



ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
AGRICULTURAL UNIVERSITY OF ATHENS

**ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ & ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΟΥ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΟΙΝΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΑΛΚΟΟΛΟΥΧΩΝ ΠΟΤΩΝ**

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΜΠΟΥΔΩΝ
ΕΠΙΣΤΗΜΗ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ & ΔΙΑΤΡΟΦΗ ΑΝΘΡΩΠΟΥ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΟΙΝΟΥ & ΑΠΟΣΤΑΓΜΑΤΩΝ

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

Επίδραση του ύψους και της κατανομής του φορτίου, κατά το χειμερινό κλάδεμα, στην πολυφαινολική σύσταση της ποικιλίας Ξινόμαυρο

Ευτυχία Κ. Μπαλλά
Γεωπόνος

Επιβλέπων καθηγητής:
Γεώργιος Κοτσερίδης, Καθηγητής ΓΠΑ

ΑΘΗΝΑ
2021

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ & ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ ΑΝΘΡΩΠΟΥ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΟΙΝΟΛΟΓΙΑΣ & ΑΛΚΟΟΛΟΥΧΩΝ ΠΟΤΩΝ

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

Επίδραση του ύψους και της κατανομής του φορτίου, κατά το χειμερινό κλάδεμα, στην πολυφαινολική σύσταση της ποικιλίας Ξινόμαυρο

Influence of pruning and training system, during winter pruning, on the phenolic compounds of the variety Xinomavro

Ευτυχία Κ. Μπαλλά

Εξεταστική Επιτροπή:

Γεώργιος Κοτσερίδης, Καθηγητής ΓΠΑ (Επιβλέπων)

Στέφανος Κουνδουράς, Αναπληρωτής Καθηγητής ΑΠΘ

Σταματίνα Καλλίθρακα, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια ΓΠΑ

Επίδραση του ύψους και της κατανομής του φορτίου, κατά το χειμερινό κλάδεμα, στην πολυφαινολική σύσταση της ποικιλίας Ξινόμαυρο

ΠΜΣ: Επιστήμη & Τεχνολογία Τροφίμων & Διατροφή του Ανθρώπου- Τεχνολογία Οίνου & Αποσταγμάτων

Τμήμα Επιστήμης Τροφίμων & Διατροφής του Ανθρώπου

Εργαστήριο Οινολογίας & Αλκοολούχων Ποτών

Περίληψη

Οι φαινολικές ενώσεις αποτελούν μια από τις σημαντικότερες ομάδες ενώσεων για το κρασί μιας και επιδρούν άμεσα στην ποιότητα του οίνου. Στην παρούσα μεταπτυχιακή μελέτη ερευνάται η επίδραση του συστήματος διαμόρφωσης καθώς και του φορτίου στα πολυφαινολικά συστατικά της ποικιλίας του Ξινόμαυρου.

Κατά το πείραμα, εφαρμόστηκαν δύο συστήματα διαμόρφωσης, κεφαλή και αμολυτή, και δύο διαφορετικά φορτία, των 12 και 24 οφθαλμών. Οπότε οδηγούμαστε στους εξής χειρισμούς: απλή κεφαλή (ΑΚ) και απλή αμολυτή (ΑΑ), με 12 οφθαλμούς και διπλή κεφαλή (ΔΚ) και διπλή αμολυτή(ΔΑ) με 24 οφθαλμούς. Το πείραμα έλαβε μέρος στον πειραματικό αμπελώνα της Αμερικάνικης Γεωργικής Σχολής Θεσσαλονίκης. Κατά της διάρκεια της ωρίμανσης και για κάθε χειρισμό, έγιναν 3 δειγματοληψίες των 3 επαναλήψεων. Μετά τον περκασμό πραγματοποιήθηκαν 3 δειγματοληψίες κατά της ημέρες του έτους (Day Of the Year) 221, 235 και 251. Για την εκτίμηση της επίδρασης του διαφορετικού συστήματος διαμόρφωσης και του φορτίου στα πολυφαινολικά συστατικά έγιναν οι κάτωθι αναλύσεις στους φλοιούς των ραγών:

Ολικά φαινολικά των φλοιών υπολογίστηκαν με δύο μεθόδους, ολικά φαινολικά εκφρασμένα σε AU/ράγα και ολικά φαινολικά με την μέθοδο Folin-Ciocalteu, σε mg GAE/ράγα. Υπολογίστηκε επίσης και η συγκέντρωση των ανθοκυανών μέσω της HPLC, σε mgMlv/ g ξηρού φλοιού.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το βάρος των ραγών καθώς και των φλοιών δεν διαφέρουν στατιστικά μεταξύ τους σε κανέναν από τους χειρισμούς. Τα ολικά φαινολικά εκφρασμένα σε AU/ράγα καθώς και αυτά σε mgGAE/ράγα δεν βρέθηκε επίσης να επηρεάζονται από τους χειρισμούς. Τέλος όσον αφορά την συγκέντρωση των ανθοκυανών, στατιστικά σημαντική διαφορά βρέθηκε μονό στην περίπτωση της σύγκρισης της απλής με την διπλή αμολυτή, δηλαδή στο ίδιο σύστημα διαμόρφωσης με διαφορετικό το φορτίο, όπου υψηλότερες συγκεντρώσεις σχεδόν σε όλες τις ανθοκυάνες εμφανίζει η απλή αμολυτή.

Επιστημονική περιοχή: Αμπελουργία, Οινολογία

Λέξεις κλειδιά: Φαινολικά συστατικά, Σταφύλια, Κλάδεμα, Σύστημα διαμόρφωσης, Ανθοκυάνες, Ξινόμαυρο

Influence of pruning and training system, during winter pruning, on the phenolic compounds of the variety Xinomavro

MSC Food Science & Human Nutrition- Oenology & Alcoholic Drinks

Department of Food Science & Human Nutrition

Laboratory of Oenology & Alcoholic Drinks

Abstract

Phenolic compounds are one of the most important chemical groups for wine, as they affect directly the quality of wine. The current study investigates the impact of the training and pruning system on the phenolic compounds of the wine variety Xinomavro. During the experiment, we had two training systems, Royat and Guyot and to pruning methods, of 12 and 24 buds. Simple cane and double cane, simple cordon and double cordon were applied, in the experiment vineyards of American Farm School of Thessaloniki, planted with the variety *Vitis vinifera* Xinomavro. For each training and pruning treatment 3 samples were taken and 3 replicates during maturation. When the veraison was complete, 3 samples were taken on Day Of the Year (DOY) 221, 235 and 251.

For the evaluation of the training and pruning system effect we analyzed the skins of the grapes. Total phenolics of the skins were calculated by two methods, total phenolic expressed in AU/berry and total phenolic by Folin-Ciocalteu method, in mg GAE/berry. The concentration of anthocyanins was also calculated by HPLC, in mgMlv/g dry skins.

The berry and skin weight, and the total phenols in AU/berry and mgGAE/berry did not differ statistically. The only statistically important difference was between the Guyot system and the two different number of buds.

Scientific area: Viticulture, Oenology

Keywords: Phenolic compounds, Grapes, Pruning, Training system, Anthocyanins, Xinomavro

Ευχαριστίες

Ολοκληρώνοντας τη μεταπτυχιακή μου διατριβή θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους ανθρώπους που μου στάθηκαν, με εμπιστεύτηκαν και συνέβαλαν στην ολοκλήρωση της.

Πρώτα θα ήθελα να ευχαριστήσω τους καθηγητές μου κύριο Κοτσερίδη και κύριο Κουνδουρά που με βοήθησαν στην εύρεση του θέματος της μεταπτυχιακής μου εργασίας και που με εμπιστεύτηκαν.

Ένα τεράστιο ευχαριστώ στην κυρία Προξενιά για τη βοήθεια τόσο σε πρακτικά ζητήματα αλλά και στο κομμάτι της υποστήριξης και της εμπύχωσης, καθώς βέβαια και στον κομμάτι τον γνώσεων. Κι ένα ακόμη μεγάλο ευχαριστώ για την υπομονή που έδειξε.

Τον κύριο Θεοχάρη που μου εμπιστεύτηκε το αμπελουργικό του πείραμα για την εργασία μου. Ένα μεγάλο ευχαριστώ για την υποστήριξη και την υπομονή.

Τη φοιτήτρια Κατερίνα Θεοδοροπούλου, για τη βοήθεια στο πειραματικό-εργαστηριακό κομμάτι της εργασίας.

Όλους τους συμφοιτητές μου για τη βοήθεια και την υποστήριξη.

Και τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου που συνέβαλαν τα μέγιστα για της σπουδές μου, καθώς και τον αδερφό και τους καλούς μου φίλους που στέκονται πάντα κοντά μου.

Περιεχόμενα

Περίληψη.....	3
Abstract.....	4
Ευχαριστίες.....	5
Ευρετήριο Πινάκων.....	8
Ευρετήριο Εικόνων.....	9
Ευρετήριο Διαγραμμάτων.....	10
1. Φαινολικές ενώσεις στο σταφύλι.....	11
1.1. Μη φλαβονοειδείς φαινολικές ενώσεις.....	12
1.2. Φλαβονοειδείς φαινολικές ενώσεις.....	12
1.2.1 Φλαβονόλες.....	13
1.2.2 Φλαβανόνες.....	13
1.2.3 Κατεχίνες.....	13
1.2.4 Ανθοκυάνες.....	14
1.2.5 Ταννίνες.....	15
2. Η επίδραση του συστήματος μόρφωσης και του φορτίου στη συσσώρευση των φαινολικών συστατικών των ραγών.....	16
2.1. Σύστημα διαμόρφωσης.....	16
2.1.1 Γραμμοειδές.....	17
2.2. Κλάδεμα καρποφορίας.....	19
2.3. Η επίδραση του συστήματος διαμόρφωσης και του ύψους του φορτίου στην πολυφαινολική σύσταση της ράγας.....	20
3. ΞΙΝΟΜΑΥΡΟ.....	22
3.1. Γενικά.....	22
3.2. Περιγραφή του Ξινόμαυρου.....	22
3.2.1. Χαρακτηριστικά της ποικιλίας.....	22
3.2.2. Αμπελογραφία.....	23
3.2.3. Καλλιέργεια του Ξινόμαυρου.....	23
3.3. Οι οίνοι Ξινόμαυρου.....	24
3.4. Οι σημαντικότερες περιοχές καλλιέργειας του Ξινόμαυρου.....	25
3.4.1. Νάουσα.....	25
3.4.2. Αμύνταιο.....	26
4. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	27
4.1. ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	27
4.2. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΜΠΕΛΩΝΑ.....	27
4.3. ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΣΤΑ ΔΕΙΓΜΑΤΑ ΤΩΝ ΡΑΓΩΝ.....	27

4.4.	ΕΚΧΥΛΙΣΗ	27
4.5.	ΟΛΙΚΑ ΦΑΙΝΟΛΙΚΑ	28
4.5.1.	Ολικά φαινολικά - ΔΦΟ	28
4.5.2.	Μέθοδος Folin- Ciocalteu	28
4.5.3.	Προσδιορισμός ανθοκυανών με HPLC	29
4.6.	Μετρήσεις στον πειραματικό αμπελώνα.....	31
4.6.1.	Μέτρηση υδατικού δυναμικού Ψs	31
4.7.	Στατιστική ανάλυση αποτελεσμάτων.....	32
5.	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	32
5.1.	Αναλύσεις στις ράγες	32
5.1.1.	Βάρη.....	32
5.1.2.	Ολικά φαινολικά (ΔΦΟ)	35
5.1.3.	Ολικά φαινολικά (Folin-Ciocalteu).....	36
5.1.4.	Προσδιορισμός ανθοκυανών	37
5.2.	Αποτελέσματα μετρήσεων αμπελιού	41
5.2.1.	Ψstem	41
6.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	43
7.	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	44
	ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	44
	ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	47
	WEBSITES	48
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	

Ευρετήριο Πινάκων

Πίνακας 1. Χρόνοι και συγκέντρωση διαλυτών κατά την έκλουση	30
Πίνακας 2. Βαθμονόμηση πρότυπης μαλβιδίνης.....	31
Πίνακας 3. Μετρήσεις βάρους 50 ραγών	35
Πίνακας 4. Μετρήσεις βάρους φλοιών.....	36
Πίνακας 5. Ολικά φαινολικά (AU/ράγα).....	37
Πίνακας 6. Ολικά φαινολικά συστατικά (Folin-Ciocalteu).....	38
Πίνακας 7. Ανθοκυάνες στα εκχυλίσματα ραγών, εκφρασμένες σε ισοδύναμα μαλβιδίνης ανά γραμμάριο ξηρού φλοιού (mgME/gΞΦ), όπως προσδιορίστηκαν με υγρή χρωματογραφία υψηλής απόδοσης (HPLC)(Σε όλα τα συστήματα διαμόρφωσης και διαφορετικού φορτίου).....	40
Πίνακας 8. Ανθοκυάνες εκφρασμένες σε ισοδύναμα μαλβιδίνης ανά γραμμάριο ξηρού φλοιού (mgME/gΞΦ), όπως προσδιορίστηκαν με υγρή χρωματογραφία υψηλής απόδοσης (HPLC). Σύστημα μόρφωσης : Απλή αμολυτή-Διπλή αμολυτή.....	41
Πίνακας 9. Ανθοκυάνες εκφρασμένες σε ισοδύναμα μαλβιδίνης ανά γραμμάριο ξηρού φλοιού (mgME/gΞΦ), όπως προσδιορίστηκαν με υγρή χρωματογραφία υψηλής απόδοσης (HPLC). Σύστημα μόρφωσης : Απλή κεφαλή- Διπλή κεφαλή.....	42
Πίνακας 10. Ανθοκυάνες εκφρασμένες σε ισοδύναμα μαλβιδίνης ανά γραμμάριο ξηρού φλοιού (mgME/gΞΦ), όπως προσδιορίστηκαν με υγρή χρωματογραφία υψηλής απόδοσης (HPLC). Σύστημα μόρφωσης :Απλή αμολυτή- Απλή κεφαλή.....	43
Πίνακας 11. Ανθοκυάνες εκφρασμένες σε ισοδύναμα μαλβιδίνης ανά γραμμάριο ξηρού φλοιού (mgME/gΞΦ), όπως προσδιορίστηκαν με υγρή χρωματογραφία υψηλής απόδοσης (HPLC). Σύστημα μόρφωσης :Διπλή αμολυτή- Διπλή κεφαλή.....	44

Ευρετήριο Εικόνων

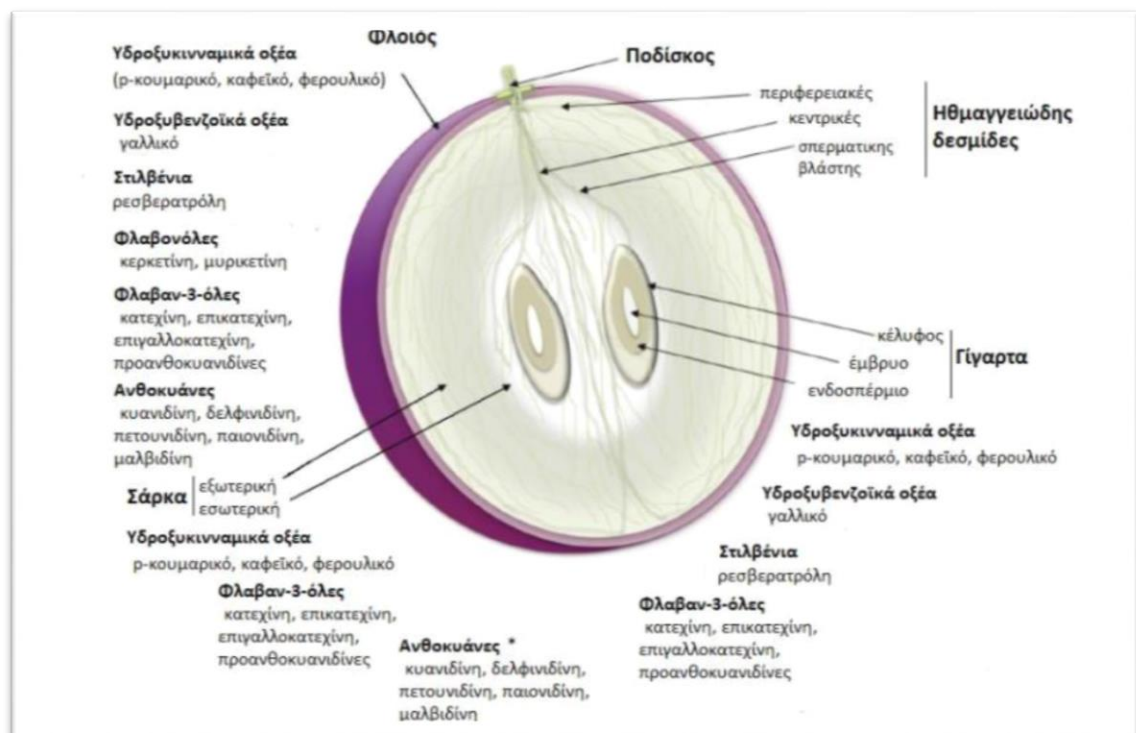
Εικόνα 1. Φαινολικά συστατικά που εντοπίζονται στα διάφορα μέρη της ράγας. (Πηγή: Texeira et al., 2013).....	11
Εικόνα 2. Δομή φλαβονοειδούς δακτυλίου και αρίθμηση του (Texeira et al., 2013).....	13
Εικόνα3. Γενική μορφή ανθοκυανών και οι σημαντικότερες ανθοκυάνες που συναντώνται στο σταφύλι και τους οίνους.....	15
Εικόνα 4. Σύστημα διαμόρφωσης, αμφίπλευρο γραμμικό, βραχύ κλάδεμα (Spur pruning, Royat). (Πηγή: Wine Folly).....	18
Εικόνα 5. Σύστημα διαμόρφωσης αμφίπλευρο γραμμικό, μακρύ κλάδεμα (Cane pruning, Guyot). (Wine Folly).....	19
Εικόνα 6. Διάγραμμα πρότυπης καμπύλης μαλβιδίνης.....	32
Εικόνα 7. Χρωματογράφημα που απεικονίζει της ανθοκυάνες, 3-O- μονογλυκοζίτες της δελφινιδίνης (Delphinidin), της πετουινιδίνης (Petoynidin), της παιονιδίνης (Peonidin), της μαλβιδίνης (Malvidin), ο οξικός εστέρας της μαλβιδίνης (Malv. Acetate) και ο κουμαρικός εστέρας της μαλβιδίνης (Malv. Coumar.).....	33

Ευρετήριο Διαγραμμάτων

Διάγραμμα 1. Βάρος 50 ραγών στα διαφορετικά συστήματα διαμόρφωσης & φορτίο.....	35
Διάγραμμα 2. Βάρος 50 φλοιών στα διαφορετικά συστήματα διαμόρφωσης & φορτίο.....	36
Διάγραμμα 3. Ολικά φαινολικά (AU/ράγα)	37
Διάγραμμα 4. Ολικά φαινολικά σε mgGAE/ράγα (μέθοδος Folin-Ciocalteu)	39
Διάγραμμα 5. Μέτρηση υδατικού δυναμικού (Ψstem) της ποικιλίας Ξινόμαυρο κατά την διάρκεια ωρίμανσης, σε διαφορετικά συστήματα διαμόρφωσης και διαφορετικό φορτίο(ΑΑ, ΑΚ, ΔΑ, ΔΚ). Οι μπάρες δείχνουν το τυπικό ± σφάλμα του μέσου όρου των τιμών.....	44

1. Φαινολικές ενώσεις στο σταφύλι

Οι φαινολικές ενώσεις είναι δευτερογενείς μεταβολίτες (Waterhouse., 2002), οι οποίοι διαθέτουν έναν βενζολικό δακτύλιο στον οποίο συνδέονται μια ή περισσότερες ομάδες υδροξυλίου. Η σύνθεσή τους γίνεται μέσω των βιοσυνθετικών οδών του σικιμικού οξέος. Η κύρια προέλευση των φαινολικών είναι τα στερεά μέρη των σταφυλιών και βρίσκονται κυρίως στον φλοιό και τα γίγαρτα. Μικρότερες ποσότητες μπορεί να εκχυλιστούν από τα ξύλινα βαρέλια. Και τέλος κατά την ζύμωση, μόνο ίχνη φαινολών μπορούν να παραχθούν από τον μεταβολισμό των ζυμών (Jackson 2008, Σουφλερός 2000).



Εικόνα 1. Φαινολικά συστατικά που εντοπίζονται στα διάφορα μέρη της γράφας. (Πηγή: Teixeira et al., 2013)

Κατά την διαδικασία της εκχύλισης, τα φαινολικά που εκχυλίζονται πρώτα προέρχονται από τους φλοιούς, καθώς αυτά των γιγάρτων εκχυλίζονται με πιο αργό ρυθμό και κυρίως κατά την μακρά εκχύλιση που εφαρμόζεται μετά την ολοκλήρωση της αλκοολικής ζύμωσης (Casassa et al., 2013a; Casassa et al., 2013b; Harbertson et al., 2009).

Οι φαινολικές ενώσεις είναι υπεύθυνες για το χρώμα των οίνων, συμμετέχουν στη διαμόρφωση ορισμένων γευστικών χαρακτηριστικών (στυφάδα, τραχύτητα) αυτών, προσφέρουν στους οίνους αντιοξειδωτική και αντιμικροβιακή προστασία και παίζουν αποφασιστικό ρόλο στην παλαίωση και στις διάφορες τεχνολογικές επεξεργασίες τους (π.χ. κολλάρισμα) (Ribereau-Gayon et al., 2000, Jackson., 2008, Σουφλερός., 2000). Πολύ σημαντικός είναι ακόμη ο ευεργετικός τους ρόλος στην υγεία των ανθρώπων. Υπεύθυνες για το «γαλλικό παράδοξο», κατά το οποίο οι Γάλλοι παρά

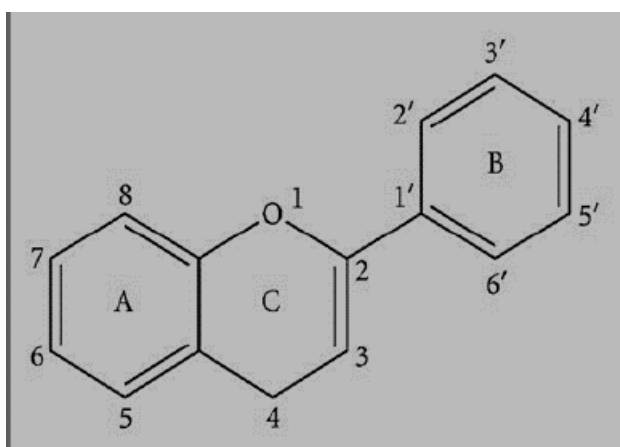
την μεγάλη κατανάλωση λιπαρών τροφών εμφανίζουν σε μικρό ποσοστό καρδιαγγειακά νοσήματα, που αποδίδεται στην πολύ συχνή κατανάλωση ερυθρού οίνου, ο οποίος είναι πλούσιος σε φαινολικά συστατικά (Lopez et al., 2003; Kalithraka et al., 2005). Έχει αποδειχθεί η αντιοξειδωτική τους ιδιότητα και άλλες ευεργετικές βιολογικές δραστηριότητες, προστασία του DNA (Sarma and Sharma.,1999), αντιφλεγμονώδης δράση (Wang et al., 1999).

Τα φαινολικά που συναντάμε στα σταφύλια και τους οίνους κατατάσσονται σε δύο κατηγορίες ανάλογα με τον αριθμό των δακτυλίων φαινόλης που περιέχουν και τα δομικά στοιχεία που προσδένονται σε αυτούς (Balasundram et al, 2006) τα φλαβονοειδή (φλαβονόλες, φλαβανονόλες, φλαβανόλες, φλαβόνες, ανθοκυάνες) και στα μη φλαβονοειδή (φαινολικά οξέα, στιλβένια) (Cheynier, 2005; Ribereau- Gayon et al., 1999; Texeira et al, 2013)

1.1. Μη φλαβονοειδείς φαινολικές ενώσεις

Στην κατηγορία αυτή υπάγονται τα φαινολικά οξέα, και ειδικότερα τα παράγωγα βενζοϊκού και κινναμωμικού οξέος, των οποίων ένα ή περισσότερα υδρογόνα των ατόμων άνθρακα του δακτυλίου έχουν υποκατασταθεί με υδροξυλομάδες (-OH) και μεθοξύ ομάδες(- OCH₃) και τα στιλβένια (Cheynier., 2005; Ribereau-Gayon et al., 1999). Η παρουσία τους στους οίνους οφείλεται στα σταφύλια, από τα οποία προήλθε ο οίνος, και στο ξύλο των βαρελιών όπου ο οίνος αποθηκεύτηκε και παλαιώσε. Οι σταφυλές των ερυθρών οίνων και οι ερυθροί οίνοι περιέχουν περισσότερα φαινολικά παράγωγα αυτής της κατηγορίας. Τα συστατικά αυτά απαντώνται στα χυμοτόπια των κυττάρων του φλοιού και της σάρκας των ραγών ως ετεροζίτες ή ως εστέρες (Κουράκου Σ., 1998).

Εάν οξειδωθούν μπορεί να προκαλέσουν αμαύρωση του χρώματος των λευκών οίνων (Adams, 2006), ενώ έχουν την ικανότητα να ενώνονται με ανθοκυάνες (Castaneda-Ovando et al., 2009). Τα φαινολικά οξέα είναι άχρωμα στο αλκοολικό διάλυμα, αλλά μπορεί να γίνουν κίτρινα (ή έγχρωμα) λόγω οξείδωσης. Από οργανοληπτική σκοπιά δεν προσδίδουν γεύση ή άρωμα. Είναι ωστόσο σημαντικά για την υγεία του ανθρώπου, λόγω της αντιοξειδωτικής και αντικαρκινικής τους δράσης (Gris et al., 2011).



1.2. Φλαβονοειδείς φαινολικές ενώσεις

Τα φλαβονοειδή αποτελούνται από 15 άτομα άνθρακα, τα οποία σχηματίζουν σκελετό της μορφής C₆-C₃-C₆. Οι δύο υδροξυλιωμένοι βενζοϊκοί δακτύλιοι, A και B,

Εικόνα 2. Δομή φλαβονοειδούς δακτυλίου και αρίθμησή του (Texeira et al.,2013)

συνδέονται μέσω μιας αλυσίδας 3 ατόμων άνθρακα, που είναι μέρος ενός ετεροκυκλικού δακτυλίου C. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν οι: φλαβονόλες, φλαβανόνες, φλαβονονόλες, φλαβανόλες, ανθοκυάνες, φλαβαν-3-όλες (Ribereau-Gayon et al., 1999; Teixeira et al., 2013). Υπάρχουν ελεύθερα ή πολυμερισμένα με άλλα φλαβονοειδή, σάκχαρα, μη-φλαβονοειδή ή συνδυασμό αυτών. Συντίθεται στο ενδοπλασματικό δίκτυο πριν μεταφερθούν και αποθηκευτούν στο κεντρικό χυμοτόπιο του κυττάρου (Jackson., 2008).

1.2.1 Φλαβονόλες

Οι φλαβονόλες έχουν κίτρινο χρώμα και βρίσκονται στους φλοιούς τόσο των ερυθρών όσο και των λευκών σταφυλιών και απαντούν κυρίως σε γλυκοζιδιωμένη μορφή (Κουράκου Σ., 1998). Στους φλοιούς, οι φλαβονόλες συγκεντρώνονται στα κυτταρικά κενοτόπια της επιδερμίδας και της υποδερμίδας. Από αυτή τη θέση, απορροφούν την υπεριώδη ακτινοβολία, προστατεύοντας έτσι τους εσωτερικούς ιστούς από τις βλαβερές συνέπειες της ηλιακής ακτινοβολίας (Jackson., 2008). Η σύνθεση τους λαμβάνει χώρα κατά τα αρχικά στάδια της ανάπτυξης της ράγας και τελειώνει περίπου στον περκασμό (Downey et al, 2003). Οι σημαντικότερες είναι η καμπερόλη, κερκετίνη και μυρισετίνη. Στους ερυθρούς οίνους παρατηρούνται και οι τρεις, ενώ στους λευκούς οίνους οι δύο πρώτες (Ribereau-Gayon., 1964). Σχηματίζονται με την προσκόλληση στη θέση -3 του κεντρικού δακτυλίου ενός μορίου μονοσακχαρίτη (κυρίως γλυκόζης) ή ενός μορίου γλυκουρονικού οξέος (Κουράκου Σ., 1998). Στους παραχθέντες οίνους συναντούμε την άγλυκη μορφή τους λόγω υδρόλυσης του γλυκοζιτικού δεσμού κατά την αλκοολική ζύμωση. Διαφορά παρατηρείται στην συγκέντρωσή τους, στους ερυθρούς οίνους σε μια ποσότητα μερικών δεκάδων mg/l, ενώ στους λευκούς, λόγω απουσίας των φλοιών κατά την οινοποίηση, απαντούν μόνο ίχνη (Κουράκου Σ., 1998).

1.2.2 Φλαβανόνες

Οι φλαβανόνες διαφέρουν από τις φλαβονόλες στη θέση -3 του μορίου της φλαβονόλης υπάρχει ένα δραστικό -OH. Οι φλαβανόνες είναι ελάχιστα διαδεδομένες στη φύση και τα παράγωγά τους δεν είναι συστατικά των σταφυλιών. Ανήκουν στα φαινολικά συστατικά του ξύλου της δρυός και η παρουσία τους έχει διαπιστωθεί μόνο σε οίνους που παλαίωσαν σε βαρέλια (Κουράκου Σ., 1998).

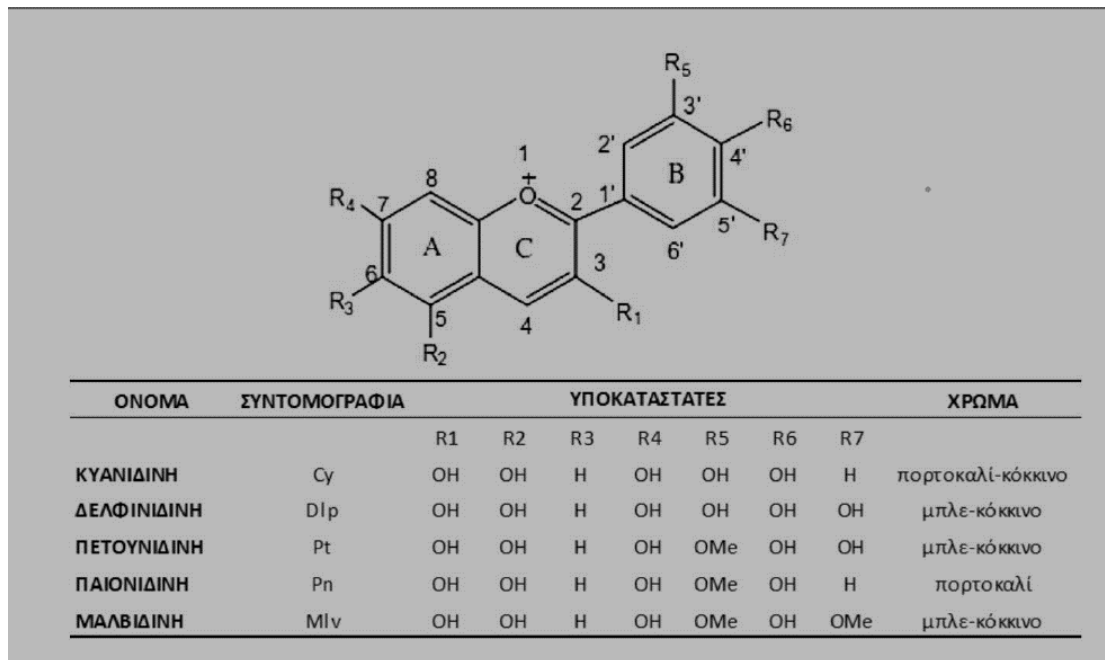
1.2.3 Κατεχίνες

Όπως είναι γνωστό από την οργανική χημεία, το παράγωγο της φλαβανόλης που έχει τον κεντρικό ετεροκυκλικό δακτύλιο υδρογονωμένο, λέγεται φλαβανόλη-3. Στη φύση απαντούν διάφορα υδροξυλιωμένα παράγωγα της φλαβανόλης-3, γνωστά ως κατεχίνες, σε μεγαλύτερη διάδοση είναι η κατεχίνη. Η κατεχίνη έχει δύο ασύμμετρα άτομα άνθρακα και δίνει τέσσερα ισομερή: την (+) και (-) κατεχίνη, την (+) και (-) επικατεχίνη, καθώς και δύο ρακεμικά. Στις σταφυλές και του οίνους απαντούν κυρίως η (+) κατεχίνη και η (-) επικατεχίνη (Κουρακου Σ., 1998). Οι βόστρυγες και οι φλοιοί, περιέχουν αποκλειστικά (+) κατεχίνη, ενώ στα γίγαρτα η περιεκτικότητα της (+)- κατεχίνης είναι σχεδόν ίδια με αυτή της (-) επικατεχίνης. Η κατεχίνη είναι μια

ευοξειδωτη ουσία, λόγω των –OH σε ο-θέση στον πλευρικό βενζολικό δακτύλιο. Που όταν θερμανθεί σε όξινο περιβάλλον πολυμερίζεται προς ενώσεις μεγάλου μοριακού βάρους, ως συνέπεια, το αρχικά κίτρινο διάλυμα, σιγά-σιγά να σκουραίνει ανάλογα με το βαθμό πολυμερισμού και μπορεί να φτάσει ως το καστανό μαύρο. Σε τέτοιες οξειδώσεις και συνενώσεις οφείλεται το καφέτιασμα των οίνων, γι' αυτό η παρουσία κατεχινών στους λευκούς οίνους είναι ανεπιθύμητη. (Κουράκου Σ., 1998).

1.2.4 Ανθοκυάνες

Οι ανθοκυάνες βρίσκονται κυρίως στους φλοιούς των ερυθρών ποικιλιών του *Vitis vinifera*, και πιο σπάνια στη σάρκα. Σε ελάχιστες ποικιλίες, που ονομάζονται βαφικές, ανθοκυάνες απαντούν και στα πρώτα κύτταρα της σάρκας. Στη σάρκα μπορεί επίσης να παρατηρηθεί η ύπαρξη χρωστικών σε στάδια υπερωρίμανσης λόγω του γήρατος των κυττάρων που οδηγεί σε διάχυση των χρωστικών. Επιπλέον συναντώνται σε υψηλές ποσότητες στα φύλλα, κυρίως στο τέλος της παραγωγικής περιόδου (Ribereau-Gayon et al., 2000). Οι ανθοκυάνες απαντούν στη φύση υπό μορφή ετεροζιτών, οι οποίοι ως ακετάλες που είναι, υδρολύονται προς ένα άγλυκο και ένα ή περισσότερα μόρια σακχάρων. Η βιοσύνθεσή τους αρχίζει την περίοδο του περκασμού (Ribereau-Gayon et al., 1999). Η συσσώρευση των ανθοκυανών παρουσιάζει μέγιστη τιμή κοντά στην περίοδο συγκομιδής (Cacho et al., 1992), ωστόσο ορισμένοι συγγραφείς έχουν παρατηρήσει μικρή πτώση λίγο πριν τη συγκομιδή ή κατά τη διάρκεια της υπερωρίμανσης των σταφυλιών (Bucchetti et al., 2011). Κατά τα τελευταία στάδια ωρίμανσης της σταφυλής, σχηματίζονται και οι εστεροποιημένες μορφές των ανθοκυανών. Τα άγλυκα που προκύπτουν λέγονται ανθοκυανιδίνες και έχουν τον βασικό τύπο C₆-C₃-C₆. Οι ανθοκυανιδίνες, αποτελούν την βασική δομή των ανθοκυανών και αποτελούνται από έναν αρωματικό δακτύλιο [A] συνδεδεμένο με ένα ετεροκυκλικό δακτύλιο [C] που περιέχει οξυγόνο, το οποίο είναι επίσης συνδεδεμένο με ένα δεσμό C-C σε ένα τρίτο αρωματικό δακτύλιο [B] (Ribereau-Gayon et al., 1999). Από τις ανθοκυανιδίνες, οι πιο διαδεδομένες στη φύση είναι η κυανιδίνη. Εικάζεται ότι η κυανιδίνη και η δελφινιδίνη είναι πρόδρομοι ανθοκυανιδινών, όπως είναι η παιονιδίνη και η μαλβιδίνη, που είναι πιο σταθερές διότι σε σχέση με τις δυο προηγούμενες δεν έχουν –OH σε ο-θέση.



Εικόνα 3. Γενική μορφή ανθοκυανών και οι σημαντικότερες ανθοκυάνες που συναντώνται στο σταφύλι και τους οίνους

Ενώ στις σταφυλές των ερυθρών ποικιλιών εμφανίζεται αμέσως μετά τον περκασμό η κυανιδίνη, της οποίας η συγκέντρωση αυξάνεται, όπως και της δελφινιδίνης, κατά τις πρώτες ημέρες ωρίμανσης των σταφυλιών, τελικά επικρατεί κατά πολύ η μαλβιδίνη που είναι η κύρια ανθοκυανιδίνη όλων σχεδόν των σταφυλιών και των ερυθρών οίνων (Κουράκου Σ., 1998). Όταν οι ανθοκυανιδίνες είναι στη γλυκοζυλιωμένη μορφή (σύνδεση με ένα μόριο σακχάρου), τότε ονομάζονται ανθοκυάνες και χαρακτηρίζονται από περισσότερη σταθερότητα και διαλυτότητα (Jackson., 2000). Τα σάκχαρα που απαντούν στις ανθοκυάνες είναι πάντα αλδόζες, κυρίως δε γλυκόζη υπό την ετεροκυκλική μορφή του πυρανίου. Επιπλέον Ι-αραβινόζη, d-ξυλόζη, d-γαλακτόζη, Ι-ραμνόζη, και ένα παράγωγο της γλυκόζης, το d-γλυκουρονικό οξύ. Οι ποικιλίες *Vitis vinifera* περιέχουν μόνο τους μονογλυκοζίτες των ανθοκυανιδινών. Στις ποικιλίες που ανήκουν *Vitis labrusca* και *Vitis rotundifolia* εκτός από μονογλυκοζίτες έχουν ανιχνευτεί και διγλυκοζίτες των ανθοκυανών. Η ανθοκυάνη που συναντάται σε μεγαλύτερη συγκέντρωση στις ποικιλίες *V. vinifera* και μπορεί να θεωρηθεί η βάση του χρώματος των κόκκινων σταφυλιών, είναι η μαλβιδίνη (Ribereau-Gayon et al., 1999).

1.2.5 Ταννίνες

Οι ταννίνες είναι σχετικά μεγάλα φαινολικά μόρια, που παράγονται από τον πολυμερισμό στοιχειωδών μορίων, με φαινολικές λειτουργίες (Ribereau-Gayon et al., 1999). Είναι φαινολικές ενώσεις μεγάλου μοριακού βάρους που κυμαίνεται από 600 έως 3500 Da (Ribereau-Gayon et al., 2006). Οι ταννίνες παίζουν σημαντικό ρόλο στη βιολογία της αμπέλου καθώς ενισχύουν την άμυνα του φυτού σε παθογόνα και παράσιτα και συμβάλλουν στο χρώμα προστατεύοντας το φυτό από την υπεριώδη ακτινοβολία (Haslam, E., 1989; Hasanpour S., et al, 2011). Απαντώνται στα φύλλα, τον φλοιό, τους καρπούς, τον κορμό και τις ρίζες του φυτού (Hassanpour S., Maheri-Sis M., et al, 2011). Οι ταννίνες συναντώνται σε ποσοστό έως 65%, στους

βοστρύχους έως 22%, στους φλοιούς έως 12% ενώ στη σάρκα μόλις σε ποσοστό 1%. Είναι ουσίες ικανές να παράγουν σταθερούς δεσμούς με τις πρωτεΐνες και άλλα πολυμερή φυτών, όπως πολυσακχαρίτες. Σ αυτήν τους την ιδιότητα μπορούμε να αποδώσουμε την στυφή τους γεύση, γιατί, καθώς οι ταννίνες ενώνονται με τις πρωτεΐνες του εκκρίματος των σιελογόνων αδένων, αυτό χάνει την ιδιότητα του να υγραίνει το στόμα. Επιπλέον αναστέλλουν τη δράση των ενζύμων αυτού του εκκρίματος λόγω δέσμευσης της πρωτεϊνικής ομάδας τους, με συνέπεια να φράσσουν οι βλεννογόνοι και να παρεμποδίζεται η εκροή του σάλιου. Έτσι προκαλείται μια αίσθηση ξηρότητας και τραχύτητας στη γλώσσα και σε όλη τη στοματική κοιλότητα (Κουράκου Σ., 1998).

Στη φύση απαντούν δύο ομάδες ταννινών: οι υδρολυόμενες και οι συμπυκνωμένες.

- Οι **υδρολυόμενες ταννίνες** αποτελούνται από ένα μόριο σακχάρου, κυρίως γλυκόζης, ή ένα μόριο πολυσακχαρίτη, του οποίου πολλά -OH είναι εστεροποιημένα με διάφορα φαινολικά οξέα, με σημαντικότερα το γαλλικό και το ελλαγικό (Κουράκου Σ., 1998). Οι υδρολυόμενες ταννίνες αναφέρονται επίσης και ως γαλλοταννίνες και ελλαγικές ταννίνες. Πρόκειται για υδρολυόμενες ταννίνες που ελευθερώνουν αντίστοιχα γαλλικό και ελλαγικό οξύ, ως κύρια προϊόντα υδρόλυσης. Οι υδρολυόμενες ταννίνες δεν απαντούν στο σταφύλι. Το ελλαγικό οξύ προέρχεται είτε από τα βαρέλια ή από την προσθήκη οινολογικών ταννινών. Εν αντιθέσει, το γαλλικό οξύ από τον φλοιό και τα γίγαρτα είναι πάντα παρόν στο κρασί (Ribereau-Gayon et al., 2000).
- Οι **συμπυκνωμένες ταννίνες** είναι πιο διαδεδομένες στη φύση από τις υδρολυόμενες ταννίνες. Η σύσταση αυτών των ταννινών είναι πολύπλοκη. Σχηματίζονται από αντιδράσεις πολυμερισμού ενός στοιχειώδους μορίου πολύ δραστικού, της προκυανιδίνης. Είναι μεγάλα μόρια που προέρχονται από τον πολυμερισμό μορίων με δομική μονάδα μια φλάβαν-3-όλη, όπως είναι η κατεχίνη και η επιγαλλοκατεχίνη (Ribereau-Gayon et al., 1999).

2. Η επίδραση του συστήματος μόρφωσης και του φορτίου στη συσσώρευση των φαινολικών συστατικών των ραγών

2.1. Σύστημα διαμόρφωσης

Διαμόρφωση είναι η διάταξη στο χώρο των υπέργειων τμημάτων του πρέμνου, η οποία επιτυγχάνεται κυρίως με κατάλληλα κλαδέματα και ένα σύστημα υποστήριξης. Το σχήμα των φυτών θα πρέπει να διατηρείται σταθερό και αμετάβλητο κατά τη διάρκεια ζωής του αμπελώνα (Κουνδουράς Σ, 2018).

Η επιλογή του συστήματος διαμόρφωσης καθορίζεται από τα χαρακτηριστικά της κάθε ποικιλίας, το κλίμα που επικρατεί στη περιοχή καλλιέργειάς της, από την συχνότητα ασθενειών, την επιθυμητή ποιότητα του σταφυλιού, τον τύπο κλαδέματος

και τρύγου, και τέλος την τιμολόγηση του προϊόντος (Jackson S., 2008). Το σύστημα διαμόρφωσης μπορεί να βοηθήσει στον έλεγχο και την ρύθμιση της ανάπτυξης της φυλλικής επιφάνειας και την έκθεση των φύλλων και των σταφυλιών στο φως, στον αέρα και την υγρασία (Deloivre A., 2012). Επηρεάζει τη σχέση της φυλλικής επιφάνειας με την παραγωγή, το μικροκλίμα της ζώνης καρποφορίας, την ωρίμανση των σταφυλιών και κατ' επέκταση την σύστασή τους (Κυραλέου Μ., 2016, Reynolds και Vanden Heuvel, 2009) Επιπλέον κατανέμει το δυναμικό βλάστησης και παραγωγής, καθώς ρυθμίζει το ύψος του κορμού και της καρποφόρας ζώνης. Με την ρύθμιση του μικροκλίματος, οδηγούμαστε σε καλύτερη ωρίμανση και αποφυγή ασθενειών. Και τέλος διευκολύνει τις καλλιεργητικές φροντίδες και την μηχανοποίησή τους (Κουνδουράς Σ., 2018).

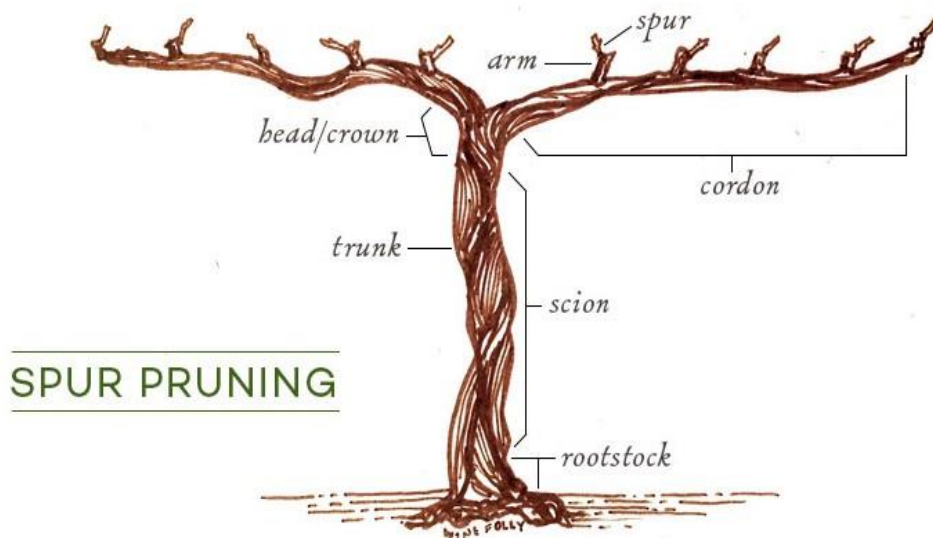
Το σύστημα διαμόρφωσης μπορεί να είναι απλό ή πολύπλοκο, ανάλογα με την γονιμότητα του εδάφους. Απλά γραμμικά (Guyot, Royat) και κυπελλοειδή μέχρι τα πλέον εξελιγμένα διαιρούμενα συστήματα (Διπλή κουρτίνα Γενεύης (GDC), Lyre). Τα κυριότερα σχήματα διαμόρφωσης χωρίζονται σε υποστηριγμένα και μη υποστηριγμένα. Εμείς θα ασχοληθούμε με τα υποστηριγμένα και συγκεκριμένα θα αναλύσουμε τα χαρακτηριστικά του γραμμικού, με μόνιμους και ανανεωμένους βραχίονες (αμολυτή).

2.1.1 Γραμμοειδές

Κατά την εγκατάσταση του γραμμοειδούς συστήματος, εγκαθίστανται στον αμπελώνα πάσσαλοι και σύρματα για την υποστήριξη του κορμού, των βραχιόνων και της ετήσιας βλάστησης. Η διάταξη των φυτών είναι σε γραμμές και οι αποστάσεις τους εξαρτώνται από τα χαρακτηριστικά του εδάφους, της ποικιλίας και τα καλλιεργητικά μέσα που διατίθενται (Νικολάου Ν., 2008).

Χαρακτηρίζεται από καλή προσαρμογή σε γονιότερα εδάφη. Λόγω της διαμόρφωσής του παρατηρείται καλύτερη εκμετάλλευση του φωτός, επιπλέον έχουμε ομοιόμορφη ωρίμανση, διότι έχουμε μία ζώνη παραγωγής σε σταθερή απόσταση από το έδαφος. Το συγκεκριμένο σχήμα διαμόρφωσης επιτρέπει τη μηχανοποίηση των εργασιών, όπως προκλάδεμα, ψεκασμοί, καλλιέργεια, κορυφολόγημα, ξεφύλλισμα και την μηχανική συγκομιδή. Απεναντίας, αυξάνει τον κίνδυνο μεγάλων αποδόσεων, που δεν είναι επιθυμητές στην παραγωγή οίνων ποιότητας. Η πυκνότητα των βλαστών είναι μεγάλη και αυτό προκαλεί εκτεταμένη αλληλοσκίαση των διαφόρων μερών με δυσμενείς επιπτώσεις στο μικροκλίμα της βλάστησης. Επιπλέον, σ' αυτή την περίπτωση, αυξάνεται το κόστος εγκατάστασης (Κουνδουράς Σ., 2018).

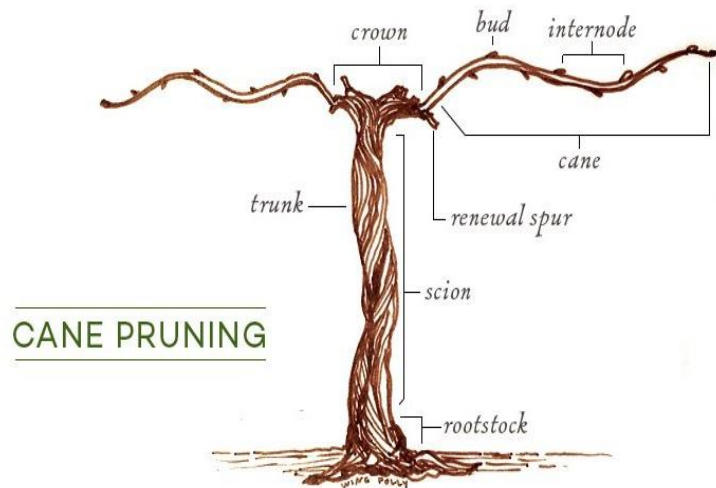
- **Με μόνιμες καρποφόρες μονάδες (Royat)**



Εικόνα 4. Σύστημα διαμόρφωσης, αμφίπλευρο γραμμικό με μόνιμες καρποφόρες μονάδες, βραχύ κλάδεμα (*Spur pruning, Royat*). (*Wine Folly*)

Ο κορμός χωρίζεται 10 cm από το 1^ο σύρμα ώστε να σχηματιστούν 2 ή 1, μόνιμοι βραχίονες. Οι καρποφόρες μονάδες τοποθετούνται ανά περίπου 15 cm πάνω στους βραχίονες και έχουν 1-3 οφθαλμούς. Ανάλογα με τον αριθμό των βραχιόνων μπορεί να είναι μονόπλευρο ή αμφίπλευρο. Στην περίπτωση του μονόπλευρου γραμμικού, έχει διαπιστωθεί καλύτερη προσαρμογή σε πυκνές φυτεύσεις. Στο γραμμικό σύστημα με μόνιμες καρποφόρες μονάδες, είναι εύκολη διαχείριση του πρέμνου και εφαρμογή μηχανικού κλαδέματος. Τα πολυετή τμήματα αυξάνουν τα αποθέματα υδατανθράκων καθώς και δημιουργείται πρόβλημα από την σκίαση της ζώνης παραγωγής (Κουνδουράς Σ., 2018). Τέλος απαιτούνται πολλά βλαστολογήματα.

- **Με ανανεωμένες καρποφόρες μονάδες (Guyot)**



Εικόνα 5. Σύστημα διαμόρφωσης αμφίπλευρο γραμμικό, μακρύ κλάδεμα (Cane pruning, Guyot) (Wine Folly).

Σ' αυτό το σύστημα διαμόρφωσης 1-4 αμολυτές των 6-12 οφθαλμών ξεκινούν από τον κορμό (μια μεγάλη κεφαλή), 5 cm κάτω απλό το 1^ο σύρμα. Μερικές φορές αφήνονται και κεφάλια των 2 οφθαλμών για διευκόλυνση της ανανέωσης της αμολυτής την επόμενη χρονιά. Ιδανικό για ποικιλίες με χαμηλή γονιμότητα των οφθαλμών της βάσης και για ψυχρότερες κλιματικές συνθήκες. Δίνει χαμηλότερη ζωηρότητα, με αποτέλεσμα να μειώνει την σκίαση στα σταφύλια και να τις θερινές επεμβάσεις. Στα αρνητικά αυτού του συστήματος είναι ότι απαιτεί δέσιμο στο σύρμα κάθε χρόνο, δεν επιτρέπει το μηχανικό προκλάδεμα και τέλος, η ανομοιόμορφη ζωηρότητα των βλαστών (Κουνδουράς Σ.,2018).

2.2. Κλάδεμα καρποφορίας

Το κλάδεμα αποτελεί μια από τις σπουδαιότερες καλλιεργητικές φροντίδες των φυτών και κυρίως εφαρμόζεται στα πολυετή φυτικά είδη αλλά και σε πολλά μονοετή. Κλάδεμα καλείται η οποιαδήποτε αφαίρεση ζωντανών τμημάτων ενός φυτού η οποία και επηρεάζει τη φυσιολογία του φυτού (Νικολάου Ν.Α., 2008). Το κλάδεμα είναι ένας απλός τρόπος με τον οποίον μπορούμε να επιλέξουμε τον αριθμό των οφθαλμών που παραμένουν στο φυτό (Martin and Dunn 2000).

Η διαμόρφωση των φυτών που εξετάστηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο και η δημιουργία του τελικού σχήματος, επιτυγχάνεται με τη βοήθεια κατάλληλων κλαδεμάτων τα οποία αποκαλούνται κλαδέματα διαμόρφωσης. Τα κλαδέματα που γίνονται κάθε χρόνο και έχουν σκοπό τη ρύθμιση της παραγωγής και τη διατήρηση ενός σταθερού κατά κάποιο τρόπο σχήματος και μεγέθους του φυτού λέγονται κλαδέματα καρποφορίας. Έχουν καθοριστική σημασία στην ποιότητα της παραγωγής και στη διατήρηση μιας ικανοποιητικής ζωηρότητας της ετήσιας βλάστησης. Μέσω του κλαδέματος επιτυγχάνεται η οργάνωση του φυλλώματος για τη διευκόλυνση των

εργασιών του αμπελώνα. Πολύ σημαντικό είναι και για τα νεαρά φυτά, λόγω του ότι βοηθάει στη γρήγορη διαμόρφωση του σχήματος.

Το κλάδεμα αποκαθιστά μια ικανοποιητική σχέση μεταξύ βλαστικής ανάπτυξης και καρποφορίας με σκοπό την άριστη σχέση ποιότητας και ποσότητας της παραγωγής. Επιπλέον επηρεάζει την παραγωγή της επόμενης χρονιάς με έμμεσο τρόπο λόγω μείωσης των ενεργειακών αποθεμάτων.

Με την λέξη φορτίο, εκφράζεται ο αριθμός των οφθαλμών που αφήνεται στο φυτό με το κλάδεμα. Οι οφθαλμοί οι οποίοι βλαστάνουν και εξελίσσονται σε βλαστούς αποτελούν το πραγματικό φορτίο δεδομένου ότι κάποιοι οφθαλμοί οι οποίοι αφήνονται κατά το κλάδεμα δεν βλαστάνουν. Το σύνολο λοιπόν των οφθαλμών που αφήνονται κατά το κλάδεμα αποτελούν το θεωρητικό φορτίο. Ένα κανονικό φορτίο επιτρέπει την ανάπτυξη βλαστών ικανοποιητικής ζωηρότητας, οι οποίοι φέρουν επάνω τους μια ποσότητα παραγωγής που βρίσκεται σε ισορροπία με τις δυνατότητες του φυτού και του εδάφους. Το φορτίο επηρεάζει την ποιότητα της παραγωγής.

Κατά το κλάδεμα μπορούμε να επιλέξουμε να αφήσουμε κληματίδες μακριές (μακρύ κλάδεμα), τις λεγόμενες αμολυτές ή κοντές κεφαλές σε πολυετές ξύλο (βραχύ κλάδεμα) (Jones J.E.,2018).

Εάν υποθέσουμε ότι κατά το κλάδεμα θα πρέπει να παραμείνει στο φυτό ένας αριθμός οφθαλμών a , αυτός ο αριθμός θα πρέπει να αφεθεί σε περισσότερες ή λιγότερες κλαδεμένες κληματίδες (κεφαλές ή αμολυτές). Θα εφαρμόσουμε δηλαδή κλάδεμα μακρό ή βραχύ. Σε ότι αφορά τις έννοιες βραχύ, μακρύ και μέσο κλάδεμα, το βραχύ κλάδεμα αφήνει 2-3 οφθαλμούς από τη βάση της κληματίδας μη συμπεριλαμβανομένου του οφθαλμού της βάσης. Το μέσο κλάδεμα αφήνει 4-6 οφθαλμούς και το μακρύ αφήνει 7-10 οφθαλμούς. Γενικά όταν αφήνονται περισσότεροι από 6 οφθαλμοί κατά το κλάδεμα, το τμήμα αυτό που παραμένει λέγεται στην καθομιλουμένη και αμολυτή.

Η δυνατότητα εφαρμογής βραχέος, μέσου ή μακρού κλαδέματος, έχει σχέση με τα χαρακτηριστικά της ποικιλίας αλλά και του φυσικού περιβάλλοντος. Σε ποικιλίες μεγάλης γονιμότητας, όπου οι οφθαλμοί της βάσης είναι αρκετά γόνιμοι και παράγουν μεγάλο μεγέθους ταξιανθίες, εφαρμόζουμε βραχύ κλάδεμα. Αντίθετα σε ποικιλίες μικρής γονιμότητας, οι οφθαλμοί της βάσης διαμορφώνουν λίγες ή μικρές ταξιανθίες και τότε αυτές δέχονται μακρύτερο κλάδεμα. Αυτό έχει ιδιαίτερη σημασία για ποικιλίες που οι οφθαλμοί της βάσης είναι τελείως άγονοι. Η επιλογή του ενός ή του άλλου κλαδέματος επιτρέπει τη μεταβολή της ποσότητας της παραγωγής του φυτού και ως εκ τούτου επηρεάζει την ποιότητα.

2.3. Η επίδραση του συστήματος διαμόρφωσης και του ύψους του φορτίου στην πολυφαινολική σύσταση της ράγας

Όσον αφορά την ρύθμιση της ποιότητας του σταφυλιού και του οίνου, το σύστημα διαμόρφωσης της αμπέλου είναι από τις τεχνικές που μπορούν να επιδράσουν σ αυτήν. Κάθε σύστημα διαμόρφωσης του πρέμνου προσδίδει ειδικές συνθήκες καλλιέργειας, συμπεριλαμβανομένης της έκθεσης των ραγών στην ηλιακή

ακτινοβολία, τον προσανατολισμό του φυλλώματος, την πυκνότητα και το μέγεθος των πρέμων (Howell et al., 1991; Fragasso et al., 2012; Nan et al., 2013; Reynolds et al., 2009; Reynolds et al., 2004; Zoecklein et al., 2008). Επηρεάζει επίσης τη σχέση της φυλλικής επιφάνειας με την παραγωγή, το μικροκλίμα της ζώνης καρποφορίας, την ωριμότητα των σταφυλιών και κατά συνέπεια επηρεάζει τη σύσταση των ραγών και του παραγόμενου οίνου συμπεριλαμβανομένων των πτητικών ενώσεων και των οργανοληπτικών παραμέτρων (Downey et al., 2004; Gonzalez-Neves et al., 2004; Fragasso et al., 2020; Mota et al., 2011).

Σε προηγούμενες μελέτες παρατηρήθηκαν διαφορές σχετικά με τη φαινολική σύνθεση των σταφυλιών και των οίνων μεταξύ γραμμικών συστημάτων και οριζόντια διαιρούμενου συστήματος (Gonzalez-Neves et al., 2004; Mota et al., 2011) και μεταξύ γραμμικών συστημάτων (Coletta et al., 2014; Rio Segade et al., 2009). Σε άλλες έρευνες έχει αναφερθεί η επίδραση του συστήματος διαμόρφωσης στη συγκέντρωση των ανθοκυανών και των επιμέρους μονομερών ανθοκυανών των φλοιών (Gonzalez-Neves et al., 2004).

Από τους Gonzalez-Neves et al. (2004) παρατηρήθηκε ότι το σύστημα διαμόρφωσης επηρεάζει τη δυνατότητα εκχύλισης των ανθοκυανών από τους φλοιούς, ενώ διαφορές βρέθηκαν και στο προφίλ των ανθοκυανών των οίνων που παράχθηκαν από τα αντίστοιχα συστήματα που μελετήθηκαν. Οι Kyraleou et al. (2015), εντόπισαν διαφορές στην φαινολική σύσταση των σταφυλιών της ποικιλίας Ξινόμαυρο, ανάμεσα σε 3 διαφορετικά συστήματα διαμόρφωσης : Λύρα, Guyot και Royat. Στη Λύρα είχαμε υψηλότερα ποσοστά ανθοκυανών και στο σταφύλι και στον οίνο, τα σταφύλια από το σύστημα Guyot ήταν πιο πλούσια σε μονομερείς τανίνες και τέλος τα σταφύλια από το σύστημα διαμόρφωσης Royat είχαμε υψηλότερες τανίνες φλοιών. Σύμφωνα με τους Peterlunger et al. (2002) το σύστημα διαμόρφωσης είχε ελάχιστη ή καθόλου επίδραση στη σύσταση του σταφυλιού ή του κρασιού, καθώς και κατά τον οργανοληπτικό έλεγχο δεν εντοπίστηκε καμία διαφορά ανάμεσα στα διαφορετικά συστήματα μόρφωσης. Οι Perez Lamela et al (2007) εντόπισαν μεγαλύτερη συγκέντρωση των ανθοκυανών και των ταννινών στον οίνο, στο αμφίπλευρα γραμμικό σύστημα μόρφωσης για τις ποικιλίες Souson και Brancellao. Η φαινολική σύσταση καθώς και τα χρωματικά χαρακτηριστικά των νεαρών ερυθρών κρασιών, επηρεάστηκε από το σύστημα διαμόρφωσης, σύμφωνα με τους Rio Segade et al. (2009). Επίσης καμία επίδραση στη σύσταση της ράγας (σάκχαρα, οξύτητα, pH, και φαινολικά) της ποικιλίας Chardonnay δεν παρατηρήθηκε εξαιτίας των διαφορετικών συστημάτων μόρφωσης (Filho et al., 2016). Το σύστημα διαμόρφωσης βρέθηκε να επηρεάζει την πολυφαινολική σύσταση των οίνων, όχι όμως τις ανθοκυανές και τις φλαβονόλες στην μελέτη των Guerrero et al. του 2019.

Το φορτίο των οφθαλμών που αφήνουμε κατά το χειμερινό κλάδεμα είπαμε ότι οδηγεί στη ρύθμιση της παραγωγής, άρα αυτομάτως επιδρά και στην ποιότητα των παραγόμενων οίνων. Προηγούμενες μελέτες έδειξαν ότι τα ολικά φαινολικά ήταν υψηλότερα στο μακρύ κλάδεμα σε σχέση με το βραχύ, καθώς και ότι οι ταννίνες από βραχέως κλαδεμένα αμπέλια ήταν υψηλότερες σε σχέση με τα μηχανικώς κλαδεμένα και επιπλέον ότι το βραχύ κλάδεμα δεν οδήγησε σε αύξηση των ανθοκυανών των φλοιών σε σχέση με το μηχανικό κλάδεμα (Wessner και Kurtural, 2013). Μια άλλη

μελέτη των Peppi και Kania (2017), δεν εντόπισε κάποια αλλαγή στη συγκέντρωσή των ολικών φαινολικών και των ανθοκυανών των φλοιών, ανάμεσα στο βραχύ και μακρύ κλάδεμα. Καταλήγοντας στο ότι το κλάδεμα από μόνο του δεν έχει κάποια επίδραση ούτε στη συγκέντρωση των φαινολικών, αλλά ούτε και στο προφίλ τους. Η μέθοδος κλαδέματος καθώς και το σύστημα διαμόρφωσης, σύμφωνα με του Corona et al., (2004), βρέθηκε να μην επιδρά στην περιεκτικότητα των τανινών και των ανθοκυανών στα σταφύλια.

Οι Gonzalez-Neves et al (2002), συγκρίνοντας σταφύλια από δύο διαφορετικούς τρύγους, δεν βρήκαν κάποια συσχέτιση όσον αφορά τις αλλαγές στη συγκέντρωση των πολυφαινολών των ερυθρών οίνων με τα διαφορετικά συστήματα κλαδέματος. Αντιθέτως οι Gonzalez-Nieves et al (2004), παρουσίασαν στην έρευνα τους, ότι σε σταφύλια της ποικιλίας Tannat, με σύστημα μόρφωσης λύρα και βραχύ κλάδεμα, έχουμε σημαντική αύξηση στο ποσοστό των ανθοκυανών. Επιπροσθέτως οι Calo, Giorgessi, Pezza Gianotti, and Di Stefano (1994), διαπίστωσαν ότι τα επίπεδα των ανθοκυανών έδειξαν να επηρεάζονται από τις διαφορετικές μεθόδους κλαδέματος. Οι Holt et al. (2008), βρήκαν διαφορές ανάμεσα στα βάρη των ραγών και στις ολικές ανθοκυάνες, αλλά δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στα ολικά φαινολικά, μεταξύ των τριών συστημάτων κλαδέματος, μακρύ, βραχύ και τέλος μηχανικό.

3. ΞΙΝΟΜΑΥΡΟ

3.1. Γενικά

Το Ξινόμαυρο, όπως προδίδει και το όνομα του είναι μια ποικιλία με υψηλή οξύτητα και κόκκινο χρώμα. Αποτελεί μια από τις δυναμικότερες ερυθρές εγχώριες ποικιλίες, μαζί με το Αγιωργίτικο της Νεμέας. Η ποικιλία αυτή συναντάται και με άλλες όχι τόσο γνωστές ονομασίες όπως Μαύρο Νάουσας, Μαύρο Ναουστινό, Ποπόλκα, Μαύρο Γουμένισσας, Ξυνόγκαλτσο.

Καλλιεργείται σε έκταση που ξεπερνά τα 18.000 στρέμματα σε περιοχές κυρίως της βόρειας Ελλάδας, με κυριότερες τη Νάουσα, το Αμύνταιο, τη Γουμένισσα, τη Ραψάνη, τη Σιάτιστα και το Βελβεντό. Σε μικρότερο ποσοστό συναντάται στο Άγιο Όρος, την Όσσα, τα Ιωάννινα, τη Μαγνησία, την Καστοριά και τα Τρίκαλα (Σπινθηροπούλου, 2000, Σταυρακάκης, 2004).

3.2. Περιγραφή του Ξινόμαυρου

3.2.1. Χαρακτηριστικά της ποικιλίας

Είναι φυτό ζωηρό, εύρωστο, γόνιμο, παραγωγικό, ευαίσθητο στο ωίδιο, στο βοτρυτή, στο μολυσματικό εκφυλισμό και πολύ ευαίσθητο στην ξηρασία ενώ ορισμένες χρονιές εμφανίζει φυλλοξηρικές κηλίδες στα φύλλα. Παρουσιάζει καλή συγγένεια με τα περισσότερα υποκείμενα που χρησιμοποιούνται στην Ελλάδα εκτός από το 3309 9 (Σπινθηροπούλου, 2000, Σταυρακάκης, 2004).

3.2.2. Αμπελογραφία

Περιγραφή φύλλου

Το μέγεθος του φύλλου είναι μέτριο προς μεγάλο. Οι οδόντες του είναι μεσαίου μεγέθους. Είναι τρίλοβο και ο μισχικός του κόλπος είναι U κλειστός, με αναδιπλωμένα χείλη. Παρουσιάζει αραχνοειδή προς χνοώδη χνοασμό και η πάνω επιφάνεια είναι σκούρα πράσινη. Τα νεαρά φύλλα είναι πτυσσόμενα, με πυκνό βαμβακοϋφές χνούδι και στις δύο επιφάνειες, με ήπιο ανθοκυανικό χρωματισμό στην πάνω επιφάνεια και φαιοπράσινο στη κάτω (Νικολάου, 2012).

Περιγραφή κορυφής

Μέση προς ανοιχτή βαμβακοειδής, λευκοπράσινη κορυφή, με ερυθρωπή επιφάνεια (Νικολάου, 2012)

Περιγραφή σταφυλής

Σταφύλι μικρό έως μέτριο, κυλινδρικό και πυκνό. Η ράγα έχει μέτριο μέγεθος, είναι σφαιρική και με παχύ φλοιό και έχει 1-3 γίγαρτα. Ο φλοιός έχει μεγάλη περιεκτικότητα σε χρωστικές και ταννίνες, ενώ η σάρκα είναι άχρωμη, χυμώδης και υπόξινη.

3.2.3. Καλλιέργεια του Ξινόμαυρου

Το Ξινόμαυρο είναι μια ερυθρή ποικιλία μέτριας έως μεγάλης ζωηρότητας. Είναι αρκετά παραγωγική και έχει γόνιμο τον τυφλό ή τσίμπλα. Έχει ορθόκλαδη βλάστηση, δέχεται κλάδεμα βραχύ στα δύο μάτια και μπορεί να διαμορφωθεί σε κύπελλο και πιο συχνά σε γραμμικό αμφίπλευρο κορδόνι Royal.

Είναι ποικιλία που προτιμάει εδάφη ελαφρά ως μέσης σύστασης. Προσαρμόζεται κυρίως σε άργιλο-ασβεστώδη εδάφη, με καλή στράγγιση και εδάφη που εξασφαλίζουν ομαλή τροφοδοσία με νερό. Προτεινόμενη πυκνότητα φύτευσης είναι 400-500 φυτά/στρέμμα (Σπινθηροπούλου, 2000, Σταυρακάκης, 2004).

Το Ξινόμαυρο είναι μια ποικιλία η οποία δεν συγχωρεί καλλιεργητικά λάθη και παραλείψεις. Είναι καλιόφιλη ποικιλία που δείχνει έντονα την έλλειψη καλίου τόσο στα φύλλα, ακόμα και πριν την ανθοφορία, όσο και στο κρασί (Κουράκου Σ.,1992). Σε περίπτωση υπερβολικής αζωτούχας λίπανσης και άρδευσης οδηγεί σε αυξημένη ζωηρότητα. Αυστηρό κορυφολόγημα και εκτεταμένο ξεφύλλισμα έχουν αρνητική επίδραση στην ποιότητα των σταφυλιών. Οι λανθασμένες καλλιεργητικές τεχνικές οδηγούν αμέσως στην εμφάνιση των αδύνατων σημείων του Ξινόμαυρου, όπως είναι το φτωχό χρώμα και ο επιθετικός χαρακτήρας στη γεύση (Γεωργίου, 2007, Σπινθηροπούλου, 2000).

Η βλάστηση του ξεκινάει το πρώτο δεκαπενθήμερο του Απριλίου και ωριμάζει από το 3^ο δεκαήμερο του Σεπτεμβρίου και μετά (Σπινθηροπούλου Χ.,200, Σταυρακάκης Μ.,2004). Κάθε καρποφόρα κληματίδα φέρει 2-3 σταφύλια μέτρια ως μεγάλα, που μπορούν να φθάσουν μέχρι και τα 400 g, συνήθως πτερυγωτά, κωνικά ως

κυλινδροκωνικά, πυκνόραγα που κόβονται πολύ εύκολα (Σπινθηροπούλου, 2000, Σταυρακάκης, 2004).

3.3. Οι οίνοι Ξινόμαυρου

Το Ξινόμαυρο είναι μια πολυδυναμική ποικιλία και μπορεί να δώσει διαφορετικούς τύπους οίνου ανάλογα με την περιοχή και το υψόμετρο που καλλιεργείται. Σε περιοχές με μικρό υψόμετρο, σε κατάλληλα εδάφη και με μικρές αποδόσεις ανά πρέμνο δίνει οίνους ερυθρούς ξηρούς, υψηλόβαθμους, καλής οξύτητας, αρωματικούς με ικανοποιητική ένταση χρώματος και πλούσιους σε ταννίνες. Σε αυξημένο υψόμετρο παράγονται κυρίως ροζέ και αφρώδεις ροζέ και αφρώδεις λευκοί οίνοι. Τα τελευταία χρόνια έχουν παραχθεί από κάποιους οινοποιούς και λευκοί οίνοι (blanc de noir) με χαρακτηριστικό άρωμα και ζωνρή γεύση (Σπινθηροπούλου, 2000, Τσακίρης, 2004).

Οι οίνοι από Ξινόμαυρο είναι ιδιαίτερα δυναμικοί και στιβαροί. Ως γνωστόν, το Ξινόμαυρο, με την υψηλή οξύτητα και τις αυστηρές ταννίνες στη νεότητα του είναι τεταμένο, άγουρο, άγριο και επιθετικό επιδέχεται όμως παλαιώση αφού τα χαρακτηριστικά του βελτιώνονται με την πάροδο του χρόνου (Τσακίρης, 2003).

Σχετικά με τον όξινο χαρακτήρα της ποικιλίας, συσχετίζεται με την ικανότητα της να βιοσυνθέτει -συσσωρεύει πολύ υψηλές ποσότητες τρυγικού οξέος, το οποίο είναι από τα ισχυρότερα των οξέων που απαντώνται στο γλεύκος των σταφυλιών. Ο όξινος χαρακτήρας των σταφυλιών και των οίνων της ποικιλίας ρυθμίζεται από τα κλιματολογικά χαρακτηριστικά της χρονιάς, το φορτίο των πρέμνων και τον τύπο του εδάφους του αμπελώνα. Η μείωση του φορτίου ανά πρέμνο και ο τύπος του εδάφους (παρουσία ανθρακικού ασβεστίου) δρουν ρυθμιστικά επί του όξινου χαρακτήρα (μείωση) καθώς, αφενός ευνοούν τον εμπλουτισμό των ραγών με το ισχυρά βασικό κάλιο (φυσική εξουδετέρωση οξύτητας), αφετέρου, μεταβάλλουν τον μεταβολισμό του φυτού στην κατεύθυνση της παραγωγής υψηλότερων συγκεντρώσεων μηλικού οξέος και μείωση του λόγου τρυγικού προς μηλικό οξύ (ρύθμιση pH) (Τσούτσουρας, 1992) (Σαλάχα-Μπουτσοπούλου, 1992).

Αναφορικά με το φαινολικό πλούτο της ποικιλίας, τα επιστημονικά δεδομένα υποστηρίζουν ότι αυτός σχετίζεται κυρίως με την παρουσία ταννοειδών ουσιών στα σταφύλια και τα γίγαρτα, παρά με την παρουσία χρωστικών (ανθοκυάνες) στους φλοιούς των σταφυλιών. Τα σταφύλια και οι οίνοι της ποικιλίας του Ξινόμαυρου είναι γενικώς φτωχοί σε χρωστικές, ενώ γενικώς, η παρουσία ταννοειδών ενώσεων είναι αυξημένη (Τζούρου, 1992).

Οι ερυθροί οίνοι που προέρχονται από την ποικιλία αυτή παρουσιάζουν πολλές διαβαθμίσεις στο χρώμα, από ρουμπινί μέχρι πορφυρό, ενώ μετά από παλαιώση αποκτούν κεραμιδί αποχρώσεις. Το άρωμα τους χαρακτηρίζεται από πολυπλοκότητα και κυριαρχούν τα μπαχαρικά, η ντομάτα, η πιπεριά και τα κόκκινα φρούτα όταν είναι νέοι ενώ με την πάροδο του χρόνου εξελίσσονται σε αρώματα λιαστής ντομάτας, πάστα ελιάς, πιπεριού και δέρματος. Στο στόμα εμφανίζει μέτρια έως πολύ υψηλή οξύτητα, οι ταννίνες είναι εμφανείς και η επίγευση παρατεταμένη. Επιβάλλεται, πριν την κατανάλωση τους, τουλάχιστον ένας χρόνος παλαιώσης σε

βαρέλι, ώστε να μαλακώσουν, ενώ επιδέχονται μακρόχρονη παλαίωση στη φιάλη (Τσακίρης, 2003).

Οι ροζέ οίνοι της ποικιλίας αυτής έχουν χρώμα ελαφρά τονισμένο ροζέ με πορτοκαλιές ανταύγειες. Αρώματα κόκκινων φρούτων και φραγκοστάφυλου κυριαρχούν έναντι των χαρακτηριστικών αρωμάτων της ντομάτας και της ελιάς. Οι μαλακές ταννίνες και η δροσερή οξύτητα ολοκληρώνουν το προφίλ ενός ιδιαίτερου ροζέ που δεν θυμίζει καθόλου στο στόμα τους ερυθρούς οίνους που δίνει το Ξινόμαυρο (Σπινθηροπούλου, 2000).

Πολλοί από τους οίνους που παράγονται από την ποικιλία Ξινόμαυρο ανήκουν στην κατηγορία ΟΠΑΠ. Αναλυτικά αναφέρονται παρακάτω:

1. Αποκλειστικά από Ξινόμαυρο:

Οίνοι Ονομασίας Προελεύσεως Ανωτέρας Ποιότητας:

- Νάουσα, ερυθρός ξηρός, ημίξηρος, ημίγλυκος
- Αμύνταιο, ερυθρός ξηρός, ημίξηρος, ημίγλυκος
- Αμύνταιο, ροζέ φυσικώς αφρώδης, ξηρός και ημίγλυκος

2. Σε συνδυασμό με άλλες ποικιλίες

Οίνοι Ονομασίας Προελεύσεως Ανωτέρας Ποιότητας:

- Γουμένισσα με 20% της ποικιλίας Νεγκόσκα
- Ραψάνη με 20% της ποικιλίας Κρασάτο και 20% της ποικιλίας Σταυρωτό

Ορισμένοι τοπικοί οίνοι

- Μακεδονικός, Ημαθίας, Γρεβενών, Πλαγιές Βερτίσκου, Χαλκιδικής κλπ.

Επιτραπέζιοι οίνοι

3.4. Οι σημαντικότερες περιοχές καλλιέργειας του Ξινόμαυρου

Όπως προαναφέραμε το Ξινόμαυρο καλλιεργείται σε πολλές περιοχές. Οι κυριότερες από αυτές που δίνουν τη μεγαλύτερη παραγωγή και τους οίνους ΟΠΑΠ είναι η Νάουσα και το Αμύνταιο και αναπτύσσονται στη συνέχεια.

3.4.1. Νάουσα

Ο αμπελώνας στη περιοχή της Νάουσας βρίσκεται στους πρόποδες του όρους Βερμίου και απέχει περίπου 90 χλμ. δυτικά της Θεσσαλονίκης. Η έκταση του φτάνει τα 7000 στρέμματα και εκτείνεται από 100 έως 400 μέτρα.

Οι αμπελώνες είναι ηλιόλουστοι και προφυλαγμένοι από τους βοριάδες. Το έδαφος αργιλοπηλώδες, ασβεστόχιο είναι ιδανικό για την ανάδειξη των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών της ποικιλίας στους παραγόμενους οίνους. Ανάλογα με τις διάφορες τοποθεσίες που καλλιεργείται το Ξινόμαυρο δίνει διαφορετικά αλλά πάντα αξιόλογα προϊόντα. Έτσι, σε κάποιες περιοχές μπορεί να δώσει οίνους πιο φρουτώδεις, λιγότερο ταννικούς και με μεγάλες οξύτητες που μπορούν να καταναλωθούν πιο γρήγορα, ενώ σε άλλες δίνει οίνους με πιο πλούσιο και γεμάτο σώμα και υψηλή ικανότητα παλαίωσης.

Οι τοποθεσίες που καλλιεργείται το Ξινόμαυρο είναι στις κοινότητες Φυτείας, Τριλόφου, Στενήμαχου, Κοπανού, Λευκαδίων, λόφος Γάστρας, περιοχή Μαρίνας,

Στράντζας, Ράμνιστας, Γιαννακοχωρίου, Πολλών Νερών και στην πόλη της Νάουσας.

Στην κατηγορία Ονομασίας Προελεύσεως Ανωτέρας Ποιότητας (ΟΠΑΠ) από το 1971 ανήκουν οι ερυθροί ξηροί οίνοι που έχουν παραχθεί σε καθορισμένη γεωγραφικά περιοχή, αποκλειστικά από την ποικιλία Ξινόμαυρο ενώ απαιτείται παλαίωση σε δρύινα βαρέλια για ένα χρόνο. Με τροποποίηση του διατάγματος το 1995 αναγνωρίστηκε ως ΟΠΑΠ και ο ημίγλυκος Νάουσα από την ίδια ποικιλία και περιοχή.

Στις μέρες μας παράγονται 32 οίνοι ΠΟΠ (ΟΠΑΠ) Νάουσα από 21 παραγωγούς (winesurveyor.weebly.com).

3.4.2. Αμύνταιο

Ο αμπελώνας του Αμύνταιου, στο νομό Φλώρινας και μεταξύ των λιμνών Βεγορίτιδα και Πετρών, αποτελεί την πιο ηπειρωτική αμπελουργική ζώνη στην Ελλάδα. Εκτείνεται σε υψόμετρο 570 έως 750 μέτρων και χαρακτηρίζεται κυρίως από βορεινή έκθεση. Το Ξινόμαυρο καλύπτει έκταση 6.000 στρεμμάτων και αναπτύσσεται κάτω από τις δύσκολες κλιματολογικές συνθήκες.

Το μικρόκλιμα της περιοχής είναι ιδιαίτερο αφού αποτελείται από πολλούς υδάτινους όγκους, λοφώδεις εκτάσεις εκτεθειμένες σε ανέμους και αμμώδες έδαφος. Στο μεγαλύτερο μέρος της ημέρας του χειμώνα, τα κλήματα είναι σκεπασμένα από χιόνι και οι μεγάλη διαφορά θερμοκρασίας ημέρας με νύχτας είναι συχνή. Όλες αυτές οι συνθήκες επιδρούν με τέτοιο τρόπο στα αμπέλια ώστε να παραχθούν προϊόντα με ιδιαίτερα χαρακτηριστικά και οίνοι με έντονη προσωπικότητα. Η τονισμένη οξύτητα του Ξινόμαυρου λόγω του υψομέτρου ευνοεί την παραγωγή ροζέ οίνων, οι οποίοι και κυριαρχούν.

Οι αμπελώνες του Ξινόμαυρου βρίσκονται κυρίως στο δήμο Αμυνταίου, στους δήμους Αετού και Φιλώτα και στην κοινότητα Βαρικού.

4. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

4.1. ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής μελέτης, είναι η διερεύνηση της επίδρασης του ύψους, του φορτίου αλλά και της κατανομής του σε καρποφόρες μονάδες διαφορετικού μήκους, κατά το χειμερινό κλάδεμα, στην πολυφαινολική σύσταση του σταφυλιού της οινοποιήσιμης ποικιλίας 'Ξινόμαυρο'.

4.2. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΜΠΕΛΩΝΑ

Τα δείγματα στα οποία εφαρμόστηκε το πείραμα συλλέχθηκαν από τον πειραματικό αμπελώνα της Αμερικάνικης Γεωργικής Σχολής που βρίσκεται στην περιοχή της Θεσσαλονίκης. Τα πρέμνα είναι διαμορφωμένα σε γραμμικό σύστημα με υποστύλωση (αμφίπλευρο Royat και Guyot). Οι αποστάσεις φύτευσης των πρέμνων είναι 1.2m/2.1m και είναι εμβολιασμένα στο υποκείμενο 1103 Paulsen. Κατά την διάρκεια του πειράματος εφαρμόστηκαν 4 επεμβάσεις, των 3 επαναλήψεων, που αφορούσαν το διαφορετικό ύψος του φορτίου και το μήκος των καρποφόρων μονάδων. Είχαμε λοιπόν δύο επίπεδα φορτίου, 12 και 24 οφθαλμών και δύο μήκη καρποφόρων μονάδων, βραχείες καρποφόρες και μακρές καρποφόρες μονάδες. Οδηγώντας έτσι σε 4 επεμβάσεις: ΑΒ απλό φορτίο/βραχύ κλάδεμα, ΔΒ διπλό φορτίο/βραχύ κλάδεμα, ΑΜ απλό φορτίο/ μακρύ κλάδεμα και τέλος ΔΜ διπλό φορτίο/μακρύ κλάδεμα.

4.3. ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΣΤΑ ΔΕΙΓΜΑΤΑ ΤΩΝ ΡΑΓΩΝ

Για κάθε επέμβαση συλλέχθηκε ποσότητα 50 ραγών. Ζυγίστηκαν και στην συνέχεια διαχωρίστηκε ο φλοιός από τις ράγες με τα χέρια, και μετρήθηκε το βάρος των φλοιών. Έπειτα οι φλοιοί τοποθετήθηκαν σε πορώδες νάιλον ύφασμα και καταψύχθηκαν. Ακολούθησε λυοφιλίωση των φλοιών για τουλάχιστον 24 ώρες. Οι ξηροί φλοιοί αλέσθηκαν στον εργαστηριακό μύλο και μετατράπηκαν σε λεπτή σκόνη.

4.4. ΕΚΧΥΛΙΣΗ

Οι ανθοκυάνες εκχυλίστηκαν από την σκόνη των φλοιών με οξινομένη μεθανόλη (0,1% HCL σε MeOH). Από κάθε δείγμα ζυγίστηκαν 0,1 g λυοφιλιωμένης σκόνης φλοιών, τοποθετήθηκαν σε σωλήνα φυγοκέντρου με καπάκι και προστέθηκαν 4 mL MeOH 0,1% HCL. Το αιώρημα αναδεύτηκε σε shaker για 4 h στους 20 °C και στη συνέχεια φυγοκεντρήθηκε για 30 min, στις 9000 rpm, στους 20 °C. Στο τέλος της φυγοκέντρωσης το υπερκείμενο απομακρύνθηκε, συλλέχθηκε σε κλειστό δοχείο και προστατεύτηκε από το φως.

Στο στερεό υπόλειμμα που παρέμεινε μετά την 1^η φυγοκέντρωση προστέθηκαν 2 mL MeOH 0,1% HCL και η εκχύλιση συνεχίστηκε για ακόμη 18 h στο shaker στις ίδιες

συνθήκες. Το μείγμα φυγοκεντρήθηκε ξανά για 30 min, στις 9000 rpm, στους 20 °C. Το υπερκείμενο συλλέχθηκε και ενώθηκε με το προηγούμενο. Στο στερεό υπόλειμμα που παρέμεινε μετά την 2^η φυγοκέντρηση προστέθηκαν 2 mL MeOH 0,1% HCL και η εκχύλιση συνεχίστηκε για ακόμα 24 h στο shaker στις ίδιες συνθήκες. Το μείγμα φυγοκεντρήθηκε για 30 min , στις 9000rpm, στους 20 °C. Το υπερκείμενο συλλέχθηκε και ενώθηκε με τα προηγούμενα.

4.5. ΟΛΙΚΑ ΦΑΙΝΟΛΙΚΑ

4.5.1. Ολικά φαινολικά - ΔΦΟ

Ο προσδιορισμός των ολικών φαινολικών συστατικών των ραγών του Ξινόμαυρου πραγματοποιήθηκε με την μέθοδο των Flanzy και Roux (1958) και Ribereau-Gayon P και Stonestreet E. (1965). Βάσει της περιγραφής της μεθόδου, μετράται η απορρόφηση του εκχυλίσματος του ερυθρού σταφυλιού αραιωμένου 100 φορές με απεσταγμένο νερό, σε μήκος κύματος 280 nm του υπεριώδους φωτός. Το αποτέλεσμα εκφράζεται ως ΔΦΟ ή ολικά φαινολικά, πολλαπλασιάζοντας την απορρόφηση επί 100. Ο προσδιορισμός βασίζεται στην ισχυρή απορρόφηση που παρουσιάζουν οι βενζολικοί δακτύλιοι των φαινολικών ενώσεων στο υπεριώδες φως, το μέγιστο της οποίας παρατηρείται γύρω στα 280 nm. Αντίθετα, ορισμένες ενώσεις, όπως τα κινναμωμικά οξέα και οι χαλκόνες, δεν παρουσιάζουν μέγιστο απορρόφησης στα 280 nm, σφάλμα μικρό, μιας και η περιεκτικότητα των παραπάνω ουσιών στα σταφύλια και τους οίνους είναι χαμηλή. Η τιμή των ολικών φαινολικών κυμαίνεται από 6 έως 120 (Ribereau-Gayon, P., et al., 2000).

4.5.2. Μέθοδος Folin- Ciocalteu

Είναι η επίσημη μέθοδος του OIV και πρόκειται για φωτομετρική μέθοδο που βασίζεται στην οξείδωση των φαινολικών ενώσεων του οίνου από το αντιδραστήριο Folin-Ciocalteu, όπως περιγράφεται από τους Waterman P. και Moles S(1994). Χρησιμοποιείται για την μέτρηση του ολικού φαινολικού περιεχομένου χωρίς να γίνεται διάκριση μεταξύ μονομερών, διμερών ή μεγαλύτερων φαινολικών συστατικών. Το κύριο αντιδραστήριο της μεθόδου, το αντιδραστήριο Folin-Ciocalteu, είναι διάλυμα σύνθετων πολυμερών ιόντων που σχηματίζονται από φωσφομολυβδαινικά και φωσφο-βολφραμικά ετεροπολυμερή οξέα.

Σύμφωνα με την μέθοδο αυτή, σε γυάλινους δοκιμαστικούς σωλήνες (εις διπλούν) μεταφέρονται κατά σειρά: 50μL εκχυλίσματος φλοιών, 250μL αντιδραστηρίου Folin-Ciocalteu και 750μL Na₂CO₃ 20% και 1950μL απιονισμένο νερό. Μετά από κάθε προσθήκη γίνεται ανάδευση. Στο τέλος, οι σωλήνες παραμένουν για 30 min σε θερμοκρασία περιβάλλοντος, σε ηρεμία, για την ανάπτυξη του χρωμοφόρου. Κατόπιν μετριέται η απορρόφηση στα 765 nm. Για τον μάρτυρα της μεθόδου, στην αντίδραση, αντί για δείγμα χρησιμοποιείται H₂O (ο μάρτυρας παρασκευάζεται εις διπλούν σε κάθε πείραμα). Τα φαινολικά ιόντα οξειδώνονται με ταυτόχρονη αναγωγή των ετεροπολυμερών οξέων. Κατά την οξείδωση των φαινολών, το αντιδραστήριο Folin-Ciocalteu ανάγεται προς μείγμα κυανών οξειδίων του βολφραμίου και του μολυβδαινίου. Το σχηματιζόμενο κυανό χρώμα παρουσιάζει μέγιστη απορρόφηση

περίπου στα 765 nm και είναι ανάλογο με τη συγκέντρωση των φαινολικών ενώσεων. Η αλκαλικότητα ρυθμίζεται με διάλυμα Na₂CO₃. Το αποτέλεσμα εκφράζεται σε mg/L γαλλικού οξέος, που προκύπτουν από την καμπύλη αναφοράς, η χάραξη της οποίας γίνεται με διαλύματα γαλλικού οξέος γνωστών συγκεντρώσεων (Χαρβαλιά, 1982, Ribereau- Gayon, 2000).

4.5.3. Προσδιορισμός ανθοκυανών με HPLC

Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε για τον προσδιορισμό των ανθοκυανών με HPLC βασίστηκε σε προηγούμενες μελέτες (Kallithraka, 2005).

Τα δείγματα που προέκυψαν από τις παραπάνω εκχυλίσεις φιλτραρίστηκαν με φίλτρο σύριγγας πορότητας 0.2 μm και τοποθετήθηκαν σε φιαλίδια του αυτόματου δειγματολήπτη για HPLC. Η ανάλυση των ανθοκυανών έγινε σε σύστημα HPLC Waters 2695 LC System συνοδευόμενο από ανιχνευτή 2996 DAD Detector. Η στήλη ήταν Pinnacle II C18 (5 μm, 4.6x250mm) (Restek). Η έκλυση έγινε βαθμιδωτά (gradient) με διαλύτες (A) 10% φορμικό οξύ σε δις-απεσταγμένο νερό και (B) MeOH επιπέδου καθαρότητας HPLC σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 3. Χρόνοι και συγκέντρωση διαλυτών κατά την έκλυση

Χρόνος (min)	Διαλύτης A (10 % φορμικό οξύ σε dH ₂ O)	Διαλύτης B (MeOH)
αρχικές συνθήκες	90	10
22	50	50
32	5	95
34	5	95
35	90	10
38	90	10

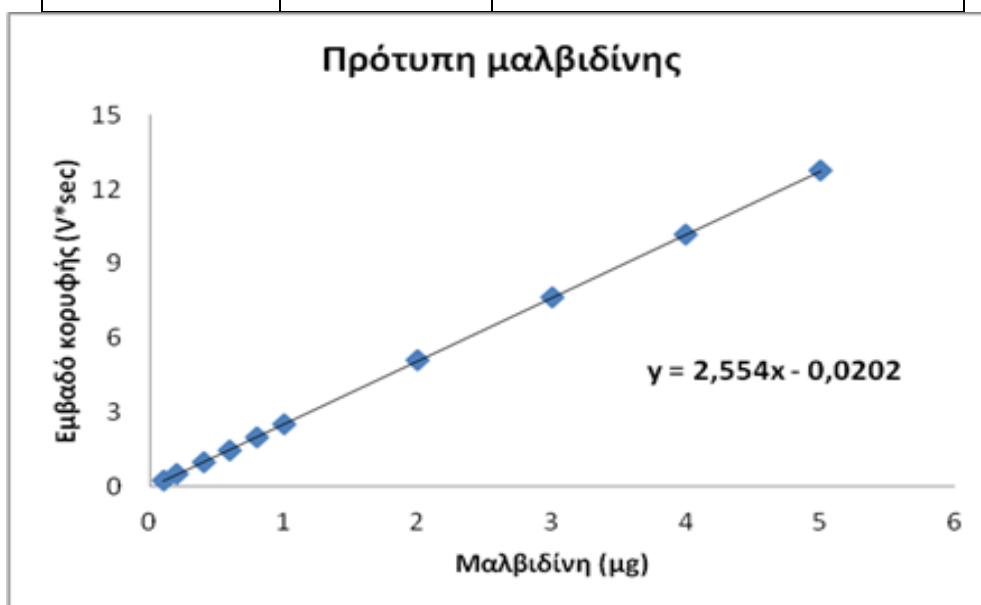
Η ροή ήταν 1 mL/min και ο όγκος έκχυσης 10 μL. Η ανίχνευση, καθώς και η βαθμονόμηση έγινε στα 520 nm. Η επεξεργασία και η ολοκλήρωση των χρωματογραφημάτων έγινε με το λογισμικό Empower.

Βαθμονόμηση

Παρασκευάστηκε πρότυπο διάλυμα μαλβιδίνης 0.1 mg/mL. Με ενέσεις διαφορετικού όγκου, ανάλογα με την ποσότητα της μαλβιδίνης που θέλουμε και αντιστοιχίζοντας την μάζα της μαλβιδίνης με το εμβαδό των κορυφών που προκύπτουν από την HPLC, κατασκευάστηκε πρότυπη καμπύλη. Από την ευθεία που την περιγράφει υπολογίστηκε η ποσότητα των ανθοκυανών σε ισοδύναμα μαλβιδίνης στα δείγματα, όπως φαίνεται στον επόμενο πίνακα και σχήμα:

Πίνακας 4. Βαθμονόμηση πρότυπης μαλβιδίνης

Πρότυπη μαλβιδίνη		
		Διαιρούμε το εμβαδό δια 1,000,000 (από $\mu V \cdot sec$ σε $V \cdot sec$)
Μαλβιδίνη (μg)	Area ($\mu V \cdot sec$)	Area ($V \cdot sec$)
0.1	258867	0.259
0.2	508322	0.508
0.4	994522	0.995
0.6	1476048	1.476
0.8	1996553	1.997
1	2534409	2.534
2	5112538	5.113
3	7669993	7.670
4	10163889	10.164
5	12756334	12.756



Εικόνα 6. Διάγραμμα πρότυπης καμπύλης μαλβιδίνης

Ένα τυπικό χρωματογράφημα έκλυσης των ανθοκυανών παρουσιάζεται παρακάτω. Αφού λήφθηκαν τα εμβαδά των αντίστοιχων κορυφών, η ποσοτική έκφραση των 3-O- μονογλυκοζιτών της δελφινιδίνης, πετουνιδίνης, παιονιδίνης, και μαλβιδίνης, καθώς και των οξικών και κουμαρικών εστέρων των ανθοκυανών έγινε σε ισοδύναμα μαλβιδίνης (ME) σύμφωνα με τον πίνακα που ακολουθεί.

Για τον υπολογισμό της συγκέντρωσης στα δείγματα:

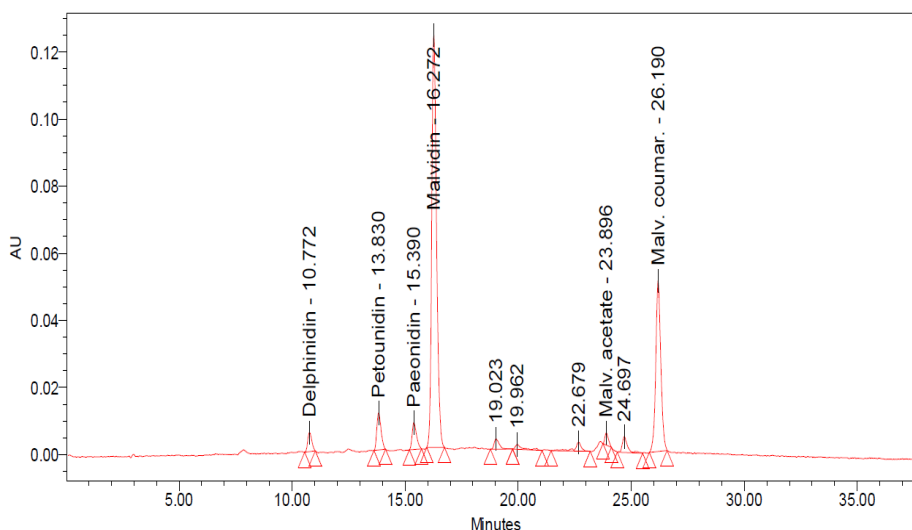
1. Λαμβάνονται τα εμβαδά των κορυφών από την HPLC (είναι σε $\mu\text{V}\cdot\text{sec}$)

2. Μετατρέπονται σε $\text{V}\cdot\text{sec}$ διαιρώντας με 1.000.000

3. Εφαρμόζεται η πρότυπη ευθεία και υπολογίζεται η κάθε κορυφή σε ισοδύναμο μαλβιδίνης (ME) (σε μg)

4. Από τον όγκο της ένεσης υπολογίζεται η κάθε κορυφή σε ισοδύναμο μαλβιδίνης (ME) σε $\text{mg/L} \rightarrow \text{ME}(\text{mg/L}) = [\text{ME}(\mu\text{g})/\text{όγκος ένεσης}(\text{mL})]$

Μετά την επεξεργασία των χρωματογραφημάτων υπολογίστηκαν οι συγκεντρώσεις των ανθοκυανών εκφρασμένες σε $\text{mg ME}/$ ξηρό βάρος φλοιών ράγας, λαμβάνοντας υπόψη όγκους και βάρη από την διαδικασία εκχύλισης.



Εικόνα 7. Χρωματογράφημα που απεικονίζει της ανθοκυάνες, 3-O- μονογλυκοζίδες της δελφινιδίνης (Delphinidin), της πετουνιδίνης (Petounidin), της παιονιδίνης (Peonidin), της μαλβιδίνης (Malvidin), ο οξικός εστέρας της μαλβιδίνης (Malv. Acetate) και ο κουμαρικός εστέρας της μαλβιδίνης (Malv. Coumar.).

4.6. Μετρήσεις στον πειραματικό αμπελώνα

4.6.1. Μέτρηση υδατικού δυναμικού Ψs

Οι μετρήσεις του Ψstem πραγματοποιήθηκαν με την χρήση θαλάμου πίεσης, ο οποίος διαθέτει ένα ψηφιακό LCD μανόμετρο (SAM Precis 2000,33175 Gradignan, France), (Chone, 2001a). Έγινε επιλογή υγείων, ακέραιων φύλλων, από την σκιαζόμενη πλευρά των φυτών. Τα επιλεγμένα φύλλα καλύφθηκαν με μαύρη πλαστική σακούλα και αλουμινόχαρτο, για τουλάχιστον μία ώρα πριν από την μέτρηση. Στη συνέχεια τα επιλεγμένα φύλλα κόβονται και μετά από κάθετη τομή στον μίσχο, τοποθετούνται

στον θάλαμο υψηλής πίεσης όπου διοχετεύεται αέριο άζωτο. Με την εμφάνιση σταγόνας νερού από τον μίσχο γίνεται καταγραφή της μέτρησης της πίεσης του μανόμετρου. Η μέτρηση της πίεσης έγινε σε μονάδες MPa.

4.7. Στατιστική ανάλυση αποτελεσμάτων

Τα αποτελέσματα επεξεργάστηκαν στατιστικά με το πρόγραμμα στατιστικής ανάλυσης JMP11. Το Tukey's HSD (honest significant difference) test χρησιμοποιήθηκε για την σύγκριση των δειγμάτων, όταν παρουσιάζουν σημαντικές διαφορές μετά την εφαρμογή ANOVA ($p < 0,05$) στα αποτελέσματα των αναλύσεων. Στα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στη συνέχεια αναγράφεται το μέσο σφάλμα των επαναλήψεων ως \pm του μέσου όρου αυτών ή ως μπάρες όταν τα αποτελέσματα απεικονίζονται σε γράφημα. Με a, b, c κ.ο.κ χαρακτηρίζεται η στατιστική διαφορά των δειγμάτων (σε επίπεδο 0,05%) ενώ δείγματα με ίδιο γράμμα δεν παρουσιάζουν σημαντική στατιστική διαφορά μεταξύ τους.

5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Στην παρούσα μελέτη συλλέχθηκαν και αναλύθηκαν δείγματα ραγών από πρέμνα στα οποία εφαρμόστηκαν διαφορετικά συστήματα μόρφωσης και διαφορετικό φορτίο. Στα δείγματα αυτά έγινε προσδιορισμός των ολικών φαινολικών και της ανθοκυανικής σύστασης των ραγών, σε σχέση με τα διαφορετικά συστήματα μόρφωσης και το διαφορετικό φορτίο, με σκοπό να παρατηρηθούν οι επιδράσεις τους στα πολυφαινολικά συστατικά των σταφυλιών της ποικιλίας Ξινόμαυρο.

5.1. Αναλύσεις στις ράγες

5.1.1. Βάρη

Βάρος ραγών

Παρατηρώντας τον Πίνακα 3 και το διάγραμμα 1 διαπιστώνουμε ξεχωριστά την εξέλιξη του βάρους των ραγών στο κάθε σύστημα διαμόρφωσης στα διαφορετικά στάδια ωρίμανσης. Στην περίπτωση της διπλής αμολυτής (ΔΑ) και της απλής κεφαλής (ΑΚ), έχουμε μια αύξηση τους βάρους των ραγών παράλληλη με την πορεία ωρίμανσης.

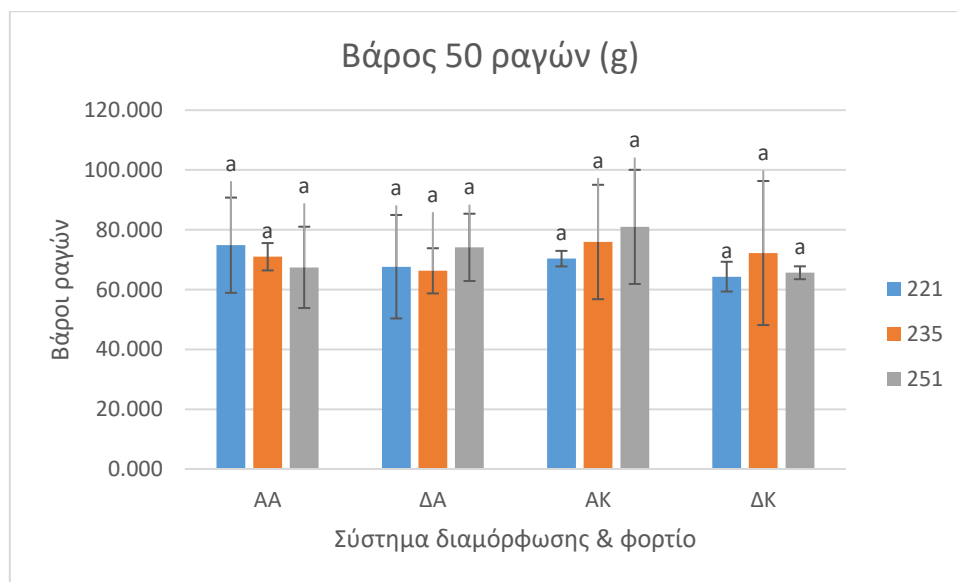
Η μέγιστη τιμή σε σχέση με όλες τις παρεμβάσεις παρατηρήθηκε στην απλή κεφαλή (ΑΚ) στην 3^η δειγματοληψία και η ελάχιστη στην διπλή αμολυτή (ΔΑ) στην 1^η (221DOY) δειγματοληψία. Επιπλέον, όσον αφορά τα βάρη των ραγών στην 1^η (221DOY) δειγματοληψία μέγιστη τιμή παρατηρείται στην απλή αμολυτή και ελάχιστη στην διπλή αμολυτή χωρίς να υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά. Η μέγιστη τιμή για την 2^η (235DOY) δειγματοληψία υπολογίστηκε στην απλή κεφαλή (ΑΚ) και η ελάχιστη στην διπλή αμολυτή (ΔΑ), χωρίς στατιστικώς σημαντική διαφορά. Και τέλος για την 3^η (251DOY) δειγματοληψία, η μέγιστη τιμή παρατηρήθηκε στην απλή κεφαλή (ΑΚ), ενώ η ελάχιστη στην διπλή κεφαλή (ΔΚ). Συγκρίνοντας τα διαφορετικά βάρη μεταξύ της απλής και διπλής αμολυτής, καθώς

και της απλής και διπλή κεφαλής, δεν εντοπίστηκε καμία στατιστικώς σημαντική διαφορά, σε αντίθεση με έρευνες όπου έχουν εντοπίσει διαφορές στα βάρη των ραγών, ανάλογα με τον τύπο κλαδέματος(Holt et al.,2008, Gonzalez et al.,2014). Στο ίδιο συμπέρασμα οδηγήθηκαν και οι Wessner και Kurtural (2013), σε αμπελώνες της Καλιφόρνιας σε ποικιλία Syrah, με τρεις διαφορετικούς τρόπους κλαδέματος, βραχύ, μακρύ και μηχανικό. Οι ράγες από το βραχύ κλάδεμα είχαν στατιστικώς σημαντική διαφορά από τα άλλα δύο κλαδέματα.

Αντιθέτως, οι Gonzalez et al. (2004), βρήκαν ότι σε αμφίπλευρο γραμμικό με βραχύ κλάδεμα, είχαμε το χαμηλότερο βάρος ραγών. Ανάμεσα στα διαφορετικά συστήματα μόρφωσης αλλά με το ίδιο φορτίο, απλή κεφαλή με απλή αμολυτή και διπλά αμολυτή με διπλή κεφαλή, δεν παρατηρούμε πάλι στατιστικά σημαντικές διαφορές, δεδομένο που δεν έρχεται σε συμφωνία με τους Reynolds et al. (2004), οι οποίοι εντόπισαν διαφορές στα βάρη των ραγών ανάμεσα στα διαφορετικά συστήματα μόρφωσης.

Πίνακας 3. Μετρήσεις βάρους 50 ραγών

DOY	AA (g)	ΔΑ (g)	AK (g)	ΔΚ (g)
221	74,843 ±15,93a	67,649 ±17,31a	70,345±2,60a	64,323 ±4,98a
235	70,984 ±4,58a	66,274 ±7,56a	75,918±19,12a	72,296 ±24,09a
251	67,43 ±13,6a	74,121 ±11,25a	80,964±19,08a	65,626 ± 2,15a



Διάγραμμα 1. Βάρος 50 ραγών στα διαφορετικά συστήματα διαμόρφωσης & φορτίο

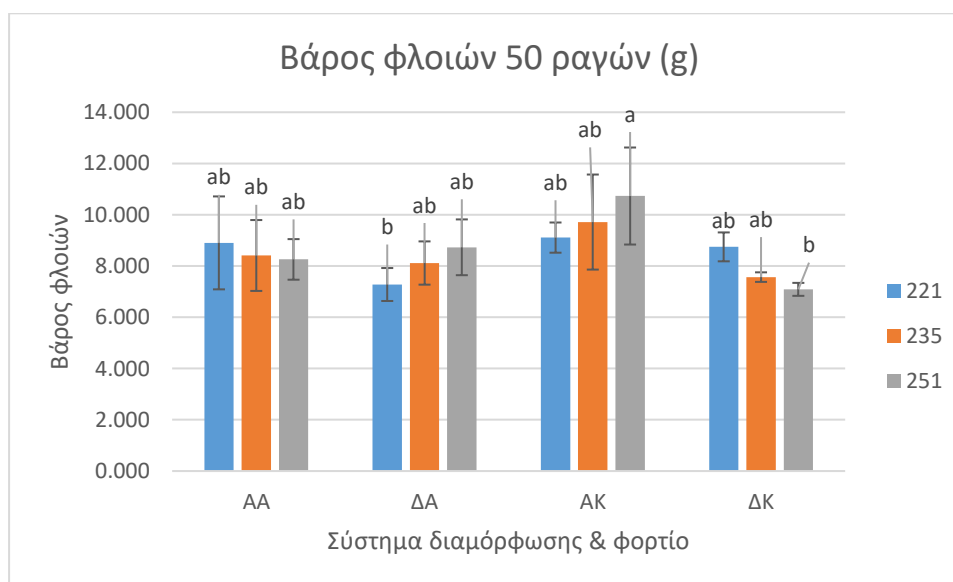
Βάρος φλοιών

Όσον αφορά τα βάρη των φλοιών, βλέπουμε στον Πίνακα 4 και το διάγραμμα 2, ότι μόνο στην περίπτωση της διπλής αμολυτής (ΔΑ) και της απλής κεφαλής (AK), η αύξηση του βάρους των φλοιών ακολουθεί την πορεία της ωρίμανσης, με την ημέρα 221 να βρίσκεται στην αρχή της ωρίμανσης, την ημέρα 235 στη μέση και τελευταία Η

μέγιστη τιμή παρατηρείται στην απλή κεφαλή στη 2^η (235DOY) δειγματοληψία, η οποία διαφέρει στατιστικά σημαντικά με όλες τις άλλες τιμές. Η ελάχιστη τιμή σημειώθηκε στη διπλή αμολυτή (ΔΑ), της 1^η (221DOY) δειγματοληψίας, η οποία διαφέρει στατιστικά σημαντικά από τις υπόλοιπες τιμές, πέραν της τρίτης τιμής της διπλής κεφαλής (ΔΚ) την ημέρα 251 στην τελική ευθεία πριν τον τρύγο. Θα λέγαμε λοιπόν ότι συγκρίνοντας μεταξύ τους τα διαφορετικά συστήματα διαμόρφωσης με το ίδιο φορτίο, θεωρώντας σαν πρώτη περίπτωση τη σύγκριση ΑΑ με ΑΚ, δεν παρατηρείται κάποια στατιστικά σημαντική διαφορά πέραν της τιμής της απλής κεφαλής με την απλή αμολυτή στην 3^η (251) δειγματοληψία. Στην δεύτερη περίπτωση, της σύγκρισης δηλαδή ΔΑ με ΔΚ με την διπλή κεφαλή έχουμε σε δύο τιμές στατιστικά σημαντική διαφορά, στην 1^η και στην 3^η δειγματοληψία. Στη σύγκριση των τιμών με το ίδιο σύστημα μόρφωσης αλλά διαφορετικό φορτίο διαπιστώνεται ότι, στην περίπτωση της αμολυτής, στατιστικά σημαντική διαφορά εντοπίζεται μόνο στην 1^η δειγματοληψία. Ενώ ανάμεσα στην απλή και την διπλή κεφαλή η στατιστική διαφορά παρατηρείται στην 3^η δειγματοληψία. Όλα τα δεδομένα, αποτυπώνονται και στο Διάγραμμα 2.

Πίνακας 4. Μετρήσεις βάρους φλοιών

DOY	ΑΑ (g)	ΔΑ (g)	ΑΚ (g)	ΔΚ (g)
221	8,902 ± 1,813ab	7,278 ± 0,643b	9,108 ± 0,589ab	8,747 ± 0,564ab
235	8,411 ± 1,383ab	8,117 ± 0,844ab	9,715 ± 1,854ab	7,567 ± 0,186ab
251	8,258 ± 0,792ab	8,73 ± 1,088ab	10,731 ± 1,892a	7,089 ± 0,253b



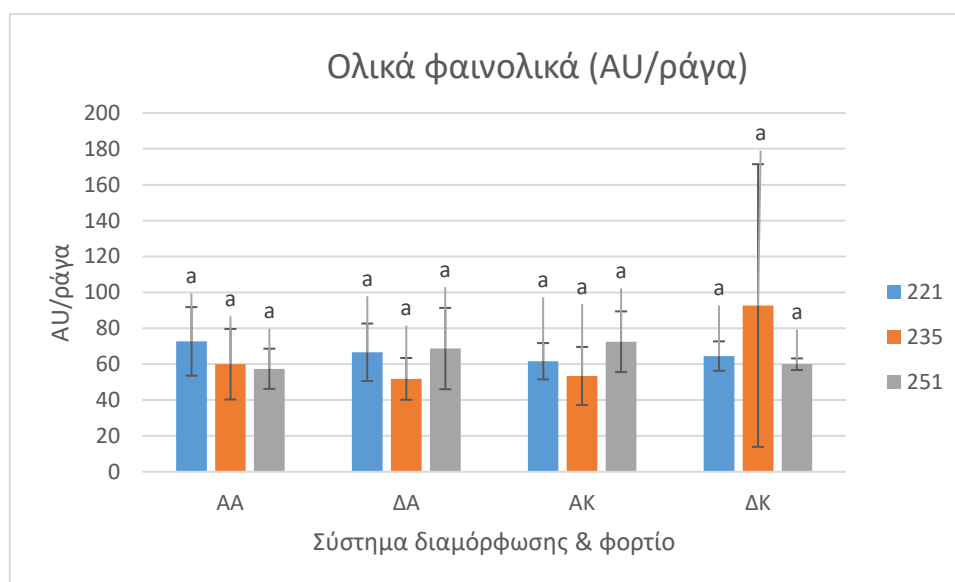
Διάγραμμα 2. Βάρος 50 φλοιών στα διαφορετικά συστήματα διαμόρφωσης & φορτίο

5.1.2. Ολικά φαινολικά (ΔΦΟ)

Τα αναλυτικά αποτελέσματα της μεθόδου υπολογισμού των ολικών φαινολικών παρατίθενται στον Πίνακα 5 και το αντίστοιχο διάγραμμα 3. Παρατηρούμε ότι η μέγιστη συγκέντρωση ολικών φαινολικών, εκφρασμένων σε AU/ράγα, απαντά στη διπλή κεφαλή (ΔΚ) στη 2^η (235DOY) δειγματοληψία και ακολουθεί η απλή αμολυτή (ΑΑ) της 1^η (221DOY) δειγματοληψίας, ενώ οι χαμηλότερες τιμές παρατηρούνται στην απλή κεφαλή (ΑΚ) και στην διπλή αμολυτή (ΔΑ) της 1^η (221DOY) δειγματοληψίας, χωρίς στατιστικά σημαντική διαφορά. Η διακύμανση των τιμών των ολικών φαινολικών ακολουθεί την πορεία της ωρίμανσης μόνο στις περιπτώσεις της διπλής αμολυτής και της απλής κεφαλής. Ύστερα από σύγκριση των συστημάτων διαμόρφωσης με το ίδιο φορτίο, μη έχοντας εντοπίσει στατιστικά σημαντικές διαφορές, καταλήγουμε ότι το φορτίο δεν επηρεάζει την συγκέντρωση των ολικών φαινολικών.

DOY	ΑΑ (AU/ράγα)	ΔΑ (AU/ράγα)	ΑΚ (AU/ράγα)	ΔΚ (AU/ράγα)
221	72,667 ± 19,114a	66,597 ± 16,022a	61,606 ± 10,124a	64,475 ± 8,203a
235	59,95 ± 19,668a	51,774 ± 11,654a	53,369 ± 16,203a	92,66 ± 78,769a
251	57,405 ± 11,199a	68,669 ± 22,658a	72,49 ± 16,915a	59,956 ± 3,224a

Πίνακας 5. Ολικά φαινολικά (AU/ράγα)



Διάγραμμα 3. Ολικά φαινολικά (AU/ράγα)

Σε συμφωνία έρχονται οι Gonzalez-Neves et al. (2002), οι οποίοι συνέκριναν σταφύλια από δύο διαφορετικούς τρύγους και διαπίστωσαν ότι καμία σχέση δεν υφίσταται ανάμεσα στην πολυφαινολική συγκέντρωση του οίνου και του τρόπου

κλαδέματος. Οι Wessner και Kurtural (2013) δεν βρήκαν κάποια συσχέτιση ανάμεσα στα φαινολικά από βραχύ και μακρύ κλάδεμα, στις ράγες της ποικιλίας Syrah. Αντιστοίχως, στο ίδιο σύστημα διαμόρφωσης αλλά με διαφορετικό φορτίο, δεν εντοπίστηκε στατιστικά σημαντική διαφορά. Συνεπώς ούτε το φορτίο βρέθηκε να επιδρά στη συγκέντρωση των ολικών φαινολικών, επιβεβαιώνοντας με αυτό τον τρόπο τα αποτελέσματα και από προηγούμενες έρευνες. Οι Perez-Lamela et al. (2007), δεν βρήκαν κάποια σημαντική διαφορά στην συγκέντρωση των ολικών φαινολικών σε οίνο, ανάμεσα σε διαφορετικά συστήματα διαμόρφωσης και κλαδέματος. Οι Jones et al. (2018) δεν βρήκαν κάποια διαφορά στα ολικά φαινολικά του οίνου της ποικιλίας Pinot noir, ανάμεσα στο μακρύ και το βραχύ κλάδεμα. Σ' αντίθεση με τις παραπάνω έρευνες οι Coletta et al. (2013), εντόπισαν διαφορές στις συγκεντρώσεις των ολικών πολυφαινολικών ανάμεσα στα διαφορετικά συστήματα διαμόρφωσης. Το ίδιο συνέβει και στην έρευνα των Gonzalez-Neves et al (2004), στην οποία τα ολικά φαινολικά των ραγών που προήλθαν από αμπέλια με διαμόρφωση σε λύρα και βραχύ κλάδεμα, είχαν υψηλότερη τιμή και στατιστικά σημαντική διαφορά από το αμφίπλευρο γραμμικό με βραχύ κλάδεμα. Τέλος οι Rio Segade et al. (2009), βρήκαν στατιστικά σημαντική διαφορά στη συγκέντρωση των φαινολικών του οίνου της ποικιλίας Brancellao, ανάμεσα στα διαφορετικά συστήματα διαμόρφωσης.

5.1.3. Ολικά φαινολικά (Folin-Ciocalteu)

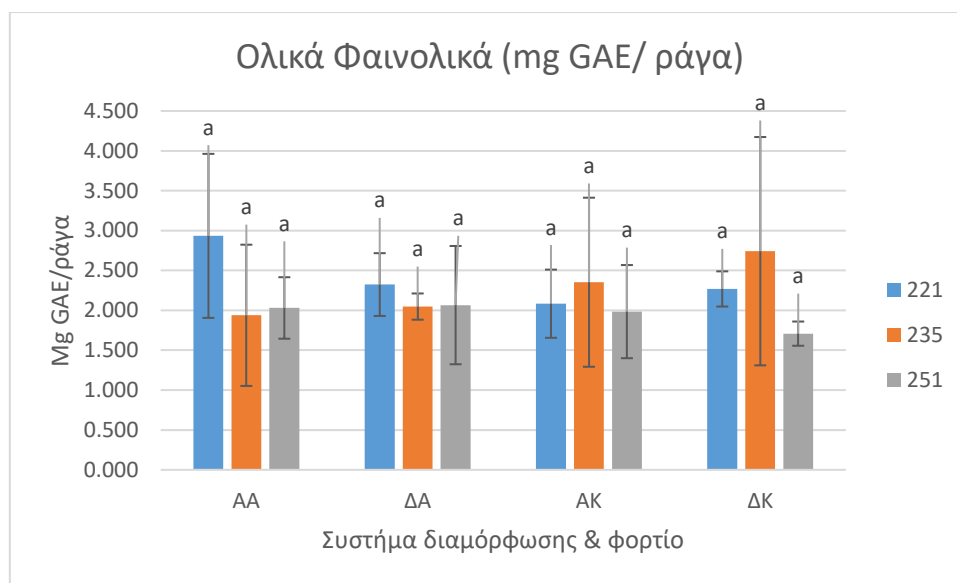
Ο Πίνακας 6 και το διάγραμμα 4 παρουσιάζουν τη μεταβολή των ολικών φαινολικών στα εκχυλίσματα των φλοιών των ραγών της ποικιλίας Ξινόμαυρο, σύμφωνα την μέθοδο Folin-Ciocalteu.

Πίνακας 6. Ολικά φαινολικά συστατικά (Folin- Ciocalteu)

Σύστημα μόρφωσης	ΟΛΙΚΑ ΦΑΙΝΟΛΙΚΑ (mgGAE/ράγα)			
	ΑΑ	ΔΑ	ΑΚ	ΔΚ
221	2,934 ± 1,028a	2,324 ± 0,394a	2,083 ± 0,428a	2,269 ± 0,221a
235	1,938 ± 0,886a	2,047 ± 0,164a	2,353 ± 1,060a	2,742 ± 1,432a
251	2,03 ± 0,386a	2,066 ± 0,742a	1,984 ± 0,584a	1,708 ± 0,152a

Σύμφωνα με τον Πίνακα 6 οι συγκεντρώσεις των ολικών φαινολικών, εκφρασμένων σε mg GAE/ράγα, η μέγιστη τιμή σημειώθηκε στην απλή αμολυτή (ΑΑ) της 1^η (221DOY) δειγματοληψίας και ακολουθεί στη διπλή κεφαλή (ΔΚ) της 2^η (235DOY) δειγματοληψία, ενώ η ελάχιστη τιμή απαντά στη διπλή κεφαλή (ΔΚ) της 3^η (251DOY) δειγματοληψίας. Ανάμεσα στα διαφορετικά συστήματα διαμόρφωσης και στο φορτίο δεν υπάρχει συσχέτιση με τις τιμές των ολικών φαινολικών. Συγκεκριμένα η απλή αμολυτή και κεφαλή, δεν έχουν καμία στατιστικά σημαντική

διαφορά, όπως αντιστοίχως και η διπλή αμολυτή με την διπλή κεφαλή, όσον αφορά το διαφορετικό σύστημα διαμόρφωσης. Το ίδιο όμως ισχύει και στην περίπτωση των διαφορετικών φορτίων, απλή με διπλή αμολυτή και απλή με διπλή κεφαλή, δεν παρουσιάζουν κάποια σημαντική στατιστικά διαφορά. Όλα αυτά έρχονται σε συμφωνία με τους Filho et al. (2016), οι οποίοι δεν εντόπισαν στατιστικές σημαντικές διαφορές, στα ολικά φαινολικά των 6 διαφορετικών συστημάτων διαμόρφωσης. Αντιθέτως οι Holt et al. (2008), εντόπισαν διαφορές στην συγκέντρωση των ολικών φαινολικών, στα διαφορετικά συστήματα κλαδέματος.



Διάγραμμα 4. Ολικά φαινολικά σε mg GAE/ράγα (μέθοδος Folin-Ciocalteau)

5.1.4. Προσδιορισμός ανθοκυανών

Στον πίνακα 7 που ακολουθεί, παρατίθενται οι ανθοκυάνες των εκχυλισμάτων των φλοιών της ποικιλίας Ξινόμαυρο, εκφρασμένες σε mg μαλβιδίνης ανά γραμμάριο ξηρού φλοιού. Ο μονογλυκοζίτης της μαλβιδίνης (Mlv) είναι η κυρίαρχη ανθοκυάνη σε όλα τα εκχυλίσματα και η υψηλότερη συγκέντρωσή της σημειώνεται στο εκχύλισμα των ξηρών φλοιών στο σύστημα διαμόρφωσης της απλής κεφαλής στην 3^η (251DOY) δειγματοληψία, ενώ οι χαμηλότερες στη διπλή και στην απλή κεφαλή, στην 1^η (221DOY) δειγματοληψία. Δεύτερη κυρίαρχη ανθοκυάνη, στα εκχυλίσματα των φλοιών, είναι ο μονογλυκοζίτης της πετουινιδίνης (Pt). Μέγιστη συγκέντρωση της Pt απαντά στο σύστημα διαμόρφωσης της απλής κεφαλής στην 2^η (235DOY) δειγματοληψία και ελάχιστη στη διπλή κεφαλή της 3^η (251DOY) δειγματοληψίας. Οι ανθοκυάνες με τις μικρότερες συγκεντρώσεις είναι ο μονογλυκοζίτης της δελφινιδίνης (Dpl) και ο οξικός εστέρας της μαλβιδίνης (Mlv-ac).

Πίνακας 7. Ανθοκυάνες στα εκχυλίσματα ραγών, εκφρασμένες σε ισοδύναμα μαλβιδίνης ανά γραμμάριο ξηρού φλοιού (mgME/gΞΦ), όπως προσδιορίστηκαν με υγρή χρωματογραφία υψηλής απόδοσης (HPLC)

DOY	Dpl	Pt	Pn	Mlv	Mlv acetate

		(mg ME/gΞΦ)	(mg ME/gΞΦ)	(mg ME/gΞΦ)	(mg ME/gΞΦ)	(mg ME/gΞΦ)
	AA	0,397± 0,211 a	0,777± 0,410 a	0,535± 0,272 a	8,197± 3,560 a	0,261± 0,057 a
221	ΔA	0,291± 0,019 a	0,522±0,0,018 a	0,382± 0,026 a	5,591± 0,652 a	0,210± 0,006 a
	AK	0,282± 0,111 a	0,543± 0,224 a	0,392± 0,113 a	5,429± 1,937 a	0,173± 0,012 a
	ΔK	0,267± 0,053 a	0,514± 0,135 a	0,352± 0,053 a	5,322± 1,996 a	0,197± 0,083 a
	AA	0,438± 0,046 a	0,581± 0,299 a	0,370± 0,155 a	6,338± 2,897 a	0,270± 0,104 a
235	ΔA	0,370± 0,131 a	0,667± 0,210 a	0,465± 0,172 a	7,709± 2,887 a	0,233± 0,050 a
	AK	0,440± 0,213 a	0,843± 0,374 a	0,495± 0,400 a	7,103± 5,858 a	0,318± 0,129 a
	ΔK	0,668± 0,530 a	0,686± 0,103 a	0,467± 0,215 a	8,781± 1,552 a	0,324± 0,144 a
	AA	0,263± 0,071 a	0,526± 0,189 a	0,447± 0,158 a	6,863± 2,521 a	0,238± 0,072 a
251	ΔA	0,311± 0,084 a	0,581± 0,187 a	0,423± 0,083 a	7,458± 2,646 a	0,228± 0,060 a
	AK	0,355± 0,054 a	0,697± 0,058 a	0,530± 0,111 a	9,393± 0,859 a	0,281± 0,090 a
	ΔK	0,305± 0,028 a	0,483± 0,209 a	0,378± 0,108 a	6,509± 3,184 a	0,206± 0,060 a

Σύγκριση ανθοκυανών των φλοιών με διαφορετικό φορτίο

Στον πίνακα 8 που ακολουθεί, παρατίθενται τα αποτελέσματα μεταξύ του ίδιου συστήματος διαμόρφωσης αλλά με διαφορετικό φορτίο. Η κυρίαρχη από όλες τις ανθοκυάνες, όπως αναφέραμε και παραπάνω είναι ο μονογλυκοζίτης της μαλβιδίνης (Mlv). Η μέγιστη τιμή του μονογλυκοζίτη της μαλβιδίνης (Mlv) απαντά στο σύστημα διαμόρφωσης της απλής αμολυτής (AA) με το φορτίο των 12 οφθαλμών και ελάχιστη στο σύστημα διαμόρφωσης της διπλής αμολυτής (ΔA), με φορτίο 24 οφθαλμών, στην 1^η (221DOY) δειγματοληψία. Για την 2^η (235) και την 3^η (251) δειγματοληψία μεγαλύτερη τιμή της μαλβιδίνης, ανάμεσα στα δυο φορτία έχει αυτό της διπλής αμολυτής (ΔA), δηλαδή των 24 οφθαλμών. Η δεύτερη μεγαλύτερη σε συγκέντρωση ανθοκυάνη είναι ο μονογλυκοζίτης της πετουνιδίνης (Pt), με μέγιστη τιμή στην απλή αμολυτή (AA) της 1^η(221) δειγματοληψίας. Συγκρίνοντας τις συγκεντρώσεις και των υπολοίπων ανθοκυανών, για το σύστημα μόρφωσης της αμολυτής, με κριτήριο το διαφορετικό φορτίο οφθαλμών (AA-ΔA), δεν εντοπίστηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές σε καμία από τις ανθοκυάνες,

γεγονός που έρχεται σε συμφωνία, με τα αποτελέσματα των Peppi και Kania (2017), που δεν βρήκαν διαφορές στη συγκέντρωση των ανθοκυανών των φλοιών ανάμεσα στο μακρύ και στο βραχύ κλάδεμα.

Πίνακας 8. Ανθοκυάνες εκφρασμένες σε ισοδύναμα μαλβιδίνης ανά γραμμάριο ξηρού φλοιού (mgME/gΞΦ), όπως προσδιορίστηκαν με υγρή χρωματογραφία υψηλής απόδοσης (HPLC).

Συστήματα μόρφωσης: Απλή αμολυτή-Διπλή αμολυτή

DOY		Dpl (mg ME/gΞΦ)	Pt (mg ME/gΞΦ)	Pn (mg ME/gΞΦ)	Mlv (mg ME/gΞΦ)	Mlv acetate (mg ME/gΞΦ)
	AA	0,397± 0,211 a	0,777± 0,410 a	0,535± 0,272 a	8,197± 3,560 a	0,261± 0,057 a
221	ΔA	0,291± 0,019 a	0,522± 0,018 a	0,382± 0,026 a	5,591± 0,652 a	0,210± 0,006 a
	AA	0,438± 0,046 a	0,581± 0,299 a	0,370± 0,155 a	6,338± 2,897 a	0,270± 0,104 a
235	ΔA	0,370± 0,131 a	0,667± 0,210 a	0,465± 0,172 a	7,709± 2,887 a	0,233± 0,050 a
	AA	0,263± 0,071 a	0,526± 0,189 a	0,447± 0,158 a	6,863± 2,521 a	0,238± 0,072 a
251	ΔA	0,311± 0,084 a	0,581± 0,187 a	0,423± 0,083 a	7,458± 2,646 a	0,228± 0,060 a

Προηγούμενες έρευνες, υποστηρίζουν ότι οι αλλαγές στην αρχιτεκτονική του φυτού και στη σχέση ανάμεσα στα φύλλα και στα σταφύλια, επιδρούν στο ανθοκυανικό προφίλ των ραγών (Peterlunger, 2002, Haselgrove, 2000).

Στον πίνακα 9 που ακολουθεί, έχουμε τις συγκεντρώσεις των ανθοκυανών για την απλή κεφαλή (AK) και την διπλή κεφαλή (ΔK). Η μέγιστη τιμή του μονογλυκοζίτη της μαλβιδίνης παρατηρείται στην 3^η (251DOY) δειγματοληψία της απλής κεφαλής και η ελάχιστη τιμή στην 1^η (221DOY) δειγματοληψία της διπλής κεφαλής, χωρίς στατιστικά σημαντική διαφορά. Σ' αυτήν την σύγκριση, δηλαδή μεταξύ των διαφορετικών φορτίων στο σύστημα της κεφαλής, δεν παρατηρούνται στατιστικώς σημαντικές διαφορές, συμπεραίνοντας ότι σ' αυτό το σύστημα διαμόρφωσης, το διαφορετικό φορτίο δεν επιδρά στην συγκέντρωση των ανθοκυανών. Διαφορετικά ήταν τα αποτελέσματα των Holt et al. (2008), οι οποίοι βρήκαν ότι τα διαφορετικά συστήματα κλαδέματος επηρέασαν την συγκέντρωση των ολικών ανθοκυανών.

Πίνακας 9. Ανθοκυάνες εκφρασμένες σε ισοδύναμα μαλβιδίνης ανά γραμμάριο ξηρού φλοιού (mgME/gΞΦ), όπως προσδιορίστηκαν με υγρή χρωματογραφία υψηλής απόδοσης (HPLC).

Συστήματα μόρφωσης: Απλή κεφαλή-Διπλή κεφαλή

DOY		Dpl (mg ME/gΞΦ)	Pt (mg ME/gΞΦ)	Pn (mg ME/gΞΦ)	Mlv (mg ME/gΞΦ)	Mlv acetate (mg ME/gΞΦ)
221	AK	0,282± 0,111 a	0,543± 0,224 a	0,392± 0,113 a	5,429± 1,937 a	0,173± 0,012 a
	ΔK	0,267± 0,053 a	0,514± 0,135 a	0,352± 0,053 a	5,322± 1,996 a	0,197± 0,083 a

235	AK	0,440± 0,213 a	0,843± 0,374 a	0,495± 0,400 a	7,103± 5,958 a	0,318± 0,129 a
	ΔK	0,668± 0,530 a	0,686± 0,103 a	0,467± 0,215 a	8,781± 1,552 a	0,324± 0,144 a
251	AK	0,355± 0,054 a	0,697± 0,058 a	0,530± 0,111 a	9,393± 0,859 a	0,281± 0,090 a
	ΔK	0,305± 0,028 a	0,483± 0,209 a	0,378± 0,108 a	6,509± 3,184 a	0,206± 0,060 a

Σύγκριση ανθοκυανών των φλοιών με διαφορετικό σύστημα διαμόρφωσης

Αντιστοίχως και στην σύγκριση ανάμεσα σε απλή αμολυτή (AA) και απλή κεφαλή (AK), όπως βλέπουμε στον Πίνακα 10, η ανθοκύανη με την μεγαλύτερη συγκέντρωση είναι ο μονογλυκοζίτης της μαλβιδίνης (Mlv), χωρίς κάποια στατιστικά σημαντική διαφορά. Την υψηλότερη τιμή της μαλβιδίνης συναντάμε στην απλή κεφαλή της 3^η (251) δειγματοληψίας. Η επόμενη σε συγκέντρωση ανθοκύανη είναι ο μονογλυκοζίτης της πετουνιδίνης (Pt), του οποίου η μεγαλύτερη συγκέντρωση εντοπίστηκε στην απλή αμολυτή (AA) της 1^η (221) δειγματοληψίας. Σε αυτή την σύγκριση, μεταξύ δηλαδή των δύο συστημάτων μόρφωσης με διαφορετικό φορτίο, δεν εντοπίστηκε στατιστικά σημαντική διαφορά.

Στον Πίνακα 11 έχουμε τα αποτελέσματα της σύγκρισης των συστημάτων διαμόρφωσης διπλή αμολυτή (ΔΑ) με την διπλή κεφαλή (ΔΚ). Την υψηλότερη συγκέντρωση του μονογλυκοζίτη της μαλβιδίνης (Mlv) έχουμε στη διπλή κεφαλή της 2^η (235) δειγματοληψίας και την ελάχιστη στη διπλή κεφαλή (ΔΚ) της 1^η (221) δειγματοληψίας. Ο μονογλυκοζίτης της πετουνιδίνης (Pt) έχει την μέγιστη τιμή του στην διπλή κεφαλή (ΔΚ) της 2^η (235) δειγματοληψίας και την ελάχιστη στη διπλή κεφαλή (ΔΚ) της 3^η (251) δειγματοληψίας. Σε όλες τις ανθοκυάνες η σύγκριση ανάμεσα στα δύο διαφορετικά συστήματα διαμόρφωσης, διπλή αμολυτή - διπλή κεφαλή, οδήγησε σε αποτελέσματα χωρίς στατιστικά σημαντική διαφορά οδηγώντας μας στο συμπέρασμα ότι το σύστημα διαμόρφωσης δεν επηρεάζει την συγκέντρωση των ανθοκυανών. Οι Guerrero et al. (2019), βρήκαν κι αυτοί, ότι τα διαφορετικά συστήματα διαμόρφωσης δεν οδήγησαν σε διαφορές στην συγκέντρωση των ανθοκυανών. Σε αντίθεση με τα προκείμενα αποτελέσματα, οι Rio Segade et al. (2009), εντόπισαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στο σύστημα διαμόρφωσης Royat με το Guyot. Σε συμφωνία έρχονται και οι Perez-Lamela et al. (2007), που κι αυτοί εντόπισαν διαφορές στις ολικές ανθοκυάνες των διαφορετικών συστημάτων διαμόρφωσης. Καθώς και οι Kyraleou et al. (2015), βρήκαν διαφορές στην συγκέντρωση των ανθοκυανών και των τανινών, ανάμεσα σε τρία συστήματα διαμόρφωσης, Λύρα, Royat και Guyot.

Πίνακας 10. Ανθοκυάνες εκφρασμένες σε ισοδύναμα μαλβιδίνης ανά γραμμάριο ξηρού φλοιού (mgME/gΞΦ), όπως προσδιορίστηκαν με υγρή χρωματογραφία υψηλής απόδοσης (HPLC).

Συστήματα μόρφωσης: Απλή αμολυτή-Απλή κεφαλή

DOY		Dpl (mg ME/gΞΦ)	Pt (mg ME/gΞΦ)	Pn (mg ME/gΞΦ)	Mlv (mg ME/gΞΦ)	Mlv acetate (mg ME/gΞΦ)
221	AA	0,397± 0,211 a	0,777± 0,410 a	0,535± 0,272 a	8,197± 3,560 a	0,261± 0,057 a
	AK	0,282± 0,111 a	0,543± 0,224 a	0,392± 0,113 a	5,429± 1,937 a	0,173± 0,012 a
235	AA	0,438± 0,046 a	0,581± 0,299 a	0,370± 0,155 a	6,338± 2,897 a	0,270± 0,104 a
	AK	0,440± 0,213 a	0,843± 0,374 a	0,495± 0,400 a	7,103± 5,958 a	0,318± 0,129 a
251	AA	0,263± 0,071 a	0,526± 0,189 a	0,447± 0,158 a	6,863± 2,521 a	0,238± 0,072 a
	AK	0,355± 0,054 a	0,697± 0,058 a	0,530± 0,111 a	9,393± 0,859 a	0,281± 0,090 a

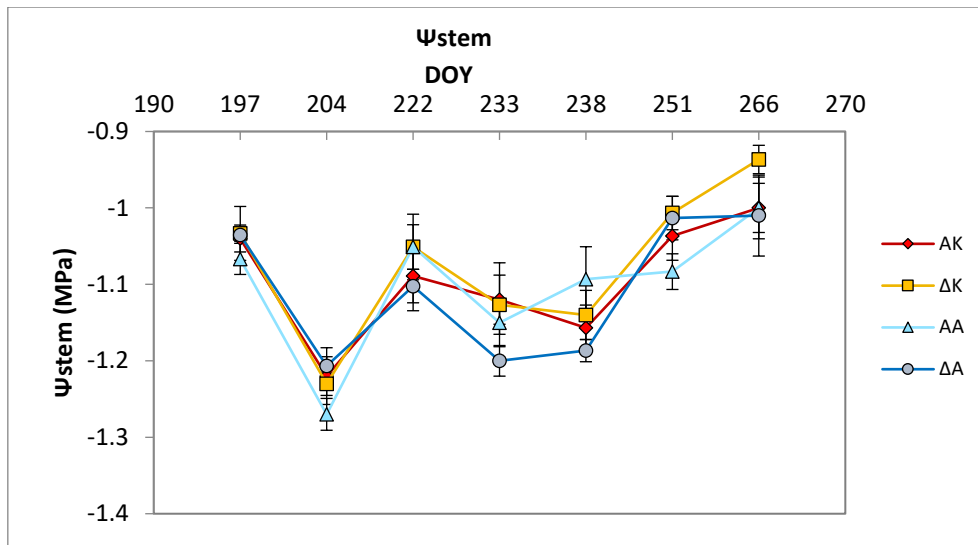
Πίνακας 11. Ανθοκύανες εκφρασμένες σε ισοδύναμα μαλβιδίνης ανά γραμμάριο ξηρού φλοιού (mgME/gΞΦ), όπως προσδιορίστηκαν με γρήγορη χρωματογραφία υψηλής απόδοσης (HPLC).
Σύστημα διαμόρφωσης: Διπλή αμολυτή-Διπλή κεφαλή

DOY		Dpl (mg ME/gΞΦ)	Pt (mg ME/gΞΦ)	Pn (mg ME/gΞΦ)	Mlv (mg ME/gΞΦ)	Mlv acetate (mg ME/gΞΦ)
221	ΔΑ	0,291± 0,019 a	0,522± 0,018 a	0,382± 0,026 a	5,591± 0,652 a	0,210± 0,006 a
	ΔΚ	0,267± 0,053 a	0,514± 0,135 a	0,352± 0,053 a	5,322± 1,996 a	0,197± 0,083 a
235	ΔΑ	0,370± 0,131 a	0,667± 0,210 a	0,465± 0,172 a	7,709± 2,887 a	0,233± 0,050 a
	ΔΚ	0,668± 0,530 a	0,686± 0,103 a	0,467± 0,215 a	8,781± 1,552 a	0,324± 0,144 a
251	ΔΑ	0,311± 0,084 a	0,581± 0,187 a	0,423± 0,083 a	7,458± 12,646 a	0,228± 0,060 a
	ΔΚ	0,305± 0,028 a	0,483± 0,209 a	0,378± 0,108 a	6,509± 3,184 a	0,206± 0,060 a

5.2. Αποτελέσματα μετρήσεων αμπελιού

5.2.1. Ψstem

Στο Διάγραμμα 10 που ακολουθεί βλέπουμε τα αποτελέσματα της υδατικής ικανότητας του βλαστού (Ψstem) κατά την πορεία της ωρίμανσης, στα διαφορετικά συστήματα διαμόρφωσης (AK, AA) και στα διαφορετικά φορτία (12&24 οφθαλμοί).



Διάγραμμα 5. Μέτρηση υδατικού δυναμικού (Ψ_{stem}) της ποικιλίας Ξινόμανρο κατά την διάρκεια ωρίμανσης, σε διαφορετικά συστήματα διαμόρφωσης και διαφορετικό φορτίο (AA, AK, ΔA ΔK). Οι μπάρες δείχνουν το τυπικό \pm σφάλμα του μέσου όρου των τιμών

Παρατηρείται ότι οι τιμές του Ψ_{stem} για την αρχή (221DOY), την μέση (235DOY) και την περίοδο λίγο πριν τον τρύγο (251DOY), κυμαίνονται από -1,01 έως και -1.2 MPa. Οι τιμές από -0,9 έως και -1,1 MPa χαρακτηρίζουν μια μέτρια υδατική καταπόνηση, ενώ από -1,1 έως -1,4 MPa ως μια έντονη υδατική καταπόνηση (Van Leeuwen, 2008). Κατά το στάδιο της ωρίμανσης της ράγας, μια ελαφριά προς μέτρια υδατική καταπόνηση μπορεί να οδηγήσει σε μια αύξηση των ανθοκυανών στους φλοιούς (Κουνδουράς,2018). Παρατηρώντας και συσχετίζοντας τα δεδομένα της συγκέντρωσης των ανθοκυανών με αυτά του υδατικού δυναμικού του βλαστού (Ψ_{stem}), δεν εντοπίζουμε κάποια άμεση συσχέτιση.

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Με βάση την ανάλυση των πειραματικών αποτελεσμάτων προκύπτουν τα παρακάτω συμπεράσματα.

- Το βάρος των ραγών ακολούθησε την πορεία της ωρίμανσης, στις περιπτώσεις της διπλής αμολυτής και απλής κεφαλής, χωρίς όμως στατιστικά σημαντική διαφορά. Το συμπέρασμα που προκύπτει είναι ότι ούτε το διαφορετικό σύστημα διαμόρφωσης αλλά ούτε και το διαφορετικό φορτίο, επιδρούν στην εξέλιξη του βάρους κατά την πορεία της ωρίμανσης.
- Η σύγκριση του βάρους των φλοιών με διαφορετικό σύστημα διαμόρφωσης, αλλά με ίδιο φορτίο οφθαλμών, δηλαδή απλή αμολυτή (ΑΑ) με απλή κεφαλή (ΑΚ) και διπλή αμολυτή (ΔΑ) με διπλή κεφαλή (ΔΚ), οδήγησε στα ακόλουθα συμπεράσματα. Στην περίπτωση του απλού φορτίου (ΑΑ-ΑΚ, 12 οφθαλμοί), δεν παρατηρείται καμία στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των τιμών των δύο διαφορετικών συστημάτων διαμόρφωσης. Αντίστοιχα δεν βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στα δύο συστήματα διαμόρφωσης (ΔΑ- ΔΚ) με το ίδιο φορτίο (24 οφθαλμοί). Συνεπώς το σύστημα διαμόρφωσης δεν επιδρά στο βάρος των φλοιών.
- Επίσης, έγινε σύγκριση στο ίδιο σύστημα διαμόρφωσης αλλά με διαφορετικό φορτίο, δηλαδή, **i.** απλή αμολυτή (ΑΑ) με διπλή αμολυτή (ΔΑ), με 12 και 24 οφθαλμούς αντίστοιχα και **ii.** απλή κεφαλή (ΑΚ) με διπλή κεφαλή (ΔΚ), με 12 και 24 οφθαλμούς. Στην περίπτωση της αμολυτής με διαφορετικό φορτίο δεν βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των τιμών. Το ίδιο και στην περίπτωση της κεφαλής, δεν βρέθηκε στατιστική διαφορά. Αυτό οδηγεί στο συμπέρασμα ότι, ούτε το διαφορετικό φορτίο επιδρά στο βάρος των φλοιών.

Όσον αφορά τις αναλύσεις στους φλοιούς των ραγών έχουμε τα εξής αποτελέσματα.

- Τα ολικά φαινορικά εκφρασμένα σε AU/ράγα, δεν επηρεάστηκαν ούτε από το διαφορετικό σύστημα διαμόρφωσης ούτε όμως και από το φορτίο. Το ίδιο ισχύει για τα ολικά φαινορικά εκφρασμένα σε mgGAE/ράγα.
- Η συγκέντρωση των ανθοκυανών στα διαφορετικά συστήματα διαμόρφωσης, δεν έδειξε να μεταβάλλεται με στατιστικά σημαντική διαφορά.
- Η συγκέντρωση των ανθοκυανών στα ίδια συστήματα διαμόρφωσης αλλά με διαφορετικό φορτίο δεν έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές.

Από τα παραπάνω εξάγεται το συμπέρασμα ότι ούτε το διαφορετικό σύστημα διαμόρφωσης, μόνιμες και ανανεώσιμες καρποφόρες μονάδες, ούτε όμως και το διαφορετικό φορτίο επηρέασε την συγκέντρωση των πολυφαινολικών της ποικιλίας Ξινόμαυρο. Αποτέλεσμα το οποίο έρχεται σε συμφωνία και με άλλες έρευνες. Από την άλλη, η ποικιλία του Ξινόμαυρου χαρακτηρίζεται ως φτωχή σε ανθοκυάνες (Kallithraka, 2006). Θα ήταν λοιπόν σημαντικό να γίνει μια περαιτέρω έρευνα, είτε με τα ίδια δεδομένα, σε μεγαλύτερο βάθος χρόνου, είτε με μεγαλύτερο σε αριθμό δείγμα, είτε με διαφορετικά συστήματα διαμόρφωσης.

7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Adams, D. (2006). Phenolics and ripening in grape berries. *American Journal of Ecology and Viticulture* 3:249-256.
- Balasundram N., Sundram K., Samman S., 2006. Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses. *Food Chemistry*, 99(1): 191-203
- Bucchetti, B.; Matthews, M.A.; Falginella, L.; Peterlunger, E.; Castellarin, S.d. (2011) Effect of water deficit on Merlot grape tannins and anthocyanins across four seasons. *Scientia Horticulture*, 128, 297-305.
- Cacho, J.; Fernandez, P.; Ferreira, V.; Castell, J.E. (1992). Evolution of five anthocyanidin-3-glucosides in the skin of Tempranillo, Moristel, and Garnacha grape varieties and influence of climatological variables. *American Journal of Enology and Viticulture* 43:244-248.
- Calo, A., Giorgessi, F., Pezza, L., Gianotti, S., & Di Stefano, R. (1994). Effect of pruning and bud position on compounds accumulated by grapes (*Vitis* sp.). *Rivista di Viticoltura e di Enologia* 47(4): 3-22.
- Cassasa, L. F.; Larsen, R.C.; Beaver, C. W.; Mireles, M.S.; Keller, M.; Riley, W.R; Smithyman, R.; Harbetson, J.F. (2013b). Impact of Extended Maceration and Regulated Deficit Irrigation (RDI) in Cabernet Wines: characterization of

- proanthocyanidin distribution, anthocyanin extraction, and chromatic properties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 61:6446-6457
- Casassa, L. F.; Beaver, C.W.; Mireles, M.S.; Harbertson, J.F. (2013a). Effect of extended maceration and ethanol concentration on the extraction and evolution of phenolics, colour components and sensory attributes of Merlot wines. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 19:25-39.
 - Castaneda-Ovando, A.; Pacheco- Hernandez, M.L.; Paez-Hernandez, M.E.; Rodriguez, J.A.; Galan-Vidal, C.A. (2009). Chemical studies of anthocyanins: A review. *Food Chemistry*, 113, 859-871.
 - Cheynier, V. (2005). Polyphenols in foods are more complex than often thought. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 222S-229S.
 - Coletta, A.; Berto, S.; Crupi, P.; Cravero, M.C.; Tamborra, P.; Antonacci, D.; Daniele, P.G.; Prenesti, E. (2014). Effect of viticulture practices on concentration of polyphenolic compounds and total antioxidant capacity of Southern Italy re wines. *Food Chemistry*, 152:467-474.
 - Corona, O., Arcoleo, G., Terrasi, G., & Gattuso, A.M. (2004). Nero d'Avola. Note II. Modification of biochemical processes during grape ripening. *Vignevini*, 31_6), 93-98.
 - Deloire A., 2012. A few thoughts on grapevine training systems.
 - Downey, M.O.; Harvey, J.S.; Simon, R. (2003). Analysis of tannins in seeds and skins of Shiraz grapes throughout berry development. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 9:15-27.
 - Filho, J., Allebrandt, R., Wurz, D., Pereira, B., Macedo T., Kretschmar, A., Rufato, L (2016). Cane pruning on Chardonnay grapevine in the high-altitude regions of Southern Brazil. Proceedings: 39th WORLD CONGRESS OF VINE AND WINE. Bento Goncalves, Brazil.
 - Fong Wessner L., S. Kaan Kurtural., (2012). Pruning systems and canopy management practice interact on yield and fruit composition of Syrah. *American Journal of Enology and Viticulture* 64:134-138.
 - Fragasso.; Antonacci, D.; Pati, S.; Tufariello, M.;Baiano, A.; Forleo, R.L; Caputo, A.R.; La Notte, E. (2012). Influence of training system on volatile and sensory profiles of Primitivo grapes and wines. *American Journal of Enology and Viticulture* 63(4), 477-486
 - Gris, E.F.; Ferreira, E.A.; Vrhovsek , U.;Filho, D.W.; Pedrosa, R.C.; dBordignon-Luiz, M.T. (2011). Stilbenes and tyrosol as target compounds in the assessment of antioxidant and hypolipidemic activity of *Vitis vinifera* red wines from Southern Brazil. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59, 7954-7961.
 - Gonzalez-Neves, G., Gil, G.,& Ferrer, M. (2002). Effect of different vineyard treatments on the phenolic contents in Tanata (*Vitis vinifera* L.) grapes and their respective wines. *Food Science and Technology International*, 8(5), 315-321.
 - Gonzalez- Neves, G.; Barreiro, L.; Gil, Franco, J.; Ferrer, M.; Moutounet, M.; Carbonneau, A. (2004). Anthocyanic composition of Tannat grapes from the south region of Uruguay. *Analytica Chimica Acta*, 513, 197-202.
 - Guerrero, R.F.; Cantos-Villar, J; Ruiz-Moreno, M.J; Puertas, B.;Cuevas. F.J.; Moreno-Rojas, J.M. (2019). Influence of vertical training system on warm climate red winemaking: wine parametes, polyphenols, volatile composition, and sensory analysis. *Vine and wine open access journal*,3,471-486.

- Harbetson, J.F.; Mireles, M.; Hartwood, E.; Weller, K.M.; Ross, C.F. (2009). Chemical and sensory effects of Saignee, water addition and extended maceration on high Brix must. *American Journal of Enology and Viticulture*, 60, 450-460.
- Hassanpour S., Maheri-Sis N., Eshratkhah B. and Mehmandar F., (2011), Plants and secondary metabolites (Tannins) : A Review, *Int. J. Forest, Soil and Erosion*, 2011:1, 47-53.
- Haslam E., (1989), *Plant Polyphenols-Vegetable Tannins Revisited*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Holt, H.E., Francis. I.L, Field, J., Herderich. M.J and Iland. P.G. Relationships between berry size, berry phenolic composition and wine quality scores for Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera* L.) from different pruning treatments and different vintages. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 14:191-202
- Jackson, R.S. (2008). *Wine science: principles and applications*. Elsevier Academic Press. San Diego, California.
- J.E. Jones.; F.L. Kerslake.; R.G Dambergs.; D.C. Close. (2018). Spur pruning leads to distinctly different phenolic profiles of base sparkling wines than cane pruning. *Journal of Grapevine Research* 103-109.
- Kallithraka S., Mohdaly A., Makris D. and Kefalas P., (2005), Determination of major anthocyanin pigments in Hellenic native grape varieties (*Vitis vinifera* sp.): association with antiradical activity. *Journal of Food Composition and Analysis*, 2005:18, 375-386.
- Kallithraka S., Tsaoutsouras E., Tzourou E., Lanaridis P., 2005. Principal phenolic compounds in Greek red wines. *Food Chemistry*, 99:784-793.
- Kyraleou M., Kallithraka S., Koundouras S., Chira K., Haroutounian S., Spinthropoulou H., Kotseridis Y., 2014. Effect of vine training system on the phenolic composition of red grapes (*Vitis vinifera* L.CV. Xinomavro). *Journal Int Sci. Vigne Vin*, 49, 71-84.
- Lopez M., Martinez F., Del Valle C., Ferrit M. and Luque R., (2003). Study of phenolic compounds as natural antioxidants by a fluorescence method, *Talanta*, 2003:60,609-616.
- Marti, S. R; Dunn, G. M.; 2000: Effect of pruning time and hydrogen cyanamide on budburst and subsequent phenology of *Vitis vinifera* L. variety Cabernet Sauvignon in central Victoria. *Aust. J. Grape. Wine. Res.* 6, 31-39.
- Mota, R.V.; Amorim, D.A.; Favero, A.C.; Purgatto, E.; Regina, M. (2011). Effect of trellising system on grape and wine composition of Syrah vines grown in the cerrado region of Minas Gerais. *Ciencia e Tecnologia de Alimentos*, 31(4), 967-972.
- Nan, L.; Liu, L.; Zhao, X.; Qiu, S.; Wanga, H.; Li, H. (2013). Effect of alternative new pruning system and harvesting times on aroma compounds of young wines from Ecolly (*Vitis vinifera*) in a new grape growing region of the Weibei Plateau in China. *Scientia Horticulture*, 162, 181-187.
- Peppi M.C., Kania E. (2017). Effects of spur or cane pruning on fruit composition of 'Cabernet Sauvignon' grapes. *Acta Hort.* 1157:17-20.
- Perez Lamela, C.; Garcia Flcon, M.S.; Simal Gandara J.; Orriols Fernandez I. (2007). Influence of grape variety, vine system and enological treatments on the colour stability of young red wines. *Food chemistry* 101:601-606.

- Peterlunger, E., E. Celotti, G. Da Dalt, S. Stefanelli, G. Gollino, and R. Zironi. 2002. Effect of training system on Pinot noir grape and wine composition. *Am. J. Enol. Vitic.* 53:14-18.
- Reynolds, A.G. and Vanden Heuvel, J.E. (2009). Influence of grapevine training systems on vine growth and fruit composition: a review. *American Journal of Enology and Viticulture*, 60:251-268.
- Reynolds, A.G.; Wardle, D.A.; Cliff, M.A.; King M. (2004). Impact of training system and vine spacing on vine performance, berry composition and wine sensory attributes of Riesling. *American Journal of Enology and Viticulture* 55:96-103.
- Ribereau-Gayon., T Fuleki., F.J. Francis. (1964). Quantitative methods for anthocyanins. Determination of Total Anthocyanin and Degradation Index for Cranberry Juice.
- Ribereau-Gayon, P.; Glories, Y.; Maujean, A.; Dubourdieu, D. (1999). Handbook on Enology, vol. 2. John Wiley & sons, Ltd, Chichester, pp 141-203.
- Rio Segade, S.; Soto Vazquez, E.; Vazquez Rodriguez, E.I.; Rego Martinez, J.F. (2009). Influence of training system on chromatic characteristics and phenolic composition in red wines. *European Food Research and Technology Journal* 229:763-770.
- Sarma, A.D., Sharma, R., 1999. Anthocyanin-DNA copigmentation complex: mutual protection against oxidative damage. *Phytochemistry* 52, 1313–1318.
- Wang, H., Nair, M.G., Strasburg, G.M., Chang, Y.-C., Booren, A.M., Gray, J.I., DeWitt, D.L., 1999. Antioxidant and anti-inflammatory activities of anthocyanins and their aglycone, cyanidin, from tart cherries. *Journal of Natural Products* 62, 294–296.
- Wessner, L.F, Kurtural, K.S. (2013). Pruning systems and canopy management practice interact on the yield and fruit composition of Syrah. *American Journal of Enology and Viticulture* 64:1:134-138.
- Stamatina Kallithraka., Adel Abdel-Azeem Mohdaly., Dimitris P.Makris., Panagiotis Kefalas., 2004. Determination of major anthocyanin pigments in Hellenic native grape varieties (*Vitis vinifera* sp.): association with antiradical activity.
- Teixeira, A.; Eiras- Dias, J.; Castellarin, S.D.; Geros, H. (2013). Berry Phenolics of Grapevine under Challenging Environments. *International Journal of Molecular Sciences*, 14, 18711-18739.
- Waterhouse Al., 2002. Determination of total phenolics., *Current protocols in food analytical chemistry*.
- Zoecklein, B.W.; Wolf, T.K.; Pelanne, L.; Millwe, M.K.; Birkenmaier, S.S. (2008). Effect of vertical shoot-positioned, Smart-Dyson, and Geneva double –curtain training system on Viognier grape and wine composition. *American Journal of Enology and Viticulture*, 59(1), 11-21.

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

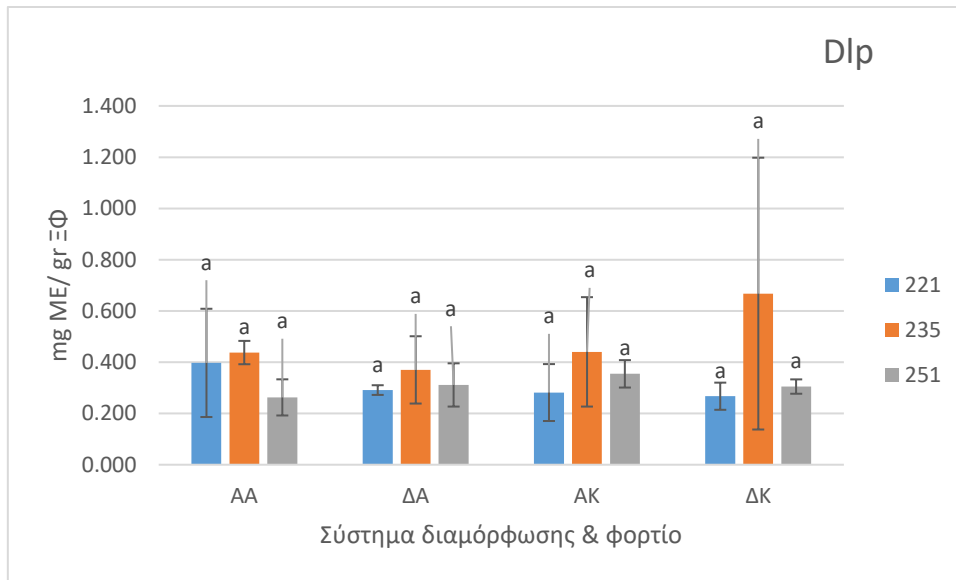
- Γεωργίου Δημήτρης., 2007. Μελέτη αρωματικού χαρακτήρα οίνων Ξινόμαυρου Νάουσας, μεταπτυχιακή ερευνητική μελέτη. Αθήνα.

- Κουνδουράς, Σ., (2018),. Σημειώσεις Αμπελουργίας, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Επιστήμης Τεχνολογίας Τροφίμων και Διατροφής του Ανθρώπου , Αθήνα.
- Κουρακου-Δραγώνα,Σ. 1998,. Θέματα Οινολογίας.Αθήνα: Τροχαλία.
- Κουράκου-Δραγώνα Σ., 1992. Οργανοληπτική δοκιμασία πειραματικών οίνων «Νάουσα». 10Πανελλήνιο συνέδριο Οινολογίας, Αθήνα 10-12 Ιανουαρίου, σελ. 274
- Νικολάου Ν., 2012. Αμπελογραφία. Θεσσαλονίκη: Σύγχρονη Παιδεία.
- Σαλάχα-Μουτσοπούλου Μ., Λαναρίδης Π., 1992. Έδαφος αμπελώνα και φορτίο πρέμων-Επίδραση επί της ποιότητας των οίνων Νάουσα. Ά Πανελλήνιο Συνέδριο Οινολογίας, Αθήνα, 10-12 Ιανουαρίου 1992, σελ. 83-98.
- Σπινθηροπούλου Χ.,2000. Οινοποιήσιμες Ποικιλίες του Ελληνικού Αμπελώνα. Olive Press. Αθήνα.
- Σταυρακάκης Μ., 2004. Ειδική αμπελουργία ΙΙΙ. Θέματα Αμπελουργίας. Πανεπιστημιακές παραδόσεις . Αθήνα
- Τσακίρης Α.,2003. Ελληνική οινογνωσία. Εκδόσεις Ψυχάλου. Αθήνα
- Τσουκαλά-Βουδούρη Μ., και Σαλάχα-Μουτσοπούλου Μ., 1992. Ο όξινος χαρακτήρας της ποικιλίας Ξινόμαυρο. Α. Πανελλήνιο Συνέδριο Οινολογίας, Αθήνα, σελ. 17-43.
- Τσούτσουρας Ε. και Τζούρου-Μπενά., 1992. Άρδευση αμπελώνων και φορτίο πρέμων-Επιπτώσεις επί της χημικής και γευστικής οξύτητας οίνων της ποικιλίας Ξινόμαυρο. Α. Πανελλήνιο Συνέδριο Οινολογίας, Αθηνά, σελ. 67-82.

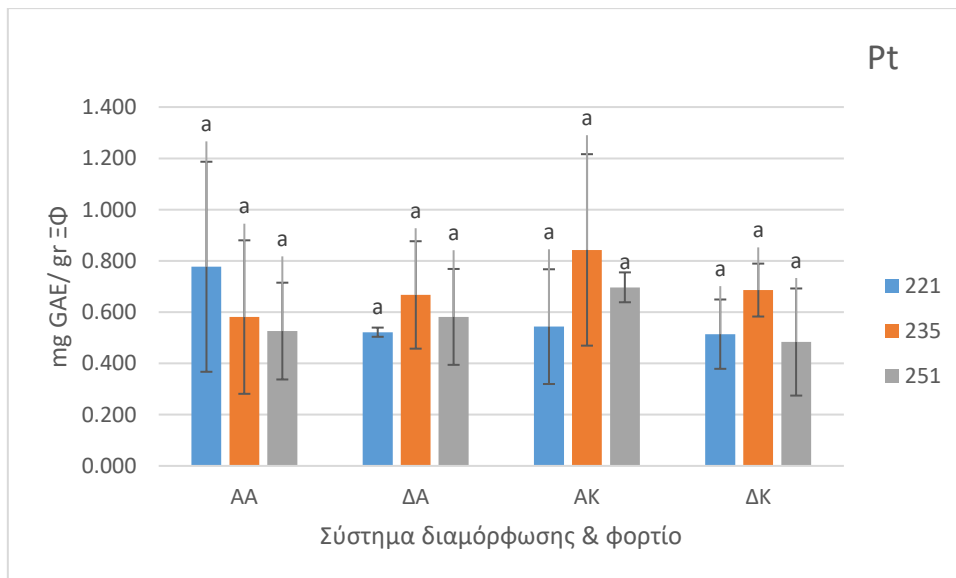
WEBSITES

- www.kathimerini.gr (περιοδικό Οινοχόος)
- www.wineroads.gr
- www.amyntaio.gr
- www.reporter.gr (άρθρο από το περιοδικό ΟΙΝΟΠΟΛΙΣ)
- www.winesurveyor.weebly.com

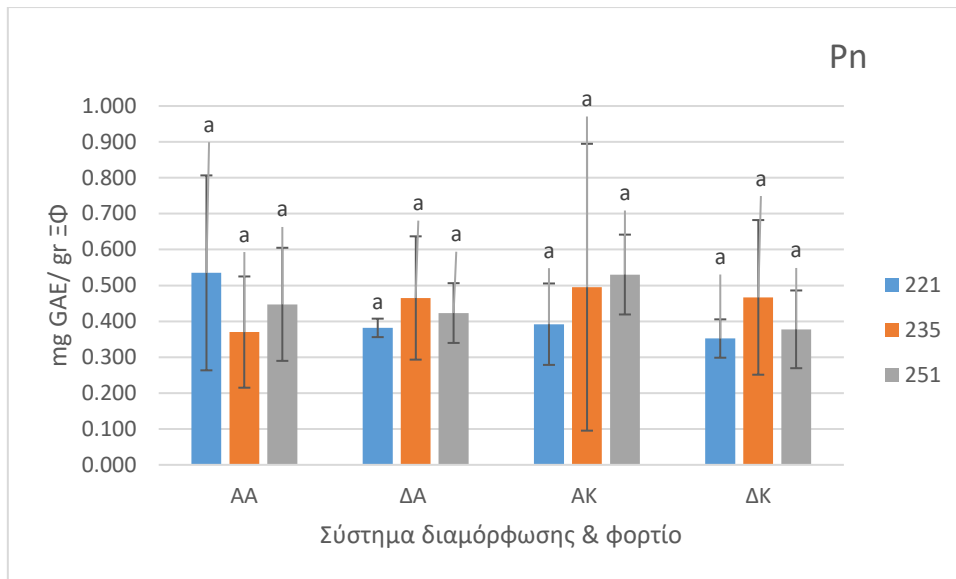
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ



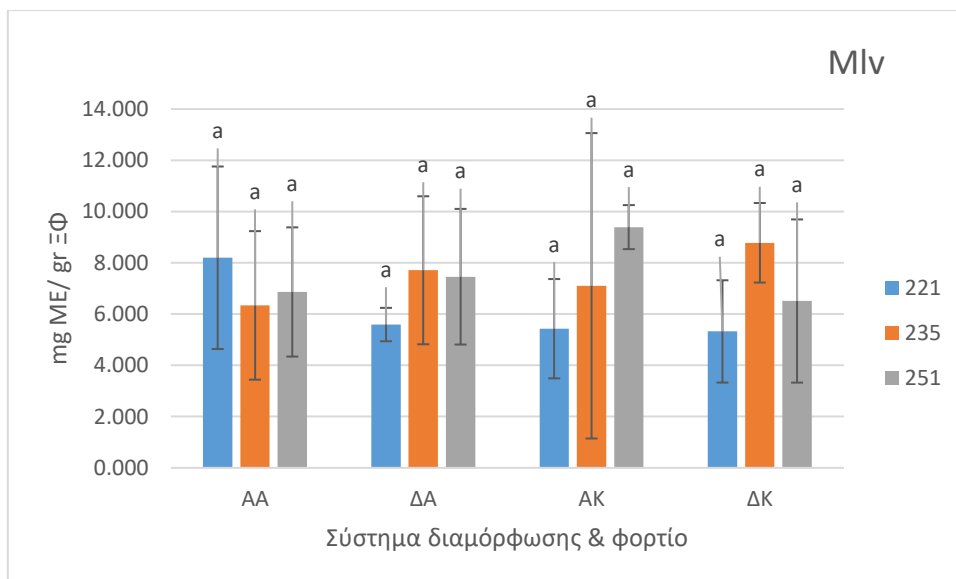
Διάγραμμα 6. Μονογλυκοζίτης της δελφινιδίνης, εκφρασμένος σε ισοδύναμα μαλβιδίνης ανά γραμμάριο ξηρού φλοιού. Οι μπάρες δείχνουν την τυπική απόκλιση του μέσου όρου των τιμών. Τιμές με διαφορετικά γράμματα ανάμεσα στο σύστημα μόρφωσης και το φορτίο, διαφέρουν στατιστικά μεταξύ τους (Tukey's test, $p < 0,05$)



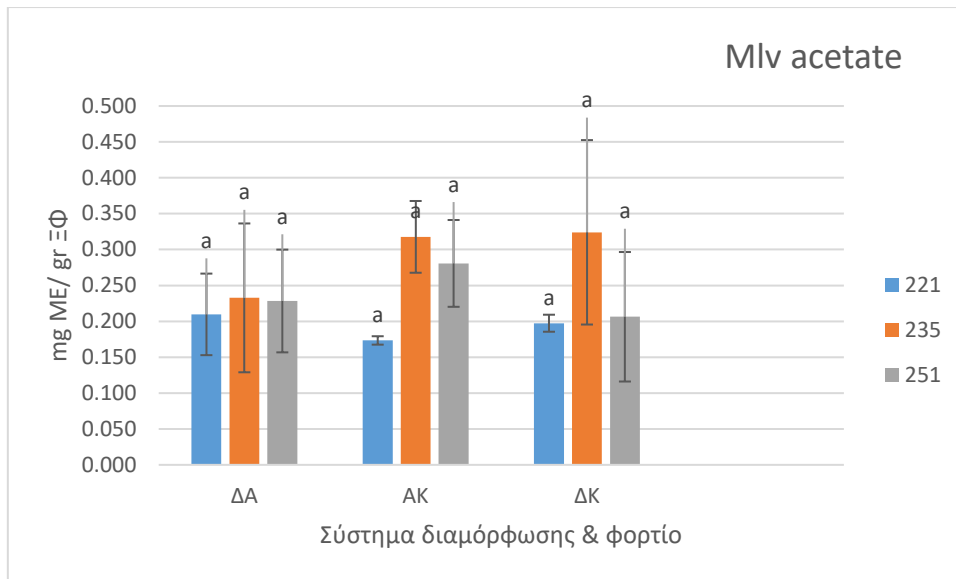
Διάγραμμα 7. Μονογλυκοζίτης της πετουινιδίνης, εκφρασμένος σε ισοδύναμα μαλβιδίνης ανά γραμμάριο ξηρού φλοιού. Οι μπάρες δείχνουν την τυπική απόκλιση του μέσου όρου των τιμών. Τιμές με διαφορετικά γράμματα ανάμεσα στο σύστημα μόρφωσης και το φορτίο, διαφέρουν στατιστικά μεταξύ τους (Tukey's test, $p < 0,05$)



Διάγραμμα 8. Μονογλυκοζίτης της πεουνιδίνης, εκφρασμένος σε ισοδύναμα μαλβιδίνης ανά γραμμάριο ξηρού φλοιού. Οι μπάρες δείχνουν την τυπική απόκλιση του μέσου όρου των τιμών. Τιμές με διαφορετικά γράμματα ανάμεσα στο σύστημα μόρφωσης και το φορτίο, διαφέρουν στατιστικά μεταξύ τους (Tukey's test, $p < 0,05$)



Διάγραμμα 9. Μονογλυκοζίτης της μαλβιδίνης, εκφρασμένος σε ισοδύναμα μαλβιδίνης ανά γραμμάριο ξηρού φλοιού. Οι μπάρες δείχνουν την τυπική απόκλιση του μέσου όρου των τιμών. Τιμές με διαφορετικά γράμματα ανάμεσα στο σύστημα μόρφωσης και το φορτίο, διαφέρουν στατιστικά μεταξύ τους (Tukey's test, $p < 0,05$)



Διάγραμμα 9. Μονογλυκοζίτης της μαλβιδίνης, εκφρασμένος σε ισοδύναμα μαλβιδίνης ανά γραμμάριο ξηρού φλοιού. Οι μπάρες δείχνουν την τυπική απόκλιση του μέσου όρου των τιμών. Τιμές με διαφορετικά γράμματα ανάμεσα στο σύστημα μόρφωσης και το φορτίο, διαφέρουν στατιστικά μεταξύ τους (Tukey's test, $p < 0,05$)