



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

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ
Ι) ΓΑΛΑΚΤΟΚΟΜΙΑ ΙΙ) ΟΙΝΟΛΟΓΙΑ

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

Μελέτη της επίδρασης του ξεφυλλίσματος στο ανθοκυανικό προφίλ
σταφυλιών τεσσάρων ερυθρών γηγενών ποικιλιών

Νικόλαος Μ. Φωτάκης

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια:
Καλλίθρακα Σταματίνα, Καθηγήτρια ΓΠΑ

ΑΘΗΝΑ
2024

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

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

Μελέτη της επίδρασης του ξεφυλλίσματος στο ανθοκυανικό προφίλ
σταφυλιών τεσσάρων ερυθρών γηγενών ποικιλιών

“Study of the effect of defoliation on the anthocyanin profile
of four red indigenous grape varieties”

Νικόλαος Μ. Φωτάκης

Εξεταστική Επιτροπή:

Σταματίνα Καλλίθρακα, Καθηγήτρια ΓΠΑ (Επιβλέπουσα καθηγήτρια)

Γεώργιος Κοτσερίδης, Καθηγητής ΓΠΑ

Στέφανος Κουνδουράς, Καθηγητής ΑΠΘ

Μελέτη της επίδρασης του ξεφυλλίσματος στο ανθοκυανικό προφίλ σταφυλιών τεσσάρων ερυθρών γηγενών ποικιλιών

*ΠΜΣ Σύγχρονη Τεχνολογία Τροφίμων Ι) Γαλακτοκομία ΙΙ) Οινολογία
Τμήμα Επιστήμης Τροφίμων & Διατροφής του Ανθρώπου
Εργαστήριο Οινολογίας & Αλκοολούχων Ποτών*

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή εκπονήθηκε στο Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, στο εργαστήριο Οινολογίας την χρονιά 2022-2023. Μελετήθηκε η επίδραση του ξεφυλλίσματος στο ανθοκυανικό προφίλ σταφυλιών τεσσάρων ερυθρών γηγενών ποικιλιών, του Ξινόμαυρου, του Αγιωργίτικου, της Μανδηλαριάς και της Λημνιώνας. Στην Νεμέα του νομού Κορινθίας, σε αμπελώνα οριοθετημένο εφαρμόστηκε η πρακτική της αφαίρεσης των φύλλων (ξεφύλλισμα). Στα μισά πρέμνα πραγματοποιήθηκε εντατικό ολικό ξεφύλλισμα στο στάδιο του περκασμού (πράσινης ράγας), ενώ τα υπόλοιπα φυτά χρησιμοποιήθηκαν ως μάρτυρες και δεν αφαιρέθηκαν τα φύλλα. Πραγματοποιήθηκαν επιτόπιες μετρήσεις στον αμπελώνα για τη μεταβολή του βάρους και του μεγέθους των ραγών. Επιπρόσθετα, πραγματοποιήθηκαν μηχανικές αναλύσεις σταφυλής (μήκος και πλάτος) ενώ έγιναν και μετρήσεις σχετικά με την ποσότητα παραγωγής του κάθε πρέμνου με σκοπό να παρατηρηθούν τυχόν διαφορές μεταξύ των ξεφυλλισμένων πρέμνων και των μαρτύρων. Κατά τη διάρκεια του τρύγου συλλέχθηκαν από τις γραμμές φύτευσης δείγματα ραγών και από τις δύο μεταχειρίσεις προκειμένου να αναλυθούν. Συγκεκριμένα έγιναν μετρήσεις του βάρους των φλοιών και των γιγάρτων, ενώ παράλληλα πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις κλασσικών αναλύσεων (ογκομετρούμενη οξύτητα, πτητική οξύτητα, προσδιορισμός σακχάρων). Στη συνέχεια ακολούθησαν μετρήσεις σε λυοφιλωμένους φλοιούς για τον προσδιορισμό των πέντε βασικών μονομερών αλλά και των ολικών ανθοκυανών με την μέθοδο της υγρής χρωματογραφίας (HPLC). Στα αποτελέσματα, προσδιορίστηκε πως το ξεφύλλισμα συντέλεσε στο να αυξηθεί το μήκος και το πλάτος των σταφυλών. Η ολική οξύτητα, αν και οριακά, αυξήθηκε ενώ το pH μειώθηκε. Στις τιμές Brix δεν παρατηρήθηκε κάποια σημαντική διαφορά. Η ολική ποσότητα ανθοκυανών αυξήθηκε στις τρεις από τις τέσσερις ποικιλίες. Η Λημνιώνα (LI) παρουσίασε μειωμένη ποσότητα ολικών ανθοκυανών ύστερα από το ξεφύλλισμα. Στον ποσοτικό προσδιορισμό των ανθοκυανών, η Μαλβιδίνη (Mlv), σαν κύρια ανθοκυάνη αυξήθηκε σε όλες τις ποικιλίες μετά την εφαρμογή ξεφυλλίσματος ενώ, και οι υπόλοιπες ανθοκυάνες επηρεάστηκαν ως ένα βαθμό. Αξίζει να σημειωθεί πως στην Λημνιώνα (LI), όλες οι ανθοκυάνες πλην της Μαλβιδίνης (Mlv) παρουσίασαν σημαντική ανομοιογένεια τιμών στα box plots ύστερα από το εφαρμογή του ξεφυλλίσματος.

Επιστημονική περιοχή: Οινολογία

Λέξεις κλειδιά: Ποικιλία, Ξινόμαυρο, Αγιωργίτικο, Μανδηλαριά, Λημνιώνα, ξεφύλλισμα, ανθοκυάνες, ράγες, λυοφιλίωση.

Study of the effect of defoliation on the anthocyanin profile of four red indigenous grape varieties

MSc Current Food Technology. I) Dairy Science & Technology II) Oenology

Department of Food Science & Human Nutrition

Laboratory of Oenology & Alcoholic Drinks

ABSTRACT

The current postgraduate thesis, was conducted at the Agricultural University of Athens, in the Oenology Laboratory, during the year 2022-2023. The effect of leafing on the anthocyanin profile of four red indigenous grape varieties, Xinomavro, Agiorgitiko, Mandilaria and Limniona, was studied. The practice of leaf removal (defoliation) was applied in a demarcated vineyard in Nemea, in the municipality of Corinthia. Intensive total defoliation was carried out on half of the stumps at the veraison stage (green berry), while the remaining plants were used as control and no leaves were removed. On-site measurements were made in the vineyard for the change in weight and size of the berries. In addition, mechanical grape analyses (length and width) were carried out, whilst measurements were made on the production quantity of each stalk in order to observe any differences between the defoliated stalks and the controls. During the harvest, berry samples from both treatments were collected from the planting lines during the harvest in order to be analyzed. In particular, measurements of the weight of the skins and the weight of the seeds were made, while measurements of classical analyses (volumetric acidity, volatile acidity, determination of sugars) were carried out. This was followed by measurements on lyophilized peels for the determination of the five basic monomers and total anthocyanins by liquid chromatography (HPLC). In the results, it was determined that defoliation contributed to increasing the length and width of the grapes. Total acidity increased, albeit marginally, while pH decreased. No significant difference was observed in the Brix values. The total anthocyanin content increased in three of the four varieties. Limniona (LI) showed a reduced amount of total anthocyanins after defoliation. In the quantification of anthocyanins, Malvidin (Mlv), as the main anthocyanin, increased in all varieties after defoliation, while the other anthocyanins were also affected to some extent. It is worth noting that in Limniona (LI), all anthocyanins except Malvidin (Mlv) showed significant heterogeneity of values in the box plots after the application of defoliation.

Scientific area: Oenology

Keywords: Variety, Xinomavro, Agiorgitiko, Mandilaria, Limniona, defoliation, anthocyanins, stumps, lyophilization.

Ευχαριστίες

Η παρούσα μεταπτυχιακή μελέτη εκπονήθηκε στο εργαστήριο Οινολογίας & Αλκοολούχων Ποτών του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών στα πλαίσια του προγράμματος Μεταπτυχιακών σπουδών του τμήματος Επιστήμης Τροφίμων και Διατροφής του Ανθρώπου.

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την Καθηγήτρια Κ. Καλλίθρακα Σταματίνα επιβλέπουσα της παρούσας μελέτης για την ανάθεση του θέματος, την εμπιστοσύνη, την φιλική διάθεση και την πολύτιμη καθοδήγησή της όσες φορές και εάν ζητήθηκε κατά την διάρκεια της εκπόνησής της.

Ευχαριστώ επίσης τα μέλη της τριμελούς επιτροπής τον κύριο Κοτσερίδη Γεώργιο, καθηγητή και διευθυντή Εργαστηρίου Οινολογίας και Αλκοολούχων Ποτών του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών και τον κύριο Κουνδουρά Στέφανο, καθηγητή του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης για την πολύτιμη βοήθειά και καθοδήγησή τους.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες θα πρέπει να αποδοθούν στην υποψήφια διδάκτορα Καραδήμου Χριστίνα για την αμέριστη βοήθειά της, την υπομονή και την συμπαράσταση που επέδειξε καθ' όλη την διάρκεια της μελέτης αυτής. Χωρίς την αρωγή της, η διεξαγωγή και διεκπεραίωση της παρούσας μελέτης θα ήταν πιο δύσκολη.

Πίνακας περιεχομένων

1.	ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
1.1.	Γενικά-ιστορικά στοιχεία.....	1
1.2.	Μορφολογία και ανατομία σταφυλής	1
1.3.	Διαμόρφωση-ανάπτυξη ράγας.....	2
1.4.	Οι μεταβολίτες στο σταφύλι	4
1.4.1.	Σάκχαρα.....	4
1.4.2.	Οργανικά οξέα.....	5
1.4.3.	Αζωτούχες ενώσεις	5
1.4.4.	Φαινολικά συστατικά σταφυλιών	6
1.4.4.1.	Ανθοκυάνες.....	7
1.5.	Καλλιεργητικές τεχνικές.....	8
1.5.1.	Κλάδεμα	9
1.5.2.	Βλαστολόγημα.....	9
1.5.3.	Κορυφολόγημα.....	10
1.6.	Ξεφύλλισμα	10
1.6.1.	Γενικές πληροφορίες	10
1.6.2.	Χρόνος εφαρμογής ξεφυλλίσματος.....	11
1.6.3.	Επίδραση του ξεφυλλίσματος στην φυσιολογία των σταφυλιών	12
1.6.4.	Επίδραση του ξεφυλλίσματος στην χημική σύσταση των ραγών	13
1.6.5.	Μέθοδοι ελέγχου ωρίμασης σταφυλιών	14
1.7.	Η ποικιλία Αγιωργίτικο	15
1.7.1.	Αμπελογραφικά χαρακτηριστικά ποικιλίας Αγιωργίτικο.....	15
1.7.2.	Ιδιότητες και καλλιεργητική συμπεριφορά	16
1.8.	Η ποικιλία Ξινόμαυρο	17
1.8.1.	Αμπελογραφικά χαρακτηριστικά ποικιλίας Ξινόμαυρο	17
1.8.2.	Ιδιότητες και καλλιεργητική συμπεριφορά	18
1.9.	Η ποικιλία Μανδηλαριά.....	18
1.9.1.	Αμπελογραφικά χαρακτηριστικά ποικιλίας Μανδηλαριά	18
1.9.2.	Ιδιότητες και καλλιεργητική συμπεριφορά	19
1.10.	Η ποικιλία Λημνιώννα	20
1.10.1.	Αμπελογραφικά χαρακτηριστικά ποικιλίας Λημνιώννα.....	21
1.10.2.	Ιδιότητες και καλλιεργητική συμπεριφορά	21
1.11.	Χρωματογραφικές τεχνικές ανάλυσης.....	21

1.11.1.	Υγρή χρωματογραφία υψηλής απόδοσης (HPLC)	22
1.12.	Κρυοξήρανση-Λυοφιλίωση.....	22
1.13.	Σκοπός της μελέτης	23
2.	ΥΛΙΚΑ & ΜΕΘΟΔΟΙ.....	24
2.1.	Πειραματικός αμπελώνας	24
2.2.	Μέθοδοι παρακολούθησης πορείας ωρίμανσης.....	25
2.2.1.	Μήκος και πλάτος σταφυλής.....	25
2.2.2.	Μετρήσεις σταφυλιών στο στάδιο του τρύγου	25
2.3.	Μεθοδολογία βασικών χημικών αναλύσεων σε νωπά σταφύλια	25
2.3.1.	Προσδιορισμός ογκομετρούμενης /ολικής οξύτητας.....	25
2.3.2.	Ενεργή οξύτητα – pH	25
2.3.3.	Προσδιορισμός σακχάρων με διαθλασίμετρο	26
2.4.	Αντιδραστήρια.....	26
2.5.	Αναλυτικές συσκευές.....	26
2.6.	Χρωματογραφικές συνθήκες	27
2.7.	Πρότυπα διαλύματα - Βαθμονόμηση	28
2.8.	Προετοιμασία δειγμάτων	28
2.8.1.	Δείγματα	28
2.8.2.	Προετοιμασία δειγμάτων για λυοφιλίωση	29
2.9.	Πρωτόκολλο εκχύλισης.....	29
2.10.	Στατιστική ανάλυση.....	30
3.	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	31
3.1.	Βασικές και Μηχανικές αναλύσεις σταφυλιών	31
3.1.1.	Μηχανικές αναλύσεις σταφυλής.....	31
3.1.2.	Μετρήσεις ολικής οξύτητας	31
3.1.3.	Μετρήσεις προσδιορισμού pH.....	33
3.1.4.	Σακχαροπεριεκτικότητα (°Brix).....	34
3.2.	Μετρήσεις βάρους και υγρασίας των ραγών.....	35
3.4.	Ποσοτικός προσδιορισμός ανθοκυανών	36
4.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	43
5.	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	44

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. Γενικά-ιστορικά στοιχεία

Το αμπέλι ή η άμπελος είναι ένα αγγειόσπερμο φυτό. Αναφορικά με την βοτανική του κατάταξη, ανήκει στην κλάση των Δικοτυλήδωνων (DICOTYLEDONES), στην τάξη των Ραμνωδών (Ranunculales), στην οικογένεια των Αμπελοειδών (Vitaceae) και στο γένος *Vitis*. Οι περισσότερες ποικιλίες οι οποίες καλλιεργούνται σήμερα για παραγωγή αμπελοκομικών και οινικών προϊόντων ανήκουν στο είδος *Vitis Vinifera* L (άμπελος η οينوφόρος) (Νικολάου, 2011).

Η καλλιέργεια της αμπέλου θεωρείται από τις μακροβιότερες της ιστορίας με την ηλικία της να ανέρχεται σε 140 εκατομμύρια χρόνια. Σύμφωνα με μελέτες, εικάζεται ότι η αμπελοκαλλιέργεια ξεκίνησε ως δραστηριότητα του ανθρώπου περίπου 6,000 χρόνια πριν, την νεολιθική περίοδο. Τότε εμφανίζονται τα πρώτα δείγματα περί το 5,400-5,000 π.Χ.

Πιθανή περιοχή προέλευσης του αμπελιού και της παρασκευής οίνου, αναφέρεται ο νότιος Καύκασος και οι περιοχές του Ευφράτη ποταμού. Σταδιακά με την πάροδο του χρόνου, η αμπελοκαλλιέργεια εμφανίστηκε και στην Μεσοποταμία, την Αίγυπτο, την Συρία και την Παλαιστίνη και από εκεί διαδόθηκε και στις χώρες της Μεσογείου (Κουράκου, 2013).

Από τους λαούς της Ανατολής ήρθαν οι Έλληνες σε επαφή με το αμπέλι και την καλλιέργεια του, γύρω στο 2,400 π.Χ. Ο οίνος στην αρχαία Ελλάδα αποτελούσε αναπόσπαστο κομμάτι της ζωής των Ελλήνων. Πρωταρχικό ρόλο είχε το νερωμένο κρασί στα συμπόσια και σε διάφορες άλλες θρησκευτικές τελετές όπως τα Ανθεστήρια, τα Λήνια και τα Διονύσια. Γνωστός στην ιστορία είναι ο οίνος Ίσμαρος από την Θράκη με τον οποίο ο Οδυσσέας μέθυσε και ύστερα τύφλωσε το Κύκλωπα Πολύφημο (Soleas et al., 1997; Σουφλερός, E. 2015).

1.2. Μορφολογία και ανατομία σταφυλής

Η ανάπτυξη του καρπού της σταφυλής-ράγας ξεκινάει αμέσως μετά την επιτυχή γονιμοποίηση του άνθους με την συνδρομή των γυρεόκοκκων και των ιστών της ωοθήκης. Όσον αφορά την ανατομία της ράγας, αυτή αποτελείται από τρία κύρια διαμερίσματα ιστών όπου το καθένα έχει διαφορετική εσωτερική δόμηση και χημική συγκρότηση. Ο φλοιός καταλαμβάνει ένα ποσοστό της τάξεως 11-20%, η σάρκα ένα ποσοστό 75-90% και τα γίγαρτα, στις εγγίγαρτες ποικιλίες, ένα ποσοστό 6% επί του συνόλου (Koundouras et al., 2018).

Ο φλοιός που ονομάζεται και εξωκάρπιο αποτελείται από στρώσεις επιδερμικών κυττάρων και στρώσεις υποδερμικών κυττάρων. Αντιπροσωπεύει το 5-18% του βάρους του νεπού καρπού (Hardie et al., 1996). Στον φλοιό των ερυθρών ποικιλιών συναντώνται οι ανθοκυάνες οι οποίες υπάγονται στην κατηγορία των φλαβονοειδών φαινολών και είναι υπεύθυνες για το ερυθρό χρώμα των οίνων (Jackson et al., 2000). Έχει αποδειχθεί ότι ράγες μικρού μεγέθους με μεγαλύτερη αναλογία φλοιού-σάρκας έχουν εντονότερο ερυθρό χρώμα, περισσότερες ταννίνες και αρωματικές ενώσεις. Αυτό συμβαίνει καθώς ο φλοιός-εξωκάρπιο καταλαμβάνει μεγαλύτερο ποσοστό επί της συνολικής μάζας της ράγας (Jackson et al., 2000).

Εσωτερικά του φλοιού, βρίσκεται η σάρκα ή μεσοκάρπιο της ράγας. Το μεσοκάρπιο αποτελείται από 25-30 στρώσεις παρεγγυματικών κυττάρων. Τα κύτταρα αυτά έχουν ωοειδές προς κυκλικό σχήμα και περιέχουν μεγάλα κενοτόπια μέσα στα οποία συσσωρεύονται τα σάκχαρα, τα οργανικά οξέα και τα φαινολικά συστατικά κατά την διάρκεια της ωρίμανσης (Keller et al., 2015; Jackson et al., 2000). Το μεσοκάρπιο είναι αυτό το οποίο καθορίζει το μέγεθος της ράγας και την ποιότητά της. Διακρίνεται σε εξωτερικό μεσοκάρπιο και εσωτερικό μεσοκάρπιο. Κατά την πλήρη ωρίμανση, το 64% του όγκου της ράγας αποτελείται από κύτταρα του εσωτερικού μεσοκαρπίου (Harris et al., 1968).

Το ενδοκάρπιο αποτελεί τον εσωτερικότερο ιστό του περικαρπίου και είναι ο ιστός που περικλείει τα γίγαρτα. Κατά την διάρκεια της άνθισης, το ενδοκάρπιο αποτελείται από 2-3 στρώσεις κρυσταλλικών κυττάρων τα οποία σχηματίζουν την εσωτερική επιδερμίδα και υποδερμίδα. Τα κύτταρα του ενδοκαρπίου είναι πιο μικρά από τα αντίστοιχα του μεσοκαρπίου, έχουν όμως πιο σκληρά και πυκνά τοιχώματα (Keller et al., 2015).

Τα γίγαρτα (κουκούτσια) περιέχονται σε κοιλότητες και ιδανικά σε μια ράγα συναντώνται τέσσερα γίγαρτα εκτός και αν η γονιμοποίηση των ωαρίων είναι ελλιπής. Στις προαναφερθείσες περιπτώσεις, επηρεάζεται και το τελικό μέγεθος της ράγας (Hellman et al., 2013). Ανατομικά, εξωτερικά τα γίγαρτα περιβάλλονται από έναν χιτώνα και όσο προχωράμε προς το εσωτερικό συναντάμε το ενδοσπέρμιο και το έμβρυο (Jackson et al., 2000). Τα γίγαρτα αποτελούν κύρια πηγή αυξητικών ορμονικών παραγόντων. Το ενδοσπέρμιο εξυπηρετεί την θρέψη του εμβρύου. Η αυξίνη, είναι μια ορμόνη η οποία συμβάλει αποτελεσματικά στην βιοσύνθεση της γιββεριλίνης (GA). Η σύνθεσή της, πραγματοποιείται στην ωοθήκη ενώ κατά την γονιμοποίηση μεταφέρεται στο περικάρπιο (Jackson et al., 2000).

Στον εξωτερικό χιτώνα των γιγάρτων συναντώνται πλήθος ταννινών οι οποίες, παρουσιάζουν μείωση μετά το στάδιο του γυαλίσματος-περκασμού. Αντίστοιχη μείωση παρατηρείται στις ταννίνες της σάρκας και στα φαινολικά. Η έκθλιψη των γιγάρτων στο πιεστήριο επιφέρει αρνητικά αποτελέσματα καθώς απελευθερώνονται ελαιώδεις ουσίες οι οποίες είναι ανεπιθύμητες κατά την διαδικασία της οινοποίησης (Σουφλερός et al., 2015).

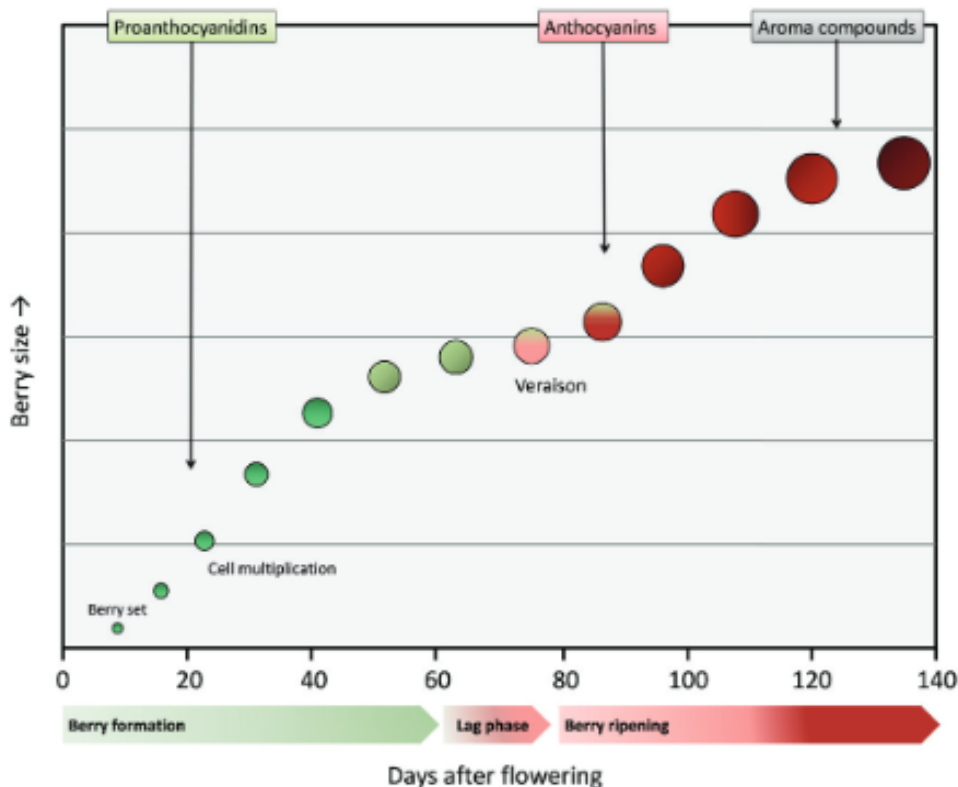
1.3. Διαμόρφωση-ανάπτυξη ράγας

Ακόμη στο στάδιο αυτό, έχουμε την ολοκλήρωση της ανάπτυξης του ενδοσπερμίου ενώ τα γίγαρτα έχουν και αυτά σχεδόν ολοκληρώσει την ανάπτυξή τους (Zhang et al., 2003). Επιπρόσθετα οι προανθοκυανιδίνες και τα φλαβον-3-οειδή τα οποία είναι υπεύθυνα για την στυπτικότητα στο τελικό προϊόν, τον οίνο, συσσωρεύονται σταδιακά στον φλοιό και τα γίγαρτα (Downey et al., 2003). Τέλος παράγονται και αποταμιεύονται μεγάλες ποσότητες οργανικών οξέων όπως το τρυγικό και μηλικό οξύ στα κενοτόπια των κυττάρων τα οποία και χαρακτηρίζονται από χαμηλό pH (Downey et al., 2003).

Στην δεύτερη φάση, ονομάζεται αλλιώς και φάση υστέρησης, παρατηρείται μια παύση στην ανάπτυξη και αύξηση του καρπού. Η διάρκεια της είναι περίπου δύο εβδομάδες. Σύμφωνα με τον Staudt et al., 1986, η φάση υστέρησης (lag phase) δεν αποτελεί ξεχωριστό στάδιο ανάπτυξης της ράγας αλλά ουσιαστικά είναι το τελικό μικρό κομμάτι της πρώτης φάσης ανάπτυξης και παρότι παρατηρείται μια γενικευμένη παύση στις

διαιρέσεις των κυττάρων του φλοιού και της σάρκας, τα γίγαρτα αναπτύσσονται ταχέως.

Στον περκασμό πυροδοτείται ξανά η ανάπτυξη της ράγας. Κατά τον περκασμό, ο οποίος αποτελεί ουσιαστικά και το τρίτο στάδιο ανάπτυξης, πραγματοποιούνται σημαντικές μεταβολικές αλλαγές. Η πιο σημαντική από αυτές, είναι η μείωση της σκληρότητας του φλοιού που έχει ως αποτέλεσμα οι ράγες να μαλακώνουν (Coombe, 1992).



Σχήμα 1: Εξέλιξη καρπού κατά μέγεθος και χρώμα από την άνθιση μέχρι την συγκομιδή (90-120 μέρες μετά την άνθιση)

Η συσσώρευση των σακχάρων και συγκεκριμένα των εξοζών (γλυκόζη και φρουκτόζη) είναι αρκετά έντονη, ενώ την ίδια στιγμή παρατηρείται η μείωση του μηλικού οξέος το οποίο και φθάνει σε ελάχιστα επίπεδα κατά την πλήρη ωρίμανση. Η συσσώρευση δευτερογενών προϊόντων όπως αρωματικών ενώσεων πολυφαινολών και κυρίως ανθοκυανών πραγματοποιείται κατά το τρίτο και τελικό στάδιο της ανάπτυξης. Τέλος παρατηρείται και η αλλαγή χρώματος του φλοιού των ερυθρών ποικιλιών (Coombe, B. G. 1992).

Αξίζει να σημειωθεί πως η πρώτη φάση ανάπτυξης της ράγας υποστηρίζεται κυρίως από τον κυτταρικό μεταβολισμό και είναι η πιο εύαλπη φάση σε εσωτερικούς και εξωτερικούς παράγοντες. Οι αλλοιώσεις που μπορεί να συμβούν την περίοδο αυτή είναι μη αναστρέψιμες. Ο περκασμός είναι το στάδιο εκείνο όπου σηματοδοτείται και καθορίζεται το τελικό δυναμικό του καρπού (Ollat et al., 2002).

1.4. Οι μεταβολίτες στο σταφύλι

Οι πρωτογενείς μεταβολίτες, πραγματοποιούν εγγενείς λειτουργίες και εμπλέκονται άμεσα στην φυσιολογική ανάπτυξη, εξέλιξη και αναπαραγωγή των κυττάρων των φυτών. Έχουν αναγνωρίσιμους άμεσους ρόλους στις διεργασίες της αναπνοής, της φωτοσύνθεσης, της μεταφοράς διαλυμένων ουσιών, της σύνθεσης πρωτεϊνών, της διακίνησης και της αφομοίωσης θρεπτικών συστατικών. Απαντώνται σε όλο το φυτικό βασίλειο (Zaynab et al., 2019).

Τα φυτά παράγουν έναν μεγάλο αριθμό διαφορετικών οργανικών ενώσεων που δεν έχουν άμεσο ρόλο στην αύξηση και την ανάπτυξή τους. Οι ενώσεις αυτές είναι γνωστές ως δευτερογενείς μεταβολίτες (secondary metabolites). Απαντώνται συνήθως μόνο σε ένα φυτικό είδος ή σε ομάδα συγγενικών ειδών. Οι δευτερογενείς μεταβολίτες, διαιρούνται σε τρεις χημικά διακριτές ομάδες: τα τερπένια, τις φαινολικές ουσίες και τις αζωτούχες ενώσεις (Taiz L. et al., 2015).

Ο καρπός της σταφυλής αποτελείται από νερό σε ποσοστό 75-80%. Άλλα συστατικά που συνθέτουν την χημική σύσταση της ράγας είναι τα σάκχαρα, τα οργανικά οξέα, οι αζωτούχες ενώσεις (πρωτεΐνες και αμινοξέα) και τα φαινολικά οξέα (Jackson et al., 2000). Η αναλογία των σακχάρων στην ράγα καθορίζει και τον αλκοολικό βαθμό που θα έχει το τελικό προϊόν μετά την ζύμωση (Dai et al., 2011).

1.4.1. Σάκχαρα

Τα σάκχαρα τα οποία συσσωρεύονται στην ράγα προέρχονται από την σακχαρόζη η οποία εισάγεται μέσω των φωτοσυνθετικών φύλλων. Βέβαια αξίζει να σημειωθεί, πως η ένταση της καθαρής φωτοσύνθεσης που περνάει στα φύλλα της αμπέλου διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην σύσταση, την συγκέντρωση και αφομοίωση των σακχάρων από τα φύλλα. Ένας ακόμη παράγοντας που συνδράμει στον ίδιο ρόλο, είναι η ζωηρότητα του πρέμνου (Dai et al., 2011). Πρέπει να αποσαφηνιστεί πως πολλαπλές στρώσεις φυλλικής επιφάνειας σε συνδυασμό με σκιαζόμενα φύλλα δεν λειτουργούν ευνοϊκά στην συσσώρευση σακχάρων. Ακόμη, εξαιτίας των προαναφερθέντων, δημιουργούνται και καταστάσεις ανταγωνισμού μεταξύ των φυτικών μερών του πρέμνου (βλαστοί, ράγες) για τα προϊόντα της φωτοσύνθεσης-σάκχαρα (Dai et al., 2011).

Πριν τον περκασμό, τα περισσότερα σάκχαρα τα οποία και εισέρχονται στους καρπούς μεταβολίζονται αμέσως, ενώ ελάχιστα αποθηκεύονται. Επίσης ο καρπός της σταφυλής δεν αποταμιεύει το άμυλο. Στο στάδιο της ωρίμανσης, οι καρποί της σταφυλής περιέχουν την υψηλότερη δυνατή συγκέντρωση σε σάκχαρα. Τα σάκχαρα αυτά είναι εξόζες και συγκεκριμένα γλυκόζη και φρουκτόζη. Μάλιστα, σύμφωνα με τον Coombe (1976), οι συγκεντρώσεις κατά την ωρίμανση μπορεί να είναι υψηλότερες από 1M γλυκόζης και 1M φρουκτόζης. Γίνεται λοιπόν κατανοητό ότι η μία από τις σημαντικότερες παραμέτρους για την επιλογή της ημερομηνίας έναρξης του τρυγητού είναι η συγκέντρωση των σακχάρων στην ράγα καθώς αυτή αποδεικνύει την τεχνολογική ωριμότητα (Dai et al., 2011).

Η συγκρότηση των σακχάρων στην ράγα καθορίζεται από τον γενότυπο (Liu et al., 2006), ενώ η συγκέντρωσή τους καθορίζεται από διάφορους παράγοντες, όπως η πορεία ανάπτυξης της ράγας, οι αμπελοκομικές πρακτικές που εφαρμόζονται και οι περιβαλλοντικοί παράγοντες (κλίμα, τοπογραφία, εδαφική σύσταση) (Jackson and Lambard, 1993).

1.4.2. Οργανικά οξέα

Η επαρκής ποσότητα των οργανικών οξέων στους καρπούς των σταφυλιών και μετέπειτα στο εν ζυμώσει γλεύκος είναι ένας σημαντικός παράγοντας που καθορίζει έναν σταθερό και ποιοτικό οίνο. Τα δύο βασικότερα οργανικά οξέα που συναντώνται στις ράγες και απαντώνται σε ποσοστό 69-92% του συνόλου είναι το τρυγικό οξύ και το μηλικό οξύ (Kliever, 1966). Σε μικρές ποσότητες απαντώνται και άλλα οργανικά οξέα όπως το γαλακτικό, το οξικό και το κιτρικό οξύ (Conde et al., 2007).

Τα οργανικά οξέα, συντίθενται και συσσωρεύονται στις ράγες κατά το πρώτο στάδιο ανάπτυξης. Πιο συγκεκριμένα, τρυγικό και μηλικό οξύ συσσωρεύονται στα κυτταρικά κενотоπία λίγο μετά την άνθιση στην διάρκεια των αλληπάλληλων κυτταροδιαίρεσεων (Rufner, 1982), ενώ όσο προχωράει η ωρίμανση του καρπού, η συγκέντρωσή τους μειώνεται σταδιακά κυρίως λόγω της διάλυσής τους. Η συγκέντρωση του μηλικού οξέος είναι υψηλότερη κατά την πρώτη περίοδο ανάπτυξης της ράγας, στην σάρκα ενώ κατά την διάρκεια της ωρίμανσης, στον φλοιό. Στην έναρξη της ωρίμανσης, όπου τα σάκχαρα πλέον βρίσκονται σε υψηλές συγκεντρώσεις, το μηλικό οξύ είτε μετατρέπεται σε γλυκόζη και φρουκτόζη είτε διοχετεύεται ως πηγή ενέργειας για την διαδικασία της αναπνοής (Conde et al., 2007).

Η σύνθεση και η συσσώρευση των δύο κύριων οργανικών οξέων επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες και κυρίως περιβαλλοντικούς. Πιο αναλυτικά, η υψηλή θερμοκρασία μειώνει την συγκέντρωση του μηλικού οξέος. Σε ψυχρά κλίματα και χαμηλές θερμοκρασίες, το μηλικό οξύ βρέθηκε σε υψηλές συγκεντρώσεις (Keller et al., 2005; Koundouras et al., 2006). Αδιευκρίνιστα είναι τα αποτελέσματα όσον αφορά το μηλικό οξύ και το υδατικό στρες. Έρευνες έχουν αναφέρει αύξηση της συγκέντρωσής του (Lopez et al., 2007), άλλες μείωση (Koundouras et al., 2006). Ο Esteban et al αναφέρει ότι δεν εντόπισε ουσιαστικές αλλαγές. Όσον αφορά το τρυγικό οξύ, δεν επηρεάζεται από το υδατικό στρες και την επίδραση της θερμοκρασίας σε σημαντικά επίπεδα.

Σε πείραμα που διεξήχθη σε θάλαμο ανάπτυξης με την ποικιλία Cabernet Sauvignon, η ήπια εφαρμογή ξεφυλλίσματος προκάλεσε την μείωση του βάρους των ραγών και του μηλικού οξέος 51 ημέρες μετά την άνθιση. Την ίδια ώρα η συγκέντρωση του μηλικού οξέος στο φυτό μάρτυρα έφτανε στο υψηλότερο σημείο. Παράλληλα η έναρξη του περκασμού καθυστέρησε. Την ίδια χρονική στιγμή το τρυγικό οξύ δεν φάνηκε να επηρεάζεται στα ξεφυλλισμένα πρέμνα. Στην ωρίμανση, τα επίπεδα συγκεντρώσεων του μηλικού και τρυγικού οξέος παρουσιάστηκαν αισθητά υψηλά στα φυτά που δέχθηκαν την επίδραση του ξεφυλλίσματος (Ollat, 1998).

1.4.3. Αζωτούχες ενώσεις

Το άζωτο είναι απαραίτητο για την ανάπτυξη κάθε οργανισμού και το ίδιο συμβαίνει και με το αμπέλι. Έλλειψη αζώτου μπορεί να οδηγήσει σε διακοπή της φυσιολογικής ανάπτυξης της αμπέλου ενώ η τοξικότητα αζώτου (υπερβολικές ποσότητες) παρατείνει την αύξηση, καθυστερεί την ωρίμανση, προωθεί την ανάπτυξη μούχλας και οδηγεί σε μείωση της συσσώρευσης των ανθοκυανών και ταννινών στις ράγες (Delgado et al., 2004). Η τοξικότητα του αζώτου είναι επιβλαβής για την συσσώρευση σακχάρων κατά την ωρίμανση.

Στις ράγες της σταφυλής, το άζωτο εμφανίζεται με την μορφή κατιόντων αμμωνίου και ενώσεις οργανικού αζώτου όπως ουρία, νουκλεϊκά οξέα, πρωτεΐνες και αμινοξέα (Conde et al., 2007). Το αμμωνιακό άζωτο βρίσκεται σε ποσοστό 80% επί του συνόλου

πριν το περκασμό, ωστόσο όσο προχωράει η ανάπτυξη και η ωριμάζει ο καρπός, τα επίπεδά του πέφτουν στο 5-10%. Η συγκέντρωση των αμινοξέων αυξάνεται από τον περκασμό προς την συγκομιδή (Kliever, 1968) εάν και κάποιες έρευνες αναφέρουν ότι το μέγιστο των αμινοξέων εντοπίζεται ένα επίπεδο πριν την συγκομιδή (Solari et al., 1988).

Τα δύο σημαντικότερα αμινοξέα των σταφυλιών είναι η προλίνη και η αργινίνη (Bell et al., 2005). Η συσσώρευση της προλίνης στις ράγες εντοπίζεται μετά τον περκασμό (Stines et al., 2000). Μάλιστα πολλές έρευνες (Bell, 1994; Guimberteau, 1962; Kliever, 1968; Hernandez-Orte et al., 1999; Coombe and Monk, 1979), συμφώνησαν ότι κατά την διάρκεια της ωρίμανσης, τα επίπεδα της συγκέντρωσης της προλίνης αυξήθηκαν. Ο Stines et al., 2000 αναφέρει ότι η ποικιλία Cabernet Sauvignon είναι δέκτης υψηλής συσσώρευσης προλίνης.

Η αργινίνη συσσωρεύεται πριν τον περκασμό (Stines et al., 2000). Σε ράγες της ποικιλίας Cabernet Sauvignon παρουσίασε γρήγορα ένα μέγιστο το οποίο ωστόσο όσο προχωράει η ωρίμανση μειώνεται. Παρατηρήθηκε μάλιστα ότι στις ράγες των ποικιλιών Gewurztraminer και Muscat Gordo, που είναι δέκτες υψηλής συγκέντρωσης αργινίνης, η αργινίνη συνέχισε να συσσωρεύεται ακριβώς μέχρι την συγκομιδή (Stines et al., 2000). Την ίδια στιγμή, σε ράγες ποικιλιών Chardonnay και Cabernet Sauvignon η αργινίνη σημείωσε ένα μέγιστο πριν το στάδιο του περκασμού, ωστόσο η ποσότητά της μειώθηκε κατά την διάρκεια της ωρίμανσης (Stines et al., 2000).

1.4.4. Φαινολικά συστατικά σταφυλιών

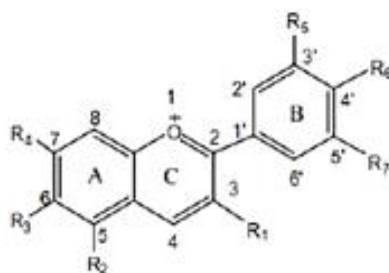
Οι φαινόλες περιλαμβάνουν εκείνες τις ενώσεις οι οποίες έχουν έναν μόνο αρωματικό δακτύλιο που περιέχει μία ή περισσότερες υδροξυλομάδες. Οι πολυφαινόλες είναι οι ενώσεις οι οποίες έχουν πολλαπλούς δακτυλίους φαινόλης μέσα στην δομή τους (Waterhouse et al., 2002). Οι φαινολικές ενώσεις απαντώνται κατά κύριο λόγο στον φλοιό και τα γίγαρτα των ραγών και κατά την οινοποίηση εκχυλίζονται στο γλεύκος. Είναι υψίστης σημασίας για την παραγωγή ποιοτικών οίνων καθώς συμβάλλουν στον καθορισμό του οργανοληπτικού προφίλ αυτών (χρώμα, στυπτικότητα, γεύση, πικράδα) (Hornedo-Ortega et al., 2020).

Τα φαινολικά συστατικά που απαντώνται στις ράγες διαχωρίζονται σε δύο μεγάλες διακριτές κατηγορίες. Τα φλαβονοειδή (φλαβόνες, φλαβονόλες, φλαβανόνες, φλαβονονόλες, ανθοκυάνες και φλαβάν-3-όλες) και τα μη-φλαβονοειδή (στιλβένια και φαινολικά οξέα) (Κυραλέου, Μ. Σ. 2016).

Η φαινολική σύσταση στις ράγες των σταφυλιών επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες όπως οι αμπελοκομικές πρακτικές που εφαρμόζονται, οι περιβαλλοντικές συνθήκες (κλίμα, έδαφος), οι εχθροί-έντομα, τα διάφορα παθογόνα και το στάδιο ωρίμανσης των ραγών. Επίσης πρέπει να σημειωθεί, πως η ποικιλία και η γενετική προδιάθεση είναι δύο παράγοντες καθοριστικής σημασίας (Casassa et al., 2013).

Στην διάρκεια της οινοποίησης, τα φαινολικά που απαντώνται στους φλοιούς εκχυλίζονται πρώτα καθώς η εκχύλιση των φαινολικών των γιγάρτων πραγματοποιείται με αργό ρυθμό και ολοκληρώνεται προς το τέλος της αλκοολικής ζύμωσης. Αυτό συμβαίνει διότι είναι απαραίτητη η παρουσία αλκοόλης η οποία και επιδρά στις μεμβράνες των τοιχωμάτων των γιγάρτων και έτσι αυτά εκχυλίζονται (Casassa et al., 2013).

1.4.4.1. Ανθοκυάνες



ΟΝΟΜΑ	ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΑ	ΥΠΟΚΑΤΑΣΤΑΤΕΣ							ΧΡΩΜΑ
		R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	
ΚΥΑΝΙΔΙΝΗ	Cy	OH	OH	H	OH	OH	OH	H	πορτοκαλί-κόκκινο
ΔΕΛΦΙΝΙΔΙΝΗ	Dfp	OH	OH	H	OH	OH	OH	OH	μπλε-κόκκινο
ΠΕΤΟΥΝΙΔΙΝΗ	Pt	OH	OH	H	OH	OMe	OH	OH	μπλε-κόκκινο
ΠΑΙΟΝΙΔΙΝΗ	Pn	OH	OH	H	OH	OMe	OH	H	πορτοκαλί
ΜΑΛΒΙΔΙΝΗ	Mlv	OH	OH	H	OH	OMe	OH	OMe	μπλε-κόκκινο

Σχήμα 2: Δομή φλαβονοειδούς δακτυλίου και αρίθμηση του.

Οι ανθοκυάνες υπάγονται στην κατηγορία των φλαβονοειδών φαινολών και είναι ερυθρές χρωστικές υπεύθυνες για το κόκκινο χρώμα στις ερυθρές ποικιλίες. Κατά κύριο λόγο απαντώνται στον φλοιό των ραγών. Ο σκελετός τους, είναι οι ανθοκυανιδίνες. Η ανθοκυανιδίνη αποτελεί την βασική δομή των ανθοκυανών. Η ανθοκυανιδίνη, που ονομάζεται αλλιώς και άγλυκο, είναι ουσιαστικά η ένωση ενός αρωματικού δακτυλίου (A) με ένα ετεροκυκλικό δακτύλιο (C) που περιέχει οξυγόνο ο οποίος είναι συνδεδεμένος με έναν τρίτο αρωματικό δακτύλιο (B) με δεσμό C-C (Teixeira et al., 2013). Οι ανθοκυάνες συναντώνται στην γλυκοζυλιωμένη και την μη-γλυκοζυλιωμένη τους μορφή και η διαφορά τους εντοπίζεται στην τρίτη και πέμπτη θέση του B δακτυλίου, λόγω υποκαταστάσεων υδροξυλίου ή μεθοξυλίου (Teixeira et al., 2013). Η γλυκοζυλιωμένη μορφή (σύνδεση με ένα μόριο σακχάρου) ονομάζεται ανθοκυάνη και είναι πιο σταθερή μορφή σε σχέση με τα άγλυκα. Τα σάκχαρα με τα οποία μπορεί η ανθοκυάνη να σχηματίσει δεσμούς είναι η γλυκόζη, η αραβινόζη, η ραμνόζη και η ξυλόζη (Ribereau-Gayon et al., 1999).

Στις ποικιλίες των *Vitis vinifera* συναντώνται μόνο μονογλυκοζίτες των ανθοκυανιδινών και συγκεκριμένα της κυανιδίνης, της πετουνιδίνης, της παιονιδίνης, της δελφινιδίνης και της μαλβιδίνης. Μάλιστα η μαλβιδίνη φαίνεται να παρουσιάζεται ως η κυρίαρχη ανθοκυάνη (Kallithraka et al., 2005).

Η συσσώρευση των ανθοκυανών στις ράγες ξεκινάει από το στάδιο του περκασμού και ολοκληρώνεται, παρουσιάζοντας το μέγιστο της συγκέντρωσής τους, στα τελευταία στάδια της ωρίμανσης. Συνθέτονται στα επιδερμικά κύτταρα, εντοπίζονται μαζί με τις προανθοκυανιδίνες στις στοιβάδες του υποδέρματος του φλοιού και αποθηκεύονται στα κενοτόπια (Teixeira et al., 2013). Η συγκέντρωση και το είδος των ανθοκυανών στους φλοιούς των ραγών, καθορίζουν το χρώμα και την συνολική ποιότητα των παραγόμενων οίνων. Βέβαια και η εκχυλισματικότητα των ανθοκυανών από τους ιστούς των φλοιών κατά την οινοποίηση συμβάλλει στην διαμόρφωση του χρώματος των οίνων. Η ικανότητα εκχύλισης επηρεάζεται από παραμέτρους όπως η ποικιλία και το στάδιο ωρίμανσης των ραγών (Hernandez-Hierro et al., 2012). Σύμφωνα με τον Ribereau-Gayon (1999), η ικανότητα εκχύλισης των ανθοκυανών παρουσιάζει αύξηση

κατά την ωρίμανση και αυτό αποδίδεται κατά κύριο λόγο στα πηκτινολυτικά ένζυμα τα οποία συμβάλλουν στην αποικοδόμηση των τοιχωμάτων των κυττάρων των φλοιών. Η διεθνής εμπειρία έχει δείξει ότι η γνώση του ανθοκυανικού προφίλ μπορεί να αποτελέσει αξιόπιστο τρόπο διάκρισης των ερυθρών ποικιλιών και να εντοπίσει τυχόν αναμειξείς (Cheynier et al., 2006; Kalogiouri et al., 2022).

1.5. Καλλιεργητικές τεχνικές

Οι καλλιεργητικές τεχνικές που εφαρμόζονται σε έναν αμπελώνα, επηρεάζουν έμμεσα και άμεσα την σχέση βλάστησης-παραγωγής και φυσικά την ποιότητα των σταφυλιών και μετέπειτα των οίνων. Οι καλλιεργητικές τεχνικές και αμπελοκομικές πρακτικές, χωρίζονται σε δύο κατηγορίες: τις μόνιμες και τις εποχιακές (Emmet et al., 1992; Κουνδουράς Σ. 2017).

Στις μόνιμες επεμβάσεις περιλαμβάνονται η επιλογή του τόπου εγκατάστασης του αμπελώνα, ο προσανατολισμός και η έκθεση του αγροτεμαχίου και των πρέμων, η κλίση της επιφάνειας του εδάφους, οι καταγραφές της φυσικής απορροής των υδάτων, της υπάρχουσας βλάστησης και οι στοχευμένες διορθώσεις όπου και εάν κριθεί απαραίτητο (Νικολάου, 2011). Στην συνέχεια, ακολουθεί η προετοιμασία του εδάφους για την φύτευση. Η εκχέρσωση και ισοπέδωση εάν χρειαστεί όπως και η εξέταση-ανάλυση του εδάφους με δειγματοληψίες, για τον έλεγχο της μηχανικής σύστασης, της δομής, του pH, της οργανικής ουσίας και των θρεπτικών στοιχείων από διάφορα σημεία του αγρού, είναι οι επόμενες κινήσεις. Έπειτα, η επιλογή υποκειμένου και ποικιλίας, οι αποστάσεις φύτευσης, η πυκνότητα φύτευσης και τα σχήματα διαμόρφωσης συνθέτουν και ολοκληρώνουν το κομμάτι των μόνιμων καλλιεργητικών και αμπελοκομικών εφαρμογών (Νικολάου, 2011).

Στις εποχιακές επεμβάσεις συγκαταλέγονται το χειμερινό κλάδεμα, η λίπανση, η άρδευση, η κατεργασία του εδάφους, η φυτοπροστασία και οι θερινές επεμβάσεις δηλαδή το βλαστολόγημα, το κορφολόγημα, το ξεφύλλισμα και το αραίωμα (Νικολάου, 2011).

Κατά κύριο λόγο, απώτερος στόχος των αμπελοκομικών εφαρμογών είναι η παραγωγικότητα του πρέμνου, η φυσιολογική ωρίμανση των σταφυλιών και των πολυετών οργάνων, η μείωση των προσβολών από τα παθογόνα και τα έντομα-εχθρούς, η διατήρηση του αρχικού σχήματος διαμόρφωσης, η μειωμένη υγρασία, η έκθεση της κόμης στον ήλιο και στον καθαρό αέρα, η διευκόλυνση των εργασιών και η μείωση του κόστους. Όλα τα προαναφερθέντα επιτυγχάνονται μέσω του ελέγχου της ζωνρότητας και της εξασφάλισης του κατάλληλου μικροκλίματος κυρίως στην ζώνη των ραγών. Γενικά, ο όρος ισορροπημένο πρέμνο περιλαμβάνει την φυσιολογική ωρίμανση, την φυτοϋγεία, τη διάρκεια ζωής και το κόστος ανά πρέμνο (Emmet et al., 1992).

Οι καλλιεργητικές τεχνικές που αναφέρθηκαν παραπάνω, επηρεάζουν και τροποποιούν τον πρωτογενή και δευτερογενή μεταβολισμό των ραγών. Ο πρωτογενής μεταβολισμός αποτελεί την μεταβολική δραστηριότητα που έχει ως αποτέλεσμα την σύνθεση των απαραίτητων συστατικών τα οποία συγκροτούν την θεμελιώδη δομή των φυτικών κυττάρων. Ο δευτερογενής μεταβολισμός, αναφέρεται στην δραστηριότητα εκείνη που έχει ως αποτέλεσμα την σύνθεση μεταβολικών προϊόντων τα οποία παράγονται μόνο σε συγκεκριμένους ιστούς και σε συγκεκριμένα στάδια ανάπτυξης (Shih et al., 2020). Σύμφωνα με τους Alem et al. (2019), οι πρακτικές αυτές έχουν άμεσο αντίκτυπο στην

αρωματική σύνθεση των ραγών. Οι περισσότερες έρευνες στοχεύουν στην μελέτη πρόδρομων αρωματικών ελεύθερων στοιχείων ή μίας συγκεκριμένης ομάδας μορίων (τερπένια, φαινόλες) σε συνάρτηση με μία αμπελοκομική τεχνική και δεν στοχεύουν στο συνολικό αρωματικό προφίλ. Έτσι, οι μελέτες αυτές θεωρούνται κατά ένα μόνο μέρος ολοκληρωμένες καθώς υπάρχει αρωματική ανισορροπία (Alem et al., 2019).

1.5.1. Κλάδεμα

Το κλάδεμα αποτελεί μια από τις σημαντικότερες καλλιεργητικές τεχνικές. Η λέξη κλάδεμα προέρχεται από τη λέξη ‘κλαδειά’ όπου στα αρχαία σημαίνει τομή. Με τον όρο κλάδεμα εννοείται η αφαίρεση ζωντανών τμημάτων ενός φυτού η οποία επηρεάζει την φυσιολογία του φυτού. Πρέπει να αναφερθεί, ότι η απομάκρυνση νεκρών ή αποξηραμένων τμημάτων ενός φυτού δεν εννοείται ως κλάδεμα. Τα κλαδέματα χωρίζονται σε χειμερινά και θερινά, σε καρποφορίας και διαμόρφωσης, σε βραχέα, μέσα και μακρά (Νικολάου, 2011).

Πιο αναλυτικά, τα κλαδέματα τα οποία πραγματοποιούνται κατά την περίοδο του χειμώνα όπου το φυτό αναπαύεται, ονομάζονται χειμερινά κλαδέματα. Γνωστά ως θερινά κλαδέματα ή θερινές επεμβάσεις είναι το βλαστολόγημα, το κορυφολόγημα, το ξεφύλλισμα και η αραίωση ταξιανθιών τα οποία πραγματοποιούνται στα ποώδη τμήματα των φυτών κατά την βλαστική περίοδο. Η ρύθμιση και ο έλεγχος της παραγωγής και της αναλογίας βλάστησης-παραγωγής επιτυγχάνεται με τα κλαδέματα καρποφορίας που γίνονται κάθε χρόνο σε έναν αμπελώνα. Η διαμόρφωση του κατάλληλου σχήματος του φυτού επιτυγχάνεται με τα κλαδέματα διαμόρφωσης (Νικολάου, 2011; Κουνδουράς Σ. 2017).

Η παραμονή πάνω στο πρέμνο μόνο 2 ή 3 οφθαλμών από την βάση της κληματίδας, εξαιρουμένου του οφθαλμού της βάσης, ορίζεται ως βραχύ κλάδεμα. Συνήθως εφαρμόζεται σε πολύ γόνιμες ποικιλίες. Στο μέσο κλάδεμα αφήνονται 4 με 6 οφθαλμοί ενώ στο μακρύ κλάδεμα 7 με 10. Μακρύ κλάδεμα πραγματοποιείται κυρίως σε μικρής ζωηρότητας ποικιλίες (Νικολάου, 2011).

Οι κύριοι στόχοι οι οποίοι επιτυγχάνονται με το κλάδεμα είναι ο έλεγχος της ακροτονίας και του σχήματος του πρέμνου, η ανανέωση των καρποφόρων μονάδων, η κατανομή του δυναμικού βλάστησης και παραγωγής και η ρύθμιση της πυκνότητας των βλαστών (Κουνδουράς Σ. 2017).

1.5.2. Βλαστολόγημα

Το βλαστολόγημα εντάσσεται στις θερινές επεμβάσεις που πραγματοποιούνται τοπικά στο ποώδη τμήματα των φυτών. Ο λόγος εφαρμογής του βλαστολογήματος, είναι να διορθώσει τα όποια λάθη έγιναν κατά το χειμερινό κλάδεμα. Βλαστολόγημα ονομάζεται η αφαίρεση λαίμαργων βλαστών, διπλών βλαστών ή και βλαστών οι οποίοι εκπτύσσονται σε ακατάλληλες θέσεις, δεν είναι αναγκαίοι και εμποδίζουν την έκπτυξη των ωφέλιμων. Πραγματοποιείται κατά κύριο λόγο χειρωνακτικά όταν οι βλαστοί έχουν μήκος 15 με 30 εκατοστά, περίπου πριν την εμφάνιση των ταξιανθιών (Νικολάου, 2011).

Τα οφέλη του βλαστολογήματος είναι πολλαπλά. Με το βλαστολόγημα βελτιώνεται και ανακατανέμεται η ζωηρότητα των βλαστών που παραμένουν πάνω στο πρέμνο, βελτιώνεται το μικροκλίμα (υγρασία, ηλιοφάνεια στην κόμη, καθαρός αέρας) και με αυτόν τον τρόπο αποφεύγονται οι ασθένειες. Η έγκαιρη απομάκρυνση των βλαστών, απλοποιεί το κλάδεμα της επόμενης περιόδου και μειώνει τις τομές του, υποβοηθάει

στην διαμόρφωση του σχήματος της κόμης και αυξάνει το χρόνο οικονομικής ζωής του αμπελώνα (Κουνδουράς Σ. 2017).

1.5.3. Κορυφολόγημα

Το κορυφολόγημα είναι επίσης μια θερινή επέμβαση. Πραγματοποιείται κατά την βλαστική περίοδο και αποσκοπεί στην αφαίρεση τμήματος βλαστού μήκους 2 εκατοστών από την κορυφή. Ορισμένες φορές, ενδέχεται να αφαιρεθεί και τμήμα βλαστού μέχρι το μεσογονάτιο διάστημα εκείνο που βρίσκεται πάνω από την τελευταία ταξιανθία. Το κορυφολόγημα ανακατανέμει την ζοηρότητα στο πρέμνο και καθορίζει το ποσοστό της ενεργούς φυλλικής επιφάνειας. Μάλιστα ένα ισορροπημένο και εύρωστο πρέμνο, πρέπει να δέχεται ένα με δύο κορυφολογήματα στην διάρκεια του βλαστικού κύκλου. Με αυτόν τον τρόπο, επιτυγχάνεται η διαμόρφωση ενός πλούσιου δευτερεύοντος φυλλώματος στην κορυφή της κόμης (Κουνδουράς Σ. 2017).

Ανάλογα με τον χρόνο εφαρμογής του κορυφολογήματος επιτυγχάνονται διαφορετικοί στόχοι. Πιο συγκεκριμένα, η προανθική επέμβαση αποσκοπεί στην προσωρινή παύση της αύξησης των βλαστών άρα και στις καλύτερες τροφικές συνθήκες για τις ταξιανθίες. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, μετέπειτα το καλύτερο δέσιμο των ραγών και την αύξηση της παραγωγής. Επίσης, η προανθική εφαρμογή βοηθάει στην μείωση του ανταγωνισμού που υπάρχει μεταξύ των ανθών και των βλαστικών οργάνων, για τα προϊόντα φωτοσύνθεσης ειδικά σε περιόδους χαμηλής ηλιοφάνειας, χαμηλών θερμοκρασιών και συννεφιάς (Νικολάου, 2011).

Η εφαρμογή του κορυφολογήματος μετά την άνθηση, κατά το στάδιο αύξησης των βλαστών συμβάλλει στην απομάκρυνση των πιπτόντων βλαστών οι οποίοι και αποτελούν τροχοπέδη στις καλλιεργητικές εργασίες στην ζώνη των σταφυλιών, στην ρύθμιση του ύψους του βλαστικού τείχους, στην υποβοήθηση της ωρίμανσης των ραγών, με την ευκολότερη πρόσβασή τους στον ήλιο ώστε να συσσωρεύσουν σάκχαρα. Επίσης, καθώς μετα-ανθικά με την επέμβαση αυτή αφαιρείται από το πρέμνο σημαντικό μέρος των βλαστών, αποφεύγονται ζημιές όπως η κάμψη των συρμάτων και των υλικών υποστήριξης όπου υπό άλλες συνθήκες αυτό θα αποτελούσε πρόβλημα στα υποστηριγμένα σχήματα εξαιτίας υπέρογκου βάρους (Νικολάου, 2011; Κουνδουράς Σ. 2017).

1.6. Ξεφύλλισμα

1.6.1. Γενικές πληροφορίες

Το ξεφύλλισμα συνίσταται στην απομάκρυνση ενός αριθμού φύλλων και ταχυφύων από την βάση των βλαστών με στόχο την βελτίωση του μικροκλίματος στην ζώνη των σταφυλιών. Αποτελεί μια σπουδαία θερινή επέμβαση και εκτός της βελτίωσης του μικροκλίματος επιτυγχάνονται και η τροποποίηση της κατανομής των προϊόντων φωτοσύνθεσης προς τις ράγες, η άμεση και καλύτερη έκθεση τους προς το ηλιακό φως, η διευκόλυνση των καλλιεργητικών εργασιών όπως φυτοπροστατευτικοί ψεκασμοί, ενώ ενισχύεται και η ωρίμανση των σταφυλιών (Κουνδουράς Σ. 2017; Νικολάου, 2011).

Η ένταση του ξεφυλλίσματος μπορεί να διαφέρει και διακρίνεται σε ήπιο ξεφύλλισμα, όπου διατηρούνται 1 με 2 φύλλα κάτω από την πρώτη σταφυλή και εντατικό ή αυστηρό όταν πραγματοποιείται η αφαίρεση όλων των φωτοσυνθετικών φύλλων κάτω από την

πρώτη σταφυλή και ακόμη 1 με 3 φύλλα πάνω από αυτήν. Διακρίνεται επίσης σε μονόπλευρο ή αμφίπλευρο ξεφύλλισμα, ανάλογα με το σχήμα διαμόρφωσης των πρέμνων στον αμπελώνα. Τέλος, όσον αφορά τον τρόπο εφαρμογής παραδοσιακά συγκαταλέγεται στις θερινές, χειρωνακτικές καλλιεργητικές εργασίες ωστόσο υπάρχει και η δυνατότητα χρήσης μηχανημάτων (μηχανικό ξεφύλλισμα).

Σύμφωνα με τον Petrie (2006) τα φύλλα βάσης και του βασικού τμήματος του βλαστού, είναι αυτά τα οποία και διαδραματίζουν σπουδαιότερο ρόλο στην φωτοσύνθεση, σε σύγκριση με τα φύλλα ανωτέρων τμημάτων του βλαστού και της κορυφής. Μάλιστα, όταν το ξεφύλλισμα πραγματοποιείται κατά το στάδιο της καρπόδεσης, παρατηρείται έκπτυξη μεσοκαρδίων βλαστών, τα φύλλα των οποίων ενισχύουν την φωτοσύνθεση και συμβάλλουν δυναμικά στην μετέπειτα ωρίμανση των σταφυλιών (Petrie et al., 2006).

Η πυκνότητα του φυλλώματος που αφήνεται πάνω στο πρέμνο, η αναλογία φυλλώματος προς την παραγωγή, η φωτοσυνθετική ικανότητα των φύλλων, το μέγεθος της ράγας και η αναλογία φλοιού-σάρκας, όλοι αυτοί οι παράμετροι επιδρούν στον μεταβολισμό των ραγών και έχουν ενεργό ρόλο στις μεταβολές που επέρχονται σε αυτές (Diago et al., 2012). Με το ξεφύλλισμα επιτυγχάνεται ακόμη η άμεση έκθεση των σταφυλιών στο ηλιακό φως όπως προαναφέρθηκε. Αυτό έχει ως συνέπεια, την αυτόματη αύξηση της θερμοκρασίας στην ζώνη των ραγών με αποτέλεσμα την τροποποίηση της σύστασης, της συγκρότησης και της ποιότητας των ραγών (Osrecak et al., 2016; Baino et al., 2015).

1.6.2. Χρόνος εφαρμογής ξεφυλλίσματος

Το ξεφύλλισμα μπορεί να πραγματοποιηθεί σε τρεις διαφορετικές χρονικές περιόδους. Ανάλογα με την εποχή και τον τρόπο εφαρμογής του, επιδιώκονται να επιτευχθούν και οι αντίστοιχοι στόχοι. Η επιλογή του κατάλληλου χρόνου ξεφυλλίσματος επηρεάζεται από παραμέτρους όπως η ποικιλία, η χρονιά, τα σχήματα διαμόρφωσης, η περιοχή, το ανάγλυφο, ο προσανατολισμός φύτευσης, οι γνώσεις του αμπελουργού και το επιδιωκόμενο στυλ του τελικού αποτελέσματος (Νικολάου, 2011).

Το ξεφύλλισμα μπορεί να γίνει πρώιμα και πιο συγκεκριμένα πριν την ανθοφορία (προανθικό ξεφύλλισμα), μπορεί να πραγματοποιηθεί μετά την καρπόδεση, στο στάδιο του μπιζελιού, και επίσης μπορεί να συμβεί και μετά τον περκασμό, κατά την ωρίμανση (Κουνδουράς Σ. 2017). Στις δύο πρώτες χρονικές περιόδους, το ξεφύλλισμα χαρακτηρίζεται ως πρώιμο, ενώ μετά τον περκασμό ως όψιμο. Η πρωιμότερη εφαρμογή του ξεφυλλίσματος, ενισχύει την ανακατανομή της ισχύος του πρέμνου. Η όψιμη εφαρμογή του επιδρά πιο πολύ στο μικροκλίμα της ζώνης καρποφορίας (Κουνδουράς Σ. 2017).

Η προανθική εφαρμογή του ξεφυλλίσματος και η υψηλή έντασή του, είχε μεγαλύτερη επίδραση στην απόδοση (μειώθηκε κατά 40%) από ότι η μετά την καρπόδεση εφαρμογή του. Επίσης, επηρεάστηκε η καρποφορία των οφθαλμών και το δυναμικό τους. Αποτέλεσμα των παραπάνω είναι αφενός το μικρότερο μέγεθος καρπών και αφετέρου οι λιγότεροι καρποί ανά βότρυ μετέπειτα (Kotseridis et al., 2012). Επίσης, αυξήθηκε το πάχος των φλοιών των ραγών δυσκολεύοντας την ανάπτυξη ασθενειών και ακόμη η συγκέντρωση του καλίου στα φύλλα σημείωσε αύξηση. Παράλληλα το προανθικό ξεφύλλισμα, έδειξε μια πτώση της παραγωγής σε ποσοστό 40% σε σύγκριση με τον μάρτυρα σύμφωνα με τους (Verdenal et al., 2018). Το πρώιμο και αυστηρό ξεφύλλισμα λοιπόν παρουσιάζει επίδραση στην αγρονομική συμπεριφορά της αμπέλου

(Verdenal et al., 2018). Επιπλέον, η προανθική απομάκρυνση μη αναγκαίων φύλλων, ευνοεί την ανάπτυξη δευτερογενούς φυλλώματος, με αποτέλεσμα την καλύτερη φωτοσύνθεση κατά την ωρίμανση καθώς τα φύλλα του δευτερογενούς φυλλώματος θα βρίσκονται στην βέλτιστη ηλικία τους (Κουνδουράς Σ. 2017).

Η εφαρμογή του ξεφυλλίσματος μετά την καρπόδεση, όπου οι σταφυλές βρίσκονται ακόμη σε φάση ανάπτυξης και αλλαγής χρωματισμού, είναι ο πιο συνηθισμένος και διαδεδομένος χρόνος εφαρμογής του. Η επέμβαση την χρονική αυτή περίοδο, επιδρά και πάλι στο δυναμικό της σταφυλής, με μια παύση της αύξησης της ράγας, καθώς αφαιρούνται φωτοσυνθετικά φύλλα ωστόσο η επίδραση είναι σε μικρότερο βαθμό από ότι στο προανθικό ξεφύλλισμα (Κουνδουράς Σ. 2017). Επιπλέον το μετα-ανθικό ξεφύλλισμα αναφέρθηκε να είναι αναποτελεσματικό στο βάρος σταφυλής και στον αριθμό των ραγών ανά σταφυλή στις ποικιλίες Graciano και Garignan, ενώ η συνολική φυλλική επιφάνεια ανά βλαστό μειώθηκε (Kotseridis et al., 2012; Tardaguila et al., 2010).

Το ξεφύλλισμα μετά το στάδιο του περκασμού, γίνεται με απώτερο σκοπό την βελτίωση του μικροκλίματος στην ζώνη καρποφορίας. Σε αυτήν την περίοδο, οι ράγες έχουν χρωματισθεί και γυαλισθεί και η απομάκρυνση των γερασμένων φωτοσυνθετικών φύλλων επιτρέπει την απρόσκοπτη διέλευση του αέρα ανάμεσα στις σταφυλές, την μείωση της υγρασίας και την έκθεση στο φως. Μετά το στάδιο του περκασμού, το ξεφύλλισμα δεν επηρεάζει την βιοχημεία του σταφυλιού καθώς οι περισσότερες πρόδρομες ενώσεις έχουν ήδη συντεθεί στο στάδιο της πράσινης ράγας (Κουνδουράς Σ. 2017). Επίσης, υποβοηθάται και ο τρύγος. Ωστόσο, χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή διότι η απότομη έκθεση των ραγών στο ηλιακό φως, κυρίως σε ξηροθερμικές συνθήκες, μπορεί να προκαλέσει εγκαύματα με επακόλουθο κόστος ποσοτικής και ποιοτικής ζημιάς στην παραγωγή (Verdenaletal., 2018; Νικολάου, 2011).



Εικόνα 1: Επίδραση ηλιοκάματος σε ράγες σταφυλιών

1.6.3. Επίδραση του ξεφυλλίσματος στην φυσιολογία των σταφυλιών

Το ξεφύλλισμα, έχει άμεση επίδραση στα φυσικά χαρακτηριστικά των σταφυλιών και κυρίως στο μέγεθος, στην πυκνότητα, το βάρος των ραγών καθώς και το πάχος των φλοιών. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, να παρατηρείται μια μεταβολή στην τελική παραγωγή (έμμεση επιρροή). Παράμετροι όπως η ένταση και η χρονική περίοδος εφαρμογής του ξεφυλλίσματος, η ποικιλία, το υποκείμενο και οι περιβαλλοντικές

συνθήκες, συμβάλλουν καθοριστικά στις μεταβολές που υφίστανται τα φυσιολογικά χαρακτηριστικά της σταφυλής (Κουνδουράς Σ., 2017).

Ο Roni (2006), στην μελέτη του αναφέρει ότι το ξεφύλλισμα κοντά στην περίοδο της άνθησης ελέγχει αποτελεσματικά την καλλιέργεια υψηλών αποδοτικών ποικιλιών, μειώνοντας την καρπόδεση και επιτυγχάνοντας παράλληλα βελτιωμένη σύσταση της ράγας. Η αφαίρεση των βασικών φύλλων, προκαλεί πτώση του ποσοστού καρπόδεσης και ανάπτυξης της ράγας κατά το βλαστικό στάδιο, μειώνοντας τις αποδόσεις, βελτιώνοντας παράλληλα την σύσταση της ράγας. Ταυτόχρονα επιτρέπει την ανάπτυξη νέων φύλλων από πλευρικούς βλαστούς με αποτέλεσμα μια αναπροσαρμογή της όλης ανάπτυξης και των φυσιολογικών παραμέτρων (Pastore et al., 2013).

Η σχέση μεταξύ του ξεφυλλίσματος και του μεγέθους της ράγας είναι αμφιλεγόμενη. Ορισμένες έρευνες δεν αναφέρουν σημαντικές διαφορές στο μέγεθος της ράγας σε πρέμνα στα οποία έχει διεξαχθεί ξεφύλλισμα κάποια χρονική στιγμή μεταξύ καρπόδεσης και περκασμού (Bledsoe et al., 1988; Main and Morris, 2004; Reynolds et al., 1996). Σε άλλες έρευνες ωστόσο (Ollat and Gaudillere, 1998; Caspari and Lang, 1996) υπογραμμίζουν ότι ο περιορισμός της ανάπτυξης των ραγών ίσως προέρχεται από την αποφύλλωση (ξεφύλλισμα) που πραγματοποιήθηκε πρωιμότερα στην εποχή και ότι είναι συνάρτηση της ποσότητας των φύλλων που αφαιρέθηκαν στο στάδιο αυτό. Σε πείραμα που πραγματοποιήθηκε με τις τρεις παραμέτρους (φυτά μάρτυρες, προανθικά ξεφυλλισμένα πρέμνα και ξεφυλλισμένα πρέμνα στον περκασμό) αναφέρθηκε ότι το πάχος του φλοιού των ραγών στα προανθικά πρέμνα ήταν 13% υψηλότερο έναντι των άλλων δύο και ότι τα προανθικά ξεφυλλισμένα φυτά βρέθηκαν πιο ανθεκτικά στην ηλιακή ακτινοβολία εξαιτίας του χαρακτηριστικού που ανέπτυξαν το οποίο είναι ο παχύτερος φλοιός (Pastore et al., 2013).

Η απευθείας έκθεση των σταφυλιών στην ηλιακή ακτινοβολία και κατά επέκταση στις υψηλές θερμοκρασίες, είναι αποτέλεσμα εφαρμογής έντονου ξεφυλλίσματος και θα πρέπει να αποφεύγεται ειδικότερα σε ξηροθερμικές συνθήκες, διότι κάτω από αυτές τις συνθήκες επηρεάζονται και αδρανοποιούνται σε σημαντικό βαθμό αρκετές μεταβολικές διεργασίες της αμπέλου όπως το φαινολικό και ανθοκυανικό περιεχόμενο, με αποτέλεσμα την υποβάθμιση των χαρακτηριστικών του τελικού προϊόντος (Downey et al., 2006; Petropoulos et al., 2011).

1.6.4. Επίδραση του ξεφυλλίσματος στην χημική σύσταση των ραγών

Το ξεφύλλισμα επιδρά στην χημική σύσταση και συγκρότηση των ραγών. Ωστόσο, υπάρχουν ορισμένοι παράγοντες από τους οποίους καθορίζονται οι επιπτώσεις που θα έχει το ξεφύλλισμα στην σύσταση των σταφυλιών. Οι παράγοντες αυτοί, όπως είναι η ένταση του ξεφυλλίσματος, η χρονική διάρκειά του, η ποικιλία, το υποκείμενο, το σύστημα διαμόρφωσης των πρέμνων και η συχνότητα των λιπασμάτων και των αρδεύσεων, είναι δυναμικοί και αλλάζουν, επομένως αυτό έχει σαν αποτέλεσμα και οι επιπτώσεις να μην είναι σταθερές και παγιωμένες αλλά να διαφέρουν και αυτές (Downey et al., 2004).

Το ξεφύλλισμα επεμβαίνει στη συσσώρευση των ανθοκυανών, ταννινών και φλαβονοειδών στις ράγες και αυτό έχει να κάνει με την έκθεσή τους στην ηλιακή ακτινοβολία. Πιο συγκεκριμένα, σταφύλια τα οποία είχαν σκιαστεί χειρωνακτικά, παρουσίασαν ίδια επίπεδα ολικών ανθοκυανών και ταννινών σε σύγκριση με εκείνα που ήταν φυσικώς εκτεθειμένα στον ήλιο. Βέβαια, η σύσταση των ανθοκυανών και των ταννινών παρουσίαζε διαφορές (Downey et al., 2004). Σε ράγες της ποικιλίας Syrah

στα σκιαζόμενα σταφύλια τα επίπεδα των φλαβονοειδών ήταν 10% λιγότερα από εκείνα των φυσικώς εκτεθειμένων στο φως ραγών (Downey et al., 2004; Ristic et al., 2007). Έρευνες έδειξαν πως σε εκτεθειμένα στο φως σταφύλια της ποικιλίας Cabernet Sauvignon, παρατηρήθηκε αυξημένη έκφραση του γονιδίου που κωδικοποιεί το ένζυμο UFGT το οποίο ελέγχει το τελικό βήμα γλυκοσιλίωσης των ανθοκυανιδινών (Matus et al., 2009). Η ποικιλία Tempranillo, έδειξε πως το μηχανικό ξεφύλλισμα βοήθησε περισσότερο στην ενίσχυση και συσσώρευση των φλαβονοειδών και ανθοκυανών στα σταφύλια έναντι του χειρωνακτικού ξεφύλλισματος (Diago et al., 2011).

Η αποφύλλωση, επιδρά και στην ολική οξύτητα των ραγών και πιο συγκεκριμένα, παρατηρήθηκε μείωση της ολικής οξύτητας των σταφυλιών σε ράγες της ποικιλίας Cabernet Sauvignon (Petrie et al., 2006). Η έκθεση των σταφυλιών στο ηλιακό φως, φαίνεται να αυξάνει τα επίπεδα του τρυγικού οξέος, με ταυτόχρονη μείωση των επιπέδων του μηλικού οξέος. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, την πτώση του pH μετέπειτα στο γλεύκος (Melino et al., 2011).

Σε θερμές περιοχές και κλίματα όπως αυτό της Ελλάδος, η εφαρμογή του ξεφύλλισματος δεν είναι πάντοτε ευεργετική, διότι ο συνδυασμός των ξηροθερμικών συνθηκών, της ηλιακής ακτινοβολίας και της υψηλής θερμοκρασίας στο μικροκλίμα των σταφυλιών, δημιουργεί δυσμενές περιβάλλον και συμβάλλει στην πτώση του ανθοκυανικού και πολυφαινολικού περιεχομένου (Petropoulos et al., 2011). Αντίθετα σε βόρειες ψυχρές περιοχές, το ξεφύλλισμα επιδρά θετικά, καθώς ενισχύει το συνολικό φαινολικό προφίλ (Ristic et al., 2007).

Τα επίπεδα των τερπενίων (νερόλη, γερανιόλη, λιναλόλη,) αυξήθηκαν στα ξεφυλλισμένα πρέμνα, καθώς βρισκόταν σε άμεση έκθεση με το ηλιακό φως, σε σχέση με τα φυτά μάρτυρες (Κουνδουράς Σ. 2017). Επίσης αναφέρεται ότι σε ράγες Pinot Noir, το ξεφύλλισμα έπαιξε καθοριστικό ρόλο στην αύξηση των επιπέδων της Β-δαμασκηνόνης (Yuan et al., 2015). Βέβαια, σε πειράματα που πραγματοποιήθηκαν πάνω στην ποικιλία Cabernet Sauvignon, από τα μη ξεφυλλισμένα πρέμνα της ποικιλίας, παρουσιάστηκαν σταφύλια και οίνοι με μεγαλύτερη συγκέντρωση της Β-δαμασκηνόνης σε σχέση με τα σταφύλια από τα φυτά της ίδιας ποικιλίας τα οποία υπέστησαν ξεφύλλισμα στο στάδιο της καρπόδεσης (Lee et al., 2007). Ωστόσο, η άμεση έκθεση των ραγών στον ήλιο επιδρά αρνητικά στα αρωματικά συστατικά που είναι υπεύθυνα για αρώματα φυτικά όπως οι μεθοξυπυραζίνες και οι θειόλες (Marais et al., 1994).

1.6.5. Μέθοδοι ελέγχου ωρίμανσης σταφυλιών

Η ωρίμανση είναι το τελευταίο στάδιο ανάπτυξης του καρπού της σταφυλής και περιλαμβάνει σημαντικές μεταβολικές αλλαγές στην βιοχημεία, την φυσιολογία αλλά και την γονιδιακή έκφραση του καρπού. Η βιοσύνθεση χρωστικών (καροτενοειδών και ανθοκυανών) η αποικοδόμηση της χλωροφύλλης, η μετατροπή του αμύλου σε απλά σάκχαρα, η συσσώρευση σακχάρων και οργανικών οξέων, η αποσκλήρυνση των κυτταρικών τοιχωμάτων και της σάρκας και η παραγωγή πτητικών συστατικών είναι οι σημαντικότερες μεταβολικές αλλαγές (Palma et al., 2011).

Ο γενότυπος επιδρά σημαντικά στον καθορισμό του χρόνου ωρίμανσης των ραγών (Matheau et al., 1995). Οι βιοχημικές διεργασίες οι οποίες συνδέονται με την ωρίμανση, έχει αποδειχθεί ότι βρίσκονται κάτω από τον έλεγχο του ορμονικού συστήματος των φυτών (Νικολαού, 2011). Πέρα από τον γενότυπο, υπάρχει ένα πλήθος άλλων παραμέτρων που συμβάλλουν στον καθορισμό του χρόνου ωρίμανσης,

όπως η ποικιλία, οι κλιματικές συνθήκες που επικρατούν στο μεσοδιάστημα άνθισης και ωρίμανσης, η έκθεση του φυλλώματος στην ηλιακή ακτινοβολία και η ένταση του, η θερμοκρασία στο μικροκλίμα των ραγών, οι διάφορες καλλιεργητικές συνθήκες στον αμπελώνα και οι γνώσεις του αμπελουργού, η σύσταση του εδάφους και η κατάσταση των φύλλων. Η φωτοσύνθεση συμβάλλει στην σύνθεση σημαντικών ενώσεων που χαρακτηρίζουν την ωρίμανση (Νικολάου, 2011).

Η γνώση του χρόνου ωρίμανσης καθορίζει και τον χρόνο όπου θα ξεκινήσει ο τρύγος. Η τεχνολογική ωριμότητα (αναλογία σακχάρων προς οξέα), η φαινολική ωριμότητα και η αρωματική ωριμότητα αποτελούν κριτήριο συγκομιδής των σταφυλιών από τα πρέμνα. Τα τρία αυτά κριτήρια, πρέπει να ελέγχονται καθ' όλη την πορεία ωρίμανσης των ραγών. Άλλοι παράγοντες που παρακολουθούνται, είναι η μέτρηση του βάρους των σταφυλιών, οι μεταβολές στον χρωματισμό τους και η εκτίμηση της ποιοτικής τους κατάστασης. Ορισμένοι από αυτούς τους ελέγχους πραγματοποιούνται από κοντά στον αμπελώνα, ωστόσο συλλέγονται και αντιπροσωπευτικά δείγματα (δειγματοληψίες), όπου πηγαίνουν στο εργαστήριο με σκοπό να μετρηθούν ακριβώς τα σάκχαρα με χρήση διαθλασιμέτρου και τα οξέα. Η γνώση αυτών των παραμέτρων, βοηθάει στο να προγραμματισθεί με ακρίβεια η έναρξη του χρόνου συγκομιδής των σταφυλιών (Σουφλερός, 2012).

1.7. Η ποικιλία Αγιωργίτικο

Το Αγιωργίτικο είναι μία από τις πιο γνωστές και ευγενείς ερυθρές ελληνικές ποικιλίες. Καλλιεργείται κατά κόρον στην Πελοπόννησο και πιο συγκεκριμένα στην περιοχή της Νεμέας σε έκταση περίπου 27000 στρεμμάτων. Η αμπελουργική ζώνη «Νεμέα», στην οποία καλλιεργείται το Αγιωργίτικο, είναι ζώνη παραγωγής ΟΠΑΠ (Οίνοι Ονομασίας Προελεύσεων Ανωτέρας Ποιότητας) και μάλιστα η μεγαλύτερη στην Ελλάδα (Σταυρακάκης Μ.Ν., 2010). Ωστόσο, σύμφωνα με τον κανονισμό την ΕΟΚ 3800/81 και τον 2548/99 η ποικιλία Αγιωργίτικο καλλιεργείται ακόμη και στους νομούς Αρκαδίας, Αττικής, Εύβοιας, Βοιωτίας, Λακωνίας, Κορινθίας και Αργολίδας. Επιτρέπεται επίσης να καλλιεργηθεί και στους νομούς Φλώρινας, Πιερίας, Δράμας και Πέλλας. Το Αγιωργίτικο είναι γνωστό και ως Μαυρούδι και Μαύρο Νεμέας, ωστόσο ύστερα από βιοχημικές έρευνες διαπιστώθηκε πως τα προαναφερθέντα ως συνώνυμα του Αγιωργίτικου είναι διαφορετικές ποικιλίες (Σταυρακάκης Μ.Ν., 2010).

1.7.1. Αμπελογραφικά χαρακτηριστικά ποικιλίας Αγιωργίτικο

Ο βλαστός είναι ποώδης, οριζόντιος, κιτρινοπράσινος έως πράσινος με ερυθρές ραβδώσεις στην νότια πλευρά. Οι οφθαλμοί, είναι πράσινοι ενώ εντοπίζονται και ερυθρές περιοχές-στίγματα. Τα ανεπτυγμένα φύλλα διαφέρουν από τα νεότερα, καθώς είναι σφηνοειδές και πεντάκολπα. Το έλασμά τους παρουσιάζεται με αναδιπλώσεις κατά μήκος των κύριων νευρώσεων, είναι χρώματος βαθύ πράσινου, ελαφρώς κυματώδες και παχύ. Η άνω επιφάνεια χαρακτηρίζεται λεία ενώ η κάτω επιφάνεια φαιοπράσινη και χνοώδης. Οι ανώτεροι μισχικοί κόλποι είναι βαθείς, κλειστοί και σχήματος V με επικαλυπτόμενος λοβούς. Οι κατώτεροι, χαρακτηρίζονται από μέτριο βάθος, το σχήμα τους είναι V ή U και έχουν συγκλίνοντα χείλη. Ο μίσχος χαρακτηρίζεται πράσινος και χνοώδης μετρίου πάχους και μήκους, με αραιωμένα τριχίδια και ερυθρωπές ραβδώσεις. Οι έλικες είναι δισχιδείς ή πολυσχιδείς λείες και πράσινες ενώ οι κληματίδες γωνιώδεις, λείες, ερυθροκαστανές με φακίδια.

Η σταφυλή είναι κωνικού σχήματος, μέτρια, μεσαίου μεγέθους περίπου 500gr πολύ πυκνή και συχνά διπλή. Ο ποδίσκος χαρακτηρίζεται ως βραχύς και κατά κανόνα ξυλοποιείται. Αποκόπτεται δυσχερώς από το πρέμνο. Σφαιρικό και ενίοτε ωοειδές είναι το σχήμα της ράγας. Ο φλοιός είναι καλυμμένος με ανθηρότητα, χαρακτηρίζεται από μέτριο πάχος και ανθεκτικότητα, ενώ είναι πλούσιος σε ανθοκυάνες. Η σάρκα είναι γλυκιά έως ελαφρώς υπόξινη, μετρίως μαλακή και αρκετά χυμώδης. Στην ράγα συνήθως απαντώνται δύο γίγαρτα τα οποία είναι απιοειδή με παχύ ράμφος (Σταυρακάκης Μ.Ν., 2010).



Εικόνα 2: Ποικιλία Αγιωργίτικο

1.7.2. Ιδιότητες και καλλιεργητική συμπεριφορά

Το Αγιωργίτικο είναι αρκετά παραγωγική ποικιλία. Τα γηραιότερα πρέμνα διαμορφωνόταν σε κύπελλο με 3-5 βραχίονες ενώ το κλάδεμά τους ήταν βραχύ. Αντίθετα, σε νέους αμπελώνες τα γραμμικά σχήματα (αμφίπλευρο Royat με 6-8 βραχίονες) έχουν αντικαταστήσει τα κύπελλα. Το κλάδεμα καρποφορίας είναι και πάλι βραχύ, στους 1-2 οφθαλμούς. Με τα γραμμικά συστήματα διαμόρφωσης, συνήθως φυτεύονται 450 φυτά/στρέμμα, με αυτόν τον αριθμό φυτών, επιτυγχάνεται αύξηση της παραγωγής χωρίς αρνητικές επιπτώσεις στην ποιότητα.

Η έναρξη της βλάστης παρατηρείται τέλη Μαρτίου, ενώ στα μέσα Μάιου επέρχεται η πλήρης άνθηση. Το Αγιωργίτικο, σαν ποικιλία είναι όψιμης ωρίμανσης καθώς η πλήρης του ωρίμανση αναφέρεται το 3ο δεκαήμερο του Σεπτεμβρίου. Ο χρόνος ωρίμανσης δέχεται επιρροές από το υψόμετρο καλλιέργειας. Επομένως δέχεται κάποιες διακυμάνσεις (Σταυρακάκης Μ.Ν., 2010).

Το Αγιωργίτικο σαν ποικιλία προσαρμόζεται σχετικά εύκολα σε πολλά είδη εδαφών. Καλλιεργείται σε αργιλώδη, αργιλοπηλώδη, αμμοαργιλώδη, και μαργώδη σχιστολιθικά εδάφη. Σε εδάφη γόνιμα, ημιορεινά και μέσης σύστασης, δίνει αμπελοοινικά προϊόντα υψηλής ποιότητας. Είναι ποικιλία πολύ ευαίσθητη στο ωίδιο και τον μολυσματικό εκφυλισμό ενώ μέτρια ευαίσθησια παρουσιάζει στον περονόσπορο. Στην ξηρασία δεν εμφανίζει ανθεκτικότητα. Οι πολύ χαμηλές θερμοκρασίες του χειμώνα όπως επίσης και οι ανοιξιάτικοι παγετοί, μπορεί να προκαλέσουν σημαντικά προβλήματα. Η άρδευση θα πρέπει να είναι ελεγχόμενη έτσι

ώστε, τα πρέμνα να βρίσκονται σε κατάσταση ήπιας υδατικής καταπόνησης η οποία συμβάλλει στην βελτίωση των φυσιολογικών παραμέτρων (Σταυρακάκης Μ.Ν., 2010).

1.8. Η ποικιλία Ξινόμαυρο

Η ποικιλία Ξινόμαυρο είναι ευρύτερα διαδεδομένη στην Κεντρική και την Δυτική Μακεδονία. Κύρια κέντρα καλλιέργειας της είναι οι περιοχές της Νάουσας, της Γουμένισσας, του Αμύνταιου, της Κοζάνης και της Σιάτιστας. Η ποικιλία καλλιεργείται ακόμη και στον νομό Χαλκιδικής και στην Θεσσαλία (Ραψάνη), ενώ επιτρέπεται ακόμη η καλλιέργειά της στα Ιωάννινα, τα Τρίκαλα και την Μαγνησία. Ο μεγαλύτερος όγκος της καλλιεργούμενης έκτασης συγκεντρώνεται στην Δυτική Μακεδονία και ανέρχεται περίπου σε 18,000-20,000 στρέμματα. Το Ξινόμαυρο είναι επίσης γνωστό και ως Μαύρο Νάουσας, Μαύρο Γουμένισσας, Μαύρο Ξινό, Ναουστινό και Ποπόλκα (Σταυρακάκης Μ.Ν., 2010; Νικολάου, 2011).



Εικόνα 3: Ποικιλία Ξινόμαυρο

1.8.1. Αμπελογραφικά χαρακτηριστικά ποικιλίας Ξινόμαυρο

Ο βλαστός της ποικιλίας είναι ποώδης, λείος, χρώματος πρασίνου έως φαιοπράσινου με ερυθροϊώδεις ραβδώσεις στην κοιλιακή πλευρά και ερυθρός με πράσινα στίγματα στην νωτιαία πλευρά. Οι οφθαλμοί είναι πράσινοι με την βάση τους ερυθρή. Τα ανεπτυγμένα φύλλα, είναι μεγάλα, σφηνοειδές και τρίκολπα. Ο μισχικός κόλπος είναι κλειστός με επικαλυπτόμενα χείλη και σχήματος V. Οι πλάγιοι κόλποι είναι και αυτοί σχήματος V ενώ δεν παρουσιάζουν μεγάλο βάθος. Το έλασμα χαρακτηρίζεται παχύ, λείο και κυματοειδές, βαθυπράσινο στην άνω επιφάνεια και χνοώδες στην κάτω. Αναδιπλώνεται κατά μήκος των κύριων νευρώσεων. Οι νευρώσεις, χαρακτηρίζονται παχιές και λείες στην άνω επιφάνεια του ελάσματος, χνοώδεις, πράσινες με ερυθρά στίγματα στην βάση τους, στην κάτω επιφάνεια. Οι έλικες είναι λείες, διαλειπούσες, τρισχιδείς και πράσινες με ερυθρές περιοχές ενώ η κληματίδα, λεία, κιτρινοκαστανή με φακίδια (Σταυρακάκης Μ.Ν., 2010).

Η σταφυλή είναι μεγάλη, συμπαγής, πτερυγωτή, ενίοτε διπλή και μπορεί να χαρακτηριστεί ως πυκνόρραγη. Η ράγα της ποικιλίας Ξινόμαυρο, είναι μετρίου μεγέθους, κυλινδρικού σχήματος. Ο φλοιός χαρακτηρίζεται ως παχύς, ερυθρομελανού χρωματισμού με άφθονη ανθηρότητα. Η σάρκα, είναι μαλακή και υπόξινη ενώ ο χυμός άχρωμος. Ο ποδίσκος είναι παχύς, πράσινος και βραχύς ενώ αποκόπτεται ευχερώς. Τα γίγαρτα τα οποία απαντώνται ανά ράγα είναι συνήθως δύο απιοειδή, μικρού μεγέθους με λεπτό ράμφος (Σταυρακάκης Μ.Ν., 2010).

1.8.2. Ιδιότητες και καλλιεργητική συμπεριφορά

Η ποικιλία χαρακτηρίζεται αρκετά παραγωγική, εύρωστη και ορθόκλαδης βλάστησης. Μορφώνεται συνήθως σε αμφίπλευρο Royat και επιδέχεται κλάδεμα βραχύ, δηλαδή στους 1 με 2 οφθαλμούς. Ο τυφλός οφθαλμός της βάσης είναι γόνιμος ενώ, ο καρποφόρος βλαστός μεταξύ του 2ου και 5ου κόμβου φέρει 2 σταφυλές. Η ποικιλία συνίσταται για πυκνές φυτεύσεις, 450-500 φυτά/στρέμμα. Με αυτές τις φυτεύσεις, αποφεύγονται και τα περίσσεια θερινά κλαδέματα και κυρίως τα ξεφυλλίσματα.

Η έναρξη της βλάστησης σηματοδοτείται συνήθως στα μέσα προς τέλη Μαρτίου. Η πλήρης άνθηση, επέρχεται περίπου στις 17-22 Μαΐου, ενώ η πλήρης ωρίμανση (φαινολική, τεχνολογική και αρωματική) επέρχεται αρχές Σεπτεμβρίου. Το Ξινόμαυρο είναι ποικιλία πιο πρώιμη σε σχέση με το Αγιωργίτικο που αναφέρθηκε προηγουμένως. Τα εδάφη στα οποία το Ξινόμαυρο δίνει εξαιρετικά αμπελοοινικά προϊόντα και οίνους υψηλής ποιότητας είναι τα ελαφρά, μέσης σύστασης, χαλικώδη, ασβεστούχα, καλώς στραγγιζόμενα εδάφη. Γενικά, η ποικιλία παρουσιάζει πολύ καλή προσαρμογή σε διαφόρων ειδών εδάφη. Μόνη σημαντική αναφορά είναι ότι εξαιτίας του τρυφερού ποδίσκου ο οποίος συγκρατεί την σταφυλή, σε ανεμόπληκτες περιοχές υπάρχει σημαντική μείωση της παραγωγής εξαιτίας της θραύσης των ποδίσκων.

Η ποικιλία παρουσιάζει μεγάλη ευαισθησία στην ξηρασία, τον περονόσπορο, το Ωίδιο και τον Βοτρυτή. Επίσης ο μολυσματικός εκφυλισμός μπορεί να προκαλέσει ποιοτικά και ποσοτικά προβλήματα καθώς το Ξινόμαυρο δεν παρουσιάζει ανθεκτικότητα στην συγκεκριμένη ίωση (Σταυρακάκης Μ.Ν., 2010).

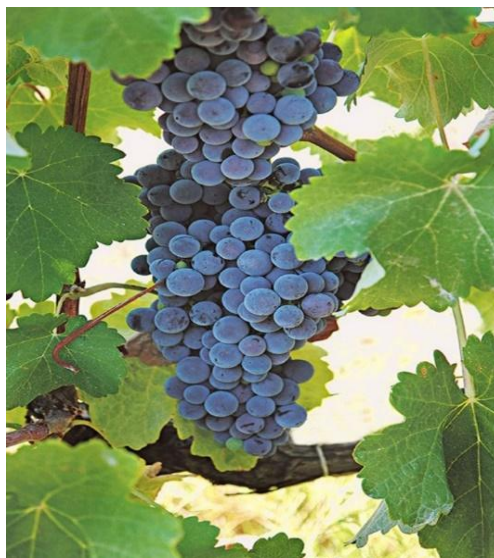
1.9. Η ποικιλία Μανδηλαριά

Η ποικιλία Μανδηλαριά απαντάται κυρίως στις Κυκλάδες και πιο συγκεκριμένα στην Πάρο, όπου καταλαμβάνει το 80% των συνολικών εκτάσεων των αμπελώνων του νησιού. Άλλα κέντρα καλλιέργειας της ποικιλίας είναι η Σαντορίνη, η ΝΑ Αττική, η Κρήτη και η Βοιωτία ενώ επιτρέπεται η καλλιέργειά της και στους νομούς Χίου, Ρόδου, Σάμου και Μεσσηνίας. Η συνολική καλλιεργούμενη έκταση στην Ελλάδα ξεπερνάει τα 15,000 στρέμματα. Χαρακτηριστικό της ποικιλίας είναι το βαθύ χρώμα της. Αναφέρεται και ως Μανδηλάρι, Μαντιλάρι, Αμοργιανό, Δούμπραινα Μαύρη και Κουντούρα Μαύρη. Σε έρευνά που πραγματοποιήθηκε αναλύθηκαν ξεχωριστά οι ποικιλίες Μανδηλαριά και Κουντούρα Μαύρη, με το τελικό αποτέλεσμα να αναφέρει πως πρόκειται για την ίδια ποικιλία (Σταυρακάκης Μ.Ν., 2010).

1.9.1. Αμπελογραφικά χαρακτηριστικά ποικιλίας Μανδηλαριά

Ο πώδης βλαστός είναι ημιόρθιος, χνοώδες, γωνιώδης πράσινος με καστανέρυθρες ραβδώσεις στην νωτιαία πλευρά και πράσινος στην κοιλιακή πλευρά. Οι οφθαλμοί,

είναι πράσινοι και χαρακτηρίζονται από τις ερυθρές αποχρώσεις τους. Τα ανεπτυγμένα φύλλα είναι ασύμμετρα, σχετικά μεγάλα, συνήθως πεντάκολπα, μπορεί να είναι και επτάκολπα, και ενίοτε κυκλικά. Ο μισχικός κόλπος διαμορφώνεται σε σχήμα V ή λύρας, είναι κλειστός με επικαλυπτόμενα χείλη. Ανώτεροι και κατώτεροι κόλποι με μέτριο βάθος, κλειστοί, με επικαλυπτόμενες πλευρές και σχήματος V. Το έλασμα, χαρακτηρίζεται κυματώδες, παχύ, μελικηρώδες, βαμβακώδες και φαιοπράσινο στην κάτω επιφάνεια, βαθυπράσινο και λείο στην άνω επιφάνεια. Οι νευρώσεις και στις δύο πλευρές του ελάσματος, είναι χνοώδεις, παχιές, χρώματος πρασινοκίτρινου με ρόδινη βάση. Οι έλικες δισχιδείς ή τρισχιδείς, πράσινες, λείες διαλείπουσες, μετρίου μεγέθους ενώ η κληματίδα γωνιώδη, λεία και καστανή με φακίδια (Σταυρακάκης Μ.Ν., 2010). Χαρακτηριστικό της σταφυλής είναι το μεγάλο μέγεθός της, ιδιαίτερα σε ορισμένους κλώνους. Επίσης είναι κυλινδροκωνική, αρκετά πυκνή με ισομεγέθεις ράγες οι οποίες συχνά συμπιέζονται. Η ράγα, είναι μεγάλου μεγέθους και σφαιρική. Ο φλοιός είναι παχύς, κυανομέλανος, στυφός, με λευκωπή ανθηρότητα και πλούσιος σε ταννίνες και χρωστικές. Η σάρκα εξαιρετικά χυμώδης, άχρωμη, μαλακή, γλυκιά έως υπόξινη. Ο ποδίσκος, αποκόπτεται δυσχερώς και είναι βραχύς. Τα γίγαρτα παρουσιάζονται μετρίου μεγέθους με κυρτό ράμφος και απαντώνται 2 ή 3 ανά ράγα (Σταυρακάκης Μ.Ν., 2010).



Εικόνα 4: Ποικιλία Μανδηλαριά

1.9.2. Ιδιότητες και καλλιεργητική συμπεριφορά

Η ποικιλία είναι αρκετά ζωνρή, εύρωστη και παραγωγική. Χαρακτηρίζεται μεσοόψιμη καθώς η πλήρης ωρίμανση επέρχεται την τρίτη εβδομάδα του Σεπτεμβρίου. Οι οφθαλμοί της βάσης της κληματίδας δεν είναι πάντοτε γόνιμοι, ενώ ο καρποφόρος βλαστός, φέρει δύο σταφυλές μεταξύ του 3ου και 4ου κόμβου. Η Μανδηλαριά, μορφώνεται είτε σε χαμηλό κύπελλο είτε σε γραμμικό σχήμα (μονόπλευρο ή αμφίπλευρο Royat) με το ύψος του κατακόρυφου κορμού να μην υπερβαίνει τα 50 εκατοστά. Και τα δύο συστήματα διαμόρφωσης, επιδέχονται βραχύ κλάδεμα στους 2 με 3 οφθαλμούς ανά κεφαλή και όχι στους 1 με 2, εξαιτίας της ευρωστίας της ποικιλίας.

Η έναρξη της βλάστησης ορίζεται στο 3ο δεκαήμερο του Μαρτίου. Η χρονική διάρκεια μεταξύ της έναρξης της άνθησης έως την πλήρη άνθηση είναι 14 ημέρες ή δύο εβδομάδες, επίσης όπως προαναφέρθηκε, η πλήρης ωρίμανση σηματοδοτείται την τρίτη εβδομάδα του Σεπτεμβρίου. Η Μανδηλαριά είναι πιο όψιμη από το Ξινόμαυρο, ενώ με το Αγιωργίτικο ωριμάζουν περίπου την ίδια περίοδο.

Η Μανδηλαριά, αναπτύσσεται ικανοποιητικά σε ελαφρά, μέσης σύστασης, χαλικιώδη, ξηρά εδάφη θερμών περιοχών. Η ποιότητα των οινικών προϊόντων της ποικιλίας, καθορίζεται από τρεις παράγοντες. Τον κλώνο, τις εδαφοκλιματικές συνθήκες και τις καλλιεργητικές τεχνικές που εφαρμόζονται. Καθώς η Μανδηλαριά είναι αρκετά ζωντανή σαν ποικιλία, άστοχες επεμβάσεις στην άρδευση και την λίπανση μπορεί να διαταράξουν την ισορροπία μεταξύ βλάστησης και παραγωγής και να καθυστερήσουν την ωρίμανση. Η ποικιλία ακόμη, χαρακτηρίζεται ανθεκτική στην ξηρασία και το Ωίδιο ενώ παρουσιάζει ευαισθησία στον Βοτρυτή, τον Περονόσπορο και την Τεφρά Σήψη.

1.10. Η ποικιλία Λημνιώνα

Η Λημνιώνα είναι μια γηγενής ερυθρή ποικιλία που παρουσιάζει αρκετές αμπελογραφικές και μορφολογικές ομοιότητες με την ποικιλία Λημνιό. Ωστόσο, οι δύο αυτές ποικιλίες δεν αποτελούν συνώνυμες κάτι το οποίο αποδείχθηκε από μοριακές έρευνες (Stavrakakis et al., 2008). Η Λημνιώνα καλλιεργείται κατά κύριο λόγο στην περιοχή της Θράκης, στους νομούς Λάρισας, Καρδίτσας, Μαγνησίας και στην ΝΑ Αττική και τον Πειραιά.



Εικόνα 5: Ποικιλία Λημνιώνα

1.10.1. Αμπελογραφικά χαρακτηριστικά ποικιλίας Λημνιώνα

Ο ποώδης βλαστός είναι λείος, πλάγιας κατεύθυνσης, πράσινος με ερυθροιώδεις ραβδώσεις στην κοιλιακή πλευρά και ερυθρωπός με πράσινες περιοχές στην νωτιαία πλευρά. Οι οφθαλμοί χαρακτηρίζονται ερυθροί, οι κόμβοι στην νωτιαία πλευρά είναι έντονα ερυθροί, ενώ στην κοιλιακή πλευρά εμφανίζονται με πράσινες ραβδώσεις. Τα ανεπτυγμένα φύλλα, είναι μεγάλου μεγέθους, πεντάκολπα, συμμετρικά και ενίοτε κυκλικά. Ο μισχικός κόλπος είναι ανοιχτός, με συγκλίνοντα χείλη, σχήματος U. Επίσης, οι ανώτεροι και κατώτεροι κόλποι, χαρακτηρίζονται από συγκλίνοντα χείλη, έχουν σχήμα U ή V, είναι μετρίου βάθους και ροπαλοειδείς. Το έλασμα είναι λείο, στην άνω επιφάνεια βαθυπράσινο, στην κάτω επιφάνεια ανοιχτοπράσινο. Κυματώδες, μελικηρώδες και αναδιπλούμενο κατά μήκος της κεντρικής νεύρωσης. Οι νευρώσεις, είναι λείες, έντονα ερυθρές στην άνω επιφάνεια του ελάσματος και μεταξωτές στην κάτω. Οι έλικες χαρακτηρίζονται λείες, διαλείπουσες, δισχιδείς ή τρισχιδείς μετρίου μήκους. Η κληματίδα ερυθροκαστανή, γωνιώδης και λεία (Σταυρακάκης Μ.Ν., 2010). Η σταφυλή είναι απλή, σχετικά, μεγάλου μεγέθους, ακανόνιστου σχήματος με πτερυγώσεις. Φέρει ράγες ανισομεγέθεις. Η ράγα, είναι κατά κύριο λόγο σφαιρική και ενίοτε ελλειψοειδής, μετρίου μεγέθους. Ο φλοιός, είναι κυανομέλανος, παχύς με ανθηρότητα. Η σάρκα ορίζεται μετρίως χυμώδης και μαλακή με γλυκιά γεύση. Ο ποδίσκος δεν αποκόπτεται ευχερώς, είναι βραχύς και ερυθρωπός.

1.10.2. Ιδιότητες και καλλιεργητική συμπεριφορά

Η Λημνιώνα χαρακτηρίζεται αρκετά παραγωγική και εύρωστη σαν ποικιλία. Οι οφθαλμοί της βάσης της κληματίδας είναι γόνιμοι, ενώ ο καρποφόρος βλαστός φέρει 1 με 2 σταφυλές μεταξύ του 3ου και 5ου κόμβου. Τα πρέμνα της ποικιλίας μορφώνονται συνήθως σε γραμμικά αμφίπλευρα σχήματα, υψηλού ύψους κορμού. Ο υψηλός κορμός των σχημάτων διαμόρφωσης, προστατεύει τα πρέμνα από τις χαμηλές θερμοκρασίες. Το κλάδεμα που επιδέχονται τα αμπέλια είναι βραχύ όπου αφήνονται κεφαλές με 2 ή 3 οφθαλμούς.

Το 3^ο δεκαήμερο του Μαρτίου παρατηρείται η έναρξη της βλάστησης. Το μεσοδιάστημα μεταξύ της έναρξης της άνθισης και της πλήρους άνθισης δεν είναι ούτε μια εβδομάδα και πιο συγκεκριμένα είναι 5 ημέρες. Η πλήρης άνθιση επέρχεται τέλη Μάιου. Η πλήρης ωρίμανση επέρχεται τις πρώτες είκοσι μέρες του Σεπτεμβρίου. Η Λημνιώνα χαρακτηρίζεται μεσοόψιμη σαν ποικιλία.

Η ποικιλία προσαρμόζεται σχετικά εύκολα σε πολλά και διαφορετικού τύπου εδάφη. Ωστόσο, αμπελοοινικά προϊόντα υψηλής ποιότητας συναντώνται σε εδάφη ελαφρά, χαλικώδη, μέτριας γονιμότητας με επαρκή υγρασία λοφωδών περιοχών. Η ποικιλία είναι ευαίσθητη στον περονόσπορο και τον Βοτρύτη (Σταυρακάκης Μ.Ν., 2010).

1.11. Χρωματογραφικές τεχνικές ανάλυσης

Η χρωματογραφική ανάλυση, που συνήθως αναφέρεται ως χρωματογραφία περιλαμβάνει μια σειρά μεθόδων φυσικού διαχωρισμού μιγμάτων ανόργανων ή οργανικών ουσιών, στις επιμέρους ενώσεις οι οποίες αποτελούν το μίγμα (Κόντου Μ., 2016). Ο διαχωρισμός επιτυγχάνεται με διασπορά των συστατικών του μίγματος μεταξύ δύο φάσεων, μιας κινητικής και μιας στατικής και κατά κύριο λόγο βασίζεται

σε διαφορές στις φυσικοχημικές ιδιότητες των συστατικών του μίγματος όπως είναι η πολικότητα, το σημείο ζέσεως, τα ηλεκτρικά φορτία, το μέγεθος των μορίων κ.α. Για την ολοκλήρωση τους ως τεχνικές ανάλυσης, οι μέθοδοι χρωματογραφίας θα πρέπει να συνδυαστούν με τα κατάλληλα συστήματα ανίχνευσης των εκλουόμενων συστατικών, όπως για παράδειγμα τα φασματοφωτόμετρα (Κόντου Μ., 2016).

Ανάλογα με το είδος διαχωρισμού, η χρωματογραφία διαχωρίζεται σε:

- Χρωματογραφία προσρόφησης
- Χρωματογραφία ιονανταλλαγής
- Χρωματογραφία συγγένειας
- Χρωματογραφία μοριακού αποκλεισμού
- Χρωματογραφία κατανομής

Στην χρωματογραφία, χρησιμοποιούνται αρκετές τεχνικές και μία από τις πιο σπουδαίες είναι η υγρή χρωματογραφία υψηλής απόδοσης (HPLC) (Λάλια-Καντούρη Μ., Παπαστεφάνου Σ., 2012).

1.11.1. Υγρή χρωματογραφία υψηλής απόδοσης (HPLC)

Η υγρή χρωματογραφία υψηλής απόδοσης (HPLC) είναι μια διαχωριστική τεχνική κατάλληλη για τον επαναλήψιμο, ακριβή και ευαίσθητο προσδιορισμό τόσο ανόργανων όσο και οργανικών ενώσεων. Κατά την τεχνική HPLC, το υπό εξέταση δείγμα εγχέεται μέσα σε στήλη πορώδους υλικού (στατική φάση) και η υγρή του φάση αντλείται μέσα από την πυκνή στήλη εξαιτίας υψηλότερης πίεσης. Ο διαχωρισμός, οφείλεται στην προσρόφηση της διαλυμένης ουσίας σε στατική φάση, με βάση την συγγένεια του υπό εξέταση δείγματος προς την στατική αυτή φάση (Bhardwaj S. K. et al., 2015).

Αντλίες υψηλής πίεσης απαιτούνται προκειμένου να διέλθει το δείγμα (διαλύτης) μέσα από την στήλη διαχωρισμού ενώ για τον προσδιορισμό των ενώσεων που εκλύονται από την έξοδο της στήλης, χρησιμοποιούνται ευαίσθητοι ανιχνευτές (Χατζηϊωάννου Θ.Π., 2005).

1.12. Κρυοξήρανση-Λυοφιλίωση

Η λυοφιλίωση ή αλλιώς κρυοξήρανση (Freeze-drying) αποτελεί μέθοδο ξήρανσης η οποία βασίζεται στην αρχή της εξάχνωσης και κατά κύριο λόγο βρίσκει εφαρμογή σε θερμοευαίσθητα υλικά, στην παρασκευή φαρμακευτικών ειδών (εμβόλια) και στην συντήρηση τροφίμων (Hunger P. 2013; Shukla 2011). Με την λυοφιλίωση, απομακρύνεται το νερό, το οποίο βρίσκεται στο εσωτερικό του υλικού, καθώς περνάει από την στερεά του φάση απευθείας στην αέρια χωρίς να μεσολαβεί η υγρή του κατάσταση. Η διαδικασία αυτή, επιτυγχάνεται με την μείωση της πίεσης και την αύξηση της θερμοκρασίας του υλικού (Shukla et al., 2011).

Η μέθοδος της λυοφιλίωσης επιτυγχάνεται σε τρία στάδια. 1) το πάγωμα (freezing), την πρωταρχική ξήρανση (primary drying) και τη δευτερεύουσα ξήρανση (secondary drying).

Κατά το πρώτο στάδιο, το υλικό ψύχεται. Το υλικό θα πρέπει να ψύχεται στην χαμηλότερη θερμοκρασία στην οποία στερεή και υγρή φάση συνυπάρχουν. Αυτό

διασφαλίζει, ότι στα επόμενα δύο στάδια που ακολουθούν θα επιτευχθεί εξαχνωση και όχι τήξη (Shukla et al., 2011).

Στο δεύτερο στάδιο, εφαρμόζεται η χαμηλότερη δυνατή πίεση (millibars) ενώ ταυτόχρονα διοχετεύεται στο υλικό θερμότητα ώστε να εξαχνωθεί το υπάρχον νερό. Η θερμότητα που εφαρμόζεται στο υλικό υπολογίζεται σε συνάρτηση με την πίεση και φέρεται μέσω αγωγιμότητας ή ακτινοβολίας. Στο στάδιο αυτό, το 95% του νερού εξαχνώνεται από το υλικό. Είναι στάδιο χρονοβόρο, ανάλογα με το υλικό το οποίο πρόκειται να λυοφιλιωθεί, μπορεί να διαρκέσει αρκετές μέρες καθώς υπερβολική ποσότητα θερμότητας μπορεί να οδηγήσει σε αλλαγή δομής του υλικού (Shukla 2011; Wegst 2010).

Στο τρίτο και τελευταίο στάδιο, απομακρύνονται και τα μη-παγοποιημένα μόρια του νερού που απομένουν στο υλικό. Η θερμοκρασία ανυψώνεται αρκετά, υψηλότερη από το δεύτερο στάδιο, και μπορεί να ξεπεράσει και τους 0 °C ώστε να σπάσουν οι φυσικοχημικοί δεσμοί οι οποίοι μπορεί να έχουν σχηματισθεί μεταξύ των μορίων του νερού και του κατεψυγμένου υλικού. Η πίεση παραμένει χαμηλή και στο στάδιο αυτό (Wegst et al., 2010). Μετά το πέρας της διαδικασίας, η υπολειπόμενη περιεκτικότητα σε νερό στο προϊόν είναι περίπου 1% - 4% το οποίο είναι εξαιρετικά χαμηλό ποσοστό (Shukla et al., 2011).

1.13. Σκοπός της μελέτης

Το ξεφύλλισμα αποτελεί μία από τις σπουδαιότερες θερινές επεμβάσεις που δύναται να επιφέρει αλλαγές στο μικροκλίμα των σταφυλιών. Σκοπός της συγκεκριμένης εργασίας είναι να εξετασθεί πώς επηρεάζει η εφαρμογή του ξεφυλλίσματος το ανθοκυανικό προφίλ τεσσάρων ερυθρών γηγενών ποικιλιών, του Αγιωργίτικου του Ξινόμαυρου της Μανδηλαριάς και της Λημνιώνας. Πιο συγκεκριμένα, θα μελετηθεί κατά πόσο η εφαρμογή ολικού, εντατικού ξεφυλλίσματος στο στάδιο του περκασμού, μπορεί να επιφέρει στατιστικά σημαντικές μεταβολές στις κύριες ανθοκυάνες των τεσσάρων προαναφερθέντων ποικιλιών σε σύγκριση με τα φυτά των ίδιων ποικιλιών από τα οποία δεν θα αφαιρεθούν τα φύλλα (ξεφύλλισμα). Στόχος επίσης είναι να μελετηθεί εάν το ξεφύλλισμα σαν καλλιεργητική τεχνική στο στάδιο του περκασμού, οδηγεί σε σταφύλια με καλύτερα ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά.

2. ΥΛΙΚΑ & ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1. Πειραματικός αμπελώνας

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε στην Νεμέα Κορινθίας κατά την καλλιεργητική περίοδο 2022 σε φυτά των τεσσάρων ερυθρών ελληνικών ποικιλιών (Αγιωργίτικο, Ξινόμαυρο, Μανδηλαριά και Λημνιώνα).

Ο τρόπος δειγματοληψίας που εφαρμόστηκε ήταν bulk sample. Σε κάθε ποικιλία αντιστοιχήθηκαν πέντε πειραματικές γραμμές φύτευσης, επομένως για τις τέσσερις ποικιλίες αντιστοιχήθηκαν συνολικά 20 γραμμές φύτευσης. Στις 11 Ιουλίου 2022, εφαρμόστηκε ολικό ξεφύλλισμα (leaf removal) στις δύο από τις πέντε γραμμές φύτευσης για την κάθε ποικιλία. Το ξεφύλλισμα πραγματοποιήθηκε χειρωνακτικά, με την επίβλεψη γεωπόνου-συνεργάτη, έγινε στο στάδιο της πράσινης ράγας και ήταν εντατικό. Στις σειρές που χρησιμοποιήθηκαν ως μάρτυρες, δεν έγινε καμία επέμβαση προκείμενου να διασαφηνιστεί η επίδραση του ξεφυλλίσματος.



Εικόνα 6: Ξεφυλλισμένο πρέμνο ποικιλίας Αγιωργίτικου



Εικόνα 7: Πρέμνο μάρτυρας ποικιλίας Αγιωργίτικου

2.2. Μέθοδοι παρακολούθησης πορείας ωρίμανσης

Μετά το στάδιο του περκασμού, στον αμπελώνα πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις σχετικές με την πορεία ωρίμανσης των σταφυλιών. Η τελική μέτρηση πραγματοποιήθηκε την ημέρα του τρύγου σε κάθε γραμμή φύτευσης για τυχαίο δείγμα 50 ραγών από όλα τα πρέμνα της κάθε ποικιλίας. Η τελική αυτή μέτρηση αφορούσε το βάρος των ραγών, το σύνολο των σακχάρων, την ογκομετρούμενη οξύτητα και το pH.

2.2.1. Μήκος και πλάτος σταφυλής

Από κάθε ομάδα του συνόλου των είκοσι (20) γραμμών φύτευσης συλλέχθηκε δείγμα 50 σταφυλών και μετρήθηκε το μήκος και το πλάτος της κάθε σταφυλής (τσαμπιών). Στην συνέχεια υπολογίστηκε ο μέσος όρος του μήκους και του πλάτους των σταφυλών.

2.2.2. Μετρήσεις σταφυλιών στο στάδιο του τρύγου

Οι τελευταίες μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν στον πειραματικό αμπελώνα την ημέρα του τρύγου έγιναν στις 10 Σεπτεμβρίου. Οι μετρήσεις αυτές περιλάμβαναν την μέτρηση του βάρους των σταφυλιών με σκοπό να παρατηρηθούν τυχόν διαφορές μεταξύ των ξεφυλλισμένων πρέμνων και των μαρτύρων. Στην συνέχεια αφού μετρήθηκαν τα παραπάνω, συλλέχθηκε τυχαίο δείγμα 50 ραγών ανά γραμμή φύτευσης με σκοπό την μέτρηση του βάρους των φλοιών και των γιγάρτων. Για την μέτρηση του βάρους των φλοιών, αποφλοιώθηκαν χειρωνακτικά το σύνολο των ραγών από την σάρκα και τα γίγαρτα και ζυγίστηκαν ξεχωριστά οι φλοιοί για κάθε πειραματική μονάδα. Τα γίγαρτα συλλέχθηκαν και αφού καταμετρήθηκαν, ξεπλύθηκαν και αφυδατώθηκαν ώστε να μετρηθεί το βάρος τους με ζυγαριά ακριβείας.

2.3. Μεθοδολογία βασικών χημικών αναλύσεων σε νωπά σταφύλια

2.3.1. Προσδιορισμός ογκομετρούμενης /ολικής οξύτητας

Το σύνολο των ελεύθερων καρβοξυλομάδων που βρίσκονται στο γλεύκος, είτε σε μοριακή κατάσταση είτε σε μορφή ανιόντων, αποτελεί την ολική ή ογκομετρούμενη οξύτητα. Ο προσδιορισμός της πραγματοποιείται μέσω τιτλοδότησης, με βάση την διαδικασία εξουδετέρωσης των όξινων ομάδων του δείγματος με πρότυπο διάλυμα αλκάλειως (συνήθως 0.1 N NaOH) παρουσία ενός δείκτη, ο οποίος στις περισσότερες περιπτώσεις είναι το κυανό της βρωμοθυμόλης. Η εξαγόμενη ολική οξύτητα εκφράζεται σε ισοδύναμα γραμμάρια τρυγικού οξέος ανά λίτρο.

2.3.2. Ενεργή οξύτητα – pH

Σαν ενεργή οξύτητα ή pH καλείται το σύνολο των ελεύθερων καρβοξυλομάδων που βρίσκονται σε διάσταση και δίνουν H^+ . Αρχικά γίνεται η βαθμονόμηση του οργάνου σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή με ρυθμιστικά διαλύματα γνωστού pH, συνήθως 4, 7 και 10.

Κατόπιν σε ένα ποτήρι ζέσεως (που περιέχει ένα μικρό μαγνήτη και βρίσκεται πάνω σε μαγνητικό αναδευτήρα) τοποθετούνται περίπου 10 ml γλεύκους έτσι ώστε το ηλεκτρόδιο να είναι εμβαπτισμένο και να μην ακουμπάει στα τοιχώματα του ποτηριού ή στον μαγνήτη. Όταν η τιμή σταθεροποιηθεί παίρνουμε τη μέτρηση. Λαμβάνονται τουλάχιστον δύο μετρήσεις από το ίδιο δείγμα και καταγράφεται ο μέσος όρος με δύο δεκαδικά ψηφία.

2.3.3. Προσδιορισμός σακχάρων με διαθλασίμετρο

Στο χυμό σταφυλιού, σχεδόν το σύνολο των διαλυτών στερεών αποτελείται από σάκχαρα οπότε η μέτρηση με διαθλασίμετρο αντιστοιχίζεται κατευθείαν σε συγκέντρωση σακχάρων ($^{\circ}\text{Brix}$: g σακχάρου/ 100g διαλύματος).

Από την σακχαρομέτρηση προσδιορίζεται ο χρόνος του τρυγητού αλλά και ο δυναμικός αλκοολικός τίτλος του γλεύκους. Η βαθμονόμηση του οργάνου γίνεται συνήθως με απιονισμένο νερό. Στη συνέχεια γίνεται η μέτρηση του δείκτη διάθλασης του δείγματος (γλεύκους). Στο πρίσμα του διαθλασιμέτρου τοποθετούνται 1-2 σταγόνες από το γλεύκος και διαβάζεται η μέτρηση με κλειστό το κάλυμμα. Επειδή στο διαθλασίμετρο χρησιμοποιούνται μόνο μερικές σταγόνες δείγματος, θα πρέπει για την αποφυγή σφάλματος, η δειγματοληψία να γίνει με τέτοιο τρόπο ώστε να προκύψει δείγμα αντιπροσωπευτικό του συνόλου. Επίσης, πρέπει να ληφθεί η θερμοκρασία του δείγματος (θερμοκρασία περιβάλλοντος). Αν είναι διαφορετική των 20 °C θα πρέπει να γίνει διόρθωση της παρατηρούμενης μέτρησης.

2.4. Αντιδραστήρια

Κατά την διάρκεια της πειραματικής διαδικασίας, χρησιμοποιήθηκαν οι παρακάτω διαλύτες χρωματογραφικής καθαρότητας (HPLCgrade): νερό (Sigma-Aldrich, Steinheim, USA) και μεθανόλη (Chem-Lab NV, Zedelgem, Belgium). Χρησιμοποιήθηκε επίσης, φορμικό οξύ (Sigma-Aldrich, Steinheim, USA) και ακετόνη για ανάλυση (pro-analysis). Τέλος, χρησιμοποιήθηκε ακόμη και τριφθοροξικό οξύ (Fluka). Με τα παραπάνω αντιδραστήρια, παρασκευάστηκαν τα παρακάτω διαλύματα: το διάλυμα εκχύλισης ακετόνης 70% σε υδατικό διάλυμα τριφθοροξικού οξέος περιεκτικότητας 0,05% για την παρασκευή του οποίου, σε ογκομετρική φιάλη των 50 mL, προστέθηκαν 5 mL νερού, 35 mL ακετόνης και 25 μL τριφθοροξικού οξέος. Στην συνέχεια, συμπληρώθηκε η ογκομετρική φιάλη με νερό έως την χαραγή της. Το δεύτερο διάλυμα που παρασκευάστηκε ήταν ένα υδατικό διάλυμα φορμικού οξέος με περιεκτικότητα 0.134%. Για την παρασκευή του, σε ογκομετρική φιάλη των 50 mL, προστέθηκαν 20 mL νερού, 67 μL φορμικού οξέος και συμπληρώθηκε νερό έως την χαραγή.

2.5. Αναλυτικές συσκευές

Για την ανάλυση χρησιμοποιήθηκαν οι εξής συσκευές: ζυγός τεσσάρων δεκαδικών ψηφίων, περιστροφικός αναδευτήρας (wheel) (Stuard-SB3), συσκευή φυγοκέντρωσης 5804 R (Eppendorf), με ρότορα Rotor F-45-30-11, συσκευή συμπύκνωσης TurboVap LV (Caliper Sciences) με διαβίβαση ρεύματος αζώτου υπό πίεση, αναδευτήρας Vortex,

συσκευή λουτρού υπερήχων RK100H (Bandelin Sonorex), θάλαμος ψύξης TS 606-G/4 (WTW). Το σύστημα λυοφιλίωσης που χρησιμοποιήθηκε είναι του οίκου Christ, μοντέλο Alpha 2-4 (condenser temperature = -85°C), και συνδυάζεται με διβάθμια περιστροφική αντλία κενού Vacuubrand, μοντέλο RZ 2.5, (maxflow 2.3/2.8 m³/h ultimate vacuum 4x10⁻⁴ mbar).

2.6. Χρωματογραφικές συνθήκες

Η χρωματογραφική μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε για τον προσδιορισμό των ανθοκυανών βασίζεται σε προηγούμενες μελέτες που πραγματοποιήθηκαν στο εργαστήριο «Αμπελουργίας» του ΑΠΘ, με μικρές παραλλαγές στον βαθμό οξόνισης της κινητής φάσης, καθώς και στο πρόγραμμα της HPLC (Kallithraka S. et al., 2005). Εφαρμόστηκε η τεχνική της υγρής χρωματογραφίας υψηλής απόδοσης, συζευγμένης με φασματοφωτομετρία UV-Vis. Χρησιμοποιήθηκε σύστημα HPLC/DAD (High Performance Liquid Chromatograph/Diode Array Detector), Spectra System TSP (Thermo Separation Products, Austin, TX, USA) αποτελούμενο από απαερωτή κινητής φάσης σε σειρά με δυαδική αντλία κινητής φάσης P 2000, αυτόματο δειγματολήπτη AS 3000 με βρόγχο δείγματος όγκου 100μL και ενσωματωμένο θερμοστατούμενο θάλαμο στήλης, και ανιχνευτή συστοιχίας φωτοδιόδων UV6000LP. Η χρωματογραφική στήλη που χρησιμοποιήθηκε είναι Nucleosil 100-5 C18, 250×4.6 mm, 5μm αντίστροφης φάσης (Macherey–Nagel, Düren, Germany) και εφαρμόστηκε δυαδικό σύστημα κινητών φάσεων (A: 5% φορμικό οξύ σε νερό και B: μεθανόλη) με βαθμιδωτή μεταβολή της συγκέντρωσης και σταθερή ροή 1 mL/min. Ο όγκος έγχυσης ήταν 5 μL, και η θερμοκρασία της στήλης 40°C, ενώ η καταγραφή του σήματος του ανιχνευτή πραγματοποιούνταν στα 520 nm με τη βοήθεια του λογισμικού Chrom Quest 5 (Thermo Fisher Scientific Inc).

Πίνακας 1: Βαθμιδωτή έκλυση δυαδικού συστήματος κινητών φάσεων

t (min)	Flow (mL/min)	% A: 5% FA in H ₂ O	%B: MeOH
0	1	90	10
22	1	50	50
32	1	5	95
34	1	5	95
35	1	90	10
40	1	90	10

2.7. Πρότυπα διαλύματα - Βαθμονόμηση

Με ζύγιση κατάλληλης ποσότητας από την κάθε ανθοκυάνη και διάλυσή της σε μεθανόλη παρασκευάστηκαν πρότυπα διαλύματα των ενώσεων delphinidin-3-O-glucoside, cyanidin-3-O-glucoside, petunidin-3-O-glucoside, peonidin-3-O-glucoside, malvidin-3-O-glucoside συγκέντρωσης 1mg/mL. Στη συνέχεια, παρασκευάστηκαν πρότυπα διαλύματα συγκεντρώσεων 1, 5, 10, 20, 30, 40, 50 µg/mL και των πέντε ενώσεων σε μεθανόλη:νερό 1:1 (v/v) για την κατασκευή πρότυπων καμπυλών αναφοράς και αναλύθηκαν χρωματογραφικά. Οι χρόνοι έκλουσης των συστατικών φαίνονται στον πίνακα 2.

Πίνακας 2: Χρόνοι έκλουσης των πέντε ανθοκυανών, πρότυπη ευθεία βαθμονόμησης και γραμμικός συντελεστής συσχέτισης r^2

	Ανθοκυάνη	Retention Time	Εξίσωση πρότυπης καμπύλης	r^2
Dlp	Delphinidin-3-O-glucoside	14.23	$y = 58,762.6x + 12652.8$	0.995
Cyn	Cyanidin-3-O-glucoside	15.65	$y = 71,521.6x + 1332.5$	0.990
Pt	Petunidin-3-O-glucoside	16.81	$y = 64,173.8x + 34,078.8$	0.993
Pn	Peonidin-3-O-glucoside	18.08	$y = 60,247.3x + 44,897.5$	0.987
Mlv	Malvidin-3-O-glucoside	18.79	$y = 51,359.2x + 33,696.8$	0.994

Τα εμβαδά των κορυφών που προέκυψαν από τα χρωματογραφήματα των πρότυπων διαλυμάτων για την κάθε ανθοκυάνη αντιστοιχίστηκαν με τις συγκεντρώσεις τους και η μαθηματική έκφραση της γραμμικής σχέσης τους, της μορφής $ax + \beta$, φαίνεται επίσης στον πίνακα 2 καθώς και ο συντελεστής γραμμικής συσχέτισης r^2 . Η γραμμικότητα θεωρείται αποδεκτή και ο συντελεστής συσχέτισης ικανοποιητικός καθώς $r^2 = 0.9999 > 0.980$

2.8. Προετοιμασία δειγμάτων

2.8.1. Δείγματα

Εικοσιτέσσερα δείγματα ερυθρών ποικιλιών (Αγιωργίτικο, Ξινόμαυρο, Μανδηλαριά και Λημνιώνα), τα οποία αποθηκεύτηκαν σε βαθιά κατάψυξη (-80°C), διαχωρίστηκαν στους επιμέρους ιστούς τους (φλοιός σάρκα, γίγαρτα) και έγινε λυοφιλίωση των φλοιών σύμφωνα με τη μεθοδολογία που θα αναλυθεί παρακάτω. Για κάθε μεταχείριση μιας ποικιλίας λήφθηκαν τρία δείγματα. Κάθε δείγμα αποτελούνταν από 50 ράγες και το βάρος των δειγμάτων κυμάνθηκε από 45 έως 200 g.

Επομένως, ένα δείγμα που κωδικοποιείται ως «AGCO1» προέρχεται από αμπέλι της ποικιλίας Αγιωργίτικο (AG), που δεν υπέστη ξεφύλλισμα (CO) και είναι το 1ο από τα τρία συνολικά δείγματα που συλλέχθηκαν με αυτές τις ιδιότητες.

Πίνακας 3: Κωδικοποίηση δειγμάτων

Κωδικός Δείγματος	Ποικιλία	Μεταχείριση		Αριθμός Επανάληψης		
		Μάρτυρας	Ξεφύλλισμα			
AG	Αγιωργίτικο	CO	LR	1	2	3
XI	Ξινόμαυρο	CO	LR	1	2	3
MD	Μανδηλαριά	CO	LR	1	2	3
LI	Λημνιάνα	CO	LR	1	2	3

2.8.2. Προετοιμασία δειγμάτων για λυοφιλίωση

Από τις κατεψυγμένες ράγες διαχωρίστηκαν οι φλοιοί με τη βοήθεια λαβίδων. Στην συνέχεια εμβαπτίστηκαν σε απιονισμένο νερό, προκειμένου να αποτραπεί η εκχύλιση των προς ανάλυση συστατικών και τοποθετήθηκαν ανάμεσα σε διηθητικά χαρτιά προκειμένου να στεγνώσουν. Αποθηκεύτηκαν σε δοχείο χωρητικότητας 120 mL. Ύστερα οι φλοιοί καταψύχθηκαν σε βαθιά κατάψυξη, στους -80°C .

Όσον αφορά τα γίγαρτα, αφαιρέθηκαν προσεκτικά ό,τι υπολείμματα σάρκας, και εμβαπτίστηκαν σε απιονισμένο νερό. Ακολουθήθηκε η ίδια διαδικασία με την περίπτωση των φλοιών. Τοποθετήθηκαν σε μεταλλικό δοχείο και στην συνέχεια αποθηκεύτηκαν σε απλή κατάψυξη (-25°C). Η σάρκα, αφού ζυγίστηκε, απορρίφθηκε. Η διάρκεια της λυοφιλίωσης καθορίζεται από το χρόνο που απαιτείται για την επίτευξη σταθερού βάρους και εξαρτάται, αφενός, από τα χαρακτηριστικά της συσκευής λυοφιλίωσης (θερμοκρασία συμπυκνωτή, παροχή και υποπίεση αντλίας κενού) και αφετέρου, από τη μάζα και το είδος του ιστού. Η απαιτούμενη διάρκεια λυοφιλίωσης βρέθηκε για την παραπάνω μεθοδολογία ότι ανέρχεται σε 2 ημέρες για τους φλοιούς και 4 ημέρες για τα γίγαρτα. Μετά την έξοδο των δειγμάτων από τη συσκευή λυοφιλίωσης, ζυγίζεται το μικτό τους βάρος.

Οι φλοιοί κονιοποιούνται στο μέγιστο δυνατό βαθμό με τη βοήθεια λαβίδας και τα ξηρά δείγματα αποθηκεύονται σε βαζάκια χωρητικότητας 30 mL τα οποία αποθηκεύονται σε απλή κατάψυξη θερμοκρασίας -25°C . Τα γίγαρτα αλέθονται με τον ίδιο τρόπο που αλέθονται οι φλοιοί και αποθηκεύονται σε βαζάκια χωρητικότητας 30 mL, τα οποία αποθηκεύονται, επίσης σε απλή κατάψυξη θερμοκρασίας -25°C . Το τελικό προϊόν, μετά τη λυοφιλίωση είναι σε μορφή σκόνης για τους φλοιούς.

2.9. Πρωτόκολλο εκχύλισης

Ο προσδιορισμός του συνολικού περιεχομένου σε ανθοκυάνες πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με το ακόλουθο πρωτόκολλο. Αρχικά σε σκουρόχρωμο erpendorf φιαλίδιο των 2 mL ζυγίστηκαν 14 mg λυοφιλιωμένου ιστού.

Προστέθηκαν 0.2 mL μεθανόλης και 1.4 mL διαλύματος ακετόνης 70% σε υδατικό διάλυμα τριφθοροξικού οξέος (0,05% TFA). Στην συνέχεια, το μίγμα αναδεύτηκε σε vortex για 3 sec και τοποθετήθηκε σε λουτρό υπερήχων στους 2°C για 10 min, το οποίο βρισκόταν σε σκοτεινό μέρος. Έπειτα, τοποθετήθηκε σε κατακόρυφο περιστροφικό αναμίκτη για 20 min στους 4°C στο σκοτάδι. Η παραπάνω διαδικασία, πραγματοποιήθηκε εις διπλούν. Ακολούθησε φυγοκέντρηση για 10 min στους 4°C σε

10,000 στροφές. Ύστερα ακολούθησε η μεταφορά από το υπερκείμενο 400 μL σε διαφανή πλαστικά φιαλίδια τύπου errendorf και στρόγγυλου πυθμένα χωρητικότητας 2 mL. Τα διαφανή errendorf εισήχθησαν σε συσκευή συμπύκνωσης με διαβίβαση ρεύματος αζώτου υπό πίεση που αυξάνεται σταδιακά από 5 σε 15 psi, έως την πλήρη ξήρανσή τους. Ακολούθησε η προσθήκη 200 μL μεθανόλης και αναδεύτηκε σε συσκευή Vortex. Προστέθηκαν 600 μL διαλύματος 0.134% φορμικού οξέος σε νερό και έγινε ανάδευση ξανά. Τα δείγματα εισήχθησαν σε λουτρό υπερήχων στους περίπου 4°C απουσία φωτός για 15 min, έγινε ανάδευση σε συσκευή Vortex και ακολούθησαν επιπλέον 15 min στο λουτρό υπερήχων.

Μετάπειτα, ακολούθησε ανάδευση σε συσκευή Vortex και έγινε φυγοκέντρηση στους 4°C και στις 14,000 rpm για 15 min. Τα δείγματα διηθήθηκαν με φίλτρα σύριγγας Cartiva και τη βοήθεια πλαστικής σύριγγας ινσουλίνης 1 mL σε καφέ φιαλίδια 1.5 mL και μεταφέρθηκαν για ανάλυση στον χρωματογράφο. Τονίζεται ότι τα δείγματα αποθηκεύτηκαν ως συμπυκνώματα σε βαθιά κατάψυξη (-80°C) εφόσον δεν ακολούθησε άμεσα χρωματογραφική ανάλυση.

2.10. Στατιστική ανάλυση

Η στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων του πειράματος έγινε με τη χρήση του Microsoft Excel (Microsoft, ΗΠΑ), χρησιμοποιώντας το εργαλείο Ανάλυσης Δεδομένων. Η σημαντικότητα των αποτελεσμάτων ελέγχθηκε με την εφαρμογή (ANOVA) σε επίπεδο σημαντικότητας ($p < 0,05$). 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.

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1. Βασικές και Μηχανικές αναλύσεις σταφυλιών

3.1.1. Μηχανικές αναλύσεις σταφυλής

Οι μετρήσεις του μήκους και πλάτους της σταφυλής, πραγματοποιήθηκαν στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης. Οι τιμές, οι οποίες αναγράφονται στον πίνακα 4, απεικονίζουν τους μέσους όρους των τριών επαναλήψεων για τις δύο μεταχειρίσεις της κάθε ποικιλίας. Δεν παρατηρήθηκε κάποια σχετική αναλογία μεταξύ μήκους και πλάτους. Δηλαδή, οι σταφυλές με το μεγαλύτερο μήκος δεν εμφάνισαν αντίστοιχα και το μεγαλύτερο πλάτος, ενώ το ξεφύλλισμα σχεδόν σε όλες τις περιπτώσεις συντέλεσε στο να αυξηθεί (ή να διατηρηθεί σταθερό) το μήκος και το πλάτος τους.

Το μεγαλύτερο μήκος σταφυλής μετρήθηκε στην ποικιλία Αγιωργίτικο (AG) 20.2 cm διαφέροντας στατιστικά σημαντικά από τις ποικιλίες Ξινόμαυρο (XI) και Λημιώνα (LI). Η ποικιλία Ξινόμαυρο (XI) ήταν η λιγότερο επιμήκης στα 9.3 cm. Αντίθετα, το μεγαλύτερο πλάτος σταφυλής παρουσιάστηκε στην μεταχείριση LR της ποικιλίας Μανδηλαριά (MD) 12.3 cm, ενώ αρκετά κοντά μετρήθηκε και το πλάτος σταφυλής της μεταχείρισης LR της ποικιλίας Λημιώνα (LI) 10.1 cm. Το μικρότερο πλάτος μετρήθηκε στην ποικιλία Ξινόμαυρο (XI) 5.5 cm διαφέροντας στατιστικά σημαντικά από τις υπόλοιπες.

Πίνακας 4: Μήκος και πλάτος σταφυλής εκφρασμένα σε cm, που προκύπτει από τον μέσο όρο των τριών επαναλήψεων για κάθε μεταχείριση ξεχωριστά

Ποικιλία	Μεταχείριση	Μήκος σταφυλής (cm)	Πλάτος σταφυλής (cm)
Αγιωργίτικο	CO	20±1.32	9.3±0.76
	LR	20.2±0.72	9.2±0.25
Ξινόμαυρο	CO	9.3±0.29	5.5±0.87
	LR	11.6±0.58	6±0.87
Λημιώνα	CO	11±2.56	8.3±2.25
	LR	12.8±1.08	10.1±0.76
Μανδηλαριά	CO	18.2±2.02	10.6±3.75
	LR	18.7±1.26	12.3±3.51

3.1.2. Μετρήσεις ολικής οξύτητας

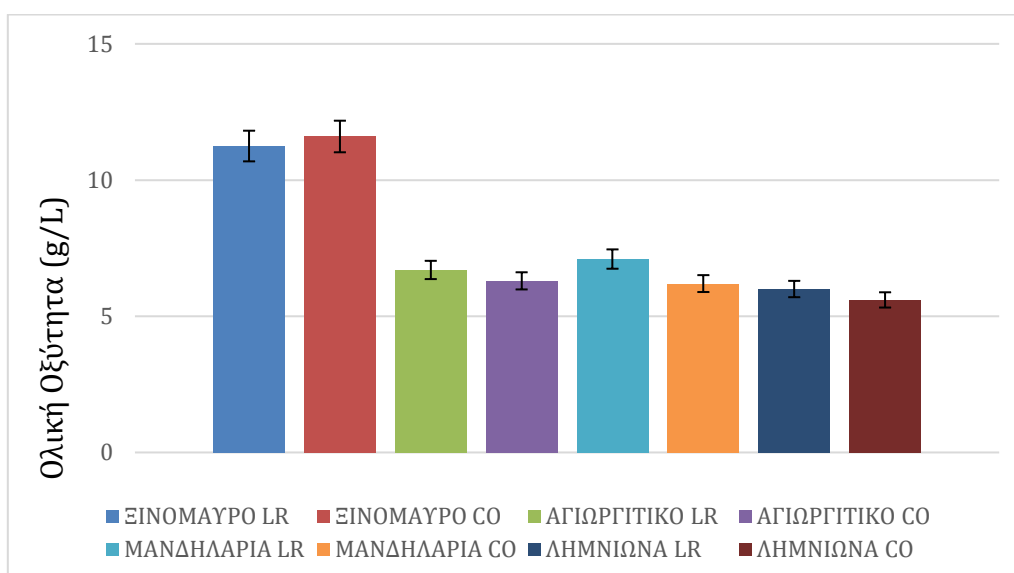
Το σύνολο των ελεύθερων καρβοξυλομάδων που βρίσκονται στο γλεύκος, είτε σε μοριακή κατάσταση είτε σε μορφή ανιόντων, αποτελεί την ολική ή ογκομετρούμενη οξύτητα που προσδιορίστηκε στα υπό μελέτη δείγματα σταφυλιών. Η οξύτητα εκφράζεται σε g/L τρυγικού οξέος του φρέσκου χυμού σταφυλιών κατά την παραλαβή τους. Στον πίνακα 5 φαίνονται τα αποτελέσματα των μετρήσεων της ολικής οξύτητας τόσο στο ξεφυλλισμένο δείγμα (LR) όσο και στον μάρτυρα (CO) για όλες τις ποικιλίες.

Πίνακας 5: Μετρήσεις ολικής οξύτητας (g τρυγικού/L) στις ράγες σταφυλιών

Τύπος ποικιλίας	O.O (g/L)
XILR	11.25±0.33
XICO	11.6±0.28
AGLR.	6.7±0.26
AGCO	6.3±0.22
MDLR.	7.1±0.30
MDCO	6.2±0.32
LILR.	6±0.12
LICO	5.6±0.18

Παρατηρείται ότι συνολικά, και για τα ξεφυλλισμένα πρέμνα (LR) και για τα φυτά μάρτυρες (CO), η ποικιλία Ξινόμαυρο (XI) έχει την υψηλότερη ολική οξύτητα. Αυτό γίνεται πιο εύκολα αντιληπτό από το διάγραμμα 1 όπου απεικονίζεται σχηματικά η ολική οξύτητα. Το παραπάνω συμπέρασμα, είναι αναμενόμενο αφού η ποικιλία Ξινόμαυρο είναι γνωστή για τον όξινο της χαρακτήρα (Kyraleou et al., 2015).

Οι τιμές της ολικής οξύτητας για την ποικιλία Αγιωργίτικο (AG), σύμφωνα με τον πίνακα 5, κυμαίνονται πάνω από 6 g/L, τιμές αναμενόμενες καθώς σαν ποικιλία το Αγιωργίτικο φημίζεται για τους μαλακούς φρέσκους οίνους που δίνει, με χαμηλή ολική οξύτητα (Παπανδρέου, 2016). Επίσης, η ολική οξύτητα των δειγμάτων της ποικιλίας Μανδηλαριά κυμαίνεται στα ίδια επίπεδα με αυτά του Αγιωργίτικου. Η ποικιλία Λημνιώνα παρουσιάζει συνολικά στα δείγματά της και στις δύο μεταχειρίσεις της την χαμηλότερη ολική οξύτητα.



Διάγραμμα 1: Ολική οξύτητα δειγμάτων

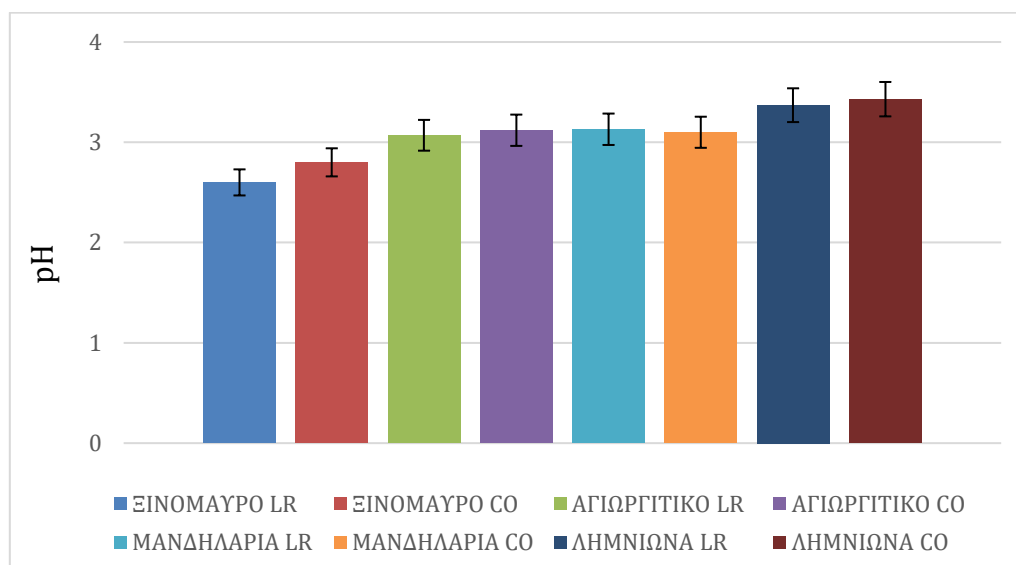
3.1.3. Μετρήσεις προσδιορισμού pH

Στον πίνακα 6 αναγράφονται οι τιμές pH για την κάθε ποικιλία και για την κάθε μεταχείρισή της ξεχωριστά όπως προέκυψαν ύστερα από τις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν.

Πίνακας 6: Αποτελέσματα μετρήσεων τιμών pH

Τύπος ποικιλίας	pH
XILR	2.6±0.01
XICO	2.8±0.01
AGLR	3.07±0.01
AGCO	3.12±0.03
MDLR	3.13±0.02
MDCO	3.1±0.01
LILR	3.37±0.01
LICO	3.43±0.02

Το Ξινόμαυρο που έχει την μεγαλύτερη τιμή ολικής οξύτητας έχει τις χαμηλότερες τιμές pH συνολικά και στις δύο μεταχειρίσεις του. Το Ξινόμαυρο δηλαδή σαν ποικιλία έχει υψηλότερη οξύτητα συγκριτικά με τις υπόλοιπες τρεις. Από την άλλη πλευρά, η ποικιλία Λημιώνα και συγκεκριμένα τα πρέμνα μάρτυρες αυτής (LICO) παρουσίασαν τις υψηλότερες τιμές pH. Το αποτέλεσμα αυτό, είναι κατανοητό και αναμενόμενο καθώς, σύμφωνα με τον πίνακα 5 παραπάνω, η Λημιώνα σαν ποικιλία έχει συνολικά την χαμηλότερη τιμή ολικής οξύτητας. Το pH και η ολική οξύτητα, σαν μεγέθη, είναι αντιστρόφως ανάλογα. Η Λημιώνα σαν ποικιλία συγκριτικά με τις υπόλοιπες τρεις έχει το υψηλότερο pH. Οι τιμές των μετρήσεων pH για τα δείγματα των ποικιλιών Αγιωργίτικο και Μανδηλαριά υπολογίστηκαν στα ίδια επίπεδα. Παρακάτω, στο διάγραμμα 2, παρουσιάζεται σχηματικά το pH των υπό εξέταση ποικιλιών και των μεταχειρίσεών τους.



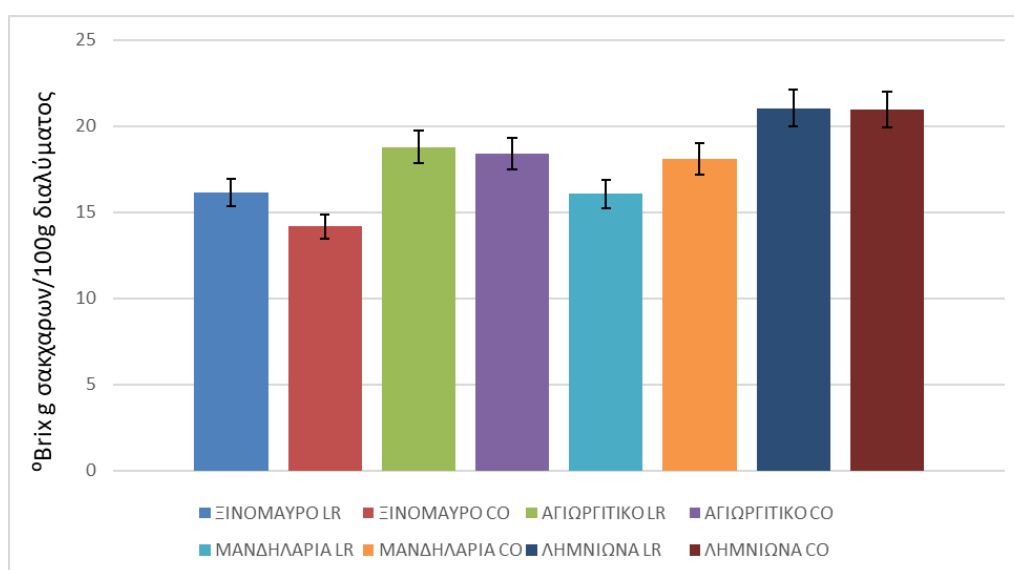
Διάγραμμα 2: Αναλύσεις pH στις υπό εξέταση ποικιλίες

3.1.4. Σακχαροπεριεκτικότητα (°Brix)

Στο χυμό των σταφυλιών, καθώς το σύνολο των διαλυτών στερεών αποτελείται κυρίως από σάκχαρα, η μέτρηση στο διαθλασίμετρο αντιστοιχεί σε συγκέντρωση σακχάρων (°Brix: g σακχάρων/100g διαλύματος). Για αυτόν τον λόγο μετρήθηκε η συνολική ποσότητα των σακχάρων των δειγμάτων. Τα αποτελέσματα φαίνονται στον πίνακα 7.

Πίνακας 7: Σακχαροπεριεκτικότητα (°Brix) στα δείγματα ποικιλιών

Τύπος ποικιλίας	°Brix
XILR	16.15±0.05
XICO	14.18±0.07
AGLR	18.78±0.06
AGCO	18.38±0.06
MDLR	16.05±0.10
MDCO	18.08±0.08
LILR	21.03±0.05
LICO	20.97±0.06



Διάγραμμα 3: Σακχαροπεριεκτικότητα (°Brix) στις υπό εξέταση ποικιλίες

Το συμπέρασμα που προκύπτει από τον πίνακα 7, είναι πως τα σταφύλια της ποικιλίας Λημνιόνα έχουν τις υψηλότερες τιμές βαθμών Brix, το οποίο συνεπάγεται ότι η ποικιλία έχει τα περισσότερα σάκχαρα στους χυμούς των σταφυλιών της. Μάλιστα, οι τιμές των βαθμών Brix των δύο μεταχειρίσεων της ποικιλίας Λημνιόνα, είναι πάρα πολύ κοντά. Η εφαρμογή του ξεφυλλίσματος φαίνεται να επηρέασε θετικά τα σάκχαρα

στους χυμούς των σταφυλιών της ποικιλίας Ξινόμαυρο (XILR), ενώ το ανάποδο συνέβη με την ποικιλία Μανδηλαριά (MDLR), όπου η εφαρμογή του ξεφυλλίσματος φαίνεται να μείωσε την συνολική ποσότητα σακχάρων στο χυμό των σταφυλιών της. Στην ποικιλία Αγιωργίτικο, δεν παρουσιάστηκαν αισθητά σημαντικές διαφορές στις τιμές των βαθμών Brix στις δύο μεταχειρίσεις, αποτέλεσμα το οποίο σημαίνει ότι το ξεφύλλισμα δεν επηρέασε τα σάκχαρα των σταφυλιών. Στο διάγραμμα 3, σχηματικά απεικονίζονται οι βαθμοί Brix για τις τέσσερις ποικιλίες και τις μεταχειρίσεις τους αντίστοιχα.

3.2. Μετρήσεις βάρους και υγρασίας των ραγών

Στο διάγραμμα 4 παρουσιάζεται η κατανομή βάρους των τριών μερών της ράγας για κάθε μία από τις τέσσερις ποικιλίες και για κάθε μεταχείριση ξεχωριστά. Παρατηρείται πως δεν υπάρχουν αισθητά σημαντικές διαφορές και αποκλίσεις ανάμεσα στις ποικιλίες μεταξύ τους αλλά και στις μεταχειρίσεις, όσον αφορά την σάρκα και τα γίγαρτα.

Όσον αφορά τους φλοιούς, βιβλιογραφικά αναμένεται να αυξηθεί ο φλοιός στα πρέμνα τα οποία υπέστησαν ξεφύλλισμα. Αυτό επιβεβαιώνεται στην περίπτωση των ποικιλιών Αγιωργίτικο (AG) και Μανδηλαριά (MD), όπου στα ξεφυλλισμένα πρέμνα τους, ο φλοιός αυξήθηκε κατά 0,3% αντίστοιχα. Εξετάζοντας τις υπόλοιπες ποικιλίες και μεταχειρίσεις, δεν παρατηρείται κάποια άλλη αισθητά σημαντική ποσοστιαία διαφορά στους φλοιούς των φυτών-μαρτύρων (CO) και των ξεφυλλισμένων φυτών (LR). Επίσης, ο φλοιός, στην ποικιλία Ξινόμαυρο (XI) και στις δύο του μεταχειρίσεις καταλαμβάνει το μεγαλύτερο ποσοστό συγκριτικά με τα ποσοστά των φλοιών των υπολοίπων ποικιλιών.



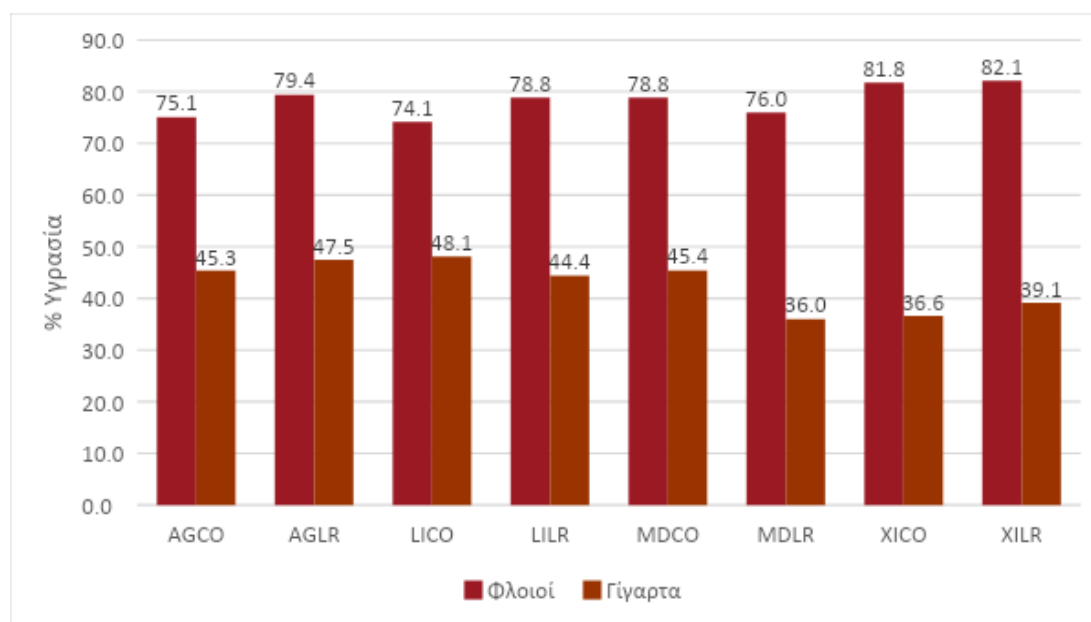
Διάγραμμα 4: Κατανομή βάρους των τριών μερών της ράγας

Το μεγαλύτερο ποσοστό σάρκας εντοπίζεται στην ποικιλία Αγιωργίτικο και στην μεταχείριση μάρτυρας (AGCO), ενώ το μικρότερο ποσοστό σάρκας συναντάται στην

ποικιλία Ξινόμαυρο και μεταχείριση μάρτυρας (XICO). Το ποσοστό των γιγάρτων, κυμαίνεται μεταξύ 4-5.5% με το μεγαλύτερο (5.4%) να παρατηρείται στην ξεφυλλισμένη Μανδηλαριά (MDLR), ενώ το ελάχιστο ποσοστό (4%) στα φυτά μάρτυρες της ποικιλίας Λημνιώνα (LILR) και στα ξεφυλλισμένα φυτά της ποικιλίας Ξινόμαυρο αντίστοιχα (XILR).

Στο διάγραμμα 5 παρουσιάζονται τα ποσοστά υγρασίας των φλοιών και των γιγάρτων των τεσσάρων ποικιλιών και μεταχειρίσεων ξεχωριστά. Όσον αφορά τους φλοιούς, το μεγαλύτερο ποσοστό υγρασίας παρατηρείται στις μεταχειρίσεις, CO και LR της ποικιλίας Ξινόμαυρο (XI). Αντίθετα, το μικρότερο ποσοστό υγρασίας εντοπίζεται στα φυτά-μάρτυρες της ποικιλίας Λημνιώνα (LICO). Τα γίγαρτα, σαν μέρος της ράγας, περιέχουν αισθητά χαμηλότερα ποσοστά υγρασίας από ότι οι φλοιοί, με τα ξεφυλλισμένα πρέμνα της ποικιλίας Μανδηλαριά (MDLR) να κατέχουν το χαμηλότερο ποσοστό. Το μεγαλύτερο ποσοστό παρατηρείται στα φυτά-μάρτυρες της ποικιλίας Λημνιώνα (LICO).

Μεταξύ των μεταχειρίσεων της ίδιας ποικιλίας και όσον αφορά το ποσοστό υγρασίας των γιγάρτων, αισθητά σημαντική διαφορά σε ποσοστό 9,4% εντοπίζεται μεταξύ των φυτών-μαρτύρων και των ξεφυλλισμένων φυτών της ποικιλίας Μανδηλαριά. Η μέγιστη διαφορά στα ποσοστά υγρασίας των φλοιών, παρατηρείται μεταξύ των μεταχειρίσεων στην ποικιλία Λημνιώνα και συγκεκριμένα η διαφορά αυτή φθάνει στο 4.7%.

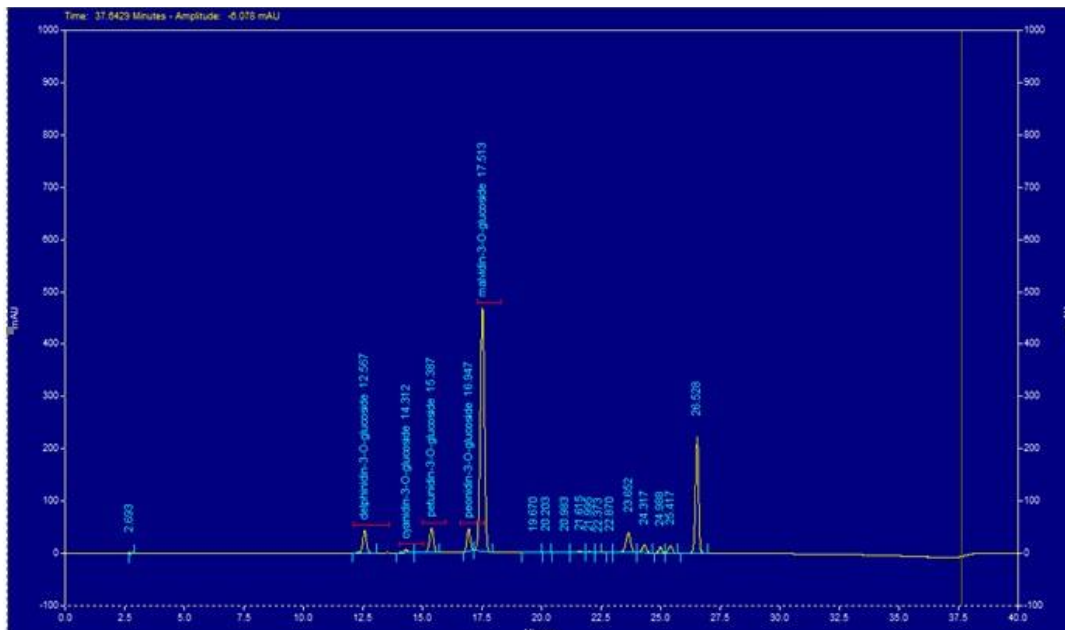


Διάγραμμα 5: Ποσοστά υγρασίας φλοιών και γιγάρτων

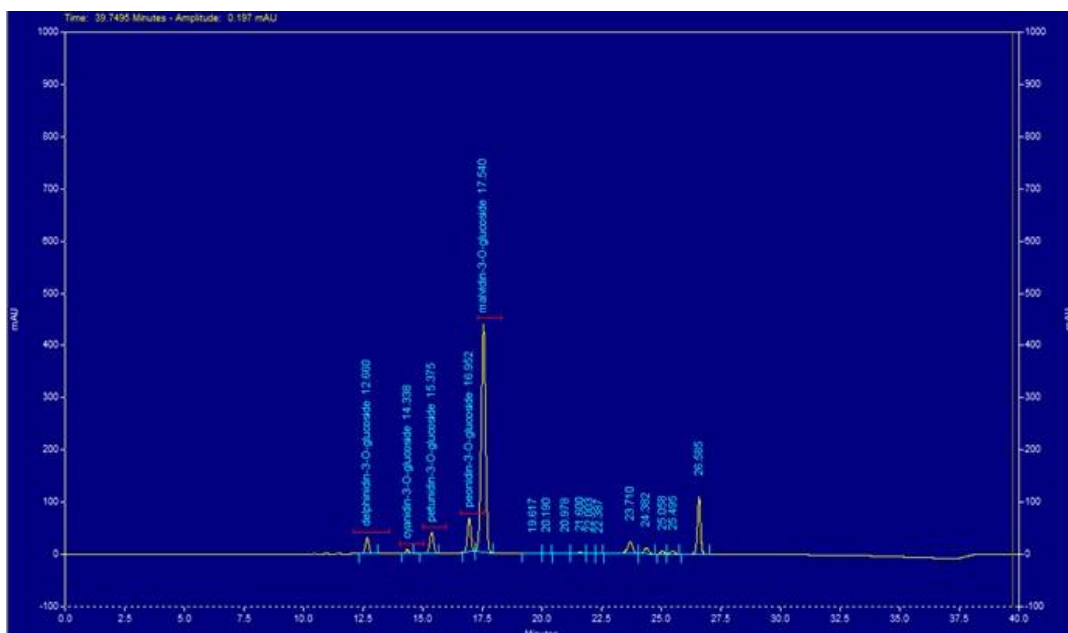
3.4. Ποσοτικός προσδιορισμός ανθοκυανών

Παρακάτω παρουσιάζονται αντιπροσωπευτικά χρωματογραφήματα μάρτυρα και δείγματος που ξεφυλλίστηκε για την ποικιλία Αγιωργίτικο στα οποία προσδιορίστηκαν κατά σειρά εμφάνισης οι μονογλυκοζίτες Δελφινιδίνη (Dlp), Κυανιδίνη (Cyn), Πετουνιδίνη (Pt), Παιονιδίνη (Pn) και Μαλβιδίνη (Mlv). Αντίστοιχα χρωματογραφήματα προέκυψαν για όλες τις περιπτώσεις των ποικιλιών. Τα εμβαδά

των κορυφών που συλλέχθηκαν από τα χρωματογραφήματα, μέσω της βαθμονόμησης, μετατράπηκαν σε συγκεντρώσεις της αντίστοιχης ανθοκυάνης στα δείγματα των ποικιλιών και τα αποτελέσματα φαίνονται παρακάτω.

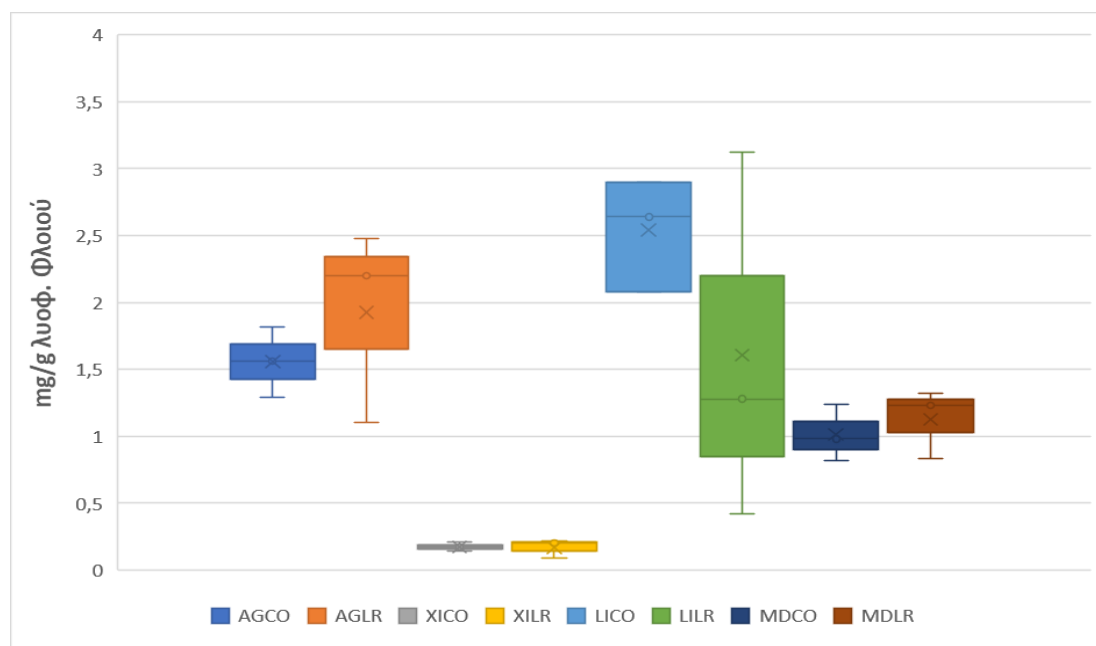


Εικόνα 8: Χρωματογράφημα ανθοκυανών, 3-Ο-μονογλυκοζίτες της δελφινιδίνης, κυανιδίνης, πετουνιδίνης, παιονιδίνης, και μαλβιδίνης για την περίπτωση της ποικιλίας Αγιοργίτικο και μεταχείριση μάρτυρας (AGCO)



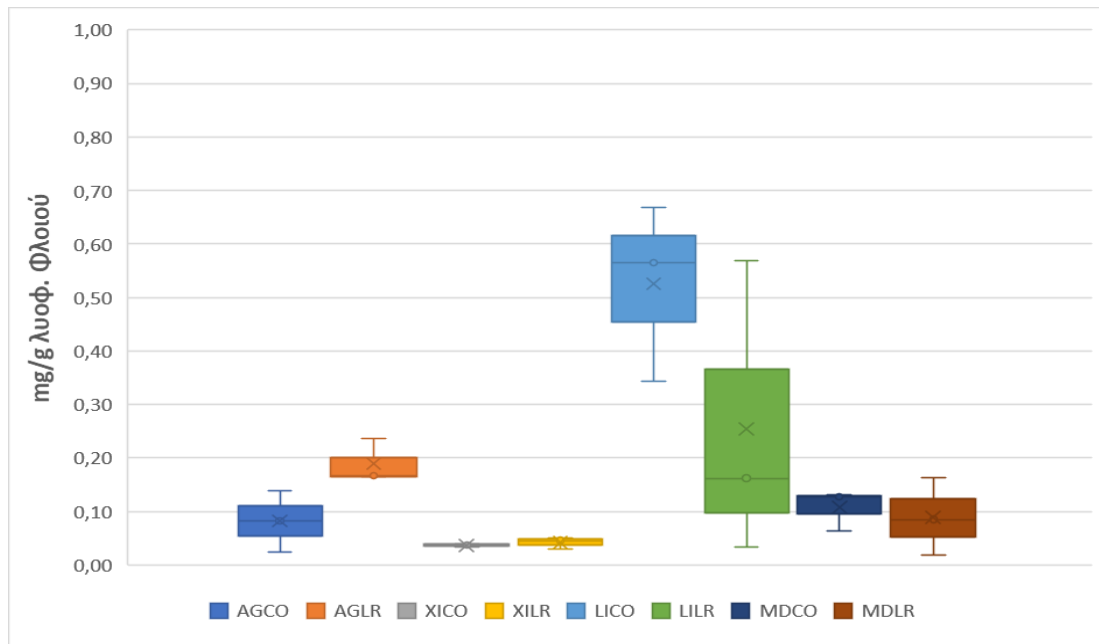
Εικόνα 9: Χρωματογράφημα ανθοκυανών, 3-Ο-μονογλυκοζίτες της δελφινιδίνης, κυανιδίνης, πετουνιδίνης, παιονιδίνης, και μαλβιδίνης για την περίπτωση της ποικιλίας Αγιοργίτικο και μεταχείριση ξεφύλλισμα (AGLR)

Κατά τις πειραματικές μετρήσεις, παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές στην περιεκτικότητα σε ανθοκυάνες μεταξύ των ποικιλιών. Οι πέντε ανθοκυάνες, διαχωρίστηκαν και ποσοτικοποιήθηκαν με την μέθοδο HPLC σε όλα τα δείγματα. Παρακάτω, παρουσιάζεται σχηματικά η κάθε ποικιλία και μεταχείριση για την κάθε ανθοκυάνη ξεχωριστά, εκφραζόμενη σε mg/g λυοφιλωμένου φλοιού.



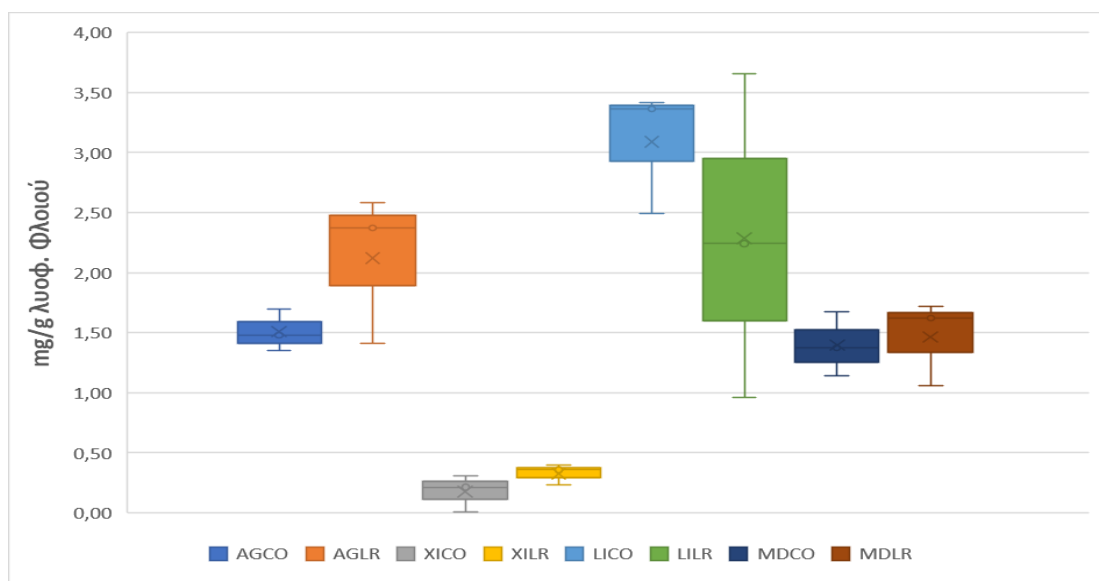
Διάγραμμα 6: Boxplot των συγκεντρώσεων των δειγμάτων για την Δελφινιδίνη (Dlp)

Στο διάγραμμα 6, παρουσιάζονται τα πειραματικά αποτελέσματα για την κάθε ποικιλία και μεταχείριση για την περίπτωση της Δελφινιδίνης. Από το boxplot, παρατηρείται ότι στις περιπτώσεις των ξεφυλλισμένων πρέμων Αγιωργίτικου και Λημνιώνας, οι τιμές παρουσιάζουν κάποια σχετική απόκλιση μεταξύ τους, αν και στις υπόλοιπες ποικιλίες, φαίνεται να υπάρχει μεγάλη ομοιογένεια, καθώς οι τιμές βρίσκονται κοντά στην διάμεσο. Η υψηλότερη συγκέντρωση Δελφινιδίνης, εμφανίζεται στην μεταχείριση LR της ποικιλίας Λημνιώνα (LI) αν και στην μεταχείριση CO της ίδιας ποικιλίας εμφανίζονται αντίστοιχα υψηλές συγκεντρώσεις Δελφινιδίνης με μεγαλύτερη επαναληψιμότητα μετρήσεων.



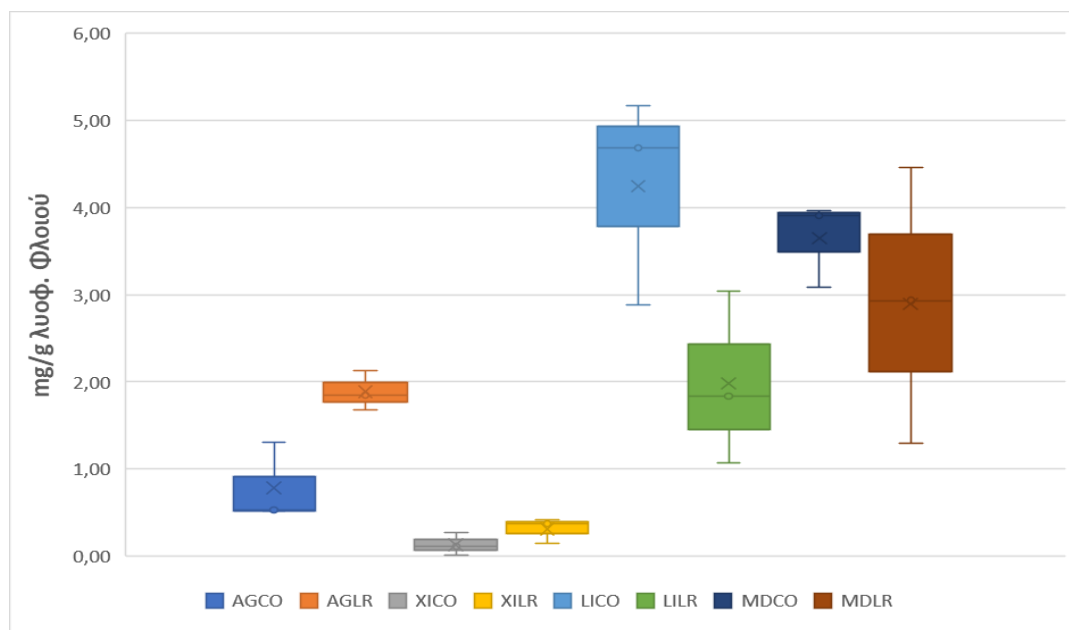
Διάγραμμα 7: Βoxplot των συγκεντρώσεων των δειγμάτων για την Κυανιδίνη (Cyn)

Στο διάγραμμα 7, εμφανίζονται τα πειραματικά αποτελέσματα, για την περίπτωση της Κυανιδίνης, για την κάθε ποικιλία και μεταχείρισή της. Σύμφωνα με την βιβλιογραφία, η Κυανιδίνη είναι η ανθοκυάνη που συναντάται σε ίχνη, και στην περίπτωση της ποικιλίας Ξινόμαυρο (XI), αυτό επιβεβαιώνεται. Η ποικιλία Λημνιώνα (LI) και η μεταχείριση CO εμφανίζουν την υψηλότερη συγκέντρωση Κυανιδίνης, ενώ παρατηρείται και πάλι στην Λημνιώνα (LI) σαν ποικιλία οι τιμές να παρουσιάζουν μεγάλη απόκλιση μεταξύ τους. Στις υπόλοιπες ποικιλίες και μεταχειρίσεις, οι τιμές δεν εμφανίζουν απόκλιση μεταξύ τους. Σύμφωνα με τα boxplot, η μεταχείριση LR της ποικιλίας Μανδηλαριά (MD), παρουσιάζει την χαμηλότερη συγκέντρωση Κυανιδίνης.



Διάγραμμα 8: Βoxplot των συγκεντρώσεων των δειγμάτων για την Πετουινιδίνη (Pt)

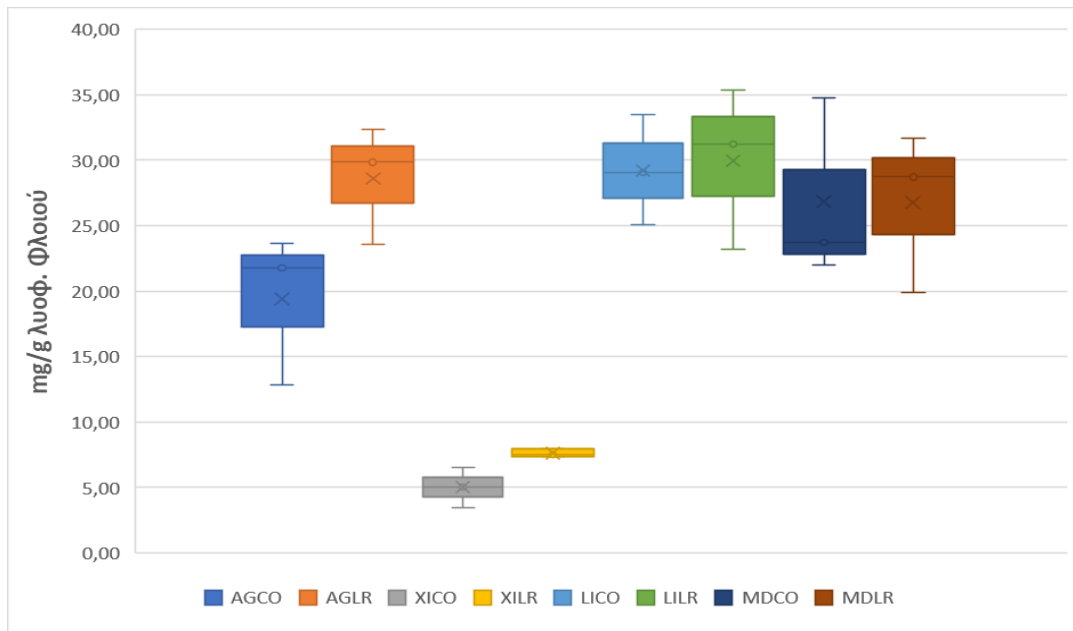
Στο διάγραμμα 8, παρουσιάζονται τα πειραματικά αποτελέσματα για την ανθοκύανη Πετουνιδίνη. Η χαμηλότερη συγκέντρωση Πετουνιδίνης εμφανίζεται στην περίπτωση της ποικιλίας Ξινόμαυρο και μεταχείριση μάρτυρας (XICO).



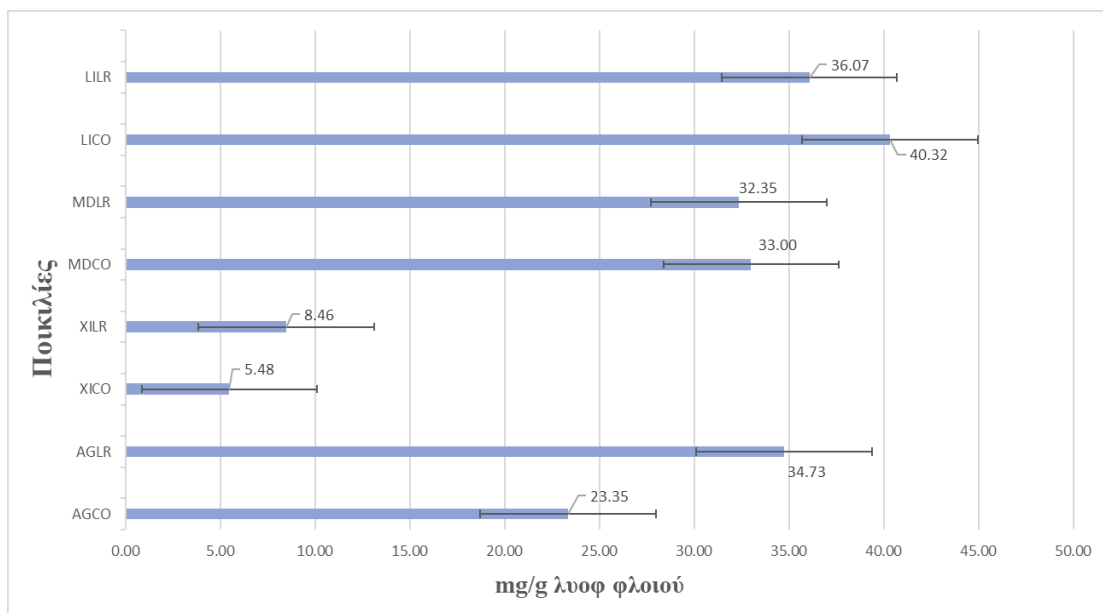
Διάγραμμα 9: Boxplot των συγκεντρώσεων των δειγμάτων για την Παιονιδίνη (Pn)

Στο διάγραμμα 9, παρουσιάζονται σχηματικά τα αποτελέσματα της ανθοκύανης Παιονιδίνης, εκφρασμένα σε mg/g λυοφ. φλοιού. Η υψηλότερη συγκέντρωση Παιονιδίνης εμφανίζεται στην ποικιλία Λημιώνα και στην μεταχείριση μάρτυρας (LICO) και είναι πολύ υψηλότερη από οποιαδήποτε άλλη συγκέντρωση ποικιλίας, όπως απεικονίζεται και στα boxplots. Η μεγαλύτερη ομοιογένεια τιμών εμφανίζεται στο Ξινόμαυρο μάρτυρα (XICO), όπου και συναντάται η χαμηλότερη συγκέντρωση Παιονιδίνης.

Στο διάγραμμα 10, παρουσιάζονται τα πειραματικά αποτελέσματα για την ανθοκύανη Μαλβιδίνη. Η υψηλότερη συγκέντρωση Μαλβιδίνης εκφράζεται στην περίπτωση της ξεφυλλισμένης Λημιώνα (LILR) ενώ οριακά ακολουθεί η ποικιλία Μανδηλαριά με την μεταχείριση μάρτυρα (MDCO). Εξίσου υψηλές συγκεντρώσεις Μαλβιδίνης παρουσιάζουν ο μάρτυρας της ποικιλίας Λημιώνα (LICO) καθώς και η μεταχείριση ξεφυλλισμένο της ποικιλίας Αγιωργίτικο (AGLR). Όπως ορίζει και η βιβλιογραφία, η ανθοκύανη Μαλβιδίνη είναι πιο σταθερή από τις πέντε προαναφερθείσες, γεγονός το οποίο αποδεικνύεται και στην περίπτωση της ποικιλίας Λημιώνα (LI). Η μεγαλύτερη ομοιογένεια τιμών εμφανίζεται στο Ξινόμαυρο μάρτυρα (XICO), όπου και συναντάται η χαμηλότερη συγκέντρωση Μαλβιδίνης. Το συμπέρασμα που προκύπτει είναι ότι η Μαλβιδίνη αυξάνεται σε όλες τις περιπτώσεις του ξεφυλλίσματος, όπως ήταν αναμενόμενο.



Διάγραμμα 10: Boxplot των συγκεντρώσεων των δειγμάτων για την Μαλβιδίνη (Mlv)



Διάγραμμα 11: Ολική ποσότητα ανθοκυανών στα δείγματα

Σύμφωνα με το διάγραμμα 11, όπου απεικονίζεται η ολική ποσότητα των πέντε ανθοκυανών και για τις δύο μεταχειρίσεις των υπό εξέταση δειγμάτων, η ποικιλία Λημιώνα (LI) και στις δύο μεταχειρίσεις της παρουσίασε την υψηλότερη ολική ποσότητα ανθοκυανών. Αντίθετα, η ποικιλία Ξινόμαυρο (XI) και για τις δύο μεταχειρίσεις της παρουσίασε αντίστοιχα την χαμηλότερη ολική ποσότητα ανθοκυανών. Στην ποικιλία Μανδηλαριά (MD), το συνολικό άθροισμα του

ανθοκυανικού προφίλ στην μεταχείριση CO βρέθηκε να είναι αξιοσημείωτα κοντά με το αντίστοιχο άθροισμα της μεταχείρισης LR.

Στον πίνακα 9 παρουσιάζονται τα επίπεδα συγκέντρωσης των πέντε ανθοκυανών στις τέσσερις ελληνικές ερυθρές ποικιλίες και για τις δύο μεταχειρίσεις τους ξεχωριστά, καθώς και το συνολικό αθροιστικό αποτέλεσμα του ανθοκυανικού προφίλ κάθε ποικιλίας και μεταχείρισής της. Οι τιμές είναι εκφρασμένες σε mg/g λυοφ φλοιού. Τα δείγματα, αναλύθηκαν εις τριπλούν n= 3 SD. Σε όλες τις ποικιλίες και τις μεταχειρίσεις τους, η ανθοκυανιδίνη Μαλβιδίνη παρατηρείται να καταλαμβάνει τις υψηλότερες τιμές συγκριτικά με τις υπόλοιπες ανθοκυανιδίνες. Η ανθοκυανιδίνη Κυανιδίνη έδειξε να κατέχει την χαμηλότερη μέση τιμή (0.04 mg/g λυοφ φλοιού) του πίνακα και η τιμή αυτή συναντάται στις δύο μεταχειρίσεις της ποικιλίας Ξινόμαυρο (XICO), (XILR). Η ανθοκυανιδίνη Μαλβιδίνη στην μεταχείριση LILR κατέχει την υψηλότερη μέση τιμή του πίνακα (29.94 mg/g λυοφ φλοιού).

Πίνακας 9: Επίπεδα συγκέντρωσης ανθοκυανών, εκφρασμένα σε mg/g λυοφιλιωμένου ιστού, στα κόκκινα σταφύλια «Αγιωργίτικο», «Ξινόμαυρο», «Μανδηλαριά» και «Λημνιώνα» (τα δείγματα αναλύθηκαν εις τριπλούν, n = 3 ± SD).

Ποικιλία	Ονομασία δείγματος	Dlp	Cyn	Pt	Pn	Mlv	Συνολικό
Αγιωργίτικο	AGCO	1.56± 0.27	0.08± 0.06	1.51 ± 0.18	0.78 ± 0.45	19.42 ± 5.79	23.35± 6.78
	AGLR	1.93 ± 0.73	0.19 ± 0.04	2.12 ± 0.62	1.89 ± 0.23	28.60 ± 4.55	34.73 ± 6.17
Ξινόμαυρο	XICO	0.11 ± 0.04	0.04 ± 0.00	0.18 ± 0.15	0.13 ± 0.13	5.02 ± 1.56	5.48 ± 1.88
	XILR	0.17 ± 0.07	0.04 ± 0.01	0.33 ± 0.09	0.31 ± 0.14	7.61 ± 0.30	8.46 ± 0.60
Μανδηλαριά	MDCO	1.01 ± 0.42	0.11 ± 0.17	1.40 ± 0.52	3.65 ± 1.20	26.83 ± 4.21	33.00 ± 6.52
	MDLR	1.13 ± 1.38	0.09 ± 0.28	1.46 ± 1.35	2.90 ± 0.99	26.77 ± 6.19	32.35 ± 10.19
Λημνιώνα	LICO	2.54 ± 0.21	0.53 ± 0.04	3.09 ± 0.27	4.25 ± 0.50	29.91 ± 6.94	40.32 ± 7.96
	LILR	1.61 ± 0.26	0.25 ± 0.07	2.29 ± 0.36	1.98 ± 1.58	29.94 ± 6.14	36.07 ± 8.41

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Το ξεφύλλισμα στις ποικιλίες Αγιωργίτικο (AG) και Μανδηλαριά (MD) δεν επηρέασε σημαντικά τα χαρακτηριστικά των σταφυλών ως προς το μήκος σταφυλής (πίνακας 4). Αντίθετα, στις ποικιλίες Ξινόμαυρο (XI) και Λημνιώνα (LI) το μήκος σταφυλής των ξεφυλλισμένων πρέμνων αυξήθηκε (πίνακας 4). Όσον αφορά το πλάτος της σταφυλής, στα ξεφυλλισμένα πρέμνα δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε σύγκριση με τα πρέμνα μάρτυρες στις ποικιλίες Αγιωργίτικο (AG) και Ξινόμαυρο (XI). Στις ποικιλίες Μανδηλαριά (MD) και Λημνιώνα (LI) η επίδραση του ξεφυλλίσματος οδήγησε στην αύξηση του πλάτους της σταφυλής (πίνακας 4).

Η ολική οξύτητα των υπό εξέταση ποικιλιών, δεν επηρεάστηκε στατιστικά σημαντικά μετά την εφαρμογή του ξεφυλλίσματος. Μόνο στην Μανδηλαριά (MD), στα ξεφυλλισμένα πρέμνα της αυξήθηκε στατιστικά σημαντικά (πίνακας 5). Το pH επίσης σύμφωνα με τον πίνακα 6 δεν επηρεάστηκε σημαντικά. Στους βαθμούς Brix, το ξεφύλλισμα φάνηκε να επηρεάζει σημαντικά και μη αναμενόμενα την ποικιλία Μανδηλαριά (MD) όπου μειώθηκε η συνολική ποσότητα σακχάρων στον χυμό των σταφυλιών της (πίνακας 7).

Το βάρος των φλοιών στην ποικιλία Λημνιώνα (LI) δεν αυξήθηκε με βάση το αναμενόμενο. Μάλιστα, συνέβη το αντιστρόφως ανάλογο καθώς η εφαρμογή του ξεφυλλίσματος μείωσε το βάρος των φλοιών στα πρέμνα. Επιπρόσθετα, το ξεφύλλισμα έδειξε να επηρεάζει το βάρος των γιγάρτων στην ποικιλία Ξινόμαυρο (XI) (διάγραμμα 5). Στις ποικιλίες Αγιωργίτικο (AG) και Λημνιώνα (LI) πάλι επηρεάστηκε το βάρος των γιγάρτων όχι όμως στατιστικά σημαντικά.

Στον ποσοτικό προσδιορισμό των ανθοκυανών, το ξεφύλλισμα επηρέασε την ανθοκυάνη Δελφινιδίνη (Dlp) μειώνοντας την στην ποικιλία Λημνιώνα (LI) ενώ είχε θετική επίδραση στην ποικιλία Αγιωργίτικο (AG). Η Δελφινιδίνη (Dlp) στην ποικιλία Ξινόμαυρο (XI) δεν επηρεάστηκε από το ξεφύλλισμα ενώ στην ποικιλία Μανδηλαριά (MD) επηρεάστηκε αλλά όχι στατιστικά σημαντικά (διάγραμμα 6). Η Κυανιδίνη (Cyn) έδειξε να επηρεάζεται στην Λημνιώνα (LI) και την Μανδηλαριά (MD). Στο Ξινόμαυρο (XI) η Κυανιδίνη (Cyn) δεν επηρεάστηκε από το ξεφύλλισμα (διάγραμμα 7).

Η Πετουινιδίνη (Pt) φάνηκε να επηρεάζεται στις ποικιλίες Ξινόμαυρο (XI), Αγιωργίτικο (AG) και Μανδηλαριά (MD), ενώ στην Λημνιώνα (LI) η Πετουινιδίνη (Pt) μειώθηκε αισθητά (διάγραμμα 8). Το ξεφύλλισμα έδειξε να επηρεάζει θετικά την Παιονιδίνη (Pt) στις ποικιλίες Ξινόμαυρο (XI) και Αγιωργίτικο (AG) (διάγραμμα 9). Η ανθοκυάνη Μαλβιδίνη (Mlv) έδειξε να επηρεάζεται θετικά και στις τέσσερις υπό εξέταση ποικιλίες. Αξίζει να σημειωθεί πως σε αντίστοιχα πειράματα που διεξήχθησαν από τον Petropoulos, 2011 πάνω στην ποικιλία Αγιωργίτικο (AG) πάλι η Μαλβιδίνη (Mlv) έδειξε να συμπεριφέρεται θετικά στο ξεφύλλισμα.

Το ξεφύλλισμα, σαν τεχνική, έδειξε να επιδρά θετικά το σύνολο των ολικών ανθοκυανών στις ποικιλίες Ξινόμαυρο (XI) και Αγιωργίτικο (AG). Στο Ξινόμαυρο (XI), το ξεφύλλισμα οδήγησε σε μια μικρή αύξηση των ολικών ανθοκυανών το οποίο ήταν αναμενόμενο εξαιτίας των χαρακτηριστικών της ποικιλίας. Στην Λημνιώνα (LI) παρατηρήθηκε μείωση των ολικών ανθοκυανών συμπεράσμα το οποίο έρχεται σε αντιδιαστολή με τα αποτελέσματα των υπολοίπων ποικιλιών (διάγραμμα 11).

Συμπερασματικά, η εφαρμογή εντατικού ξεφυλλίσματος που πραγματοποιήθηκε στην περιοχή της Νεμέας Κορινθίας για τις τέσσερις ελληνικές ερυθρές ποικιλίες στο στάδιο του περκασμού, έδειξε να επηρεάζει στατιστικά σημαντικά, και όχι με βάση το αναμενόμενο, το βάρος των φλοιών, καθώς αυτό μειώθηκε, και την ποσότητα των

ολικών ανθοκυανών στην ποικιλία Λημνιόνα (LI). Προτείνεται να επαναληφθεί η διαδικασία και να παρθούν νέες μετρήσεις. Στις υπόλοιπες τρεις ποικιλίες, είχε μικρή επίδραση με μη στατιστικά σημαντικές διαφορές στα χαρακτηριστικά των παραγόμενων σταφυλιών. Η Μαλβιδίνη (Mlv) σαν κύρια ανθοκυάνη, επιβεβαίωσε τον κανόνα που λέει ότι αυξάνεται στις περιπτώσεις εφαρμογής εντατικού ξεφυλλίσματος (Petrooulos, 2011).

Συνοψίζοντας, η εφαρμογή της τεχνικής του ξεφυλλίσματος στο στάδιο του περκασμού έχει σαν άμεσο αποτέλεσμα την έκθεση των σταφυλιών και των ραγών στην ηλιακή ακτινοβολία. Η επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας και οι αλλαγές που επιφέρει στα ξεφυλλισμένα πρέμνα, δεν είναι πάντοτε ευεργετικές. Πολλοί παράγοντες συνδράμουν σε αυτήν την διαπίστωση όπως τα χαρακτηριστικά της εκάστοτε ποικιλίας η οποία είναι υπό μελέτη, οι καιρικές συνθήκες που επικρατούν την εκάστοτε καλλιεργητική περίοδο, το terroir και τα γενικότερα χαρακτηριστικά της περιοχής. Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, η εφαρμογή του ξεφυλλίσματος στο στάδιο του περκασμού μπορεί να μην επιφέρει τόσο απτά, επιθυμητά και συγκρίσιμα αποτελέσματα.

5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

5.1. Διεθνής βιβλιογραφία

- Alem, H., Rigou, P., Schneider, R., Ojeda, H., & Torregrosa, L. (2019). Impact of agronomic practices on grape aroma composition: a review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 99(3), 975-985.
- Baiano, A., De Gianni, A., Previtali, M. A., Del Nobile, M. A., Novello, V., & De Palma, L. (2015). Effects of defoliation on quality attributes of Nero di Troia (*Vitis vinifera* L.) grape and wine. *Food Research International*, 75, 260-269.
- BELL, S. J., & Henschke, P. A. (2005). Implications of nitrogen nutrition for grapes, fermentation and wine. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 11(3), 242-295.
- Bhardwaj, S. K., Dwivedia, K., & Agarwala, D. D. (2015). A review: HPLC method development and validation. *International Journal of Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 5(4), 76-81
- Cheynier, V., Duenas-Paton, M., Salas, E., Maury, C., Souquet, J. M., Sarni-Manchado, P., & Fulcrand, H. (2006). Structure and properties of wine pigments and tannins. *American Journal of Enology and Viticulture*, 57(3), 298-305.
- Conde, C., Silva, P., Fontes, N., Dias, A. C. P., Tavares, R. M., Sousa, M. J., ... & Gerós, H. (2007). Biochemical changes throughout grape berry development and fruit and wine quality.
- Coombe, B. G. (1992). Research on development and ripening of the grape berry. *American Journal of Enology and Viticulture*, 43(1), 101-110.

- Coombe, B. G. (1995). Growth stages of the grapevine: adoption of a system for identifying grapevine growth stages. *Australian journal of grape and wineresearch*, 1(2), 104-110.
- Dai, Z. W., Ollat, N., Gomès, E., Decroocq, S., Tandonnet, J. P., Bordenave, L., ... & Delrot, S. (2011). Ecophysiological, genetic, and molecular causes of variation in grape berry weight and composition: a review. *American Journal of Enology and Viticulture*, 62(4), 413-425.
- Diago, M. P., Ayestarán, B., Guadalupe, Z., Garrido, Á., & Tardaguila, J. (2012). Phenolic composition of Tempranillo wines following early defoliation of the vines. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 92(4), 925-934.
- Diago, M. P., Ayestarán, B., Guadalupe, Z., Poni, S., & Tardaguila, J. (2012). Impact of prebloom and fruit set basal leaf removal on the flavonol and anthocyanin composition of Tempranillo grapes. *American journal of enology and viticulture*, 63(3), 367-376.
- Downey, D. B., Von Hippel, P. T., & Broh, B. A. (2004). Are schools the great equalizer? Cognitive inequality during the summer months and the school year. *American Sociological Review*, 69(5), 613-635.
- Downey, M. O., Dokoozlian, N. K., & Krstic, M. P. (2006). Cultural practice and environmental impacts on the flavonoid composition of grapes and wine: a review of recent research. *American Journal of Enology and Viticulture*, 57(3), 257-268.
- Downey, M. O., Harvey, J. S., & Robinson, S. P. (2003). Analysis of tannins in seeds and skins of Shiraz grapes throughout berry development. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 9(1), 15-27.
- Emmett, R. W., Harris, A. R., Taylor, R. H., & McGechan, J. K. (1992). *Grape Disease and Vineyard Protection. Viticulture-Vol II, Practices.*, 242-243.
- Federico Casassa, L., Beaver, C. W., Mireles, M. S., & Harbertson, J. F. (2013). 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(1), 25-39.
- Hardie, W. J., O'Brien, T. P., & Jaudzems, V. G. (1996). Morphology, anatomy and development of the pericarp after anthesis in grape, *Vitis vinifera* L. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 2(2), 97-142.
- Hellman, E. W. (2003). Grapevine structure and function. *Oregon Viticulture*. Hellman, EW (Ed.). Oregon State University Press, Corvallis, 5-19.
- Hernández-Hierro, J. M., Quijada-Morín, N., Rivas-Gonzalo, J. C., & Escribano-Bailón, M. T. (2012). Influence of the physiological stage and the content of soluble solids on the anthocyanin extractability of *Vitis vinifera* L. cv. Tempranillo grapes. *Analytica Chimica Acta*, 732, 26-32.
- Hornedo-Ortega, R., González-Centeno, M. R., Chira, K., Jourdes, M., & Teissedre, P. L. (2020). Phenolic compounds of grapes and wines: Key

compounds and implications in sensory perception. *Chemistry and biochemistry of winemaking, winestabilization and aging*, 1-27.

- Hunger, P. M., Donius, A. E., & Wegst, U. G. (2013). Structure–property–processing correlations in freeze-cast composite scaffolds. *Acta biomaterialia*, 9(5), 6338-6348.
- Jackson, R. S. (2008). Grapevine structure and function. *Wine Science—Principles and Applications*, 50-105.
- Kallithraka, S., Mohdaly, A. A. A., Makris, D. P., & 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*, 18(5), 375-386.
- Kalogiouri, N. P., Karadimou, C., Avgidou, M. S., Petsa, E., Papadakis, E. N., Theocharis, S., ... & Koundouras, S. (2022). An Optimized HPLC-DAD Methodology for the Determination of Anthocyanins in Grape Skins of Red Greek Winegrape Cultivars (*Vitis vinifera* L.). *Molecules*, 27(20), 7107.
- Kliewer, W.M. and Lider, L.A. (1968) Influence of cluster exposure to the sun on the composition of Thompson Seedless fruit. *American Journal of Enology and Viticulture* 19, 175–184.
- Kotseridis, Y., Georgiadou, A., Tikos, P., Kallithraka, S., & Koundouras, S. (2012). Effects of severity of post-flowering leaf removal on berry growth and composition of three red *Vitis vinifera* L. cultivars grown under semiarid conditions. *Journal of agricultural and food chemistry*, 60(23), 6000-6010.
- Koundouras, S. (2018). Environmental and viticultural effects on grape composition and wine sensory properties. *Elements: An International Magazine of Mineralogy, Geochemistry, and Petrology*, 14(3), 173-178.
- Mattheou, A., Stavropoulos, N., & Samaras, S. (1995). Studies on table grape germplasm grown in Northern Greece. I: Maturity time, bunch characteristics and yield. *Vitis*, 34(3), 155-158.
- Matus, J. T., Loyola, R., Vega, A., Peña-Neira, A., Bordeu, E., Arce-Johnson, P., & Alcalde, J. A. (2009). Post-veraison sunlight exposure induces MYB-mediated transcriptional regulation of anthocyanin and flavonol synthesis in berry skins of *Vitis vinifera*. *Journal of experimental botany*, 60(3), 853-867.
- Nahar, L., Onder, A., & Sarker, S. D. (2020). A review on the recent advances in HPLC, UHPLC and UPLC analyses of naturally occurring cannabinoids (2010–2019). *Phytochemical Analysis*, 31(4), 413-457.
- Ollat, N., Carde, J. P., Gaudillère, J. P., Barrieu, F., Diakou-Verdin, P., & Moing, A. (2002). Grapeberry development: a review. *OenoOne*, 36(3), 109-131.
- Osrečak, M., Karoglan, M., & Kozina, B. (2016). Influence of leaf removal and reflective mulch on phenolic composition and antioxidant activity of Merlot, Teran and Plavac mali wines (*Vitis vinifera* L.). *Scientia Horticulturae*, 209, 261-269.

- Palma, J. M., Corpas, F. J., & Luís, A. (2011). Proteomics as an approach to the understanding of the molecular physiology of fruit development and ripening. *Journal of proteomics*, 74(8), 1230-1243.
- Pastore, C., Zenoni, S., Fasoli, M., Pezzotti, M., Tornielli, G. B., & Filippetti, I. (2013). Selective defoliation affects plant growth, fruit transcriptional ripening program and flavonoid metabolism in grapevine. *BMC Plant Biology*, 13(1), 1-16.
- Petrie, P. R., & Clingeleffer, P. R. (2006). Crop thinning (hand versus mechanical), grape maturity and anthocyanin concentration: outcomes from irrigated Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera* L.) in a warm climate. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 12(1), 21-29.
- Petropoulos, S., Kallithraka, S., & Paraskevopoulos, I. (2011). Influence of some viticultural practices on the polyphenolic content of wines produced from cv. Agiorgitiko (*Vitis vinifera* L.). *OENO One*, 45(4), 235-243.
- *Plant Physiology*, Fifth Edition Lincoln Taiz Eduardo Zeiger, chapter 13 page 444.
- Poni, S., Bernizzoni, F., Civardi, S., & Libelli, N. (2009). Effects of pre-bloom leaf removal on growth of berry tissues and must composition in two red *Vitis vinifera* L. cultivars. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 15(2), 185-193.
- Ribéreau-Gayon, P., & Stonestreet, E. (1965). Determination of anthocyanins in red wine. *Bulletin de la Société chimique de France*, 9, 2649-2652.
- Ristic, R., Downey, M. O., Iland, P. G., Bindon, K., Francis, I. L., Herderich, M., & Robinson, S. P. (2007). Exclusion of sunlight from Shiraz grapes alters wine colour, tannin and sensory properties. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 13(2), 53-65.
- Rösti, J., Schumann, M., Cléroux, M., Lorenzini, F., Zufferey, V., & Rienth, M. (2018). Effect of drying on tartaric acid and malic acid in Shiraz and Merlot berries. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 24(4), 421-429.
- Shih, M. L., & Morgan, J. A. (2020). Metabolic flux analysis of secondary metabolism in plants. *Metabolic engineering communications*, 10, e00123.
- Shukla, S. (2011). Freeze drying process: A review. *International journal of pharmaceutical sciences and research*, 2(12), 3061.
- Solari, C., Silvestroni, O., Giudici, P. and Intrieri, C. (1988) Influence of topping on juice composition of Sangiovese grapevines (*V. vinifera* L.). *Proceedings of the Second International Cool Climate Viticulture and Oenology Symposium*, Auckland, New Zealand (New Zealand Society of Viticulture and Oenology) pp.147–151.
- Soleas, G. J., Diamandis, E. P., & Goldberg, D. M. (1997). Wine as a biological fluid: history, production, and role in disease prevention. *Journal of clinical laboratory analysis*, 11(5), 287-313.
- Stines, A.P., Grubb, J., Gockowiak, H., Henschke, P.A., Høj, P.B. and van Heeswijk, R. (2000) Proline and arginine accumulation in developing

berries of *Vitis vinifera* L. in Australian vineyards: Influence of vine cultivar, berry maturity and tissue type. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 6, 150–158.

- Taiz, L., Zeiger, E., Møller, I. M., & Murphy, A. (2015). *Plant physiology and development* (No. Ed. 6). Sinauer Associates Incorporated.
- Tardaguila, J., De Toda, F. M., Poni, S., & Diago, M. P. (2010). Impact of early leaf removal on yield and fruit and wine composition of *Vitis vinifera* L. Graciano and Carignan. *American journal of enology and viticulture*, 61(3), 372-381.
- Tarko, T., Duda-Chodak, A., Sroka, P., & Siuta, M. (2020). The impact of oxygen at various stages of vinification on the chemical composition and the antioxidant and sensory properties of white and red wines. *International Journal of FoodScience*, 2020.
- Teixeira, A., Eiras-Dias, J., Castellarin, S. D., & Gerós, H. (2013). Berry phenolics of grapevine under challenging environments. *International journal of molecular sciences*, 14(9), 18711-18739.
- Verdenal, T., Zufferey, V., Dienes-Nagy, A., Belcher, S., Lorenzini, F., Rösti, J., ... & Spring, J. L. (2018). Intensity and timing of defoliation on white cultivar Chasselas under the temperate climate of Switzerland. *OenoOne*, 52(2), 93-104.
- Verdenal, T., Zufferey, V., Dienes-Nagy, A., Gindro, K., Belcher, S., Lorenzini, F., ... & Viret, O. (2017). Pre-flowering defoliation affects berry structure and enhances wine sensory parameters. *OenoOne*, 51(3).
- Waterhouse, A. L. (2002). Wine phenolics. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 957(1), 21-36.
- Wegst, U. G., Schechter, M., Donius, A. E., & Hunger, P. M. (2010). Biomaterials by freeze casting. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 368(1917), 2099-2121.
- Yuan, F., & Qian, M. C. (2016). Aroma potential in early- and late-maturity Pinot noir grapes evaluated by aroma extract dilution analysis. *Journal of agricultural and foodchemistry*, 64(2), 443-450.
- Zaynab, M., Fatima, M., Sharif, Y., Zafar, M. H., Ali, H., & Khan, K. A. (2019). Role of primary metabolites in plant defense against pathogens. *Microbial pathogenesis*, 137, 103728.
- Zhang, X., Luo, G., Wang, R., Wang, J., & Himelrick, D. G. (2003). Growth and developmental responses of seeded and seedless grape berries to shoot girdling. *Journal of the American Society for HorticulturalScience*, 128(3), 316-323.
- Zhang, Y., Chang, B. M., Burdet, B., Dai, Z., Delrot, S., & Keller, M. (2022). Apoplastic Sugar May Be Lost from Grape Berries and Retrieved in Pedicels. *PlantPhysiology*.

5.2. Ελληνική βιβλιογραφία

- Κοντού, Μ. (2016). Χρωματογραφικές τεχνικές ανάλυσης.
- Κοτσερίδης Γ.(2022). Εργαστηριακές ασκήσεις Τεχνολογία Οίνου 2.
- Κουνδουράς Σ. (2017), Εργαστηριακές ασκήσεις Αμπελουργία για οινολόγους.
- Κουράκου – Δραγώνα Σταυρούλα (2013). Άμπελος και οίνος στον Αρχαίο Ελληνικό κόσμο.
- Κυραλέου, Μ. Σ. (2016). Effect of viticultural practices on compounds affecting the sensory of red wines.
- Λάλια- Καντούρη Μ., Παπαστεφάνου Σ. Εκδόσεις Ζήτη, 2012.
- Νικολάου, Ν. (2011), Αμπελουργία. Εκδόσεις Σύγχρονη Παιδεία, σελ 245-265.
- Σουφλερός, Ε. 2015 Οινολογία και Επιστήμη και Τεχνολογία.
- Σταυρακάκης Μ.Ν., Αμπελογραφία, Εκδόσεις Τροπή, 2010.
- Χατζηϊωάννου, Θ.Π., Κουμπάρης, Μ. Α., Ενόργανη Ανάλυση. 2005, Αθήνα: Πανεπιστήμιο Αθηνών.