



ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΟΥ

ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

«ΑΜΠΕΛΟΥΡΓΙΑ – ΟΙΝΟΛΟΓΙΑ»

Εργαστήριο Αμπελολογίας

Μελέτη και αξιολόγηση φυσιολογικών χαρακτηριστικών στην ποσότητα και ποιότητα της ποικιλίας Σαββατιανό (*Vitis vinifera* L.) σε συνθήκες αμπελώνα.

Μεταπτυχιακή διατριβή

ΑΝΑΓΝΩΣΤΟΠΟΥΛΟΥ ΕΥΑΓΓΕΛΙΑ Επιβλέπουσα

Καθηγήτρια : ΜΠΙΝΙΑΡΗ ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ

ΑΘΗΝΑ, 2018

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΟΥ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΑΜΠΕΛΟΥΡΓΙΑ – ΟΙΝΟΛΟΓΙΑ»
Εργαστήριο Αμπελολογίας

Μελέτη και αξιολόγηση φυσιολογικών χαρακτηριστικών στην
ποσότητα και ποιότητα της ποικιλίας Σαββατιανό (*Vitis vinifera L.*)
σε συνθήκες αμπελώνα.

Μεταπτυχιακή διατριβή
ΑΝΑΓΝΩΣΤΟΠΟΥΛΟΥ ΕΥΑΓΓΕΛΙΑ Επιβλέπουσα

Καθηγήτρια : ΜΠΙΝΙΑΡΗ ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ

ΑΘΗΝΑ, 2018

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΟΥ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΑΜΠΕΛΟΥΡΓΙΑ – ΟΙΝΟΛΟΓΙΑ»
Εργαστήριο Αμπελολογίας

Μελέτη και αξιολόγηση φυσιολογικών χαρακτηριστικών στην ποσότητα και ποιότητα της ποικιλίας Σαββατιανό (*Vitis vinifera L.*) σε συνθήκες αμπελώνα.

Μεταπτυχιακή διατριβή
ΑΝΑΓΝΩΣΤΟΠΟΥΛΟΥ ΕΥΑΓΓΕΛΙΑ

Μέλητριμελούςεξεταστικήεπιτροπή:

ΜΠΙΝΙΑΡΗ ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ, Επίκουρη καθηγήτρια Εργαστηρίου Αμπελολογίας, Τμήματος Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών

ΠΑΠΑΔΑΚΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ, Επίκουρος καθηγητής Εργαστηρίου Δενδροκομίας, Τμήματος Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών

ΚΑΛΛΙΘΡΑΚΑ ΣΤΑΜΑΤΙΝΑ, Αναπληρώτρια καθηγήτρια Εργαστηρίου Οινολογίας, Τμήματος Επιστήμης Τροφίμων και Διατροφής του Ανθρώπου Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών

ΑΘΗΝΑ, 2018

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή εκπονήθηκε στο Εργαστήριο Αμπελολογίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών στα πλαίσια του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών των συνεργαζόμενων τμημάτων Επιστήμης Τεχνολογίας Τροφίμων και Διατροφής του Ανθρώπου και Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής.

Θεωρώ υποχρέωση μου να ευχαριστήσω όσους συνέβαλαν με την υποστήριξη τους και τη βοήθεια τους στην υλοποίηση της παρούσας εργασίας.

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω την κυρία Μπινιάρη Αικατερίνη, Επίκουρη Καθηγήτρια του Εργαστηρίου Αμπελολογίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών και επιβλέπουσα της παρούσας μελέτης, για την ανάθεση του θέματος, τις οδηγίες, τις συμβουλές της και την υπομονετική της καθοδήγηση. Ακόμη την ευχαριστώ για την ενθάρρυνση που μου παρείχε και την εμπιστοσύνη που μου έδειξε.

Ιδιαίτερος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την κυρία Μπούζα Δέσποινα μέλος ΕΔΠΠ του εργαστηρίου Αμπελολογίας και τον κύριο Κανάκη Ιωάννη Γεωπόνο-Οινολόγο για την αμέριστη συμπαράσταση που μου παρείχαν όλο αυτό το διάστημα, την ενθάρρυνση, την ηθική υποστήριξη, για το χρόνο που μου διέθεσαν και για όλα όσα με δίδαξαν επηρεάζοντας τον τρόπο σκέψης μου. Η πιο όμορφη και πολύτιμη διδαχή που αποκόμισα ήταν να μάθω να αφουγκράζομαι το αμπέλι.

Με αισθήματα ευγνωμοσύνης θα ήθελα να ευχαριστήσω τον υποψήφιο διδάκτορα και αγαπημένο φίλο κύριο Δασκαλάκη Ιωάννη για τις υποδείξεις και τις κατευθύνσεις που μου παρείχε, καθώς και για τον προσωπικό χρόνο που μου διέθεσε πέρα από το χρονικό διάστημα εκπόνησης της εργασίας αυτής.

Τέλος ένα μεγάλο ευχαριστώ προς όλους τους φίλους και την οικογένεια μου που με τη συμπαράσταση τους και την αγάπη τους στάθηκαν δίπλα μου και που με την υποστήριξη τους με ωθούν να κάνω όνειρα και να εξελίσσομαι.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή εκπονήθηκε στο Εργαστήριο Αμπελολογίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών κατά τα έτη 2016-2018. Η πρώτη ύλη συλλέχθηκε από τρία αμπελοτεμάχια των είκοσι πρέμων τα οποία επιλέχθηκαν με την εφαρμογή αμπελουργίας ακριβείας, με χαρτογράφηση της ευρωστίας της αμπέλου. Για τη διεξαγωγή της έρευνας επιλέχθηκε ο πειραματικός αμπελώνας του ΓΠΑ, συνολικής έκτασης 236 στρεμμάτων, βιολογικής καλλιέργειας όπου καλλιεργείται η ποικιλία Σαββατιανό.

Σκοπός της εργασίας είναι ο προσδιορισμός της ευρωστίας και ορισμένων φυσιολογικών και γλευκογραφικών χαρακτηριστικών της ποικιλίας Σαββατιανό σε συνθήκες αμπελώνα. Επίσης, η διερεύνηση της επίδρασης της ζωηρότητας και της ευρωστίας στα γλευκογραφικά χαρακτηριστικά των ραγών και στους φυσιολογικούς χαρακτήρες των πρέμων.

Συγκεκριμένα πραγματοποιήθηκε μελέτη της πορείας των φαινολικών συστατικών των ραγών και της συγκέντρωσης των αμινοξέων (προλίνη, αργινίνη), καθώς και προσδιορισμός των ποιοτικών και ποσοτικών χαρακτήρων των ραγών και σταφυλών της ποικιλίας Σαββατιανό (*Vitis vinifera L.*), στα διάφορα φαινολογικά στάδια. Παράλληλα έγινε εκτίμηση των δεικτών ισορροπίας των πρέμων και ορισμένων φυσιολογικών τους χαρακτήρων. Βασικός στόχος ήταν ο προσδιορισμός της χωρικής παραλλακτικότητας μεταξύ των τριών αμπελοτεμαχίων.

Τέλος πραγματοποιήθηκε ανάλυση συσχέτισης μεταξύ των δεδομένων από την οποία προέκυψαν σημαντικά συμπεράσματα για τη χρησιμότητα της χρήσης δεικτών, λόγω της επίδρασης της ευρωστίας και ζωηρότητας στους γλευκογραφικούς χαρακτήρες των ραγών. Οι δείκτες ισορροπίας μας δίνουν σημαντικές πληροφορίες σχετικά με το είδος των αμπελοκομικών επεμβάσεων που θα πρέπει να πραγματοποιηθούν προκειμένου να έχουμε ένα ισορροπημένο πρέμνο και το επιθυμητό προϊόν ποσοτικά και ποιοτικά.

ΛΕΞΕΙΣ-ΚΛΕΙΔΙΑ: Ισορροπία, Σπάτα, Αττική, Σαββατιανό, Δείκτης ισορροπίας

ABSTRACT

This thesis was conducted in the Laboratory of Viticulture of the Agricultural University of Athens in the year 2016-2018. The plant material was collected from three different plots, each one consisting of 20 grapevines, which were located in the experimental vineyard owned by the university in Spata region. The vineyard is organically cultivated and planted with the indigenous white grape cultivar Savvatiano, in an area of 24 hectares.

The primary purpose of this graduation thesis was to demonstrate how this cultivar performs under certain vineyard conditions in terms of vigor and some physiological and must characters. The second aim was to investigate the effect of vine imbalance on some characters of the must as well as on some physiological characters of the grapevine.

During maturity, a lot of measurements were performed such as the determination of the content of juice in phenolic compounds and amino acids, and other quantitative and qualitative grape characteristics. I also determined the performance of the vine by using some indices.

The results of PCA analysis showed that the indices that were applied may explain how vine imbalance affects the quality of must and vine performance the following year. Furthermore, the indices may inform us how vineyard practices affect vine balance, which means that they can show us the way to achieve this in order to obtain the maximum yield of desired quality.

KEYWORDS: Vine balance, Spata, Attica, Savvatiano, Balance indices

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ.....	6
1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	11
1.1.1 Η ΑΝΑΤΟΜΙΑ ΤΗΣ ΡΑΓΑΣ.....	11
1.1.2 Η ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΩΡΙΜΑΝΣΗ ΤΩΝ ΡΑΓΩΝ	17
1.2 ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΣΤΗ ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΩΝ ΡΑΓΩΝ	21
1.2.1 ΤΑ ΣΑΚΧΑΡΑ.....	21
1.2.2 ΤΑ ΟΡΓΑΝΙΚΑ ΟΞΕΑ.....	22
1.2.3 ΤΑ ΑΜΙΝΟΞΕΑ.....	26
1.2.4 ΤΑ ΦΑΙΝΟΛΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ.....	28
1.3 Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ.....	35
1.4 ΧΩΡΙΚΗ ΠΑΡΑΛΛΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑ.....	43
2 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	48
2.1 Ο ΑΜΠΕΛΩΝΑΣ.....	48
2.1.1 Η ΠΟΙΚΙΛΙΑ	50
2.1.2 ΟΙ ΕΛΛΗΦΟΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ.....	53
2.2 ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΕΣ	54
2.3 ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΣΤΑΦΥΛΗΣ ΚΑΙ ΡΑΓΑΣ	57
2.3.1 ΒΑΡΟΣ ΣΤΑΦΥΛΗΣ	57
2.3.2 ΜΗΚΟΣ ΚΑΙ ΠΛΑΤΟΣ ΣΤΑΦΥΛΗΣ	57
2.3.3 ΒΑΡΟΣ 50 ΡΑΓΩΝ.....	58
2.3.4 ΜΕΣΟ ΜΗΚΟΣ ΚΑΙ ΠΛΑΤΟΣ ΡΑΓΑΣ	58
2.3.5 ΔΥΝΑΜΗ ΠΡΟΣΦΥΣΗΣ ΡΑΓΑΣ	58
2.3.6 ΒΑΡΟΣ 100 ΓΙΓΑΡΤΩΝ.....	59
2.4 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΓΛΕΥΚΟΓΡΑΦΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ.....	59
2.4.1 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΕ ΣΑΚΧΑΡΑ ΜΕ ΔΙΑΘΛΑΣΙΜΕΤΡΙΑ	59
2.4.2 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΟΛΙΚΗΣ Η΄ ΟΓΚΟΜΕΤΡΟΥΜΕΝΗΣ ΟΞΥΤΗΤΑΣ	60
2.4.3 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΗΣ ΟΞΥΤΗΤΑΣ (PH)	62
2.4.4 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΑΜΙΝΟΞΕΩΝ ΤΟΥ ΓΛΕΥΚΟΥΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΦΑΣΜΑΤΟΦΩΤΟΜΕΤΡΟΥ	62
2.5 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΦΑΙΝΟΛΙΚΩΝ ΣΥΣΤΑΤΙΚΩΝ ΤΩΝ ΡΑΓΩΝ ΜΕ ΦΑΣΜΑΤΟΜΕΤΡΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΥΣ	69
2.5.1 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΟΛΙΚΩΝ ΦΑΙΝΟΛΙΚΩΝ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ LLAND	71
2.5.2 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΕΝΩΝ ΤΑΝΝΙΝΩΝ ΜΕ ΜΕΘΥΛΙΚΗ ΚΥΤΤΑΡΙΝΗ.....	74
2.5.3 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΟΛΙΚΩΝ ΦΛΑΒΟΝΟΕΙΔΩΝ ΕΝΩΣΕΩΝ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ ΤΟΥ ΧΛΩΡΙΟΥΧΟΥ ΑΡΓΙΛΙΟΥ (AlCl ₃).....	76

2.5.4	ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΟΛΙΚΩΝ ΦΑΙΝΟΛΙΚΩΝ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ ΤΗΣ 4-ΔΙΜΕΘΥΛ-ΑΜΜΙΝΟΚΙΝΝΑΜΩΜΙΚΗΣ ΑΛΔΕΨΔΗΣ (4-DMACA)	78
2.5.5	ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΟΛΙΚΩΝ ΦΛΑΒΟΝΩΝ ΚΑΙ ΦΛΑΒΟΝΟΛΩΝ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ ΤΟΥ ΧΛΩΡΙΟΥΧΟΥ ΑΡΓΙΛΙΟΥ (AlCl ₃)	80
2.6	ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΧΑΡΑΚΤΗΡΩΝ ΤΩΝ ΠΡΕΜΝΩΝ ΠΟΥ ΣΧΕΤΙΖΟΝΤΑΙ ΜΕ ΤΗΝ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ ΤΗΣ ΑΜΠΕΛΟΥ	82
2.7	ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ	86
3	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	87
3.1	ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΣΤΑΦΥΛΗΣ ΚΑΙ ΡΑΓΑΣ	87
3.2	ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΓΛΕΥΚΟΓΡΑΦΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ	89
3.3	ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΦΑΙΝΟΛΙΚΩΝ ΣΥΣΤΑΤΙΚΩΝ ΤΩΝ ΡΑΓΩΝ.....	93
3.4	ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΧΑΡΑΚΤΗΡΩΝ ΤΩΝ ΠΡΕΜΝΩΝ ΠΟΥ ΣΧΕΤΙΖΟΝΤΑΙ ΜΕ ΤΗΝ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ ΤΗΣ ΑΜΠΕΛΟΥ	98
3.5	ΑΛΛΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ	101
3.6	ΣΥΣΧΕΤΙΣΕΙΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ.....	103
3.7	ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΥΡΙΩΝ ΣΥΝΙΣΤΩΣΩΝ.....	106
4	ΣΥΖΗΤΗΣΗ	109
5	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ.....	120

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1. Αποτελέσματα ανάλυσης εδάφους

Πίνακας 2. Αποτελέσματα αναλύσεων φυτικών ιστών

Πίνακας 3. Αξιολόγηση των τιμών συγκεντρώσεων των θρεπτικών στοιχείων στους φυτικούς ιστούς της αμπέλου

Πίνακας 4. Μηχανικές αναλύσεις ράγας

Πίνακας 5. Μηχανικές αναλύσεις σταφυλής

Πίνακας 6. Μέτρηση περιεκτικότητας σε σάκχαρα ανά στάδιο κατά την πορεία ωρίμανσης της σταφυλής

Πίνακας 7. Μέτρηση ενεργούς οξύτητας ανά στάδιο κατά την πορεία ωρίμανσης της σταφυλής

Πίνακας 8. Μέτρηση ογκομετρούμενης οξύτητας ανά στάδιο κατά την πορεία ωρίμανσης της σταφυλής

Πίνακας 9. Μέτρηση αργινίνης ανά στάδιο κατά την πορεία ωρίμανσης των σταφυλών

Πίνακας 10. Μέτρηση προλίνης ανά στάδιο κατά την πορεία ωρίμανσης των σταφυλών

Πίνακας 11. Μέτρηση ολικών φαινολικών των φλοιών, των γιγάρτων και του γλεύκους στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης σε mg γαλλικού οξέος/g νωπού ιστού

Πίνακας 12. Μέτρηση ολικών φαινολικών των φλοιών, των γιγάρτων και του γλεύκους στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης σε mg κατεχίνης/g νωπού ιστού

Πίνακας 13. Μέτρηση ολικών φλαβονολών των φλοιών και των γιγάρτων στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης σε mg κατεχίνης/g νωπού ιστού.

Πίνακας 14. Μέτρηση ολικών φλαβονοειδών των φλοιών και των γιγάρτων στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης σε mg κατεχίνης/g νωπού ιστού

Πίνακας 15. Μέτρηση ολικών φλαβονών και φλαβονολών των φλοιών και γιγάρτων στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης σε mg ρουτίνης/g νωπού ιστού

Πίνακας 16. Μέτρηση συμπυκνωμένων ταννινών των φλοιών και των γιγάρτων στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης σε mg κατεχίνης/g νωπού ιστού

Πίνακας 17. Μέσος όρος του δείκτη Ravaz ανά πρέμνο ανά επέμβαση

Πίνακας 18. Μέσος όρος του δείκτη P ανά πρέμνο ανά επέμβαση

Πίνακας 19. Μέσος όρος του βάρους κληματίδας ανά πρέμνο ανά επέμβαση

Πίνακας 20. Μέσος όρος της εξωτερικής φυλλικής επιφάνειας ανά πρέμνο ανά επέμβαση

Πίνακας 21. Μέσος όρος του λόγου ύψος φυλλώματος προς πλάτος φύτευσης ανά πρέμνο ανά επέμβαση.

Πίνακας 22. Μέσος όρος του αριθμού βλαστών ανά τρέχον μήκος βλάστησης ανά πρέμνο ανά επέμβαση

Πίνακας 23. Μέση απόδοση ανά πρέμνο.

Πίνακας 24. Μέσο βάρος κλαδέματος ανά πρέμνο ανά επέμβαση

Πίνακας 25. Μέσος αριθμός κληματίδων ανά πρέμνο ανά επέμβαση

Πίνακας 26. Εκτίμηση της συνεισφοράς των διάφορων μετρήσεων στην εκτίμηση της μεταβλητότητας μεταξύ των δεδομένων που εξετάστηκαν

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1. Οι διάφοροι ιστοί της ράγας στην ωρίμανση

Εικόνα 2. Δομή της ώριμης ράγας

Εικόνα 3. Αγγειακή δομή του καρπού

Εικόνα 4. Μορφολογία γιγάρτου

Εικόνα 5. Ανατομία γιγάρτου

Εικόνα 6. Στάδια ανάπτυξης των ραγών

Εικόνα 7. Διαγραμματική απεικόνιση της εξέλιξης του βάρους και του χρώματος των ραγών που λαμβάνουν χώρα 10 μέρες μετά την άνθηση και οι κύριες μεταβολές κατά την ανάπτυξη των ραγών

Εικόνα 8. Εξέλιξη του τρυγικού και του μηλικού οξέος κατά την ωρίμανση

Εικόνα 9. Πορεία εξέλιξης σακχάρων και οξέων κατά την ωρίμανση της ποικιλίας Σαββατιανό

Εικόνα 10. Κατανομή ορισμένων συστατικών της ράγας

Εικόνα 11. Οι φλαβονόλες κερκετίνη, καιμπερόλη και μυρικετίνη

Εικόνα 12. (+)-Κατεχίνη και (-)-επικατεχίνη

Εικόνα 13. Η ανθοκυάνη μαλβιδίνη

Εικόνα 14. Βενζοϊκά και κινναμωμικά οξέα

Εικόνα 15. Χαρτογράφηση δείκτη ευρωστίας της βλάστησης (NDVI)

Εικόνα 16. Εκτίμηση των μεταβλητών και της συνεισφοράς στους απεικόνιση της αρχικής πληροφορίας

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΗΣ ΡΑΓΑΣ

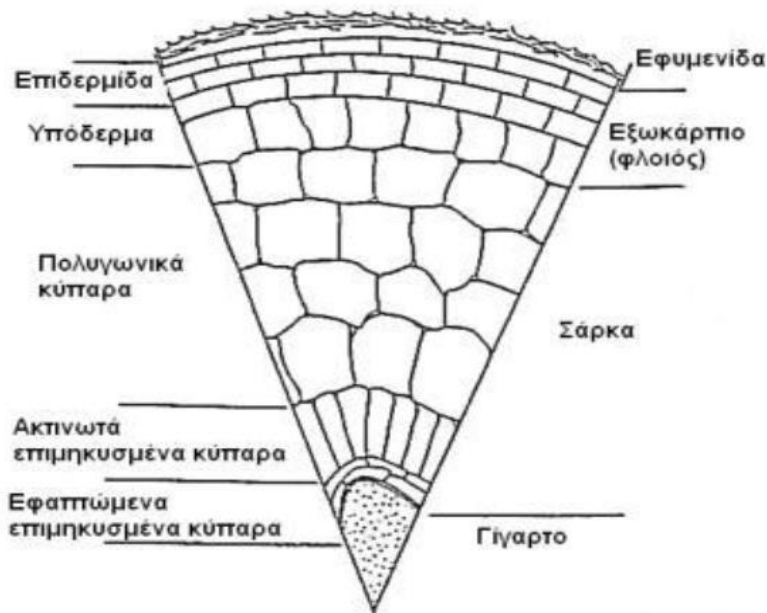
1.1.1 Η ΑΝΑΤΟΜΙΑ ΤΗΣ ΡΑΓΑΣ

Ο καρπός της αμπέλου είναι γνήσια ράγα, καθώς δημιουργείται από την ανάπτυξη των ιστών της ωοθήκης. Μετά τη γονιμοποίηση των ανθέων οι στήμονες, ο στύλος και το στίγμα ξηραίνονται, αποσπώνται και απομακρύνονται. Μια εγκάρσια τομή της ράγας αποκαλύπτει τα παρακάτω όργανα όσο προχωράμε από το εξωτερικό προς το εσωτερικό της μέρος (Gallet, 1980):

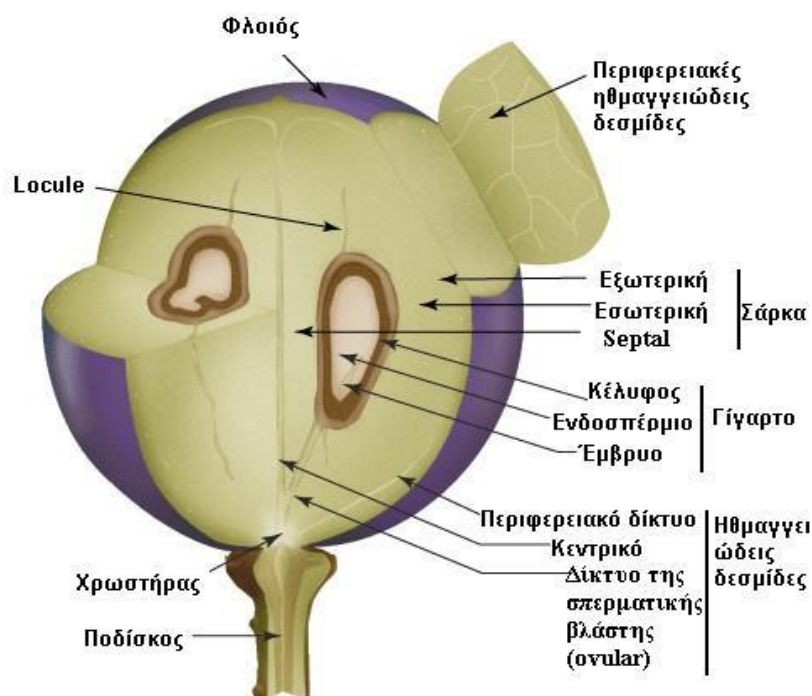
1. Το εξωκάρπιο ή φλοιό.
2. Το μεσοκάρπιο, που αποτελεί τη σάρκα της ράγας.
3. Το ενδοκάρπιο.
4. Το αγγειακό σύστημα.
5. Τα γίγαρτα στο κεντρικό τμήμα της ράγας.

Στην επιφάνεια της ράγας συχνά παρατηρείται μια μικρή φαιά περιοχή ακριβώς απέναντι από τον ποδίσκο, που αποτελεί τα υπολείμματα του στίγματος.

Ωστόσο υπάρχει πλήθος βιβλιογραφικών αναφορών μεταξύ των οποίων παρατηρούνται διαφοροποιήσεις στην ονοματολογία των ιστών της ράγας. Σύμφωνα με τον Pratt (1971), ο καρπός αποτελείται από το περικάρπιο και τα γίγαρτα. Το περικάρπιο είναι το τμήμα του καρπού από την εξωτερική επιφάνειά του μέχρι τα γίγαρτα και αποτελείται από 5 μέρη, δηλαδή την επιδερμίδα, το υπόδερμα, το εξωτερικό τοίχωμα, το εσωτερικό τοίχωμα και την εσωτερική επιδερμίδα, η οποία γειττονεί με τα γίγαρτα. Οι Viala και Pechoutre (1910) χαρακτηρίζουν την επιδερμίδα ως επικάρπιο, το κεντρικό τμήμα του καρπού ως μεσοκάρπιο και την εσωτερική επιδερμίδα ως ενδοκάρπιο. Σύμφωνα με τον Fournioux (1982) ο καρπός αποτελείται από το περικάρπιο φλοιό που αποτελείται από την εφυμενίδα, την επιδερμίδα και το υπόδερμα, το μεσοκάρπιο και το ενδοκάρπιο (Mullins et al.,1992). Κατά το Νταβίδη (1977) η ανεπτυγμένη ράγα περιλαμβάνει τρία κύρια μέρη, το φλοιό ή περικάρπιο, τη σάρκα ή μεσοκάρπιο και τα γίγαρτα. Τα γίγαρτα περιβάλλονται από μια φλοιώδη μεμβράνη που συνίσταται από μια ή δύο στιβάδες κυττάρων και αποτελεί το ενδοκάρπιο.



Εικόνα 1. Οι διάφοροι ιστοί της ράγας στην ωρίμανση (Πηγή: Ribereau-Gayon et al, 1998)



Εικόνα 2. Δομή της ώριμης ράγας (Πηγή: Kennedy, 2002)

1.1.1.1 Ο ΦΛΟΙΟΣ

Ο φλοιός αποτελείται από την εφυμενίδα, την επιδερμίδα και την υποδερμίδα (Mullins et al., 1992) και συνιστά το 5-12% του συνολικού βάρους της ράγας. Η εφυμενίδα βρίσκεται στο εξωτερικό μέρος του φλοιού και εξωτερικά καλύπτεται από μια λεπτή, κηρώδης, υπόλευκη στρώση άχνης που αφαιρείται εύκολα και ονομάζεται κέρινη ανθηρότητα ή επιδερμικός κήρος. Πρόκειται για ένα στρώμα λεπτών κηρώδων λεπιών, που αποτελούνται κυρίως από ολεανολικό οξύ, τα οποία ξεκινούν να σχηματίζονται τρεις βδομάδες μετά την άνθηση και αυξάνονται σε μέγεθος, αριθμό και πολυπλοκότητα καθώς οι ράγες ωριμάζουν. Ο ρόλος της κέρινης ανθηρότητας είναι πολλαπλός και σημαντικός αφού ενισχύει την αντοχή στις προσβολές από έντομα και παθογόνα, καθώς επίσης και στα ηλιακά εγκαύματα, ρυθμίζει τη διαπνοή παρεμποδίζοντας την απώλεια ύδατος, συμβάλει στην ελκυστικότητα των ραγών των επιτραπέζιων σταφυλιών και τέλος συγκρατεί ζύμες και βακτήρια-φορείς ιολογικών ασθενειών. Η κηρώδης αυτή ουσία περιέχει συστατικά με μεγάλη θρεπτική αξία για τους ζυμομύκητες (Σουφλερός, 1997). Το πάχος του επιδερμικού κήρου είναι σχεδόν συνεχές κατά την αύξηση των ραγών (περίπου 100 μg κήρου/cm² επιφάνειας).

Η επιδερμίδα αποτελείται από μια στιβάδα πολυγωνικών κυττάρων και είναι το στρώμα του φλοιού στο οποίο περιέχονται οι αρωματικές και πρόδρομες αρωματικές ενώσεις χαρακτηριστικές της κάθε ποικιλίας. Το πάχος των κυττάρων της επιδερμίδας σχετίζεται με την αντοχή στις προσβολές από εχθρούς και ασθένειες, οι οποίες μπορούν να οδηγήσουν στην φελλοποίηση τους (Gallet, 1980). Επίσης στην επιδερμίδα βρίσκονται τα στομάτια και οι χλωροπλάστες, η δραστηριότητα των οποίων μειώνεται με την ανάπτυξη της ράγας, οπότε η διαπνοή μέσω των στοματίων της επιδερμίδας αποτελεί την κύρια οδό διέλευσης του ύδατος της ράγας.

Το υπόδεσμα αποτελείται από 6-10 στιβάδες κυττάρων και διακρίνεται σε δύο περιοχές, την εσωτερική και την εξωτερική. Η εξωτερική αποτελείται από ορθογώνια κύτταρα τα οποία εκτείνονται κυρίως ακτινωτά καθώς η ράγα μεγεθύνεται, ενώ η εσωτερική αποτελείται από πολυγωνικά κύτταρα με λεπτότερες μεμβράνες τα οποία επιμηκύνονται ελαφρώς, αλλά κυρίως αυξάνονται μέχρι και έξι φορές περισσότερο από την κανονική τους διάμετρο (Gallet, 1980). Κατά την πορεία αύξησης των

ραγών τα κύτταρα δεν πολλαπλασιάζονται αλλά αυξάνονται σε μέγεθος, ενώ παράλληλα μειώνεται το πάχος των μεμβρανών.

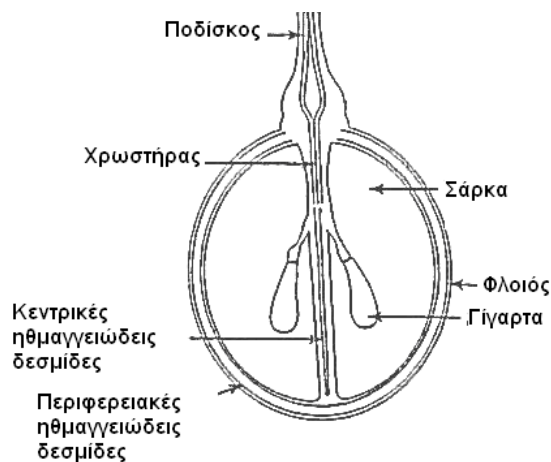
Τα κύτταρα του φλοιού έχουν ξεχωριστό και ενεργό μεταβολισμό που περιλαμβάνει πολλές φυσιολογικές και βιοχημικές διεργασίες (Σταυρακάκης, 2013). Τα βαθύτερα κυτταρικά στρώματα (επιδερμίδας και υποδέρματος) περιέχουν το μεγαλύτερο ποσοστό των φαινολικών, χρωστικών και αρωματικών ουσιών, καθώς επίσης είναι πλούσια σε ασκορβικό οξύ. Το πάχος του φλοιού προσδίδει ανθεκτικότητα στις επιτραπέζιες ποικιλίες αμπέλου και αποτελεί αμπελογραφικό χαρακτήρα.

1.1.1.2 Η ΣΑΡΚΑ ή ΜΕΣΟΚΑΡΠΙΟ

Το μεσοκάρπιο αποτελείται από 25-30 στιβάδες παρεγχυματικών κυττάρων, τα οποία φέρουν ευμεγέθη χυμοτόπια που περιέχουν τον κυτταρικό χυμό που αντιστοιχεί στο 90% του βάρους της ώριμης ράγας και συνίσταται από νερό, σάκχαρα και οξέα. Σύμφωνα με τον Portele (1883), η σάρκα διακρίνεται σε τρεις ζώνες κυττάρων καθεμία εκ των οποίων αποτελείται από κύτταρα που διαφέρουν σε σχήμα, μέγεθος και κατεύθυνση (Gallet, 1980). Οι δυο εξωτερικές ζώνες αποτελούν το μεσοκάρπιο, ενώ η εσωτερική στιβάδα της ζώνης του μεσοκαρπίου αποτελεί το ενδοκάρπιο που χωρίζει τη σάρκα από τα γίγαρτα. Η εξωτερική ζώνη του μεσοκαρπίου αποτελείται από λίγα άλλα ευμεγέθη και επιμήκη τοποθετημένα ακτινωτά, ενώ η δεύτερη στιβάδα έχει μικρότερα, ακανόνιστα και παχύτερα, τοποθετημένα κατακόρυφα.

1.1.1.3 ΤΟ ΑΓΓΕΙΑΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Το αγγειακό σύστημα της ράγας αποτελείται από 10-12 ηθμαγγειώδεις δεσμίδες που τροφοδοτούν τα μέρη της ράγας με νερό και θρεπτικά στοιχεία. Το δίκτυο αυτό αποτελείται από τρεις κατηγορίες ηθμαγγειώδων δεσμίδων, το εξωτερικό, το εσωτερικό δίκτυο και εκείνο που τροφοδοτεί τα γίγαρτα. Οι ηθμαγγειώδεις δεσμίδες και το παρέγχυμα που τις περιβάλλει κοντά στο σημείο του ποδίσκου καλούνται χρωστήρας (Mullins et al.1992).



Εικόνα 3. Αγγειακή δομή του καρπού (Πηγή: Ribereau-Gayon et al., 1998)

1.1.1.4 ΤΑ ΓΙΓΑΡΤΑ

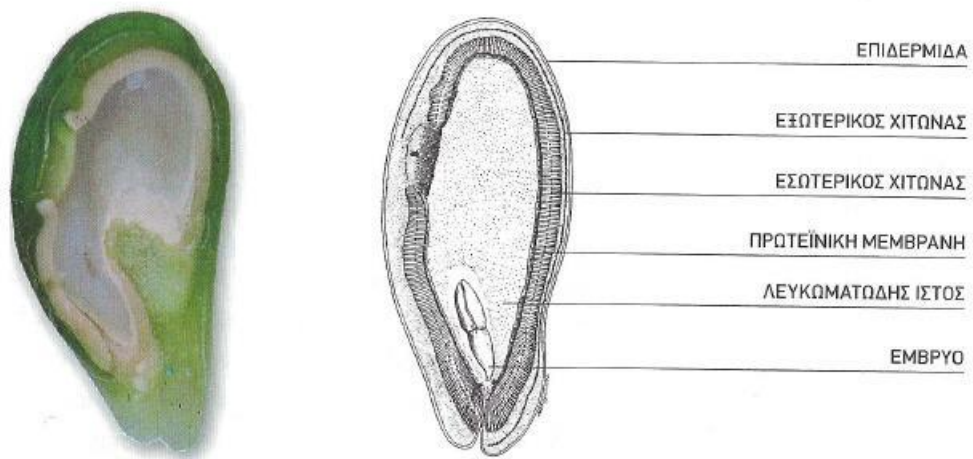
Τα γίγαρτα είναι τα όργανα αναπαραγωγής της αμπέλου. Προέρχονται από την γονιμοποίηση της σπερματικής βλάστης, ενώ το έμβρυο από την ανάπτυξη του εμβρυόσακκου. Κάθε ράγα δύναται να περικλείει θεωρητικά 4 γίγαρτα. Συνήθως απαντώνται 1-3, ενώ υπάρχουν και ράγες που δεν περικλείουν γίγαρτα. Ο αριθμός των γιγάρτων ανά ράγα επηρεάζεται από την ποικιλία και τις κλιματικές συνθήκες κατά την ανθοφορία. Οι περιπτώσεις στις οποίες έχουμε ανάπτυξη αγίγαρτων ραγών ή ραγών με γίγαρτα τα οποία στερούνται εμβρύων οφείλονται στο φαινόμενο της εξερεθισμού παρθενοκαρπίας και στο φαινόμενο της στενοσπερμοκαρπίας αντίστοιχα (Σταυρακάκης, 2013).

Τα γίγαρτα αποτελούν το 10% του βάρους των ραγών. Γενικά, είναι πλούσια σε φαινολικά συστατικά (ταννίνες και μονομερείς κατεχίνες) τα οποία συνεισφέρουν στις ταννίνες του κρασιού (5-8%). Επιπλέον περιέχουν υψηλές συγκεντρώσεις ελαιωδών ουσιών (10%) και λιγότερες συγκεντρώσεις ρητινωδών συστατικών. Επίσης αποτελούν έδρα σχηματισμού φυτορρυθμιστικών ουσιών. Έχει σημειωθεί ότι οι εγγίγαρτες ποικιλίες περιέχουν υψηλότερες συγκεντρώσεις αυξητικών ουσιών και αμπισσικού οξέος σε σχέση με τις αγίγαρτες. Γενικά, το μέγεθος και η σύνθεση των ραγών επηρεάζεται από την παρουσία των γιγάρτων. Συγκεκριμένα, όσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός των γιγάρτων τόσο μεγαλύτερου όγκου είναι η ράγα με συγκριτικά μικρότερες συγκεντρώσεις σε σάκχαρα και νιτρώδη συστατικά αλλά με μεγαλύτερα επίπεδα οξύτητας. Το γίγαρτο αποτελείται

από τη σάρκα, που προστατεύεται εξωτερικά από το κέλυφος ή επισπέρμιο και εμπεριέχει το έμβρυο (Κουράκου-Δραγώνα, 1998).



Εικόνα 4. Μορφολογία γιγάρτου (Πηγή: Σταυρακάκης, 2013)



Εικόνα 5. Ανατομία γιγάρτου (Πηγή: Σταυρακάκης, 2013)

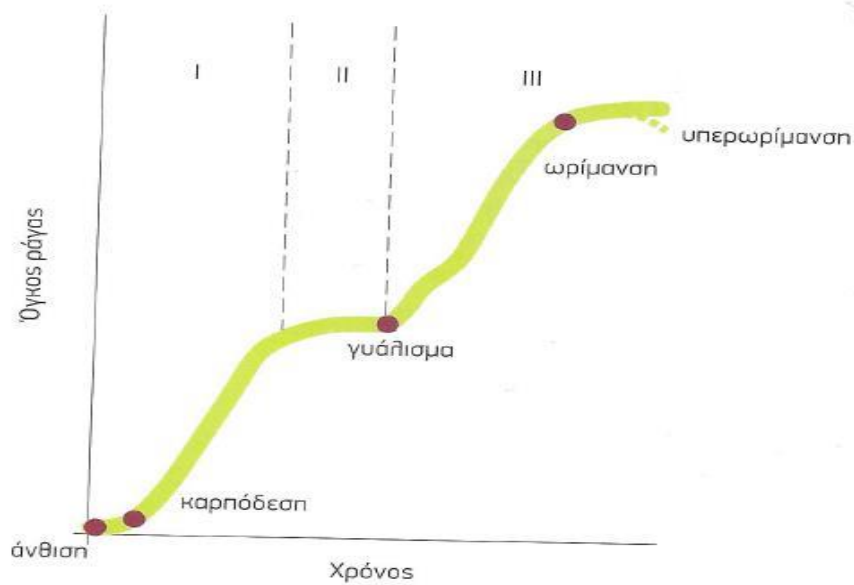
1.1.2 Η ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΩΡΙΜΑΝΣΗ ΤΩΝ ΡΑΓΩΝ

Μετά τη γονιμοποίηση και την καρπόδεση πραγματοποιούνται σημαντικές μοριακές, βιοχημικές, φυσιολογικές και μορφολογικές μεταβολές που συντελούν στην ανάπτυξη και ωρίμανση των ραγών. Η ανάπτυξη χαρακτηρίζεται από μια αύξηση του όγκου των ραγών με ταυτόχρονη εξέλιξη των φυσικών χαρακτηριστικών (χρώμα) και της χημικής σύνθεσης των ραγών (περιεκτικότητα σε σάκχαρα, οξέα, φαινολικά συστατικά). Τα χαρακτηριστικά της ράγας καθορίζονται από τους γενετικούς χαρακτήρες της κάθε ποικιλίας και επηρεάζονται από περιβαλλοντικούς και καλλιεργητικούς παράγοντες (Σταυρακάκης, 2013).

Το πρότυπο της ανάπτυξης και αύξησης των ραγών εξαρτάται από την παρουσία, τον αριθμό και το αναπτυξιακό στάδιο των γιγάρτων. Στις εγγίγαρτες ποικιλίες, ο ρυθμός ανάπτυξης ακολουθεί μια διπλή σιγμοειδή καμπύλη, δηλαδή χωρίζεται σε τρεις φάσεις οι οποίες καθορίστηκαν με βάση τον όγκο, το βάρος, τη διάμετρο και το μήκος των ραγών (Coombe, 1992). Συνοπτικά οι τρεις φάσεις που παρατηρούνται είναι οι εξής:

- **Στάδιο I** : Περίοδος ταχείας ανάπτυξης των ραγών, η οποία χαρακτηρίζεται από υψηλό ρυθμό αύξησης του μεγέθους λόγω έντονης κυταροδιαίρεσης.
- **Στάδιο II**: Περίοδος ανάσχεσης του ρυθμού ανάπτυξης (lag phase), η οποία χαρακτηρίζεται από μείωση του ρυθμού αύξησης του μεγέθους των ραγών και από αύξηση του μεγέθους των γιγάρτων.
- **Στάδιο III**: Περίοδος δεύτερης ταχείας ανάπτυξης των ραγών.

Σε περίπτωση που οι σταφυλές παραμείνουν στο πρέμνο μετά την πλήρη ωρίμανση, παρατηρείται ένα τέταρτο στάδιο, αυτό της υπερωρίμανσης των ραγών. Στις αγίγαρτες ποικιλίες αμπέλου οι παραπάνω φάσεις δεν είναι ευδιάκριτες λόγω της μικρής διάρκειας του δεύτερου σταδίου.



Εικόνα 6. Στάδια ανάπτυξης των ραγών (Πηγή: Σταυρακάκης, 2013)

ΣΤΑΔΙΟ I – Στάδιο πράσινης ράγας

Το Στάδιο I της πρώτης ταχείας ανάπτυξης των γιγάρτων και του περικαρπίου διαρκεί 6-8 βδομάδες περίπου, ανάλογα με την ποικιλία και τις περιβαλλοντικές συνθήκες. Αρχικά οφείλεται στις έντονες κυτταροδιαιρέσεις και στη συνέχεια στην αύξηση των διαστάσεων των κυττάρων (Σταυρακάκης, 2013). Η διάρκεια και η ένταση των κυτταροδιαιρέσεων ελέγχονται από τον αριθμό και το αναπτυξιακό στάδιο των γιγάρτων στα οποία λαμβάνει χώρα η βιοσύνθεση αυξινών, κυτοκινινών (που προωθούν την κυτταροδιαίρεση) και των γιββερελλινών (που προωθούν την αύξηση των διαστάσεων των κυττάρων), δηλαδή ρυθμιστικών ουσιών οι οποίες μεταφέρονται στο περικάρπιο αυξάνοντας το μέγεθος. Τα κύτταρα του μεσοκαρπίου διαιρούνται μέχρι τη συμπλήρωση 3-4 βδομάδων από την άνθιση, ενώ τα κύτταρα του φλοιού έως και τη συμπλήρωση 5-6 βδομάδων μετά την άνθιση.

Στο τέλος του σταδίου αυτού οι ράγες είναι πράσινες (καθώς η επικρατούσα χρωστική είναι η χλωροφύλλη), σκληρές και έχουν αποκτήσει το ήμισυ του τελικού τους μεγέθους, ενώ τα γιγάρτα είναι επίσης πράσινα αλλά μαλακά. Οι πράσινες ράγες παρουσιάζουν φωτοσυνθετική δραστηριότητα μικρής έντασης, ωστόσο τα προϊόντα της φωτοσύνθεσης δεν επαρκούν για τις ανάγκες θρέψης της με αποτέλεσμα

τη ροή φωτοσυνθετικών προϊόντων από τα φύλλα. Τέλος οι ράγες χαρακτηρίζονται από μεγάλη περιεκτικότητα σε οργανικά οξέα, χαμηλή περιεκτικότητα σε σάκχαρα και έντονη διαπνοή.

ΣΤΑΔΙΟ II – Στάδιο ανάσχεσης της αύξησης των ραγών-ΠΕΡΚΑΣΜΟΣ

Το στάδιο II της ανάσχεσης του ρυθμού αύξησης ξεκινάει 5-11 βδομάδες μετά την άνθιση και ολοκληρώνεται 1-6 βδομάδες μετά το πέρας αυτών. Η διάρκεια του εξαρτάται από το χρόνο έναρξης της ωρίμανσης των ραγών (το οποίο σηματοδοτεί το τέλος του), δηλαδή από την πρωιμότητα ή την οψιμότητα της ποικιλίας. Συγκεκριμένα είναι σύντομο εάν η ποικιλία είναι πρόιμη και παρατεταμένο όταν είναι όψιμη. Επιπλέον επηρεάζεται από ενδογενείς παράγοντες όπως η ευρωστία και η ζωηρότητα, από καλλιεργητικούς και περιβαλλοντικούς.

Κατά τη διάρκεια του σταδίου παρατηρείται μικρή αύξηση του περικαρπίου λόγω της παρουσίας υψηλών συγκεντρώσεων παρεμποδιστών της αύξησης ουσιών (αμπισικό οξύ) και μικρών συγκεντρώσεων υποκινητών της αύξησης. Τα γίγαρτα αναπτύσσονται ταχύτατα, ενώ προς το τέλος του σταδίου αποκτούν το τελικό τους μέγεθος, η συγκέντρωση σε ταννίνες αυξάνει και το περίβλημα σταδιακά ξυλοποιείται. Στο τέλος του σταδίου η ράγα χάνει προοδευτικά το πράσινο χρώμα και τη σκληρότητα της, ενώ μειώνεται σημαντικά η ένταση της φωτοσύνθεσης και της διαπνευστικής δραστηριότητας οπότε καθίσταται αποθηκευτικό όργανο.

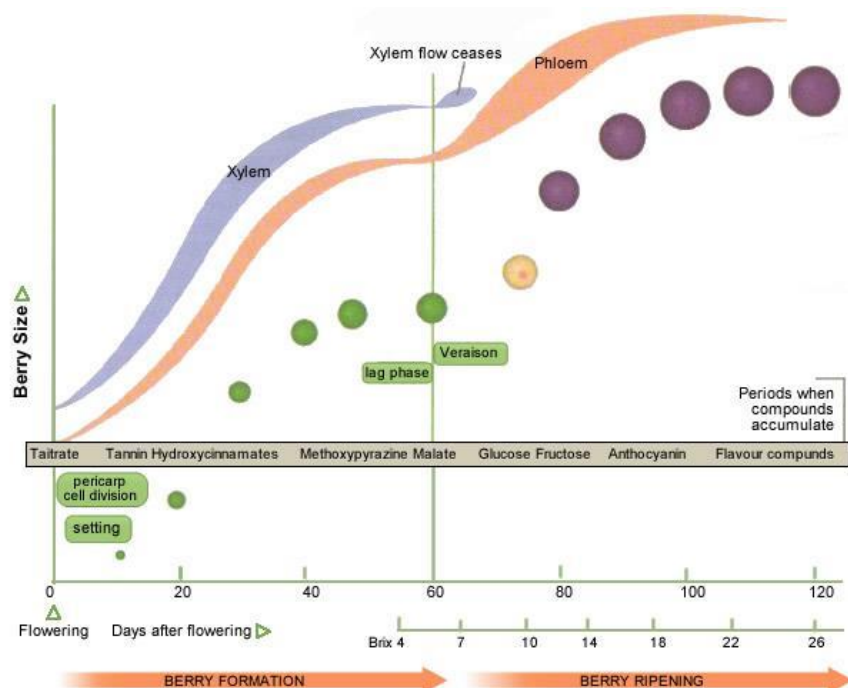
ΣΤΑΔΙΟ III –Στάδιο ωρίμανσης

Το στάδιο της ωρίμανσης διαρκεί 5-10 βδομάδες και χαρακτηρίζεται από σημαντικές μορφολογικές, φυσιολογικές, ανατομικές και βιοχημικές μεταβολές της ράγας. Η ένταση της αναπνοής μειώνεται, ενώ αυξάνονται ραγδαία διάφορες ενζυμικές δραστηριότητες. Κατά τη φάση αυτή παρατηρείται ταχεία ανάπτυξη του μεγέθους των ραγών μέχρι διπλασιασμού τους ως αποτέλεσμα της αύξησης της εισροής νερού και σακχάρων και της εκ νέου μεγέθυνσης των διαστάσεων των κυττάρων του μεσοκαρπίου. Παράλληλα παρατηρείται μείωση της σκληρότητας των

ραγών και αύξηση της περιεκτικότητας σε σάκχαρα, μείωση συσσώρευσης οξέων, αύξηση pH και συγκέντρωσης χρωστικών, ενώ οι ράγες αποκτούν το χαρακτηριστικό για την ποικιλία χρώμα.

Στο σταφύλι, παρουσιάζονται τα ακόλουθα είδη ωριμότητας:

- Φυσιολογική ή βιολογική ωριμότητα, η οποία χαρακτηρίζεται από την ικανότητα των γιγάρτων να βλαστήσουν.
- Βιομηχανική ωριμότητα, που αντιστοιχεί στο ανώτατο ποσό σακχάρων των ώριμων σταφυλιών.
- Τεχνολογική ωριμότητα, που αντιστοιχεί στη στιγμή κατά την οποία το σταφύλι μιας ποικιλίας δίνει γλεύκος, όπου η χημική του σύσταση είναι κατάλληλη για τον τύπο του οίνου που πρόκειται να επεξεργαστεί.
- Πολυφαινολική ωριμότητα, που περιλαμβάνει όχι μόνο την ολική συγκέντρωση των συστατικών της οικογένειας των πολυφαινολών, αλλά και τη δομή τους και την ικανότητά τους να εκχυλίζονται από τα σταφύλια κατά την αλκοολική ζύμωση (Σουφλερός, 2000).



Εικόνα 7. Διαγραμματική απεικόνιση της εξέλιξης του βάρους και του χρώματος των ραγών που λαμβάνουν χώρα 10 μέρες μετά την άνθηση και οι κύριες μεταβολές κατά την ανάπτυξη των ραγών (Πηγή: Coombe et al., 2001)

1.2 ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΣΤΗ ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΩΝ ΡΑΓΩΝ

1.2.1 ΤΑ ΣΑΚΧΑΡΑ

Στα αρχικά στάδια της ανάπτυξης των ραγών μεγάλο ποσοστό των υδατανθράκων που χρησιμοποιείται για την ανάπτυξη τους προέρχεται από την φωτοσυνθετική ικανότητα των ίδιων (Kriedemann, 1968). Οι πράσινες ράγες φαίνεται μάλιστα να περιέχουν 10-20 g σακχάρου/ kg φρούτου, δηλαδή περίπου ίδιες ποσότητες με αυτές ενός φύλλου (Ribereau –Gayon et al., 1998). Όσο όμως η ράγα μεγαθύνεται και οδεύοντας προς το φαινολογικό στάδιο του περκασμού, οι υδατάνθρακες προέρχονται κυρίως από τα φύλλα και τα ξυλώδη μέρη του πρέμνου, καθώς οι θρεπτικές ανάγκες αυξάνονται επειδή τα σάκχαρα μεταβολίζονται έντονα για την ανάπτυξη της ράγας και κυρίως για την αύξηση και ωρίμανση των γιγάρτων. Σύμφωνα με έρευνα των Kliewer και Antcliff (1970) γύρω στο 40% των υδατανθράκων που συσσωρεύονται στις ράγες προέρχονται από τα μόνιμα, ξυλώδη μέρη του πρέμνου (Jackson, 1994). Θα πρέπει επίσης να αναφερθεί ότι κατά το στάδιο της ωρίμανσης στην αύξηση της συγκέντρωσης των σακχάρων συμβάλλει και η βιοσύνθεση της γλυκόζης από το μηλικό οξύ (γλυκονεογένεση) (Σταυρακάκης, 2013).

Οι υδατάνθρακες που παράγονται στα διάφορα μέρη του φυτού μεταφέρονται μέσω του ηθμού στις ράγες με τη μορφή σακχαρόζης. Η σακχαρόζη στο εσωτερικό των ραγών υδρολύεται σε γλυκόζη και φρουκτόζη, αντίδραση η οποία καταλύεται από την όξινη ιμβερτάση. Ο λόγος γλυκόζη/φρουκτόζη διαφοροποιείται στα διάφορα στάδια ανάπτυξης των ραγών. Έτσι στα αρχικά στάδια η γλυκόζη υπερτερεί ποσοτικά έναντι της φρουκτόζης, ενώ όσο προχωρά η ωρίμανση τείνουν να εξισορροπούνται. Στις πράσινες ράγες, στην αρχή της ανάπτυξης, η γλυκόζη προκρίνεται και αποτελεί το 85% των σακχάρων. Ο λόγος, που είναι γύρω στο πέντε, μειώνεται στο δύο στον περκασμό και κλίνει προς το ένα κοντά στην ωρίμανση. Αφού η γλυκόζη είναι πιο εύκολο να εισέλθει στην κυτταρική αναπνοή, η φρουκτόζη εισέρχεται στις αντιδράσεις σύνθεσης. Το φαινόμενο εξηγεί τον αυξημένο λόγο στα πρώτα στάδια και την μετέπειτα του μείωση λόγω μειωμένης βιοσυνθετικής δραστηριότητας (Ribereau –Gayon et al., 1998). Στην υπερωρίμανση ωστόσο η

φρουκτόζη υπερτερεί της γλυκόζης, γεγονός που μάλλον οφείλεται στην ενζυματική μετατροπή της γλυκόζης σε φρουκτόζη (Σταυρακάκης, 2013).

Επιπρόσθετα, η συγκέντρωση των σακχάρων διαφέρει ανάμεσα στα διάφορα τμήματα της ράγας. Συγκεκριμένα η περιεκτικότητα βαίνει αυξανόμενη από τους φλοιούς προς τη σάρκα, ενώ μειώνεται στην περιοχή κοντά στα γίγαρτα. Όσον αφορά τον καταμερισμό γλυκόζης και φρουκτόζης στο εσωτερικό της ράγας, ο φλοιός και η περιοχή γύρω από τα γίγαρτα περιέχει μεγαλύτερο ποσοστό γλυκόζης απο ότι η αντίστοιχη μεταξύ τους (Possner and Kliewer, 1985).

Όπως ισχύει για όλα τα κυτταρικά συστατικά, έτσι και η συσσώρευση των σακχάρων εξαρτάται από διάφορους παράγοντες όπως γενετικούς, ενδογενείς, καλλιεργητικούς και περιβαλλοντικούς παράγοντες. Όλες οι καλλιεργητικές πρακτικές που οδηγούν σε αύξηση της ζωηρότητας και της παραγωγικότητας, εντείνουν τον ανταγωνισμό μεταξύ βλάστησης και καρποφορίας και οδηγούν σε καθυστέρηση της ωρίμανσης και μείωση της συγκέντρωσης των σακχάρων (Delas, 2000). Όσον αφορά τους γενετικούς παράγοντες η συσσώρευση των σακχάρων φαίνεται να ελέγχεται από διάφορα γονίδια όπως τα Vvsuc11, Vvsuc12, Vvsuc27 (Davies and Boss, 1999), VvHT1 και VvHT2 (Σταυρακάκης, 2013). Από τους περιβαλλοντικούς παράγοντες αυτοί που επιδρούν κυρίως στη συσσώρευση σακχάρων είναι η θερμοκρασία του αέρα και η υδατική καταπόνηση.

1.2.2 ΤΑ ΟΡΓΑΝΙΚΑ ΟΞΕΑ

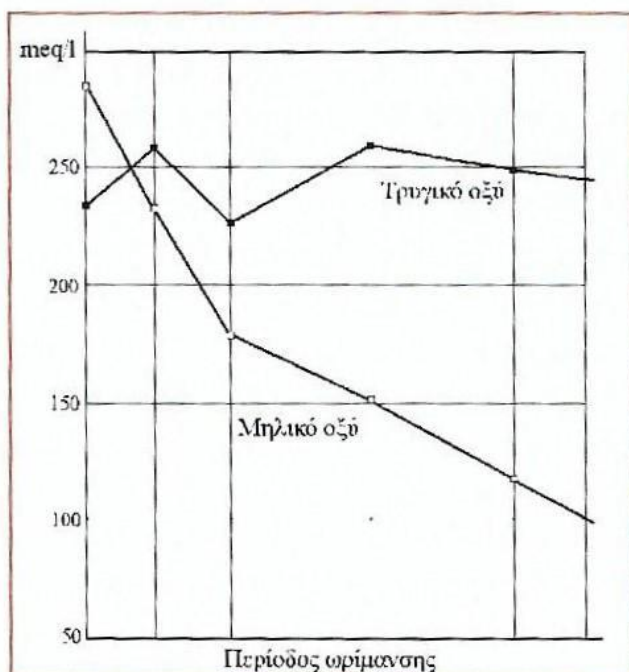
Το μηλικό μαζί με το τρυγικό οξύ συνθέτουν το 70-90% των συνολικών οξέων του χυμού της ράγας. Το υπόλοιπο ποσοστό αποτελείται από οργανικά οξέα που βρίσκονται σε διάφορες μικρότερες συγκεντρώσεις (λ.χ. κιτρικό), φαινολικά οξέα, αμινοξέα και λιπαρά οξέα. Παρότι το μηλικό και το τρυγικό έχουν παρόμοια δομή, συντίθενται και μεταβολίζονται διαφορετικά. Το τρυγικό προέρχεται από μετατροπή του ασκορβικού οξέος, ενώ το μηλικό αποτελεί ενδιάμεσο προϊόν του κύκλου των τρικαρβοξυλικών οξέων, οπότε μπορεί να συντεθεί από σάκχαρα (μέσω γλυκόλυσης και κύκλου των τρικαρβοξυλικών) ή από διοξείδιο του άνθρακα (PEP) και γι' αυτό αλλάζει πιο γρήγορα και ραγδαία απ' ότι το τρυγικό οξύ.

Το τρυγικό και το μηλικό οξύ συντίθενται στα νεαρά φύλλα και στις πράσινες ράγες. Ο βαθμός και η φύση των οργανικών οξέων μπορεί να διαφέρει αρκετά ανάλογα με την ποικιλία, τις περιβαλλοντικές συνθήκες (Jackson, 2008) και το στάδιο ωρίμανσης. Οι Van der Heide and Schmitthenner (1922) έδειξαν ότι η ογκομετρούμενη οξύτητα των ώριμων ραγών ήταν χαμηλότερη στους φλοιούς και υψηλότερη στην περιοχή γύρω από τα γίγαρτα. Το 1956 ο Amerine βρήκε ότι στις πράσινες ράγες συνέβαινε το αντίθετο. Σύμφωνα με τους Steffan and Rapp (1979), το περιφερειακό μηλικό μπορεί να συμμετάσχει στην αναπνοή και άρα να καταναλωθεί πιο εύκολα από εκείνο του κέντρου, ανεξαρτήτως του σταδίου ωρίμανσης. Αντίστοιχα, οι Coombe and Matile (1980) βρήκαν χαμηλότερα επίπεδα μηλικού οξέος στους φλοιούς στο στάδιο της πράσινης ράγας σε σχέση με τη σάρκα σε σταφύλια της ποικιλίας Pinot Noir (Possner and Kliewer, 1985).

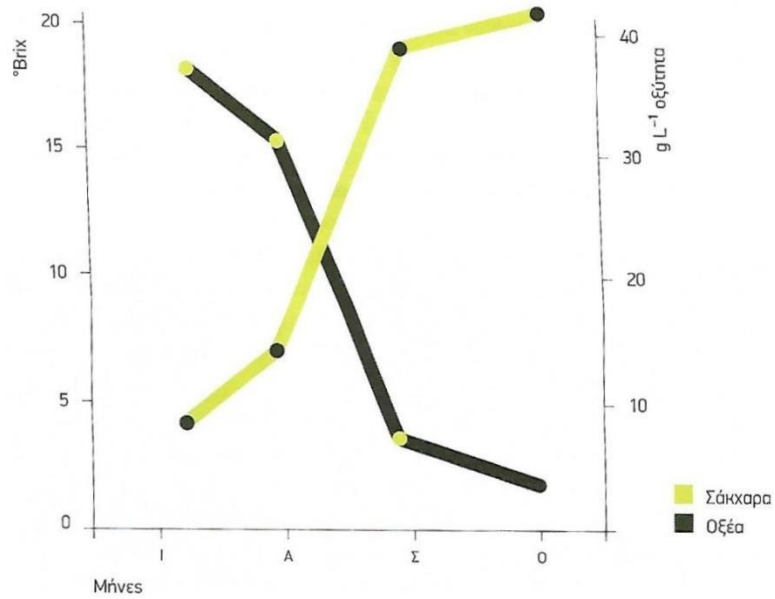
Σύμφωνα με τους Possner and Kliewer (1985), τόσο το μηλικό όσο και το τρυγικό οξύ δεν είναι το ίδιο κατανεμημένα μέσα στη ράγα. Οι πράσινες ράγες χαρακτηρίζονται από βαθμιαία αύξηση του μηλικού οξέος από την περιοχή των φλοιών προς το κέντρο, διαβάθμιση η οποία αντιστρέφεται αμέσως μετά τον περκασμό όπου οι φλοιοί αποκτούν την υψηλότερη συγκέντρωση μέσω συσσώρευσης η οποία ξεκινά δέκα ημέρες πριν τον περκασμό. Στη συνέχεια, είκοσι μέρες μετά την έναρξη της ωρίμανσης, η συσσώρευση του μηλικού αρχίζει να μειώνεται στους φλοιούς, ενώ φτάνει ένα μέγιστο κοντά στα γίγαρτα (Possner and Kliewer, 1985).

Σε αντίθεση με τη μείωση του μηλικού οξέος μετά την έναρξη της ωρίμανσης, το τρυγικό οξύ μένει σχετικά σταθερό και οποιαδήποτε μείωση της συγκέντρωσης του οφείλεται μάλλον στην αραίωση λόγω αύξησης του μεγέθους της ράγας. Ένα μόνο μικρό μέρος του τρυγικού συντίθεται κατά την περίοδο αυτή. Όσον αφορά στην κατανομή του στο εσωτερικό της ράγας, μένει σταθερό στην περιοχή κοντά στα γίγαρτα, ενώ στην περιφέρεια, αν και σε υψηλότερη συγκέντρωση, αρχίζει να μειώνεται σταδιακά κατά την ανάπτυξη της ράγας καταλήγοντας σε μικρότερες τιμές σε σχέση με το κέντρο της ράγας (Possner and Kliewer, 1985). Μια πιθανή να εξήγηση είναι η ένωση του με κατιόντα καλίου προς σχηματισμό τρυγικών αλάτων με αποτέλεσμα τη μείωση της ογκομετρούμενης οξύτητας και την αύξηση της ενεργούς οξύτητας (Jackson, 1994).

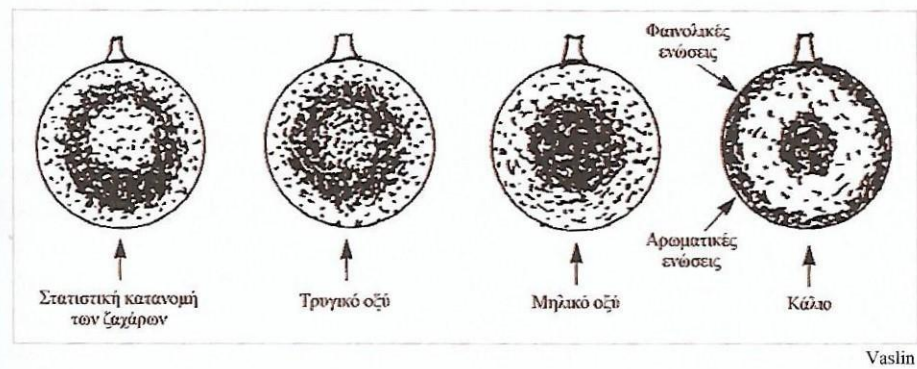
Έχει παρατηρηθεί ότι τα σταφύλια που παράγονται σε θερμές περιοχές μεταβολίζουν το μηλικό πριν τον τρυγητό, ενώ εκείνα των ψυχρών περιοχών διατηρούν αρκετή ποσότητα μηλικού στην ωρίμανση. Αυτό μάλλον οφείλεται τόσο στην ενεργοποίηση ενζύμων λόγω υψηλών θερμοκρασιών τα οποία το καταβολίζουν, όσο και στη μειωμένη σύνθεση και υψηλή γλυκονογένεση. Κατά την ανάπτυξη των ραγών ο ρυθμός αύξησης του μεγέθους ξεπερνά εκείνον της συσσώρευσης οξέων με αποτέλεσμα την πτώση της οξύτητας. Η ζωηρότητα αποτελεί ένα ακόμη παράγοντα μείωσης της ολικής οξύτητας και αύξησης της ενεργούς οξύτητας (Jackson, 1986), λόγω της σκίασης φύλλων (Jackson, 1994). Το τρυγικό οξύ στο γλεύκος απαντάται τόσο με τη μορφή ελεύθερων οξέων όσο και με τη μορφή αλάτων λόγω της αντίδρασης με κατιόντα νατρίου και καλίου (όξινο τρυγικό κάλιο και τρυγικό ασβέστιο). Η ογκομετρούμενη οξύτητα ανάλογα με την ποικιλία κυμαίνεται από 5 έως 10 mg τρυγικού οξέος/l (Conde et al., 2007), ενώ η ενεργή οξύτητα από 3 έως 3,5 στις ώριμες ράγες και υπερβαίνει το 4 για τις υπερώριμες ράγες (Σταυρακάκης, 2013).



Εικόνα 8. Εξέλιξη του τρυγικού και του μηλικού οξέος κατά την ωρίμανση (Πηγή: Σουφλερός, 1997)



Εικόνα 9. Πορεία εξέλιξης σακχάρων και οξέων κατά την ωρίμανση της ποικιλίας Σαββατιανό (Πηγή: Σταυρακάκης, 2013)



Εικόνα 10. Κατανομή ορισμένων συστατικών της ράγας. Η πυκνότητα των κουκίδων είναι ανάλογη της συγκέντρωσης των συστατικών (Πηγή: Σουφλερός, 1997)

1.2.3 ΤΑ ΑΜΙΝΟΞΕΑ

Όπως κάθε ζωντανός οργανισμός έτσι και η άμπελος χρειάζεται άζωτο για να αναπτυχθεί. Έλλειψη αζώτου μπορεί να οδηγήσει σε μειωμένη ανάπτυξη ή ανασχεση αυτής, ενώ υπερεπάρκεια μπορεί να οδηγήσει σε αύξηση της ζωηρότητας, αύξηση της βλαστητικής περιόδου και οψίμιση της παραγωγής με αποτέλεσμα να καθίσταται το πρέμνο επιρρεπές σε διάφορες μυκητολογικές ασθένειες και να μειώνονται τα επίπεδα φαινολικών ουσιών στις ράγες (Conde et al., 2007).

Στις ράγες και το γλεύκος, το άζωτο μπορεί να ανιχνευθεί με την ανόργανη (NO₄, NO₃⁻, NO₂⁻) ή οργανική (ελεύθερα αμινοξέα, πρωτεΐνες και άλλες αζωτογενείς ουσίες) μορφή. Η μεταφορά των αζωτούχων συστατικών γίνεται υπό τη μορφή κατιόντων αμμωνίου και αμινοξέων. Το ανόργανο άζωτο σε αμμωνιακή μορφή μπορεί να αποτελέσει το 80% του ολικού αζώτου πριν από το στάδιο του περκασμού, αλλά μειώνεται στο 5-10% μετά την ωρίμανση. Τα αμινοξέα αντιπροσωπεύουν το 90-95% των αζωτούχων ενώσεων που εισέρχονται εντός των ραγών, με κυρίαρχο τη γλουταμίνη που αντιπροσωπεύει το 50% των αζωτούχων συστατικών (Conde et al., 2007).

Κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης και ωρίμανσης των ραγών παρατηρούνται δύο μέγιστα στη συσσώρευση αζώτου, εκ των οποίων το πρώτο βρίσκεται στο στάδιο της πράσινης ράγας όταν αυτή έχει μέγεθος πίσσου και το δεύτερο στην έναρξη της ωρίμανσης (Σταυρακακης,2003). Κατά το στάδιο της πράσινης ράγας, η μεταφορά του αζώτου γίνεται τόσο από τα αγγεία του ξύλου όσο και του ηθμού, με τη μορφή είτε των νιτρικών είτε της γλουταμίνης, ενώ μετά την έναρξη ωρίμανσης γίνεται μόνο από τα αγγεία του ηθμού και κυρίως με τη μορφή της γλουταμίνης, η οποία, μόλις εισέλθει στη ράγα, μετατρέπεται με τη δράση της αμινοτρανσφεράσης σε αμινοξέα (Roubelakis-Angelakis and Kliewer, 1992).

Τα περισσότερα αζωτούχα συστατικά που βρίσκονται στο περικάρπιο απαντούν με τη μορφή αμινοξέων. Συγκεκριμένα στις ώριμες ράγες περισσότερο από το 50% είναι υπό τη μορφή ελεύθερων αμινοξέων. Κατά την πορεία της ωρίμανσης, η συγκέντρωση των αζωτούχων συστατικών αυξάνεται λόγω της αυξημένης παρουσίας αμμωνιακών αλάτων. Μετά τον περκασμό οι συγκεντρώσεις των αμμωνιακών αλάτων μειώνονται, ενώ αντίθετα αυξάνονται οι συγκεντρώσεις των

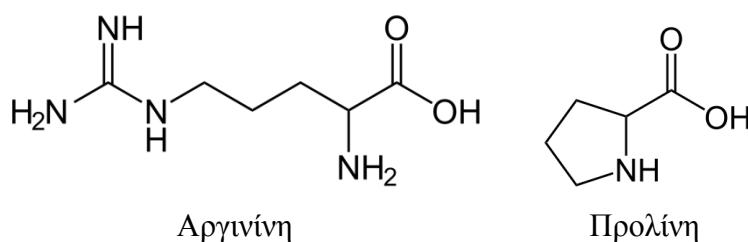
οργανικών μορφών. Οι συγκεντρώσεις της αργινίνης και της προλίνης αυξάνουν ραγδαία 2 έως 6 φορές με αποτέλεσμα να κυριαρχούν έναντι των υπόλοιπων αζωτούχων συστατικών στις περισσότερες ποικιλίες. Στις ώριμες ράγες κυριαρχούν τα ελεύθερα αμινοξέα και κυρίως η αργινίνη και η προλίνη αποτελώντας το 60-70% του συνόλου. Η αργινίνη αντιπροσωπεύει το 6-44% του ολικού αζώτου του χυμού. Από την αργινίνη μπορεί να παραχθεί προλίνη κατά την πορεία ωρίμανσης με μετατροπή έως και του 25-30% αυτής (Ribereau-Gayon et al., 1998).

Η σχετική συγκέντρωση των δύο αμινοξέων εξαρτάται από διάφορους παράγοντες μεταξύ των οποίων η ποικιλία, η ζωηρότητα, η θερμοκρασία και το στάδιο ωρίμανσης, και μπορεί να διαφέρει έως και 20 φορές (Jackson, 2008). Σύμφωνα με τον Σταυρακάκη (2013) η συγκέντρωση της αργινίνης στις ελληνικές ποικιλίες κυμαίνεται μεταξύ 550 και 1300mg/ml χυμού. Οι Stines et al. (2000), έδειξαν ότι η συνολική συγκέντρωση των αμινοξέων στη σάρκα της ποικιλίας Cabernet Sauvignon ήταν 1,5 φορές μεγαλύτερη από την αντίστοιχη της ποικιλίας Riesling. Οι υψηλές θερμοκρασίες επιδρούν στη συγκέντρωση των δύο αμινοξέων αυξάνοντας τη. Αντίστοιχα η υδατική καταπόνηση έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της προλίνης, αλλά την μείωση της αργινίνης. Όσον αφορά την υδατική καταπόνηση στην άμπελο οι Sánchez et al. (1998) κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι ο ρόλος της προλίνης είναι να ελαχιστοποιηθούν οι ζημιές που προκαλούνται από την αφυδάτωση.

Η συγκέντρωση της αργινίνης κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης καθώς κι η κατανομή της στα διάφορα τμήματα της ράγας εξαρτάται από την ποικιλία και επηρεάζεται από εξωτερικούς παράγοντες και κυρίως από τη λίπανση. Αν και ο χρόνος κατά τον οποίο λαμβάνει μέγιστες τιμές διαφέρει ανάλογα με την ποικιλία, φτάνει το μέγιστο στην πλήρη ωρίμανση. Ο Kliewer (1968) βρήκε ότι η συγκέντρωση της αργινίνης αυξήθηκε με ταχείς ρυθμούς κατά το στάδιο της ωρίμανσης και στη συνέχεια άρχισε να μειώνεται κατά την υπερωρίμανση. Αντίστοιχα η αύξηση της συγκέντρωσης της προλίνης παρατηρείται κυρίως πριν τον περκασμό και συνεχίζεται έως την πλήρη ωρίμανση. Ωστόσο φαίνεται πως ο ρυθμός αύξησης μειώνεται υπό συνθήκες έντονης συσσώρευσης σακχάρων (Kliewer, 1968). Από έρευνα που πραγματοποιήθηκε από τους Stines et al. (2000) βρέθηκε ότι η προλίνη συσσωρεύεται σε υψηλό βαθμό στην ποικιλία Cabernet Sauvignon, ενώ η αργινίνη είναι το κυρίαρχο αμινοξύ στις ποικιλίες Muscat Cordo και Grenache.

Η φύση του μορίου της αργινίνης μας επιτρέπει να τη χρησιμοποιήσουμε ως δείκτη αζωτούχου θρέψης των πρέμνων, προσδιορίζοντας το κρίσιμο επίπεδο συγκέντρωσης στο χυμό των ώριμων ραγών κατά την πλήρη ωρίμανση (Σταυρακάκης, 2013). Συγκεκριμένα, παρακολουθώντας την πορεία της από την καρπόδεση έως την ωρίμανση σε διαφορετικά επίπεδα αζωτούχου λίπανσης, μπορούμε να προγραμματίσουμε τα επίπεδα λίπανσης της επόμενης καλλιεργητικής περιόδου. Σε ερευνητική εργασία που πραγματοποιήθηκε στην ποικιλία Σαββατιανό τα επίπεδα έλλειψης κυμάνθηκαν από 280-400μg/ml γλεύκους, ενώ τα επίπεδα επάρκειας από 450-780μg/ml γλεύκους (Σταυρακάκης, 2013)

Τέλος η αργινίνη και άλλα αζωτούχα συστατικά του γλεύκους, επηρεάζουν σημαντικά την αύξηση των κυττάρων της ζύμης, το ρυθμό της αλκοολικής ζύμωσης, τα τελικά προϊόντα που σχηματίζονται και κατά συνέπεια τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του κρασιού. Αντίθετα η προλίνη δεν μεταβολίζεται από τις ζύμες παρά μόνο κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες.



Εικόνα 11. Τα αμινοξέα προλίνη και αργινίνη.

1.2.4 ΤΑ ΦΑΙΝΟΛΙΚΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ

Τα φαινολικά συστατικά είναι δευτερεύοντα προϊόντα του μεταβολισμού των σακχάρων. Ο όρος περιλαμβάνει ένα μεγάλο αριθμό στοιχείων τα οποία αποτελούνται από έναν ή περισσότερους αρωματικούς δακτυλίους ενωμένους με ένα ή περισσότερα υδροξύλια. Χρίζουν ιδιαίτερης σημασίας καθώς συνεισφέρουν σημαντικά στο χρώμα, καθώς και στο γευστικό και αρωματικό πλούτο των ραγών και κατ' επέκταση του οίνου μέσω της εκχύλισης τους κατά την αλκοολική ζύμωση. Επιπρόσθετα, προσφέρουν στα σταφύλια και τους οίνους αντιβακτηριακή και

αντιοξειδωτική προστασία και διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην παλαίωση και στις διάφορες τεχνολογικές κατεργασίες των οίνων (Σουφλερός, 1997). Ακόμα, προστατεύουν τις ράγες από την υπερϊώδη ακτινοβολία. Τέλος πολλά από αυτά συμμετέχουν στην προστασία της αμπέλου αποτελώντας βιολογικούς παρεμποδιστές ανάπτυξης άλλων οργανισμών (Conde et al., 2007).

Χωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες, τα φλαβονοειδή και τα μη φλαβονοειδή. Στα φλαβονοειδή περιλαμβάνονται οι πολυφαινόλες με σκελετό 15 ατόμων άνθρακα C6-C3-C6. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν οι προανθοκυανιδίνες, οι ταννίνες, οι ανθοκυάνες, οι φλαβόνες, οι φλαβονόλες και οι φλαβανόλες (κατεχίνες). Οι ταννίνες είναι πολυμερή των 3-φλαβανολών, ενώ οι ανθοκυάνες είναι ανθοκυανιδίνες ενωμένες με ένα ή περισσότερα μόρια σακχάρων. Οι μη φλαβονοειδείς φαινόλες χαρακτηρίζονται από τον C3-C6 σκελετό και αποτελούνται από φαινολικά οξέα (παράγωγα του βενζοϊκού και του κινναμωμικού οξέος) και τα στιλβένια. Τα μη φλαβονοειδή βρίσκονται σε πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις, εκτός των υδροξυκινναμωμικών οξέων (καφταρικό και κουταρικό οξύ) (Conde et al., 2007).

Η βιοσύνθεση των φαινολικών συστατικών ενεργοποιείται με την έναρξη της ανάπτυξης των ραγών, επομένως η συγκέντρωσή τους αυξάνεται με την έναρξη της φάσης αυτής. Η γρήγορη αύξηση της συγκέντρωσης κατά τα πρώτα στάδια της ανάπτυξης φτάνει ένα μέγιστο στο στάδιο του περκασμού και ακολουθεί μια σταθερή μείωση της αύξησης κατά το στάδιο της πλήρους ωρίμανσης.

Τα σταφύλια των λευκών ποικιλιών περιέχουν λιγότερα ολικά φαινολικά και δεν συνθέτουν ανθοκυάνες. Το χρώμα των ραγών των λευκών ποικιλιών οφείλεται στην παρουσία καροτενοειδών (καροτενίων, ξανθοφυλλών) και των φλαβονολών (κερκετίνη). Εκτός των φαινολικών των γιγάρτων, τα περισσότερα φαινολικά βρίσκονται στους φλοιούς και συγκεκριμένα είναι συσσωρευμένα κυρίως στα κύτταρα της επιδερμίδας και της υποδερμίδας (Jackson, 1994).

Φλαβόνες και φλαβονόλες

Οι φλαβονόλες είναι κίτρινες χρωστικές ενώσεις που απαντούν στους φλοιούς των ραγών στις στιβάδες του υποδέρματος, τόσο των ερυθρών όσο και των λευκών ποικιλιών αμπέλου. Βρίσκονται υπό τη μορφή μονογλυκοζιτών-3 ή μονογλυκουρονοζιτών-3 και σχηματίζονται με την προσκόλληση στη θέση -3 του κεντρικού δακτυλίου ενός μορίου μονοσακχαρίτη ή ενός μορίου γλυκουρονικού

οξέος.

Με βάση τη διαφοροποίηση των υποκαταστατών του δακτυλίου C διακρίνονται σε καιμπφερόλη, κερκετίνη και μυρικετίνη. Από την ένωση της κερκετίνης με το δισακχαρίτη ρουτινόζη προκύπτει μία ακόμα φλαβονόλη, η ρουτίνη. Η περιεκτικότητα της ράγας σε φλαβονόλες εξαρτάται από την ποικιλία της αμπέλου. Η διαφοροποίηση ωστόσο δεν είναι τόσο ποσοτική αλλά ποιοτική, καθώς η καιμπφερόλη και η κερκετίνη έχουν αναφερθεί σε λευκές και ερυθρές ποικιλίες, εν αντιθέσει με τη μυρικετίνη που απαντάται μόνο σε ερυθρές ποικιλίες. Η συγκέντρωσή τους στις σταφυλές είναι της τάξης των 10 έως 100 mg/kg ραγών, με κυρίαρχη την κερκετίνη (Ribereau-Gayon et al., 2000). Η βιοσύνθεση των φλαβονολών λαμβάνει χώρα κατά τα στάδια της άνθισης, του περκασμού και κυρίως κατά την ωρίμανση.



Εικόνα 12. Οι φλαβονόλες κερκετίνη, καιμπφερόλη και μυρικετίνη.

Φλαβανόλες και Ταννίνες

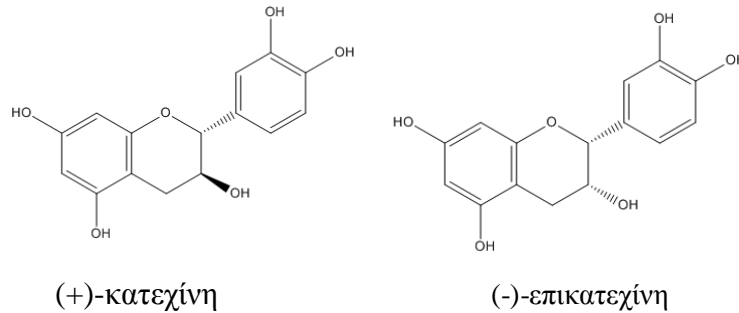
Οι φλαβανόλες ή ορθότερα 3-φλαβανόλες απαντούν στις ράγες ως μονομερή, oligομερή και πολυμερή. Το κυρίαρχο μονομερές είναι η κατεχίνη που έχει δομή 3-φλαβανόλης με δύο υδροξύλια στον πλευρικό πυρήνα και παρουσιάζει τέσσερις οπτικώς ισομερείς μορφές την (+) και (-) κατεχίνη και την (+) και (-) επικατεχίνη. Στα γίγαρτα απαντούν η (-) επικατεχίνη και η (+) κατεχίνη, ενώ στους φλοιούς κυρίως η (+) κατεχίνη. Συσσωρεύονται κυρίως στα γίγαρτα και σε μικρότερο βαθμό συναντώνται στους φλοιούς. Οι συγκεντρώσεις των κατεχινών επηρεάζονται έντονα από τους χαρακτήρες της ποικιλίας. Έτσι ποικιλίες που έχουν μικρές ράγες αλλά και πολλά γίγαρτα (ή αυτά αποτελούν μεγάλο ποσοστό της ράγας), έχουν μεγάλη περιεκτικότητα αυτών. Ο σχηματισμός τους ακολουθεί αυξητική πορεία από τη

γονιμοποίηση και μέχρι τον περκασμό και στη συνέχεια μειώνεται.

Οι ταννίνες βρίσκονται σε πολλά φυτικά είδη, κυρίως όμως συντίθενται εντονότερα μετά από τραυματισμό του φυτικού ιστού, οπότε καταστρέφονται τα κύτταρα και κατά συνέπεια έρχονται σε επαφή οι πολυφαινολικές οξειδάσες με τα φαινολικά υποστρώματα. Η οξείδωση των φαινολικών ενώσεων από τις πολυφαινολικές οξειδάσες παράγει κινόνες, οι οποίες πολυμερίζονται και σχηματίζουν ταννίνες. Οι τελευταίες θεωρούνται προστατευτικές ουσίες απέναντι στην προσβολή των φυτών από μικροοργανισμούς, καθώς έχουν την ικανότητα να σταματούν την ανάπτυξη του μυκηλίου των μυκήτων που δεν συνθέτουν το ένζυμο λακκάση, το μόνο ικανό να σταματήσει τη δράση τους. Επιπλέον λόγω της στυπτικότητας τους προστατεύουν την άμπελο από επιβλαβή έντομα. Τέλος θεωρείται ότι προστατεύουν από την υπερϊώδη ακτινοβολία.

Απαντούν σε ποσοστό μέχρι 65% στα γίγαρτα, στους βοστρύχους μέχρι 22%, στους φλοιούς μέχρι 12%, ενώ στη σάρκα σε ποσοστό μόλις 1%. Κατά την περίοδο ωρίμανσης της σταφυλής πραγματοποιούν ανοδική πορεία έως τον περκασμό την οποία ακολουθεί μείωση. Κατά την διάρκεια ωρίμανσης των γιγάρτων αυξάνει ο πολυμερισμός (συγκεκριμένα αυξάνεται ο αριθμός των ταννινών ενωμένων με ανθοκυάνες) και η οξείδωση των προκυανιδινών, με αποτέλεσμα οι ταννίνες να καθίστανται λιγότερο στυφές και να προσδίδουν στα γίγαρτα το χαρακτηριστικό κίτρινο-καστανό χρώμα (Σταυρακάκης, 2013). Υποστηρίζεται ότι η έκθεση των σταφυλιών στο ηλιακό φως από καρπόδεση έως την έναρξη της ωρίμανσης, ενισχύει το σχηματισμό και τη σύσταση των στο φλοιό.

Διακρίνονται στις υδρολυόμενες (ταννίνες του γαλλικού οξέος) και τις συμπυκνωμένες ταννίνες (ταννίνες της κατεχίνης). Οι υδρολυόμενες ταννίνες, εν αντιθέσει με τις συμπυκνωμένες, δεν απαντούν στις σταφυλές, αλλά μόνο στους οίνους. Οι συμπυκνωμένες ταννίνες είναι συστατικά που σχηματίζονται από μεγάλο βαθμού συμπυκνωμένα προϊόντα των κατεχινών (3-φλαβονολών) και 3,4-φλαβονοδιολών (Ribéreau-Gayon et al., 1998). Βρίσκονται στα υποδερμικά στρώματα του φλοιού καθώς και στο σκληρό στρώμα του γιγάρτου, από τα οποία εκχυλίζονται προσδίδοντας στυπτικότητα και «σώμα» στους ερυθρούς οίνους (Conde et al., 2007).



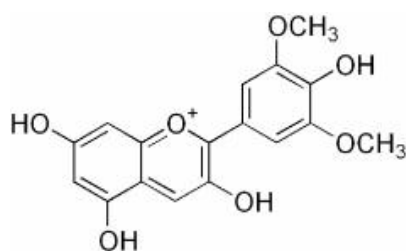
Εικόνα 13. (+)-Κατεχίνη και (-)-επικατεχίνη

Ανθοκυάνες

Οι ανθοκυάνες απαντούν στις ποικιλίες της ευρωπαϊκής αμπέλου ως 3-μονογλυκοζίτες, στους οποίους το άγλυκο μέρος (ανθοκυανιδίνες) είναι ενωμένο με ένα μόριο γλυκόζης στη θέση -3 του φλαβυλίου (Σταυρακάκης, 2003). Αποτελούν ίσως τη σημαντικότερη κατηγορία των φαιολικών συστατικών της σταφυλής, καθώς είναι οι ερυθρές χρωστικές στις οποίες οφείλουν το πορφυρό, ερυθρό, πορτοκαλί ή ιώδες χρώμα τους. Σύμφωνα με τους Walter et al. (2006) απαντούν στα κύτταρα του φλοιού των ραγών, κυρίως στα κύτταρα της επιδερμίδας και στα εξωτερικά στρώματα της υποδερμίδας (Jackson, 1994), καθώς και στα γίγαρτα. Εξαιρούνται οι βαφικές ποικιλίες (π.χ. Alicante bouschet) ή ορισμένες ράγες στο στάδιο της υπερωρίμανσης (λόγω γήρανσης των κυττάρων και διάχυσης των χρωστικών), όπου συναντώνται και στη σάρκα (Σταυρακάκης, 2013). Στις περισσότερες λευκές ποικιλίες απουσιάζουν εντελώς (π.χ. Sauvignon blanc, Chardonnay), ενώ σε άλλες απαντούν σε πολύ μικρές συγκεντρώσεις (π.χ. Pinot blanc, Ugni blanc) (Ribereau-Gayon et al., 1998). Σύμφωνα με τη Κουράκου-Δραγόνα (1998) από τον ποσοτικό προσδιορισμό των ολικών ανθοκυανών των φλοιών των πιο διαδεδομένων ερυθρών ποικιλιών αμπέλου προέκυψε συγκέντρωση από 100 έως 1500 mg/kg ραγών.

Στις ερυθρές ποικιλίες αρχίζουν να συσσωρεύονται στους φλοιούς περίπου δύο βδομάδες πριν την εμφάνιση του χρώματος. Οι συγκεντρώσεις τους αυξάνονται κατά την ανάπτυξη των ραγών φτάνοντας μια μέγιστη τιμή και στη συνέχεια μειώνονται κατά την πλήρη ωρίμανση (Ribereau-Gayon et al., 1998). Ο Adams (2006) παρατήρησε ότι η συσσώρευση τους ξεκινάει στο στάδιο του περκασμού. Ο

χρόνος και ο ρυθμός σύνθεσης της συσσώρευσης τους εξαρτάται από την ποικιλία, τη συγκέντρωση των σακχάρων, τη θερμοκρασία, την ηλιακή ακτινοβολία, την υδατική κατάσταση των πρέμων κ.α. Οι ακριβείς συνθήκες για την έναρξη του σχηματισμού των ανθοκυανών δεν είναι εντελώς γνωστές, αλλά φαίνεται ότι, όταν η συγκέντρωση των σακχάρων στα κύτταρα του φλοιού ανέλθει στα 9 έως 10 Brix, ενεργοποιούνται τα γονίδια που εμπλέκονται στη βιοσύνθεση των ανθοκυανών (Σταυρακάκης, 2013). Από τις ενδογενείς ιδιότητες της ποικιλίας, η ζωηρότητα επιδρά στη σύνθεση των ανθοκυανών. Μάλιστα σύμφωνα με τους Cortell et al. (2005) οι ράγες σε πρέμνα χαμηλής ή μέτριας ζωηρότητας παρουσιάζουν μεγαλύτερες συγκεντρώσεις σε προανθοκυανιδίνες και προανθοκυάνες. Αντίθετα σε συνθήκες σκίασης, που διαμορφώνονται σε ζωηρά πρέμνα, ο ρυθμός σχηματισμού των ανθοκυανών είναι αργός με αποτέλεσμα τη χαμηλή συγκέντρωση χρωστικών στους φλοιούς.



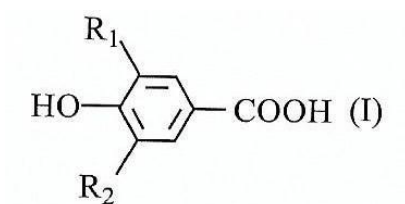
Εικόνα 14. Η ανθοκυάνη μαλβιδίνη

Μη φλαβονοειδείς φαινολικές ενώσεις

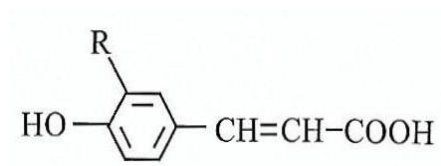
Στις μη φλαβονοειδείς φαινολικές ενώσεις περιλαμβάνονται τα φαινολικά οξέα, και ειδικότερα παράγωγα του βενζοϊκού και του κινναμωμικού οξέος, και τα στιλβένια. Τα φαινολοξέα απαντούν στα κύτταρα του φλοιού και της σάρκας των ραγών ως ετεροζίτες ή εστέρες. Οι μεγαλύτερες συγκεντρώσεις εντοπίζονται στα κύτταρα της σάρκας, κυρίως των ερυθρών ποικιλιών και δευτερευόντως των λευκών. Μάλιστα τα υδροξυκινναμωμικά οξέα (καφταρικό και κουμαρικό οξύ) αποτελούν τα κυρίαρχα συστατικά της σάρκας (Conde et al., 2007).

Η σύνθεση των μη φλαβονοειδών ουσιών τείνει να μειώνεται και μπορεί να σταματήσει μετά τον περκασμό, ακολουθώντας αντίθετη πορεία από αυτή των ανθοκυανών. Επομένως οι συγκεντρώσεις των εστέρων των υδροξυκινναμωμικών

οξέων και οι κατεχίνες συνήθως μειώνονται, γεγονός που πιθανότατα οφείλεται στην αραίωση λόγω της αύξησης του μεγέθους της ράγας. Σύμφωνα με τους Fernandez de Sinon et al. (1992) κάποιες χαμηλού μοριακού βάρους φαινολικές ουσίες (π.χ. παράγωγα του βενζοϊκού και κινναμωμικού οξέος) μπορεί να αυξηθούν (Jackson, 1994).



Βενζοϊκά οξέα



Κινναμωμικά οξέα

Εικόνα 15. Βενζοϊκά και κινναμωμικά οξέα (Πηγή: Σουφλερός, 1997)

1.3 Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ

Η επίτευξη της επιθυμητής ισορροπίας μεταξύ βλάστησης και παραγωγής, υπό την έννοια της διατήρησης της ελάχιστης δυνατής φυλλικής επιφάνειας για την ανάπτυξη και την πλήρη ωρίμανση του μεγαλύτερου δυνατού και υψηλής ποιότητας φορτίου, αποτελεί βασική κατεύθυνση της ορθής αμπελοκομικής τεχνικής (Σταυρακάκης, 2013). Αν και ο Winkler δεν χρησιμοποίησε τον όρο «ισορροπημένο πρέμνο», εντούτοις η έννοια εμπεριέχεται στις αρχές του κλαδέματος που διατύπωσε το 1934. Μέσα από μια σειρά πειραμάτων που πραγματοποίησε οδηγήθηκε στην διατύπωση των αμπελοκομικών αρχών που περιγράφουν την επίδραση του κλαδέματος στην παραγωγή και τη βλάστηση της αμπέλου.

Κατά τη διατύπωση των αρχών κλαδέματος εισήγαγε δύο νέες έννοιες, αυτές της ζωηρότητας και της ευρωστίας. Η ζωηρότητα αποτελεί την έκφραση της ταχύτητας ανάπτυξης των βλαστών στην μονάδα του χρόνου, η οποία μορφολογικά εκφράζεται με την παρουσία βλαστών πολύ μεγάλου μήκους και υψηλού βαθμού διακλάδωσης, που φέρουν ευμεγέθη βαθυπράσινα φύλλα, και αυξανόμενη κορυφή και μεσογονάτια διαστήματα πολύ μεγάλου μήκους. Ως ευρωστία ορίζεται η συνολική ικανότητα του πρέμνου προς βλάστηση και παραγωγή σε συγκεκριμένες συνθήκες και αμπελοκομικές επεμβάσεις. Είναι ποσοτική έννοια και εκφράζεται με τον αριθμό των κληματίδων που παράχθηκαν σε μια καλλιεργητική περίοδο, το βάρος και τις διαστάσεις του ριζικού συστήματος και την ποσότητα και ποιότητα των σταφυλιών που έφερε το πρέμνο. Έτσι αυξάνεται με την αύξηση του όγκου των ριζών, του αριθμού των βλαστών και της φυλλικής επιφάνειας. Στην ισορροπία μεταξύ βλάστησης και καρποφορίας οι δύο έννοιες ταυτίζονται και ένα πρέμνο είναι κανονικής ζωηρότητας και ευρωστίας (Σταυρακάκης, 2013).

Τα βασικά συμπεράσματα στα οποία κατέληξε ήταν τα εξής:

- ❖ Το κλάδεμα μειώνει την ευρωστία των πρέμνων, καθώς η αφαίρεση κληματίδων αφαιρεί λανθάνοντες οφθαλμούς που θα εξελίσσονταν σε βλαστούς, μειώνοντας τα ενεργειακά αποθέματα, περιορίζοντας έτσι την βλαστητική ικανότητα των πρέμνων την περίοδο βλάστησης που ακολουθεί.
- ❖ Το φορτίο επιδρά αρνητικά στην ευρωστία των πρέμνων κατά το επόμενο έτη, λόγω του ανταγωνισμού για την εξασφάλιση θρεπτικών στοιχείων μεταξύ των διάφορων οργάνων του πρέμνου. Ο ανταγωνισμός

οδηγεί σε μικρότερη φυλλική επιφάνεια μειωμένης φωτοσυνθετικής ικανότητας με αποτέλεσμα την μειωμένη θρέψη των λανθάνοντων οφθαλμών και κατ' επέκταση των ταξιανθιών την επόμενη περίοδο βλάστησης, δηλαδή μείωση της συνολικής παραγωγικής ικανότητας των πρέμων.

- ❖ Η ευρωστία του πρέμνου είναι ανάλογη του αριθμού των βλαστών τους οποίους φέρει και της φυλλικής επιφάνειας που σχηματίζουν. Έτσι ένα πρέμνο που δέχτηκε αυστηρό κλάδεμα θα έχει λιγότερους αλλά πιο ζωηρούς βλαστούς, και η παραγωγική του ικανότητα θα είναι μικρότερη από το αντίστοιχο πρέμνο που έχει περισσότερους βλαστούς, γιατί θα έχει μικρότερη φυλλική επιφάνεια.
- ❖ Η ζωηρότητα των βλαστών είναι αντιστρόφως ανάλογη του αριθμού τους και του φορτίου που φέρει το πρέμνο. Όσο λιγότεροι είναι οι βλαστοί τόσο μεγαλύτερη είναι η ζωηρότητα τους η οποία επιδρά αρνητικά στη θρέψη των υπόλοιπων οργάνων λόγω ανταγωνισμού, μειώνοντας τελικά την παραγωγή.
- ❖ Η παραγωγικότητα των πρέμων πέραν ορίου είναι αντιστρόφως ανάλογη προς τη ζωηρότητα των βλαστών που φέρουν. Όπως αναφέρθηκε παραπάνω η ζωηρότητα των βλαστών είναι αντιστρόφως ανάλογη προς το φορτίο του πρέμνου. Ωστόσο μέτριας ή κανονικής ζωηρότητας βλαστοί ευνοούν τη γονιμότητα των λανθάνοντων οφθαλμών
- ❖ Μεγάλων διαστάσεων κληματίδα, βραχίονας ή πρέμνο έχουν μεγαλύτερο αριθμό λανθάνοντων οφθαλμών και επομένως ενδέχεται να παράγουν μεγαλύτερο φορτίο από πρέμνο μικρότερων διαστάσεων.
- ❖ Σε κάθε βλαστητική περίοδο, ένα δεδομένο πρέμνο δύναται να θρέψει και να ωριμάσει ορισμένη ποσότητα μόνοσταφυλών, η δε ευρωστία του καθορίζεται από το ιστορικό της προηγούμενης καλλιεργητικής περιόδου και του περιβάλλοντος που βρίσκεται. Η αύξηση του φορτίου πέραν του κανονικού, δηλαδή του μέγιστου φορτίου που μπορεί να ωριμάσει ένα πρέμνο, προκαλεί καθυστέρηση στο χρόνο ωρίμανσης ανάλογη της αύξησης. Επιπλέον αύξηση έχει ως αποτέλεσμα την υποβάθμιση της ποιότητας των σταφυλών και τη μείωση της παραγωγής την επόμενη βλαστητική περίοδο.

Όπως μπορούμε να συμπεράνουμε από τα παραπάνω, το φορτίο των πρέμων επηρεάζεται από παράγοντες που δρουν την προηγούμενη και την τρέχουσα περίοδο βλάστησης. Η ποιότητα του δε, προϋποθέτει την ύπαρξη ισορροπίας μεταξύ

βλάστησης και παραγωγής. Η ισορροπία του πρέμνου εξαρτάται από την ποικιλία, τη ζωηρότητα και την ευρωστία του πρέμνου, καθώς και από τις λοιπές συνθήκες που λαμβάνουν χώρα σε έναν αμπελώνα, όπως η πυκνότητα φύτευσης, το σχήμα μόρφωσης και υποστύλωσης και η θρέψη.

Όσον αφορά την παραγωγικότητα έχει βρεθεί ότι το υπερβολικό φορτίο επηρεάζει τους ποιοτικούς χαρακτήρες των ραγών, καθώς χαρακτηρίζονται από υψηλή ολική οξύτητα, μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε κατιόντα καλίου και χαμηλή συγκέντρωση ανθοκυανών, σακχάρων, αμινοξέων και καθυστέρηση της ωρίμανσης. Αντίθετα το μικρό φορτίο μπορεί να προκαλέσει μακρά περίοδο βλάστησης, μεγάλο αριθμό βλαστών και μεγάλη φυλλική επιφάνεια, πλημμυρή θρέψη των αναπαραγωγικών οργάνων και μειωμένο αποθησαυρισμό.

Έχει διαπιστωθεί ότι η χαμηλή ποιότητα των σταφυλών σε πρέμνα μεγάλης ζωηρότητας και παραγωγικότητας σχετίζεται περισσότερο με τη σκίαση λόγω πυκνού φυλλώματος παρά με το μεγάλο φορτίο. Σύμφωνα με τους Kliewer (1982) και Shaulis (1982) συστήματα μόρφωσης τα οποία μειώνουν την σκίαση στο εσωτερικό της κόμης οδηγούν σε αύξηση της παραγωγής. Σύμφωνα με τον Smart (1985) η σκίαση οδηγεί σε αύξηση του pH και της συγκέντρωσης του καλίου και σε μείωση της συγκέντρωσης των σακχάρων, των ανθοκυανών, των φαινολών και των αρωματικών ενώσεων. Σύμφωνα με τον Kliewer (1977) όταν η ποικιλία Emperor καλλιεργείται υπό συνθήκες έντονου φωτισμού, οι ράγες παρουσιάζουν χαμηλή ενεργή οξύτητα, αλλά υψηλή συγκέντρωση μηλικού οξέος και υψηλή ογκομετρούμενη οξύτητα. Σύμφωνα με τον Dokoozlian (2002) μετά από πληθώρα ερευνών θεωρεί ότι οι σταφυλές που είναι εκτεθειμένες στο φως έχουν γενικά αυξημένη συγκέντρωση σακχάρων, ανθοκυανών και φαινολικών ενώσεων, αλλά χαμηλή ενεργή και ολική οξύτητα και συγκέντρωση μηλικού οξέος σε σχέση με αυτές που ωριμάζουν υπό σκίαση. Ο Morrison (1988) έδειξε ότι η σκίαση επηρεάζει το μέγεθος της ράγας. Οι Charbonneau et al. (1978) κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η άμεση έκθεση των σταφυλών στην ηλιακή ακτινοβολία αυξάνει τα επίπεδα φαινολών πέρα από τα επιθυμητά επίπεδα (Smart and Smith, 1988). Οι Kliewer and Lider (1970) παρατήρησαν αύξηση της συγκέντρωσης αργινίνης στις σταφυλές της ποικιλίας Σουλτανίνα που βρέθηκαν σε συνθήκες χαμηλής έντασης φωτός. Σε συνθήκες έντονης σκίασης, οι ράγες της ποικιλίας Syrah χαρακτηρίζονται από υψηλή ενεργή οξύτητα και χαμηλή ογκομετρούμενη οξύτητα, ενώ στην ποικιλία Cabernet

Sauvignon παρατηρήθηκε από τον Smart (1982) καθυστέρηση της έναρξης ωρίμανσης, χαμηλά επίπεδα συγκέντρωσης σακχάρων και ανθοκυανών και υψηλή συγκέντρωση μηλικού και τρυγικού οξέος, νιτρικού και αμμωνιακού αζώτου και χαμηλή ολική οξύτητα (Σταυρακάκης, 2013). Όλα τα δεδομένα συγκλίνουν στην παραδοχή ότι η βελτιστοποίηση των φυσιολογικών λειτουργιών του πρέμνου και ειδικότερα της φωτοσύνθεσης εξαρτάται κυρίως από την ικανότητα πρόσληψη της φωτοσυνθετικά ενεργής ηλιακής ακτινοβολίας, όπως προσδιορίζεται από τα χαρακτηριστικά του φυλλώματος.

Η φυλλική επιφάνεια αποτελεί σημαντική συνιστώσα του φυλλώματος επηρεάζοντας φυσιολογικές λειτουργίες των πρέμων, τον κύκλο βλάστησης και αναπαραγωγής, την ποιότητα και την ποσότητα της παραγωγής. Όσο μεγαλύτερη είναι η εξωτερική επιφάνεια τόσο αυξάνει η παραγωγή ποσοτικά και ποιοτικά. Ο Σταυρακάκης (2013) αναφέρει ότι η αυξημένη φυλλική επιφάνεια και κατ' επέκταση η σκίαση των σταφυλιών αυξάνει τη συγκέντρωση των αζωτούχων και ανόργανων ενώσεων στο γλεύκος, μειώνει την ολική οξύτητα, καθυστερεί την έναρξη σχηματισμού των ανθοκυανών και προκαλεί αύξηση του μεγέθους των ραγών. Σύμφωνα με τους Smart and Robinson (1991) ένα ιδανικό φύλλωμα έχει 15 βλαστούς ανά τρέχον μέτρο φυλλώματος και έκταση εξωτερικής επιφάνειας φυλλώματος 2100 m²/στρ .

Η πυκνότητα του φυλλώματος επηρεάζεται από την ποικιλία, το σύστημα μόρφωσης και τον αριθμό των βλαστών και των φύλλων σε συγκεκριμένο όγκο. Εκφράζεται κυρίως ως ο αριθμός των βλαστών ανά τρέχον μέτρο φυλλώματος (αλλά και με τους δείκτες LA/SA, P κ.α.), όπου μεγάλος αριθμός βλαστών οδηγεί σε συνθήκες έντονης σκίασης στο εσωτερικό της κόμης, ενώ αντίθετα μικρός αριθμός οδηγεί σε σημαντική μείωση της ποσότητας της προσλαμβανόμενης ηλιακής ακτινοβολίας. Στα γραμμικά συστήματα μόρφωσης δημιουργείται ευνοϊκό μικρόκλιμα όταν ο αριθμός των βλαστών ανά τρέχον μέτρο γραμμής φύτευσης κυμαίνεται μεταξύ 15 και 25, ενώ μικρότερη (10-12) ή μεγαλύτερη (>25) πυκνότητα βλαστών συμβάλλει στην υπερβολική ζωηρότητα των βλαστών και την έντονη σκίαση (Reynolds et al. 1994, Smart 1988). Σύμφωνα με πείραμα των Bernizzoni et al. (2011) στην ποικιλία Barbera πρέμνα στα οποία διατηρήθηκαν 10-15 βλαστοί ανά τρέχον μέτρο γραμμής φύτευσης είχαν μεγαλύτερη φωτοσύνθεση και καλύτερη

ποιότητα γλεύκους σε σχέση με πρέμνα στα οποία διατηρήθηκαν λιγότεροι από 10 βλαστοί.

Το ύψος του φυλλώματος από την επιφάνεια του εδάφους επιδρά σημαντικά στις φυσιολογικές λειτουργίες των πρέμνων. Συγκεκριμένα χαμηλό ύψος φυλλικής επιφάνειας αυξάνει σημαντικά την ταχύτητα της φωτοσύνθεσης, ενώ συμβαίνει το αντίστροφο σε μεγάλο ύψος. Σύμφωνα με τους Smart and Robinson (1991) κατά τον καθορισμό των αποστάσεων φύτευσης θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη το τελικό ύψος του φυλλώματος ώστε να μεγιστοποιείται η ενεργός φωτοσυνθετικά φυλλική επιφάνεια και να ελαχιστοποιείται η σκίαση των διαδοχικών σειρών. Σύμφωνα με τον Smart 1985 όταν ο λόγος μεταξύ του ύψους της κόμης και της απόστασης φύτευσης είναι μεγαλύτερος του 1 τότε η σκίαση στη βάση της κόμης είναι μεγάλη. Αντίθετα όταν είναι μικρότερος του 1 το φύλλωμα δέχεται αρκετή ηλιακή ακτινοβολία.

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΤΗΣ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ ΠΡΟΣ ΚΑΡΠΟΦΟΡΙΑ

Αν και η εκτίμηση της ισορροπίας βλάστησης προς καρποφορίας είναι δύσκολη λόγω των παραγόντων που επιδρούν πάνω στην εξέλιξη του πρέμνου, εντούτοις είναι αναγκαία για την αξιολόγηση της επίδρασης των καλλιεργητικών επεμβάσεων και για την πρόβλεψη της πιθανής συμπεριφοράς του πρέμνου στις επεμβάσεις αυτές στις καλλιεργητικές περιόδους που έπονται. Για το λόγο αυτό έχουν χρησιμοποιηθεί αρκετοί δείκτες έκφρασης της ισορροπίας οι οποίοι αναπτύσσονται παρακάτω.

ΔΕΙΚΤΗΣ RAVAZ

Το 1911, ο Ravaz πραγματοποίησε την πρώτη προσπάθεια καθορισμού της ισορροπίας προτείνοντας ότι ο λόγος της παραγωγής προς το ξύλο ήταν το κλειδί για την επίτευξη ποιοτικής και σταθερής στα χρόνια παραγωγής. Αργότερα το 1930 περιέγραψε τον δείκτη F/V όπου F=το βάρος των σταφυλιών ανά βλαστό και V=το

βάρος του βλαστού χωρίς φορτίο. Στην ποικιλία Amaron έδειξε ότι ένας λόγος $F/V \leq 4$ εγγυάται ένα ισορροπημένο αμπέλι χωρίς καμία αρνητική επίδραση πάνω στην ποιότητα των παραγόμενων προϊόντων.

Τελικά ο δείκτης Ravaz επαναδιατυπώθηκε από τους Bravdo et al. (1984) ως ο λόγος του βάρους της παραγωγής των σταφυλών προς το βάρος των εξαιρούμενων κληματίδων κατά το χειμερινό κλάδεμα καρποφορίας ανά πρέμνο. Δηλαδή χρησιμοποιείται το βάρος κλαδέματος του χρόνου 1 ως δείκτης ευρωστίας της αμπέλου για να παράγει και να ωριμάσει σταφύλια το χρόνο 2. Το προτεινόμενο εύρος τιμών για το δείκτη κυμαίνεται μεταξύ 4 και 10. Τιμές μικρότερες του 5 υποδηλώνουν υπερβολική ζωηρότητα βλάστησης σε βάρος της παραγωγής, η οποία εκφράζεται με ζωηρούς βλαστούς, μεγάλα φύλλα, μεγάλα μεσογονάτια διαστήματα, πληθώρα μεσοκάρδιων βλαστών, μειωμένη γονιμότητα οφθαλμών και αυξημένη σκίαση στο εσωτερικό της κόμης των πρέμων και στην περιοχή των σταφυλιών. Αντίθετα τιμές που υπερβαίνουν το 10 υποδεικνύουν υπερπαραγωγή των πρέμων, με επιπτώσεις στην ποιότητα των σταφυλιών και τον αποθησαυρισμό των κληματίδων.

Οι εκάστοτε τιμές που λαμβάνει ο δείκτης είναι ενδεικτικές και ισχύουν για συγκεκριμένη ποικιλία υπό συγκεκριμένες εδαφοκλιματικές συνθήκες. Σε γενικές γραμμές ισχύει ότι όσο πιο ψυχρό είναι το κλίμα μιας αμπελουργικής περιοχής τόσο χαμηλότερη είναι η βέλτιστη τιμή, ενώ όσο πιο θερμό είναι αυτό τόσο ο λόγος παίρνει μεγαλύτερες βέλτιστες τιμές. Πολλοί ερευνητές έδειξαν ότι για μικρόρραγες ποικιλίες σε περιοχές ψυχρού κλίματος μια τιμή γύρω στο 3 είναι βέλτιστη. Σύμφωνα με πειράματα των Bravdo et al. (1984) βρέθηκε ότι όταν η τιμή του δείκτη είναι μεγαλύτερη από 10-12 για την ποικιλία Carignan τότε σαν αποτέλεσμα προκύπτει η υπερπαραγωγή και η μειωμένη ποιότητα των παραγόμενων προϊόντων. Για τους Bravdo et al. (1985) και Kliewer και Dokoozlian (2005) η ισορροπία επιτυγχάνεται όταν η τιμή του δείκτη κυμαίνεται μεταξύ 5 και 10, όμως για ποικιλίες υψηλής παραγωγικότητας (όπως το Cinsaut) κυμαίνεται από 4 έως 15 και για ποικιλίες με βλαστούς μεγάλου μήκους και πάχους (όπως οι Grenache και Syrah) από 3 έως 8 (Champagnol, 1984). Οι Smart et al. (1989) απέδειξαν την επίδραση του συστήματος μόρφωσης στην επίτευξη της ισορροπίας της αμπέλου, καθώς η χρήση του TK2T στην ποικιλία Cabernet Franc στη Νέα Ζηλανδία είχε ως αποτέλεσμα πιο ισορροπημένο αμπελώνα και παραγωγή ποιοτικότερου οίνου από αμπελώνα σε γραμμικό κορδόνι, με το δείκτη Ravaz να παίρνει τιμές 6,8 και 2,5 αντίστοιχα.

ΒΑΡΟΣ ΕΞΑΙΡΟΥΜΕΝΩΝ ΚΛΗΜΑΤΙΔΩΝ ΚΑΤΑ ΤΟ ΧΕΙΜΕΡΙΝΟ ΚΛΑΔΕΜΑ
ΚΑΡΠΟΦΟΡΙΑΣ ΑΝΑ ΤΡΕΧΟΝ ΜΗΚΟΣ ΦΥΛΛΩΜΑΤΟΣ (P)

Το βάρος των εξαιρούμενων κληματίδων αποτελεί μέτρο της ευρωστίας των πρέμων και της ζωηρότητας των βλαστών, και επηρεάζεται από την ποικιλία και το σχήμα μόρφωσης. Ο λόγος του βάρους των κληματίδων (kg) προς το μήκος φυλλώματος (m) αποτελεί δείκτη της ισορροπίας των πρέμων. Τα συστήματα μόρφωσης και υποστύλωσης των πρέμων παίζουν σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση της τιμής του. Συγκεκριμένα, για τα τυπικά γραμμικά συστήματα μονής κόμης το εύρος τιμών κυμαίνεται μεταξύ 0,3 και 1 kg/m μήκους φυλλώματος, με βέλτιστες τιμές μεταξύ 0,3 έως 0,6. Αντίθετα για τα διαιρούμενα γραμμικά συστήματα οι τιμές κυμαίνονται από 0,4 έως 0,8 kg/m. Τιμές μικρότερες του εύρους υποδηλώνουν χαμηλή ζωηρότητα και ανεπαρκή ανάπτυξη φυλλώματος που έχουν ως αποτέλεσμα την ποιοτική κι ποσοτική υποβάθμιση του προϊόντος. Από την άλλη, υψηλές τιμές (>0,5kg/m) υποδεικνύουν αυξημένη ζωηρότητα βλάστησης και ανισορροπία, καθιστώντας αναγκαία την εφαρμογή χλωρών κλαδεμάτων για την επίτευξη της ισορροπίας των πρέμων. Γενικά τιμές που κινούνται από 0,3 έως 0,6 kg/m θεωρούνται ότι βρίσκονται σε φυσιολογικό εύρος (Σταυρακάκης, 2013). Σύμφωνα με τον Smart (1973) βάρος κλαδέματος το οποίο ξεπερνά το 1,0 kg/m του μήκους κόμης συνδέεται με υπερβολικά πυκνή κόμη (canopy), και η βέλτιστη τιμή είναι 0,5 ή και λιγότερο για τις ποικιλίες Gewürztraminer και Cabernet franc, προκειμένου να υπάρχουν οι βέλτιστες συνθήκες μικροκλίματος στην περιοχή του φυλλώματος. Οι Kliewer και Dokoozlian (2010) έδειξαν ότι το εύρος τιμών κυμαίνεται από 0,5-1,0 kg/m για μη διαιρούμενα γραμμικά συστήματα μόρφωσης και από 0,4-0,8 kg/m για τα διαιρούμενα.

ΦΥΛΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΠΡΟΣ ΣΤΑΦΥΛΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΝΑ ΠΡΕΜΝΟ
(LA/Y)

Ο δείκτης αναφέρεται στη φυλλική επιφάνεια (m²) που απαιτείται για την παραγωγή 1kg σταφυλών. Προσδιορίζει το άριστο φορτίο που φέρει το πρέμνο τόσο ποσοτικά όσο και ποιοτικά, αφού η ταχύτητα της φωτοσύνθεσης επηρεάζεται από τη

συνολική επιφάνεια που δέχεται την ηλιακή ακτινοβολία (Σταυρακάκης, 2013). Πολύ υψηλές τιμές υποδηλώνουν αυξημένη ζωηρότητα και έντονη σκίαση στο εσωτερικό της κόμης, οδηγώντας σε μείωση της ποιότητας.

Ένα μεγάλο εύρος τιμών από 0,5 έως 1,5 m²/kg έχει προταθεί ως βέλτιστο, καθώς ο δείκτης εξαρτάται από την ποικιλία και τα χαρακτηριστικά του αμπελώνα, όπως το σύστημα μόρφωσης και υποστύλωσης, η πυκνότητα φύτευσης, ο προσανατολισμός και οι κλιματικές συνθήκες. Σύμφωνα με τον Howel (2001) στις θερμές περιοχές οι τιμές βρίσκονται στο άνω άκρο του εύρους τιμών, ενώ στις ψυχρές αυτές βρίσκονται στο άνω άκρο του ορίου τιμών. Αυτό συμβαίνει γιατί στις θερμές περιοχές η ένταση της φωτοσυνθετικά ενεργής ηλιακής ακτινοβολίας που εισέρχεται στο εσωτερικό της κόμης είναι μεγαλύτερη απ' ό,τι στις ψυχρές περιοχές. Έτσι η μπορεί να επιτευχθεί ωρίμανση του φορτίου με μικρότερη φυλλική επιφάνεια, όμως θα πρέπει να ληφθούν μέτρα ώστε τα πρέμνα να μην υποστούν έντονη φυσιολογική καταπόνηση. Μελέτες που πραγματοποιήθηκαν από τους Kliewer and Dokoozlian (2001) και αφορούσαν την επίδραση των σχημάτων μόρφωσης έδειξαν ότι για συστήματα με διαιρεμένη οριζόντια κόμη (π.χ. λύρα ή διπλή «κουρτίνα» Γενεύης) είναι απαραίτητα 0,5-0,8 m²/kg, ενώ στα τυπικά γραμμικά συστήματα απαιτούνται τιμές 0,8-1,4 m²/kg για την ποικιλία Chenin blanc στην Καλιφόρνια.

ΜΕΣΟΒΑΡΟΣΚΛΗΜΑΤΙΔΑΣ

Κατά την περίοδο εφαρμογής του χειμερινού κλαδέματος καρποφορίας γίνεται καταμέτρηση των βλαστών που αναπτύχθηκαν την προηγούμενη βλαστητική περίοδο και προσδιορίζεται το βάρος των κληματίδων ενός χρόνου. Στη συνέχεια υπολογίζεται το μέσο βάρος ανά κληματίδα. Αυτοί οι τρεις παράμετροι, δηλαδή ο αριθμός των βλαστών, ο βάρος κλαδέματος και το μέσο βάρος κληματίδας, μπορούν να χρησιμοποιηθούν ώστε να προσδιοριστεί κατά προσέγγιση το μικροκλίμα που υπάρχει στην περιοχή του φυλλώματος (Smart and Robinson, 1991).

Το μέσο βάρος κληματίδας αποτελεί ένα χρήσιμο δείκτη της επαρκούς ή υπερβάλλουσας ζωηρότητας (βλαστητικής ανάπτυξης). Υψηλές τιμές του δείκτη υποδηλώνουν μεγάλου μήκους βλαστούς (πάνω από 12-15 κόμβους), με μεγάλου πάχους έλικες (με διαμετρο > 10 mm), μεγάλα φύλλα και πολλούς μεσοκάρδιους. Το

μέσο βάρος ανά κληματίδα αποτελεί πιο αξιόπιστο δείκτη απ' ότι το βάρος κλαδέματος καθώς τα ελαφρώς κλαδεμένα πρέμνα μπορεί να εμφανίζουν υψηλές τιμές βάρους κλαδέματος το οποίο προκύπτει από μεγάλο αριθμό πολλών μικρών κληματίδων (Clingeffer and Possingham, 1987). Σύμφωνα με τους Smart and Smith (1988) τιμή του μέσου βάρους κληματίδας εύρους 20-30 g αντιστοιχεί σε επιθυμητό επίπεδο ζωηρότητας και σε ισορροπημένο πρέμνο. Όμως σε πρέμνα ποικιλίας Cabernet Franc τα οποία δέχθηκαν αυστηρό κλάδεμα, το μέσο βάρος κληματίδας είναι 70 g, επομένως μπορούμε να πούμε ότι το επιθυμητό εύρος κυμαίνεται μεταξύ 20 και 70 g. Σύμφωνα με τον Smart (2001) η βέλτιστη τιμή είναι 35-45 g, ενώ για τον Reynolds (2001) 25-40 g.

1.4 ΧΩΡΙΚΗ ΠΑΡΑΛΛΑΚΤΙΚΟΤΗΤΑ **ΟΟΡΟΣΑΜΠΕΛΟΤΟΠΟΣήTERROIR**

Η ανάπτυξη της αμπέλου, η ωρίμανση των σταφυλών, καθώς και τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των οίνων που παράγονται από αυτές, επηρεάζονται σημαντικά από το φυσικό περιβάλλον στο οποίο αναπτύσσεται η άμπελος. Στην αμπελουργία, οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ του φυσικού περιβάλλοντος και της αμπέλου αναφέρονται υπό τον όρο terroir. Κατά καιρούς έχουν δοθεί από πολλούς ερευνητές διάφοροι ορισμοί για το terroir.

Συμφώνα με τον Seguin (1988), όπως αναφέρει ο Σταυρακάκης (2013), με τον όρο terroir νοείται το σύνολο των αλληλεπιδράσεων μεταξύ των συνιστωσών ενός οικοσυστήματος σε δεδομένη περιοχή, δηλαδή το κλίμα, το έδαφος, η ποικιλία και το υποκείμενο αμπέλου στη μεταφυλλοξηρική περίοδο και, ασφαλώς, ο αμπελουργός και η αμπελοκομική τεχνική όπως διαμορφώνεται διαχρονικά σε συγκεκριμένες οικονομικές και κοινωνικές συνθήκες. Δηλαδή υπό τον όρο περιγράφεται η σχέση μεταξύ των ποιοτικών χαρακτηριστικών του αμπελουργικού ή οινολογικού προϊόντος και της γεωγραφικής του προέλευσης, από την άποψη ότι υπό συγκεκριμένες συνθήκες τα προϊόντα αυτά διακρίνονται για την σταθερότητα της υψηλής τους ποιότητας σε βάθος χρόνου. Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Αμπέλου και Οίνου (OIV), το terroir είναι μια μοναδική και οριοθετημένη γεωγραφική περιοχή για την οποία υπάρχει συλλογική γνώση για τις αλληλεπιδράσεις

μεταξύ του φυσικού και βιολογικού περιβάλλοντος και των αμπελουργικών πρακτικών. Η αλληλεπίδραση αυτή προσδίδει μοναδικό χαρακτήρα και αναγνωρισιμότητα στα προϊόντα τα οποία προέρχονται από αυτή την περιοχή. Η έννοια περιλαμβάνει συγκεκριμένα τοπογραφικά χαρακτηριστικά και εδαφικές παραμέτρους (OIV, 2008). Σύμφωνα με τους Johnson και Robinson (2001) ορίζεται ως ένα «αναπτυσσόμενο περιβάλλον» ή για να γίνουμε πιο συγκεκριμένοι ως «το σύνολο των στοιχείων ενός αμπελώνα» (Wilson, 1998).

Πολλοί παράγοντες συνεισφέρουν στην έκφραση του όρου καθιστώντας δύσκολη την εξέταση του υπό ερευνητική σκοπιά, μεταξύ των οποίων η γεωλογία, η γεωμορφολογία, το έδαφος, το κλίμα και η βιολογία της αμπέλου (Seguin, 1986) (Leeuwen C., 2010). Από τους γεωλογικούς παράγοντες που αλληλεπιδρούν με άλλους για τη διαμόρφωση του αμπελότοπου σημαντικό ρόλο διαδραματίζουν η γεωλογία και η γεωχημεία του υπεδάφους, η πετρολογική σύσταση και η παρουσία και η ποιότητα των επιφανειακών και υπόγειων υδάτων. Από τους εδαφικούς παράγοντες, επιδρούν κυρίως το είδος του εδάφους, οι φυσικοί και χημικοί χαρακτήρες (πορώδες, υφή, δομή), το είδος των αργιλικών ορυκτών κ.α. Από τους φυσιογραφικούς παράγοντες, σημαντικό ρόλο κατέχουν το ανάγλυφο, ο προσανατολισμός, η κλίση, ο βαθμός αποστράγγισης κ.α., και από τους κλιματικούς η ηλιοφάνεια, οι βροχοπτώσεις, η θερμοκρασία κ.λπ. (Σταυρακάκης, 2013).

Οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ των διάφορων παραμέτρων που συνθέτουν τον αμπελότοπο είναι τόσο πολλές και σύνθετες που είναι δύσκολη η ταυτόχρονη μελέτη τους. Μάλιστα είναι πολύ λίγες οι μελέτες που διερεύνησαν τη συνδυασμένη επίδραση πάνω από δυο παραγόντων. Από τη μελέτη των Van Leuween et al. (2004) πάνω στην επίδραση των τριών κύριων παραγόντων (έδαφος, κλίμα, ποικιλία) στην αύξηση και ανάπτυξη των πρέμων και τη διαμόρφωση των ποιοτικών χαρακτήρων των σταφυλών των ποικιλιών Cabernet Sauvignon, Cabernet franc και Merlot προέκυψε ότι το κλίμα αποτελούσε τον βασικότερο παράγοντα (Σταυρακάκης, 2013).

ΑΜΠΕΛΟΥΡΓΙΑ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ

Η αμπελουργία ακριβείας είναι μια προσέγγιση η οποία βασίζεται στη δεδομένη χωρική παραλλακτικότητα που παρουσιάζεται σε έναν αμπελώνα ή ένα

τιμήματα αυτού, η οποία επηρεάζει σημαντικά την παραγωγικότητα των πρέμων, δημιουργώντας αντίστοιχη παραλλακτικότητα στην ποιότητα και την ποσότητα των παραγόμενων προϊόντων (Bramley, 2010, Arno et al., 2005). Συμπερασματικά τα επιμέρους τμήματα ενός αμπελώνα απαιτούν από τον αμπελουργό εξειδικευμένη μεταχείριση σε όλα τα στάδια του ετήσιου κύκλου βλάστησης και παραγωγής.

Αποτελεί μια προσέγγιση η οποία στοχεύει στη βελτιστοποίηση της διαχείρισης των αμπελώνων με το διαχωρισμό τους σε ομοιογενή τμήματα, τα οποία καλούνται ζώνες διαχείρισης. Προκειμένου να επιτευχθεί ο σκοπός, αξιοποιούνται διάφορες τεχνολογίες όπως το Παγκόσμιο Σύστημα Εντοπισμού Θέσης (GPS), το Σύστημα Γεωγραφικών Πληροφοριών (GIS) η τηλεπισκόπηση, οι αεροφωτογραφίες κ.α. Αυτές σε συνδυασμό με την ανάλυση δεδομένων τα οποία συλλέγονται από τον αμπελώνα με την ανάλυση διάφορων παραμέτρων προηγούμενων ετών ή/και κατά τη διάρκεια της τρέχουσας καλλιεργητικής περιόδου μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη μέτρηση και την παρακολούθηση των δεδομένων βλάστησης και παραγωγής του αμπελώνα, την εμφάνιση ασθενειών και προσβολών κ.α.

Πιο συγκεκριμένα αξιοποιώντας τις μετρήσεις των συστημάτων αυτών, ο αμπελουργός είναι σε θέση να εντοπίσει τα τμήματα του αμπελώνα που χρειάζονται ξεχωριστή μεταχείριση, να προβλέψει την εξέλιξη των φαινολογικών σταδίων από την έναρξη της βλάστησης έως την πλήρη ωρίμανση και τις πιθανές καταπονήσεις από βιοτικούς (μύκητες, έντομα) και αβιοτικούς παράγοντες (π.χ. υδατική καταπόνηση). Έτσι η διαχείριση κάθε αμπελοτεμαχίου πραγματοποιείται με γνώμονα τις πραγματικές του ανάγκες τόσο χωρικά όσο και χρονικά, δημιουργώντας πολλαπλά οφέλη.

Τα οφέλη που προκύπτουν από την εφαρμογή της αμπελουργίας ακριβείας είναι οικονομικά, ποιοτικά, ποσοτικά και περιβαλλοντικά. Μέσω της καλύτερης διαχείρισης των συντελεστών παραγωγής, κεφαλαίου, εργατικού δυναμικού, εισροών κ.α. επιτρέπεται η μεγιστοποίηση της βιωσιμότητας και της ποιότητας μειώνοντας το κόστος και διασφαλίζοντας τη προστασία του περιβάλλοντος.

Κανονικοποιημένος Δείκτης Βλάστησης - NDVI

Η εκτίμηση των δεικτών βλάστησης χρησιμοποιείται σε ευρεία κλίμακα στο πλαίσιο της εφαρμογής αμπελουργίας ακριβείας κυρίως για τη χαρτογράφηση της ζωηρότητας των φυτών της αμπέλου (Stamatiadis et al. 2010). Από τους πιο διαδεδομένους και παλαιότερους χρησιμοποιούμενους δείκτες είναι ο NDVI.

Ο δείκτης Βλάστησης Κανονικοποιημένης Διαφοράς (Normalized Difference Vegetation Index, NDVI) είναι μια σύνθετη πολυφασματική εικόνα, που δημιουργείται εκ της σύμπτυξης διαφορετικών μονοχρωματικών εικόνων που λαμβάνονται από διαφορετικές κάμερες οι οποίες βρίσκονται είτε σε μη επανδρωμένα αεροσκάφη υψηλής τεχνολογίας (UAV, κοινώς drones) είτε σε συστήματα με επίγειους αισθητήρες.

Βασίζεται στην ικανότητα που έχει ένα φυτό να αντανακλά διαφορετικά την ενέργεια του κοντινού υπερύθρου (near infra red ή NIR) από την ενέργεια του ορατού κόκκινου μέρους του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος, ανάλογα με την κατάσταση καταπόνησης υπό την οποία βρίσκεται. Συγκεκριμένα όταν το φυτό είναι υγιές (απαλλαγμένο δηλαδή από ασθένειες και προσβολές) και δεν τελεί υπό συνθήκες υδατικής καταπόνησης, αντανακλά τις κυματομορφές της ενέργειας του κοντινού υπερύθρου πολύ ισχυρότερα από τις κυματομορφές της ενέργειας στο ορατό κόκκινο του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος. Όσο υψηλότερη είναι η τιμή του δείκτη τόσο ζωηρότερα αναπτύσσεται το φύλλωμα. Μια χαμηλή τιμή είναι ένας δείκτης είτε ασθένειας φυτού είτε υδατικής καταπόνησης (Relling, 2001). Ο δείκτης εκφράζεται ως ο λόγος ανάμεσα στο ποσό της ανακλώμενης ενέργειας στο NIR συγκρινόμενη με αυτή στο ορατό κόκκινο μέρος του φάσματος. Ο δε μαθηματικός τύπος είναι ο εξής:

$$\text{NDVI} = (\text{NIR-red}) / (\text{NIR+red})$$

Όπου :

- NIR=η τιμή ανάκλασης στη συχνότητα του κοντινού υπερύθρου
- Red=η τιμή ανάκλασης στη συχνότητα του ορατού κόκκινου

Ο δείκτης χρησιμοποιείται για να υπολογιστούν οι δείκτες της βλάστησης, όπως ο δείκτης φυλλικής επιφάνειας και η βιομάζα μιας και έχει άμεση σχέση με τις

φωτοσυνθετικές ιδιότητες της βλάστησης. Αναγνωρίζει το πόσο πράσινο είναι το φυτό και παίρνει τιμές από -1 έως +1, όμως το εύρος τιμών υγιούς βλάστησης κυμαίνεται από +0,2 έως +1 (Tucker, 1979).

Λόγω της σχέσης μεταξύ των ιδιοτήτων της φυλλικής επιφάνειας και του φορτίου (Ενότητα 1.3) δίνεται η δυνατότητα εφαρμογής του για τον έλεγχο της πορείας ωρίμανσης. Η εφαρμογή στηρίζεται στον διαχωρισμό των αμπελώνων σε τεμάχια παρόμοιας πυκνότητας φυλλώματος για την εκτίμηση της πιθανής συγκομιδής, όταν χρησιμοποιείται από κοινού με επίγεια στοιχεία.

2 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1 Ο ΑΜΠΕΛΩΝΑΣ

Ο αμπελώνας βρίσκεται στην θέση Γιαλού, σε μικρή απόσταση από τον δήμο των Σπάτων, 35 χιλιόμετρα δυτικά της Αθήνας. Έχει γεωγραφικό πλάτος $37^{\circ}59'00''\text{N}$ έως $37^{\circ}59'30''\text{N}$ και μήκος $23^{\circ}54'20''\text{E}$. Βρίσκεται σε υψόμετρο 120 μέτρων από την επιφάνεια της θάλασσας. Έχει ανατολικό προς ελαφρώς νοτιοανατολικό προσανατολισμό και κλίση 3%. Καταλαμβάνει συνολική έκταση 236 στρεμμάτων όπου είναι εγκατεστημένες πέντε οινοποιήσιμες ποικιλίες αμπέλου, οι οποίες είναι Σαββατιανό, Ροδίτης, Ασύρτικο, Αθήρι και Μαλαγουζιά. Η ποικιλία Σαββατιανό καταλαμβάνει έκταση 105 στρεμμάτων.

Τα πρέμνα είναι διαμορφωμένα σε γραμμικό σύστημα υποστύλωσης τύπου αμφίπλευρο Royat, με ένα σύρμα για την στήριξη του οριζόντιου κορμού και δύο διπλά σύρματα για τη στήριξη του φυλλώματος. Ο αριθμός των βραχιόνων κυμαίνεται από 4 έως 6 σε κάθε πρέμνο και εφαρμόζεται βραχύ χειμερινό κλάδεμα καρποφορίας, με μια παραγωγική μονάδα σε κάθε βραχίονα η οποία φέρει δύο οφθαλμούς.

Οι αποστάσεις φύτευσης είναι 2,0 m μεταξύ των γραμμών και 1,6 m επί της γραμμής. Η εγκατάσταση πραγματοποιήθηκε το 1995, οπότε τα πρέμνα είναι ηλικίας 21 ετών. Ως υποκείμενο επιλέχθηκε το 110 Richter που παρουσιάζει άριστη συμβατότητα με την ποικιλία.

Τα πρέμνα δέχονται τις συνήθεις καλλιεργητικές επεμβάσεις σύμφωνα πάντα με τα πρότυπα της βιολογικής καλλιέργειας. Εφαρμόζεται στάγδην άρδευση σύμφωνα με τις ανάγκες. Κατά τη διεξαγωγή του πειράματος μελετήθηκαν πρέμνα της ποικιλίας Σαββατιανό κατά τη χρονική περίοδο 2016-2017.

Από την ανάλυση εδάφους που πραγματοποιήθηκε στον αμπελώνα, τα αποτελέσματα της οποίας παραχωρήθηκαν από το Εργαστήριο Εδαφολογίας του ΓΠΑ, προέκυψε ότι τα 3 εξεταζόμενα τεμάχια (όπως αναφέρονται στην ενότητα 2.2 που ακολουθεί) δεν παρουσιάζουν διαφορές ως προς τα φυσικά και χημικά χαρακτηριστικά. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης παρουσιάζονται στον Πίνακα 1 που ακολουθεί, από τον οποίο προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα:

- Όσον αφορά την μηχανική σύσταση του εδάφους, αυτό χαρακτηρίζεται ως αργιλώδες (λεπτόκοκκο και βαρύ), καθώς κυριαρχεί η άργιλος με ποσοστό 42%.
- Η % περιεκτικότητα σε οργανική ουσία χαρακτηρίζει το έδαφος ως μέτρια εφοδιασμένο. Στην περίπτωση των αργιλωδών εδαφών θεωρείται ως επιθυμητή συγκέντρωση η 5%, σε αντίθεση με τα ελαφρά εδάφη που επαρκεί 1-3%.
- Το pH χαρακτηρίζει το έδαφος ελαφρώς ως μέτρια αλκαλικό. Σε υψηλές τιμές του pH τα ιόντα σιδήρου, μαγγανίου, φωσφόρου, χαλκού, βορίου και ψευδαργύρου σχηματίζουν δυσδιάλυτα σύμπλοκα με αποτέλεσμα τη μείωση της διαθεσιμότητάς τους.
- Η I.A.K. κρίνεται ως αρκετά υψηλή.

Πίνακας 1 . Αποτελέσματα ανάλυσης εδάφους

Άργιλος %	Ιλύς %	Άμμος %	Μηχανική Σύσταση	Οργανική Ουσία %	pH	I.A.K
42	24	34	Αργιλώδης	3,886	7,82	60

Από την φυλλοδιαγνωστική ανάλυση που πραγματοποιήθηκε κατά την περίοδο της ωρίμανσης το έτος 2016 προέκυψαν οι συγκεντρώσεις θρεπτικών στοιχείων όπως παρουσιάζονται στον Πίνακα 2 που ακολουθεί. Σύμφωνα με τον Πίνακα 3, τα συμπεράσματα που προκύπτουν είναι τα εξής :

- Η % περιεκτικότητα του αζώτου βρίσκεται σε επαρκή επίπεδα για τα τεμάχια Α και Γ, ενώ είναι οριακή στο Β.
- Η % περιεκτικότητα του φωσφόρου κρίνεται ως ανεπαρκής.
- Η % περιεκτικότητα του καλίου κρίνεται ως ανεπαρκής.
- Η % περιεκτικότητα του ασβεστίου βρίσκεται σε επαρκή επίπεδα.
- Η % περιεκτικότητα του μαγνησίου βρίσκεται σε υψηλά επίπεδα.
- Η % περιεκτικότητα του νατρίου βρίσκεται σε χαμηλά επίπεδα και δεν υπάρχει κίνδυνος τοξικότητας.

- Ο λόγος K/Mg θα πρέπει να παίρνει τιμές από 1-3 προκειμένου να μην υπάρχει ανταγωνισμός μεταξύ των δύο στοιχείων. Στην συγκεκριμένη περίπτωση βρίσκεται κάτω από την τιμή 1, επομένως θα πρέπει να γίνει προσθήκη K.

Πίνακας 2. Αποτελέσματα αναλύσεων φυτικών ιστών

Αξιολόγηση περιεκτικότητας θρεπτικών στοιχείων στους ιστούς							
	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Na (%)	K/Mg
A	1,9	0,084	0,546	4,15	0,618	0,036	0,88
B	1,42	0,078	0,416	3,55	0,522	0,078	0,79
Γ	1,75	0,071	0,432	4,04	0,635	0,058	0,68

Πίνακας 3. Αξιολόγηση των τιμών συγκεντρώσεων των θρεπτικών στοιχείων στους φυτικούς ιστούς της αμπέλου (Πηγή: Reuter D. J., Robinson J.B., 1986)

Θρεπτικό στοιχείο	Ανεπαρκής	Επαρκής	Τοξική
N (%)		1,7	
P (%)		0,17	
K (%)	<0,5	0,6 - 0,9	
Ca (%)		3 - 6	
Mg (%)	< 0,2	0,3 - 0,5	
Na (%)			> 0,5

2.1.1 Η ΠΟΙΚΙΛΙΑ

Το Σαββατιανό είναι η πλέον διαδεδομένη λευκή, γηγενής ποικιλία της Ελλάδας. Είναι η κυρίαρχη ποικιλία της Αττικής, όμως καλλιεργείται συστηματικά και στη Βοιωτία και σε μικρότερες εκτάσεις στην Εύβοια, τις Κυκλάδες και τη Δυτική Πελοπόννησο. Σύμφωνα με το Σταυρακάκη (1991) συναντάται και με άλλα ονόματα όπως για παράδειγμα, Κοντούρα άσπρη, Τσουμπρένα άσπρη, Σταματιανό, Σακέικο, Δουμπραίνα άσπρη και Περαχωρίτικο.

Αμπελογραφικοί χαρακτήρες και φαινολογικά στάδια της ποικιλίας

Το ανεπτυγμένο φύλλο είναι μέτριο (σπανίως μεγάλο), σφηνοειδές και πεντάκολλο. Το έλασμα είναι ελαφρώς πομφολυγώδες, κυματώδες και παχύ. Στην ανώτερη του επιφάνεια είναι βαθυπράσινο και στιλπνό, ενώ στην κάτω φαιοπράσινο και χνοώδες. Ο μισχικός κόλπος είναι βαθύς και έχει σχήμα U ή λύρα. Οι νευρώσεις είναι κιτρινοπράσινες με ρόδινες περιοχές πλησίον του μισχικού σημείου, λείες ή αραχνοϋφείς στην άνω επιφάνεια και αραχνοϋφείς εως χνοώδεις στην κάτω επιφάνεια του ελάσματος. Οι οδόντες αναπτύσσονται σε δύο σειρές και είναι μέτριοι με κυρτές πλευρές. Τα νεαρά φύλλα είναι πράσινα, χαλκοπράσινα εως ρόδινα. Στην άνω επιφάνεια είναι λεία, ενώ στην κάτω χνοώδη και κατά τόπους βαμβακώδη.

Ο ποώδης βλαστός είναι ημίρθιος, αραχνοϋφής και γωνιώδης. Στην κοιλιακή πλευρά είναι πράσινος και στη νωτιαία πλευρά είναι πράσινος με ιώδεις περιοχές. Οι κόμβοι είναι πράσινοι με ερυθρά στίγματα. Οι οφθαλμοί είναι πράσινοι με ρόδινη κορυφή. Η αυξανόμενη κορυφή είναι μετρίως ανοιχτή εως ανοιχτή, λευκοπράσινη με ρόδινη παρυφή και χνοώδης. Οι έλικες είναι διαλείπουσες, μετρίου εως μεγάλου μήκους, λεπτές, λείες, πράσινες με ρόδινες περιοχές, δισχιδείς εως τρισχιδείς. Η κληματίδα είναι κιτρινοκάστανη εως καστανή, ελλειψοειδούς τομής, γωνιώδης και λεία.

Η σταφυλή είναι μεγάλη, απλή ή ενίοτε διπλή, κωνική εως κυλινδροκωνική και πυκνή εως πολύ πυκνή. Ο ποδίσκος είναι καστανός, μέτριος και αποκόπτεται δύσκολα. Φέρει ράγες ανισομεγέθεις, μέτριες εως μικρές και σφαιρικές. Ο φλοιός των ραγών είναι λεπτός εως μέτριου πάχους, ανθεκτικός, κιτρινοπράσινος εως κιτρινόλευκος, με άφθονη κέρινη ανθηρότητα. Η σάρκα των ραγών είναι μαλακή, υδαρής, χυμώδης και γλυκιά. Κάθε ράγα φέρει δύο εως τρία γίγαρτα, μικρά, απιοειδή με βραχύ ράμφος. Ο ποδίσκος είναι μάλλον βραχύς και ισχυρής πρόσφυσης.

Η έναρξη της βλάστησης συντελείται κατά το τρίτο δεκαήμερο του Μαρτίου και η πλήρης βλάστηση κατά το τρίτο δεκαήμερο του Απριλίου. Η άνθηση χωρεί κατά το διάστημα μεταξύ 10 και 24 Μαΐου. Η έναρξη ωρίμανσης πραγματοποιείται κατά το τρίτο δεκαήμερο του Ιουλίου, ενώ η πλήρης ωρίμανση μεταξύ του τρίτου δεκαημέρου του Σεπτεμβρίου και του πρώτου δεκαημέρου του Οκτωβρίου (Σταυρακάκης, 2010).

Ιδιότητες και καλλιεργητική συμπεριφορά

Το Σαββατιανό είναι μια μετρίως ζωηρή και πολύ παραγωγική ποικιλία. Ο τυφλός οφθαλμός είναι γόνιμος. Φέρει συνήθως δύο σταφυλές ανά καρποφόρο βλαστό από τον τέταρτο έως τον έκτο κόμβο.

Στους παλαιούς αμπελώνες μορφώνεται σε ριπίδιο ή χαμηλό κύπελλο με ύψος κορμού περί τα είκοσι εκατοστά. Στους νέους αμπελώνες μορφώνεται σε αμφίπλευρο Royat με την εφαρμογή άρδευσης. Σε κάθε περίπτωση δέχεται βραχύ χειμερινό κλάδεμα καρποφορίας (κεφαλή με 1-2 οφθαλμούς).

Παρουσιάζει μεγάλη ικανότητα προσαρμογής σε διάφορα εδαφοκλιματικά περιβάλλοντα, παράγοντας προϊόντα ποιότητας σε ξηρά, φτωχά, χαλικώδη, ασβεστούχα εδάφη. Είναι πολύ ανθεκτικής στη ξηρασία και αξιοποιεί καλύτερα από κάθε ποικιλία το ξηροθερμικό περιβάλλον της Αττικής. Ως προς τη συμπεριφορά της απέναντι στις ασθένειες, εμφανίζει αξιοσημείωτη ανθεκτικότητα στον περονόσπορο, αλλά είναι ευαίσθητη στο ωίδιο. Η συμπεριφορά της στους επιτόπιους εμβολιασμούς είναι πολύ καλή και συμβιώνει αρμονικά με τα υποκείμενα 110R, 140Ru, 1103P, 99R κ.α.

Το γλεύκος και ο οίνος της ποικιλίας Σαββατιανό

Το Σαββατιανό είναι μια πολυδυναμική ποικιλία οινοποιίας, καθώς από το γλεύκος της είναι δυνατόν να παρασκευαστούν οίνοι ξηροί ή γλυκείς, ανάλογα με το βαθμό τεχνολογικής ωριμότητας της σταφυλής κατά τον τρύγο. Στην Αττική ο τρύγος πραγματοποιείται κατά το πρώτο δεκαήμερο του Σεπτεμβρίου. Ο όψιμος τρύγος (τέλη Σεπτεμβρίου-αρχές Οκτωβρίου) δίνει γλεύκη με ικανοποιητική περιεκτικότητα σε σάκχαρα (190-200g/l), πολύ μικρή οξύτητα (4-5g/l) και pH 3,6, η οινοποίηση των οποίων οδηγεί συχνά στην παρασκευή ευοξειδωτων οίνων.

Οινοποιείται μονοποικιλιακά ή σε blend με άλλες πιο «τραγανές» ποικιλίες όπως το Ασύρτικο και ο Ροδίτης. Οι οίνοι που παράγονται διαθέτουν αρώματα φρούτων, λουλουδιών και εσπεριδοειδών μικρής έντασης και πολλές φορές παρουσιάζουν βοτανικό και ορυκτό χαρακτήρα. Συχνά δίνει οίνους χαμηλής

οξύτητας, που αποτελεί μειονέκτημα σε αρκετές περιπτώσεις και έναν λόγο για να γίνεται σωστή παρακολούθηση της τεχνολογικής ωρίμανσης. Από την ποικιλία παράγεται ο Ρητινίτης οίνος ή Ρετσίνα με προσθήκη ρητίνης Πεύκης Χαλεπίου (*Pinus halepensis*) σε γλευκοποιημένα σταφύλια πριν την έναρξη της αλκοολικής ζύμωσης. Τέλος στην περιοχή μπορούν να παραχθούν διάφοροι οίνοι ΠΓΕ, όπως ΠΓΕ Σπάτων, ΠΓΕ Αττικής και ΠΓΕ Ρετσίνα Σπάτων.

2.1.2 ΟΙ ΕΛΑΦΟΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

Με βάση τα μετεωρολογικά δεδομένα του σταθμού των Σπάτων (ιδιοκτησίας του εκπαιδευτικού ιδρύματος «Νέα γενιά Ζηρίδη» που τελεί υπό την επίβλεψη του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών) το κλίμα της περιοχής χαρακτηρίζεται μεσογειακό ξηροθερμικό με ήπιους χειμώνες. Η μέση θερμοκρασία τους καλοκαιρινούς μήνες είναι 28,2 °C, ενώ κατά τους χειμερινούς μήνες σπάνια σημειώνονται θερμοκρασίες κάτω των 0 °C. Η μέση μέγιστη θερμοκρασία σημειώνεται το μήνα Ιούλιο και είναι 35 °C, ενώ η μέση ελάχιστη θερμοκρασία παρατηρείται το μήνα Ιανουάριο και είναι 4,1 °C. Όσον αφορά τη μέση ετήσια σχετική υγρασία είναι 61,5% με μέγιστη τιμή 92% το μήνα Δεκέμβριο και ελάχιστη τιμή 29% τον Ιούνιο για το έτος 2016.

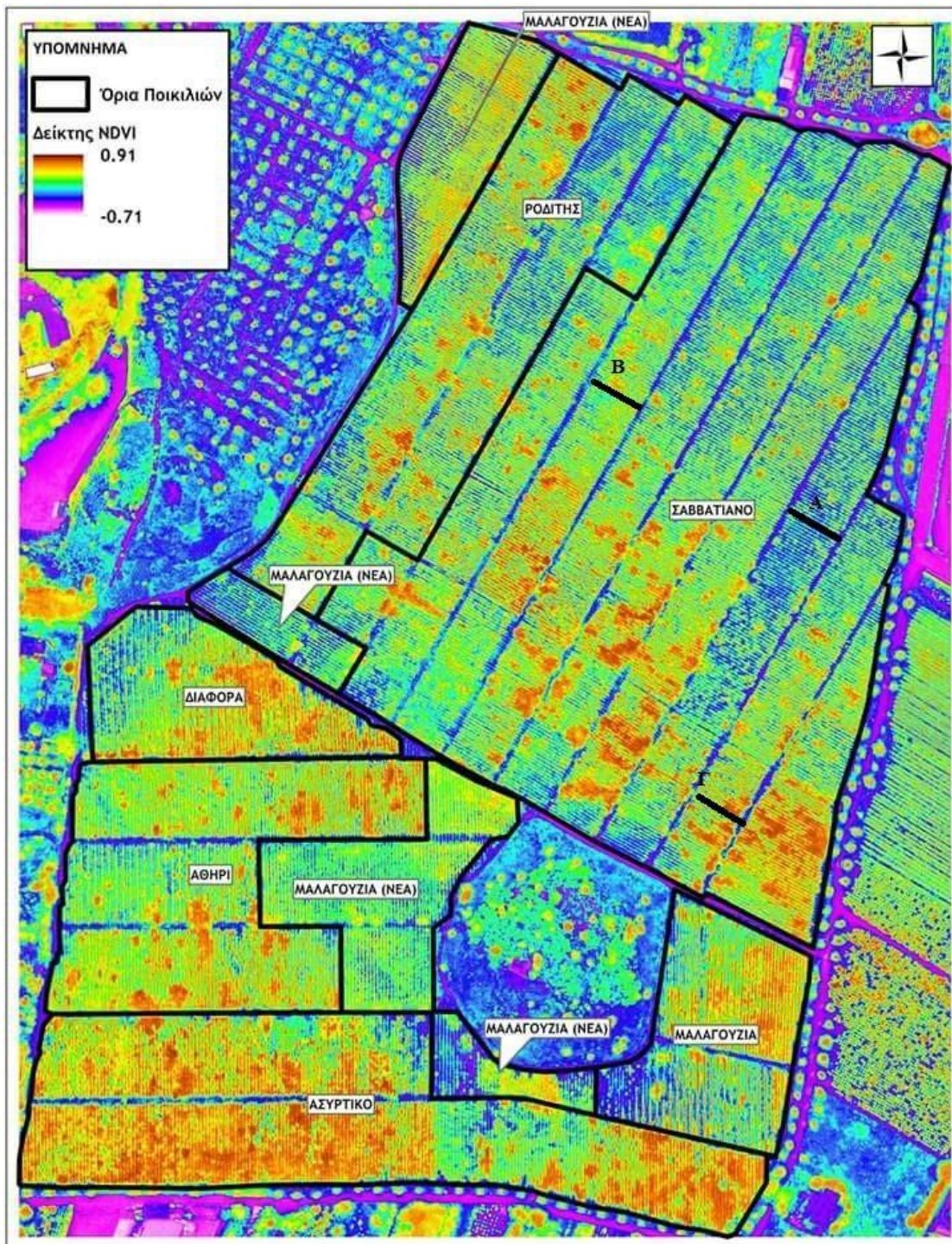
Το μέσο ύψος βροχόπτωσης είναι γύρω στο 380-400 mm και η κατανομή τους είναι χαρακτηριστική των μεσογειακών κλιμάτων, δηλαδή με βροχοπτώσεις τους μήνες Οκτώβρη μέχρι Απρίλη. Η καλοκαιρινή περίοδος είναι ξηρή με ελάχιστες καταιγίδες. Το ύψος βροχόπτωσης το έτος 2016 ήταν 450 mm. Τέλος οι άνεμοι που επικρατούν στην περιοχή ιδιαίτερα τον χειμώνα είναι Β-ΒΔ, ενώ την άνοιξη είναι μικρής εως μέτριας έντασης. Η μέση ετήσια ταχύτητα ανέμου ήταν 9,4 km/h το έτος 2016.

Η περιοχή των Σπάτων χαρακτηρίζεται ως πεδινή με ομαλό λοφώδες ανάγλυφο. Τα αμπέλια καλλιεργούνται εως και το υψόμετρο των 200 m. Τα εδάφη είναι ανοιχτόχρωμες μάργες της Αττικής, αλλά και τοπικά κοκκινοχώματα μέσης μηχανικής σύστασης, αμμοαργιλώδη-αμμοπηλωδηαργιλώδη (SL-SCL), ουδέτερου pH και τοπικά αυξημένου λόγω ύπαρξης ανθρακικού ασβεστίου (Πηγή: Τεχνικοί φάκελοι σχετικοί με τις προδιαγραφές των οίνων).

2.2 ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΕΣ

Κατά τη διεξαγωγή του πειράματος πραγματοποιήθηκαν δύο διαφορετικές δειγματοληψίες την περίοδο μεταξύ Ιουλίου του 2016 και Φεβρουάριου του 2017. Η διαφορά τους έγκειται τόσο στο είδος-φύση του δείγματος όσο και στο φαινολογικό στάδιο της αμπέλου κατά τη χρονική στιγμή που πραγματοποιήθηκαν. Ωστόσο κοινό σημείο αποτελεί η θέση των πρέμων από τα οποία έγινε η λήψη των δειγμάτων. Συγκεκριμένα ορίστηκαν τρία σημεία μέσα στον αμπελώνα που παρουσίαζαν πιθανή ετερογένεια σε καθένα από τα οποία επισημάνθηκαν 20 πρέμνα. Κατά την επιλογή των πρέμων απορρίφθηκαν εκείνα τα οποία απέκλιναν σημαντικά από το μεσοτυπικό χαρακτήρα της ποικιλίας. Τα τεμάχια αυτά ονομάστηκαν Α, Β και Γ αντίστοιχα και καθένα αποτελούσε μια επέμβαση.

Η επιλογή των αμπελοτεμαχίων βασίστηκε σε δεδομένα που πάρθηκαν από την εταιρεία En Agris με χρήση μη επανδρωμένων αεροσκαφών υψηλής τεχνολογίας. Συγκεκριμένα στην παραλλακτικότητα που παρουσίασε ο δείκτης NDVI την προηγούμενη καλλιεργητική περίοδο. Η πτήση πραγματοποιήθηκε στις 27/7/2015, δύο βδομάδες πριν τον περκασμό. Στην εικόνα 16 που ακολουθεί έχουν επισημανθεί τα τρία ξεχωριστά τεμάχια Α, Β και Γ. Όπως μπορούμε να παρατηρήσουμε το εύρος τιμών κυμάνθηκε από -0,71 έως 0,91. Το αμπελοτεμάχιο Γ παρουσιάζει υψηλές τιμές, που υποδηλώνουν έντονη ανάπτυξη φυλλώματος. Αντίθετα το αμπελοτεμάχιο Α παρουσιάζει πολύ χαμηλές τιμές του δείκτη που υποδηλώνει χαμηλή ευρωστία. Τέλος η τιμή του δείκτη για το αμπελοτεμάχιο Β παρουσιάζει τιμές που βρίσκονται προς το άνω άκρο του εύρους τιμών που αντιστοιχούν σε ένα υγιές πρέμνο. Ωστόσο δεν μπορούμε μέσω αυτής της εικόνας να εκτιμήσουμε με ακρίβεια την ζοηρότητα των πρέμων που εξετάζουμε, ούτε και τις τιμές του δείκτη, καθώς αυτό προϋποθέτει την ύπαρξη εικόνας για τα συγκεκριμένα πρέμνα στην συγκεκριμένη περίοδο δειγματοληψίας και την αντίστοιχη εκτίμηση των δεικτών. Στην παρούσα εργασία η εικόνα χρησιμοποιήθηκε για την εξεύρεση των θέσεων δειγματοληψίας για την εκτίμηση πιθανής παραλλακτικότητας μεταξύ κάποιων αμπελοτεμαχίων.



Εικόνα 16. Χαρτογράφηση δείκτη ευρωστίας της βλάστησης (NDVI) (Πηγή: En Agris)

Οι δειγματοληψίες πραγματοποιήθηκαν ως εξής:

1) Η πρώτη εκ των δύο δειγματοληψιών πραγματοποιήθηκε το διάστημα 18/7-6/9/2016, οπότε συλλέχθηκαν δείγματα σταφυλών κατά τα τρία στάδια της ωρίμανσης ως εξής:

- 18/7/2016 – Στάδιο πράσινης ράγας
- 9/8/2016 – Περκασμός
- 6/9/2016 – Τεχνολογική ωρίμανση

Κατά τα δύο πρώτα στάδια συλλέχθηκαν ράγες από τις σταφυλές των κύριων βλαστών που βρίσκονταν σε διαφορετικές θέσεις, σκιασμένες και μη, και από διαφορετικά σημεία της κάθε σταφυλής. Στο στάδιο της τεχνολογικής ωρίμανσης συλλέχθηκαν όλες οι σταφυλές των εξεταζόμενων πρέμνων και στη συνέχεια επιλέχθηκαν με τυχαίο τρόπο οι σταφυλές και οι ράγες προς εξέταση. Η διαφοροποίηση αυτή όπως θα δούμε και στη συνέχεια εξυπηρετεί τις ανάγκες του πειράματος, καθώς στο τελευταίο στάδιο πραγματοποιήθηκαν συμπληρωματικές μετρήσεις που αφορούσαν το φορτίο και τη σταφυλή. Η δειγματοληψία έλαβε χώρα κατά τις πρωινές ώρες μεταξύ 8:00 και 10:00. Μετά τη διεξαγωγή της τα δείγματα τοποθετήθηκαν σε πλαστικές σακούλες με οπές, προκειμένου να αποφευχθεί η αλλοίωση τους, και στη συνέχεια μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο. Ένα μέρος των ραγών ομογενοποιήθηκε και ο χυμός τους διηθήθηκε ώστε να απομακρυνθούν τα γίγαρτα και οι φλοιοί. Τέλος ο χυμός μαζί με τις υπόλοιπες ράγες διατηρήθηκαν υπό βαθιά κατάψυξη στους $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$.

2) Η δεύτερη δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε τον Φεβρουάριο του 2017 κατά την περίοδο του κλαδέματος, όπου συλλέχθηκαν οι κληματίδες από τα επισημασμένα πρέμνα. Αρχικά καταμετρήθηκαν οι κληματίδες ανά πρέμνο. Κατά τη διεξαγωγή των μετρήσεων απορρίφθηκαν οι πολύ μικρής ανάπτυξης που έφεραν λιγότερους από πέντε κόμβους. Ακολούθησε βραχύ χειμερινό κλάδεμα καρποφορίας με μια παραγωγική μονάδα ανά κεφαλή που φέρει δύο με τρεις λανθάνοντες οφθαλμούς. Τέλος οι κληματίδες κάθε πρέμνου ζυγίστηκαν με ζυγό χειρός στον αμπελώνα.

2.3 ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΣΤΑΦΥΛΗΣ ΚΑΙ ΡΑΓΑΣ

Οι εν λόγω αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν κατά το στάδιο της τεχνολογικής ωρίμανσης της σταφυλής των εξεταζόμενων πρέμων για καθεμία επέμβαση Α, Β και Γ.

2.3.1 ΒΑΡΟΣ ΣΤΑΦΥΛΗΣ

Από τα πρέμνα κάθε επέμβασης συλλέχθηκαν, κατά το στάδιο της τεχνολογικής ωρίμανσης, είκοσι σταφυλές με τυχαίο τρόπο. Ακολούθησε προσδιορισμός του βάρους της κάθε σταφυλής σε γραμμάρια (g) με βαθμονομημένο ζυγό ακριβείας δεύτερου δεκαδικού. Τέλος υπολογίστηκε το μέσο βάρος της σταφυλής ανά επέμβαση αθροίζοντας το βάρος των σταφυλών και διαιρώντας στη συνέχεια με τον αριθμό τους ανά επέμβαση. Σύμφωνα με τον Σταυρακάκη (2013) με κριτήριο το βάρος σταφυλής, οι σταφυλές χαρακτηρίζονται ως μικρές, μέτριες, μεγάλες ή πολύ μεγάλες όταν οι τιμές είναι 51-125g, 300-400g, 500-1000g και >1000g αντίστοιχα.

2.3.2 ΜΗΚΟΣ ΚΑΙ ΠΛΑΤΟΣ ΣΤΑΦΥΛΗΣ

Για τις ίδιες επεμβάσεις μετρήθηκε το μήκος και το πλάτος σε εκατοστά (cm) καθεμιάς σταφυλής, οι οποίες επιλέχθηκαν, με ακρίβεια χιλιοστού του μέτρου. Τέλος υπολογίστηκε το μέσο μήκος και πλάτος της σταφυλής ανά επέμβαση αθροίζοντας τις τιμές των σταφυλών και διαιρώντας με το πλήθος τους ανά επέμβαση. Σύμφωνα με τον Σταυρακάκη (2010) με κριτήριο το μήκος της σταφυλής, οι σταφυλές χαρακτηρίζονται ως πολύ μικρού, μικρού, μέτριου, μεγάλου ή πολύ μεγάλου μήκους όταν οι τιμές είναι <6cm, 6-12cm, 12-18cm, 18-24cm και >24cm αντίστοιχα.

2.3.3 ΒΑΡΟΣ 50 ΡΑΓΩΝ

Από τις είκοσι σταφυλές που επιλέχθηκαν για καθεμία εκ των τριών επεμβάσεων, λήφθηκαν έξι ομάδες των 50 ραγών. Οι ράγες αν και λήφθηκαν τυχαία από διάφορα τμήματα της σταφυλής (κορυφή, μέση, βάση), θα έπρεπε να είναι ακέραιες. Ο προσδιορισμός του βάρους τους σε γραμμάρια (g) πραγματοποιήθηκε σε βαθμονομημένο ζυγό ακριβείας δεύτερου δεκαδικού. Σύμφωνα με τον Σταυρακάκη (2013) με κριτήριο το βάρος 100 ραγών, οι ράγες χαρακτηρίζονται ως πολύ μικρές, μικρές, μέτριες, μεγάλες ή πολύ μεγάλες όταν οι τιμές είναι <35g, 36-110g, 11-330g, 331-700g και >701g αντίστοιχα.

2.3.4 ΜΕΣΟ ΜΗΚΟΣ ΚΑΙ ΠΛΑΤΟΣ ΡΑΓΑΣ

Ο προσδιορισμός του μήκους και πλάτους των ραγών σε χιλιοστά (mm) υλοποιήθηκε με τη χρήση παχύμετρου Vernier με ακρίβεια δυο δεκαδικών ψηφίων. Οι επιλαχούσες ράγες ήταν οι αντίστοιχες που χρησιμοποιήθηκαν για τον προσδιορισμό του μέσου βάρους ράγας. Τέλος υπολογίστηκε το μέσο βάρος και πλάτος ανά ράγα ανά επέμβαση αθροίζοντας τις τιμές των ραγών και διαιρώντας με το πλήθος τους ανά επέμβαση. Σύμφωνα με τον Σταυρακάκη (2013) με κριτήριο το μήκος των ραγών, οι ράγες χαρακτηρίζονται ως πολύ μικρού, μικρού, μέτριου, μεγάλου ή πολύ μεγάλου μήκους όταν οι τιμές είναι <10mm, 10-17mm, 17-24mm, 24-31mm και >31mm αντίστοιχα. Με κριτήριο το πλάτος οι ράγες χαρακτηρίζονται ως πολύ μικρές, μικρές, μέτριες, μεγάλες ή πολύ μεγάλες όταν οι τιμές είναι <8mm, 8-12mm, 13-18mm, 19-24mm και >24mm αντίστοιχα.

2.3.5 ΔΥΝΑΜΗ ΠΡΟΣΦΥΣΗΣ ΡΑΓΑΣ

Για κάθε επέμβαση λήφθηκαν 50 ομάδες των 10 ραγών από τις παραπάνω επιλαχούσες σταφυλές και μετρήθηκε η δύναμη πρόσφυσης της ράγας στον ποδίσκο με τη χρήση δυναμόμετρου.

2.3.6 ΒΑΡΟΣ 100 ΓΙΓΑΡΤΩΝ

Για κάθε επέμβαση λήφθηκαν έξι ομάδες των 100 γιγάρτων, από τις ράγες που είχαν επιλεγθεί, αφού αφαιρέθηκε προσεκτικά ο φλοιός και η σάρκα με τη βοήθεια λεπίδας. Ο προσδιορισμός του βάρους τους σε γραμμάρια (g) πραγματοποιήθηκε με τη χρήση βαθμονομημένου ζυγού ακριβείας τριών δεκαδικών ψηφίων. Οι τιμές του βάρους προήλθαν από τους μέσους όρους 100 γιγάρτων που προήλθαν από τα τυχαία επιλεγμένα σταφύλια που χρησιμοποιήθηκαν στις παραπάνω μετρήσεις. Σύμφωνα με τον Σταυρακάκη (2010) με κριτήριο το βάρος 100 γιγάρτων, τα γίγαρτα χαρακτηρίζονται ως πολύ μικρά, μικρά, μέτρια, μεγάλα ή πολύ μεγάλα όταν οι τιμές είναι <10mg, ~25mg, ~40mg, 55mg και >65mg αντίστοιχα.

2.4 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΓΛΕΥΚΟΓΡΑΦΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ

Για τον προσδιορισμό των γλυκογραφικών χαρακτηριστικών της σταφυλής χρησιμοποιήθηκαν ράγες οι οποίες συλλέχθηκαν από τα επισημασμένα πρέμνα των τριών επεμβάσεων Α, Β και Γ, που αντιστοιχούν σε τρία διαφορετικά σημεία του αμπελώνα. Συλλέχθηκαν περίπου 100 ράγες ανά επέμβαση, από κάθε τμήμα της σταφυλής κατά τυχαίο τρόπο. Πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις και για τα τρία στάδια πορείας ωρίμανσης.

2.4.1 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΕ ΣΑΚΧΑΡΑ ΜΕ ΔΙΑΘΛΑΣΙΜΕΤΡΙΑ

Η μέθοδος βασίζεται στην ιδιότητα που έχει μια ακτίνα φωτός να αλλάζει κατεύθυνση όταν διέρχεται από ένα μέσο σε ένα άλλο. Το φαινόμενο που περιγράφει την ιδιότητα αυτή ονομάζεται διάθλαση και το μέτρο της έντασης του καλείται δείκτης διάθλασης. Η μέτρηση του δείκτη διάθλασης γίνεται με διαθλασίμετρα και μπορεί να χρησιμεύσει στον προσδιορισμό των διαλυτών στερεών σε ένα υγρό. Στην οινολογία χρησιμοποιούνται διαθλασίμετρα που είναι βαθμονομημένα σε βαθμούς Brix, όπου ένας βαθμός αντιστοιχεί σε ένα γραμμάριο σακχάρου ανά 100 γραμμάρια διαλύματος.

Το όργανο είναι βαθμονομημένο στους 20 °C οπότε η τιμή της μέτρησης που λαμβάνουμε μέσω του διαθλασιμέτρου θα πρέπει να διορθώνεται με τη χρήση ειδικού πίνακα όταν η τιμή του μετρούμενου υγρού αποκλίνει από την συγκεκριμένη θερμοκρασία. Αρχικά θα πρέπει να μηδενιστεί το όργανο. Το μηδέν του οργάνου ρυθμίζεται με τη χρήση απεσταγμένου υγρού (καθότι είναι θεωρητικά απαλλαγμένο από διαλυτά στερεά) που τοποθετείται πάνω στο πρίσμα, το οποίο καλύπτεται και στρέφεται προς μια φωτεινή πηγή. Στο ορατό πεδίο του οργάνου το όριο του διαχωρισμού των δύο ζωνών διαφορετικής φωτεινότητας θα πρέπει να βρίσκεται στο μηδέν της κλίμακας. Σε αντίθετη περίπτωση ρυθμίζουμε με απλή περιστροφή του ρυθμιστικού κοχλία ώστε να επιτευχθεί η σύμπτωση.

Αφού έχει επιτευχθεί η ρύθμιση του οργάνου, τοποθετούμε 2-3 σταγόνες από το εξεταζόμενο γλεύκος στο πρίσμα, το οποίο στη συνέχεια καλύπτουμε και στρέφουμε το όργανο προς μια φωτεινή πηγή. Στο οπτικό πεδίο του οργάνου διαβάζουμε την ένδειξη πάνω στη βαθμονομημένη κλίμακα όπου συμπίπτουν οι δύο ζώνες διαφορετικής φωτεινότητας. Μετά από κάθε μέτρηση οι επιφάνειες του πρίσματος καθαρίζονται με απεσταγμένο νερό και στη συνέχεια σκουπίζονται με καθαρό χαρτί.

2.4.2 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΟΛΙΚΗΣ Η΄ ΟΓΚΟΜΕΤΡΟΥΜΕΝΗΣ ΟΞΥΤΗΤΑΣ

Η ολική ή ογκομετρούμενη οξύτητα καθορίζεται από το σύνολο των ελεύθερων καρβοξυλομάδων που βρίσκονται στο γλεύκος, και εξαρτάται από την περιεκτικότητα σε ελεύθερα οργανικά οξέα και όχι από το είδος αυτών. Ο προσδιορισμός της βασίζεται στην εξουδετέρωση των όξινων ομάδων του δείγματος με πρότυπο διάλυμα αλκάλειως παρουσία ενός δείκτη. Ως δείκτης του σημείου εξουδετέρωσης χρησιμοποιείται η φαινολοφθαλεΐνη, η οποία σηματοδοτεί το τέλος της αντίδρασης αλλάζοντας χρώμα.

Αντιδραστήρια

- Διάλυμα υδροξειδίου του νατρίου (NaOH) κανονικότητας 0,1N.
- Αλκοολικό διάλυμα φαινολοφθαλεΐνης 10 g/l (1%). Για την παρασκευή του διαλύματος διαλύονται 10 g φαινολοφθαλεΐνη σε 1000 ml αλκοόλη 95% vol.

Διαδικασία μέτρησης

Σε κωνική φιάλη των 250 ml μεταφέρουμε 10 ml του εξεταζόμενου γλεύκους, 10 ml απεσταγμένου νερού και 4-5 σταγόνες φαινολοφθαλεΐνης. Ανακινούμε τη φιάλη και τιτλοδοτούμε σταδιακά με το διάλυμα NaOH αναδεύοντας συνεχώς μέχρις ότου μεταβληθεί το χρώμα του διαλύματος από λευκό σε ελαφρύ ερυθρό. Σημειώνεται ο όγκος του αλκάλειου NaOH 0,1 N που χρησιμοποιήθηκε για την πλήρη εξουδετέρωση των οξέων του δείγματος.

Έκφραση αποτελεσμάτων

Έστω n τα καταναλωθέντα ml NaOH 0,1 N. Η ολική οξύτητα του γλεύκους εκφρασμένη σε χιλιοστοϊσοδύναμα ανά λίτρο (meq/l) γλεύκους δίνεται από τον τύπο:

$$A=10*n$$

Ενώ αντίστοιχα εκφρασμένη σε γραμμάρια τρυγικού οξέος ανά λίτρο (g/l) από τον τύπο:

$$A=0.75*n$$

2.4.3 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΗΣ ΟΞΥΤΗΤΑΣ (pH)

Ως ενεργή οξύτητα ή pH καλείται το σύνολο των ελεύθερων καρβοξυλομάδων που βρίσκονται σε διάσταση και δίνουν H⁺. Εν αντιθέσει με την ολική ή ογκομετρούμενη οξύτητα, το μέγεθος αυτό εξαρτάται από το είδος των οργανικών οξέων. Παραδείγματος χάριν ένας οίνος που περιέχει μια ορισμένη ποσότητα τρυγικού οξέος είναι πιο όξινος από τον αντίστοιχο ο οποίος περιέχει ένα ισόποσο ηλεκτρικό οξύ λόγω του διαφορετικού βαθμού διάστασης των ελεύθερων καρβοξυλομάδων. Το pH του οίνου επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες όπως η αμπελοργική περιοχή και η ποικιλία, αλλά γενικά κυμαίνεται μεταξύ 2,8 και 4,2.

Η ενεργή οξύτητα προσδιορίζεται με τη χρήση πεχάμετρου. Το όργανο θα πρέπει αρχικά να βαθμονομηθεί, σύμφωνα με τις οδηγίες του εκάστοτε κατασκευαστή, με τη χρήση πρότυπων διαλυμάτων γνωστού pH, συνήθως 4 και 7. Στη συνέχεια τοποθετείται σε ένα ποτήρι ζέσεως επαρκής ποσότητα δείγματος θερμοκρασίας 20-25 °C και εμβαπτίζεται το ηλεκτρόδιο του οργάνου με τέτοιο τρόπο ώστε να μην ακουμπάει τα τοιχώματα του δοχείου αλλά να καλύπτεται από το δείγμα. Όταν η τιμή που δείχνει το όργανο σταθεροποιηθεί λαμβάνουμε την ένδειξη. Λαμβάνονται τουλάχιστον δύο μετρήσεις για κάθε δείγμα και καταγράφεται ο μέσος όρος με δύο δεκαδικά ψηφία.

2.4.4 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΑΜΙΝΟΞΕΩΝ ΤΟΥ ΓΛΕΥΚΟΥΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΦΑΣΜΑΤΟΦΩΤΟΜΕΤΡΟΥ

Για τον προσδιορισμό των αμινοξέων της σταφυλής χρησιμοποιήθηκαν ράγες οι οποίες συλλέχθηκαν από τα επισημασμένα πρέμνα των τριών επεμβάσεων Α, Β και Γ, που αντιστοιχούν σε τρία διαφορετικά σημεία του αμπελώνα. Πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις και για τα τρία στάδια πορείας ωρίμανσης.

2.4.4.1 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΑΡΓΙΝΙΝΗΣ

Ο προσδιορισμός της αργινίνης στο χυμό των ραγών κατά την πλήρη ωρίμανση παρέχει έναν εύκολο και σχετικά φθηνό τρόπο προσδιορισμού των αναγκών των πρέμνων σε άζωτο (Kliewer,1991). Η αργινίνη προσδιορίζεται εύκολα με την αντίδραση Sakaguchi, όπως αυτή έχει τροποποιηθεί από τους Gilboe και Williams(1956). Βασίζεται στην παραδοχή ότι το βασικό αμινοξύ αργινίνη, λόγω της γουανιδίνης που περιέχει στην πλευρική της αλυσίδα, δίνει ένα ερυθρό-ιώδες παράγωγο όταν αντιδράσει με υποβρωμιώδες νάτριο σε αλκαλικό περιβάλλον, με μέγιστη απορρόφηση στα 500 nm.

Αντιδραστήρια

- Υδροξείδιο του νατρίου 10% σε υδατικό διάλυμα (100 g/l).
- Υδροξυκινολίνη 0,02% : 0,2 g υδροξυκινολίνη διαλύθηκαν σε 100 ml αιθυλική αλκοόλη 95% .
- Υποβρωμιώδες νάτριο 1% : Προετοιμάζεται διαλύοντας 1 g υγρού βρωμίου σε 100 ml 5% υδροξείδιο του νατρίου.
- Ουρία 40% σε απεσταγμένο νερό (400 g/l).

Προετοιμασία δειγμάτων

Τα δείγματα των γλευκών τοποθετήθηκαν σε λεκάνη με νερό σε θερμοκρασία περιβάλλοντος προκειμένου να ξεπαγώσουν και στη συνέχεια αναδεύτηκαν ώστε να ομογενοποιηθούν. Καθένα από τα δείγματα αραιώθηκε σε αναλογία 1:25 με απεσταγμένο νερό (2 ml δείγματος και 48 ml νερό) και στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε ο προσδιορισμός της αργινίνης με βάση το παρακάτω πρωτόκολλο.

Διαδικασία μέτρησης

Σε πέντε ποτήρια ζέσεως τοποθετήθηκαν τα τέσσερα αντιδραστήρια και το απεσταγμένο νερό, τα οποία στη συνέχεια τοποθετήθηκαν σε πάγο. Για κάθε επέμβαση έγιναν έξι επαναλήψεις για κάθε στάδιο. Σε δοκιμαστικούς σωλήνες προστέθηκαν ταχύτατα με πιπέτες:

- 5 ml αραιωμένου γλεύκους
- 1 ml υδροξυκινολίνης 0,02%
- 1 ml NaOH 10%. Μετά την προσθήκη οι δοκιμαστικοί σωλήνες αναδεύονται με vortex και τοποθετούνται σε δοχείο με πάγο για δύο λεπτά.
- 0,2 ml NaBr (υποβρωμιώδες νάτριο) 1%. Οι σωλήνες αναδεύονται εκ νέου και τοποθετούνται στο δοχείο πάγου για 15 sec.
- 1 ml ουρίας 40%. Ανακινούμε και τοποθετούμε στο δοχείο πάγου για ένα λεπτό.
- 5 ml απεσταγμένο νερό. Αναδεύουμε και περιμένουμε πέντε λεπτά.

Σε ένα άλλο δοκιμαστικό σωλήνα χρησιμοποιήθηκε το ίδιο πρωτόκολλο όμως το αραιωμένο γλεύκος αντικαταστάθηκε από απεσταγμένο νερό. Το διάλυμα χρησιμοποιήθηκε για το μηδενισμό του φωτόμετρου.

Στη συνέχεια μετρήθηκε η απορρόφηση των διαλυμάτων στο φασματοφωτόμετρο στα 500 nm. Για κάθε επανάληψη πραγματοποιήθηκαν τρεις μετρήσεις και στη συνέχεια υπολογίστηκε ο μέσος όρος τους. Τέλος χρησιμοποιώντας την πρότυπη καμπύλη βρέθηκε η περιεκτικότητα του δείγματος σε αργινίνη.

Υπολογισμός της αργινίνης

Η περιεκτικότητα της αργινίνης υπολογίστηκε με βάση τον παρακάτω τύπο και εκφράζεται σε mg αργινίνης ανά mg γλεύκους:

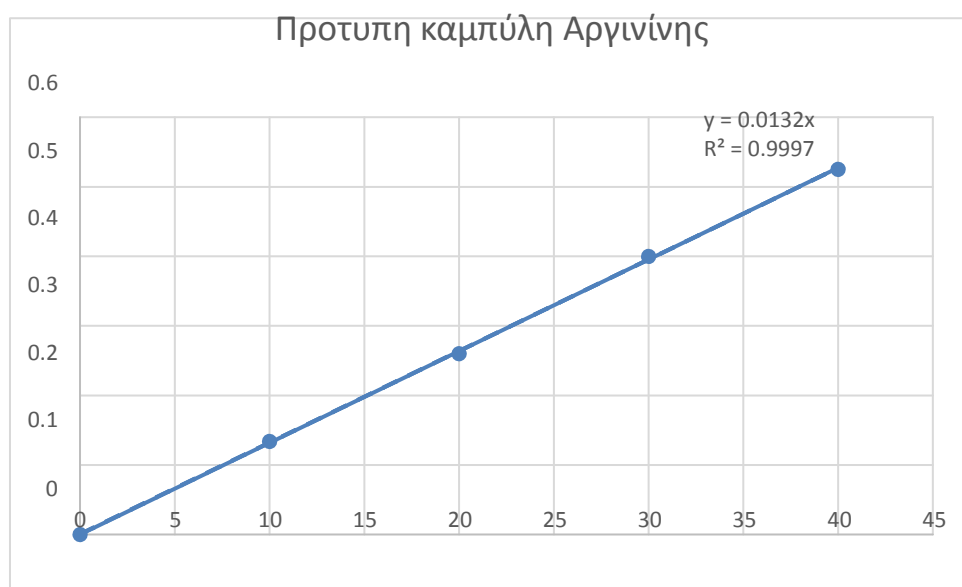
$$(A_{500}-0,0006)*0,025/0,0132$$

Προετοιμασία πρότυπης καμπύλης αργινίνης

Αρχικά τοποθετούνται όλα τα αντιδραστήρια σε λεκάνη γεμάτη με πάγο. Στην συνέχεια προετοιμάζουμε ένα σετ από δοκιμαστικούς σωλήνες ως εξής:

Συγκέντρωση αργινίνης (mg)	Ποσότητα διαλύματος αργινίνης (10 μg/ml)	Ποσό απεσταγμένου νερού (ml)	Ολικός όγκος (ml)
0	0	5	5
10	1	4	5
20	2	3	5
30	3	2	5
40	4	1	5

Οι δοκιμαστικοί σωλήνες που περιέχουν τα πρότυπα δείγματα αργινίνης τοποθετούνται στο παγόλουτρο. Έπειτα σε κάθε σωλήνα γίνονται οι προσθήκες που αναφέρονται στη διαδικασία μέτρησης (εκτός του αραιωμένου γλεύκους που αντικαθίσταται από τα παραπάνω πρότυπα διαλύματα). Αρχικά προετοιμάζουμε το «τυφλό» στο οποίο προστίθεται ότι και στα πρότυπα εκτός από αργινίνη. Στην συνέχεια μετριέται η απορρόφηση του δείγματος στα 500 nm. Από τις τιμές του φασματοφωτομέτρου διπλής δέσμης για κάθε δείγμα διαμορφώνεται η πρότυπη καμπύλη αργινίνης.



2.4.4.2 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΠΡΟΛΙΝΗΣ

Η προλίνη είναι ένα αμινοξύ που απαντάται σε πολλούς οίνους και γλεύκη, και σε αρκετές περιπτώσεις αντιπροσωπεύει το 80-90% της περιεκτικότητας του χυμού των ραγών σε ολικό άζωτο. Αποτελεί το δεύτερο από πλευράς συγκέντρωσης αμινοξύ των σταφυλών στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης. Η μέθοδος προσδιορισμού της μέσω της αντίδρασης με νινυδρίνη βασίζεται στο ότι η προλίνη σχηματίζει χαρακτηριστική χρώση (πορτοκαλί έως ερυθρή απόχρωσης) με την νινυδρίνη έπειτα από θέρμανση. Η νινυδρίνη είναι ένας ισχυρός αντιοξειδωτικός παράγοντας που αντιδρά με όλα τα αμινοξέα στην περιοχή pH=4-8, οπότε μπορεί να προσδιοριστεί φασματοφωτομετρικά με μέγιστη απορρόφηση στα 517 nm.

Αντιδραστήρια

- Φορμικό οξύ
- Διάλυμα νινυδρίνης 3%. Προετοιμάζεται διαλύοντας 3 g νινυδρίνη σε 97 ml αιθανόλης.
- Διάλυμα ισοπροπανόλης 1:1. Προετοιμάζεται διαλύοντας 100 ml ισοπροπανόλης σε 100 ml απεσταγμένο νερό.

Προετοιμασία δειγμάτων

Τα δείγματα των γλευκών τοποθετήθηκαν σε λεκάνη με νερό σε θερμοκρασία περιβάλλοντος προκειμένου να ξεπαγώσουν και στη συνέχεια αναδεύτηκαν ώστε να ομογενοποιηθούν. Καθένα από τα δείγματα αραιώθηκε σε αναλογία 1:12,5 (0,2 ml γλεύκους και 2,3 ml απεσταγμένου νερού) με απεσταγμένο νερό και στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε ο προσδιορισμός της προλίνης με βάση το παρακάτω πρωτόκολλο.

Διαδικασία μέτρησης

Σε τέσσερα ποτήρια ζέσεως τοποθετήθηκαν τα τρία αντιδραστήρια και το απεσταγμένο νερό, τα οποία στη συνέχεια τοποθετήθηκαν σε πάγο. Για κάθε επέμβαση έγιναν έξι επαναλήψεις σε στάδιο της ωρίμανσης. Σε δοκιμαστικούς σωλήνες προστέθηκαν ταχύτατα με πιπέτες:

- 0,5 ml αραιωμένου γλεύκους
- 0,25 ml φορμικό οξύ. Οι δοκιμαστικοί σωλήνες αναδεύονται με vortex.
- 1 ml διάλυμα νινυδρίνης 3%. Οι δοκιμαστικοί σωλήνες θερμαίνονται σε ζέον υδατόλουτρο στους 95 °C για 15 λεπτά και στη συνέχεια ψύχονται σε υδατόλουτρο στους 20 °C για 5-10 λεπτά.
- 5 ml διάλυμα ισοπροπανόλης 1:1. Οι σωλήνες αναδεύονται εκ νέου.

Σε ένα άλλο δοκιμαστικό σωλήνα χρησιμοποιήθηκε το ίδιο πρωτόκολλο όμως το αραιωμένο γλεύκος αντικαταστάθηκε από απεσταγμένο νερό. Το διάλυμα χρησιμοποιήθηκε για το μηδενισμό του φασματοφωτομέτρου.

Στη συνέχεια μετρήθηκε η απορρόφηση των διαλυμάτων στο φασματοφωτόμετρο στα 517 nm. Για κάθε επανάληψη πραγματοποιήθηκαν τρεις μετρήσεις και στη συνέχεια υπολογίστηκε ο μέσος όρος τους. Τέλος χρησιμοποιώντας την πρότυπη καμπύλη βρέθηκε η περιεκτικότητα του δείγματος σε προλίνη.

Υπολογισμός της προλίνης στο γλεύκος των ραγών

Η περιεκτικότητα της προλίνης υπολογίστηκε με βάση τον παρακάτω τύπο και εκφράστηκε σε mg προλίνης ανά ml γλεύκους:

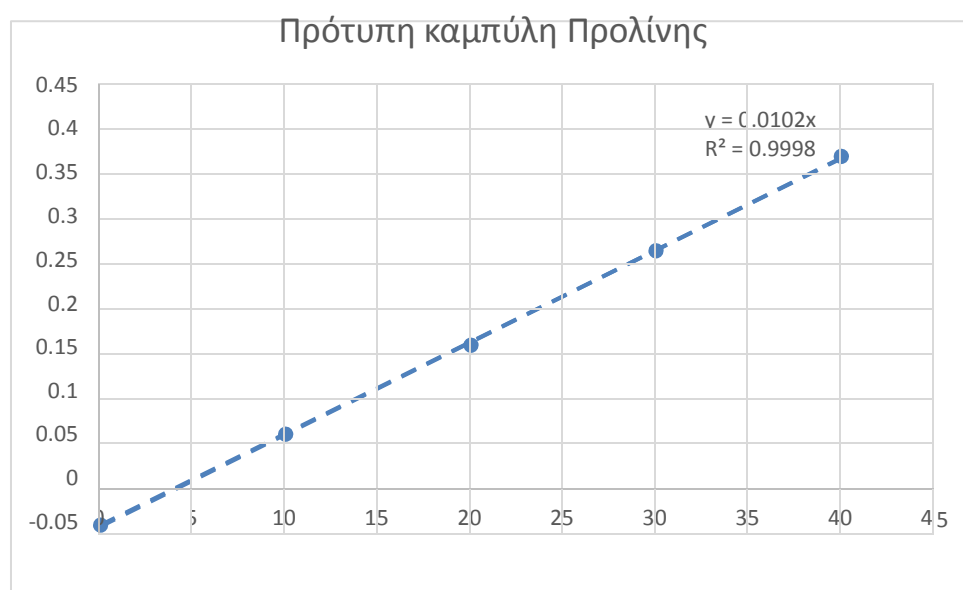
$$(A_{517}-0,0016)*0,0125/0,0102$$

Προετοιμασία πρότυπης καμπύλης προλίνης

Αρχικά τοποθετούνται όλα τα αντιδραστήρια σε λεκάνη γεμάτη με πάγο. Στην συνέχεια προετοιμάζουμε ένα σετ από δοκιμαστικούς σωλήνες ως εξής:

Συγκέντρωση προλίνης (mg)	Ποσότητα διαλύματος προλίνης (10 µg/ml)	Ποσό απεσταγμένου νερού (ml)	Ολικός όγκος (ml)
0	0	5	5
10	1	4	5
20	2	3	5
30	3	2	5
40	4	1	5

Οι δοκιμαστικοί σωλήνες που περιέχουν τα πρότυπα δείγματα προλίνης τοποθετούνται στο παγόλουτρο. Έπειτα σε κάθε σωλήνα γίνονται οι προσθήκες που αναφέρονται στη διαδικασία μέτρησης (εκτός του αραιωμένου γλεύκους που αντικαθίσταται από τα παραπάνω πρότυπα διαλύματα). Αρχικά προετοιμάζουμε το «τυφλό» στο οποίο προστίθεται ότι και στα πρότυπα εκτός από προλίνη. Στην συνέχεια μετριέται η απορρόφηση του δείγματος στα 517 nm. Από τις τιμές του φασματοφωτομέτρου διπλής δέσμης για κάθε δείγμα διαμορφώνεται η πρότυπη καμπύλη προλίνης.



2.5 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΦΑΙΝΟΛΙΚΩΝ ΣΥΣΤΑΤΙΚΩΝ ΤΩΝ ΡΑΓΩΝ ΜΕ ΦΑΣΜΑΤΟΜΕΤΡΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΥΣ

Για τον προσδιορισμό των αμινοξέων της σταφυλής χρησιμοποιήθηκαν ράγες οι οποίες συλλέχθηκαν από τα επισημασμένα πρέμνα των τριών επεμβάσεων Α, Β και Γ, που αντιστοιχούν σε τρία διαφορετικά σημεία του αμπελώνα. Πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις μόνο στο στάδιο της τεχνολογικής ωρίμανσης.

Προετοιμασία δειγμάτων

Εκχύλιση φλοιών

Για την εκχύλιση των φλοιών παρασκευάστηκε διάλυμα ακετόνης, μεθανόλης και απεσταγμένου νερού (σε αναλογία 4:4:2), οξιμισμένο με πυκνό διάλυμα HCl 12 M, κατά 1% επί του τελικού όγκου του διαλύματος εκχύλισης. Στη συνέχεια η διαδικασία που πραγματοποιήθηκε ήταν η εξής:

- 1) Με τη βοήθεια ζυγού ακριβείας ζυγίστηκαν 0,4 g φλοιού για κάθε επανάληψη και αναμίχθηκαν με 4 ml διαλύματος (αναλογία 1:10).
- 2) Ακολούθησε ανάδευση του διαλύματος με χρήση της συσκευής Turrax στις 12.000 στροφές προκειμένου να ομογενοποιηθεί.
- 3) Το ομογενοποιημένο διάλυμα εκχυλίστηκε ενώ βρισκόταν υπό συνεχή ανάδευση για 60 λεπτά σε θερμοκρασία 25 °C.
- 4) Ακολούθησε φυγοκέντρηση για 10 λεπτά στις 5000 στροφές.
- 5) Λήφθηκε το υπερκείμενο τμήμα (4 ml).
- 6) **Επανάληψη των βημάτων 2-5** για το ίζημα .
- 7) Προσθήκη του υπερκείμενου στο προηγούμενο (4ml+4ml=8ml)
- 8) **Επανάληψη της των βημάτων 2-5** για το ίζημα.
- 9) Προσθήκη του υπερκείμενου στο προηγούμενο (8ml+4ml=12ml)
- 10) Απόρριψη του ιζήματος.
- 11) Τελικός όγκος εκχυλίσματος 12 ml (αναλογία ξηρού βάρους-εκχυλίσματος 1:30)

Η επανάληψη της διαδικασίας εκχύλισης αποσκοπεί στο να εξασφαλίσουμε ότι στο τελικό διάλυμα θα έχει εκχυλιστεί όλη η ποσότητα των φαινολικών ενώσεων.

Εκχύλιση γιγάρτων

Τα γίγαρτα περιέχουν γιγαρτέλαιο, το οποίο απορροφά σε μήκος κύματος 280 nm. Στο ίδιο μήκος κύματος απορροφούν και οι μεμονωμένες φαινολικές ενώσεις, με αποτέλεσμα να αλλοιώνονται οι μετρήσεις. Για αυτό το λόγο πριν τη διαδικασία της εκχύλισης των φαινολικών ενώσεων, έγινε αφαίρεση του γιγαρτέλαιου από τα κονιορτοποιημένα γίγαρτα με χρήση διαλύματος εξανίου, για κάθε επανάληψη, ακολουθώντας την παρακάτω μέθοδο:

- 1) Με τη βοήθεια ζυγού ακριβείας ζυγίστηκαν 0,4 g λυοφιλομένων και κονιορτοποιημένων γιγάρτων.
- 2) Πραγματοποιήθηκε προσθήκη 2 ml εξανίου και ακολούθησε ανάδευση με vortex.
- 3) Φυγοκέντρηση και απόρριψη του υπερκείμενου.
- 4) **Επανάληψη των βημάτων 2-3** για το ίζημα.

Για την εκχύλιση των γιγάρτων παρασκευάστηκε διάλυμα μεθανόλης και απεσταγμένου νερού, αναλογίας 8:2, το οποίο οξινίστηκε με πυκνό διάλυμα HCl 12M, κατά 1% επί του τελικού όγκου του διαλύματος εκχύλισης. Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε η ίδια διαδικασία εκχύλισης που χρησιμοποιήθηκε για τους φλοιούς.

Αραίωση

Εξαιτίας της υψηλής συγκέντρωσης των φαινολικών ενώσεων στους φλοιούς και στα γίγαρτα αποφασίστηκε, κατόπιν δοκιμών, να πραγματοποιηθεί αραίωση των αρχικών εκχυλισμάτων. Η αραίωση που έγινε ήταν 1:30 σε τελικό όγκο διαλύματος 10 ml για τα γίγαρτα, και για τον προσδιορισμό των φαινολικών των φλοιών πλην των ολικών φαινολικών, φλαβονοειδών και ταννινών όπου έγινε αραίωση 1:20. Ως διαλύτης χρησιμοποιήθηκε μεθανόλη. Για τον προσδιορισμό των φαινολικών ενώσεων χρησιμοποιήθηκαν τα αραιωμένα εκχυλίσματα σε όλες τις μεθόδους εκτός

από την μέθοδο προσδιορισμού των ολικών φλαβονών και φλαβονολών. Σε αυτή τη μέθοδο χρησιμοποιήθηκε το αρχικό εκχύλισμα. Στα γλεύκη δεν έγινε καμία αραιώση.

2.5.1 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΟΛΙΚΩΝ ΦΑΙΝΟΛΙΚΩΝ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ LLAND

Για να προσδιοριστεί η συγκέντρωση ολικών φαινολικών σε φλοιούς, γίγαρτα και γλεύκη θα πρέπει αρχικά να γίνει εκχύλιση. Μετά την εκχύλιση η μέτρηση τους γίνεται φασματοφωτομετρικά με μέγιστη απορρόφηση στα 280 nm. Η μέτρηση αυτή μπορεί να μην έχει άμεση συσχέτιση με τις τιμές που προκύπτουν κατά την οينوποίηση, αλλά μας παρέχει πληροφορίες για το σύνολο των ολικών φαινολικών στη ράγα.

Αντιδραστήρια

- Διάλυμα 50% αιθανόλης pH=2: Για 500ml διαλύματος αναμιγνύονται 250 ml απόλυτης αιθανόλης με 250 ml απεσταγμένο νερό. Ρυθμίζεται το pH στην τιμή 2 με 1M HCL.
- Διάλυμα υδροχλωρικού οξέος 1M: Για την Παρασκευή του διαλύματος αραιώθηκε 1:12 πυκνό HCL 12M σε απεσταγμένο νερό.

Προετοιμασία δειγμάτων

Για κάθε επέμβαση έγιναν 6 ξεχωριστές εκχυλίσεις (επαναλήψεις) του γλεύκους με βάση την παρακάτω διαδικασία:

- Ανάδευση του γλεύκους
- Προσθήκη 1 ml γλεύκους σε πλαστικό σωλήνα φυγόκεντρου.
- Προσθήκη 10 ml διαλύματος 50% αιθανόλης pH=2.
- Κλείσιμο του σωλήνα με parafilm και κάλυψη του με αλουμινόχαρτο.
- Ανάδευση με vortex και εκχύλιση για 1 ώρα.

Διαδικασία μέτρησης

Η διαδικασία αυτή είναι κοινή και για τα τρία μέρη της ράγας (φλοιοί, γίγαρτα, γλεύκη). Αρχικά πραγματοποιήθηκε φυγοκέντρηση των δειγμάτων στις 4000 στροφές για 10 λεπτά. Στη συνέχεια μεταφέρθηκαν 0,25 ml από το υπερκείμενο τμήμα σε δοκιμαστικούς σωλήνες όπου έγινε προσθήκη 5 ml HCl 1M. Ακολούθησε ανάδευση με vortex και παραμονή σε ηρεμία στο σκοτάδι, σε θερμοκρασία δωματίου για 3 ώρες. Τέλος έγινε μέτρηση με τη χρήση φασματοφωτομέτρου στα 280 nm με χρήση κυψελίδας χαλαζία και λάμπα δευτερίου.

Σε ένα άλλο δοκιμαστικό σωλήνα χρησιμοποιήθηκε το ίδιο πρωτόκολλο όμως το αραιωμένο γλεύκος αντικαταστάθηκε από 0,25 ml αραιωμένου διαλύματος εκχύλισης (για φλοιούς και γίγαρτα) ή 0,25 ml διαλύματος αιθανόλης 50% pH=2 (για γλεύκη). Το διάλυμα χρησιμοποιήθηκε για το μηδενισμό φωτόμετρου.

Μετρήθηκε η απορρόφηση στα 280 nm για τις ολικές φαινολικές ενώσεις σε φλοιούς, γίγαρτα και γλεύκη. Για κάθε επανάληψη παρθήκαν 3 μετρήσεις στο φασματοφωτόμετρο των οποίων υπολογίστηκε ο μέσος όρος. Τέλος βρέθηκαν οι περιεκτικότητες των δειγμάτων με τη χρήση της πρότυπης καμπύλης.

Για την κατασκευή της πρότυπης καμπύλης των ολικών φαινολικών ενώσεων κατασκευάστηκαν δύο πρότυπες καμπύλες, η μία με πρότυπη ένωση το γαλλικό οξύ σε διαλύματα γνωστών συγκεντρώσεων (7,8125 – 500 ppm) και η άλλη την κατεχίνη σε διαλύματα γνωστών συγκεντρώσεων (7,8125 – 500 ppm).

Υπολογισμός των ολικών φαινολικών ενώσεων

Ο υπολογισμός των ολικών φαινολικών ενώσεων για τους φλοιούς και τα γίγαρτα γίνεται σε δύο βήματα και η περιεκτικότητα τους εκφράζεται είτε σε γαλλικό οξύ είτε σε κατεχίνη. Οι τύποι που χρησιμοποιούνται σε κάθε περίπτωση είναι οι εξής:

- Ολικές φαινολικές ενώσεις φλοιών

1. Έκφραση σε mg γαλλικού οξέος ανά γραμμάριο νεπού ιστού

A. Υπολογισμός mg γαλλικού οξέος/gr ξηρού ιστού:

$$(A_{280} * 20 * 12 * 0,001) / (0,0023 * 0,4)$$

B. Υπολογισμός mg γαλλικού οξέος/g νωπού ιστού:

$$(A) - [\%H * (A)]$$

2. Έκφραση σε mg κατεχίνης ανά γραμμάριο νωπού ιστού

A. Υπολογισμός mg κατεχίνης/g ξηρού ιστού:

$$(A_{280} * 30 * 12 * 0,001) / (0,0005 * 0,4)$$

B. Υπολογισμός mg κατεχίνης/g νωπού ιστού:

$$(A) - [\%H * (A)]$$

• Ολικέςφαινολικέςενώσειςιγυάρτων

1. Έκφραση σε mg γαλλικού οξέος ανά γραμμάριο νωπού ιστού

A. Υπολογισμός mg γαλλικού οξέος/g ξηρού ιστού:

$$(A_{280} * 30 * 12 * 0,001) / (0,0023 * 0,4)$$

B. Υπολογισμός mg γαλλικού οξέος/g νωπού ιστού:

$$(A) - [\%H * (A)]$$

2. Έκφραση σε mg κατεχίνης ανά γραμμάριο νωπού ιστού

A. Υπολογισμός mg κατεχίνη /g ξηρού ιστού:

$$(A_{280} * 30 * 12 * 0,001) / (0,0005 * 0,4)$$

B. Υπολογισμός mg κατεχίνης/g νωπού ιστού:

$$(A) - [\%H * (A)]$$

• Ολικέςφαινολικέςενώσειςιγλεύκους

Ο υπολογισμός των φαινολικών ενώσεων για τα γλεύκη γίνεται σε ένα βήμα και η περιεκτικότητα των ολικών φαινολικών ενώσεων εκφράζεται είτε σε γαλλικό οξύ είτε σε κατεχίνη

1. Έκφραση σε mg γαλλικού οξέος/ml γλεύκους:

$$(A_{280} * 11 * 0,001) / 0,0023$$

2. Έκφραση σε mg κατεχίνης/ml γλεύκους:

$$(A_{280} * 11 * 0,001) / 0,0005$$

2.5.2 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΕΝΩΝ ΤΑΝΝΙΝΩΝ ΜΕ ΜΕΘΥΛΙΚΗ ΚΥΤΤΑΡΙΝΗ

Η μέτρηση συγκέντρωσης συμπυκνωμένων ταννινών με μεθυλική κυτταρίνη (Methyl cellulose) αποτελεί ένα μέσο μέτρησης της συγκέντρωσης ταννινών μετά από ομογενοποίηση σε διάφορα υδατικά διαλύματα, όπως το κρασί και το γλεύκος. Η αρχή της μεθόδου βασίζεται στις αλληλεπιδράσεις των ταννινών με άλλα μόρια, όπως η μεθυλική κυτταρίνη και τη δημιουργία αδιάλυτων συμπλόκων, τα οποία καθιζάνουν. Η δοκιμασία μετρά τις ταννίνες που καθιζάνουν με την Methyl cellulose, δηλαδή μετρά την MCP - ταννίνη. Βασίζεται στην αφαίρεση των τιμών απορρόφησης στα 280 nm (A_{280}) μεταξύ των διαλυμάτων με και χωρίς καθίζηση που μετρήθηκαν με την χρήση φασματοφωτομέτρου. Η μεθυλική κυτταρίνη δεν απορροφά στα 280 nm, και συνεπώς δεν εμποδίζει τις μετρήσεις.

Αντιδραστήρια

- Υδατικό διάλυμα αιθανόλης 50%. Η παρασκευή του διαλύματος γίνεται με προσθήκη 50 ml αιθανόλης σε ογκομετρική φιάλη και συμπλήρωση με απεσταγμένο νερό μέχρι τα 100 ml.
- Κορεσμένο διάλυμα θειικού αμμωνίου. Η παρασκευή του διαλύματος γίνεται με προσθήκη 300 ml απεσταγμένου νερού σε ποτήρι ζέσεως των 500 ml όπου στη συνέχεια προστίθενται κρύσταλλοι θειικού αμμωνίου, υπό συνεχή ανάδευση, μέχρι να υπάρχουν στον πάτο κρύσταλλοι θειικού αμμωνίου πάχους 1,5 cm περίπου.
- Διάλυμα μεθυλικής κυτταρίνης 0,04%. Για την παρασκευή του διαλύματος σε ποτήρι ζέσεως προστίθενται 300 ml απεσταγμένου νερού στους 80 °C και 0,4 g μεθυλικής κυτταρίνης μέχρι να διαλυθεί τελείως με συνεχή ανάδευση. Το διάλυμα τοποθετείται σε υδατόλουτρο στους 0-5 °C και προστίθενται αργά 700 ml κρύου απεσταγμένου νερού 0-5 °C υπό ανάδευση για 20-40 λεπτά. Στη συνέχεια το διάλυμα εξάγεται από το υδατόλουτρο και αφήνεται υπό ανάδευση για 12 ώρες.

Διαδικασία μέτρησης

Η διαδικασία είναι κοινή για τους φλοιούς και τα γίγαρτα, και χρησιμοποιήθηκαν τα αραιωμένα εκχυλίσματα που αναφέρθηκαν παραπάνω. Τα βήματα που ακολουθούνται είναι τα εξής:

- 1) Αρχικά γίνεται φυγοκέντρηση των δειγμάτων στις 4000 στροφές για 10 λεπτά.
- 2) Παίρνουμε 2 πλαστικούς σωλήνες φυγοκέντρου εκ των οποίων ο ένας χρησιμεύει ως δείγμα αναφοράς (control sample) και ο άλλος περιέχει κανονικά το δείγμα προς μέτρηση (treatment sample):

- Control sample: Προστίθενται 1 ml αραιωμένου εκχυλίσματος, 2 ml θειικού αμμωνίου και απεσταγμένο νερό, ώστε να έχουμε τελικό όγκο 10 ml. Ακολουθεί ανάδευση με vortex και παραμονή σε θερμοκρασία δωματίου για 10 λεπτά.
- Treatment sample: Προστίθενται 1 ml αραιωμένου εκχυλίσματος, 3 mL μεθυλικής κυτταρίνης(ανάδευση σε vortex και παραμονή για 2-3 λεπτά), 2 ml θειικό αμμώνιο και απεσταγμένο νερό, ώστε να έχουμε τελικό όγκο 10 ml. Ακολουθεί ανάδευση με vortex και παραμονή σε θερμοκρασία δωματίου για 10 λεπτά.

- 3) Γίνεται φυγοκέντρηση για 10 min στις 4000 στροφές και μετρώνται οι απορροφήσεις στα 280nm με χρήση κυψελίδας χαλαζία και λάμπα δευτερίου.

Σε 2 άλλους πλαστικούς σωλήνες αντί για δείγμα προστέθηκε 1 ml αραιωμένου διαλύματος εκχύλισης και ακολουθήθηκε το ίδιο πρωτόκολλο. Τα διαλύματα αυτά χρησιμοποιήθηκαν για το μηδενισμό του φωτόμετρου.

Για κάθε επανάληψη πραγματοποιήθηκαν 3 μετρήσεις στο φασματοφωτόμετρο και υπολογίστηκε ο μέσος όρος τους για τα control sample (A_{CS}) και για τα treatment sample (A_{TS}). Στη συνέχεια υπολογίστηκε η διαφορά των μέσων όρων για κάθε επανάληψη ($A_{280}=A_{CS}-A_{TS}$) και χρησιμοποιώντας την πρότυπη καμπύλη βρέθηκαν οι περιεκτικότητες των δειγμάτων.

Για την κατασκευή της πρότυπης καμπύλης των συμπυκνωμένων ταννινών χρησιμοποιήθηκε ως πρότυπη ένωση η κατεχίνη σε διαλύματα γνωστών συγκεντρώσεων (7,8125 – 500 ppm).

Υπολογισμοί συμπυκνωμένων ταννινών με methyl cellulose

Ο υπολογισμός αυτός για τους **φλοιούς** γίνεται σε δύο βήματα και η περιεκτικότητα των συμπυκνωμένων ταννινών εκφράζεται σε mg κατεχίνη ανά γραμμάριο νωπού ιστού

A. Υπολογισμός mg κατεχίνης/g ξηρού ιστού:

$$(A_{280} * 30 * 12 * 0,001) / (0,0011 * 0,4)$$

B. Υπολογισμός mg κατεχίνης / gr νωπού ιστού:

$$(A) - [\%H * (A)]$$

Ο υπολογισμός αυτός και για τα **γίγαρτα** γίνεται σε δύο βήματα και η περιεκτικότητα των συμπυκνωμένων ταννινών εκφράζεται σε mg κατεχίνης ανά γραμμάριο νωπού ιστού

A. Υπολογισμός mg κατεχίνης/gr ξηρού ιστού:

$$(A_{280} * 30 * 12 * 0,001) / (0,0011 * 0,4)$$

B. Υπολογισμός mg κατεχίνης/gr νωπού ιστού:

$$(A) - [\%H * (A)]$$

2.5.3 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΟΛΙΚΩΝ ΦΛΑΒΟΝΟΕΙΔΩΝ ΕΝΩΣΕΩΝ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ ΤΟΥ ΧΛΩΡΙΟΥΧΟΥ ΑΡΓΙΛΙΟΥ ($AlCl_3$)

Η μέθοδος του προσδιορισμού των ολικών φλαβονοειδών με το χλωριούχο αργίλιο βασίζεται στο ότι το $AlCl_3$ σχηματίζει σταθερά όξινα σύμπλοκα με την κετονομάδα στη θέση C4 και την υδροξυλική ομάδα, είτε της θέσης C3 είτε της θέσης C5 των φλαβονών και φλαβονολών. Επιπρόσθετα, σχηματίζει όξινα, ασταθή, σύμπλοκα με της όρθο-υδροξυλομάδες των δακτυλίων A και B των φλαβονοειδών.

Αντιδραστήρια

- Υδατικό διάλυμα NaNO_2 5% w/v. Για την παρασκευή του διαλύματος ζυγίζονται 5 g NaNO_2 και διαλύονται σε τελικό όγκο 100 ml απεσταγμένου νερού.
- Υδατικό διάλυμα AlCl_3 10% w/v. Για την παρασκευή του διαλύματος ζυγίζονται 10 g AlCl_3 και διαλύονται σε τελικό όγκο 100 ml απεσταγμένου νερού, κάτω από απαγωγό.
- Διάλυμα NaOH 1N.

Διαδικασία μέτρησης

Η διαδικασία είναι κοινή και για τους φλοιούς και τα γίγαρτα, και χρησιμοποιήθηκαν τα αραιωμένα εκχυλίσματα που αναφέρθηκαν παραπάνω. Σε ένα πλαστικό σωλήνα φυγόκεντρου έγιναν οι εξής προσθήκες:

- 1) Προσθήκη 2 ml απεσταγμένου νερού.
- 2) Προσθήκη 0,5 ml αραιωμένου εκχυλίσματος. Ανάδευση με vortex.
- 3) Προσθήκη 0,1 ml NaNO_2 5% w/v. Ανάδευση με vortex και παραμονή του διαλύματος για 5 λεπτά.
- 4) Προσθήκη 0,1 ml AlCl_3 10% w/v. Ανάδευση με vortex και παραμονή για 6 λεπτά.
- 5) Προσθήκη 1 ml NaOH 1N. Ανάδευση με vortex.
- 6) Προσθήκη 1,2 ml απεσταγμένο νερό. Ανάδευση με vortex.

Σε έναν άλλο δοκιμαστικό σωλήνα αντί για αραιωμένο εκχύλισμα προστέθηκαν 0,5 ml αραιωμένου διαλύματος εκχύλισης (1: 30 μεθανόλη) και εφαρμόστηκε το ίδιο πρωτόκολλο. Το διάλυμα αυτό χρησιμοποιήθηκε για μηδενισμό του φωτόμετρου.

Ακολούθησε μέτρηση των δειγμάτων στο φασματοφωτόμετρο σε μήκος κύματος 510 nm. Για κάθε επανάληψη παρθήκαν 3 μετρήσεις στο φασματοφωτόμετρο των οποίων υπολογίστηκε ο μέσος όρος και χρησιμοποιώντας την πρότυπη καμπύλη βρέθηκαν οι περιεκτικότητες των δειγμάτων. Για την κατασκευή της πρότυπης καμπύλης των ολικών φλαβονοειδών χρησιμοποιήθηκε ως

πρότυπη ένωση η κατεχίνη σε διαλύματα γνωστών συγκεντρώσεων (7,8125 – 500 ppm).

Υπολογισμοί ολικών φλαβονοειδών ενώσεων

Ο υπολογισμός γίνεται σε δύο βήματα και η περιεκτικότητα των ολικών φλαβονοειδών εκφράζεται σε mg κατεχίνης ανά γραμμάριο νωπού ιστού

A. Υπολογισμός mg κατεχίνης/g ξηρού ιστού:

$$(A_{510} * 20 * 12 * 0,001) / (0,0024 * 0,4)$$

B. Υπολογισμός mg κατεχίνης/g νωπού ιστού:

$$(A) - [%H * (A)]$$

Ο υπολογισμός για τα **γίγαρτα** γίνεται σε δύο βήματα και η περιεκτικότητα των ολικών φλαβονοειδών εκφράζεται σε mg κατεχίνης ανά γραμμάριο νωπού ιστού

A. Υπολογισμός mg κατεχίνης/g ξηρού ιστού:

$$(A_{510} * 30 * 12 * 0,001) / (0,0024 * 0,4)$$

B. Υπολογισμός mg κατεχίνης/g νωπού ιστού:

$$(A) - [%H * (A)]$$

2.5.4 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΟΛΙΚΩΝ ΦΑΙΝΟΛΙΚΩΝ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ ΤΗΣ 4-ΔΙΜΕΘΥΛ-ΑΜΜΙΝΟΚΙΝΝΑΜΩΜΙΚΗΣ ΑΛΔΕΥΔΗΣ (4-DMACA)

Οι αλδεΰδες αντιδρούν με τις μ-διφαινόλες προς σχηματισμό ενός έγχρωμου (βαθύ μπλε) ιόντος υπό όξινες συνθήκες. Η αντίδραση έχει αξιοποιηθεί για την εκτίμηση των φλαβονολών καθώς ο δακτύλιος A έχει λειτουργικότητα μ-διφαινόλης.

Αντιδραστήρια

- 100 mg κονιορτοποιημένη 4-DMACA
- Διάλυμα 25% v/v HCl 1N
- Μεθανόλη
- Παρασκευή διαλύματος 4-DMACA 0,1% w/v. Για την παρασκευή του διαλύματος αυτού, αναμίχθηκαν 8,5 ml HCl με 91,65 ml μεθανόλης και στη συνέχεια διαλύθηκαν τα 100 mg 4-DMACA υπό συνεχή ανάδευση.

Προετοιμασία δειγμάτων

Για τους φλοιούς και τα γίγαρτα χρησιμοποιήθηκαν τα αραιωμένα εκχυλίσματα που αναφέρθηκαν στην αρχή του κεφαλαίου. Όμως, επειδή στα γίγαρτα η συγκέντρωση των φλαβονολών είναι αρκετά μεγαλύτερη από τους φλοιούς έγινε μία επιπλέον αραιώση στο ήδη αραιωμένο εκχύλισμα των γιγάρτων, με μεθανόλη σε αναλογία 1:2. Επομένως, η τελική αραιώση των γιγάρτων που χρησιμοποιήθηκε στη μέτρηση αυτή ήταν 1:60.

Διαδικασία μέτρησης

Η διαδικασία αυτή είναι κοινή και για τους φλοιούς και για τα γίγαρτα. Σε ένα πλαστικό σωλήνα φυγόκεντρου προστέθηκαν 1 ml διαλύματος 4-DMACA 0,1% w/v και 200 μl αραιωμένου εκχυλίσματος. Ακολούθησε ανάδευση με vortex και παραμονή των δειγμάτων σε ηρεμία για 10 λεπτά. Σε έναν άλλο δοκιμαστικό σωλήνα αντί για αραιωμένο εκχύλισμα προστέθηκαν 200 μl μεθανόλης και εφαρμόστηκε το ίδιο πρωτόκολλο. Το διάλυμα αυτό χρησιμοποιήθηκε για μηδενισμό του φωτόμετρου.

Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε μέτρηση των δειγμάτων σε φασματοφωτόμετρο σε μήκος κύματος 640 nm. Για κάθε επανάληψη πραγματοποιήθηκαν 3 μετρήσεις των οποίων υπολογίστηκε ο μέσος όρος και χρησιμοποιώντας την πρότυπη καμπύλη βρέθηκαν οι περιεκτικότητες των δειγμάτων. Για την κατασκευή της πρότυπης καμπύλης των ολικών φλαβονολών χρησιμοποιήθηκε ως πρότυπη ένωση η κατεχίνη σε διαλύματα γνωστών συγκεντρώσεων (7,8125 – 62,5 ppm).

Υπολογισμοί ολικών φλαβονολών

Ο υπολογισμός αυτός για τους **φλοιούς** γίνεται σε δύο βήματα και η περιεκτικότητα των ολικών φλαβονολών εκφράζεται σε mg κατεχίνης ανά γραμμάριο νωπού ιστού

A. Υπολογισμός mg κατεχίνης/g ξηρού ιστού:

$$(A_{640} * 30 * 12 * 0,001) / (0,045 * 0,4)$$

B. Υπολογισμός mg κατεχίνης/g νωπού ιστού:

$$(A) - [\%H * (A)]$$

Ο υπολογισμός για τα **γύγαρτα** γίνεται σε δύο βήματα και η περιεκτικότητα των ολικών φλαβονολών εκφράζεται σε mg κατεχίνης ανά γραμμάριο νωπού ιστού

A. Υπολογισμός mg κατεχίνης/g ξηρού ιστού:

$$(A_{640} * 60 * 12 * 0,001) / (0,045 * 0,4)$$

B. Υπολογισμός mg κατεχίνης/g νωπού ιστού:

$$(A) - [\%H * (A)]$$

2.5.5 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΟΛΙΚΩΝ ΦΛΑΒΟΝΩΝ ΚΑΙ ΦΛΑΒΟΝΟΛΩΝ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ ΤΟΥ ΧΛΩΡΙΟΥΧΟΥ ΑΡΓΙΛΙΟΥ ($AlCl_3$)

Η αρχή της μεθόδου αναφέρεται παραπάνω στη μέτρηση των ολικών φλαβονοειδών.

Αντιδραστήρια

- Μεθανόλη
- Διάλυμα $AlCl_3$ 5% w/v. Για την παρασκευή του διαλύματος ζυγίζονται 5 g $AlCl_3$ και διαλύονται σε τελικό όγκο 100ml μεθανόλης κάτω από απαγωγό.

Διαδικασία μέτρησης

Στη μέτρηση αυτή δεν χρησιμοποιήθηκε το αραιωμένο εκχύλισμα όπως στις υπόλοιπες μετρήσεις, καθώς η συγκέντρωση των φλαβονολών θα ήταν δύσκολα ανιχνεύσιμη. Σε ένα πλαστικό σωλήνα φυγόκεντρου έγινε προσθήκη 0,2 ml πυκνού εκχυλίσματος, 2 ml μεθανόλης, 0,1 ml διαλύματος $AlCl_3$ και 2,7 ml μεθανόλης. Μετά από κάθε προσθήκη ακολουθούσε ανάμιξη με vortex. Στη συνέχεια το διάλυμα παρέμεινε για 30 λεπτά σε θερμοκρασία δωματίου και ηρεμία. Σε έναν άλλο δοκιμαστικό σωλήνα αντί για αραιωμένο εκχύλισμα προστέθηκαν 0,2 ml μεθανόλης και εφαρμόστηκε το ίδιο πρωτόκολλο. Το διάλυμα αυτό χρησιμοποιήθηκε για μηδενισμό του φωτόμετρου

Ακολούθησε μέτρηση των δειγμάτων σε φασματοφωτόμετρο σε μήκος κύματος 425 nm. Για κάθε επανάληψη πραγματοποιήθηκαν 3 μετρήσεις των οποίων υπολογίστηκε ο μέσος όρος και με τη χρήση της πρότυπης καμπύλης βρέθηκαν οι περιεκτικότητες των δειγμάτων. Για την κατασκευή της πρότυπης καμπύλης των ολικών φλαβονών και φλαβονολών χρησιμοποιήθηκε ως πρότυπη ένωση η ρουτίνη σε διαλύματα γνωστών συγκεντρώσεων (7,8125 – 500 ppm).

Υπολογισμοί ολικών φλαβονών και φλαβονολών

Ο υπολογισμός γίνεται σε δύο βήματα και η περιεκτικότητα των ολικών φλαβονών και φλαβονολών εκφράζεται σε mg ρουτίνης ανά γραμμάριο νωπού ιστού

A. Υπολογισμός mg ρουτίνης/g ξηρού ιστού:

$$(A_{425} * 12 * 0,001) / (0,0013 * 0,4)$$

B. Υπολογισμός mg ρουτίνης/g νωπού ιστού:

$$(A) - [\%H * (A)]$$

2.6 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΧΑΡΑΚΤΗΡΩΝ ΤΩΝ ΠΡΕΜΝΩΝ ΠΟΥ ΣΧΕΤΙΖΟΝΤΑΙ ΜΕ ΤΗΝ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ ΤΗΣ ΑΜΠΕΛΟΥ

Για την προσέγγιση της ισορροπίας των εξεταζόμενων πρέμων πραγματοποιήθηκε μια σειρά μετρήσεων σε διάφορα φαινολογικά στάδια της αμπέλου στον αμπελώνα. Για κάθε επέμβαση Α, Β και Γ επιλέχθηκαν 20 πρέμνα. Οι μετρήσεις ήταν οι εξής:

- 1) Η πρώτη μέτρηση πραγματοποιήθηκε τον Αύγουστο του 2016 όπου προσδιορίστηκαν οι διαστάσεις των πρέμων, μήκος, πλάτος και ύψος φυλλικής επιφάνειας. Για τη διεξαγωγή των μετρήσεων χρησιμοποιήθηκε μεταλλικό όργανο μέτρησης μήκους.
- 2) Κατά το στάδιο της τεχνολογικής ωρίμανσης, συλλέχθηκαν όλες οι σταφυλές των πρέμων και ακολούθησε προσδιορισμός του βάρους του φορτίου ανά πρέμνο (g) με τη χρήση ζυγού χειρός ακρίβειας 2 δεκαδικών στον αμπελώνα.
- 3) Η τελευταία μέτρηση πραγματοποιήθηκε το Φεβρουάριο του 2017, κατά την περίοδο που εφαρμόζεται το χειμερινό κλάδεμα καρποφορίας στην περιοχή των Μεσογείων. Αρχικά καταμετρήθηκαν οι κληματίδες ανά πρέμνο. Κατά τη διεξαγωγή των μετρήσεων απορρίφθηκαν οι πολύ μικρής ανάπτυξης που έφεραν λιγότερους από πέντε κόμβους. Ακολούθησε βραχύ χειμερινό κλάδεμα καρποφορίας με μια παραγωγική μονάδα ανά κεφαλή που φέρει δύο με τρεις λανθάνοντες οφθαλμούς. Τέλος οι κληματίδες κάθε πρέμνου ζυγίστηκαν με ζυγό χειρός ακρίβειας 2 δεκαδικών στον αμπελώνα.

Οι εν λόγω μετρήσεις χρησιμοποιήθηκαν στη συνέχεια για την εξαγωγή δεικτών της ισορροπίας αμπέλου οι οποίοι είναι:

➤ Δείκτης Ravaz (Y/P)

Για τον υπολογισμό του δείκτη χρησιμοποιήθηκε ο τύπος:

$$\text{Βάρος παραγωγής(g) / Βάρος κλαδέματος(g)}$$

Που αποτελεί το λόγο του βάρους της παραγωγής των σταφυλιών του χρόνου 1 προς το βάρος των εξαιρούμενων κληματίδων του χρόνου 2.

Ο υπολογισμός πραγματοποιήθηκε για καθένα από τα επιλεγμένα πρέμνα ξεχωριστά και στη συνέχεια υπολογίστηκε ο μέσος όρος των τιμών ανά επέμβαση.

Σύμφωνα με τους Smart and Robinson (1991) το επίπεδο της τιμής του δείκτη χαρακτηρίζει το επίπεδο ζωηρότητας των πρέμνων. Συγκεκριμένα τιμή:

- >11 αντιστοιχεί σε πρέμνα με υπερπαραγωγή και χαμηλής ζωηρότητας.
- 4-10 αντιστοιχεί σε επιθυμητό επίπεδο ζωηρότητας και υποδηλώνει ισορροπημένο πρέμνο.
- <4 αντιστοιχεί σε πρέμνα μεγάλης ζωηρότητας.

➤ ΔείκτηςP (kg/m)

Για τον υπολογισμό του δείκτη χρησιμοποιήθηκε ο τύπος:

Βάρος κλαδέματος (kg) / μήκος γραμμής κόμης (m)

Ο υπολογισμός πραγματοποιήθηκε για καθένα από τα επιλεγμένα πρέμνα ξεχωριστά και στη συνέχεια υπολογίστηκε ο μέσος όρος των τιμών ανά επέμβαση.

Το επίπεδο της τιμής του δείκτη χαρακτηρίζει το επίπεδο ισορροπίας και ζωηρότητας των πρέμνων. Συγκεκριμένα τιμή:

- < 0,3 kg/m αντιστοιχεί σε πρέμνα χαμηλής ζωηρότητας.
- 0,3-1,0 kg/m αντιστοιχεί σε επιθυμητό επίπεδο ζωηρότητας και υποδηλώνει ισορροπημένο πρέμνο. Βέλτιστη θεωρείται η τιμή μεταξύ 0,3 και 0,6 kg/m.
- >1,0 kg/m αντιστοιχεί σε πρέμνα μεγάλης ζωηρότητας.

➤ Μέσοβάρους κληματίδας(g)

Για τον υπολογισμό του μέσου βάρους κληματίδας χρησιμοποιήθηκε ο τύπος:

Μέσο βάρος κληματίδας = Βάρος κλαδέματος/Αριθμός κληματίδων

Ο υπολογισμός πραγματοποιήθηκε για καθένα από τα επιλεγμένα πρέμνα ξεχωριστά και στη συνέχεια υπολογίστηκε ο μέσος όρος των τιμών ανά επέμβαση.

Σύμφωνα με τους Smart and Robinson (1991) το επίπεδο της τιμής του μέσου βάρους κληματίδας χαρακτηρίζει το επίπεδο ζωηρότητας των πρέμων. Συγκεκριμένα τιμή:

- <10 g αντιστοιχεί σε πρέμνα χαμηλής ζωηρότητας .
- 20-70 g αντιστοιχεί σε επιθυμητό επίπεδο ζωηρότητας και υποδηλώνει ισορροπημένο πρέμνο.
- >60 αντιστοιχεί σε πρέμνα μεγάλης ζωηρότητας.

➤ Εξωτερική επιφάνεια φυλλώματος (m²/στρ)

Για τον υπολογισμό της επιφάνειας φυλλώματος χρησιμοποιήθηκε ο τύπος:

$$SA = (2H + CW) * 1000 / W$$

Όπου:

SA: η επιφάνεια φυλλώματος (m²/στρ)

H: το μέσο ύψος φυλλώματος (m)

CW: το μέσο πλάτος φυλλώματος (m)

W: η απόσταση μεταξύ των γραμμών (m)

Ο υπολογισμός πραγματοποιήθηκε για καθένα από τα επιλεγμένα πρέμνα ξεχωριστά και στη συνέχεια υπολογίστηκε ο μέσος όρος των τιμών ανά επέμβαση.

Σύμφωνα με τους Smart and Robinson (1991) με τον παραπάνω τύπο υπολογίζεται η εκτιθέμενη επιφάνεια του φυλλώματος, η οποία δέχεται την ηλιακή ακτινοβολία. Οι τυπικές τιμές ανάλογα με την διαμόρφωση των πρέμων είναι οι εξής:

- Πρέμνα μικρά με μεγάλες αποστάσεις φύτευσης: 640m²/στρ
- Πρέμνα μεγάλα με μεγάλες αποστάσεις και ενιαία φυλλική επιφάνεια: 970m²/στρ
- Πρέμνα με μεγάλες αποστάσεις φύτευσης και διαιρεμένη κόμη: 1900m²/στρ
- Πρέμνα με μικρές αποστάσεις φύτευσης και μη διαιρεμένη κόμη: 1900m²/στρ
- Πρέμνα με μικρές αποστάσεις φύτευσης και υψηλή κόμη: 3300m²/στρ

Η βέλτιστη τιμή είναι περίπου 2100m²/στρ για πρέμνα με μη διαιρεμένη κόμη και με αποστάσεις φύτευσης που διευκολύνουν τη χρήση γεωργικού

ελκυστήρα. Τιμές μικρότερες των τυπικών υποδηλώνουν αμπελώνες με μικρή ικανότητα παραγωγής, ενώ μεγαλύτερες σχετίζονται με σκίαση του φυλλώματος.

➤ Υψοςφυλλώματος/Πλάτοςφύτευσης

Για τον υπολογισμό της επιφάνειας φυλλώματος χρησιμοποιήθηκε ο τύπος:

$$H/W$$

Όπου:

H: το μέσο ύψος φυλλώματος (m)

W: η απόσταση μεταξύ των γραμμών (m)

Ο υπολογισμός πραγματοποιήθηκε για καθένα από τα επιλεγμένα πρέμνα ξεχωριστά και στη συνέχεια υπολογίστηκε ο μέσος όρος των τιμών ανά επέμβαση.

Σύμφωνα με τους Smart and Robinson (1991) με τον παραπάνω τύπο προσδιορίζεται ο βαθμός σκίασης του φυλλώματος. Η βέλτιστη τιμή του δείκτη είναι 1. Όταν ο λόγος μεταξύ του ύψους της κόμης και της απόστασης φύτευσης είναι μεγαλύτερος του 1 τότε η σκίαση στη βάση της κόμης είναι μεγάλη, ενώ όταν είναι μικρότερος του 1 δέχεται επαρκή ηλιακή ακτινοβολία.

➤ Αριθμόςβλαστώνανάτρέχονμήκοςβλάστησης(βλαστοί/m)

Για τον υπολογισμό της επιφάνειας φυλλώματος χρησιμοποιήθηκε ο τύπος:

$$\text{Αριθμός βλαστών πρέμνου} / \text{Μήκος φυλλώματος πρέμνου}$$

Ο υπολογισμός πραγματοποιήθηκε για καθένα από τα επιλεγμένα πρέμνα ξεχωριστά και στη συνέχεια υπολογίστηκε ο μέσος όρος των τιμών ανά επέμβαση.

Σύμφωνα τους Smart and Robinson (1991) στα γραμμικά συστήματα μόρφωσης δημιουργείται ευνοϊκό μικρόκλιμα όταν ο αριθμός των βλαστών ανά τρέχον μέτρο γραμμής φύτευσης κυμαίνεται μεταξύ 15 και 25, ενώ μικρότερη (10-12) ή μεγαλύτερη (>25) πυκνότητα βλαστών συμβάλλει στην υπερβολική ζοηρότητα των βλαστών και την έντονη σκίαση.

2.7 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Η στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων των πειραμάτων έγινε με τη χρήση του προγράμματος JUMP 0.8 (SAS Institute Inc.). Η σημαντικότητα των αποτελεσμάτων ελέγχθηκε με ανάλυση της διασποράς (Analysis of Variance). Η σύγκριση των μέσων έγινε με τη μέθοδο Student's T test, σε επίπεδο σημαντικότητας $P \leq 0,05$. Στους πίνακες αποτελεσμάτων οι μέσοι όροι ακολουθούνται από χαρακτήρες του λατινικού αλφαβήτου υποδηλώνοντας την ύπαρξη ή μη στατιστικά σημαντικής διαφοράς και από το στατιστικό σφάλμα του μέσου. Τέλος πραγματοποιήθηκε Ανάλυση των Κύριων Συνιστωσών με το ίδιο πρόγραμμα.

3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1 ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΣΤΑΦΥΛΗΣ ΚΑΙ ΡΑΓΑΣ

Οι μετρήσεις των ραγών πραγματοποιήθηκαν στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης. Όσον αφορά τις **διαστάσεις των ραγών** διαπιστώθηκε σχετική αναλογία μεταξύ μήκους και πλάτους. Συγκεκριμένα οι ράγες που είχαν μεγαλύτερο μήκος είχαν και μεγαλύτερο πλάτος. Ο συντελεστής συσχέτισης μεταξύ των δύο μεγεθών επαλήθευσε τις παρατηρήσεις δείχνοντας ικανοποιητική συσχέτιση ($1 \leq r \leq 1$ και $r \neq 0$). Το μήκος κυμάνθηκε από 11,91 έως 21,03 mm, ενώ το πλάτος από 11,50 έως 18,91 mm. Το μέσο μήκος κυμάνθηκε από 15,89 έως 16,71 mm, ενώ το μέσο πλάτος από 14,89 έως 15,84 mm. Όπως μπορούμε να παρατηρήσουμε στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 4) οι μεγαλύτερες διαστάσεις παρουσιάστηκαν στις ράγες των σταφυλών της επέμβασης B παρουσιάζοντας στατιστικά σημαντική διαφορά σε σχέση με αυτές των υπόλοιπων επεμβάσεων.

Το **βάρος 50 ραγών** κυμάνθηκε από 85 έως 134 g, ενώ το μέσο βάρος των 50 ραγών από 98,83 έως 121 g. Το μεγαλύτερο βάρος σύμφωνα με τον Πίνακα 4 παρατηρήθηκε στην επέμβαση B (121 g), με στατιστικά σημαντική διαφορά έναντι των υπολοίπων. Το μικρότερο βάρος παρατηρήθηκε στην επέμβαση A (98,83 g). Οι επεμβάσεις A και Γ (100,33 g) δεν διέφεραν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους.

Η **δύναμη πρόσφυσης των ραγών** κυμάνθηκε από 0,78 έως 0,98 N. Τη μεγαλύτερη δύναμη πρόσφυσης παρουσίασαν οι ράγες της επέμβασης A, με στατιστικά σημαντική διαφορά έναντι των υπολοίπων. Τη μικρότερη δύναμη πρόσφυσης παρουσίασαν οι ράγες της επέμβασης B (0,78 N). Οι επεμβάσεις B και Γ (0,83 N) δεν διέφεραν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους (Πίνακας 4).

Το **βάρος 100 γιγάρτων** κυμάνθηκε από 2,18 έως 3,45 g, ενώ το μέσο βάρος 100 γιγάρτων από 2,60 έως 2,94 g. Το μεγαλύτερο βάρος γιγάρτων παρατηρήθηκε στην επέμβαση B, χωρίς ωστόσο να διαφέρει στατιστικά σημαντικά από τις μετρήσεις των υπόλοιπων επεμβάσεων (Πίνακας 4).

Πίνακας 4. Μηχανικές αναλύσεις ράγας

	Μήκος ράγας (mm)	Πλάτος ράγας (mm)	Βάρος 50 ραγών (g)	Δύναμη πρόσφυσης (N)	Βάρος 100 γγάρτων (g)
A	16,11b±0,19	15,06b±0,16	98,83b±3,74	0,98a±0,04	2,60a±0,14
B	16,71a±0,12	15,84a±0,12	121,00a±4,31	0,78b±0,03	2,94a±0,14
Γ	15,89b±0,12	14,89b±0,12	100,33b±3,54	0,83b±0,03	2,86a±0,02

*Οι δείκτες a, b και c υποδεικνύουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην τιμή των μετρήσεων μεταξύ των επεμβάσεων, σύμφωνα με το Student's T-test ($P \leq 0,05$).

Οι μετρήσεις των σταφυλών πραγματοποιήθηκαν στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης. Όσον αφορά τις **διαστάσεις των σταφυλών** διαπιστώθηκε σχετική αναλογία μεταξύ μήκους και πλάτους. Το μήκος κυμάνθηκε από 17 έως 34 cm, ενώ το πλάτος από 11 έως 22 cm. Το μέσο μήκος κυμάνθηκε από 23,4 έως 26,1 cm, ενώ το μέσο πλάτος από 14,3 έως 16,5 cm. Όπως μπορούμε να παρατηρήσουμε στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 5) οι μεγαλύτερες διαστάσεις παρουσιάστηκαν στις σταφυλές της επέμβασης B παρουσιάζοντας στατιστικά σημαντική διαφορά σε σχέση με αυτές των υπόλοιπων επεμβάσεων.

Το **βάρος της σταφυλής** κυμάνθηκε από 253 έως 1032 g, ενώ το μέσο βάρος ανά επέμβαση από 497 έως 628,1 g. Σύμφωνα με τον Πίνακα 5, το μεγαλύτερο βάρος παρουσίασαν οι σταφυλές της επέμβασης B παρουσιάζοντας στατιστικά σημαντική διαφορά σε σχέση με αυτές των υπόλοιπων επεμβάσεων.

Πίνακας 5. Μηχανικές αναλύσεις σταφυλής

	Μήκος σταφυλής (cm)	Πλάτος σταφυλής (cm)	Βάρος σταφυλής (g)
A	23, b ± 1,2	15,9 ab ± 0,6	497,6 b ± 49,5
B	26,1 a ± 1,7	16,5 a ± 1,2	628,1 a ± 67,6
Γ	23,7 b ± 1,1	14,3 b ± 0,8	505,0 b ± 52,9

*Οι δείκτες a, b και c υποδεικνύουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην τιμή των μετρήσεων μεταξύ των επεμβάσεων, σύμφωνα με το Student's T-test ($P \leq 0,05$).

3.2 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΓΛΕΥΚΟΓΡΑΦΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ

Οι μετρήσεις των γλευκογραφικών χαρακτηριστικών πραγματοποιήθηκαν στα τρία στάδια της πορείας ωρίμανσης, πράσινης ράγας, περκασμού και πλήρους ωρίμανσης. Κατά το στάδιο της πράσινης ράγας η **περιεκτικότητα σακχάρων** κυμάνθηκε από 3,87 έως 4,58 °Brix. Η μεγαλύτερη τιμή σύμφωνα με τον πίνακα που ακολουθεί (Πίνακας 6) αντιστοιχεί στην επέμβαση Γ, η οποία διαφέρει στατιστικά σημαντικά έναντι των υπολοίπων. Τη μικρότερη σακχαροπεριεκτικότητα παρουσίασαν οι σταφυλές της επέμβασης Β, χωρίς ωστόσο να διαφέρει στατιστικά σημαντικά από αυτή της επέμβασης Α.

Κατά το στάδιο του περκασμού η περιεκτικότητα σε σάκχαρα κυμάνθηκε μεταξύ 14,02 και 15,02 °Brix. Η μεγαλύτερη τιμή σύμφωνα με τον Πίνακα 6 αντιστοιχεί στην επέμβαση Γ, η οποία διαφέρει στατιστικά σημαντικά έναντι των υπολοίπων. Τη μικρότερη σακχαροπεριεκτικότητα παρουσίασαν οι σταφυλές της επέμβασης Β, χωρίς ωστόσο να διαφέρει στατιστικά σημαντικά από αυτή της επέμβασης Α.

Στο τελευταίο στάδιο η σακχαροπεριεκτικότητα κυμάνθηκε από 17,30 έως 19,47 °Brix. Τη μεγαλύτερη περιεκτικότητα παρουσίασε η επέμβαση Α, διαφέροντας στατιστικώς σημαντικά έναντι των υπολοίπων. Η μικρότερη περιεκτικότητα παρατηρήθηκε στην επέμβαση Β, η οποία διέφερε στατικά σημαντικά με όλες τις υπόλοιπες (Πίνακας 6).

Πίνακας 6. Μέτρηση περιεκτικότητας σε σάκχαρα ανά στάδιο κατά την πορεία ωρίμανσης της σταφυλής

	ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΣΑΚΧΑΡΑ (°BRIX)		
	Πράσινη ράγα	Περκασμός	Πλήρης ωρίμανση
A	3,92 b ± 0,00	14,17 b ± 0,08	19,47 a ± 0,12
B	3,87 b ± 0,01	14,02 b ± 0,05	17,30 c ± 0,22
Γ	4,58 a ± 0,05	15,02 a ± 0,15	18,00 b ± 0,16

*Οι δείκτες a, b και c υποδεικνύουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην τιμή των μετρήσεων μεταξύ των επεμβάσεων, σύμφωνα με το Student's T-test ($P \leq 0,05$).

Όσον αφορά την **ενεργή οξύτητα ή ΡΗ**, κατά το στάδιο της πράσινης ράγας έλαβε τιμές από 2,66 έως 2,75. Η μεγαλύτερη τιμή σύμφωνα με τον πίνακα που ακολουθεί (Πίνακας 7) αντιστοιχεί στην επέμβαση Α, η οποία παρουσιάζει στατιστικά σημαντική διαφορά με τις υπόλοιπες. Η μικρότερη τιμή αντιστοιχεί στην επέμβαση Γ που δεν διαφέρει στατιστικά σημαντικά από την επέμβαση Β.

Κατά το στάδιο του περκασμού οι τιμές του pH κυμάνθηκαν μεταξύ 3,32 και 3,65. Η μεγαλύτερη τιμή αντιστοιχεί στην επέμβαση Α, που διαφέρει στατιστικά σημαντικά από τις υπόλοιπες οι οποίες διαφέρουν και μεταξύ τους. Η μικρότερη τιμή αντιστοιχεί στην επέμβαση Β.

Στο τελευταίο στάδιο (στάδιο πλήρους ωρίμανσης) το pH παρουσίασε τιμές εύρους 3,73 και 4,28. Η μεγαλύτερη τιμή παρατηρήθηκε στην επέμβαση Α, ενώ η μικρότερη στην επέμβαση Β. Όλες οι τιμές διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους.

Πίνακας 7. Μέτρηση ενεργούς οξύτητας ανά στάδιο κατά την πορεία ωρίμανσης της σταφυλής

	PH		
	Πράσινη ράγα	Περκασμός	Πλήρης ωρίμανση
A	2,75 a ± 0,01	3,65 a ± 0,03	4,28 a ± 0,02
B	2,68 b ± 0,02	3,32 c ± 0,02	3,73 c ± 0,05
Γ	2,66 b ± 0,00	3,41 b ± 0,02	4,03 b ± 0,05

*Οι δείκτες a, b και c υποδεικνύουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην τιμή των μετρήσεων μεταξύ των επεμβάσεων, σύμφωνα με το Student's T-test ($P \leq 0,05$).

Η **ογκομετρούμενη ή ολική οξύτητα** κατά το στάδιο της πράσινης ράγας έλαβε τιμές μεταξύ 29,18 και 31,22 g τρυγικού οξέος/l γλεύκους. Η μεγαλύτερη τιμή σύμφωνα με τον πίνακα που ακολουθεί (Πίνακας 8) αντιστοιχεί στην επέμβαση Γ, η οποία παρουσιάζει στατιστικά σημαντική διαφορά με την Α όχι όμως με τη Β. Η μικρότερη τιμή αντιστοιχεί στην επέμβαση Α που διαφέρει στατιστικά σημαντικά από την επέμβαση Γ όχι όμως με τη Β.

Κατά το στάδιο του περκασμού οι τιμές της ολικής οξύτητας κυμάνθηκαν μεταξύ 8,17 και 10,63 g τρυγικού οξέος/l γλεύκους. Την μεγαλύτερη ολική οξύτητα

παρουσίασε η επέμβαση Β με στατιστικά σημαντική διαφορά έναντι των υπολοίπων επεμβάσεων. Η μικρότερη τιμή αντιστοιχεί στην επέμβαση Γ, χωρίς στατιστικά σημαντική διαφορά σε σχέση με την Α.

Στο τελευταίο στάδιο (στάδιο πλήρους ωρίμανσης) η ολική οξύτητα παρουσίασε τιμές εύρους μεταξύ 4,40 και 5,23. Η μεγαλύτερη τιμή παρατηρήθηκε στην επέμβαση Α, διαφέροντας στατιστικά σημαντικά με τη Γ όχι όμως με τη Β. Η μικρότερη τιμή αντιστοιχεί στην επέμβαση Γ.

Πίνακας 8. Μέτρηση ογκομετρούμενης οξύτητας ανά στάδιο κατά την πορεία ωρίμανσης της σταφυλής

	ΟΓΚΟΜΕΤΡΟΥΜΕΝΗ ΟΞΥΤΗΤΑ (g τρυγικού οξέος/l γλεύκους)		
	Πράσινη ράγα	Περκασμός	Πλήρης ωρίμανση
A	29,18 b ± 0,28	8,87 b ± 0,08	5,23 a ± 0,10
B	30,12 ab ± 0,59	10,63 a ± 0,38	5,20 a ± 0,28
Γ	31,22 a ± 0,13	8,17 b ± 0,12	4,40 b ± 0,07

*Οι δείκτες a, b και c υποδεικνύουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην τιμή των μετρήσεων μεταξύ των επεμβάσεων, σύμφωνα με το Student's T-test ($P \leq 0,05$).

Η **περιεκτικότητα αργινίνης** κατά το στάδιο της πράσινης ράγας έλαβε τιμές μεταξύ 0,12 και 0,30 mg/ml γλεύκους. Την μεγαλύτερη περιεκτικότητα σύμφωνα με τον πίνακα που ακολουθεί (Πίνακας 9) παρουσίασε η επέμβαση Α, με στατιστικά σημαντική διαφορά έναντι των υπολοίπων. Η μικρότερη τιμή ανήκει στην επέμβαση Β.

Κατά το στάδιο του περκασμού οι τιμές κυμάνθηκαν μεταξύ 0,72 και 0,83 mg/ml γλεύκους. Η μεγαλύτερη τιμή ανήκει στην επέμβαση Γ, η οποία διαφέρει στατιστικά σημαντικά σε σχέση με τις υπόλοιπες οι οποίες βρίσκονται στα ίδια επίπεδα.

Στο τελευταίο στάδιο (στάδιο πλήρους ωρίμανσης) η περιεκτικότητα σε αργινίνη παρουσίασε τιμές 1,21 και 1,30 mg/ml γλεύκους. Η μεγαλύτερη τιμή παρατηρήθηκε στην επέμβαση Γ, διαφέροντας στατιστικά σημαντικά με τις υπόλοιπες. Οι επεμβάσεις Α και Β παρουσίασαν ίδια επίπεδα τιμών.

Πίνακας 9. Μέτρηση αργινίνης ανά στάδιο κατά την πορεία ωρίμανσης των σταφυλών

	ΑΡΓΙΝΙΝΗ (mg/ml γλεύκους)		
	Πράσινη ράγα	Περκασμός	Πλήρης ωρίμανση
A	0,30 a ± 0,02	0,73 b ± 0,03	1,21 b ± 0,01
B	0,12 c ± 0,00	0,72 b ± 0,02	1,21 b ± 0,03
Γ	0,23 b ± 0,05	0,82 a ± 0,03	1,30 a ± 0,04

*Οι δείκτες a, b και c υποδεικνύουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην τιμή των μετρήσεων μεταξύ των επεμβάσεων, σύμφωνα με το Student's T-test ($P \leq 0,05$).

Η **περιεκτικότητα προλίνης** κατά το στάδιο της πράσινης ράγας έλαβε τιμές 0,02 και 0,03mg/ml γλεύκους. Οι μεγαλύτερες περιεκτικότητες σύμφωνα με τον πίνακα που ακολουθεί (Πίνακας 10) παρουσίασαν οι επεμβασεις A και B που βρίσκονται στα ίδια επίπεδα τιμών, χωρίς στατιστικά σημαντική διαφορά έναντι της Γ.

Κατά το στάδιο του περκασμού οι τιμές κυμάνθηκαν μεταξύ 0,04 και 0,09 mg/ml γλεύκους. Η μεγαλύτερη τιμή ανήκει στην επέμβαση A, η οποία διαφέρει στατιστικά σημαντικά με τις υπόλοιπες. Τη μικρότερη τιμή παρουσίασε η Γ που διαφέρει στατιστικά σημαντικά με τις υπόλοιπες (Πίνακας 10).

Στο τελευταίο στάδιο (στάδιο πλήρους ωρίμανσης) η περιεκτικότητα σε προλίνη παρουσίασε τιμές μεταξύ 0,08 και 0,13 mg/ml γλεύκους. Η μεγαλύτερη τιμή παρατηρήθηκε στην επέμβαση A, διαφέροντας στατιστικά σημαντικά με τη B όχι όμως με τη Γ. Η μικρότερη τιμή ανήκει στην επέμβαση B (Πίνακας 10).

Πίνακας 10. Μέτρηση προλίνης ανά στάδιο κατά την πορεία ωρίμανσης των σταφυλών

	ΠΡΟΛΙΝΗ (mg/ml γλεύκους)		
	Πράσινη ράγα	Περκασμός	Πλήρης ωρίμανση
A	0,03 a ± 0,01	0,09 a ± 0,00	0,13 a ± 0,01
B	0,03 a ± 0,00	0,06 b ± 0,00	0,08 b ± 0,00
Γ	0,02 a ± 0,00	0,04 c ± 0,00	0,12 a ± 0,01

*Οι δείκτες a, b και c υποδεικνύουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην τιμή των μετρήσεων μεταξύ των επεμβάσεων, σύμφωνα με το Student's T-test ($P \leq 0,05$).

3.3 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΦΑΙΝΟΛΙΚΩΝ ΣΥΣΤΑΤΙΚΩΝ ΤΩΝ ΡΑΓΩΝ

Οι μετρήσεις των φαινολικών συστατικών των ραγών πραγματοποιήθηκαν κατά το στάδιο της πλήρους ωρίμανσης. Οι τιμές των **ολικών φαινολικών των φλοιών** κυμάνθηκαν από 12,85 έως 13,73 mg γαλλικού οξέος/g νωπού ιστού και 59,10 έως 63,15 mg κατεχίνης/g νωπού ιστού. Η μεγαλύτερη τιμή σύμφωνα με τους πίνακες που ακολουθούν (Πίνακας 11 και 12) αντιστοιχεί στην επέμβαση Α χωρίς ωστόσο να παρουσιάζει στατιστικά σημαντική διαφορά έναντι των υπολοίπων. Αντίστοιχα τη μικρότερη τιμή παρουσιάζει η επέμβαση Β.

Οι τιμές των ολικών φαινολικών των **γυγάρτων** κυμάνθηκαν από 58,35 έως 63,12 mg γαλλικού οξέος/g νωπού ιστού και 268,38 έως 290,33 mg κατεχίνης/g νωπού ιστού. Η μεγαλύτερη τιμή σύμφωνα με τους πίνακες που ακολουθούν (Πίνακας 11 και 12) αντιστοιχεί στην επέμβαση Α χωρίς ωστόσο να παρουσιάζει στατιστικά σημαντική διαφορά έναντι των υπολοίπων. Αντίστοιχα τη μικρότερη τιμή παρουσιάζει η επέμβαση Γ.

Τέλος οι μετρήσεις των ολικών φαινολικών του **γλεύκου** έλαβαν τιμές από 0,25 έως 0,35 mg γαλλικού οξέος/g νωπού ιστού και 1,15 έως 1,58 mg κατεχίνης/g νωπού ιστού. Η μεγαλύτερη τιμή αντιστοιχεί στην επέμβαση Α χωρίς ωστόσο να παρουσιάζει στατιστικά σημαντική διαφορά σε σχέση με τις υπόλοιπες. Αντίστοιχα τη μικρότερη τιμή παρουσιάζει η επέμβαση Γ (Πίνακας 11 και 12).

Όπως μπορούμε να διαπιστώσουμε η μεγαλύτερη συγκέντρωση ολικών φαινολικών χωρεί στα γύγαρτα, ενώ η μικρότερη στο γλεύκος. Υψηλές τιμές συγκέντρωσης παρουσιάζουν και οι φλοιοί αποκλίνοντας ωστόσο σημαντικά από τις αντίστοιχες των άλλων τμημάτων των ραγών.

Πίνακας 11. Μέτρηση ολικών φαινολικών των φλοιών, των γυγάρτων και του γλεύκου στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης σε mg γαλλικού οξέος/g νωπού ιστού.

	Φλοιοί	Γύγαρτα	Γλεύκος
A	13,73 a ± 0,08	63,12 a ± 7,71	0,35 a ± 0,03
B	12,85 a ± 0,80	60,81 a ± 3,82	0,26 a ± 0,06
Γ	13,11 a ± 0,55	58,35 a ± 5,00	0,25 a ± 0,01

*Οι δείκτες a, b και c υποδεικνύουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην τιμή των μετρήσεων μεταξύ των επεμβάσεων, σύμφωνα με το Student's T-test ($P \leq 0,05$).

Πίνακας 12. Μέτρηση ολικών φαινολικών των φλοιών, των γιγάρτων και του γλεύκους στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης σε mg κατεχίνης/g νωπού ιστού.

	Φλοιοί	Γίγαρτα	Γλεύκος
A	63,15 a ± 0,35	290,33 a ± 70,95	1,58 a ± 0,12
B	59,10 a ± 3,70	279,72 a ± 35,15	1,20 a ± 0,29
Γ	60,30 a ± 2,51	268,38 a ± 46,01	1,15 a ± 0,05

*Οι δείκτες a, b και c υποδεικνύουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην τιμή των μετρήσεων μεταξύ των επεμβάσεων, σύμφωνα με το Student's T-test ($P \leq 0,05$).

Οι τιμές των **ολικών φλαβανολών** των φλοιών κυμάνθηκαν από 1,12 έως 1,33 mg κατεχίνης/g νωπού ιστού. Η μεγαλύτερη τιμή σύμφωνα με τον πίνακα που ακολουθεί (Πίνακας 13) αντιστοιχεί στην επέμβαση A η οποία διαφέρει στατιστικά σημαντικά από τη Γ όχι όμως από τη B. Αντίστοιχα τη μικρότερη τιμή παρουσιάζει η επέμβαση Γ.

Οι τιμές των ολικών φλαβανολών των γιγάρτων κυμάνθηκαν από 42,94 έως 49,78 mg κατεχίνης/g νωπού ιστού. Η μεγαλύτερη τιμή αντιστοιχεί στην επέμβαση Γ χωρίς ωστόσο να παρουσιάζει στατιστικά σημαντική διαφορά έναντι των υπολοίπων. Αντίστοιχα τη μικρότερη τιμή παρουσιάζει η επέμβαση B (Πίνακας 13).

Όπως μπορούμε να διαπιστώσουμε η μεγαλύτερη συγκέντρωση ολικών φλαβανολών λαμβάνει χώρα στα γίγαρτα αποκλίνοντας σημαντικά από τις αντίστοιχες τιμές των φλοιών. Παρατηρούμε επίσης ότι η επέμβαση A ενώ έχει τη μεγαλύτερη συγκέντρωση φλαβανολών στους φλοιούς, εντούτοις έχει μικρότερη συγκέντρωση στα γίγαρτα απ' ότι η Γ όπου παρατηρείται το αντίστροφο φαινόμενο.

Πίνακας 13. Μέτρηση ολικών φλαβανολών των φλοιών και των γιγάρτων στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης σε mg κατεχίνης/g νωπού ιστού.

	Φλοιοί	Γίγαρτα
A	1,33 a ± 0,04	43,93 a ± 3,39
B	1,26 a ± 0,05	42,94 a ± 8,71
Γ	1,12 b ± 0,06	49,78 a ± 2,08

*Οι δείκτες a, b και c υποδεικνύουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην τιμή των μετρήσεων μεταξύ των επεμβάσεων, σύμφωνα με το Student's T-test ($P \leq 0,05$).

Οι τιμές των **ολικών φλαβονοειδών** των φλοιών κυμάνθηκαν από 2,89 έως 3,81 mg κατεχίνης/g νωπού ιστού. Η μεγαλύτερη τιμή σύμφωνα με τον πίνακα που ακολουθεί (Πίνακας 14) αντιστοιχεί στην επέμβαση Β η οποία δεν διαφέρει στατιστικά σημαντικά από τις υπόλοιπες επεμβάσεις. Αντίστοιχα τη μικρότερη τιμή παρουσιάζει η επέμβαση Γ.

Αντίστοιχα τιμές των ολικών φλαβονοειδών των γυγάρτων κυμάνθηκαν από 57,03 έως 64,64 mg κατεχίνης/g νωπού ιστού. Η μεγαλύτερη τιμή αντιστοιχεί στην επέμβαση Γ χωρίς ωστόσο να παρουσιάζει στατιστικά σημαντική διαφορά έναντι των υπολοίπων. Αντίστοιχα τη μικρότερη τιμή παρουσιάζει η επέμβαση Β (Πίνακας 14).

Όπως μπορούμε να διαπιστώσουμε η μεγαλύτερη συγκέντρωση ολικών φλαβονοειδών λαμβάνει χώρα στα γύγαρτα αποκλίνοντας σημαντικά από τις αντίστοιχες τιμές των φλοιών. Παρατηρούμε επίσης ότι η επέμβαση Β ενώ έχει τη μεγαλύτερη συγκέντρωση φλαβονοειδών στους φλοιούς, εντούτοις έχει τη μικρότερη συγκέντρωση στα γύγαρτα απ' ότι η Γ όπου παρατηρείται το αντίστροφο φαινόμενο.

Πίνακας 14. Μέτρηση ολικών φλαβονοειδών των φλοιών και των γυγάρτων στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης σε mg κατεχίνης/g νωπού ιστού.

	Φλοιοί	Γύγαρτα
A	3,52 a ± 0,18	60,99 a ± 5,27
B	3,81 a ± 0,69	57,03 a ± 11,29
Γ	2,89 a ± 0,39	64,64 a ± 4,81

*Οι δείκτες a, b και c υποδεικνύουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην τιμή των μετρήσεων μεταξύ των επεμβάσεων, σύμφωνα με το Student's T-test ($P \leq 0,05$).

Οι τιμές των **ολικών φλαβονών και φλαβονολών** των φλοιών κυμάνθηκαν από 0,21 έως 0,34 mg ρουτίνης/g νωπού ιστού. Η μεγαλύτερη τιμή σύμφωνα με τον πίνακα που ακολουθεί (Πίνακας 15) αντιστοιχεί στην επέμβαση Α η οποία δεν διαφέρει στατιστικά σημαντικά από τις υπόλοιπες επεμβάσεις. Αντίστοιχα τη μικρότερη τιμή παρουσιάζει η επέμβαση Β.

Αντίστοιχα οι τιμές των ολικών φλαβονών και φλαβονολών των γυγάρτων κυμάνθηκαν από 1,19 έως 1,70 mg ρουτίνης/g νωπού ιστού. Η μεγαλύτερη τιμή αντιστοιχεί στην επέμβαση Γ η οποία παρουσιάζει στατιστικά σημαντική διαφορά σε

σχέση με την A όχι όμως με τη B. Αντίστοιχα τη μικρότερη τιμή παρουσιάζει η επέμβαση A (Πίνακας 15).

Όπως μπορούμε να διαπιστώσουμε η μεγαλύτερη συγκέντρωση ολικών φλαβονών και φλαβονολών λαμβάνει χώρα στα γίγαρτα αποκλίνοντας σημαντικά από τις αντίστοιχες τιμές των φλοιών. Παρατηρούμε επίσης ότι η επέμβαση B ενώ έχει τη μικρότερη συγκέντρωση στους φλοιούς, εντούτοις έχει μεγαλύτερη συγκέντρωση στα γίγαρτα απ' ότι η A όπου παρατηρείται το αντίστροφο φαινόμενο.

Πίνακας 15. Μέτρηση ολικών φλαβονών και φλαβονολών των φλοιών και γιγάρτων στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης σε mg ρουτίνης/g νωπού ιστού.

	Φλοιοί	Γίγαρτα
A	0,34 a ± 0,05	1,19 b ± 0,05
B	0,21 a ± 0,04	1,55 a ± 0,07
Γ	0,31 a ± 0,02	1,70 a ± 0,15

*Οι δείκτες a, b και c υποδεικνύουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην τιμή των μετρήσεων μεταξύ των επεμβάσεων, σύμφωνα με το Student's T-test ($P \leq 0,05$).

Οι τιμές της συγκέντρωσης των **συμπυκνωμένων ταννινών των φλοιών** κυμάνθηκαν από 12,41 έως 18,17 mg κατεχίνης/g νωπού ιστού. Η μεγαλύτερη τιμή σύμφωνα με τον πίνακα που ακολουθεί (Πίνακας 16) αντιστοιχεί στην επέμβαση A η οποία δεν διαφέρει στατιστικά σημαντικά από τις υπόλοιπες επεμβάσεις. Αντίστοιχα τη μικρότερη τιμή παρουσιάζει η επέμβαση B.

Αντίστοιχα οι τιμές της συγκέντρωσης των συμπυκνωμένων ταννινών των **γιγάρτων** κυμάνθηκαν από 200,88 έως 220,74 mg κατεχίνης/g νωπού ιστού. Η μεγαλύτερη τιμή αντιστοιχεί στην επέμβαση B η οποία δεν παρουσιάζει στατιστικά σημαντική διαφορά σε σχέση με τις υπόλοιπες. Αντίστοιχα τη μικρότερη τιμή παρουσιάζει η επέμβαση A (Πίνακας 16).

Όπως μπορούμε να διαπιστώσουμε η μεγαλύτερη συγκέντρωση συμπυκνωμένων ταννινών λαμβάνει χώρα στα γίγαρτα αποκλίνοντας σημαντικά από τις αντίστοιχες τιμές των φλοιών. Παρατηρούμε επίσης ότι η επέμβαση B ενώ έχει τη μικρότερη συγκέντρωση στους φλοιούς, εντούτοις έχει μεγαλύτερη συγκέντρωση στα γίγαρτα ενώ στην A παρατηρείται το αντίστροφο φαινόμενο.

Πίνακας 16. Μέτρηση συμπυκνωμένων ταννινών των φλοιών και των γιγάρτων στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης σε mg κατεχίνης/g νεπού ιστού.

	Φλοιοί	Γίγαρτα
A	18,17 a ± 5,02	200,88 a ± 22,15
B	12,41 a ± 1,86	262,17 a ± 19,60
Γ	17,34 a ± 4,07	220,74 a ± 11,71

*Οι δείκτες a, b και c υποδεικνύουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην τιμή των μετρήσεων μεταξύ των επεμβάσεων, σύμφωνα με το Student's T-test ($P \leq 0,05$).

3.4 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΧΑΡΑΚΤΗΡΩΝ ΤΩΝ ΠΡΕΜΝΩΝ ΠΟΥ ΣΧΕΤΙΖΟΝΤΑΙ ΜΕ ΤΗΝ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ ΤΗΣ ΑΜΠΕΛΟΥ

Οι τιμές του δείκτη **Ravaz** κυμάνθηκαν από 4,8 έως 10,1. Η μεγαλύτερη τιμή σύμφωνα με τον πίνακα που ακολουθεί (Πίνακας 17) αντιστοιχεί στην επέμβαση B η οποία διαφέρει στατιστικά σημαντικά από τις υπόλοιπες. Αντίστοιχα τη μικρότερη τιμή παρουσιάζει η επέμβαση A.

Όπως μπορούμε να παρατηρήσουμε όλες οι τιμές κυμαίνονται μέσα στο εύρος 4-10 με μια ελαφρά απόκλιση που παρουσιάζει ο μέσος όρος της επέμβασης A. Σύμφωνα με τη μεθοδολογία που ακολουθήθηκε όλες οι τιμές αντιστοιχούν σε πρέμνα που βρίσκονται σε επιθυμητό επίπεδο ισορροπίας.

Πίνακας 17. Μέσος όρος του δείκτη Ravaz ανά πρέμνο ανά επέμβαση

	Παραγωγή σταφυλιών ανά βάρος κλαδέματος
A	4,8 c ± 0,2
B	10,1 a ± 0,1
Γ	8,0 b ± 0,2

*Οι δείκτες a, b και c υποδεικνύουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην τιμή των μετρήσεων μεταξύ των επεμβάσεων, σύμφωνα με το Student's T-test ($P \leq 0,05$).

Οι τιμές του δείκτη **P** κυμάνθηκαν από 0,53 έως 0,82 kg/m. Η μεγαλύτερη τιμή σύμφωνα με τον πίνακα που ακολουθεί (Πίνακας 18) αντιστοιχεί στην επέμβαση A η οποία διαφέρει στατιστικά σημαντικά από τις υπόλοιπες. Αντίστοιχα τη μικρότερη τιμή παρουσιάζει η επέμβαση Γ.

Σύμφωνα με τη μεθοδολογία που ακολουθήθηκε τιμές του δείκτη μέσα στο εύρος 0,3-1,0 kg/m αντιστοιχούν σε πρέμνα που βρίσκονται σε επιθυμητό επίπεδο ισορροπίας, ενώ οι βέλτιστες τιμές κυμαίνονται από 0,3-0,6 kg/m. Όπως μπορούμε να διαπιστώσουμε όλες οι τιμές βρίσκονται στο επιθυμητό επίπεδο ισορροπίας. Μέσα στο βέλτιστο εύρος τιμών βρίσκονται οι τιμές της επέμβασης Γ, και της B με μια μικρή απόκλιση. Αντίθετα η τιμή του δείκτη της επέμβασης A είναι υψηλότερη του εύρους χωρίς ωστόσο να είναι σίγουρο ανα πρόκειται για πρέμνα μεγάλης ζωηρότητας, σίγουρα όμως μεγαλύτερης των υπολοίπων.

Πίνακας 18. Μέσος όρος του δείκτη P ανά πρέμνο ανά επέμβαση. Ο δείκτης εκφράζεται ως το βάρος των εξαιρούμενων κληματίδων κατά το χειμερινό κλάδεμα καρποφορίας ανά τρέχον μέτρο φυλλώματος και μετράται σε kg/m.

	Δείκτης P
A	0,82 a ± 0,02
B	0,63 b ± 0,01
Γ	0,53 c ± 0,00

*Οι δείκτες a, b και c υποδεικνύουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην τιμή των μετρήσεων μεταξύ των επεμβάσεων, σύμφωνα με το Student's T-test ($P \leq 0,05$).

Οι τιμές του **μέσου βάρους κληματίδας** κυμάνθηκαν από 53,5 έως 71,0 g. Η μεγαλύτερη τιμή σύμφωνα με τον πίνακα που ακολουθεί (Πίνακας 19) αντιστοιχεί στην επέμβαση B η οποία διαφέρει στατιστικά σημαντικά από τις υπόλοιπες. Αντίστοιχα τη μικρότερη τιμή παρουσιάζει η επέμβαση Γ.

Σύμφωνα με τη μεθοδολογία που ακολουθήθηκε τιμές του δείκτη μέσα στο εύρος 20-70 g αντιστοιχούν σε πρέμνα που βρίσκονται σε επιθυμητό επίπεδο ισορροπίας. Όπως μπορούμε να παρατηρήσουμε όλες οι τιμές βρίσκονται μέσα στο εύρος, οπότε τα πρέμνα των επεμβάσεων χαρακτηρίζονται ως ισορροπημένα.

Πίνακας 19. Μέσος όρος του βάρους κληματίδας ανά πρέμνο ανά επέμβαση.

	Μέσο βάρος κληματίδας ανά πρέμνο (g)
A	67,5 b ± 2,5
B	71,0 a ± 2,0
Γ	53,5 c ± 3,5

*Οι δείκτες a, b και c υποδεικνύουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην τιμή των μετρήσεων μεταξύ των επεμβάσεων, σύμφωνα με το Student's T-test ($P \leq 0,05$).

Οι τιμές του μέσου όρου της **εξωτερικής επιφάνειας φυλλώματος** κυμάνθηκαν από 985 έως 1240 m²/στρ. Η μεγαλύτερη τιμή σύμφωνα με τον πίνακα που ακολουθεί (Πίνακας 20) αντιστοιχεί στην επέμβαση B η οποία διαφέρει

στατιστικά σημαντικά από τις υπόλοιπες επεμβάσεις. Αντίστοιχα τη μικρότερη τιμή παρουσιάζει η επέμβαση B, που διαφέρει στατιστικά σημαντικά από τις υπόλοιπες.

Σύμφωνα με τη μεθοδολογία που ακολουθήθηκε η βέλτιστη τιμή του δείκτη είναι περίπου 970 m²/στρ. Οι τιμές των B και Γ υποδηλώνουν σκίαση μεταξύ των γραμμών, χωρίς όμως να αποκλίνουν σημαντικά από την βέλτιστη τιμή, επομένως δεν μπορούμε να πούμε ότι δημιουργείται σκίαση στα πρέμνα. Η τιμή της επέμβασης A υποδηλώνει ύπαρξη επαρκούς ηλιακής ακτινοβολίας.

Πίνακας 20. Μέσος όρος της εξωτερικής φυλλικής επιφάνειας ανά πρέμνο ανά επέμβαση.

	Εξωτερική επιφάνεια φυλλώματος (m²/στρ)
A	985,0 c ± 12,3
B	1.240,0 a ± 2,9
Γ	1.050,0 b ± 2,9

*Οι δείκτες a, b και c υποδεικνύουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην τιμή των μετρήσεων μεταξύ των επεμβάσεων, σύμφωνα με το Student's T-test ($P \leq 0,05$).

Οι τιμές του μέσου όρου του λόγου ύψος φυλλώματος προς πλάτος φύτευσης κυμάνθηκαν από 0,44 έως 0,54. Η μεγαλύτερη τιμή σύμφωνα με τον πίνακα που ακολουθεί (Πίνακας 21) αντιστοιχεί στην επέμβαση B η οποία διαφέρει στατιστικά σημαντικά από τις υπόλοιπες επεμβάσεις. Αντίστοιχα τη μικρότερη τιμή παρουσιάζει η επέμβαση A, η οποία δεν διαφέρει στατιστικά σημαντικά από την Γ.

Σύμφωνα με τη μεθοδολογία που ακολουθήθηκε η βέλτιστη τιμή του δείκτη είναι η τιμή 1. Οι τιμές υποδηλώνουν ότι υπάρχει επαρκής ηλιακή ακτινοβολία.

Πίνακας 21. Μέσος όρος του λόγου ύψος φυλλώματος προς πλάτος φύτευσης ανά πρέμνο ανά επέμβαση.

	Ύψος φυλλώματος/ Πλάτος φύτευσης
A	0,44 b ± 0,02
B	0,54 a ± 0,01
Γ	0,47 b ± 0,02

*Οι δείκτες a, b και c υποδεικνύουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην τιμή των μετρήσεων μεταξύ των επεμβάσεων, σύμφωνα με το Student's T-test ($P \leq 0,05$).

Οι τιμές του μέσου όρου του **αριθμού βλαστών ανά τρέχον μήκος βλάστησης** κυμάνθηκαν από 13,7 έως 17,2 βλαστοί/m. Η μεγαλύτερη τιμή σύμφωνα με τον πίνακα που ακολουθεί (Πίνακας 22) αντιστοιχεί στην επέμβαση A η οποία διαφέρει στατιστικά σημαντικά από τις υπόλοιπες. Αντίστοιχα τη μικρότερη τιμή παρουσιάζει η επέμβαση B.

Σύμφωνα με τη μεθοδολογία που ακολουθήθηκε στα γραμμικά συστήματα μόρφωσης δημιουργείται ευνοϊκό μικρόκλιμα όταν ο αριθμός των βλαστών ανά τρέχον μέτρο γραμμής φύτευσης κυμαίνεται μεταξύ 15 και 25, ενώ μικρότερη (10-12) ή μεγαλύτερη (>25) πυκνότητα βλαστών συμβάλλει στην υπερβολική ζοηρότητα των βλαστών και την έντονη σκίαση. Επομένως τα πρέμνα των επεμβάσεων χαρακτηρίζονται από ευνοϊκό μικροκλίμα στην περιοχή του φυλλώματος.

Πίνακας 22. Μέσος όρος του αριθμού βλαστών ανά τρέχον μήκος βλάστησης ανά πρέμνο ανά επέμβαση.

	Αριθμός βλαστών ανά τρέχον μήκος βλάστησης
A	17,2 a ± 0,2
B	13,7 c ± 0,1
Γ	14,7 b ± 0,4

*Οι δείκτες a, b και c υποδεικνύουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην τιμή των μετρήσεων μεταξύ των επεμβάσεων, σύμφωνα με το Student's T-test ($P \leq 0,05$).

3.5 ΑΛΛΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

Οι τιμές της **απόδοσης ανά πρέμνο** κυμάνθηκαν από 5,7 έως 9,3 kg. Η μεγαλύτερη τιμή σύμφωνα με τον πίνακα που ακολουθεί (Πίνακας 23) αντιστοιχεί στην επέμβαση B η οποία διαφέρει στατιστικά σημαντικά από τις υπόλοιπες. Αντίστοιχα τη μικρότερη τιμή παρουσιάζει η επέμβαση A, που διαφέρει στατιστικά σημαντικά από τη B όχι όμως από την Γ.

Πίνακας 23. Μέση απόδοση ανά πρέμνο.

	Μέση παραγωγή σταφυλιών ανά πρέμνο (kg)
A	5,7 b ± 0,4
B	9,3 a ± 0,3
Γ	5,8 b ± 0,6

*Οι δείκτες a, b και c υποδεικνύουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην τιμή των μετρήσεων μεταξύ των επεμβάσεων, σύμφωνα με το Student's T-test ($P \leq 0,05$).

Οι τιμές του **μέσου βάρους κλαδέματος** κυμάνθηκαν από 728,5 έως 1.281,5g. Η μεγαλύτερη τιμή σύμφωνα με τον πίνακα που ακολουθεί (Πίνακας 24) αντιστοιχεί στην επέμβαση A η οποία διαφέρει στατιστικά σημαντικά από τις υπόλοιπες. Αντίστοιχα τη μικρότερη τιμή παρουσιάζει η επέμβαση Γ.

Πίνακας 24. Μέσο βάρος κλαδέματος ανά πρέμνο ανά επέμβαση.

	Μέσο βάρος κληματίδων ανά πρέμνο (g)
A	1.281,5 a ± 19,2
B	927,0 b ± 1,4
Γ	728,5 c ± 2,6

*Οι δείκτες a, b και c υποδεικνύουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην τιμή των μετρήσεων μεταξύ των επεμβάσεων, σύμφωνα με το Student's T-test ($P \leq 0,05$).

Οι τιμές του **μέσου αριθμού κληματίδων** κυμάνθηκαν από 13,2 έως 18,4. Η μεγαλύτερη τιμή σύμφωνα με τον πίνακα που ακολουθεί (Πίνακας 25) αντιστοιχεί στην επέμβαση A η οποία διαφέρει στατιστικά σημαντικά από τις υπόλοιπες. Αντίστοιχα τη μικρότερη τιμή παρουσιάζει η επέμβαση B.

Πίνακας 25. Μέσος αριθμός κληματίδων ανά πρέμνο ανά επέμβαση.

	Μέσος αριθμός κληματίδων ανά πρέμνο
A	18,4 a ± 1,2
B	13,2 c ± 0,6
Γ	14,3 b ± 0,0

*Οι δείκτες a, b και c υποδεικνύουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην τιμή των μετρήσεων μεταξύ των επεμβάσεων, σύμφωνα με το Student's T-test ($P \leq 0,05$).

3.6 ΣΥΣΧΕΤΙΣΕΙΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Ερευνήθηκε η συσχέτιση των δεδομένων προκειμένου να ανιχνευθεί εάν συνδέονται και πως αλληλεπιδρούν μεταξύ τους. Στον Πίνακα I του Παραρτήματος παρουσιάζονται οι μεταβλητές οι οποίες παρουσίασαν ισχυρή συσχέτιση μεταξύ τους και παρουσιάζουν ενδιαφέρον προς ανάλυση.

Σύμφωνα με την ανάλυση συσχέτισης των δεδομένων, ο δείκτης Ravaz παρουσιάζει ισχυρή αρνητική συσχέτιση με ορισμένα γλευκογραφικά χαρακτηριστικά τα οποία είναι τα σάκχαρα, η προλίνη, η ενεργός οξύτητα και οι ολικές φλαβόνες και φλαβονόλες των φλοιών. Αυτό σημαίνει ότι όσο αυξάνεται η τιμή του δείκτη μειώνονται οι τιμές των γλευκογραφικών χαρακτηριστικών. Επίσης σύμφωνα με τον Πίνακα II του Παραρτήματος παρουσιάζει ισχυρή αρνητική συσχέτιση με τους δείκτες αριθμός βλαστών ανά τρέχον μήκος βλάστησης, μέσος αριθμός κληματίδων και μέσο βάρος κλαδέματος, και θετική με τους δείκτες βάρος φορτίου ανά πρέμνο και μέσο βάρος σταφυλής. Ανατρέχοντας στην ενότητα 1.3 όπου γίνεται αναφορά στην έννοια της ισορροπίας και στον δείκτη Ravaz βλέπουμε ότι τα αποτελέσματα των συσχετίσεων επαληθεύουν τη θεωρία. Ο δείκτης ορίζεται ως ο λόγος του βάρους της παραγωγής των σταφυλών προς το βάρος των εξαιρούμενων κληματίδων κατά το χειμερινό κλάδεμα καρποφορίας ανά πρέμνο, οπότε μικρές τιμές υποδηλώνουν υπερβολική ζωηρότητα βλάστησης σε βάρος της παραγωγής, η οποία εκφράζεται με ζωηρούς βλαστούς, πληθώρα μεσοκάρδιων βλαστών και αυξημένη σκίαση στο εσωτερικό της κόμης των πρέμνων και στην περιοχή των σταφυλιών, ενώ αντίθετα μεγάλες τιμές υποδεικνύουν υπερπαραγωγή

των πρέμνων. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα πλήθους ερευνών αύξηση του δείκτη Ravaz που αποδίδεται σε αύξηση του φορτίου υποδεικνύει πρέμνα των οποίων οι ράγες χαρακτηρίζονται από καθυστερημένη ωρίμανση, χαμηλή ενεργή οξύτητα, συγκέντρωση σακχάρων, αμινοξέων και φαινολικών ενώσεων.

Ο δείκτης P παρουσιάζει ισχυρή αρνητική συσχέτιση με το αμινοξύ αργινίνη, ισχυρή θετική συσχέτιση με τα σάκχαρα, την ολική οξύτητα και τις ολικές φλαβονόλες των φλοιών. Επίσης παρουσιάζει ισχυρή θετική συσχέτιση με το μέσο βάρος κληματίδας, τον μέσο αριθμό κληματίδων και το μέσο βάρος κλαδέματος. Οι υψηλές τιμές του δείκτη, που αποτελεί τον λόγο του βάρους κλαδέματος ανά μέτρο φυλλώματος, υποδεικνύουν μεγάλη ευρωστία, ζωηρότητα βλάστησης και πρέμνα με πυκνή κόμη στο εσωτερικό των οποίων δημιουργούνται συνθήκες σκίασης. Σύμφωνα με πληθώρα ερευνών (βλ. Ενότητα 1.3) οι συνθήκες αυτές οδηγούν στην ποιοτική υποβάθμιση των σταφυλών, καθώς οι ράγες εμφανίζουν αυξημένη ενεργή οξύτητα και συγκέντρωση αμινοξέων και μειωμένη ολική οξύτητα, συγκέντρωση σακχάρων, φαινολικών ενώσεων και άλλων. Όπως μπορούμε να διαπιστώσουμε τα αποτελέσματα της συσχέτισης αντικρούουν τα δεδομένα άλλων ερευνών, γεγονός που μάλλον οφείλεται στην κατάσταση ισορροπίας που βρίσκονται τα εξεταζόμενα πρέμνα. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των μετρήσεων οι τιμές του δείκτη P κυμαίνονταν εντός του εύρους που χαρακτηρίζει ένα πρέμνο ισορροπημένο. Επομένως ίσως θα μπορούσαμε να συμπεράνουμε ότι εντός αυτού του εύρους, σε ισορροπημένα πρέμνα δηλαδή, μια αύξηση του φυλλικού τείχους θα οδηγήσει σε αύξηση της προσλαμβανόμενης ηλιακής ακτινοβολίας και της ταχύτητας φωτοσύνθεσης με αποτέλεσμα την ροή φωτοσυνθετικών προϊόντων προς τις ράγες. Από την άλλη στον Πίνακα II παρατηρούμε αρνητική συσχέτιση του βάρους φορτίου ανά πρέμνο, η οποία όμως δεν είναι αρκετά ισχυρή ώστε να υποθέσουμε ότι η μείωση του φορτίου οδηγεί σε καλύτερη ωρίμανση και βελτιώνει την ποιοτικά χαρακτηριστικά.

Από την ανάλυση συσχέτισης μεταξύ του μέσου βάρους κληματίδας και των γλευκογραφικών χαρακτηριστικών προέκυψε ισχυρή θετική συσχέτιση μεταξύ του δείκτη και της ολικής οξύτητας, των ολικών φαινολικών του γλεύκους και των ολικών φλαβονολών των φλοιών, και αρνητική με τη συγκέντρωση προλίνης, αργινίνης και ολικών φλαβονών και φλαβονολών των γιγάρτων. Επίσης σύμφωνα με τον Πίνακα II παρουσίασε ισχυρά θετική συσχέτιση με το μέσο βάρος σταφυλής.

Σύμφωνα με τον Πίνακα I η εξωτερική επιφάνεια φυλλώματος παρουσίασε ισχυρή αρνητική συσχέτιση με τα σάκχαρα, την ενεργό οξύτητα, τη συγκέντρωση προλίνης και ολικών φλαβονών και φλαβονολών των φλοιών, και θετική με τις συμπυκνωμένες ταννίνες των γιγάρτων. Επίσης η αύξηση της οδηγεί σε αύξηση του μέσου βάρους σταφυλής και σχετίζεται θετικά με τον μέσο αριθμό κληματίδων. Με το δείκτη υπολογίζεται η εκτιθέμενη επιφάνεια του φυλλώματος η οποία δέχεται την ηλιακή ακτινοβολία και μας πληροφορεί σχετικά με την επάρκεια φωτός ή την ύπαρξη συνθηκών σκίασης. Επομένως υπό συνθήκες έντονης σκίασης των σταφυλών που δημιουργούνται από αύξηση της φυλλικής επιφάνειας, παρατηρείται καθυστέρηση της ωρίμανσης, μείωση της συγκέντρωσης των σακχάρων, της προλίνης, των ολικών φλαβονών και φλαβονολών των φλοιών και της ενεργής οξύτητας.

Από την ανάλυση συσχέτισης μεταξύ των δεδομένων προέκυψε ότι ο αριθμός βλαστών ανά τρέχον μήκος βλάστησης παρουσίασε ισχυρή θετική συσχέτιση με τη συγκέντρωση προλίνης. Στο ίδιο συμπέρασμα οδηγήθηκαν οι Kliewer and Ough (1970) σε έρευνα που πραγματοποίησαν πάνω στην επίδραση της πυκνότητας φυλλώματος στη συγκέντρωση των αμινοξέων στην ποικιλία Thomson Seedless. Επίσης βρέθηκε ότι όσο αυξάνεται η πυκνότητα φυλλώματος μειώνεται το μέσο βάρος σταφυλής και το μέσο βάρος κληματίδων. Παρόμοια αποτελέσματα βρήκαν οι Reynolds et al. (1994) σε έρευνα που αφορούσε την επίδραση της πυκνότητας βλαστών στους χαρακτήρες της ποικιλίας Riesling.

Από τον Πίνακα I προέκυψε ότι τα πιο παραγωγικά πρέμνα εμφάνισαν καθυστερημένη ωρίμανση, χωρίς ωστόσο να υπάρχει ισχυρή συσχέτιση με τα γλευκογραφικά χαρακτηριστικά, πλην της συγκέντρωσης της προλίνης. Επίσης ισχυρή θετική συσχέτιση βρέθηκε μεταξύ του φορτίου ανά πρέμνο και του μέσου βάρους σταφυλής. Τα παραπάνω μπορούν να εξηγηθούν μέσω της υπόθεσης ότι όσο μειώνεται το φορτίο, τόσο μικρότερος είναι ο ανταγωνισμός μεταξύ των σταφυλών για φωτοσυνθετικά προϊόντα και αζωτούχες ενώσεις, με αποτέλεσμα αυτά να είναι διαθέσιμα στις υπάρχουσες μικρότερου αριθμού σταφυλές.

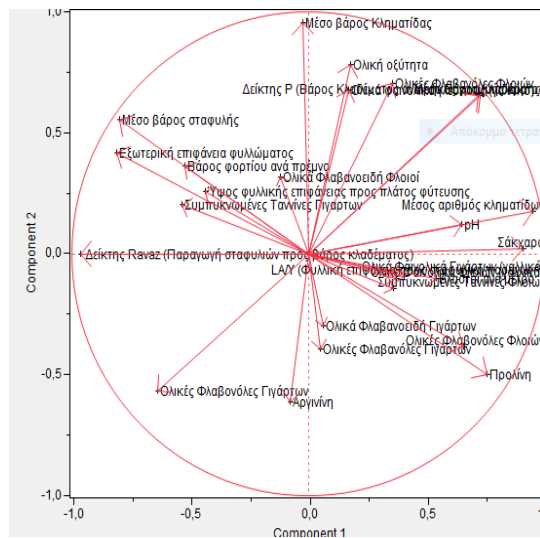
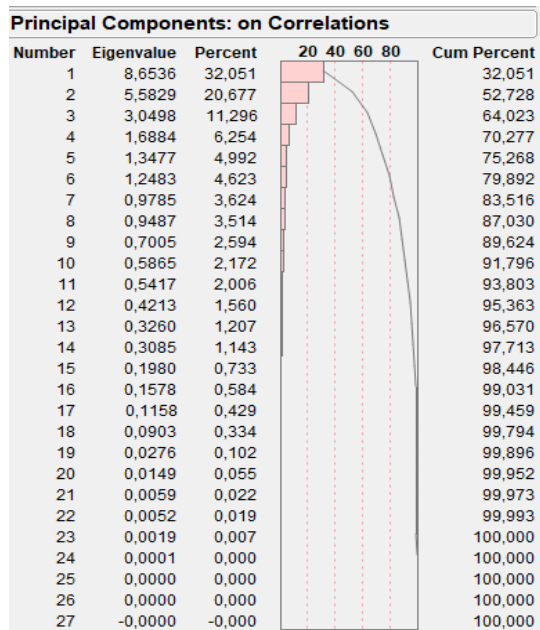
Το μέσο βάρος σταφυλής βρέθηκε να συσχετίζεται αρνητικά με τη συγκέντρωση σακχάρων, προλίνης, ολικών φλαβονών και φλαβονολών των φλοιών και την ενεργό οξύτητα, ενώ θετικά με τις συμπυκνωμένες ταννίνες των γιγάρτων. Επίσης προέκυψε ισχυρή θετική συσχέτιση με το μέσο βάρος κληματίδας, την

εξωτερική επιφάνεια φυλλώματος και το βάρος φορτίου, ενώ αρνητική με τον αριθμό βλαστών ανά μέτρο κόμης και κληματίδων. Επομένως βλέπουμε ότι όσο αυξάνεται το μέσο βάρος σταφυλής τόσο καθυστερεί η ωρίμανση του φορτίου.

Από την ανάλυση των δεδομένων ο μέσος αριθμός κληματίδων βρέθηκε να συσχετίζεται θετικά με την ενεργό οξύτητα και τη συγκέντρωση σακχάρων, προλίνης, ολικών φλαβονών και φλαβονολών των γιγάρτων και συμπυκνωμένων ταννινών των γιγάρτων. Επίσης έχει αρνητική συσχέτιση με την εξωτερική επιφάνεια φυλλώματος και το μέσο βάρος σταφυλής, και θετική με τον αριθμό των βλαστών ανά μήκος βλάστησης και το μέσο βάρος κλαδέματος.

3.7 ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΥΡΙΩΝ ΣΥΝΙΣΤΩΣΩΝ

Σύμφωνα με την Ανάλυση κύριων συνιστωσών (PCA, Principal Components Analysis), η οποία μετατρέπει το σύνολο των αρχικών μεταβλητών (το σύνολο των μετρήσεων που πραγματοποιήθηκαν) σε ένα νέο αριθμητικά μικρό και διαχειρίσιμο σύνολο από ασυσχέτιστους γραμμικούς συνδυασμούς των αρχικών μεταβλητών (Principal Components ή Κύριες συνιστώσες, των οποίων οι ιδιοτιμές ή eigenvalues ήταν μεγαλύτερες του 1), προέκυψε ότι 6 συνιστώσες κατά φθίνουσα σειρά σημαντικότητας, εξηγούν το 79,89% της συνολικής πληροφορίας που υπάρχει στις αρχικές μεταβλητές (Εικόνα 17). Στον Πίνακα 26 όλες οι μεταβλητές που βρίσκονται κάτω από την ίδια κύρια συνιστώσα (Principal Component) παρουσιάζουν ισχυρή συσχέτιση μεταξύ τους.



Εικόνα 17. Εκτίμηση των μεταβλητών και της συνεισφοράς στους απεικόνιση της αρχικής πληροφορίας.

Σύμφωνα με τον Πίνακα 26 οι μετρήσεις 0,26 (Προλίνη), 0,31 (Σάκχαρα), 0,22 (pH), 0,22 (Ολικές φλαβονόλες φλοιών), -0,33 (Δείκτης Ravaz), -0,28 (Εξωτερική επιφάνεια φυλλώματος), 0,32 (Μέσος αριθμός κληματίδων) και -0,27 (Μέσο βάρος σταφυλής), που βρίσκονται στην πρώτη κύρια συνιστώσα εξηγούν τη μέγιστη δυνατή διακύμανση που αναπτύσσεται μεταξύ των αρχικών μεταβλητών και μας δίνει το μεγαλύτερο μέρος της αρχικής πληροφορίας (32,05%). Αντίθετα η δεύτερη κύρια συνιστώσα μη συσχετιζόμενη με την πρώτη μας δίνει μεγάλο μέρος της πληροφορίας αλλά μικρότερο της πρώτης (20,68%) και αποτελείται από τις μεταβλητές 0,26 (Αργινίνη), 0,33 (Ολική οξύτητα), 0,29 (Ολικά φαινολικά γλεύκους), 0,30 (Ολικές φλαβονόλες φλοιών), 0,28 (Μέσο βάρος κλαδέματος), 0,40 (Μέσο βάρος κληματίδας) και 0,28 (Δείκτης P). Υπό την τρίτη κύρια συνιστώσα βρίσκονται οι μεταβλητές ολικά φαινολικά φλοιών, ολικά φαινολικά γιγάρτων, ολικές φλαβονόλες γιγάρτων, ολικά φλαβανοειδή γιγάρτων, συμπυκνωμένες ταννίνες γιγάρτων. Στην τέταρτη συναντάμε τις μεταβλητές συμπυκνωμένες ταννίνες φλοιών και ύψος φυλλικής επιφάνειας προς πλάτος φύτευσης, ενώ στην πέμπτη τον αριθμό βλαστών ανά μέτρο γραμμής. Στην τελευταία κύρια συνιστώσα βρίσκονται οι μεταβλητές ολικά φλαβονοειδή φλοιών και ολικές φλαβονόλες γιγάρτων.

Πίνακας 26 . Εκτίμηση της συνεισφοράς των διάφορων μετρήσεων στην εκτίμηση της μεταβλητότητας μεταξύ των δεδομένων που εξετάστηκαν.

Principal Components					
1	2	3	4	5	6
<u>% Contribution to variability</u>					
32,05	20,68	11,30	6,25	4,99	4,62
<u>Eigenvalues</u>					
8,65	5,58	3,05	1,69	1,35	1,25
<u>Eigenvectors</u>					
0,26	0,26	0,48	0,48	0,53	-0,33
0,31	0,33	0,48	0,33		0,45
0,22	0,29	0,41			0,53
0,22	0,30	0,40			0,27
-0,33	0,28	0,31			
-0,28	0,40				
0,32	0,28				
-0,27					

4 ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Από τις μηχανικές αναλύσεις των ραγών οι οποίες πραγματοποιήθηκαν κατά το στάδιο της πλήρους ωρίμανσης προέκυψε ότι τις μεγαλύτερες **διαστάσεις ραγών** παρουσίασαν οι σταφυλές της επέμβασης B παρουσιάζοντας στατιστικά σημαντική διαφορά έναντι των υπολοίπων. Τις μικρότερες τιμές παρουσίασαν οι ράγες της επέμβασης Γ. Από τις μετρήσεις του **βάρους 50 ραγών** κατά την πλήρη ωρίμανση, το μεγαλύτερο βάρος μετρήθηκε επί της επέμβασης B με στατιστικά σημαντική διαφορά έναντι των υπολοίπων. Όσον αφορά τη **δύναμη πρόσφυσης** τη μεγαλύτερη τιμή παρουσίασαν οι ράγες της επέμβασης A που διέφερε στατιστικά σημαντικά από τις υπόλοιπες, ενώ τη μικρότερη τιμή παρουσίασε η επέμβαση B. Κατά τη μέτρηση του **βάρους 100 γιγάρτων**, η μεγαλύτερη τιμή παρατηρήθηκε στην επέμβαση B, χωρίς ωστόσο να διαφέρει στατιστικά σημαντικά έναντι των υπολοίπων.

Από τις μηχανικές αναλύσεις των σταφυλών, οι οποίες πραγματοποιήθηκαν στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης προέκυψε ότι τις μεγαλύτερες **διαστάσεις σταφυλής** παρουσίασαν εκείνες της επέμβασης B, διαφέροντας στατιστικά σημαντικά από αυτές των υπόλοιπων επεμβάσεων. Το ίδιο αποτέλεσμα είχαν οι αναλύσεις του **βάρους σταφυλής**. Από την ανάλυση των δεδομένων προέκυψε ότι όσο αυξάνεται το μέσο βάρος σταφυλής τόσο καθυστερεί η ωρίμανση του φορτίου

Όπως μπορούμε να συμπεράνουμε, οι σταφυλές της επέμβασης B έχουν μεγαλύτερες διαστάσεις και βάρος, όπως και οι ράγες επί αυτών συγκριτικά με τις αντίστοιχες των υπόλοιπων επεμβάσεων. Αμπελογραφικά οι ράγες χαρακτηρίζονται ως μικρού μήκους και μέτριου μεγέθους, οι σταφυλές ως μεγάλες και τα γίγαρτα ως μικρά. Η μελέτη των παραπάνω χαρακτήρων εκτός από τη σύγκριση μεταξύ των τριών επεμβάσεων, δίνουν σημαντικές πληροφορίες για την ποιότητα των παραγόμενων οίνων. Για παράδειγμα όσο μικρότερο είναι το μέγεθος της ράγας τόσο μεγαλύτερος είναι ο λόγος μεταξύ φλοιού και σάρκας και τόσο καλύτερη η ποιότητα των παραγόμενων οίνων, αφού τα πιο σημαντικά συστατικά του χρώματος, του αρώματος και της γεύσης των παραγόμενων οίνων απαντούν στο φλοιό των ραγών. Επιπρόσθετα η δύναμη πρόσφυσης αποτελεί σημαντικό τεχνολογικό χαρακτήρα καθώς μας πληροφορεί σχετικά με την ευχέρεια αποχωρισμού του ποδίσκου από τη ράγα και την δημιουργία ή μη τραύματος στον φλοιό κατά την

εφαρμογή του μηχανικού τρυγητού, αλλά και κατά την αποβοστρύχωση. Επίσης σχετίζεται με τον βαθμό ωριμότητας, καθώς όταν η ράγα είναι πράσινη συγκρατείται ισχυρά στον ποδίσκο, ενώ στην πλήρη ωρίμανση, η απόσπαση του είναι ευχερέστερη (Σταυρακάκης, 2013).

Από τις μετρήσεις των γλευκογραφικών χαρακτηριστικών που πραγματοποιήθηκαν στα τρία στάδια της πορείας ωρίμανσης, προέκυψε ότι κατά τα στάδια της πράσινης ράγας και του περκασμού τη μεγαλύτερη **περιεκτικότητα σακχάρων** παρουσίασε η επέμβαση Γ, με στατιστικά σημαντική διαφορά έναντι των υπολοίπων, οι οποίες κινήθηκαν στα ίδια επίπεδα. Κατά την πλήρη ωρίμανση τη μεγαλύτερη περιεκτικότητα παρουσίασε η επέμβαση Α, διαφέροντας στατιστικά σημαντικά έναντι των υπολοίπων, ενώ η μικρότερη αντιστοιχεί στην επέμβαση Β. Βλέπουμε λοιπόν ότι κατά τα αρχικά στάδια της περιόδου ωρίμανσης υπήρξε μεγαλύτερη συσσώρευση σακχάρων στις ράγες της επέμβασης Γ, σε αντίθεση με την πλήρη ωρίμανση όπου η μεγαλύτερη συγκέντρωση παρατηρήθηκε στην επέμβαση Α.

Από την ανάλυση συσχέτισης των δεδομένων βρέθηκε ισχυρή αρνητική συσχέτιση μεταξύ της συγκέντρωσης των σακχάρων κατά το στάδιο της πλήρους ωρίμανσης και του μέσου βάρους σταφυλής καθώς και του δείκτη Ravaz, που σημαίνει ότι όσο αυξάνεται η παραγωγικότητα, παρατηρείται καθυστέρηση στην ωρίμανση. Αυτό μπορεί να εξηγηθεί μέσω της υπόθεσης ότι όσο αυξάνεται το φορτίο, τόσο εντείνεται οι ανάγκες για φωτοσυνθετικά προϊόντα με αποτέλεσμα αυτά να καθίστανται σε μικρότερο βαθμό διαθέσιμα στις υπάρχουσες σταφυλές (Delas, 2000).

Οι μετρήσεις της **ενεργής οξύτητας** κατά το στάδιο της πράσινης ράγας έδειξαν ότι η μεγαλύτερη τιμή αντιστοιχεί στην επέμβαση Α, με στατιστικά σημαντική διαφορά. Το ίδιο παρατηρήθηκε κατά τα στάδια του περκασμού και της πλήρους ωρίμανσης. Η μικρότερη δε τιμή αντιστοιχεί στην επέμβαση Β. Οι μετρήσεις της **ολικής οξύτητας** κατά το στάδιο της πράσινης ράγας έδειξαν ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των τριών επεμβάσεων. Κατά το στάδιο του περκασμού η μεγαλύτερη τιμή παρατηρήθηκε στην επέμβαση Β, διαφέροντας στατιστικά σημαντικά έναντι των υπολοίπων. Κατά το στάδιο της πλήρους ωρίμανσης η μικρότερη τιμή αντιστοιχεί στην επέμβαση Γ, η οποία διαφέρει στατιστικά σημαντικά από τις υπόλοιπες οι οποίες κινούνται στα ίδια επίπεδα.

Επιπλέον η παρατηρήθηκε μείωση της ογκομετρούμενης οξύτητας και αύξηση της ενεργής κατά την πορεία ωρίμανσης των ραγών.

Από την ανάλυση συσχέτισης μεταξύ των δεικτών ισορροπίας των πρέμων και των γλευκογραφικών χαρακτηριστικών, παρουσιάστηκε ισχυρή θετική συσχέτιση μεταξύ του δείκτη P και του μέσου βάρους κληματίδας με την ολική οξύτητα. Αν και σύμφωνα με διάφορες έρευνες (Smart 1985, Kliewer 1977, Dokoozlian 2002) η μεγάλη ζωηρότητα που έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση του φορτίου και τη σκίαση στη ζώνη καρποφορίας, οδηγεί στη μείωση της ολικής οξύτητας, εντούτοις στην προκειμένη περίπτωση ακολουθούν ανάλογη πορεία. Επιπλέον προέκυψε ισχυρή αρνητική συσχέτιση μεταξύ της ενεργού οξύτητας και του δείκτη Ravaz, και θετική με το δείκτη P και το μέσο βάρος κληματίδας. Επομένως η ενεργός οξύτητα αυξάνεται υπό συνθήκες μικρής παραγωγικότητας και υψηλής ζωηρότητας. Στο ίδιο συμπέρασμα κατέληξαν και οι Smart (1982, 1985), Kliewer (1977), Dokoozlian (2002) και Jackson (1986, 1994).

Από τις μετρήσεις της **περιεκτικότητας αργινίνης** στα τρία στάδια της πορείας ωρίμανσης προέκυψε ότι κατά το στάδιο της πράσινης ράγας τη μεγαλύτερη τιμή παρουσίασε η επέμβαση A με στατιστικά σημαντική διαφορά έναντι των υπολοίπων, ενώ τη μικρότερη τιμή παρουσίασε η επέμβαση B. Κατά το στάδιο του περκασμού η μεγαλύτερη τιμή παρατηρήθηκε στην επέμβαση Γ, διαφέροντας στατιστικά σημαντικά από τις υπόλοιπες οι οποίες κινούνται στα ίδια επίπεδα. Το ίδιο παρατηρήθηκε και στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης. Ακόμα παρατηρήθηκε έντονη αύξηση της περιεκτικότητας σε αργινίνη μετά το στάδιο του περκασμού. Επιπλέον η τιμή της συγκέντρωσης της κατά το στάδιο της πλήρους ωρίμανσης υποδηλώνει επάρκεια αργινίνης και κατ' επέκταση αζωτούχου θρέψης, καθώς όπως αναφέρεται η φύση του μορίου της μας επιτρέπει να την χρησιμοποιήσουμε ως δείκτη αζωτούχου θρέψης των πρέμων. Σύμφωνα με ερευνητική εργασία του Σταυρακάκη τα κρίσιμα επίπεδα έλλειψης όπως προσδιορίστηκαν στο χυμό των ώριμων ραγών σε πείραμα λίπανσης κυμάνθηκαν από 0,28 έως 0,4 mg/ml και τα επίπεδα επάρκειας από 0,45 έως 0,78mg/ml για την ποικιλία Σαββατιανό. Σύμφωνα με την ερευνητική εργασία του Παπαδημητρίου (2016) στην ποικιλία Σαββατιανό μεταξύ συμβατικής και βιολογικής καλλιέργειας, τα επίπεδα της αργινίνης στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης κυμάνθηκαν μεταξύ 0,14 και 0,23mg/ml. Ο Ζαχαρόπουλος

(2016) αναφέρει ότι τα επίπεδα αργινίνης στο ίδιο στάδιο κυμάνθηκαν μεταξύ 0,74 και 0,78mg/ml.

Από την ανάλυση συσχέτισης μεταξύ των δεδομένων προέκυψε ισχυρή αρνητική συσχέτιση της συγκέντρωσης αργινίνης με το δείκτη P και το μέσο βάρος κληματίδας. Όσο αυξάνεται ο δείκτης τόσο αυξάνεται η ζωηρότητα της βλάστησης έναντι της καρποφορίας, με αποτέλεσμα τη μείωση του φορτίου και τη μείωση της συγκέντρωσης αργινίνης. Στο ίδιο συμπέρασμα κατέληξαν οι Kliewer and Ough (1970) σε έρευνα που πραγματοποίησαν πάνω στην επίδραση του φορτίου στη συγκέντρωση της αργινίνης στην ποικιλία Thomson Seedless. Σε αντίθετο συμπέρασμα κατέληξαν οι Kliewer and Lider (1970) που παρατήρησαν αύξηση της συγκέντρωσης αργινίνης στις σταφυλές της ποικιλίας Σουλτανίνας υπό συνθήκες μεγάλης ζωηρότητας και χαμηλής έντασης φωτός.

Από τις μετρήσεις της **περιεκτικότητας προλίνης** στα τρία στάδια της πορείας ωρίμανσης προέκυψε ότι κατά το στάδιο της πράσινης ράγας δεν παρουσιάστηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των τριών επεμβάσεων. Κατά το στάδιο του περκασμού τη μεγαλύτερη τιμή παρουσίασε η επέμβαση Α, διαφέροντας στατιστικά σημαντικά από τις υπόλοιπες, ενώ τη μικρότερη τιμή παρουσίασε η επέμβαση Γ. Τέλος κατά το στάδιο της πλήρους ωρίμανσης τη μικρότερη τιμή παρουσίασε η επέμβαση Β, η οποία διέφερε στατιστικά σημαντικά από τις υπόλοιπες οι οποίες βρίσκονται στα ίδια επίπεδα. Η προλίνη παρουσίασε αυξητική πορεία κατά την εξέλιξη της ωρίμανσης, η οποία εκδηλώθηκε έντονα μετά τον περκασμό. Σύμφωνα με την ερευνητική εργασία του Παπαδημητρίου (2016) τα επίπεδα της προλίνης στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης κυμάνθηκαν μεταξύ 0,16 και 0,17mg/ml. Ο Ζαχαρόπουλος (2016) βρήκε ότι τα επίπεδα προλίνης στο ίδιο στάδιο κυμάνθηκαν μεταξύ 0,22 και 0,25mg/ml. Και οι δύο εργασίες πραγματοποιήθηκαν σε πρέμνα εγκατεστημένα στο νομό Αττικής, τα οποία ήταν εμβολιασμένα στο υποκείμενο 110R. Η εκτίμηση της προλίνης μας δίνει σημαντικές πληροφορίες για την καταπόνηση που υφίσταται το πρέμνο (Bertannini et al. 2006, Delauney and Verma 1993), καθώς η υδατική καταπόνηση οδηγεί σε εντονότερη αύξηση της συγκέντρωσης της στις ώριμες ράγες (Sánchez et al., 1998). Επομένως μπορούμε να υποθέσουμε ότι τυχόν διαφοροποιήσεις σε σύγκριση με τα αποτελέσματα άλλων ερευνών οφείλονται στις εδαφοκλιματικές ιδιότητες κάθε περιοχής, στο μικροκλίμα και το ποσοστό άρδευσης.

Από την ανάλυση συσχέτισης των δεδομένων προέκυψε ισχυρή αρνητική συσχέτιση μεταξύ της συγκέντρωσης της προλίνης στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης και της παραγωγικότητας των πρέμων, και θετική με την πυκνότητα των βλαστών. Δηλαδή όσο αυξάνεται η ζωηρότητα, η οποία προκαλεί σκίαση στη ζώνη καρποφορίας τόσο αυξάνεται η συγκέντρωση της προλίνης. Το ίδιο παρατηρήθηκε από τον Smart (1982) στην ποικιλία Cabernet Sauvignon.

Από τις μετρήσεις των **ολικών φαινολικών** στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης στους φλοιούς προέκυψε ότι τη μεγαλύτερη συγκέντρωση είχε η επέμβαση Α χωρίς ωστόσο να διαφέρει στατιστικά σημαντικά έναντι των υπόλοιπων. Το ίδιο ισχύει και για τις συγκεντρώσεις των ολικών φαινολικών στα γίγαρτα και στο γλεύκος. Επιπλέον διαπιστώθηκε ότι η μεγαλύτερη συγκέντρωση χωρεί στα γίγαρτα, ενώ η μικρότερη στο γλεύκος. Υψηλές τιμές εμφανίζουν και οι φλοιοί αποκλίνοντας ωστόσο σημαντικά μεταξύ των άλλων τμημάτων των ραγών. Από την ανάλυση συσχέτισης μεταξύ των δεδομένων προέκυψε ισχυρή θετική συσχέτιση μεταξύ των ολικών φαινολικών του γλεύκους με το μέσο βάρος κληματίδας, που σημαίνει ότι όσο αυξάνει η ζωηρότητα αυξάνονται τα ολικά φαινολικά του γλεύκους. Γενικά από την ανάλυση συσχέτισης προέκυψε αύξηση των ολικών φαινολικών αυξανόμενης της ζωηρότητας για ορισμένους δείκτες, αποτέλεσμα που έρχεται σε σύγκρουση με τα αντίστοιχα άλλων ερευνών (Smart 1982, 1985, Dokoozlian 2002, Charbonneau et al.1978). Αυτό πιθανότατα οφείλεται στην κατάσταση ισορροπίας στην οποία βρίσκονται τα πρέμνα.

Οι μετρήσεις των **ολικών φλαβανολών** στους φλοιούς και τα γίγαρτα έδειξαν ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των τριών επεμβάσεων. Παρατηρήθηκε ότι η μεγαλύτερη συγκέντρωση λαμβάνει χώρα στα γίγαρτα αποκλίνοντας σημαντικά από τις αντίστοιχες τιμές των φλοιών. Από την ανάλυση συσχέτισης μεταξύ των μεταβλητών προέκυψε αρνητική συσχέτιση μεταξύ των δύο μεγεθών. Επίσης οι ολικές φλαβανόλες των φλοιών παρουσίασαν ισχυρή θετική συσχέτιση με το δείκτη P και το μέσο βάρος κληματίδας, ενώ οι ολικές φλαβανόλες των γιγάρτων ισχυρή αρνητική συσχέτιση με το δείκτη P. Αυτό σημαίνει ότι όσο αυξάνεται η ζωηρότητα του πρέμνου φαίνεται να αυξάνεται η συγκέντρωση των ολικών φλαβανολών των φλοιών και να μειώνεται η αντίστοιχη στα γίγαρτα.

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων της συγκέντρωσης των **ολικών φλαβονοειδών** στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης έδειξαν ότι δεν υπάρχει

στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των τριών επεμβάσεων. Επίσης παρατηρήθηκε ότι η μεγαλύτερη συγκέντρωση λαμβάνει χώρα στα γίγαρτα. Από την ανάλυση συσχέτισης προέκυψε αρνητική συσχέτιση μεταξύ των συγκεντρώσεων των φλοιών και των γιγάρτων.

Από τις μετρήσεις των **ολικών φλαβονών και φλαβονολών** των φλοιών βρέθηκε ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των τριών επεμβάσεων. Η αντίστοιχη μέτρηση που πραγματοποιήθηκε στα γίγαρτα έδειξε ότι η μικρότερη τιμή αντιστοιχεί στην επέμβαση A, η οποία διαφέρει στατιστικά σημαντικά από τις υπόλοιπες που βρίσκονται στα ίδια επίπεδα. Η συγκέντρωση των ολικών φλαβονών και φλαβονολών είναι μεγαλύτερη στα γίγαρτα απ' ό τι στους φλοιούς. Επίσης παρουσιάστηκε ισχυρή θετική συσχέτιση μεταξύ της συγκέντρωσης των ολικών φλαβονών και φλαβονολών των φλοιών και της πυκνότητας της κόμης, ενώ αρνητική με την παραγωγικότητα. Αντίστροφη σχέση παρουσιάζει η συγκέντρωση στα γίγαρτα με τους παραπάνω δείκτες.

Οι μετρήσεις των **συμπυκνωμένων ταννινών** στους φλοιούς και τα γίγαρτα έδειξαν ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των τριών επεμβάσεων. Παρατηρήθηκε ότι τα γίγαρτα έχουν πολύ μεγαλύτερες συγκεντρώσεις συμπυκνωμένων ταννινών απ' ό τι οι φλοιοί. Από την ανάλυση συσχέτισης μεταξύ των δεδομένων προέκυψε ότι οι συμπυκνωμένες ταννίνες των γιγάρτων αυξάνονται αυξανόμενου του φορτίου και μειούμενης της πυκνότητας φυλλώματος.

Από τις **μετρήσεις των χαρακτηρισμών των πρέμων που σχετίζονται με την ευρωστία της αμπέλου** βρέθηκε να υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των τριών επεμβάσεων ως προς τις τιμές του **δείκτη Ravaz**, που ορίζεται ως ο λόγος του βάρους της παραγωγής των σταφυλών προς το βάρος των εξαιρούμενων κληματίδων κατά το χειμερινό κλάδεμα καρποφορίας. Η μεγαλύτερη τιμή αντιστοιχεί στην επέμβαση B, ενώ η μικρότερη στην επέμβαση A. Όλες οι τιμές κυμαίνονται μέσα στο εύρος που ορίζει πληθώρα ερευνών, ως εκείνο μέσα στο οποίο τα πρέμνα βρίσκονται σε επιθυμητό επίπεδο ισορροπίας. Οι τιμές των επεμβάσεων A και B βρίσκονται κοντά στα δύο άκρα, που ορίζουν το εύρος, δείχνοντας μια τάση προς ζωηρότητα και υπερπαραγωγή αντίστοιχα. Θα πρέπει να γίνει κατανοητό ότι οι τιμές του εύρους ορίστηκαν ύστερα από πληθώρα ερευνών και διαφέρουν ανάλογα με την ποικιλία και τις εδαφοκλιματικές συνθήκες, δηλαδή οι τιμές που ορίζει ο δείκτης Ravaz είναι ενδεικτικές και χρησιμοποιούνται ως μέτρο της ευρωστίας των πρέμων

του συγκεκριμένου αμπελώνα. Σύμφωνα με τους Smart and Robinson (1991) τιμές μεταξύ 4 και 10 αντιστοιχούν σε επιθυμητό επίπεδο ζωηρότητας και υποδηλώνουν ισορροπημένο πρέμνο. Οι Bravdo et al. (1984) αναφέρουν ότι όταν η τιμή του δείκτη είναι μεγαλύτερη από 10-12 για την ποικιλία Carignan τότε σαν αποτέλεσμα προκύπτει η υπερπαραγωγή και η μειωμένη ποιότητα των παραγόμενων προϊόντων. Για τους Bravdo et al. (1985) και Kliewer και Dokoozlian (2005) η ισορροπία επιτυγχάνεται όταν η τιμή του δείκτη κυμαίνεται μεταξύ 5 και 10, όμως για ποικιλίες υψηλής παραγωγικότητας (όπως το Cinsaut) κυμαίνεται από 4 έως 15 και για ποικιλίες με βλαστούς μεγάλου μήκους και πάχους (όπως οι Grenache και Syrah) από 3 έως 8 (Champagnol, 1984). Οι Smart et al. (1989) απέδειξαν την επίδραση του συστήματος μόρφωσης στην επίτευξη της ισορροπίας της αμπέλου, καθώς η χρήση του TK2T στην ποικιλία Cabernet Franc στη Νέα Ζηλανδία είχε ως αποτέλεσμα πιο ισορροπημένο αμπελώνα και παραγωγή ποιοτικότερου οίνου από αμπελώνα σε γραμμικό κορδόνι, με το δείκτη Ravaz να παίρνει τιμές 6,8 και 2,5 αντίστοιχα.

Σύμφωνα με την ανάλυση συσχέτισης των δεδομένων, ο δείκτης Ravaz παρουσιάζει ισχυρή αρνητική συσχέτιση με ορισμένα γλευκογραφικά χαρακτηριστικά τα οποία είναι τα σάκχαρα, η προλίνη, η ενεργός οξύτητα και οι ολικές φλαβόνες και φλαβονόλες των φλοιών. Δηλαδή αύξηση του δείκτη που αποδίδεται σε αύξηση του φορτίου υποδηλώνει πρέμνα των οποίων οι σταφυλές χαρακτηρίζονται από καθυστερημένη ωρίμανση, χαμηλή ενεργή οξύτητα, συγκέντρωση σακχάρων, αμινοξέων και φαινολικών ενώσεων. Επιπλέον παρουσιάζει ισχυρή αρνητική συσχέτιση με τους δείκτες αριθμός βλαστών ανά τρέχον μήκος βλάστησης, μέσος αριθμός κληματίδων και μέσο βάρος κλαδέματος, και θετική με τους δείκτες βάρος φορτίου ανά πρέμνο και μέσο βάρος σταφυλής. Τα αποτελέσματα των συσχετίσεων επαληθεύουν τη θεωρία, καθώς μικρές τιμές υποδηλώνουν υπερβολική ζωηρότητα βλάστησης σε βάρος της παραγωγής, η οποία εκφράζεται με ζωηρούς βλαστούς, πληθώρα μεσοκάρδιων βλαστών και αυξημένη σκίαση στο εσωτερικό της κόμης των πρέμνων και στην περιοχή των σταφυλιών, ενώ αντίθετα μεγάλες τιμές υποδεικνύουν υπερπαραγωγή των πρέμνων.

Οι τιμές του **δείκτη P**, δηλαδή του βάρους των εξαιρούμενων κληματίδων κατά το χειμερινό κλάδεμα καρποφορίας ανά τρέχον μέτρο φυλλώματος, έδειξαν ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των τριών επεμβάσεων. Συγκεκριμένα προέκυψε ότι η μεγαλύτερη τιμή του δείκτη αντιστοιχεί στην

επέμβαση Α, ενώ η μικρότερη στην επέμβαση Γ. Όλες οι τιμές βρίσκονται μέσα στο εύρος (0,3-1 kg/m) που ορίζει το επιθυμητό επίπεδο ισορροπίας σύμφωνα με τη μεθοδολογία που ακολουθήθηκε (Smart 1973, Smart and Robinson 1991, Kliewer και Dokoozlian 2010). Ωστόσο μέσα στο βέλτιστο εύρος (0,3-0,6 kg/m) βρίσκονται μόνο οι τιμές των επεμβάσεων Β και Γ, χωρίς να σημαίνει ότι η τιμή της επέμβασης Α αντιστοιχεί σε πρέμνα μεγάλης ζωηρότητας, σίγουρα όμως μεγαλύτερης των υπολοίπων, καθώς υψηλές τιμές υποδεικνύουν αυξημένη ζωηρότητα βλάστησης και ανισορροπία και τιμές μικρότερες του εύρους υποδηλώνουν χαμηλή ζωηρότητα και ανεπαρκή ανάπτυξη φυλλώματος. Όπως μπορούμε να διαπιστώσουμε οι τιμές και των δύο δεικτών (Ravaz και P) μας δείχνουν ότι τα πρέμνα που εξετάζονται είναι ισορροπημένα, και η επέμβαση Α εμφανίζει μια τάση προς ζωηρότητα.

Από την ανάλυση συσχέτισης μεταξύ των δεδομένων προέκυψε ότι ο δείκτης P παρουσιάζει ισχυρή αρνητική συσχέτιση με το αμινοξύ αργινίνη, ισχυρή θετική συσχέτιση με τα σάκχαρα, την ολική οξύτητα, τις ολικές φλαβανόλες των φλοιών. Ωστόσο σύμφωνα με τους Smart (1985), Dokoozlian (2002) και Charbonneau et al. (1978) η σκίαση λόγω υπερβάλλουσας ζωηρότητας οδηγεί σε αύξηση της ενεργής οξύτητας και σε μείωση της συγκέντρωσης των σακχάρων και των φαινολών. Επίσης σύμφωνα με τους Kliewer and Lider (1970) οδηγεί σε αύξηση της αργινίνης. Τέλος σύμφωνα με τους Kliewer (1977) και Dokoozlian (2002) οδηγεί σε αύξηση της ολικής οξύτητας, ενώ σύμφωνα με το Smart (1982) σε μείωση αυτής. Τα αποτελέσματα της συσχέτισης αντικρούουν τα δεδομένα άλλων ερευνών, γεγονός που μάλλον οφείλεται στην κατάσταση ισορροπίας που βρίσκονται τα εξεταζόμενα πρέμνα, ή θα πρέπει να γίνει προσαρμογή των τιμών του εύρους του δείκτη στην ποικιλία Σαββατιανό.

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων του **μέσου βάρους κληματίδας** έδειξαν ότι η μεγαλύτερη τιμή αντιστοιχεί στην επέμβαση Β, η οποία διαφέρει στατιστικά σημαντικά από τις υπόλοιπες. Αντίστοιχα τη μικρότερη τιμή παρουσιάζει η επέμβαση Γ. Παρά τις σημαντικές διαφορές που ανιχνεύθηκαν, όλες οι τιμές βρίσκονται μέσα στο εύρος 20-70 g που ορίζει το επιθυμητό επίπεδο ζωηρότητας σύμφωνα με τη μεθοδολογία που ακολουθήθηκε, επομένως υπάρχει ευνοϊκό μικροκλίμα στην περιοχή του φυλλώματος, καθώς το μέσο βάρος κληματίδας αποτελεί ένα χρήσιμο δείκτη της επαρκούς ή υπερβάλλουσας ζωηρότητας. Υψηλές τιμές του δείκτη υποδηλώνουν μεγάλου μήκους βλαστούς, με μεγάλο πάχος έλικες,

μεγάλα φύλλα και πολλούς μεσοκάρδιους. Ωστόσο οι τιμές βρίσκονται εκτός του βέλτιστου εύρους το οποίο σύμφωνα με τον Smart (2001) είναι 35-45 g, ενώ για τον Reynolds (2001) 25-40 g.

Από την ανάλυση συσχέτισης μεταξύ του μέσου βάρους κληματίδας και των γλευκογραφικών χαρακτηριστικών προέκυψε ισχυρή θετική συσχέτιση μεταξύ του δείκτη και της ολικής οξύτητας, των ολικών φαινολικών του γλεύκους και των ολικών φλαβονολών των φλοιών, και αρνητική με τη συγκέντρωση προλίνης, αργινίνης και ολικών φλαβονών και φλαβονολών των γιγάρτων. Επίσης σύμφωνα με τον Πίνακα II παρουσίασε ισχυρά θετική συσχέτιση με το μέσο βάρος σταφυλής. Ωστόσο σύμφωνα με τους Smart (1985), Dokoozlian (2002) και Charbonneau et al. (1978) η σκίαση λόγω υπερβάλλουσας ζοηρότητας οδηγεί σε μείωση της συγκέντρωσης των φαινολών. Επίσης σύμφωνα με τους Kliewer and Lider (1970) η αύξηση της ζοηρότητας οδηγεί σε αύξηση της αργινίνης. Όσον αφορά την προλίνη το ίδιο παρατηρήθηκε από τον Smart (1982) στην ποικιλία Cabernet Sauvignon. Τέλος σύμφωνα με τους Kliewer (1977) και Dokoozlian (2002) οδηγεί σε αύξηση της ολικής οξύτητας, ενώ σύμφωνα με το Smart (1982) σε μείωση αυτής. Τα αποτελέσματα της συσχέτισης αντικρούουν τα δεδομένα άλλων ερευνών, γεγονός που μάλλον οφείλεται στην κατάσταση ισορροπίας που βρίσκονται τα εξεταζόμενα πρέμνα, ή θα πρέπει να γίνει προσαρμογή των τιμών του εύρους του δείκτη στην ποικιλία Σαββατιανό.

Οι μετρήσεις της **εξωτερικής επιφάνειας φυλλώματος** έδειξαν ότι η μεγαλύτερη τιμή αντιστοιχεί στην επέμβαση B, η οποία διαφέρει στατιστικά σημαντικά από τις υπόλοιπες επεμβάσεις. Η μικρότερη τιμή αντιστοιχεί στην επέμβαση A. Σύμφωνα με τη μεθοδολογία που ακολουθήθηκε οι τιμές διαφέρουν από τη βέλτιστη θεωρητική τιμή αλλά όχι σημαντικά. Αυτό σημαίνει ότι το φυλλικό τείχος δέχεται επαρκή ηλιακή ακτινοβολία. Πιο κοντά στη βέλτιστη τιμή βρίσκονται τα πρέμνα της επέμβασης B. Από την ερμηνεία της ανάλυσης συσχέτισης προέκυψε ότι υπό συνθήκες έντονης σκίασης των σταφυλών που δημιουργούνται από αύξηση της φυλλικής επιφάνειας, παρατηρείται καθυστέρηση της ωρίμανσης, μείωση της συγκέντρωσης των σακχάρων, της προλίνης, των ολικών φλαβονών και φλαβονολών των φλοιών και της ενεργής οξύτητας.

Από τις μετρήσεις του λόγου **ύψος φυλλώματος προς πλάτος φύτευσης** προέκυψε ότι η μεγαλύτερη τιμή αντιστοιχεί στην επέμβαση B, η οποία διαφέρει

στατιστικά σημαντικά από τις υπόλοιπες, οι οποίες βρίσκονται στα ίδια επίπεδα τιμών. Σύμφωνα με τους Smart and Robinson (1991) με τον τύπο προσδιορίζεται ο βαθμός σκίασης του φυλλώματος η βέλτιστη τιμή του οποίου είναι 1. Όταν ο λόγος είναι μικρότερος του 1 τότε η σκίαση στη βάση της κόμης είναι μεγάλη. Όταν είναι μικρότερος της βέλτιστης τιμής, όπως στην περίπτωση που εξετάζουμε, δεν υπάρχει παρεμπόδιση της ηλιακής ακτινοβολίας. Από την ανάλυση συσχέτισης προέκυψε ότι παρουσιάζει αρνητική συσχέτιση με τα σάκχαρα, την ενεργό οξύτητα, τη συγκέντρωση αμινοξέων και φαινολικών ενώσεων των φλοιών που σημαίνει ότι υπό συνθήκες έντονης σκίασης των σταφυλών στη ζώνη καρποφορίας παρατηρείται καθυστέρηση της ωρίμανσης.

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων του **αριθμού βλαστών ανά τρέχον μέτρο βλάστησης** έδειξαν ότι η μικρότερη τιμή αντιστοιχεί στην επέμβαση Β, η οποία διαφέρει στατιστικά σημαντικά από τις υπόλοιπες. Η μεγαλύτερη τιμή αντιστοιχεί στην επέμβαση Α. Παρά τις σημαντικές διαφορές που ανιχνεύθηκαν, οι τιμές βρίσκονται μέσα στο εύρος που ορίζει το επιθυμητό επίπεδο ζωηρότητας σύμφωνα με τη μεθοδολογία που ακολουθήθηκε, επομένως υπάρχει ευνοϊκό μικροκλίμα στην περιοχή του φυλλώματος. Συγκεκριμένα σύμφωνα με τους Smart and Robinson (1991), Smart (1988) και Reynolds et al. (1994) στα γραμμικά συστήματα μόρφωσης δημιουργείται ευνοϊκό μικροκλίμα όταν ο αριθμός των βλαστών ανά μέτρο γραμμής φύτευσης κυμαίνεται μεταξύ 15 και 25, ενώ μικρότερη (10-12) ή μεγαλύτερη (>25) πυκνότητα βλαστών συμβάλλει στην υπερβολική ζωηρότητα των βλαστών και την έντονη σκίαση. Από την ανάλυση συσχέτισης μεταξύ των δεδομένων προέκυψε ότι ο αριθμός βλαστών ανά τρέχον μήκος βλάστησης παρουσίασε ισχυρή θετική συσχέτιση με τη συγκέντρωση προλίνης. Στο ίδιο συμπέρασμα οδηγήθηκαν οι Kliewer and Ough (1970) σε έρευνα που πραγματοποίησαν πάνω στην επίδραση της πυκνότητας φυλλώματος στη συγκέντρωση των αμινοξέων στην ποικιλία Thomson Seedless. Επίσης βρέθηκε ότι όσο αυξάνεται η πυκνότητα φυλλώματος μειώνεται το μέσο βάρος σταφυλής και το μέσο βάρος κληματίδων. Παρόμοια αποτελέσματα βρήκαν οι Reynolds et al. (1994) σε έρευνα που αφορούσε την επίδραση της πυκνότητας βλαστών στους χαρακτήρες της ποικιλίας Riesling.

Οι μετρήσεις της **απόδοσης ανά πρέμνο** έδειξαν ότι η μεγαλύτερη τιμή αντιστοιχεί στα πρέμνα της επέμβασης Β, η οποία διαφέρει στατιστικά σημαντικά από τις υπόλοιπες οι οποίες βρίσκονται στα ίδια επίπεδα τιμών. Η μέση παραγωγή

σταφυλών ανά πρέμνο κυμάνθηκε από 5,7 έως 9,3 kg. Από την ανάλυση συσχέτισης προέκυψε ότι τα πιο παραγωγικά πρέμνα εμφάνισαν καθυστερημένη ωρίμανση, χωρίς ωστόσο να υπάρχει ισχυρή συσχέτιση με τα γλευκογραφικά χαρακτηριστικά, πλην της συγκέντρωσης της προλίνης. Επίσης ισχυρή θετική συσχέτιση βρέθηκε μεταξύ του φορτίου ανά πρέμνο και του μέσου βάρους σταφυλής. Τα παραπάνω μπορούν να εξηγηθούν μέσω της υπόθεσης ότι όσο μειώνεται το φορτίο, τόσο μικρότερος είναι ο ανταγωνισμός μεταξύ των σταφυλών για φωτοσυνθετικά προϊόντα και αζωτούχες ενώσεις, με αποτέλεσμα αυτά να είναι διαθέσιμα στις υπάρχουσες μικρότερου αριθμού σταφυλές.

Από τις μετρήσεις του μέσου **βάρους κληματίδων ανά πρέμνο** προέκυψε ότι η μεγαλύτερη τιμή αντιστοιχεί στην επέμβαση Α, η οποία διαφέρει στατιστικά σημαντικά από τις υπόλοιπες. Αντίστοιχα η μικρότερη τιμή παρουσιάστηκε στην επέμβαση Γ. Τα αποτελέσματα των μετρήσεων του **αριθμού κληματίδων ανά πρέμνο** έδειξαν ότι η μικρότερη τιμή αντιστοιχεί στην επέμβαση Β, η οποία διαφέρει στατιστικά σημαντικά από τις υπόλοιπες. Η μεγαλύτερη τιμή αντιστοιχεί στην επέμβαση Α. Από την ανάλυση των δεδομένων ο μέσος αριθμός κληματίδων βρέθηκε να συσχετίζεται θετικά με την ενεργό οξύτητα και τη συγκέντρωση σακχάρων, προλίνης, ολικών φλαβονών και φλαβονολών των γιγάρτων και συμπυκνωμένων ταννινών των γιγάρτων. Επίσης έχει αρνητική συσχέτιση με την εξωτερική επιφάνεια φυλλώματος και το μέσο βάρος σταφυλής, και θετική με τον αριθμό των βλαστών ανά μήκος βλάστησης και το μέσο βάρος κλαδέματος.

5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Οι συσχετίσεις μεταξύ των χαρακτήρων των πρέμνων, των δεικτών ισορροπίας και των γλευκογραφικών χαρακτηριστικών των ραγών, έδωσαν σημαντικές πληροφορίες για τον τρόπο που η ισορροπία της αμπέλου επηρεάζει το τελικό προϊόν. Οι δείκτες ισορροπίας μας δίνουν σημαντικές πληροφορίες σχετικά με τη διαχείριση της βλάστησης, δηλαδή τι αμπελοκομικές επεμβάσεις θα πρέπει να πραγματοποιηθούν προκειμένου να έχουμε ένα ισορροπημένο πρέμνο. Η εφαρμογή των αρχών επίτευξης της ισορροπίας στο αμπέλι είναι πολύπλοκη για αρκετούς λόγους. Ένας από αυτούς είναι ότι το αμπέλι είναι ένα πολυετές φυτό και συνεπώς οποιαδήποτε επίδραση αρνητική ή θετική η οποία οφείλεται στην διαχείριση μιας χρονιάς, θα έχει επίδραση στις επόμενες χρονιές. Ακόμα ένας λόγος είναι η μεγάλη μεταβλητότητα των καιρικών συνθηκών μεταξύ δύο καλλιεργητικών περιόδων σε ορισμένες περιοχές. Ένα ακόμα συμπέρασμα είναι ότι η χρήση ενός και μόνο δείκτη δεν μας δίνει ακριβείς πληροφορίες για τις συνθήκες υπό τις οποίες διαμορφώνονται οι μεταβολές στην ισορροπία και συνεπώς δεν μας δείχνει τους ποικίλους τρόπους με τους οποίους μπορούμε να επέμβουμε. Για παράδειγμα ο δείκτης Ravaz αν και είναι ένας χρήσιμος δείκτης, όταν η τιμή του είναι πολύ μικρή ή πολύ υψηλή, μπορούμε να επέμβουμε και να πραγματοποιήσουμε διορθώσεις μόνο στην περίοδο του χειμερινού κλαδέματος καρποφορίας ή κατά την επόμενη καλλιεργητική περίοδο. Επομένως όσο περισσότερους από τους δείκτες εφαρμόσουμε καθόλη τη διάρκεια ενός παραγωγικού έτους, τόσο καλύτερη θα είναι η συνολική εικόνα που θα έχουμε για τον αμπελώνα.

Παρότι δεν παρουσιάστηκε ανισορροπία μεταξύ των επεμβάσεων, εντούτοις θα πρέπει να αναλογιστούμε αν οι τιμές των δεικτών και τα εύρη αυτών που χρησιμοποιήθηκαν για να χαρακτηρίσουν την κατάσταση ισορροπίας των πρέμνων ανταποκρίνονται στην πραγματικότητα και μπορούν να εφαρμοστούν για τη συγκεκριμένη ποικιλία ως έχουν. Θεωρώ ότι για αυτό το λόγο, καθώς και για την ανάδειξη της σημαντικότητας των πληροφοριών που μας παρέχουν οι δείκτες, είναι αναγκαία η πραγματοποίηση συμπληρωματικών ερευνών με περισσότερες επεμβάσεις σε διαφορετικούς αμπελώνες και με την εφαρμογή διαφορετικών αμπελοκομικών επεμβάσεων σε καθέναν από αυτούς. Ενδιαφέρον επίσης θα παρουσίαζε η σύγκριση δεδομένων από μετρήσεις που θα λαμβάνονταν επιτόπου

στον αμπελώνα με δεδομένα από εφαρμογή γεωργίας ακριβείας (π.χ. με χρήση drones), καθώς και η συσχέτιση τους με τα χαρακτηριστικά των οίνων που θα παράγονταν από τις σταφυλές των πρέμων στα οποία θα πραγματοποιούνταν οι υπολοίπες μετρήσεις.

Παράρτημα

*Ακολουθούν οι Πίνακες I και II Συσχέτισης Αποτελεσμάτων

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Adams O.D. 2006.** Phenolics and ripening in grape berries. (From the ASEV Phenolics Symposium). *American Journal of Enology and Viticulture*, 57:3, 249-256.
- Amerine, M.A., Ough, C.S. 1980.** Methods for analysis of musts and wines. John Wiley and Sons, N.Y., 341.
- Arnó, J., Bordes, X., Ribes-Dasi, M., Blanco, R., Rosell, J. R., & Esteve, J. 2005.** Obtaining grape yield maps and analysis of within-field variability in Raimat (Spain). *Precision Agriculture'05. Proceedings of the 5th European conference on precision agriculture*, 899–906
- Ashton J. Delauney, Desh Pals Verma. 1993.** Proline biosynthesis and osmoregulation in plants. *The Plants Journal*
- Bath, G.I., Bell, C.J., Lloyd, H.L. 1991.** Arginine as an indicator of the nitrogen status of wine grapes. In: *International symposium on nitrogen in grapes and wine*. Rantz, J.M.(Ed.), Am. Soc. Enol. Vitic., Davis, C.A., 202-205.
- Bell, A.A., Ough, C.S., Kliewer, W.M. 1979.** Effects on must and wine composition, rates of fermentation, and wine quality of nitrogen fertilization of *Vitis vinifera* var. Thompson seedless grapevines., *Am. J. Enol. Vitic.*, 30(2), 124-129
- Bertamini, M., Zulini, L., Muthuchelian, K., and Nedunchezian, N. (2006).** Effect of water deficit on photosynthetic and other physiological responses in grapevine (*Vitis vinifera* L. cv. Riesling) plants. *Photosynthetica* 44, 151–154
- Bonner, J., Varner, J. 1976.** Amino acid biosynthesis and its regulation. In: *Plant Biochemistry*. Academic Press, 525-531
- Boss, P.K., Davies, C. 2001.** Molecular biology of sugar and anthocyanin accumulation in grape berries. In: Roubelakis-Angelakis K.A (Eds) *Molecular Biology & Technology of the Grapevine*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, 1-33
- Bravdo B., Hepner Y. 1984.** Effect of crop level in a high-yielding Carignan vineyard, *American Journal of Enology and Viticulture*, 35, 247-252
- Bravdo B., Hepner Y., Loinger C., Cohen S., Tabacman H. 1985.** Effect of crop level and crop load on growth yield, must and wine composition and quality of Cabernet Sauvignon, *American Journal of Enology and Viticulture*, 36(2)

- Champagnol F.J. 1988.** Role du potassium dans la physiologie de la vigne. *Progres. Agr. Et Vitic.* 105:19, 431-438
- Clingeffer P.R., Possingham J.V. 1987.** The role of minimal pruning of cordon trained vines in canopy management and its adoption in Australian viticulture. *Aust. Grapegrower and Winemaker* 280: 7-10
- Conde, C., Silva, P., Fontes, N., Dias, A.C.P., Tavares, R.M., Sousa, M.J., Agasse, A., Delrot, S., Geros, H., 2007,** Biochemical changes throughout grape berry development and fruit and wine quality. *Food* 1:1, 1-22
- Coombe, B.G., Dry, P.R., 1992.** *Viticulture. Volume 2. Practices. Winetitles.* Adelaide.
- Coombe, B.G., Monk, P.R., 1979.** Proline and abscisic acid content of the juice of ripe Riesling grape berries: Effect of irrigation during harvest. *American Journal of Enology and Viticulture*, 30, 64-67
- 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., & McCarthy, M. G. 2000.** Dynamics of grape berry growth and physiology of ripening. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 6(2), 131–135.
- Conde C., Silva P., Fontes N., Dias A.C.P., Tavares R.M., Sousa M.J., Agasse A., Derlot S. and Gerós H. 2007.** Biochemical Changes throughout Grape Berry Development and Fruit and Wine Quality. *Global Science Books, Food* 1, 1-22
- Considine J.A. and Knox R.B. 1981.** Tissue origins, cell lineages and patterns of cell division in the developing dermal systems of the fruit of *Vitis vinifera* L. *Planta*, 151, 403-412
- Considine J.A. and Knox R.B. 1979.** Development and histochemistry of the cells, cell walls and cuticle of the dermal system of fruit of the grape, *Vitis vinifera* L. *Protoplasma*, 99, 347-365
- Cortell, J.M., 2006.** Influence of vine vigor and shading in Pinot noir (*Vitis vinifera* L.) on the concentration and composition of phenolic compounds in grapes and wine. *Dissertation.*

- Davies Chr., Robinson P.S., 1996.** Sugar accumulation in grape berries. Cloning of two putative vacuolar invertase cDNAs and their expression in grapevine tissues. *Plant Physiology*, 111, 275-283.
- Deltrot S., Mendrano H., Or W., Bavaresco L., Grando S. 2010.** Methodologies and results in grapevine research,
- Douglas A. 2005.** Phenolics and ripening in grape berries. *Am. J. Enol. Vitic.* 57:3 2006
- Dokoozlian N.K., 2002.** Table grape berry growth and development: A Review, *Grape Notes*
- Dokoozlian N.K., Kliewer W.M. 1996.** Influence of light on grape berry growth and composition varies during fruit development, *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 121(5), 869-874
- Dokoozlian N.K., Kliewer W.M. 2005.** Leaf Area/Crop Weight Ratios of Grapevines: Influence on Fruit Composition and Wine Quality, *Am J Enol Vitic.* June 2005 56: 170-181
- Gallet P.1980.** Précis de viticulture
- Howell G.S. 2001.** Sunstainable grape productivity and the growth-yield relationship: a review, *Am. J. Enol. Vitic.*, 52, 165-174
- Huang, Z., Ough, C.S. 1989.** Effect of vineyard location, varieties and rootstocks on the juice amino acid composition of several cultivars. *Am. Soc. Enol. Vitic.*, 40, 135-139
- Huang, Z., Ough, C.S. 1991.,** Amino acid profiles of commercial grape juices and wines. *Am. J. Enol. Vitic.*, 42(3): 261-267.
- Iland, P.G., Cynkar, W., Francis, I.L., Williams, P.J., Coombe, B.G. 1996.** Optimisation of methods for the determination of total and red free glycosylglucose in black grape berries of *Vitis vinifera*. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 2, 171-178
- Jackson, R. S. (2008).** *Wine science: principles and applications.* Amsterdam: Elsevier, 2008.
- Keller, M., Hrazdina, G. 1998.** Interaction of Nitrogen Availability During Bloom and Light Intensity During Veraison. II. Effects on Anthocyanin and Phenolic

Development During Grape Ripening. *American Journal of Enology and Viticulture* 49:3, 341-349

Keller, M. 2005. Grape ripening and determination of grape maturity. 33rd Annual New York Wine, Industry Workshop, 119-123

Kennedy J.A. 2002. Understanding Grape Berry Development. *Practical winery and vineyard magazine*.

Kennedy, J. A., Hayasaka, Y., Vidal, S., Waters, E. J., & Jones, G. P. 2001. Composition of grape skin proanthocyanidins at different stages of berry development. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(11), 5348–5355.

Kennedy J.A., Matthews M.A., Waterhouse A.L. 2002. Effect of maturity and vine water status on grape skin and wine flavonoids, *Am. J. Enol. Vitic.* 53, 268 – 274

Kennedy J.A., Matthews A.M., Waterhouse L.A. 2000. Changes in grape seed polyphenols during fruit ripening. *Phytochemistry*, 55, 77-85

Kishor P.B.K., Sangam S., Amrutha R.N., Sri Laxmi P., Naidu K.R., Rao K.R.S.S., Rao S., Reddy K.J. Theriappan P., Sreenivasulu N. 2005. Regulation of proline biosynthesis, degradation, uptake and transport in higher plants: its implications in plant growth and abiotic stress tolerance. *Cur. Sci.* 88, 424-438

Kliwer, W.M. 1964. Influence of environment on metabolism of organic acids and carbohydrates in *Vitis vinifera*. I. Temperature. *Plant Physiol.*, 39(6), 869-880.

Kliwer, W.M. 1967. Annual cyclic changes in the concentration of free amino acids in grapevines. *Am. J. Enol. Vitic.*, 19, 126-137.

Kliwer, W.M. 1968. Changes in the concentration of free amino acids in grape berries during maturation. *Am. J. Enol. Vitic.*, 19, 166-174.

Kliwer, W.M. 1969. Free amino acids and other nitrogenous substances of table grape varieties. *J. Food Sci.*, 34, 274-278.

Kliwer, W.M. 1970. Free amino acids and other nitrogenous fractions in wine grapes. *J. Food Sci.*, 35, 17-21

Kliwer, W.M. 1971. Effect of nitrogen on growth and composition of fruits from ‘Thompson seedless’ grapevines. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.*, 96(6), 816-819

Kliwer, W.M. 1977. Influence of temperature, solar radiation and nitrogen on coloration and composition of ‘Emperor’ grapes. *Am. J. Enol. Vitic.*, 28, 96-103

Kliwer, W.M. 1991. Methods for determining the nitrogen status of vineyards. In: *International symposium on nitrogen in grapes and wine*. Rantz, J.M.(Ed.), Am. Soc.

Enol. Vitic., Davis, C.A., 133-147

Kliewer, W.M., Cook, J.A. 1971. Arginine and total free amino acids as indicators of the nitrogen status of grapevines. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.*, 96(5), 581-587

Kliewer, W.M. , Ough, C.S. 1970. The effect of leaf area and crop level on the concentrations of amino acids and total nitrogen in Thompson Seedless grapes. *Vitis*, 9, 196-206

Κουράκου - Δραγώνα Σ. 1998. Θέματα Οινολογίας. Εκδ. Τροχαλία, Αθήνα.

Leeuwen C., Seguin G. 2006. The concept of terroir in Viticulture. *Journal of Wine Research*, 1, 1-10

Mullins, M.G., Bouquet, A. , Williams, L.E.1992. *Biology of Horticultural crops. Biology of the grapevine.* Press Syndicate of the University of Cambridge.

Νταβίδης Ο.Ξ. 1977. Στοιχεία Γενικής Αμπελουργίας, Αθήνα

Ojeda H., Carbonneau A., Deloire A., Romieu C. 1999., Berry development of grapevines: Relationship between the growth of berries and their DNA content indicate cell multiplication and enlargement, *Vitis* 38(4), 145-150

Olat N. et al. 2002. Grape berry development, *J. I. Sci. Vigne Vin*, 36(3), 109-131

Ough C.S. 1968. Proline content of grapes and wines. *Vitis* 7, 321-331

Possner D.R.E., Kliewer W.M. 1985. The localization of acids, sugars, potassium and calcium in developing grape berries. *Vitis* 24, 229-240

Reuter D. J., Robinson J.B. 1986. *Plant analysis : An interpretation manual*, Inkata Press, 1986

Reynolds A.G. 2010. *Managing wine quality*, Woodhead Publishing Limited

Ribéreau-Gayon, P., Glories, Y., Maujean, A., & Dubourdieu, D. 1998. *Handbook of enology: the chemistry of wine stabilization and treatments (Vol. 2).*

Ribéreau-Gayon, P., Glories, Y., Maujean, A., & Dubourdieu, D. 1998. *Handbook of enology: the microbiology of wine and vinifications (Vol. 1).*

Rodríguez Montealegre, R., Romero Peces, R., Chacón Vozmediano, J. L., Martínez Gascueña, J., & García Romero, E. 2006. Phenolic compounds in skins and seeds of ten grape *Vitis vinifera* varieties grown in a warm climate. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19(6–7), 687–693

Roubelakis-Angelakis, A.K. 1991. Amino acid and protein metabolism in *Vitis* spp..

In: International symposium on nitrogen in grapes and wine. Rantz, J.M.(Ed.), Am. Soc. Enol. Vitic., Davis, C.A., 52-61.

Roubelakis-Angelakis, K.A. and W.M. Kliewer. 1983. Ammonia assimilation in *Vitis vinifera* L. II. Leaf and root glutamine synthetase. *Vitis* 22: 299- 305.

Smart R.E. 1985. Principles of grapevine canopy microclimate manipulation with implications for yield and quality, *Am. J. Enol. Vitic.* 36:3, 230-239

Smart R.E., Dick J.K, Gravett I.M., Fisher B.M. 1989. Canopy management to improve grape yield and wine quality: Principles and practices, *S. Afric. J. Enol. Vitic.*, Vol 11(1)

Smart R.E., Robinson M. 1991. Sunlight into wine: a handbook for winegrape canopy management

Smart R.E., Robinson M., Brien C.J 1985. Canopy microclimate modification for the cultivar Shiraz II, Effect on must and wine composition. *Vitis* 24

Smart R.E., Smith S.M. 1988. Canopy management: Identifying the problems and canopy solutions, Proceedings Second International Cool Climate Viticulture and Oenology Symposium. Auckland, New Zealand January 1988

Stamatiadis S, Taskos D., Tsadila E., Christofides C., Schepers J.S. (2010). Comparison of passive and active canopy sensors for the estimation of vine biomass production. *Precision Agriculture*, 11, 306-315

Stines et al. 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

Σουφλερός, E.H. 1997. Οινολογία. Επιστήμη και Τεχνογνωσία. Τόμος I. Θεσσαλονίκη

Σταυρακάκης, M. N. 2013. Αμπελουργία. Εκδόσεις: ΤΡΟΠΗ.

Σταυρακάκης, M. N. 2015. Αμπελογραφία. Εκδόσεις: ΤΡΟΠΗ

Tucker C.J. 1979. Red and Photographic infrared linear combination for monitoring vegetation. 8(2), 127-150

Wermelinger B. 1991. Nitrogen dynamics in grapevine: Physiology and modeling. International Symposium on Nitrogen in Grapes and Wine, 1991

Wilson J.E. Terroir: The role of geology, climate and culture in the making of french wines

White R.E 2003. Soils for Fine Wines. Oxford University Press

White R.E 2009. Understanding vineyard soils. Oxford University Press

Ζαχαρόπουλος Χ. 2016. Επίδραση του υποκειμένου στην διακύμανση της συγκέντρωσης των αμινοξέων και φαινολικών συστατικών των ποικιλιών Σαββατιανό και Ασύρτικο – Μελέτη αμινοξέων και φαινολικού δυναμικού ορισμένων ελληνικών ποικιλιών οινοποιίας αμπέλου (*Vitis vinifera* L.)

Παπαδημητρίου Δ. 2015. Αξιολόγηση ποσοτικών και ποιοτικών χαρακτηριστικών βιολογικής και συμβατικής καλλιέργειας αμπέλου με χρήση συστήματος γεωργίας ακριβείας