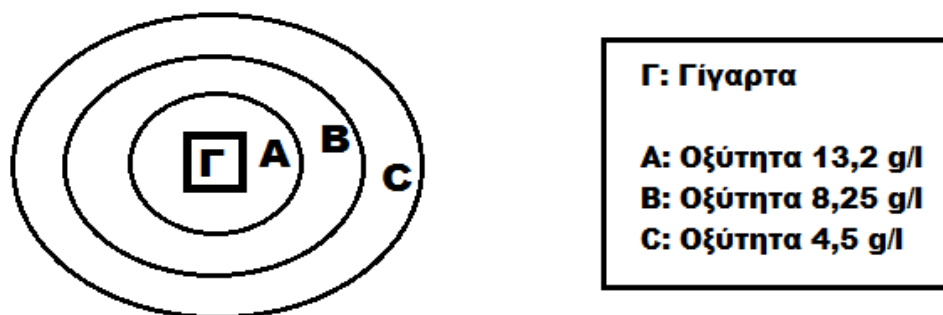
Στο γλεύκος υπάρχουν ακόμη μικρές συγκεντρώσεις D-γαλακτόζης της τάξης των 100 mg/l, διάφορες πεντόζες με κύρια την αραβινόζη αλλά και σακχαρόζη σε ποσότητες 2-5 g/l. Η σακχαρόζη από τις πρώτες ημέρες της αλκοολικής ζύμωσης υδρολύεται και μετατρέπεται σε γλυκόζη και φρουκτόζη.

**Οξέα:** Στο γλεύκος περιέχονται ανόργανα και οργανικά οξέα και ποσότητες βάσεων οι οποίες εξουδετερώνουν τα ισχυρότερα ανόργανα οξέα και κάποιο ποσοστό

των οργανικών οξέων. Το σύνολο των ελεύθερων οργανικών οξέων αποτελεί την ολική οξύτητα του γλεύκους και εξηγεί τον όξινο χαρακτήρα του.

Κατά την πρώτη περίοδο ανάπτυξης της ράγας η συγκέντρωση των οξέων αυξάνει ως τα 20 g/Kg σταφυλιού. Κατά την περίοδο της αλλαγής χρώματος και της έναρξης ωρίμανσης, η συγκέντρωση των οξέων αρχίζει να μειώνεται και η μείωση συνεχίζεται σε όλη την διάρκεια της ωρίμανσης και της υπερωρίμανσης. Η κατανομή των οξέων στη ράγα είναι μεγαλύτερη κοντά στα γίγαρτα, σε αντίθεση με την περιεκτικότητα σε σάκχαρα (σχήμα 9).

Τα κυριότερα οξέα που απαντούν στο σταφύλι είναι το τρυγικό, το μηλικό και το κιτρικό οξύ. Τα οξέα αυτά σχηματίζονται στις ρίζες και τα φύλλα. Η θερμοκρασία του περιβάλλοντος κατά την διάρκεια της ωρίμανσης επηρεάζει την οξύτητα. Σε θερμοκρασίες μεγαλύτερες των 30 °C το τρυγικό και το μηλικό οξύ μειώνονται, ενώ στους 20-30 °C μειώνεται μόνο το μηλικό οξύ. Στα πρώτα στάδια ανάπτυξης της ράγας το μηλικό οξύ απαντά σε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις από το τρυγικό αλλά κατά τα τελικά στάδια της ωρίμανσης το τρυγικό οξύ απαντά σε μεγαλύτερη αναλογία. Το κιτρικό οξύ έχει μικρότερη περιεκτικότητα από τα προηγούμενα δύο οξέα στην ράγα και στο παραγόμενο γλεύκος. Η συγκέντρωσή του δεν αλλάζει κατά την περίοδο της ωρίμανσης (Τσακίρης 1998).



**Σχήμα 9:** Ενδεικτική κατανομή της οξύτητας στη ράγα

Η βέλτιστη ποιότητα του παραγόμενου γλεύκους επιτυγχάνεται όταν υπάρχει ισορροπία μεταξύ σακχάρων και οξέων. Είναι η χρονική στιγμή που πρέπει να αρχίσει ο τρύγος. Ένας ενδεικτικός υπολογισμός της ισορροπίας αυτής γίνεται με τον τύπο: Σάκχαρα (g/l) : Οξύτητα (g/l) > 35 (Βαγιάνος 1986).

**Ανόργανα συστατικά:** Τα ανόργανα συστατικά του σταφυλιού μεταφέρονται από το έδαφος με το ριζικό σύστημα του πρέμνου. Υπάρχει μεγάλος αριθμός ανόργανων συστατικών όπως τα κατιόντα K, Na, Ca, Fe, Mg, Mn, Cu, Al, Mo και ανιόντα όπως Cl, F, Br, I, S, N, P. Κάποια από αυτά έχουν μεγάλη σημασία στην ανάπτυξη του φυτού και στην ωρίμανση του σταφυλιού. Αναφέρονται και ως θρεπτικά στοιχεία καθώς συμμετέχουν ως δομικά υλικά στις οργανικές ενώσεις των κυττάρων, ενεργοποιούν ένζυμα και συμμετέχουν στη δομή τους, καταλύουν αντιδράσεις κ.λπ.

Το κάλιο με την μορφή του οξειδίου του αποτελεί το 50% του συνόλου των ανόργανων ιόντων, βρίσκεται κατά το 80% στην περιφέρεια της ράγας. Ρυθμίζει διεργασίες όπως την ενεργοποίηση των ενζύμων, την λειτουργία των στοματίων των φύλλων και την μεταφορά των υδατανθράκων. Αποφασιστικός είναι ο ρόλος του στην ωρίμανση των σταφυλιών και έλλειψή του προκαλεί μειωμένη και καθυστερημένη ωρίμανση.

Το άζωτο απαντά με την μορφή αμμωνιακών ιόντων και βοηθά στην ομαλή εξέλιξη της αλκοολικής ζύμωσης. Τα αμινοξέα και οι πρωτεΐνες είναι μία ακόμη πηγή αζώτου. Συνήθως στις διάφορες ποικιλίες η περιεκτικότητα σε οξέα είναι ανάλογη με αυτή των αμινοξέων. Η έλλειψη αζώτου δημιουργεί μειωμένη ανάπτυξη του φυτού. Αυτός είναι ο λόγος που χρησιμοποιούνται αζωτούχα λιπάσματα για την επαρκή τροφοδοσία του πρέμνου. Η υπερβολική ποσότητα αζώτου δημιουργεί μεγάλη αύξηση της βλάστησης με αποτέλεσμα την μείωση της γονιμότητας των λανθανόντων οφθαλμών.

**Φαινολικές ενώσεις:** Στο σταφύλι απαντούν φαινολικές ενώσεις όπως ανθοκυάνες, τανίνες, φαινολικά οξέα και φλαβόνες. Είναι σημαντικά ποιοτικά χαρακτηριστικά αφού επηρεάζουν άμεσα το χρώμα και την γεύση του σταφυλιού αλλά και των παραγόμενων κρασιών.

Οι ανθοκυάνες εμφανίζονται κατά την περίοδο έναρξης της ωρίμανσης και καθορίζουν το ερυθρό χρώμα της ράγας. Αυξάνονται κατά την περίοδο της ωρίμανσης. Οι τανίνες δίνουν την χαρακτηριστική στυφή γεύση πολλών σταφυλιών. Στον φλοιό η περιεκτικότητά τους είναι σταθερή κατά την ωρίμανση. Τανίνες απαντούν και στα γίγαρτα.

#### **1.1.4. Η ροδιά**

##### **1.1.4.1. Γενικά**

Είναι δενδρώδες φυτό του γένους *Punica* της οικογένειας *Punicaceae*. Ανήκει στην τάξη μυρτώδη (*Myrtales*). Το γένος *Punica* περιλαμβάνει δύο είδη, με σημαντικότερο την *Punica granatum*. Κατάγεται από την Νοτιοδυτική Ασία.

Καλλιεργείται κυρίως για τους καρπούς της οι οποίοι χρησιμοποιούνται συνήθως ως φρούτα. Από τα ρόδια, παρασκευάζονται ακόμη χυμοί και σιρόπια (γρεναδίνη). Οι νάνες και διπλανθείς ποικιλίες ροδιάς καλλιεργούνται επίσης και για καλλωπιστικούς σκοπούς.



**Σχήμα 10:** Ροδιά ανθισμένη

Στην αρχαία ελληνική γραμματεία αναφέρεται ως ροϊά στον Όμηρο, ενώ σύμφωνα με τον Ησίοδο «η ροϊά εφύει εκ του αίματος του Διονύσου». Σίδη και σίδα αναφέρεται από τους Βοιωτούς και τους Κρήτες στην αρχαιότητα, με την ονομασία αυτή να ανάγεται στην εποχή των Προελλήνων Πελασγών (Στυλιανίδης και συν. 2009).

Η καλλιέργειά της απαντά σε όλο τον κόσμο. Οι μεγαλύτερες παραγωγοί χώρες είναι η Ινδία με 1.200.000 τόνους, το Ιράν με 650.000 τόνους και οι Η.Π.Α. με 100.000 τόνους (Τζουραμάνη και συν. 2008). Στην Ελλάδα η καλλιέργεια της ροδιάς ήταν περιορισμένη και διάσπαρτη, με μόνη παραδοσιακή περιοχή καλλιέργειας την Ερμιόνη Αργολίδας. Τα περίπου 700 στρέμματα που συνολικά καλλιεργούνταν ως το 2005 σε όλη τη χώρα, αυξήθηκαν ως το 2009 σε 6.000 στρέμματα.

Η ροδιά είναι ανθεκτική σε χαμηλές θερμοκρασίες αλλά ευδοκιμεί περισσότερο σε πιο θερμές περιοχές. Παρουσιάζει μεγάλη προσαρμοστικότητα σε διάφορα εδάφη ακόμη και σε αλατούχα, υφάλμυρα εδάφη. Είναι ανθεκτική στην ξηρασία. Προκειμένου όμως να δώσει ποιοτικούς καρπούς και ικανοποιητική παραγωγή, χρειάζεται πλούσια, βαθιά αμμοαργιλώδη εδάφη, δροσερά και ποτιστικά.

Είναι φυλλοβόλο δένδρο ή και θάμνος, με γρήγορη ανάπτυξη και ύψος που μπορεί να φτάσει τα 5-8 μέτρα. Ο κορμός της διακλαδίζεται χαμηλά και δημιουργεί πυκνή κόμη από νεαρούς κλάδους μεγάλου μήκους και λεπτούς. Τα φύλλα είναι αντίθετα, μικρά, λογχοειδή, στην αρχή κοκκινωπά, αργότερα γίνονται λεία πράσινα και γυαλιστερά. Τα άνθη είναι μεγάλα, μονήρη, συνήθως κόκκινα και σπανιότερα λευκά. Εμφανίζονται μετά τα φύλλα στο τέλος της άνοιξης από τον Μάιο μέχρι τον Ιούνιο (Σχήμα 10). Οι καρποί (τα ρόδια) σχηματίζονται στην κορυφή των ετήσιων κλάδων. Ωριμάζουν από τον Σεπτέμβριο ως τον Οκτώβριο. Έχει αξιολογή καρποφορία από τον 3ο με 4ο χρόνο.

Τα ρόδια έχουν μεγάλο μέγεθος και σχήμα σχεδόν σφαιρικό με βάρος 200-500 g. Φέρουν στην κορυφή τους τον κάλυκα, που μοιάζει με μικρό οδοντωτό χωνί. Ο φλοιός κατά την ωρίμανση είναι κοκκινοπράσινος ή βιολετί. Εσωτερικά, ο καρπός χωρίζεται σε 9 συνήθως χώρους, με παχιά, λευκά τοιχώματα, πάνω στα όποια προσφύονται τα πολυάριθμα σπέρματα (σπόροι), με σκληρό, ημιξυλώδη πυρήνα (γίγαρτο), που περιβάλλεται από σάρκα (ρόγα) ρόδινου ή ερυθρού χρώματος ανάλογα με την ποικιλία. Οι ρόγες σκεπάζονται ομαδικά από πάνω, με λευκή ή λευκοκίτρινη λεπτή μεμβράνη. Οι εσωτερικές μεμβράνες και ο φλοιός δεν τρώγονται λόγω της υψηλής περιεκτικότητάς τους σε τανίνες (Σχήμα 11).



**Σχήμα 11:** Το ρόδι και το εσωτερικό του

Η ροδιά δεν προσβάλλεται εύκολα από ασθένειες. Το μεγαλύτερο πρόβλημα είναι οι διάφορες σήψεις (*Sclerotinia spp.* κ.α.) οι οποίες εμφανίζονται στους ώριμους καρπούς πάνω στα δένδρα όταν αυτοί είναι μωλωπισμένοι ή πληγωμένοι και οι σήψεις και μούχλες (*Penicillium spp.*) κατά την αποθήκευση τέτοιων καρπών. Ο ώριμος καρπός πολλών ποικιλιών εμφανίζει σχισίματα μετά από βροχοπτώσεις. Αυτό αποτελεί σοβαρό πρόβλημα για τους καλλιεργητές αφού η συνήθης περίοδος ωρίμανσης είναι το φθινόπωρο.

Τα διάφορα μέρη της ροδιάς όπως τα φύλλα, τα άνθη και φυσικά ο καρπός, χρησιμοποιούνται για την παραγωγή πολλών προϊόντων όπως συσκευασμένοι χυμοί και καρποί, σιρόπι, ξύδι, μαρμελάδα, έλαιο από τα σπέρματα, αποξηραμένοι σπόροι, σκόνη, συμπληρώματα διατροφής, μπάρες δημητριακών, μαύρο τσάι, μπισκότα. Επίσης το ρόδι απαντά μαζί με άλλα προϊόντα σε ποτά, φαρμακευτικά προϊόντα και καλλυντικά.

Στην φαρμακευτική χρησιμοποιούνται οι καρποί της ροδιάς, αλλά και οι σπόροι της, ο φλοιός και τα άνθη της. Παραδοσιακά η ροδιά χρησιμοποιείται για την αντιμετώπιση των γαστρεντερικών παθήσεων, του πυρετού και προσβολών από τα παράσιτα. Τα τελευταία χρόνια η ροδιά είναι αντικείμενο επιστημονικής έρευνας, επειδή θεωρείται ως ένας προστατευτικός παράγοντας έναντι των καρδιοαγγειακών νοσημάτων και του καρκίνου. Το άνθος της ροδιάς χρησιμοποιούνταν εναντίον του δηλητηρίου του σκορπιού, την ακατάσχετη εμμηνόρροια, τις αιμορραγίες, τη δυσεντερία, τη διάρροια και γενικά ως παυσίπονο.

Στο Ιράν τα άνθη της ροδιάς χρησιμοποιούνται ακόμη και σήμερα για την αντιμετώπιση του διαβήτη. Ο χυμός του ροδιού, έχει πολύ ισχυρές αντιοξειδωτικές ιδιότητες που οφείλονται στην υψηλή περιεκτικότητά του σε ανθοκυάνες και τανίνες. Οι αντιοξειδωτικές ιδιότητες των πολυφαινολών της ροδιάς επιδρούν επίσης θετικά

στην επιβράδυνση της εγκεφαλικής γήρανσης. Έχει ακόμη αναφερθεί η ευεργετική του δράση σε προβλήματα δυσλειτουργίας στύσης ([medlabgr.blogspot.com](http://medlabgr.blogspot.com)).

Το περικάρπιο των καρπών της ροδιάς περιέχει πολυφαινολικές ενώσεις κίτρινου χρώματος που χρησιμοποιούνται στη βαφική. Επίσης χρησιμοποιείται από την παραδοσιακή ιατρική για την αντιμετώπιση διαρροιών, ελκών, στοματίτιδων κλπ.

Τα παραπάνω δείχνουν την μεγάλη αξία της ροδιάς η οποία μόνο την τελευταία δεκαετία αναγνωρίστηκε σε μεγαλύτερη έκταση.

#### **1.1.4.2. Ποικιλίες**

Υπάρχουν πολλές ποικιλίες ροδιάς. Έχουν πιστοποιηθεί περισσότερες από 500 ποικιλίες ανά τον κόσμο (Stover and Mercure 2007).

Οι ποικιλίες της ροδιάς, ανάλογα με την περιεκτικότητα του χυμού τους σε οξέα διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες: γλυκές ποικιλίες με περιεκτικότητα σε οξέα μικρότερη από 0,9%, ημίγλυκες ποικιλίες με περιεκτικότητα σε οξέα μεταξύ 0,9% και 1,8% και ξινές ποικιλίες με περιεκτικότητα σε οξέα μεγαλύτερη από 1,8% (Δρογούδη και συν. 2009).

Από τις γλυκές ποικιλίες οι καρποί χρησιμοποιούνται κυρίως ως επιτραπέζιοι αφού οι σπόροι είναι γευστικοί, γλυκοί και με μεγάλη θρεπτική αξία. Στις λιγότερο γλυκές ποικιλίες οι καρποί χρησιμεύουν για την παραγωγή χυμών ή την παρασκευή άλλων προϊόντων.

Άλλος τρόπος ταξινόμησης των ποικιλιών είναι η χώρα προέλευσης. Ενδεικτικά αναφέρονται οι βασικότερες ποικιλίες οι οποίες απαντούν στις κυριότερες χώρες καλλιέργειας.

**Ποικιλίες Ινδίας:** 1. Alandi 2. Bedana 3. Dholka 4. Ganesh 5. Kandhari.

**Ποικιλίες Η.Π.Α.** 1. Grenada 2. Sweet 3. Spanish Rudy 4. Early Wonderful 5. Eversweet 6. Wonderful.

**Ποικιλίες Τουρκίας:** 1. Ak Anar 2. Tchercherdekis 3. Kyzyl Anar

**Ποικιλίες Κίνας:** 1. Mudanhua 2. Hongmanaozi 3. Taihanghong 4. Yushiliu.

**Ποικιλίες Ισραήλ:** 1. Ras El Bared 2. Shani Yonay.

Πολλές ακόμη ποικιλίες απαντούν στην Γεωργία, στο Αζερμπαϊτζάν στην Αρμενία, στην Ισπανία και αλλού (Δρογούδη 2009).

**Ελληνικές ποικιλίες:** Οι παραδοσιακές γλυκές ποικιλίες ροδιάς στην χώρα μας είναι οι εξής: 1. Πολίτικη 2. Καράβελος 3. Γλυκιά Πατρών 4. Ερμιόνης.

Οι ξινές και υπόξινες ελληνικές ποικιλίες είναι οι εξής: 1. Λειφάνια 2. Τσιπορόδια 3. Χονδρορόδια 4. Κρασορόδια 5. Γούνες 6. Ξινοροδιά 7. Ξινή Πατρών (Πουλημένος 2012).

Έχουν ακόμη αξιολογηθεί κάποιοι γενότυποι από το Ινστιτούτο Φυλλοβόλων Δένδρων Νάουσας οι οποίοι εμφανίζουν επιθυμητά εμπορικά χαρακτηριστικά.

1. 11010, 11015: Πρόκειται για δύο γενότυπους με παρόμοιες ιδιότητες. Ο καρπός έχει μικρό μέγεθος, έντονο ερυθρό χρώμα και ο παραγόμενος χυμός είναι γλυκός με υψηλή αντιοξειδωτική ικανότητα.. Το φυτό παρουσιάζει αντοχή στον παγετό.

2. 11041: Το φυτό είναι ανθεκτικό στον παγετό και ο καρπός έχει μεγάλο μέγεθος. Οι σπόροι είναι όξινοι (Δρογούδη 2009).

**Ποικιλία Wonderfull:** Πρόκειται για την ποικιλία ο χυμός της οποίας χρησιμοποιήθηκε κατά την παρούσα μελέτη. Είναι η ποικιλία με την ευρύτερη διάδοση και καλλιεργείται στις περισσότερες χώρες παραγωγούς ροδιού. Ανακαλύφθηκε στην Φλόριντα και αποτελεί την περισσότερο καλλιεργούμενη ποικιλία στις Η.Π.Α.



**Σχήμα 12:** Ρόδια της ποικιλίας Wonderful

Το φυτό μπορεί να φτάσει τα 6 μέτρα σε ύψος, είναι εύρωστο και παραγωγικό και προσαρμόζεται εύκολα σε διάφορα οικοσυστήματα. Η ωρίμανση του καρπού (σχήμα 12) στην χώρα μας γίνεται από τα τέλη Σεπτεμβρίου ως τα μέσα Οκτωβρίου. Κατά την ωρίμανση αποκτά έντονο ερυθρό χρωματισμό στον φλοιό αλλά και στους σπόρους. Θεωρείται γλυκόξινη ποικιλία αφού η οξύτητά της είναι αυξημένη. Παρόλα αυτά οι σπόροι της θεωρούνται εύγεστοι όπως και ο χυμός της. Ο καρπός της

παρουσιάζει μεγάλη ανθεκτικότητα στο σχίσσιμο μετά από βροχοπτώσεις. Αποτελεί ιδανική ποικιλία για την παραγωγή χυμού ροδιού.

#### **1.1.4.3. Χημική σύσταση του χυμού ροδιού**

Ο χυμός του ροδιού είναι το συστατικό για το οποίο καλλιεργείται κυρίως η ροδιά αφού καταναλώνεται όλο και περισσότερο με διάφορους τρόπους είτε χρησιμοποιείται για την παρασκευή άλλων προϊόντων. Αποτελεί το μεγαλύτερο ποσοστό του βάρους των σπόρων του καρπού. Η αναλογία του εξαρτάται κυρίως από την ποικιλία και έχει τιμές από 57% ως 85%, ενώ σε σχέση με όλο τον καρπό έχει τιμές από 28% ως 65% (Muradoglou et al. 2006, Tehranifar et al. 2010).

Το νερό αποτελεί το βασικό συστατικό του χυμού, σε ποσοστό περίπου 85%. Επίσης περιέχει σάκχαρα σε ποσοστό 10%, πηκτίνες σε ποσοστό 1,5% και το υπόλοιπο ποσοστό είναι οργανικά οξέα, πολυφαινόλες, κ.α. (Ghosh and Scheepens 2009).

**Οξέα:** Το κυριότερο οξύ το οποίο απαντά στον χυμό ροδιού είναι το κιτρικό οξύ και ακολουθεί το μηλικό οξύ (Elyatem et al. 1984). Έχουν ακόμη προσδιοριστεί το οξαλικό οξύ και το τρυγικό οξύ (Miguel et al. 2009), το ηλεκτρικό οξύ, το ασκορβικό οξύ, το σικιμικό οξύ, το φουμαρικό οξύ, το μαλεϊκό οξύ και το οξικό οξύ. Τα επίπεδα συγκεντρώσεων για τα κύρια οξέα του χυμού ροδιού έχουν προσδιοριστεί από μελέτες σε διάφορες εργασίες, από 13,6-3763,6 mg/Kg χυμού για το κιτρικό οξύ και από 0-366,3 mg/Kg χυμού για το μηλικό οξύ (Aarabi et al. 2008).

**Σάκχαρα:** Όπως και στα περισσότερα φρούτα τα κύρια σάκχαρα που απαντούν στον χυμό του ροδιού είναι η γλυκόζη και η φρουκτόζη. Σε μικρότερες συγκεντρώσεις έχουν ανιχνευθεί η σακχαρόζη και η μαλτόζη. Οι τιμές των σακχάρων αυξάνουν κατά την διάρκεια της ωρίμανσης και εξαρτώνται από την καλλιεργούμενη ποικιλία.

Οι Melgarejo et al. (2002) μελέτησαν επί 2 χρόνια 40 διαφορετικές ποικιλίες οι οποίες καλλιεργούνταν στην Ισπανία και τα αποτελέσματα έδειξαν για τις γλυκές ποικιλίες περιεκτικότητες από 11,96 g/100 g χυμού ως 15,89 g/100 g χυμού. Για τις γλυκόξινες ποικιλίες ο μέσος όρος ήταν 12,94 g/100 g χυμού, ενώ για τις όξινες ποικιλίες ο μέσος όρος ήταν 11,43 g/100 g χυμού. Για την ποικιλία Wonderful, έχουν προσδιοριστεί συγκεντρώσεις σακχάρων σε τιμές από 15,8 °Brix (Sepulveda et al., 2000) ως 18,17 °Brix (Αναστού 2010).

**Φαινολικά συστατικά:** Πρόκειται για τα σπουδαιότερα διατροφικά συστατικά του ροδιού, τα οποία κάνουν τον καρπό αυτό τόσο ξεχωριστό ανάμεσα σε

όλα τα φρούτα. Η συγκέντρωσή τους εξαρτάται από την ποικιλία, τον βαθμό ωρίμανσης και τις κλιματολογικές συνθήκες (Weerakkody et al. 2010).

Οι φαινολικές ενώσεις του χυμού ροδιού αποτελούνται από ανθοκυάνες όπως κυανιδίνη, πελαργονιδίνη και δελφινιδίνη, τανίνες, κατεχίνες και φαινολικά οξέα όπως γαλλικό οξύ, καφεϊκό οξύ και ελαγικό οξύ (Aniram et al. 2000).

Η συνολική τους συγκέντρωση έχει μελετηθεί από διάφορους ερευνητές και από την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας προκύπτει ένα εύρος τιμών από 225 mg/l χυμού ροδιού (Drogoudi et al. 2005) ως 9853 mg/l (Tehranifar et al. 2010). Ένα ακόμη σημαντικό φαινολικό συστατικό που απαντά στο ρόδι είναι τα στιλβένια trans και cis ρεσβερατρόλη.

Η συγκέντρωση των ολικών φαινολικών συστατικών του ροδιού είναι μεγαλύτερη από αυτή των περισσότερων φρούτων. Η μεγάλη συγκέντρωση φαινολικών συστατικών στον χυμό ροδιού, του προσδίδει ισχυρές αντιοξειδωτικές ιδιότητες.

### 1.1.5. Η οينوποίηση

#### 1.1.5.1. Γενικά

Το κρασί είναι προϊόν αλκοολικής ζύμωσης του χυμού του σταφυλιού και πραγματοποιείται με την βοήθεια μυκήτων κυρίως του γένους **Saccharomyces**, οι οποίοι με την παραγωγή ενζύμων μετατρέπουν την γλυκόζη σε αιθανόλη. Συνοπτικά η αντίδραση δίνεται ως εξής:



Στην πραγματικότητα η αντίδραση αυτή γίνεται με έναν πολύπλοκο μηχανισμό, με την συμμετοχή διαφόρων ενζύμων, συνενζύμων και ιόντων όπως Mg, K, κ.α.

Το κύριο είδος μύκητα που επιτελεί την αλκοολική ζύμωση είναι ο **Saccharomyces cerevisiae**. Αποτελεί το 80% των ζυμομυκήτων του γλεύκους και έχει δυνατότητα ζύμωσης μέχρι 12-14 % κ.ο. Έχει υψηλή ταχύτητα και απόδοση ζύμωσης και χρησιμοποιείται σχεδόν αποκλειστικά στις βιομηχανίες παραγωγής κρασιού. Υπό φυσιολογικές συνθήκες απαντά στο σταφύλι όπου μεταφέρεται από το έδαφος με την βοήθεια των εντόμων. Συχνά προστίθεται με τη μορφή διαφόρων στελεχών που έχουν απομονωθεί και θεωρούνται τα κατάλληλα για συγκεκριμένες ποικιλίες και συγκεκριμένους τύπους κρασιού. Ορισμένες ενώσεις που παράγονται κατά την διάρκεια της αλκοολικής ζύμωσης όπως η αιθανόλη, η ακεταλδεΐδη, το

οξικό οξύ και μεσαίας αλυσίδας λιπαρά οξέα, εμφανίζουν κάποια τοξικότητα έναντι του *S. Cerevisiae*. Αντίθετα τα μεγάλης αλυσίδας λιπαρά οξέα έχουν θετική επίδραση (Ακρίδα-Δεμερτζή Κ., 1987).

Ταυτόχρονα δρουν και άλλοι μύκητες όπως ο *Saccharomyces ellipsoideus*, ο *Saccharomyces apiculatus*, ο *Saccharomyces chevalier*, ο *Schizosaccharomyces pombe*, ο *Saccharomyces bayanus*, ο *Kloeckera apiculata* κ.α.

Από τους παραπάνω ενδεικτικά αναφέρονται οι: α) *Kloeckera apiculata*: αποτελεί το 90 % των ζυμομυκήτων στο σταφύλι και έχει μικρή ζυμωτική ικανότητα μέχρι περίπου 2-4 % κ.ο. Δημιουργεί αυξημένη πτητική οξύτητα όμως είναι πολύ ευαίσθητος στον θειώδη ανυδρίτη και σταματάει γρήγορα η δράση του. β) *Saccharomyces bayanus*: στο σταφύλι υπάρχει μόνο σε μικρούς πληθυσμούς. Έχει δυνατότητα ζύμωσης μέχρι 18 % κ.ο. και συνεχίζει την ζύμωση μετά τον *S. cerevisiae*. Προκαλεί αναζυμώσεις που συμβαίνουν στο κρασί. Είναι ανθεκτικός στον θειώδη ανυδρίτη. Λόγω της ικανότητας ζύμωσης σε υψηλές συγκεντρώσεις αιθανόλης χρησιμοποιείται σε γλεύκη στα οποία δεν έχει ολοκληρωθεί η ζύμωση (Ακρίδα-Δεμερτζή 2004).

Κατά την διάρκεια της αλκοολικής ζύμωσης του γλεύκους γίνεται μετατροπή πολλών συστατικών σε άλλες χημικές ενώσεις όπως αλδεΐδες, εστέρες, οξέα κ.λπ. εκτός της αιθανόλης.

Ανάλογα με το χρώμα του κρασιού παράγονται λευκά, ερυθρά και ροζέ κρασιά ενώ ανάλογα με την περιεκτικότητα σε σάκχαρα παράγονται Ξηρά, Ημίγλυκα και Γλυκά κρασιά, καθώς επίσης αφρώδη και ημιαφρώδη ανάλογα με την περιεχόμενη ποσότητα CO<sub>2</sub>.

Η μεγάλη ποικιλία κρασιών οφείλεται στις διαφορετικές πρακτικές οινοποίησης. Η οινοποίηση χωρίζεται σε δύο μεγάλες κατηγορίες, στην λευκή και στην ερυθρή οινοποίηση, με κύριο χαρακτηριστικό το οποίο τις διαφοροποιεί, την εκχύλιση των στεμφύλων κατά την ερυθρή οινοποίηση, διεργασία η οποία απουσιάζει κατά την λευκή οινοποίηση. Η σύγχρονη τεχνολογία και η διαρκής αναζήτηση του οινοποιού για διαφορετικούς τύπους κρασιών και βέλτιστα αποτελέσματα, έχει δημιουργήσει πολλές παραλλαγές σε κάθε περίπτωση (Ακρίδα-Δεμερτζή 2004).

#### 1.1.5.2. Λευκή Οινοποίηση

Στην λευκή οινοποίηση τα σταφύλια υφίστανται διαδοχικά τις κατεργασίες της έκθλιψης, του απορραγισμού και της πίεσης. Ο χυμός που παραλαμβάνεται αφού υποστεί θείωση, οδηγείται στις δεξαμενές για την διαδικασία της αλκοολικής

ζύμωσης. Ενδιάμεσα μπορούν να γίνουν διάφορες κατεργασίες με σκοπό την βελτίωση ορισμένων οργανοληπτικών χαρακτηριστικών. Έτσι για την παρασκευή πιο αρωματικών κρασιών κάποιες φορές γίνεται σύντομη εκχύλιση που διαρκεί από 1-2 ως και 12 ώρες με κύριο σκοπό την μεταφορά αρωματικών συστατικών από τον φλοιό στον χυμό η οποία συνοδεύεται συνήθως με ψύξη του σταφυλοπολτού ώστε να εμποδιστεί η έναρξη της ζύμωσης και να γίνει πιο αποτελεσματική η εκχύλιση.

Ακολουθεί η διαδικασία της ζύμωσης στις δεξαμενές που πραγματοποιείται σε θερμοκρασίες μεταξύ 16-20 °C. Όσο χαμηλότερη είναι η θερμοκρασία τόσο καθυστερεί η ολοκλήρωση της ζύμωσης αλλά ευνοείται η παραγωγή αυξημένων ποσών εστέρων που συνεισφέρουν στο αρωματικό δυναμικό του κρασιού και μειώνεται η ποσότητα των ανώτερων αλκοολών.

Μετά από την ολοκλήρωση της ζύμωσης γίνεται μετάγγιση ώστε να απομακρυνθούν οι οινολάσπες, οι οποίες θα δώσουν ανεπιθύμητες οσμές στο παραγόμενο κρασί και τελικά γίνεται μεταφορά, θείωση και αποθήκευση σε ανοξείδωτες δεξαμενές για ορισμένους μήνες μέχρι την εμφιάλωση. Πριν από την εμφιάλωση το κρασί υφίσταται τις διεργασίες του κολλαρίσματος και του φιλτραρίσματος ώστε να είναι διαυγές κατά την εμφιάλωση και να παραμείνει διαυγές κατά την αποθήκευσή του στους διάφορους περιέκτες, όπως φιάλες, ασκοί bag in box κ.α.

Η αποθήκευση των λευκών κρασιών σε δρύινο βαρέλι γίνεται σε λίγες περιπτώσεις και για συγκεκριμένες ποικιλίες, στις οποίες η επαφή με το ξύλο αλλά και τον αέρα δεν προκαλεί εύκολα αλλοιώσεις, αντίθετα βελτιώνει τα οργανοληπτικά τους χαρακτηριστικά. Η επαφή με το ξύλο διαρκεί συνήθως λίγους μήνες και συχνά αφήνονται μέσα στα βαρέλια και οι λεπτές οινολάσπες της ζύμωσης (elevage sur lies), ενώ ακολουθεί η διαδικασία του ραβδισμού (battonage).

Η μηλογαλακτική ζύμωση συνήθως αποφεύγεται στην λευκή οινοποίηση διότι η αποικοδόμηση του μηλικού οξέος σε γαλακτικό έχει ως συνέπεια την ελάττωση της ολικής οξύτητας, ενώ αυξάνει λίγο και η πτητική οξύτητα.

Η διαδικασία της λευκής οινοποίησης δεν εφαρμόζεται μόνο για την παραγωγή λευκών κρασιών από λευκές ποικιλίες σταφυλιών, αλλά εφαρμόζεται και για ερυθρές ποικιλίες οι οποίες δίνουν αξιόλογα λευκά κρασιά όπως ο Ροδίτης, το Μοσχοφίλερο, το Μοσχάτο Αμβούργου κ.α. Στις περιπτώσεις αυτές η εκχύλιση απουσιάζει τελείως από την πιο πάνω διαδικασία ώστε να μην μεταφερθούν ερυθρές χρωστικές ενώσεις από τον φλοιό στο γλεύκος (Ακρίδα-Δεμερτζή 2004).

Τα τελευταία χρόνια στο εμπόριο απαντούν και λευκά κρασιά με την διαδικασία της λευκής οινοποίησης, από ερυθρές ποικιλίες σταφυλιών οι οποίες είναι γνωστές για τα ερυθρά τους κρασιά όπως το Cabernet sauvignon.

#### **1.1.5.3. Ερυθρή οινοποίηση**

Εφαρμόζεται για την οινοποίηση σταφυλιών ερυθρών ποικιλιών με σκοπό την παρασκευή κόκκινων κρασιών. Το σημαντικό στάδιο της ερυθρής οινοποίησης είναι η εκχύλιση η οποία λαμβάνει χώρα για ορισμένο χρονικό διάστημα και με την οποία διάφορα συστατικά του φλοιού εκχυλίζονται στον χυμό.

Μετά το σπάσιμο των ραγών ο σταφυλοπολτός ο οποίος έχει απαλλαχθεί από τους βοστρύχους, οδηγείται στις δεξαμενές εκχύλισης όπου και αφήνεται ώστε να έρθουν σε επαφή ο φλοιός και τα γίγαρτα με τον χυμό και να μεταφερθούν έτσι διάφορα συστατικά στο γλεύκος. Η εκχύλιση διαρκεί από 2-3 μέχρι και πάνω από 40 ημέρες, ανάλογα με τα επιθυμητά αποτελέσματα αλλά και την ποικιλία οινοποίησης.

Με την εκχύλιση παραλαμβάνονται τα συστατικά του σταφυλιού που έχουν ευχάριστο άρωμα και γεύση και προσδίδουν το επιθυμητό χρώμα, στην επιθυμητή ποσότητα. Οι ουσίες αυτές είναι κυρίως τανίνες και ανθοκυάνες που δίνουν ερυθρό χρώμα στο κρασί και την χαρακτηριστική στυφή γεύση. Η εκχύλιση των συστατικών των στεμφύλων διευκολύνεται από την έκθλιψη, την θείωση, την σχηματιζόμενη αιθανόλη, την αύξηση της θερμοκρασίας αλλά και το χρόνο εκχύλισης.

Οι εκχυλιζόμενες τανίνες αυξάνονται με τον χρόνο εκχύλισης, γρήγορα στην αρχή και πιο αργά τις επόμενες ημέρες. Οι ανθοκυάνες αυξάνονται τις πρώτες έξι ημέρες και μετά μειώνονται. Το χρώμα όμως γίνεται πιο σταθερό και πιο έντονο με παρατεταμένη εκχύλιση διότι η συνεχής αύξηση της συγκέντρωσης των τανινών αυξάνει ταυτόχρονα το κίτρινο χρώμα αντισταθμίζοντας την μείωση των ερυθρών ανθοκυανών.

Στην ερυθρή οινοποίηση εφαρμόζονται τρία είδη διακοπής της εκχύλισης: α) πριν ολοκληρωθεί η ζύμωση β) αμέσως μετά την ολοκλήρωση της ζύμωσης και γ) αρκετές ημέρες μετά την ολοκλήρωσή της. Η παρατεταμένη εκχύλιση εφαρμόζεται για κρασιά παλαίωσης, ενώ αντίθετα οι σύντομες διάρκειας εκχυλίσεις για κρασιά που πρόκειται να καταναλωθούν φρέσκα.

Στην ερυθρή οινοποίηση η μηλογαλακτική ζύμωση είναι επιθυμητή καθώς μειώνει την οξύτητα μαλακώνοντας την γεύση του κρασιού, ενώ το κάνει βιολογικά σταθερότερο. Την ζύμωση πραγματοποιούν τα γαλακτικά βακτήρια αμέσως μετά την αλκοολική ζύμωση υπό την προϋπόθεση ότι τα επίπεδα θειώδους είναι χαμηλά.

Η παραμονή του ερυθρού κρασιού σε δρύινο βαρέλι για κάποιους μήνες είναι επιθυμητή δημιουργώντας ένα σύνθετο αρωματικό μπουκέτο προσφέροντας αρώματα ώριμων φρούτων και μπαχαρικών, ενώ ταυτόχρονα μαλακώνουν οι σκληρές τανίνες και η γεύση εμπλουτίζεται με τόνους βανίλιας και ξηρών καρπών από τα συστατικά του ξύλου. Ο χρόνος παραμονής στο βαρέλι εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως ο τύπος και η ηλικία του βαρελιού, η ποικιλία του σταφυλιού κ.α.

Κατά την διάρκεια της παλαίωσης αλλά κυρίως μετά το τέλος της, ακολουθούν συχνά κατεργασίες όπως το κολλάρισμα, το φιλτράρισμα και τέλος η εμφιάλωση. Το κολλάρισμα και ακόμη περισσότερο το φιλτράρισμα, πραγματοποιούνται σε μικρότερο ποσοστό στα ερυθρά κρασιά καθώς με τις πιο πάνω διαδικασίες μειώνεται και το ποσοστό των φαινολικών συστατικών και κατ' επέκταση το άρωμα και το «σώμα» του ερυθρού κρασιού. Ειδικότερα στα ποιοτικά ερυθρά κρασιά το φιλτράρισμα πριν την εμφιάλωση αποφεύγεται. (Ακρίδα-Δεμερτζή 2004).

#### **1.1.5.4. Ροζέ οινοποίηση**

Τα ροζέ κρασιά είναι μια ενδιάμεση κατηγορία μεταξύ λευκών και ερυθρών κρασιών. Οι ποικιλίες σταφυλιών που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή τους πρέπει να έχουν ερυθρωπό χρώμα ώστε με την εκχύλιση να μεταφερθούν χρωστικές ουσίες από τον φλοιό στο χυμό και να αποκτηθεί το ροζέ χρώμα. Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί γλεύκος από κόκκινα σταφύλια χωρίς να γίνει εκχύλιση ή ακόμη να προστεθεί και γλεύκος από λευκά σταφύλια σε κάποια αναλογία.

Η πίεση των σπασμένων ραγών μετά την έκθλιψη αποτελεί σημαντικό παράγοντα για την λήψη των χρωστικών. Σημαντικός είναι και ο χρόνος εκχύλισης που κυμαίνεται από 5-24 h ενώ στη συνέχεια ακολουθεί η ζύμωση σε δεξαμενές (Τσακίρης 1998).

Η μηλογαλακτική ζύμωση άλλοτε είναι επιθυμητή και άλλοτε όχι. Τα ροζέ κρασιά δεν είναι κρασιά παλαίωσης και δεν γίνεται χρήση βαρελιών ή όταν γίνεται, η παραμονή τους στα βαρέλια διαρκεί σύντομο χρονικό διάστημα (Ακρίδα-Δεμερτζή 2004).

#### **1.1.5.5. Οινοποίηση αφρώδων κρασιών**

Τα αφρώδη κρασιά περιέχουν υπό πίεση διαλυμένο CO<sub>2</sub> και διακρίνονται σε φυσικά και τεχνητά αφρώδη κρασιά και παράγονται από λευκά ή από κόκκινα σταφύλια. Το πρώτο στάδιο της οινοποίησης είναι η παραγωγή του κρασιού βάσης

και η διαδικασία που ακολουθείται είναι παρόμοια με αυτή της λευκής οινοποίησης. Το επόμενο στάδιο είναι η δημιουργία του αερίου CO<sub>2</sub>.

Στα φυσικά αφρώδη, το CO<sub>2</sub> δημιουργείται μέσα στην φιάλη μετά από δεύτερη ζύμωση που πραγματοποιείται μετά την προσθήκη σακχαρόζης και ζυμομύκητα *Saccharomyces bayanus*. Αυτή είναι η κλασική μέθοδος που εφαρμόστηκε για πρώτη φορά στην Καμπανία της Γαλλίας γι αυτό και τα κρασιά πήραν τον όνομα της περιοχής και λέγονται Καμπανίτες οίνοι ή σαμπάνιες. Φυσικά αφρώδη κρασιά μπορούν να παραχθούν και όταν η δεύτερη ζύμωση πραγματοποιείται σε δεξαμενή όπου το CO<sub>2</sub> που παράγεται διατηρείται σε πίεση 5atm και ακολουθεί η εμφιάλωση.

Τα τεχνητά αφρώδη κρασιά παρασκευάζονται με εισπίεση CO<sub>2</sub> είτε κατ' ευθείαν στο εσωτερικό της φιάλης είτε σε δεξαμενή από όπου θα γίνει στη συνέχεια η εμφιάλωση.

Τα αφρώδη κρασιά ανάλογα με την ποσότητα των σακχάρων που περιέχουν διακρίνονται σε πέντε τύπους: “Brut” με 2-10 g/l αναγόντων σακχάρων, “Extra Sec” 10-20 g/l, “Sec” 20-40 g/l, “Demi Sec” 40-60 g/l, και “Doux” 80-100 g/l (Ακρίδα-Δεμερτζή 2004).

#### **1.1.5.6. Οινοποίηση γλυκών κρασιών**

Γλυκά κρασιά ονομάζονται τα κρασιά στα οποία η αλκοολική ζύμωση δεν ολοκληρώθηκε και παρέμεινε ποσότητα αζύμωτου σακχάρου. Ανάλογα με την ποσότητα των αζύμωτων σακχάρων διακρίνονται σε ημίξηρα, ημίγλυκα και γλυκά κρασιά με περιεκτικότητα σακχάρου 2-18 g/l, 18-40 g/l και μεγαλύτερη των 40g/l αντίστοιχα.

Τα σταφύλια που χρησιμοποιούνται είναι λευκά ή ερυθρά και μέχρι το στάδιο διακοπής της ζύμωσης μπορεί να εφαρμοστεί λευκή ή ερυθρή οινοποίηση. Η διακοπή της αλκοολικής ζύμωσης μπορεί να γίνει είτε λόγω υψηλής συγκέντρωσης αλκοόλης (>14°), είτε με εφαρμογή τεχνικών όπως ψύξη, μείωση του αζώτου, προσθήκη αντισηπτικών ή προσθήκη αλκοόλης.

Όταν προστίθεται η αλκοόλη πριν την έναρξη της αλκοολικής ζύμωσης και το σάκχαρο μένει αζύμωτο τότε τα κρασιά ονομάζονται μιστέλια (Ακρίδα-Δεμερτζή 2004).

#### **1.1.6. Ωρίμανση-Παλαίωση-Εμφιάλωση**

##### **1.1.6.1. Γενικά**

Μετά την ολοκλήρωση της αλκοολικής ζύμωσης αλλά και της μηλογαλακτικής ζύμωσης για τα ερυθρά κρασιά, γίνεται μετάγγιση και το κρασί οδηγείται σε βαρέλια ή δεξαμενές όπου γίνεται η ωρίμανση. Ακολουθεί το στάδιο της εμφιάλωσης αφού προηγηθούν κατεργασίες όπως κολλάρισμα, φιλτράρισμα, αποστείρωση που έχουν ως στόχο την σταθεροποίηση του τελικού προϊόντος. Για τα κρασιά που μπορούν να υποστούν παλαίωση, αυτή γίνεται σε δρύινα βαρέλια και στην φιάλη.

#### **1.1.6.2. Ωρίμανση-Παλαίωση**

Κατά την παραμονή του κρασιού σε δεξαμενές ή βαρέλια μετά την αλκοολική ζύμωση, διάφορες φυσικοχημικές διεργασίες συνεχίζουν να λαμβάνουν χώρα με αποτέλεσμα την εξέλιξη του κρασιού και την διαμόρφωση των οργανοληπτικών του χαρακτηριστικών. Η διαδικασία της ωρίμανσης είναι σημαντική και η επιτυχία της εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως είναι η θερμοκρασία, το είδος της δεξαμενής ή του βαρελιού, το χρονικό διάστημα ωρίμανσης, τα επίπεδα SO<sub>2</sub> κ.α.

Ο χώρος αποθήκευσης που γίνεται η παλαίωση των κρασιών θα πρέπει να είναι σκοτεινός, η θερμοκρασία του θα πρέπει να διατηρείται στους 11-13° C ώστε να αποφεύγονται ανεπιθύμητες αντιδράσεις και αυξομειώσεις της διαλυτότητας ενώσεων της οινολάσπης και η υγρασία πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 70-75%. Οι δεξαμενές που χρησιμοποιούνται είναι ανοξείδωτες ή ξύλινες, ενώ τα βαρέλια είναι δρύινα συνήθως από γαλλική ή αμερικάνικη δρυ.

Κατά τη διάρκεια της παλαίωσης αναπτύσσεται το χαρακτηριστικό άρωμα του κρασιού (μπουκέτο) καθώς μια σειρά από αντιδράσεις δημιουργούν πιο πολύπλοκο άρωμα. Τα πρωτογενή αρώματα λουλουδιών που προέρχονται από το σταφύλι αλλά και την αλκοολική ζύμωση με την παλαίωση δίνουν την θέση τους σε αρώματα ώριμων φρούτων, μπαχαρικών, ξύλου κ.α. Η παλαίωση επιδιώκεται σε συγκεκριμένες ποικιλίες και τύπους κρασιών. Τα ερυθρά κρασιά κυρίως επιδέχονται παλαίωση καθώς είναι λιγότερο ευοξείδωτα και βελτιώνουν τα οργανοληπτικά τους χαρακτηριστικά. Σταθεροποιείται το χρώμα τους, γίνεται φυσική διαύγαση και αναπτύσσεται πολύπλοκο άρωμα (μπουκέτο). Η πολυπλοκότητα του αρώματος αυξάνεται με την εκχύλιση συστατικών από το ξύλο του βαρελιού και εμφανίζονται επίσης αντιδράσεις μεταξύ συστατικών του κρασιού (Mosedale and Puech 1998).

Κρασιά που πρόκειται να καταναλωθούν νέα, αφήνονται να ωριμάσουν για σύντομο χρονικό διάστημα, αντίθετα για όσα επιδιώκεται μεγάλος χρόνος

διατήρησης απαιτείται μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε τανίνες, άρα μεγαλύτερος χρόνος παλαίωσης σε βαρέλια που μπορεί να φτάσει ή και να ξεπεράσει τον ένα χρόνο. Ακολουθεί η παραμονή στις φιάλες όπου συνεχίζεται η ωρίμανση για λίγους ακόμα μήνες ώστε να σταθεροποιηθεί το προϊόν και μερικές φορές η παλαίωση στις φιάλες διαρκεί 1-2 χρόνια (Ακρίδα-Δεμερτζή 2004).

### **1.1.6.3. Εμφιάλωση**

Οι περιέκτες με τους οποίους διατίθεται το κρασί στην αγορά για κατανάλωση είναι συνήθως γυάλινες φιάλες των 750 ml και σπανιότερα μικρότερης ή μεγαλύτερης χωρητικότητας, ενώ τα τελευταία χρόνια βρίσκει εφαρμογή και η συσκευασία σε πολυστρωματικό περιέκτη (bag in box), PET, Tetra-pack.

Η φιάλη συσκευασίας του κρασιού εκτός από την ευκολία στην διάθεση του προϊόντος, το προστατεύει από τους μικροοργανισμούς, την ακτινοβολία και άλλους εξωτερικούς παράγοντες. Σημαντική είναι και η προστασία από την επίδραση του οξυγόνου και η δημιουργία αναγωγικού περιβάλλοντος που μπορεί να βελτιώσει το άρωμά του.

Για να γίνει η εμφιάλωση πρέπει να έχουν ολοκληρωθεί οι επιθυμητές ζυμώσεις και να έχουν πραγματοποιηθεί οι κατάλληλες διεργασίες ώστε το προϊόν κατά την διατήρησή του να μην υποστεί αλλοιώσεις όπως οξειδώσεις, ανεπιθύμητες ζυμώσεις και προσβολές από μικροοργανισμούς, θολώματα, ιζήματα κ.α. Γι αυτό πρέπει να έχει προηγηθεί διαύγαση, ψύξη και φιλτράρισμα (Ακρίδα-Δεμερτζή 2004).

## **1.2. ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΩΝ ΚΡΑΣΙΩΝ**

### **1.2.1. Γενικά**

Στα κρασιά έχουν ταυτοποιηθεί περισσότερα από 1000 χημικές ενώσεις. Αυτή είναι η σημαντικότερη διαφορά από τα άλλα οينوπνευματώδη ποτά που το κάνει να ξεχωρίζει τόσο για την ποικιλία και την πολυπλοκότητα των οργανοληπτικών του χαρακτηριστικών όσο και για την θετική του επίδραση στην υγεία του ανθρώπου.

Η χημική σύσταση του κρασιού καθορίζεται από τρεις παράγοντες: α) από τις ενώσεις που υπάρχουν στον χυμό του σταφυλιού και μεταφέρονται στο κρασί, β) από τις ενώσεις που σχηματίζονται κατά την πραγματοποίηση των πολυάριθμων αντιδράσεων της αλκοολικής αλλά και της μηλογαλακτικής ζύμωσης και γ) από τις ενώσεις οι οποίες παράγονται κατά την διάρκεια της ωρίμανσης, παλαίωσης.

Η αλκοολική ζύμωση είναι αερόβια διαδικασία κατά την οποία εκτός από αιθανόλη και CO<sub>2</sub> παράγεται και σημαντικός αριθμός άλλων ενώσεων οι οποίες είναι είτε παραπροϊόντα της ζύμωσης, είτε προέρχονται από άλλες αντιδράσεις ενώσεων που περιέχονται στις πρώτες ύλες ή στις ζύμες (Jackson 1994).

Το κύριο ποσοτικό συστατικό του κρασιού είναι το νερό το οποίο μεταφέρεται από το γλεύκος και απαντά στο κρασί σε ποσοστό πάνω από 80%. Οι υπόλοιπες ενώσεις που απαντούν στο κρασί ανήκουν κυρίως στις αλκοόλες, στις καρβονυλικές ενώσεις, στα οξέα, στους εστέρες, στα σάκχαρα, στις φαινολικές ενώσεις κ.α.

### **1.2.2. Αλκοόλες**

Η κυριότερη αλκοόλη είναι η αιθανόλη η οποία αποτελεί το σημαντικότερο συστατικό του κρασιού. Είναι ένωση η οποία δίνει τον αλκοολικό τίτλο ο οποίος είναι το κύριο χαρακτηριστικό του κρασιού. Η περιεκτικότητά της στα ξηρά κρασιά συνήθως κυμαίνεται από 11–14%, ενώ στα γλυκά κρασιά μπορεί να ξεπεράσει και το 15% και να φτάσει ως και 20%. Στο εμπόριο απαντούν και κρασιά με χαμηλό αλκοολικό βαθμό περιεκτικότητας 8-9% σε αιθανόλη.

Εκτός της αιθανόλης, κατά την αλκοολική ζύμωση σχηματίζονται μεθανόλη και ανώτερες αλκοόλες όπως ισοπροπανόλη, αμυλικές αλκοόλες, πεντανόλη, εξανόλη και 2-φαινυλοαιθανόλη. Από τις πολυαλκοόλες σημαντικότερη είναι η γλυκερίνη αλλά απαντούν και η 2,3-βουτανοδιόλη, η D-σορβιτόλη, η D-μανιτόλη και η ινοσιτόλη.

#### **1.2.2.1. Αιθανόλη**

Η ποσότητά της εξαρτάται από την περιεκτικότητα του γλεύκους σε σάκχαρα, από τον πληθυσμό των ζυμομυκήτων και από την πορεία της ζύμωσης. Κατά την διάρκεια της αλκοολικής ζύμωσης ταυτόχρονα με τον σχηματισμό της, παρατηρείται μικρή απώλεια λόγω εξάτμισης. Απώλειες αιθανόλης παρατηρούνται και κατά την διάρκεια της παλαίωσης του κρασιού ιδιαίτερα σε ξύλινα βαρέλια. Ως βασικό συστατικό του κρασιού, επηρεάζει το ειδικό βάρος και το ιξώδες αλλά και τα

οργανοληπτικά του χαρακτηριστικά. Κατά την εξέλιξη της αλκοολικής ζύμωσης η αύξησή της προκαλεί μείωση του ειδικού βάρους και μείωση του ιξώδους.

Η αιθανόλη δρα ως αναστολέας στον ζυμομύκητα *Sacharomyces cerevisiae* και σε μεγάλες συγκεντρώσεις (υψηλότερους από 14-15 αλκοολικούς βαθμούς) εμποδίζει την συνέχιση της αλκοολικής ζύμωσης.

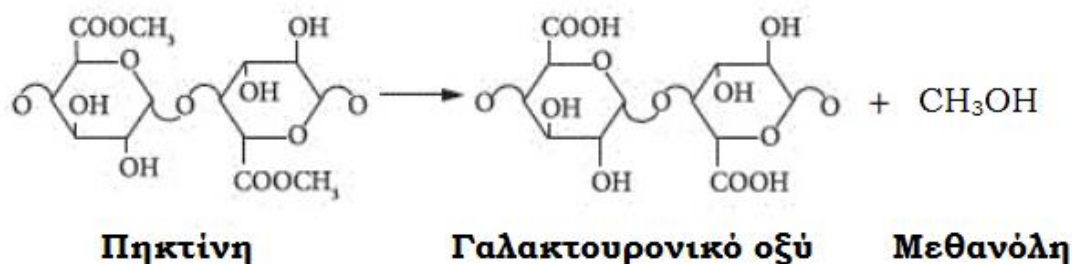
Σημαντικός είναι ο ρόλος της στην διαμόρφωση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών όπως και στην σταθερότητα του τελικού προϊόντος καθώς τιμές αλκοολικού βαθμού πάνω από 10% ευνοούν την συντήρησή του και παρεμποδίζουν την δράση μικροοργανισμών που προκαλούν αλλοιώσεις. Η αυξημένη περιεκτικότητά της μεταβάλλει την αίσθηση της οξύτητας κάνοντάς την λιγότερο αισθητή. Ακόμη μειώνει την στυφή γεύση που οφείλεται στις τανίνες (Ough and Amerine 1988, Jackson 1994).

Η αιθανόλη προσδίδει στην γεύση κάποια γλυκύτητα, ενώ στο άρωμα χαρακτηριστική αλκοολική οσμή η οποία είναι εμφανής και συχνά δυσάρεστη σε κρασιά με υψηλό αλκοολικό τίτλο αλλά και φτωχό αρωματικό χαρακτήρα.

Κατά την ερυθρή οινοποίηση όταν εφαρμόζονται μεγάλης διάρκειας εκχυλίσες, η παραγόμενη αιθανόλη επιδρά στην εκχύλιση των χρωστικών και των τανινών συνεισφέροντας έτσι καθοριστικά στην ένταση του χρώματος και του αρώματος. Τέλος συμμετέχει στην παραγωγή άλλων ενώσεων οι οποίες έχουν σημαντική συνεισφορά στην οργανοληπτική ποιότητα του κρασιού, όπως οι αιθυλεστέρες.

#### **1.2.2.2. Μεθανόλη**

Κατά την διάρκεια της αλκοολικής ζύμωσης τα πηκτινολυτικά ένζυμα καταστρέφουν τις πηκτινικές ενώσεις του γλεύκους επιτρέποντας καλύτερη καθίζηση της λάσπης, ενώ ταυτόχρονα δημιουργείται και μεθανόλη (σχήμα 13). Οι πηκτίνες οι οποίες βρίσκονται στον φλοιό κατά την υδρολυτική τους διάσπαση αυξάνουν τα ποσοστά μεθανόλης ιδιαίτερα όταν εφαρμόζονται μακρόχρονες εκχυλίσες. Αντίθετα το γλεύκος που λαμβάνεται χωρίς εκχύλιση ή ακόμη και χωρίς πίεση περιέχει μικρότερες ποσότητες μεθανόλης (Ακρίδα-Δεμερτζή 2004).



**Σχήμα 13.** Σχηματισμός μεθανόλης κατά την διάσπαση των πηκτινών

Τα αποστάγματα στεμφύλων περιέχουν υψηλότερα ποσοστά μεθανόλης, η οποία λαμβάνεται μαζί με άλλα πτητικά συστατικά έχοντας χαμηλό σημείο ζέσεως (67,4 °C), κυρίως στο τελευταίο τμήμα του αποστάγματος την λεγόμενη «ουρά» του (Σουφλερός 2000).

Η συγκεκριμένη αλκοόλη παρουσιάζει τοξικότητα για τον οργανισμό σημαντικά μεγαλύτερη της αιθανόλης. Η χαμηλότερη θανατηφόρα δόση μεθανόλης είναι 340 mg/Kg σωματικού βάρους, ενώ η αντίστοιχη χαμηλότερη δόση αιθανόλης είναι 1.400 mg/Kg (Κανά 1989).

Συχνά χρησιμοποιείται για την νοθεία διάφορων αποσταγμάτων με δυσάρεστες συνέπειες για την υγεία του καταναλωτή αφού μπορεί να προκαλέσει από αδιαθεσία ως και τύφλωση ή θάνατο. Η μέγιστη επιτρεπτή συγκέντρωση μεθανόλης στον οίνο είναι 500 mg/l, ενώ σε αποστάγματα όπως το τσίπουρο 1000 g ανά 100 l άνυδρης αλκοόλης (Rodriguez-Bencomo et al. 2003).

Η ποικιλία του σταφυλιού είναι παράγοντας που επηρεάζει τα επίπεδα μεθανόλης όπως και η διαδικασία παραγωγής του κρασιού. Η μη προσθήκη πηκτινολυτικών ενζύμων ή η θέρμανση του γλεύκους για την καταστροφή τους μειώνουν την συγκέντρωσή της στο τελικό προϊόν (Jackson 1994).

Έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί σε ορισμένα λευκά κρασιά από την Γερμανία έδειξαν περιεκτικότητες σε μεθανόλη 74-112 mg/l, ενώ αντίστοιχες έρευνες σε γαλλικά κρασιά έδειξαν περιεκτικότητες 67-96 mg/l. Τα ερυθρά κρασιά λόγω της εφαρμοζόμενης εκχύλισης περιέχουν γενικότερα μεγαλύτερες συγκεντρώσεις μεθανόλης 70-150 mg/l, ενώ τα λευκά κρασιά στα οποία δεν έχει εφαρμοστεί εκχύλιση οι συγκεντρώσεις είναι συνήθως 30-110 mg/l (Κανά 1989).

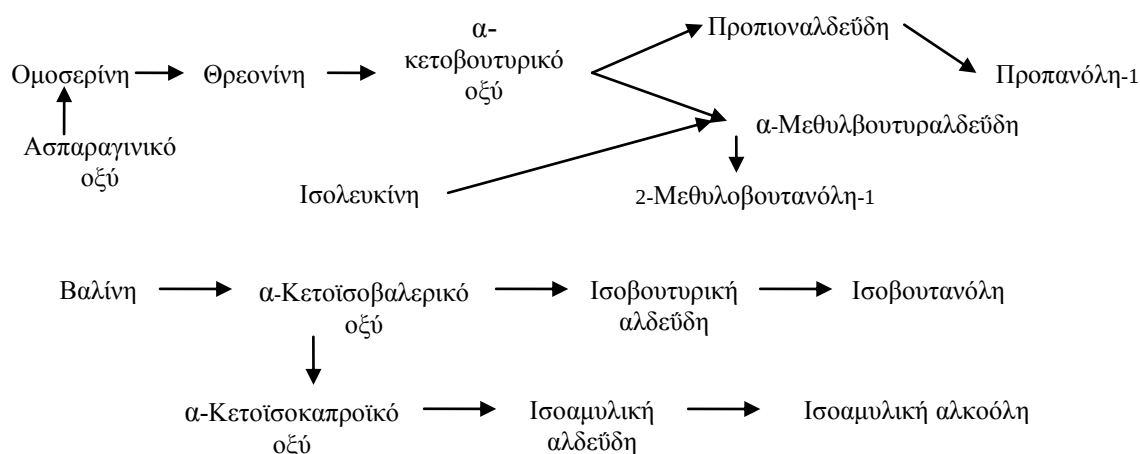
Η μεθανόλη δεν επηρεάζει άμεσα το άρωμα του κρασιού όταν βρίσκεται σε συνήθεις συγκεντρώσεις και συμμετέχει στην παραγωγή μεθυλεστέρων κατά την

ωρίμανσή του, οι οποίοι προσδίδουν φρουτώδη χαρακτήρα στο κρασί. (Jackson 1994).

### 1.2.2.3. Ανώτερες αλκοόλες

Οι ανώτερες αλκοόλες δημιουργούνται με τον μεταβολισμό των αμινοξέων (σχήμα 14) από τους ζυμομύκητες κατά την ζύμωση (Ferreira et al. 1993). Οι ανώτερες αλκοόλες αναπτύσσονται αναβολικώς από την γλυκόζη και καταβολικώς από τα αντίστοιχα αμινοξέα όπως τη θρεονίνη, τη βαλίνη, τη λευκίνη και την ισολευκίνη (Reazin et al. 1970).

Ερευνητές με την βοήθεια ιχνηθετημένων με  $^{14}\text{C}$  αμινοξέων κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των ανώτερων αλκοολών σχηματίζεται από τον μεταβολισμό των αμινοξέων, ενώ μικρό ποσοστό προέρχεται από τους υδατάνθρακες (Jackson 1994, Karagiannis and Lanaridis 2002).



**Σχήμα 14.** Σχηματισμός ανώτερων αλκοολών από τα αντίστοιχα αμινοξέα

Η παραγωγή τους επηρεάζεται από το είδος της ζύμης καθώς επίσης και από διάφορους άλλους παράγοντες όπως το pH, η περιεκτικότητα και το είδος των πηγών αζώτου και σακχάρων, η θερμοκρασία ζύμωσης και ο αερισμός. Έχει γίνει συγκριτική μελέτη σχηματισμού των ανώτερων αλκοολών από ζύμες του γένους *Schizosaccharomyces* και ζύμες του γένους *Saccharomyces*. Οι τελευταίες βρέθηκε ότι παράγουν πολύ μεγαλύτερες ποσότητες αλκοολών (Jackson 1994). Επίσης ζύμες που έχουν μικρή απόδοση κατά την αλκοολική ζύμωση, παράγουν μεγαλύτερες ποσότητες ανώτερων αλκοολών.

Η περιεκτικότητα του κρασιού σε αμυλικές αλκοόλες και σε ισοβουτανόλη μειώνεται με την μείωση της θερμοκρασίας ζύμωσης όμως δεν ισχύει το ίδιο για την 1-προπανόλη (Ikonomopoulou et al 2002).

Οι αλκοόλες αποτελούν το 80-90% του αρωματικού περιεχομένου του κρασιού. Στα ερυθρά κρασιά η περιεκτικότητά τους αυξάνει κατά την διάρκεια της παλαίωσης (Usseglio-Tamasset and Bosia 1990).

Οι ανώτερες αλκοόλες που απαντούν στα κρασιά είναι κυρίως: η 1-προπανόλη, η 1-βουτανόλη, η 2-βουτανόλη, η 2-μέθυλο-1-προπανόλη, η 2-μέθυλο-1-βουτανόλη, η 3-μέθυλο-1-βουτανόλη και η εξανόλη (Κανά 1989, Σιαράβας 2003).

Οι ανώτερες αλκοόλες είναι λιγότερο πτητικές από την αιθανόλη και δεν έχουν χρώμα. Είναι συστατικά ελαφρώς τοξικά. Το ιξώδες τους ποικίλει και οι αλκοόλες μικρού μοριακού βάρους έχουν χαμηλό ιξώδες, ενώ αντίθετα ενώσεις όπως η 2-φαινυλοαιθανόλη έχουν υψηλό ιξώδες. Οι πολυαλκοόλες έχουν υψηλό ιξώδες και όσες έχουν πάνω από έξι άτομα άνθρακα στο μόριό τους βρίσκονται σε στερεά κατάσταση σε συνήθεις συνθήκες (Ough and Amerine 1988, Jackson 1994).

Μετά το τέλος της αλκοολικής ζύμωσης, η παρουσία της οινολάσπης και των ζυμομυκήτων στο κρασί αυξάνουν την περιεκτικότητα των ανώτερων αλκοολών σε ποσοστό ως και 40%. Η τεχνική του batonnage, της ανακίνησης δηλαδή των λεπτών οινολασπών περιοδικά, μέσα στο βαρέλι επιτυγχάνει αυτή ακριβώς την αυξημένη επαφή του υγρού με τις οινολάσπες που αυξάνει την παραγωγή αρωματικών ενώσεων (Edwards and Beelman 1990, Karagiannis and Lazaridis 2002).

Η περιεκτικότητα των ανώτερων αλκοολών δεν αλλάζει ιδιαίτερα με την ωρίμανση και μπορούν να παρατηρηθούν κάποιες αυξήσεις ως αποτέλεσμα της υδρόλυσης των εστέρων ιδιαίτερα κατά την παλαίωση σε βαρέλια (Bayonove et al 2000).

Σημαντικός είναι ο ρόλος τους στην διαμόρφωση του αρωματικού “μπουκέτου” κατά την διαδικασία της παλαίωσης επειδή οι ανώτερες αλκοόλες αντιδρούν με οργανικά οξέα δημιουργώντας αντίστοιχους εστέρες (Jackson 1994). Υπερβολικές ποσότητες των αλκοολών αυτών (>500-600 mg/l) έχουν δυσμενή επίδραση στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του κρασιού (Σουφλερός 2000).

Οι περισσότερες ανώτερες αλκοόλες έχουν “αλκοολική”, πνιγηρή οσμή, ενώ το ίδιο έντονη είναι και η γεύση τους. Από τις σημαντικότερες σε αρωματικό δυναμικό αλκοόλες αναφέρονται η 1-προπανόλη η οποία εμφανίζει ευχάριστο, γλυκό άρωμα, η ισοβουτανόλη η οποία εμφανίζει πιο έντονο και μεγαλύτερης διάρκειας

άρωμα, η 1-εξανόλη έχει άρωμα χορτώδες και τραχύ, ενώ η 2-φαινυλοαιθανόλη είναι έντονα αρωματική με χαρακτηριστική οσμή λουλουδιών, κυρίως τριαντάφυλλου και γιασεμιού. Η συνεισφορά της 2-φαινυλοαιθανόλης στο άρωμα είναι σημαντική. Έχει ανιχνευθεί στα σταφύλια και θεωρείται ότι μεταφέρεται απευθείας στο γλεύκος (Ouh and Amerine 1988, Lamikanra et al 1996, Hashizume and Samuta 1997, Πιπερίδη 2006).

#### **1.2.2.4. Γλυκερίνη**

Η γλυκερίνη (ή γλυκερόλη) είναι τρισθενής αλκοόλη η οποία παράγεται κατά την αλκοολική ζύμωση ως ενδιάμεσο προϊόν της. Παράγοντες που ευνοούν τον σχηματισμό της, είναι η χαμηλή θερμοκρασία ζύμωσης, η προσθήκη διοξειδίου του θείου, η αυξημένη συγκέντρωση τρυγικού οξέος αλλά και το είδος της ζύμης (Antonelli et al 1999).

Όταν βρίσκεται σε ποσότητες μεγαλύτερες από 5 g/l έχει θετική επίδραση στη γεύση του κρασιού λόγω της γλυκύτητάς της (Jackson 1994).

#### **1.2.3. Οργανικά οξέα**

Απαντούν στον χυμό του σταφυλιού (κιτρικό, τρυγικό και μηλικό οξύ), ή παράγονται από οξείδωση των αντίστοιχων αλκοολών με σημαντικότερα το μυρμηκικό, οξικό, γαλακτικό, ηλεκτρικό, και κιτρομηλικό οξύ (Σουφλερός 2000).

Η περιεκτικότητά τους στο γλεύκος και στο κρασί εξαρτάται από τις τεχνολογικές κατεργασίες που εφαρμόζονται κατά την οινοποίηση όπως πίεση, διαύγαση και ωρίμανση των κρασιών. Έχουν περιγραφεί δύο διαφορετικές οδοί για την σύνθεση των κορεσμένων λιπαρών οξέων στα κρασιά. Η πρώτη οδός αναφέρεται στα προϊόντα του συμπλέγματος της σύνθεσης των λιπαρών οξέων και η δεύτερη στα προϊόντα της β-οξείδωσης των λιπιδίων (Schreier 1979). Η περιεκτικότητα των λιπαρών οξέων εξαρτάται από τις συνθήκες ζύμωσης και από την διαθεσιμότητα οξυγόνου. Όταν η ζύμωση γίνεται σε αναερόβιες συνθήκες, παράγονται περισσότερα λιπαρά οξέα.

Κατά την διάρκεια της ωρίμανσης και της παλαίωσης παρατηρείται αξιοσημείωτη μείωση όλων των οξέων εκτός από το βουτανικό οξύ για το οποίο παρατηρείται ελαφρά αύξηση πιθανώς λόγω της υδρόλυσης των αντίστοιχων εστέρων (Perez-Prieto et al. 2003).

Η γενικότερη συνεισφορά των οξέων στον οργανοληπτικό χαρακτήρα και την ποιότητα των κρασιών είναι σημαντική. Εκτός από την ρύθμιση της οξύτητας και την

συνεπακόλουθη συντήρηση του κρασιού, βελτιώνουν την γεύση του προσφέροντας φρεσκάδα, δροσερότητα και ρύθμιση της γλυκύτητας, ενώ ταυτόχρονα αναδεικνύουν τον αρωματικό χαρακτήρα τους. Συμμετέχουν στον σχηματισμό των εστέρων κατά την ζύμωση αλλά και την παλαίωση.

#### **1.2.3.1. Τρυγικό οξύ**

Είναι το κυριότερο οξύ του κρασιού και βρίσκεται σε συγκεντρώσεις 1500-4500 mg/l. Διαμορφώνει κατά κύριο λόγο την οξύτητα και το pH. Στο σταφύλι βρίσκεται σε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις και κατά την διάρκεια της ωρίμανσης μειώνεται η ποσότητά του, ενώ μείωση παρατηρείται και κατά την διάρκεια της ζύμωσης. Είναι βιολογικά σταθερό στο κρασί αλλά από την δράση βακτηρίων προκαλείται αποικοδόμησή του. Κατά την διάρκεια της αλκοολικής ζύμωσης μειώνεται λόγω μετατροπής του σε τρυγικά άλατα. Μικρή μείωση παρατηρείται και στο κρασί κατά την ωρίμανση και παλαίωσή του για τον ίδιο λόγο με την επίδραση χαμηλής θερμοκρασίας.

#### **1.2.3.2. Μηλικό οξύ**

Απαντά στο κρασί σε συγκεντρώσεις 0-4.000 mg/l. Αρχικά απαντά στο σταφύλι, μεταφέρεται στο κρασί, ενώ σχηματίζεται σε μικρή ποσότητα και κατά την αλκοολική ζύμωση. Μετά το πέρας της, όταν ακολουθεί η μηλογαλακτική ζύμωση, τα γαλακτικά βακτήρια μεταβολίζουν το μηλικό οξύ σε γαλακτικό προκαλώντας δραστική μείωση του μηλικού στο κρασί.

#### **1.2.3.3. Άλλα οργανικά οξέα**

Το κιτρικό οξύ απαντά στο κρασί σε συγκεντρώσεις 0-5.000 mg/l και παραμένει αμετάβλητο κατά την αλκοολική ζύμωση. Με την δράση των γαλακτικών βακτηρίων μετατρέπεται σε οξικό οξύ.

Το οξικό οξύ είναι ο κύριος παράγοντας δημιουργίας της πτητικής οξύτητας, ενώ τα υπόλοιπα πτητικά οξέα υπάρχουν συνήθως μόνο σε αλλοιωμένα κρασιά. Το οξικό οξύ σχηματίζεται: i) κατά την αλκοολική ζύμωση, ii) από την δράση των γαλακτικών βακτηρίων, iii) από την δράση των οξικών βακτηρίων με οξείδωση της αλκοόλης, iv) από την χημική οξείδωση της αιθανόλης παρουσία αέρα, v) από την γαλακτική ζύμωση των σακχάρων και vi) από την αποικοδόμηση του τρυγικού οξέος, της γλυκερίνης και άλλων ενώσεων (Σουφλερός 2000).

Το γαλακτικό οξύ σχηματίζεται κατά την αλκοολική ζύμωση αλλά κυρίως κατά την μηλογαλακτική ζύμωση με μετατροπή του μηλικού οξέος σε γαλακτικό. Το ηλεκτρικό οξύ σχηματίζεται κατά την αλκοολική ζύμωση από την αναγωγή του

μηλικού οξέος. Αντιδρά με την αιθανόλη σχηματίζοντας εστέρες που έχουν άρωμα λουλουδιών. Άλλα οξέα που απαντούν στο κρασί είναι το γλυκουρονικό, το γαλακτουρονικό, το πυροσταφυλικό, το κετογλουταρικό, το παλμιτικό και τα ακόρεστα λιπαρά οξέα, λινελαϊκό, ελαϊκό, λινολενικό και παλμιτελαϊκό οξύ, ενώ σε περιπτώσεις φαιάς σήψης του σταφυλίου, δημιουργούνται και τα οξέα γλυκονικό, βλεννικό και άλλα. Επίσης σχηματίζονται τα: μυρμηκικό, οξικό, προπιονικό, και βουτυρικό στα οποία οφείλεται η πτητική οξύτητα του κρασιού (Bertuccioli and Rosi 1984).

Η πτητική οξύτητα οφείλεται στα πτητικά οξέα του κρασιού δηλαδή το οξικό, μυρμηκικό, προπιονικό και βουτυρικό. Τα πτητικά οξέα προσδίδουν οσμή ξυδιού, το προπιονικό οξύ οσμή λιπώδη και το βουτυρικό οσμή ταγγισμένου βουτύρου (Herraiz et al. 1990).

#### **1.2.4. Καρβονυλικές ενώσεις**

Οι καρβονυλικές ενώσεις που απαντούν στα κρασιά αποτελούν μία μεγάλη ομάδα ενώσεων που περιλαμβάνουν αλδεΐδες, κετόνες και άλλες συγγενούς δομής ενώσεις. Ο σχηματισμός τους είναι αποτέλεσμα του μεταβολισμού των μικροοργανισμών και των χημικών αντιδράσεων που λαμβάνουν χώρα με την συμμετοχή των προϊόντων της δράσης των μικροβίων.

Οι αλδεΐδες αποτελούν ενδιάμεσα προϊόντα στον σχηματισμό των ανώτερων αλκοολών κατά την αλκοολική ζύμωση. Επομένως, οι συνθήκες που ευνοούν την παραγωγή ανώτερων αλκοολών ευνοούν επίσης και τον σχηματισμό μικρών ποσοτήτων αλδευδών. Παρόλο ότι η οξειδωση μπορεί να λάβει χώρα αυθόρμητα, επιταχύνεται από τον μεταβολισμό ορισμένων μικροοργανισμών.

Τα υψηλότερα επίπεδα αλδευδών επιτυγχάνονται κατά την εκθετική φάση πολλαπλασιασμού των ζυμών. Ο σχηματισμός τους εξαρτάται από: α) το είδος της ζύμης, β) το θρεπτικό υλικό, γ) τις συνθήκες ζύμωσης (θερμοκρασία και pH) και δ) την παρουσία ή απουσία SO<sub>2</sub>. Παρότι έχει ανιχνευθεί μεγάλος αριθμός αλδευδών στα κρασιά, μόνο λίγες (π.χ. ακεταλδεΐδη, φουρφουράλη) κυριαρχούν ποσοτικά και έχουν ουσιαστική σημασία για τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των κρασιών (Ough & Amerine 1988).

Απαντά κυρίως η ακεταλδεΐδη αλλά και η φουρφουράλη, η ακετοΐνη, το διακετύλιο, η εξενάλη, η εξανάλη και η προπενάλη (Jackson 1994). Η σχέση μεταξύ των αλδευδών και των αντίστοιχων αλκοολών, κετονοξέων και αμινοξέων φαίνεται στον Πίνακα 1 (Ough and Amerine 1988).

Στην διαμόρφωση του αρώματος συνεισφέρει μόνο ένας μικρός αριθμός από αυτές τις ενώσεις. Εξανάλες και εξενάλες (αλδεΐδες που απαντούν κυρίως στα φύλλα της αμπέλου) είναι πιθανόν κατά κύριο λόγο υπεύθυνες για το "χορτώδες" άρωμα μερικών ποικιλιών σταφυλιών και κατά συνέπεια των κρασιών που παράγονται από αυτά, όπως το "Grenache" και το "Sauvignon Blanc", ή κρασιών που προέρχονται από μη ώριμα σταφύλια. Οι αλδεΐδες αυτές μεταφέρονται στα γλεύκη και κατά συνέπεια στα κρασιά κατά την συμπίεση των σταφυλιών (Jackson 1994, Schneider et al. 1998, Pisarnitskii 2001).

**Πίνακας 1.** Συσχέτιση μεταξύ αλκοολών και αμινοξέων με αντίστοιχες καρβονυλικές ενώσεις που απαντούν σε ζυμωμένα προϊόντα.

| Αλκοόλες               | Αλδεΐδες            | Κετονοξέα                      | Αμινοξέα             |
|------------------------|---------------------|--------------------------------|----------------------|
| Αιθανόλη               | Ακεταλδεΐδη         | Πυροσταφυλικό οξύ              | Αλανίνη              |
| Γλυκόλη                | Γλυοξάλη            | Υδροξυπυροσταφυλικό οξύ        | Σερίνη               |
| Προπανόλη              | Γλυοξάλη            | α-κετοβουτυρικό οξύ            | α-αμινοβουτυρικό οξύ |
| Βουτανόλη              | Βουτυραλδεΐδη       | -                              | -                    |
| Ισοβουτανόλη           | Ισοβουτυραλδεΐδη    | α-κετοϊσοβαλεριανικό οξύ       | Βαλίνη               |
| Ισοαμυλική αλκοόλη     | Ισοβαλεραλδεΐδη     | α-κετοϊσοκαπροϊκό οξύ          | Λευκίνη              |
| Ενεργή αμυλική αλκοόλη | Ενεργή βαλεραλδεΐδη | α-κετο-β-μεθυλοβαλεριανικό οξύ | Ισολευκίνη           |
| Εξανόλη                | Εξανάλη             | -                              | -                    |
| Επτανόλη               | Επτανάλη            | -                              | -                    |
| -                      | -                   | Οξαλοξικό οξύ                  | Ασπαραγινικό οξύ     |
| -                      | -                   | α-κετογλουταρικό οξύ           | Γλουταμινικό οξύ     |
| Φαινυλοαιθανόλη        | Φαινυλοαλδεΐδη      | Φαινυλοπυροσταφυλικό οξύ       | Φαινυλανίνη          |
| Τυροσόλη               | -                   | Υδροξυφαινυλοπυροσταφυλικό οξύ | Τυροσίνη             |
| Θρυπτοφόλη             | -                   | -                              | Θρυπτοφάνη           |

#### 1.2.4.1. Ακεταλδεΐδη

Είναι η σημαντικότερη καρβονυλική ένωση που απαντά στα κρασιά και επηρεάζει τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά τους καθώς βρίσκεται σε ανιχνεύσιμες και συχνά σε μεγάλες συγκεντρώσεις. Είναι πολύ πτητική ένωση με σημείο ζέσεως 21 °C. Η ακεταλδεΐδη δημιουργείται με οξείδωση της παραγόμενης αιθανόλης αλλά και από την αποκαρβοξυλίωση του πυροσταφυλικού οξέος με την δράση του ενζύμου αποκαρβοξυλάση (Gonzales-Viñas et al. 1996).

Η συγκέντρωσή της στους διάφορους τύπους κρασιών επηρεάζεται από παράγοντες όπως η θερμοκρασία ζύμωσης, η ποσότητα SO<sub>2</sub> και οι συνθήκες συντήρησης. Η επαφή του προϊόντος με τον αέρα ευνοεί τον σχηματισμό ακεταλδεΐδης. Η αυξημένη θερμοκρασία ζύμωσης ευνοεί επίσης τον σχηματισμό της, ενώ η ύπαρξη υψηλών ποσοτήτων θειώδους ανυδρίτη δεσμεύει την ακεταλδεΐδη. Αντίθετα, χαμηλά ποσοστά SO<sub>2</sub> δεν είναι ικανά να δεσμεύσουν την αλδεΐδη η οποία είναι σε ελεύθερη μορφή στο κρασί. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την διαφυγή της με την εφαρμογή αερισμού.

Η συγκέντρωσή της αυξάνεται κατά την διάρκεια της παλαίωσης λόγω οξείδωσης της αιθανόλης και επιδρά αρνητικά στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του κρασιού. Γενικότερα, στα επιτραπέζια κρασιά θεωρείται ανεπιθύμητη ιδιαίτερα όταν εμφανίζεται σε αυξημένες συγκεντρώσεις, στα επιδόρπια κρασιά όμως συνεισφέρει θετικά στο άρωμά τους προσδίδοντας πικάντικα αρώματα και αρώματα καραμέλας.

#### **1.2.4.2. Άλλες καρβονυλικές ενώσεις**

Οι φουρανικές ενώσεις (5-μέθυλο φουρφουράλη, 5-υδρόξυμέθυλο φουρφουράλη) εκτός της φουρφουρικής αλκοόλης, σχηματίζονται κατά την διάρκεια του φρυγανίσματος του ξύλου των βαρελιών καθώς μεταβολίζονται οι υδατάνθρακες. Αυξημένος αλκοολικός βαθμός και χαμηλό pH αυξάνει την εξαγωγή συστατικών από το ξύλο του βαρελιού (Puech 1981).

Η φουρφουράλη (2-φουράνοκαρβόξυαλδεΐδη) είναι ετεροκυκλική ένωση και απαντά σε διάφορα τρόφιμα όπως καφές, τσάι, χυμοί κ.λ.π. Έχει επίδραση στο άρωμα των κρασιών ιδιαίτερα των ερυθρών επειδή αυτά υφίστανται παλαίωση. Έχει αναφερθεί ότι τροποποιεί το άρωμα το οποίο προέρχεται από τις λακτόνες οι οποίες εκχυλίζονται στο κρασί από το ξύλο των δρύινων βαρελιών (Spillman et al. 1998).

Η φουρφουράλη και τα παράγωγά της έχουν ευχάριστο άρωμα. Η φουρφουράλη αλλά και οι άλλες αλδεΐδες (5-μέθυλο φουρφουράλη, 5-υδρόξυμέθυλο φουρφουράλη) ακόμη και αν δεν απαντούν σε συγκεντρώσεις μεγαλύτερες από το

όριο ανίχνευσης, συμβάλλουν στην αύξηση του αρώματος των λακτονών της δρυός από την οποία κατασκευάζονται τα βαρέλια (Reazin 1981).

Δύο ακόμη σημαντικές καρβονυλικές ενώσεις είναι το διακετύλιο (βουτανοδιόνη-2,3) και η ακετοΐνη (3-υδροξυ-βουτανόνη-2). Το διακετύλιο παράγεται από τις ζύμες κατά την αλκοολική ζύμωση σε πολύ μικρές συγκεντρώσεις (<1 mg/l), εκτός από την περίπτωση που οι θερμοκρασίες ζύμωσης είναι υψηλές και πιθανόν οι ποσότητες να μην είναι πλέον αμελητέες. Κύρια όμως προέλευσή του είναι η βακτηριακή παραγωγή του κατά την μηλογαλακτική ζύμωση, η οποία εξαρτάται κυρίως από το γένος των γαλακτικών βακτηρίων. Το διακετύλιο μπορεί να σχηματιστεί μέσω δύο διαφορετικών μεταβολικών οδών. Κατά την πιο συνηθισμένη πορεία που χρησιμοποιούν οι ζύμες και τα περισσότερα γαλακτικά βακτήρια, το διακετύλιο προκύπτει με οξειδωτική αποκαρβοξυλίωση του  $\alpha$ -ακετογαλακτικού υδροξυοξέος. Το τελευταίο σχηματίζεται κατά την βιοσύνθεση της βαλίνης από την αντίδραση του πυροσταφυλικού με το συνένζυμο πυροφωσφορική θειαμίνη-TPP. Παρ' όλα αυτά τα βακτήρια που δεν βιοσυνθέτουν βαλίνη, όπως τα περισσότερα του γένους *Leuconostoc*, δεν παράγουν το  $\alpha$ -ακετογαλακτικό οξύ. Στην περίπτωση αυτή το διακετύλιο προκύπτει απ' ευθείας από την συμπύκνωση του ακετυλο-CoA με ενεργή ακεταλδεΐδη. Το διακετύλιο είναι επομένως παραπροϊόν της μηλογαλακτικής ζύμωσης και έχει "βουτυρώδη" γεύση και η παρουσία του σε κρασιά σε συγκεντρώσεις μεγαλύτερες από 5 mg/l θεωρείται ανεπιθύμητη (Jackson 1994).

Παραπροϊόντα της μηλογαλακτικής ζύμωσης που σχετίζονται στενά με το διακετύλιο είναι οι αρωματικά ουδέτερες ενώσεις ακετοΐνη και 2,3-βουτανοδιόλη. Η ακετοΐνη μπορεί να σχηματιστεί είτε με αποκαρβοξυλίωση του  $\alpha$ -ακετογαλακτικού οξέος, είτε με αναγωγή του διακετυλίου, αλλά η δεύτερη πορεία είναι η κύρια οδός σχηματισμού της. Η ακετοΐνη με περαιτέρω οξείδωσή της από τις ζύμες μετατρέπεται σε 2,3-βουτανοδιόλη. Οι σχετικές ποσότητες των τριών παραπάνω ενώσεων εξαρτώνται σημαντικά από το βαθμό αεροβίωσης των κυττάρων της ζύμης, καθώς η παρουσία οξυγόνου ευνοεί το σχηματισμό τους (Ough and Amerine 1988, Jackson 1994).

Η ακρολεΐνη (προπενάλη) είναι μία ακόμη καρβονυλική ένωση στην οποία αποδίδεται το "δριμύ", "πιπεράτο" άρωμα των νέων αποσταγμάτων. Παράγεται με αφυδάτωση της γλυκερόλης προς την ενδιάμεση 3-υδρόξυ-προπιοναλδεΐδη, η οποία αφυδατώνεται περαιτέρω με τον χρόνο ή με έκθεση σε υψηλές θερμοκρασίες. Στα

κρασιά θεωρείται ότι προκαλεί την εμφάνιση πικρής γεύσης μετά από αντίδραση με ανθοκυανίνες. Άλλες αλδεΐδες που αναφέρονται στη βιβλιογραφία ως συστατικά των κρασιών είναι η βουτανάλη-2, η 2-μέθυλοπροπανάλη, η υδρόξυμέθυλοφουρφουράλη και η εξανάλη (Ough and Amerine 1988, Jackson 1994).

Άλλες καρβονυλικές ενώσεις που απαντούν στα κρασιά είναι οι φαινολικές αλδεΐδες. Κυριότερες είναι η βανιλίνη, συρινγκαλδεΐδη και κονιφεραλδεΐδη. Διαπιστώθηκε ότι οι φαινολικές αλδεΐδες προέρχονται από τη λιγνίνη και είναι διαλυτές σε υδροαλκοολικό μίγμα και ειδικά σε όξινο pH (Puech 1981). Η βανιλίνη η οποία είναι μια ακόμη σημαντική αρωματική ένωση που απαντά στα κρασιά, ανιχνεύεται σε όλα τα κρασιά, αλλά ανιχνεύεται μόνο σε ίχνη σε όσα δεν παλαιώνονται σε βαρέλια (Hammond 1993).

#### **1.2.4.3. Ακετάλες**

Οι ακετάλες είναι προϊόντα αντίδρασης μεταξύ αλκοολών και αλδεϋδών με χαρακτηριστική έντονη οσμή που μοιάζει με οσμή λαχανικών και απαντούν σε πολύ μικρές συγκεντρώσεις. Παράγονται επίσης από autólυση των ζυμών όταν ένα κρασί παλαιώνεται στις οινολάσπες του. Επιδόρπια κρασιά τύπου sherry περιέχουν εκτός από ακεταλδεΐδη και υψηλότερες συγκεντρώσεις ακετάλης που συμμετέχει στη διαμόρφωση του αρώματος. Εμφανίζονται επίσης στα brandy κατά την παλαίωση είτε κατά την απόσταξη (Jackson 2002).

#### **1.2.5. Εστέρες:**

Είναι προϊόντα αντίδρασης μεταξύ οξέων και αλκοολών. Σχηματίζονται είτε χημικά κατά την διάρκεια της παλαίωσης του κρασιού είτε ενζυμικά κατά την διάρκεια των ζυμώσεων και των άλλων δραστηριοτήτων των μικροοργανισμών. Οι κύριοι παράγοντες που επηρεάζουν τον σχηματισμό τους είναι η σύσταση του γλεύκους, οι μικροοργανισμοί που συμμετέχουν στις ζυμώσεις, οι συνθήκες των ζυμώσεων όπως η θερμοκρασία, τα επίπεδα SO<sub>2</sub> και η παλαίωση (Jackson 1994, Σουφλερός 2000).

Οι εστέρες οι οποίοι παράγονται κατά την πορεία της αλκοολικής ζύμωσης σχηματίζονται με δύο τρόπους: i) από το οξικό οξύ και τις ανώτερες αλκοόλες (οξικοί εστέρες) και ii) από διάφορα λιπαρά οξέα και την αιθανόλη (αιθυλεστέρες).

Σημαντικότερος είναι ο οξικός αιθυλεστέρας που σχηματίζεται από την επίδραση αιθανόλης και οξικού οξέος. Απαντούν επίσης οι οξικοί εστέρες της ισοβουτανόλης, της αμυλικής αλκοόλης, της 2-φαινυλοαιθανόλης και της εξανόλης. Στα κρασιά απαντούν επίσης οι εστέρες: γαλακτικός αιθυλεστέρας, καπρονικός αιθυλεστέρας, ισοαμυλικός αιθυλεστέρας και καρπυλικός αιθυλεστέρας (Ough and Amerine 1988).

Στους οξικούς εστέρες ανήκουν οι εστέρες της αιθανόλης, της ισοβουτανόλης, της ισοαμυλικής αλκοόλης, της εξανόλης και της 2-φαινυλοαιθανόλης. Στους αιθυλεστέρες ανήκουν οι εστέρες του εξανοϊκού, του οκτανοϊκού, του δεκανοϊκού, του δωδεκανοϊκού, καπρονικού και καρπυλικού οξέος. Κατά την μηλογαλακτική ζύμωση η οποία λαμβάνει χώρα μετά την αλκοολική, σχηματίζεται και ο γαλακτικός αιθυλεστέρας.

Μεγάλο μέρος των ενώσεων που προσδίδουν άρωμα και γεύση στα κρασιά είναι εστέρες. Έτσι οι εστέρες παίζουν σημαντικό ρόλο στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά τους. Στα κρασιά έχουν ανιχνευθεί πάνω από 160 διαφορετικοί εστέρες. Οι περισσότεροι από αυτούς δεν είναι ιδιαίτερα πτητικοί και υπάρχουν σε ίχνη οπότε δεν επηρεάζουν το άρωμα του προϊόντος. Στους εστέρες όπως και σε άλλες ενώσεις, παρατηρείται το φαινόμενο της συνέργειας. Έχει παρατηρηθεί ότι κανένας από τους εστέρες που μπορεί να προστεθεί ή να αφαιρεθεί χωριστά από τους άλλους, δεν έχει κάποια ιδιαίτερα αντιληπτή μεταβολή στο άρωμα των κρασιών. Η παρουσία των εστέρων, ειδικά αυτών με μικρή ανθρακική αλυσίδα, δίνει αρώματα ανθέων και φρούτων στο κρασί ενώ οι εστέρες με μεγάλη ανθρακική αλυσίδα εμφανίζουν άρωμα σαπουνιού (Jackson 1994).

Μετά τον σχηματισμό των εστέρων ακολουθούν ενζυμικά φαινόμενα σύνθεσης και διάσπασης. Με την αύξηση της θερμοκρασίας οι εστέρες υδρολύονται και χάνεται μέρος του αρώματος. Κατά την παλαίωση υπάρχει απώλεια του φρουτώδους χαρακτήρα των κρασιών γι αυτό τον λόγο τα λευκά κρασιά με αρώματα φρούτων και λουλουδιών καταναλώνονται συνήθως νωρίς και αποφεύγεται η παλαίωσή τους (Jackson 1994).

Επίσης σε κρασιά που παλαιώθηκαν για 5 χρόνια σε βαρέλι και μετά σε φιάλη παρατηρήθηκε μεγαλύτερη μείωση στην περιεκτικότητα των εστέρων κατά τον πρώτο χρόνο στην φιάλη, ενώ η μείωση στην περίοδο παλαίωσης στο βαρέλι δεν ήταν σημαντική (Perez-Prieto et al. 2003).

#### **1.2.5.1. Οξικοί Εστέρες - Οξικός αιθυλεστέρας**

Κατά την αλκοολική ζύμωση οι οξικοί εστέρες παράγονται ενζυμικά είτε σχηματίζονται με την εστεροποίηση του οξικού οξέος και της αιθανόλης ή των ανώτερων αλκοολών. Σημαντικότεροι είναι ο οξικός αιθυλεστέρας, ο οξικός προπυλεστέρας, ο οξικός βουτυλεστέρας, ο οξικός ισοβουτυλεστέρας, ο οξικός εξυλεστέρας, ο οξικός ισοαμυλεστέρας και ο οξικός 2-φαινυλεστέρας.

Έχουν έντονο και χαρακτηριστικό φρουτώδες άρωμα και γίνεται αντιληπτό ακόμη και σε χαμηλές συγκεντρώσεις. Κατά την διάρκεια της παλαίωσης υδρολύονται και χάνουν μέρος του αρώματός τους. Οι οξικοί εστέρες έχουν οσμή μήλου, μπανάνας, φρουτώδη και γλυκιά. Κατά την αποθήκευση υδρολύονται και προσεγγίζουν προς μια ισορροπία με τα αντίστοιχα οξέα και την αλκοόλη. Στην μείωση αυτή των εστέρων πιθανότατα οφείλεται η απώλεια της φρεσκάδας και του φρουτώδους αρώματος των νέων κρασιών (Ough and Amerine 1988, Jackson 1994, Ferreira et al. 1995).

Ο οξικός ισοαμυλεστέρας, μια ένωση που είναι σημαντική για το άρωμα των κρασιών, έχει υπολογιστεί ότι μειώνεται αισθητά (κατά 50%) κατά τη διάρκεια της παλαίωσης σε βαρέλι σε διάρκεια ενός χρόνου (Perez-Prieto et al. 2003).

Ο οξικός αιθυλεστέρας παράγεται από τους ζυμομύκητες και από τον μεταβολισμό των οξικών βακτηρίων και είναι σημαντικό συστατικό του αρωματικού προφίλ των κρασιών. Ο οξικός αιθυλεστέρας αυξάνει γραμμικά σε σχέση με την τιμή του αλκοολικού βαθμού. Παρατηρείται αύξησή του κατά την διάρκεια της παλαίωσης και όταν υπερβαίνει τα 200 mg/l επιδρά αρνητικά στον χαρακτήρα του κρασιού. Έτσι όταν υπερβαίνει τα 200 mg/l εμφανίζονται τα ανεπιθύμητα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του εστέρα και μία δυσάρεστη οσμή (Usseglio-Tomasset and Bosia 1990).

Αντίθετα σε συγκεντρώσεις 50 – 100 mg/l συμβάλλει θετικά στο άρωμα των κρασιών αυξάνοντας τον φρουτώδη χαρακτήρα και την πολυπλοκότητα του αρώματος. Η μηλογαλακτική ζύμωση ευνοεί τον σχηματισμό του οξικού αιθυλεστέρα (Davis et al. 1985).

Η δράση των οξικών βακτηρίων δημιουργεί αυξημένες ποσότητες οξικού οξέος το οποίο με τη σειρά του αυξάνει τα επίπεδα οξικού αιθυλεστέρα. Αποδείχθηκε επίσης ότι τα οξέα δεν είναι ο περιοριστικός παράγοντας για την παραγωγή των οξικών εστέρων (Antonelli et al. 1999).

#### **1.2.5.2. Γαλακτικός αιθυλεστέρας**

Ο γαλακτικός αιθυλεστέρας (αιθυλεστέρας του 2-υδρόξυ-προπανοϊκού οξέος), όπως και ο οξικός, είναι ένας ακόμη σημαντικός εστέρας για το άρωμα των κρασιών και η παρουσία του σε υψηλές συγκεντρώσεις είναι δείκτης βακτηριακής προσβολής (Jackson 1994, Antonelli et al. 1999). Ο σχηματισμός του είναι συνυφασμένος με αυτόν του γαλακτικού οξέος κατά την μηλογαλακτική ζύμωση. Η μηλογαλακτική ζύμωση είναι μονοπάτι καταβολισμού, κατά το οποίο το μηλικό οξύ αποικοδομείται προς γαλακτικό οξύ και CO<sub>2</sub> από τα γαλακτικά βακτήρια (Maicas et al. 1990).

Στα γαλακτικά βακτήρια ανήκουν τα γένη *Lactobacillus*, *Leuconostoc* και *Pediococcus*. Τα βακτήρια αυτά είναι μικροαερόφιλοι, έως και αναερόβιοι, μικροοργανισμοί οπότε η απουσία μοριακού οξυγόνου ενεργοποιεί την ανάπτυξή τους και οι αναερόβιες συνθήκες αποθήκευσης των στεμφύλων ευνοούν τον πολλαπλασιασμό τους.

Η παρουσία του γαλακτικού αιθυλεστέρα στο κρασί οφείλεται στην δράση των παραπάνω μικροοργανισμών. Η μηλογαλακτική ζύμωση ευνοεί τον σχηματισμό του γαλακτικού αιθυλεστέρα (Davis et al. 1985). Κατά την μηλογαλακτική ζύμωση τα γαλακτικά βακτήρια των γενών *Lactobacillus*, *Pediococcus* και *Leuconostoc* μεταβολίζουν το μηλικό οξύ σε γαλακτικό οξύ. Το παραγόμενο γαλακτικό οξύ μετατρέπεται χημικά στον αντίστοιχο εστέρα με την παρουσία της αιθανόλης.

Η επίδρασή του στο άρωμα του κρασιού είναι σημαντική και είναι από τους εστέρες με τις μεγαλύτερες συγκεντρώσεις στα κρασιά.

Σε πάνω από 200 κρασιά που αναλύθηκαν βρέθηκαν από ίχνη γαλακτικού αιθυλεστέρα έως 534 mg/l. Στα αφρώδη κρασιά απαντά στα ίδια περίπου επίπεδα (Ough & Amerine 1988). Ο γαλακτικός αιθυλεστέρας αυξάνεται σταθερά με τον χρόνο αποθήκευσης λόγω αντίδρασης του γαλακτικού οξέος με την αιθανόλη.

#### 1.2.5.3. Άλλοι εστέρες

Οι αιθυλεστέρες σχηματίζονται κατά την αλκοολική ζύμωση και είναι σε ισορροπία με τα αντίστοιχα οξέα και την αιθανόλη. Κυριότερες ενώσεις είναι οι αιθυλεστέρες των λιπαρών οξέων με 6 έως 12 άτομα άνθρακα οι οποίες είναι και πιο πτητικές. Η εξέλιξή τους κατά την παλαίωση των κρασιών επηρεάζεται από το pH (Ramey and Ough 1980, Garofolo and Piracci 1994).

Η παλαίωση σε φιάλες έχει βρεθεί ότι μειώνει την συγκέντρωση των αιθυλεστέρων λιπαρών οξέων με μικρή ανθρακική αλυσίδα όπως και των οξικών εστέρων (Rapp and Mandery 1986).

Σε σχετική έρευνα (Ramey and Ough 1980) βρέθηκε ότι ο βουτυρικός αιθυλεστέρας μετά από ωρίμανση 12 μηνών σε ερυθρά κρασιά παρουσίασε ελάττωση της συγκέντρωσής του και ο εξανοϊκός αιθυλεστέρας εμφάνισε σταθερή συγκέντρωση τους πρώτους 6 μήνες και στη συνέχεια παρατηρήθηκε αύξηση με μέγιστο στους 12 μήνες ενώ τους επόμενους μήνες σημειώθηκε συνεχής μείωση. Η συγκέντρωση του οκτανοϊκού αιθυλεστέρα αρχικά αυξήθηκε και μετά έμεινε πρακτικά σταθερή για ένα χρόνο και έπειτα μειώθηκε λόγω υδρόλυσής του. Αντίθετα ο δεκανοϊκός αιθυλεστέρας άρχισε να σχηματίζεται μετά από ένα χρόνο ωρίμανσης. Η ομάδα των αιθυλεστέρων των διπρωτικών οξέων αυξάνει τις συγκεντρώσεις της ως αποτέλεσμα της εστεροποίησης κατά την ωρίμανση (Ramey and Ough 1980, Rapp and Mandery 1986).

Οι αιθυλεστέρες μπορούν να προκαλέσουν μείωση της έντασης του αρώματος των οξικών εστέρων αλλά συμβάλουν θετικά στη γενικότερη ποιότητα του κρασιού.

Ο οκτανοϊκός αιθυλεστέρας σχηματίζεται από την οκτανόλη και το οξικό οξύ, έχει χαρακτηριστικό φρουτώδες άρωμα πορτοκαλιού και είναι ένας ακόμη σημαντικός εστέρας για το άρωμα των κρασιών (Potter and Hotchkiss 1995, Gil et al. 2006).

#### **1.2.5.4. Λακτόνες**

Οι λακτόνες είναι μία κατηγορία εστέρων που σχηματίζονται με εσωτερική εστεροποίηση μεταξύ ομάδων καρβοξυλίου και υδροξυλίου και την δημιουργία κυκλικού εστέρα. Συνήθως πρόκειται για ενώσεις με τέσσερα άτομα άνθρακα οι οποίες σχηματίζουν δακτύλιο με την σχηματιζόμενη εστερομάδα.

Οι πιο σημαντικές λακτόνες για το άρωμα των οίνων είναι η σολερόνη (γ-λακτόνη του 4-ακετυλο-4-υδροξυ-βουτανοϊκού οξέος), η σοτολόνη (4,5-διμεθυλο-3-υδροξυ-2(5H)-φουρανόνη) και οι λακτόνες δρυός (ισομερή της γ-λακτόνης του 3-μεθυλο-4-υδροξυ-οκτανοϊκού οξέος). Το άρωμα που προσδίδει η σολερόνη έχει περιγραφεί παρόμοιο με αυτό οίνου παλαιωμένου σε φιάλη (Rapp and Mandery 1986). Η γ-εννεαλακτόνη βρίσκεται στο ξύλο της δρυός και η γ-βουτυρολακτόνη σχηματίζεται με την αφυδάτωση του γ-υδροξυβουτυρικού οξέος κατά την διάρκεια του φρυγανίσματος του ξύλου αλλά και κατά την διαδικασία της αλκοολικής ζύμωσης. Η cis λακτόνη ανιχνεύεται σε κρασιά παλαιωμένα σε δρύινα βαρέλια (Cerdan et al. 2004).

Οι λακτόνες συσχετίζονται με το άρωμα συγκεκριμένων ποικιλιών όπως Riesling και Μοσχάτο. Η 4,5-διμέθυλο-τετραϋδρο-2,3-φουρανοδιόνη συμμετέχει στο χαρακτηριστικό άρωμα επιδόρπιων κρασιών “sherries” και απαντά στα προσβεβλημένα από τον μύκητα *Botrytis cinerea* σταφύλια (Jackson 1994).

#### **1.2.6. Σάκχαρα**

Από τα σάκχαρα οι εξόζες ζυμώνονται ενώ, τα ανάγοντα σάκχαρα (με ελεύθερη αλδεϋδική ή κετονική ομάδα) μπορούν να δεσμεύουν τον θειώδη ανυδρίτη. Η γλυκόζη είναι λιγότερο σταθερή από την φρουκτόζη και μεταβολίζεται ευκολότερα από τους ζυμομύκητες. Η αραβινόζη και η ξυλόζη δεν ζυμώνονται, μπορεί όμως να αποικοδομηθούν από τα γαλακτικά βακτήρια. Η σακχαρόζη υδρολύεται σε γλυκόζη και φρουκτόζη, ενώ στα κρασιά απαντούν και πολυσακχαρίτες που προέρχονται από το σταφύλι. Η πηκτίνη που απαντά σε μεγάλες ποσότητες στο γλεύκος βρίσκεται σε ίχνη συνήθως στο κρασί λόγω της δράσης των πηκτινολυτικών ενζύμων (Τσακίρης 1988).

#### **1.2.7. Αζωτούχα συστατικά**

Στο κρασί απαντούν αμμωνία, (3-50 mg/l), πρωτεΐνες (15-410 mg/l), αμινοξέα (1-1900 mg/l), βιταμίνες (0-58 mg/l), αμίνες, νιτρικά άλατα (2-10,5 mg/l) και πολυπεπτίδια (Τζουβάρα-Καραγιάννη 1986). Στα ερυθρά κρασιά οι πρωτεΐνες περιέχονται σε μεγαλύτερες ποσότητες λόγω εκχύλισης, αλλά ενώνονται με τις τανίνες και καταβυθίζονται. Αντίθετα στα λευκά κρασιά παραμένουν και μπορούν να προκαλέσουν θόλωμα.

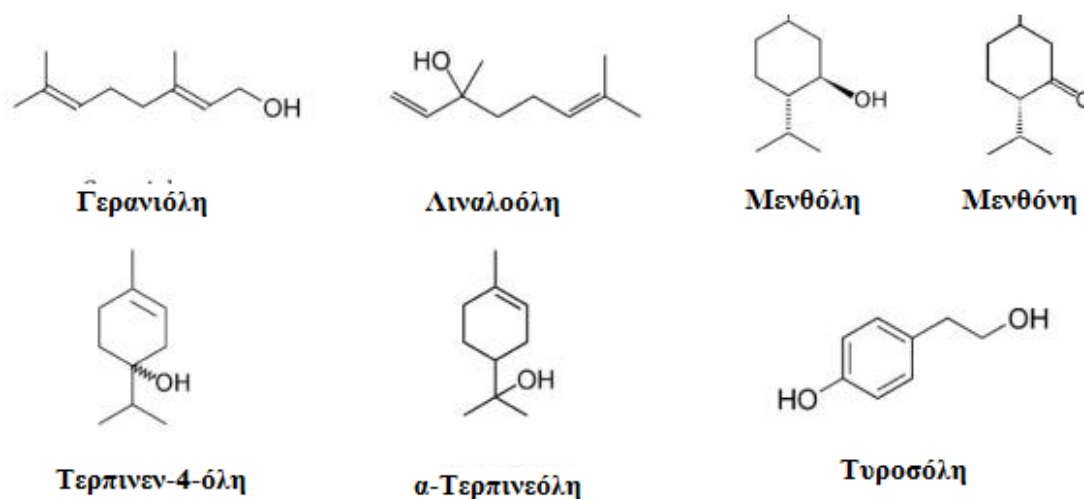
#### **1.2.8. Ανόργανα συστατικά**

Τα σημαντικότερα κατιόντα του κρασιού είναι το κάλιο, το ασβέστιο, ο σίδηρος, το μαγνήσιο και ο χαλκός. Το κάλιο έχει τη μεγαλύτερη συγκέντρωση (0,09-1,76 g/l) και καθιζάνει ως τρυγικό κάλιο δημιουργώντας στις φιάλες ανεπιθύμητο ίζημα. Ο χαλκός και ο σίδηρος προέρχονται συνήθως από την επαφή του γλεύκους και του κρασιού με τις μεταλλικές επιφάνειες κατά την οινοποίηση και την αποθήκευση και δημιουργούν θολώματα σε συγκεντρώσεις μεγαλύτερες από 10 και 0,4 mg/l αντίστοιχα. Από τα ανόργανα ανιόντα σημαντικότερα είναι τα βρωμιούχα, χλωριούχα, θειικά και φωσφορικά και προέρχονται κυρίως από το έδαφος (Ακρίδα-Δεμερτζή 2004).

### 1.2.9. Τερπένια

Το άρωμα των διαφόρων αρωματικών ποικιλιών σταφυλιών οφείλεται σε τερπενικές ενώσεις (μονοτερπένια, νορ-ισοπρενοϊδή) και σε παράγωγά τους, συνολικής συγκέντρωσης 1-3 mg/l (σχήμα 15). Οι ενώσεις αυτές (τερπινεόλη, λιναλοόλη, γερανιόλη, νερόλη) καταστρέφονται μερικώς κατά την αλκοολική ζύμωση και οξειδώνονται σε λιγότερο αρωματικές ενώσεις κατά την παλαίωση.

Οι αρωματικές αυτές ενώσεις προέρχονται από την πυροφωσφορική γερανιόλη (GPP). Οι τερπενικές ενώσεις απελευθερώνονται με ενζυμική υδρόλυση ή με χημική όξινη υδρόλυση (Williams et al. 1982). Η ενζυμική μέθοδος είναι αποτελεσματική και δεν οδηγεί σε τροποποίηση του αρωματικού χαρακτήρα των ενώσεων, γεγονός που συμβαίνει με την χημική υδρόλυση (Gunata et al. 1985).



Σχήμα 15. Χημικοί τύποι τερπενικών ενώσεων

Η μελέτη του αρώματος μερικών φρούτων, όπως σταφύλι, φρούτο του πάθους, παπάγια, σμέουρο, καθώς επίσης και των προϊόντων ζύμωσής τους, έδειξε ότι, εκτός από ένα μέρος ελεύθερων πτητικών τερπενοϊδών που υπάρχουν, ανιχνεύονται και φυσικές μη οσμηρές πρόδρομες ενώσεις που αντιπροσωπεύουν μια σημαντική πηγή ευωδών ενώσεων. Κατά τη διάρκεια της οινοποίησης, δεσμευμένα τερπενοϊδή μπορούν να απελευθερωθούν με τη δράση των γλυκοζιτικών ενζύμων που παράγονται από τις ζύμες, τους μύκητες και τα βακτήρια. Επομένως, η αυξανόμενη γλυκοζιτική ενζυμική δραστηριότητα είναι παράγοντας για την αύξηση των

τερπενικών αρωμάτων στα κρασιά. Τα είδη ζύμομυκήτων που παράγουν τερπένια περιλαμβάνουν τους: *Kluyveromyces lactis*, *Torulaspora delbrueckii* (παλαιότερη ονομασία *Saccharomyces fermentati*) και *Ambrosiozyma monospora* (Drawert and Barton 1978, Fagan et al. 1981, Klingenberg and Sprecher 1985). Αυτές οι ενώσεις θα μπορούσαν να έχουν ιδιαίτερη σημασία στην οινοποίηση.

Γενικά, περισσότερα δεσμευμένα τερπενοειδή απαντούν στα κρασιά από ότι ελεύθερα και οι αναλογίες δεσμευμένων και ελεύθερων μπορούν επίσης να ποικίλουν μεταξύ των διαφορετικών ποικιλιών σταφυλιών. Το Μοσχάτο Αλεξανδρείας, παραδείγματος χάριν, έχει αναλογία 5:1, ενώ μερικές άλλες ποικιλίες έχουν αναλογία 1:1 (Williams et al. 1982).

Τα μονοτερπένια έχουν αρώματα λουλουδιών. Η γερανιόλη και η νερόλη προσδίδουν αρώματα τριαντάφυλλου, η λιναλοόλη αρώματα κοριάνδρου, ενώ η α-τερπινεόλη και τα οξειδία της λιναλοόλης προσδίδουν αρώματα καμφοράς (Simpson 1979a, Pisarnitski 2001).

Οι αρωματικές ποικιλίες σταφυλιών, όπως Μοσχάτο, Riesling και Gewürztraminer, περιέχουν μεγάλα ποσά μονοτερπενίων όπως γερανιόλη και νερόλη. Τα νορ-ισοπρενοειδή είναι τα συστατικά που χαρακτηρίζουν αρωματικά την ποικιλία Chardonnay και οι μεθοξυπυραζίνες τα Sauvignon Blanc και Cabernet Sauvignon.

Τα ισοπρενοειδή θεωρούνται επίσης σημαντικές ενώσεις για το άρωμα των κρασιών. Αν και δεν υπάρχει καμία συγκεκριμένη απόδειξη, ο ρόλος των ζυμών και των βακτηρίων στην απελευθέρωση νορ-ισοπρενοειδών είναι πολύ πιθανός. Οι ενώσεις αυτές είναι δευτεροβάθμιοι μεταβολίτες που διαμορφώνονται στα σταφύλια και πολλοί συσσωρεύονται ως αμετάβλητοι γλυκοζίτες (Winterhalter and Schreier 1994). Τα ισοπρενοειδή απελευθερώνονται από τους γλυκοζιτικούς προδρόμους τους κατά τη διάρκεια της οινοποίησης (Sefton et al. 1996, Sefton 1998, Ribéreau-Gayon 2000).

#### **1.2.10. Φαινολικά συστατικά**

Οι φαινολικές ενώσεις αποτελούν σημαντικά συστατικά πολλών τροφίμων και ιδιαίτερα φρούτων και λαχανικών, αφού προσδίδουν ιδιαίτερα χαρακτηριστικά όπως το χρώμα και τη γεύση, ενώ ταυτόχρονα έχουν θετική επίδραση στην υγεία του καταναλωτή. Η αντιοξειδωτική τους ικανότητα συνδέεται με την καταπολέμηση του οξειδωτικού stress το οποίο θεωρείται αίτιο σημαντικού αριθμού σοβαρών ασθενειών

για τον άνθρωπο. Είναι ευρέως αποδεκτό ότι η αντιοξειδωτική δράση των φαινολικών συστατικών έχει αντικαρκινικές ιδιότητες, αποτελεί ασπίδα στις καρδιακές παθήσεις και έχει ιδιότητες αντιγήρανσης.

Από χημικής άποψης τα φαινολικά παράγωγα αποτελούν μία ευρύτατη κατηγορία ενώσεων, με πλήθος δομών οι οποίες έχουν ως κοινό χαρακτηριστικό την ύπαρξη ενός βενζολικού δακτυλίου με ένα ή περισσότερα υδροξύλια ελεύθερα ή συνδεδεμένα. Προέρχονται από το μονοπάτι του σικιμικού και του οξικού οξέος. Οι ενώσεις αυτές συνδυάζονται σε κάποιες περιπτώσεις, ενώ σπανιότερα προστίθεται και το βιοσυνθετικό μονοπάτι του μεβαλονικού οξέος (Χήνου 2002).

Οι μοναδικές αυτές ιδιότητές τους έχουν αναβαθμίσει τα τρόφιμα που περιέχουν τις φαινολικές ενώσεις στην διατροφή του ανθρώπου και έχουν εντείνει τις επιστημονικές έρευνες.

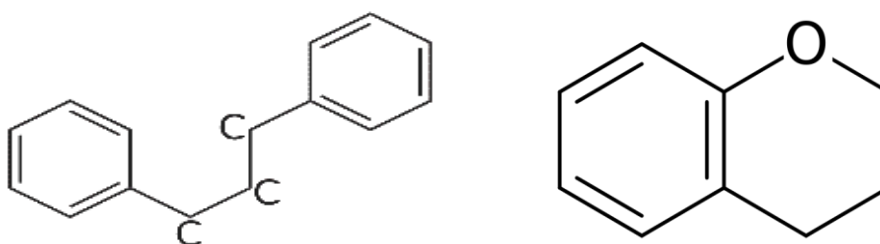
Οι πολυφαινολικές ενώσεις του κρασιού, έχει διαπιστωθεί *in vitro* ότι έχουν αντιοξειδωτική δράση καθώς παρουσιάζουν ικανότητα δέμσευσης ελεύθερων ριζών. Ακόμη έχουν αντιφλεγμονώδη και αντικαρκινική δράση. Μεταξύ άλλων έχουν θετική δράση έναντι καρδιαγγειακών παθήσεων μέσω αναστολής οξείδωσης της LDL και αναστολής συσώρευσης των αιμοπεταλίων, έχουν θετική δράση έναντι της νόσου του Alzheimer, ενώ ασκούν προστατευτική δράση έναντι των παθογόνων μικροοργανισμών. Το λεγόμενο «Γαλλικό παράδοξο» αποτελεί ένα από τα πλέον χαρακτηριστικά παραδείγματα προστασίας των φαινολικών ενώσεων του κρασιού έναντι των καρδιαγγειακών παθήσεων. Σύμφωνα με μελέτες σε περιοχές της Γαλλίας με υψηλή κατανάλωση ερυθρού κρασιού παρατηρούνται μειωμένα ποσοστά θανάτων από καρδιαγγειακά νοσήματα παρόλη την αυξημένη κατανάλωση κόκκινου κρέατος και εν γένει κορεσμένων λιπαρών οξέων. Ο όξινος χαρακτήρας των υδροξύλομάδων και οι πυρηνόφιλες ιδιότητες των φαινολικών δακτυλίων κάνουν τις φαινολικές ενώσεις πολύ δραστικές (Ρούσσης 2004).

Ο αριθμός των φαινολικών συστατικών στα φυτά υπολογίζεται στις 8.000 ενώσεις (Tsao 2010). Ο μεγάλος αυτός αριθμός σε συνδυασμό με την ποικιλομορφία τους τις κατατάσσει σε διάφορες ομάδες ενώσεων. Οι κυριότερες είναι:

- Φλαβονοειδή
- Μη φλαβονοειδή
- Τανίνες

## ● Στιλβένια

Οι σπουδαιότερες φαινολικές ενώσεις του κρασιού διακρίνονται σε φλαβονοειδή και μη φλαβονοειδή συστατικά. Τα φλαβονοειδή μπορούν να θεωρηθούν παράγωγα του φαινυλοπροπανίου, αποτελούνται από δύο εξαμελείς δακτυλίους οι οποίοι συνδέονται με αλυσίδα τριών ατόμων C και περιγράφονται ως σύστημα C6-C3-C6. Ένα ακόμη χαρακτηριστικό τους είναι ο δακτύλιος χρωμανίου που απαντά στα περισσότερα φλαβονοειδή (σχήμα 16). Τα μη φλαβονοειδή είναι μονομοριακά φαινολικά παράγωγα.



**Σχήμα 16.** Το σύστημα C6-C3-C6 και ο δακτύλιος χρωμανίου

### 1.2.10.1. Φλαβονοειδείς φαινόλες

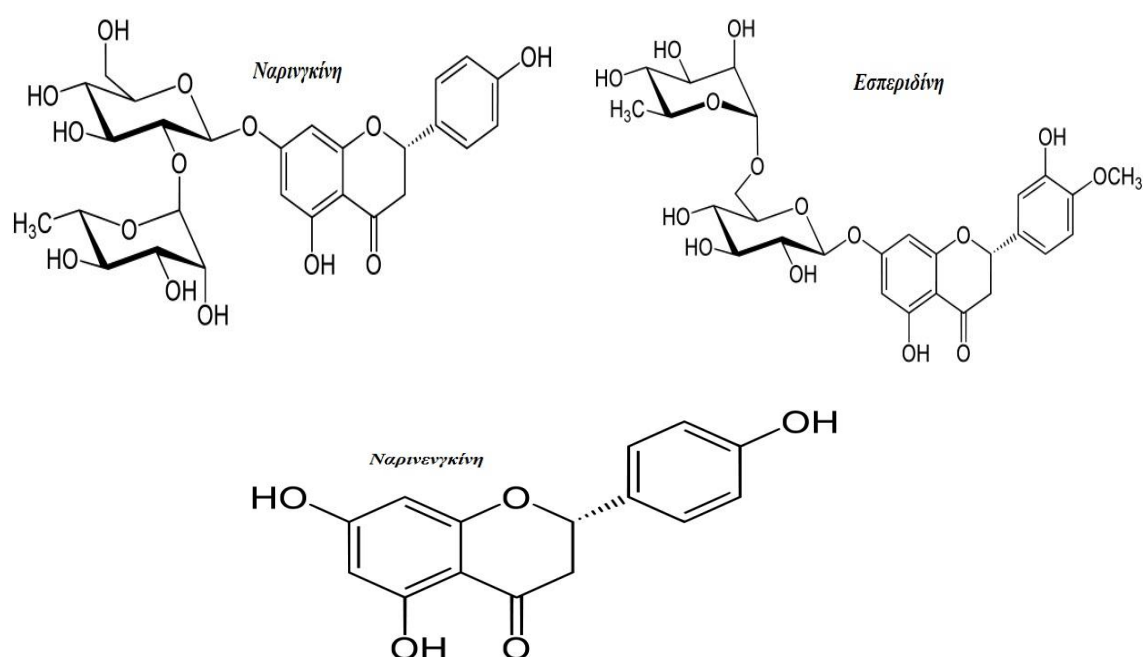
Έχουν απομονωθεί πάρα πολλά διαφορετικά φλαβονοειδή, ενώ ο αριθμός αυτός αυξάνεται λόγω της πολύ μεγάλης δομικής ποικιλομορφίας των προϊόντων αυτών. Μερικά από αυτά έχουν χαρακτηριστικό χρώμα, όπως οι ανθοκυάνες και προσδίδουν πολλούς διαφορετικούς χρωματισμούς σε φύλλα, καρπούς και άνθη. Το χρώμα τους είναι συνήθως το κίτρινο και σ' αυτό οφείλουν και το όνομά τους (flavus=κίτρινο). Οι φλαβόνες έχουν λευκό χρώμα και είναι υπεύθυνες για το άσπρο χρώμα των λευκών ανθέων. Οι ανθοκυάνες έχουν ερυθρό χρώμα. Απαντούν κυρίως σε ανώτερα φυτά, αλλά και σε πολλές ομάδες κατωτέρων φυτών και μυκήτων, ποτέ όμως στα βακτήρια (Harborne and Baxter 1999). Πολλά φλαβονοειδή έχουν απομονωθεί από φυτικά είδη διαφόρων οικογενειών, όπως Asteraceae, Leguminosae, Polypodiaceae, Rutaceae, Betulaceae, Lamiaceae, Rosaceae, Didieraceae κ.ά. (Παληγογιάννη 2007).

Η κατάταξή τους γίνεται με βάση διαφορετικές μεθόδους:

1. Φλαβανόνες και φλαβάνες αν ο ετεροκυκλικός δακτύλιος είναι κορεσμένος και σε ανθοκυάνες, φλαβόνες, φλαβονόλες και φλαβανόλες αν ο ετεροκυκλικός δακτύλιος είναι ακόρεστος.
2. Μονομερή, διμερή και πολυμερή ανάλογα με το μοριακό τους βάρος.
3. Κύρια προϊόντα όπως χαλκόνες, φλαβανόνες και παραπροϊόντα όπως ανθοκυάνες, ανάλογα με τη βιοσυνθετική πορεία που ακολουθούν.
4. Φλαβόνες (2-φαινυλο-χρωμόνες) ή ισοφλαβόνες (3-φαινυλο-χρωμόνες) ανάλογα με τη θέση της πλάγιας αλυσίδας της φαινυλ-ομάδας στις θέσεις 2 ή 3 του ετεροκυκλικού δακτυλίου.
5. Μονοσακχαρίτες, δισακχαρίτες, ολιγοσακχαρίτες, O-γλυκοσίδες και C-γλυκοσίδες ανάλογα με το αν είναι συνδεδεμένα με σάκχαρα ή όχι και με ποιον τρόπο.

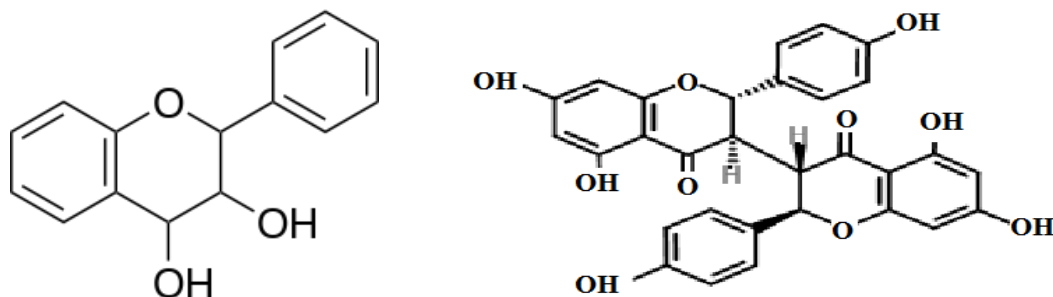
Η συνηθέστερη κατηγοριοποίηση των φλαβονοειδών φαινολών είναι σε φλαβανόνες, φλαβάνες, φλαβόνες, φλαβονόλες και ανθοκυάνες.

**Φλαβανόνες:** χαρακτηριστικές ενώσεις είναι η ναριγκίνη, η εσπεριδίνη, η ναρινεγκίνη οι οποίες βρίσκονται στα εσπεριδοειδή όπως το κίτρο, το γκρέιπφρουτ κ.α. (σχήμα 17).



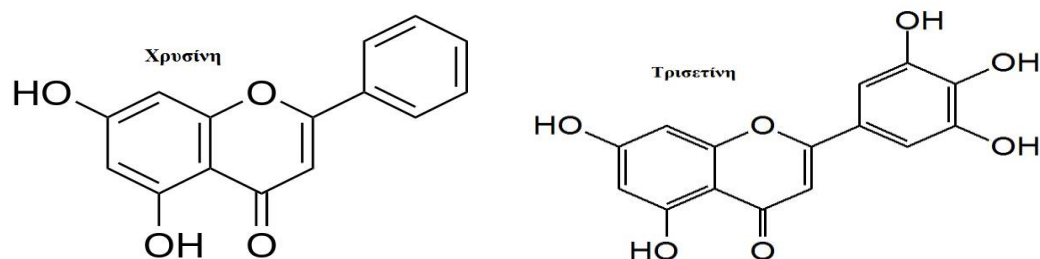
**Σχήμα 17.** Χημικοί τύποι των ενώσεων ναριγκίνη, εσπεριδίνη, ναρινεγκίνη

**Φλαβάνες:** Αποτελούν συστατικά διάφορων φυτών. Ενδεικτικά αναφέρονται οι: 2R,3R-3,5,6,7,8,4'-εξαυδροξύ φλαβάνη, (2R)-4'-υδροξύ-2',5,7-τριμεθοξύ φλαβάνη, 3,4-διυδροξύ φλαβάνη (σχήμα 18).



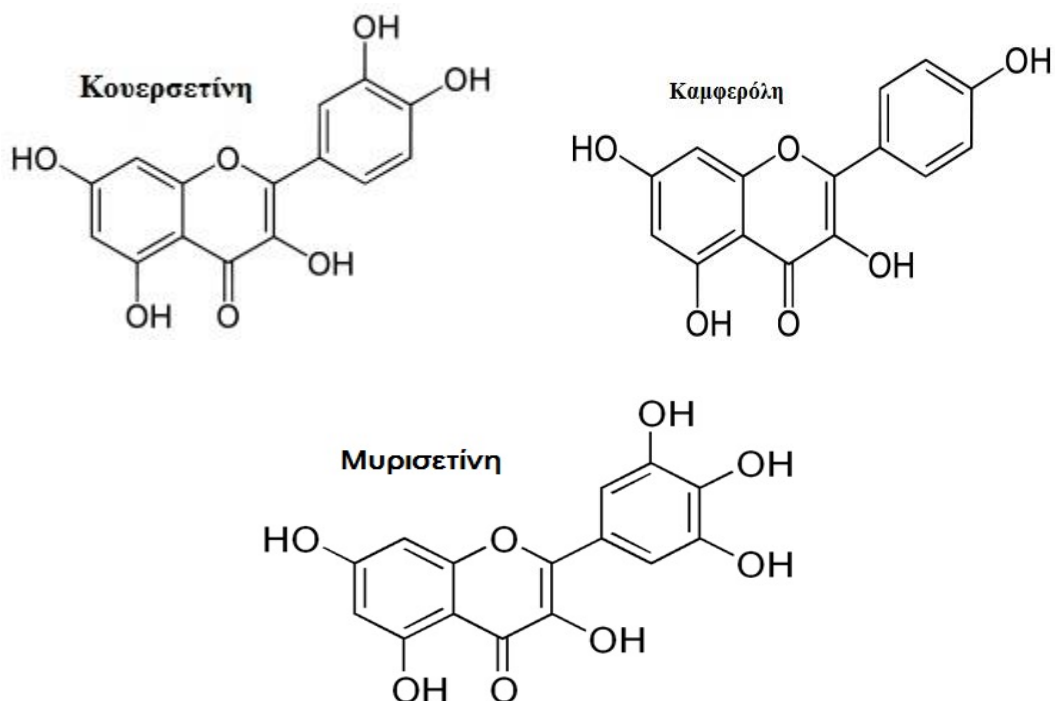
**Σχήμα 18.** Χημικοί τύποι των φλαβανών: 3,4-διυδροξύ φλαβάνη και 2R,3R-3,5,6,7,8,4'-εξαυδροξύ φλαβάνη

**Φλαβόνες:** Οι πολυφαινόλες φλαβόνες απαντούν σε αρκετά φυτά όπως σιτηρά και βότανα. Παραδείγματα αποτελούν η χρυσίνη η οποία ανιχνεύεται μεταξύ άλλων φυτών στο χαμομήλι, η απιγγενίνη και η τρισετίνη με αντικαρκινική δράση (Ya-Ling et al. 2009). Στο σχήμα 19 δίνονται οι χημικοί τύποι φλαβονών.



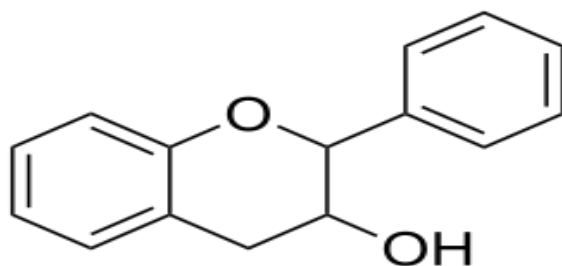
**Σχήμα 19.** Χημικοί τύποι των φλαβονών χρυσίνη και τρισετίνη

**Φλαβονόλες:** Αποτελούν συστατικά πολλών λαχανικών και φρούτων. Χαρακτηριστικές φλαβονόλες είναι η κουερσετίνη, η καμφερόλη και η μυρισετίνη, οι οποίες απαντούν σε πολλά φρούτα, λαχανικά, φύλλα και σπόρους και φαίνεται να συμμετέχουν στις αντικαρκινικές τους ιδιότητες (Ong and Khoo 1997, Calderon-Montañó et al. 2011). Χημικοί τύποι των ενώσεων αυτών δίνονται στο σχήμα 20.



**Σχήμα 20.** Χημικοί τύποι των φλαβανολών κουερσετίνη, καμφερόλη, μυρισετίνη

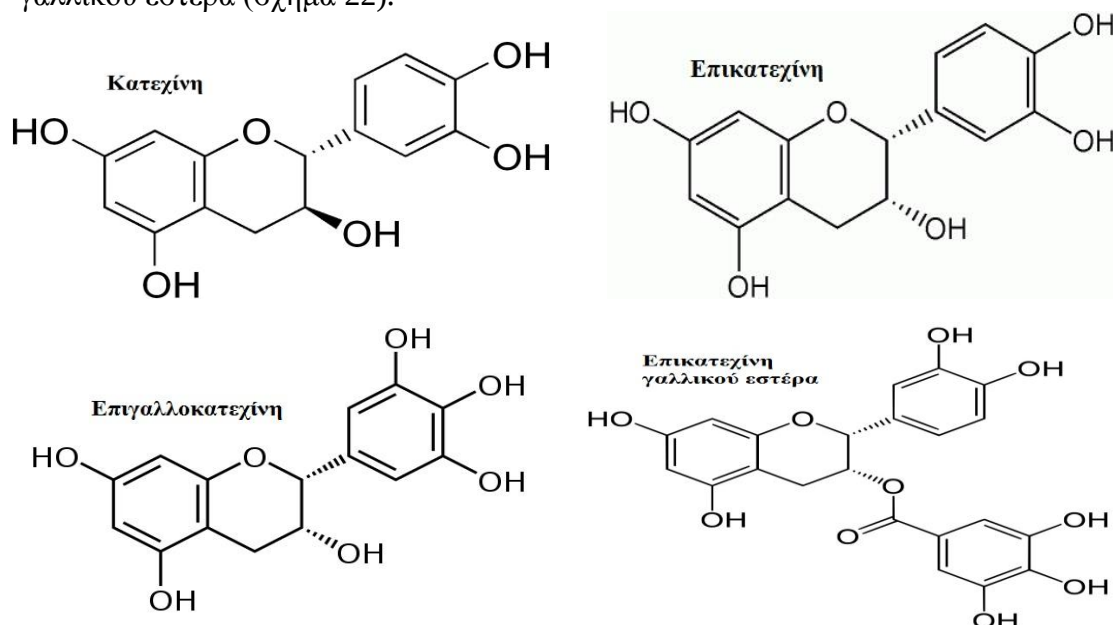
**Φλαβανόλες:** Ονομάζονται και 3-Φλαβανόλες και πρόκειται για παράγωγα των φλαβανών με σκελετό την 2-φαινυλ-3,4-διϋδρο-2H-χρωμαν-3-όλη. Διαφέρουν από τις φλαβονόλες στο ότι διαθέτουν ομάδα υδροξυλίου και όχι καρβονυλίου όπως οι φλαβονόλες (σχήμα 21). Υπάρχουν και ως ολιγομερή ή και ως πολυμερή που καλούνται συμπτυκνωμένες τανίνες ή προανθοκυανιδίνες (λευκοανθοκυάνες ή προκυανιδίνες) (Ρούσσης 2004).



**Σχήμα 21.** Ο χημικός τύπος της 3-φλαβανόλης

Αποτελούν συστατικά πολλών φυτών όπως φρούτων και λαχανικών και προϊόντων τους, με σημαντικές διατροφικές πηγές φλαβανολών το κακάο, την σοκολάτα, το κρασί, το τσάι.

Κυριότερες ενώσεις της κατηγορίας αυτής είναι η κατεχίνη, η επικατεχίνη, η επιγαλλοκατεχίνη, η επικατεχίνη του γαλλικού εστέρα και η επιγαλλοκατεχίνη του γαλλικού εστέρα (σχήμα 22).

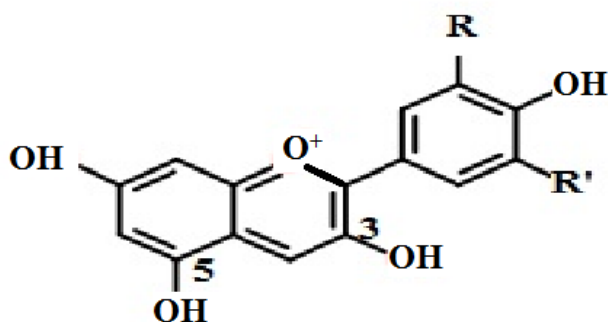


**Σχήμα 22.** Χημικοί τύποι κατεχίνης, επικατεχίνης, επιγαλλοκατεχίνης και επικατεχίνης γαλλικού εστέρα.

**Ανθοκυάνες:** Είναι οι σκούρες χρωστικές, ερυθρές, μωβ ή μπλε, πολλών φυτών και ιδιαιτέρως καρπών όπως σταφύλια, διαφόρων ειδών μούρων και κόκκινων φρούτων. Στους καρπούς βρίσκονται κατά κύριο λόγο στα εξωτερικά κυτταρικά στρώματα όπως η επιδερμίδα.

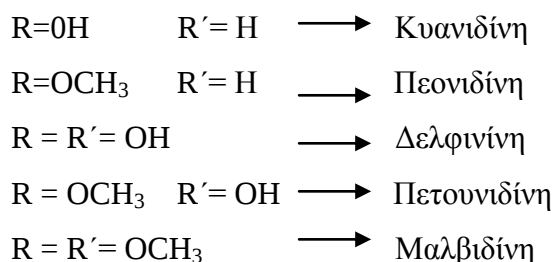
Οι ανθοκυάνες αποτελούνται από ένα άγλυκο φυσικό συστατικό την αλυσίδα  $C_6-C_3-C_6$  και ένα μόριο σακχάρου, συνήθως την γλυκόζη. Οι ανθοκυάνες αναφέρονται και ως ετερογλυκοζίτες όπου το άγλυκο συστατικό  $C_6-C_3-C_6$  και η γλυκόζη είναι συνδεδεμένα με ακεταλικό δεσμό (Συμεού 2010).

Οι ανθοκυάνες από άποψη χημικής δομής είναι παράγωγα του φαινυλ-2-βενζοπυριλίου (σχήμα 23).



**Σχήμα 23.** Ο γενικός χημικός τύπος των παραγώγων του βενζοπυριλίου

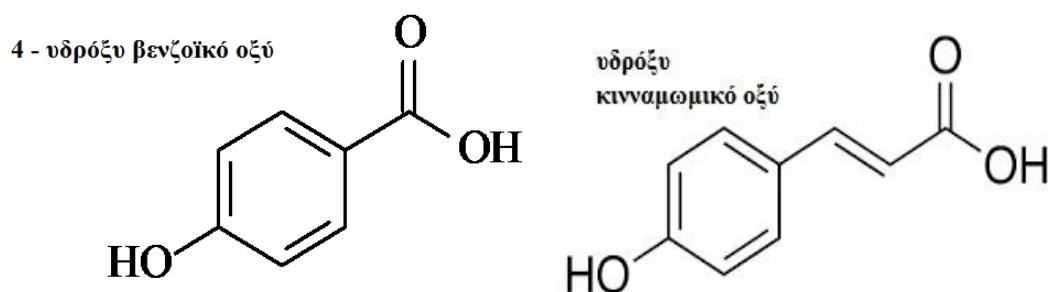
Από τις διάφορες δομές των πλευρικών ομάδων R και R' προκύπτουν οι διάφορες ανθοκυανιδίνες. Χαρακτηριστικά αναφέρονται οι εξής ενώσεις:



Αν στις πιο πάνω ανθοκυανιδίνες προσκολληθούν ένα μόριο γλυκόζης στη θέση 3 ή δύο μόρια γλυκόζης στις θέσεις 3 και 5, θα προκύψουν οι μόνο-γλυκοζίτες και δι-γλυκοζίτες οι οποίοι είναι οι συνήθεις μορφές των ανθοκυανών που απαντούν στη φύση. Οι ανθοκυάνες υδρολύονται εύκολα προς ένα άγλυκο μόριο (την ανθοκυανιδίνη) και μόρια σακχάρου. Οι ανθοκυανιδίνες δεν απαντούν ελεύθερες στην φύση παρά μόνο ενωμένες με σάκχαρα ως ετεροζίτες των οποίων είναι γνωστοί είκοσι διαφορετικού τύποι. Εκτός από γλυκόζη απαντούν και τα σάκχαρα αραβινόζη, ξυλόζη, γαλακτόζη, ραμνόζη (Crozier et al. 2009).

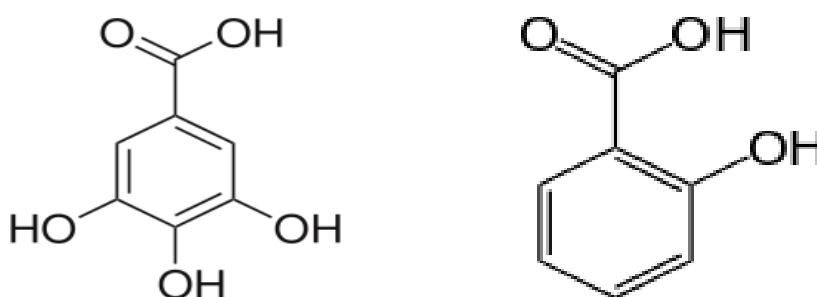
#### 1.2.10.2. Μη φλαβονοειδείς φαινόλες

Αναφέρονται και ως πολυφαινολικά οξέα, καθώς πρόκειται για παράγωγα του υδροξυβενζοϊκού οξέος με C<sub>6</sub> – C<sub>1</sub> σκελετό και του υδροξυκινναμωμικού οξέος με C<sub>6</sub>C<sub>3</sub> σκελετό (σχήμα 24). Οι ενώσεις αυτές είναι πολύ διαδεδομένες στα φυτά είτε ελεύθερες, είτε ως εστέρες, είτε ως γλυκοσίδες. Βιοσυνθετικά προέρχονται από την οδό του σικιμικού οξέος και σχηματίζονται μέσω της L-φαινυλαλανίνης ή σπανιότερα της L-τυροσίνης (Licker et al. 1999).



**Σχήμα 24.** Χημικοί τύποι του 4-υδρόξυ βενζοϊκού οξέος και του υδρόξυ κινναμωμικού οξέος

**Παράγωγα υδρόξυ βενζοϊκού οξέος:** Τα πιο σημαντικά παράγωγα είναι: 1) Το γαλλικό οξύ (τριυδρόξυ βενζοϊκό οξύ) το οποίο βρίσκεται σε φυτά όπως το τσάι και η δρυς αλλά και σε αρκετά τρόφιμα όπως οι μπανάνες, οι φράουλες, τα βατόμουρα, τα μύρτιλα και η σοκολάτα.. Το γαλλικό οξύ έχει ευρεία χρήση στην βιομηχανία φαρμάκων. Το γαλλικό οξύ και το διμερές του (εξαϋδρόξυ διφαινικό) αποτελούν δομικά στοιχεία των υδρολυωμένων τανινών. 2) Το σαλικυλικό οξύ (σχήμα 25) είναι μονοϋδρόξυ βενζοϊκό οξύ με ευρεία χρήση στην φαρμακευτική (Fiuza et al. 2004).

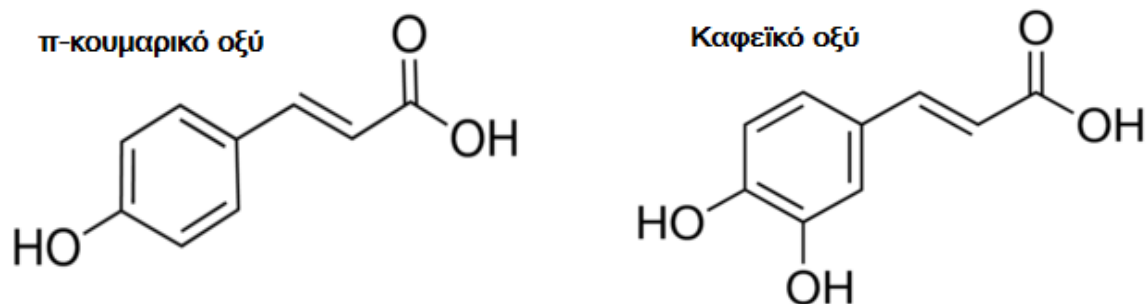


**Σχήμα 25.** Οι χημικοί τύποι του γαλλικού οξέος και του σαλικυλικού οξέος

**Παράγωγα υδρόξυ κινναμωμικού οξέος:** Απαντούν στην φύση είτε ελεύθερα είτε ως εστέρες με οξέα όπως το τρυγικό οξύ, είτε ως γλυκοζίτες με σάκχαρο την γλυκόζη. Καλούνται και χλωρογενικά οξέα όταν σχηματίζουν εστέρες με τρυγικό ή κινικό οξύ ή με παράγωγα σακχάρων (Liu 2004). Τα πιο γνωστά κινναμωμικά οξέα είναι το καφεϊκό οξύ, το φερουλικό οξύ, το ισοφερουλικό οξύ, το 2,4,5-τριυδρόξυ κινναμωμικό οξύ, το 3,4,5-τριυδρόξυ κινναμωμικό οξύ, το π-κουμαρικό οξύ, το σιναπικό οξύ.

Από τα πιο πάνω οξέα, το καφεϊκό οξύ βρίσκεται σε υψηλές συγκεντρώσεις στα αρωματικά φυτά όπως στο θυμάρι, στο φασκόμηλο, στον δυόσμο, στον φλοιό του ευκάλυπτου, στην κανέλλα και στο ερυθρό κρασί (Zheng and Wang 2001). Έχει ήδη μελετηθεί η αντιοξειδωτική του δράση για την αναστολή του πολλαπλασιασμού καρκινικών κυττάρων. Το π-κουμαρικό οξύ απαντά σε πολλά φυτά και τρόφιμα όπως στα φυστίκια, στο σκόρδο, στις τομάτες, στα καρότα, στο κρασί και στο ξύδι. Η αντιοξειδωτική του δράση πιστεύεται ότι μειώνει τις πιθανότητες εμφάνισης του καρκίνου του στομάχου (Ferguson et al. 2005).

Στο σχήμα 26 δίνονται ενδεικτικοί χημικοί τύποι υδρόξυ βενζοϊκών οξέων.



**Σχήμα 26:** Χημικοί τύποι π-κουμαρικού οξέος και καφεϊκού οξέος

### 1.2.10.3. Τανίνες

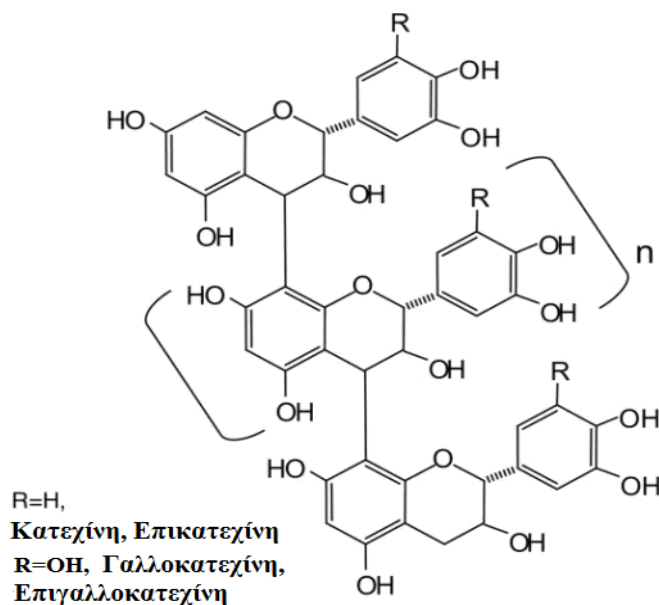
Πρόκειται για πολυφαινόλες οι οποίες περιέχουν επαρκή αριθμό υδροξυλίων και άλλες ομάδες όπως καρβοξύλια, οι οποίες βοηθούν στον σχηματισμό συμπλόκων με διάφορα μακρομόρια όπως πρωτεΐνες και πολυσακχαρίτες. Οι περισσότερες είναι γλυκοζίτες και σχηματίζουν αδιάλυτες ενώσεις με πρωτεΐνες. Έχουν μεγάλα μοριακά βάρη από 500 ως 3.000 (Bate-Smith and Swain 1962). Οι τανίνες εμφανίζονται σε μεγάλο αριθμό φυτικών οργανισμών και δρουν ως φυτοπροστατευτικές ουσίες λόγω της ιδιαίτερης γεύσης που προσδίδουν, αλλά και ως παρασιτοκτόνα και ως ρυθμιστές της ανάπτυξης των φυτών (Ferrell and Thorington 2006).

Στα κρασιά η παρουσία τους οφείλεται στην μεταφορά τους από το σταφύλι όπου βρίσκονται στον φλοιό και στα γίγαρτα. Η αυξημένη περίοδος εκχύλισης κατά την ερυθρή οινοποίηση, αυξάνει την συγκέντρωσή τους στο κρασί και του προσδίδει την χαρακτηριστική αίσθηση στυφότητας η οποία εμφανίζεται πιο έντονη στα ερυθρά κρασιά. Η ιδιότητα των τανινών να ενώνονται με πρωτεΐνες, προκαλεί την ένωσή τους με τις πρωτεΐνες των σιελογόνων αδένων. Επίσης αναστέλλεται η δράση των ενζύμων του εκκρίματος λόγω δέσμευσης της πρωτεϊνικής ομάδας τους. Έτσι φράσσουν οι βλεννογόνοι του στόματος και παρεμποδίζεται η εκροή σιέλου. Με αυτό τον τρόπο δημιουργείται μία αίσθηση τραχύτητας και σκληρότητας στην γλώσσα, η λεγόμενη στυφή γεύση.

Υπάρχουν δύο κύριες κατηγορίες τανινών ανάλογα με την βασική μονάδα του μονομερούς: οι υδρολυμένες τανίνες και οι συμπυκνωμένες τανίνες.

**Συμπυκνωμένες τανίνες:** είναι συστατικά που σχηματίζονται από μεγάλου βαθμού συμπυκνωμένα προϊόντα 3-φλαβονολών, των κατεχινών και των 3,4-φλαβονοδιολών. Αν κατεργαστούν με ισχυρά οξέα υδρολύονται σε ανθοκυανιδίνες γι' αυτό ονομάζονται και προανθοκυανιδίνες. Η θέρμανση όξινων διαλυμάτων των

συμπυκνωμένων τανινών απελευθερώνει ασταθή καρβοκατιόντα τα οποία μετατρέπονται σε καστανά υγροποιημένα προϊόντα, κυρίως κόκκινες κυανιδίνες, τις προκυανιδίνες, οι οποίες είναι ουσιαστικά μικρότερα τμήματα προανθοκυανιδινών (Δημοπούλου 2008). Οι βασικότερες μονομερείς ενώσεις είναι η (+)- κατεχίνη και η (-)- επικατεχίνη (σχήμα 27).

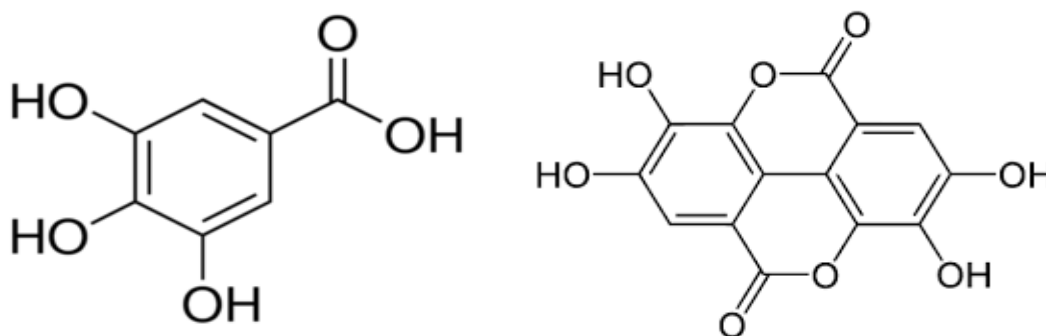


**Σχήμα 27.** Μοριακή δομή τριμερούς συμπυκνωμένης τανίνης

Στο κρασί οι συμπυκνωμένες τανίνες αποτελούν μεγάλο ποσοστό των ολικών φαινολών που φτάνει το 30-60%, το οποίο αυξάνει κατά την διάρκεια της παλαίωσης και καθορίζουν σε μεγάλο βαθμό το σώμα του κρασιού (Κουράκου-Δραγώνα 1998). Οι προκυανιδίνες κατά την παλαίωση σχηματίζουν πολυμερή με αργό ρυθμό και σχηματίζονται οι συμπυκνωμένες τανίνες οι οποίες έχουν μοριακό βάρος από 2.000 ως και πάνω από 5.000 (Jackson 2002). Στο πολυμερές μόριο προστίθενται κατά την παλαίωση και άλλα μόρια όπως πεπτίδια, πολυσακχαρίτες, ανόργανα συστατικά, τρυγικό οξύ, νερό. Η προσθήκη πολυσακχαριτών και πεπτιδίων απενεργοποιεί τις χαρακτηριστικές οργανοληπτικές ιδιότητες των τανινών και προκαλείται μείωση της στυφότητας του κρασιού (Συμεού 2010).

**Υδρολυμένες τανίνες:** Πρόκειται για τις γαλλοτανίνες και τις ελαγιτανίνες και από χημικής άποψης είναι ετερογενή πολυμερή τα οποία περιέχουν μόρια γαλλικού οξέος και ένα σάκχαρο, συνήθως μόριο γλυκόζης. Τα μόρια του γαλλικού οξέος συνδέονται μεταξύ τους με διάφορους τρόπους.

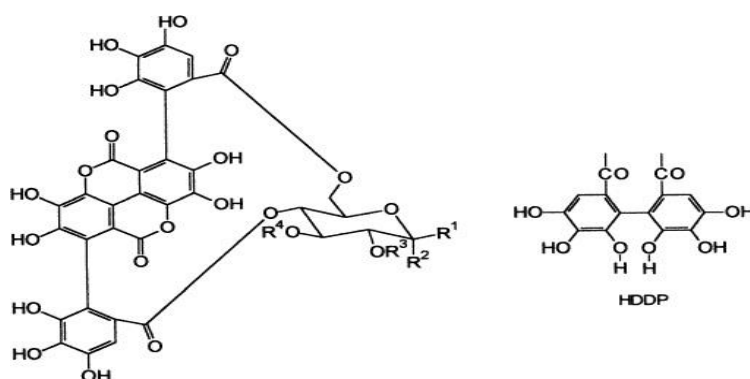
Το μόριο των υδρολυμένων τανινών είναι μικρότερο από ότι των συμπυκνωμένων τανινών στις περισσότερες των περιπτώσεων και περιέχει 3 ως 12 μόρια γαλλικού οξέος. Η υδρόλυσή τους τις διασπά σε σάκχαρο και φαινολικά οξέα, το γαλλικό οξύ και το ελαγικό οξύ (σχήμα 28).



**Σχήμα 28:** Χημικοί τύποι του γαλλικού οξέος και του ελαγικού οξέος

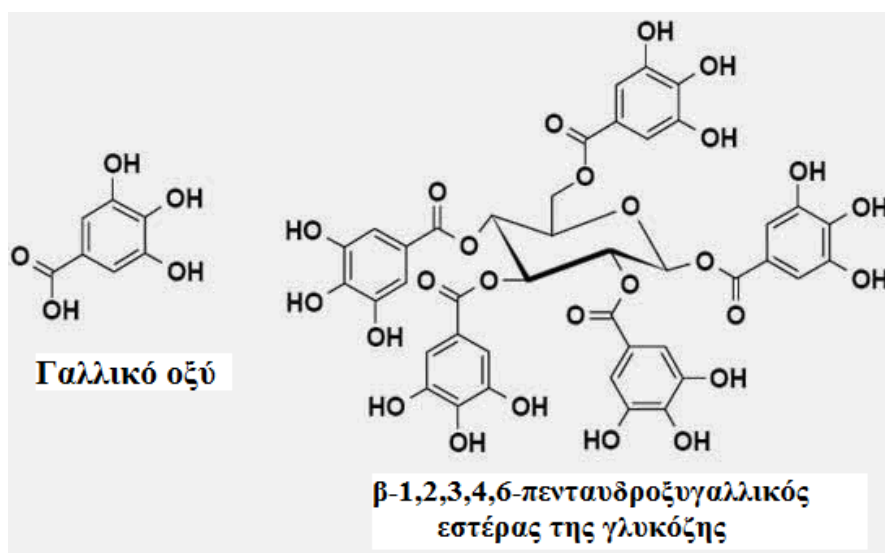
Οι υδρολυμένες τανίνες απαντούν σε διάφορα φυτά και κυρίως στα δενδρώδη φυτά καστασιά και δρυ. Η παραμονή των κρασιών σε ξύλινα βαρέλια από κορμούς των πιο πάνω δένδρων, εμπλουτίζει τα κρασιά με τανίνες των οποίων η υδρόλυση, τα εμπλουτίζει με γαλλικό και ελαγικό οξύ (Κουράκου-Δραγώνα 1998). Στην οινολογία χρησιμοποιούνται οι λεγόμενες οινολογικές τανίνες οι οποίες είναι υδρολυμένες τανίνες που βοηθούν στην διαύγαση των κρασιών. Το ελαγικό οξύ όταν ανιχνεύεται στα κρασιά, προέρχεται πάντοτε από την επαφή με το ξύλο ενώ το γαλλικό οξύ περιέχεται στα γίγαρτα και στους φλοιούς των σταφυλιών γι αυτό απαντά πάντοτε στα κρασιά.

Αξιοσημείωτη είναι η δράση των υδρολυμένων τανινών στην αναστολή της αντίστροφης μεταγραφάσης, ενζύμου το οποίο συμμετέχει στον μηχανισμό πολλαπλασιασμού του ιού HIV (Nonaka et al. 1990). Στα σχήματα 29 και 30 δίνονται ενδεικτικοί χημικοί τύποι ελαγιτανινών και γαλλοτανινών.



- 1 R<sup>1</sup> = H; R<sup>2</sup> = OH; R<sup>3</sup> = R<sup>4</sup> = H
- 2 R<sup>1</sup> = OH; R<sup>2</sup> = H; R<sup>3</sup> = R<sup>4</sup> = H
- 3 R<sup>1</sup> = H; R<sup>2</sup> = OH; R<sup>3</sup>; R<sup>4</sup> = HDDP
- 4 R<sup>1</sup> = OH; R<sup>2</sup> = H; R<sup>3</sup>; R<sup>4</sup> = HDDP

**Σχήμα 29.** Χημικοί τύποι ελαγιτανινών στο περικάρπιο ροδιού



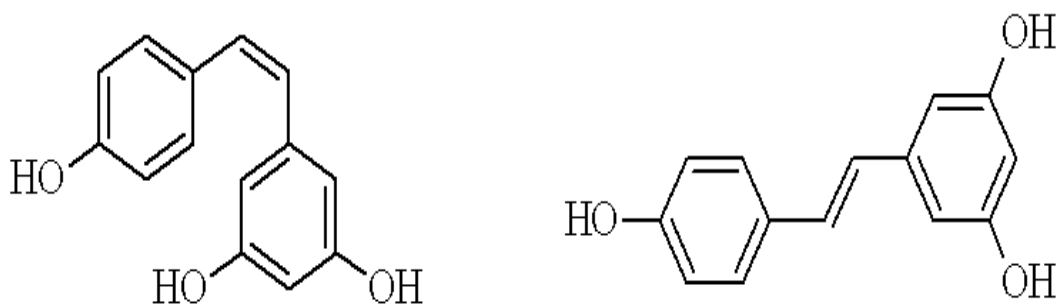
**Σχήμα 30.** Χημικός τύπος γαλλικού οξέος και αντίστοιχου εστέρα γαλλικού οξέος

#### 1.2.10.4. Στιλβένια

Τα στιλβένια είναι μία ακόμη ομάδα φαινολικών ενώσεων οι οποίες μπορούν να ταξινομηθούν στα μη φλαβονοειδή. Ταυτόχρονα ανήκουν στις φυτοαλεξίνες (phytoalexins), ουσίες που παράγονται στα φυτά ως φυτοπροστατευτικές τοξίνες έναντι διάφορων παθογόνων αλλά και κατά την διάρκεια περιβαλλοντικού stress, όπως είναι οι μεταβολές του καιρού. Η βασική τους χημική δομή αποτελείται από δύο αρωματικούς δακτυλίους που συνδέονται με μία γέφυρα μεθυλενίου.

Υπάρχει μια ποικιλία ενώσεων που διαφέρουν: α) ως προς την θέση και τον αριθμό των υδροξυλικών ομάδων που είναι συνδεδεμένες με τους αρωματικούς δακτυλίους, β) ως προς τον βαθμό κατά τον οποίο οι ομάδες αυτές συνδέονται με σάκχαρα, μεθυλομάδες και άλλα μόρια, γ) ως προς τη στεreoχημική τους διαμόρφωση στο χώρο και δ) ως προς την ικανότητά τους να συμμετέχουν σε αντιδράσεις για τον σχηματισμό πολυμερών (Soleas et al. 1997).

Από τα περισσότερο μελετημένα και τα πιο χαρακτηριστικά στιλβένια που βρίσκονται στα σταφύλια και στο κρασί είναι η trans-ρεσβερατρόλη (σχήμα 31) η οποία ανακαλύφθηκε στα κλήματα τύπου *Vitis vitifera* το 1976 και στο κρασί το 1992. Στα σταφύλια η ρεσβερατρόλη συντίθεται στην φλούδα και στους σπόρους και η συγκέντρωσή της φτάνει στα 50-100pg/g (Bianchini and Vianio 2003).



**Σχήμα 31.** Χημικοί τύποι cis-ρεσβερατρόλης και trans-ρεσβερατρόλης

### 1.3.. ΟΡΓΑΝΟΛΗΠΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ

Ο οργανοληπτικός έλεγχος των κρασιών είναι σημαντική παράμετρος του ελέγχου ποιότητας και μπορεί να δώσει γρήγορα και αξιόπιστα αποτελέσματα, εφόσον πραγματοποιείται από έμπειρους γευσιγνώστες. Γίνεται με τις αισθήσεις: όραση, όσφρηση και γεύση και αναφέρεται στον οπτικό και γευστικό έλεγχο και τον έλεγχο αρώματος.

#### 1.3.1. Οπτικός έλεγχος

Εξετάζεται το χρώμα και η διαύγεια του κρασιού. Εκτός από το είδος του χρώματος, μπορεί να δώσει και άλλες πληροφορίες, όπως για παράδειγμα την ποικιλία του σταφυλιού, τη διάρκεια επαφής του γλεύκους με τα στέμφυλα ή την

ηλικία του κρασιού. Επειδή πολλές φορές το χρώμα μπορεί να οδηγήσει σε εσφαλμένη κρίση για την ποιότητα του κρασιού, ο δοκιμαστής πρέπει να είναι πολύ προσεκτικός ιδιαίτερα στην περίπτωση που γίνεται έλεγχος κρασιών διαφορετικής ηλικίας ή διαφορετικού τρόπου παραγωγής.

Η διαύγεια θεωρείται πολύ σημαντικός παράγοντας για την ποιότητα ενός κρασιού. Πιθανοί λόγοι για τη δημιουργία θολώματος στο κρασί είναι η μικροβιακή προσβολή του κρασιού, ο πολυμερισμός των ανθοκυανών και των τανινών, η μείωση της διαλυτότητας του τρυγικού οξέος κατά την παλαίωση του κρασιού λόγω ισομερισμού του L-τρυγικού προς D-τρυγικό, το οποίο έχει μικρότερη διαλυτότητα, και η δημιουργία κolloειδών ύστερα από αντίδραση μεταλλικών ιόντων ή πολυφαινολών με πρωτεΐνες.

Τα δάκρυα είναι ένα άλλο χαρακτηριστικό φαινόμενο στο οποίο δίνεται μεγάλη προσοχή από τους δοκιμαστές καθώς δίνουν χρήσιμες πληροφορίες σχετικά με την περιεκτικότητα σε αλκοόλη και το 'σώμα' του κρασιού. Δάκρυα ονομάζονται οι χοντρές και μακριές σταγόνες σαν διάφανο λάδι που κυλούν στο ποτήρι του κρασιού μετά από την ανακίνησή του και την επιστροφή στην ηρεμία. Παρατηρείται η υφή, το πάχος, το μέγεθος και η κίνησή τους. Τα έντονα, και αργοκίνητα δάκρυα, που βρίσκονται σε κοντινή απόσταση μεταξύ τους, προδιαθέτουν για καλή περιεκτικότητα σε αλκοόλη (μεγαλύτερη του 12%) και 'σωματώδη' γεύση. Λόγω πιο γρήγορης εξάτμισης της αιθανόλης από το λεπτό στρώμα κρασιού, η επιφανειακή τάση αυξάνεται με αποτέλεσμα η μάζα των σταγόνων να αυξάνεται σε σχέση με το μέγεθός τους και να σχηματίζονται τα δάκρυα. Παράγοντες που αυξάνουν το ρυθμό εξάτμισης της αιθανόλης, όπως η θερμοκρασία, η περιεκτικότητα σε αιθανόλη και η αλληλεπίδραση υγρού/αερίου, επηρεάζουν τον σχηματισμό δακρύων (Jackson 1994).

### **1.3.2. Έλεγχος αρώματος**

Το άρωμα του κρασιού αποτελεί κύριο χαρακτηριστικό της ποιότητάς του και διακρίνεται σε πρωτογενές, που προέρχεται από αρωματικές ουσίες που περιέχει το σταφύλι, σε δευτερογενές, το οποίο εμφανίζεται κατά τη διάρκεια της ζύμωσης με τη δράση των μικροοργανισμών και σε τριτογενές που αναπτύσσεται αργότερα κατά την ωρίμανση και την παλαίωση του κρασιού.

Τα αρώματα του κρασιού χωρίζονται σε αρώματα λουλουδιών, φρούτων, ξηρών φρούτων και καρπών, ξηρών χόρτων και φυλλωμάτων, καβουρδισμένου, μπαχαρικών, ζωικά αρώματα, βαλσαμικά αρώματα και αρώματα διαφόρων τροφών. Όσον αφορά την ποιοτική έκφραση του αρώματος μπορούν να χρησιμοποιηθούν επίθετα όπως λεπτό, αρωματικό, μυρωδικό, ράτσας, κομψό, κοινό, αυστηρό, χοντροκομμένο και ελαττωματικό (Τσακίρης 1998).

Το είδος της ζύμης που χρησιμοποιείται για την παραγωγή του κρασιού διαδραματίζει πολύ σημαντικό ρόλο στο άρωμα του κρασιού, καθώς η σύνθεση των πτητικών παραπροϊόντων εξαρτάται άμεσα από τον μικροοργανισμό. Οι Antonelli et al. (1999) μελέτησαν την επίδραση της χρήσης διαφορετικών ζυμομυκήτων στην παραγωγή πτητικών παραπροϊόντων και διαπίστωσαν σημαντικές διαφορές.

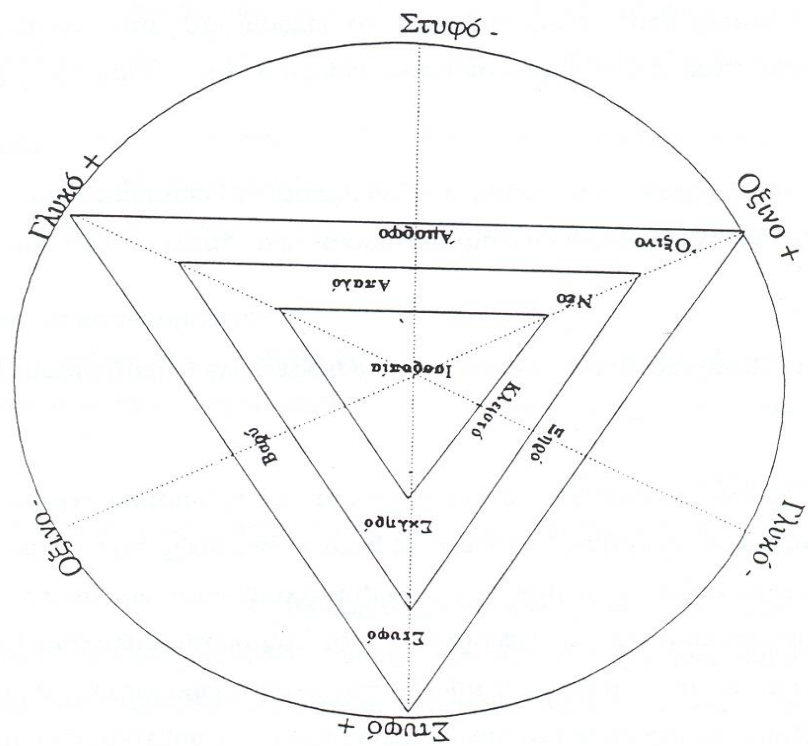
### **1.3.3. Γευστικός έλεγχος**

Η ανθρώπινη γλώσσα διαχωρίζει τέσσερις βασικές γεύσεις: το γλυκό στην άκρη, το αλμυρό ακριβώς πίσω από την άκρη, το όξινο στις πλευρές και το πικρό στο πίσω μέρος.

Η γλυκόζη και η φρουκτόζη είναι οι κυριότερες ουσίες που είναι υπεύθυνες για τη γλυκιά γεύση, με την φρουκτόζη να δίνει πιο γλυκιά γεύση. Η αίσθηση του γλυκού μπορεί να αυξηθεί ανάλογα με την περιεκτικότητα της γλυκερόλης και της αιθανόλης.

Οι ουσίες που είναι υπεύθυνες για τη στυφή και πικρή γεύση είναι οι τανίνες, οι κατεχίνες, τα τερπένια, τα αλκαλοειδή και οι γλυκοζίτες.

Η όξινη και αλμυρή γεύση εξαρτώνται από τους ηλεκτρολύτες. Η όξινη γεύση εξαρτάται κυρίως από τη συγκέντρωση των  $H^+$ , ενώ η αλμυρή γεύση από τα μεταλλικά ιόντα. Υπεύθυνα για την όξινη γεύση είναι τα μόρια των οξέων που υφίστανται διάσπαση, ενώ η έλλειψη αλμυρής γεύσης στο κρασί οφείλεται στο γεγονός ότι τα κυριότερα άλατα που απαντούν στο κρασί βρίσκονται σε αδιάστατη μορφή, που δεν ερεθίζει τους υποδοχείς της γλώσσας που είναι υπεύθυνοι για την αλμυρή γεύση (Jackson 1994).



**Σχήμα 32.** Ισορροπίες στον οργανοληπτικό έλεγχο των κρασιών

## **2. ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΚΑΙ ΣΤΟΧΟΙ ΤΗΣ ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗΣ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ**

Το αντικείμενο της παρούσας διδακτορικής διατριβής ήταν η παρασκευή και η μελέτη κρασιών τα οποία προέκυψαν από την συννοиноποίηση γλεύκους και χυμού ροδιού. Η ιδέα της παρασκευής τέτοιων κρασιών βασίζεται στο γεγονός ότι δεν εμφανίζονταν στο εμπόριο αλλά ούτε και σε ερευνητικές εργασίες κρασιά που προέκυπταν από συννοиноποίηση διάφορων χυμών. Φρούτα όπως το ρόδι το οποίο χρησιμοποιήθηκε στην εργασία αυτή παρουσιάζουν ποικίλα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά τα οποία υπό προϋποθέσεις μπορούν να δώσουν ενδιαφέροντα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά σε παραγόμενα κρασιά εάν συννοиноποιηθούν με το γλεύκος.

Ο σκοπός της μελέτης των πιο πάνω κρασιών ήταν η διερεύνηση της δυνατότητας δημιουργίας νέων κρασιών τα οποία θα έχουν τα εξής πλεονεκτήματα:

1. Φυσικοχημικά και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά ελκυστικά για τον καταναλωτή.
2. Κρασιά με χαρακτηριστικά «βιολειτουργικών» τροφίμων καθώς το σταφύλι και το ρόδι είναι φρούτα με μεγάλη συγκέντρωση αντιοξειδωτικών και άλλων ωφέλιμων συστατικών.
3. Θα αποτελούν εναλλακτικό τρόπο διάθεσης των ροδιών τα οποία παράγονται, σε ολόενα και αυξανόμενες ποσότητες, ιδιαίτερα στον ελλαδικό χώρο την τελευταία δεκαετία.

Το γλεύκος που χρησιμοποιήθηκε ήταν από διάφορες ποικιλίες σταφυλιών και συγκεκριμένα από την ποικιλία Ροδίτης και από τις ποικιλίες Μοσχοφίλερο, Μοσχάτο Αμβούργου, Cabernet sauvignon, Merlot και Syrah. Ο χυμός ροδιού προέρχονταν από την ποικιλία Wonderful. Η αναλογία χυμών που χρησιμοποιήθηκε σε όλες τις περιπτώσεις ήταν: α) γλεύκος 90% και χυμός ροδιού 10% β) γλεύκος 70% και χυμός ροδιού 30%.

Τα διάφορα στάδια της πειραματικής αυτής οινοποίησης ακολούθησε η χημική ανάλυση του παραγόμενου κρασιού. Συγκεκριμένα μελετήθηκαν οι εξής παράμετροι:

- α) αλκοολικοί βαθμοί, ολική οξύτητα, pH, πτητική οξύτητα, ελεύθερο θειώδες οξύ
- β) συγκέντρωση ολικών φαινολικών συστατικών
- γ) αντιοξειδωτική ικανότητα
- δ) συγκέντρωση αρωματικών ενώσεων
- ε) οργανοληπτικός έλεγχος.

Οι παραπάνω αναλύσεις συνεχίστηκαν κατά την διάρκεια της ωρίμανσης-παλαίωσης ώστε να μελετηθεί η μεταβολή των παραμέτρων συναρτήσει του χρόνου.

Οι μέθοδοι χημικής ανάλυσης που εφαρμόστηκαν περιλάμβαναν:

- ▶ απόσταξη των κρασιών για την μέτρηση του αλκοολικού βαθμού
- ▶ ογκομετρικές μέθοδοι προσδιορισμού της ολικής οξύτητας, της πτητικής οξύτητας και του ελεύθερου θειώδους οξέος
- ▶ χρήση ηλεκτρονικού πεχάμετρου για τον προσδιορισμό του pH
- ▶ φωτομετρικές μέθοδοι προσδιορισμού των ολικών φαινολικών συστατικών και τις αντιοξειδωτικής ικανότητας

- ▶ εφαρμογή αέριας χρωματογραφίας σε συνδυασμό με φασματομετρία μάζας για την ταυτοποίηση και τον ποσοτικό προσδιορισμό των βασικών αρωματικών ενώσεων αφού προηγήθηκε εκχύλιση των κρασιών με την βοήθεια κατάλληλου διαλύτη.
- ▶ Οργανοληπτικός έλεγχος όλων των δειγμάτων κρασιού.

### **3. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ**

#### **3.1. ΥΛΙΚΑ**

##### **3.1.1. Είδη γλεύκους και χυμού ροδιού και παραγόμενα κρασιά**

Το γλεύκος το οποίο χρησιμοποιήθηκε στις ζυμώσεις προέρχονταν από σταφύλια της λευκής ποικιλίας Ροδίτης και των ερυθρών ποικιλιών Μοσχοφίλερο, Μοσχάτο Αμβούργου, Cabernet sauvignon, Merlot, Syrah. Τα σταφύλια προέρχονταν από την περιοχή των Καμένων Βούρλων Φθιώτιδας και συγκεκριμένα από την δυτική

πλαγιά του όρους Κνημής. Οι αμπελώνες βρίσκονται σε ημιορεινό υψόμετρο από 350 - 550 m.

Ο χυμός ροδιού προέρχονταν από έτοιμες συσκευασίες της ελληνικής εταιρείας παραγωγής 100% φυσικού χυμού ροδιού Thessa και αγοράστηκε από κατάστημα τροφίμων. Η ποικιλία ροδιού η οποία χρησιμοποιήθηκε ήταν η ποικιλία Wonderful.

Τα παραγόμενα κρασιά ήταν εσοδείας 2011, 2012, 2013, 2014, 2015 και προέρχονταν από συνινοποίηση φρέσκων χυμών με αναλογίες: α) 90% γλεύκος – 10% χυμός ρόδι και β) 70% γλεύκος – 30% χυμός ρόδι. Ο συνολικός αριθμός των ζυμώσεων άρα και των παραγόμενων δειγμάτων ήταν τα εξής 16 κρασιά:

- i. Syrah – χυμός ρόδι, σε αναλογίες 90% - 10% και 70% - 30%, εσοδείας 2011.
- ii. Ροδίτης – χυμός ρόδι σε αναλογίες 90% – 10% και 70% – 30%, εσοδείας 2012.
- iii. Cabernet sauvignon, Merlot (50%-50%) – χυμός ρόδι σε αναλογίες 90% – 10% και 70% – 30%, εσοδείας 2013.
- iv. Μοσχοφίλερο, Ροδίτης (50%-50%) – χυμός ρόδι σε αναλογίες 90% – 10% και 70% – 30%, εσοδείας 2013.
- v. Ροδίτης – χυμός ρόδι σε αναλογίες 90% – 10% και 70% – 30%, εσοδείας 2014.
- vi. Μοσχάτο Αμβούργου – χυμός ρόδι σε αναλογίες 90% - 10% και 70% - 30%, εσοδείας 2015.
- vii. Ροδίτης – χυμός ρόδι σε αναλογίες 90% - 10% και 70% - 30%, εσοδείας 2015.
- viii. Cabernet sauvignon, Merlot (50%-50%) – χυμός ρόδι σε αναλογίες 90% - 10% και 70% - 30%, εσοδείας 2015.

Ταυτόχρονα πραγματοποιήθηκαν άλλες 8 οινοποιήσεις και παράχθηκαν κρασιά μόνο από τα γλεύκη των πιο πάνω ποικιλιών χωρίς την συμμετοχή του χυμού ροδιού ως μάρτυρες, ώστε να μπορεί να γίνει σύγκριση μεταξύ των τύπων κρασιού.

Η επιλογή των ποικιλιών σταφυλιού έγινε με βάση την μεγάλη τους εξάπλωση στον ελλαδικό χώρο και την ευρεία χρήση τους στην οινοποίηση. Επίσης τα ποιοτικά ευρήματα των πρώτων συνινοποιήσεων του χυμού ροδιού με την λευκή ποικιλία Ροδίτης και με τις ερυθρές ποικιλίες Cabernet sauvignon και Merlot δημιούργησαν την ανάγκη για επαναληπτικές συνινοποιήσεις.

### **3.1.2. Αντιδραστήρια**

Ανάλογα με την ακολουθούμενη μέθοδο ανάλυσης χρησιμοποιήθηκαν διάφορα αντιδραστήρια.

**Ογκομετρήσεις:** Διάλυμα NaOH 0,1M, διάλυμα H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 25%, διάλυμα I<sub>2</sub> 0,01 N, δείκτης μπλε βρωμοθυμόλης και δείκτης άμυλο της εταιρίας Merck (Darmstadt-Germany), δείκτης φαινολοφθαλεΐνη της εταιρίας J.T. Baker (Deventer-Holland).

**Εκχύλιση:** Διχλωρομεθάνιο αναλυτικού βαθμού της εταιρίας Lab-Scan (Dublin-Ireland), NaCl της εταιρίας Sigma-Aldrich (Buchs-Switzerland).

**Αέρια χρωματογραφία:** Γαλακτικός αιθυλεστέρας αναλυτικού βαθμού της εταιρίας Fluka (Buchs-Switzerland), 1-εξανόλη, 2-οκτανόλη, 2-μέθυλο-1-προπανόλη, 2-φαινυλοαιθανόλη, εξανικός (καπρυλικός) αιθυλεστέρας και οκτανικός (καπρονικός) αιθυλεστέρας της εταιρίας Sigma-Aldrich (Buchs-Switzerland), οξικός αιθυλεστέρας, αιθανόλη, προπανόλη-1, αμυλική αλκοόλη και τρυγικό οξύ της εταιρίας Merck (Darmstadt-Germany).

**Μέθοδος Folin-Ciocalteu:** Αντιδραστήριο Folin-Ciocalteu, γαλλικό οξύ και άνυδρο Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> της εταιρίας Sigma-Aldrich (Buchs-Switzerland).

**Μέθοδος DPPH:** Αντιδραστήριο DPPH· (2,2-διφαινυλο-1-πικρυλδραζύλιο) της εταιρίας Sigma-Aldrich (Buchs-Switzerland), μεθανόλη της Fisher (Loughborough-U.K.).

### 3.1.3. Μέθοδοι

Αρχικά εφαρμόστηκε οινοποίηση του μείγματος των δύο χυμών, εμφιάλωση και αποθήκευση των παραγόμενων κρασιών. Ταυτόχρονα παράχθηκαν και κρασιά μόνο από το αντίστοιχο γλεύκος, χωρίς την προσθήκη χυμού ροδιού. Πραγματοποιήθηκαν οινοποιήσεις μικρών ποσοτήτων κρασιού, όγκου 15-20 l σε πλαστικό περιέκτη από πολυαιθυλένιο (σχήμα 33) για κάθε τύπο κρασιού και η εμφιάλωση έγινε σε γυάλινες φιάλες των 330 ml. Ακολούθησε η ανάλυση των δειγμάτων αμέσως μετά την παραγωγή τους (0 μήνες) και ανά τρεις μήνες αποθήκευσης. Η διάρκεια ανάλυσης για τα διάφορα είδη κρασιών ήταν από 1,5 ως 3 χρόνια. Κάθε δείγμα εξετάστηκε εις τριπλούν και υπολογίστηκε ο μέσος όρος των τιμών.



**Σχήμα 33:** Μείγμα από Cabernet sauvignon, Merlot και χυμό ρόδι κατά την έναρξη της οινοποίησης

**3.1.3.1. Μέθοδος οινοποίησης:** Μέχρι την έναρξη της μελέτης της παρούσας διατριβής των καινοτόμων κρασιών ήταν άγνωστη η συμπεριφορά των μιγμάτων γλεύκους και χυμού από ρόδια κατά την διαδικασία της οινοποίησης.

Ακολουθήθηκαν οι κλασικές μέθοδοι λευκής, ροζέ και ερυθρής οινοποίησης. Συγκεκριμένα για τα κρασιά για τα οποία χρησιμοποιήθηκε η ποικιλία Ροδίτης, αλλά και για τα κρασιά με τις ποικιλίες Ροδίτης, Μοσχοφίλερο, πραγματοποιήθηκε έκθλιψη του σταφυλιού και ακολούθησε πίεση του πολτού για την παραλαβή του γλεύκους το οποίο μετά αναμείχθηκε με τον χυμό ροδιού σε αναλογίες 90% - 10% και 70% - 30%. Προστέθηκε μικρή ποσότητα μεταδιθειώδους καλίου ( $K_2S_2O_5$ ) ως συντηρητικό (1 g/10 L χυμού) για την αδρανοποίηση των μικροοργανισμών που επιδρούν αρνητικά στην αλκοολική ζύμωση. Σε κάποιες περιπτώσεις προστέθηκε την επόμενη ημέρα ποσότητα (2 g/10 L χυμού) επιλεγμένων ζυμομυκήτων (RX 60 της Zymaflore) και ταυτόχρονα προστέθηκε ποσότητα θρεπτικών συστατικών (thiazote) για την βελτίωση της ζυμωτικής δράσης των ζυμομυκήτων.

Μετά το πέρας της ζύμωσης, πραγματοποιήθηκε απολάσπωση, ψύξη στους 5°C για μία ημέρα, νέα απολάσπωση, θείωση και εμφιάλωση. Η θείωση έγινε με τη χρήση μεταδιθειώδους καλίου ( $K_2S_2O_5$ ) ως συντηρητικό (1,5 g/10 L) για τα κρασιά-μάρτυρες και με μικρότερες ποσότητες κατά 20%, στα κρασιά που περιείχαν ρόδι (1,2 g/10L). Οι φιάλες αποθηκεύθηκαν σε σκοτεινό χώρο σε θερμοκρασία μεταξύ 15 και 20 °C.

Για τα δείγματα που προήλθαν από συνοινοποίηση της ποικιλίας Μοσχάτο Αμβούργου και χυμού ροδιού, την αρχική έκθλιψη του σταφυλιού ακολούθησε η θείωση και η παραμονή για μία ημέρα του γλεύκους με τα στέμφυλα ώστε να γίνει εκχύλιση των διάφορων συστατικών. Την επόμενη ημέρα πραγματοποιήθηκε η ανάμειξη με τον χυμό ροδιού και ακολούθησε η διαδικασία που περιγράφηκε στην προηγούμενη παράγραφο.

Για τα δείγματα που προήλθαν από συνοινοποίηση της ποικιλίας Syrah με χυμό ροδιού και των ποικιλιών Cabernet sauvignon, Merlot με χυμό ροδιού, η διαφορά στην πορεία της οινοποίησης ήταν στον χρόνο εκχύλισης ο οποίος διήρκεσε 3 ημέρες.

Οι ίδιες μέθοδοι οινοποίησης ακολούθηθηκαν και για τα κρασιά τα οποία χρησιμοποιήθηκαν ως μάρτυρες.

**3.1.3.2. Μέθοδος προσδιορισμού αλκοολικού τίτλου:** Ακολούθηθηκε η κλασική μέθοδος απόσταξης. Σε γυάλινη συσκευή απόσταξης, πραγματοποιήθηκε ήπιος βρασμός 150 ml κρασιού και μετρήθηκε με αλκοολόμετρο ο αλκοολικός βαθμός του αποστάγματος.

**3.1.3.3. Μέθοδος προσδιορισμού πτητικής οξύτητας:** Ποσότητα κρασιού 50 ml υποβλήθηκε σε απόσταξη με υδρατμούς και το απόσταγμα ογκομετρήθηκε με διάλυμα 0,1 N NaOH και δείκτη φαινολοφθαλεΐνη.

**3.1.3.4. Ογκομετρικές μέθοδοι προσδιορισμού ολικής οξύτητας και ελεύθερου θειώδους οξέος:** Για την ολική οξύτητα χρησιμοποιήθηκε ποσότητα κρασιού 10 ml και ογκομετρήθηκε με διάλυμα 0,1 N NaOH και δείκτη μπλε βρωμοθυμόλη. Για τον υπολογισμό του ελεύθερου θειώδους οξέος ογκομετρήθηκαν 50 ml κρασιού στο οποίο είχε προστεθεί 25% w/w H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> και δείκτης άμυλο, με διάλυμα 0,01 N I<sub>2</sub>.

**3.1.3.5. Προσδιορισμός pH:** Οι τιμές pH προσδιορίστηκαν με την βοήθεια ηλεκτρονικού πεχάμετρου, μοντέλο pH 211 της εταιρείας Hanna Instruments.

**3.1.3.6. Προσδιορισμός ολικών φαινολικών συστατικών:** Για τον προσδιορισμό των ολικών φαινολών εφαρμόστηκε η μέθοδος Folin-Ciocalteu όπως περιγράφεται από τον Σουφλερό (2000). Χρησιμοποιήθηκε αντιδραστήριο Folin-Ciocalteu το οποίο είναι μείγμα των οξέων φωσφοροβόλφραμικό, φωσφορομολυβδενικό και το οποίο προκαλεί οξείδωση των φαινολικών ενώσεων. Κατά την οξείδωση αυτή τα οξέα του αντιδραστηρίου ανάγονται σε μείγμα κυανών οξειδίων του βολφραμίου και του μολυβδαινίου. Ο κυανός αυτός χρωματισμός παρουσιάζει μέγιστο της απορρόφησης στα 700-750 nm. Η ένταση του σχηματιζόμενου κυανού χρώματος είναι ανάλογη της

ποσότητας των ολικών φαινολών. Το κυανό χρώμα δημιουργείται στα 30 πρώτα min για αυτό και η μέτρηση της απορρόφησης γίνεται μετά τα 30 min.

**Πειραματική πορεία:** Σε δοκιμαστικό σωλήνα προστέθηκαν 0,5 ml αντιδραστηρίου Folin-Ciocalteu, 0,1 ml δείγματος κρασιού, 1 ml διαλύματος 20% w/v  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  πρόσφατα παρασκευασμένου και 8,4 ml αποσταγμένου νερού. Πραγματοποιήθηκε ανάδευση σε συσκευή vortex (μοντέλο MX-F της εταιρείας Scilogex) και παραμονή σε σκοτεινό μέρος για 30 min. Έπειτα μετρήθηκε η απορρόφηση στα 700 nm με την χρήση κυψελίδας πάχους 1cm σε φασματοφωτόμετρο UV-1601 της εταιρείας Shimadzu (σχήμα 34).



**Σχήμα 34:** Φασματοφωτόμετρο ορατού-υπεριώδους

Για τον ποσοτικό προσδιορισμό των ολικών φαινολικών συστατικών κατασκευάστηκε πρότυπη καμπύλη γαλλικού οξέος η οποία έδωσε την αντίστοιχη εξίσωση υπολογισμού της συγκέντρωσης των ολικών φαινολών. Χρησιμοποιήθηκε πυκνό διάλυμα γαλλικού οξέος και από αυτό παρασκευάστηκαν αραιά διαλύματα διάφορων συγκεντρώσεων τα οποία επεξεργάστηκαν με την παραπάνω διαδικασία.

**3.1.3.7. Αντιοξειδωτική ικανότητα:** Η μέθοδος DPPH είναι η πιο συχνά χρησιμοποιούμενη για την εκτίμηση της αντιοξειδωτικής δράσης. Η μέθοδος DPPH στηρίζεται στην ικανότητα της αντιοξειδωτικής ουσίας να αντιδρά με την ελεύθερη ρίζα DPPH\* (2,2-διφαινύλο-1-πικρυλδραζύλιο) δίνοντάς της ένα υδρογόνο. Τότε ανάγεται σε διφαινυλοπικρυλδραζίνη με υποβάθμιση του έντονου μωβ χρώματος. Το μόριο του διφαινυλοπικρυλδραζυλίου χαρακτηρίζεται ως σταθερή ελεύθερη ρίζα (Prior et al. 2005, Horzic et al. 2008).

Η εφαρμογή της παραπάνω μεθόδου έγινε με παρασκευή μεθανολικού διαλύματος DPPH συγκέντρωσης 0.1 mM και όγκου 100 ml. Σε δοκιμαστικό σωλήνα προστέθηκαν 0.2 mL δείγματος και 3.8 mL μεθανολικού διαλύματος DPPH 0.1 mM και στη συνέχεια μετρήθηκε η απορρόφηση σε μήκος κύματος 517 nm σε φασματοφωτόμετρο UV-1601 της εταιρείας Shimadzu. Αρχικά έγινε μέτρηση τη στιγμή της προσθήκης του αντιδραστηρίου DPPH (τιμή απορρόφησης  $A_0$ ) και μετά από παραμονή 30 min σε σκοτεινό μέρος, χρόνο στον οποίο έχει σταθεροποιηθεί η τιμή της απορρόφησης, έγινε εκ νέου μέτρηση ( $A_f$ ). Τα αποτελέσματα εκφράστηκαν ως επί τοις εκατό ποσοστό δέσμευσης ρίζας DPPH\* (Q), σύμφωνα με την εξίσωση (Kulisic et al. 2004):

$$Q = [(A_0 - A_f) / A_0] \times 100$$

όπου,  $A_0$  = αρχική απορρόφηση ( $t=0$ )

$A_f$  = τελική απορρόφηση (σταθερή τιμή απορρόφησης σε 30 min)

Ο προσδιορισμός της αντιοξειδωτικής δράσης για κάθε δείγμα επαναλήφθηκε τρεις φορές.

**3.1.3.8. Προσδιορισμός πτητικών συστατικών:** Για τον προσδιορισμό των κυριότερων πτητικών ενώσεων οι οποίες απαντούν στα κρασιά της παρούσας διατριβής και οι οποίες συνεισφέρουν στην τελική διαμόρφωση του αρώματος τους, εφαρμόστηκε αρχικά εκχύλιση των πτητικών συστατικών και ακολούθησε ταυτοποίηση και ποσοτικός προσδιορισμός τους με τη χρήση συνδυασμού αέριας χρωματογραφίας και φασματομετρίας μάζας, GC/MS (σχήμα 35).



**Σχήμα 35:** Συσκευή αέριας χρωματογραφίας-φασματομετρίας μάζας

**Εκχύλιση:** Για την απομόνωση των αρωματικών συστατικών των δειγμάτων κρασιού εφαρμόστηκε η μέθοδος εκχύλισης υγρής/υγρής φάσης με διαλύτη

διχλωρομεθάνιο και ακολούθησαν οι χρωματογραφικοί προσδιορισμοί. Σε κωνική φιάλη των 300 ml προστέθηκαν 100 ml δείγματος κρασιού και εκχυλίστηκε με ορισμένη ποσότητα (10 ml) διχλωρομεθανίου ώστε να απομονωθούν τα πτητικά συστατικά. Προστέθηκαν επίσης 20 g NaCl για την βελτίωση της εκχυλισματικότητας και ορισμένη ποσότητα διαλύματος 2-οκτανόλης (80 mg/l) ως εσωτερικό πρότυπο.

Η κωνική φιάλη με το μίγμα των παραπάνω ενώσεων μεταφέρθηκε σε μαγνητικό αναδευτήρα και πραγματοποιήθηκε ανάδευση με ταχύτητα περιστροφής 200 rpm επί δύο ώρες σε θρυμματισμένο πάγο για ελαχιστοποίηση των απωλειών των πτητικών συστατικών. Το σχηματιζόμενο γαλάκτωμα κρασιού και διχλωρομεθανίου, μεταφέρθηκε σε διαχωριστική χοάνη και τοποθετήθηκε σε καταψύκτη επί μία ώρα στους  $-20^{\circ}\text{C}$ . Στη συνέχεια η χοάνη αφέθηκε για περίπου μισή ώρα σε θερμοκρασία περιβάλλοντος και ακολούθησε ο διαχωρισμός του διαλύματος διχλωρομεθανίου, το οποίο τοποθετήθηκε σε ειδικά φιαλίδια που αποθηκεύτηκαν στους  $-20^{\circ}\text{C}$  για περαιτέρω ανάλυση. Η διαδικασία αυτή επαναλήφθηκε τρεις φορές για κάθε δείγμα (Pricer et al. 1997).

**Ταυτοποίηση των πτητικών ενώσεων:** Η ταυτοποίηση των πτητικών συστατικών στα εκχυλίσματα του κρασιού πραγματοποιήθηκε με τη χρήση συνδυασμού αέριας χρωματογραφίας και φασματομετρίας μάζας (GC/MS). Η συσκευή που χρησιμοποιήθηκε αποτελούνταν από αέριο χρωματογράφο HP-6890 (Hewlett-Packard, Wilmington, DE, Η.Π.Α.) εφοδιασμένο με φασματογράφο μάζας HP-5973.

Στήλη: πολική τριχοειδής στήλη (DB-Wax, μήκους 30m και 0,32mm εσωτερικής διαμέτρου, με πάχος μεμβράνης 0,25μm της εταιρείας J & W Scientific).

Συνθήκες ανάλυσης αέριου χρωματογράφου (GC):

- Θερμοκρασία εγχυτή (injector):  $200^{\circ}\text{C}$
- Θερμοκρασιακό πρόγραμμα φούρνου:  $40^{\circ}\text{C}$  (παραμονή για 7min), από τους  $40^{\circ}\text{C}$  με ρυθμό  $15^{\circ}\text{C}/\text{min}$  στους  $160^{\circ}\text{C}$  (παραμονή για 1min) και από τους  $160^{\circ}\text{C}$  με ρυθμό  $30^{\circ}\text{C}/\text{min}$  στους  $230^{\circ}\text{C}$  (παραμονή για 5min).
- Φέρον αέριο: υψηλής καθαρότητας ήλιο (He) ροής 1,5ml/min.
- Όγκος ενιομένου δείγματος: 1 μl.

- Τρόπος έκχυσης: η έκχυση του δείγματος έγινε με split mode, ενώ η αναλογία split ήταν 50:1.

Συνθήκες ανάλυσης χρωματογράφου μάζας (MS):

- Θερμοκρασία εισαγωγής στο MS: 260°C.
- Θερμοκρασία πηγής (MS source): 230°C.
- Τα φάσματα μάζας ελήφθησαν με την τεχνική σάρωσης των ιόντων (SCAN mode) σε εύρος 28-550 amu.

Η ταυτοποίηση των ενώσεων από τα φάσματα μάζας τους έγινε με χρήση της βιβλιοθήκης Wiley 275L.

**Ποσοτικός προσδιορισμός:** Για τον ποσοτικό προσδιορισμό των πτητικών συστατικών των κρασιών χρησιμοποιήθηκαν πρότυπες καμπύλες αναφοράς για κάθε χημική ένωση. Παρασκευάστηκαν πρότυπα διαλύματα των πτητικών ενώσεων σε μίγμα αιθανόλης-νερού που προσομοιάζε την σύσταση του κρασιού που αναλύθηκε, είχε δηλαδή περιεκτικότητα 11,5% vol. Στα πρότυπα διαλύματα χρησιμοποιήθηκε 2-οκτανόλη ως εσωτερικό πρότυπο (Ferreira et al. 1996, Ortega-Heras et al. 2002, Demyttenaere et al. 2003).

Οι καμπύλες αναφοράς που κατασκευάστηκαν εμφάνιζαν γραμμική συμμεταβολή του εμβαδού κορυφής (peak area) συναρτήσει της συγκέντρωσης κάθε ένωσης και οι συντελεστές συσχέτισης (correlation coefficients) των καμπυλών έτειναν στη μονάδα ( $r^2=0,998-1$ ). Επομένως, οι καμπύλες βαθμονόμησης που ελήφθησαν για κάθε ένωση χαρακτηρίζονται από εξαιρετική γραμμικότητα και επαναληψιμότητα, γεγονός που αποδεικνύει την εγκυρότητα και αποτελεσματικότητα της μεθόδου.

Ο συντελεστής ανάκτησης μίας ένωσης δείχνει το ποσοστό της ένωσης που μεταφέρεται από το εξεταζόμενο δείγμα του κρασιού στον χρησιμοποιούμενο διαλύτη. Για τον υπολογισμό των συντελεστών αυτών έγινε εκχύλιση των συστατικών από διάλυμα που προσομοιάζει το κρασί (συνθετικό κρασί) σύμφωνα με την προτεινόμενη διαδικασία εκχύλισης (Ferreira et al. 1993, Zhou et al. 1996, Cedrón-Fernández et al. 2002).

Για το “συνθετικό κρασί” παρασκευάστηκε διάλυμα περιεκτικότητας 11,5% vol σε αιθανόλη, με περιεκτικότητα 5 g/l σε τρυγικό οξύ και ρύθμιση του pH σε 3,5

με NaOH 1M. Στο διάλυμα αυτό προστέθηκαν γνωστές συγκεντρώσεις των προς μελέτη πτητικών ενώσεων που αναφέρονται στον Πίνακα 2.

Το διάλυμα αυτό χρησιμοποιήθηκε για τον υπολογισμό των συντελεστών ανάκτησης των πτητικών συστατικών. Ο υπολογισμός των συντελεστών έγινε με εκχύλιση των ενώσεων αυτών (recovery tests) από το “συνθετικό κρασί” σύμφωνα με την προαναφερθείσα μέθοδο εκχύλισης (Ferreira et al. 1996, Rodríguez-Bencomo et al. 2003).

**Πίνακας 2.** Πτητικές ενώσεις που προσδιορίστηκαν στα εξεταζόμενα δείγματα κρασιού που μελετήθηκαν καθώς και οι χρόνοι κατακράτησης αυτών

| A/A<br>Κορυφής       | Πτητική ένωση                          | Χρόνος κατακράτησης<br>(min) |
|----------------------|----------------------------------------|------------------------------|
| 1.                   | Οξικός αιθυλεστέρας                    | 2,43                         |
| 2.                   | 1-προπανόλη                            | 5,55                         |
| 3.                   | Ισοβουτανόλη                           | 7,70                         |
| 4.                   | Αμυλικές αλκοόλες                      | 10,34                        |
| 5.                   | Εξανικός (καπρονικός)<br>αιθυλεστέρας  | 10,76                        |
| 6.                   | Γαλακτικός αιθυλεστέρας                | 12,18                        |
| 7.                   | 1-εξανόλη                              | 12,28                        |
| 8. I.S. <sup>a</sup> | 2-οκτανόλη                             | 12,98                        |
| 9.                   | Οκτανικός (καπρυλικός)<br>αιθυλεστέρας | 13,17                        |
| 10.                  | 2-Φαινυλοαιθανόλη                      | 17,38                        |

I.S.<sup>a</sup>, εσωτερικό πρότυπο

**3.1.3.9. Γευσιγνωστικός έλεγχος:** Μέχρι την ολοκλήρωση της οινοποίησης των πρώτων καινοτόμων κρασιών τα οποία προήλθαν από συνοινοποίηση γλεύκους και χυμού από ρόδια, ήταν άγνωστη η αποδοχή τους από τον μέσο καταναλωτή. Για τον

λόγο αυτόν κρίθηκε απαραίτητος ο γευσιγνωστικός έλεγχος των καινοτόμων κρασιών.

Δείγματα κρασιών αμέσως μετά την παραγωγή τους καθώς και ανά 6 μήνες αποθήκευσής τους χρησιμοποιήθηκαν για γευσιγνωστικό έλεγχο ο οποίος περιελάμβανε την περιγραφή του χρώματος, την ποιότητα του αρώματος και της γεύσης. Η βαθμολόγηση έγινε σε μια κλίμακα από 0 έως 10 ως εξής:

|               |
|---------------|
| 10. Θαυμάσιο  |
| 9. Εξαιρετικό |
| 8. Πολύ καλό  |
| 7. Καλό       |
| 6. Ίσως καλό  |
| 5. Μέτριο     |
| 4. Αποδεκτό   |
| 3. Ίσως κακό  |
| 2. Κακό       |
| 1. Πολύ κακό  |
| 0. Απαράδεκτο |

## **4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ**

### **4.1. ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΒΑΣΙΚΩΝ ΧΗΜΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ**

#### **4.1.1. Γενικά**

Με δεδομένο ότι η φυσικοχημική σύσταση καινοτόμων κρασιών που προήλθαν από συννοικοποίηση γλεύκους και χυμού από ρόδια ήταν άγνωστη ως την έναρξη της παρούσας διατριβής, μελετήθηκαν όλα τα βασικά φυσικοχημικά χαρακτηριστικά αυτών των καινοτόμων κρασιών. Η ανάλυση των κρασιών αφορούσε την μέτρηση του αλκοολικού βαθμού, το pH, την ολική οξύτητα, την πτητική οξύτητα και το ελεύθερο θειώδες οξύ. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται σε ξεχωριστούς πίνακες για κάθε παράμετρο και για κάθε είδος κρασιού. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον όσον αφορά την ποιότητα των κρασιών έχουν η μεταβολή της ολικής οξύτητας και του pH και γι αυτόν τον λόγο παρουσιάζονται οι μεταβολές τους και σε γραφήματα.

#### **4.1.2. Αλκοολικός βαθμός**

Είναι η σημαντικότερη παράμετρος ενός κρασιού καθώς δείχνει το ποσοστό της αιθανόλης που περιέχεται στο κρασί. Ως το βασικότερο συστατικό του κρασιού συμμετέχει στην διαμόρφωση των οργανοληπτικών του χαρακτηριστικών με καθοριστική συμβολή στην γεύση και το άρωμα, συμβάλει στην αντοχή των κρασιών από βακτηριακές προσβολές, δρα προσθετικά στην θρεπτική τους αξία, καθορίζει σε μεγάλο βαθμό την εμπορική και αγορανομική αξία των κρασιών αλλά κάποιες φορές και την φορολογία τους (Ακρίδα-Δεμερτζή 2004).

Οι συνηθισμένες τιμές αλκοολικού βαθμού στα κρασιά κυμαίνονται μεταξύ 11% vol-14% vol. Υπάρχουν και ελαφριά ξηρά κρασιά με φρουτώδη χαρακτήρα και χαμηλό αλκοολικό βαθμό που φτάνει και τους 9% vol. Κρασιά από άλλους χυμούς φρούτων έχουν αλκοολικούς βαθμούς κάτω από 10% vol. Σύμφωνα με τους Mena et al. (2012) ζυμωμένοι χυμοί ροδιού από διάφορες ποικιλίες έδωσαν αλκοολικούς βαθμούς μεταξύ 8,3-9,05% vol.

Ο χυμός ροδιού ο οποίος χρησιμοποιήθηκε στην συννοικοποίηση είχε περιεκτικότητα σε σάκχαρα η οποία κυμαίνονταν μεταξύ 130-148 g/l (ή 8,2-8,7 βαθμούς Baumé). Οι δυνητικοί αλκοολικοί βαθμοί τέτοιας περιεκτικότητας σε σάκχαρα κυμαίνονται γύρω στους 8% vol. Η περιεκτικότητα του γλεύκους σε σάκχαρα των διάφορων ποικιλιών σταφυλιού οι οποίοι χρησιμοποιήθηκαν κυμαίνονταν μεταξύ 204-244 g/l (ή 11,7-13,4 βαθμοί Baumé). Οι δυνητικοί αλκοολικοί βαθμοί αυτών των περιεκτικοτήτων σε σάκχαρα κυμαίνονται μεταξύ 12-14,4% vol.

Η ανάμειξη των δύο αυτών χυμών του σταφυλιού και του ροδιού, σε αναλογίες 90%-10% και 70%-30% δημιούργησε μείγματα τα οποία μετά από την αλκοολική ζύμωση έδωσαν κρασιά με αλκοολικούς βαθμούς μεταξύ 10,8%-13,7% vol. Στους Πίνακες 3-10 παρουσιάζονται οι τιμές του αλκοολικού βαθμού των διάφορων κρασιών που μελετήθηκαν στην παρούσα διατριβή και οι μεταβολές τους με τον χρόνο.

**Πίνακας 3.** Μεταβολή του αλκοολικού βαθμού κρασιών από γλεύκος της ποικιλίας Syrah και χυμό ροδιού, οινοποίησης 2011 σε σχέση με τον χρόνο αποθήκευσης

| Χρόνος αποθήκευσης (μήνες) | Αλκοολικοί βαθμοί κρασί Syrah-Ρόδι Μείγμα 90%-10% | Αλκοολικοί βαθμοί κρασί Syrah-Ρόδι Μείγμα 70%-30% | Αλκοολικοί βαθμοί κρασί Syrah |
|----------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-------------------------------|
| 0                          | 12,2 ±0,1                                         | 11,7 ±0,0                                         | 13,3 ±0,1                     |
| 3                          | 12,2 ±0,0                                         | 11,7 ±0,0                                         |                               |
| 6                          | 12,2 ±0,0                                         | 11,7 ±0,1                                         | 13,3 ±0,0                     |
| 9                          | 12,2 ±0,0                                         | 11,7 ±0,1                                         |                               |
| 12                         | 12,1 ±0,1                                         | 11,7 ±0,0                                         | 13,2 ±0,0                     |
| 15                         | 12,2 ±0,0                                         | 11,6 ±0,1                                         |                               |
| 18                         | 12,1 ±0,1                                         | 11,6 ±0,1                                         | 13,2 ±0,2                     |
| 21                         | 12,1 ±0,0                                         | 11,6 ±0,0                                         |                               |
| 24                         | 12,1 ±0,0                                         | 11,6 ±0,0                                         | 13,2 ±0,1                     |
| 27                         | 12,2 ±0,0                                         | 11,7 ±0,1                                         |                               |
| 30                         | 12,1 ±0,1                                         | 11,6 ±0,1                                         | 13,0 ±0,2                     |
| 33                         | 12,1 ±0,0                                         | 11,6 ±0,1                                         |                               |
| 36                         | 12,0 ±0,0                                         | 11,6 ±0,1                                         | 13,1 ±0,1                     |

**Πίνακας 4.** Μεταβολή του αλκοολικού βαθμού κρασιών από γλεύκος της ποικιλίας Ροδίτης και χυμό ροδιού, οινοποίησης 2012 σε σχέση με τον χρόνο αποθήκευσης

| Χρόνος αποθήκευσης (μήνες) | Αλκοολικοί βαθμοί κρασί Ροδίτης-Ρόδι Μείγμα 90%-10% | Αλκοολικοί βαθμοί κρασί Ροδίτης-Ρόδι Μείγμα 70%-30% | Αλκοολικοί βαθμοί κρασί Ροδίτης |
|----------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|---------------------------------|
| 0                          | 12,3 ±0,1                                           | 11,4 ±0,0                                           | 13,3 ±0,0                       |
| 3                          | 12,3 ±0,0                                           | 11,4 ±0,1                                           |                                 |
| 6                          | 12,3 ±0,1                                           | 11,2 ±0,1                                           | 13,2 ±0,1                       |
| 9                          | 12,2 ±0,0                                           | 11,2 ±0,0                                           |                                 |
| 12                         | 12,3 ±0,1                                           | 11,2 ±0,1                                           | 13,3 ±0,1                       |
| 15                         | 12,2 ±0,1                                           | 11,3 ±0,1                                           |                                 |
| 18                         | 12,2 ±0,1                                           | 11,2 ±0,1                                           | 13,2 ±0,0                       |
| 21                         | 12,1 ±0,0                                           | 11,2 ±0,0                                           |                                 |
| 24                         | 12,2 ±0,0                                           | 11,2 ±0,1                                           | 13,1 ±0,0                       |
| 27                         | 12,1 ±0,1                                           | 11,3 ±0,1                                           |                                 |
| 30                         | 12,0 ±0,0                                           | 11,2 ±0,0                                           | 13,0 ±0,2                       |
| 33                         | 12,1 ±0,0                                           | 11,2 ±0,1                                           |                                 |
| 36                         | 12,1 ±0,1                                           | 11,2 ±0,1                                           | 13,1 ±0,1                       |

**Πίνακας 5.** Μεταβολή του αλκοολικού βαθμού κρασιών από γλεύκος των ποικιλιών Cabernet, Merlot και χυμό ροδιού, οινοποίησης 2013 σε σχέση με τον χρόνο αποθήκευσης

| Χρόνος αποθήκευσης (μήνες) | Αλκοολικοί βαθμοί κρασί Cab.,Merlot-Ρόδι Μείγμα 90%-10% | Αλκοολικοί βαθμοί κρασί Cab.,Merlot-Ρόδι Μείγμα 70%-30% | Αλκοολικοί βαθμοί κρασί Cab.,Merlot |
|----------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| 0                          | 12,7 ±0,2                                               | 12,1 ±0,0                                               | 14,1 ±0,1                           |
| 3                          | 12,7 ±0,1                                               | 12,1 ±0,1                                               |                                     |
| 6                          | 12,6 ±0,1                                               | 12,1 ±0,1                                               | 14,1 ±0,1                           |
| 9                          | 12,7 ±0,1                                               | 12,0 ±0,1                                               |                                     |
| 12                         | 12,6 ±0,1                                               | 12,1 ±0,1                                               | 13,9 ±0,1                           |
| 15                         | 12,6 ±0,1                                               | 12,0 ±0,2                                               |                                     |
| 18                         | 12,6 ±0,0                                               | 12,0 ±0,1                                               | 13,9 ±0,0                           |
| 21                         | 12,6 ±0,0                                               | 12,1 ±0,1                                               |                                     |
| 24                         | 12,7 ±0,0                                               | 12,1 ±0,0                                               | 13,9 ±0,1                           |
| 27                         | 12,6 ±0,1                                               | 12,1 ±0,1                                               |                                     |
| 30                         | 12,6 ±0,0                                               | 12,0 ±0,1                                               | 13,8 ±0,1                           |
| 33                         | 12,5 ±0,1                                               | 12,1 ±0,1                                               |                                     |
| 36                         | 12,5 ±0,1                                               | 12,0 ±0,1                                               | 13,8 ±0,0                           |

**Πίνακας 6.** Μεταβολή του αλκοολικού βαθμού κρασιών από γλεύκος των ποικιλιών Μοσχοφίλερο, Ροδίτης και χυμό ροδιού, οινοποίησης 2013 σε σχέση με τον χρόνο αποθήκευσης

| Χρόνος αποθήκευσης (μήνες) | Αλκοολικοί βαθμοί κρασί Μοσχ.,Ροδίτης-Ρόδι Μείγμα 90%-10% | Αλκοολικοί βαθμοί κρασί Μοσχ.,Ροδίτης-Ρόδι Μείγμα 70%-30% | Αλκοολικοί βαθμοί κρασί Μοσχ.,Ροδίτης |
|----------------------------|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| 0                          | 11,7 ±0,1                                                 | 10,8 ±0,0                                                 | 13,0 ±0,2                             |
| 3                          | 11,7 ±0,1                                                 | 10,8 ±0,1                                                 |                                       |
| 6                          | 11,8 ±0,2                                                 | 10,9 ±0,1                                                 | 13,0 ±0,2                             |
| 9                          | 11,7 ±0,0                                                 | 10,8 ±0,2                                                 |                                       |
| 12                         | 11,7 ±0,0                                                 | 10,8 ±0,1                                                 | 13,1 ±0,1                             |
| 15                         | 11,7 ±0,1                                                 | 10,7 ±0,0                                                 |                                       |
| 18                         | 11,6 ±0,1                                                 | 10,7 ±0,0                                                 | 13,1 ±0,1                             |
| 21                         | 11,6 ±0,1                                                 | 10,6 ±0,0                                                 |                                       |
| 24                         | 11,6 ±0,1                                                 | 10,7 ±0,1                                                 | 13,0 ±0,2                             |
| 27                         | 11,5 ±0,1                                                 | 10,7 ±0,1                                                 |                                       |
| 30                         | 11,6 ±0,1                                                 | 10,6 ±0,1                                                 | 12,8 ±0,2                             |
| 33                         | 11,5 ±0,0                                                 | 10,7 ±0,0                                                 |                                       |
| 36                         | 11,5 ±0,0                                                 | 10,6 ±0,0                                                 | 12,9 ±0,2                             |

**Πίνακας 7.** Μεταβολή του αλκοολικού βαθμού κρασιών από γλεύκος της ποικιλίας Ροδίτης και χυμό ροδιού, οινοποίησης 2014 σε σχέση με τον χρόνο αποθήκευσης

| Χρόνος αποθήκευσης (μήνες) | Αλκοολικοί βαθμοί κρασί Ροδίτης-Ρόδι Μείγμα 90%-10% | Αλκοολικοί βαθμοί κρασί Ροδίτης-Ρόδι Μείγμα 70%-30% | Αλκοολικοί βαθμοί κρασί Ροδίτης |
|----------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|---------------------------------|
| 0                          | 12,4 ±0,1                                           | 11,2 ±0,0                                           | 13,4 ±0,1                       |
| 3                          | 12,4 ±0,1                                           | 11,2 ±0,1                                           |                                 |
| 6                          | 12,5 ±0,1                                           | 11,3 ±0,1                                           | 13,3 ±0,2                       |
| 9                          | 12,4 ±0,1                                           | 11,3 ±0,1                                           |                                 |
| 12                         | 12,5 ±0,1                                           | 11,1 ±0,0                                           | 13,3 ±0,2                       |
| 15                         | 12,3 ±0,1                                           | 11,2 ±0,1                                           |                                 |
| 18                         | 12,3 ±0,0                                           | 11,3 ±0,0                                           | 13,1 ±0,1                       |
| 21                         | 12,2 ±0,1                                           | 11,2 ±0,0                                           |                                 |
| 24                         | 12,2 ±0,1                                           | 11,3 ±0,1                                           | 13,1 ±0,2                       |

**Πίνακας 8.** Μεταβολή του αλκοολικού βαθμού κρασιών από γλεύκος της ποικιλίας Μοσχάτο Αμβούργου και χυμό ροδιού, οινοποίησης 2015 σε σχέση με τον χρόνο αποθήκευσης

| Χρόνος αποθήκευσης (μήνες) | Αλκοολικοί βαθμοί κρασί Μοσχ.,Αμβ.-Ρόδι Μείγμα 90%-10% | Αλκοολικοί βαθμοί κρασί Μοσχ.,Αμβ.-Ρόδι Μείγμα 70%-30% | Αλκοολικοί βαθμοί κρασί Μοσχ. Αμβ. |
|----------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|------------------------------------|
| 0                          | 12,3 ±0,2                                              | 11,5 ±0,1                                              | 12,5 ±0,0                          |
| 3                          | 12,4 ±0,1                                              | 11,5 ±0,0                                              |                                    |
| 6                          | 12,4 ±0,0                                              | 11,5 ±0,1                                              | 12,4 ±0,2                          |
| 9                          | 12,3 ±0,0                                              | 11,4 ±0,0                                              |                                    |
| 12                         | 12,3 ±0,1                                              | 11,4 ±0,0                                              | 12,4 ±0,2                          |
| 15                         | 12,3 ±0,0                                              | 11,2 ±0,1                                              |                                    |
| 18                         | 12,2 ±0,1                                              | 11,3 ±0,1                                              | 12,3 ±0,2                          |

**Πίνακας 9.** Μεταβολή του αλκοολικού βαθμού κρασιών από γλεύκος της ποικιλίας Ροδίτης και χυμό ροδιού, οινοποίησης 2015 σε σχέση με τον χρόνο αποθήκευσης

| Χρόνος αποθήκευσης (μήνες) | Αλκοολικοί βαθμοί κρασί Ροδίτης-Ρόδι Μείγμα 90%-10% | Αλκοολικοί βαθμοί κρασί Ροδίτης-Ρόδι Μείγμα 70%-30% | Αλκοολικοί βαθμοί κρασί Ροδίτης |
|----------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|---------------------------------|
| 0                          | 12,0 ±0,0                                           | 11,0 ±0,0                                           | 12,9 ±0,1                       |
| 3                          | 12,1 ±0,1                                           | 11,0 ±0,0                                           |                                 |
| 6                          | 12,0 ±0,1                                           | 11,0 ±0,1                                           | 12,8 ±0,0                       |
| 9                          | 11,9 ±0,1                                           | 10,9 ±0,1                                           |                                 |
| 12                         | 11,9 ±0,0                                           | 10,9 ±0,2                                           | 12,8 ±0,1                       |
| 15                         | 11,8 ±0,0                                           | 11,0 ±0,1                                           |                                 |
| 18                         | 11,8 ±0,0                                           | 10,8 ±0,1                                           | 12,8 ±0,1                       |

**Πίνακας 10.** Μεταβολή του αλκοολικού βαθμού κρασιών από γλεύκος των ποικιλιών Cabernet, Merlot και χυμό ροδιού, οινοποίησης 2015 σε σχέση με τον χρόνο αποθήκευσης

| Χρόνος αποθήκευσης (μήνες) | Αλκοολικοί βαθμοί κρασί Cab.,Merlot.-Ρόδι Μείγμα 90%-10% | Αλκοολικοί βαθμοί κρασί Cab.,Merlot-Ρόδι Μείγμα 70%-30% | Αλκοολικοί βαθμοί κρασί Cab.,Merlot |
|----------------------------|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| 0                          | 13,4 ±0,0                                                | 12,2 ±0,1                                               | 14,6 ±0,1                           |
| 3                          | 13,4 ±0,1                                                | 12,2 ±0,0                                               |                                     |
| 6                          | 13,2 ±0,1                                                | 12,3 ±0,1                                               | 14,5 ±0,2                           |
| 9                          | 13,3 ±0,1                                                | 12,1 ±0,1                                               |                                     |
| 12                         | 13,3 ±0,0                                                | 12,1 ±0,1                                               | 14,5 ±0,3                           |
| 15                         | 13,3 ±0,1                                                | 12,0 ±0,1                                               |                                     |
| 18                         | 13,2 ±0,1                                                | 12,0 ±0,0                                               | 14,2 ±0,1                           |
| 21                         | 13,1 ±0,1                                                | 11,9 ±0,1                                               |                                     |
| 24                         | 13,1 ±0,1                                                | 11,9 ±0,1                                               | 14,2 ±0,1                           |

Όπως φαίνεται από τις μετρήσεις που αναφέρονται στους παραπάνω πίνακες, η τιμή του αλκοολικού βαθμού υφίσταται πολύ μικρή μείωση η οποία είναι ορατή ουσιαστικά μόνο μετά από μακρόχρονη αποθήκευση και πιθανόν οφείλεται σε φαινόμενα εξάτμισης ή και χημικές αντιδράσεις στις οποίες συμμετέχει η αιθανόλη, όπως εστεροποιήσεις και οξειδώσεις. Αναλυτικότερα παρατηρούνται τα εξής:

**Κρασιά από τις ερυθρές ποικιλίες Cabernet sauvignon, Merlot (2013, 2015) και Syrah (2011):** Παρατηρείται ότι τα κρασιά-μάρτυρες των ερυθρών ποικιλιών ήταν υψηλού αλκοολικού βαθμού. Τα κρασιά από τις ποικιλίες Cabernet, Merlot 2013 και 2015, είχαν 14,1% vol και 14,6% vol. Το κρασί από την ποικιλία Syrah 2011 περιείχε 13,3% vol. Η εξέλιξη του αλκοολικού βαθμού δείχνει πολύ μικρή ελάττωσή του με την πάροδο του χρόνου η οποία φτάνει ως 0,3% vol (Cabernet, Merlot 2013). Τα καινοτόμα κρασιά με 10% ρόδι έχουν αρχικά τιμές αλκοολικού βαθμού 12,7% vol, 13,4% vol (Cabernet, Merlot 2013 και 2015) και 12,2% vol (Syrah 2011), ενώ οι τιμές τους παρουσίασαν μικρή ελάττωση ως και 0,3% vol. Τα καινοτόμα κρασιά με 30% ρόδι είχαν χαμηλότερους αρχικούς αλκοολικούς βαθμούς, 12,1% vol και 12,2% vol (Cabernet, Merlot 2013 και 2015) και 11,7% vol (Syrah 2011), ενώ οι τιμές τους παρουσίασαν μικρή ελάττωση ως και 0,3% vol.

**Κρασιά από συνοινοποίηση των ποικιλιών Μοσχοφίλερο, Ροδίτης (2013):** Ο αλκοολικός βαθμός του κρασιού-μάρτυρα ήταν αρχικά 13% vol και σε διάστημα τριών ετών μειώθηκε μόνο κατά 0,1% vol. Για το κρασί με 10% ρόδι ο αρχικός αλκοολικός βαθμός ήταν 11,7% vol και μειώθηκε κατά 0,2% vol. Για το κρασί με 30% ρόδι η αρχική τιμή ήταν χαμηλότερη (10,8% vol) και μειώθηκε κατά 0,2% vol σε 3 χρόνια.

**Κρασιά από Ροδίτη (2012, 2014, 2015):** Οι αρχικοί αλκοολικοί βαθμοί των κρασιών-μαρτύρων ήταν 13,3% vol, 13,4% vol και 12,9% vol αντίστοιχα. Ο υψηλός αλκοολικός βαθμός των κρασιών αυτών οφείλεται σε παράγοντες όπως η χαμηλή στρεμματική απόδοση, η απουσία ποτίσματος και η καλή ωρίμανση. Η ελάττωση του αλκοολικού βαθμού ήταν μικρή (0,2% vol, 0,3% vol και 0,1% vol αντίστοιχα).

Τα καινοτόμα κρασιά με 10% ρόδι περιείχαν αλκοόλη 12,3% vol, 12,4% vol και 12% vol αντίστοιχα. Η μείωση της αλκοόλης ήταν μικρή 0,2% vol, 0,2% vol και 0,2% vol αντίστοιχα. Τα καινοτόμα κρασιά με 30% ρόδι περιείχαν 11,4% vol, 11,2% vol και 11% vol. Ο αλκοολικός βαθμός μειώθηκε στα κρασιά του 2012 και του 2015 κατά 0,2% vol και 0,2% vol ενώ στο κρασί του 2014 παρουσίαζε αυξομειώσεις 0,1% vol κατά την διάρκεια των 2 χρόνων.

**Κρασιά από την ποικιλία Μοσχάτο Αμβούργου (2015):** Η περιεκτικότητα της αιθανόλης στο κρασί-μάρτυρα ήταν 12,9% vol. Στο κρασί με 10% ρόδι ήταν 12,3% vol και στο κρασί με 30% ρόδι ήταν 11,5% vol. Η ελάττωση της αλκοόλης στην διάρκεια του 1,5 έτους ήταν μικρή 0,1% vol-0,2% vol και για τους τρεις τύπους κρασιών.

#### **4.1.3. pH**

Το pH εξαρτάται από την ποσότητα και την φύση των διαφόρων οξέων και βάσεων που υπάρχουν στα κρασιά και η σημασία του είναι μεγάλη καθώς επηρεάζει το χρώμα, την γεύση, το οξειδοαναγωγικό δυναμικό, την σχέση ελεύθερου και δεσμευμένου SO<sub>2</sub> αλλά και τους μικροοργανισμούς οι οποίοι εμφανίζονται στο κρασί. Οι τιμές του pH είναι συνήθως χαμηλότερες στα λευκά κρασιά και υψηλότερες στα ερυθρά και γλυκά κρασιά. Κυμαίνονται μεταξύ 2,8 και 3,8. Η τιμή του pH αυξάνεται με τον χρόνο αποθήκευσης σε όλους τους τύπους κρασιών καθώς μειώνεται η οξύτητα τους (Τζουβάρα-Καραγιάννη 1986, Ρηγανάκος 2004).

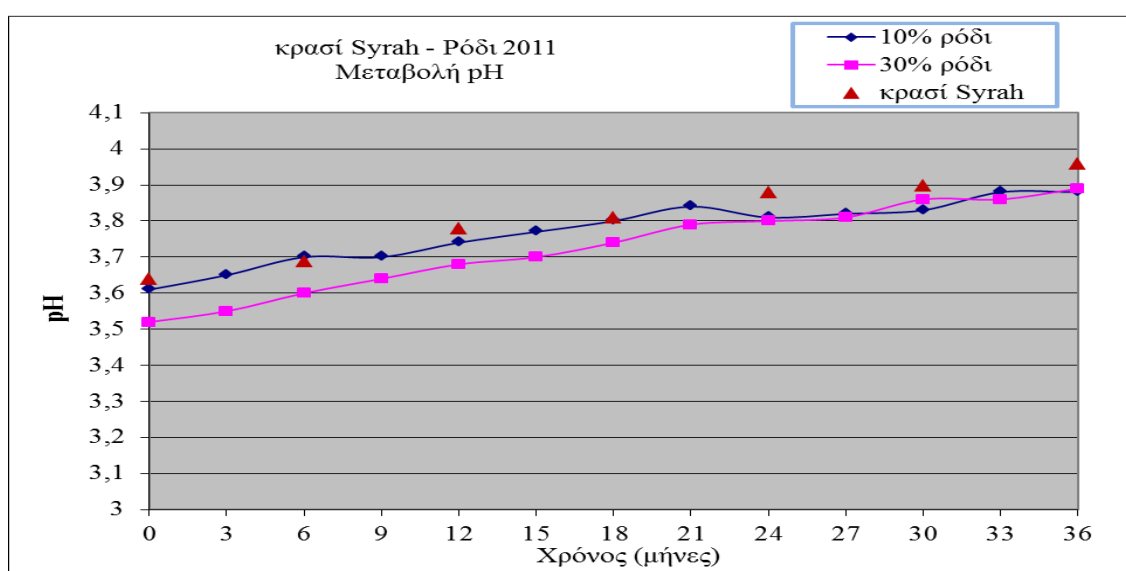
Το pH έχει καθοριστική σημασία στην «υγεία» του κρασιού αφού εκτός από την δράση του έναντι των μικροοργανισμών ενισχύει την δράση του SO<sub>2</sub> το οποίο προστίθεται ως συντηρητικό. Μικρότερες τιμές pH στο κρασί απαιτούν και μικρότερες ποσότητες SO<sub>2</sub> (Ρηγανάκος 2004). Οι τιμές του pH στους χυμούς ροδιού έχουν βρεθεί σε πολλές έρευνες σε χαμηλές τιμές κοντά στην τιμή 3. Ενδεικτικά έχουν βρεθεί τιμές από pH=2,98 ως pH=3,12 για την ποικιλία Wonderful και pH=3,01 ως pH=3,53 για άλλες ποικιλίες, ενώ για παραγόμενα από τους πιο πάνω χυμούς κρασιά οι τιμές διαμορφώνονται σε pH=3,12 για την ποικιλία Wonderful και

από pH=3,14 ως pH=3,35 για τις άλλες ποικιλίες (Mena et al. 2012, Andreu-Sevilla et al. 2013).

Στην παρούσα εργασία οι τιμές pH των κρασιών από συνοינוποίηση γλεύκους και χυμού ροδιού μετά το τέλος της οινοποίησης, κυμάνθηκαν μεταξύ 2,93 και 3,62 και κατά κανόνα αυξήθηκαν κατά την διάρκεια της αποθήκευσης. Η μεταβολή του pH για κάθε παραγόμενο κρασί παρουσιάζεται στους πίνακες 11-18 και στα σχήματα 36-43).

**Πίνακας 11.** Μεταβολή του pH κρασιού από γλεύκος της ποικιλίας Syrah και χυμό ροδιού, οινοποίησης 2011 σε σχέση με τον χρόνο αποθήκευσης

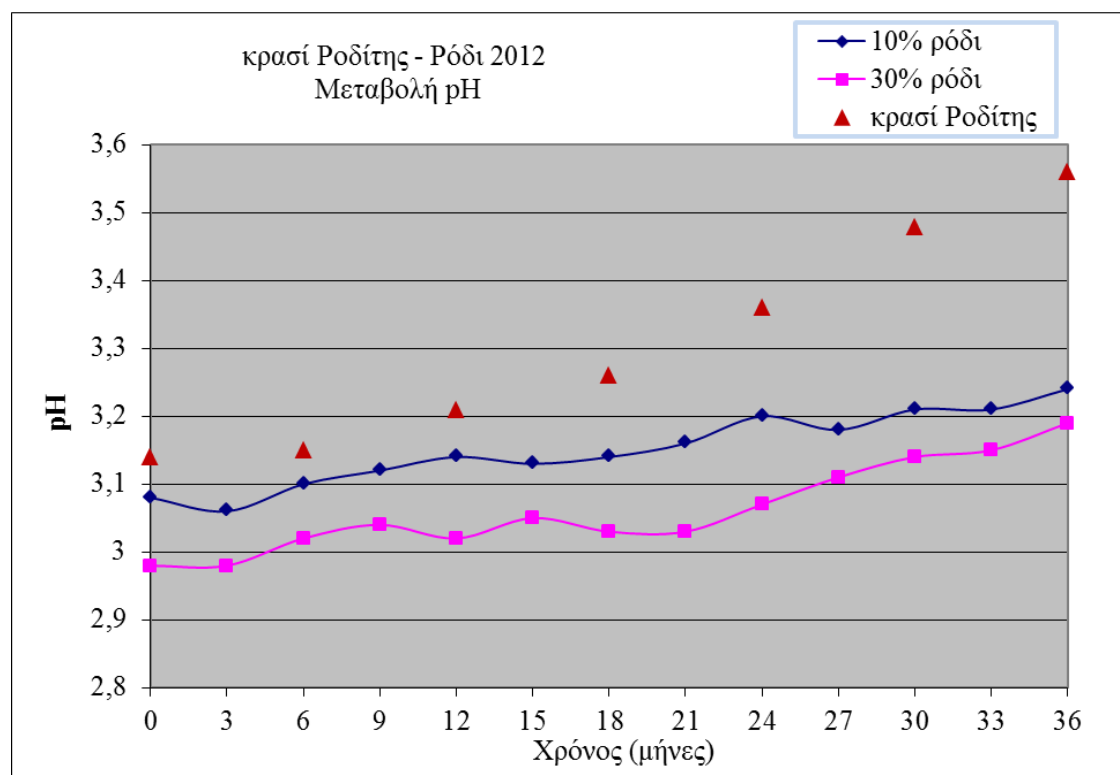
| Χρόνος αποθήκευσης (μήνες) | pH κρασί Syrah-Ρόδι Μείγμα 90%-10% | pH κρασί Syrah-Ρόδι Μείγμα 70%-30% | pH κρασί Syrah |
|----------------------------|------------------------------------|------------------------------------|----------------|
| 0                          | 3,61 ±0,05                         | 3,52 ±0,01                         | 3,64 ±0,03     |
| 3                          | 3,65 ±0,02                         | 3,55 ±0,01                         |                |
| 6                          | 3,70 ±0,03                         | 3,60 ±0,04                         | 3,69 ±0,03     |
| 9                          | 3,70 ±0,01                         | 3,64 ±0,01                         |                |
| 12                         | 3,74 ±0,01                         | 3,68 ±0,03                         | 3,78 ±0,04     |
| 15                         | 3,77 ±0,02                         | 3,70 ±0,03                         |                |
| 18                         | 3,80 ±0,03                         | 3,74 ±0,03                         | 3,81 ±0,02     |
| 21                         | 3,84 ±0,02                         | 3,79 ±0,04                         |                |
| 24                         | 3,81 ±0,02                         | 3,80 ±0,04                         | 3,88 ±0,02     |
| 27                         | 3,82 ±0,03                         | 3,81 ±0,04                         |                |
| 30                         | 3,83 ±0,09                         | 3,86 ±0,03                         | 3,90 ±0,05     |
| 33                         | 3,88 ±0,02                         | 3,86 ±0,03                         |                |
| 36                         | 3,88 ±0,02                         | 3,89 ±0,03                         | 3,96 ±0,02     |



**Σχήμα 36.** Γραφική παράσταση μεταβολής του pH κρασιών από γλεύκος ποικιλίας Syrah και χυμό ροδιού, οινοποίησης 2011 σε σχέση με τον χρόνο αποθήκευσης

**Πίνακας 12.** Μεταβολή του pH κρασιού από γλεύκος ποικιλίας Ροδίτης και χυμό ροδιού, οινοποίησης 2012 σε σχέση με τον χρόνο αποθήκευσης

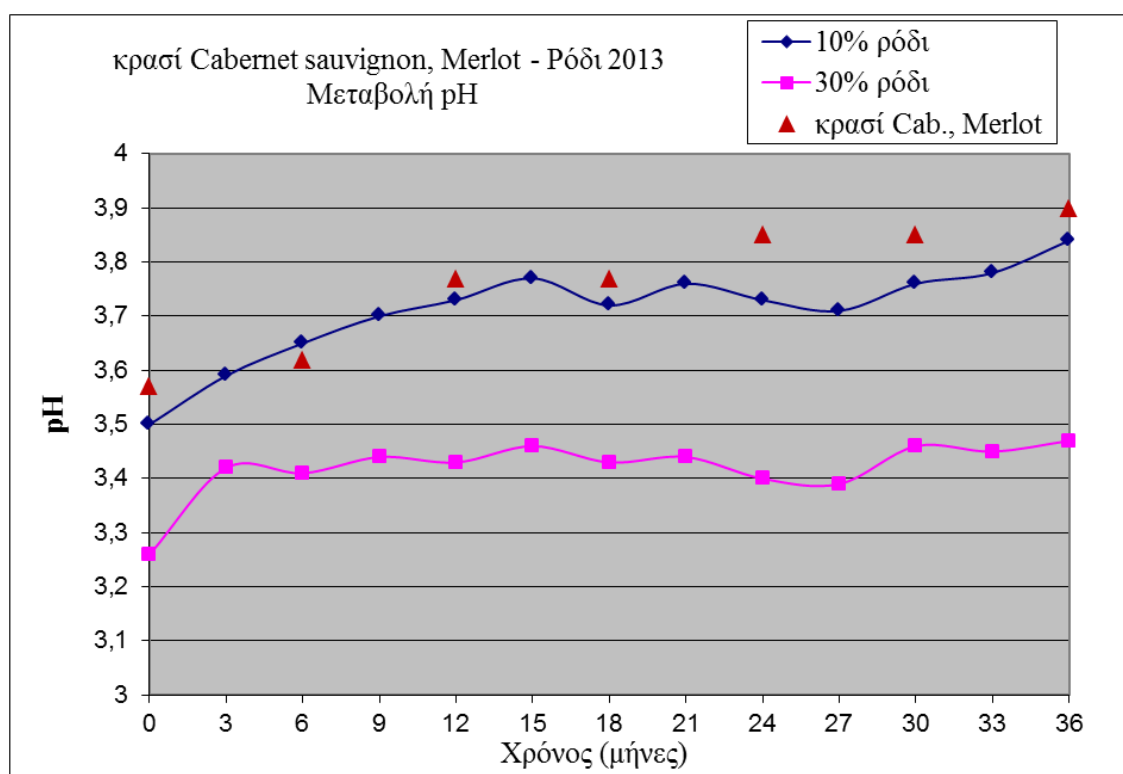
| Χρόνος αποθήκευσης (μήνες) | pH κρασί Ροδίτης-Ρόδι Μείγμα 90%-10% | pH κρασί Ροδίτης-Ρόδι Μείγμα 70%-30% | pH κρασί Ροδίτης |
|----------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|------------------|
| 0                          | 3,08 ±0,03                           | 2,98 ±0,01                           | 3,14 ±0,02       |
| 3                          | 3,06 ±0,01                           | 2,98 ±0,01                           |                  |
| 6                          | 3,10 ±0,03                           | 3,02 ±0,01                           | 3,15 ±0,02       |
| 9                          | 3,12 ±0,02                           | 3,04 ±0,02                           |                  |
| 12                         | 3,14 ±0,03                           | 3,02 ±0,00                           | 3,21 ±0,03       |
| 15                         | 3,13 ±0,01                           | 3,05 ±0,01                           |                  |
| 18                         | 3,14 ±0,01                           | 3,03 ±0,01                           | 3,26 ±0,03       |
| 21                         | 3,16 ±0,00                           | 3,03 ±0,01                           |                  |
| 24                         | 3,20 ±0,02                           | 3,07 ±0,01                           | 3,36 ±0,01       |
| 27                         | 3,18 ±0,01                           | 3,11 ±0,03                           |                  |
| 30                         | 3,21 ±0,01                           | 3,14 ±0,02                           | 3,48 ±0,03       |
| 33                         | 3,21 ±0,02                           | 3,15 ±0,02                           |                  |
| 36                         | 3,24 ±0,02                           | 3,19 ±0,01                           | 3,57 ±0,03       |



**Σχήμα 37.** Γραφική παράσταση μεταβολής του pH κρασιών από Ροδίτη και Ρόδι οινοποίησης 2012 σε σχέση με τον χρόνο αποθήκευσης

**Πίνακας 13.** Μεταβολή του pH κρασιού από γλεύκος ποικιλιών Cabernet sauvignon, Merlot και χυμό ροδιού, οινοποίησης 2013 σε σχέση με τον χρόνο αποθήκευσης

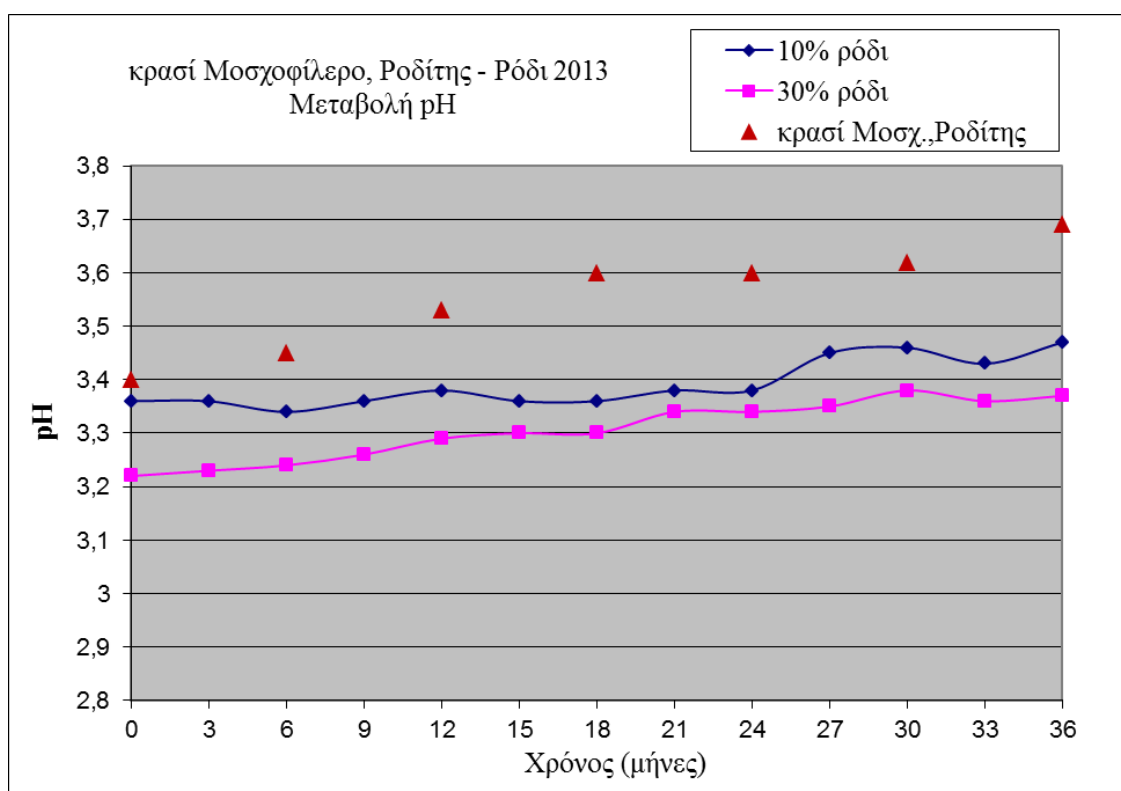
| Χρόνος αποθήκευσης (μήνες) | pH κρασί Cab., Merlot-Ρόδι Μείγμα 90%-10% | pH κρασί Cab., Merlot-Ρόδι Μείγμα 70%-30% | pH κρασί Cab., Merlot |
|----------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------|
| 0                          | 3,50 ±0,01                                | 3,26 ±0,02                                | 3,57 ±0,02            |
| 3                          | 3,59 ±0,01                                | 3,42 ±0,01                                |                       |
| 6                          | 3,65 ±0,02                                | 3,41 ±0,01                                | 3,62 ±0,03            |
| 9                          | 3,70 ±0,02                                | 3,44 ±0,04                                |                       |
| 12                         | 3,73 ±0,03                                | 3,43 ±0,05                                | 3,77 ±0,02            |
| 15                         | 3,77 ±0,03                                | 3,46 ±0,03                                |                       |
| 18                         | 3,72 ±0,02                                | 3,43 ±0,03                                | 3,77 ±0,03            |
| 21                         | 3,76 ±0,05                                | 3,44 ±0,02                                |                       |
| 24                         | 3,73 ±0,01                                | 3,40 ±0,00                                | 3,85 ±0,01            |
| 27                         | 3,71 ±0,04                                | 3,39 ±0,04                                |                       |
| 30                         | 3,76 ±0,03                                | 3,46 ±0,02                                | 3,85 ±0,02            |
| 33                         | 3,78 ±0,06                                | 3,45 ±0,03                                |                       |
| 36                         | 3,84 ±0,02                                | 3,47 ±0,02                                | 3,90 ±0,01            |



**Σχήμα 38.** Γραφική παράσταση μεταβολής του pH κρασιών από Cabernet sauvignon, Merlot και Ρόδι οινοποίησης 2013 σε σχέση με τον χρόνο αποθήκευσης

**Πίνακας 14.** Μεταβολή του pH κρασιού από γλεύκος ποικιλιών Μοσχοφίλερο, Ροδίτης και χυμό ροδιού, οινοποίησης 2013 σε σχέση με τον χρόνο αποθήκευσης

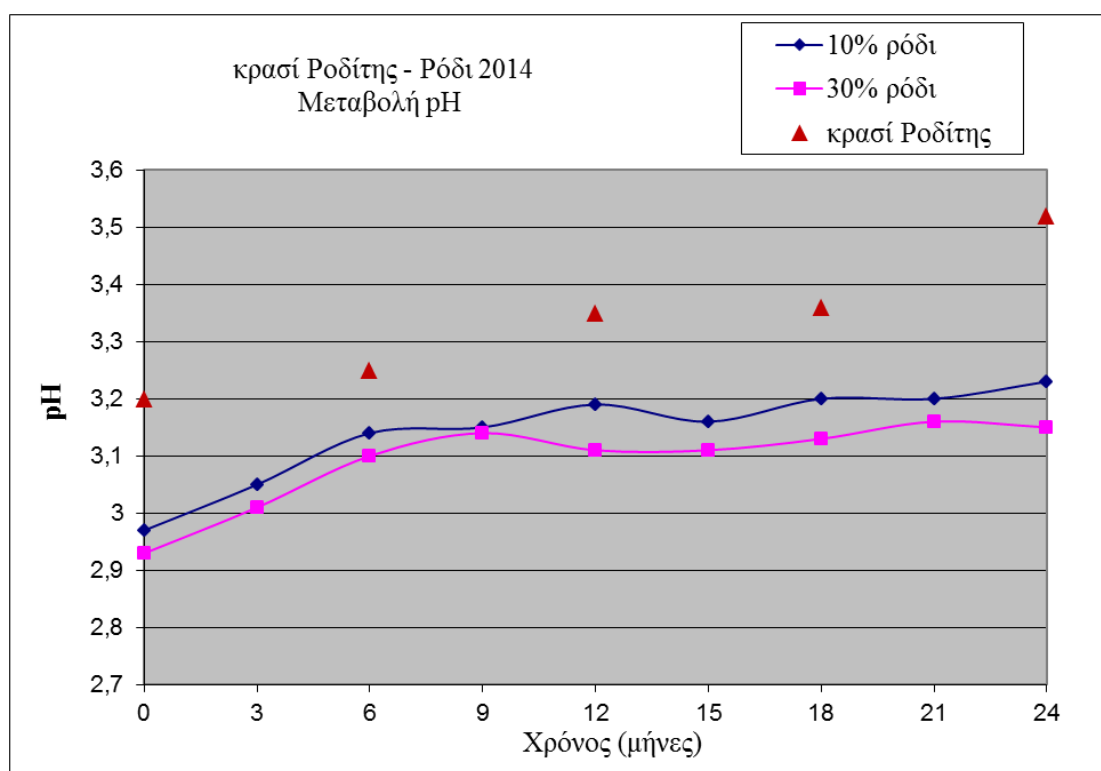
| Χρόνος αποθήκευσης (μήνες) | pH κρασί Μοσχ.,Ροδίτης-Ρόδι Μείγμα 90%-10% | pH κρασί Μοσχ.,Ροδίτης-Ρόδι Μείγμα 70%-30% | pH κρασί Μοσχ., Ροδίτης |
|----------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------|
| 0                          | 3,36 ±0,02                                 | 3,22 ±0,01                                 | 3,40 ±0,02              |
| 3                          | 3,36 ±0,02                                 | 3,23 ±0,01                                 |                         |
| 6                          | 3,34 ±0,00                                 | 3,24 ±0,04                                 | 3,45 ±0,03              |
| 9                          | 3,36 ±0,05                                 | 3,26 ±0,01                                 |                         |
| 12                         | 3,38 ±0,05                                 | 3,29 ±0,02                                 | 3,53 ±0,03              |
| 15                         | 3,36 ±0,02                                 | 3,30 ±0,03                                 |                         |
| 18                         | 3,36 ±0,01                                 | 3,30 ±0,03                                 | 3,60 ±0,04              |
| 21                         | 3,38 ±0,01                                 | 3,34 ±0,03                                 |                         |
| 24                         | 3,38 ±0,01                                 | 3,34 ±0,01                                 | 3,60 ±0,07              |
| 27                         | 3,45 ±0,01                                 | 3,35 ±0,02                                 |                         |
| 30                         | 3,46 ±0,01                                 | 3,38 ±0,03                                 | 3,62 ±0,04              |
| 33                         | 3,43 ±0,01                                 | 3,36 ±0,04                                 |                         |
| 36                         | 3,47 ±0,02                                 | 3,37 ±0,02                                 | 3,69 ±0,05              |



**Σχήμα 39.** Γραφική παράσταση μεταβολής του pH κρασιών από Μοσχοφίλερο, Ροδίτη και Ρόδι οινοποίησης 2013 σε σχέση με τον χρόνο αποθήκευσης

**Πίνακας 15.** Μεταβολή του pH κρασιού από γλεύκος ποικιλίας Ροδίτης και χυμό ροδιού, οινοποίησης 2014 σε σχέση με τον χρόνο αποθήκευσης

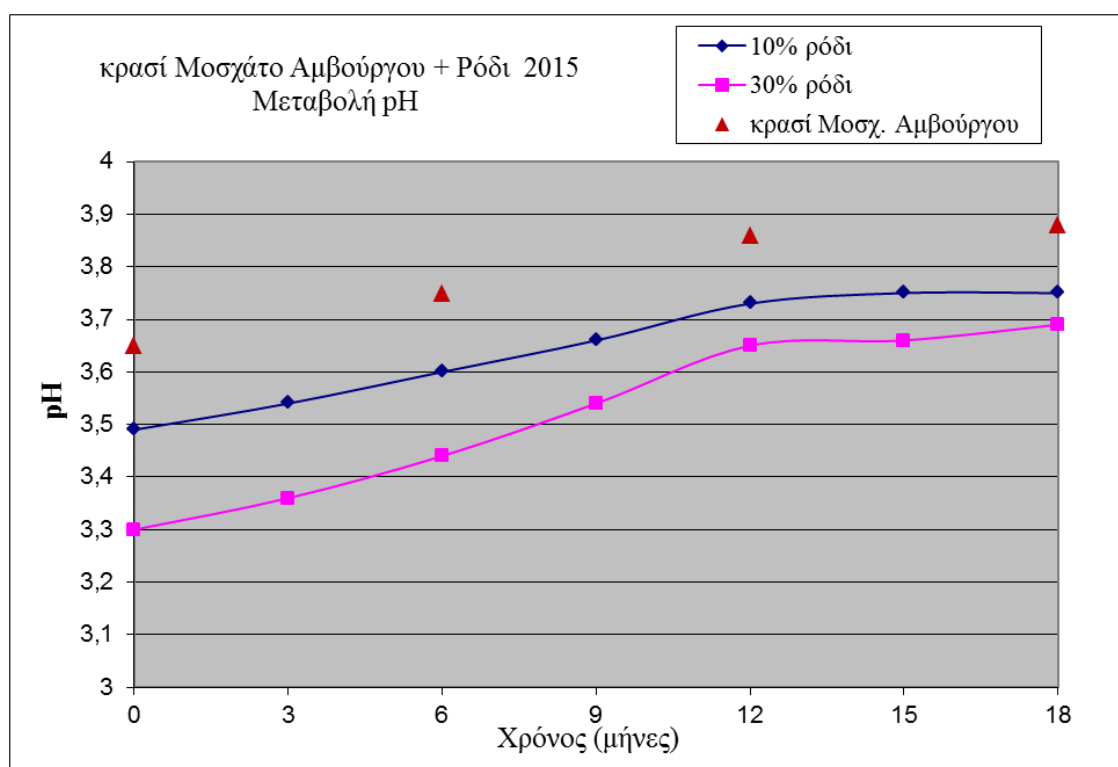
| Χρόνος αποθήκευσης (μήνες) | pH κρασί Ροδίτης-Ρόδι Μείγμα 90%-10% | pH κρασί Ροδίτης-Ρόδι Μείγμα 70%-30% | pH κρασί Ροδίτης |
|----------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|------------------|
| 0                          | 2,97 ±0,01                           | 2,93 ±0,02                           | 3,20 ±0,04       |
| 3                          | 3,05 ±0,02                           | 3,01 ±0,01                           |                  |
| 6                          | 3,14 ±0,02                           | 3,10 ±0,02                           | 3,25 ±0,03       |
| 9                          | 3,15 ±0,01                           | 3,14 ±0,03                           |                  |
| 12                         | 3,19 ±0,00                           | 3,11 ±0,03                           | 3,35 ±0,03       |
| 15                         | 3,16 ±0,01                           | 3,11 ±0,01                           |                  |
| 18                         | 3,20 ±0,05                           | 3,13 ±0,02                           | 3,36 ±0,02       |
| 21                         | 3,20 ±0,04                           | 3,16 ±0,03                           |                  |
| 24                         | 3,23 ±0,03                           | 3,15 ±0,03                           | 3,52 ±0,09       |



**Σχήμα 40.** Γραφική παράσταση μεταβολής του pH κρασιών από Ροδίτη και Ρόδι οινοποίησης 2014 σε σχέση με τον χρόνο αποθήκευσης

**Πίνακας 16.** Μεταβολή του pH κρασιού από γλεύκος ποικιλίας Μοσχάτο Αμβούργου και χυμό ροδιού, οινοποίησης 2015 σε σχέση με τον χρόνο αποθήκευσης

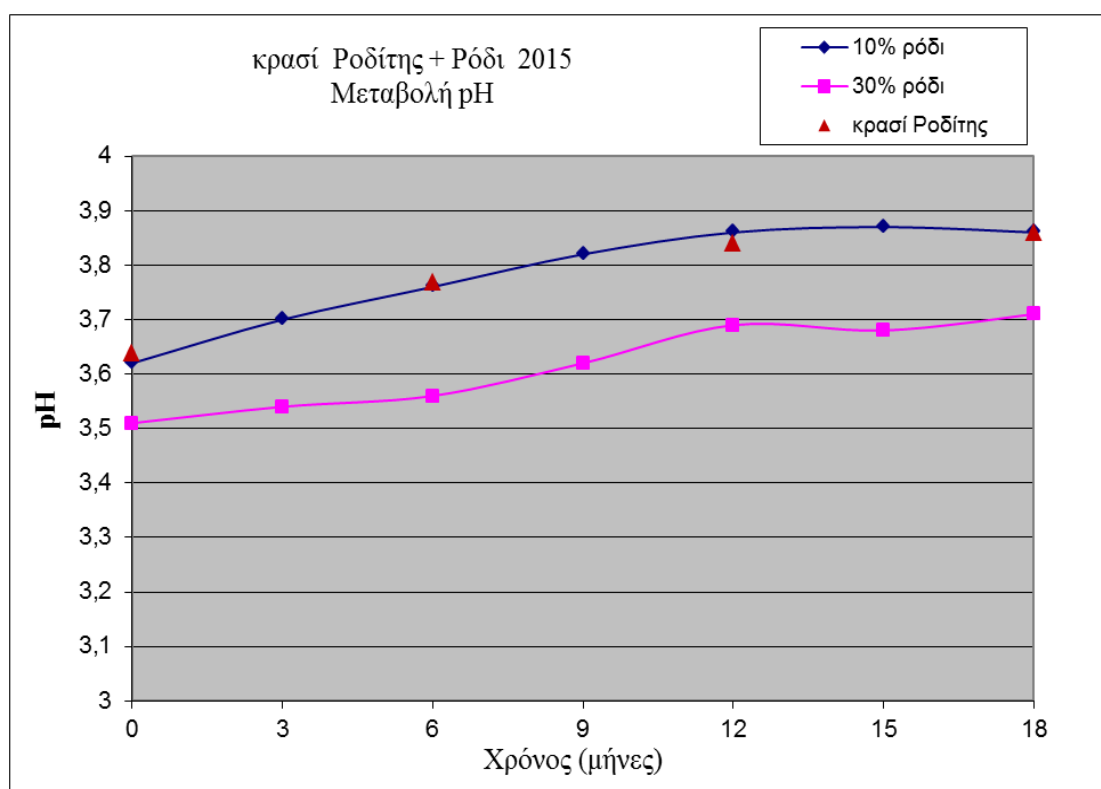
| Χρόνος αποθήκευσης (μήνες) | pH κρασί Μοσχ. Αμβ.-Ρόδι Μείγμα 90%-10% | pH κρασί Μοσχ. Αμβ.-Ρόδι Μείγμα 70%-30% | pH κρασί Μοσχάτο Αμβ. |
|----------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------|
| 0                          | 3,49 ±0,03                              | 3,30 ±0,03                              | 3,65 ±0,01            |
| 3                          | 3,54 ±0,03                              | 3,36 ±0,03                              |                       |
| 6                          | 3,60 ±0,03                              | 3,44 ±0,02                              | 3,75 ±0,03            |
| 9                          | 3,66 ±0,03                              | 3,54 ±0,03                              | Bb                    |
| 12                         | 3,73 ±0,01                              | 3,65 ±0,00                              | 3,86 ±0,04            |
| 15                         | 3,75 ±0,02                              | 3,66 ±0,02                              |                       |
| 18                         | 3,75 ±0,04                              | 3,69 ±0,02                              | 3,88 ±0,02            |



**Σχήμα 41.** Γραφική παράσταση μεταβολής του pH κρασιών από γλεύκος ποικιλίας Μοσχάτο Αμβούργου και χυμό ροδιού, οινοποίησης 2015 σε σχέση με τον χρόνο αποθήκευσης

**Πίνακας 17.** Μεταβολή του pH κρασιού από γλεύκος ποικιλίας Ροδίτης και χυμό ροδιού, οινοποίησης 2015 σε σχέση με τον χρόνο αποθήκευσης

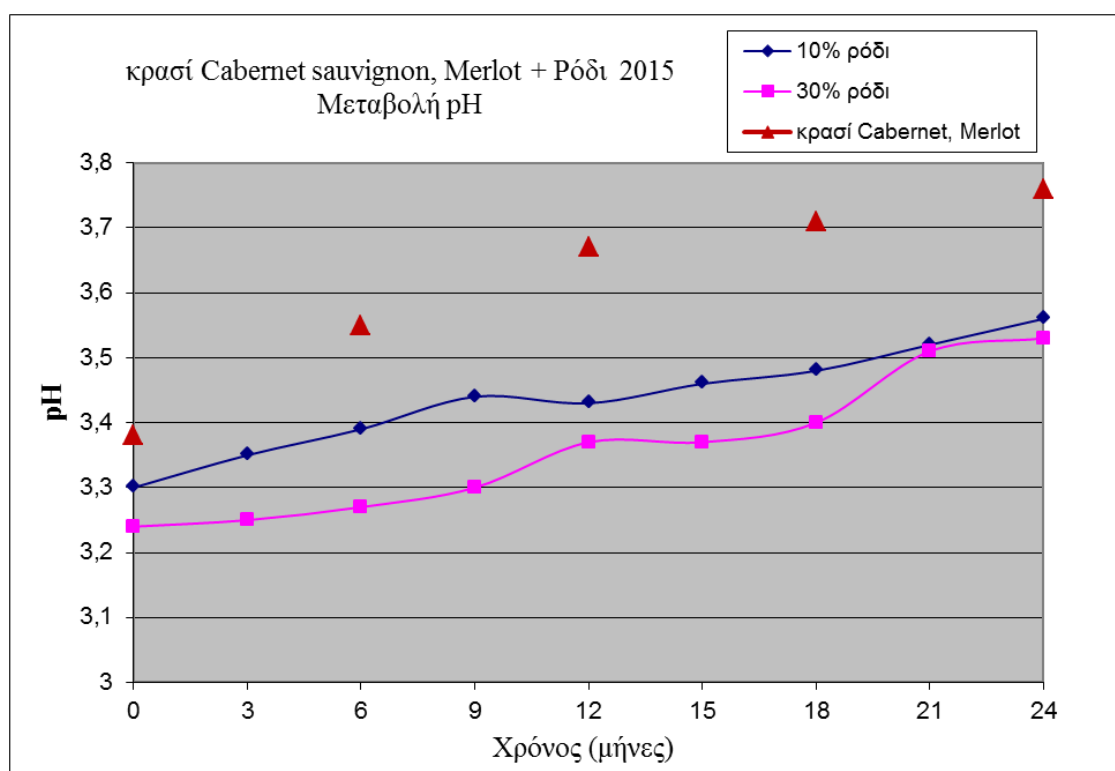
| Χρόνος αποθήκευσης (μήνες) | pH κρασί Ροδίτης-Ρόδι Μείγμα 90%-10% | pH κρασί Ροδίτης-Ρόδι Μείγμα 70%-30% | pH κρασί Ροδίτης |
|----------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|------------------|
| 0                          | 3,62 ±0,04                           | 3,51 ±0,03                           | 3,64 ±0,02       |
| 3                          | 3,70 ±0,02                           | 3,54 ±0,02                           |                  |
| 6                          | 3,76 ±0,02                           | 3,56 ±0,02                           | 3,77 ±0,02       |
| 9                          | 3,82 ±0,03                           | 3,62 ±0,02                           |                  |
| 12                         | 3,86 ±0,01                           | 3,69 ±0,04                           | 3,84 ±0,02       |
| 15                         | 3,87 ±0,02                           | 3,68 ±0,02                           |                  |
| 18                         | 3,86 ±0,02                           | 3,71 ±0,02                           | 3,86 ±0,01       |



**Σχήμα 42.** Γραφική παράσταση μεταβολής του pH κρασιών από Ροδίτη και Ρόδι οινοποίησης 2015 σε σχέση με τον χρόνο αποθήκευσης

**Πίνακας 18.** Μεταβολή του pH κρασιού από γλεύκος ποικιλιών Cabernet sauvignon, Merlot και χυμό ροδιού, οινοποίησης 2015 σε σχέση με τον χρόνο αποθήκευσης

| Χρόνος αποθήκευσης (μήνες) | pH κρασί Cab., Merlot-Ρόδι Μείγμα 90%-10% | pH κρασί Cab., Merlot-Ρόδι Μείγμα 70%-30% | pH κρασί Cab., Merlot |
|----------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------|
| 0                          | 3,30 ±0,03                                | 3,24 ±0,03                                | 3,38 ±0,03            |
| 3                          | 3,35 ±0,02                                | 3,25 ±0,01                                |                       |
| 6                          | 3,39 ±0,02                                | 3,27 ±0,02                                | 3,55 ±0,02            |
| 9                          | 3,44 ±0,03                                | 3,30 ±0,02                                |                       |
| 12                         | 3,43 ±0,02                                | 3,37 ±0,01                                | 3,67 ±0,01            |
| 15                         | 3,46 ±0,02                                | 3,37 ±0,03                                |                       |
| 18                         | 3,48 ±0,02                                | 3,40 ±0,03                                | 3,71 ±0,02            |
| 21                         | 3,52 ±0,02                                | 3,51 ±0,01                                |                       |
| 24                         | 3,56 ±0,02                                | 3,53 ±0,02                                | 3,76 ±0,01            |



**Σχήμα 43.** Γραφική παράσταση μεταβολής του pH κρασιών από Cabernet sauvignon, Merlot και Ρόδι οινοποίησης 2015 σε σχέση με τον χρόνο αποθήκευσης

Οι τιμές του pH στα καινοτόμα κρασιά βρέθηκαν ελαφρά μικρότερες από ότι στα κρασιά-μάρτυρες. Ειδικότερα, οι τιμές pH είναι ακόμη μικρότερες για τα κρασιά με περιεκτικότητα 30% σε ρόδι. Σε κάποιες περιπτώσεις οι τιμές pH βρίσκονται σε περιοχές κοντά στο 3.

Από τα κρασιά-μάρτυρες την υψηλότερη αρχική τιμή pH παρουσιάζουν τα κρασιά από Μοσχάτο Αμβούργου (pH=3,65), από Syrah (pH=3,64) και από Cabernet, Merlot 2013 (pH=3,57). Το κρασί από Cabernet, Merlot 2015 έχει χαμηλή αρχική τιμή pH=3,38. Τα δύο από τα τρία κρασιά-μάρτυρες με βάση τον Ροδίτη έχουν χαμηλές τιμές pH. Ο Ροδίτης 2012 έχει τιμή pH=3,14, ο Ροδίτης 2014 τιμή pH=3,20 και ο Ροδίτης 2015 τιμή pH=3,64. Αντίστοιχα το μείγμα Μοσχοφίλερο, Ροδίτης 2013 έχει αρχική τιμή pH=3,40. Παρατηρείται ότι τα κρασιά από ερυθρές ποικιλίες έχουν σε γενικές γραμμές μεγαλύτερες τιμές pH.

Τα κρασιά με 30% ρόδι έχουν τις χαμηλότερες αρχικές τιμές pH. Ειδικά δύο κρασιά από Ροδίτη και 30% ρόδι έχουν τις χαμηλότερες τιμές, ο Ροδίτης 2012 έχει pH=2,98 και ο Ροδίτης 2014 έχει τιμή pH=2,93. Οι τιμές για τα υπόλοιπα κρασιά με ποσοστό 30% ρόδι κυμαίνονται αρχικά (0 μήνες) μεταξύ 3,22 και 3,52 με τα κρασιά από Syrah και Ροδίτη 2015 να έχουν τις μεγαλύτερες τιμές pH (3,52 και 3,51).

Τα καινοτόμα κρασιά με 10% ρόδι παρουσιάζουν όλα μεγαλύτερες τιμές pH από όσα περιέχουν 30% ρόδι. Τα δύο κρασιά από την ποικιλία Ροδίτη (2012, 2014) έχουν αρχικά (0 μήνες) το χαμηλότερο pH, ίσο με 3,08 και 2,97 αντίστοιχα. Τα υπόλοιπα κρασιά με 10% ρόδι έχουν αρχικά τιμές pH μεταξύ 3,30 και 3,62 με τα κρασιά από Ροδίτη 2015 και Syrah να έχουν τις μεγαλύτερες τιμές pH, 3,62 και 3,61 αντίστοιχα.

Ενδιαφέρον παρουσιάζει η εξέλιξη του pH σε σχέση με τον χρόνο αποθήκευσης. Παρατηρείται συνεχής αύξησή του σε όλα τα δείγματα, αλλά η αύξηση αυτή δεν είναι η ίδια για όλα τα κρασιά που μελετήθηκαν. Συγκεκριμένα τα κρασιά-μάρτυρες παρουσιάζουν σε γενικές γραμμές μεγαλύτερη αύξηση του pH. Ωστόσο είχαν αρχικές τιμές ήδη μεγαλύτερες. Τα κρασιά που περιέχουν ρόδι έχουν μικρότερες μεταβολές στο pH τους και αυτό αποτελεί μία ένδειξη ότι λιγότερες μεταβολές λαμβάνουν χώρα στα κρασιά αυτά και έχουν σε πολλές περιπτώσεις καλύτερες δυνατότητες συντήρησης. Ειδικότερα:

**Κρασιά από Cabernet, Merlot 2013 και Syrah σε 3 χρόνια αποθήκευσης:**  
Τα κρασιά-μάρτυρες είχαν μεταβολές 0,33 και 0,32, τα κρασιά με 10% ρόδι είχαν μεταβολές 0,34 και 0,27 και τα κρασιά με 30% ρόδι είχαν μεταβολές pH, 0,21 και

0,21 αντίστοιχα. Στην περίπτωση του Cabernet, Merlot 2013 με 30% ρόδι, η αρχική χαμηλή τιμή του pH και η μικρή αύξησή του (0,21) το κάνει να διατηρεί μετά από 3 χρόνια χαμηλή τιμή pH για ερυθρό κρασί (3,47). Αντίθετα τα κρασιά με 10% ρόδι, δεν έχουν μεγάλη ικανότητα να διατηρήσουν το pH τους χαμηλό ειδικά μετά τα 1-2 πρώτα χρόνια.

**Κρασιά από Cabernet, Merlot 2015:** Για τα δύο χρόνια αποθήκευσης παρατηρήθηκε ότι το χαμηλό αρχικά pH όλων των τύπων κρασιού διατηρήθηκε χαμηλό στα κρασιά με ρόδι και κυρίως σε αυτό με 30% ρόδι, ενώ αυξήθηκε αισθητά (κατά 0,38) στο κρασί-μάρτυρα.

**Κρασιά από Μοσχοφίλερο, Ροδίτη:** Στα 3 χρόνια αποθήκευσης παρατηρήθηκε ότι στο κρασί-μάρτυρα παρουσίασε αύξηση στην τιμή του pH κατά 0,29 ενώ στα κρασιά με 10% ρόδι και 30% ρόδι αυξήθηκαν οι τιμές pH κατά 0,11 και 0,16 αντίστοιχα. Η τιμή pH του κρασιού με 30% ρόδι παρέμεινε αρκετά χαμηλή (3,37) ακόμα και μετά από 3 χρόνια αποθήκευσης.

**Κρασιά από Ροδίτη 2012, 2014, 2015:** Η μεταβολή του pH πρώτο χρόνο αποθήκευσης ήταν μικρή για τα καινοτόμα κρασιά των δύο πρώτων οινοποιήσεων που είχαν αρχική τιμή pH μικρή ενώ για το κρασί του 2015 οι τιμές αυξήθηκαν αρκετά μέσα σε ένα χρόνο. Γενικότερα παρατηρήθηκε σημαντική αύξηση του pH των κρασιών-μαρτύρων σε αντίθεση με τα κρασιά με ρόδι στα οποία η αύξηση του pH ήταν μικρότερη.

**Κρασιά από Μοσχάτο Αμβούργου 2015:** Καταγράφηκαν συνεχώς αυξανόμενες οι τιμές pH σε όλα τα κρασιά με βάση το Μοσχάτο Αμβούργου και με μεγαλύτερες μεταβολές σε σχέση με τα προηγούμενα κρασιά για το ίδιο χρονικό διάστημα αποθήκευσης.

#### **4.1.4. Πτητική οξύτητα, ελεύθερο SO<sub>2</sub>**

Πρόκειται για δύο παραμέτρους οι οποίες αφορούν την συντήρηση και την «υγεία» του κρασιού. Η πτητική οξύτητα είναι δείκτης της οξειδωσης του κρασιού και εκφράζει τα οξέα: μυρμηκικό, οξικό, βουτυρικό τα οποία απαντούν ελεύθερα ή υπό μορφή αλάτων. Κατά την διάρκεια της αλκοολικής ζύμωσης οι ζυμομύκητες παράγουν μικρές ποσότητες πτητικών οξέων. Σε περιπτώσεις μη φυσιολογικής εξέλιξης της ζύμωσης αλλά και κατά την διάρκεια της παλαίωσης αυξάνεται η παραγωγή του οξικού οξέος λόγω οξειδώσεων (Πηγανάκος 2004).

Τα όρια της πτητικής οξύτητας εκφράζονται συνήθως σε g  $\text{CH}_3\text{COOH/l}$  και για τα ξηρά κρασιά κυμαίνεται συνήθως σε τιμές μεταξύ 0,20 g/l και 0,60 g/l. Μεγαλύτερες τιμές δείχνουν υποβάθμιση του κρασιού.

Στα κρασιά, τα οποία παράχθηκαν κατά την παρούσα διατριβή, η πτητική οξύτητα κυμάνθηκε στα πιο πάνω επίπεδα και μόνο στα ερυθρά κρασιά μετά από μεγάλο χρόνο αποθήκευσης η πτητική οξύτητα παρουσίασε μεγαλύτερες τιμές.

Το θειώδες οξύ ή και διοξείδιο του θείου χρησιμοποιείται ευρύτατα στην οινοποιία καθώς έχει απολυμαντικές, αντισηπτικές και αντιοξειδωτικές ιδιότητες. Μετά την προσθήκη του, ένα μέρος δεσμεύεται καθώς αντιδρά με διάφορες ουσίες όπως σάκχαρα, πολυφαινόλες, χρωστικές, ακεταλδεΐδη. Το υπόλοιπο ποσό βρίσκεται με την μορφή ελεύθερου θειώδους οξέος με διάφορες μορφές όπως  $\text{H}_2\text{SO}_3$ ,  $\text{HSO}_3^-$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{SO}_3^{2-}$ .

Οι ανώτερες επιτρεπόμενες ποσότητες ολικού θειώδους οξέος για τα κρασιά στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης είναι 160 mg/l στα ερυθρά κρασιά, 210 mg/l στα λευκά κρασιά και 260 mg/l στα γλυκά κρασιά (Σουφλερός 2000).

Μεταξύ ελεύθερου και δεσμευμένου θειώδους οξέος υπάρχει ισορροπία η οποία εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως το pH, η θερμοκρασία και η οξύτητα του κρασιού. Όταν για παράδειγμα η τιμή του pH είναι 2,8 τότε το 10% του ελεύθερου θειώδους οξέος βρίσκεται υπό μορφή  $\text{SO}_2$  η οποία είναι και η μόνη δραστική. Αν όμως η τιμή του pH είναι 3,8 τότε μόνο το 1% του ελεύθερου θειώδους οξέος βρίσκεται υπό μορφή  $\text{SO}_2$  (Σουφλερός 2000).

Μεγαλύτερες συγκεντρώσεις ελεύθερου θειώδους οξέος προσφέρουν μεγαλύτερη προστατευτική δράση έναντι των οξειδώσεων. Η υπερβολική θείωση των κρασιών δημιουργεί τοξικότητα και δυσάρεστες οσμές υδροθείου και μερκαπτάνης (Ακρίδα-Δεμερτζή 2004). Η περιεκτικότητα του ελεύθερου θειώδους οξέος κρίθηκε ως το κύριο ποιοτικό χαρακτηριστικό σε σχέση με το ολικό και το δεσμευμένο θειώδες οξύ για την συντήρηση των κρασιών και αυτός ήταν ο λόγος του προσδιορισμού του.

Οι τιμές της πτητικής οξύτητας και ελεύθερου θειώδους οξέος των κρασιών που παράχθηκαν στην παρούσα μελέτη δίνονται στους Πίνακες 19-26.

**Πίνακας 19.** Μεταβολή της πτητικής οξύτητας και του ελεύθερου θειώδους οξέος κρασιού από γλεύκος ποικιλίας Syrah και χυμό ροδιού οινοποίησης 2011, σε σχέση με τον χρόνο αποθήκευσης

| Χρόνος αποθήκευσης (μήνες) | Πτητική οξύτητα (g CH <sub>3</sub> COOH/l) |                          |             | Ελεύθερο θειώδες (mg/l)  |                          |             |
|----------------------------|--------------------------------------------|--------------------------|-------------|--------------------------|--------------------------|-------------|
|                            | κρασί Syrah Ρόδι 90%-10%                   | κρασί Syrah-Ρόδι 70%-30% | κρασί Syrah | κρασί Syrah-Ρόδι 90%-10% | κρασί Syrah-Ρόδι 70%-30% | κρασί Syrah |
| 0                          | 0,20 ±0,02                                 | 0,18 ±0,03               | 0,24 ±0,02  | 25,6 ±1,2                | 29,0 ±1,3                | 28,2 ±0,4   |
| 3                          | 0,20 ±0,03                                 | 0,18 ±0,04               |             | 24,3 ±1,1                | 28,3 ±1,1                |             |
| 6                          | 0,20 ±0,02                                 | 0,20 ±0,02               | 0,28 ±0,04  | 24,3 ±0,7                | 27,3 ±1,1                | 25,0 ±1,1   |
| 9                          | 0,22 ±0,01                                 | 0,22 ±0,02               |             | 21,7 ±0,8                | 26,7 ±0,7                |             |
| 12                         | 0,25 ±0,01                                 | 0,27 ±0,05               | 0,28 ±0,04  | 19,2 ±0,6                | 24,2 ±0,6                | 22,2 ±1,8   |
| 15                         | 0,32 ±0,01                                 | 0,35 ±0,04               |             | 16,4 ±0,4                | 22,4 ±0,9                |             |
| 18                         | 0,38 ±0,02                                 | 0,42 ±0,03               | 0,34 ±0,00  | 14,2 ±0,8                | 20,4 ±1,4                | 15,2 ±0,8   |
| 21                         | 0,42 ±0,02                                 | 0,48 ±0,05               |             | 11,2 ±0,4                | 16,2 ±1,2                |             |
| 24                         | 0,45 ±0,05                                 | 0,52 ±0,04               | 0,42 ±0,04  | 9,6 ±0,3                 | 11,2 ±0,9                | 10,6 ±0,4   |
| 27                         | 0,45 ±0,02                                 | 0,65 ±0,04               |             | 8,5 ±0,1                 | 9,4 ±0,6                 |             |
| 30                         | 0,50 ±0,05                                 | 0,70 ±0,06               | 0,45 ±0,04  | 8,3 ±0,1                 | 7,8 ±0,4                 | 11,2 ±0,6   |
| 33                         | 0,52 ±0,06                                 | 0,75 ±0,08               |             | 7,8 ±0,3                 | 7,5 ±0,4                 |             |
| 36                         | 0,55 ±0,02                                 | 0,84 ±0,06               | 0,50 ±0,08  | 7,2 ±0,2                 | 6,8 ±0,2                 | 7,2 ±0,5    |

**Πίνακας 20.** Μεταβολή της πτητικής οξύτητας και του ελεύθερου θειώδους οξέος κρασιού από γλεύκος ποικιλίας Ροδίτης και χυμό ροδιού οινοποίησης 2012, σε σχέση με τον χρόνο αποθήκευσης

| Χρόνος αποθήκ. (μήνες) | Πτητική οξύτητα (g CH <sub>3</sub> COOH/l) |                            |               | Ελεύθερο θειώδες (mg/l)    |                            |               |
|------------------------|--------------------------------------------|----------------------------|---------------|----------------------------|----------------------------|---------------|
|                        | κρασί Ροδίτης-Ρόδι 90%-10%                 | κρασί Ροδίτης-Ρόδι 70%-30% | κρασί Ροδίτης | κρασί Ροδίτης-Ρόδι 90%-10% | κρασί Ροδίτης-Ρόδι 70%-30% | κρασί Ροδίτης |
| 0                      | 0,21 ±0,02                                 | 0,18 ±0,04                 | 0,24 ±0,04    | 12,8 ±0,4                  | 7,5 ±0,1                   | 15,0 ±0,3     |
| 3                      | 0,21 ±0,03                                 | 0,20 ±0,03                 |               | 12,8 ±0,4                  | 7,4 ±0,2                   |               |
| 6                      | 0,23 ±0,01                                 | 0,21 ±0,02                 | 0,24 ±0,00    | 12,0 ±0,2                  | 7,2 ±0,1                   | 18,8 ±0,4     |
| 9                      | 0,23 ±0,02                                 | 0,21 ±0,01                 |               | 11,8 ±0,1                  | 6,7 ±0,2                   |               |
| 12                     | 0,24 ±0,00                                 | 0,23 ±0,01                 | 0,28 ±0,03    | 10,0 ±0,3                  | 6,5 ±0,0                   | 12,2 ±0,1     |
| 15                     | 0,20 ±0,02                                 | 0,24 ±0,02                 |               | 9,6 ±0,3                   | 6,8 ±0,1                   |               |
| 18                     | 0,18 ±0,01                                 | 0,26 ±0,01                 | 0,30 ±0,04    | 9,0 ±0,3                   | 6,4 ±0,2                   | 14,6 ±0,4     |
| 21                     | 0,24 ±0,01                                 | 0,26 ±0,00                 |               | 8,4 ±0,2                   | 6,2 ±0,1                   |               |
| 24                     | 0,22 ±0,01                                 | 0,24 ±0,02                 | 0,34 ±0,02    | 7,7 ±0,2                   | 5,1 ±0,1                   | 8,8 ±0,2      |
| 27                     | 0,30 ±0,02                                 | 0,28 ±0,02                 |               | 8,5 ±0,3                   | 6,8 ±0,1                   |               |
| 30                     | 0,34 ±0,04                                 | 0,28 ±0,01                 | 0,34 ±0,04    | 7,5 ±0,1                   | 6,2 ±0,1                   | 10,5 ±0,5     |
| 33                     | 0,38 ±0,02                                 | 0,34 ±0,04                 |               | 6,8 ±0,3                   | 6,0 ±0,2                   |               |
| 36                     | 0,38 ±0,02                                 | 0,34 ±0,02                 | 0,44 ±0,05    | 5,6 ±0,1                   | 5,8 ±0,1                   | 7,0 ±0,3      |

**Πίνακας 21.** Μεταβολή της πτητικής οξύτητας και του ελεύθερου θειώδους οξέος κρασιού από γλεύκος ποικιλιών Cabernet sauvignon, Merlot και χυμό ροδιού οινοποίησης 2013, σε σχέση με τον χρόνο αποθήκευσης

| Χρόνος αποθήκ.<br>(μήνες) | Πτητική οξύτητα (g CH <sub>3</sub> COOH/l) |                                 |                  | Ελεύθερο θειώδες (mg/l)        |                                 |                  |
|---------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------|------------------|--------------------------------|---------------------------------|------------------|
|                           | κρασί Cab. Merlot-Ρόδι 90%-10%             | κρασί Cab. Merlot -Ρόδι 70%-30% | Κρασί Cab.Merlot | κρασί Cab. Merlot-Ρόδι 90%-10% | κρασί Cab. Merlot -Ρόδι 70%-30% | κρασί Cab.Merlot |
| 0                         | 0,35 ±0,02                                 | 0,46 ±0,05                      | 0,34 ±0,01       | 28,8 ±1,2                      | 25,2 ±1,4                       | 31,6 ±1,3        |
| 3                         | 0,43 ±0,04                                 | 0,50 ±0,03                      |                  | 25,5 ±1,1                      | 23,7 ±0,7                       |                  |
| 6                         | 0,40 ±0,03                                 | 0,50 ±0,04                      | 0,42 ±0,02       | 27,4 ±0,8                      | 25,0 ±0,6                       | 26,2 ±0,8        |
| 9                         | 0,45 ±0,02                                 | 0,52 ±0,04                      |                  | 26,6 ±0,9                      | 24,6 ±0,4                       |                  |
| 12                        | 0,45 ±0,05                                 | 0,55 ±0,05                      | 0,46 ±0,02       | 26,0 ±0,6                      | 24,2 ±0,5                       | 24,6 ±1,2        |
| 15                        | 0,48 ±0,02                                 | 0,55 ±0,00                      |                  | 25,0 ±0,4                      | 24,4 ±0,4                       |                  |
| 18                        | 0,46 ±0,01                                 | 0,50 ±0,02                      | 0,46 ±0,02       | 24,2 ±0,2                      | 23,2 ±0,1                       | 22,6 ±0,7        |
| 21                        | 0,48 ±0,05                                 | 0,48 ±0,02                      |                  | 25,4 ±0,1                      | 22,5 ±0,5                       |                  |
| 24                        | 0,45 ±0,05                                 | 0,48 ±0,03                      | 0,46 ±0,04       | 27,8 ±1,1                      | 21,6 ±0,8                       | 19,4 ±0,5        |
| 27                        | 0,48 ±0,02                                 | 0,46 ±0,02                      |                  | 24,4 ±1,2                      | 22,5 ±1,0                       |                  |
| 30                        | 0,55 ±0,03                                 | 0,50 ±0,04                      | 0,52 ±0,04       | 30,5 ±0,7                      | 20,7 ±0,5                       | 18,4 ±0,3        |
| 33                        | 0,52 ±0,02                                 | 0,48 ±0,04                      |                  | 26,2 ±0,6                      | 21,2 ±0,2                       |                  |
| 36                        | 0,55 ±0,03                                 | 0,48 ±0,03                      | 0,52 ±0,02       | 23,8 ±0,2                      | 19,2 ±0,4                       | 22,0 ±0,3        |

**Πίνακας 22.** Μεταβολή της πτητικής οξύτητας και του ελεύθερου θειώδους οξέος κρασιού από γλεύκος ποικιλιών Μοσχοφίλερο, Ροδίτης και χυμό ροδιού οινοποίησης 2013, σε σχέση με τον χρόνο αποθήκευσης

| Χρόνος αποθήκ.<br>(μήνες) | Πτητική οξύτητα (g CH <sub>3</sub> COOH/l) |                                  |                        | Ελεύθερο θειώδες (mg/l)          |                                  |                       |
|---------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------|------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-----------------------|
|                           | κρασί Μοσχ. Ροδίτης-Ρόδι 90%-10%           | κρασί Μοσχ. Ροδίτης-Ρόδι 70%-30% | κρασί Μοσχοφ.. Ροδίτης | κρασί Μοσχ. Ροδίτης-Ρόδι 90%-10% | κρασί Μοσχ. Ροδίτης-Ρόδι 70%-30% | κρασί Μοσχοφ. Ροδίτης |
| 0                         | 0,35 ±0,02                                 | 0,25 ±0,01                       | 0,35 ±0,01             | 28,8 ±0,7                        | 9,1 ±0,8                         | 28,2 ±1,1             |
| 3                         | 0,43 ±0,05                                 | 0,28 ±0,00                       |                        | 25,5 ±1,1                        | 7,7 ±0,8                         |                       |
| 6                         | 0,40 ±0,05                                 | 0,30 ±0,03                       | 0,32 ±0,01             | 22,4 ±1,2                        | 7,5 ±0,3                         | 25,2 ±1,1             |
| 9                         | 0,43 ±0,03                                 | 0,32 ±0,03                       |                        | 16,6 ±0,7                        | 7,2 ±0,3                         |                       |
| 12                        | 0,45 ±0,02                                 | 0,35 ±0,02                       | 0,38 ±0,02             | 12,5 ±0,9                        | 7,0 ±0,2                         | 16,6 ±0,6             |
| 15                        | 0,45 ±0,02                                 | 0,38 ±0,02                       |                        | 7,8 ±0,5                         | 6,4 ±0,2                         |                       |
| 18                        | 0,42 ±0,00                                 | 0,40 ±0,04                       | 0,40 ±0,02             | 17,8 ±0,4                        | 7,6 ±0,3                         | 14,4 ±0,9             |
| 21                        | 0,45 ±0,00                                 | 0,40 ±0,05                       |                        | 19,7 ±0,7                        | 6,8 ±0,2                         |                       |
| 24                        | 0,43 ±0,02                                 | 0,35 ±0,03                       | 0,43 ±0,5              | 18,1 ±0,4                        | 6,8 ±0,1                         | 10,4 ±0,4             |
| 27                        | 0,40 ±0,02                                 | 0,40 ±0,02                       |                        | 17,6 ±0,6                        | 6,4 ±0,2                         |                       |
| 30                        | 0,45 ±0,03                                 | 0,38 ±0,05                       | 0,45 ±0,03             | 20,6 ±0,7                        | 6,4 ±0,1                         | 11,2 ±0,3             |
| 33                        | 0,45 ±0,01                                 | 0,40 ±0,01                       |                        | 12,8 ±0,1                        | 6,0 ±0,1                         |                       |
| 36                        | 0,48 ±0,00                                 | 0,40 ±0,04                       | 0,48 ±0,04             | 13,6 ±0,1                        | 6,8 ±0,2                         | 7,8 ±0,1              |

**Πίνακας 23.** Μεταβολή της πτητικής οξύτητας και του ελεύθερου θειώδους οξέος κρασιού από γλεύκος ποικιλίας Ροδίτης και χυμό ροδιού οينوποίησης 2014, σε σχέση με τον χρόνο αποθήκευσης

| Χρόνος αποθήκ.<br>(μήνες) | Πτητική οξύτητα (g CH <sub>3</sub> COOH/l) |                            |               | Ελεύθερο θειώδες (mg/l)    |                            |               |
|---------------------------|--------------------------------------------|----------------------------|---------------|----------------------------|----------------------------|---------------|
|                           | κρασί Ροδίτης-Ρόδι 90%-10%                 | κρασί Ροδίτης-Ρόδι 70%-30% | κρασί Ροδίτης | κρασί Ροδίτης-Ρόδι 90%-10% | κρασί Ροδίτης-Ρόδι 70%-30% | κρασί Ροδίτης |
| 0                         | 0,30 ±0,04                                 | 0,32 ±0,02                 | 0,28 ±0,01    | 25,2 ±0,9                  | 24,6 ±1,2                  | 27,2 ±1,2     |
| 3                         | 0,30 ±0,00                                 | 0,30 ±0,01                 |               | 26,6 ±0,7                  | 23,5 ±1,1                  |               |
| 6                         | 0,35 ±0,04                                 | 0,35 ±0,03                 | 0,34 ±0,04    | 23,4 ±0,6                  | 20,0 ±0,6                  | 26,2 ±0,6     |
| 9                         | 0,38 ±0,01                                 | 0,35 ±0,03                 |               | 19,6 ±0,3                  | 15,4 -0,6                  |               |
| 12                        | 0,40 ±0,02                                 | 0,38 ±0,02                 | 0,34 ±0,01    | 14,0 ±0,4                  | 12,8 ±0,5                  | 20,4 ±1,0     |
| 15                        | 0,40 ±0,02                                 | 0,35 ±0,03                 |               | 15,0 ±0,3                  | 15,4 ±0,6                  |               |
| 18                        | 0,45 ±0,04                                 | 0,38 ±0,04                 | 0,45 ±0,02    | 13,2 ±0,4                  | 14,6 ±0,9                  | 16,8 ±0,7     |
| 21                        | 0,42 ±0,02                                 | 0,38 ±0,05                 |               | 14,0 ±0,1                  | 13,6 ±0,3                  |               |
| 24                        | 0,45 ±0,05                                 | 0,40 ±0,01                 | 0,44 ±0,04    | 13,6 ±0,1                  | 14,6 ±0,2                  | 14,2 ±0,5     |

**Πίνακας 24.** Μεταβολή της πτητικής οξύτητας και του ελεύθερου θειώδους οξέος κρασιού από γλεύκος ποικιλίας Μοσχάτο Αμβούργου και χυμό ροδιού οينوποίησης 2015, σε σχέση με τον χρόνο αποθήκευσης

| Χρόνος αποθήκ.<br>(μήνες) | Πτητική οξύτητα (g CH <sub>3</sub> COOH/l) |                              |                    | Ελεύθερο θειώδες (mg/l)      |                               |                    |
|---------------------------|--------------------------------------------|------------------------------|--------------------|------------------------------|-------------------------------|--------------------|
|                           | κρασί Μοσχ.Αμβ.-Ρόδι 90%-10%               | κρασί Μοσχ.Αμβ.-Ρόδι 70%-30% | κρασί Μοσχάτο Αμβ. | κρασί Μοσχ.Αμβ.-Ρόδι 90%-10% | κρασί Μοσχ. Αμβ.-Ρόδι 70%-30% | κρασί Μοσχάτο Αμβ. |
| 0                         | 0,30 ±0,02                                 | 0,27 ±0,02                   | 0,30±0,02          | 24,5 ±1,2                    | 25,5 ±1,2                     | 27,8±1,4           |
| 3                         | 0,28 ±0,04                                 | 0,29 ±0,03                   |                    | 23,5 ±1,1                    | 23,2 ±1,2                     |                    |
| 6                         | 0,30 ±0,01                                 | 0,30 ±0,02                   | 0,34±0,04          | 22,0 ±1,2                    | 21,5 ±1,1                     | 20,2±1,1           |
| 9                         | 0,32 ±0,04                                 | 0,30 ±0,02                   |                    | 21,2 ±0,6                    | 20,8 ±1,1                     |                    |
| 12                        | 0,36 ±0,05                                 | 0,34 ±0,04                   | 0,38±0,04          | 18,8 ±0,3                    | 18,4 ±0,7                     | 16,4±1,1           |
| 15                        | 0,34 ±0,04                                 | 0,30 ±0,00                   |                    | 16,5 ±0,1                    | 18,0 ±0,2                     |                    |
| 18                        | 0,38 ±0,04                                 | 0,34 ±0,02                   | 0,4±0,04           | 14,4 ±0,2                    | 16,8 ±0,4                     | 11,2±0,1           |

**Πίνακας 25.** Μεταβολή της πτητικής οξύτητας και του ελεύθερου θειώδους οξέος κρασιού από γλεύκος ποικιλίας Ροδίτης και χυμό ροδιού οινοποίησης 2015, σε σχέση με τον χρόνο αποθήκευσης

|                            | Πτητική οξύτητα (g CH <sub>3</sub> COOH/l) |                            |               | Ελεύθερο θειώδες (mg/l)    |                            |               |
|----------------------------|--------------------------------------------|----------------------------|---------------|----------------------------|----------------------------|---------------|
| Χρόνος αποθήκευσης (μήνες) | κρασί Ροδίτης-Ρόδι 90%-10%                 | κρασί Ροδίτης-Ρόδι 70%-30% | κρασί Ροδίτης | κρασί Ροδίτης-Ρόδι 90%-10% | κρασί Ροδίτης-Ρόδι 70%-30% | κρασί Ροδίτης |
| 0                          | 0,25 ±0,03                                 | 0,28 ±0,02                 | 0,24 ±0,08    | 25,2 ±1,2                  | 22,5 ±1,2                  | 24,6 ±1,1     |
| 3                          | 0,30 ±0,02                                 | 0,30 ±0,05                 |               | 24,2 ±1,1                  | 21,5 ±1,2                  |               |
| 6                          | 0,32 ±0,01                                 | 0,30 ±0,05                 | 0,30 ±0,04    | 21,8 ±1,1                  | 23,0 ±1,1                  | 19,6 ±1,2     |
| 9                          | 0,36 ±0,01                                 | 0,36 ±0,02                 |               | 23,2 ±1,3                  | 22,0 ±1,2                  |               |
| 12                         | 0,36 ±0,04                                 | 0,30 ±0,04                 | 0,34 ±0,05    | 20,6 ±1,2                  | 21,4 ±0,9                  | 16,2 ±0,9     |
| 15                         | 0,32 ±0,04                                 | 0,30 ±0,04                 |               | 17,5 ±0,4                  | 20,6 ±1,5                  |               |
| 18                         | 0,38 ±0,02                                 | 0,34 ±0,02                 | 0,34 ±0,02    | 12,8 ±0,1                  | 17,5 ±0,7                  | 12,0 ±0,8     |

**Πίνακας 26.** Μεταβολή της πτητικής οξύτητας και του ελεύθερου θειώδους οξέος κρασιού από γλεύκος ποικιλιών Cabernet sauvignon, Merlot και χυμό ροδιού οινοποίησης 2015, σε σχέση με τον χρόνο αποθήκευσης

|                        | Πτητική οξύτητα (g CH <sub>3</sub> COOH/l) |                                 |                       | Ελεύθερο θειώδες (mg/l)         |                                 |                       |
|------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------|-----------------------|---------------------------------|---------------------------------|-----------------------|
| Χρόνος αποθήκ. (μήνες) | κρασί Cab. Merlot -Ρόδι 90%-10%            | κρασί Cab. Merlot -Ρόδι 70%-30% | κρασί Cabernet Merlot | κρασί Cab. Merlot -Ρόδι 90%-10% | κρασί Cab. Merlot -Ρόδι 70%-30% | κρασί Cabernet Merlot |
| 0                      | 0,24 ±0,06                                 | 0,24 ±0,02                      | 0,20±0,03             | 21,2 ±1,0                       | 22,2 ±1,3                       | 25,2±1,1              |
| 3                      | 0,24 ±0,01                                 | 0,24 ±0,02                      |                       | 20,0 ±1,2                       | 21,0 ±0,8                       |                       |
| 6                      | 0,28 ±0,02                                 | 0,26 ±0,05                      | 0,24±0,01             | 18,8 ±0,7                       | 16,4 ±0,4                       | 20,4±0,4              |
| 9                      | 0,32 ±0,03                                 | 0,26 ±0,05                      |                       | 18,0 ±0,9                       | 16,8 ±0,1                       |                       |
| 12                     | 0,32 ±0,01                                 | 0,28 ±0,02                      | 0,30±0,03             | 16,8 ±0,4                       | 15,8 ±0,3                       | 17,5±0,5              |
| 15                     | 0,30 ±0,03                                 | 0,34 ±0,05                      |                       | 14,2 ±0,2                       | 14,4 ±0,4                       |                       |
| 18                     | 0,34 ±0,05                                 | 0,34 ±0,00                      | 0,40±0,02             | 12,1 ±0,2                       | 13 ±0,4                         | 13,8±0,3              |
| 21                     | 0,34 ±0,00                                 | 0,38 ±0,02                      |                       | 10,5 ±0,6                       | 11,2 ±0,1                       |                       |
| 24                     | 0,40 ±0,02                                 | 0,38 ±0,04                      | 0,44±0,04             | 8,45 ±0,1                       | 9,75 ±0,2                       | 9,5±0,1               |

**Πτητική Οξύτητα:** Η πτητική οξύτητα κυμάνθηκε σε γενικές γραμμές σε όλα τα κρασιά που μελετήθηκαν σε κανονικά επίπεδα, από 0,20 g/l ως 0,55 g/l, χωρίς να εμφανίζονται ιδιαίτερα υψηλές τιμές οι οποίες θα αποτελούσαν ενδείξεις οξειδωσης των κρασιών. Παρόλα αυτά σε ορισμένες περιπτώσεις, κυρίως μετά από μεγάλης διάρκειας αποθήκευση παρατηρήθηκαν τιμές μεγαλύτερες από 0,45-0,50 g οξικού οξέος/l. Παρόμοιες τιμές πτητικής οξύτητας σε κρασιά τα οποία μελετήθηκαν σε συνάρτηση με τον χρόνο βρέθηκαν και από άλλους ερευνητές (Bartowsky et al. 2003, Revi et al. 2013).

Χαμηλές τιμές πτητικής οξύτητας βρέθηκαν και σε μετρήσεις κρασιών από ρόδι, μετά το τέλος της οινοποίησης. Συγκεκριμένα οι Andreu-Sevilla et al. (2013) βρήκαν τιμές πτητικής οξύτητας από 0,26 g/l ως 0,36 g/l οξικού οξέος.

Στην παρούσα εργασία παρατηρήθηκε ότι στα ερυθρά κρασιά από Cabernet, Merlot 2013 και Syrah, μετά από τα 2 πρώτα χρόνια αποθήκευσης αυξήθηκε η τιμή της πτητικής οξύτητας και ιδιαίτερα σε όσα περιείχαν ρόδι. Το αντίστροφο συνέβη στην περίπτωση των κρασιών από τις πιο ανοιχτόχρωμες ποικιλίες, τον Ροδίτη και το Μοσχοφίλερο στα οποία για αποθήκευση πάνω από 2 χρόνια, η πτητική οξύτητα ήταν μεγαλύτερη για τα κρασιά-μάρτυρες σε σχέση με τα καινοτόμα κρασιά που περιείχαν ρόδι.

**Ελεύθερο θειώδες:** Η ποσότητα του θειώδους ανυδρίτη η οποία χρησιμοποιήθηκε ήταν μικρότερη για τα πειραματικά κρασιά με ρόδι λόγω της μικρότερης τιμής pH το οποίο δρα προστατευτικά στις οξειδώσεις του κρασιού. Αυτή η διαφορά παρατηρήθηκε και στις τιμές του ελεύθερου SO<sub>2</sub> αφού τα πειραματικά κρασιά με ρόδι εμφάνισαν μικρότερες συγκεντρώσεις στην αρχή αλλά και κατά την διάρκεια της αποθήκευσης. Επίσης παρατηρήθηκε ελάττωση της συγκέντρωσης του ελεύθερου SO<sub>2</sub> με τον χρόνο αποθήκευσης.

Παρόμοια συμπεράσματα έχουν διατυπωθεί και σε άλλες μελέτες οι οποίες αφορούν την εξέλιξη του ελεύθερου θειώδους οξέος. Ενδεικτικά αναφέρονται μετρήσεις από το Εργαστήριο Οινολογίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών ([www.corkhellas.gr](http://www.corkhellas.gr)) ελεύθερου SO<sub>2</sub> ελληνικών κρασιών με αρχικές συγκεντρώσεις περίπου 30 mg/l και συνεχώς μειωμένες τιμές τους στην διάρκεια ενός χρόνου μέχρι και κάτω από τα 10 mg/l.

#### 4.1.5. Ολική οξύτητα

Είναι το σύνολο των ογκομετρούμενων οξέων όταν το pH έχει αποκτήσει την τιμή 7 μετά από την προσθήκη διαλύματος βάσης. Το CO<sub>2</sub> δεν θα πρέπει να προσμετράται στον υπολογισμό και θα πρέπει να έχει απομακρυνθεί πριν τον προσδιορισμό. Τα κύρια οξέα που απαντούν στο κρασί είναι το κιτρικό οξύ, το τρυγικό οξύ και το μηλικό οξύ. Η ολική οξύτητα εκφράζεται σε g τρυγικού οξέος/l.

Στα λευκά ξηρά κρασιά η ολική οξύτητα κυμαίνεται συνήθως μεταξύ 5 g/l και 7,5 g/l, ενώ στα ερυθρά ξηρά κρασιά είναι λίγο χαμηλότερη. Στα αφρώδη και στα γλυκά κρασιά η ολική οξύτητα εμφανίζεται σε μικρότερες τιμές, έως και 3 g/l (Τζουβάρα-Καραγιάννη 1986).

Η παρουσία του χυμού ροδιού, ο οποίος έχει υψηλή οξύτητα, ήταν καθοριστική στην διαμόρφωση υψηλής οξύτητας στα παραγόμενα κρασιά, ειδικά όταν συμμετείχε σε αναλογία 30%. Οι τιμές ολικής οξύτητας αμέσως μετά την ολοκλήρωση της οινοποίησης των μιγμάτων κυμάνθηκαν μεταξύ 4,6 g/l και 8,2 g/l.

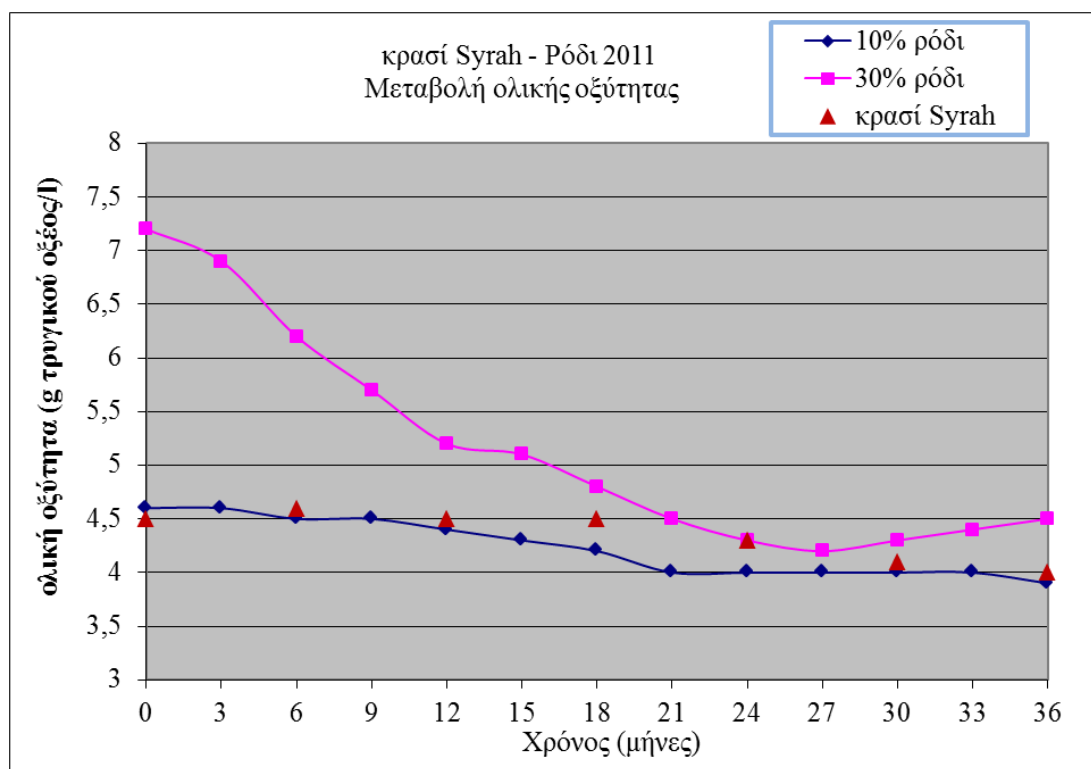
Η ολική οξύτητα όπως αναφέρθηκε και προηγούμενα αποτελεί σημαντικό παράγοντα για την ποιότητα των κρασιών. Η παρουσίαση των αποτελεσμάτων των κρασιών που μελετήθηκαν στην παρούσα διατριβή έδειξε μεταξύ άλλων ότι η τιμή της ολικής οξύτητας εμφανίζει συνεχή μείωση για όλους τους τύπους κρασιών. Αντίστοιχες παρατηρήσεις αναφέρονται και από άλλους ερευνητές (Ribereau-Gayon et al. 2006).

Η ολική οξύτητα των κρασιών τα οποία περιέχουν ρόδι εμφανίστηκε μεγαλύτερη και μάλιστα ακόμη μεγαλύτερη στα καινοτόμα κρασιά με περιεκτικότητα 30% σε ρόδι. Αυτά τα αποτελέσματα συμφωνούν με αποτελέσματα άλλων μελετών για την ολική οξύτητα κρασιών από ρόδι οι οποίες παρουσιάζουν διάφορες τιμές πολύ υψηλής οξύτητας όπως 12,29 g/l για κρασιά από την ποικιλία Coupage και 20,22 g/l από την ποικιλία Wonderful (Andreu-Sevilla et al. 2013).

Στους Πίνακες 27-34 και σχήματα 44-51 παρουσιάζεται η μεταβολή της ολικής οξύτητας σε συνάρτηση με τον χρόνο.

**Πίνακας 27.** Μεταβολή της ολικής οξύτητας κρασιών από γλεύκος ποικιλίας Syrah και χυμό ροδιού, οινοποίησης 2011 σε σχέση με τον χρόνο αποθήκευσης

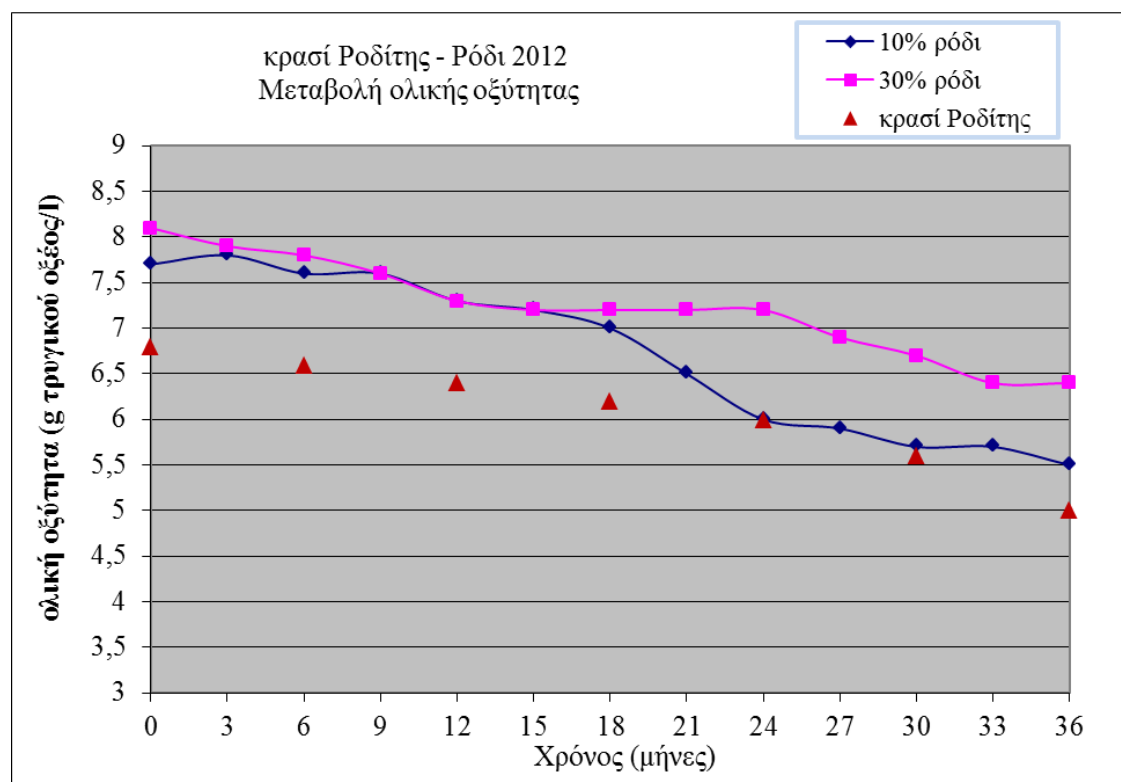
| Χρόνος αποθήκευσης (μήνες) | Ολική οξύτητα(g/l) κρασί Syrah-Ρόδι Μείγμα 90%-10% | Ολική οξύτητα(g/l) κρασί Syrah-Ρόδι Μείγμα 70%-30% | Ολική οξύτητα(g/l) κρασί Syrah |
|----------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------------|
| 0                          | 4,6 ±0,1                                           | 7,2 ±0,1                                           | 4,5 ±0,0                       |
| 3                          | 4,6 ±0,0                                           | 6,9 ±0,2                                           |                                |
| 6                          | 4,5 ±0,1                                           | 6,2 ±0,2                                           | 4,6 ±0,1                       |
| 9                          | 4,5 ±0,1                                           | 5,7 ±0,0                                           |                                |
| 12                         | 4,4 ±0,1                                           | 5,2 ±0,0                                           | 4,5 ±0,0                       |
| 15                         | 4,3 ±0,1                                           | 5,1 ±0,1                                           |                                |
| 18                         | 4,2 ±0,1                                           | 4,8 ±0,0                                           | 4,5 ±0,1                       |
| 21                         | 4,0 ±0,0                                           | 4,5 ±0,1                                           |                                |
| 24                         | 4,0 ±0,0                                           | 4,3 ±0,1                                           | 4,3 ±0,1                       |
| 27                         | 4,0 ±0,1                                           | 4,2 ±0,0                                           |                                |
| 30                         | 4,0 ±0,1                                           | 4,3 ±0,2                                           | 4,1 ±0,1                       |
| 33                         | 4,0 ±0,1                                           | 4,4 ±0,1                                           |                                |
| 36                         | 3,9 ±0,1                                           | 4,5 ±0,1                                           | 4,0 ±0,0                       |



**Σχήμα 44.** Μεταβολή της ολικής οξύτητας κρασιών από Syrah και Ρόδι οινοποίησης 2011 σε σχέση με τον χρόνο αποθήκευσης

**Πίνακας 28.** Μεταβολή της ολικής οξύτητας κρασιών από γλεύκος ποικιλίας Ροδίτης και χυμό ροδιού, οινοποίησης 2012 σε σχέση με τον χρόνο αποθήκευσης

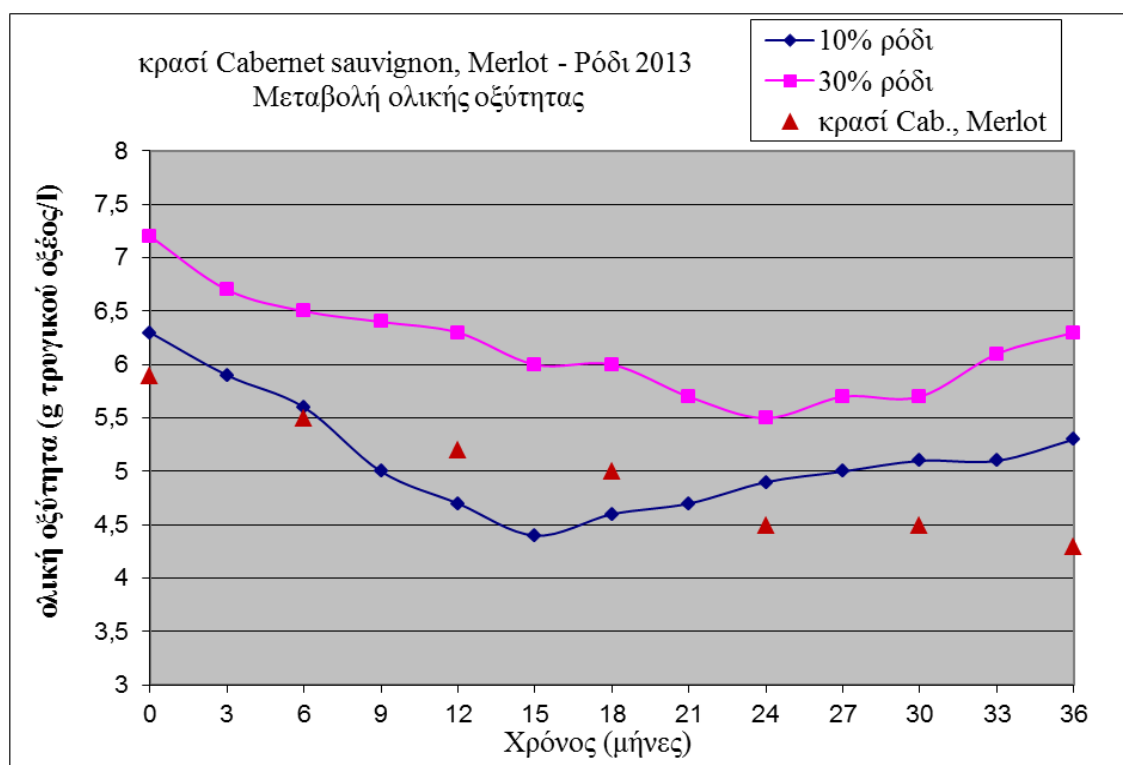
| Χρόνος αποθήκευσης (μήνες) | Ολική οξύτητα(g/l) κρασί Ροδίτης-Ρόδι Μείγμα 90%-10% | Ολική οξύτητα(g/l) κρασί Ροδίτης-Ρόδι Μείγμα 70%-30% | Ολική οξύτητα(g/l) κρασί Ροδίτης |
|----------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|----------------------------------|
| 0                          | 7,7 ±0,1                                             | 8,1 ±0,1                                             | 6,8 ±0,0                         |
| 3                          | 7,8 ±0,1                                             | 7,9 ±0,0                                             |                                  |
| 6                          | 7,6 ±0,2                                             | 7,8 ±0,1                                             | 6,6 ±0,1                         |
| 9                          | 7,6 ±0,2                                             | 7,6 ±0,1                                             |                                  |
| 12                         | 7,3 ±0,0                                             | 7,3 ±0,2                                             | 6,4 ±0,2                         |
| 15                         | 7,2 ±0,1                                             | 7,2 ±0,2                                             |                                  |
| 18                         | 7,0 ±0,1                                             | 7,4 ±0,1                                             | 6,2 ±0,1                         |
| 21                         | 6,5 ±0,1                                             | 7,2 ±0,2                                             |                                  |
| 24                         | 6,0 ±0,1                                             | 7,2 ±0,1                                             | 6,0 ±0,2                         |
| 27                         | 5,9 ±0,1                                             | 6,9 ±0,0                                             |                                  |
| 30                         | 5,7 ±0,1                                             | 6,7 ±0,0                                             | 5,6 ±0,1                         |
| 33                         | 5,7 ±0,1                                             | 6,4 ±0,1                                             |                                  |
| 36                         | 5,5 ±0,0                                             | 6,4 ±0,1                                             | 5,0 ±0,3                         |



**Σχήμα 45.** Μεταβολή της ολικής οξύτητας κρασιών από Ροδίτη και Ρόδι οινοποίησης 2012 σε σχέση με τον χρόνο αποθήκευσης

**Πίνακας 29.** Μεταβολή της ολικής οξύτητας κρασιών από γλεύκος ποικιλιών Cabernet, Merlot και χυμό ροδιού, οινοποίησης 2013 σε σχέση με τον χρόνο αποθήκευσης

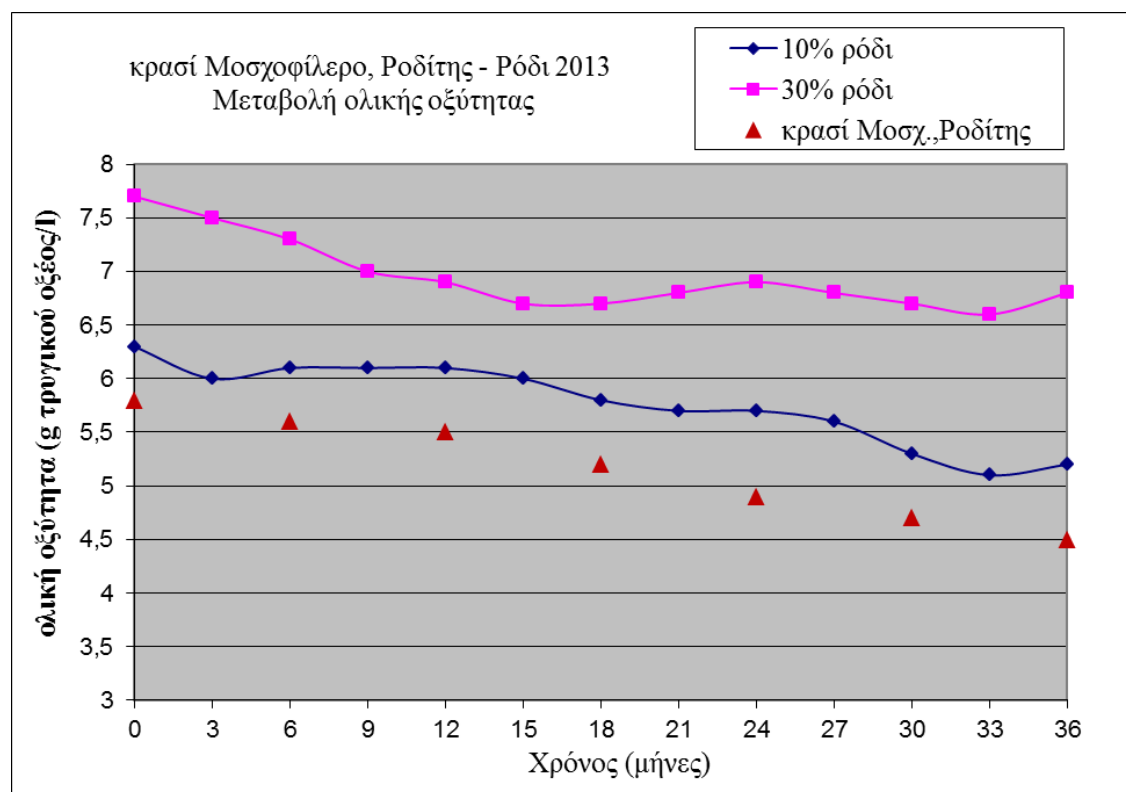
| Χρόνος αποθήκευσης (μήνες) | Ολική οξύτητα(g/l) κρασί Cab.,Merlot-Ρόδι Μείγμα 90%-10% | Ολική οξύτητα(g/l) κρασί Cab.,Merlot-Ρόδι Μείγμα 70%-30% | Ολική οξύτητα(g/l) κρασί Cabernet, Merlot |
|----------------------------|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| 0                          | 6,3 ±0,1                                                 | 7,2 ±0,1                                                 | 5,9 ±0,1                                  |
| 3                          | 5,9 ±0,1                                                 | 6,7 ±0,1                                                 |                                           |
| 6                          | 5,6 ±0,1                                                 | 6,5 ±0,0                                                 | 5,5 ±0,0                                  |
| 9                          | 5,0 ±0,1                                                 | 6,4 ±0,1                                                 |                                           |
| 12                         | 4,7 ±0,1                                                 | 6,3 ±0,1                                                 | 5,2 ±0,2                                  |
| 15                         | 4,4 ±0,1                                                 | 6,0 ±0,2                                                 |                                           |
| 18                         | 4,6 ±0,2                                                 | 6,0 ±0,3                                                 | 5,0 ±0,1                                  |
| 21                         | 4,7 ±0,0                                                 | 5,7 ±0,1                                                 |                                           |
| 24                         | 4,9 ±0,1                                                 | 5,5 ±0,1                                                 | 4,5 ±0,2                                  |
| 27                         | 5,0 ±0,1                                                 | 5,7 ±0,1                                                 |                                           |
| 30                         | 5,1 ±0,1                                                 | 5,7 ±0,1                                                 | 4,5 ±0,1                                  |
| 33                         | 5,1 ±0,1                                                 | 6,1 ±0,1                                                 |                                           |
| 36                         | 5,3 ±0,1                                                 | 6,3 ±0,0                                                 | 4,3 ±0,1                                  |



**Σχήμα 46.** Μεταβολή της ολικής οξύτητας κρασιών από Cabernet sauvignon, Merlot και Ρόδι οινοποίησης 2013 σε σχέση με τον χρόνο αποθήκευσης

**Πίνακας 30.** Μεταβολή της ολικής οξύτητας κρασιών από γλεύκος ποικιλιών Μοσχοφίλερο, Ροδίτης και χυμό ροδιού, οινοποίησης 2013 σε σχέση με τον χρόνο αποθήκευσης

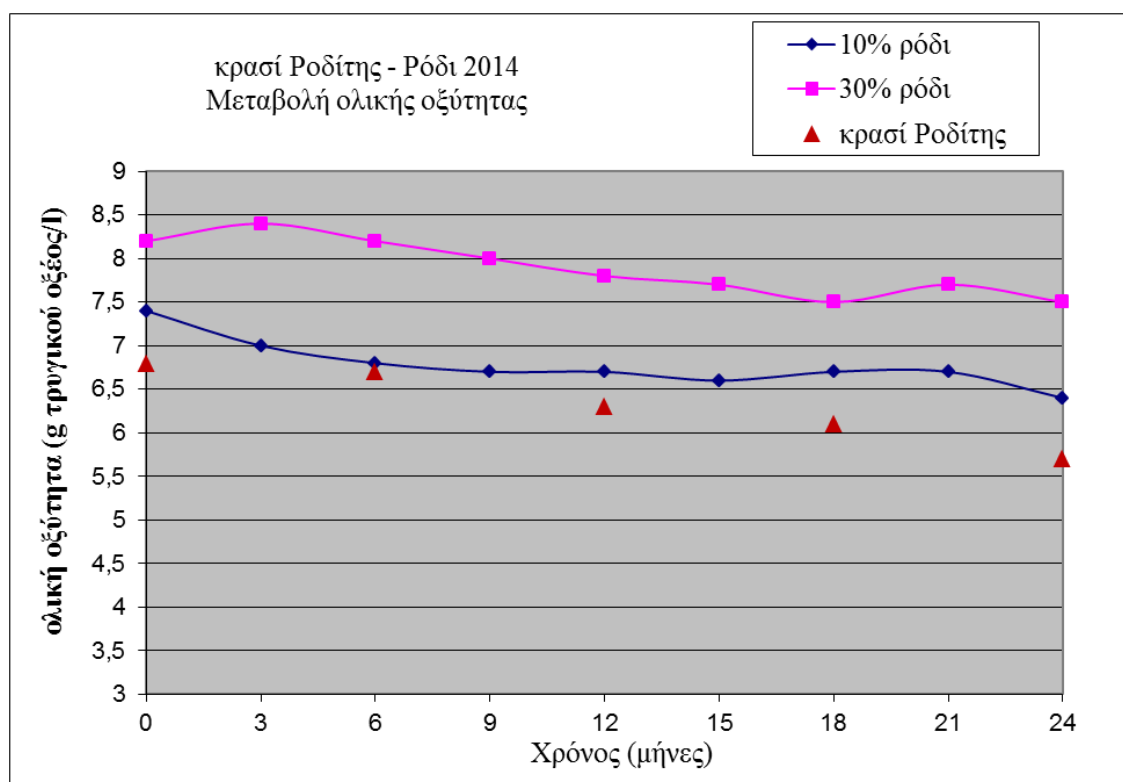
| Χρόνος αποθήκευσης (μήνες) | Ολική οξύτητα(g/l) κρασί Μοσχ., Ροδίτης -Ρόδι Μείγμα 90%-10% | Ολική οξύτητα(g/l) Μοσχ., Ροδίτης -Ρόδι Μείγμα 70%-30% | Ολική οξύτητα(g/l) κρασί Μοσχοφ., Ροδίτης |
|----------------------------|--------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| 0                          | 6,3 ±0,1                                                     | 7,7 ±0,1                                               | 5,8 ±0,1                                  |
| 3                          | 6,0 ±0,0                                                     | 7,5 ±0,1                                               |                                           |
| 6                          | 6,1 ±0,1                                                     | 7,3 ±0,1                                               | 5,6 ±0,0                                  |
| 9                          | 6,1 ±0,1                                                     | 7,0 ±0,1                                               |                                           |
| 12                         | 6,1 ±0,2                                                     | 6,9 ±0,1                                               | 5,5 ±0,2                                  |
| 15                         | 6,0 ±0,1                                                     | 6,7 ±0,1                                               |                                           |
| 18                         | 5,8 ±0,1                                                     | 6,7 ±0,2                                               | 5,2 ±0,1                                  |
| 21                         | 5,7 ±0,2                                                     | 6,8 ±0,3                                               |                                           |
| 24                         | 5,7 ±0,1                                                     | 6,9 ±0,2                                               | 4,9 ±0,2                                  |
| 27                         | 5,6 ±0,0                                                     | 6,8 ±0,1                                               |                                           |
| 30                         | 5,3 ±0,1                                                     | 6,7 ±0,1                                               | 4,7 ±0,1                                  |
| 33                         | 5,1 ±0,1                                                     | 6,6 ±0,0                                               |                                           |
| 36                         | 5,2 ±0,2                                                     | 6,8 ±0,1                                               | 4,5 ±0,1                                  |



**Σχήμα 47.** Μεταβολή της ολικής οξύτητας κρασιών από Μοσχοφίλερο, Ροδίτη και Ρόδι οινοποίησης 2013 σε σχέση με τον χρόνο αποθήκευσης

**Πίνακας 31.** Μεταβολή της ολικής οξύτητας κρασιών από γλεύκος ποικιλίας Ροδίτης και χυμό ροδιού, οινοποίησης 2014 σε σχέση με τον χρόνο αποθήκευσης

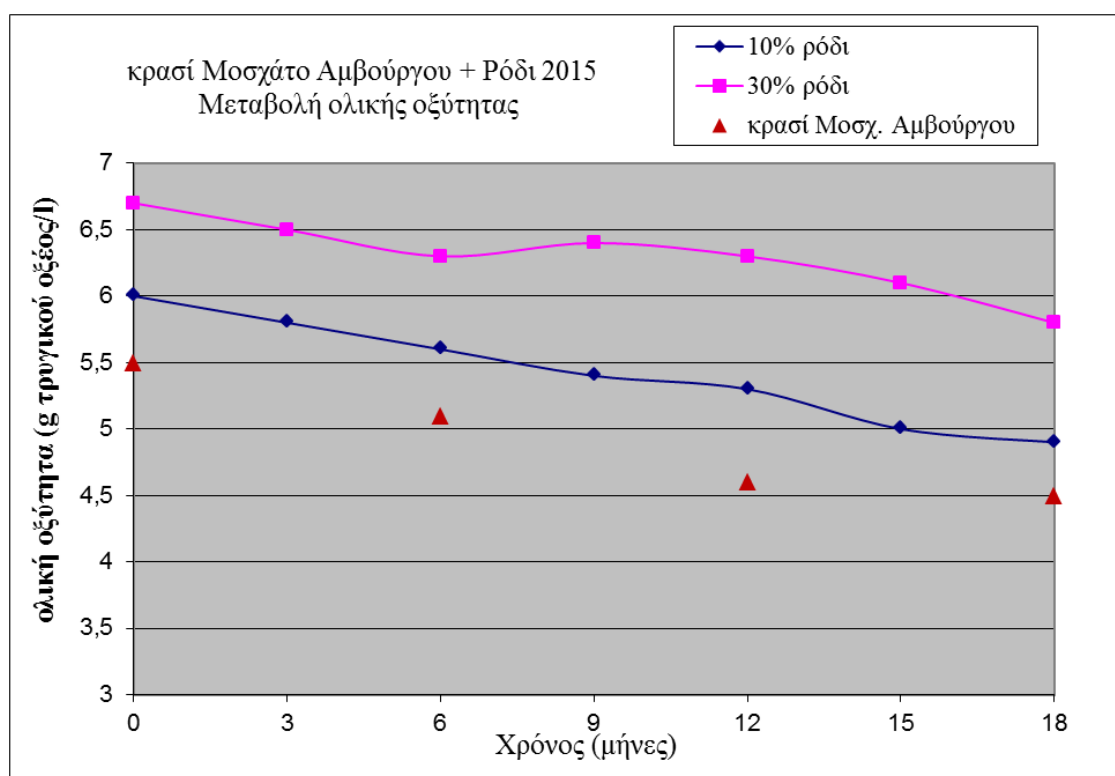
| Χρόνος αποθήκευσης (μήνες) | Ολική οξύτητα(g/l) κρασί Ροδίτης-Ρόδι Μείγμα 90%-10% | Ολική οξύτητα(g/l) κρασί Ροδίτης-Ρόδι Μείγμα 70%-30% | Ολική οξύτητα(g/l) κρασί Ροδίτης |
|----------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|----------------------------------|
| 0                          | 7,4 ±0,1                                             | 8,2 ±0,1                                             | 6,8 ±0,1                         |
| 3                          | 7,0 ±0,1                                             | 8,4 ±0,1                                             |                                  |
| 6                          | 6,8 ±0,2                                             | 8,2 ±0,1                                             | 6,7 ±0,1                         |
| 9                          | 6,7 ±0,1                                             | 8,0 ±0,0                                             |                                  |
| 12                         | 6,7 ±0,0                                             | 7,8 ±0,1                                             | 6,3 ±0,1                         |
| 15                         | 6,6 ±0,2                                             | 7,7 ±0,1                                             |                                  |
| 18                         | 6,7 ±0,0                                             | 7,5 ±0,1                                             | 6,1 ±0,1                         |
| 21                         | 6,7 ±0,1                                             | 7,7 ±0,1                                             |                                  |
| 24                         | 6,4 ±0,1                                             | 7,5 ±0,1                                             | 5,7 ±0,3                         |



**Σχήμα 48.** Μεταβολή της ολικής οξύτητας κρασιών από Ροδίτη και Ρόδι οινοποίησης 2014 σε σχέση με τον χρόνο αποθήκευσης

**Πίνακας 32.** Μεταβολή της ολικής οξύτητας κρασιών από γλεύκος ποικιλίας Μοσχάτο Αμβούργου και χυμό ροδιού, οινοποίησης 2015 σε σχέση με τον χρόνο αποθήκευσης

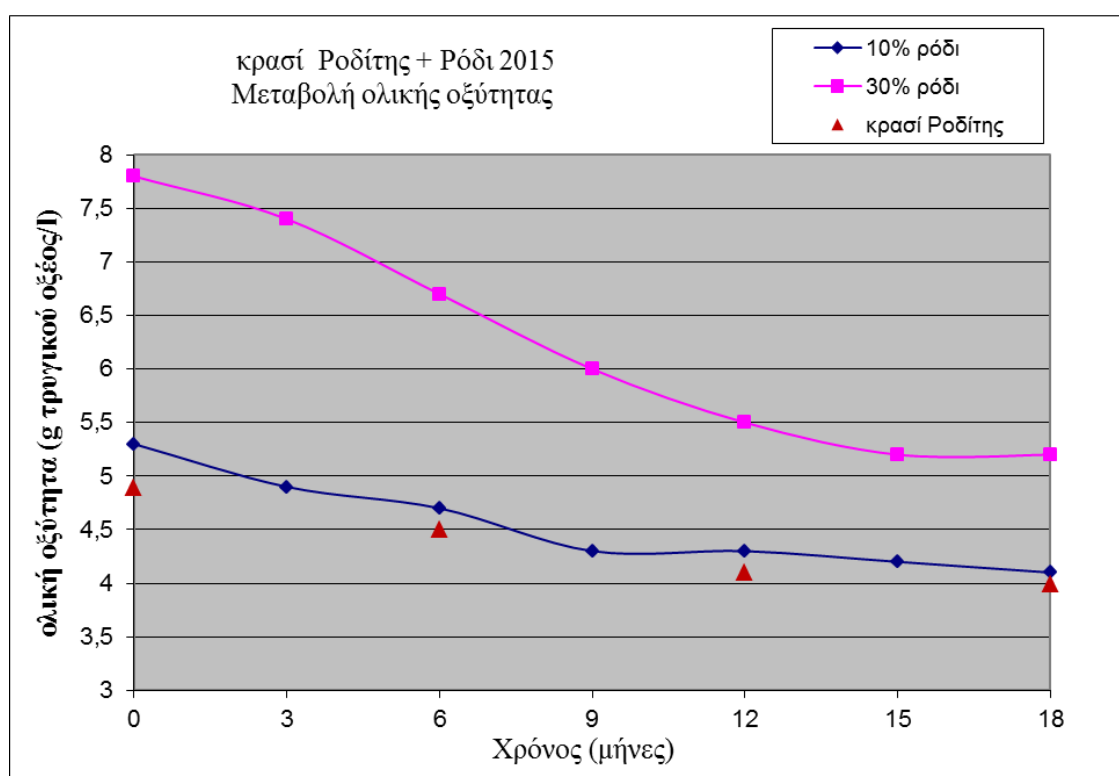
| Χρόνος αποθήκευσης (μήνες) | Ολική οξύτητα(g/l) κρασί Μοσχ.,Αμβ. -Ρόδι Μείγμα 90%-10% | Ολική οξύτητα(g/l) κρασί Μοσχ.,Αμβ. -Ρόδι Μείγμα 70%-30% | Ολική οξύτητα(g/l) κρασί Μοσχάτο Αμβ. |
|----------------------------|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| 0                          | 6,0 ±0,1                                                 | 6,7 ±0,0                                                 | 5,5 ±0,2                              |
| 3                          | 5,8 ±0,1                                                 | 6,5 ±0,2                                                 |                                       |
| 6                          | 5,6 ±0,1                                                 | 6,3 ±0,1                                                 | 5,1 ±0,1                              |
| 9                          | 5,4 ±0,1                                                 | 6,4 ±0,2                                                 |                                       |
| 12                         | 5,3 ±0,1                                                 | 6,3 ±0,1                                                 | 4,6 ±0,1                              |
| 15                         | 5,0 ±0,1                                                 | 6,1 ±0,1                                                 |                                       |
| 18                         | 4,9 ±0,0                                                 | 5,8 ±0,0                                                 | 4,5 ±0,1                              |



**Σχήμα 49.** Μεταβολή της ολικής οξύτητας κρασιών από Μοσχάτο Αμβούργου και Ρόδι οινοποίησης 2015 σε σχέση με τον χρόνο αποθήκευσης

**Πίνακας 33.** Μεταβολή της ολικής οξύτητας κρασιών από γλεύκος ποικιλίας Ροδίτης και χυμό ροδιού, οινοποίησης 2015 σε σχέση με τον χρόνο αποθήκευσης

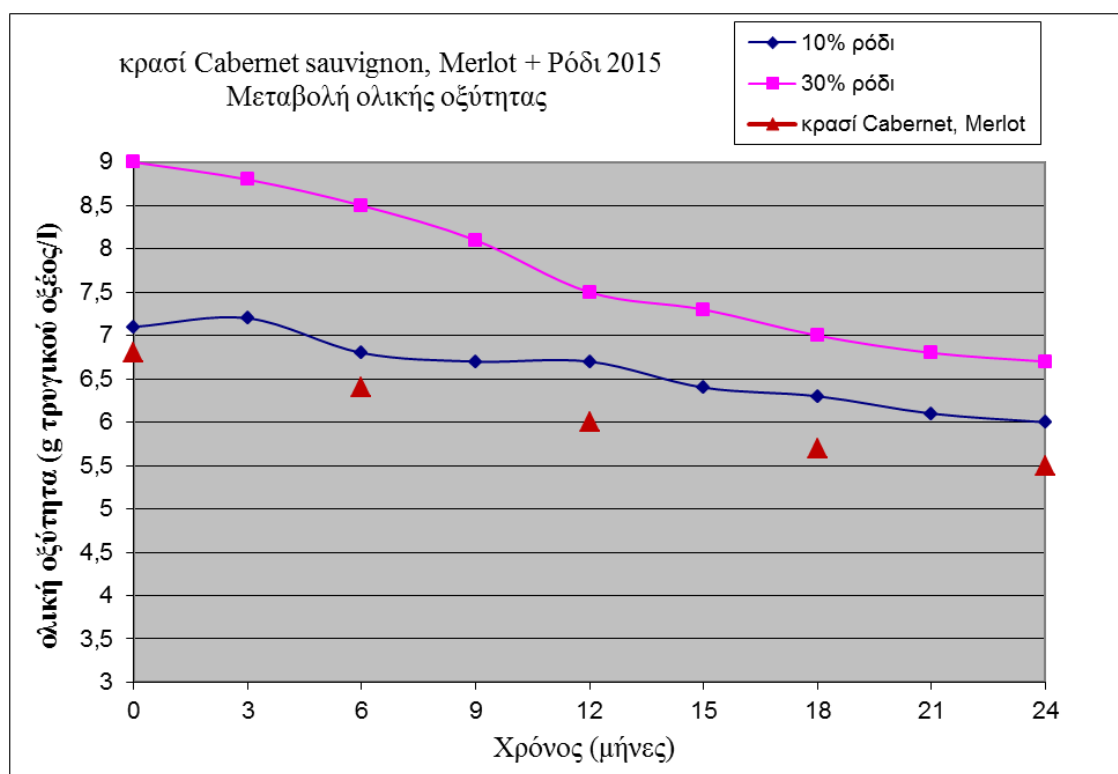
| Χρόνος αποθήκευσης (μήνες) | Ολική οξύτητα(g/l) κρασί Ροδίτης-Ρόδι Μείγμα 90%-10% | Ολική οξύτητα(g/l) κρασί Ροδίτης-Ρόδι Μείγμα 70%-30% | Ολική οξύτητα(g/l) κρασί Ροδίτης |
|----------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|----------------------------------|
| 0                          | 5,3 ±0,1                                             | 7,8 ±0,1                                             | 4,9 ±0,1                         |
| 3                          | 4,9 ±0,3                                             | 7,4 ±0,1                                             |                                  |
| 6                          | 4,7 ±0,1                                             | 6,7 ±0,1                                             | 4,5 ±0,0                         |
| 9                          | 4,3 ±0,1                                             | 6,0 ±0,1                                             |                                  |
| 12                         | 4,3 ±0,1                                             | 5,5 ±0,1                                             | 4,1 ±0,1                         |
| 15                         | 4,2 ±0,1                                             | 5,2 ±0,1                                             |                                  |
| 18                         | 4,1 ±0,0                                             | 5,2 ±0,1                                             | 4,0 ±0,1                         |



**Σχήμα 50.** Μεταβολή της ολικής οξύτητας κρασιών από Ροδίτη και Ρόδι οινοποίησης 2015 σε σχέση με τον χρόνο αποθήκευσης

**Πίνακας 34.** Μεταβολή της ολικής οξύτητας κρασιών από γλεύκος ποικιλιών Cabernet, Merlot και χυμό ροδιού, οινοποίησης 2015 σε σχέση με τον χρόνο αποθήκευσης

| Χρόνος αποθήκευσης (μήνες) | Ολική οξύτητα(g/l) κρασί Cab.,Merlot. -Ρόδι Μείγμα 90%-10% | Ολική οξύτητα(g/l) κρασί Cab.,Merlot -Ρόδι Μείγμα 70%-30% | Ολική οξύτητα(g/l) κρασί Cabernet, Merlot |
|----------------------------|------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| 0                          | 7,1 ±0,1                                                   | 9,0 ±0,2                                                  | 6,8 ±0,2                                  |
| 3                          | 7,2 ±0,1                                                   | 8,8 ±0,1                                                  |                                           |
| 6                          | 6,8 ±0,1                                                   | 8,5 ±0,2                                                  | 6,4 ±0,1                                  |
| 9                          | 6,7 ±0,0                                                   | 8,1 ±0,1                                                  |                                           |
| 12                         | 6,7 ±0,3                                                   | 7,5 ±0,1                                                  | 6,0 ±0,0                                  |
| 15                         | 6,4 ±0,1                                                   | 7,3 ±0,1                                                  |                                           |
| 18                         | 6,3 ±0,1                                                   | 7,0 ±0,1                                                  | 5,7 ±0,1                                  |
| 21                         | 6,1 ±0,1                                                   | 6,8 ±0,1                                                  |                                           |
| 24                         | 6,0 ±0,0                                                   | 6,7 ±0,1                                                  | 5,5 ±0,0                                  |



**Σχήμα 51.** Μεταβολή της ολικής οξύτητας κρασιών από Cabernet sauvignon και Ρόδι οινοποίησης 2015 σε σχέση με τον χρόνο αποθήκευσης

Τα κρασιά με την μεγαλύτερη ολική οξύτητα ήταν τα καινοτόμα κρασιά με 30% ρόδι, Cabernet, Merlot 2015, Ροδίτης 2012 και 2014 με τιμές 9 g/l, 8,1 g/l και 8,2 g/l αντίστοιχα στην αρχή της αποθήκευσης (0 μήνες). Τα ίδια κρασιά εμφάνισαν υψηλές τιμές ολικής οξύτητας και στην αναλογία 10% σε ρόδι (7,1 g/l για το Cabernet, Merlot 2015, 7,7 g/l και 7,4 g/l για τα Ροδίτης 2012 και 2014).

Την μικρότερη αρχική τιμή ολικής οξύτητας, εμφάνισαν τα καινοτόμα κρασιά με 10% ρόδι, Syrah και Ροδίτης 2015 με 4,6 g/l και 5,3 g/l αντίστοιχα. Η τιμή τους προσεγγίζει την τιμή των αντίστοιχων κρασιών-μαρτύρων.

Για την μεταβολή της ολικής οξύτητας στους διάφορους τύπους κρασιών παρατηρούνται τα εξής:

**Κρασιά από τις ερυθρές ποικιλίες Cabernet, Merlot 2013, 2015 και Syrah:**

Τα κρασιά-μάρτυρες εμφάνισαν διαφορετικές αρχικές τιμές ολικής οξύτητας 5,9 g/l, 6,8 g/l και 4,5 g/l αντίστοιχα. Για τα δύο κρασιά από Cabernet, Merlot τα οποία παρουσίαζαν υψηλή αρχική οξύτητα, παρατηρήθηκε μείωση κατά 0,7 g/l και 0,8 g/l στον πρώτο χρόνο αποθήκευσης σε αντίθεση με το κρασί-μάρτυρα της ποικιλίας Syrah το οποίο παρουσίασε σταθεροποίηση της αρχικής τιμής 4,5 g/l. Τα κρασιά με 10% και 30% ρόδι παρουσίαζαν μεταβολές οι οποίες είναι μεγαλύτερες στον πρώτο χρόνο αποθήκευσης ειδικά, στις περιπτώσεις μεγάλων αρχικών τιμών ολικής οξύτητας. Κατά την εξέλιξη των κρασιών ως τα 3 χρόνια αποθήκευσης η ολική οξύτητα συνέχιζε να μειώνεται αλλά η τιμή της ολικής οξύτητας των κρασιών με 30% ρόδι εξακολουθούσε να είναι εμφανώς μεγαλύτερη από αυτή των άλλων κρασιών.

**Κρασιά από τις ποικιλίες Μοσχοφίλερο, Ροδίτης:** Η σχετικά υψηλή αρχική τιμή του κρασιού-μάρτυρα μειώνονταν συνεχώς στα 3 χρόνια αποθήκευσης με σταθερό ρυθμό από 5,8 g/l σε 4,5 g/l. Το κρασί με 10% ρόδι παρουσίαζε μικρότερη ελάττωση (από ολική οξύτητα 6,3 g/l σε 5,2 g/l), ενώ το κρασί με 30% ρόδι έχοντας αρκετά υψηλή αρχική συγκέντρωση (7,7 g/l) παρουσίασε σημαντική μείωση κατά τον πρώτο χρόνο αποθήκευσης, κατά 0,8 g/l. Στα επόμενα 2 χρόνια παρατηρήθηκε πολύ μικρή μείωση.

**Κρασιά από Ροδίτη 2012, 2014, 2015:** Τα κρασιά-μάρτυρες παρουσίαζαν σταθερή μείωση της ολικής οξύτητας με τον χρόνο αποθήκευσης, ενώ στα κρασιά με ρόδι παρατηρήθηκαν διαφορετικοί ρυθμοί μείωσης. Ενδεικτικά στο κρασί με 30% ρόδι 2015 η μείωση στον πρώτο χρόνο ήταν μεγάλη 2,3 g/l και μικρότερη στα αντίστοιχα κρασιά 2012 και 2014 (0,8 g/l και 0,4 g/l). Μικρότερη ήταν η μείωση στον

πρώτο χρόνο αποθήκευσης για όλα τα κρασιά με 10% ρόδι (ως και 1,2 g/l). Μεγάλη ήταν η διαφορά στις τιμές ολικής οξύτητας μεταξύ των κρασιών με 30% ρόδι και των άλλων κρασιών σε όλη την διάρκεια της αποθήκευσης. Η διαφορά αυτή ήταν αναλογικά μεγαλύτερη μετά τα 2 χρόνια αποθήκευσης.

**Κρασιά από Μοσχάτο Αμβούργου:** Για την ποικιλία αυτή παρατηρήθηκε ότι στο κρασί-μάρτυρα η ολική οξύτητα μειώθηκε με τον χρόνο πιο γρήγορα παρότι είχε αρχικά μικρότερη ολική οξύτητα, γεγονός που δεν παρατηρήθηκε στα περισσότερα κρασιά των άλλων ποικιλιών. Η τιμή της ολικής οξύτητας στο κρασί με 30% ρόδι, ήταν εμφανώς μεγαλύτερη από των άλλων κρασιών σε όλη τη διάρκεια της αποθήκευσης και παρέμεινε σχετικά υψηλή μετά από 1 χρόνο (6,3 g/l) και μετά από 18 μήνες (5,8).

## 4.2. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΟΛΙΚΩΝ ΦΑΙΝΟΛΩΝ

Ο προσδιορισμός των ολικών φαινολών αφορά την διερεύνηση του αντιοξειδωτικού δυναμικού των κρασιών της παρούσας διατριβής και πραγματοποιήθηκε με εφαρμογή της μεθόδου Folin-Ciocalteu. Τα αποτελέσματα εκφράστηκαν σε mg γαλλικού οξέος (GAE)/l.

Το σταφύλι και τα κρασιά, ιδιαίτερα τα ερυθρά, είναι γνωστά για την περιεκτικότητά τους σε αντιοξειδωτικές ουσίες, ενώ το ίδιο συμβαίνει και με τον χυμό ροδιού. Πολλές εργασίες έχουν αναδείξει την μεγάλη περιεκτικότητα αντιοξειδωτικών ουσιών, ενώ έχει διερευνηθεί και η μεταβολή των φαινολικών συστατικών σε σχέση με τον χρόνο διατήρησης των πιο πάνω προϊόντων. Όσον αφορά κρασιά από συνοινοποίηση γλεύκους και χυμού ροδιού, δεν υπάρχουν ακόμη επαρκείς αναφορές για την περιεκτικότητα των ολικών φαινολών και την μεταβολή τους με τον χρόνο αποθήκευσης.

Για ερυθρά κρασιά όπως των ποικιλιών Cabernet sauvignon, Merlot και Syrah τα οποία μελετήθηκαν στην παρούσα διατριβή, η επισκόπηση της βιβλιογραφίας αναφέρει τιμές κυρίως από 1.000 mg γαλλικού οξέος/l έως και περισσότερο από 5.000 mg/l (Roussis et al. 2008, Garaguso and Nardini 2015). Οι τιμές των ολικών φαινολών των ερυθρών κρασιών μειώνονται με τον χρόνο αποθήκευσης (Marquez et al. 2014, Barrio-Galan et al. 2015).

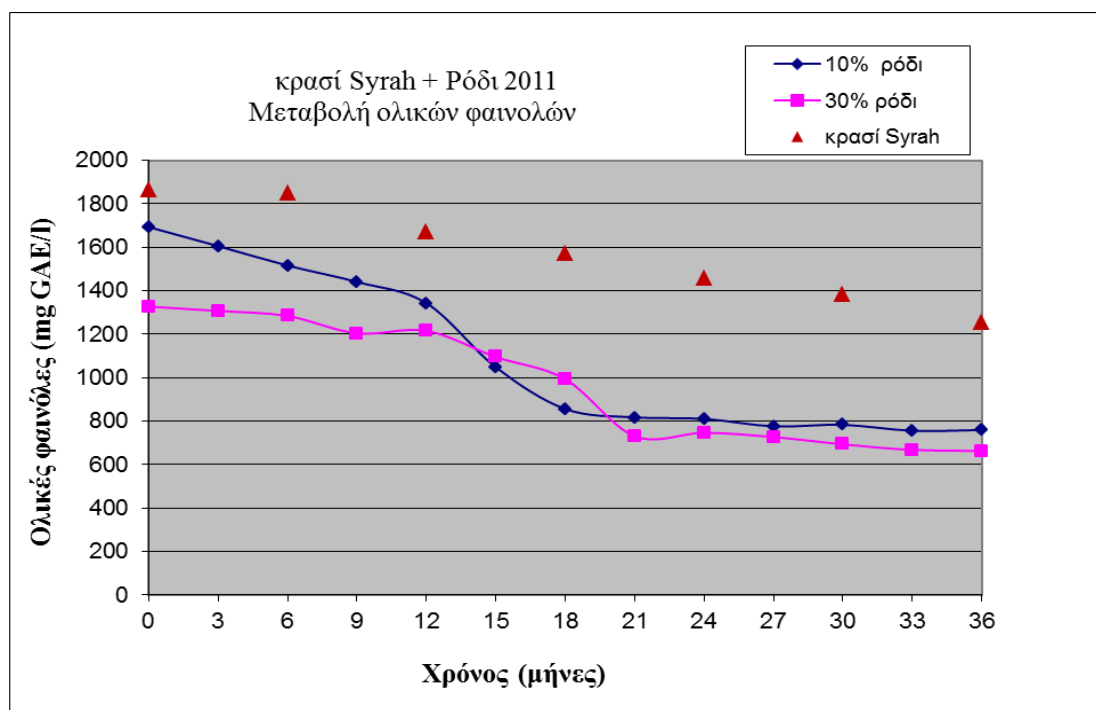
Για τα λευκά κρασιά από ελληνικές ποικιλίες όπως αυτές που μελετήθηκαν στην παρούσα εργασία, στις διάφορες έρευνες έχουν αναφερθεί τιμές αρκετά χαμηλότερες από 1.000 mg GAE/l οι οποίες μάλιστα μειώνονται με τον χρόνο αποθήκευσης (Gougoulas et al. 2008, Kallithraka et al. 2014). Σε κρασιά από ρόδι έχουν αναφερθεί υψηλές τιμές (3831,9 mg GAE/l) ολικών φαινολών (Lantzouraki et al. 2015).

Οι συγκεντρώσεις των ολικών φαινολών οι οποίες προσδιορίστηκαν στην παρούσα διατριβή παρουσιάζουν παρόμοιες τιμές με αυτές των παραπάνω εργασιών.

Οι τιμές των ολικών φαινολών που προσδιορίστηκαν στα κρασιά της παρούσας μελέτης και η μεταβολή τους σε συνάρτηση με τον χρόνο αποθήκευσης παρουσιάζονται στους Πίνακες 35-42, και στα σχήματα 52-59. Ακόμη δίνονται και οι ολικές φαινόλες στα κρασιά που προέρχονται μόνο από το αντίστοιχο γλεύκος (κρασί μάρτυρας) ώστε να υπάρχει σύγκριση με τα κρασιά από συνοινοποίηση.

**Πίνακας 35.** Μεταβολή των ολικών φαινόλων κρασιών από γλεύκος ποικιλίας Syrah και χυμό ροδιού οινοποίησης 2011, σε σχέση με τον χρόνο αποθήκευσης

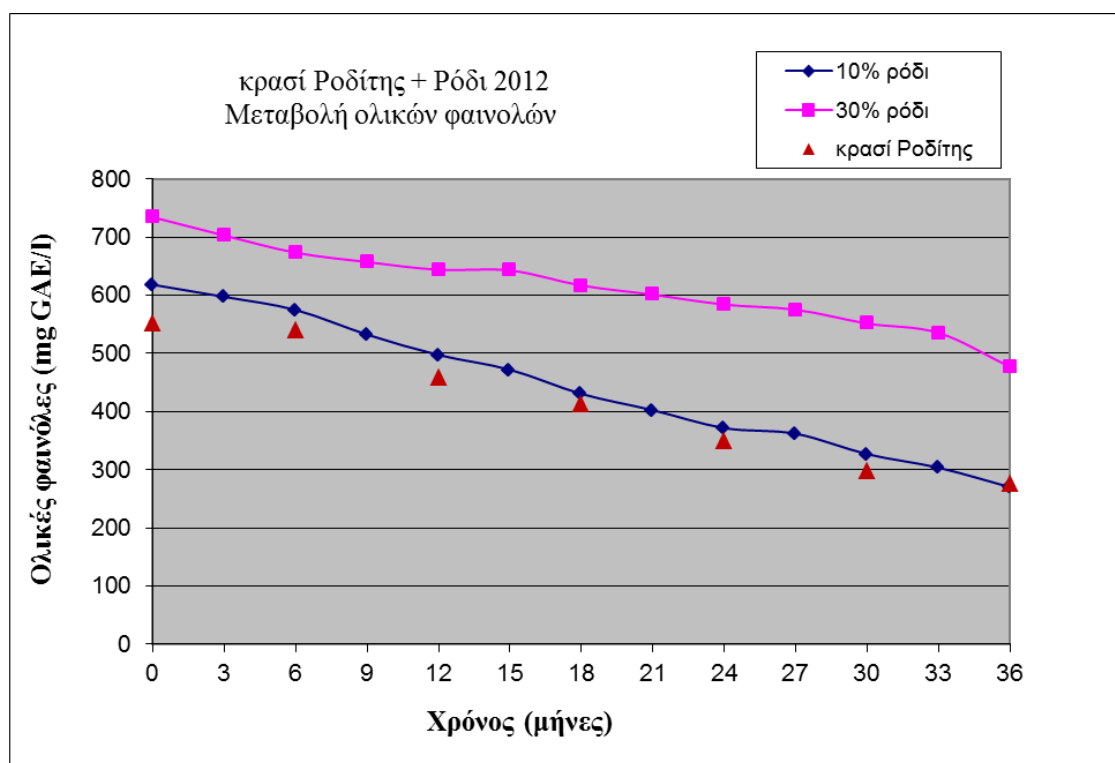
| Χρόνος αποθήκευσης (μήνες) | Ολικές φαινόλες (mg GAE/l) κρασί Syrah-Ρόδι Μείγμα 90%-10% | Ολικές φαινόλες (mg GAE/l) κρασί Syrah-Ρόδι Μείγμα 70%-30% | Ολικές φαινόλες (mg GAE/l) κρασί Syrah |
|----------------------------|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| 0                          | 1692,50 ±3,50                                              | 1327,00 ±12,43                                             | 1866,67 ±20,83                         |
| 3                          | 1605,00 ±4,08                                              | 1306,92 ±5,97                                              |                                        |
| 6                          | 1515,50 ±1,22                                              | 1283,42 ±12,58                                             | 1850,00 ±11,43                         |
| 9                          | 1440,00 ±0,07                                              | 1203,67 ±3,18                                              |                                        |
| 12                         | 1342,50 ±11,37                                             | 1215,17 ±5,56                                              | 1673,33 ±9,65                          |
| 15                         | 1047,42 ±3,42                                              | 1094,92 ±4,20                                              |                                        |
| 18                         | 855,50 ±4,24                                               | 992,50 ±5,35                                               | 1572,00 ±18,93                         |
| 21                         | 816,67 ±4,71                                               | 730,00 ±8,17                                               |                                        |
| 24                         | 809,92 ±1,94                                               | 745,75 ±8,17                                               | 1457,92 ±9,26                          |
| 27                         | 775,33 ±4,20                                               | 726,33 ±4,92                                               |                                        |
| 30                         | 782,58 ±5,32                                               | 692,73 ±4,35                                               | 1385,67 ±13,57                         |
| 33                         | 755,08 ±10,72                                              | 667,17 ±4,66                                               |                                        |
| 36                         | 758,50 ±10,06                                              | 662,33 ±6,48                                               | 1256,08 ±16,45                         |



**Σχήμα 52.** Μεταβολή των ολικών φαινόλων κρασιών από γλεύκος ποικιλίας Syrah και χυμό ροδιού οινοποίησης 2011, σε σχέση με τον χρόνο αποθήκευσης

**Πίνακας 36.** Μεταβολή των ολικών φαινόλων κρασιών από γλεύκος ποικιλίας Ροδίτης και χυμό ροδιού, οινοποίησης 2012 σε σχέση με τον χρόνο αποθήκευσης

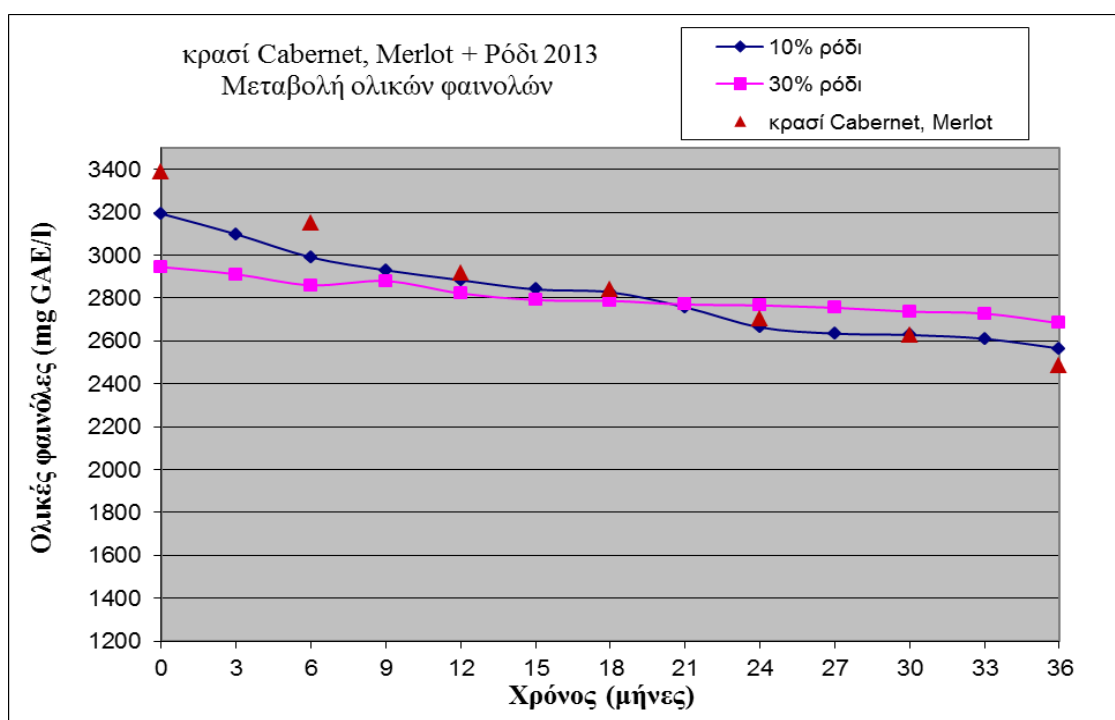
| Χρόνος αποθήκευσης (μήνες) | Ολικές φαινόλες (mg GAE/l)<br>κρασί Ροδίτης-Ρόδι<br>Μείγμα 90%-10% | Ολικές φαινόλες (mg GAE/l)<br>κρασί Ροδίτης-Ρόδι<br>Μείγμα 70%-30% | Ολικές φαινόλες (mg GAE/l)<br>κρασί Ροδίτης |
|----------------------------|--------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| 0                          | 618,17 ±2,46                                                       | 734,33 ±3,68                                                       | 551,50 ±3,24                                |
| 3                          | 597,42 ±4,12                                                       | 703,00 ±2,16                                                       |                                             |
| 6                          | 574,83 ±5,37                                                       | 673,33 ±4,54                                                       | 541,33 ±8,22                                |
| 9                          | 532,42 ±6,12                                                       | 657,25 ±1,75                                                       |                                             |
| 12                         | 497,42 ±6,13                                                       | 643,92 ±12,27                                                      | 458,83 ±5,45                                |
| 15                         | 472,00 ±4,90                                                       | 642,83 ±13,16                                                      |                                             |
| 18                         | 430,50 ±8,20                                                       | 616,83 ±11,05                                                      | 414,00 ±6,53                                |
| 21                         | 402,42 ±2,58                                                       | 601,17 ±3,01                                                       |                                             |
| 24                         | 371,67 ±5,21                                                       | 584,08 ±4,90                                                       | 349,75 ±7,56                                |
| 27                         | 361,92 ±5,12                                                       | 575,25 ±7,45                                                       |                                             |
| 30                         | 326,92 ±9,65                                                       | 551,50 ±8,78                                                       | 298,00 ±7,07                                |
| 33                         | 303,58 ±3,60                                                       | 535,42 ±8,67                                                       |                                             |
| 36                         | 270,17 ±9,91                                                       | 476,83 ±6,88                                                       | 275,75 ±7,75                                |



**Σχήμα 53.** Μεταβολή των ολικών φαινόλων κρασιών από γλεύκος ποικιλίας Ροδίτης και χυμό ροδιού οινοποίησης 2012, σε σχέση με τον χρόνο αποθήκευσης

**Πίνακας 37.** Μεταβολή των ολικών φαινόλων κρασιών από γλεύκος ποικιλιών Cabernet sauvignon, Merlot και χυμό ροδιού οινοποίησης 2013, σε σχέση με τον χρόνο αποθήκευσης

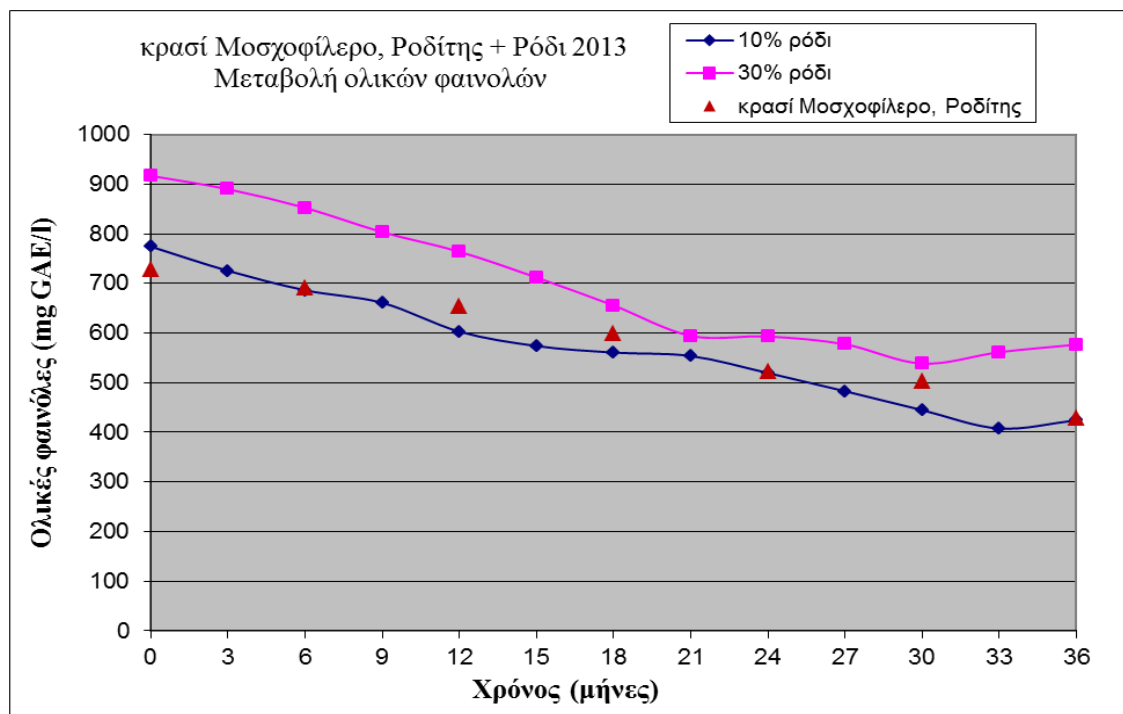
| Χρόνος αποθήκευσης (μήνες) | Ολικές φαινόλες (mg GAE/l) κρασί Cab.,Merlot -Ρόδι Μείγμα 90%-10% | Ολικές φαινόλες (mg GAE/l) κρασί Cab.,Merlot -Ρόδι Μείγμα 70%-30% | Ολικές φαινόλες (mg GAE/l) κρασί Cab., Merlot |
|----------------------------|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| 0                          | 3193,00 ±7,56                                                     | 2944,48 ±7,67                                                     | 3391,00 ±9,54                                 |
| 3                          | 3097,33 ±5,73                                                     | 2910,75 ±1,06                                                     |                                               |
| 6                          | 2989,75 ±7,42                                                     | 2859,58 ±2,77                                                     | 3151,33 ±9,74                                 |
| 9                          | 2929,25 ±8,23                                                     | 2879,33 ±4,64                                                     |                                               |
| 12                         | 2883,42 ±5,75                                                     | 2821,42 ±2,86                                                     | 2919,83 ±3,06                                 |
| 15                         | 2839,92 ±4,61                                                     | 2790,42 ±4,83                                                     |                                               |
| 18                         | 2826,75 ±5,64                                                     | 2786,42 ±5,02                                                     | 2841,67 ±39,75                                |
| 21                         | 2756,67 ±5,51                                                     | 2769,83 ±6,36                                                     |                                               |
| 24                         | 2663,25 ±9,27                                                     | 2765,75 ±3,39                                                     | 2704,00 ±12,17                                |
| 27                         | 2634,00 ±9,27                                                     | 2754,42 ±3,39                                                     |                                               |
| 30                         | 2627,17 ±22,72                                                    | 2736,25 ±6,01                                                     | 2630,33 ±31,63                                |
| 33                         | 2609,83 ±3,42                                                     | 2727,33 ±8,38                                                     |                                               |
| 36                         | 2564,58 ±11,46                                                    | 2682,50 ±3,54                                                     | 2484,67 ±4,99                                 |



**Σχήμα 54.** Μεταβολή των ολικών φαινόλων κρασιών από γλεύκος ποικιλιών Cabernet sauvignon, Merlot και χυμό ροδιού οινοποίησης 2013, σε σχέση με τον χρόνο αποθήκευσης

**Πίνακας 38.** Μεταβολή των ολικών φαινόλων κρασιών από γλεύκος ποικιλιών Μοσχοφίλερο, Ροδίτης και χυμό ροδιού οινοποίησης 2013, σε σχέση με τον χρόνο αποθήκευσης

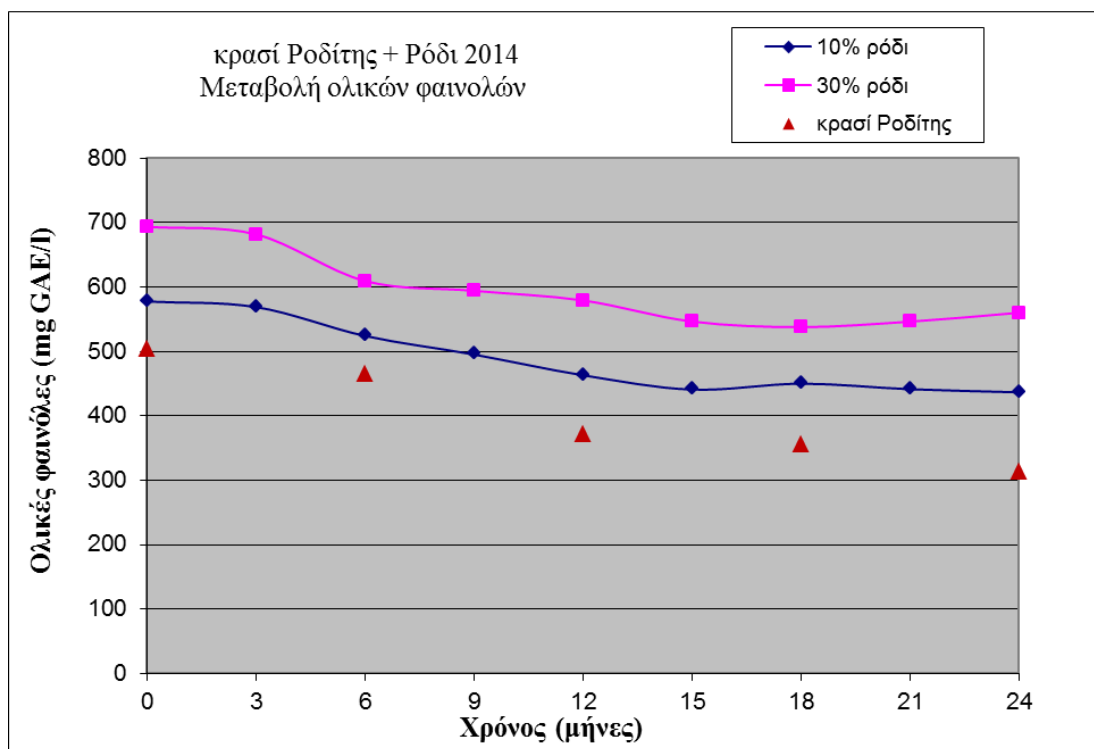
| Χρόνος αποθήκευσης (μήνες) | Ολικές φαινόλες (mg GAE/l)<br>κρασί Μοσχ, Ροδίτης -Ρόδι<br>Μείγμα 90%-10% | Ολικές φαινόλες (mg GAE/l)<br>κρασί Μοσχ,Ροδίτης -Ρόδι<br>Μείγμα 70%-30% | Ολικές φαινόλες (mg GAE/l)<br>κρασί Μοσχοφ,Ροδίτης |
|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| 0                          | 774,25 ±9,10                                                              | 916,75 ±9,30                                                             | 728,50 ±6,35                                       |
| 3                          | 725,42 ±6,31                                                              | 889,83 ±3,06                                                             |                                                    |
| 6                          | 686,33 ±9,46                                                              | 852,33 ±11,74                                                            | 692,67 ±12,26                                      |
| 9                          | 660,83 ±11,05                                                             | 803,33 ±7,05                                                             |                                                    |
| 12                         | 603,00 ±5,72                                                              | 764,00 ±3,27                                                             | 655,42 ±6,67                                       |
| 15                         | 573,92 ±8,60                                                              | 711,83 ±8,47                                                             |                                                    |
| 18                         | 560,75 ±11,97                                                             | 655,50 ±9,00                                                             | 600,67 ±9,88                                       |
| 21                         | 553,67 ±18,26                                                             | 594,40 ±11,76                                                            |                                                    |
| 24                         | 519,58 ±11,91                                                             | 593,08 ±11,25                                                            | 523,08 ±15,83                                      |
| 27                         | 483,00 ±12,33                                                             | 577,42 ±8,67                                                             |                                                    |
| 30                         | 444,75 ±9,40                                                              | 538,50 ±10,62                                                            | 503,33 ±7,85                                       |
| 33                         | 407,83 ±6,74                                                              | 561,50 ±11,38                                                            |                                                    |
| 36                         | 424,42 ±15,63                                                             | 576,75 ±10,76                                                            | 429,83 ±9,13                                       |



**Σχήμα 55.** Μεταβολή των ολικών φαινόλων κρασιών από γλεύκος ποικιλιών Μοσχοφίλερο, Ροδίτης και χυμό ροδιού οινοποίησης 2013, σε σχέση με τον χρόνο αποθήκευσης

**Πίνακας 39.** Μεταβολή των ολικών φαινόλων κρασιών από γλεύκος ποικιλίας Ροδίτης και χυμό ροδιού οινοποίησης 2014, σε σχέση με τον χρόνο αποθήκευσης

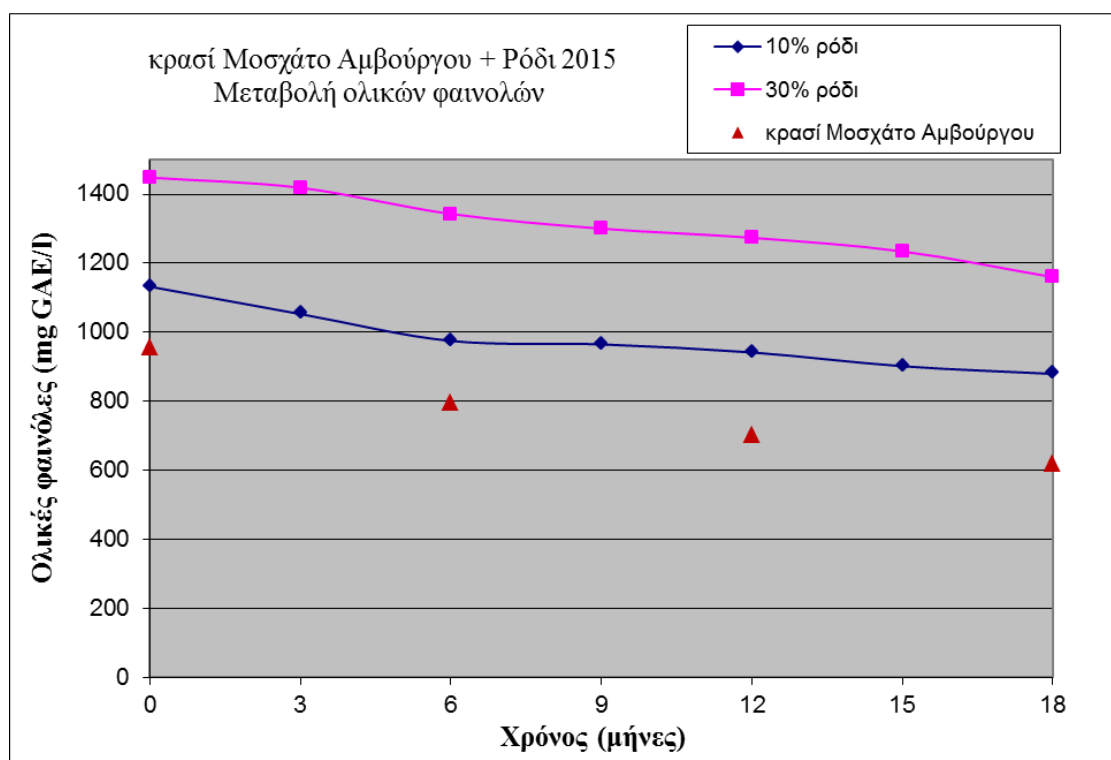
| Χρόνος αποθήκευσης (μήνες) | Ολικές φαινόλες (mg GAE/l) κρασί Ροδίτης-Ρόδι Μείγμα 90%-10% | Ολικές φαινόλες (mg GAE/l) Ροδίτης-Ρόδι Μείγμα 70%-30% | Ολικές φαινόλες (mg GAE/l) κρασί Ροδίτης |
|----------------------------|--------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| 0                          | 577,42 ±14,37                                                | 693,50 ±7,65                                           | 504,17 ±14,05                            |
| 3                          | 568,83 ±6,60                                                 | 681,75 ±3,75                                           |                                          |
| 6                          | 524,08 ±12,86                                                | 609,33 ±6,33                                           | 466,33 ±6,02                             |
| 9                          | 495,17 ±5,72                                                 | 594,08 ±9,80                                           |                                          |
| 12                         | 463,00 ±6,13                                                 | 579,17 ±7,35                                           | 372,42 ±6,25                             |
| 15                         | 440,75 ±6,62                                                 | 546,42 ±3,42                                           |                                          |
| 18                         | 449,92 ±9,53                                                 | 537,67 ±13,89                                          | 355,67 ±10,66                            |
| 21                         | 441,33 ±14,34                                                | 546,25 ±13,51                                          |                                          |
| 24                         | 436,42 ±9,72                                                 | 560,00 ±5,10                                           | 313,50 ±9,04                             |



**Σχήμα 56.** Μεταβολή των ολικών φαινόλων κρασιών από γλεύκος ποικιλίας Ροδίτης και χυμό ροδιού οινοποίησης 2014, σε σχέση με τον χρόνο αποθήκευσης

**Πίνακας 40.** Μεταβολή των ολικών φαινόλων κρασιών από γλεύκος ποικιλίας Μοσχάτο Αμβούργου και χυμό ροδιού οиноποίησης 2015, σε σχέση με τον χρόνο αποθήκευσης

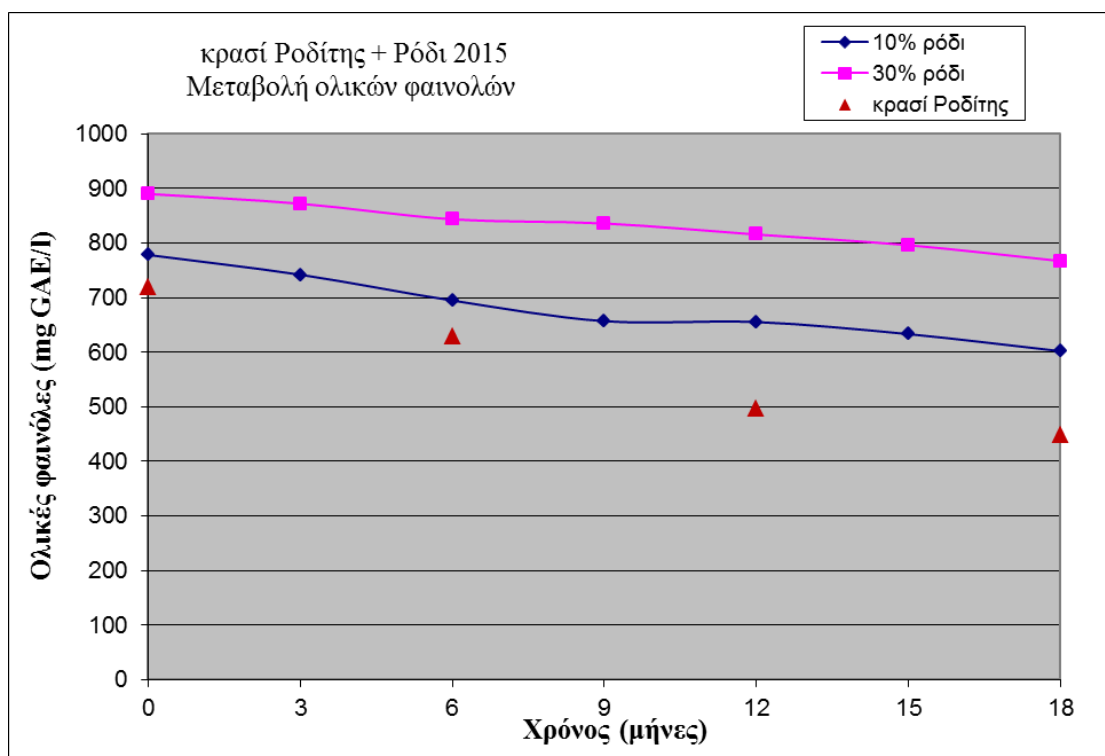
| Χρόνος αποθήκευσης (μήνες) | Ολικές φαινόλες (mg GAE/l)<br>κρασί Μοσχάτο Αμβ.<br>-Ρόδι<br>Μείγμα 90%-10% | Ολικές φαινόλες (mg GAE/l)<br>κρασί Μοσχάτο Αμβ.<br>-Ρόδι<br>Μείγμα 70%-30% | Ολικές φαινόλες (mg GAE/l)<br>κρασί Μοσχάτο Αμβ. |
|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| 0                          | 1132,08 ±13,62                                                              | 1448,17 ±29,61                                                              | 957,38 ±13,13                                    |
| 3                          | 1052,75 ±15,57                                                              | 1418,83 ±28,05                                                              |                                                  |
| 6                          | 974,83 ±11,08                                                               | 1342,83 ±38,00                                                              | 797,08 ±16,38                                    |
| 9                          | 964,83 ±16,13                                                               | 1300,25 ±29,29                                                              |                                                  |
| 12                         | 941,33 ±12,28                                                               | 1273,88 ±16,13                                                              | 703,83 ±6,23                                     |
| 15                         | 901,50 ±7,27                                                                | 1234,33 ±31,48                                                              |                                                  |
| 18                         | 879,08 ±8,45                                                                | 1159,83 ±35,17                                                              | 619,58 ±10,62                                    |



**Σχήμα 57.** Μεταβολή των ολικών φαινόλων κρασιών από γλεύκος ποικιλίας Μοσχάτο Αμβούργου και χυμό ροδιού οиноποίησης 2015, σε σχέση με τον χρόνο αποθήκευσης

**Πίνακας 41.** Μεταβολή των ολικών φαινόλων κρασιών από γλεύκος ποικιλίας Ροδίτης και χυμό ροδιού οινοποίησης 2015, σε σχέση με τον χρόνο αποθήκευσης

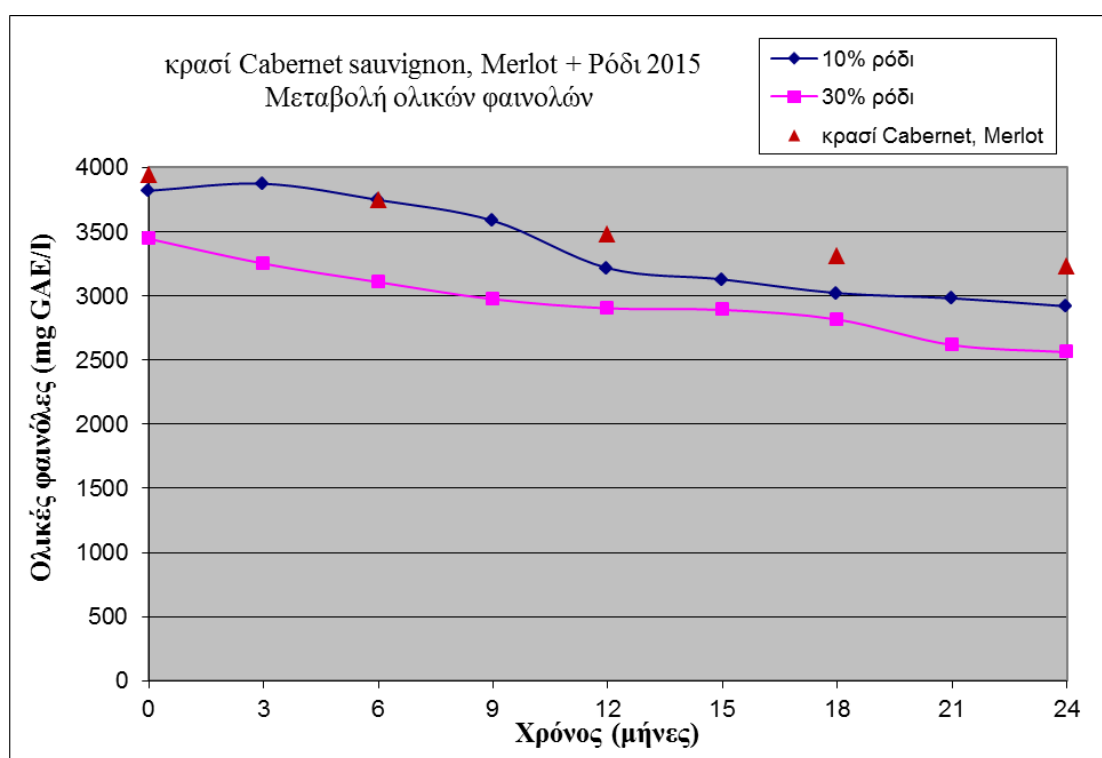
| Χρόνος αποθήκευσης (μήνες) | Ολικές φαινόλες (mg GAE/l) κρασί Ροδίτης-Ρόδι Μείγμα 90%-10% | Ολικές φαινόλες (mg GAE/l) κρασί Ροδίτης-Ρόδι Μείγμα 70%-30% | Ολικές φαινόλες (mg GAE/l) κρασί Ροδίτης |
|----------------------------|--------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| 0                          | 778,33 ±9,72                                                 | 890,00 ±10,59                                                | 719,33 ±12,14                            |
| 3                          | 742,08 ±14,80                                                | 872,17 ±8,69                                                 |                                          |
| 6                          | 694,75 ±4,95                                                 | 843,75 ±8,17                                                 | 629,92 ±2,95                             |
| 9                          | 657,00 ±9,19                                                 | 835,92 ±10,11                                                |                                          |
| 12                         | 655,33 ±5,73                                                 | 815,75 ±11,30                                                | 496,63 ±7,63                             |
| 15                         | 633,22 ±10,14                                                | 796,17 ±5,14                                                 |                                          |
| 18                         | 602,00 ±15,75                                                | 767,17 ±8,68                                                 | 449,50 ±14,80                            |



**Σχήμα 58.** Μεταβολή των ολικών φαινόλων κρασιών από γλεύκος ποικιλίας Ροδίτης και χυμό ροδιού οινοποίησης 2015, σε σχέση με τον χρόνο αποθήκευσης

**Πίνακας 42.** Μεταβολή των ολικών φαινόλων κρασιών από γλεύκος ποικιλιών Cabernet sauvignon, Merlot και χυμό ροδιού οινοποίησης 2015, σε σχέση με τον χρόνο αποθήκευσης

| Χρόνος αποθήκευσης (μήνες) | Ολικές φαινόλες (mg GAE/l) κρασί Cab.,Merlot -Ρόδι Μείγμα 90%-10% | Ολικές φαινόλες (mg GAE/l) κρασί Cab.,Merlot -Ρόδι Μείγμα 70%-30% | Ολικές φαινόλες (mg GAE/l) κρασί Cab., Merlot |
|----------------------------|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| 0                          | 3819,42 ±18,09                                                    | 3444,92 ±31,57                                                    | 3949,25 ±28,17                                |
| 3                          | 3874,08 ±22,54                                                    | 3250,75 ±25,28                                                    |                                               |
| 6                          | 3747,33 ±23,77                                                    | 3107,08 ±42,17                                                    | 3745,58 ±16,45                                |
| 9                          | 3585,08 ±15,63                                                    | 2974,33 ±50,08                                                    |                                               |
| 12                         | 3216,00 ±38,41                                                    | 2902,67 ±19,60                                                    | 3483,17 ±20,36                                |
| 15                         | 3128,17 ±19,21                                                    | 2890,50 ±31,88                                                    |                                               |
| 18                         | 3021,42 ±24,09                                                    | 2815,92 ±21,07                                                    | 3313,17 ±18,18                                |
| 21                         | 2981,58 ±42,78                                                    | 2617,08 ±22,43                                                    |                                               |
| 24                         | 2918,58 ±36,81                                                    | 2561,25 ±40,61                                                    | 3228,17 ±23,92                                |



**Σχήμα 59.** Μεταβολή των ολικών φαινόλων κρασιών από γλεύκος ποικιλιών Cabernet sauvignon, Merlot και χυμό ροδιού οινοποίησης 2015, σε σχέση με τον χρόνο αποθήκευσης

Από τις τιμές των ολικών φαινολών όπως αυτές παρουσιάστηκαν προηγούμενα εξάγονται τα εξής αρχικά συμπεράσματα:

1) οι συγκεντρώσεις των ολικών φαινολών των κρασιών-μαρτύρων από τις ερυθρές ποικιλίες Cabernet, Merlot και Syrah είναι μεγαλύτερες από αυτές των καινοτόμων κρασιών με ρόδι και ιδίως αυτών με την μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε ρόδι (30%). Αυτή η διαφορά των τιμών ολικών φαινολών σε γενικές γραμμές διατηρείται σε όλη την διάρκεια της αποθήκευσής τους.

2) οι συγκεντρώσεις των ολικών φαινολών των κρασιών-μαρτύρων από τις λευκές και ερυθρές ποικιλίες Ροδίτης, Μοσχοφίλερο και Μοσχάτο Αμβούργου είναι μικρότερες από αυτές των κρασιών με ρόδι και μάλιστα τα κρασιά με 30% ρόδι, εμφανίζουν ακόμη μεγαλύτερες συγκεντρώσεις ολικών φαινολών. Μεγαλύτερες συγκεντρώσεις στα καινοτόμα αυτά κρασιά παρατηρούνται σε γενικές γραμμές σε όλη την διάρκεια της αποθήκευσης.

3) οι συγκεντρώσεις των ολικών φαινολών στα καινοτόμα κρασιά μειώνονται με την πάροδο του χρόνου, όπως και αυτές των αντίστοιχων κρασιών-μαρτύρων.

Οι συγκεντρώσεις των ολικών φαινολών και οι μεταβολές τους στους διάφορους τύπους κρασιών παρουσιάζονται συνοπτικά ως εξής:

**Κρασιά από τις ερυθρές ποικιλίες Cabernet, Merlot 2013, 2015, Syrah και Μοσχάτο Αμβούργου:** Οι τιμές ολικών φαινολών είναι πολύ μεγαλύτερες από των ποικιλιών λευκών κρασιών, ακόμη και στην περίπτωση του Μοσχάτου Αμβούργου το οποίο έχει μικρότερη περιεκτικότητα σε ερυθρές χρωστικές από τις άλλες ερυθρές ποικιλίες. Τα κρασιά από τις ποικιλίες Cabernet, Merlot 2013, 2015 έχουν μεγαλύτερες συγκεντρώσεις από τα κρασιά της ποικιλίας Syrah. Στα κρασιά με ρόδι η συγκέντρωση ολικών φαινολών εμφανίζεται μικρότερη, ιδίως σε αυτά με 30% ρόδι. Η διαφορά αυτή από τα κρασιά-μάρτυρες είναι μεγάλη στις ποικιλίες Cabernet, Merlot. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι το γλεύκος των ερυθρών ποικιλιών σταφυλιών έχει μεγαλύτερες περιεκτικότητες σε ολικές φαινόλες από ότι ο χυμός ροδιού και η διαφορά αυτή εμφανίστηκε και στα παραγόμενα καινοτόμα κρασιά.

Η μείωση των ολικών φαινολών είναι της τάξης των 500 mg GAE/l για τον πρώτο χρόνο αποθήκευσης για τα κρασιά-μάρτυρες από Cabernet, Merlot, κατά 193,34 mg GAE/l για το κρασί από Syrah και κατά 253,55 mg GAE/l για το κρασί από Μοσχάτο Αμβούργου. Η αντίστοιχη μείωση στον πρώτο χρόνο αποθήκευσης για τα κρασιά με 10% ρόδι, εμφανίζεται στα κρασιά από Cabernet, Merlot 2013, 2015 να είναι 309,58 mg GAE/l και 603,41 GAE/l, στο κρασί από την ποικιλία Syrah κατά

350 mg GAE/l και στο κρασί από την ποικιλία Μοσχάτο Αμβούργου κατά 190,75 mg GAE/l. Στα κρασιά με 30% ρόδι η μείωση στον πρώτο χρόνο εμφανίζεται στα κρασιά από Cabernet, Merlot 2013, 2015 να είναι 123,06 mg GAE/l και 1018,92 mg GAE/l, στο Syrah κατά 111,83 mg GAE/l και στο Μοσχάτο Αμβούργου κατά 174,29 mg GAE/l.

Όσον αφορά τα δύο είδη κρασιών με αποθήκευση 3 χρόνων, στο Cabernet, Merlot 2013 στο κρασί-μάρτυρας παρατηρήθηκε μείωση των ολικών φαινολών κατά 906,33 mg GAE/l. Τα πειραματικά κρασιά με 10% και 30% ρόδι παρουσίασαν μειώσεις 628,42 mg GAE/l και 261,98 mg GAE/l. Στο κρασί-μάρτυρα από Syrah η μείωση στα 3 χρόνια αποθήκευσης είναι 610,59 mg GAE/l, στο κρασί με 10% ρόδι η μείωση είναι 934 mg GAE/l και στα κρασιά με 30% ρόδι είναι 664,67 mg GAE/l.

Αν συνυπολογιστεί η αρχική συγκέντρωση των ολικών φαινολών και η μείωσή τους με τον χρόνο προκύπτει το ποσοστό μείωσης το οποίο είναι ένας παράγοντας αξιολόγησης των καινοτόμων κρασιών της παρούσας διατριβής. Το ποσοστό μείωσης των κρασιών αυτών παρουσιάζεται στον Πίνακα 43.

**Πίνακας 43.** Ποσοστό μείωσης των ολικών φαινολών σε σχέση με τον χρόνο αποθήκευσης για ερυθρά κρασιά από ερυθρές ποικιλίες και χυμό ρόδι

| Τύπος κρασιού μετά από αποθήκευση | Μείγμα 90%-10%<br>% ελάττωση<br>ολικών φαινολών | Μείγμα 70%-30%<br>% ελάττωση<br>ολικών φαινολών | Κρασί – μάρτυρας<br>% ελάττωση<br>ολικών φαινολών |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| Syrah 2011<br>1 χρόνος            | 20,68                                           | 8,43                                            | 10,36                                             |
| Syrah 2011<br>2 χρόνια            | 52,15                                           | 43,8                                            | 21,9                                              |
| Syrah 2011<br>3 χρόνια            | 55,18                                           | 50,09                                           | 32,71                                             |
| Cabernet, Merlot 2013<br>1 χρόνος | 9,7                                             | 4,18                                            | 13,89                                             |
| Cabernet, Merlot 2013<br>2 χρόνια | 16,59                                           | 6,07                                            | 20,26                                             |
| Cabernet, Merlot 2013<br>3 χρόνια | 19,68                                           | 8,9                                             | 26,73                                             |
| Cabernet, Merlot 2015<br>1 χρόνος | 15,8                                            | 15,74                                           | 11,81                                             |
| Cabernet, Merlot 2015<br>2 χρόνια | 23,59                                           | 25,65                                           | 18,26                                             |
| Μοσχάτο Αμβούργου<br>1 χρόνος     | 15,8                                            | 12,04                                           | 26,49                                             |
| Μοσχάτο Αμβούργου<br>1,5 χρόνος   | 22,35                                           | 19,91                                           | 35,28                                             |

Στα κρασιά από την ποικιλία Syrah παρατηρείται μεγαλύτερο ποσοστό μείωσης των ολικών φαινολών.

**Κρασιά από τις ποικιλίες Ροδίτης 2012, 2014, 2015 και Μοσχοφίλερο, Ροδίτης 2013:** Η προσθήκη ροδιού αυξάνει αισθητά τις ολικές φαινόλες των πειραματικών κρασιών. Στα κρασιά από Μοσχοφίλερο, Ροδίτη 2013 και Ροδίτη 2015 προσδιορίστηκαν μεγαλύτερες συγκεντρώσεις ολικών φαινολών και αυτό πιθανόν να οφείλεται κυρίως στην επεξεργασία των σταφυλιών και τον βαθμό εκχύλισης χρωστικών συστατικών παρότι σε γενικές γραμμές ακολουθήθηκαν σε όλα τα παραπάνω κρασιά οι τεχνικές της λευκής οινοποίησης.

Η μείωση της περιεκτικότητας σε ολικές φαινόλες σε συνάρτηση με τον χρόνο εκφράζεται ως ποσοστό μείωσης στον Πίνακα 44.

**Πίνακας 44.** Ποσοστό μείωσης των ολικών φαινολών σε σχέση με τον χρόνο αποθήκευσης για κρασιά από ερυθρές ποικιλίες και χυμό ρόδι

| Τύπος κρασιού μετά από αποθήκευση | Μείγμα 90%-10%<br>% ελάττωση<br>ολικών φαινολών | Μείγμα 70%-30%<br>% ελάττωση<br>ολικών φαινολών | Κρασί – μάρτυρας<br>% ελάττωση<br>ολικών φαινολών |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| Ροδίτης 2012<br>1 χρόνος          | 19,53                                           | 12,31                                           | 16,8                                              |
| Ροδίτης 2012<br>2 χρόνια          | 39,88                                           | 20,46                                           | 36,58                                             |
| Ροδίτης 2012<br>3 χρόνια          | 56,30                                           | 35,07                                           | 50,00                                             |
| Ροδίτης 2014<br>1 χρόνος          | 19,82                                           | 16,49                                           | 26,13                                             |
| Ροδίτης 2014<br>2 χρόνια          | 24,42                                           | 19,25                                           | 37,82                                             |
| Ροδίτης 2015<br>1 χρόνος          | 15,80                                           | 8,34                                            | 30,96                                             |
| Ροδίτης 2015<br>1,5 χρόνος        | 22,66                                           | 13,80                                           | 37,51                                             |
| Ροδίτης, Μοσχοφίλερο<br>1 χρόνος  | 22,12                                           | 16,66                                           | 10,03                                             |
| Ροδίτης, Μοσχοφίλερο<br>2 χρόνια  | 32,89                                           | 35,31                                           | 28,20                                             |
| Ροδίτης, Μοσχοφίλερο<br>3 χρόνια  | 45,18                                           | 37,09                                           | 41,00                                             |

Τα καινοτόμα κρασιά με ποσοστό 30% ρόδι, εμφανίζουν το μικρότερο ποσοστό μείωσης σε όλα τα είδη των παραπάνω ποικιλιών.

### **4.3. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΑΝΤΙΟΞΕΙΔΩΤΙΚΗΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ**

Ο προσδιορισμός της αντιοξειδωτικής ικανότητας των κρασιών πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο DPPH\*. Η μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε για την εκτίμηση της αντιοξειδωτικής ικανότητας αναφέρεται πολύ συχνά στην βιβλιογραφία ως μια απλή και αξιόπιστη δοκιμή (Brand-Williams et al. 1994, Horzic et al. 2008).

Από την παρακολούθηση της μείωσης της απορρόφησης του διαλύματος ρίζας DPPH\* μετά την προσθήκη του υπό εξέταση δείγματος κρασιού εκτιμήθηκε η αντιοξειδωτική ικανότητα για κάθε δείγμα.

Μετρήθηκε η τιμή της αντιοξειδωτικής ικανότητας αμέσως μετά το πέρας της οινοποίησης και στην συνέχεια μετρήθηκε η εξέλιξη της αντιοξειδωτικής ικανότητας σε συνάρτηση με τον χρόνο αποθήκευσης των κρασιών.

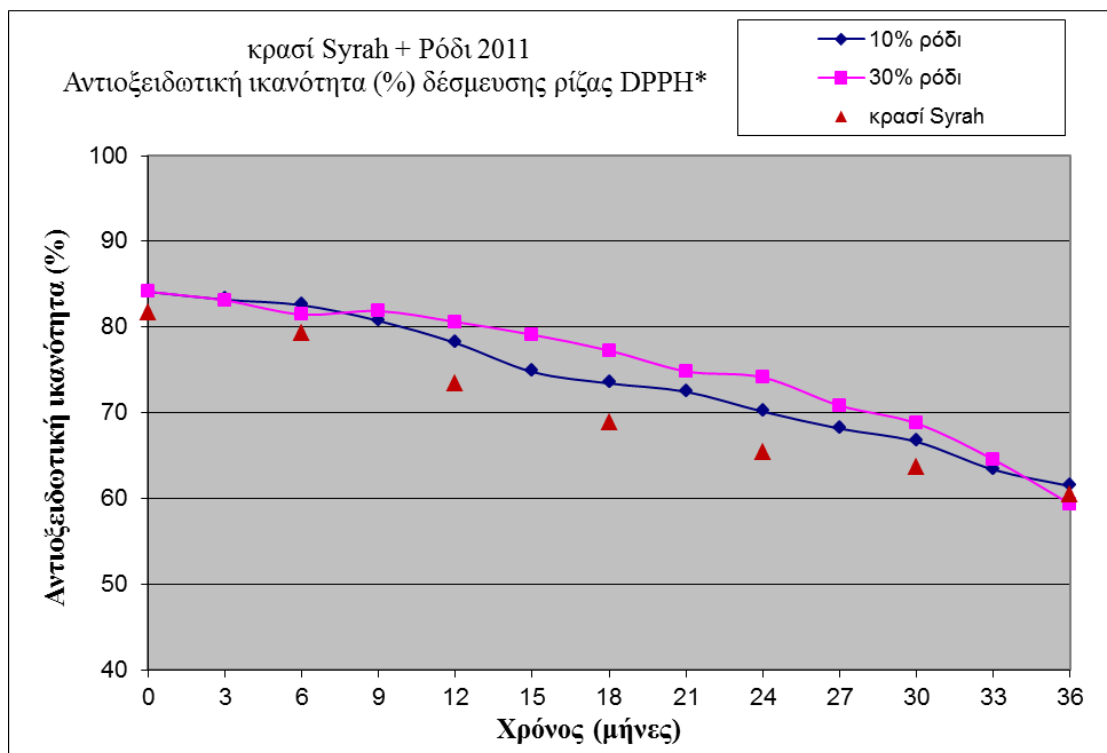
Τα κρασιά τα οποία αναλύθηκαν προέρχονταν από τις ποικιλίες σταφυλιών: α) Syrah σε οινοποίηση 2011, β) Cabernet, Merlot σε οινοποιήσεις 2013 και 2015, γ) Μοσχοφίλερο, Ροδίτης σε οινοποίηση 2013, δ) Ροδίτης σε οινοποιήσεις 2012, 2014 και 2015 και ε) Μοσχάτο Αμβούργου σε οινοποίηση 2015.

Όλα τα προαναφερθέντα κρασιά περιείχαν χυμό ροδιού σε αναλογίες 10% και 30%, ενώ ταυτόχρονα μετρήθηκαν και αυτά που περιείχαν μόνο γλεύκος και χρησιμοποιήθηκαν ως κρασιά-μάρτυρες.

Οι τιμές της αντιοξειδωτικής ικανότητας στα εξεταζόμενα κρασιά και η μεταβολή τους σε συνάρτηση με τον χρόνο αποθήκευσης παρουσιάζονται στους Πίνακες 45-52 και στα σχήματα 60-67:

**Πίνακας 45.** Μεταβολή της ικανότητας δέσμευσης ρίζας DPPH\* (Μ.Ο.%) κρασιών από γλεύκος της ποικιλίας Syrah και χυμό ροδιού οиноποίησης 2011, σε σχέση με τον χρόνο αποθήκευσης

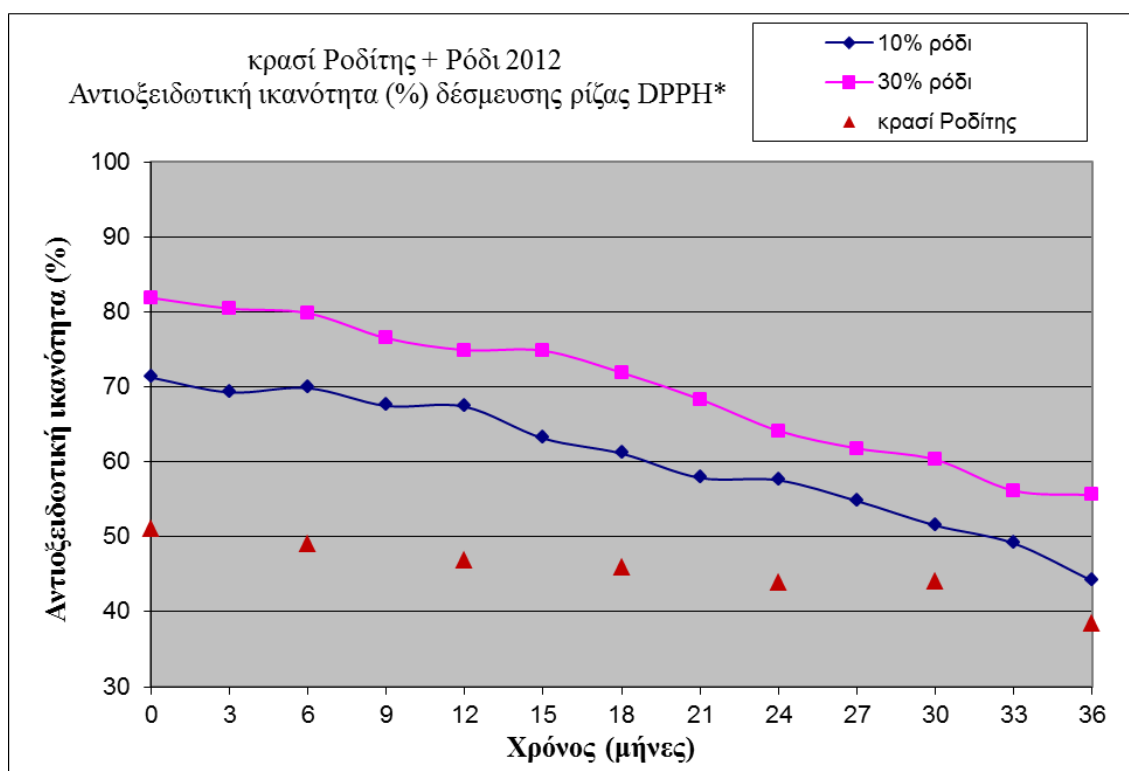
| Χρόνος αποθήκευσης (μήνες) | κρασί Syrah-Ρόδι Μείγμα 90%-10% | κρασί Syrah-Ρόδι Μείγμα 70%-30% | κρασί Syrah |
|----------------------------|---------------------------------|---------------------------------|-------------|
| 0                          | 83,12 ±0,29                     | 84,13 ±0,23                     | 81,72 ±0,46 |
| 3                          | 83,19 ±0,38                     | 83,12 ±0,30                     |             |
| 6                          | 82,56 ±0,38                     | 81,47 ±0,48                     | 79,41 ±1,06 |
| 9                          | 80,73 ±0,37                     | 81,87 ±0,39                     |             |
| 12                         | 78,15 ±0,57                     | 80,60 ±0,45                     | 73,43 ±1,25 |
| 15                         | 74,77 ±0,40                     | 79,11 ±0,39                     |             |
| 18                         | 73,43 ±0,42                     | 77,26 ±0,89                     | 68,91 ±0,76 |
| 21                         | 72,45 ±0,74                     | 74,84 ±0,45                     |             |
| 24                         | 70,14 ±0,74                     | 74,12 ±0,43                     | 65,47 ±0,83 |
| 27                         | 68,15 ±0,62                     | 70,84 ±0,34                     |             |
| 30                         | 66,62 ±0,29                     | 68,76 ±0,80                     | 63,76 ±0,28 |
| 33                         | 63,36 ±0,78                     | 64,55 ±0,69                     |             |
| 36                         | 61,43 ±0,41                     | 59,36 ±1,17                     | 60,46 ±0,65 |



**Σχήμα 60.** Μεταβολή της αντιοξειδωτικής ικανότητας κρασιών από γλεύκος της ποικιλίας Syrah και χυμό ροδιού οиноποίησης 2011, σε σχέση με τον χρόνο αποθήκευσης

**Πίνακας 46.** Μεταβολή της ικανότητας δέσμευσης ρίζας DPPH\* (Μ.Ο.%) κρασιού από γλεύκος της ποικιλίας Ροδίτης και χυμό ροδιού οиноποίησης 2012, σε σχέση με τον χρόνο αποθήκευσης

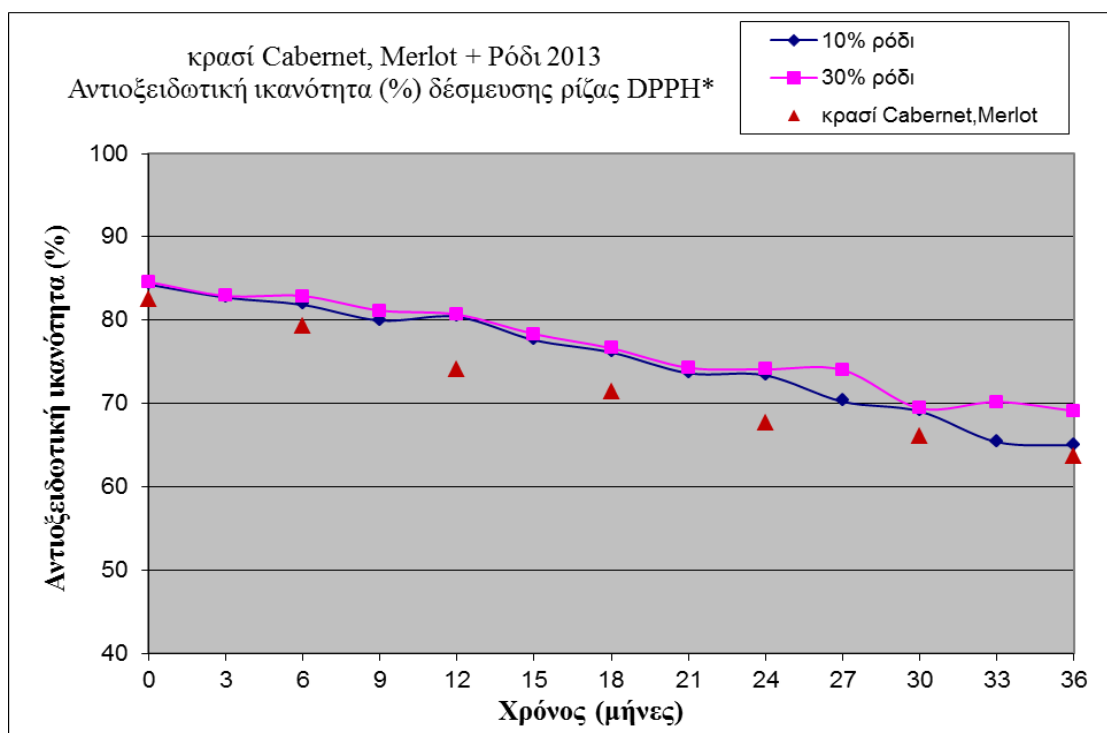
| Χρόνος αποθήκευσης (μήνες) | κρασί Ροδίτης-Ρόδι Μείγμα 90%-10% | κρασί Ροδίτης-Ρόδι Μείγμα 70%-30% | κρασί Ροδίτης |
|----------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|---------------|
| 0                          | 71,24 ±0,61                       | 81,87 ±0,44                       | 51,15 ±0,82   |
| 3                          | 69,26 ±0,42                       | 80,44 ±0,63                       |               |
| 6                          | 69,83 ±0,43                       | 79,82 ±0,55                       | 49,18 ±0,57   |
| 9                          | 67,46 ±0,42                       | 76,49 ±0,38                       |               |
| 12                         | 67,35 ±0,38                       | 74,91 ±0,38                       | 46,86 ±0,63   |
| 15                         | 63,13 ±0,78                       | 74,82 ±1,15                       |               |
| 18                         | 61,11 ±0,71                       | 71,89 ±0,88                       | 46,04 ±1,06   |
| 21                         | 57,86 ±0,32                       | 68,36 ±1,29                       |               |
| 24                         | 57,54 ±0,50                       | 64,14 ±1,45                       | 43,92 ±0,52   |
| 27                         | 54,78 ±0,48                       | 61,80 ±0,89                       |               |
| 30                         | 51,52 ±0,99                       | 60,29 ±0,59                       | 44,09 ±0,52   |
| 33                         | 49,13 ±1,27                       | 56,16 ±0,98                       |               |
| 36                         | 44,14 ±1,57                       | 55,58 ±0,77                       | 38,56 ±0,88   |



**Σχήμα 61.** Μεταβολή της αντιοξειδωτικής ικανότητας κρασιών από γλεύκος της ποικιλίας Ροδίτης και χυμό ροδιού οиноποίησης 2012, σε σχέση με τον χρόνο αποθήκευσης

**Πίνακας 47.** Μεταβολή της ικανότητας δέσμευσης ρίζας DPPH\* (Μ.Ο.%) κρασιών από γλεύκος ποικιλιών Cabernet sauvignon, Merlot και χυμό ροδιού οиноποίησης 2013, σε σχέση με τον χρόνο αποθήκευσης

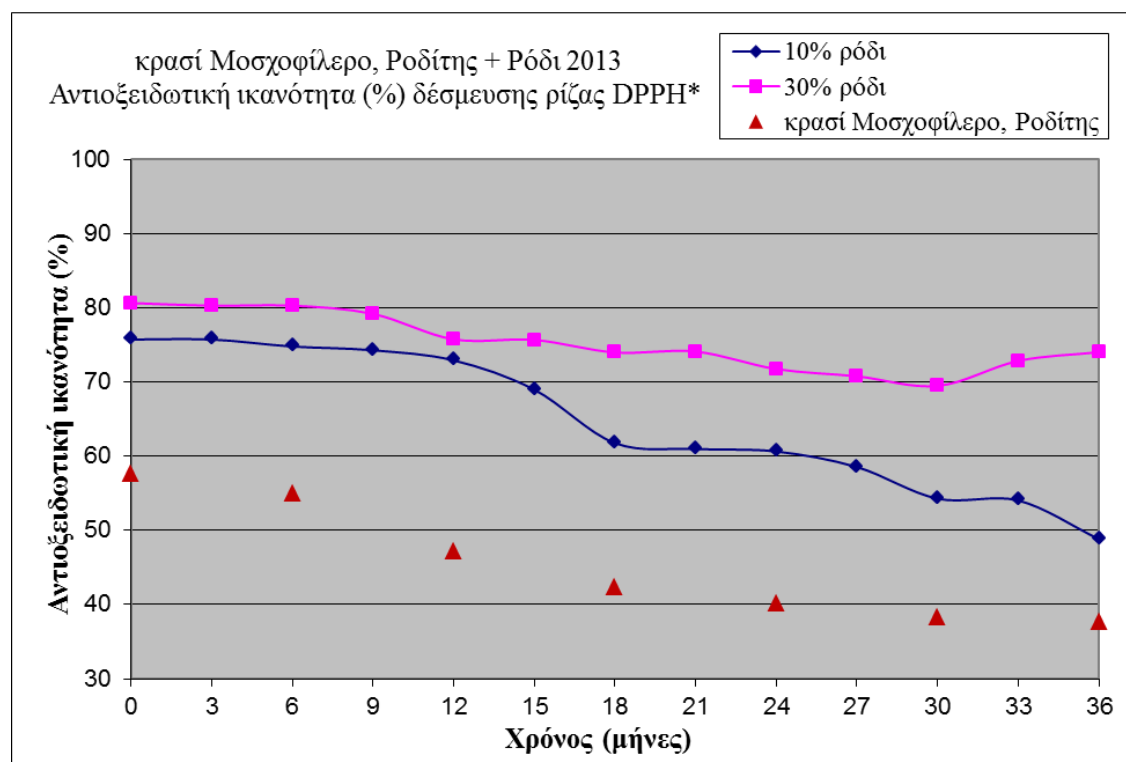
| Χρόνος αποθήκευσης (μήνες) | κρασί Cab.,Merlot-Ρόδι Μείγμα 90%-10% | κρασί Cab.,Merlot-Ρόδι Μείγμα 70%-30% | Κρασί Cabernet, Merlot |
|----------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|------------------------|
| 0                          | 84,28% ±0,25                          | 84,60% ±0,38                          | 82,62% ±0,17           |
| 3                          | 82,72% ±0,54                          | 82,92% ±0,39                          |                        |
| 6                          | 81,84% ±0,43                          | 82,90% ±0,36                          | 79,43% ±0,42           |
| 9                          | 79,96% ±0,28                          | 81,16% ±0,27                          |                        |
| 12                         | 80,40% ±0,25                          | 80,68% ±0,74                          | 74,17% ±0,17           |
| 15                         | 77,61% ±0,54                          | 78,34% ±0,61                          |                        |
| 18                         | 76,13% ±0,43                          | 76,63% ±0,44                          | 71,54% ±0,36           |
| 21                         | 73,64% ±0,61                          | 74,29% ±0,54                          |                        |
| 24                         | 73,37% ±0,51                          | 74,10% ±0,71                          | 67,80% ±0,66           |
| 27                         | 70,22% ±0,30                          | 74,02% ±0,32                          |                        |
| 30                         | 69,05% ±0,83                          | 69,42% ±0,68                          | 66,09% ±0,54           |
| 33                         | 65,38% ±0,50                          | 70,18% ±0,36                          |                        |
| 36                         | 64,98% ±0,18                          | 69,11% ±0,66                          | 63,69% ±0,35           |



**Σχήμα 62.** Μεταβολή της αντιοξειδωτικής ικανότητας κρασιών από γλεύκος ποικιλιών Cabernet, Merlot και χυμό ροδιού οиноποίησης 2013, σε σχέση με τον χρόνο αποθήκευσης

**Πίνακας 48.** Μεταβολή της ικανότητας δέσμευσης ρίζας DPPH\* (Μ.Ο.%) κρασιού από γλεύκος ποικιλιών Μοσχοφίλερο, Ροδίτης και χυμό ροδιού οινοποίησης 2013, σε σχέση με τον χρόνο αποθήκευσης

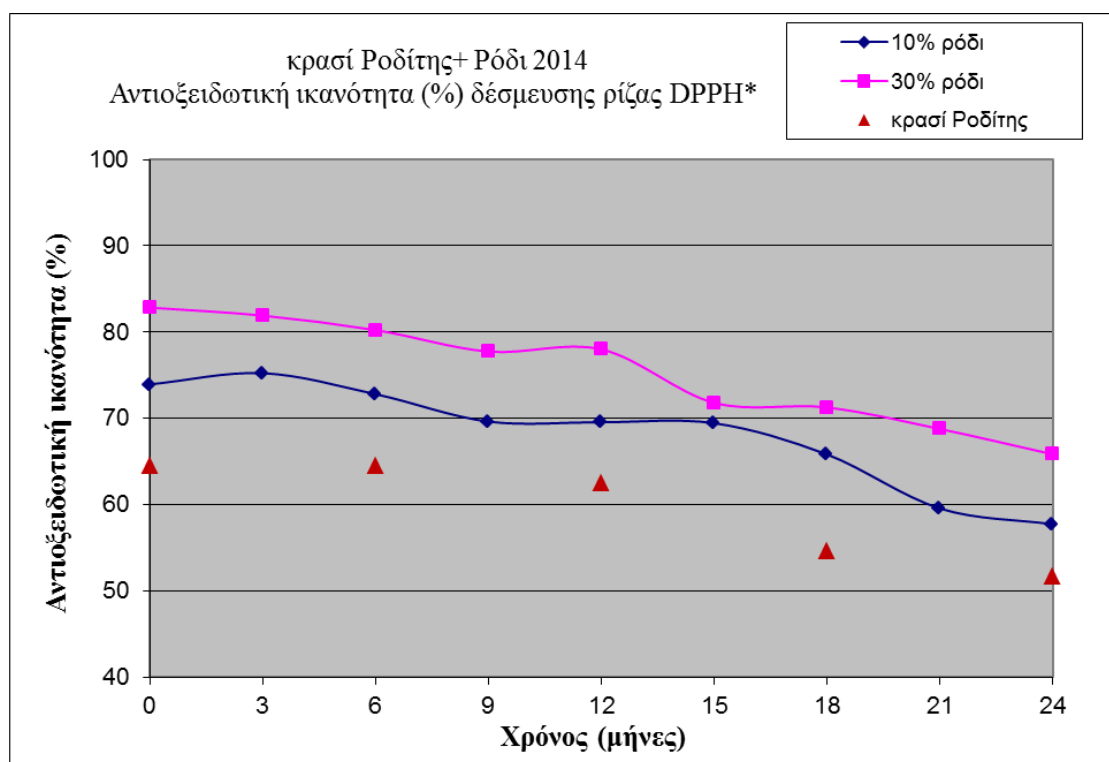
| Χρόνος αποθήκευσης (μήνες) | κρασί Μοσχ,Ροδίτης-Ρόδι Μείγμα 90%-10% | κρασί Μοσχ,Ροδίτης-Ρόδι Μείγμα 70%-30% | κρασί Μοσχοφ,Ροδίτης |
|----------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|----------------------|
| 0                          | 75,71% ±0,21                           | 80,64% ±0,26                           | 57,71% ±0,70         |
| 3                          | 75,71% ±0,60                           | 80,27% ±0,67                           |                      |
| 6                          | 74,78% ±0,61                           | 80,28% ±0,60                           | 55,10% ±0,47         |
| 9                          | 74,27% ±0,51                           | 79,17% ±0,89                           |                      |
| 12                         | 72,91% ±0,48                           | 75,74% ±0,69                           | 47,21% ±0,91         |
| 15                         | 68,96% ±1,55                           | 75,67% ±0,72                           |                      |
| 18                         | 61,76% ±0,42                           | 73,98% ±0,69                           | 42,94% ±0,48         |
| 21                         | 60,97% ±1,07                           | 74,10% ±0,31                           |                      |
| 24                         | 60,63% ±0,31                           | 71,74% ±0,58                           | 40,28% ±0,75         |
| 27                         | 58,53% ±0,90                           | 70,76% ±0,89                           |                      |
| 30                         | 54,27% ±0,38                           | 69,47% ±1,09                           | 38,28% ±0,70         |
| 33                         | 54,02% ±0,28                           | 72,84% ±0,69                           |                      |
| 36                         | 48,82% ±0,86                           | 74,02% ±0,37                           | 37,78% ±1,56         |



**Σχήμα 63.** Μεταβολή της αντιοξειδωτικής ικανότητας κρασιών από γλεύκος ποικιλιών Μοσχοφίλερο, Ροδίτης και χυμό ροδιού οινοποίησης 2013, σε σχέση με τον χρόνο αποθήκευσης

**Πίνακας 49.** Μεταβολή της ικανότητας δέσμευσης ρίζας DPPH\* (Μ.Ο.%) κρασιών από γλεύκος ποικιλίας Ροδίτης και χυμό ροδιού οινοποίησης 2014, σε σχέση με τον χρόνο αποθήκευσης

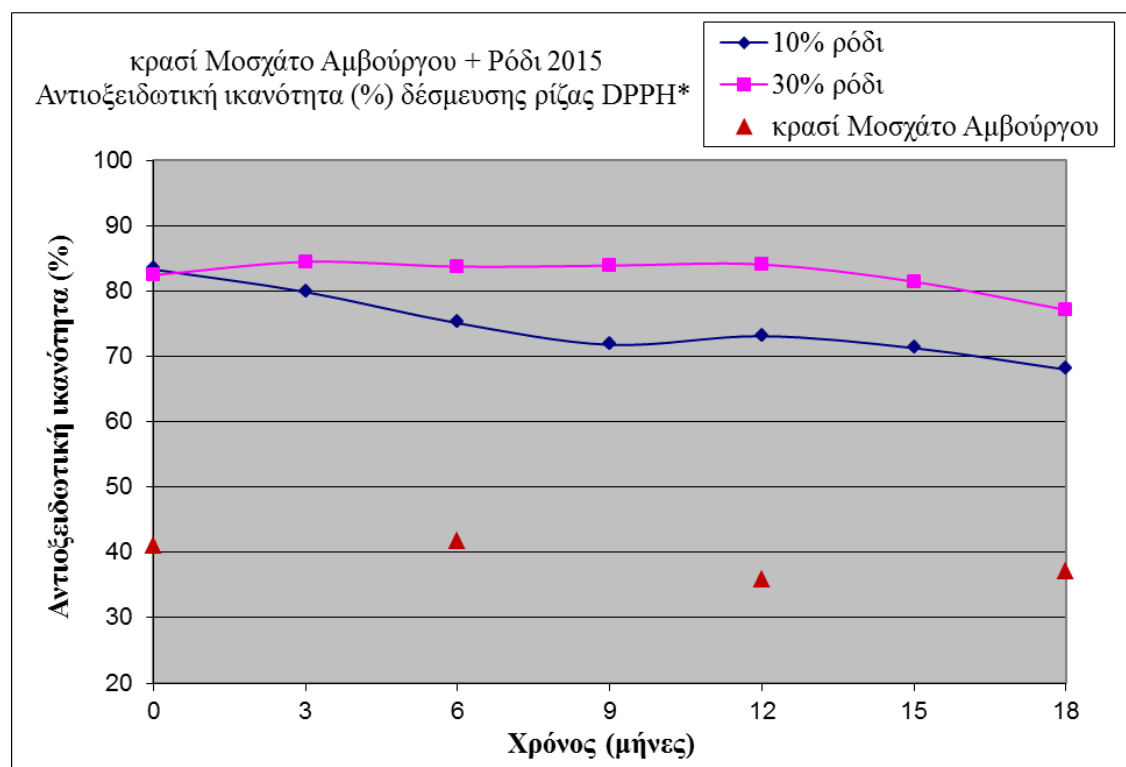
| Χρόνος αποθήκευσης (μήνες) | κρασί Ροδίτης-Ρόδι Μείγμα 90%-10% | κρασί Ροδίτης-Ρόδι Μείγμα 70%-30% | κρασί Ροδίτης |
|----------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|---------------|
| 0                          | 73,94% ±0,61                      | 82,83% ±0,55                      | 64,54% ±0,89  |
| 3                          | 75,23% ±1,37                      | 81,91% ±0,19                      |               |
| 6                          | 72,79% ±0,13                      | 80,23% ±0,24                      | 64,48% ±0,68  |
| 9                          | 69,62% ±0,50                      | 77,74% ±0,24                      |               |
| 12                         | 69,55% ±0,38                      | 77,99% ±0,19                      | 62,53% ±1,13  |
| 15                         | 69,43% ±0,73                      | 71,79% ±0,41                      |               |
| 18                         | 65,80% ±0,39                      | 71,26% ±0,88                      | 54,68% ±0,72  |
| 21                         | 59,54% ±0,69                      | 68,76% ±0,61                      |               |
| 24                         | 57,71% ±0,63                      | 65,82% ±0,87                      | 51,76% ±1,22  |



**Σχήμα 64.** Μεταβολή της αντιοξειδωτικής ικανότητας κρασιών από γλεύκος ποικιλίας Ροδίτης και χυμό ροδιού οινοποίησης 2014, σε σχέση με τον χρόνο αποθήκευσης

**Πίνακας 50.** Μεταβολή της ικανότητας δέσμευσης ρίζας DPPH\* (Μ.Ο.%) κρασιών από γλεύκος ποικιλίας Μοσχάτο Αμβούργου και χυμό ροδιού οινοποίησης 2015, σε σχέση με τον χρόνο αποθήκευσης

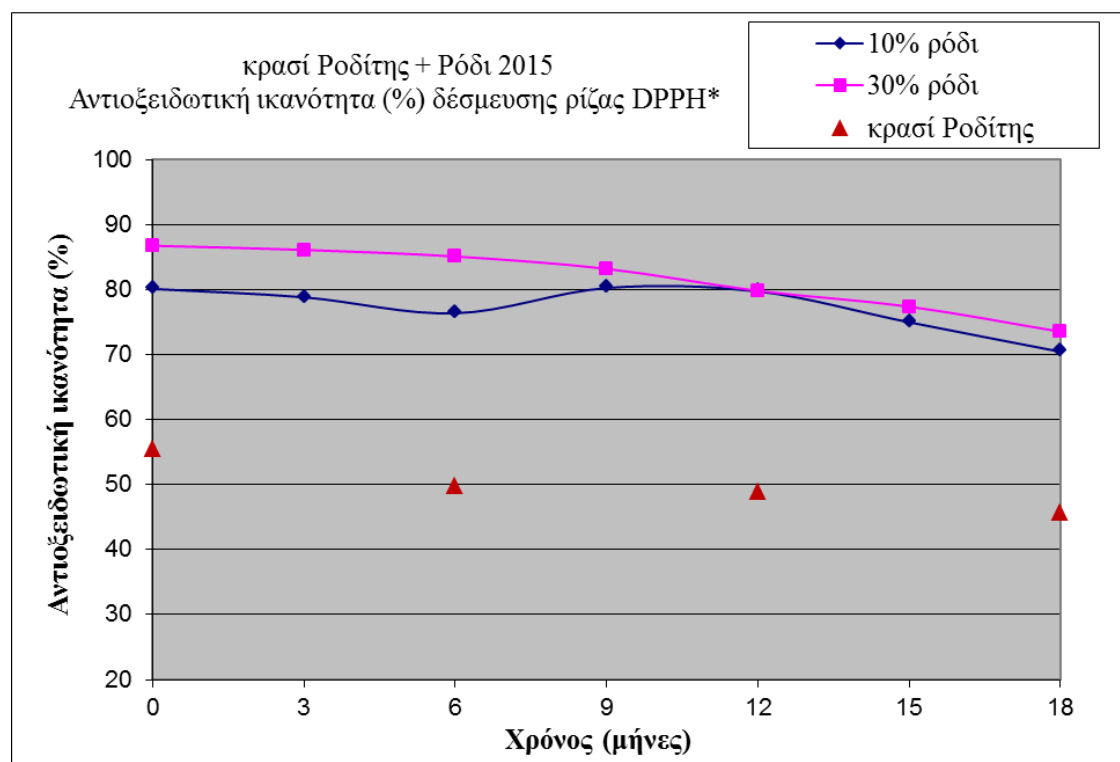
| Χρόνος αποθήκευσης (μήνες) | κρασί Μοσχάτο Αμβ-Ρόδι Μείγμα 90%-10% | κρασί Μοσχάτο Αμβ-Ρόδι Μείγμα 70%-30% | κρασί Μοσχάτο Αμβ. |
|----------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|--------------------|
| 0                          | 83,29% ±0,17                          | 82,43% ±0,22                          | 41,19% ±0,48       |
| 3                          | 79,85% ±0,39                          | 84,46% ±0,51                          |                    |
| 6                          | 75,09% ±0,50                          | 83,73% ±0,35                          | 41,77% ±1,06       |
| 9                          | 71,78% ±0,46                          | 83,88% ±0,35                          |                    |
| 12                         | 73,09% ±1,10                          | 84,06% ±0,32                          | 35,91% ±0,08       |
| 15                         | 71,27% ±0,46                          | 81,43% ±0,80                          |                    |
| 18                         | 67,98% ±0,67                          | 77,11% ±0,64                          | 37,24% ±0,82       |



**Σχήμα 65.** Μεταβολή της αντιοξειδωτικής ικανότητας κρασιών από γλεύκος ποικιλίας Μοσχάτο Αμβούργου και χυμό ροδιού οινοποίησης 2015, σε σχέση με τον χρόνο αποθήκευσης

**Πίνακας 51.** Μεταβολή της ικανότητας δέσμευσης ρίζας DPPH\* (M.O.%) κρασιών από γλεύκος ποικιλίας Ροδίτης και χυμό ροδιού οινοποίησης 2015, σε σχέση με τον χρόνο αποθήκευσης

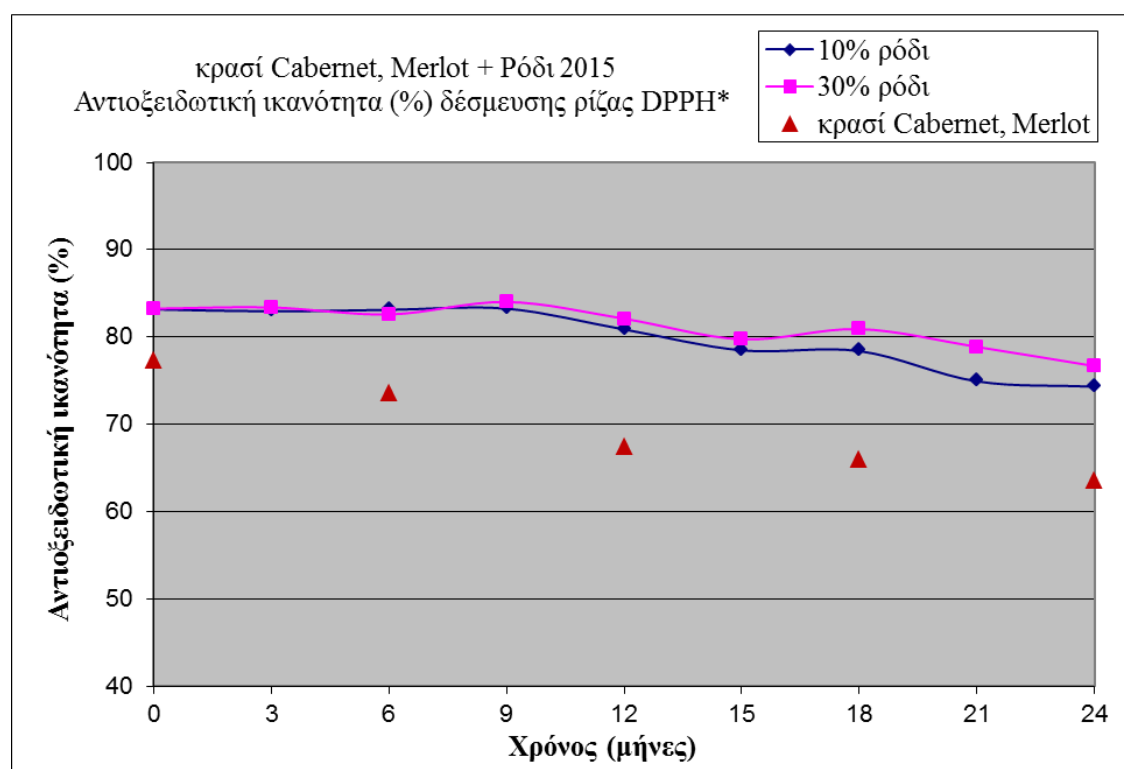
| Χρόνος αποθήκευσης (μήνες) | κρασί Ροδίτης-Ρόδι<br>Μείγμα 90%-10% | Ροδίτης-Ρόδι<br>Μείγμα 70%-30% | κρασί Ροδίτης |
|----------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|---------------|
| 0                          | 80,10% ±1,12                         | 86,73% ±0,08                   | 55,44% ±0,65  |
| 3                          | 78,81% ±0,00                         | 86,10% ±0,11                   |               |
| 6                          | 76,35% ±0,32                         | 85,08% ±0,30                   | 49,80% ±1,65  |
| 9                          | 80,24% ±0,26                         | 83,19% ±0,52                   |               |
| 12                         | 79,72% ±0,84                         | 79,81% ±0,97                   | 48,95% ±0,42  |
| 15                         | 74,97% ±0,36                         | 77,38% ±0,53                   |               |
| 18                         | 70,44% ±0,79                         | 73,52% ±0,72                   | 45,67% ±0,42  |



**Σχήμα 66.** Μεταβολή της αντιοξειδωτικής ικανότητας κρασιών από γλεύκος ποικιλίας Ροδίτης, οινοποίησης 2015 σε σχέση με τον χρόνο αποθήκευσης

**Πίνακας 52.** Μεταβολή της ικανότητας δέσμευσης ρίζας DPPH\* (Μ.Ο.%) κρασιών από γλεύκος ποικιλιών Cabernet sauvignon, Merlot και χυμό ροδιού οиноποίησης 2015, σε σχέση με τον χρόνο αποθήκευσης

| Χρόνος αποθήκευσης (μήνες) | κρασί Cab.,Merlot-Ρόδι Μείγμα 90%-10% | Κρασί Cab.,Merlot-Ρόδι Μείγμα 70%-30% | κρασί Cabernet, Merlot |
|----------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|------------------------|
| 0                          | 83,17% ±0,57                          | 83,25% ±0,35                          | 77,36% ±0,35           |
| 3                          | 82,94% ± 0,30                         | 83,39% ±0,25                          |                        |
| 6                          | 83,12% ±0,37                          | 82,59% ±0,38                          | 73,56% ±0,55           |
| 9                          | 83,25% ±0,45                          | 84,02% ±0,49                          |                        |
| 12                         | 80,87% ±0,49                          | 82,10% ±0,22                          | 67,43% ±0,67           |
| 15                         | 78,47% ±0,23                          | 79,74% ±0,77                          |                        |
| 18                         | 78,39% ±0,50                          | 80,91% ±0,25                          | 66,10% ±0,91           |
| 21                         | 74,92% ±0,90                          | 78,87% ±0,25                          |                        |
| 24                         | 74,31% ±0,74                          | 76,67% ±0,25                          | 63,56% ±0,36           |



**Σχήμα 67.** Μεταβολή της αντιοξειδωτικής ικανότητας κρασιών από γλεύκος ποικιλιών Cabernet, Merlot και χυμό ροδιού οиноποίησης 2015, σε σχέση με τον χρόνο αποθήκευσης

Η μέτρηση της ικανότητας δέσμευσης της ρίζας DPPH\* δείχνει ότι τα κρασιά από τις ερυθρές ποικιλίες έχουν μεγαλύτερη αντιοξειδωτική ικανότητα σε σχέση με τα κρασιά από τις ποικιλίες των λευκών κρασιών. Το ίδιο συμπέρασμα συνάγεται σε γενικές γραμμές και κατά την σύγκριση των ερυθρών και λευκών κρασιών τα οποία περιέχουν ρόδι. Η αυξημένη αντιοξειδωτική ικανότητα των ερυθρών κρασιών έχει επαρκώς αναλυθεί στην βιβλιογραφία (Zafrilla et al. 2003, Mezey et al. 2016).

Η παρουσία του ροδιού στα κρασιά αυξάνει την αντιοξειδωτική ικανότητα τους σε όλες τις ποικιλίες κρασιών που μελετήθηκαν στην παρούσα διατριβή. Η αύξηση αυτή είναι μεγαλύτερη στα κρασιά με 30% ρόδι. Επίσης παρατηρήθηκε μεγάλη αύξηση της αντιοξειδωτικής ικανότητας των πειραματικών κρασιών από τις ποικιλίες Ροδίτης, Μοσχοφίλερο, Μοσχάτο Αμβούργου σε σχέση με τα αντίστοιχα κρασιά-μάρτυρες. Η αντιοξειδωτική ικανότητα του ροδιού έχει βρεθεί σε μεγάλες τιμές σε πολλές μελέτες σχετικές με τον χυμό ροδιού (Cama et al. 2009b).

Όσον αφορά τις μεταβολές της αντιοξειδωτικής ικανότητας διαπιστώνονται τα εξής: α) κατά τον πρώτο χρόνο αποθήκευσης οι μεταβολές είναι μικρές στα καινοτόμα κρασιά και των δύο αναλογιών σε ρόδι. Οι μεταβολές αυτές είναι κυρίως μειώσεις της αντιοξειδωτικής ικανότητας, ενώ στην περίπτωση της ποικιλίας Μοσχάτο Αμβούργου παρατηρείται αύξηση αυτής. Στο ίδιο χρονικό διάστημα παρατηρούνται μεγαλύτερες μειώσεις στα αντίστοιχα κρασιά-μάρτυρες, β) σε διάρκεια 2 ή και 3 χρόνων αποθήκευσης, η αντιοξειδωτική ικανότητα μειώνεται με αυξημένο ρυθμό και περισσότερο στις ποικιλίες που δίνουν λευκά κρασιά (Ροδίτης, Μοσχοφίλερο), γ) οι τελικές τιμές αντιοξειδωτικής ικανότητας μετά από 2 ή 3 χρόνια αποθήκευσης είναι εμφανώς μεγαλύτερες για τα κρασιά με 30% ρόδι σε σχέση με τα υπόλοιπα κρασιά. Παρόμοια συμπεράσματα έχουν εξαχθεί από την επισκόπηση της διεθνούς βιβλιογραφίας, σχετικά με την εξέλιξη της αντιοξειδωτικής ικανότητας των κρασιών (Beer et al. 2005, Mezey et al. 2016).

Στη συνέχεια αναφέρονται επιπλέον παρατηρήσεις για κάθε ποικιλία:

#### **Κρασιά από τις ερυθρές ποικιλίες Syrah, Cabernet, Merlot 2013 και 2015:**

Οι αρχικές τιμές αντιοξειδωτικής ικανότητας είναι υψηλές για όλα τα κρασιά με ρόδι, από 83,12% ως 84,6%. Για τα αντίστοιχα κρασιά-μάρτυρες είναι μικρότερες (από 77,36% ως 82,62%) και αυτό πιθανόν οφείλεται στις διαφορές στον χρόνο εκχύλισης κατά την περίοδο οινοποίησης.

**Κρασιά από την ποικιλία Ροδίτης 2012, 2014 και 2015:** Στα καινοτόμα κρασιά με ρόδι παρατηρείται εμφανώς αυξημένη ικανότητα δέσμευσης της ελεύθερης

ρίζας DPPH\*, γεγονός που συνεπάγεται και αυξημένη αντιοξειδωτική ικανότητα. Η διαφορά αυτή μεταξύ των κρασιών με ρόδι και ιδίως του κρασιού με 30% και αυτών χωρίς ρόδι, παραμένει σημαντική σε όλη την διάρκεια της αποθήκευσης. Οι τιμές στα κρασιά με 30% ρόδι κατά τον πρώτο χρόνο αποθήκευσης είναι υψηλές (έως και 86,73%) και παρόμοιες με αυτές των αντίστοιχων ερυθρών κρασιών.

**Κρασιά από τις ποικιλίες Μοσχοφίλερο, Ροδίτης:** Παρότι το κρασί-μάρτυρας παρουσιάζει αρχική τιμή αντιοξειδωτικής ικανότητας 57,71%, το ποσοστό της αντιοξειδωτικής ικανότητας των αντίστοιχων κρασιών με ρόδι εμφανίζεται ιδιαίτερα αυξημένο, 75,71% για το 10% ρόδι και 80,64% για το 30% ρόδι. Κατά την εξέλιξη του χρόνου αποθήκευσης είναι εμφανής όχι μόνο η μείωση της αντιοξειδωτικής ικανότητας του κρασιού-μάρτυρα αλλά και του κρασιού με 10% ρόδι, ιδιαίτερα μετά τον πρώτο χρόνο αποθήκευσης. Αντίθετα το κρασί με 30% ρόδι εμφανίζει πολύ μικρή μείωση της αντιοξειδωτικής ικανότητας, από 80,64% σε 74,02%, με την τελική τιμή να είναι διπλάσια της τελικής τιμής του κρασιού-μάρτυρα.

**Κρασιά από την ποικιλία Μοσχάτο Αμβούργου:** Στην αρχή της αποθήκευσης οι τιμές της αντιοξειδωτικής ικανότητας των καινοτόμων κρασιών με ρόδι είναι περίπου διπλάσιες από αυτή του κρασιού-μάρτυρα η οποία εμφανίζεται σχετικά χαμηλή. Μετά από 1 χρόνο αποθήκευσης η τιμή στο κρασί με 30% ρόδι δείχνει αυξημένη (από 82,43% σε 84,06%) και στο κρασί με 10% ρόδι έχει μειωθεί από 83,29% σε 73,09%. Οι τελικές τιμές των δύο καινοτόμων κρασιών παραμένουν μετά από 18 μήνες τουλάχιστον διπλάσιες από αυτή του κρασιού-μάρτυρα.

Θα πρέπει στο σημείο αυτό να τονιστεί ότι η αντιοξειδωτική ικανότητα όλων των καινοτόμων κρασιών – και όχι μόνο αυτών που παρασκευάστηκαν από γλεύκος λευκών ποικιλιών σταφυλιών – είναι αυξημένη σε σχέση με αυτή των κρασιών-μαρτύρων, παρ'ότι τα κρασιά-μάρτυρες από ερυθρές ποικιλίες εμφανίζουν κατά κανόνα υψηλότερες συγκεντρώσεις ολικών φαινολών.

Το γεγονός αυτό χρήζει περαιτέρω μελέτης και μπορεί εκ πρώτης όψεως να αποδοθεί στην αυξημένη περιεκτικότητα του χυμού του ροδιού σε βιταμίνη C, η οποία ως γνωστόν έχει σημαντική αντιοξειδωτική δράση.

#### 4.4. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΑΡΩΜΑΤΙΚΩΝ ΕΝΩΣΕΩΝ

Το αρωματικό δυναμικό των πειραματικών κρασιών της παρούσας διατριβής είναι σημαντικός παράγοντας ο οποίος επηρεάζει την οργανοληπτική αξία τους. Οι αρωματικές ενώσεις που προσδιορίστηκαν ήταν αλκοόλες και εστέρες οι οποίες έχει αποδειχθεί ότι καθορίζουν σε μεγάλο βαθμό το άρωμα των κρασιών.

Αρωματικά συστατικά όπως η 2-φαινυλοαιθανόλη, η οποία δίνει αρωματική εντύπωση "τριαντάφυλλου", "γλυκιά" και "ευχάριστου αρώματος", οι οξικοί εστέρες, που δίνουν αίσθηση "γλυκιά", "φρουτώδη" και "άρωμα μπανάνας", οι αιθυλεστέρες, που δίνουν αρωματική εντύπωση "αρώματος μήλου", "φρουτώδη" και "γλυκιά", θεωρούνται ως συστατικά που συμβάλλουν ιδιαίτερα θετικά στο άρωμα των κρασιών. Αντίθετα, οι ανώτερες αλκοόλες, που προσδίδουν αρωματική εντύπωση "αλκοολική", "γλυκιά" και "δριμεία" και η εξανόλη-1 που περιγράφεται με άρωμα "χορτώδες" και "τραχύ", μπορούν να προκαλέσουν αρνητική εντύπωση στο άρωμα ενός κρασιού όταν βρεθούν σε μεγάλες συγκεντρώσεις. Ειδικότερα οι αμυλικές αλκοόλες, όταν απαντούν σε υψηλές συγκεντρώσεις επηρεάζουν αρνητικά το άρωμα (García-Jares et al. 1995, Bardi et al. 1997, Μακρυνίτσας 2009).

Ένας μεγάλος αριθμός χημικών μεταβολών λαμβάνει χώρα κατά την διάρκεια της αποθήκευσης των κρασιών, οι οποίες μπορούν να επηρεάσουν τις τελικές τους ιδιότητες. Ο σχηματισμός νέων αρωματικών ενώσεων καθώς και οι μεταβολές των συγκεντρώσεων των ήδη υπαρχόντων συστατικών επηρεάζουν την συνολική ποιότητα των κρασιών.

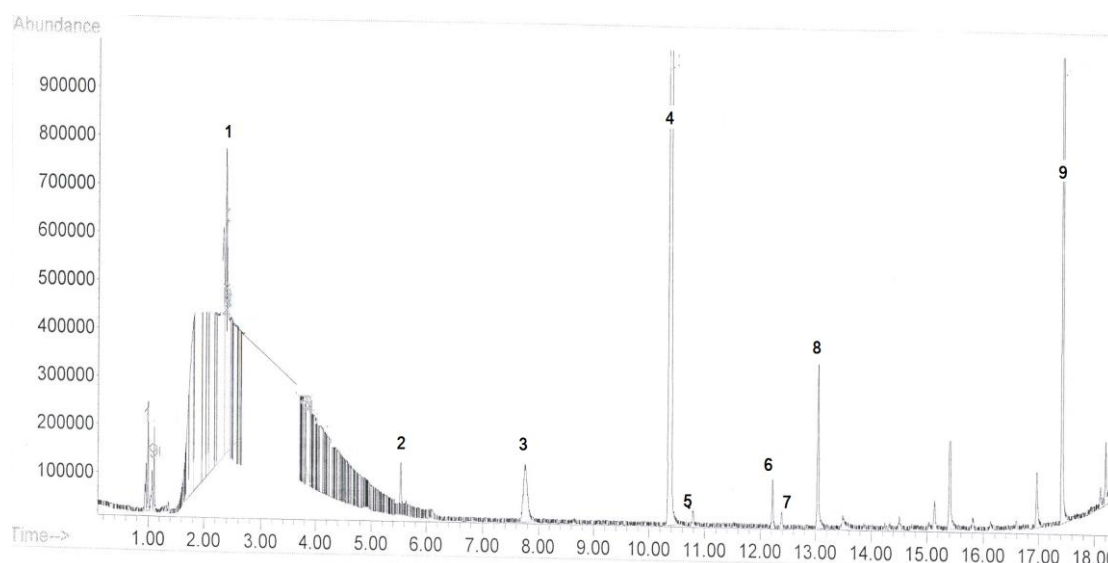
Τέτοιες μεταβολές είναι: (α) η μείωση της ποσότητας των μονοτερπενίων και η χημική τους μεταβολή, (β) ο σχηματισμός νέων ενώσεων που προκύπτουν ως προϊόντα αποικοδόμησης των καροτενοειδών και των υδατανθράκων, (γ) η μείωση της ποσότητας των οξικών εστέρων των αλειφατικών αλκοολών και η αύξηση της περιεκτικότητας σε αιθυλεστέρες των μονο- και δι-καρβοξυλικών οξέων (η εστεροποίηση είναι μία σταθερή-μόνιμη αντίδραση που λαμβάνει χώρα στα κρασιά), (δ) η αύξηση της ποσότητας των αλειφατικών αλδευδών και (ε) σε μερικές περιπτώσεις σχηματισμός ανεπιθύμητων προϊόντων (Gonzalez-Viñas et al. 1996, Demyttenaere et al. 2003, Μακρυνίτσας 2009).

#### 4.4.1. Ταυτοποίηση των αρωματικών ενώσεων

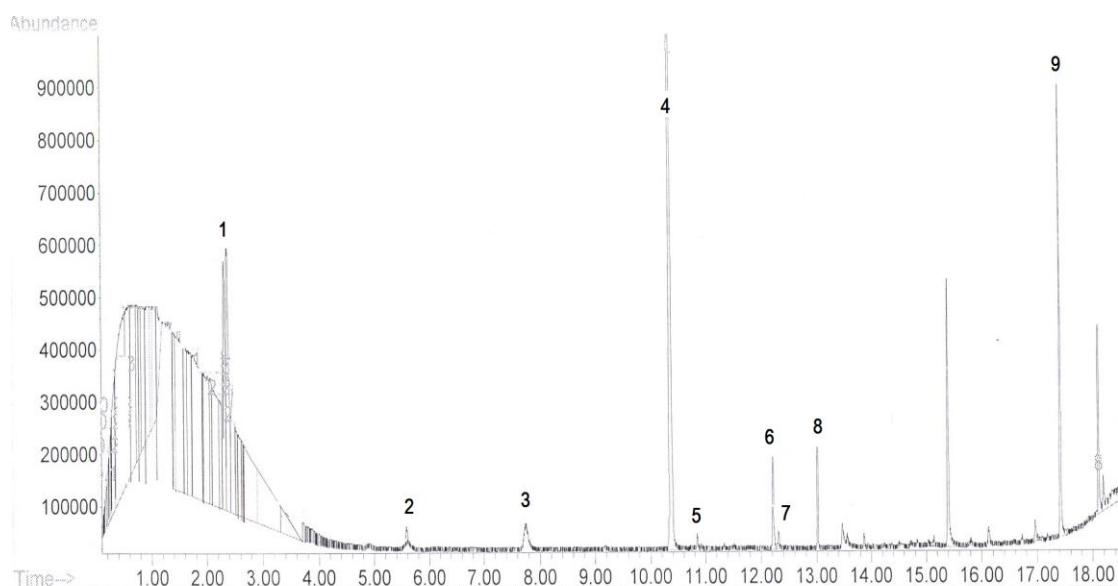
Η ταυτοποίηση των αρωματικών ενώσεων, έγινε με την χρήση συνδυασμού αέριας χρωματογραφίας και φασματομετρίας μάζας (GC/MS) μετά από εκχύλιση των δειγμάτων κρασιού με  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ .

Στα σχήματα 68 ως 72 δίνονται αντιπροσωπευτικά χρωματογραφήματα GC/MS των εκχυλισμάτων από δείγματα των 6 ποικιλιών κρασιών που μελετήθηκαν. Αντίστοιχα αεριοχρωματογραφήματα ελήφθησαν ανά 6 μήνες διατήρησης για όλα τα κρασιά με 10% ρόδι, με 30% ρόδι και τα κρασιά-μάρτυρες τα οποία δεν περιείχαν ρόδι.

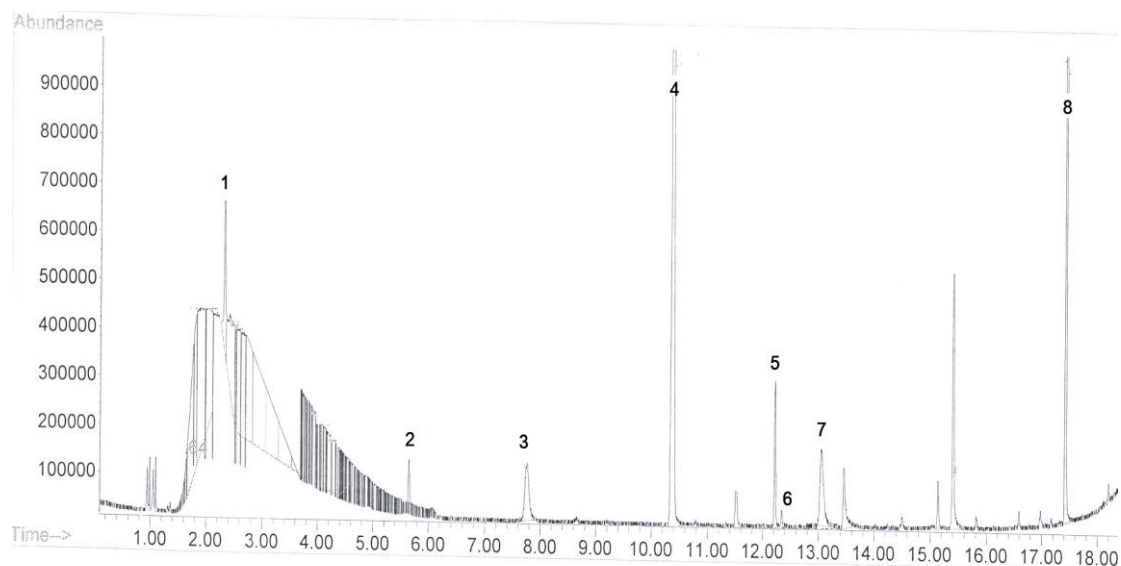
Η ταυτοποίηση των ενώσεων από τα φάσματα μάζας τους έγινε με τη χρήση της βιβλιοθήκης Wiley 275 L του ηλεκτρονικού υπολογιστή σε συνδυασμό με τη σύγκριση των χρόνων κατακράτησής τους με αυτών πρότυπων ενώσεων σε παρόμοιες συνθήκες ανάλυσης.



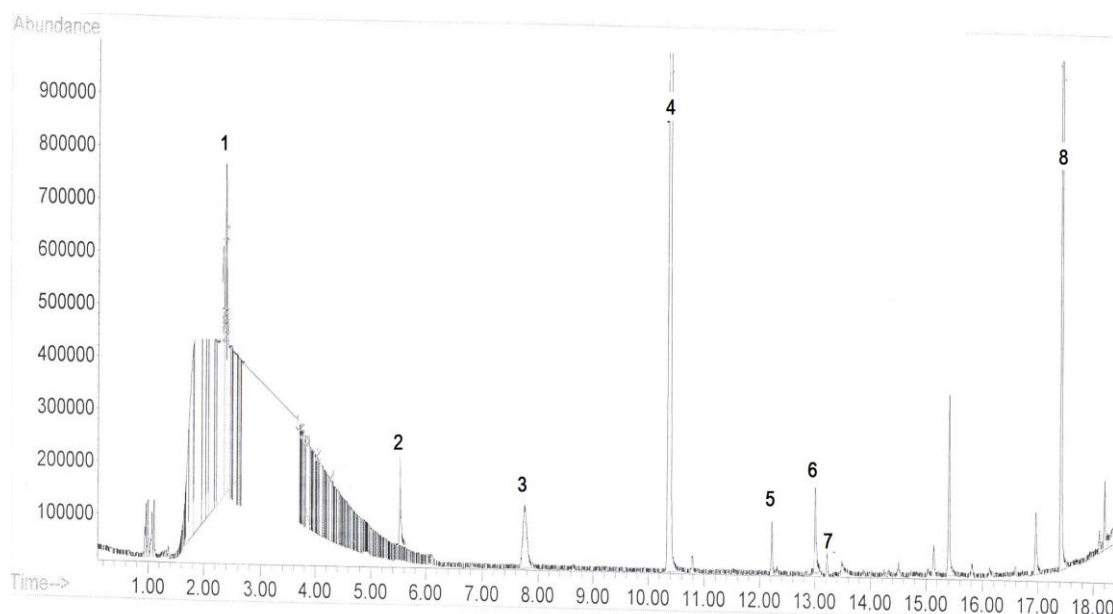
**Σχήμα 68.** Αντιπροσωπευτικό χρωματογράφημα GC/MS του εκχυλίσματος δείγματος κρασιού από γλεύκος ποικιλίας Syrah και 30% χυμό ρόδι μετά από 18 μήνες αποθήκευσης. 1) οξικός αυθυλεστέρας 2) 1-προπανόλη 3) ισοβουτανόλη 4) αμυλικές αλκοόλες 5) εξανοϊκός αυθυλεστέρας 6) γαλακτικός αιθυλεστέρας 7) 1-εξανόλη 8) 2-οκτανόλη 9) 2-φαινυλοαιθανόλη



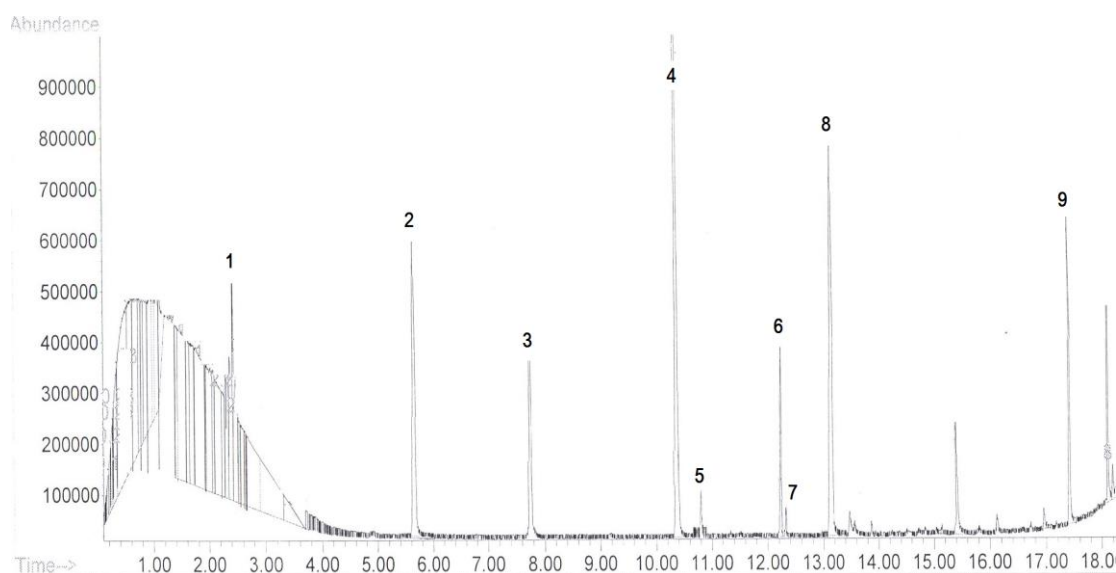
**Σχήμα 69.** Αντιπροσωπευτικό χρωματογράφημα GC/MS του εκχυλίσματος δείγματος κρασιού από γλεύκος ποικιλίας Ροδίτης και 30% χυμό ρόδι μετά από 6 μήνες αποθήκευσης. 1) οξικός αυθυλεστέρας 2) 1-προπανόλη 3) ισοβουτανόλη 4) αμυλικές αλκοόλες 5) εξανοϊκός αυθυλεστέρας 6) γαλακτικός αιθυλεστέρας 7) 1-εξανόλη 8) 2-οκτανόλη 9) 2-φαινυλοαιθανόλη



**Σχήμα 70.** Αντιπροσωπευτικό χρωματογράφημα GC/MS του εκχυλίσματος δείγματος κρασιού από γλεύκος ποικιλιών Cabernet, Merlot και 30% χυμό ρόδι μετά από 2 χρόνια αποθήκευσης. 1) οξικός αυθυλεστέρας 2) 1-προπανόλη 3) ισοβουτανόλη 4) αμυλικές αλκοόλες 5) γαλακτικός αιθυλεστέρας 6) 1-εξανόλη 7) 2-οκτανόλη 8) 2-φαινυλοαιθανόλη



**Σχήμα 71.** Αντιπροσωπευτικό χρωματογράφημα GC/MS του εκχυλίσματος δείγματος κρασιού από γλεύκος ποικιλιών Μοσχοφίλερο, Ροδίτης και 10% χυμό ρόδι μετά από 1 χρόνο αποθήκευσης. 1) οξικός αυθυλεστέρας 2) 1-προπανόλη 3) ισοβουτανόλη 4) αμυλικές αλκοόλες 5) γαλακτικός αιθυλεστέρας 6) 2-οκτανόλη 7) οκτανοϊκός αιθυλεστέρας 8) 2-φαινυλοαιθανόλη



**Σχήμα 72.** Αντιπροσωπευτικό χρωματογράφημα GC/MS του εκχυλίσματος δείγματος κρασιού από γλεύκος ποικιλίας Μοσχάτο Αμβούργου και 30% χυμό ρόδι μετά από 1 χρόνο αποθήκευσης. 1) οξικός αυθυλεστέρας 2) 1-προπανόλη 3) ισοβουτανόλη 4) αμυλικές αλκοόλες 5) εξανοϊκός αιθυλεστέρας 6) γαλακτικός αιθυλεστέρας 7) 1-εξανόλη 8) 2-οκτανόλη 9) 2-φαινυλοαιθανόλη

Εκτός από την ταυτοποίηση των εννέα κυριότερων πτητικών συστατικών των κρασιών που προσδιορίστηκαν και ποσοτικά, η ανάλυση GC/MS οδήγησε στην ανίχνευση και την ταυτοποίηση και άλλων πτητικών συστατικών τα περισσότερα των οποίων συμμετέχουν στη διαμόρφωση του αρώματος του κρασιού.

Οι ενώσεις οι οποίες ταυτοποιήθηκαν συνολικά ήταν οι εξής: *ακεταλδεΐδη, οξικός αιθυλεστέρας, 1-προπανόλη, ισοβουτανόλη, ισοαμυλικός αιθυλεστέρας, αμυλικές αλκοόλες, εξανοϊκός αιθυλεστέρας, 1-πεντανόλη, 3-υδροξυβουτανόνη ή ακετοΐνη, γαλακτικός αιθυλεστέρας, 1-εξανόλη, οκτανοϊκός αιθυλεστέρας, φουρφουράλη, 2-μεθυλο προπανικό οξύ, 3-μεθυλο βουτανικό οξύ, 3-μεθυλο-1-βουτανόλη, βουτανοδικός αιθυλεστέρας, οξικό οξύ, L-λιναλόλη, οκτανόλη-2 (I.S), 2,3-βουτανεδιόλη, βουτανοϊκό οξύ, γ-βουτυρολακτόνη, βουτανοδιοϊκό οξύ, 2-μεθυλοθιολπροπανόλη ή μεθιονόλη, 4-υδροξυβουτανοϊκός αιθυλεστέρας, εξανοϊκό οξύ, 2-φαινυλοαιθανόλη, βενζυλική αλκοόλη, οκτανοϊκό οξύ,*

#### **4.4.2. Ποσοτικός προσδιορισμός των αρωματικών ενώσεων**

Την ταυτοποίηση των πτητικών ενώσεων ακολούθησε ποσοτικός προσδιορισμός των εννέα αρωματικών ενώσεων, οξικός αιθυλεστέρας, 1-προπανόλη, ισοβουτανόλη, αμυλικές αλκοόλες, εξανοϊκός αιθυλεστέρας, γαλακτικός αιθυλεστέρας, 1-εξανόλη, οκτανοϊκός αιθυλεστέρας και 2-φαινυλοαιθανόλη, με αναλύσεις ανά 6 μήνες, με την βοήθεια των πρότυπων καμπυλών οι οποίες κατασκευάστηκαν στα κρασιά από τις ποικιλίες γλεύκους: α) Syrah οινοποίησης 2011 β) Cabernet, Merlot οινοποιήσεων 2013 και 2015, β) Μοσχοφίλερο, Ροδίτης οινοποίησης 2013, γ) Ροδίτης οινοποιήσεων 2012, 2014 και 2015 και δ) Μοσχάτο Αμβούργου οινοποίησης 2015. Όλα τα προαναφερθέντα κρασιά περιείχαν χυμό ροδιού σε αναλογίες 10% και 30%, ενώ ταυτόχρονα μετρήθηκαν οι ίδιες ενώσεις και στα κρασιά που παρασκευάστηκαν μόνο από γλεύκος και χρησιμοποιήθηκαν ως μάρτυρες.

Στους Πίνακες 53 ως 60 δίνονται οι συγκεντρώσεις των αρωματικών ενώσεων που μελετήθηκαν στην παρούσα διατριβή καθώς και οι μεταβολές τους σε συνάρτηση με τον χρόνο αποθήκευσής τους.

**Πίνακας 53:** Μεταβολή της συγκέντρωσης (mg/l) πτητικών ενώσεων σε κρασιά από γλεύκος της ποικιλίας Syrah και χυμό ροδιού, οινοποίησης 2011 σε σχέση με τον χρόνο αποθήκευσης.

| Syrah και χυμός ρόδι, οινοποίηση 2011 |        |                      |                 |                   |                      |                        |                       |               |                      |                     |
|---------------------------------------|--------|----------------------|-----------------|-------------------|----------------------|------------------------|-----------------------|---------------|----------------------|---------------------|
| Χρόνος<br>(μήνες)                     | % ρόδι | Οξικός<br>αιθ/στερας | 1-<br>προπανόλη | Ισοβουτα-<br>Nόλη | Αμυλικές<br>αλκοόλες | Εξανικός<br>αιθ/στερας | Γαλακτ.<br>αιθστε/ρας | 1-<br>εξανόλη | Οκταν.<br>αιθ/στερας | 2-φαιν.<br>αιθανόλη |
| 0                                     | 10%    | 13,98<br>±0,37       | 13,64<br>±1,26  | 30,35<br>±2,05    | 121,92<br>±3,22      | n.d.                   | 21,42<br>±1,12        | 1,31<br>±0,05 | n.d.                 | 141,50<br>±2,16     |
|                                       | 30%    | 11,65<br>±0,44       | 13,01<br>±1,27  | 28,28<br>±1,13    | 103,55<br>±2,23      | n.d.                   | 17,77<br>±0,44        | 0,78<br>±0,08 | n.d.                 | 128,00<br>±1,16     |
|                                       | 0%     | 14,66<br>±0,89       | 15,12<br>±0,65  | 34,50<br>±0,71    | 144,50<br>±1,55      | n.d.                   | 25,55<br>±0,88        | 1,55<br>±0,04 | n.d.                 | 169,55<br>±3,44     |
| 6                                     | 10%    | 16,17<br>±0,63       | 16,18<br>±0,62  | 34,61<br>±1,55    | 141,34<br>±2,55      | n.d.                   | 19,59<br>±1,42        | 1,78<br>±0,12 | n.d.                 | 130,66<br>±0,94     |
|                                       | 30%    | 15,06<br>±0,43       | 13,72<br>±0,59  | 29,67<br>±0,94    | 116,88<br>±1,41      | n.d.                   | 19,35<br>±1,55        | n.d.          | n.d.                 | 111,19<br>±2,72     |
|                                       | 0%     | 16,43<br>±0,47       | 15,40<br>±1,19  | 36,61<br>±1,18    | 167,55<br>±4,94      | n.d.                   | 26,88<br>±2,06        | 2,26<br>±0,06 | n.d.                 | 158,00<br>±1,69     |
| 12                                    | 10%    | 20,75<br>±1,28       | 17,95<br>±1,00  | 38,38<br>±1,42    | 137,62<br>±0,78      | n.d.                   | 24,54<br>±2,04        | 1,98<br>±0,13 | n.d.                 | 126,41<br>±1,84     |
|                                       | 30%    | 17,24<br>±0,46       | 14,46<br>±0,48  | 33,59<br>±1,62    | 135,15<br>±5,05      | n.d.                   | 23,67<br>±2,05        | n.d.          | n.d.                 | 120,80<br>±1,65     |
|                                       | 0%     | 22,97<br>±0,95       | 19,20<br>±1,08  | 40,62<br>±1,06    | 159,06<br>±2,01      | n.d.                   | 30,65<br>±1,16        | 2,55<br>±0,12 | n.d.                 | 141,28<br>±3,63     |
| 18                                    | 10%    | 25,15<br>±1,07       | 18,04<br>±1,31  | 39,35<br>±2,48    | 156,00<br>±0,58      | 0,88<br>±0,04          | 27,58<br>±1,51        | 1,65<br>±0,08 | n.d.                 | 146,77<br>±1,35     |
|                                       | 30%    | 18,90<br>±0,58       | 13,89<br>±1,00  | 36,74<br>±3,23    | 126,65<br>±6,03      | 1,24<br>±0,08          | 24,51<br>±2,02        | 1,27<br>±0,08 | n.d.                 | 109,51<br>±0,98     |
|                                       | 0%     | 23,81<br>±2,94       | 23,18<br>±1,57  | 44,07<br>±1,78    | 180,08<br>±5,75      | n.d.                   | 34,54<br>±2,45        | 2,15<br>±0,20 | n.d.                 | 140,07<br>±1,60     |
| 24                                    | 10%    | 34,11<br>±1,38       | 20,64<br>±1,48  | 41,41<br>±0,98    | 176,67<br>±4,06      | n.d.                   | 34,56<br>±3,03        | 1,89<br>±0,07 | n.d.                 | 152,06<br>±1,82     |
|                                       | 30%    | 27,42<br>±1,74       | 13,51<br>±1,49  | 37,75<br>±2,44    | 168,77<br>±3,22      | 1,56<br>±0,12          | 27,70<br>±1,45        | 0,98<br>±0,04 | n.d.                 | 132,6<br>±2,57      |
|                                       | 0%     | 35,32<br>±1,49       | 20,44<br>±1,50  | 48,80<br>±1,18    | 194,24<br>±6,23      | 0,98<br>±0,05          | 41,41<br>±3,03        | 1,88<br>±0,05 | n.d.                 | 152,55<br>±1,21     |
| 30                                    | 10%    | 43,52<br>±2,04       | 21,06<br>±1,33  | 37,84<br>±2,29    | 202,92<br>±4,48      | 1,77<br>±0,14          | 32,71<br>±1,44        | 3,04<br>±0,13 | n.d.                 | 148,35<br>±3,05     |
|                                       | 30%    | 36,10<br>±1,46       | 15,33<br>±1,35  | 40,40<br>±2,66    | 195,56<br>±3,77      | 2,58<br>±0,18          | 25,55<br>±0,77        | n.d.          | n.d.                 | 140,00<br>±2,65     |
|                                       | 0%     | 47,90<br>±1,92       | 24,94<br>±0,90  | 53,36<br>±1,30    | 205,81<br>±2,52      | 1,77<br>±0,21          | 40,50<br>±2,05        | 3,27<br>±0,21 | n.d.                 | 161,71<br>±4,24     |
| 36                                    | 10%    | 45,56<br>±2,12       | 23,62<br>±1,05  | 42,02<br>±0,83    | 194,61<br>±3,68      | 4,24<br>±0,32          | 36,77<br>±0,68        | 2,75<br>±0,17 | n.d.                 | 145,92<br>±0,88     |
|                                       | 30%    | 38,62<br>±1,20       | 19,66<br>±0,79  | 42,72<br>±0,65    | 201,37<br>±2,67      | 6,26<br>±0,44          | 30,67<br>±2,46        | 1,44<br>±0,05 | n.d.                 | 156,77<br>±1,63     |
|                                       | 0%     | 57,31<br>±1,41       | 25,80<br>±1,17  | 59,73<br>±3,67    | 222,60<br>±7,26      | 3,41<br>±0,25          | 43,53<br>±2,05        | 4,34<br>±0,21 | n.d.                 | 167,08<br>±1,44     |

**Πίνακας 54:** Μεταβολή της συγκέντρωσης (mg/l) πτητικών ενώσεων σε κρασιά από γλεύκος της ποικιλίας Ροδίτης και χυμό ροδιού, οινοποίησης 2012 σε σχέση με τον χρόνο αποθήκευσης.

| Ροδίτης και χυμός ρόδι, οινοποίηση 2012 |           |                      |                 |                   |                      |                        |                    |               |                   |                     |
|-----------------------------------------|-----------|----------------------|-----------------|-------------------|----------------------|------------------------|--------------------|---------------|-------------------|---------------------|
| Χρόνος<br>(μήνες)                       | %<br>ρόδι | Οξικός<br>αιθ/στερας | 1-<br>προπανόλη | Ισοβουτα-<br>νόλη | Αμυλικές<br>αλκοόλες | Εξανικός<br>αιθ/στερας | Γαλακτ.<br>αιθ/ρας | 1-<br>εξανόλη | Οκταν.<br>αιθ/ρας | 2-φαιν.<br>αιθανόλη |
| 0                                       | 10%       | 16,26<br>±0,12       | 18,21<br>±0,12  | 20,34<br>±0,31    | 103,52<br>±2,35      | 2,42<br>±0,21          | 14,72<br>±0,21     | 1,67<br>±0,13 | n.d.              | 95,47<br>±3,76      |
|                                         | 30%       | 14,47<br>±0,08       | 20,34<br>±0,15  | 22,53<br>±0,25    | 112,81<br>±2,70      | 4,56<br>±0,23          | 12,09<br>±0,19     | 1,54<br>±0,08 | n.d.              | 87,92<br>±2,28      |
|                                         | 0%        | 17,08<br>±0,16       | 21,44<br>±0,09  | 19,89<br>±0,12    | 106,46<br>±4,02      | 2,59<br>±0,13          | 15,65<br>±0,15     | 1,98<br>±0,14 | n.d.              | 100,43<br>±4,67     |
| 6                                       | 10%       | 17,93<br>±0,13       | 19,89<br>±0,20  | 23,53<br>±0,31    | 106,84<br>±2,56      | 1,87<br>±0,12          | 16,03<br>±0,15     | 2,05<br>±0,20 | n.d.              | 99,61<br>±2,27      |
|                                         | 30%       | 16,67<br>±0,17       | 22,55<br>±0,10  | 23,68<br>±0,24    | 120,45<br>±3,24      | 3,67<br>±0,16          | 15,55<br>±0,21     | 1,77<br>±0,11 | n.d.              | 85,38<br>±3,08      |
|                                         | 0%        | 20,54<br>±1,08       | 23,51<br>±0,16  | 21,56<br>±0,32    | 110,53<br>±2,42      | 1,77<br>±0,09          | 14,88<br>±0,23     | 2,14<br>±0,16 | n.d.              | 104,80<br>±5,28     |
| 12                                      | 10%       | 16,81<br>±0,18       | 22,63<br>±0,14  | 25,67<br>±0,16    | 117,46<br>±4,74      | 1,66<br>±0,09          | 14,78<br>±0,11     | 1,78<br>±0,15 | n.d.              | 92,06<br>±1,67      |
|                                         | 30%       | 18,05<br>±0,26       | 24,60<br>±0,22  | 26,91<br>±0,30    | 124,50<br>±2,58      | 4,07<br>±0,18          | 17,53<br>±0,34     | 1,56<br>±0,09 | n.d.              | 80,22<br>±2,55      |
|                                         | 0%        | 23,08<br>±0,19       | 26,92<br>±0,15  | 24,61<br>±0,10    | 120,04<br>±2,40      | 2,02<br>±0,15          | 16,42<br>±0,15     | 2,44<br>±0,20 | n.d.              | 94,47<br>±1,65      |
| 18                                      | 10%       | 19,56<br>±0,19       | 23,89<br>±0,14  | 28,28<br>±0,07    | 120,00<br>±3,03      | 1,94<br>±0,13          | 15,78<br>±0,24     | 1,60<br>±0,11 | n.d.              | 85,49<br>±5,05      |
|                                         | 30%       | 21,80<br>±0,17       | 23,73<br>±0,16  | 30,22<br>±0,27    | 140,82<br>±6,07      | 5,70<br>±0,47          | 23,72<br>±0,13     | 1,34<br>±0,06 | n.d.              | 74,85<br>±2,50      |
|                                         | 0%        | 26,55<br>±0,27       | 26,48<br>±0,14  | 25,63<br>±0,35    | 132,91<br>±4,04      | 2,54<br>±0,28          | 14,66<br>±0,11     | 1,68<br>±0,09 | n.d.              | 86,05<br>±2,40      |
| 24                                      | 10%       | 23,71<br>±0,15       | 25,70<br>±0,12  | 32,62<br>±0,22    | 132,67<br>±6,08      | 2,43<br>±0,11          | 19,05<br>±0,23     | 1,35<br>±0,09 | n.d.              | 80,04<br>±4,08      |
|                                         | 30%       | 20,56<br>±0,34       | 24,67<br>±0,13  | 34,61<br>±0,29    | 138,60<br>±3,88      | 5,92<br>±0,32          | 24,27<br>±0,23     | 1,20<br>±0,15 | n.d.              | 77,64<br>±5,65      |
|                                         | 0%        | 30,82<br>±0,30       | 28,54<br>±0,31  | 30,59<br>±0,35    | 125,48<br>±4,63      | 3,12<br>±0,12          | 16,26<br>±0,22     | 1,45<br>±0,09 | n.d.              | 78,82<br>±2,50      |
| 30                                      | 10%       | 25,02<br>±0,10       | 23,67<br>±0,09  | 35,56<br>±0,14    | 145,29<br>±4,25      | 3,60<br>±0,25          | 27,72<br>±0,31     | 1,14<br>±0,09 | n.d.              | 74,59<br>±2,92      |
|                                         | 30%       | 25,51<br>±0,14       | 26,46<br>±0,25  | 39,19<br>±0,33    | 157,75<br>±3,66      | 6,54<br>±0,27          | 30,51<br>±0,32     | 0,88<br>±0,07 | n.d.              | 73,45<br>±2,77      |
|                                         | 0%        | 36,64<br>±1,28       | 27,79<br>±0,13  | 35,72<br>±0,43    | 139,54               | 3,78<br>±0,25          | 25,31<br>±0,28     | 1,34<br>±0,07 | n.d.              | 70,62<br>±2,34      |
| 36                                      | 10%       | 31,77<br>±0,31       | 25,82<br>±0,17  | 42,67<br>±0,32    | 136,83<br>±5,50      | 2,56<br>±0,18          | 37,75<br>±0,41     | 0,98<br>±0,07 | n.d.              | 67,80<br>±3,61      |
|                                         | 30%       | 27,70<br>±1,33       | 27,08<br>±0,21  | 46,89<br>±0,41    | 155,45<br>±7,20      | 6,02<br>±0,32          | 48,31<br>±0,23     | 0,74<br>±0,07 | n.d.              | 70,33<br>±2,35      |
|                                         | 0%        | 43,65<br>±3,26       | 26,72<br>±0,16  | 44,54<br>±0,34    | 136,00<br>±6,56      | 2,34<br>±0,35          | 29,82<br>±0,30     | 1,20<br>±0,05 | n.d.              | 65,52<br>±4,55      |

**Πίνακας 55:** Μεταβολή της συγκέντρωσης (mg/l) πτητικών ενώσεων σε κρασιά από γλεύκος των ποικιλιών Cabernet sauvignon, Merlot και χυμό ροδιού, οινοποίησης 2013 σε σχέση με τον χρόνο αποθήκευσης.

| Cabernet, Merlot και χυμός ρόδι, οινοποίηση 2013 |           |                   |                 |                   |                      |                     |                       |               |                   |                     |
|--------------------------------------------------|-----------|-------------------|-----------------|-------------------|----------------------|---------------------|-----------------------|---------------|-------------------|---------------------|
| Χρόνος<br>(μήνες)                                | %<br>ρόδι | Οξικός<br>αιθ/ρας | 1-<br>προπανόλη | Ισοβουτα-<br>νόλη | Αμυλικές<br>αλκοόλες | Εξανικός<br>αιθ/ρας | Γαλακτ.<br>αιθστε/ρας | 1-εξανόλη     | Οκταν.<br>αιθ/ρας | 2-φαιν.<br>αιθανόλη |
| 0                                                | 10%       | 21,17<br>±1,05    | 20,04<br>±0,30  | 39,38<br>±0,28    | 149,71<br>±0,92      | n.d.                | 48,44<br>±0,75        | 0,67<br>±0,02 | n.d.              | 119,19<br>±1,79     |
|                                                  | 30%       | 18,21<br>±0,85    | 14,19<br>±0,22  | 35,29<br>±0,17    | 131,22<br>±1,85      | n.d.                | 33,62<br>±0,67        | 0,51<br>±0,02 | n.d.              | 106,90<br>±1,96     |
|                                                  | 0%        | 30,80<br>±0,65    | 22,34<br>±0,23  | 41,67<br>±0,26    | 168,59<br>±1,45      | n.d.                | 45,37<br>±0,62        | 0,86<br>±0,04 | n.d.              | 112,84<br>±2,38     |
| 6                                                | 10%       | 24,38<br>±0,78    | 22,04<br>±0,24  | 42,22<br>±0,30    | 155,28<br>±2,22      | n.d.                | 51,90<br>±0,88        | 0,83<br>±0,04 | n.d.              | 130,67<br>±2,43     |
|                                                  | 30%       | 18,41<br>±0,66    | 15,00<br>±0,12  | 37,36<br>±0,23    | 136,26<br>±2,77      | n.d.                | 39,38<br>±0,45        | 0,59<br>±0,10 | n.d.              | 120,51<br>±2,53     |
|                                                  | 0%        | 32,70<br>±1,23    | 20,33<br>±0,42  | 40,55<br>±0,45    | 176,08<br>±4,12      | n.d.                | 50,56<br>±1,50        | 0,94<br>±0,08 | n.d.              | 137,72<br>±3,38     |
| 12                                               | 10%       | 28,22<br>±0,95    | 21,38<br>±0,20  | 42,48<br>±0,36    | 172,91<br>±1,68      | 1,21<br>±0,05       | 55,40<br>±0,67        | 0,84<br>±0,07 | n.d.              | 144,07<br>±1,43     |
|                                                  | 30%       | 27,70<br>±0,55    | 16,02<br>±0,14  | 38,23<br>±0,17    | 141,05<br>±1,95      | n.d.                | 40,58<br>±0,51        | 0,64<br>±0,14 | n.d.              | 127,09<br>±2,35     |
|                                                  | 0%        | 37,45<br>±1,14    | 21,72<br>±0,22  | 45,65<br>±0,66    | 183,45<br>±3,35      | n.d.                | 60,80<br>±178,00      | 0,80<br>±0,05 | n.d.              | 157,30<br>±2,66     |
| 18                                               | 10%       | 32,35<br>±1,13    | 22,33<br>±0,33  | 46,83<br>±0,31    | 168,22<br>±2,41      | 1,66<br>±0,06       | 62,00<br>±0,78        | 0,95<br>±0,08 | n.d.              | 120,18<br>±1,29     |
|                                                  | 30%       | 29,50<br>±0,74    | 17,52<br>±0,09  | 40,54<br>±0,22    | 147,30<br>±1,78      | n.d.                | 46,30<br>±0,48        | 0,76<br>±0,15 | n.d.              | 140,17<br>±3,04     |
|                                                  | 0%        | 41,40<br>±0,88    | 24,55<br>±0,29  | 47,35<br>±0,40    | 180,36<br>±2,06      | n.d.                | 56,39<br>±0,55        | 1,23<br>±0,03 | n.d.              | 119,39<br>±3,05     |
| 24                                               | 10%       | 40,43<br>±1,03    | 22,80<br>±0,25  | 60,56<br>±0,42    | 215,86<br>±1,95      | 2,02<br>±0,13       | 72,54<br>±1,03        | 1,20<br>±0,11 | n.d.              | 96,58<br>±2,77      |
|                                                  | 30%       | 41,97<br>±1,32    | 18,43<br>±0,17  | 41,52<br>±0,26    | 177,35<br>±2,74      | 1,17<br>±0,04       | 58,26<br>±0,81        | 0,83<br>±0,12 | n.d.              | 148,83<br>±4,24     |
|                                                  | 0%        | 47,55<br>±0,88    | 26,06<br>±0,35  | 56,74<br>±0,48    | 205,66<br>±5,60      | 1,43<br>±0,06       | 68,38<br>±1,34        | 1,07<br>±0,08 | n.d.              | 130,82<br>±2,80     |
| 30                                               | 10%       | 53,47<br>±0,89    | 23,06<br>±0,14  | 66,69<br>±0,22    | 256,39<br>±4,14      | 2,65<br>±0,21       | 88,82<br>±0,75        | 1,95<br>±0,02 | n.d.              | 145,31<br>±3,76     |
|                                                  | 30%       | 63,08<br>±1,22    | 18,22<br>±0,11  | 45,86<br>±0,11    | 229,48<br>±3,34      | 2,74<br>±0,15       | 72,74<br>±0,77        | 0,95<br>±0,05 | n.d.              | 134,92<br>±5,28     |
|                                                  | 0%        | 56,52<br>±2,04    | 25,27<br>±0,18  | 70,70<br>±0,96    | 216,05<br>±6,72      | 1,88<br>±0,10       | 79,65<br>±3,42        | 1,45<br>±0,10 | n.d.              | 137,66<br>±3,35     |
| 36                                               | 10%       | 70,16<br>±1,57    | 23,60<br>±0,18  | 73,15<br>±0,17    | 274,90<br>±5,84      | 2,91<br>±0,23       | 61,35<br>±0,66        | 1,34<br>±0,12 | n.d.              | 139,11<br>±3,26     |
|                                                  | 30%       | 87,01<br>±0,97    | 18,94<br>±0,12  | 55,39<br>±0,20    | 245,94<br>±7,36      | 4,38<br>±0,27       | 78,40<br>±0,44        | 1,10<br>0,05  | n.d.              | 133,80<br>±2,48     |
|                                                  | 0%        | 76,33<br>±1,92    | 27,18<br>±0,33  | 70,18<br>±0,29    | 223,56<br>±4,25      | n.d.                | 76,03<br>±0,71        | 1,01<br>±0,04 | n.d.              | 120,94<br>±1,88     |

**Πίνακας 56:** Μεταβολή της συγκέντρωσης (mg/l) πτητικών ενώσεων σε κρασιά από γλεύκος των ποικιλιών Μοσχοφίλερο, Ροδίτης και χυμό ροδιού, οινοποίησης 2013 σε σχέση με τον χρόνο αποθήκευσης.

| <b>Μοσχοφίλερο, Ροδίτης και χυμός ρόδι, οινοποίηση 2013</b> |           |                   |                 |                   |                      |                     |                    |               |                   |                     |
|-------------------------------------------------------------|-----------|-------------------|-----------------|-------------------|----------------------|---------------------|--------------------|---------------|-------------------|---------------------|
| Χρόνος<br>(μήνες)                                           | %<br>ρόδι | Οξικός<br>αιθ/ρας | 1-<br>προπανόλη | Ισοβουτα-<br>νόλη | Αμυλικές<br>αλκοόλες | Εξανικός<br>αιθ/ρας | Γαλακτ.<br>αιθ/ρας | 1-<br>εξανόλη | Οκταν.<br>αιθ/ρας | 2-φαιν.<br>αιθανόλη |
| 0                                                           | 10%       | 25,77<br>±0,34    | 17,98<br>±0,12  | 18,17<br>±0,12    | 109,46<br>±4,56      | n.d.                | 6,08<br>±0,12      | n.d.          | n.d.              | 61,97<br>±0,77      |
|                                                             | 30%       | 16,79<br>±0,14    | 19,75<br>±0,15  | 18,18<br>±0,08    | 94,94<br>±2,76       | n.d.                | 2,73<br>±0,04      | n.d.          | n.d.              | 52,89<br>±0,56      |
|                                                             | 0%        | 15,22<br>±0,12    | 15,79<br>±0,10  | 17,84<br>±0,15    | 118,91<br>±1,44      | n.d.                | 7,62<br>±0,13      | n.d.          | n.d.              | 70,16<br>±0,55      |
| 6                                                           | 10%       | 24,49<br>±0,22    | 18,80<br>±0,14  | 19,54<br>±0,16    | 119,46<br>±1,14      | n.d.                | 7,88<br>±0,11      | n.d.          | n.d.              | 73,29<br>±0,80      |
|                                                             | 30%       | 14,83<br>±0,18    | 19,39<br>±0,09  | 18,98<br>±0,12    | 106,93<br>±2,88      | n.d.                | 4,97<br>±0,07      | n.d.          | 3,96<br>±0,30     | 55,31<br>±0,56      |
|                                                             | 0%        | 17,72<br>±0,35    | 14,66<br>±0,35  | 20,50<br>±0,21    | 131,69<br>±2,08      | n.d.                | 8,36<br>±0,21      | n.d.          | n.d.              | 80,44<br>±0,33      |
| 12                                                          | 10%       | 22,07<br>±0,31    | 18,23<br>±0,06  | 20,59<br>±0,14    | 147,59<br>±3,30      | n.d.                | 10,23<br>±0,20     | n.d.          | 3,22<br>±0,21     | 67,22<br>±0,41      |
|                                                             | 30%       | 17,48<br>±0,26    | 20,53<br>±0,20  | 20,22<br>±0,20    | 125,50<br>±2,77      | n.d.                | 7,05<br>±0,11      | n.d.          | 4,75<br>±0,32     | 65,04<br>±0,27      |
|                                                             | 0%        | 23,60<br>±0,40    | 17,70<br>±0,35  | 23,56<br>±0,24    | 156,55<br>±2,26      | n.d.                | 10,65<br>±0,15     | n.d.          | 2,35<br>±0,18     | 76,68<br>±1,15      |
| 18                                                          | 10%       | 31,42<br>±0,54    | 18,89<br>±0,12  | 24,18<br>±0,11    | 160,25<br>±2,87      | n.d.                | 13,58<br>±0,17     | n.d.          | 4,56<br>±0,26     | 73,81<br>±0,66      |
|                                                             | 30%       | 25,55<br>±0,43    | 20,26<br>±0,11  | 22,07<br>±0,08    | 151,16<br>±4,67      | n.d.                | 9,53<br>±0,14      | n.d.          | 6,69<br>±0,41     | 73,26<br>±0,59      |
|                                                             | 0%        | 29,08<br>±0,23    | 16,89<br>±0,08  | 22,22<br>±0,11    | 177,30<br>±2,05      | n.d.                | 9,32<br>±0,10      | n.d.          | 2,02<br>±0,09     | 79,75<br>±0,45      |
| 24                                                          | 10%       | 46,23<br>±0,59    | 19,84<br>±0,12  | 28,91<br>±0,22    | 169,49<br>±5,24      | 1,92<br>±0,13       | 15,37<br>±0,23     | n.d.          | 3,87<br>±0,18     | 82,30<br>±1,22      |
|                                                             | 30%       | 37,92<br>±0,25    | 20,98<br>±0,10  | 24,31<br>±0,20    | 166,36<br>±4,20      | 1,19<br>±0,05       | 14,19<br>±0,22     | n.d.          | 8,21<br>±0,55     | 83,10<br>±1,51      |
|                                                             | 0%        | 36,56<br>±0,62    | 18,05<br>±0,24  | 27,57<br>±0,12    | 189,50<br>±5,05      | 2,32<br>±0,15       | 17,92<br>±0,16     | n.d.          | 3,55<br>±0,13     | 75,60<br>±2,11      |
| 30                                                          | 10%       | 54,81<br>±0,49    | 20,01<br>±0,14  | 28,89<br>±0,24    | 232,07<br>±3,31      | 1,78<br>±0,16       | 26,26<br>±0,27     | n.d.          | 6,09<br>±0,48     | 85,27<br>±1,44      |
|                                                             | 30%       | 45,60<br>±0,22    | 22,05<br>±0,22  | 26,96<br>±0,30    | 199,62<br>±6,55      | 2,12<br>±0,22       | 26,52<br>±0,18     | n.d.          | 9,07<br>±0,78     | 85,96<br>±0,77      |
|                                                             | 0%        | 50,60<br>±1,20    | 17,45<br>±0,15  | 31,34<br>±0,17    | 206,30<br>±4,66      | 2,48<br>±0,31       | 24,66<br>±0,25     | n.d.          | 5,05<br>±0,43     | 80,02<br>±2,34      |
| 36                                                          | 10%       | 65,97<br>±0,37    | 21,22<br>±0,10  | 32,92<br>±0,16    | 276,80<br>±7,30      | 2,91<br>±0,20       | 27,12<br>±0,33     | n.d.          | 5,40<br>±0,28     | 83,48<br>±0,42      |
|                                                             | 30%       | 54,53<br>±0,44    | 24,40<br>±0,16  | 33,91<br>±0,23    | 229,18<br>±7,46      | 5,78<br>±0,41       | 34,39<br>±0,41     | n.d.          | 8,66<br>±0,66     | 78,36<br>±1,37      |
|                                                             | 0%        | 44,75<br>±0,47    | 17,01<br>±0,13  | 26,05<br>±0,20    | 264,82<br>±3,60      | n.d.                | 24,34<br>±0,15     | n.d.          | 3,92<br>±0,16     | 81,51<br>±1,44      |

**Πίνακας 57:** Μεταβολή της συγκέντρωσης (mg/l) πτητικών ενώσεων σε κρασιά από γλεύκος της ποικιλίας Ροδίτης και χυμό ροδιού, οινοποίησης 2014 σε σχέση με τον χρόνο αποθήκευσης.

| Ροδίτης και χυμός ρόδι, οινοποίηση 2014 |        |                |                |                |                   |                  |                 |               |                |                  |
|-----------------------------------------|--------|----------------|----------------|----------------|-------------------|------------------|-----------------|---------------|----------------|------------------|
| Χρόνος (μήνες)                          | % ρόδι | Οξικός αιθ/ρας | 1-προπανόλη    | Ισοβουτανόλη   | Αμυλικές αλκοόλες | Εξανικός αιθ/ρας | Γαλακτ. αιθ/ρας | 1-εξανόλη     | Οκταν. αιθ/ρας | 2-φαιν. αιθανόλη |
| 0                                       | 10%    | 6,72<br>±0,12  | 23,59<br>±0,20 | 16,96<br>±0,14 | 73,41<br>±2,36    | 1,65<br>±0,12    | 9,14<br>±0,06   | 1,21<br>±0,05 | n.d.           | 62,29<br>±1,56   |
|                                         | 30%    | 7,52<br>±0,15  | 24,18<br>±0,13 | 25,42<br>±0,10 | 79,78<br>±4,02    | 3,61<br>±0,42    | 8,85<br>±0,09   | 2,09<br>±0,10 | n.d.           | 71,18<br>±1,15   |
|                                         | 0%     | 6,68<br>±0,09  | 25,64<br>±0,15 | 17,44<br>±0,18 | 76,09<br>±3,50    | 0,88<br>±0,04    | 9,70<br>±0,08   | 1,21<br>±0,07 | n.d.           | 56,99<br>±2,67   |
| 6                                       | 10%    | 7,51<br>±0,23  | 24,57<br>±0,09 | 21,14<br>±0,13 | 92,73<br>±3,67    | 1,29<br>±0,25    | 17,30<br>±0,13  | 1,37<br>±0,12 | n.d.           | 89,05<br>±2,42   |
|                                         | 30%    | 7,10<br>±0,15  | 24,60<br>±0,12 | 28,43<br>±0,20 | 134,53<br>±5,39   | 7,88<br>±0,75    | 12,68<br>±0,10  | 1,69<br>±0,06 | n.d.           | 109,60<br>±1,88  |
|                                         | 0%     | 8,66<br>±0,12  | 27,04<br>±0,15 | 20,55<br>±0,15 | 95,83<br>±2,65    | 2,03<br>±0,12    | 21,51<br>±0,45  | 1,08<br>±0,04 | n.d.           | 77,56<br>±1,33   |
| 12                                      | 10%    | 8,55<br>±0,20  | 24,26<br>±0,07 | 32,15<br>±0,23 | 131,20<br>±6,31   | 1,14<br>±0,38    | 24,54<br>±0,21  | 0,99<br>±0,02 | n.d.           | 83,65<br>±3,45   |
|                                         | 30%    | 8,39<br>±0,09  | 25,56<br>±0,12 | 38,10<br>±0,26 | 176,24<br>±8,65   | 9,52<br>±0,63    | 23,78<br>±0,23  | 1,85<br>±0,08 | n.d.           | 102,38<br>±4,03  |
|                                         | 0%     | 10,43<br>±0,21 | 26,15<br>±0,18 | 30,78<br>±0,16 | 115,94<br>±6,40   | 1,40<br>±0,09    | 27,27<br>±0,36  | 0,78<br>±0,04 | n.d.           | 79,52<br>±2,25   |
| 18                                      | 10%    | 13,58<br>±0,05 | 35,37<br>±0,15 | 44,28<br>±0,22 | 163,01<br>±7,55   | 1,62<br>±0,09    | 26,78<br>±0,18  | 0,66<br>±0,13 | n.d.           | 74,27<br>±3,27   |
|                                         | 30%    | 14,05<br>±0,12 | 24,82<br>±0,16 | 45,49<br>±0,34 | 200,67<br>±9,44   | 4,01<br>±0,39    | 31,70<br>±0,24  | 1,50<br>±0,10 | n.d.           | 103,07<br>±6,16  |
|                                         | 0%     | 13,66<br>±0,18 | 31,26<br>±0,31 | 41,35<br>±0,38 | 146,05<br>±8,05   | 0,96<br>±0,09    | 34,19<br>±0,71  | 0,84<br>±0,05 | n.d.           | 75,34<br>±4,54   |
| 24                                      | 10%    | 17,87<br>±0,24 | 28,80<br>±0,09 | 30,04<br>±0,17 | 179,02<br>±6,77   | 5,95<br>±0,78    | 22,35<br>±0,20  | 0,48<br>±0,06 | n.d.           | 75,87<br>±4,27   |
|                                         | 30%    | 17,35<br>±0,21 | 30,45<br>±0,15 | 54,26<br>±0,25 | 198,80<br>±5,52   | 2,77<br>±0,30    | 36,44<br>±0,31  | 4,02<br>±0,06 | n.d.           | 96,85<br>±6,32   |
|                                         | 0%     | 27,28<br>±0,31 | 26,35<br>±0,12 | 36,13<br>±0,28 | 159,86<br>±4,82   | 2,11<br>±0,12    | 21,01<br>±0,14  | 0,19<br>±0,03 | n.d.           | 76,44<br>±4,55   |

**Πίνακας 58:** Μεταβολή της συγκέντρωσης (mg/l) πτητικών ενώσεων σε κρασιά από γλεύκος της ποικιλίας Μοσχάτο Αμβούργου και χυμό ροδιού, οινοποίησης 2015 σε σχέση με τον χρόνο αποθήκευσης.

| <b>Μοσχάτο Αμβούργου και χυμός ρόδι, οινοποίηση 2015</b> |        |                |                |                |                   |                  |                 |               |                |                  |
|----------------------------------------------------------|--------|----------------|----------------|----------------|-------------------|------------------|-----------------|---------------|----------------|------------------|
| Χρόνος (μήνες)                                           | % ρόδι | Οξικός αιθ/ρας | 1-προπα-νόλη   | Ισοβουτα νόλη  | Αμυλικές αλκοόλες | Εξανικός αιθ/ρας | Γαλακτ. αιθ/ρας | 1-εξανόλη     | Οκταν. αιθ/ρας | 2-φαιν. αιθανόλη |
| 0                                                        | 10%    | 11,50<br>±0,20 | 56,27<br>±0,51 | 43,69<br>±0,42 | 44,51<br>±1,45    | 1,70<br>±0,06    | 5,66<br>±0,05   | 1,83<br>±0,09 | n.d.           | 41,55<br>±1,34   |
|                                                          | 30%    | 18,30<br>±0,12 | 52,40<br>±0,73 | 31,45<br>±2,32 | 59,61<br>±1,95    | 6,18<br>±0,24    | 13,04<br>±0,12  | 0,83<br>±0,13 | n.d.           | 38,61<br>±1,67   |
|                                                          | 0%     | 10,76<br>±0,08 | 74,54<br>±1,25 | 45,46<br>±1,36 | 36,20<br>±2,02    | n.d.             | 4,79<br>±0,04   | 1,87<br>±0,04 | n.d.           | 46,95<br>±1,70   |
| 6                                                        | 10%    | 12,42<br>±0,11 | 68,31<br>±1,25 | 30,11<br>±1,22 | 40,36<br>±2,43    | n.d.             | 5,91<br>±0,06   | 1,73<br>±0,11 | n.d.           | 36,63<br>±0,78   |
|                                                          | 30%    | 18,30<br>±0,08 | 52,28<br>±1,20 | 28,17<br>±0,45 | 47,59<br>±3,22    | 5,15<br>±0,44    | 17,17<br>±0,12  | 0,65<br>±0,06 | n.d.           | 36,48<br>±0,56   |
|                                                          | 0%     | 12,45<br>±0,15 | 78,31<br>±1,45 | 37,71<br>±0,35 | 33,36<br>±2,04    | n.d.             | 3,77<br>±0,14   | 2,26<br>±0,15 | n.d.           | 41,81<br>±0,31   |
| 12                                                       | 10%    | 13,84<br>±0,11 | 59,87<br>±1,17 | 21,53<br>±1,15 | 64,19<br>±2,80    | n.d.             | 4,76<br>±0,07   | 1,51<br>±0,04 | n.d.           | 46,97<br>±0,45   |
|                                                          | 30%    | 23,05<br>±0,14 | 57,05<br>±0,35 | 25,01<br>±0,62 | 75,46<br>±4,22    | 2,34<br>±0,04    | 21,64<br>±0,24  | 0,52<br>±0,02 | n.d.           | 30,40<br>±0,98   |
|                                                          | 0%     | 12,92<br>±0,11 | 65,59<br>±0,55 | 31,03<br>±0,28 | 49,62<br>±2,86    | n.d.             | 2,45<br>±0,15   | 1,88<br>±0,09 | n.d.           | 56,73<br>±2,02   |
| 18                                                       | 10%    | 16,65<br>±0,22 | 78,25<br>±0,72 | 20,13<br>±0,18 | 110,61<br>±8,72   | 0,21<br>±0,06    | 7,77<br>±0,06   | 1,03<br>±0,07 | n.d.           | 52,32<br>±2,04   |
|                                                          | 30%    | 36,84<br>±0,17 | 71,15<br>±1,17 | 17,62<br>±0,52 | 130,00<br>±6,05   | 1,21<br>±0,06    | 14,75<br>±0,09  | 0,31<br>±0,06 | n.d.           | 18,18<br>±0,54   |
|                                                          | 0%     | 14,61<br>±0,10 | 75,79<br>±1,88 | 28,88<br>±0,98 | 81,32<br>±5,14    | n.d.             | 7,02<br>±0,08   | 1,18<br>±0,02 | n.d.           | 49,31<br>±2,02   |

**Πίνακας 59:** Μεταβολή της συγκέντρωσης (mg/l) πτητικών ενώσεων σε κρασιά από γλεύκος της ποικιλίας Ροδίτης και χυμό ροδιού, οινοποίησης 2015 σε σχέση με τον χρόνο αποθήκευσης.

| <b>Ροδίτης και χυμός ρόδι, οινοποίηση 2015</b> |        |                |                |                |                   |                  |                 |               |                |                  |
|------------------------------------------------|--------|----------------|----------------|----------------|-------------------|------------------|-----------------|---------------|----------------|------------------|
| Χρόνος (μήνες)                                 | % ρόδι | Οξικός αιθ/ρας | 1-προπανόλη    | Ισοβουτανόλη   | Αμυλικές αλκοόλες | Εξανικός αιθ/ρας | Γαλακτ. αιθ/ρας | 1-εξανόλη     | Οκταν. αιθ/ρας | 2-φαιν. αιθανόλη |
| 0                                              | 10%    | 21,52<br>±0,23 | 22,18<br>±0,16 | 19,38<br>±0,13 | 194,62<br>±4,60   | n.d.             | 18,50<br>±0,29  | 2,39<br>±0,09 | n.d.           | 108,00<br>±3,55  |
|                                                | 30%    | 17,47<br>±0,13 | 22,89<br>±0,11 | 19,54<br>±0,15 | 174,92<br>±5,66   | n.d.             | 39,19<br>±1,15  | 1,97<br>±0,07 | n.d.           | 71,18<br>±3,28   |
|                                                | 0%     | 22,63<br>±0,18 | 20,56<br>±0,17 | 19,75<br>±0,09 | 198,36<br>±6,04   | n.d.             | 21,48<br>±0,42  | 2,29<br>±0,06 | n.d.           | 92,46<br>±4,76   |
| 6                                              | 10%    | 21,39<br>±0,18 | 32,07<br>±0,09 | 24,75<br>±0,23 | 188,17<br>±6,82   | n.d.             | 35,34<br>±0,43  | 1,38<br>±0,09 | n.d.           | 91,58<br>±4,65   |
|                                                | 30%    | 20,74<br>±0,22 | 24,36<br>±0,12 | 22,79<br>±0,26 | 184,90<br>±5,21   | n.d.             | 40,35<br>±0,37  | 1,54<br>±0,17 | n.d.           | 102,38<br>±3,07  |
|                                                | 0%     | 24,84<br>±0,15 | 23,05<br>±0,07 | 27,72<br>±0,24 | 204,57<br>±7,87   | n.d.             | 28,96<br>±1,31  | 2,45<br>±0,12 | n.d.           | 103,66<br>±2,46  |
| 12                                             | 10%    | 25,79<br>±0,09 | 25,50<br>±0,16 | 29,49<br>±0,16 | 186,79<br>±4,86   | n.d.             | 47,12<br>±0,52  | 1,24<br>±0,10 | n.d.           | 78,65<br>±2,88   |
|                                                | 30%    | 34,06<br>±0,15 | 26,70<br>±0,20 | 27,24<br>±0,86 | 170,76<br>±7,88   | n.d.             | 43,96<br>±0,36  | 1,20<br>±0,05 | n.d.           | 103,07<br>±5,06  |
|                                                | 0%     | 34,78<br>±0,20 | 23,17<br>±0,09 | 28,64<br>±0,21 | 186,35<br>±4,74   | n.d.             | 49,06<br>±0,87  | 1,31<br>±0,09 | n.d.           | 94,51<br>±4,55   |
| 18                                             | 10%    | 29,69<br>±0,29 | 32,76<br>±0,23 | 34,84<br>±0,22 | 196,36<br>±11,06  | n.d.             | 62,87<br>±0,55  | 1,68<br>±0,06 | n.d.           | 90,29<br>±3,67   |
|                                                | 30%    | 46,58<br>±0,51 | 33,20<br>±0,15 | 33,35<br>±0,17 | 177,96<br>±7,80   | n.d.             | 96,73<br>±0,67  | 1,22<br>±0,04 | n.d.           | 96,85<br>±4,35   |
|                                                | 0%     | 36,97<br>±0,31 | 25,78<br>±0,26 | 30,30<br>±2,30 | 191,06<br>±7,20   | n.d.             | 44,04<br>±0,30  | 1,88<br>±0,03 | n.d.           | 83,54<br>±3,35   |

**Πίνακας 60:** Μεταβολή της συγκέντρωσης (mg/l) πτητικών ενώσεων σε κρασιά από γλεύκος των ποικιλιών Cabernet sauvignon, Merlot και χυμό ροδιού, οινοποίησης 2015 σε σχέση με τον χρόνο αποθήκευσης.

| <b>Cabernet, Merlot και χυμός ρόδι, οινοποίηση 2015</b> |        |                |                |                |                   |                  |                 |               |                |                  |
|---------------------------------------------------------|--------|----------------|----------------|----------------|-------------------|------------------|-----------------|---------------|----------------|------------------|
| Χρόνος (μήνες)                                          | % ρόδι | Οξικός αιθ/ρας | 1-προπανόλη    | Ισοβουτανόλη   | Αμυλικές αλκοόλες | Εξανικός αιθ/ρας | Γαλακτ. αιθ/ρας | 1-εξανόλη     | Οκταν. αιθ/ρας | 2-φαιν. αιθανόλη |
| 0                                                       | 10%    | 8,39<br>±0,05  | 10,27<br>±0,09 | 33,04<br>±0,25 | 147,17<br>±5,44   | n.d.             | 4,47<br>±0,08   | 1,06<br>±0,03 | n.d.           | 41,55<br>±2,22   |
|                                                         | 30%    | 7,39<br>±0,08  | 7,02<br>±0,07  | 26,70<br>±0,15 | 105,99<br>±4,66   | n.d.             | 3,83<br>±0,05   | 1,12<br>±0,04 | n.d.           | 38,87<br>±1,90   |
|                                                         | 0%     | 9,20<br>±0,12  | 10,58<br>±0,10 | 34,79<br>±0,25 | 163,90<br>±5,21   | n.d.             | 4,76<br>±0,05   | 0,84<br>±0,05 | n.d.           | 51,79<br>±2,18   |
| 6                                                       | 10%    | 28,04<br>±0,22 | 11,09<br>±0,10 | 33,27<br>±0,37 | 152,87<br>±5,88   | n.d.             | 5,38<br>±0,07   | 0,58<br>±0,08 | n.d.           | 46,97<br>±1,68   |
|                                                         | 30%    | 12,98<br>±0,24 | 8,75<br>±0,12  | 44,21<br>±0,41 | 120,01<br>±6,34   | n.d.             | 3,98<br>±0,05   | 0,79<br>±0,08 | n.d.           | 33,50<br>±0,48   |
|                                                         | 0%     | 23,54<br>±0,16 | 10,41<br>±0,13 | 36,88<br>±0,34 | 170,05<br>±5,15   | n.d.             | 5,60<br>±0,21   | 0,60<br>±0,02 | n.d.           | 49,24<br>±0,50   |
| 12                                                      | 10%    | 36,77<br>±0,44 | 12,38<br>±0,28 | 31,05<br>±0,33 | 162,59<br>±7,72   | n.d.             | 6,28<br>±0,07   | 0,31<br>±0,05 | n.d.           | 58,84<br>±1,61   |
|                                                         | 30%    | 18,03<br>±0,24 | 9,21<br>±0,17  | 31,34<br>±0,17 | 126,9<br>±5,10    | n.d.             | 5,51<br>±0,09   | 0,63<br>±0,11 | n.d.           | 36,31<br>±0,78   |
|                                                         | 0%     | 34,24<br>±1,56 | 13,02<br>±0,09 | 35,71<br>±0,20 | 164,32<br>±6,70   | n.d.             | 7,72<br>±0,31   | 0,41<br>±0,03 | n.d.           | 56,71<br>±2,32   |
| 18                                                      | 10%    | 40,92<br>±0,38 | 12,57<br>±0,15 | 31,13<br>±0,22 | 151,81<br>±6,05   | n.d.             | 11,86<br>±0,13  | 0,44<br>±0,06 | n.d.           | 52,32<br>±2,05   |
|                                                         | 30%    | 30,87<br>±0,16 | 10,01<br>±0,14 | 29,83<br>±0,26 | 124,44<br>±6,33   | n.d.             | 10,31<br>±0,14  | 0,50<br>±0,05 | n.d.           | 31,41<br>±1,55   |
|                                                         | 0%     | 36,30<br>±0,31 | 12,23<br>±0,08 | 33,87<br>±0,23 | 167,72<br>±6,16   | n.d.             | 9,00<br>±0,11   | 0,37<br>±0,04 | n.d.           | 44,12<br>±1,40   |
| 24                                                      | 10%    | 44,68<br>±0,67 | 14,04<br>±0,11 | 28,56<br>±0,15 | 155,45<br>±3,76   | n.d.             | 9,45<br>±0,31   | 0,52<br>±0,02 | n.d.           | 55,25<br>±3,02   |
|                                                         | 30%    | 32,60<br>±0,43 | 8,90<br>±0,13  | 32,55<br>±0,18 | 138,60<br>±2,80   | n.d.             | 10,70<br>±0,15  | 0,58<br>±0,04 | n.d.           | 35,50<br>±2,12   |
|                                                         | 0%     | 43,77<br>±0,24 | 13,68<br>±0,20 | 30,63<br>±0,23 | 188,06<br>±4,40   | n.d.             | 12,81<br>±0,21  | 0,50<br>±0,02 | n.d.           | 52,46<br>±1,45   |

Τα συμπεράσματα που εξάγονται από την μελέτη των αποτελεσμάτων που παρουσιάστηκαν στους Πίνακες 53-60, εμφανίζονται σε δύο ομάδες, στις αλκοόλες και στους εστέρες και για κάθε επιμέρους ένωση ξεχωριστά.

#### 4.4.2.1. Αλκοόλες

Οι αλκοόλες 1-προπανόλη, ισοβουτανόλη, αμυλικές αλκοόλες, 1-εξανόλη, 2-φαινυλο- αιθανόλη αποτελούν τις κυριότερες αλκοόλες που συνεισφέρουν στο άρωμα των κρασιών (Σιαράβας 2003). Οι συγκεντρώσεις τους σε mg/l και η μεταβολή τους σε συνάρτηση με τον χρόνο αποθήκευσης για κάθε αλκοόλη καταγράφηκαν ξεχωριστά.

**1-προπανόλη:** Οι τιμές της 1-προπανόλης στα κρασιά από τις ερυθρές ποικιλίες Cabernet, Merlot 2013, 2015 και Μοσχάτο Αμβούργου με 10% ρόδι, ήταν μεγαλύτερες από ότι σε αυτά με 30% ρόδι, ενώ ακόμη μεγαλύτερες απαντούν στα κρασιά-μάρτυρες. Οι διαφορές αυτές εμφανίζονται σε όλη την διάρκεια της αποθήκευσης. Οι συγκεντρώσεις της κυμάνθηκαν μεταξύ 7,02 mg/l και 27,18 mg/l για τα κρασιά από Cabernet, Merlot και για τα κρασιά από Μοσχάτο Αμβούργου από 52,28 mg/l ως 78,25 mg/l.

Στα κρασιά από Ροδίτη 2014, 2015 και Μοσχοφίλερο, Ροδίτη υψηλότερες τιμές 1-προπανόλης προσδιορίστηκαν σε όσα περιείχαν 30% ρόδι και ακολούθησαν τα κρασιά με 10% ρόδι. Στα κρασιά με Ροδίτη δεν εμφανίζονται μεγάλες διαφορές στην συγκέντρωση 1-προπανόλης μεταξύ των διάφορων τύπων κρασιών. Όλα τα κρασιά παρουσίασαν μικρή αύξηση της 1-προπανόλης με την πάροδο του χρόνου. Οι συγκεντρώσεις στα παραπάνω κρασιά κυμάνθηκαν μεταξύ 15,79 mg/l και 35,37 mg/l.

Στη βιβλιογραφία (Σιαράβας 2003, Rodríguez-Bencomo et al. 2003) αναφέρονται συγκεντρώσεις 1-προπανόλης από 2 mg/l ως 46 mg/l.

**Ισοβουτανόλη:** Στα κρασιά από τις ερυθρές ποικιλίες Cabernet, Merlot 2013 και 2015 οι συγκεντρώσεις της ισοβουτανόλης κυμάνθηκαν μεταξύ 26,7 mg/l και 73,15 mg/l για τα κρασιά με ρόδι. Στα κρασιά με 10% ρόδι προσδιορίστηκαν μεγαλύτερες συγκεντρώσεις ισοβουτανόλης και παρόμοιες με αυτές των κρασιών-μαρτύρων. Οι συγκεντρώσεις της σε όλα αυτά τα κρασιά αυξάνονται με τον χρόνο αποθήκευσης.

Στα κρασιά με Μοσχάτο Αμβούργου, οι συγκεντρώσεις της ισοβουτανόλης ήταν μεταξύ 17,62 mg/l και 43,69 mg/l για τα κρασιά με ρόδι, με τις μεγαλύτερες τιμές να προσδιορίζονται στα κρασιά με 10%. Οι τιμές της για τα κρασιά χωρίς ρόδι, εμφανίζονται να είναι μεγαλύτερες. Στην περίπτωση των κρασιών από Μοσχάτο Αμβούργου παρατηρήθηκε ελάττωση της συγκέντρωσης ισοβουτανόλης με τον χρόνο.

Στα κρασιά από Ροδίτη 2014, 2015 και Μοσχοφίλερο, Ροδίτη οι τιμές ισοβουτανόλης κυμάνθηκαν μεταξύ 16,96 mg/l και 54,26 mg/l για τα κρασιά με ρόδι. Οι τιμές στα κρασιά παρουσίασαν εμφανείς διαφορές μόνο στην περίπτωση του Ροδίτη 2014 όπου η συγκέντρωση της ισοβουτανόλης ήταν μεγαλύτερη σε αυτά με 30% ρόδι. Στα κρασιά χωρίς ρόδι οι τιμές προσεγγίζουν τις τιμές των κρασιών με 10% ρόδι. Οι συγκεντρώσεις της ισοβουτανόλης αυξήθηκαν με τον χρόνο στα παραπάνω κρασιά.

Στη βιβλιογραφία, αναφέρονται συγκεντρώσεις ισοβουτανόλης μεταξύ των ορίων 5 mg/l και 85,7 mg/l (Schneider et al. 1998, Rodríguez- Bencomo et al. 2003).

**Αμυλικές αλκοόλες:** Οι συγκεντρώσεις των αμυλικών αλκοολών στα κρασιά από Cabernet, Merlot προσδιορίστηκαν μεταξύ 105,99 mg/l και 274,9 mg/l στα κρασιά με ρόδι. Μικρότερες ήταν οι συγκεντρώσεις των αμυλικών αλκοολών στα κρασιά με 30% ρόδι, ενώ οι συγκεντρώσεις στα κρασιά-μάρτυρες ήταν μεγαλύτερες όλων. Η συγκέντρωση των αμυλικών αλκοολών αυξήθηκε με τον χρόνο και η αύξηση ήταν μεγαλύτερη στα κρασιά του 2013.

Στα κρασιά με ρόδι από Μοσχάτο Αμβούργου οι συγκεντρώσεις κυμάνθηκαν μεταξύ 40,36 mg/l και 130 mg/l παρουσιάζοντας σημαντική τάση αύξησης με τον χρόνο. Οι συγκεντρώσεις τους στα κρασιά με 30% ρόδι ήταν μεγαλύτερες ως τους 9 πρώτους μήνες αποθήκευσης, ενώ οι τιμές στα κρασιά-μάρτυρες είναι μικρότερες όλων.

Στα κρασιά από Ροδίτη και Μοσχοφίλερο, Ροδίτη προσδιορίστηκαν συγκεντρώσεις αμυλικών αλκοολών μεταξύ 73,41 mg/l και 276,8 mg/l χωρίς να παρατηρούνται ιδιαίτερες διαφορές μεταξύ κρασιών με ρόδι και χωρίς ρόδι. Στα κρασιά από Ροδίτη 2015 δεν παρατηρήθηκαν μεγάλες αυξομειώσεις κατά την διάρκεια της 12μηνιαίας αποθήκευσης. Αντίθετα στα κρασιά από Ροδίτη 2014 και από Μοσχοφίλερο-Ροδίτη παρατηρήθηκε συνεχής αύξηση της συγκέντρωσης αμυλικών αλκοολών.

Στη σχετική βιβλιογραφία αναφέρονται συγκεντρώσεις αμυλικών αλκοολών μεταξύ 92 mg/l και 400 mg/l (Ough and Amerine 1988, Karagiannis et al. 2000).

**1-εξανόλη:** Οι τιμές της 1-εξανόλης στα δύο κρασιά από Cabernet, Merlot 2013 και 2015 κυμάνθηκαν μεταξύ 0,31 mg/l και 1,95 mg/l. Διαφορετικά αποτελέσματα παρατηρήθηκαν, όσον αφορά τις συγκεντρώσεις των διάφορων τύπων κρασιών και την εξέλιξή τους με τον χρόνο. Το έτος του 2013, η συγκέντρωσή της 1-εξανόλης στα κρασιά με 30% ρόδι είναι μικρότερες από αυτή των άλλων κρασιών και η αύξηση του χρόνου αποθήκευσης επιφέρει αύξηση στις τιμές της. Στην οиноποίηση του 2015 στα κρασιά με 30% ρόδι προσδιορίστηκαν μεγαλύτερες συγκεντρώσεις ενώ, κατά την εξέλιξη των κρασιών με τον χρόνο μειώθηκε η συγκέντρωση της 1-εξανόλης.

Στα κρασιά από Μοσχοφίλερο, Ροδίτη δεν ανιχνεύθηκε η 1-εξανόλη, ενώ στα κρασιά από Μοσχάτο Αμβούργου η συγκέντρωσή της κυμάνθηκε μεταξύ 0,28 mg/l και 1,87 mg/l. Οι συγκεντρώσεις της 1-εξανόλης βρέθηκαν χαμηλότερες στα κρασιά με 30% ρόδι ενώ παρατηρήθηκε και ελάττωσή της με τον χρόνο.

Στα κρασιά από Ροδίτη 2014 και 2015 οι συγκεντρώσεις της ήταν από 0,19mg/l ως 2,39 mg/l με εξαίρεση την υψηλή τιμή 4,02 mg/l σε κρασί με 30% ρόδι στο τέλος της 24μήνης αποθήκευσης. Στα δείγματα του 2014 όσο αυξανόταν η αναλογία ροδιού, αυξανόταν και η συγκέντρωση 1-εξανόλης, ενώ τα αντίθετα αποτελέσματα παρατηρήθηκαν στα δείγματα του 2015.

Σε έρευνες στις οποίες μελετήθηκε το αρωματικό δυναμικό των κρασιών αναφέρονται συγκεντρώσεις 1-εξανόλης μεταξύ 0,3 mg/l και 12 mg/l (Ough and Amerine 1988, Herraiz et al. 1990, Μακρυνίτσας 2009).

**2-φαινυλοαιθανόλη:** Στα κρασιά από Cabernet, Merlot 2013 προσδιορίστηκαν μεγαλύτερες συγκεντρώσεις (από 96,58 mg/l ως 148,83 mg/l) από ότι στα αντίστοιχα του 2015 (από 31,41 mg/l ως 58,84 mg/l). Και στις δύο περιπτώσεις προσδιορίστηκε μεγαλύτερη συγκέντρωση 2-φαινυλοαιθανόλης στα κρασιά με 10% ρόδι αλλά κατά την αποθήκευση αυξανόταν η συγκέντρωσή της στα κρασιά με 30% ρόδι και κάποιες φορές ήταν μεγαλύτερη αυτής του κρασιού με 10%. Στα κρασιά-μάρτυρες δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές σε σχέση με αυτά με 10% ρόδι.

Στα κρασιά από Μοσχάτο Αμβούργου οι τιμές 2-φαινυλοαιθανόλης κυμάνθηκαν μεταξύ 25,35 mg/l και 58,84 mg/l. Στα κρασιά με 30% ρόδι προσδιορίστηκαν μικρότερες συγκεντρώσεις 2-φαινυλοαιθανόλης και οι συγκεντρώσεις μειώνονταν με την πάροδο του χρόνου, ενώ οι συγκεντρώσεις της στα κρασιά με 10% ρόδι παρουσίασαν αύξηση.

Στα κρασιά από Ροδίτη 2014, 2015 και Μοσχοφίλερο, Ροδίτη προσδιορίστηκαν συγκεντρώσεις της 2-φαινυλοαιθανόλης μεταξύ 52,89 mg/l και 109,6 mg/l. Στα κρασιά Ροδίτης 2014, 2015 με 30% ρόδι, οι συγκεντρώσεις ήταν μεγαλύτερες ενώ κατά την διάρκεια αποθήκευσης παρατηρήθηκαν αυξομειώσεις στις τιμές για κάθε τύπο κρασιού. Στα κρασιά με Μοσχοφίλερο, Ροδίτη οι συγκεντρώσεις της 2-φαινυλοαιθανόλης ήταν μεγαλύτερες στα κρασιά με 10% ρόδι, ιδιαίτερα κατά τον πρώτο χρόνο αποθήκευσης και ακόμη μεγαλύτερες οι συγκεντρώσεις στα κρασιά χωρίς ρόδι.

Οι συγκεντρώσεις 2-φαινυλοαιθανόλης που αναφέρονται σε αντίστοιχες έρευνες για το άρωμα των κρασιών, κυμαίνονται σε ένα ευρύ φάσμα μεταξύ 6 mg/l και 383 mg/l (Karagiannis et al. 2000, Πιπερίδη 2006).

#### 4.4.2.2. Εστέρες

Οι εστέρες, οξικός αιθυλεστέρας, εξανοϊκός αιθυλεστέρας, γαλακτικός αιθυλεστέρας, και οκτανοϊκός αιθυλεστέρας, οι οποίοι μελετήθηκαν στην παρούσα διατριβή, έχουν αναφερθεί από διάφορους ερευνητές ως σημαντικές ενώσεις για το άρωμα των κρασιών (Ough and Amerine 1988, Jackson 1994). Στη συνέχεια αναφέρονται ξεχωριστά όσον αφορά την συγκέντρωσή τους και την μεταβολή τους σε κάθε ποικιλία και τύπο κρασιού.

**Οξικός αιθυλεστέρας:** Όλα τα κρασιά από τις ποικιλίες Cabernet, Merlot εμφάνισαν τιμές μεταξύ 7,39 mg/l και 87,01 mg/l. Οι συγκεντρώσεις στα δείγματα με 30% ρόδι ήταν μικρότερες για τους 18 πρώτους μήνες, ενώ παρατηρήθηκε αύξηση των τιμών του εστέρα σε σχέση με τον χρόνο αποθήκευσης για όλους τους τύπους κρασιών.

Στα κρασιά από Μοσχάτο Αμβούργου προσδιορίστηκαν συγκεντρώσεις μεταξύ 10,76 mg/l και 36,84 mg/l. Οι τιμές για τα κρασιά με 30% ρόδι ήταν μεγαλύτερες σε όλη την διάρκεια της αποθήκευσης ενώ γενικότερα παρατηρήθηκε αύξηση της συγκέντρωσης του οξικού αιθυλεστέρα με τον χρόνο.

Τα δείγματα από Ροδίτη 2014, 2015 και Μοσχοφίλερο, Ροδίτη είχαν συγκεντρώσεις οξικού αιθυλεστέρα από 6,68 mg/l ως 65,97 mg/l. Τα κρασιά με 10% ρόδι είχαν αυξημένες αρχικές συγκεντρώσεις του εστέρα ως τους 6 πρώτους μήνες αποθήκευσης, και ήταν μεγαλύτερες μόνο για τα κρασιά με Μοσχοφίλερο, Ροδίτη σε όλη τη διάρκεια της τριετούς αποθήκευσης. Παρατηρήθηκε συνεχής αύξηση της συγκέντρωσης του οξικού αιθυλεστέρα η οποία ήταν μεγαλύτερη για τα κρασιά από Ροδίτη και 30% ρόδι.

Στη βιβλιογραφία αναφέρονται συγκεντρώσεις του οξικού αιθυλεστέρα από 3,7 mg/l ως 175 mg/l (Maicas et al. 1990, Bardi et al. 1997).

**Εξανοϊκός αιθυλεστέρας:** Στα κρασιά από Cabernet, Merlot δεν ανιχνεύθηκε παρά μόνο μετά από 18 μήνες αποθήκευσης, όπου προσδιορίστηκε σε συγκέντρωση 2,91 mg/l στο κρασί με 10% ρόδι και 4,38 mg/l σε αυτό με 30% ρόδι. Στα κρασιά από Μοσχάτο Αμβούργου προσδιορίστηκε ποσότητα εξανοϊκού αιθυλεστέρα σε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις στην αρχή της αποθήκευσης και κατά την διάρκεια της αποθήκευσης μειώθηκε αισθητά. Στα κρασιά από Μοσχοφίλερο, Ροδίτη προσδιορίστηκε μετά τους 24 μήνες έχοντας αυξητική τάση ως τα 2,91 mg/l για το κρασί με 10% ρόδι και 5,78 mg/l για το κρασί με 30% ρόδι. Στα κρασιά από Ροδίτη 2014 οι συγκεντρώσεις εξανικού αιθυλεστέρα κυμάνθηκαν μεταξύ 0,88 mg/l και 9,52 mg/l, ενώ στο κρασί από Ροδίτη 2015 δεν ανιχνεύθηκε εξανοϊκός αιθυλεστέρας.

Σε άλλες μελέτες σχετικές με το αρωματικό δυναμικό των κρασιών αναφέρονται συγκεντρώσεις εξανοϊκού αιθυλεστέρα μεταξύ 0,2 mg/l ως 5,54 mg/l (Perez-Prieto 2003, Jiang and Zhang 2010).

**Γαλακτικός αιθυλεστέρας:** Στα κρασιά από τις ποικιλίες Cabernet, Merlot 2013 οι τιμές του γαλακτικού αιθυλεστέρα κυμάνθηκαν από 33,62 mg/l ως 88,82 mg/l και στα Cabernet, Merlot 2015 κυμάνθηκαν από 3,83 mg/l ως 11,86 mg/l. Η συγκέντρωση του γαλακτικού αιθυλεστέρα ήταν μεγαλύτερη στα κρασιά με 10% ρόδι σε όλη τη διάρκεια της αποθήκευσης ενώ οι συγκεντρώσεις του σε όλους τους τύπους κρασιών αυξήθηκαν με τον χρόνο αποθήκευσης.

Στα κρασιά από Μοσχάτο Αμβούργου οι τιμές του γαλακτικού αιθυλεστέρα κυμάνθηκαν μεταξύ 4,76 mg/l και 21,64 mg/l με τις συγκεντρώσεις να εμφανίζουν διακυμάνσεις με την πάροδο του χρόνου. Οι συγκεντρώσεις του στα κρασιά με 30% ρόδι ήταν σημαντικά μεγαλύτερες. Στα κρασιά από Μοσχοφίλερο, Ροδίτη οι τιμές γαλακτικού αιθυλεστέρα κυμάνθηκαν από 2,73 mg/l ως 34,39 mg/l και στα κρασιά με 30% ρόδι προσδιορίστηκαν μικρότερες τιμές έως τους 24 μήνες αποθήκευσης.

Στα κρασιά από Ροδίτη 2014 και 2015 η συγκέντρωση του γαλακτικού αιθυλεστέρα προσδιορίστηκε μεταξύ 8,85 mg/l και 96,73 mg/l με τα κρασιά του 2015 να παρουσιάζουν σε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις και μεγαλύτερες αυξήσεις των τιμών αυτού με τον χρόνο αποθήκευσης. Ο γαλακτικός αιθυλεστέρας έχει προσδιοριστεί σε συγκεντρώσεις που κυμαίνονται από ίχνη έως 534 mg/l, για επιτραπέζια και αφρώδη κρασιά (Ferreira et al. 1993, Bardi et al. 1997, Escobal et al. 1998, Girard et al. 2001).

**Οκτανοϊκός αιθυλεστέρας:** Ο εστέρας αυτός δεν ανιχνεύτηκε στα κρασιά από Cabernet, Merlot, ούτε στα κρασιά από Ροδίτη 2014, 2015 και από Μοσχάτο Αμβούργου. Ο οκτανοϊκός αιθυλεστέρας ανιχνεύθηκε στα κρασιά από Μοσχοφίλερο, Ροδίτη στα οποία η συγκέντρωσή του κυμάνθηκε μεταξύ 2,02 mg/l και 9,07 mg/l. Δεν ανιχνεύθηκε στην αρχή της αποθήκευσης αλλά στους επόμενους μήνες η συγκέντρωσή του παρουσίασε αυξητική τάση σε όλα τα κρασιά, με ή χωρίς ρόδι. Η μεγαλύτερη τιμή οκτανοϊκού αιθυλεστέρα προσδιορίστηκε στο κρασί με 30% ρόδι και η μικρότερη στο κρασί-μάρτυρα.

Οι συγκεντρώσεις του που αναφέρονται στη διεθνή βιβλιογραφία κυμαίνονται από 0,14 mg/l έως 1,52 mg/l (Alvarez et al. 2003, Gómez-Míguez et al. 2007).

#### 4.5. ΓΕΥΣΙΓΝΩΣΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΡΑΣΙΩΝ

Ο γευσιγνωστικός έλεγχος ο οποίος πραγματοποιήθηκε στην παρούσα διατριβή με μετρήσεις κάθε 6 μήνες, αφορούσε την ποιότητα του αρώματος, της γεύσης και του χρώματος. Περιγράφεται το άρωμα, η γεύση και το χρώμα, ενώ γίνεται και βαθμολόγηση του αρώματος και της γεύσης. Η κλίμακα βαθμολόγησης ήταν από το 0 ως το 10. Συμμετείχαν 7 δοκιμαστές και οι μέσοι όροι των βαθμολογιών τους, καταγράφηκαν στους Πίνακες 61 έως 68. Ακολουθεί η παρουσίαση των πιο πάνω χαρακτηριστικών για κάθε ποικιλία κρασιού ξεχωριστά.

**Πίνακας 61.** Αξιολόγηση του αρώματος και της γεύσης των κρασιών από γλεύκος της ποικιλίας Syrah και χυμό ροδιού οиноποίησης 2011, σε σχέση με τον χρόνο αποθήκευσης

|                | Ποικιλία Syrah |          |          |          |          |          |
|----------------|----------------|----------|----------|----------|----------|----------|
|                | 10% ρόδι       |          | 30% ρόδι |          | 0% ρόδι  |          |
| Χρόνος (μήνες) | Άρωμα          | Γεύση    | Άρωμα    | Γεύση    | Άρωμα    | Γεύση    |
| 0              | 8,0 ±0,0       | 7,5 ±0,4 | 7,5 ±0,4 | 7,5 ±0,0 | 8,0 ±0,0 | 8,5 ±0,0 |
| 6              | 7,8 ±0,2       | 7,5 ±0,0 | 7,5 ±0,0 | 7,5 ±0,4 | 8,2 ±0,2 | 8,5 ±0,0 |
| 12             | 7,7 ±0,2       | 8,0 ±0,0 | 7,8 ±0,2 | 7,5 ±0,0 | 8,3 ±0,2 | 8,5 ±0,0 |
| 18             | 7,5 ±0,4       | 7,5 ±0,0 | 7,5 ±0,0 | 7,2 ±0,2 | 8,2 ±0,2 | 8,0 ±0,0 |
| 24             | 7,0 ±0,2       | 6,5 ±0,0 | 7,3 ±0,2 | 7,0 ±0,2 | 8,0 ±0,0 | 7,7 ±0,2 |
| 30             | 7,0 ±0,2       | 7,2 ±0,2 | 7,0 ±0,2 | 7,2 ±0,2 | 7,5 ±0,0 | 7,5 ±0,0 |
| 36             | 6,7 ±0,2       | 6,5 ±0,0 | 6,5 ±0,0 | 6,8 ±0,2 | 7,3 ±0,2 | 7,3 ±0,2 |

**Πίνακας 62.** Αξιολόγηση του αρώματος και της γεύσης των κρασιών από γλεύκος της ποικιλίας Ροδίτης και χυμό ροδιού οиноποίησης 2012, σε σχέση με τον χρόνο αποθήκευσης

|                | Ποικιλία Ροδίτης 2012 |          |          |          |          |          |
|----------------|-----------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
|                | 10% ρόδι              |          | 30% ρόδι |          | 0% ρόδι  |          |
| Χρόνος (μήνες) | Άρωμα                 | Γεύση    | Άρωμα    | Γεύση    | Άρωμα    | Γεύση    |
| 0              | 7,0 ±0,4              | 7,7 ±0,2 | 7,5 ±0,0 | 7,8 ±0,2 | 7,2 ±0,2 | 7,5 ±0,0 |
| 6              | 7,0 ±0,2              | 7,5 ±0,0 | 7,2 ±0,2 | 7,2 ±0,2 | 7,0 ±0,2 | 7,5 ±0,0 |
| 12             | 7,2 ±0,2              | 7,5 ±0,0 | 7,5 ±0,0 | 7,0 ±0,4 | 7,5 ±0,0 | 7,7 ±0,2 |
| 18             | 7,0 ±0,2              | 7,0 ±0,6 | 7,5 ±0,4 | 7,0 ±0,2 | 7,5 ±0,0 | 7,0 ±0,2 |
| 24             | 6,2 ±0,2              | 6,0 ±0,0 | 5,7 ±0,2 | 6,0 ±0,0 | 6,5 ±0,4 | 6,2 ±0,2 |
| 30             | 5,8 ±0,2              | 6,0 ±0,0 | 6,2 ±0,2 | 6,0 ±0,0 | 6,0 ±0,0 | 5,8 ±0,2 |
| 36             | 5,7 ±0,0              | 6,2 ±0,2 | 5,5 ±0,0 | 6,2 ±0,2 | 5,5 ±0,0 | 6,0 ±0,0 |

**Πίνακας 63.** Αξιολόγηση του αρώματος και της γεύσης των κρασιών από γλεύκος των ποικιλιών Cabernet, Merlot και χυμό ροδιού οиноποίησης 2013, σε σχέση με τον χρόνο αποθήκευσης

|                | Ποικιλίες Cabernet, Merlot 2013 |          |          |          |          |          |
|----------------|---------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
|                | 10% ρόδι                        |          | 30% ρόδι |          | 0% ρόδι  |          |
| Χρόνος (μήνες) | Άρωμα                           | Γεύση    | Άρωμα    | Γεύση    | Άρωμα    | Γεύση    |
| 0              | 7,5 ±0,0                        | 7,8 ±0,2 | 8,0 ±0,0 | 8,0 ±0,0 | 8,0 ±0,0 | 8,2 ±0,2 |
| 6              | 7,8 ±0,2                        | 8,0 ±0,0 | 8,0 ±0,0 | 8,3 ±0,2 | 8,0 ±0,0 | 8,0 ±0,0 |
| 12             | 8,0 ±0,0                        | 8,0 ±0,0 | 7,8 ±0,2 | 8,0 ±0,0 | 7,8 ±0,2 | 8,0 ±0,0 |
| 18             | 8,7 ±0,2                        | 7,8 ±0,2 | 7,5 ±0,4 | 7,2 ±0,2 | 8,0 ±0,0 | 7,5 ±0,4 |
| 24             | 8,5 ±0,4                        | 8,0 ±0,0 | 8,3 ±0,2 | 7,5 ±0,4 | 7,5 ±0,4 | 7,8 ±0,2 |
| 30             | 8,5 ±0,0                        | 8,2 ±0,2 | 8,2 ±0,2 | 7,5 ±0,4 | 7,5 ±0,0 | 8,0 ±0,0 |
| 36             | 8,0 ±0,0                        | 8,0 ±0,0 | 8,0 ±0,0 | 8,0 ±0,0 | 7,2 ±0,2 | 7,5 ±0,0 |

**Πίνακας 64.** Αξιολόγηση του αρώματος και της γεύσης των κρασιών από γλεύκος των ποικιλιών Μοσχοφίλερο, Ροδίτης και χυμό ροδιού οиноποίησης 2013, σε σχέση με τον χρόνο αποθήκευσης

|                | Ποικιλίες Μοσχοφίλερο, Ροδίτης 2013 |          |          |          |          |          |
|----------------|-------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
|                | 10% ρόδι                            |          | 30% ρόδι |          | 0% ρόδι  |          |
| Χρόνος (μήνες) | Άρωμα                               | Γεύση    | Άρωμα    | Γεύση    | Άρωμα    | Γεύση    |
| 0              | 8,0 ±0,0                            | 7,5 ±0,0 | 8,2 ±0,2 | 7,7 ±0,2 | 7,5 ±0,0 | 7,7 ±0,2 |
| 6              | 8,7 ±0,2                            | 7,5 ±0,0 | 8,2 ±0,2 | 8,0 ±0,0 | 8,0 ±0,0 | 8,0 ±0,0 |
| 12             | 8,0 ±0,0                            | 7,7 ±0,2 | 7,7 ±0,2 | 7,5 ±0,0 | 7,7 ±0,2 | 8,0 ±0,0 |
| 18             | 7,7 ±0,2                            | 7,5 ±0,2 | 7,5 ±0,0 | 7,3 ±0,2 | 7,5 ±0,0 | 7,5 ±0,4 |
| 24             | 7,5 ±0,0                            | 7,5 ±0,2 | 7,7 ±0,2 | 7,5 ±0,4 | 7,2 ±0,2 | 7,7 ±0,2 |
| 30             | 7,7 ±0,2                            | 7,7 ±0,2 | 7,5 ±0,4 | 7,7 ±0,2 | 7,3 ±0,2 | 7,2 ±0,2 |
| 36             | 7,5 ±0,0                            | 8,2 ±0,2 | 7,5 ±0,0 | 7,7 ±0,2 | 7,0 ±0,2 | 7,0 ±0,2 |

**Πίνακας 65.** Αξιολόγηση του αρώματος και της γεύσης των κρασιών από γλεύκος της ποικιλίας Ροδίτης και χυμό ροδιού οινοποίησης 2014, σε σχέση με τον χρόνο αποθήκευσης

|                | Ποικιλία Ροδίτης 2014 |          |          |          |          |          |
|----------------|-----------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
|                | 10% ρόδι              |          | 30% ρόδι |          | 0% ρόδι  |          |
| Χρόνος (μήνες) | Άρωμα                 | Γεύση    | Άρωμα    | Γεύση    | Άρωμα    | Γεύση    |
| 0              | 7,5 ±0,0              | 7,7 ±0,2 | 7,8 ±0,2 | 7,8 ±0,2 | 7,2 ±0,2 | 7,5 ±0,4 |
| 6              | 7,0 ±0,4              | 7,2 ±0,2 | 8,0 ±0,0 | 8,0 ±0,4 | 7,0 ±0,0 | 7,5 ±0,0 |
| 12             | 7,2 ±0,2              | 7,0 ±0,2 | 7,5 ±0,0 | 7,7 ±0,2 | 7,5 ±0,0 | 7,7 ±0,2 |
| 18             | 7,5 ±0,0              | 7,5 ±0,0 | 7,5 ±0,4 | 7,5 ±0,0 | 7,0 ±0,2 | 7,5 ±0,4 |
| 24             | 7,5 ±0,4              | 7,5 ±0,4 | 7,5 ±0,4 | 7,8 ±0,2 | 7,2 ±0,0 | 7,0 ±0,2 |

**Πίνακας 66.** Αξιολόγηση του αρώματος και της γεύσης των κρασιών από γλεύκος της ποικιλίας Μοσχάτο Αμβούργου και χυμό ροδιού οινοποίησης 2015, σε σχέση με τον χρόνο αποθήκευσης

|                | Ποικιλία Μοσχάτο Αμβούργου 2015 |          |          |          |          |          |
|----------------|---------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
|                | 10% ρόδι                        |          | 30% ρόδι |          | 0% ρόδι  |          |
| Χρόνος (μήνες) | Άρωμα                           | Γεύση    | Άρωμα    | Γεύση    | Άρωμα    | Γεύση    |
| 0              | 8,0 ±0,0                        | 7,5 ±0,0 | 8,3 ±0,2 | 7,5 ±0,4 | 8,2 ±0,2 | 7,8 ±0,2 |
| 6              | 8,0 ±0,0                        | 8,3 ±0,2 | 8,0 ±0,0 | 8,0 ±0,0 | 8,5 ±0,0 | 8,0 ±0,0 |
| 12             | 7,8 ±0,2                        | 7,8 ±0,2 | 8,5 ±0,3 | 8,2 ±0,2 | 8,2 ±0,2 | 7,5 ±0,4 |
| 18             | 7,5 ±0,4                        | 7,3 ±0,2 | 8,3 ±0,3 | 8,0 ±0,3 | 8,0 ±0,5 | 7,5 ±0,3 |

**Πίνακας 67.** Αξιολόγηση του αρώματος και της γεύσης των κρασιών από γλεύκος της ποικιλίας Ροδίτης και χυμό ροδιού οινοποίησης 2015, σε σχέση με τον χρόνο αποθήκευσης

|                | Ποικιλία Ροδίτης 2015 |          |          |          |          |          |
|----------------|-----------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
|                | 10% ρόδι              |          | 30% ρόδι |          | 0% ρόδι  |          |
| Χρόνος (μήνες) | Άρωμα                 | Γεύση    | Άρωμα    | Γεύση    | Άρωμα    | Γεύση    |
| 0              | 7,5 ±0,4              | 7,5 ±0,4 | 7,5 ±0,3 | 7,3 ±0,2 | 7,0 ±0,2 | 7,5 ±0,4 |
| 6              | 7,0 ±0,0              | 7,2 ±0,2 | 7,8 ±0,2 | 7,0 ±0,2 | 7,2 ±0,2 | 7,3 ±0,3 |
| 12             | 7,0 ±0,4              | 7,5 ±0,4 | 7,5 ±0,2 | 7,5 ±0,3 | 7,2 ±0,2 | 7,3 ±0,2 |
| 18             | 6,8 ±0,5              | 7,0 ±0,4 | 7,1 ±0,4 | 7,5 ±0,3 | 7,0 ±0,4 | 7,0 ±0,2 |

**Πίνακας 68.** Αξιολόγηση του αρώματος και της γεύσης των κρασιών από γλεύκος των ποικιλιών Cabernet, Merlot και χυμό ροδιού οиноποίησης 2015, σε σχέση με τον χρόνο αποθήκευσης

| Χρόνος<br>(μήνες) | Ποικιλίες Cabernet, Merlot 2015 |          |          |          |          |          |
|-------------------|---------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
|                   | 10% ρόδι                        |          | 30% ρόδι |          | 0% ρόδι  |          |
|                   | Άρωμα                           | Γεύση    | Άρωμα    | Γεύση    | Άρωμα    | Γεύση    |
| 0                 | 7,5 ±0,2                        | 8,0 ±0,0 | 8,0 ±0,0 | 7,8 ±0,2 | 8,0 ±0,0 | 8,0 ±0,0 |
| 6                 | 8,8 ±0,2                        | 7,8 ±0,2 | 8,0 ±0,0 | 7,5 ±0,3 | 8,0 ±0,0 | 8,3 ±0,2 |
| 12                | 8,3 ±0,2                        | 8,3 ±0,2 | 7,8 ±0,2 | 8,0 ±0,0 | 7,8 ±0,2 | 8,5 ±0,0 |
| 18                | 8,0 ±0,2                        | 8,0 ±0,4 | 7,7 ±0,4 | 8,3 ±0,4 | 8,2 ±0,4 | 8,5 ±0,2 |
| 24                | 8,0 ±0,2                        | 8,0 ±0,3 | 8,0 ±0,3 | 8,2 ±0,4 | 8,2 ±0,4 | 8,3 ±0,2 |

Η παρουσία του ροδιού δίνει στα κρασιά ένα χαρακτηριστικό άρωμα άγουρων κόκκινων φρούτων όπως φράουλα και κεράσι. Στα κρασιά με 30% περιεκτικότητα σε ρόδι η συνεισφορά του ροδιού στο άρωμα είναι σημαντικότερη. Διαπιστώθηκε ότι στην περίπτωση ποικιλιών κρασιών χωρίς έντονο αρωματικό δυναμικό όπως η ποικιλία Ροδίτης, η προσθήκη ροδιού και μάλιστα σε μεγαλύτερη περιεκτικότητα, καθορίζει σε σημαντικό βαθμό το τελικό αρωματικό «μπουκέτο».

Η γεύση των πειραματικών κρασιών γίνεται πιο όξινη όσο αυξάνει η περιεκτικότητα σε ρόδι και αυτό είναι αποτέλεσμα της αυξημένης συγκέντρωσης της ολικής οξύτητας.

Όσον αφορά το άρωμα και την γεύση κάθε ποικιλίας κρασιού που παρουσιάστηκαν στους προηγούμενους πίνακες, συνοψίζοντας παρατηρήθηκαν τα εξής:

**Κρασιά από την ποικιλία Syrah:** Το άρωμα και η γεύση των κρασιών με 30% ρόδι έχουν το μικρότερο αρωματικό και γευστικό δυναμικό παρουσιάζοντας όμως μόνο μικρή απόκλιση από τα άλλα κρασιά.

**Κρασιά από τις ποικιλίες Cabernet, Merlot:** Αξιοσημείωτη εμφανίστηκε η ποιότητα του αρώματος και της γεύσης των πειραματικών κρασιών με ρόδι, με τα κρασιά με 10% να έχουν λίγο υψηλότερη βαθμολογία. Επίσης μετά από 2 χρόνια αποθήκευσης εμφανίζεται το κρασί-μάρτυρας να έχει ελαφρώς χαμηλότερη βαθμολογία από τα κρασιά με ρόδι.

**Κρασιά από την ποικιλία Μοσχάτο Αμβούργου:** Η βαθμολογία των κρασιών με ρόδι είναι υψηλή και λίγο υψηλότερη σε αυτά με 30% ρόδι. Επίσης η τιμή της γεύσης του κρασιού με 30% ρόδι διατηρήθηκε υψηλή μετά από 1 χρόνο αποθήκευσης.

**Κρασιά από τις ποικιλίες Μοσχοφίλερο, Ροδίτης:** Εμφανίστηκε μεγαλύτερη τιμή αρώματος των καινοτόμων κρασιών σε σχέση με τα κρασιά-μάρτυρες. Το άρωμα και η γεύση διατηρήθηκαν σε ικανοποιητικό επίπεδο μετά και από 3 χρόνια αποθήκευσης και εμφανώς υψηλότερο από τα κρασιά-μάρτυρες.

**Κρασιά από την ποικιλία Ροδίτης:** Το άρωμα και η γεύση των κρασιών με ρόδι εμφανίστηκαν με ικανοποιητική βαθμολογία κατά τα 2 πρώτα χρόνια αποθήκευσης, ενώ μειώθηκαν κατά τον τρίτο χρόνο αποθήκευσης. Αντίθετα τα κρασιά χωρίς ρόδι εμφανίζουν μεγαλύτερη υποβάθμιση των οργανοληπτικών τους χαρακτηριστικών μετά τον πρώτο χρόνο αποθήκευσης. Τα κρασιά με 30% ρόδι είχαν λίγο υψηλότερη βαθμολογία από αυτά με 10% ρόδι σε όλη τη διάρκεια της αποθήκευσής τους.

Όσον αφορά το χρώμα των καινοτόμων κρασιών, το ρόδι λόγω του έντονου ροζ χρώματός του, επηρεάζει το τελικό χρώμα των κρασιών. Η επίδραση είναι μεγάλη στα λευκά κρασιά από Ροδίτη και Μοσχοφίλερο, των οποίων το χρώμα μεταβάλλεται από κίτρινο σε ανοιχτό ή και πιο έντονο ροζ. Στα ερυθρά κρασιά από Syrah και από Cabernet, Merlot με βαθύ κόκκινο χρώμα, η επίδραση του ροδιού είναι πολύ μικρότερη. Τα παραπάνω συμπεράσματα φαίνονται στις φωτογραφίες που ακολουθούν (σχήματα 73-77).



α)



β)



γ)

**Σχήμα 73:** Κρασί από: α) Syrah + 30% ρόδι β) Syrah + 10% ρόδι γ) Syrah



α)



β)



γ)

**Σχήμα 74:** Κρασί από: α) Ροδίτη + 30% ρόδι β) Ροδίτη + 10% ρόδι γ) Ροδίτη



α)



β)



γ)

**Σχήμα 75:** Κρασί από: α) Cabernet, Merlot + 30% ρόδι β) Cabernet, Merlot + 10% ρόδι  
γ) Cabernet, Merlot



α)



β)



γ)

**Σχήμα 76:** Κρασί από: α) Μοσχοφίλερο, Ροδίτη + 30% ρόδι β) Μοσχοφίλερο, Ροδίτη + 10% ρόδι γ) Μοσχοφίλερο, Ροδίτη



α)



β)

γ)

**Σχήμα 77:** Κρασί από: α) Μοσχάτο Αμβούργου β) Μοσχάτο Αμβούργου και 30% ρόδι γ) Μοσχάτο Αμβούργου και 10% ρόδι.

Συνοψίζοντας μπορεί να ειπωθεί ότι οι αλλαγές στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των κρασιών εξαιτίας της παρουσίας του ροδιού, μπορούν σε πολλές περιπτώσεις να δημιουργήσουν κρασιά με βελτιωμένα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά.

Σε λευκά και ροζέ κρασιά από ποικιλίες όπως ο Ροδίτης και το Μοσχάτο Αμβούργου οι οποίες συχνά παράγουν γλεύκος με χαμηλή οξύτητα, η προσθήκη χυμού ροδιού κατά την οινοποίηση βελτιώνει την τελική ολική οξύτητα, βελτιώνοντας ταυτόχρονα την γεύση, αναδεικνύοντας το άρωμα και διατηρώντας τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά τους για μεγαλύτερο χρόνο αποθήκευσης. Τα παραπάνω συμπεράσματα μπορούν να ισχύσουν και στα ερυθρά κρασιά πιθανότατα με την συμμετοχή ροδιού σε μικρότερη περιεκτικότητα από ότι στα λευκά και ροζέ κρασιά.

## 5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην παρούσα έρευνα παράχθηκαν καινοτόμα κρασιά από την συνινοποίηση διάφορων ποικιλιών σταφυλιού και μίας ποικιλίας ροδιού σε αναλογίες ανάμειξης 90%-10% και 70%-30% σε χυμούς σταφυλιού και ροδιού αντίστοιχα. Η διαδικασία της οινοποίησης ακολούθησε τις συνήθειες πρακτικές της λευκής και ερυθρής οινοποίησης, ενώ η αλκοολική ζύμωση εξελίχθηκε και ολοκληρώθηκε ομαλά. Διαπιστώθηκε ότι η συμμετοχή του χυμού ροδιού δεν προκάλεσε προβλήματα στην πορεία της οινοποίησης. Ακολούθησε ανάλυση των σημαντικότερων φυσικοχημικών και οργανοληπτικών παραμέτρων.

Η περιεκτικότητα των παραγόμενων κρασιών σε αλκοόλη εμφανίστηκε μειωμένη όσο αυξάνονταν η περιεκτικότητα σε χυμό ροδιού. Στα κρασιά με αναλογία 30% σε ρόδι ο αλκοολικός βαθμός εμφανίστηκε σε κάποια δείγματα και κάτω από την τιμή 11% vol. Εξάγεται το συμπέρασμα ότι ειδικά για την παραγωγή κρασιών με 30% περιεκτικότητα σε ρόδι, το γλεύκος που χρησιμοποιείται θα πρέπει να έχει δυνητικό αλκοολικό βαθμό πάνω από 12,5% vol ώστε το τελικό προϊόν να μην έχει ιδιαίτερα χαμηλή περιεκτικότητα σε αιθανόλη. Η εξέλιξη της τιμής του αλκοολικού βαθμού κατά την διάρκεια της αποθήκευσης κρίθηκε ομαλή.

Τα κρασιά με την μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε ρόδι είχαν και τις μικρότερες τιμές pH. Σε ορισμένα πειραματικά κρασιά από την λευκή ποικιλία Ροδίτη οι τιμές pH βρέθηκαν αρκετά χαμηλές, κάτω και από την τιμή 3. Κατά την εξέλιξη του χρόνου αποθήκευσης οι τιμές του pH αυξάνονται σε όλα τα κρασιά. Παρατηρήθηκε όμως ότι τα κρασιά που αποτελούνται μόνο από γλεύκος, παρουσίασαν μεγαλύτερη αύξηση στην τιμή του pH σε σχέση με τα κρασιά που περιέχουν ρόδι.

Η ολική οξύτητα βρέθηκε εμφανώς αυξημένη στα κρασιά με την μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε ρόδι και σε κάποιες περιπτώσεις ξεπερνούσε την τιμή 8 g/l. Οι τιμές της ολικής οξύτητας μειώνονταν με τον χρόνο αποθήκευσης. Ο ρυθμός μείωσης εμφάνιζε αρκετές διακυμάνσεις στις διάφορες ποικιλίες κρασιών. Η μείωση της ολικής οξύτητας οφείλεται στην εξουδετέρωση των οξέων των κρασιών και την δημιουργία αλάτων. Αυτός είναι και ο κύριος λόγος της αντίστοιχης αύξησης του pH. Επειδή η ολική οξύτητα επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά τους, προκύπτουν αρκετές

δυνατότητες δημιουργίας βελτιωμένων κρασιών με την χρήση του χυμού ροδιού καθώς και καλύτερης συντήρησής τους.

Μετρήθηκαν φυσιολογικές τιμές πτητικής οξύτητας στα κρασιά με ρόδι σε όλη την διάρκεια της αποθήκευσης τους και συμπεραίνεται ότι δεν υφίστανται ιδιαίτερη υποβάθμιση κατά την διάρκεια του χρόνου αποθήκευσης. Οι τιμές του ελεύθερου θειώδους κυμάνθηκαν σε χαμηλά επίπεδα και αυτό οφείλεται στα χαμηλά επίπεδα αρχικής θείωσης των πειραματικών κρασιών σε σχέση με τα κρασιά-μάρτυρες. Η συμμετοχή του χυμού ροδιού αυξάνει την ολική οξύτητα και ελαττώνει το pH όπως αναφέρθηκε προηγουμένως και αυτοί φαίνεται να είναι οι κύριοι λόγοι για το καλό επίπεδο συντήρησης των καινοτόμων κρασιών.

Η προσθήκη χυμού ροδιού στο προς οينوποίηση γλεύκος αυξάνει την περιεκτικότητα των λευκών κρασιών σε ολικές φαινόλες οι οποίες αποτελούν τα βασικά αντιοξειδωτικά συστατικά των κρασιών. Η αύξηση αυτή ήταν μεγαλύτερη στα κρασιά με 30% ρόδι. Στα κόκκινα κρασιά οι τιμές των ολικών φαινολών μειώνονταν με την αύξηση της περιεκτικότητας σε ρόδι. Κατά την εξέλιξη του χρόνου αποθήκευσης οι συγκεντρώσεις των ολικών φαινολών μειώνονταν σταδιακά αλλά όχι με τον ίδιο ρυθμό για κάθε κρασί και κάθε έτος καθώς εμφανίζονταν αρκετές διακυμάνσεις στην ελάττωση αυτή. Η μείωση των ολικών φαινολικών συστατικών πιθανόν να οφείλεται σε οξείδωση τους με την πάροδο του χρόνου.

Η αντιοξειδωτική ικανότητα μέσω του υπολογισμού της ικανότητας δέσμευσης της ελεύθερης ρίζας DPPH\*, εμφανίστηκε αυξημένη στα κρασιά τα οποία περιείχαν χυμό ροδιού. Στα κρασιά με ρόδι από τις ποικιλίες Ροδίτης, Μοσχοφίλερο, Μοσχάτο Αμβούργου οι τιμές της ικανότητας δέσμευσης της ρίζας DPPH\* ήταν πολύ μεγαλύτερες από ότι στα κρασιά-μάρτυρες. Ιδιαίτερος όσα περιείχαν 30% ρόδι, προσεγγίζουν τις τιμές των κρασιών από τις ερυθρές ποικιλίες. Η αντιοξειδωτική ικανότητα μειώνονταν με την πάροδο του χρόνου και η μείωση ήταν πιο εμφανής μετά από τουλάχιστον ένα χρόνο. Παρόλα αυτά, στα κρασιά που περιείχαν ρόδι, η μείωση ήταν αρκετά μικρή κατά τον πρώτο χρόνο αποθήκευσης και στην περίπτωση του κρασιού από Μοσχάτο Αμβούργου και 30% ρόδι, εμφανίζεται μικρή αύξηση στο αντίστοιχο χρονικό διάστημα.

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η αυξημένη τιμή της αντιοξειδωτικής ικανότητας ακόμη και στα καινοτόμα κρασιά από τις ερυθρές ποικιλίες Cabernet, Merlot

και Syrah παρ'ότι εμφάνισαν μικρότερες τιμές ολικών φαινολικών συστατικών σε σχέση με τα κρασιά-μάρτυρες.

Στις αρωματικές ενώσεις που προσδιορίστηκαν, διαπιστώθηκαν διαφορές στις συγκεντρώσεις τους στους διάφορους τύπους κρασιών οι οποίες εξαρτώνται από το ποσοστό σε ρόδι και από την ποικιλία του γλεύκους.

Στα ερυθρά κρασιά από τις ποικιλίες Cabernet, Merlot με 10% ρόδι, βρέθηκαν μεγαλύτερες συγκεντρώσεις 1-προπανόλης, ισοβουτανόλης, αμυλικών αλκοολών, 2-φαινυλοαιθανόλης, οξικού αιθυλεστέρα, εξανικού αιθυλεστέρα και γαλακτικού αιθυλεστέρα από ότι σε αυτά με 30% ρόδι.

Στα κρασιά από Μοσχάτο Αμβούργου με 10% ρόδι, προσδιορίστηκαν μεγαλύτερες συγκεντρώσεις 1-προπανόλης, ισοβουτανόλης και 2-φαινυλοαιθανόλης σε σχέση με τα κρασιά με 30% και μικρότερες συγκεντρώσεις οξικού αιθυλεστέρα και γαλακτικού αιθυλεστέρα.

Στα κρασιά από Ροδίτη με 30% ρόδι, βρέθηκαν μεγαλύτερες συγκεντρώσεις 1-προπανόλης, 2-φαινυλοαιθανόλης σε σχέση με αυτά με 10% ρόδι ενώ στα κρασιά από Μοσχοφίλερο, Ροδίτη με 30% ρόδι προσδιορίστηκαν μεγαλύτερες συγκεντρώσεις 1-προπανόλης, οξικού αιθυλεστέρα, γαλακτικού αιθυλεστέρα και εξανικού αιθυλεστέρα και μικρότερες συγκεντρώσεις 2-φαινυλοαιθανόλης και οκτανοϊκού αιθυλεστέρα.

Η εξέλιξη της συγκέντρωσης των αρωματικών ενώσεων με τον χρόνο αποθήκευσης παρουσίασε διαφορετικές μεταβολές ανάλογα με την ποικιλία του κρασιού και την περιεκτικότητα σε ρόδι.

Ο οργανοληπτικός έλεγχος των καινοτόμων κρασιών έδειξε αρκετά αποδεκτά χαρακτηριστικά για τον καταναλωτή. Συγκεκριμένα: α) η παρουσία του ροδιού προσθέτει στο αρωματικό «μπουκέτο» αρώματα άγουρων κόκκινων φρούτων όπως φράουλα και κεράσι β) η γεύση τους γίνεται πιο όξινη λόγω μεγαλύτερης ολικής οξύτητας γ) το χρώμα των λευκών κρασιών μεταβάλλεται σε ελαφρώς ροζ ή και πιο έντονο ροζ όσο αυξάνει το ποσοστό συμμετοχής του ροδιού.

Οι αλλαγές στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των κρασιών εξαιτίας της παρουσίας του ροδιού, μπορούν σε πολλές περιπτώσεις να δημιουργήσουν κρασιά με βελτιωμένα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά. Σε λευκά και ροζέ κρασιά από ποικιλίες

όπως ο Ροδίτης και το Μοσχάτο Αμβούργου οι οποίες συχνά παράγουν γλεύκος με χαμηλή οξύτητα, η προσθήκη χυμού ροδιού κατά την οινοποίηση αυξάνει την τελική ολική οξύτητα, βελτιώνοντας ταυτόχρονα την γεύση, αναδεικνύοντας το άρωμα και διατηρώντας τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά τους για μεγαλύτερο χρόνο αποθήκευσης. Τα παραπάνω συμπεράσματα ισχύουν πιθανότατα και στα ερυθρά κρασιά πιθανότατα με την συμμετοχή ροδιού σε μικρότερη περιεκτικότητα από ότι στα λευκά και ροζέ κρασιά.

Η συνοινοποίηση γλεύκους και χυμού ροδιού μπορεί να δώσει νέα προϊόντα στον χώρο του κρασιού, με υψηλή διατροφική αξία και επιθυμητά οργανοληπτικά χαρακτηριστικά. Η δημιουργία τέτοιων κρασιών μπορεί να αποτελέσει μία παράλληλη επιλογή για τους καλλιεργητές ροδιάς ώστε να διοχετευθεί μέρος της παραγωγής τους στην οινοποιία. Δεν υφίσταται ως σήμερα ικανοποιητική έρευνα στον τομέα της συνοινοποίησης γλεύκους και χυμού ροδιού και κρίνεται αναγκαία περαιτέρω διερεύνηση της δυνατότητας δημιουργίας τέτοιων προϊόντων.

## 6. ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το κρασί αποτελεί ένα από τα βασικότερα ευφραντικά το οποίο έχει σημαντική οργανοληπτική και διατροφική αξία. Η αναζήτηση νέων τροφίμων και ποτών με καινοτόμα οργανοληπτικά και βιολειτουργικά χαρακτηριστικά αποτελεί μία τάση η οποία στηρίζεται από τους καταναλωτές.

Το ρόδι αποτελεί έναν καρπό με μεγάλη περιεκτικότητα σε αντιοξειδωτικές ουσίες και η παρούσα διδακτορική διατριβή ασχολήθηκε με την ιδέα της χρήσης του στην παραγωγή κρασιού με συνοινοποίηση του με χυμό σταφυλιού. Για τον σκοπό αυτό παράχθηκαν κρασιά από ευρέως καλλιεργούμενες ποικιλίες σταφυλιών στην Ελλάδα με την συμμετοχή χυμού ροδιού της ποικιλίας Wonderful η οποία επίσης καλλιεργείται στην χώρα μας. Η αναλογία ανάμειξης γλεύκους και χυμού ροδιού κατά την έναρξη της ζύμωσης ήταν 90%-10% και 70%-30% αντίστοιχα.

Την οινοποίηση ακολούθησαν αναλύσεις βασικών χημικών χαρακτηριστικών όπως οι αλκοολικοί βαθμοί, το pH, η ολική οξύτητα, το ελεύθερο θειώδες αλλά και του αντιοξειδωτικού δυναμικού μέσω του υπολογισμού των ολικών φαινολών (μέθοδος Folin-Ciocalteu) και της ικανότητας δέσμευσης της ελεύθερης ρίζας DPPH\*. Ακόμη προσδιορίστηκε ένας αριθμός αρωματικών ενώσεων οι οποίες έχουν σημαντική συμβολή στην διαμόρφωση του αρώματος των κρασιών. Τέλος πραγματοποιήθηκε οργανοληπτικός έλεγχος των καινοτόμων κρασιών. Όλες αυτές οι παράμετροι μετρήθηκαν σε συνάρτηση με τον χρόνο αποθήκευσης και διήρκεσαν έως και τρία χρόνια. Αντίστοιχες μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν και σε κρασιά-μάρτυρες τα οποία είχαν παραχθεί μόνο από χυμό σταφυλιού.

Η παρουσία του ροδιού στα καινοτόμα κρασιά ελάττωσε τον αλκοολικό βαθμό και το pH και αύξησε την ολική οξύτητα. Παράχθηκαν κρασιά με διαφορές στις βασικές τους χημικές παραμέτρους όχι μόνο στην αρχή της αποθήκευσης τους αλλά και κατά την ωρίμανσή τους σε φιάλη. Με βάση τα παραπάνω ευρήματα, στα κρασιά με χυμό ροδιού παρατηρήθηκαν στις περισσότερες περιπτώσεις καλύτερα επίπεδα συντήρησης και περισσότερο επιθυμητά οργανοληπτικά χαρακτηριστικά.

Η σύγκριση και η εξέλιξη της διατροφικής τους αξίας όσον αφορά τα αντιοξειδωτικά τους χαρακτηριστικά παρουσίασε επίσης ενδιαφέρον καθώς το ποσοστό

ροδιού σε πολλές περιπτώσεις ακόμη και σε μικρή περιεκτικότητα (10%), αύξησε εμφανώς την συγκέντρωση των ολικών φαινολών όπως και την ικανότητα δέσμευσης της ελεύθερης ρίζας DPPH\*.

Τα αποτελέσματα της παρούσας διδακτορικής διατριβής μπορούν να βοηθήσουν στην δημιουργία καινοτόμων τύπων κρασιών και ταυτόχρονα να συνεισφέρουν σε μία πιο εκτεταμένη έρευνα πάνω στην συνοινοποίηση γλεύκους και χυμού ροδιού.

## 7. ABSTRACT

Wine is one of the major beverages with important organoleptic and nutritional value. A large circle of economic activity is developed around this product. The search for new foods and beverages with innovative organoleptic and functional characteristics is a trend which is supported by the consumers.

Pomegranate is a fruit with high amount in antioxidants and this doctoral thesis dealt with the idea of using pomegranate juice together with grape juice in the vinification for wine production. Experimental wines were produced from grape varieties widely cultivated in Greece, with the participation of pomegranate juice from “Wonderful” variety which is also grown in our country. The mixing ratio of grape juice and pomegranate juice at the beginning of the fermentation was 90% -10% and 70% -30% respectively.

Vinification was followed by analysis of main chemical characteristics as alcohol content, pH, total acidity, free sulphite and antioxidant potential by calculating the total phenols (Folin-Ciocalteu method) and the binding capacity of free radical (DPPH method). A number of aromatic compounds were determined which have a significant contribution to the wine aroma. Finally organoleptic testing was done in the experimental wines. All these parameters were measured as a function of storage time lasted up to three years. Similar measurements were performed in reference wines which were produced only from grape juice.

The presence of pomegranate in these experimental wines reduced the alcohol content and pH and increased the total acidity. The produced wines showed differences in the basic chemical parameters not only at the beginning of storage time but also during their maturation in the bottle. Based on the above findings, the wines with pomegranate juice showed better preservation levels and more desirable organoleptic characteristics in most cases.

The comparison and the evolution of their nutritional value in terms of the antioxidant characteristics were also interesting; the presence of pomegranate in many cases even at low content (10%), increased the concentration of total phenols and the antioxidant activity.

The results of this doctoral thesis can help in the production of innovative types of wines and simultaneously can contribute to a more extensive research on this kind of co-vinification of grape and pomegranate juice.

## 8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Aarabi A., Barzegar M. and Azizi M.H. (2008). Effect of cultivar and cold storage of pomegranate (*Punica granatum* L.) juices on organic acid composition. *Asian Food Journal*, 15, 45-55.
2. Alvarez I., Aleixandre J.L., Garcia M.A.J., Casp A., Zenica L. (2003). Geographical differentiation of white wines from three subzones of the designation of origin Valencia. *European Food Research Technology*, 217, 1, 173-179.
3. Andreu-Sevilla A., Mena P., Martí N., García Viguera C., Carbonell-Barrachina A. (2013). Volatile composition and descriptive sensory analysis of pomegranate juice and wine. *Food Research International*, 54, 246–254.
4. Antonelli A., Castellari L., Zambonelli C. & Cannacini A. (1999). Yeast influence on volatile composition of wines. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 47, 1139-1144.
5. Aviram, M., Dornfeld, L., Rosenblat, M., Volkova, N., Kaplan, M., Coleman, R., Hayek, T., Presser, D., Fuhrman, B. (2000). Pomegranate juice consumption reduces oxidative stress, atherogenic modifications to LDL, and platelet aggregation: studies in humans and in atherosclerotic a polipoprotein E-deficient mice. *American Journal of Clinical Nutrition*, 71, 1062-1076.
6. Bardi E., Koutinas A., Psarianos C. & Kanellaki M. (1997). Volatile by-products formed in low-temperature wine making using immobilized yeast cells. *Process Biochemistry*, 32, 579-584.
7. Bate-Smith and Swain (1962). Flavonoid compounds. In Florkin M.; Mason H. S. Comparative biochemistry. III. New York: Academic Press. pp. 75–809.
8. Barrio-Galan R., Medel-Marabolv M., Pepa-Neira A. (2015). Effect of different aging techniques on the polysaccharide and phenolic composition and sensory characteristics of Syrah red wines fermented using different yeast strains. *Food Chemistry*, 179, 116–126.
9. Bartowsky E.A., Xia D., Gibson R.L., Fleet G.H., Henschke P.A. (2003). Spoilage of bottled red wine by acetic acid bacteria. *Letters in applied microbiology*.
10. Bayonove, C., R. Baumes, J. Cruzet, and Z. Günata. (2000). Capítulo 5: Aromas. *Enología: fundamentos científicos.y tecnológicos*. AMV Ediciones, Madrid, Spain.

11. Beer D., Joubert E., Gelderblom W.C.A. and Manley M. (2005). Changes in the Phenolic Composition and Antioxidant Activity of Pinotage, Cabernet Sauvignon, Chardonnay and Chenin blanc Wines During Bottle Ageing. *South African Journal of Enology and Viticulture*, Vol. 26, No. 1.
12. Bertuccioli, M., Rosi, I. (1984). Progress in flavour research. In: Adda, J. (Ed.), *Developments in Food Science*, vol. 10. Elsevier, Amsterdam, p. 387.
13. Bianchini F., Vainio H. (2003). Wine and resveratrol: mechanisms of cancer prevention. *European Journal of Cancer Prevention*, Oct;12(5), 417-25.
14. Brand-Williams W., Cuvelier ME, Berset E. (1994). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensmittel-Wissenschaft Technology* 28, 25-30.
15. Calderon-Montaña JM, Burgos-Moron E, Perez-Guerrero C, Lopez-Lazaro M (2011). A review on the dietary flavonoid kaempferol. *Mini Reviews in Medicinal Chemistry*, 11 (4), 298–344.
16. Cama M., Hisil Y., Durmaz G. (2009a). Characterisation of pomegranate juices from ten cultivars grown in Turkey. *International Journal of Food Properties*, 12, 388–395.
17. Cama M., Hisil Y., Durmaz G. (2009b). Classification of eight pomegranate juices based on antioxidant capacity measured by four methods. *Food Chemistry* 112, 721–726.
18. Cerdan T., Goñi D., Azpilicueta C. (2004). Accumulation of volatile compounds during ageing of two red wines with different composition. *Journal of Food Engineering* 65, 349-356.
19. Cedrón-Fernández T., Sáenz-Barrio C., Cabredo-Pinillos S. and Sanz-Vicente I. (2002). Separation and determination of volatile compounds in synthetic wine samples by gas chromatography using UV-visible molecular absorption spectrometry as detector. *Talanta*, 57, 555-563.
20. Crozier A., Jaganath I.B. and Clifford M.N. (2009). Dietary phenolics: chemistry, bioavailability and effects on health. *Natural product reports*, 26, 1001-1043.
21. Davis C. R., D. Wibowo R. Eschenbruch T., Lee H. and Fleet G.H. (1985). Practical implications of malolactic fermentation: a review. *American Journal of Enology and Viticulture*,. 36(4), 290-301.
22. Demyttenaere Dagher C., Sandra P., Kallithraka S., Vehre R., De Kimpe N. (2003). Flavour analysis of Greek white wine. *Journal of Chromatography*, 985, 233-246.

23. Drawert F. and Barton J. (1978). Biosynthesis of flavor compounds by microorganisms. Production of monoterpenes by the yeast *Kluyveromyces lactis*. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 26, 765–767.
24. Drogoudi P.D., Tsipouridis K. and Michailidis Z. (2005). Physical and chemical characteristics of Pomegranates. *Hortscience*, 40: 1200-1203.
25. Edwards C. G., and Beelman R. B. (1990). Extraction and analysis of volatile compounds in white wines using Amberlite XAD-2 resin and Capillary Gas Chromatography. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 38, 216–220.
26. Elyatem S.M. and Kader A.A. (1984). Post Harvest Physiology and storage behavior of pomegranate fruits. *Scientia Horticulturae*, 24, 287-298.
27. Escobal A., Iriondo C., Laborra C., Elejalde E., Gonzalez I. (1998). Determination of acids and volatile compounds in red Txakoli wine by high-performance liquid chromatography and gas chromatography. *Journal of Chromatography A*, 823, 349-354.
28. Fagan G.L., Kepner R.E. and Webb A.D. (1981) Production of linalool, cis-nerolidol and trans-farnesol by *Saccharomyces fermentati* growing as a film on simulated wine. *Vitis* 20, 36–42.
29. Ferguson LR, Shuo-tun Z, Harris P.J. (2005). Antioxidant and antigenotoxic effects of plant cell wall hydroxycinnamic acids in cultured HT-29. *Molecular Nutrition & Food Research*. 49 (6), 585–693.
30. Ferreira V., Rapp A., Cacho J. F., Hastrich H. & Yavas I. (1993). Fast and quantitative determination of wine flavour compounds using microextraction with freon-13, *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 41, 1413-1420.
31. Ferreira V., Fernandez P., Gracia J.P., & Cacho J.F. (1995). Identification of volatile constituents in wines from *Vitis vinifera* var. Vidadillo and sensory contribution of the different wine flavour fractions. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 69, 299–310.
32. Ferreira V., Sharman M., Cacho J.F. and Dennis J. (1996). New and efficient microextraction/solid-phase extraction method for the gas chromatographic analysis of wine volatiles. *Journal of Chromatography A*, 731, 247-259.
33. Ferrell K., Thorington R. (2006). *Squirrels: the animal answer guide*. Baltimore: Johns Hopkins University Press. p. 91.
34. Fiuza S. M., Gomes C., Teixeira L.J., Girão da Cruz M.T., Cordeiro M.N.D.S., Milhazes N., Borges F., Marques M.P.M. (2004). Phenolic acid derivatives with

- potential anticancer properties—a structure-activity relationship study. Part 1: Methyl, propyl, and octyl esters of caffeic and gallic acids. *Bioorganic & Medicinal Chemistry*. Elsevier. 12 (13), 3581–3589.
35. Garaguso I., Nardini M. (2015). Polyphenols content, phenolics profile and antioxidant activity of organic red wines produced without sulfur dioxide/sulfites addition in comparison to conventional red wines. *Food Chemistry* 179, 336–342.
  36. Garcia-Jares C.M., Garcia-Martin M.S., Carro-Mariño N. and Cela-Torrijos R. (1995). GC-MS Identification of Volatile Components of Galician (Northwestern Spain) White Wines. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 69, 175-184.
  37. Garofolo A., Piracci A. (1994). Évolution des esters des acides gras pendant la conservation des vins. Constantes d' équilibre et énergies d' activation. Bulletin OIV, 67 (757-758), 225.
  38. Ghosh D., Scheepens D. (2009). Vascular action of polyphenols. *Molecular Nutrition and Food Research*, 53(3), 322–331.
  39. Gil M., Cabellos J.M., Arroyo T. & Prodanov M. (2006). Characterization of the volatile fraction of young wines from the Denomination of Origin "Vinos de Madrid" (Spain). *Analytica Chimica Acta*, 563, 1-2, 143-153.
  40. Girard B., Yuksel D., Cliff M.A., Delaquis P. and Reynolds A.G. (2001). Vinification effects on the sensory colour and GC profiles of Pinot noir wines from British Columbia. *Food Research International*, 34, 483-499.
  41. Gómez-Míguez M.J., Cacho J.F., Ferreira V., Vicarion I.M. & Heredia F.J. (2007). Volatile components of Zalema white wines. *Food Chemistry*, 100, 4, 1464-1473.
  42. Gunata Y.Z., Bayonov R.L., Baumes R.E., and Cordonnier R. (1985). The aroma of grapes. Localization and evolution of free and bound fractions of some grape aroma components. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 36, 857-862.
  43. Gonzalez-Viñas, M.A., Perez-Coello, M.S., Salvator, M.D., Cabezudo, M.D. & Martin-Alvarez, P.J. (1996). Changes in gas chromatographic volatiles of young Airen wines during bottle storage, *Food Chemistry*, 56, 4, 399-403.
  44. Gougoulas N., Papachatzis A., Vagelas I., Chouliaras N. (2008). Total phenols and antiradical activity (DPPH) of red and white wines from different regions of Greece. *Annales of the University of Craiova*, Vol. XIII (XLIX), 11-16.

45. Harborne, J.B. and Baxter, H. (1999) The Handbook of Natural Flavonoids London.
46. Hammond J. R. M. (1993). Brewer yeast. In : Rose, A. H. and Harrison, J. S. The yeasts. Yeast technology, 69-126. New York ; Academic Press.
47. Hashizume K. and Samuta T. (1997). Green odorants of grape cluster stem and their ability to Cause wine stemmy flavor. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 45, 1333-1337.
48. Herraiz T., Herraiz M., Reglero G., Martin- Álvarez P. J. and Cabezudo M. D. (1990). Changes in the composition of alcohols and aldehydes of C6 chain length during the alcoholic fermentation of grape must. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 38, 969-972.
49. Horzic D., Komes D., Belščak A., Kovacevic Ganic K., Ivekovic D. and Karlovic D. (2008). The composition of polyphenols and methylxanthines in teas and herbal infusions. *Food Chemistry* 115, 441–448.
50. Hugh Johnson, Hugh Johnson's Modern Encyclopedia Of Wine. (1998). 4<sup>th</sup> Edition, Simon & Schuster publishing.
51. Iconomopoulou M., Psarianos K., Kanellaki M. & Koutinas A. A. (2002). Low temperature and ambient temperature wine making using freeze dried immobilized cells on gluten pellets, *Process Biochemistry*, 37, 707-717.
52. Jackson D. I. and Lombard P. B. (1993). American. Journal.of Enology and. Vitic., 44, 409-430.
53. Jackson R. S. (1994). Wine science- Principles and Applications, San Diego. Academic Press.
54. Jackson R.S. (2002). Wine tasting: a professional handbook. Elsevier Academic Press. San Diego, California.
55. Jiang B. and Zhang Z. (2010). Volatile Compounds of Young Wines from Cabernet Sauvignon, Cabernet Gernischet and Chardonnay Varieties Grown in the Loess Plateau Region of China. *Molecules*, 15, 9184-9196.
56. Kallithraka S., Salacha M.I., Tzourou I. (2014). Changes in phenolic composition and antioxidant activity of white wine during bottle storage: Accelerated browning test versus bottle storage. *Journal of Food Composition and Analysis*, 33, 166–174.

57. Karagiannis S., Economou A., Lanaridis P. (2000). Phenolic and volatile composition of wines made from *Vitis vinifera* cv. Muscat lefko grapes from the island of Samos. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 48, 5369-5375.
58. Karagiannis S. and Lanaridis P. (2002). Insoluble grape material present in must affects the overall fermentation aroma of dry white wines made from three grape cultivars cultivated in Greece. *Journal of Food Science*, 67, 369-374.
59. Klingenberg A. and Sprecher E. (1985). Production of monoterpenes in liquid cultures by the yeast *Ambrosiozyma monospora*. *Planta Medica* 3, 264–265.
60. Kulisic T., Radonic A., Katalinic V. and Milos M. (2004). Use different methods for testing antioxidant activity of oregano essential oil. *Food Chemistry*, 85, 633-640.
61. Lamikarna O., Grivana C. C. & Inyang I. D. (1996). Formation and occurrence of flavour components in noble muscadine wine. *Food Chemistry*, 56, 373-376.
62. Lantzouraki D., Sinanoglou V.J., Tsiaka T., Proestos C. and Zoumpoulakis P. (2015). Total phenolic content, antioxidant capacity and phytochemical profiling of grape and pomegranate wines. *RSC Advances*, 5(123), 101683-101692.
63. Licker L.J., Acree E.T., Henick-Kling, T. (1999). What is 'Brett' (Brettanomyces) flavor?: A preliminary investigation. In *Chemistry of Wine Flavor*, A. L. Waterhouse and S. E.
64. Liu R.H. (2004). Potential Synergy of phytochemicals in cancer prevention: Mechanism of action, *Journal Nutr*, 134:3479-3485.
65. Maicas S., Gil J., Pardo I. & Ferrer S. (1990). Improvement of volatile composition of wines by controlled addition of malolactic bacteria. *Food research international*, 32, 491-496.
66. Marquez A., Serratosa M., Merida J. (2014). Influence of bottle storage time on colour, phenolic composition and sensory properties of sweet red wines. *Food Chemistry*, 146, 507–514.
67. Melgarejo P., Legua P., Martinez M., Martinez J.J. (2002). Contribution to a better knowledge of the quality of pomegranate pollen (*Punica granatum* L.) *Options Méditerranéennes Ser. A* 42, 115–121.
68. Mena P., Gil-Izquierdo A., Moreno D., Martí N., García-Viguera C. (2012). Assessment of the melatonin production in pomegranate wines, *Food Science and Technology LWT - Food Science and Technology* 47 (2012) 13-18.

69. Mezey J., Czako P., Mezeyová I., Bajčan D. and Kobolka R. (2016). Changes of Selected Antioxidant Parameters of Red Wines during Maturation. *Czech Journal of Food Sciences*, 34 (4) 356–361.
70. Miguel M.G., Dandlen S. and Neves M.A. (2009). Antioxidant activities of flower extract and pomegranate juice. *Acta Horticulturae*, 818, 389-394.
71. Mosedale J. R., & Puech J. L. (1998). Wood maturation of distilled beverages. *Food Science and Technology*, 995–101.
72. Muradoglu F., Balta M.F., Ozrenk K. (2006). Pomegranate (*Punica granatum* L.) genetic resources from Hakkari, Turkey. *Research journal of agricultural and biological sciences*, 2(6), 520–525.
73. Nonaka G., Nishioka I., Nishizawa M., et al. (1990). Anti-AIDS agents, 2: Inhibitory effects of tannins on HIV reverse transcriptase and HIV replication in H9 lymphocyte cells. *Journal of Natural Products*, 53(3), 587–595.
74. Ong KC, Khoo HE (August 1997). Biological Effects of Myricetin. *General Pharmacology*, 29 (2), 121–126.
75. Ortega-Heras M., González-San José M. L. & Beltrán S. (2002). Aroma composition if wine studied by different extraction methods. *Analytica Chimica Acta*, 458, 85-93.
76. Ough C. S. and Amerine M. A. (1988). Methods for analysis of musts and wines. 2nd edition, Univ. of California, John Wiley & Sons, New York, Chichester. Brisbane. Toronto. Singapore, 80-85, 112-115, 140-142, 153-155, 159-165.
77. Pérez-Prieto L.J., López-Roca J.M. and Gómez-Plaza E. (2003). Differences in major volatile compounds of red wines according to storage length and storage conditions. *Journal of Composition and Analysis*, 16, 697-705.
78. Pisarnitskii A. F. (2001). Formation of wine aroma: Tone sand imperfections caused by minor components (Review), *Applied Biochemistry and Microbiology*, 37, 552-560.
79. Potter N.N. and Hotchkiss J.H. (1995). Food science texts series. Food science. 5th ed. New York: Chapman & Hall.
80. Pricer C., Etiévant P. X., Kicklaus S. & Brun O. (1997). Representative Champagne wine extracts for gas chromatography of lactometry analysis. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 45, 3511-3514.

81. Prior R. L., Wu X. and Schaich K. (2005). Standardized Methods for the Determination of Antioxidant Capacity and Phenolics in Foods and Dietary Supplements. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, 4290–4302.
82. Puech J.L., (1981). Extraction and evolution of lignin products in armagnac matured in oak. *American Journal of Enology and Viticulture*, 32 (2), 111–114.
83. Ramey D.D. and Ough C.S. (1980). Volatile ester hydrolysis or formation during storage of model solutions and wines. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 28, 928-934.
84. Rapp A. and Mandery H. (1986). Wine aroma. *Experientia* 42, 873-884.
85. Reazin G., Scales H., Andreasen A. (1970). Mechanism of major congener formation in alcoholic grain fermentations. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 18(4), 585-589.
86. Reazin G. (1981). Chemical mechanisms of whiskey maturation. *American Journal of Enology and Viticolae*, 32,4, 283-9.
87. Revi M., Badeka A., Kontominas M.G. (2013). Effect of packaging material on quality parameters and aroma profile of dry white wine. *Food Chemistry*, 152, 331-339.
88. Ribéreau-Gayon P., Dubourdieu D., Donéche B. & Lonvaud A. (2000). Handbook of Enology. Wiley & Sons, Ltd., Chichester, England.
89. Ribereau-Gayon P., Glories Y., Maujean A., Dubourdieu D. (2006). Handbook of enology volume 2, The chemistry of wine: Stabilization and treatments.
90. Robinson J. (2006). The Oxford companion to wine (3rd ed). Oxford University Press, USA.
91. Rodríguez- Bencomo J.J., Conde J.E., García-Montelongo F. & Pérez- Trujillo J.P. (2003). Determination of major compounds in sweet wines by headspace solid- phase microextraction and gas chromatography. *Journal of Chromatography A*, 991, 13-22.
92. Roussis I., Lambropoulos I., Tzimas P., Gkoulioti A., Marinos V., Tsoupeis D., Boutaris I. (2008). Antioxidant activities of some Greek wines and wine phenolic extracts. *Journal of Food Composition and Analysis*, 21, 614– 621.
93. Schneider R., Baumes R., Bayonove C. & Razungles A. (1998). Volatile compounds involved in the aroma of sweet fortified wines (vins doux naturels) from Grenache Noir. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 46, 3230-3237.

94. Schreier P. (1979). Flavor composition of wines: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 59–111.
95. Sefton M.A., Francis I.L., Williams P.J. (1996). The free and bound volatile secondary metabolites of *Vitis vinifera* grape cv. Semillon. *Australian journal of grape and wine research*, 2, 179-183.
96. Sefton M.A. (1998). Hydrolytically-released volatile secondary metabolites from a juice sample of *Vitis vinifera* grape cvs Merlot and Cabernet Sauvignon. *Australian journal of grape and wine research*, 4, 30-38.
97. Sepulveda E., Galleti L., Saenz C., Tapia M. (2000). Minimal processing of pomegranate var. Wonderful. *Options Mediterraneennes Serie A* 42, 237-242.
98. Simpson R.F. (1970a). Aroma composition of bottle aged white wine. *Vitis* 18, 148-154.
99. Soleas G.J., Goldberg D.M., Karumanchiri A., Tsang E. and Diamandis E.P. (1997). Comparative evaluation of four methods for assay of cis- and trans-veratrol. *American Journal of Enology and Viticulture*, 48, 169-176.
100. Spillman P.J., Iland P.G. & Sefton M.A. (1998). Accumulation of volatile oak compounds in a model wine stored in American and Limousin oak barrels. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 4, 67–73.
101. Stover E., Mercure E.W. (2007). The pomegranate: A new look at the fruit of paradise. *Hort Science* 42:1088–1092.
102. Tehranifar A., Zarei M., Nemati Z., Esfandiyari B., Vazifeshenas M.R.(2010). Investigation of physico-chemical properties and antioxidant activity of twenty Iranian pomegranate (*Punica granatum* L.) cultivars. *Scientia Horticulturae* 126, 180–185.
103. Tsao R., (2010). Chemistry and Biochemistry of Dietary Polyphenols, Nutrients, 1231-1246.
104. Usseglio-Tomasset, L. and Bosia, P.D. (1990). Amino acids and oligopeptides 20 development from the must to the wine. *Bulletin OIV* 707-708, 21-46.
105. Weerakkody R.A., Czosnyka M., Zweifel C., Castellani G., Smielewski P., Keong N. (2010). Slow vasogenic fluctuations of intracranial pressure and cerebral near infrared spectroscopy-an observational study. *Acta Neurochirurgica* 152(10), 1763–1769.

106. Williams A.A. (1982). Recent developments in the field of wine flavor research. *Journal of the Institute of Brewing*, 88, 43-53.
107. Winterhalter P, Schreier P. 1994. C13-norisoprenoid glycosides in plant tissues: an overview on their occurrence, composition and role as flavour precursors. *Flavour and Fragrances Journal*, 9, 281–287.
108. Ya-Ling Hsu, Yih-Huei Uen, Yi Chen, Hsin-Lin Liang and Po-Lin Kuo, J. (2009). Tricetin, a Dietary Flavonoid, Inhibits Proliferation of Human Breast Adenocarcinoma MCF-7 Cells by Blocking Cell Cycle Progression and Inducing Apoptosis. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57,(18), 8688–8695.
109. Zafrilla P., Morillas J., Mulero J., Cayuela J.M., Martínez-Cachá A., Pardo F., López N. (2003). Changes during storage in conventional and ecological wine: phenolic content and antioxidant activity. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 30;51(16), 4694-700.
110. Zheng W., Wang S.Y. (2001). Antioxidant activity and phenolic compounds in selected herbs. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 49, 5165-5170.
111. Zhou Y., Riesen R. & Gilpin C. S. (1996). Comparison of Amberlite XAD-2/Freon11 extraction with liquid/ liquid extraction for the determination of wine flavour components, *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 44, 818-822.
112. Ακρίδα- Δεμερτζή Κ. (1987). Ιχνοστοιχεία και αφομοιούμενα από τη ζύμη στοιχεία ελληνικών ζαχαρούχων πρώτων υλών και μελέτη της επίδρασής τους στην αλκοολική ζύμωση των εκχυλισμάτων των πρώτων αυτών υλών. Διδακτορική Διατριβή, Ιωάννινα.
113. Ακρίδα- Δεμερτζή Κ. (2004). "Οινοτεχνική", Ιωάννινα.
114. Αναστού Δ. (2010). Μελέτη φυσιολογικών και χημικών χαρακτηριστικών της ροδιάς (*Punica granatum* L.). Μεταπτυχιακή Διατριβή.
115. Βαγιάνος Ι. (1986). Πρακτική αμπελουργία-οινολογία, Αθήνα 1986.
116. Δρογούδη Π. (2009). Ροδιά (*Punica granatum* L.): Ο ‘κόκκινος χρυσός’ της διατροφικής αξίας-μία εναλλακτική καλλιέργεια για την ελληνική ύπαιθρο. ΕΘΙΑΓΕ, 38, 4-6.

117. Δημοπούλου Ειρήνη, (2008). Μελέτη τανινών των γιγάρτων της ποικιλίας “Cabernet sauvignon”. Εφαρμογή ανάπτυξη μεθόδων ανάλυσης και επίδραση του ποτίσματος και του υποκειμένου στις περιεκτικότητες αυτών. Μεταπτυχιακή Διατριβή, Γεωπονικό Παν/μιο Αθηνών.
118. Κανά Κ. Ν. (1989). Αποστάγματα και προϊόντα αλκοολικής ζύμωσης με νέες και παραδοσιακές μεθόδους: Πτητικά παραπροϊόντα. Διδακτορική Διατριβή, Πάτρα.
119. Κόρκας Η. Αμπελουργία.(1997). Τμήμα Οινολογίας και Τεχνολογίας Ποτών, Αθήνα.
120. Κοτίνη Χ. (1985). Ελληνικός αμπελογραφικός άτλας. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα.
121. Κουράκου-Δραγώνα Σ. (1998). Θέματα Οινολογίας: επιστήμη και τεχνολογία στον τομέα της οινοποιητικής τεχνικής. Εκδ. Τροχαλία, Αθήνα.
122. Μακρυνίτσας Δ. (2009). Επίδραση του υλικού συσκευασίας στην μεταβολή των κυριότερων πτητικών συστατικών κρασιών Ανατολικής Στερεάς Ελλάδας. Μεταπτυχιακή Διατριβή, Ιωάννινα.
123. Παληογιάννη Α. (2007). Μελέτη πτητικών συστατικών ελληνικών οίνων- Παραγωγή βιολειτουργικών οίνων με βάση φυτά του γένους *Sideritis*. Αθήνα.
124. Πιπερίδη Χ. (2006). Επίδραση του υλικού συσκευασίας και της θερμοκρασίας αποθήκευσης στην μεταβολή των κυριότερων πτητικών συστατικών κρασιών Ιονίων νήσων. Μεταπτυχιακή Διατριβή, Ιωάννινα.
125. Ρηγανάκος Κ. (2004). Εργαστηριακές ασκήσεις οινολογίας. Ιωάννινα
126. Ρούσης Ι. (2004). Εργαστηριακές ασκήσεις οινολογίας. Ιωάννινα.
127. Σιαράβας Β. (2003). Μελέτη της μεταβολής των κυριότερων πτητικών συστατικών σε κρασιά της Ηπείρου κατά την διατήρησή τους σε θερμοκρασίες οйнаποθήκης. Μεταπτυχιακή Διατριβή, Ιωάννινα.
128. Σουφλερός Ε. (2000). Οίνος και Αποστάγματα. Θεσσαλονίκη.
129. Σταυρακάκης Μ.Ν., Συμίνης Χ., Μπινιάρη Κ., Σωτηρόπουλος Γ. (2003). Αμπελουργία. Ο.Ε.Δ.Β. Αθήνα.

130. Στυλιανίδης Δ., Σιμώνης Α., Σωτηρόπουλος Θ. και Κουκουρίκου – Πετρίδου Μ. (2009). Το δέντρο της ροδιάς: Ιστορία, Μύθοι, Λαϊκή Παράδοση. *Γεωργία – Κτηνοτροφία*, 3, 30-34.
131. Συμεού Ελ. (2010). Μελέτη την φαινολικών συστατικών σταφυλιών και οίνου, Χίου και Νεμέας και της επίδρασης των ενζύμων και άλλων παραμέτρων σε αυτά. Διδακτορική διατριβή, Αθήνα.
132. Τζουραμάνη Ε., Λιοντάκης Α., Σιντόρη Α., Ναβρούζογλου Π., Παπαευθυμίου Μ., Καρανικόλας Π. και Αλεξόπουλος Γ. (2008). Ροδιά. Ινστιτούτο Γεωργοοικονομικών και Κοινωνιολογικών Ερευνών. Εθνικό Ιδρυμα Αγροτικής Έρευνας.
133. Τζουβάρα-Καραγιάννη Σ. (1986). Σύσταση, χημική ανάλυση και προδιαγραφές βασικών τροφίμων. Ιωάννινα.
134. Τσακίρης Α. (1998). Οινολογία από το σταφύλι στο κρασί. Αθήνα.
135. Χήνου Ι. (2002). Χημεία Φυσικών Προϊόντων ΙΙΙ. Φαινολικά παράγωγα. Αθήνα

#### ΔΙΑΔΥΚΤΙΑΚΟΙ ΤΟΠΟΙ

1. <http://www.corkhellas.gr/43DA66DE.el.aspx>
2. <http://www.infowine.gr>
3. [medlabgr.blogspot.com /2013/09/blog-post\\_24.html](http://medlabgr.blogspot.com/2013/09/blog-post_24.html)