



ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
AGRICULTURAL UNIVERSITY OF ATHENS

ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΟΥ

ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

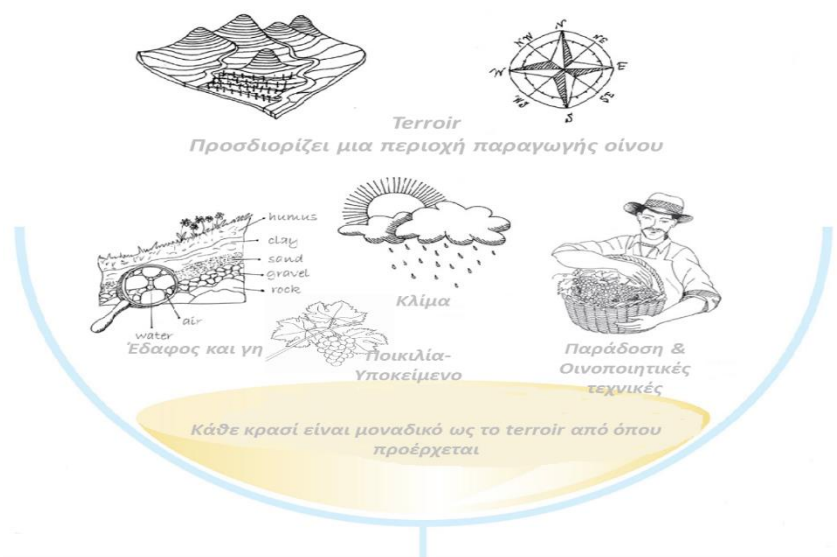
ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

«ΑΜΠΕΛΟΥΡΓΙΑ – ΟΙΝΟΛΟΓΙΑ»

Εργαστήριο Αμπελολογίας

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

«Μελέτη ορισμένων φυσιολογικών και γλευκογραφικών χαρακτηριστικών της ποικιλίας αμπέλου Αγιωργίτικο (*Vitis vinifera* L.) σε συνθήκες αμπελώνα.»



ΑΡΕΤΗ Μ. ΜΠΑΡΜΠΑΡΗ

ΑΘΗΝΑ 2019

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια: ΜΠΙΝΙΑΡΗ ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΟΥ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

«ΑΜΠΕΛΟΥΡΓΙΑ – ΟΙΝΟΛΟΓΙΑ»

Εργαστήριο Αμπελολογίας

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

«Μελέτη ορισμένων φυσιολογικών και γλευκογραφικών χαρακτηριστικών της ποικιλίας αμπέλου Αγιωργίτικο (*Vitis vinifera* L.) σε συνθήκες αμπελώνα.»

“Study of physical and musts-morphology characteristics of Agiorgitiko variety (*Vitis vinifera* L.) were examined, under vineyard conditions.”

ΑΡΕΤΗ Μ. ΜΠΑΡΜΠΑΡΗ

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια: ΜΠΙΝΙΑΡΗ ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ

Μέλη τριμελούς εξεταστικής επιτροπής:

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
Οιολογίας, Τμήματος Επιστήμης Τροφίμων και Διατροφής του Ανθρώπου
Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα μεταπτυχιακή μελέτη πραγματοποιήθηκε στο Εργαστήριο Αμπελολογίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών στα πλαίσια του Διατμηματικού Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών των συνεργαζόμενων τμημάτων Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων και Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής, αλλά και σε συνεργασία με το Οινοποιείο Λαφαζάνη στις Αρχαίες Κλεωνές.

Ευχαριστώ θερμά την επιβλέπουσα της μεταπτυχιακής μου μελέτης κα. Αικατερίνη Μπινιάρη, Καθηγήτρια και Διευθύντρια του Εργαστηρίου Αμπελολογίας, για τις γνώσεις, την καθοδήγηση και την ανεκτίμητη βοήθεια που μου πρόσφερε κατά την διάρκεια εκπόνησης της εργασίας αυτής.

Ευχαριστώ θερμά την κα. Δέσποινα Μπούζα για τις γνώσεις, την στήριξη, την πολύτιμη βοήθεια και την αμέριστη συμπαράσταση της όλα αυτά τα χρόνια, όπως επίσης και τον Γιάννη Δασκαλάκη για την βοήθεια που μου πρόσφερε.

Ένα μεγάλο ευχαριστώ για το οινοποιείο Λαφαζάνη και συγκεκριμένα τον κ. Σπύρο Λαφαζάνη και Βασίλη Λαφαζάνη για την συνεργασία που μου πρόσφεραν για την υλοποίηση αυτής της μελέτης και την εμπιστοσύνη που μου έδειξαν όλα αυτά τα χρόνια. Ακόμη ευχαριστώ θερμά τον Ιωάννη Κανάκη για την πολύτιμη βοήθεια του και τις γνώσεις που μου πρόσφερε καθώς επίσης και τους συνεργάτες του οινοποιείου για την βοήθεια τους.

Ένα ακόμα μεγάλο ευχαριστώ στον αγαπημένο και συνεργάτη Οινολόγο Κώστα Νοδάρα για τις γνώσεις, για όλα αυτά που με δίδαξε, την πολύτιμη βοήθεια και κυρίως για την αμέριστη συμπαράσταση του όλα αυτά τα χρόνια, όπου αποτελεί για μένα σύμβουλος της μέχρι τώρα πορείας μου.

Ένα πολύ μεγάλο ευχαριστώ στους γονείς μου που με στηρίζουν και με βοηθάνε πάντα σε κάθε μου βήμα. Στον αγαπημένο μου αδερφό Γιώργο που με την υποστήριξη του με ωθεί να κάνω όνειρα και να εξελίσομαι. Τέλος ένα πολύ μεγάλο ευχαριστώ στον αγαπημένο μου Ιωάννη για όλη την υπομονή, την στήριξη και την αγάπη του όλα αυτά τα χρόνια.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή εκπονήθηκε στο Εργαστήριο Αμπελολογίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών και σε συνεργασία με το οινοποιείο «Λαφαζάνη» στις Αρχαίες Κλεωνές της Νεμέας, κατά τα έτη 2016-2018. Για την μελέτη χρησιμοποιήθηκαν πέντε πειραματικοί αμπελώνες της ποικιλίας Αγιωργίτικο από την περιοχή της Νεμέας σε διαφορετικές τοποθεσίες. Από το κάθε πειραματικό αμπελώνα επιλέχθηκαν τυχαία και επισημάνθηκαν τριάντα πρέμνα και χωρίστηκαν σε τρεις πειραματικές ομάδες των δέκα πρέμνων για επαναληψιμότητα.

Στην παρούσα μεταπτυχιακή εργασία έγινε μελέτη ορισμένων φυσιολογικών και γλευκογραφικών χαρακτηριστικών της ποικιλίας αμπέλου Αγιωργίτικο (*Vitis vinifera* L.) σε συνθήκες αμπελώνα. Ο σκοπός της παρούσας μεταπτυχιακής μελέτης είναι **η επίδραση διαφορετικών εδαφοκλιματικών συνθηκών** στο υδατικό δυναμικό, στα θρεπτικά συστατικά των φύλλων, στην πορεία ωρίμανσης της ποικιλίας Αγιωργίτικο και στην ποιότητα των παραγόμενων οίνων.

Συγκεκριμένα για την πραγματοποίηση της μελέτης έγινε επισήμανση πρέμνων σε αμπελώνες της περιοχής της Νεμέας, συλλογή δειγμάτων της ποικιλίας Αγιωργίτικο σε διάφορα φαινολογικά στάδια, μέτρηση του υδατικού δυναμικού των πρέμνων σε διάφορα φαινολογικά στάδια, Φυλλοδιαγνωστικές αναλύσεις φύλλων στην άνθηση και την ωρίμανση. Επιπλέον πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις στο γλεύκος κατά την περίοδο του τρυγητού (ενεργή και ολική οξύτητα, σακχαροπεριεκτικότητα κ.α.), οινοποίηση σταφυλιών των επισυναπτόμενων πρέμνων και προσδιορισμός του δείκτη Ravaz.

Τέλος πραγματοποιήθηκε σύγκριση, αξιολόγηση και στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων για να αποδειχθεί εάν στις μετρήσεις υπάρχει σημαντικά στατιστική διαφορά μεταξύ τους.

Λέξεις-κλειδιά: Ποικιλία Αγιωργίτικο, Νεμέα, Terroir, Εδαφοκλιματικές συνθήκες, Υδατικό δυναμικό, Φυλλοδιαγνωστική, Δείκτης ισορροπίας

ABSTRACT

The current master thesis was elaborated in the Laboratory of Viticulture of the Agricultural University of Athens and in collaboration with Lafazanis winery located in Ancient Cleonae in Nemea. The study took place in the years 2016-2018. For this research, five experimental vineyards of Agiorgitiko variety were examined, each located at different locations in Nemea. From each experimental vineyard, thirty stumps were randomly selected and labeled. The selected samples were divided into three experimental groups, each consisting of ten stumps. Hence, increasing repeatability.

In this study, various physical and musts-morphology characteristics of Agiorgitiko variety were examined, under vineyard conditions. The key purpose of this research is the effect of different soil-climate conditions in the water potential, leaf nutrients, maturity of Agiorgitiko variety as well as quality of produced wines.

Moreover, for the successful conduction of this research the following were required: labeling of stumps collected from Nemea, collection of various samples of Agiorgitiko variety at different phenological stages, measurement of the water potential of stumps at different phenological stages, analysis of leaf characteristics during the flowering and maturation phase. In addition, a number of measurements were conducted: on musts during the period of harvest (pH and total acidity, sugar content etc.), determination of Ravaz indicator, and vinification of grapes of produced musts.

Last but not least, a comparison, evaluation as well as statistical analysis on the samples were conducted in order to identify any significant statistical discrepancies among the examined samples.

Key-words: cv Agiorgitiko, Nemea, Terroir, Soil and Climate Conditions, Water Potential, Leaf Potential, Balance Indices

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ	12
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	15
1.1 Η Π.Ο.Π αμπελουργική ζώνη «Νεμέα»	15
1.2 Η ποικιλία Αγιωργίτικο	18
1.2.1 Φαινολικά στάδια	19
1.2.2 Ιδιότητες και καλλιεργητική συμπεριφορά	19
1.2.3 Το γλεύκος και ο οίνος της ποικιλίας Αγιωργίτικο	21
1.3 Επίδραση του εδαφοκλιματικού στο αμπέλι και στην ποιότητα του οίνου	22
1.3.1 Επίδραση της θερμοκρασίας στο αμπέλι.....	26
1.3.2 Επίδραση της ηλιοφάνεια και της ηλιακής ακτινοβολίας στο αμπέλι	27
1.3.3 Επίδραση της βροχόπτωσης – υγρασίας στο αμπέλι	28
1.3.4 Επίδραση του ανέμου στο αμπέλι	28
1.3.5 Επίδραση της γειννίασης με όγκους νερού και με δάση	29
1.3.6 Η επίδραση της τοπογραφίας στο αμπέλι και στον οίνο.....	29
1.3.7 Κλιματικές επιδράσεις στην ποιότητα του οίνου	32
1.3.8 Επίδραση του εδάφους στο αμπέλι και στην ποιότητα του οίνου.....	34
1.4 Το υδατικό δυναμικό.....	36
1.4.1 Υδατική καταπόνηση.....	36
1.4.2 Επίδραση Υδατικής Καταπόνησης στην ποιότητα της σταφυλικής παραγωγής ...	38
1.4.3 Επίδραση της υδατικής καταπόνησης στα διάφορα φαινολογικά στάδια των πρέμνων	40
1.4.4 Επίδραση υδατικής καταπόνησης στη σύσταση της σταφυλικής παραγωγής	43
1.4.5 Υδατική καταπόνηση, κλιματικές αλλαγές και τρόποι διαχείρισης αρδευτικού νερού	46
1.5 Επίδραση της ανόργανης θρέψης στο αμπέλι και στην ποιότητα του οίνου	49
1.5.1 Άζωτο (N)	51
1.5.2 Φώσφορος (P)	53
1.5.3 Κάλιο (K)	54
1.5.4 Ασβέστιο (Ca), μαγνήσιο (Mg), θείο (S) και μερικά ιχνοστοιχεία.....	56
1.6 Η έννοια της ισορροπίας στην άμπελο και η σχέση της με την ποιότητα των παραγόμενων οίνων.....	59
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	61
ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	61
2.1 Οι πειραματικοί αμπελώνες	61

2.1.1 Αμπελώνας Λ Αναπλιώτη, Αρχαίες Κλεωνές.....	63
2.1.2 Αμπελώνας Υ Αρχαία Νεμέα, Γαλάρι	66
2.1.3 Αμπελώνας Α Αφαλός, Αρχαία Νεμέα	69
2.1.4 Αμπελώνας Τ Τριτός, Αρχαία Νεμέα.....	71
2.1.5 Αμπελώνας Μ Μπουσμπάρδι, Αρχαίες Κλεωνές.....	74
2.2 Μέτρηση Υδατικού Δυναμικού Ψstem.....	76
2.3 Φυλλοδιαγνωστική.....	78
2.3.1 Προσδιορισμός των ολικών ποσοτήτων των θρεπτικών στοιχείων K, NA, P, Ca, Mg, Fe, Cu, Mn, Zn και άλλων μικροθρεπτικών στους φυτικούς ιστούς.....	79
2.3.2 Προσδιορισμός του ολικού αζώτου των φυτικών ιστών (Μέθοδος «Kjeldahl»)...	80
2.3.3 Προσδιορισμός της συγκέντρωσης Βορίου (B) στους φυτικούς ιστούς.....	81
2.4 Τρύγος και Οινοποίηση	82
2.4.1 Τρύγος ανά πειραματικό αμπελώνα.....	82
2.4.2 Διαδικασία και πρωτόκολλο οινοποίησης.....	82
2.5 Αναλύσεις Γλεύκους και Οίνου	84
2.5.1 Προσδιορισμός σακχάρων με Αραιομετρία.....	84
2.5.2 Προσδιορισμός Ολικής ή Ογκομετρούμενης Οξύτητας.....	85
2.5.3 Προσδιορισμός Ενεργής οξύτητας – pH.....	86
2.5.4 Προσδιορισμός του Θειώδη Ανυδρίτη.....	87
2.5.6 Προσδιορισμός Αλκοολικού Τίτλου	89
2.5.7 Μέτρηση Πτητικής Οξύτητας	90
2.5.8 Μέτρηση Αναγόντων Σακχάρων	92
2.5.9 Δείκτης Φαινολικών Ουσιών (ΔΦΟ)	96
2.6 Μετρήσεις χαρακτήρων των πρέμνων που σχετίζονται με την ισορροπία της αμπέλου	98
2.6.1 Δείκτης Ravaz (Y/P).....	98
2.7 Αναλύσεις εδάφους	99
2.8 Στατιστική ανάλυση.....	99
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	100
Τα αποτελέσματα των μετρήσεων του Υδατικού Δυναμικού και η επίδρασή του.....	100
Τα αποτελέσματα των μετρήσεων της φυλλοδιαγνωστικής.....	121
Τα αποτελέσματα των εδαφικών αναλύσεων.....	136
Μετρήσεις χαρακτήρων των πρέμνων που σχετίζονται με την ισορροπία της αμπέλου	140
Τα αποτελέσματα των αναλύσεων γλεύκους και οίνου.....	143
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	149
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	156

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Σχέση Υδατικού Δυναμικού Φύλλου και Επιπέδου Υδατικής Καταπόνησης της αμπέλου (Greenspan, 2005, Williams, 2001).	39
Πίνακας 2: Επίδραση υδατικής καταπόνησης στα φαινορικά συστατικά των ραγών (Ojeda et al., 2002).....	45
Πίνακας 3: Τα απαραίτητα θρεπτικά στοιχεία των πρέμων και οι πηγές τους.....	51
Πίνακας 4: Κωδικοποίηση αμπελοτεμαχίων.	62
Πίνακας 5: Χαρακτηριστικά του πειραματικού αμπελώνα Λ.	63
Πίνακας 6: Χαρακτηριστικά του πειραματικού αμπελώνα Υ.	66
Πίνακας 7: Χαρακτηριστικά του πειραματικού αμπελώνα Α.	69
Πίνακας 8: Χαρακτηριστικά του πειραματικού αμπελώνα Τ.....	71
Πίνακας 9: Χαρακτηριστικά του πειραματικού αμπελώνα Μ.	74
Πίνακας 10: Μηνιαίες μέσες θερμοκρασίες (°C) και συνολικές βροχοπτώσεις (mm) που καταγράφηκαν στην περιοχή της Νεμέας για το έτος 2016 τους κύριους μήνες της βλαστικής περιόδου καθώς επίσης και την μέση ετήσια θερμοκρασία και την συνολική ετήσια βροχόπτωση.	100
Πίνακας 11: Κρίσιμες τιμές υδατικού δυναμικού ανάλογα με την ένταση της υδατικής καταπόνησης της αμπέλου (Van Leeuwen et al., 2009).	103
Πίνακας 12: Σχέση Υδατικού Δυναμικού Φύλλου και Επιπέδου Υδατικής Καταπόνησης της αμπέλου (Greenspan, 2005, Williams, 2001).	104
Πίνακας 13: Μεσημβρινό υδατικό δυναμικό του βλαστού (Ψstem), και η πιθανή σχέση με το επίπεδο υδατικής καταπόνησης του πρέμνου. Το 0-5 είναι οι τάξεις σύμφωνα με τα φαινολογικά στάδια ανάπτυξης του πρέμνου.(Wynboer, September 2011).....	105
Πίνακας 14: Αποτελέσματα μετρήσεων υδατικού δυναμικού Ψstem την περίοδο της άνθησης.....	105
Πίνακας 15: Αποτελέσματα μετρήσεων υδατικού δυναμικού Ψstem την περίοδο της Καρπόδεσης.	107
Πίνακας 16: Αποτελέσματα μετρήσεων υδατικού δυναμικού Ψstem κατά τον Περκασμό.....	109
Πίνακας 17: Αποτελέσματα μετρήσεων υδατικού δυναμικού Ψstem μετά τον Περκασμό.....	111

Πίνακας 18: Αποτελέσματα μετρήσεων υδατικού δυναμικού Ψstem κατά την τεχνολογική ωρίμανση.....	117
Πίνακας 19: Αποτελέσματα μετρήσεων υδατικού δυναμικού Ψstem στα φαινολογικά στάδια της αμπέλου.	119
Πίνακας 20: Αποτελέσματα αναλύσεων των φύλλων σε μακροστοιχεία και μικροστοιχεία κατά την περίοδο της άνθησης.....	121
Πίνακας 21: Αξιολόγηση των τιμών των συγκεντρώσεων των θρεπτικών στοιχείων στους φυτικούς ιστούς της αμπέλου κατά την άνθηση (Reuter D. J. & Robinson J. B., 1986).	124
Πίνακας 22: Αποτελέσματα αναλύσεων των φύλλων σε μακροστοιχεία και μικροστοιχεία κατά την περίοδο της τεχνολογικής ωρίμανσης.....	128
Πίνακας 23: Αξιολόγηση των τιμών των συγκεντρώσεων των θρεπτικών στοιχείων στους φυτικούς ιστούς της αμπέλου κατά την τεχνολογική ωρίμανση (Reuter D. J. & Robinson J. B., 1986).....	131
Πίνακας 24: Κατηγορίες των εδαφών με βάση τις τιμές της οξύτητα – Ph (Καλύβας Δ., 2009).....	136
Πίνακας 25: Αποτελέσματα pH και κάλιο (K ⁺) εδάφους.....	136
Πίνακας 26: Οι μέσοι όροι των αποτελεσμάτων του pH και του Καλίου (K ⁺) στο έδαφος.....	137
Πίνακας 27: Μέσος όρος του δείκτη Ravaz ανά πειραματικό αμπελώνα.....	140
Πίνακας 28: Μετρήσεις γλυκογραφικών χαρακτηριστικών κατά την τεχνολογική ωρίμανση.....	144
Πίνακας 29: Μετρήσεις των αναλύσεων των οίνων πριν την εμφιάλωση.....	144
Πίνακας 30: Μετρήσεις του ΔΦΟ στους οίνους.....	147

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Το «Terroir» αντιστοιχεί σε περιβαλλοντικούς παράγοντες που επηρεάζουν την σύσταση των σταφυλιών και κατ' επέκταση την ποιότητα των παραγόμενων οίνων (τροποποιημένο από Vaudour, 2003).	13
Εικόνα 2: Απεικόνιση σταφυλής της ποικιλίας Αγιωργίτικο (<i>Vitis vinifera</i> L.).....	18
Εικόνα 3: Διπλή σιγμοειδής καμπύλη ανάπτυξη της ράγας (Σταυρακάκης, 2013)...	42
Εικόνα 4: Απεικόνιση του αμπελώνα Λ.	64
Εικόνα 5: Απεικόνιση του αμπελώνα Λ, επισήμανση τοποθεσίας, όριο αμπελοτεμαχίου και σήμανση πειραματικών σειρών μέσω του Google Earth Pro.....	65
Εικόνα 6: Απεικόνιση του αμπελώνα Υ.	67
Εικόνα 7: Απεικόνιση του αμπελώνα Υ.	67
Εικόνα 8: Απεικόνιση του αμπελώνα Υ, επισήμανση τοποθεσίας , όριο αμπελοτεμαχίου και σήμανση πειραματικών σειρών μέσω του Google Earth Pro.....	68
Εικόνα 9: Απεικόνιση του αμπελώνα Α.	70
Εικόνα 10: Απεικόνιση του αμπελώνα Α, επισήμανση τοποθεσίας , όριο αμπελοτεμαχίου και σήμανση πειραματικών σειρών μέσω του Google Earth Pro.....	70
Εικόνα 11: Απεικόνιση του αμπελώνα Τ.....	72
Εικόνα 12: Απεικόνιση του αμπελώνα Τ, επισήμανση τοποθεσίας , όριο αμπελοτεμαχίου και σήμανση πειραματικών σειρών μέσω του Google Earth Pro.....	73
Εικόνα 13: Απεικόνιση του αμπελώνα Μ.....	75
Εικόνα 14: Απεικόνιση του αμπελώνα Μ, επισήμανση τοποθεσίας , όριο αμπελοτεμαχίου και σήμανση πειραματικών σειρών μέσω του Google Earth Pro.....	75
Εικόνα 15: Όταν γίνει ορατή η σταγόνα, είναι το τέλος της μέτρησης και η πίεση διαβάζεται στον μετρητή πίεσης. Η μέτρηση διαρκεί μερικά δευτερόλεπτα (Wynboer – September 2011).	77
Εικόνα 16: Φύλλο καλυμμένο με αλουμινόχαρτο πριν την μέτρηση.	77

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ

Γράφημα 1: Μηνιαίες μέσες θερμοκρασίες (°C) και συνολικές βροχοπτώσεις (mm) που καταγράφηκαν στην περιοχή της Νεμέας για το έτος 2016 τους κύριους μήνες της βλαστικής περιόδου.	101
Γράφημα 2: Παρουσίαση των μετρήσεων του υδατικού δυναμικού Ψstem κατά την διάρκεια του βλαστικού κύκλου της αμπέλου.	120
Γράφημα 3: Οι μέσοι όροι των συγκεντρώσεων σε μακροστοιχεία στους φυτικούς ιστούς των πρέμνων κατά την περίοδο της άνθησης.	126
Γράφημα 4: Οι μέσοι όροι των συγκεντρώσεων σε ιχνοστοιχεία στους φυτικούς ιστούς των πρέμνων κατά την περίοδο της άνθησης.	127
Γράφημα 5: Οι μέσοι όροι των συγκεντρώσεων σε μακροστοιχεία στους φυτικούς ιστούς των πρέμνων κατά την τεχνολογική ωρίμανση.	133
Γράφημα 6: Οι μέσοι όροι των συγκεντρώσεων σε ιχνοστοιχεία στους φυτικούς ιστούς των πρέμνων κατά την τεχνολογική ωρίμανση.	134
Γράφημα 7: Οι μέσοι όροι του pH στο έδαφος.	139
Γράφημα 8: Οι μέσοι όροι του ανταλλάξιμου καλίου (K ⁺) σε ppm στο έδαφος.	139
Γράφημα 9: Οι μέσοι όροι των τιμών του δείκτη Ravaz για το κάθε αμπελοτεμάχιο.	141
Γράφημα 10: Οι μέσοι όροι του pH και της Ολικής οξύτητας (g τρυγικού οξέος/L) των γλεύκων και των οίνων από το κάθε αμπελοτεμάχιο.	145
Γράφημα 11: Οι μέσοι όροι των βαθμών Baume του γλεύκους των αμπελοτεμαχίων.	146
Γράφημα 12: Ο μέσος όρος της αλκοόλης (%Vol) των οίνων από το κάθε αμπελοτεμάχιο.	147
Γράφημα 13: Οι μέσοι όροι του Δείκτη Φαινολικών Ουσιών των οίνων από το κάθε αμπελοτεμάχιο.	148

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παραγωγή κρασιού έχει μακριά παράδοση, υπάρχουν στοιχεία ότι η αμπελουργία και η οινοποίηση ξεκίνησαν χιλιάδες χρόνια πριν την δημιουργία του πολιτισμού, ίσως νωρίτερα από το 5000 π.Χ. (Govern M.C. et al., 1996). Από τα παλαιότερα χρόνια οι αμπελοκαλλιεργητές είχαν παρατηρήσει ότι ορισμένες περιοχές αμπελώνων παράγουν καλύτερης ποιότητας σταφύλια και είναι πιο κατάλληλα για παραγωγή οίνων υψηλής ποιότητας. Οι αρχαίοι από την Αιγυπτιακή, Ελληνική και Ρωμαϊκή κουλτούρα αποδέχτηκαν τον σημαντικό ρόλο που έπαιζε ο αμπελώνας και ονόμαζαν τα κρασιά τους σύμφωνα με την προέλευση τους (Fregoni, 2002).

Οι Γάλλοι εφάρμοσαν αρχικά τον όρο «terroir» για να δείξουν την σχέση μεταξύ της ποιότητας του οίνου και την προέλευση του. Ιστορικά, το «terroir» αναφέρεται σε μια περιοχή, συνήθως μικρές, των οποίων το έδαφος και το μικρόκλιμα προσδίδουν στους οίνους ιδιαίτερα χαρακτηριστικά. Πλέον ο όρος terroir (Lila, 2006) χρησιμοποιείται από τις περισσότερες αμπελουργικές περιοχές που απασχολούνται διεθνώς στην βιομηχανία οίνου.

Σύμφωνα με τον Διεθνή Οργανισμό Αμπέλου και Οίνου (OIV, International Organization of Vine and Wine): «**Αμπελοοινικό terroir**» είναι μία έννοια που αναφέρεται σε ένα χώρο γεωγραφικά οριοθετημένο μέσα στον οποίο μία ανθρώπινη κοινότητα κατασκευάζει κατά τη διάρκεια της ιστορικής της πορείας μία τεχνογνωσία από κοινού (συλλογική). Αυτή η τεχνογνωσία βασίζεται στην αλληλεπίδραση μεταξύ συνόλου της ανθρώπινης δραστηριότητας, του φυσικού και του βιολογικού περιβάλλοντος στο χώρο αυτόν.

Μιλώντας για φυσικό περιβάλλον (και υπονοώντας και το χημικό) εννοούμε τις εδαφοκλιματολογικές συνθήκες (βάθος, κοκκομετρική σύσταση, ποσοστό οργανικής ύλης, ποσοστό πετρών, pH, CaCO₃, ιχνοστοιχεία, ηλιοφάνεια, βροχοπτώσεις, κατεύθυνση και ένταση ανέμου, μέσες, ελάχιστες και μέγιστες θερμοκρασίες, κλπ). Βιολογικό περιβάλλον περιλαμβάνει ότι έχει να κάνει με το ίδιο το κλήμα. Δηλαδή ποικιλία αμπέλου, υποκείμενο, κλώνος (αν έχει γίνει κλωνική επιλογή), κλπ. Έπειτα, σε όλα αυτά έρχονται να προστεθούν όλες οι αμπελουργικές τεχνικές που εφαρμόστηκαν από πριν τη φύτευση του αμπελιού στο χωράφι μέχρι και την προστασία από τους εχθρούς και για να μη πούμε καλύτερα και μέχρι την οινοποίηση, εμφιάλωση αλλά και αποθήκευση του προϊόντος.

Η απόδοση κάθε καλλιέργειας, τόσο από πλευρά ποσότητας όσο και ποιότητας, καθορίζεται από το τρίπτυχο: έδαφος, κλίμα και η ποικιλία αμπέλου (Van Leeuwen and Seguin, 2006) που αποτελεί το «terroir» (**Εικόνα 1**). Στην περίπτωση καλλιέργειας αμπελιού προστίθεται ένας ακόμα παράγοντας: ο άνθρωπος (Vaudour, 2003). Για την παραγωγή ποιοτικών προϊόντων πρέπει οι παραπάνω παράγοντες να συνυπάρχουν και να αλληλοεπιδρούν, προσθέτοντας έτσι το καθένα απαραίτητα στοιχεία της ποιότητας. Ως κυρίαρχο στοιχείο θεωρείται η ποικιλία της αμπέλου, ενώ ακολουθούν το έδαφος και το κλίμα. Η καλύτερη ποικιλία, καλλιεργημένη στο ιδανικό έδαφος και κάτω από ιδανικές κλιματολογικές συνθήκες, δεν θα αποδώσει ποτέ τα αναμενόμενα χωρίς την βοήθεια του έμπειρου και γεμάτου μεράκι αμπελουργού και οινοποιού. Αντίθετα, δεν είναι λίγες οι περιπτώσεις που μέτριες ποικιλίες έδωσαν, χάρη στον ανθρώπινο παράγοντα, εξαιρετικά, για τις δυνατότητες τους, αποτελέσματα.



Εικόνα 1: Το «Terroir» αντιστοιχεί σε περιβαλλοντικούς παράγοντες που επηρεάζουν την σύσταση των σταφυλιών και κατ' επέκταση την ποιότητα των παραγόμενων οίνων (τροποποιημένο από Vaudour, 2003).

Η τοπογραφία δεν αποτελεί ξεχωριστό παράγοντα στην ουσία, αλλά επιδρά στην διαμόρφωση των ιδιαίτερων κλιματικών συνθηκών μιας αμπελουργικής ζώνης ή και ενός αμπελώνα, διαμορφώνοντας τις ιδιαίτερες εδαφικές και κλιματικές συνθήκες

κάθε περιοχής. Η έννοια του «terroir» είναι στενά συνδεδεμένη με τον τομέα των γεωγραφικών ενδείξεων (GIs) (Barham, 2003). Οι γεωγραφικές ενδείξεις είναι διακριτικά σήματα που συνδέουν προϊόντα ποιότητας και φήμης με την τοποθεσία παραγωγής τους και κατά συνέπεια συμβάλλουν στην αναγνώριση και διάκριση των προϊόντων αυτών στην αγορά. Ένα διακεκριμένο είδος γεωγραφικών ενδείξεων είναι η Γαλλική ονομασία προέλευσης (AOC). Το αντίστοιχο στην Ελλάδα που στηρίζεται στην έννοια της αμπελουργικής ζώνης διακρίνει τους οίνους σε ΠΟΠ, ΠΓΕ κλπ..

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1.1 Η Π.Ο.Π αμπελουργική ζώνη «Νεμέα»

Η οριοθετημένη περιοχή για την παραγωγή οίνων **Προστατευόμενης Ονομασίας Προέλευσης (Π.Ο.Π) «Νεμέα»** καθορίστηκε από το Βασιλικό Διάταγμα αριθμού 539/4-8-1971 (ΦΕΚ 159/Α/14-8-1971) το οποίο στη συνέχεια τροποποιήθηκε με το Προεδρικό Διάταγμα αριθμού 446/10-6-1974 (ΦΕΚ 174/Α/25-6-1974), με το Προεδρικό Διάταγμα αριθμού 457/15-9-1988 (ΦΕΚ 210/Α/26-9-1988) και με το Προεδρικό Διάταγμα αριθμού 21/21-1-1995 (ΦΕΚ 16/Α/31-1-1995). Το Βασιλικό Διάταγμα του 1971 αναγνώριζε σαν ονομασία προέλευσης «Νεμέα» δύο τύπους ερυθρών οίνων: ξηρό και γλυκό ποικιλίας Αγιωργίτικο, ενώ πλέον αναγνωρίζεται και ο ημίγλυκος οίνος.

Η αμπελουργική ζώνη της Νεμέας βρίσκεται στη βορειοανατολική πλευρά της Πελοποννήσου και περιλαμβάνει τις κοινότητες:

- Αηδόνια,
- Αρχαίες Κλεωνές,
- Αρχαία Νεμέα,
- Ασπρόκαμπος,
- Γαλατάς,
- Δάφνη,
- Καστράκι,
- Κεφαλάρι,
- Κούτσι,
- Λεόντιο,
- Μποζικά,
- Νεμέα,
- Πετρί,
- Τιτάνη και Ψάρι που ανήκουν στον Νομό Κορινθίας
- και τις κοινότητες Γυμνό και Μαλαδρένι που ανήκουν στο Νομό Αργολίδος.

Η αμπελουργική ζώνη παραγωγής ερυθρών οίνων **Προστατευόμενης Ονομασίας Προέλευσης (Π.Ο.Π) «Νεμέα»** είναι η μεγαλύτερη στην Ελλάδα, έχει συνολική έκταση περίπου 27.000 στρέμματα, εκτείνεται σε υψόμετρο από 200m έως

850m και χαρακτηρίζεται από μεγάλη ετερογένεια εδαφικών και κλιματικών συνθηκών. Λόγω της μεγάλης έκτασής της, εμφανίζει μεγάλη παραλλακτικότητα, για το λόγο αυτό, υποδιαιρείται σε τρεις υποζώνες με διαφορές τόσο στο κλίμα όσο και στην τοπογραφία. Οίνοι από τις διαφορετικές ζώνες παρουσιάζουν διαφορές στα οργανοληπτικά τους χαρακτηριστικά. Σχετικές έρευνες (ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε., 1997) απέδειξαν ότι είναι δυνατόν να οριοθετήσουν τρεις ζώνες παραγωγής με βάση το υψόμετρο, στην περιοχή της Νεμέας:

- I. Στην πρώτη ζώνη κατατάσσονται οι αμπελώνες που βρίσκονται σε ορεινές περιοχές με υψόμετρο 550-850m και περιλαμβάνει κυρίως τα δυτικά υψίπεδα της Νεμέας και τους πρόποδες της Κυλλήνης (Ζήρεια). Λόγω του μεγάλου υψομέτρου, παρατηρείται καθυστέρηση στην ωρίμανση των σταφυλιών σε σχέση με τους αμπελώνες των άλλων ζωνών που βρίσκονται σε χαμηλότερα υψόμετρα. Οι αμπελώνες αυτής της ζώνης αποτελούν περίπου το 15% της συνολικής έκτασης της Νεμέας. Από τους αμπελώνες που καλλιεργούνται σε μεγαλύτερα υψόμετρα παράγονται οίνοι με χαμηλό αλκοολικό βαθμό (11-12% Vol) αλλά υψηλή περιεκτικότητα σε μηλικό οξύ. Δίνουν συνήθως οίνους ερυθρούς φρέσκους ή ερυθρωπούς (ροζέ), με πλούσια αρώματα φρέσκων φρούτων και λουλουδιών, με υψηλή οξύτητα.
- II. Στην δεύτερη ζώνη κατατάσσονται οι αμπελώνες που βρίσκονται σε ημιορεινές περιοχές με υψόμετρο 320-550m και περιλαμβάνει κυρίως τις πλαγιές των λόφων που περιβάλλουν τον κάμπο. Οι αμπελώνες της δεύτερης ζώνης έχουν συνήθως αρκετή κλίση, είναι καλώς στραγγιζόμενοι και οι στρεμματικές αποδόσεις τους κυμαίνονται σε χαμηλά επίπεδα. Οι αμπελώνες αυτής της ζώνης αντιπροσωπεύουν το 30% περίπου της συνολικής έκτασης της ζώνης. Οι οίνοι που παράγονται στην δεύτερη ζώνη σε ημιορεινές περιοχές έχουν υψηλότερο αλκοολικό βαθμό (12-14% Vol) και ικανοποιητική οξύτητα, ενώ είναι πλούσιοι σε φαινόλες, κατεχίνες και ανθοκυάνες. Οι οίνοι που παράγονται από την ζώνη αυτή θεωρούνται ιδανικοί για παλαίωση και γενικά διαθέτουν όλα τα χαρακτηριστικά που διακρίνουν τους μεγάλους οίνους NEMEA.
- III. Στην τρίτη ζώνη κατατάσσονται οι πεδινοί αμπελώνες που βρίσκονται σε υψόμετρο από 200-320m και περιλαμβάνει τον κάμπο της Νεμέας (Ξηρόκαμπο) και την περιοχή της Αρχαίας Νεμέας. Οι αμπελώνες της τρίτης ζώνης παρουσιάζουν αρκετή ανομοιομορφία στα χαρακτηριστικά τους,

ποτίζονται ή έχουν υψηλές στρεμματικές αποδόσεις, ενώ ορισμένες περιοχές χαρακτηρίζονται από ακατάλληλα ή κακώς στραγγιζόμενα εδάφη. Οι αμπελώνες αυτής της ζώνης αποτελούν το κύριο όγκο της ζώνης της Νεμέας, αντιπροσωπεύοντας το 55% της συνολικής της έκτασης. Οι αμπελώνες που καλλιεργούνται στα πεδινά παρουσιάζουν σημαντική ανομοιομορφία στα χαρακτηριστικά τους και κατ' επέκταση στην ποιότητα των παραγόμενων οίνων. Παράγονται οίνοι με υψηλό ποιοτικό δυναμικό, με βαθύ ερυθρό χρώμα και ισορροπημένη μαλακή γεύση αλλά παράγονται και οίνοι με χαμηλό αρωματικό προφίλ, χωρίς σώμα και γεύση όξινη και στυφή. Λόγω χαμηλού υψομέτρου τα σταφύλια ωριμάζουν πιο γρήγορα και φτάνουν σε υψηλό αλκοολικό βαθμό (14-15% Vol). Λόγω υψηλής περιεκτικότητας σε σάκχαρα, η αρχική ονομασία της ΝΕΜΕΑΣ, που περιοριζόταν σε ξηρούς οίνους, επεκτάθηκε και στην παραγωγή των γλυκών οίνων (ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε., 1997).

Το κλίμα γενικότερα για όλη την περιοχή μπορεί να χαρακτηριστεί ως μεσογειακό, ήπιο, υπόξηρο έως ύφυγρο. Με χειμώνες ήπιους συνήθως αρκετά βροχερούς, και μια καλοκαιρινή περίοδο παρατεταμένη, ζεστή και σχετικά ξηρή. Η μέση θερμοκρασία κυμαίνεται από 16-18 βαθμούς Κελσίου ενώ ο ετήσιος μέσος όρος βροχόπτωσης είναι 700-800 χιλιοστά, εκ των οποίων ποσοστό μικρότερο του 20% να είναι διαθέσιμο κατά τη διάρκεια του κύκλου ανάπτυξης των πρέμων (Koundouras S., *et al.*, 2006). Επίσης, το υψηλό ηλιοθερμικό δυναμικό της περιοχής, σε συνδυασμό με τα διαφορετικά κατά τόπους μικροκλίματα δημιουργούν ευνοϊκές προϋποθέσεις και δυνατότητες για εξαιρετικής ποιότητας οίνους (Σταυρακάκης 2010). Όταν θα παρατηρήσει κάποιος με περισσότερη λεπτομέρεια το μεσόκlima της ζώνης ΠΟΠ της Νεμέας, θα εντυπωσιαστεί πραγματικά από τις πολύ μεγάλες διαφορές που υπάρχουν σε τόσο μικρές χιλιομετρικές αποστάσεις.

Γενικά τα εδάφη της περιοχής της Νεμέας κυριαρχεί ο άργιλος και η ιλύς στη μηχανική σύσταση έναντι της άμμου (εδάφη ιλυοπηλώδη έως αργιλώδη) και από τις υψηλές συγκεντρώσεις ανθρακικού ασβεστίου (CaCO_3) σε όλη την εδαφική κατανομή. Εξαιτίας των παραπάνω γνωρισμάτων, τα εδάφη της Νεμέας είναι βαθιά, γόνιμα έως μέτριας γονιμότητας, με μέτρια αλκαλικά pH, με καλή δομή και ευνοϊκή κατανομή του πορώδους. Γι' αυτό παρουσιάζουν μεγάλη ικανότητα συγκράτησης του νερού της βροχής και σταδιακής αποδέσμευσής του κατά τους ξηρούς θερινούς μήνες, χωρίς

όμως παράλληλα να παρεμποδίζουν την επαρκή στράγγιση και την ανάπτυξη του ριζικού συστήματος. (Koundouras, 2002)

1.2 Η ποικιλία Αγιωργίτικο

Η ποικιλία αμπέλου που εξετάζεται στην παρούσα μελέτη ορισμένων φυσιολογικών και γλυκογραφικών χαρακτηριστικών σε συνθήκες αμπελώνα, με σκοπό την επίδραση διαφορετικών εδαφοκλιματικών συνθηκών στο υδατικό δυναμικό, στα θρεπτικά συστατικά των φύλλων, στην πορεία ωρίμανσης της ποικιλίας και στην ποιότητα των παραγόμενων οίνων είναι το Αγιωργίτικο (*Vitis vinifera* L.).

Το όνομα της ποικιλίας Αγιωργίτικο οφείλεται στην παλαιότερη ονομασία της Νεμέας, Άγιος Γεώργιος. Το Αγιωργίτικο θεωρείται από τις ευγενέστερες ερυθρές ελληνικές ποικιλίες, καλλιεργείται εδώ και πολλά χρόνια στην ευρύτερη περιοχή της Νεμέας, όπου κατά μια εκδοχή παράγονταν κατά την αρχαιότητα (4^{ος} αι. π.Χ.) περίφημος ερυθρός οίνος, ο φλιάσιος. Η ποικιλία Αγιωργίτικο είναι γνωστή και ως «Μαύρο Νεμέας» ή «Μαυρούδι» (Νεμέας) και, όπως έδειξαν έρευνες με βιοχημικές μεθόδους (Σταυρακάκης 1990), τα αναφερόμενα ως συνώνυμα Μαυρούδι, Μαυράκι, Μαυροστάφυλο και Καρβουνιάρης είναι διαφορετικές ποικιλίες.



Εικόνα 2: Απεικόνιση σταφυλής της ποικιλίας Αγιωργίτικο (*Vitis vinifera* L.).

Το Αγιωργίτικο (*Vitis vinifera* L.) είναι μια γηγενής ερυθρή ποικιλία η οποία καλλιεργείται κυρίως στη ζώνη Προστατευόμενης Ονομασίας Προέλευσης ή αλλιώς Π.Ο.Π. Νεμέας. Όπως προαναφέρθηκε πρόκειται για τη μεγαλύτερη, σε έκταση, ζώνη Π.Ο.Π. της Ελλάδας, στην οποία καλλιεργούνται περίπου 27.000 στέμματα αμπελώνων με την ποικιλία Αγιωργίτικο σε υψόμετρο από 200 έως 850 μέτρα. Η καλλιέργεια του Αγιωργίτικου στην Νεμέα καλύπτει περίπου το 80% των αμπελώνων. Τα τελευταία χρόνια η καλλιέργεια της έχει επεκταθεί και σε άλλες περιοχές της Πελοποννήσου, ως συνιστώ μένη και ανευρίσκεται και σε αρκετούς νομούς ως επιτρεπόμενη. Βρίσκονται πλέον μικρές εστίες αμπελώνων με Αγιωργίτικο τόσο στην Κρήτη όσο και στη Δράμα της βορείου Ελλάδος. Και βέβαια, διάσπαρτα αμπέλια με Αγιωργίτικο μπορεί να συναντήσει κάποιος τόσο στα νησιά του Αιγαίου όσο και σε κάποιες περιοχές της στερεάς Ελλάδας, της Αττικής αλλά και στην Κύπρο σε πολύ μικρή παραγωγή.

Την τελευταία δεκαετία, υπάρχει μια μικρή πτώση στον αριθμό των στρεμμάτων με Αγιωργίτικο, μέσα στη ζώνη της Νεμέας, αλλά και η μείωση του ρυθμού εξάπλωσης της ποικιλίας, η οποία οφείλεται τόσο στην στροφή των καταναλωτών στα λευκά κρασιά, όσο και στη δυσκολία καλλιέργειας της ποικιλίας σε κάποιες μικρές περιοχές της ζώνης.

1.2.1 Φαινολικά στάδια

Η έναρξη βλάστησης πραγματοποιείται τέλη του 3^{ου} δεκαήμερου του Μαρτίου και η πλήρης βλάστηση αρχές του 3^{ου} δεκαήμερου του Απριλίου. Η άνθιση ξεκινά το 2^ο δεκαήμερο του Μαΐου, ενώ η ωρίμανση αρχίζει κατά το 3^ο δεκαήμερο του Ιουλίου. Η πλήρης ωρίμανση παρατηρείται κατά το τέλος του 2^{ου} δεκαήμερου του Σεπτεμβρίου, ενίοτε και νωρίτερα (Σταυρακάκης Μ., 2010).

1.2.2 Ιδιότητες και καλλιεργητική συμπεριφορά

Η ποικιλία Αγιωργίτικο είναι μετρίως ζωνρή έως ζωνρή, εύρωστη, όψιμης ωρίμανσης και πολύ παραγωγική ποικιλία. Ο τυφλός οφθαλμός είναι γόνιμος ενώ ο καρποφόρος βλαστός φέρει δύο σταφυλές, συνήθως στον 4^ο και στον 5^ο κόμβο, συχνά όμως παρατηρείται να εμφανίζονται 3 έως 4 σταφυλές από τον 2^ο έως τον 6^ο κόμβο.

Στους παλαιότερους αμπελώνες μορφώνεται σε κύπελλο, με 3 έως 5 βραχίονες, και δέχεται βραχύ κλάδεμα (παραγωγική μονάδα με δύο οφθαλμούς). Στους νέους αμπελώνες τα πρέμνα μορφώνονται σε γραμμικά σχήματα (συνήθως σε αμφίπλευρο Royat με 6-8 βραχίονες), το κλάδεμα καρποφορίας είναι βραχύ (μια κεφαλή με 1-2 οφθαλμούς ανά βραχίονα), οι δε αποδόσεις ανά στρέμμα αυξάνονται αρκετά, χωρίς όμως να παρατηρούνται, εκτός από ακραίες περιπτώσεις, αρνητικές επιπτώσεις στην ποιότητα των οινικών προϊόντων (Σταυρακάκης, 2010). Ερευνητικές εργασίες (ΕΘ.Ι.Α.Γ.Ε., 1997, Koundouras & Van Leeuwen, 2002) έδειξαν ότι η ποικιλία Αγιωργίτικο παρουσιάζει μεγάλο δυναμισμό παραγωγής, με την έννοια ότι είναι δυνατή η αύξηση των αποδόσεων ανά πρέμνο και στρέμμα χωρίς να υποβαθμίζεται η ποιότητα των παραγόμενων οίνων.

Για την αύξηση της παραγωγής χωρίς αρνητικές επιπτώσεις στην ποιότητα των παραγόμενων προϊόντων συστήνεται η αύξηση του αριθμού των πρέμνων ανά στρέμμα (400-450). Εξάλλου, ο έντονος πολυμορφισμός των εδαφικών συνθηκών – ανάγλυφο, φυσικές και χημικές ιδιότητες εδάφους – και των κλιματικών παραμέτρων που συμβάλλουν στη δημιουργία μεγάλου αριθμού μικρό-κλιματικών περιοχών, σε συνδυασμό με την πολυκλωνικότητα της ποικιλίας, διαφοροποιούν αισθητά τους γλευκογραφικούς χαρακτήρες και στην συνέχεια την ποιότητα των παραγόμενων οίνων. Ιδιαίτερο ρόλο παρατηρείται να παίζει η διαμόρφωση του ανάγλυφου του εδάφους και η αυξημένη ατμοσφαιρική υγρασία υπό την επίδραση των καταβατικών ανέμων («κατά») και ιδιαίτερα στους ημιορεινούς αμπελώνες, που επηρεάζουν σημαντικά το βαθμό της υδατικής καταπόνησης των πρεμνών, συμβάλλοντας στην ομαλή ωρίμανση με όλες τις ευεργετικές επιπτώσεις στην ποιότητα των σταφυλιών και κατά συνέπεια των παραγόμενων οίνων.

Το Αγιωργίτικο καλλιεργείται σε διάφορων ειδών εδάφη, αργιλώδη, αργιλοπηλώδη, αμμοαργιλώδη, μαργώδη, σχιστολιθικά, όπως είναι τα περισσότερα εδάφη της αμπελοργικής ζώνης της Νεμέας. Υψηλής ποιότητας προϊόντα δίνει σε λοφώδεις περιοχές με υψόμετρο άνω των 300 μέτρων, σε χαλικώδη, μέσης σύστασης, γόνιμα εδάφη, στις οποίες η ευρωστία των πρέμνων είναι κανονική και η πορεία της θερμοκρασίας συμβάλλει στην ωρίμανση του φορτιού με αργό ρυθμό, συνθήκες που ευνοούν την απόκτηση του επιθυμητού βαθμού τεχνολογικής ωριμότητας ανάλογα με τον τύπο του οίνου που επιθυμεί ο οινολόγος.

Η ποικιλία παρουσιάζει μεγάλη ευαισθησία στο ωίδιο, τις ώσεις (κυρίως στον μολυσματικό εκφυλισμό) και μέτρια ευαισθησία στον περονόσπορο. Είναι επίσης ευαίσθητη στην ξηρασία, στις πολύ χαμηλές θερμοκρασίες του χειμώνα και τον ανοιξιάτικο παγετό. Εξαιρετική προσοχή απαιτείται στην άρδευση, ώστε να αποφευχθεί η έντονη υδατική καταπόνηση αλλά να διατηρηθούν τα πρεμνά σε κατάσταση πολύ ήπιας καταπόνησης, η οποία συμβάλλει στην βελτίωση των φυσιολογικών λειτουργιών. Ανάλογη προσοχή απαιτείται σε αμπελώνες με βαριά, αργιλώδη, συνεκτικά εδάφη, ώστε με τους κατάλληλους χειρισμούς να αποφευχθούν οι αρνητικές επιπτώσεις από την υψηλή υγρασία.

Έχει παρατηρηθεί την άνοιξη σε πρέμνα υψηλής ζωηρότητας, προβλήματα στην άνθηση, την γονιμοποίηση και την καρπόδεση, που έχει σαν αποτέλεσμα την εμφάνιση μικρορραγίας και την παρουσία μικρών, πρασίνων, αγίγαρτων ραγών. Τα παραπάνω προβλήματα αυξάνονται όταν παρατηρείται σημαντική αυξομείωση της θερμοκρασίας, αλλά υπάρχει και μια πιθανότητα να συνδέονται με την τροφοπενία μολυβδαινίου.

Στους επιτραπέζιους και τους επιτόπιους εμβολιασμούς η συμπεριφορά της ποικιλίας είναι ικανοποιητική και δεν έχει παρουσιάσει έως τώρα προβλήματα μη αρμονικής συμβίωσης με τα αντιφυλλοξηρικά υποκείμενα 110 R και 41 B που έχουν χρησιμοποιηθεί κατά την πρώτη αναμπέλωση αλλά και με τα 1103 P, 140 Ru (Σταυρακάκης, 2010).

1.2.3 Το γλεύκος και ο οίνος της ποικιλίας Αγιωργίτικο

Το γλεύκος της ποικιλίας χαρακτηρίζεται από υψηλή περιεκτικότητα σε σάκχαρα (220-240 g/l), χαμηλή οξύτητα (4,4-4,6 g τρυγικού οξέος/l) και έχει pH 3.4-3.8. Το Αγιωργίτικο θεωρείται από τις πλουσιότερες ελληνικές ποικιλίες αμπέλου σε ανθοκυάνες (900-1000 mg/kg ραγών) και ολικές φαινόλες (2.400-2.500 mg/kg ραγών) (Χαρβαλιά Α. και Μπένα-Τζούρου Ε, 1981). Πρόκειται για μια από τις τέσσερις πλουσιότερες σε φαινολικά συστατικά, γηγενείς ποικιλίες (Αγιωργίτικο, Βερτζαμί, Μανδηλαριά, Μαυροδάφνη) (Κουράκου Σ., 1998). Η περιεκτικότητα των φαινολικών συστατικών επηρεάζεται έντονα από τον κλώνο, την εφαρμοζόμενη καλλιεργητική τεχνική και τις εδαφοκλιματικές συνθήκες (Σταυρακάκης 2010). Οι οίνοι που παράγονται από την ποικιλία Αγιωργίτικο χαρακτηρίζονται από πλούσιο βαθύ χρώμα (Koundouras S., *et al.*, 2006) και χαμηλή στυπτικότητα (Koussisi, E., Paterso, A., and

Piggot, J., 2003, Kallithraka S., *et al.*, 2011) και έχουν ικανότητα παλαίωσης. Γενικά οι παραγόμενοι οίνοι από την ποικιλία Αγιωργίτικο χαρακτηρίζονται από μαλακές τανίνες, από πλούσιο, βαθύ ερυθρό χρώμα με καστανές και βιολετί αποχρώσεις, ισορροπημένα ως προς την οξύτητα, με έντονο άρωμα κόκκινων φρούτων του δάσους (βατόμουρα, κεράσια) καθώς και πλούσια χαρακτηριστικά που προέρχονται από το βαρέλι και το χρόνο παλαίωσης. Με την παλαίωση αποκτούν μεγαλύτερη πολυπλοκότητα στο άρωμα και καλύτερο σώμα (Σταυρακάκης, 2010).

Η ποικιλία Αγιωργίτικο θεωρείται πολυδυναμική, δηλαδή παρουσιάζει περισσότερους του ενός βαθμούς τεχνολογικής ωριμότητας και μπορούν να παραχθούν διάφοροι τύποι οίνων όπως ροζέ, ερυθρός ξηρός, ερυθρός οίνος γλυκός κ.α.. Όπως αναφέρθηκε, οι μεγάλες υψομετρικές διαφορές που χαρακτηρίζουν τη ζώνη, οι διαφορές στην τοπογραφία, το ανάγλυφο, η σύσταση του εδάφους και οι εκάστοτε καλλιεργητικές τεχνικές οδηγούν σε διαφορές στην σταφυλική παραγωγή και κατά συνέπεια σε οίνους με διαφορετικά χαρακτηριστικά. Μπορεί να δώσει μεγάλη γκάμα εξαιρετικών κρασιών, δεν είναι τυχαίο που η Νεμέα άλλωστε, πατρίδα του Αγιωργίτικου έχει χαρακτηριστεί ως «μικρή Βουργουνδία».

1.3 Επίδραση του εδαφοκλιματικού στο αμπέλι και στην ποιότητα του οίνου

Είναι πολύ γνωστό από τα παλαιότερα χρόνια η σχέση μεταξύ κλίματος και ποιοτικού οίνου. Νεότερες έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί σε τοποθεσίες παγκοσμίως που παράγουν αξιόλογα κρασιά έχουν δείξει μια διαφορετική σχέση μεταξύ κλίματος και ανάπτυξης κλήματος – ποσοτικής παραγωγής και κλίματος και ποιότητας. Αν και για την ικανοποιητική ωρίμανση πρέπει να επικρατούν αρκετά ζεστές συνθήκες, η ποιότητα απαιτεί λιγότερο ζέστη και μικρότερο μήκος καλοκαιριού.

Η άμπελος είναι στενά συνυφασμένη με το κλίμα της κάθε γεωγραφικής περιοχής. Από τους φυσικούς παράγοντες ενός αμπελώνα (με δεδομένη την ποικιλία που καλλιεργείται) οι μέσες κλιματικές συνθήκες που επικρατούν καθορίζουν την παραγωγή αμπελουργικών προϊόντων υψηλής ποιότητας. Η παραγωγή αυτή επηρεάζεται κυρίως από τα επιμέρους χαρακτηριστικά του αμπελώνα, τα οποία διαμορφώνουν την ημερήσια ή ακόμα και την ωριαία διακύμανση των μικροκλιματικών συνθηκών, όπως η θερμοκρασία, η ηλιακή ακτινοβολία, το ενεργό

θερμικό άθροισμα (θερμικές μονάδες), οι τυχόν ακραίες τιμές θερμοκρασίας, η βροχόπτωση, ο άνεμος, η υγρασία, κλπ. (Jones and Hellman 2003).

Καιρός ενός τόπου ονομάζονται οι ατμοσφαιρικές συνθήκες, όπως βροχή, θερμοκρασία, ηλιοφάνεια, κλπ, που επικρατούν στον τόπο μια δεδομένη χρονική στιγμή, σήμερα ή και τις αμέσως επόμενες ημέρες.

Κλίμα είναι ο μέσος όρος των καιρικών συνθηκών που επικρατούν σε μια περιοχή για μεγάλο χρονικό διάστημα τουλάχιστον 25 - 30 ετών. Το κλίμα μιας αμπελουργικής περιοχής μελετάται συχνά σε τρία επίπεδα (Geiger, 1957), που η διάκρισή τους στηρίζεται στην έκταση της περιοχής της οποίας τα κλιματικά χαρακτηριστικά εξετάζουμε. Τα τρία επίπεδα είναι τα ακόλουθα:

- Το Μακρό – κλίμα (macro-clime)
- Το Μέσο – κλίμα (meso-clime)
- Το Μικρό – κλίμα (micro-clime)

Το **μακρο-κλίμα** (macro-clime) μιας περιοχή αναφέρεται στις κλιματικές συνθήκες που επικρατούν στην ευρύτερη περιοχή και καθορίζουν τον τύπο - είδος του κλίματος π.χ. κλίμα μεσογειακό, ηπειρωτικό κλπ. Επηρεάζεται από τη γεωγραφική θέση της περιοχής και πιο συγκεκριμένα από:

- **Το γεωγραφικό πλάτος**, μείωση της μέσης ετήσιας θερμοκρασίας κατά 0.5 °C για κάθε μοίρα γεωγραφικού πλάτους.
- **Το υψόμετρο**, για δεδομένο γεωγραφικό πλάτος αύξηση του υψομέτρου κατά 100 μέτρα μειώνει την μέση ετήσια θερμοκρασία κατά 2 °C ενώ αμπελουργικά επιφέρει καθυστέρηση της ωρίμανσης κατά 2 έως 3 ημέρες.
- **Υψόμετρο – γεωγραφικό πλάτος**, σε περιοχές του βόρειου ημισφαιρίου, που βρίσκονται κοντά στο βόρειο όριο καλλιέργειας του αμπελιού ασκεί δυσμενή επίδραση ενώ αντίθετα ευνοϊκή στις μεσημβρινές περιοχές αφού εξασφαλίζει τις απαραίτητες συνθήκες θερμοκρασίας για φυσιολογικό λήθαργο ενώ παράλληλα τροποποιεί δυσμενείς ακραίες υψηλές θερμοκρασίες του θέρους.

- **Τη γειτνίαση με όγκους νερού** (θάλασσα, λίμνες, τα ποτάμια). Η γειτνίαση με θάλασσες, λίμνες, ποτάμια συμβάλει στην ελάττωση της μέσης θερμοκρασίας του καλοκαιριού και στην αύξηση της μέσης θερμοκρασίας του χειμώνα, λόγω υψηλής τιμής της ειδικής θερμότητας του νερού. Ο όγκος του νερού σε συνδυασμό με την αλατότητά του θα καθορίσει πόση θερμότητα θα απορροφήσει και πόση θα εκπέμψει ο υδάτινος όγκος ανάλογα με τις επικρατούσες ατμοσφαιρικές θερμοκρασίες. Η θερμοκρασία του αέρα στα ηπειρωτικά μακροκλίματα μπορεί εύκολα και μέσα στην ημέρα να μεταβληθεί γιατί η ξηρά, μη έχοντας τις ιδιότητες του νερού, δεν αποτελεί ρυθμιστή της θερμοκρασίας του αέρα.
- **Τη γειτνίαση με δάση.** Τα δάση όπως και η θάλασσα αλλά και οι λίμνες και τα ποτάμια μειώνουν το εύρος της ημερήσιας θερμοκρασίας του αέρα. Έτσι αυτά είναι δυσμενή για τις βόρειες περιοχές.

Το **μεσο-κλίμα** (meso-clime) ορίζεται ως το κλίμα που επικρατεί μέσα σε μια ζώνη ύψους λίγων μέτρων πάνω από το έδαφος. Επηρεάζεται από τις τοπικές τοπογραφικές συνθήκες και συγκεκριμένα:

- από την κλίση και έκθεση (κατεύθυνση της κλίσης) του εδάφους,
- από εμπόδια στην κίνηση του αέρα
- και από πολύ κοντινούς όγκους νερού που δρουν ως ρυθμιστές της θερμοκρασίας του αέρα.

Το μεσοκλίμα μιας περιοχής είναι ο παράγοντας που επηρεάζει τα ποιοτικά χαρακτηριστικά κάθε παραγωγής, τόσο κατά τη διάρκεια της βλαστικής περιόδου όσο και κατά τα διάφορα έτη (εσοδείες). Ο άνθρωπος σε κάποιες περιοχές έχει διαμορφώσει συνθήκες μεσο-κλίματος όπως για παράδειγμα με τη δημιουργία επικλινών εδαφών, που εκτίθενται περισσότερο στον ήλιο. Πολλοί κεκλιμένοι αμπελώνες υπάρχουν στην Γερμανία, Αυστρία και Ελβετία και παράγουν μερικά από τα καλύτερα κρασιά παγκοσμίως. Θετικές επιδράσεις τέτοιων συνθηκών μεσο-κλίματος είναι η βελτίωση της παραγωγής, η μείωση των περιπτώσεων παρουσίας παγετών αργά την άνοιξη και νωρίς το φθινόπωρο, οι υψηλότερες θερμοκρασίες και η μεγαλύτερη συσσώρευση θερμότητας. Επίσης τα εδάφη δεν παραμένουν υγρά για μεγάλες χρονικές περιόδους,

ειδικά την άνοιξη ενώ υπάρχει μεγαλύτερη κίνηση του αέρα η οποία συνεισφέρει στη μείωση των παγετών αλλά και ταυτόχρονα μειώνει τα περιστατικά ασθενειών των αμπελιών.

Το τρίτο και τελευταίο είδος κλίματος είναι το **μικρο-κλίμα** (micro-clime) και αναφέρεται σ' ένα πολύ εξειδικευμένο κλιματικό περιβάλλον, αυτό που επικρατεί μέσα και γύρω από τα πρέμνα. Επηρεάζεται από τις καλλιεργητικές πρακτικές που χρησιμοποιούνται (κλάδεμα, διευθέτηση κόμης, άρδευση κτλ.) και από τις καιρικές συνθήκες που επικρατούν (ηλιοφάνεια, ταχύτητα αέρα κτλ.). Η διαμόρφωση της φυλλικής επιφάνειας θα επηρεάσει τα χαρακτηριστικά του μικρο-κλίματος όπως την ποσότητα αλλά και την ποιότητα της ηλιακής ακτινοβολίας, την θερμοκρασία του αέρα, την ταχύτητα του ανέμου, την σχετική υγρασία, την απορρόφηση και επομένως εκπομπή ακτινοβολίας από το μεταξύ των πρέμνων χώμα. Πυκνή φυλλική επιφάνεια έχει σαν αποτέλεσμα να δημιουργηθεί εντός των πρέμνων μικρόκλιμα με μικρή ηλιοφάνεια, με αυξημένη υγρασία, με μειωμένη ταχύτητα ανέμου, συνθήκες γενικά διαφορετικές από τις επικρατούσες στην γύρω περιοχή.

Είναι φανερό ότι οι καλλιεργητικές τεχνικές όπως οι αποστάσεις πρέμνων μεταξύ και εντός των γραμμών και τα συστήματα κλαδέματος είναι εκείνα που θα διαμορφώσουν τις ιδιαίτερες συνθήκες του μικροκλίματος ενός αμπελώνα. Επίσης ορισμένες εδαφικές ιδιότητες όπως η υδατοϊκανότητα του εδάφους, η κοκκομετρική του σύσταση θα επηρεάσει ορισμένα χαρακτηριστικά του μικροκλίματος και κυρίως τη θερμοκρασία, μέσω του μηχανισμού της απορρόφησης και ακτινοβολίας ποσού θερμότητας. Σήμερα δίνεται αρκετή βαρύτητα στο μικρο-κλίμα ως παράγοντα διαμόρφωσης της ποιότητας του σταφυλιού και κατά συνέπεια του παραγόμενου οίνου.

Οι μέσες κλιματικές συνθήκες που επικρατούν επηρεάζουν και καθορίζουν την καταλληλότητα μιας ποικιλίας να καλλιεργηθεί στην δεδομένη περιοχή, ενώ η παραγωγή υψηλής ποιότητας αμπελουργικών προϊόντων επηρεάζεται κατά κύριο λόγο από τα επιμέρους χαρακτηριστικά του αμπελότοπου, τα οποία διαμορφώνουν την ημερήσια, ή ακόμη και την ωριαία διακύμανση των μικροκλιματικών συνθηκών, όπως η θερμοκρασία, η ηλιακή ακτινοβολία, το ενεργό θερμικό άθροισμα (θερμικές μονάδες), οι ακραίες τιμές θερμοκρασίας, η βροχόπτωση, ο άνεμος κ.λπ..

Από τις κλιματικές παραμέτρους εκείνες που επηρεάζουν σημαντικά την ανάπτυξη του αμπελιού και κυρίως την ποσότητα των σταφυλιών και την ποιότητα των παραγόμενων οίνων είναι κατά κύριο λόγο η **θερμοκρασία**, η **βροχόπτωση**, η

ηλιοφάνεια και δευτερευόντως οι άνεμοι, το χαλάζι και οι υπόλοιπες κλιματικές παράμετροι. Η εξέταση της επίδρασης των κλιματικών συνθηκών γίνεται σε σχέση με τα στάδια ανάπτυξης του αμπελιού (φαινολογικά στάδια) δηλαδή την εκβλάστηση, την άνθιση, την καρπόδεση, την ωρίμανση, τον τρυγητό.

1.3.1 Επίδραση της θερμοκρασίας στο αμπέλι

Η θερμοκρασία είναι από τους σημαντικότερους κλιματικούς παράγοντες που επηρεάζει τόσο την καλλιέργεια - ανάπτυξη των πρέμνων όσο και τη σύνθεση του γλεύκους. Η θερμοκρασία θεωρείται υπεύθυνη για το χρόνο που θα συμβούν τα φαινολογικά στάδια της αμπέλου όπως εκβλάστηση, άνθιση, περκασμός κλπ.. Η θερμοκρασία είναι ο παράγοντας ο οποίος καθορίζει τη φυσιολογική ωρίμανση της σταφυλής. Επίσης, η θερμοκρασία κατά την περίοδο ωρίμανσης επηρεάζει τις διεργασίες του πρωτογενούς αλλά και του δευτερογενούς μεταβολισμού της ράγας. Οι ήπιες γενικά θερμοκρασίες κατά την περίοδο ωρίμανσης ευνοούν την παραγωγή οίνων με έντονο ποικιλιακό χαρακτήρα, τα σάκχαρα παρουσιάζουν μέγιστη συσσώρευση σε θερμοκρασία $30\text{ }^{\circ}\text{C}$, ενώ όταν η θερμοκρασία κυμαίνεται μεταξύ των $20\text{ }^{\circ}\text{C}</math> έως $25\text{ }^{\circ}\text{C}</math> δρα ευνοϊκά στην σύνθεση των ανθοκυανών και όταν είναι ανάμεσα στους $18\text{ }^{\circ}\text{C}</math> – $21\text{ }^{\circ}\text{C}</math> δρα στην σύνθεση των αρωματικών ουσιών.$$$$

Κατά την χειμερινή περίοδο η διακύμανση της θερμοκρασίας δεν επηρεάζει το αμπέλι, εφόσον βέβαια αυτές δεν είναι χαμηλότερες από το φυσιολογικό όριο αντοχής και υψηλότερες από την θερμοκρασία έναρξης βλαστήσεως, η οποία συνήθως πραγματοποιείται μεταξύ $8\text{ }^{\circ}\text{C}</math> και $10\text{ }^{\circ}\text{C}</math> ή μεταξύ $7\text{ }^{\circ}\text{C}</math> και $11\text{ }^{\circ}\text{C}</math> για κάποιους ερευνητές. Εάν σε μια περιοχή υπάρξει πιθανότητα να επικρατήσει κατά την διάρκεια μιας περιόδου είκοσι ετών χαμηλότερη θερμοκρασία των $-20\text{ }^{\circ}\text{C}</math>, θεωρείται η περιοχή αυτή ακατάλληλη για την καλλιέργεια τουλάχιστον από οικονομικής πλευράς του είδους *Vitis vinifera* η οποία δύσκολα θα αντέξει σε μικρότερες θερμοκρασίες των $-15\text{ }^{\circ}\text{C}</math>, ενώ τα αμερικάνικα είδη είναι πιο ανθεκτικά στις χαμηλότερες θερμοκρασίες. Ευνοϊκές θερμοκρασίες στα φαινολογικά στάδια ανάπτυξης της αμπέλου θεωρούνται $12\text{ }^{\circ}\text{C}</math> - $18\text{ }^{\circ}\text{C}</math> από την έναρξη της βλάστησης έως και την άνθιση, $18\text{ }^{\circ}\text{C}</math> - $23\text{ }^{\circ}\text{C}</math> από την άνθιση μέχρι την καρπόδεση, $20\text{ }^{\circ}\text{C}</math> - $24\text{ }^{\circ}\text{C}</math> από την έναρξη μέχρι την πλήρη ωρίμανση.$$$$$$$$$$$$

Οι υψηλές θερμοκρασίες μπορεί να προκαλέσουν βλάβες στα φυτικά μέρη και στις ρώγες, οι βλάβες που μπορούν να προκληθούν εξαρτάται βέβαια και από άλλες κλιματικές παραμέτρους όπως από την απευθείας έκθεση στον ήλιο ενώ διαφοροποιούνται από ποικιλία σε ποικιλία. Περισσότερο ευαίσθητα στις υψηλές θερμοκρασίες είναι τα σταφύλια στα οποία μπορεί να προκληθούν εγκαύματα και σε θερμοκρασίες <40 °C, ενώ στα φυτικά μέρη, όπως φύλλα, βλάβες μπορεί να παρατηρηθούν σε υψηλότερες θερμοκρασίες των 40 °C.

1.3.2 Επίδραση της ηλιοφάνεια και της ηλιακής ακτινοβολίας στο αμπέλι

Η ηλιοφάνεια επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό την ανάπτυξη των πρέμνων και την παραγωγή προϊόντων ποιότητας. Η άμπελος είναι μακροήμερο φυτό, το οποίο απαιτεί πολύ φως. Γενικά, είναι επιθυμητές απεριόριστες ώρες ηλιοφάνειας. Ο ρυθμός της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας των φύλλων εξαρτάται άμεσα από την ηλιοφάνεια. Η φωτοσύνθεση και η ποσότητα των συντιθέμενων υδατανθράκων επηρεάζουν την ανάπτυξη της βλάστησης και την ωρίμανση των σταφυλιών. Οι ώρες ηλιοφάνειας σχετίζονται θετικά με την ποσότητα και την ποιότητα του κρασιού. Μεγάλη ηλιοφάνεια έχει ως αποτέλεσμα οίνους πλούσιους σε σάκχαρα και φτωχούς σε οξέα. Ακόμη η έκθεση στον ήλιο αυξάνει τις ανθοκυάνες της ράγας. Η σκίαση των φύλλων προκαλεί συγκέντρωση καλίου στους βλαστούς, αύξηση της περιεκτικότητας σε άζωτο με αποτέλεσμα να προσδίδει χορτώδη γεύση στο κρασί.

Το πως επιδρά η ηλιοφάνεια στο αμπέλι εξετάζεται και σε συνδυασμό με την θερμοκρασία και συσχετίζεται και με την υγρασία. Ο κανόνας είναι ότι οι ώρες ηλιοφάνειας συσχετίζονται θετικά τόσο με την ποσότητα όσο και με την ποιότητα της απόδοσης μόνο όταν οι διακυμάνσεις της θερμοκρασίας και της σχετικής υγρασίας είναι οι επιθυμητές.

Ακόμη ένας παράγοντας που συνδέεται με την ηλιοφάνεια είναι το μήκος κύματος του φωτός που προσπίπτει στην φυλλική επιφάνεια. Αυτό μπορεί να θεωρηθεί ως ένας εντελώς καινούργιος παράγοντας αναφερόμενος ως «**ποιότητα ηλιακής ακτινοβολίας – μήκος κύματος φωτός**». Τελευταία ερευνητικά δεδομένα δείχνουν ότι στα διάφορα επίπεδα της φυλλικής επιφάνειας, από το ψηλότερο προς το χαμηλότερο σημείο, δεν φθάνει το ίδιο μήκος κύματος, λόγω της σταδιακής και συνεχούς απορρόφησης ακτινοβολίας από τα εξωτερικά φύλλα. Οι διαφορές αυτές

ασκούν σημαντική επίδραση στην φυσιολογία της ανάπτυξης του αμπελιού και πιθανόν άμεση επίδραση στην ποιότητα των σταφυλιών.

Η εκτίμηση της ηλιοφάνειας μιας περιοχής γίνεται αθροίζοντας τις ώρες ηλιοφάνειας κατά τη διάρκεια της ευνοϊκής περιόδου βλαστήσεως της αμπέλου (πρακτικά σε θερμοκρασίες πάνω από 10 °C). Στην βιβλιογραφία αναφέρεται ως κατώτερο όριο το άθροισμα, μέχρι το τρύγο, των 1250 ωρών κάτω του οποίου οι αποδόσεις κρίνονται ως μη ικανοποιητικές.

1.3.3 Επίδραση της βροχόπτωσης – υγρασίας στο αμπέλι

Ένας ακόμη παράγοντας που επηρεάζει την ανάπτυξη των πρέμνων είναι η εδαφική υγρασία που προέρχεται από τις βροχοπτώσεις ή και την άρδευση. Οι βροχές επιδρούν στην πορεία ωρίμανσης των σταφυλιών και στην ποιότητα του γλεύκους, ενώ έχουν σαν αποτέλεσμα την αύξηση του όγκου της παραγωγής. Βροχές στο τέλος του φθινοπώρου και κατά τη διάρκεια του χειμώνα δεν ασκούν άμεση επίδραση στα πρέμνα. Ενώ την άνοιξη οι βροχές επιδρούν στην ταχύτητα αύξησης, την τελική επιμήκυνση των βλαστών και το μέγεθος της φυλλικής επιφάνειας αλλά και ακόμη και στην ανάπτυξη ασθενειών. Οι βροχές του θέρους είναι ευνοϊκές για το αμπέλι αλλά μπορεί να προκαλέσουν την ανάπτυξη ασθενειών, ασφυξία των ριζών ή ακόμη και σηψιριζίες. Οι βροχές του φθινοπώρου, εάν συμβούν πριν τον τρυγητό και σε υγιείς αμπελώνες, αυξάνουν τον όγκο της παραγωγής και προσωρινά την περιεκτικότητα του γλεύκους σε σάκχαρα. Στην ουσία όμως οδηγούν σε διόγκωση των ραγών με νερό, και, κατά συνέπεια, αραίωση των αρωμάτων και των γευστικών ουσιών. Βροχές κατά την περίοδο του τρυγητού έχει σαν αποτέλεσμα να προκύπτουν δυσκολίες στην συγκομιδή, με συνέπεια αύξηση του κόστους και ποιοτική υποβάθμιση της παραγωγής.

1.3.4 Επίδραση του ανέμου στο αμπέλι

Οι ασθενείς άνεμοι είναι συνήθως ωφέλιμοι και πάντα υποβοηθούν την βλαστική ζωνρότητα των φυτών. Κατά την περίοδο της άνοιξης ενώ ο ελαφρύς άνεμος εμποδίζει την δημιουργία νυχτερινών παγετών, ο ισχυρός άνεμος μπορεί να προκαλέσει ζημιές στους νεαρούς βλαστούς (μήκους μικρότερο των 30 cm), αλλά μπορεί και να μειώσουν την ανάπτυξη των βλαστών, το μέγεθος των φύλλων και την πυκνότητα των οφθαλμών. Ο ελαφρύς άνεμος κατά την περίοδο της άνθησης ευνοεί τη

διασπορά της γύρης, ενώ ισχυροί άνεμοι κατά την διάρκεια του καλοκαιριού μπορεί να προκαλέσουν τραυματισμούς στους βλαστούς.

1.3.5 Επίδραση της γειτνίασης με όγκους νερού και με δάση

Οι υδάτινες μάζες όπως η θάλασσα ελαττώνει το εύρος των διακυμάνσεων της θερμοκρασίας, ετήσιας και ημερήσιας, χάρη στο ρυθμιστικό ρόλο της υψηλής ειδικής θερμότητας του ύδατος και των υδρατμών που εκπέμπουν. Ακόμη λόγω των τροποποιήσεων που επιφέρουν οι θαλάσσιες μάζες στην θερμοκρασία και τη σχετική υγρασία, δημιουργούνται ευνοϊκές συνθήκες για την ανάπτυξη διαφόρων εχθρών και ασθενειών της αμπέλου. Οι λίμνες και τα υδάτινα ρεύματα έχουν ανάλογη αλλά ασθενέστερη επίδραση από αυτή των θαλασσών.

Τα δάση ελαττώνουν το εύρος της ημερήσιας μεταβολής της θερμοκρασίας (έως 1° C) εμποδίζοντας τη νύχτα την ακτινοβολία με τη μάζα υδρατμών που δημιουργούν στην ατμόσφαιρα. Σε ορισμένες περιοχές τα δάση δρουν ως ανεμοθραύστες που προστατεύουν τον αμπελώνα από βόρειους ή υγρούς θαλάσσιους ανέμους. Όμως δάσος κοντά σε αμπελώνα πολλές φορές αποτελεί και εστία προσβολής από διάφορα έντομα.

1.3.6 Η επίδραση της τοπογραφίας στο αμπέλι και στον οίνο

Η καλλιέργεια της αμπέλου εντοπίζεται κυρίως στην εύκρατη ζώνη από 35° έως 45° βόρειου γεωγραφικού πλάτους, και από 30° έως 38° νότιου, μεταξύ των ισόθερων 11°C και 24°C, η Ελλάδα βρίσκεται από 34° έως 41°. Οι καλλιεργητικές τεχνικές και το έδαφος ενώ διαμορφώνουν το μικρόκλιμα ενός αμπελώνα, η τοπογραφία επηρεάζει το μεσοκλίμα τροποποιώντας βασικά χαρακτηριστικά του μακροκλίματος. Το απόλυτο και σχετικό το υψόμετρο, η κλίση, η έκθεση-προσανατολισμός και το ανάγλυφο του αμπελώνα αποτελούν τους κυριότερους τοπογραφικούς παράγοντες που επηρεάζουν το μεσοκλίμα μιας περιοχής.

Η επίδραση του υψόμετρου μιας περιοχής εξαρτάται από το σχετικό και απόλυτο υψόμετρο. Το σχετικό υψόμετρο μιας περιοχής από την επιφάνεια της κοιλάδας, όπως διαμορφώνεται από το ανάγλυφο του εδάφους, επηρεάζει σημαντικά την διακύμανση της θερμοκρασίας της πλαγιάς και την κυκλοφορία του αέρα. Το απόλυτο υψόμετρο (επιφάνεια της θάλασσας) επιδρά στους χαρακτήρες του μεσοκλίματος και κυρίως στην κατανομή και την συχνότητα των ακραίων χαμηλών

θερμοκρασιών και των θερμικών δυνατοτήτων του κλίματος (Σταυρακάκης, 2013). Το υψόμετρο επιδρά στην καλλιέργεια της αμπέλου τροποποιώντας κυρίως τη μέση θερμοκρασία του αέρα της περιοχής προκαλώντας καθυστέρηση στην εκβλάστηση κατά δύο με τρεις ημέρες. Έχει παρατηρηθεί ότι οι αμπελώνες που δίνουν εκλεκτούς οίνους βρίσκονται συνήθως στα μέσα των πλαγιών και σε υψόμετρα πάνω από 300 μέτρα (Καλύβας, 2009). Στις πλαγιές τα εδάφη είναι λιγότερο γόνιμα απ' ό τι στις πεδιάδες, συνήθως είναι ελαφρότερα και στραγγίζουν καλύτερα με συνέπεια τη μικρότερη στρεμματική απόδοση και την υψηλότερη περιεκτικότητα του γλεύκους σε σάκχαρα. Στις πλαγιές των λόφων η ηλιοφάνεια είναι καλύτερη και μεγαλύτερης διάρκειας και επίσης οι πλαγιές των λόφων είναι ευνοϊκές γιατί με την ανάλογη έκθεση μπορούν να προστατεύονται από τους ανέμους.

Η κλίση κατά μήκος μιας πλευράς ενός τμήματος εδάφους ορίζεται ως ο λόγος της διαφοράς υψομέτρου μεταξύ των σημείων – άκρων της πλευράς προς τη μεταξύ τους κάθετη απόσταση (αριθμητής και παρονομαστής εκφράζονται σε ίδιες μονάδες μήκους). Η κλίση εκφράζεται επί τοις εκατό. Η κλίση του εδάφους αποτελεί ιδιαίτερο χαρακτηριστικό με αξιοσημείωτη επίδραση στην επιλογή της καλλιεργητικής τεχνικής. Η κλίση του εδάφους σε συνδυασμό με τον προσανατολισμό επηρεάζει σημαντικά την πρόσληψη της ηλιακής ακτινοβολίας, την κυκλοφορία του αέρα, την πορεία της θερμοκρασίας και μπορεί να συμβάλει στην προστασία των πρέμων από τον παγετό και τους ισχυρούς ανέμους. Η κλίση είναι πολύ σημαντική ιδίως σε μεγάλα γεωγραφικά πλάτη όπως στις βόρειες χώρες, και σε μεγάλα υψόμετρα όπως σε ορεινούς αμπελώνες, όπου επικρατούν χαμηλές θερμοκρασίες, παγετοί κλπ.

Η κλίση με όλα τα πλεονεκτήματα που προσφέρει τα οποία αναφέρονται παρακάτω επιδρά στην καλύτερη ωρίμανση των σταφυλιών, βελτιώνει την ισορροπία μεταξύ σακχάρων με οξέων και χρώματος και επίσης επιμηκύνει την περίοδο ανάπτυξης του αμπελιού. Η επίδραση της κλίσης εξαρτάται βέβαια και από την έκθεση της πλαγιάς, την μορφολογία της περιοχής, όπως εάν είναι δίπλα σε άλλους λόφους, ποτάμια, λίμνες, δάση κλπ.. Επίσης εξαρτάται από το σχήμα μόρφωσης των πρέμων, τον προσανατολισμό των γραμμών και την γεωγραφική θέση του αμπελώνα (γεωγραφικό πλάτος και υψόμετρο). Παρακάτω αναφέρονται μερικά πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της κλίσης του εδάφους.

Τα πλεονεκτήματα της κλίσης:

- Υψηλότερες ποσότητες ηλιακής ακτινοβολίας στον αμπελώνα
- Αυξάνετε η φωτοσύνθεση.
- Πιο γρήγορη θέρμανση των εδαφών, εξαρτάται βέβαια από τη μηχανική σύσταση του εδάφους.
- Μείωση του φαινομένου του παγετού, που μπορεί να εμφανιστεί αργά την άνοιξη και νωρίς το φθινόπωρο.
- Βελτιώνει την αποστράγγιση, με αποτέλεσμα το έδαφος να μην παραμένει υγρό για μεγάλο χρονικό διάστημα.
- Μεγαλύτερη κίνηση του αέρα με αποτέλεσμα μείωση των παγετών και των προσβολών των αμπελιών από ασθένειες, που μπορεί να δημιουργηθούν από υψηλά επίπεδα υγρασίας στα εσωτερικά της φυλλικής επιφάνειας.

Τα μειονεκτήματα των μεγάλων κλίσεων:

- Αυξάνει την διάβρωση των εδαφών των πλαγιών με αποτέλεσμα την απώλεια απαραίτητων θρεπτικών εδαφικών στοιχείων.
- Περιορίζει την χρήση μηχανολογικού εξοπλισμού. Σε γενικές γραμμές πρέπει να αποφεύγονται σε εδάφη με κλίση μεγαλύτερη του 20%.

Η έκθεση μιας κεκλιμένης επιφάνειας ενός αμπελώνα αναφέρεται σε πιο σημείο του ορίζοντα βλέπει (είναι προσανατολισμένη) η επιφάνεια του εδάφους. Ο προσανατολισμός της τοποθεσίας δηλαδή δείχνει την κατεύθυνση στην οποία «βλέπει» η πλαγιά και έχει τεράστια σημασία για την καλλιέργεια της αμπέλου, εφόσον επηρεάζει την συνολική προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία που θα δέχεται ο αμπελώνας.

Το κυριότερο πλεονέκτημα που δημιουργείται από το συνδυασμό κλίσης και έκθεσης είναι η μείωση της γωνίας πρόσπτωσης της ηλιακής ακτινοβολίας στο έδαφος του αμπελώνα. Όσο περισσότερο κάθετα πέφτουν οι ακτίνες (μείωση της γωνίας πρόσπτωσης) τόσο αυξάνεται η θερμότητα που δέχεται το αμπέλι. Η έκθεση έχει μεγάλη σημασία κυρίως σε κρύα κλίματα, όπως στις βόρειες χώρες με μεγάλα γεωγραφικά πλάτη, αλλά και σε περιοχές της Ελλάδας με μεγάλο υψόμετρο. Για το βόρειο ημισφαίριο ο νότιο ανατολικός έως δυτικός προσανατολισμός μεγιστοποιεί την

ηλιακή ακτινοβολία που δέχεται ο αμπελώνας. Οι καλύτερες εκθέσεις είναι αυτές που βλέπουν προς τον ισημερινό, αλλά στην πράξη οι προτιμήσεις ως προς την έκθεση εξαρτώνται βασικά από τις τοπικές περιβαλλοντικές συνθήκες.

Άλλος ένας τοπογραφικός παράγοντας που επηρεάζει την ποιότητα είναι το ανάγλυφο. Στις πλαγιές τα εδάφη είναι λιγότερο γόνιμα απ' ό τι στις πεδιάδες, συνήθως είναι ελαφρότερα και στραγγίζουν καλύτερα με συνέπεια τη μικρότερη στρεμματική απόδοση και την υψηλότερη περιεκτικότητα του γλεύκους σε σάκχαρα. Στις πλαγιές των λόφων η ηλιοφάνεια είναι καλύτερη και μεγαλύτερης διάρκειας. Επίσης είναι ευνοϊκές οι πλαγιές των λόφων γιατί με την ανάλογη έκθεση μπορούν να προστατεύονται από τους ανέμους.

1.3.7 Κλιματικές επιδράσεις στην ποιότητα του οίνου

Γενικά η επίδραση της θερμοκρασίας είναι διαφορετική για κάθε ποικιλία ή σε κάθε κατηγορία κρασιού, καθώς και για κάθε συστατικό της ράγας του σταφυλιού. Η θερμοκρασία όπως προαναφέρθηκε επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό την σύνθεση του γλεύκους και στην συνέχεια την ποιότητα του παραγόμενου οίνου. Η θερμοκρασία επιδρά στα διαλυμένα συστατικά του γλεύκους, κατά κανόνα υψηλές θερμοκρασίες έχουν σαν αποτέλεσμα μεγαλύτερες συγκεντρώσεις στερεών συστατικών στο γλεύκος. Η μεγάλη ηλιοφάνεια έχει ως αποτέλεσμα πλούσιους σε σάκχαρα οίνους και μείωση των οξέων. Η ατμοσφαιρική πίεση και η υψηλή θερμοκρασία μειώνουν τη συγκέντρωση του μηλικού οξέος και αυξάνουν τη συγκέντρωση του κιτρικού οξέος. Η εναλλαγή θερμών ημέρων με κρύες νύχτες αυξάνουν τη συγκέντρωση των οξέων με αντίστοιχη μείωση του pH.

Επίσης η θερμοκρασία επιδρά στο χρώμα και στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά (άρωμα, γεύση) του οίνου, ακραίες θερμοκρασίες σχετίζονται με φτωχά σε χρώμα γλεύκη και συνεπώς φτωχά σε χρώμα οίνους. Η βέλτιστη θερμοκρασία για τη σύνθεση ανθοκυανών δείχνει να είναι 16-17°C, εξαρτάται βέβαια από την ποικιλία. Με την αύξηση της θερμοκρασίας αυξάνεται η δράση των ενζύμων μέχρι ένα όριο, πέρα αυτού του ορίου παρατηρείται μειωμένη παραγωγή συστατικών γεύσης και αρώματος. Σε σύγκριση αμπελώνων που βρίσκονται σε ψυχρές και θερμές περιοχές, στις ψυχρές περιοχές τα ολικά πτητικά τερπένια αυξάνονται πιο αργά αλλά τελικά φθάνουν σε υψηλότερες συγκεντρώσεις.

Η ηλιοφάνεια είναι ακόμη ένας κλιματικός παράγοντας που επιδρά στην ποιότητα του οίνου. Οι περισσότερες έρευνες στις επιδράσεις του φωτός επί της ποιότητας του οίνου, συγκεντρώνονται στο φως σε σχέση με τη σκίαση. Περιοχές με υψηλή ηλιοφάνεια, παράγουν κρασιά με υψηλή σακχαροπεριεκτικότητα και χαμηλά σε οξέα, σε αντίθεση με κρασιά που παράγονται σε περιοχές με χαμηλή ηλιοφάνεια, που έχουν χαμηλό αλκοολικό τίτλο και υψηλή περιεκτικότητα σε οξέα. Η εξήγηση είναι ότι ο συννεφιασμένος ουρανός, περιορίζει την έκθεση των σταφυλιών στο φως, μειώνει την φωτοσύνθεση και επιδρά επομένως στη σύνθεση της ράγας. Αύξηση της φωτοσύνθεσης και της μεταβολικής δραστηριότητας μπορεί να έχουμε επίσης λόγω αύξησης της θερμοκρασίας, ως αποτέλεσμα τυχόν υψηλότερης ακτινοβολίας, ειδικά στα εκτεθειμένα φύλλα και στις ρόγες των σταφυλιών.

Η σύνθεση των ανθοκυανών επηρεάζονται από την έκθεση των πρέμνων στον ήλιο, χωρίς όμως η συνεχής έκθεση να είναι πάντα αναγκαία. Γενικά όμως είναι αποδεκτό ότι η έκθεση στον ήλιο, και μάλιστα πιο πολύ των ραγών απ' ότι των φύλλων, αυξάνει την συγκέντρωση των ανθοκυανών. Η σκίαση επιδρά επίσης στην εμφάνιση αρωμάτων. Σε διαφορές έρευνες όπως αναφέρει Καλύβας, (2009) παρατηρήθηκαν διαφορές σε γευσιγνωσίες στο άρωμα και του γλεύκους και του κρασιού σταφυλιών που προήλθαν από σκιασμένα φύλλα, σκιασμένα σταφύλια ή σκιασμένα φύλλα και σταφύλια. Τέλος μερικά συστατικά όπως π.χ. οι μεθοξυπυραζίνες, μπορεί να εντοπισθούν σε ανεπιθύμητα υψηλές συγκεντρώσεις σε οίνους προερχόμενους από ψυχρά κλίματα, ειδικά κάτω από συνθήκες σκίασης.

Οι βροχές, η άρδευση αλλά και γενικότερα η εδαφική υγρασία με την οποία άμεσα συνδέονται οι αρδεύσεις επιδρούν σημαντικά στην πορεία ωρίμανσης των σταφυλιών καθώς και στην ποιότητα του γλεύκους ενώ γενικά οδηγούν σε αύξηση του όγκου της παραγωγής. Οι ανάγκες ενός φυτού σε νερό εξαρτώνται από τη διαπνοή.

Γενικά στην Ελλάδα, η φύση προσφέρει σχετικά άφθονο νερό το χειμώνα και ένα στεγνό καλοκαίρι. Σε αρκετές περιοχές της Ελλάδας, οι ανάγκες της καλλιέργειας αμπέλου σε νερό καλύπτονται φυσιολογικά από τις βροχοπτώσεις. Παρ' όλα αυτά όταν χρειάζεται πρέπει να εφαρμόζεται άρδευση την κατάλληλη εποχή, όπως στα κρίσιμα στάδια ανάπτυξης της αμπέλου που είναι το στάδιο της άνθισης και στη συνέχεια κατά τον περκασμό. Μεγαλύτερες ανάγκες σε νερό γενικά, εμφανίζονται από την καρπόδεση μέχρι την έναρξη ωρίμανσης των σταφυλιών. Ο κανόνας είναι ότι σωστά υπολογισμένη άρδευση (ή κατάλληλες βροχές) οδηγεί σε ποιοτικό κρασί. Βροχοπτώσεις και

αρδεύσεις έχουν και αρκετές αρνητικές συνέπειες όταν συμβαίνουν σε ακατάλληλη χρονική περίοδο.

Η βροχή ή άρδευση πριν από τον τρύγο, είναι επιζήμια για την ποιότητα, διότι οδηγεί στη διόγκωση της ράγας με νερό και κατά συνέπεια έχουμε μια φυσιολογική διάλυση – αραίωση των αρωμάτων και των γευστικών ουσιών. Επίσης ένα πολύ υγρό καλοκαίρι δεν είναι ευνοϊκό για την άμπελο, λόγω ευαισθησίας στα παθογόνα και κυρίως στον περονόσπορο.

Η βροχή, ειδικά μετά τον περκασμό, συνδυαζόμενη με υγρασία και πυκνή φυλλική επιφάνεια, προδιαθέτει τα σταφύλια στο σχίσιμο της ρόγας, στην ανάπτυξη μυκήτων, στην εμφάνιση βοτρυτή και σε άλλες μικροβιακές προσβολές. Οι προσβολές αυτές προκαλούν δυσκολίες στον οινολόγο, μειώνοντας την ποιότητα της παραγωγής. Επίσης η αυξημένη υγρασία ευνοεί ενζυμικές δραστηριότητες.

Ακόμη η βροχή, ή καλύτερα η αντιμετώπιση επερχόμενων βροχών, οδηγεί πολλές φορές τους καλλιεργητές σε πρώιμο τρύγο με αποτέλεσμα να συλλέγονται πρώιμα σταφύλια. Περιοχές με υψηλές βροχοπτώσεις έχουν συχνά προβλήματα με έντονη βλάστηση, η οποία θα απαιτήσει επεμβάσεις (χλωρά κλαδέματα, κλπ) για να επιτευχθεί μια σωστή φυτοκάλυψη. Η έντονη βλαστική ζωηρότητα πιθανόν να έχει άμεση επίδραση σε ορισμένα συστατικά όπως σάκχαρα, οξέα και pH επιδρώντας επομένως στην ποιότητα (Jackson, 1987), ή έμμεση επίδραση μέσω της αυξημένης σκίασης που είναι αποτέλεσμα πυκνής φυτοκάλυψης (Smart et al., 1985a, 1985b). Σε μερικές ποικιλίες, η άφθονη άρδευση δίνει στους παραγόμενους οίνους μια ‘χορτώδη’ γεύση η οποία οφείλεται κυρίως στις τανίνες, η οποία γεύση όμως, μπορεί να μειωθεί με την αφαίρεση φύλλων από τα κλαδιά.

1.3.8 Επίδραση του εδάφους στο αμπέλι και στην ποιότητα του οίνου

Το αμπέλι προσαρμόζεται σε πολλούς τύπους εδαφών εκτός «των προβληματικών» εδαφών όπως μη στραγγιζόμενα, αλατούχα, όξινα εδάφη κτλ.. Το έδαφος παρέχει στα φυτά στήριξη, νερό και όλα τα απαραίτητα για τα φυτά θρεπτικά στοιχεία. Το αμπέλι αναπτύσσεται κυρίως σε εδάφη μικρής γονιμότητας, επικλινή, μέχρι και βαθιά γόνιμα εδάφη. Ο ρόλος του εδάφους στο αμπέλι πρέπει να αξιολογείται από αγρονομικής πλευράς, δηλαδή με βάση την επίδρασή του στη θρέψη και την υδατική οικονομία του φυτού.

Οι οίνοι ποιότητας προέρχονται από εδάφη στα οποία παρατηρείται ένας περιοριστικός παράγοντας τουλάχιστον, κυρίως νερό ή/και άζωτο, που μειώνει τη ζωηρότητα των φυτών και διασφαλίζει την πλήρη τεχνολογική, φαινολική και αρωματική ωρίμανση της σταφυλής. Οι ιδιότητες του εδάφους όπως το βάθος του εδάφους, η κοκκομετρική σύσταση, το πορώδες, η θερμοκρασία, η δομή, η αγωγιμότητα, το pH, η ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων και οι ποσότητες των θρεπτικών μακρό και ιχνό-στοιχείων επιδρούν στην ανάπτυξη του αμπελιού και στην συνέχεια στην ποιότητα του οίνου. Όλες οι παραπάνω ιδιότητες επηρεάζουν την επιλογή υποκειμένου-ποικιλίας και εάν το έδαφος είναι κατάλληλο για καλλιέργεια της αμπέλου.

Η ποιότητα του εδάφους όσο αναφορά την ικανότητα συγκράτησης του νερού, την γονιμότητα-παροχή των θρεπτικών στοιχείων του εδάφους και την συγκράτηση-απορρόφηση της θερμότητας επίσης επηρεάζουν την αμπελοκαλλιέργεια και στην συνέχεια την ποιότητα του παραγόμενου οίνου. Η διαθεσιμότητα της εδαφικής υγρασίας εξαρτάται κυρίως από τη μηχανική σύσταση της λεπτής γης, από το ποσοστό χαλικιών και πετρών, από τη δομή και από το βάθος του εδάφους. Για την παραγωγή σταφυλιών υψηλής ποιότητας είναι απαραίτητη μια μέτρια ποσότητα εδαφικής υγρασίας. Γενικά, είναι δεδομένη η σύνδεση της υψηλής ποιότητας του κρασιού και του πετρώδους του εδάφους.

Η απορρόφηση των στοιχείων από το αμπέλι εξαρτάται από τη συγκέντρωση τους στο έδαφος, την επιφάνεια των ριζών (όγκο και έκταση ριζικού συστήματος) και την ηλικία των ιστών. Τα υψηλά επίπεδα θρέψης συνεπάγονται υποβάθμιση της ποιότητας του κρασιού. Η εδαφική θερμοκρασία εξαρτάται πρώτα απ' όλα από την ένταση της προσπίπτουσας ακτινοβολίας αλλά και από την κοκκομετρική σύσταση του εδάφους. Πετρώδη ή και βραχώδη εδάφη απορροφούν και αποθηκεύουν κατά τη διάρκεια της ημέρας περισσότερη θερμότητα από τα εδάφη που δεν έχουν μεγάλο ποσοστό σε πέτρες και χαλίκια.

Σύμφωνα με τον Gonzalez-Barreiro C. et al., (2013) αν και ο τύπος του εδάφους έχει στενή σύνδεση με την υδατική κατάσταση του εδάφους, επιδρά ανεξάρτητα στην ποιότητα του αρώματος στο σταφύλι.

1.4 Το υδατικό δυναμικό

Το νερό και η διαθεσιμότητα του αποτελούν τον καθοριστικότερο παράγοντα ρύθμισης της παραγωγικότητας και της ζωνρότητας της αμπέλου στη ζώνη της Μεσογείου. Η παγκόσμια κλιματική αλλαγή (η αύξηση της θερμοκρασίας και της εξατμισοδιαπνοής καθώς και μείωση των βροχοπτώσεων τους θερινούς μήνες) και η σταδιακή μείωση των διαθέσιμων αποθεμάτων νερού, ιδιαίτερα στις θερμότερες οινοπαραγωγικές χώρες, αναμένεται στις επόμενες δεκαετίες να υποβάλλουν τους αμπελώνες σε συνθήκες έντονης υδατικής καταπόνησης, προκαλώντας τη συνολική εξάντληση των πρέμνων και υποβαθμίζοντας την ποσότητα και την ποιότητα της παραγωγής.

Ο αμπελουργός καλείται να αντιμετωπίσει μία νέα πραγματικότητα όπου η βιώσιμη και ποιοτική αμπελουργία εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τη δυνατότητα κάλυψης (πλήρους ή μερικής) των υδατικών απαιτήσεων και αναγκών του αμπελώνα για την αποφυγή μίας ζημιογόνου υδατικής καταπόνησης, τόσο για την ποιότητα του τελικού προϊόντος όσο και για την βιωσιμότητα των πρέμνων. Ακόμη, είναι γενικά αποδεκτό ότι, μεταξύ των αμπελουργικών τεχνικών (σχήμα διαμόρφωσης, κλάδεμα, τεχνικές διευθέτησης του φυλλώματος, λίπανση κλπ), η διαχείριση της άρδευσης αποτελεί την επέμβαση με τη μεγαλύτερη σημασία για τον έλεγχο της ποιότητας του οίνου.

1.4.1 Υδατική καταπόνηση

Οι επιδράσεις της υδατικής καταπόνησης εξετάζονται υπό το πρίσμα της έλλειψης και όχι της περίσσειας νερού, αφού οι επιπτώσεις της τελευταίας αφορούν κυρίως σε καταπόνηση από έλλειψη οξυγόνου. Η υδατική καταπόνηση εμφανίζεται είτε με τη μορφή της αφυδάτωσης (ως σύμπτωμα της ξηρασίας) είτε της ωσμωτικής καταπόνησης (ως σύμπτωμα της αλατότητας). Το κοινό χαρακτηριστικό και των δύο περιπτώσεων είναι η διαμόρφωση χαμηλού δυναμικού του νερού στους φυτικούς ιστούς (Munns R., 2002). Η ξηρασία ως κλιματικός παράγων, είναι το αποτέλεσμα του συνδυασμού της περιορισμένης διαθεσιμότητας νερού (ατμόσφαιρα ή /και έδαφος) και της απώλειας του (μέσω εξατμισοδιαπνοής).

Ανάλογα με τη στρατηγική προσαρμογής των φυτικών ειδών στο επί μέρους υδατικό περιβάλλον, μπορούν να καταχωρηθούν σε τέσσερις κατηγορίες :

- Υδρόφυτα
- Υγρόφυτα
- **Μεσόφυτα**
- Ξηρόφυτα

Μεσόφυτα: Είναι τα φυτά που αναπτύσσονται σε βιότοπους όπου το κλίμα παρουσιάζει περιοδικότητα, δηλαδή όπου υπάρχει κανονική εναλλαγή μεταξύ εποχής ευνοϊκής για την ανάπτυξη των φυτών ή δυσμενούς εξαιτίας της ξηρασίας ή του κρύου. Επομένως η ανάπτυξη των φυτών αυτών ευνοείται σε εύκρατα κλίματα. Διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες : μονοετείς πόες, διετείς και πολυετείς πόες και πολυετή ξυλώδη φυτά. Τα ξυλώδη μεσόφυτα είναι συνήθως φυλλοβόλα. Έτσι κυρίως προστατεύονται από το κρύο και την ξηρασία. Αποικίζουν περιβάλλοντα με παροδικά υψηλή ή μέτρια υγρή ατμόσφαιρα και σχετικά επαρκή διαθεσιμότητα νερού. Διαθέτουν μηχανισμούς ελέγχου των απωλειών νερού και οργανωμένο ριζικό σύστημα. Χαρακτηριστικοί εκπρόσωποι: Τα περισσότερα καλλιεργούμενα φυτά ανάμεσα στα οποία και η άμπελος (Νταβίδης Ξ.Ο., 1976). Τα περισσότερα χαρακτηρίζονται από τη στρατηγική της αποφυγής ή της διαφυγής.

Η παραγωγικότητα ή / και επιβίωση των φυτών σε συνθήκες έλλειψης νερού εξαρτάται αφενός μεν από την ένταση και τη διάρκεια της υδατικής καταπόνησης, αφετέρου από κρίσιμα χαρακτηριστικά του φυτικού οργανισμού, όπως :

1. Από την ικανότητα άντλησης νερού από το έδαφος
2. Από την αποδοτικότητα χρήσης νερού (Water Use Efficiency). Η αποδοτικότητα χρήσης νερού εκφράζεται ως το πηλίκο της φωτοσυνθετικής ταχύτητας προς το ρυθμό της διαπνοής.
3. Από την ικανότητα εγκλιματισμού.

1.4.2 Επίδραση Υδατικής Καταπόνησης στην ποιότητα της σταφυλικής παραγωγής

Η επίδραση του κλίματος και του εδάφους στην ανάπτυξη της αμπέλου και την σύσταση των σταφυλιών, μπορεί σε σημαντικό βαθμό να αποδοθεί στην επίδρασή τους στο υδατικό καθεστώς των πρέμων. Η χρονιά επιδρά στο υδατικό καθεστώς μέσω της ποσότητας και κατανομής των βροχοπτώσεων, ενώ το έδαφος επιδρά μέσω της ικανότητας του να συγκρατεί μεγαλύτερα ή μικρότερα αποθέματα νερού που μπορεί να έχει στην διάθεση του, κατά τα διαφορετικά στάδια ανάπτυξης του ο αμπελώνας (Van Leeuwen et al., 2004). Αποδεδειγμένα τα καλύτερα ποιοτικά αποτελέσματα παρουσιάζονται εκεί που φυσικά ή τεχνητά (άρδευση, στράγγιση) εξασφαλίζονται τέτοιες συνθήκες υδατικής κατάστασης στα πρέμνα ενός αμπελώνα που χαρακτηρίζονται από μια μικρή έως μέτρια καταπόνηση από την καρπόδεση ως τον περκασμό και μια ελαφριά καταπόνηση αμέσως μετά και μέχρι τον τρυγητό (καλή παραγωγή δευτερογενών μεταβολιτών-φαινολικά, τερπένια) (Lakso & Pool, 2000, Van Leeuwen et al. 2004, Ojeda et al., 2002, Kennedy et al., 2002).

Είναι πάντως σημαντικό και έχει πλέον αποδειχτεί σε αρκετές περιπτώσεις ότι η ποιότητα των σταφυλιών είναι εντός ορίων, ανεξάρτητη της φωτοσύνθεσης και της ποσότητας της σταφυλικής παραγωγής αν και όλα συνδέονται έμμεσα και άμεσα με την διαθεσιμότητα του νερού στα πρέμνα.

Το νερό είναι, μαζί με το CO₂ της ατμόσφαιρας, η κινητήρια δύναμη για τη φωτοσύνθεση και επομένως για την αύξηση και ανάπτυξη της αμπέλου. Όταν η διαθεσιμότητα του εδαφικού νερού είναι υψηλή, η ζωηρότητα αυξάνεται και δημιουργούνται δυσμενείς συνθήκες για την ωρίμανση της παραγωγής (ανταγωνισμός της βλάστησης με τις ταξιανθίες για τα προϊόντα της φωτοσύνθεσης, κακή διευθέτηση του φυλλώματος, μείωση ενεργού φυλλικής επιφάνειας λόγω σκίασης, δυσμενές μικροκλίμα γύρω από τα σταφύλια για την ωρίμανση και την πρόληψη ασθενειών). Από την άλλη, σε συνθήκες πολύ μεγάλης υδατικής καταπόνησης, η αύξηση του φυλλώματος περιορίζεται σημαντικά, η παραγωγή μειώνεται (την ίδια αλλά και την επόμενη χρονιά) και παρεμποδίζεται η ομαλή ωρίμανση των σταφυλιών (απουσία ενεργού φυλλώματος) αλλά και των ξυλωδών τμημάτων της αμπέλου (μείωση πάχους κορμού, μείωση μακροζωίας του αμπελώνα).

Εκτός από την ένταση της υδατικής καταπόνησης, σημαντικό ρόλο στο αντίκτυπο (θετικό ή αρνητικό) του υδατικού στρες στην ποιότητα της παραγωγής του

αμπελώνα έχει και η χρονική στιγμή εμφάνισής του κατά τη διάρκεια του ετήσιου κύκλου της αμπέλου. Η σύγχρονη έρευνα στο πεδίο των υδατικών σχέσεων της αμπέλου αλλά και η πρόοδος της αμπελουργικής πρακτικής σε όλες τις οινοπαραγωγικές χώρες έχουν καταστήσει δυνατό τον καθορισμό του ιδανικού υδατικού καθεστώτος (ένταση υδατικής καταπόνησης) ανάλογα με το στάδιο αύξησης και ανάπτυξης της αμπέλου (χρόνος εφαρμογής υδατικής καταπόνησης).

Για το λόγο αυτό, η εφαρμογή των νέων τεχνικών άρδευσης προϋποθέτει την παρακολούθηση και μέτρηση της υδατικής κατάστασης των πρέμων κ άθολη τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου (σε επίπεδο αμπελοτεμαχίου) αλλά και όλων των φυσιολογικών διεργασιών που αυτή επηρεάζει (φωτοσύνθεση, παραγωγή δευτερογενών μεταβολιτών, ωρίμανση κλπ), με τη χρήση του κατάλληλου εξοπλισμού.

Δεν υπάρχει καλύτερος δείκτης για το ποια είναι η υδατική κατάσταση των πρέμων, από τα ίδια τα πρέμνα. Σε αυτή την περίπτωση η χρήση του θαλάμου πίεσης είναι ένας πολύ αξιόπιστος τρόπος παρακολούθησης του υδατικού δυναμικού των πρέμων. Από διάφορες εργασίες προκύπτει όπως φαίνεται στον **Πίνακα 1**, η σχέση μεταξύ του υδατικού δυναμικού των φύλλων το μεσημέρι και του επιπέδου υδατικής καταπόνησης που αυτό συνεπάγεται για το φυτό.

Πίνακας 1: Σχέση Υδατικού Δυναμικού Φύλλου και Επιπέδου Υδατικής Καταπόνησης της αμπέλου (Greenspan, 2005, Williams, 2001).

Υδατικό Δυναμικό Φύλλου bars	Επίπεδο Υδατικής Καταπόνησης
< -10	Καθόλου
-10 έως -12	Ήπια
-12 έως -14	Μέτρια
-14 έως -16	Υψηλή
> -16	Δριμεία

Από το σύνολο των 1.200.000 περίπου στρεμμάτων του ελληνικού αμπελώνα αρδεύονται περίπου 406.000 στρέμματα δηλαδή ποσοστό 33,8% (Πηγή: Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων). Συνεπώς παρατηρείται ότι ο Ελληνικός αμπελώνας στην πλειοψηφία του δεν αρδεύεται παρά μόνο με την βροχή.

1.4.3 Επίδραση της υδατικής καταπόνησης στα διάφορα φαινολογικά στάδια των πρέμνων

Υδατική καταπόνηση νωρίς την βλαστική περίοδο (από την έκπτυξη μέχρι την άνθηση) είναι κάτι απίθανο να συμβεί στις περισσότερες αμπελουργικές περιοχές . Τους καλοκαιρινούς μήνες -από την καρπόδεση μέχρι τον περκασμό - μπορεί να υπάρξει έντονη υδατική καταπόνηση σε αμπελώνες σε εδάφη αβαθή με μεγάλο ποσοστό άμμου και μικρή δυνατότητα συγκράτησης εδαφικού ύδατος. Σε περιοχές με χαμηλές βροχοπτώσεις ή τις άνυδρες χρονιές, είναι δυνατό να παρουσιαστεί έντονη υδατική καταπόνηση ακόμα και σε αμπελώνες που καλλιεργούνται σε βαθιά μέσης σύστασης εδάφη. Ακριβώς αυτήν την περίοδο είναι που η βλαστητική ανάπτυξη είναι πιο ευαίσθητη στην υδατική καταπόνηση (McCarthy, 1997). Καθώς θα αυξάνεται η ένταση και η διάρκεια της υδατικής καταπόνησης, στα πρέμνα θα εμφανιστούν τα παρακάτω συμπτώματα (Pool & Lasko 2000) :

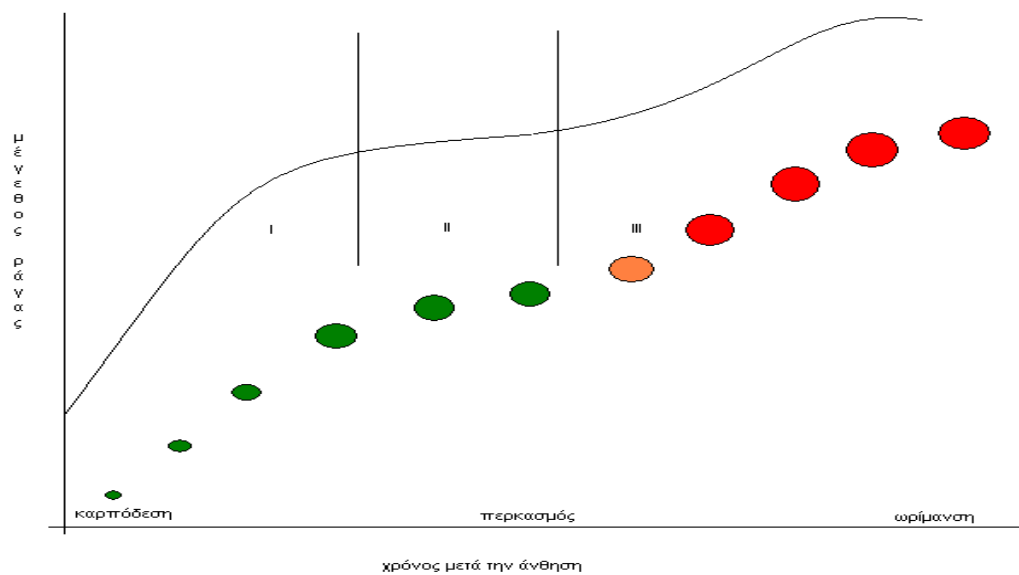
1. Η γωνία ανάμεσα στο έλασμα και τον μίσχο των φύλλων θα μειωθεί από τις περίπου 90 ° σε λιγότερο από 45 °.
2. Οι μεσοκάρδιοι βλαστοί θα αποκοπούν στο γόνατο που εκφύονται και θα πέσουν.
3. Θα σταματήσει ο σχηματισμός νέων φύλλων, και τα περισσότερα φύλλα κοντά στην αυξανόμενη κορυφή θα εκπτυχθούν πλήρως.
4. Οι έλικες θα ξεραθούν και θα πέσουν.
5. Η αυξανόμενη κορυφή και ο επάκριος οφθαλμός νεκρώνονται .
6. Οι βλαστοί θα είναι πιο κοντοί από το κανονικό.
7. Τα φύλλα, κυρίως αυτά που είναι συνεχώς εκτεθειμένα στον ήλιο, θα γίνουν θαμπά με ανοικτό πράσινο χρώμα.
8. Οι ράγες θα είναι μικρότερες από το κανονικό και τα σταφύλια πιο αραιόραγα.
9. Τα φύλλα περιφερειακά θα φαίνονται καψαλισμένα.
10. Τα κατώτερα παλαιότερα φύλλα θα κιτρινίσουν και θα πέσουν.
11. Οι άκρες του βοστρύχου στα σταφύλια θα ξεραθούν.
12. Ανάλογα με τον χρόνο και την ένταση της καταπόνησης, ο περκασμός μπορεί να καθυστερήσει.

13. Η συσσώρευση σακχάρων στα σταφύλια θα σταματήσει. Η φαινόμενη αύξηση των σακχάρων θα οφείλεται στην αφυδάτωση και όχι στην συσσώρευση σακχάρων
14. Η ανάπτυξη του ριζικού συστήματος θα μειωθεί.
15. Η διάμετρος των βλαστών θα είναι μικρότερη από το κανονικό.
16. Ο σχηματισμός του περιδέρματος θα ξεκινήσει νωρίτερα και δεν θα ολοκληρωθεί.
17. Οι ράγες θα μαραθούν και σε κάποιες ποικιλίες θα πέσουν.

Άλλες επιπτώσεις της υδατικής καταπόνησης θα είναι :

1. Συμπτώματα έλλειψης καλίου ακόμη και όταν στο έδαφος υπάρχει αρκετό.
2. Συμπτώματα έλλειψης άλλων θρεπτικών στοιχείων και κυρίως του αζώτου.
3. Μειωμένη συσσώρευση θρεπτικών και σακχάρων που θα επηρεάσει την βλάστηση και την παραγωγή ή τις επόμενες χρονιές.
4. Μειωμένη σε αριθμό και μέγεθος, δημιουργία καταβολών σταφυλιών στους λανθάνοντες οφθαλμούς.
5. Μείωση του μεγέθους του ριζικού συστήματος και της κόμης τον επόμενο χρόνο.

Η ανάπτυξη της ράγας, στις εγγίγαρτες ποικιλίες αμπέλου παρουσιάζει δύο διακεκριμένες φάσεις (I και III) ταχύτατης ανάπτυξης της ράγας που διακόπτονται από μια φάση (II) επίσχεσης του ρυθμού αύξησης, ώστε τελικά η καμπύλη του αριθμού αύξησης των ραγών να είναι διπλή σιγμοειδής (Σταυρακάκης, 2013) όπως φαίνεται στην **Εικόνα 3**.



Εικόνα 3: Διπλή σιγμοειδής καμπύλη ανάπτυξη της ράγας (Σταυρακάκης, 2013).

Μια ευρέως αποδεκτή υπόθεση είναι ότι η υδατική καταπόνηση στην φάση I μειώνει τον ρυθμό διαίρεσης των κυττάρων του περικαρπίου και εξηγεί με αυτό τον τρόπο την αδυναμία των ραγών να αποκτήσουν μεγαλύτερο μέγεθος στις επόμενες φάσεις (Coombe & McCarthy, 2000). Παρόλα αυτά άλλοι ερευνητές (Ojeda et al., 2001) υποστηρίζουν ότι μέτρια ή δριμυία υδατική καταπόνηση στο στάδιο αυτό έχει πολύ σημαντική επίδραση στο μέγεθος των κυττάρων και όχι στον ρυθμό διαίρεσης τους. Αυτό συμβαίνει μέσω κατασκευαστικών διαφοροποιήσεων κυρίως στα κυτταρικά τοιχώματα των κυττάρων, που μειώνουν την πλαστικότητα και τελικά την δυνατότητα διόγκωσης τους κατά την ωρίμανση.

Κατά το χρονικό διάστημα πριν τον περκασμό (φάση I&II) τα φυτά είναι πιο ευαίσθητα στην υδατική καταπόνηση. Κατά συνέπεια, έλλειψη νερού κατά αυτό το στάδιο έχει σαν αποτέλεσμα την μείωση της παραγωγής κυρίως εξαιτίας της μείωσης του μεγέθους. Αντίθετα η εφαρμογή ήπιας υδατικής καταπόνησης μετά τον περκασμό (φάση III) έχει ελάχιστες αρνητικές συνέπειες στο τελικό μέγεθος των ραγών (κυρίως μέσω της επίδρασής του στη φυσιολογική λειτουργία της τάνυσης των κυττάρων) και συμβάλλει στην βελτίωση της ποιότητας του παραγόμενου προϊόντος στις έγχρωμες οινοποιήσιμες ποικιλίες λόγω της αύξησης της συγκέντρωσης χρωστικών στον φλοιό των ραγών. Από την άλλη μεριά, η επίδραση της υδατικής καταπόνησης στην

συγκέντρωση σακχάρων των ραγών φαίνεται να είναι μικρότερη συγκρινόμενη με αυτή στο μέγεθος των ραγών.

Υδατική καταπόνηση κατά τις φάσεις II και III μειώνει σε κάποιο βαθμό το τελικό μέγεθος των ραγών ενώ πολύ έντονη υδατική καταπόνηση μπορεί να προκαλέσει σημαντική μείωση του μεγέθους των ραγών λόγω αφυδάτωσης την περίοδο της συγκομιδής (Prichard et al.,2004).

Έλλειψη νερού κατά την ωρίμανση–φυλλόπτωση μπορεί να έχει αρνητικές επιπτώσεις στην παραγωγή της επόμενης βλαστικής περιόδου λόγω της μείωσης του ρυθμού αποθησαυρισμού υδατανθράκων, της απορρόφησης ανόργανων θρεπτικών στοιχείων και του ρυθμού αύξησης του ριζικού συστήματος των φυτών. Ο McCarthy (1997) έχει αποδείξει ότι το μέγεθος των ραγών είναι πιο ευαίσθητο στην υδατική καταπόνηση στα στάδια ακριβώς πριν και μετά τον περκασμό σε σχέση με την περίοδο πριν την συγκομιδή. Το μέγεθος των ραγών είναι ο σημαντικότερος παράγοντας μείωσης της παραγωγής λόγω υδατικής καταπόνησης (Prichard et al.,2004, Salon et al., 2005). Συγχρόνως όμως ο αριθμός σταφυλιών ανά πρέμνο μπορεί να παίζει σημαντικό ρόλο στην μειωμένη παραγωγή όπως έδειξαν ο Petrie et al.,(2004) σε πρέμνα που είχαν υποστεί υδατική καταπόνηση την προηγούμενη χρονιά.

1.4.4 Επίδραση υδατικής καταπόνησης στη σύσταση της σταφυλικής παραγωγής

Ο ρόλος της υδατικής καταπόνησης στην συσσώρευση σακχάρων στα σταφύλια συσχετίζεται με την επίδραση αυτής στην φωτοσυνθετική δραστηριότητα. Γενικά μικρή υδατική καταπόνηση μπορεί να αυξήσει την συσσώρευση στα σταφύλια και να επιταχύνει την ωρίμανση αλλά υπάρχουν και εργασίες που υποστηρίζουν το αντίθετο (Petrie et al.,2004). Δριμεία καταπόνηση όμως όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω, μπορεί να μειώσει την συσσώρευση των σακχάρων και τελικά η παρατηρούμενη αύξηση να οφείλεται στην αφυδάτωση των ραγών.

Η υδατική καταπόνηση μπορεί να μειώσει την ολική οξύτητα κατά την ωρίμανση. Φαίνεται το τρυγικό οξύ να αυξάνεται ενώ το μηλικό και κιτρικό να μειώνονται με την επίδραση υδατικής καταπόνησης (Esteban et al., 1999). Τα γλεύκη που προκύπτουν από σταφύλια καταπονημένων πρέμνων μπορεί να έχουν πολύ υψηλές ή ασυνήθιστα χαμηλές οξύτητες (Pool & Lakso, 2000).

Η συσσώρευση του καλίου στα σταφύλια επηρεάζεται αρνητικά από την υδατική στέρση. Οι ρόγες, το γλεύκος και ο οίνος είχαν μεγαλύτερη συγκέντρωση καλίου σε περιπτώσεις σταφυλιών αρδευόμενων πρέμων παρά ξερικών (Esteban et al., 1999, Mpelasoka et al., 2003). Γενικά φαίνεται ότι η διαθεσιμότητα και η απορρόφηση του καλίου από το έδαφος μειώνεται κάτω από συνθήκες περιορισμένης εδαφικής υγρασίας (Dundon & Smart, 1984).

Η αύξηση των φαινολικών συστατικών στις ράγες πρέμων που έχουν υποστεί υδατική καταπόνηση είναι ένα αρκετά μελετημένο φαινόμενο. Αυτές οι ενώσεις μπορούν να συσσωρευτούν στις ράγες με μικρότερο ή μεγαλύτερο ρυθμό, ως αποτέλεσμα των επιδράσεων και άλλων κλιματολογικών και καλλιεργητικών παραγόντων όπως η θερμοκρασία, το φως, η αποφύλλωση, το σύστημα μόρφωσης, τα χαρακτηριστικά του εδάφους και τη διαθεσιμότητα του αζώτου. Ουσιαστικά, υπάρχουν δύο ειδών αντιδράσεις στην συσσώρευση των φαινολικών στις ράγες. Ένα έμμεσο και πάντα θετικό αποτέλεσμα λόγω της σχετικής μείωσης του μεγέθους των ραγών (αύξηση σχέσης φλοιού/σάρκα) και ένα άμεσο στην βιοσύνθεση τους, που μπορεί να είναι θετικό ή αρνητικό αναλόγως την κατηγορία του φαινολικού συστατικού, την περίοδο καταπόνησης και την ένταση της υδατικής καταπόνησης. (Ojeda et al., 2002), όπως φαίνεται στον **Πίνακα 2**.

Πίνακας 2: Επίδραση υδατικής καταπόνησης στα φαινολικά συστατικά των ραγών (Ojeda et al., 2002)

Κατηγορία ενώσεων	Κύρια θετική επίδραση	Δευτερεύουσα Θετική επίδραση	Αρνητική επίδραση
Ανθοκυάνες	Λόγω της μείωσης του μεγέθους των ραγών – Μέτρια υδατική καταπόνηση σε όλα τα στάδια.	Λόγω αύξησης της βιοσύνθεσης -Μέτρια υδατική καταπόνηση στο στάδιο III.	Λόγω δριμείας υδατικής καταπόνησης πριν τον περκασμό.
Φλαβονόλες		Λόγω αύξησης της βιοσύνθεσης -Μέτρια υδατική καταπόνηση στο στάδιο III.	Λόγω δριμείας υδατικής καταπόνησης ή πλήρους κάλυψης υδατικών αναγκών στα στάδια I και II.
Φλαβαν-3-ολες		Λόγω αύξησης της βιοσύνθεσης - Όχι υδατική καταπόνηση στο στάδιο I και II.	Λόγω δριμείας υδατικής καταπόνησης στο στάδιο I και II.
Προανθο- κυανιδίνες		Λόγω αύξησης της βιοσύνθεσης -Μέτρια υδατική καταπόνηση στο στάδιο III.	Λόγω δριμείας υδατικής καταπόνησης στο στάδιο I και II.

Οι Roby και Matthews, (2004) αποδίδουν τα θετικά αποτελέσματα της μείωσης του μεγέθους των ραγών από την υδατική καταπόνηση στο στάδιο III μετά τον περκασμό, όχι στο μικρό μέγεθος αυτό καθ' αυτό, αλλά στην μεγαλύτερη σχέση των ιστών του φλοιού και των γιγάρτων ως προς την σάρκα καθώς η υδατική καταπόνηση επιδρά κυρίως παρεμποδίζοντας την ανάπτυξη των κυττάρων του μεσοκαρπίου. Σε αυτό το φαινόμενο και όχι στην βιοσύνθεση τους αποδίδουν και την αυξημένη συγκέντρωση των τανινών και ανθοκυανών στις ράγες πρέμων που είχαν υποστεί υδατική καταπόνηση στο στάδιο III (Roby et al., 2004, Kennedy et al., 2002).

Καθώς τα φαινολικά συστατικά και οι τερπενικές ενώσεις αποτελούν προϊόντα του δευτερογενούς μεταβολισμού η βιοσύνθεση τους είναι άμεσα συνδεδεμένη με τα προϊόντα του πρωτογενούς μεταβολισμού (για παράδειγμα, σάκχαρα). Αυτό σημαίνει ότι επίπεδα υδατικής καταπόνησης τέτοια που αναστέλλουν τον πρωτογενή μεταβολισμό, έχουν μάλλον αρνητική επίδραση στην συγκέντρωση τους στις ράγες των σταφυλιών.

Στην υδατική καταπόνηση και την αρνητική επίδραση της στην πρόσληψη N αποδόθηκε και το ελάττωμα της μη τυπικής ωρίμανσης οίνων λευκών ποικιλιών (Martinson et al., 2003, Schultz et al., 2002). Το παραπάνω φαινόμενο έχει σαν αποτέλεσμα την απώλεια του ποικιλιακού αρώματος του οίνου μερικές φορές ακόμη και πριν αποκτήσει ηλικία ενός έτους. Συγχρόνως με την απώλεια του ποικιλιακού αρώματος εμφανίζονται δυσάρεστες οσμές.

1.4.5 Υδατική καταπόνηση, κλιματικές αλλαγές και τρόποι διαχείρισης αρδευτικού νερού

Οι καλλιεργούμενες ποικιλίες της αμπέλου στην περιοχή της Μεσογείου, κατά τη διάρκεια των ζεστών μηνών του καλοκαιριού, εκτίθενται σε συνθήκες έλλειψης νερού εξαιτίας των υψηλών θερμοκρασιών, του υψηλού ρυθμού διαπνοής και της ανεπάρκειας νερού στο έδαφος. Η ένταση καθώς και η συχνότητα εμφάνισης τέτοιων συνθηκών αναμένεται να αυξηθούν τα επόμενα έτη λόγω της αύξησης της μέσης ετήσιας θερμοκρασίας –απόρροια των κλιματικών αλλαγών - και της αναμενόμενης μείωσης των ποσοτήτων νερού που θα είναι διαθέσιμες για γεωργική χρήση.

Ιδιαίτερης σημασίας για την αμπελοκαλλιέργεια στην Ελλάδα, είναι η εξεύρεση και εφαρμογή μιας στρατηγικής άρδευσης που θα αποσκοπεί στην βελτίωση της ποιότητας και της ποσότητας του παραγόμενου προϊόντος, σε συνδυασμό με την αποτελεσματικότερη χρήση του αρδευτικού νερού. Μια τέτοια στρατηγική άρδευσης για να είναι εφαρμόσιμη θα πρέπει να συντίθεται από μια χρονική και μια περιγραφική συνιστώσα:

- Η πρώτη αφορά στον ακριβή προσδιορισμό του χρόνου εφαρμογής της άρδευσης στηριζόμενη στην γνώση των υδατικών απαιτήσεων των φυτών στα διαφορετικά φαινολογικά στάδια ενώ,
- η δεύτερη αφορά στην εξεύρεση ενός περιγραφικού δείκτη της υδατικής κατάστασης των φυτών της αμπέλου και συνεπώς της έντασης της υδατικής καταπόνησης.

Ιδιαίτερα για τις οινοποιήσιμες ποικιλίες, η εφαρμογή ενός προγράμματος άρδευσης βασιζόμενου στην επιβολή ελεγχόμενης υδατικής καταπόνησης σε

συγκεκριμένα φαινολογικά στάδια θεωρείται ότι μπορεί να συμβάλλει σημαντικά στην βελτίωση της ποιότητας του παραγόμενου προϊόντος.

Σύμφωνα με τους Chaves et al. (2010), η έλλειψη νερού η οποία θα είναι αποτέλεσμα της κλιματικής αλλαγής, μπορεί να αποτελέσει ένα περιοριστικό παράγοντα στην οινοπαραγωγή και στην ποιότητα του οίνου. Η υπερθέρμανση του πλανήτη επιπλέον επηρεάζει και την φυσιολογία της αμπέλου προκαλώντας πρόωμη ωρίμανση της ράγας με αποτέλεσμα προτιμότερη συγκομιδή παγκοσμίως. Κατά τα τελευταία έτη, το υδατικό έλλειμμα παρατηρείται επίσης σε ψυχρές περιοχές που εμφανίζουν ιδιαίτερη τοπογραφία. Η συχνότητα των ακραίων καιρικών φαινομένων, οι καύσωνες, και οι καταρρακτώδεις βροχές προβλέπεται να αυξηθούν, με αρνητικές επιπτώσεις στην απόδοση και την ποιότητα των σταφυλιών.

Επιπλέον, εκτιμάται ότι λόγω της κλιματικής αλλαγής θα επηρεαστεί ως ένα βαθμό και η χημική σύνθεση του σταφυλιού αυξάνοντας την συγκέντρωση σακχάρων με τελικό αποτέλεσμα την αύξηση αλκοολικού βαθμού στο κρασί (Schultz, 2010). Αυτό φυσικά θα έχει αρνητικές συνέπειες πρώτο στην υγεία του ανθρώπου και δευτερευόντως στην αγορά του κρασιού αφού όλο και περισσότεροι καταναλωτές προτιμούν κρασί με λιγότερο αλκοολικό βαθμό (Salamon, 2006).

Λόγω των δυσμενών κλιματικών αλλαγών απαιτείται προσαρμογή στην διαχείριση του αρδευτικού νερού και κρίνεται αναγκαίο η σταθεροποίηση των αποδόσεων της αμπέλου μέσω των ορθών μεθόδων αρδεύσεων.

1.4.5.1 Μέθοδος Έλλειμματικής Άρδευσης (RDI)

Μια καλλιεργητική τεχνική η οποία επιβάλλεται να εφαρμοστεί είναι η κατά το δυνατόν ελλειμματική άρδευση με γνώμονα πάντα να μην επηρεάζεται αρνητικά τόσο η παραγωγικότητα όσο και η ποιότητα του αμπελιού. (Chaves et al., 2010). Αν και το αμπέλι είναι μια μη αρδευόμενη καλλιέργεια η οποία καλλιεργείται σε ξερικές και ημι-ξερικές περιοχές, εφαρμόζεται άρδευση με στόχο την αύξηση της απόδοσης των αμπελουργικών περιοχών. Παρά το γεγονός ότι η άρδευση αυξάνει την απόδοση κατά 2 με 4 φορές περισσότερο και τη φωτοσύνθεση (Cifre et al., 2005), σε μεγάλες ποσότητες έχει αρνητική επίδραση στην ποιότητα των καρπών αφού οι καρποί χάνουν το χρώμα τους και υπάρχει μια ανισορροπία μεταξύ χαμηλών επιπέδων σακχάρων και της οξύτητας.

Η μέθοδος της ελλειμματικής άρδευσης (Regulated Deficit Irrigation - RDI) είναι μια τεχνική σύμφωνα με την οποία παραγραμματίζεται η άρδευση και αναφέρεται σε οποιαδήποτε μέθοδο διατηρεί τα φυτά σε ελλειμματική άρδευση σε συγκεκριμένες φάσεις της καλλιεργητικής περιόδου ώστε να ελέγχεται η αναπαραγωγική εξέλιξη και ανάπτυξη, η βλαστική ανάπτυξη και η βελτίωση της αποδοτικότητας χρήσης νερού. Για τον έλεγχο της ζωηρότητας των βλαστών σε συνδυασμό με την επίτευξη της βέλτιστης ποιότητας στους καρπούς του σταφυλιού η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται σε δύο διακριτές περιόδους ανάλογα με την ποικιλία (Σταυρακάκης, 2013). Η επιτυχία ενός τέτοιου προγράμματος διαχείρισης προϋποθέτει τα φυτά να είναι πλήρως ανεπτυγμένα και να έχουν αποκτήσει βαθύ ριζικό σύστημα σε διαφορετική περίπτωση τα φυτά υποβάλλονται σε υψηλότερη υδατική καταπόνηση από την επιθυμητή με αρνητικές επιπτώσεις τόσο στα ποιοτικά όσο και στα ποσοστά χαρακτηριστικά του τελικού προϊόντος (Καραντινάκη, 2014).

Πιο συγκεκριμένα, αυτό το οποίο έχει βρεθεί είναι ότι με την ρυθμιζόμενη ελλειμματική άρδευση (RDI) η οποία έχει εφαρμοστεί σε ποικιλίες Tempranillo, Monastrell Shirah και Castellao από την περίοδο της καρπόδεσης έως την ωρίμανση βρέθηκε καλύτερη ποιότητα στους καρπούς δηλαδή οι ράγες είχαν μεγαλύτερη συγκέντρωση φαινολικών και ανθοκυανών, καλύτερο άρωμα, χρώμα και επιπλέον αυξήθηκαν τα αμινοξέα και οι φωτοσυνθετικές χρωστικές. Έχει επιτευχθεί με την συγκεκριμένη μέθοδο η αποτελεσματικότερη χρήση του νερού καθώς επίσης και η μειωμένη βλαστική ανάπτυξη και ζωηρότητα. Δυστυχώς όμως μειώθηκε η ποσότητα παραγωγής καθώς επίσης και η ποσότητα και ο αριθμός της ράγας (Καραντινάκη, 2014). Αυτό το οποίο λοιπόν προκύπτει είναι ότι επιλέγοντας κανείς την συγκεκριμένη μέθοδο μπορεί αφενός να πετύχει καλύτερη και οικονομικότερη χρήση νερού και ποιοτικότερο τελικό προϊόν με κόστος όμως την μειωμένη ποσότητα της παραγωγής.

1.4.5.2 Μέθοδος μερικής Ξήρανσης Ριζικού συστήματος (PRD)

Μια άλλη μέθοδος η οποία έχει βρεθεί είναι η μέθοδος της μερικής ξήρανσης του ριζικού συστήματος (Partial Root zone Drying –PRD) σύμφωνα με την οποία γίνεται διαχωρισμός του ριζικού συστήματος σε δύο τμήματα και στην ανά τακτά διαστήματα εναλλαγή άρδευσης σε καθένα από αυτά τα διαχωρισθείσα τμήματα με αποτέλεσμα ένα μέρος να είναι αρδευόμενο ενώ το άλλο να είναι σε συνθήκες υδατικού

στρες. Το συγκεκριμένο σύστημα επιφέρει αύξηση της αποδοτικότητας χρήσης του νερού από τα φυτά, ανάπτυξη ριζικού συστήματος σε βαθύτερα στρώματα για την εύρεση νερού και εν τέλει μερικό κλείσιμο των στομάτων στο τμήμα που δεν αρδεύεται με αποτέλεσμα μείωση των απωλειών νερού από την διαπνοή των στομάτων (Chaves et al., 2010).

Με την συγκεκριμένη μέθοδο έχουν παρατηρηθεί καλύτερη ποιότητα καρπών σε ορισμένες ποικιλίες (Moschatel, Shiraz), αύξηση παραγωγής στην ποικιλία Shiraz, μειωμένη ζοηρότητα και βλαστική ανάπτυξη και αποδοτικότερη χρήση νερού (Καραντινάκη, 2014). Συμπερασματικά, η μέθοδος της μερικής ξήρανσης του ριζικού συστήματος εάν και είναι μια πολλά υποσχόμενη μέθοδος, εντούτοις δεν μπορεί να εφαρμοστεί σε όλες τις ποικιλίες με τα ίδια ευεργετικά αποτελέσματα. Αυτό φυσικά έχει ως αποτέλεσμα να περιορίζεται ο τρόπος εφαρμογής της μόνο στις ποικιλίες στις οποίες επιφέρει κάποια αποτελέσματα.

1.5 Επίδραση της ανόργανης θρέψης στο αμπέλι και στην ποιότητα του οίνου

Η ανόργανη θρέψη αφορά κυρίως τα στοιχεία που προσλαμβάνουν τα φυτά από το έδαφος με το ριζικό σύστημα. Τα πρέμνα, όπως και τα περισσότερα φυτά, χρειάζονται 16 θρεπτικά στοιχεία για την φυσιολογική ανάπτυξη και την αναπαραγωγή τους, που από αυτά ορισμένα θεωρούνται απαραίτητα. Από τα απαραίτητα στοιχεία, άλλα απαιτούνται σε σχετικά μεγάλες συγκεντρώσεις >1000mg/kg ξηρής ουσίας, ονομάζονται μακροστοιχεία και προσλαμβάνονται από το έδαφος μέσω των κυττάρων των ριζών υπό την μορφή ιόντων, ενώ τα υπόλοιπα ονομάζονται μικροστοιχεία επειδή είναι αναγκαία σε μικρότερες ποσότητες των 1000mg/kg ξηρής ουσίας. Τα απαραίτητα για την άμπελο όπως και για τα περισσότερα φυτά μακροστοιχεία είναι ο άνθρακας (C), το υδρογόνο (H), το οξυγόνο (O), το άζωτο (N), ο φώσφορος (P), το θείο (S), το ασβέστιο (Ca), το μαγνήσιο (Mg), το κάλιο (K), και το χλώριο (Cl). Τα απαραίτητα μικροστοιχεία είναι ο σίδηρος (Fe), το μαγγάνιο (Mn), ο ψευδάργυρος (Zn), ο χαλκός (Cu), το βόριο (B) και το μολυβδαίνιο (Mo). Στον **Πίνακα 3** αναφέρονται απαιτήσεις και οι πηγές των θρεπτικών στοιχείων.

Το αμπέλι είναι ένα φυτό του οποίου οι ανάγκες σε ανόργανα θρεπτικά στοιχεία είναι μικρές σε σχέση με άλλα καλλιεργούμενα είδη. Το ριζικό σύστημα του

καταλαμβάνει πολλές φορές μεγάλο όγκο εδάφους και έτσι οι ανάγκες εξαρτώνται περισσότερο από τις φυσικές και χημικές ιδιότητες του εδάφους και λιγότερο από τις λιπάνσεις. Παρόλα αυτά όμως κάποιες ποσότητες θρεπτικών στοιχείων θα πρέπει να προστίθενται υπό την μορφή λιπασμάτων. Οι ελλείψεις ή οι υπερβολικές ποσότητες ενός στοιχείου στο έδαφος είναι δυνατόν να προκαλέσουν φυσιολογικές διαταραχές ή τοξικά φαινόμενα με δυσμενείς επιπτώσεις στην παραγωγή της χρονιάς, αλλά και την επιβίωση ή την μακροβιότητα των φυτών. Ακόμα κατά τη διάρκεια της διαβίωσης των φυτών στον αμπελώνα για αρκετά χρόνια το έδαφος υποβαθμίζεται σταδιακά. Έτσι παρατηρείται πολλές φορές οξίνιση των εδαφών με αποτέλεσμα τη διαλυτοποίηση τοξικών μετάλλων στο έδαφος και τη μείωση της διαθεσιμότητας ορισμένων δισθενών κατιόντων, του βορίου και άλλων στοιχείων. Επίσης μειώνεται η περιεκτικότητα σε οργανική ουσία της οποίας η συμβολή στις φυσικές, βιολογικές και χημικές ιδιότητες του εδάφους είναι καθοριστική.

Οι ανάγκες του αμπελιού σε θρεπτικά στοιχεία, ο όγκος και ο ρυθμός της απορρόφησης τους ποικίλουν κατά την διάρκεια του βλαστικού του κύκλου. Οι ποσότητες που απορροφούνται επηρεάζονται από τον όγκο της σταφυλικής παραγωγής και τον τρόπο χρησιμοποίησης της, την ηλικία και την ευρωστία των πρέμων καθώς και την ποικιλία της αμπέλου και του υποκειμένου, την πυκνότητα φύτευσης του αμπελώνα, το σχήμα μόρφωσης των πρέμων και τέλος την περιεκτικότητα του εδάφους σε θρεπτικά στοιχεία.

Ο ρόλος κάθε θρεπτικού στοιχείου στα φυτά είναι καθορισμένος και δεν μπορεί να αντικατασταθεί από άλλο. Τα θρεπτικά συστατικά συμμετέχουν ως δομικά υλικά στις οργανικές ενώσεις των κυττάρων, ενεργοποιούν ένζυμα, συμμετέχουν στην δομή των ενζύμων, καταλύουν αντιδράσεις και διαμορφώνουν το ωσμωτικό δυναμικό.

Τα στοιχεία άζωτο, κάλιο φώσφορος και μαγνήσιο προσλαμβάνονται σε μεγαλύτερες ποσότητες από τα φυτά και ως εκ τούτου η μέριμνα για τον έλεγχο των ποσοτήτων τους στο έδαφος είναι πιο συχνή. Μεταξύ αυτών όταν υπάρχει έλλειψη αζώτου, καλίου και φωσφόρου αναστέλλεται η αύξηση, ενώ όταν υπάρχει έλλειψη μαγνησίου, παρόλο που εμφανίζονται τα συμπτώματα, δεν αναστέλλεται η αύξηση, η έλλειψη φωσφόρου σε σημείο όπου να επηρεάζεται η αύξηση της αμπέλου είναι σπάνια.

Για την εκτίμηση της τροφικής κατάστασης των φυτών εφαρμόζεται η φυλλοδιαγνωστική. Η δειγματοληψία γίνεται κατά την άνθηση ή τον περκασμό, δεδομένου ότι στα στάδια αυτά οι ανάγκες του φυτού είναι πολύ μεγάλες.

Πίνακας 3: Τα απαραίτητα θρεπτικά στοιχεία των πρέμων και οι πηγές τους.

Πηγές	Κυρίως από την ατμόσφαιρα	Από το έδαφος
Απαιτούνται σε σχετικά μεγάλες ποσότητες	Άνθρακας (C) Υδρογόνο (H) Οξυγόνο (O)	Άζωτο (N) Φώσφορος (P) Κάλιο (K) Ασβέστιο (Ca) Μαγνήσιο (Mg) θείο (S)
Απαιτούνται σε σχετικά μικρές ποσότητες		Σίδηρος (Fe) Μαγγάνιο (Mn) Ψευδάργυρος (Zn) Χαλκός (Cu) Βόριο (B) Μολυβδαίνιο (Mo) Χλώριο (Cl)

1.5.1 Άζωτο (N)

Από άποψη ανόργανης θρέψης της αμπέλου το άζωτο κατέχει την πρώτη θέση, γιατί αποτελεί συστατικό των αμινοξέων, τα οποία θεωρούνται θεμέλιοι λίθοι των πρωτεϊνών και επομένως όλου του πρωτοπλάσματος του φυτού. Οι ενζυμικές αντιδράσεις σε όλα τα φυτά απαιτούν άζωτο γιατί τα φυτικά ένζυμα είναι πρωτεΐνες. Αποτελεί επίσης συστατικό της χλωροφύλλης, η οποία επιτρέπει στα φυτά να χρησιμοποιούν την ενέργεια από το φως του ήλιου για να μετατραπεί το διοξείδιο του άνθρακα της ατμόσφαιρας και το νερό σε υδρογονάνθρακες (τροφή). Το άζωτο συμβάλλει στις μεταβολικές διεργασίες της αμπέλου, με τις οποίες σχηματίζονται αιθέρια έλαια και ρητίνες, χωρίς όμως να συμμετέχει στο τελικό προϊόν. Η άμπελος απορροφά το εδαφικό ανόργανο άζωτο κυρίως υπό μορφή νιτρικών και αμμωνιακών ιόντων και σε πολύ λίγες ποσότητες υπό μορφή νιτρωδών. Σε ορισμένες περιπτώσεις απορροφάτε σε απειροελάχιστες ποσότητες και υπό μορφή αζωτούχων οργανικών ενώσεων, όπως αμινοξέα. Τέλος γενικά είναι δυνατόν να απορροφηθεί, από τα ανώτερα μέρη των φυτών, μέσω των στομάτων αέριος αμμωνία.

Στη διεθνή βιβλιογραφία υπάρχουν αρκετές αναφορές για τη σύνδεση της περίσσειας ή της έλλειψης εδαφικού αζώτου με την ποιότητα και τα συστατικά του οίνου. Γενικά λίπανση με άζωτο δίνει όπως και η άρδευση, οίνους με χορτώδη γεύση, η οποία μπορεί να μειωθεί με το ξεφύλλισμα. Λίπανση με υψηλά επίπεδα αζώτου έχει αποδειχθεί σε διάφορα πειραματικά ότι είναι άμεσα συνδεδεμένη με υψηλές συγκεντρώσεις αζώτου στο γλεύκος. Επίσης αυξάνεται ο σχηματισμός εστέρων και ιδιαίτερα εστέρων με σχετικά χαμηλό μοριακό βάρος, όπως αυτοί που συνεισφέρουν σε περισσότερο «volatile» και φρουτώδες άρωμα στο κρασί (Gladstones, 1992).

Περίσσεια αζώτου προκαλεί έντονη βλάστηση που για να αντιμετωπισθεί απαιτούνται ιδιαίτερα κλαδέματα, μεγαλύτερο ριζικό σύστημα, καθυστέρηση της εκβλάστησης των οφθαλμών, συσσώρευση περισσότερου αζώτου στους μίσχους, υψηλότερη οξύτητα, περισσότερες ανθοκυάνες στην επιδερμίδα, ενώ φαίνεται ότι δεν επηρεάζεται η ωρίμανση των σταφυλιών ως προς το pH του γλεύκους. Η εφαρμογή του αζώτου (N) στα αμπέλια πρέπει να γίνεται με προσοχή λόγω των αντιφατικών επιπτώσεων της στην βλαστική ανάπτυξη, την απόδοση και τη χημική σύνθεση των σταφυλιών, του γλεύκους και στην συνέχεια του οίνου (Bell & Henschke, 2005, Brunetto et al., 2007). Τα υψηλά ποσοστά των αζωτούχων λιπασμάτων ως NO_3^- -N και NH_4^+ -N, μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της βλάστησης του πρέμνου, μειώνοντας την ηλιακή ακτινοβολία που εισέρχεται στο εσωτερικό του φυλλώματος, ευνοώντας έτσι την συχνότητα εμφάνισης των μυκητιάσεων στα φύλλα και στα σταφύλια (Keller et al., 1999, Duchêne et al., 2001, Brunetto et al., 2007). Επιπλέον, η υπερβολική βλάστηση των πρέμνων και η έλλειψη φωτός στο εσωτερικό του φυλλώματος μπορεί να μειώσει τη δραστηριότητα των ενζύμων που ρυθμίζουν τη σύνθεση μερικών σημαντικών ενώσεων, όπως οι ανθοκυανίνες (φαινολικές ενώσεις ερυθρού χρώματος) που δίνουν το χρώμα στο γλεύκος και στην συνέχεια στο κρασί. Μια αύξηση της αναλογίας σάρκας προς φλούδα αραιώνει τη συγκέντρωση ανθοκυανινών και διεγείρει τη μετανάστευση ανθοκυανινών που βρίσκονται στη ρόγα στα αναπτυσσόμενα φυτικά όργανα, συμπεριλαμβανομένων των νέων βλαστών (Keller & Hrazdina, 1998, Keller et al., 1999, Tesic et al., 2007 · Brunetto et al., 2009). Ως αποτέλεσμα να επηρεάζεται, η απόδοση και η σύνθεση του σταφυλιού, του γλεύκους και του οίνου.

Επίσης η λίπανση με άζωτο επηρεάζει την μορφολογία των σταφυλιών (μήκος, πλάτος και βάρος σταφυλιών, τον αριθμό των ραγών ανά τσαμπί κλπ.), χημική σύνθεση του χυμού (pH, οργανικά οξέα, ανθοκυανίνη και ολικές πολυφαινόλες) και τις

οργανοληπτικές ιδιότητες (Chadha, Shikhamany, 1999). Για παράδειγμα, το τρυγικό και το μηλικό οξύ αντιπροσωπεύουν περισσότερο από το 90% όλων των οξέων στο σταφύλι και συμβάλουν στη σταθερότητα και τη μακροζωία του κρασιού. Οι ανθοκυάνες βρίσκονται σε μεγαλύτερη συγκέντρωση στο φλοιό και καθορίζουν το χρώμα του σταφυλιού, του γλεύκους και στη συνέχεια του κρασιού. Οι ολικές πολυφαινόλες, οι οποίες επίσης απαντώνται σε μεγαλύτερες ποσότητες στο φλοιό, συνήθως αυξάνονται ως ανταπόκριση στη λίπανση του N και συμβάλλουν στην ένταση του χρώματος, στην απόχρωση και στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του σταφυλιού και του οίνου (Chadha, Shikhamany, 1999).

Αντίθετα έλλειψη αζώτου προκαλεί περιορισμένη βλάστηση, μειωμένη ανάπτυξη ριζών, ασθενές πράσινο χρώμα στα φύλλα και χλώρωση αυτών. Το πρώτο ίσως σύμπτωμα της τροφοπενίας αζώτου είναι η μείωση των αποδόσεων. Επίσης έλλειψη αζώτου μπορεί να οδηγήσει σε μείωση της ποιότητας του οίνου λόγω έλλειψης του αναγκαίου αζώτου στα σταφύλια και στο γλεύκος. Τέλος έλλειψη αζώτου μπορεί να οδηγήσει σε πρόωρη διακοπή ζύμωσης κατά τη διάρκεια της οινοποίησης. Έτσι, η συγκέντρωση του N στο γλεύκος έχει αντίκτυπο στη μικροβιακή βιομάζα, στον ρυθμό και στο χρόνο της ζύμωσης και στα τελικά προϊόντα του μικροβιακού μεταβολισμού (Cantarelli, 1957, Bisson, 1991) όπως οι αλκοόλες και οι ενώσεις που παράγουν άρωμα στον οίνο (Rapp, Versini, 1991).

1.5.2 Φώσφορος (P)

Ο φώσφορος λαμβάνει μέρος στη σύνθεση των φωσφολιπιδίων, των πυρηνοξέων και στη σύνθεση των πυρηνοπρωτεϊνών που αποτελούν κύριο συστατικό των πυρήνων των κυττάρων. Αποτελεί επίσης σημαντικό συστατικό των λιπιδίων των κυτταρικών μεμβρανών και των νουκλεϊνικών οξέων. Σημαντικότερη είναι η συμμετοχή του στη λειτουργία της φωτοσύνθεσης, στον μεταβολισμό των σακχάρων και στη λειτουργία της αναπνοής. Η υδρόλυση των φωσφορικών ενώσεων απελευθερώνει ενέργεια που χρησιμοποιείται για την ικανοποίηση των αναγκών σε ενέργεια του αμπελιού. Ο φωσφόρος συσσωρεύεται κυρίως στις μεριστωματικές περιοχές, στους σπόρους και στις ρόγες γενικά. Χρονικά συγκεντρώνεται αρχικά στα φύλλα ως την έναρξη του γυαλίσματος της ρόγας, ενώ μετά κυριαρχεί η συγκέντρωσή

του στα σταφύλια. Σε κάθε τόνο σταφυλιών υπάρχει κατά μέσο όρο 0.6 Kgr φωσφόρου, ενώ αποτελεί το 0.1 έως 0.3 % του ξηρού βάρους του κλήματος.

Η έλλειψη φωσφόρου είναι σπάνια στο πρέμνο. Αυτό οφείλεται από τις περιορισμένες απαιτήσεις που έχουν τα πρέμνα σε φώσφορο, τις οποίες συνήθως καλύπτουν οι υπάρχουσες στο έδαφος ποσότητες και από τη δυνατότητα κινητικότητας του φωσφόρου μεταξύ των διαφόρων τμημάτων του πρέμνου. Η έλλειψη φωσφόρου (η οποία δεν είναι συνηθισμένη στα πρέμνα) προκαλεί γύρισμα προς τα κάτω των άκρων των φύλλων, τα οποία γίνονται σκούρα πράσινα, μείωση του ριζικού συστήματος, καθυστέρηση της ωρίμανσης των σταφυλιών και μείωση της παραγωγής. Έλλειψη φωσφόρου απαντάται σε όξινα και πολύ όξινα εδάφη. Χωρίς φώσφορο η απαραίτητη για τη σύνθεση των πρωτεϊνών πρώτη ύλη δηλαδή τα σάκχαρα, δεν διακινείται με συνέπεια να μην γίνεται ο μεταβολισμός της λόγω έλλειψης ενέργειας. Υψηλά επίπεδα φωσφόρου στο έδαφος μπορεί να οδηγήσουν σε τροφοπενίες ψευδαργύρου, χαλκού, μαγνησίου και μαγγανίου. Υψηλή περιεκτικότητα φωσφόρου στο έδαφος μπορεί να μειώσει τη διαθεσιμότητα του ψευδάργυρου, λόγω του σχηματισμού φωσφορικού Zn. Κατά συνέπεια, τα συμπτώματα της ανεπάρκειας ψευδάργυρου μπορεί να παρατηρηθούν στα φύλλα των σταφυλιών (Skinner & Matthews, 1989).

Επιπλέον, ο φώσφορος μπορεί να αποδώσει κάποια χαρακτηριστικά στους οίνους που παράγονται σε μια δεδομένη περιοχή. Για παράδειγμα, οι Zalameña et al., (2013ab) παρατήρησε ότι στα φυτά που αύξησαν τη συγκέντρωση φωσφόρου στα φύλλα και αυξήθηκε η συγκέντρωση των ανθοκυανινών στον οίνο. Αντίθετα, η συγκέντρωση του φωσφόρου που θεωρείται κατάλληλη για την οينوποίηση προάγει τη ζύμωση του γλεύκους, όπως επίσης και την οργανοληπτική ποιότητα του οίνου όσον αφορά το άρωμα και τη γεύση (Pommer, 2003).

1.5.3 Κάλιο (K)

Το κάλιο αποτελεί περίπου το 3 % του ξηρού βάρους του κλήματος και αποτελεί σημαντικό συστατικό του χυμού του σταφυλιού. Σε κάθε τόνο σταφυλιού υπάρχουν περίπου 5 Kgr καλίου. Είναι το μόνο μακροστοιχείο που δεν είναι δομικό συστατικό, δεν διεισδύει δηλαδή, στα δομικά μόρια των κυττάρων των φυτικών ιστών. Παίζει όμως μεγάλο ρόλο ως ρυθμιστικό παράγοντα στην ιοντική ισορροπία στα

κύτταρα, στο άνοιγμα και κλείσιμο των στοματίων, ενεργοποιεί πολλά ένζυμα του μεταβολισμού των υδατανθράκων (αυξάνοντας τα αποθέματα κορμού και κληματίδων σε υδατάνθρακες), επιδρά στη σύνθεση των πρωτεϊνών και στη σύνθεση και μετακίνηση των σακχάρων. Βελτιώνει την γονιμότητα των οφθαλμών της αμπέλου που εκφράζεται με τον αριθμό των ανθικών καταβολών ανά οφθαλμό. Αυξάνει την καρπόδεση των ανθοταξιών. Ευνοεί την αύξηση του μεγέθους των ραγών και επιταχύνει την έναρξη της ωρίμανσης. Αυξάνει την περιεκτικότητα των σταφυλιών σε διάφορες φαινολικές ουσίες που βελτιώνουν το χρώμα των παραγόμενων οίνων. Εξουδετερώνει τα οργανικά οξέα και παίζει σημαντικό ρόλο στον έλεγχο της οξύτητας και του pH του γλεύκους και στην συνέχεια του οίνου.

Το κάλιο (K) είναι ένα από τα μακροστοιχεία που απαιτούνται περισσότερο από τα αμπέλια και μια μεγάλη ποσότητα εξάγεται μέσω του τρύγου. Η διαθεσιμότητα του καλίου στα σταφύλια μπορεί να εκτιμηθεί με ανάλυση των φύλλων σε πλήρη άνθηση και στην καρπόδεση. Ωστόσο, δεν είναι πάντοτε δυνατό να προσδιοριστεί με ακρίβεια το κάλιο στα φύλλα, επειδή τα περισσότερα ιόντα K είναι ελεύθερα και μπορούν να ανακαταμεμηθούν γρήγορα σε αναπτυσσόμενα όργανα (π.χ. ράγες) ή να αποθηκευτούν σε αποθησαυριστικά όργανα όπως ξυλοποιημένους βλαστούς και ρίζες (Tagliavini & Scandellari, 2013).

Ένας γενικός κανόνας που ισχύει για το κάλιο είναι: σωστή ποσότητα καλίου στο έδαφος ή ακόμη καλύτερα στο αμπέλι είναι απαραίτητη για σωστή παραγωγή τόσο ως προς την ποσότητα όσο και ως προς την ποιότητα. Ιδιαίτερα όμως σε θερμά και ξηρά κλίματα, συνθήκες που υπάρχουν σε αρκετές αμπελουργικές περιοχές της Ελλάδας, πρέπει να αποφεύγεται αυστηρά η υπερβολική πέραν της απαιτούμενης ποσότητας καλίου στο έδαφος γιατί προκαλεί μείωση της ποιότητας του οίνου. Έλλειψη καλίου προκαλεί κιτρίνισμα των άκρων των φύλλων που επεκτείνεται προς το εσωτερικό ενώ στις ερυθρές ποικιλίες τα φύλλα εμφανίζουν στις άκρες αρχικά κόκκινο αντί κίτρινο χρώμα. Επίσης εμφανίζονται μικρά τσαμπιά χωρίς χυμούς και ανομοιόμορφη ωρίμανση των ραγών.

Σταφύλια από κλήματα με έλλειψη καλίου στερούνται χρώματος ενώ έχουν μειωμένα σάκχαρα, ενώ φτωχά χρώματα παρατηρούνται και σε υψηλά επίπεδα καλίου στο γλεύκος. Η ποιότητα του ερυθρού χρώματος για ερυθρούς οίνους με υψηλό pH είναι χαμηλή κι αυτό γιατί όσο αυξάνεται το pH τόσο μειώνεται ο βαθμός ιονισμού των ανθοκυανών, που είναι το ποσοστό των ολικών ανθοκυανών που εμφανίζονται στις έγχρωμες ποικιλίες. Για τον λόγο αυτό τα επίπεδα του καλίου στις ράγες είναι πιο

σημαντικά για το pH των ερυθρών οίνων σε σύγκριση με αυτό των λευκών οίνων. Υψηλές συγκεντρώσεις καλίου, κυρίως κατά την περίοδο ωρίμανσης των σταφυλιών, μπορεί να προκαλέσει αύξηση του pH στο γλεύκος και κατά συνέπεια στον οίνο (λόγω της δέσμευσης των οργανικών οξέων από το κάλιο για παραγωγή τρυγικού καλίου) και συνεπώς είναι επίπεδοι γευστικά, με χαμηλή οξύτητα και ευπαθείς σε οξειδωτικές και μικροβιακές αλλοιώσεις.

Επίσης αύξηση του μηλικού οξέος, αν και κατά την οινοποίηση το μηλικό μπορεί να ελαττωθεί σε αντίθεση με το pH που μπορεί να αυξηθεί ακόμη περισσότερο. Υψηλά ποσοστά καλίου σε λευκές ποικιλίες είναι ανεπιθύμητα γιατί υπερωριμάζουν και χάνουν απότομα τα οξέα και τη φρουτώδη γεύση τους. Αντίθετα στις ερυθρές ποικιλίες η ύπαρξη αρκετών ποσοτήτων διαθεσίμου καλίου στο έδαφος βελτιώνει σημαντικά την πρώτη ύλη, ενώ η ωφέλιμη ενέργεια του καλίου φαίνεται πως συνεχίζεται και στο στάδιο της ωρίμανσης ερυθρών οίνων στο βαρέλι.

Για να επιτευχθεί η άριστη ποιότητα στο γλεύκος και στην συνέχεια στον οίνο, η περίσσεια καλίου στις ράγες πρέπει να αποφεύγεται. Η συγκέντρωση του καλίου στις ράγες, αλλά και σε όλο το πρέμνο μπορεί να ελεγχθεί, για παράδειγμα, με την χρήση υποκειμένων που συσσωρεύουν χαμηλή συγκέντρωση καλίου (Kodur S., et al., 2011) και με την εφαρμογή σωστών προγραμμάτων λίπανσης καλίου.

1.5.4 Ασβέστιο (Ca), μαγνήσιο (Mg), θείο (S) και μερικά ιχνοστοιχεία

1.5.4.1 Ασβέστιο (Ca) - Μαγνήσιο (Mg)

Ο ρόλος του ασβεστίου είναι σημαντικός για την λειτουργία, τη διαπερατότητα της κυτταρικής μεμβράνης και την ενεργοποίηση πολλών ενζύμων στα κύτταρα. Έλλειψη ασβεστίου δεν παρατηρείται συχνά στα πρέμνα. Το Μαγνήσιο (Mg) συμμετέχει στο μόριο της χλωροφύλλης, ενεργοποιεί πολλά ένζυμα και παρεμβαίνει στο μεταβολισμό των σακχάρων. Συχνά παρουσιάζεται στο αμπέλι το φαινόμενο του ανταγωνισμού στην πρόσληψη του μαγνησίου από το κάλιο, κυρίως σε εδάφη φτωχά σε μαγνήσιο. Η έλλειψη του προκαλεί τη φυσιολογική «ξήρανση της ράχης».

Σε όξινα εδάφη της Νότιας Βραζιλίας, ασβεστόλιθος εφαρμόζεται συχνά πριν από τη φύτευση αμπελώνων ασβέστιο (Ca) και μαγνήσιο (Mg), με στόχο την αύξηση της περιεκτικότητας σε Ca και Mg και για μείωση της τοξικότητας του αργιλίου (Al).

Η αραίωση αυξάνει τον κορεσμό της ικανότητας ανταλλαγής κατιόντων σε βάρος του κορεσμού του αργιλίου. Η αύξηση της συγκέντρωσης Ca αναμένεται μετά την εφαρμογή του ασβέστη στο έδαφος που οδηγεί στην ενεργοποίηση της φωσφατάσης και της πεπτιδάσης και αυξάνει την ακαμψία των κυτταρικών τοιχωμάτων των σταφυλιών και άλλων οργάνων του πρέμνου (Lecourieux et al., 2006). Μια αύξηση της περιεκτικότητας σε Mg αναμένεται επίσης να βελτιώσει τη σύνθεση της χλωροφύλλης (Pommer, 2003). Μερικές μελέτες ανέφεραν ότι σε εδάφη με υψηλά επίπεδα ανταλλάξιμου K, μπορεί να εμφανιστούν συμπτώματα ανεπάρκειας Mg στα φύλλα των σταφυλιών και ακόμη και αποξήρανση του ραχιδίου με αποτέλεσμα φυσιολογική διαταραχή και μείωση της απόδοσης (Hall et al., 2011).

1.5.4.2 Θείο (S)

Το θείο είναι συστατικό των πρωτεϊνών και συνενζυμικός παράγοντας με σπάνια την έλλειψη του από τον αμπελώνα λόγω του ότι χρησιμοποιείται τόσο για την καταπολέμηση του ωιδίου όσο και ως συστατικό διαφόρων λιπασμάτων.

1.5.4.3 Χαλκός (Cu) - Ψευδάργυρος (Zn)

Συστατικό των ενζύμων ο χαλκός, παίζει ρόλο στη φωτοσύνθεση και την αναπνοή ενώ σπάνια λείπει από την άμπελο αφού χρησιμοποιείται ως μυκητοκτόνο. Ο Ψευδάργυρος συμμετέχει στη βιοσύνθεση αυξητικών παραγόντων και ενεργοποιεί πολλά ένζυμα. Απαραίτητος για την αύξηση των φυτών και για την κανονική καρποφορία. Η έλλειψη του προκαλεί μικροφυλλία, μείωση της καρπόδεσης και μικροκαρπία

Στις πάνω εδαφικές στρώσεις των σημαντικότερων περιοχών της βιομηχανίας αμπελιών παγκοσμίως, η συσσώρευση χαλκού (Cu) και ψευδάργυρου (Zn) προκύπτει από την εφαρμογή μυκητοκτόνων και την προσθήκη οργανικών καταλοίπων ως πηγή N, P και K (Brunetto et al., 2014b). Η συσσώρευση Cu και Zn στο έδαφος τροποποιεί την κατανομή των μορφών αυτών των στοιχείων, αυξάνοντας τις πιο ευμετάβλητες μορφές που μπορεί να έχουν μολύνει επιφανειακά και υπόγεια ύδατα, ειδικά σε εδάφη με αμμώδη υφή και με χαμηλή περιεκτικότητα σε οργανική ύλη (Casali et al. 2008).

Η υπερβολική συσσώρευση στο έδαφος είναι τοξική για πολλά είδη καλλιεργειών (Giroto et al., 2014). Επιπλέον, μια περίσσεια συγκέντρωση Cu και Zn μπορεί να είναι τοξική για τα νεαρά αναπτυσσόμενα σταφύλια και να προκαλέσει φυσιολογικό και βιοχημικό στρες στα σταφύλια (Miotto et al., 2013). Αυτό μπορεί να βλάψει την παραγωγή και τη χημική σύνθεση του σταφυλιού και κατά συνέπεια του γλεύκους και του οίνου. Ωστόσο, οι πραγματικές αρνητικές επιπτώσεις του υπερβολικού Cu και Zn στην απόδοση και στη σύνθεση των σταφυλιών θα πρέπει να αξιολογούνται σε σχέση με τις ιδιότητες του εδάφους.

1.5.4.4 Σίδηρος (Fe)

Συμμετέχει στη βιοσύνθεση της χλωροφύλλης και είναι συστατικό αρκετών ενζύμων. Εδάφη με ανεπαρκή περιεκτικότητα σε σίδηρο απαντώνται σπάνια, σε ασβεστούχα όμως εδάφη εμφανίζεται πολύ συχνά τροφопενία σιδήρου γνωστή και ως «χλώρωση σιδήρου της αμπέλου». Η υψηλή συγκέντρωση των ανθρακικών ιόντων στα ασβεστούχα εδάφη παρεμποδίζει την είσοδο του σιδήρου στον μεταβολισμό των πρέμνων με αποτέλεσμα την έλλειψη αυτού του στοιχείου. Το πρόβλημα αυτό αντιμετωπίζεται κυρίως με την χρησιμοποίηση υποκειμένων ανθεκτικών στη χλώρωση σιδήρου.

1.5.4.5 Μολυβδαίνιο (Mo) - Μαγγάνιο (Mn) - Βόριο (B)

Το μαγγάνιο και το μολυβδαίνιο συμμετέχουν στο μεταβολισμό του αζώτου. Επιπλέον το μαγγάνιο παίζει ενεργό ρόλο και στη σύνθεση της χλωροφύλλης στα φύλλα. Τελευταίο μικροστοιχείο το βόριο επιδρά θετικά στη διαδικασία της γονιμοποίησης διότι συμμετέχει στην αύξηση του γυρεοσωλήνα, παίζει ενεργό ρόλο στην μεταφορά των σακχάρων στα κύτταρα και του ασβεστίου εντός του φυτού. Η έλλειψη του προκαλεί νέκρωση των ανθέων, κακή καρπόδεση και καρπόπτωση, ενώ σε μεγάλες συγκεντρώσεις προκαλεί φυτοτοξικότητα.

1.6 Η έννοια της ισορροπίας στην άμπελο και η σχέση της με την ποιότητα των παραγόμενων οίνων

Η ποιότητα του οίνου πάντα σχετίζεται με την λεπτή αρμονική ισορροπία των γεύσεων και αρωμάτων, όπου καμία γεύση και άρωμα δεν κυριαρχεί πάνω στο άλλο. Τα ποιοτικά του χαρακτηριστικά ή τα ελαττώματα του, συνδέονται άμεσα με τη χημική του σύνθεση, τις ουσίες δηλαδή που περιέχει και προήλθαν από τα σταφύλια που οινοποιήθηκαν για την δημιουργία του (Reynaud 1987). Τα ποιοτικά σταφύλια, αυτά που μπορούν να δώσουν υψηλής ποιότητας οίνους, παράγονται σε κάθε περίπτωση από ισορροπημένους αμπελώνες.

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). Η εκτίμηση της ισορροπίας βλάστησης προς καρποφορίας αν και είναι δυσχερής λόγω των παραγόντων που επιδρούν πάνω στην εξέλιξη του πρέμνου, αλλά 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 ακολουθούν. Για το λόγο αυτό προτάθηκαν δείκτες έκφρασης της ισορροπίας, μεταξύ των οποίων πιο σημαντικοί είναι ο λόγος του βάρους φορτίου κατά τον τρυγητό προς το βάρος των κληματίδων που εξαιρούνται κατά το κλάδεμα καρποφορίας (Y/P δείκτης Ravaz), το βάρος των εξαιρούμενων κληματίδων κατά το χειμερινό κλάδεμα καρποφορίας ανά μονάδα μήκους βλάστησης (P), ο λόγος της φυλλικής επιφάνειας ανά πρέμνο προς το βάρος των παραγόμενων σταφυλιών (LA/Y) κ.ά.. Από τους παραπάνω δείκτες θα αναπτυχθεί ο δείκτης Ravaz οποίος χρησιμοποιήθηκε στην πειραματική διαδικασία της παρούσας μελέτης.

Ο Ravaz πραγματοποίησε το 1911 την πρώτη του προσπάθεια να καθορίσει την ισορροπία, προτείνοντας ότι ο λόγος της παραγωγής προς το ξύλο ήταν το κλειδί για να επιτευχθεί ποιοτική και σταθερή στα χρόνια παραγωγή. Πολύ αργότερα το 1930 περιέγραψε τον δείκτη F/V όπου το F ήταν το βάρος των σταφυλιών ανά βλαστό και V ήταν το βάρος του βλαστού χωρίς φορτίο, ο οποίος χρησιμοποιήθηκε ως δείκτης ισορροπίας της ποικιλίας Amaron.

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. Χρησιμοποιείται δηλαδή το βάρος κλαδέματος το 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 μεσογονάτια διαστήματα, μεγάλα φύλλα, πληθώρα μεσοκάρδιων βλαστών, μειωμένη γονιμότητα οφθαλμών και αυξημένη σκίαση στο εσωτερικό της κόμης των πρεμνών και στην περιοχή των σταφυλιών. Αντίθετα τιμές που υπερβαίνουν το 10 υποδεικνύουν υπερπαραγωγή των πρέμνων, 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 εδαφολογικές συνθήκες. Γενικά ισχύει ότι όσο πιο θερμό είναι το κλίμα μιας αμπελουργικής περιοχής τόσο παίρνει μεγαλύτερες βέλτιστες τιμές, ενώ όσο πιο ψυχρό είναι το κλίμα τόσο ο λόγος παίρνει χαμηλότερη βέλτιστη τιμή. Αρκετοί 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 στην Νέα Ζηλανδία είχε ως αποτέλεσμα πιο ισορροπημένο αμπελώνα και παραγωγή ποιοτικότερου οίνου από αμπελώνα με γραμμικό κορδόνι, με το δείκτη Ravaz να παίρνει τιμές 6,8 και 2,5 αντίστοιχα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Ο σκοπός της παρούσας μεταπτυχιακής μελέτης είναι η **επίδραση διαφορετικών εδαφοκλιματικών συνθηκών:**

- στο υδατικό δυναμικό,
- στα θρεπτικά συστατικά των φύλλων,
- στην πορεία ωρίμανσης της ποικιλίας Αγιωργίτικο
- και στην ποιότητα των παραγόμενων οίνων

Για την πραγματοποίηση της μελέτης έγινε:

- Επισήμανση πρέμνων σε αμπελώνες της περιοχής της Νεμέας.
- Συλλογή δειγμάτων της ποικιλίας Αγιωργίτικο σε διάφορα φαινολογικά στάδια.
- Μέτρηση του υδατικού δυναμικού των πρέμνων.
- Φυλλοδιαγνωστικές αναλύσεις φύλλων στην άνθηση και την ωρίμανση.
- Μετρήσεις στο γλεύκος κατά την τεχνολογική ωρίμανση (ενεργή και ολική οξύτητα, σακχαροπεριεκτικότητα κ.α.)
- Οινοποίηση σταφυλιών των επισυναπτόμενων πρέμνων
- Προσδιορισμός του δείκτη Ravaz.

2.1 Οι πειραματικοί αμπελώνες

Για την μελέτη χρησιμοποιήθηκαν πέντε πειραματικοί αμπελώνες της ποικιλίας Αγιωργίτικο από την περιοχή της Νεμέας σε διαφορετικές τοποθεσίες. Από το κάθε πειραματικό αμπελώνα επιλέχθηκαν τυχαία και επισημάνθηκαν τριάντα πρέμνα και χωρίστηκαν σε τρεις πειραματικές ομάδες των δέκα πρέμνων για επαναληψιμότητα. Αναλυτικότερα:

- Στις Τοποθεσίες Αναπλιώτη (Λ) και Γαλάρι (Υ) επιλέχθηκε μια σειρά λόγο κλίσης του εδάφους, όπου επισημάνθηκαν με οριοθετημένες αποστάσεις τρεις δεκάδες.
- Στον τοποθεσίες Αφαλός (Α), Τριτός (Τ) και Μπουσμπάρδι (Μ) επιλέχθηκαν τρεις σειρές η μια δίπλα στην άλλη λόγο χαμηλής κλίσης του εδάφους και στην κάθε σειρά αφέθηκαν τα 5 πρώτα πρέμνα και επισημάνθηκαν τα επόμενα δέκα.

Πίνακας 4: Κωδικοποίηση αμπελοτεμαχίων.

Αμπελοτεμάχιο	Κωδικός Αμπελοτεμαχίου
Αρχαίες Κλεωνές, Αναπλιώτη (Λ)	Λ1
	Λ2
	Λ3
Αρχαία Νεμέα, Γαλάρι (Υ)	Υ1
	Υ2
	Υ3
Αρχαία Νεμέα, Αφαλός (Α)	Α1
	Α2
	Α3
Αρχαία Νεμέα, Τριτός (Τ)	Τ1
	Τ2
	Τ3
Αρχαίες Κλεωνές, Μπουσμπάρδι (Μ)	Μ1
	Μ2
	Μ3

2.1.1 Αμπελώνας *Λ Αναπλιώτη, Αρχαίες Κλεωνές*

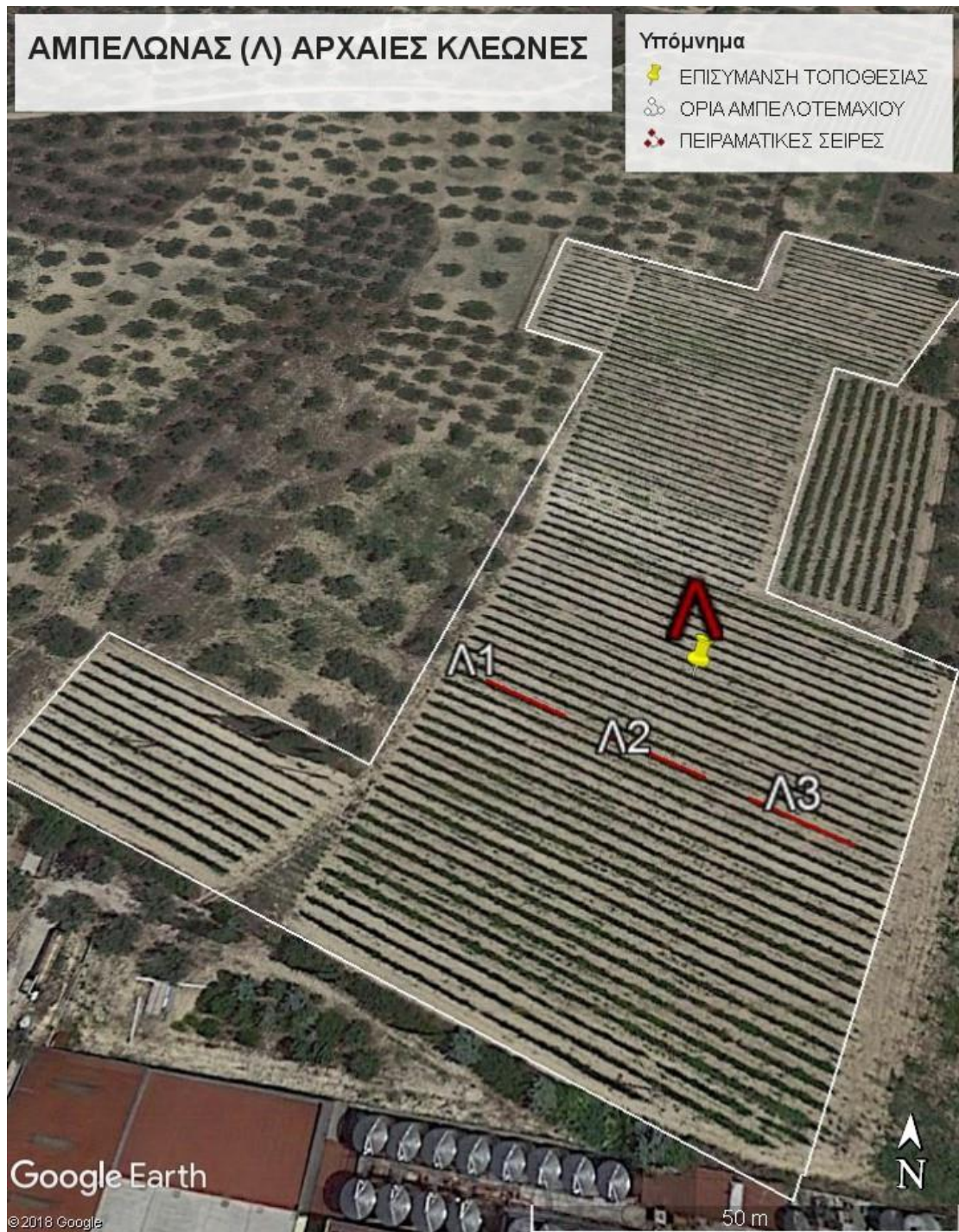
Ο αμπελώνας *Λ* βρίσκεται στην τοποθεσία Αναπλιώτη των Αρχαίων Κλεωνών και ανήκει στο οινοποιείο Λαφαζάνη. Έχει γεωγραφικό πλάτος 37°48'55.16"B, γεωγραφικό μήκος 22°45'59.22"A και βρίσκεται σε υψόμετρο 250 μέτρων από την επιφάνεια της θάλασσας. Είναι αμπελώνας ΠΟΠ και ανήκει στην τρίτη υψομετρική ζώνη. Ο αμπελώνας *Λ* έχει σύστημα μόρφωσης μονόπλευρο Guyot οι κληματίδες κάθε κεφαλής κλαδεύονται η μεν ανώτερη σε αμολυτή με 6-7 οφθαλμούς, η δε κατώτερη ως κεφαλή με δυο οφθαλμούς. Στον **Πίνακα 5** αναφέρονται τα χαρακτηριστικά του αμπελώνα.

Χαρακτηριστικό	Περιγραφή
Τοποθεσία	<i>Αναπλιώτη</i>
Ποικιλία	<i>Αγιωργίτικο</i>
Υποκείμενο	<i>110 Richter</i>
Έτος Φύτευσης	<i>2003</i>
Έκταση	<i>3.7 στρέμματα</i>
Υψόμετρο	<i>250 μέτρα</i>
Αποστάσεις Φύτευσης	<i>0.9m x 2.4m</i>
Αριθμός Πρέμων	<i>463</i>
Σύστημα Μόρφωσης	<i>Γραμμικό Guyot</i>
Υποσύλωση	<i>Ναι</i>
Έκθεση	<i>Ανατολική</i>
Κλίση	<i>Ελαφρά <5%</i>
Έδαφος	<i>Αμμώδες-Αργιλοπηλώδες</i>
Ψεκασμοί	<i>Ναι</i>
Λιπάνσεις	<i>Ναι</i>
Σύστημα Άρδευσης	<i>Ναι</i>

Πίνακας 5: Χαρακτηριστικά του πειραματικού αμπελώνα *Λ*.



Εικόνα 4: Απεικόνιση του αμπελώνα Λ.



Εικόνα 5: Απεικόνιση του αμπελώνα Λ, επισήμανση τοποθεσίας, όριο αμπελοτεμαχίου και σήμανση πειραματικών σειρών μέσω του Google Earth Pro.

2.1.2 Αμπελώνας *Υ Αρχαία Νεμέα, Γαλάρι*

Ο αμπελώνας Υ βρίσκεται στο Γαλάρι της Αρχαίας Νεμέας και ανήκει στο οινοποιείο Ζαφείρη. Έχει γεωγραφικό πλάτος $37^{\circ}49'35.48''\text{B}$, γεωγραφικό μήκος $22^{\circ}41'59.23''\text{A}$ και βρίσκεται σε υψόμετρο 380 - 400 μέτρα από την επιφάνεια της θάλασσας. Είναι αμπελώνας ΠΟΠ και ανήκει στην δεύτερη υψομετρική ζώνη. Ο αμπελώνας Υ έχει σύστημα μόρφωσης Λύρα και εφαρμόζεται βραχύ κλάδεμα καρποφορίας με μια παραγωγική μονάδα ανά κεφαλή που φέρει ένα λανθάνοντα οφθαλμό. Στον **Πίνακα 6** αναφέρονται τα χαρακτηριστικά του αμπελώνα.

Πίνακας 6: Χαρακτηριστικά του πειραματικού αμπελώνα Υ.

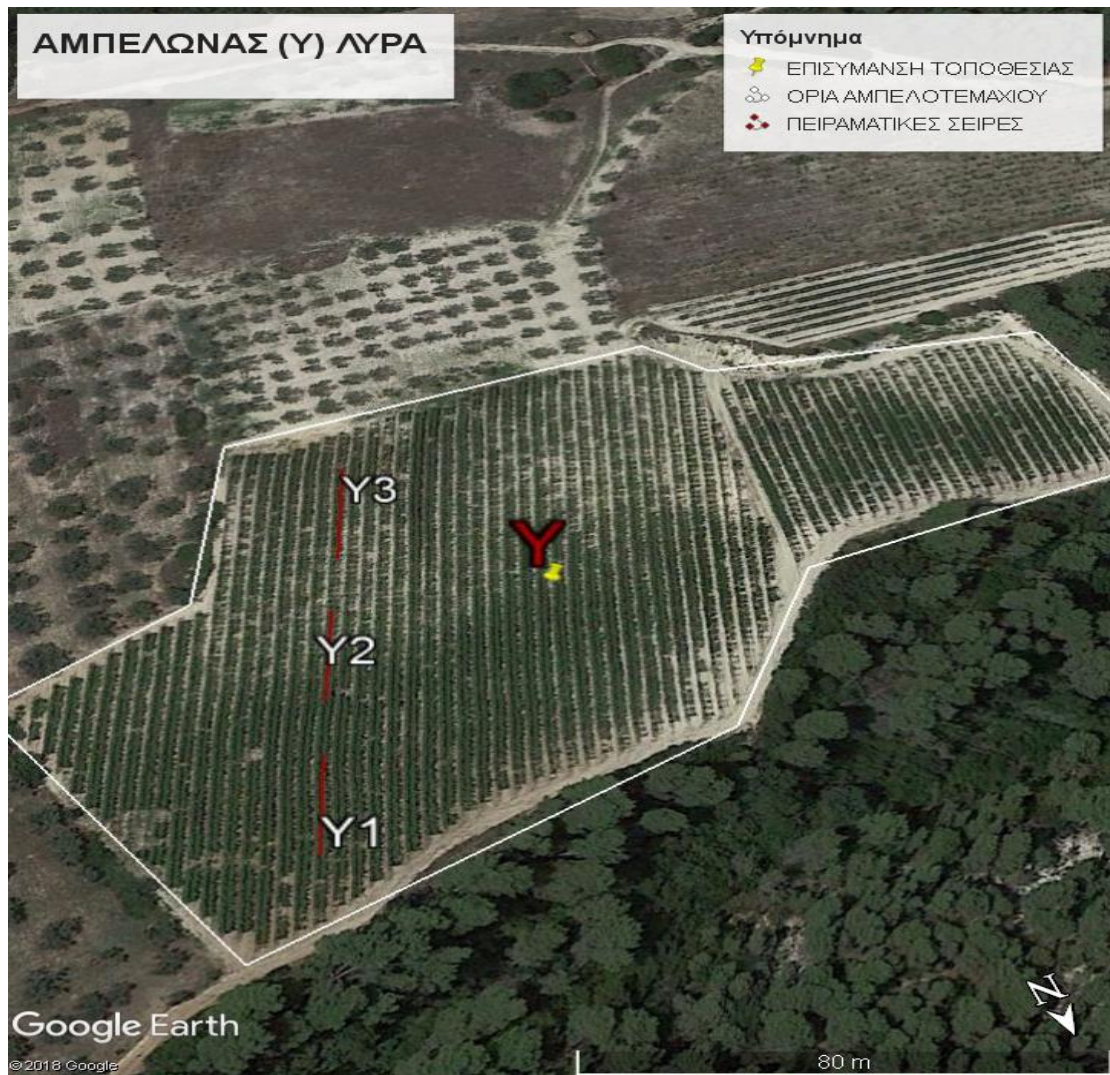
Χαρακτηριστικό	Περιγραφή
Τοποθεσία	<i>Γαλάρι</i>
Ποικιλία	<i>Αγιωργίτικο</i>
Υποκείμενο	<i>41B</i>
Έτος Φύτευσης	<i>2005-2006</i>
Έκταση	<i>19.5 στρέμματα</i>
Υψόμετρο	<i>380-400 μέτρα</i>
Αποστάσεις Φύτευσης	<i>3.0m x 1.5m</i>
Αριθμός Πρέμων	<i>3900</i>
Σύστημα Μόρφωσης	<i>Λύρα</i>
Υποστύλωση	<i>Ναι</i>
Έκθεση	<i>Ανατολική</i>
Κλίση	<i><20%</i>
Έδαφος	<i>Αμμώδες-Αργιλοπηλώδες</i>
Ψεκασμοί	<i>Ναι</i>
Λιπάνσεις	<i>Όχι</i>
Σύστημα Άρδευσης	<i>Όχι</i>



Εικόνα 6: Απεικόνιση του αμπελώνα Υ.



Εικόνα 7: Απεικόνιση του αμπελώνα Υ.



Εικόνα 8: Απεικόνιση του αμπελώνα Υ, επισήμανση τοποθεσίας, όριο αμπελοτεμαχίου και σήμανση πειραματικών σειρών μέσω του Google Earth Pro.

2.1.3 Αμπελώνας *A* Αφαλός, Αρχαία Νεμέα

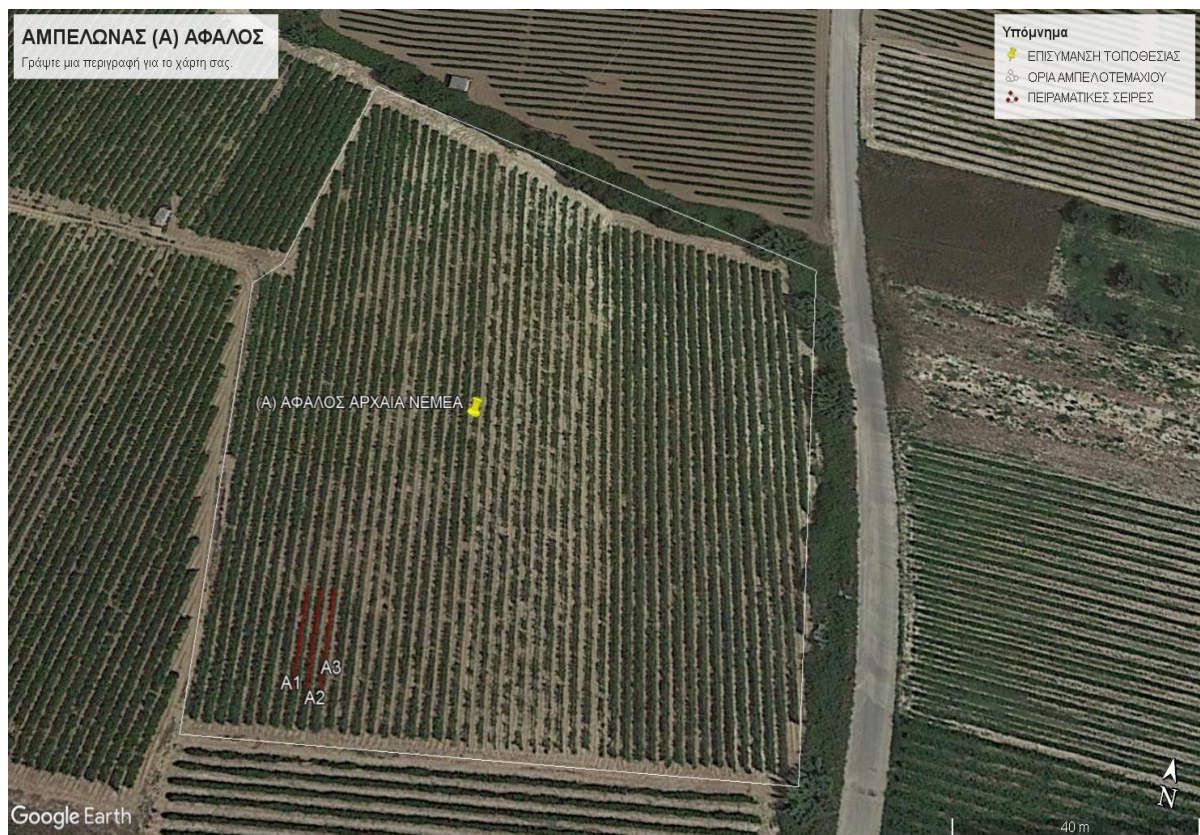
Ο αμπελώνας A βρίσκεται στην τοποθεσία Αφαλός της Αρχαίας Νεμέας. Έχει γεωγραφικό πλάτος 37°48'49.77"Β, γεωγραφικό μήκος 22°42'38.14"Α και βρίσκεται σε υψόμετρο 350 μέτρων από την επιφάνεια της θάλασσας. Είναι αμπελώνας ΠΟΠ και ανήκει στην τρίτη υψομετρική ζώνη. Ο αμπελώνας A έχει σύστημα μόρφωσης γραμμικό αμφίπλευρο Royat και εφαρμόζεται βραχύ κλάδεμα καρποφορίας με μία παραγωγική μονάδα ανά κεφαλή που φέρει δυο λανθάνοντες οφθαλμούς. Στον **Πίνακα 7** αναφέρονται τα χαρακτηριστικά του αμπελώνα.

Χαρακτηριστικό	Περιγραφή
Τοποθεσία	<i>Αφαλός</i>
Ποικιλία	<i>Αγιωργίτικο</i>
Υποκείμενο	<i>110 Richter</i>
Έτος Φύτευσης	<i>2002</i>
Έκταση	<i>3 στρέμματα</i>
Υψόμετρο	<i>350 μέτρα</i>
Αποστάσεις Φύτευσης	<i>2.2m x 1.3m</i>
Αριθμός πρέμων	<i>350</i>
Σύστημα Μόρφωσης	<i>Γραμμικό Αμφίπλευρο Royat</i>
Υποστύλωση	<i>Ναι</i>
Έκθεση	<i>Ανατολική</i>
Κλίση	<i>Ελαφρά <5%</i>
Έδαφος	<i>Ιλλοαργιλώδες-Αργιλώδες</i>
Ψεκασμοί	<i>Ναι</i>
Λιπάνσεις	<i>Ναι</i>
Σύστημα Άρδευσης	<i>Άρδευόμενο με μόνιμες εγκαταστάσεις</i>

Πίνακας 7: Χαρακτηριστικά του πειραματικού αμπελώνα A.



Εικόνα 9: Απεικόνιση του αμπελώνα Α.



Εικόνα 10: Απεικόνιση του αμπελώνα Α, επισήμανση τοποθεσίας, όριο αμπελοτεμαχίου και σήμανση πειραματικών σειρών μέσω του Google Earth Pro.

2.1.4 Αμπελώνας **T** Τριτός, Αρχαία Νεμέα

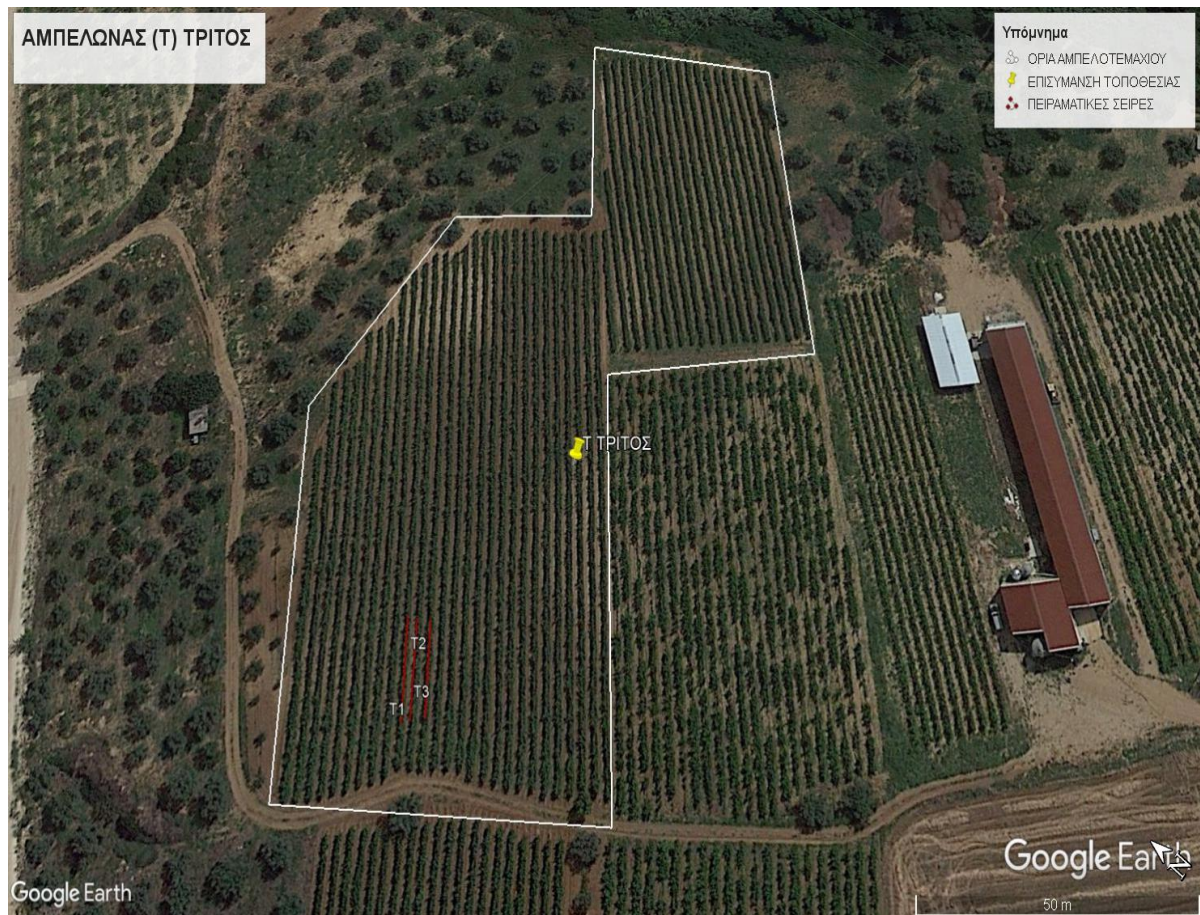
Ο αμπελώνας T βρίσκεται στον Τριτό της Αρχαίας Νεμέας. Έχει γεωγραφικό πλάτος 37°47'45.72"Β, γεωγραφικό μήκος 22°43'6.85"Α και βρίσκεται σε υψόμετρο 350 μέτρων από την επιφάνεια της θάλασσας. Είναι αμπελώνας ΠΟΠ και ανήκει στην τρίτη υψομετρική ζώνη. Ο αμπελώνας T έχει σύστημα μόρφωσης γραμμικό αμφίπλευρο Royat και εφαρμόζεται βραχύ κλάδεμα καρποφορίας με μία παραγωγική μονάδα ανά κεφαλή που φέρει δυο λανθάνοντες οφθαλμούς. Στον **Πίνακα 8** αναφέρονται τα χαρακτηριστικά του αμπελώνα.

Χαρακτηριστικό	Περιγραφή
Τοποθεσία	<i>Τριτός</i>
Ποικιλία	<i>Αγιωργίτικο</i>
Υποκείμενο	<i>110 Richter</i>
Έτος Φύτευσης	<i>1998</i>
Υψόμετρο	<i>350μ</i>
Έκταση	<i>6.5 στρέμματα</i>
Αριθμός πρέμων	<i>379</i>
Αποστάσεις Φύτευσης	<i>2.4m x 1.1m</i>
Σύστημα Μόρφωσης	<i>Γραμμικό αμφίπλευρο Royat</i>
Υποστύλωση	<i>Ναι</i>
Έκθεση	<i>Ανατολική</i>
Κλίση	<i>Ελαφρά <5%</i>
Έδαφος	<i>Ιλυώδες-Αργιλοπηλώδες</i>
Ψεκασμοί	<i>Ναι</i>
Λιπάνσεις	<i>Ναι</i>
Σύστημα Άρδευσης	<i>Αρδευόμενο με μόνιμες εγκαταστάσεις</i>

Πίνακας 8: Χαρακτηριστικά του πειραματικού αμπελώνα T.



Εικόνα 11: Απεικόνιση του αμπελώνα T.



Εικόνα 12: Απεικόνιση του αμπελώνα Τ, επισήμανση τοποθεσίας, όριο αμπελοτεμαχίου και σήμανση πειραματικών σειρών μέσω του Google Earth Pro.

2.1.5 Αμπελώνας *M* Μπουσμπάρδι, Αρχαίες Κλεωνές

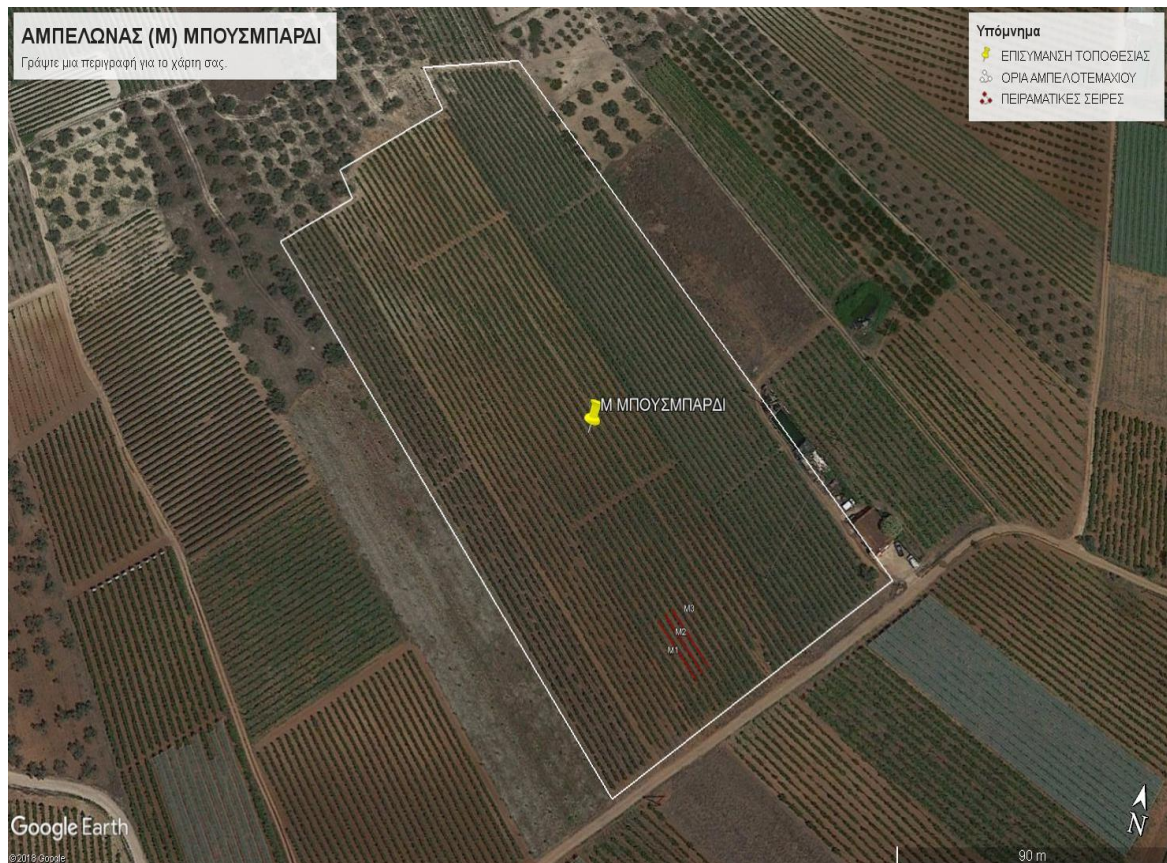
Ο αμπελώνας M βρίσκεται στην Μπουσμπάρδι των Αρχαίων Κλεωνών. Έχει γεωγραφικό πλάτος 37°50'32.97"Β, γεωγραφικό μήκος 22°46'0.01"Α και βρίσκεται σε υψόμετρο 280 μέτρων από την επιφάνεια της θάλασσας. Ο αμπελώνας M έχει σύστημα μόρφωσης γραμμικό αμφίπλευρο Royat και εφαρμόζεται βραχύ κλάδεμα καρποφορίας με μία παραγωγική μονάδα ανά κεφαλή που φέρει δυο λανθάνοντες οφθαλμούς. Στον **Πίνακα 9** αναφέρονται πιο αναλυτικά τα χαρακτηριστικά του αμπελώνα M.

Πίνακας 9: Χαρακτηριστικά του πειραματικού αμπελώνα M.

Χαρακτηριστικό	Περιγραφή
Τοποθεσία	<i>Μπουσμπάρδι</i>
Ποικιλία	<i>Αγιωργίτικο</i>
Υποκείμενο	<i>110 Richter</i>
Έτος Φύτευσης	<i>1980</i>
Έκταση	<i>10</i>
Υψόμετρο	<i>280</i>
Αποστάσεις Φύτευσης	<i>1.4m x 3.0m</i>
Αριθμός πρέμων	<i>238</i>
Σύστημα Μόρφωσης	<i>Γραμμικό αμφίπλευρο Royat</i>
Υποστύλωση	<i>Ναι</i>
Έκθεση	<i>Δυτική</i>
Κλίση	<i>Ελαφρά <5%</i>
Έδαφος	<i>Ιλυώδες-Αργιλοπηλώδες</i>
Ψεκασμοί	<i>Ναι</i>
Λιπάνσεις	<i>Ναι</i>
Σύστημα Άρδευσης	<i>Άρδευόμενο με μόνιμες εγκαταστάσεις</i>



Εικόνα 13: Απεικόνιση του αμπελώνα Μ.



Εικόνα 14: Απεικόνιση του αμπελώνα Μ, επισήμανση τοποθεσίας , όριο αμπελοτεμαχίου και σήμανση πειραματικών σειρών μέσω του Google Earth Pro.

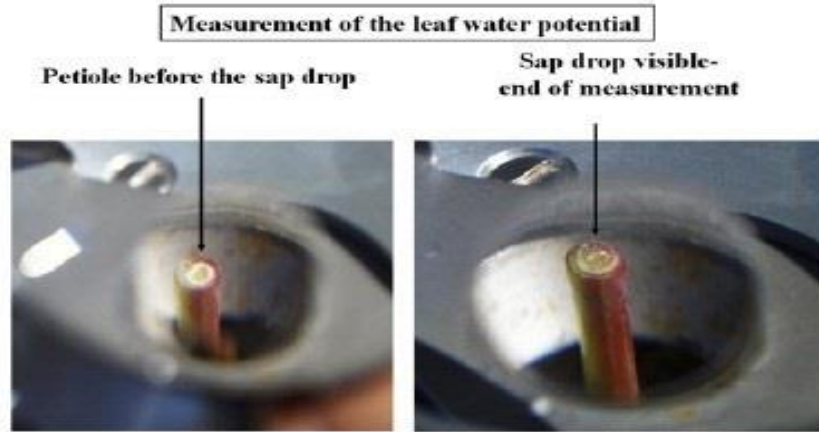
2.2 Μέτρηση Υδατικού Δυναμικού Ψstem

Οι μετρήσεις του μεσημβρινού υδατικού δυναμικού του βλαστού (Ψstem) έγιναν με την χρήση θαλάμου πίεσης (Scholander et al., 1965). Πραγματοποιήθηκαν τρεις δειγματοληψίες φύλλων, από την κάθε πειραματική ομάδα, για το κάθε πειραματικό αμπελώνα, μεταξύ 12:30 και 13:30 το μεσημέρι (ηλιακή ώρα). Οι δειγματοληψίες και οι μετρήσεις έγιναν κατά την βλαστική περίοδο του έτους 2016, στις παρακάτω ημερομηνίες:

1. στις 3/6/16 κατά την άνθηση,
2. στις 14/7/16 κατά την καρπόδεση,
3. στις 29/7/16 κατά τον περκασμό.
4. στις 11/8/16 μετά τον περκασμό,
5. και τέλος στις 10/9/16 κατά την τεχνολογική ωρίμανση.

Έγινε επιλογή υγιών, ακέραιων, ώριμων και πλήρους ανεπτυγμένων φύλλων από την σκιαζόμενη πλευρά της κόμης των πρέμων μεταξύ 6^{ου} και 9^{ου} κόμβου. Τα επιλεγμένα φύλλα καλύπτονταν με πλαστική σακούλα, η οποία στην συνέχεια καλύπτονταν από αλουμινοχαρτο για χρονικό διάστημα τουλάχιστον 1 ώρας πριν κοπούν για να μετρηθούν (Chone et al., 2001). Στην συνέχεια τα επιλεγμένα φύλλα κόβονταν και, μετά από κάθετη τομή στον μίσχο, το φύλλο τοποθετούνταν στον θάλαμο πίεσης, όπου γινόταν διοχέτευση αερίου αζώτου. Σε όλες τις μετρήσεις ο χρόνος από την κοπή του φύλλου μέχρι την έναρξη της μέτρησης ήταν 10-15 δευτερόλεπτα, ενώ ο ρυθμός αύξησης της πίεσης ήταν μικρότερος από 0,3 bar / δευτερόλεπτο.

Με την εμφάνιση σταγόνας νερού από τον μίσχο γινόταν καταγραφή της μέτρησης της πίεσης του μανόμετρου. Η πίεση που χρειάζεται να ασκηθεί για την εμφάνιση σταγόνας νερού είναι ανάλογη της περιεκτικότητας των φυτικών ιστών του φύλλου σε νερό και επομένως μικρή περιεκτικότητα υγρασίας απαιτεί εφαρμογή υψηλότερων πιέσεων. Η μέτρηση της πίεσης έγινε σε μονάδες bar. Μόνον ο μέσος όρος της κάθε πειραματικής ομάδας χρησιμοποιήθηκε στη στατιστική επεξεργασία.



Εικόνα 15: Όταν γίνει ορατή η σταγόνα, είναι το τέλος της μέτρησης και η πίεση διαβάζεται στον μετρητή πίεσης. Η μέτρηση διαρκεί μερικά δευτερόλεπτα (Wynboer – September 2011).



Εικόνα 16: Φύλλο καλυμμένο με αλουμινόχαρτο πριν την μέτρηση.

2.3 Φυλλοδιαγνωστική

Για την ανάλυση των φυτικών ιστών συλλέχθηκαν φύλλα (μίσχος με έλασμα) από τον κάθε πειραματικό αμπελώνα. Οι δειγματοληψίες πραγματοποιήθηκαν κατά το στάδιο της πλήρους άνθησης και κατά την τεχνολογική ωρίμανση της βλαστικής περιόδου του έτους 2016. Σε κάθε δειγματοληψία πάρθηκε, νωρίς το πρωί, από ένα φύλλο κύριου βλαστού από κάθε πρέμνο της κάθε επανάληψης από τον κόμβο που βρίσκεται η ταξιανθία για την περίοδο της άνθησης και από τον κόμβο που βρίσκεται το σταφύλι κατά την τεχνολογική ωρίμανση.

Τα δείγματα αφού συλλέχθηκαν τοποθετήθηκαν σε χάρτινες σακούλες και μεταφέρθηκαν με φορητό ψυγείο, στο εργαστήριο Εδαφολογίας του Τμήματος Αξιοποίησης Φυσικών Πόρων και Γεωργικής Μηχανικής του ΓΠΑ, όπου πραγματοποιήθηκε η προετοιμασία των δειγμάτων και στην συνέχεια ο προσδιορισμός τους.

Για την ανάλυση των φυτικών ιστών χρησιμοποιήθηκε ο μίσχος των φύλλων, έγινε απομάκρυνση του ελάσματος και όλοι οι μίσχοι πλύθηκαν με διάλυμα 0,1% απορρυπαντικού απαλλαγμένου φωσφορικών και τρεις φορές ξέπλυμα με απιονισμένο νερό. Μετά από στράγγιση των δειγμάτων για περίπου μία ώρα, τοποθετήθηκαν μέσα σε χάρτινες σακούλες και ακολούθησε ξήρανση τους στο ξηραντήριο με ανακύκλωση αέρα για 48 ώρες και θερμοκρασία 60°C. Μετά την ξήρανση πραγματοποιήθηκε τρίψιμο των δειγμάτων σε ειδικό μύλο με σήτα για ομογενοποίηση, ακολούθως ζυγίστηκαν 0,5g για το κάθε δείγμα και τοποθετήθηκαν σε πυρίμαχη κάψα για την ξηρή καύση των δειγμάτων που πραγματοποιήθηκε σε φούρνο σε θερμοκρασία 550°C για 3 ώρες.

Τέλος ακολούθησε ο προσδιορισμός των ολικών ποσοτήτων των θρεπτικών στοιχείων N, K, NA, P, Ca, Mg, Fe, Cu, Mn, Zn, B σύμφωνα με τα πρωτόκολλα που αναφέρονται αναλυτικότερα παρακάτω του εργαστηρίου Εδαφολογίας του Τμήματος Αξιοποίησης Φυσικών Πόρων και Γεωργικής Μηχανικής του ΓΠΑ.

2.3.1 Προσδιορισμός των ολικών ποσοτήτων των θρεπτικών στοιχείων *K, NA, P, Ca, Mg, Fe, Cu, Mn, Zn* και άλλων μικροθρεπτικών στους φυτικούς ιστούς

Πειραματική διαδικασία:

- 1) Ζυγίζεται δείγμα βάρους 0,5 g και τοποθετούνται σε πυρίμαχη κάψα πορσελάνης. Η κάψα τοποθετείται στο φούρνο, σε θερμοκρασία 550°C για 3 ώρες.
- 2) Όταν ολοκληρωθεί η καύση το δείγμα έχει μετατραπεί σε λευκόχροη τέφρα. Προστίθενται 5 mL HNO₃ 65% για την παραλαβή της τέφρας.
- 3) Ξεπλένουμε τρεις φορές με απιονισμένο νερό την κάψα.
- 4) Το αιώρημα διηθείται σε ογκομετρικές φιάλες των 100 mL και συμπληρώνεται ο όγκος με απιονισμένο νερό.
- 5) Στο διάλυμα περιέχονται όλα τα στοιχεία για τους προσδιορισμούς. Το κάλιο και το νάτριο προσδιορίζονται στο φλογοφωτόμετρο.
- 6) Το ασβέστιο μετριέται στην ατομική απορρόφηση σε φλόγα ακετυλενίου και υποξειδίου του αζώτου (N₂O).
- 7) Ο σίδηρος, το μαγνήσιο, το μαγγάνιο, ο χαλκός και ο ψευδάργυρος μετρώνται στην ατομική απορρόφηση σε φλόγα ακετυλενίου και αέρα.
- 8) Τέλος, ο φώσφορος προσδιορίζεται στο σπεκτροφωτόμετρο, αφού έχει προηγηθεί ανάπτυξη χρώματος.

Για την ανάπτυξη χρώματος κατά Murphy-Riley:

- 1) Σε ογκομετρική φιάλη των 50 mL μεταφέρονται 2 mL εκχυλίσματος και προστίθενται 10 mL απιονισμένου νερού.
- 2) Προστίθενται 4-5 σταγόνες δείκτη φαινόλης και προσθέτουμε με προχοΐδα NaOH (1M) έως χρώματος κίτρινου.
- 3) Προστίθενται 10 mL ασκορβικού οξέος και γίνεται συμπλήρωση του όγκου μέχρι τη χαραγή με απιονισμένο νερό.
- 4) Μετά από 20 λεπτά ηρεμίας αναπτύσσεται το μπλε χρώμα και κάνουμε τη μέτρηση στο σπεκτροφωτόμετρο.

- Για το μάρτυρα χρησιμοποιούνται 10 mL απιονισμένου νερού και 10 mL ασκορβικού οξέος και γίνεται συμπλήρωση του όγκου μέχρι τη χαραγή με απιονισμένο νερό.

Υπολογισμοί:

$$P \quad (\%) = \left(\frac{\text{μάρτυρας-ένδειξη}}{145,5} = \frac{\text{όγκος δείγματος (mL)}}{\text{όγκος για ανάπτυξη χρώματος (mL)}} * \frac{\text{τελικός όγκος δείγματος (mL)}}{\text{βάρος δείγματος (g)}} \right) / 10.000$$

$$K, Na \quad (\%) = (\text{ένδειξη φλογοφωτομέτρου} * \frac{\text{τελικός όγκος δείγματος (mL)}}{\text{βάρος δείγματος (g)}}) / 10.000$$

$$Ca, Mg, Fe, Cu, Mn, Zn = (\text{ένδειξη ατ. Απορρόφησης} * \text{αραίωση} * \frac{\text{τελικός όγκος δείγματος (mL)}}{\text{βάρος δείγματος (g)}})$$

2.3.2 Προσδιορισμός του ολικού αζώτου των φυτικών ιστών (Μέθοδος «Kjeldahl»)

Πειραματική διαδικασία:

- 1) Ζυγίζονται 0,5 φυτικού δείγματος και μεταφέρονται στη φιάλη καύσης της Kjeldahl.
- 2) Προστίθενται 20 mL πυκνού H₂SO₄.
- 3) Μετά από 30 λεπτά ηρεμίας προστίθενται 1 g Na₂S₂O₃ και μία ταμπλέτα σεληνίου.
- 4) Γίνεται καύση του δείγματος για 1 ώρα.
- 5) Αφού ολοκληρωθεί η απόσταξη προσθέτουμε στο δείγμα 10-12 σταγόνες δείκτη και γίνεται τιτλοδότηση με HCL 0, 05 N.

Υπολογισμοί:

$$\text{Ολικό N (\%)} = \frac{(\text{mL HCL}-0.2) * 0.05 * 14 * 100}{\text{βάρους δείγματος (g)} * 1000}$$

2.3.3 Προσδιορισμός της συγκέντρωσης Βορίου (B) στους φυτικούς ιστούς

Πειραματική διαδικασία:

- 1) Ζυγίζεται δείγμα βάρους 0,5 g και τοποθετούνται σε πυρίμαχη κάψα πορσελάνης. Η κάψα τοποθετείται στο φούρνο, σε θερμοκρασία 550°C για 3 ώρες.
- 2) Όταν ολοκληρωθεί η καύση το δείγμα έχει μετατραπεί σε λευκόχρη τέφρα. Προστίθενται 5 mL HNO₃ 65% για την παραλαβή της τέφρας.
- 3) Ξεπλένουμε τρεις φορές με απιονισμένο νερό την κάψα.
- 4) Το αιώρημα διηθείται σε ογκομετρικές φιάλες των 100 mL και συμπληρώνεται ο όγκος με απιονισμένο νερό.
- 5) Για την Παρασκευή διαλύματος αζομεθύνης: Ανά 100 mL διαλύονται 0,45 gr azomethine-H + 1 gr ascorbic Cai.
- 6) Σε πλαστικά μπουκάλια προσθέτουμε 2 mL διηθήματος – εκχυλίσματος.
- 7) Στην συνέχεια προστίθενται 4 mL ρυθμιστικού διαλύματος A buffer και
- 8) 4 mL διαλύματος Azomethine.
- 9) Ανακίνηση σε Vortex.
- 10) Μετά από 30-45 min μέτρηση στο σπεκτροφωτόμετρο.

Για την παρασκευή standards.

Διάλυμα A

- 400 mL H₂O
- 250 gr οξικό αμμώνιο
- 15 gr NaEDTA
- 125 mL οξικό οξύ

Διάλυμα Β

Διάλυμα HCl 0,1 N. Σε νερό διαλύονται 8,30 mL πυκνού HCl (12N) μέχρι τελικού όγκου 1 L.

- Για την καμπύλη αντί 2 mL εκχυλίσματος από το δείγμα, βάζουμε 2 mL από τα standards B (0, 1, 2, 4, 6, 8, 10 ppm B).

2.4 Τρύγος και Οινοποίηση

2.4.1 Τρύγος ανά πειραματικό αμπελώνα

Ο τρύγος πραγματοποιήθηκε σε διαφορετικές ημερομηνίες για κάθε πειραματικό αμπελώνα ανάλογα με την ωρίμανση και την εκάστοτε κατάσταση των σταφυλιών. Συγκεκριμένα οι ημερομηνίες τρυγητού για το κάθε αμπελοτεμάχιο είναι οι ακόλουθες:

- Μπουσμπάρδι (Μ), Γαλάρι (Λ) στις 10/9/2016
- Αναπλιώτη (Λ), Τριτός (Τ) στις 14/9/2016
- και Αφαλός (Α) στις 21/9/2016

Τα σταφύλια από την κάθε πειραματική ομάδα από το κάθε αμπελοτεμάχιο συλλέχθηκαν ξεχωριστά, τοποθετήθηκαν σε τελάρα χωρητικότητας 21kg και επισημάνθηκαν με τον αντίστοιχο κωδικό. Η παραλαβή πραγματοποιήθηκε στο οινοποιείο «Λαφαζάνη» τις πρώτες πρωινές ώρες όπου ζυγίστηκε ξεχωριστά η κάθε πειραματική ομάδα από τον κάθε πειραματικό αμπελώνα σε ζυγαριά ακριβείας.

2.4.2 Διαδικασία και πρωτόκολλο οινοποίησης

Μετά την παραλαβή και την ζύγιση η μέθοδος που ακολουθήθηκε ήταν αυτή της κλασσικής ερυθρής οινοποίησης. Η παρακάτω διαδικασία που αναφέρεται έγινε ξεχωριστά για την κάθε πειραματική ομάδα του κάθε αμπελώνα. Τα βήματα που πραγματοποιήθηκαν είναι τα ακόλουθα:

- Αποβοστρύχωση και ελαφριά έκθλιψη των σταφυλιών.
- Παραλαβή γλεύκους σε ανοξείδωτα δοχεία.

- Ομογενοποίηση και παραλαβή δείγματος για μέτρηση Beaume, ΔΦΟ, ενεργούς και ολικής οξύτητας.
- Θείωση με Metabisulfit (100g/tn) και προσθήκη ενζύμων εκχύλισης (10g/tn), ανάδευση.
- Παραλαβή και συλλογή γλεύκους 9 λίτρων σε πλαστικά δοχεία χωρητικότητας 10 λίτρων.
- Μετά το πέρας κάποιων ωρών έγινε εμβολιασμός του γλεύκους (200g/tn) και προσθήκη θρεπτικών (200g/tn).
- Τα δοχεία μεταφέρθηκαν στην κάβα του οινοποιείου που είχε θερμοκρασία 20-22°C.
- Καθημερινά πραγματοποιούνταν δυο αναδεύσεις ώστε να ομογενοποιείται το ενζυμώση γλεύκος, να γίνεται καλύτερη εκχύλιση και να αερίζεται το ενζυμώση γλεύκος.
- Προσθήκη δεύτερου θρεπτικού στο ½ της ζύμωσης (200g/tn).
- Ακολούθησε διαχωρισμός του οίνου από τα στέμφυλα και μετάγγιση σε νέα πλαστικά δοχεία των 9 λίτρων.
- Ο οίνος παρέμεινε στα δοχεία μέχρι το τέλος της μηλογαλακτικής ζύμωσης και στην συνέχεια απολασπώθηκε.
- Έγινε θείωση με Metabisulfit και έμεινε το κρασί σφραγισμένο για πολύ λίγες ημέρες στα δοχεία
- Τέλος πραγματοποιήθηκε θείωση σε γυάλινες φιάλες του ενός λίτρου με βιδωτό πώμα.

Να σημειωθεί ότι πραγματοποιούνταν αναλύσεις κατά την διάρκεια της ζύμωσης, κατά την διάρκεια της μηλογαλακτικής ζύμωσης και πριν την εμφιάλωση των οίνων. Τα πρωτόκολλα αναλύσεων που χρησιμοποιήθηκαν αναφέρονται στην συνέχεια.

2.5 Αναλύσεις Γλεύκους και Οίνου

2.5.1 Προσδιορισμός σακχάρων με Αραιομετρία

Γενικά

Ο προσδιορισμός γίνεται με χρήση αραιομέτρων που μετράνε το ειδικό βάρος ή τα ολικά διαλυτά στερεά. Τέτοια είναι:

- Αραιόμετρο που μετράει ειδικό βάρος. Δίνει ένδειξη της πυκνότητας του γλεύκους και εξαρτάται από τη θερμοκρασία. Είναι βαθμονομημένο σε κάποια θερμοκρασία (συνήθως 20 °C) και οποιαδήποτε μέτρηση ανάγεται και διορθώνεται σε αυτή τη θερμοκρασία με χρήση μαθηματικών τύπων ή πινάκων.
- Αραιόμετρο Baume. Είναι αυθαίρετα βαθμονομημένο στους 20 °C. 1 °Baume ισούται περίπου με 1.8 g σακχάρου ανά 100 g γλεύκους. Επίσημα δεν γίνεται αποδεκτό αλλά χρησιμοποιείται ευρύτατα γιατί οι βαθμοί του είναι περίπου οι αλκοολικοί βαθμοί του οίνου που θα προκύψει όταν ζυμωθεί το γλεύκος (δυναμικός αλκοολικός τίτλος), κυρίως για την περιοχή 10-11 °Be.

Υλικά και εξοπλισμός

- Αραιόμετρο Baumé (βαθμονομημένο στους 20 °C)
- Ογκομετρικός κύλινδρος των 250 mL
- Θερμόμετρο
- -Πίνακες διόρθωσης βαθμών Be, θερμοκρασίας, μετατροπής βαθμών Be σε σάκχαρα.

Διαδικασία προσδιορισμού

Το γλεύκος διηθείται (για να απομακρυνθούν τυχόν στερεά) και προστίθεται ποσότητα 200 mL σε ογκομετρικό κύλινδρο 250 mL υπό γωνία 45° προς αποφυγή σχηματισμού φυσαλίδων. Ο κύλινδρος τοποθετείται κατακόρυφα και βυθίζεται σε αυτόν το αραιόμετρο. Αφού αυτό ισορροπήσει, παίρνεται η ένδειξη (ανάγνωση κάτω μέρος μηνίσκου). Ταυτόχρονα βυθίζεται το θερμόμετρο και λαμβάνεται η ένδειξη της

θερμοκρασίας του γλεύκους. Με την χρήση ειδικών πινάκων γίνεται διόρθωση των βαθμών Be στην θερμοκρασία του γλεύκους και ακολούθως μετατροπή των βαθμών Be σε $\text{g σακχάρων} / \text{L γλεύκους}$ ή σε δυναμικό αλκοολικό τίτλο. Αν δεν χρησιμοποιηθούν έτοιμοι πίνακες η διόρθωση στη θερμοκρασία αναφοράς γίνεται ως εξής:

- Για κάθε βαθμό θερμοκρασίας πάνω από τη θερμοκρασία αναφοράς (20 °C) προστίθεται 0.05 στην μετρούμενη τιμή ενώ για κάθε βαθμό κάτω των 20 °C αφαιρείται. Π.χ. αν το αραιόμετρο δίνει 12 °Be στους 23 °C η διορθωμένη τιμή θα είναι $12 + (0.05 \cdot 3) = 12.15$ °Be.

2.5.2 Προσδιορισμός Ολικής ή Ογκομετρούμενης Οξύτητας

Το σύνολο των ελεύθερων καρβοξυλομάδων που βρίσκονται στο γλεύκος και τον οίνο, είτε σε μοριακή κατάσταση είτε σε μορφή ανιόντων, αποτελεί την ολική ή ογκομετρούμενη οξύτητα. Εξαρτάται από την περιεκτικότητα του γλεύκους ή του οίνου σε ελεύθερα οργανικά οξέα, ενώ το είδος τους ουσιαστικά δεν παίζει ρόλο στη διαμόρφωση της τιμής, π.χ. είναι αδιάφορο αν ο οίνος περιέχει τρυγικό ή ηλεκτρικό οξύ. Ο προσδιορισμός της βασίζεται στην εξουδετέρωση των όξινων ομάδων του δείγματος με πρότυπο διάλυμα αλκάλειας (συνήθως 0.1 M NaOH) παρουσία ενός δείκτη. Για μια μεγάλη χρονική περίοδο, σαν δείκτης χρησιμοποιούνταν η φαινολοφθαλεΐνη με περιοχή εξουδετέρωσης (pH αλλαγής χρώματος) 8.0-9.8. Όμως στον προσδιορισμό της οξύτητας στους ερυθρούς οίνους η μέτρηση ήταν ασαφής γιατί στην αλλαγή του χρώματος του δείκτη παρεμβάλλεται και η αντίδραση των χρωστικών του οίνου με το άλκαλι. Έτσι η αρμόδια επιτροπή του ΟΙV όρισε σαν ‘ολική οξύτητα’: το σύνολο των όξινων ομάδων που τιτλοδοτούνται όταν το pH του οίνου φέρεται στην τιμή 7 με προσθήκη πρότυπου διαλύματος αλκάλειας. Το CO₂ δεν λαμβάνεται υπόψη στον υπολογισμό. Για τον καθορισμό του τέλους της αντίδρασης

- χρησιμοποιείται σαν δείκτης το κυανό της βρωμοθυμόλης που έχει περιοχή αλλαγής χρώματος το pH 7 ή
- παρακολουθείται η μεταβολή του pH

Εκφράζεται σε χιλιοστοϊσοδύναμα ανά λίτρο οίνου ή γλεύκους (meq/L) ή σε γραμμάρια τρυγικού οξέος ανά λίτρο οίνου ή γλεύκους (g/L).

Διαδικασία προσδιορισμού

Προετοιμασία δείγματος: Το δείγμα (γλεύκος ή οίνος) πρέπει να είναι διαυγές. Επίσης πρέπει να έχει απομακρυνθεί ο αέρας (με αντλία κενού) γιατί το CO₂ παρεμβάλλεται στη μέτρηση. Αυτό είναι απαραίτητο, ειδικά στο γλεύκος που ζυμώνεται και στον οίνο.

Γεμίζουμε μια προχοΐδα με πρότυπο διάλυμα NaOH 0.1 M και παίρνουμε την αρχική τιμή. Σε μια κωνική φιάλη τοποθετούμε **10 mL δείγματος, 1 mL δείκτη κυανού της βρωμοθυμόλης και περίπου 30 mL απεσταγμένου νερού**. Ανακατεύουμε και τιτλοδοτούμε με το διάλυμα του NaOH, αναδεύοντας συνεχώς, μέχρι την αλλαγή του χρώματος (κυανοπράσινη χροιά). Σημειώνουμε την τελική τιμή της προχοΐδας.

Από τη διαφορά αρχικής και τελικής τιμής βρίσκεται ο αριθμός των καταλωθέντων ml, έστω n.

Έκφραση αποτελεσμάτων

Η ολική οξύτητα εκφραζόμενη σε χιλιοστοϊσοδύναμα ανά λίτρο (meq/L) δίνεται από τον τύπο

$$A = 10 * n$$

με ένα δεκαδικό ψηφίο.

Η ολική οξύτητα εκφραζόμενη σε γραμμάρια τρυγικού οξέος ανά λίτρο (g/L) δίνεται από τον τύπο

$$A = 0.75 * n$$

με ένα δεκαδικό ψηφίο.

2.5.3 Προσδιορισμός Ενεργής οξύτητας – pH

Σαν ενεργή οξύτητα ή pH καλείται το σύνολο των ελεύθερων καρβοξυλομάδων που βρίσκονται σε διάσταση και δίνουν H⁺. Εξαρτάται όχι μόνο από τη συγκέντρωση αλλά και από το είδος των οργανικών οξέων, π.χ. ο οίνος που περιέχει μια ορισμένη ποσότητα τρυγικού οξέος είναι πιο όξινος από τον οίνο που περιέχει ισόποσο ηλεκτρικό οξύ λόγω του διαφορετικού βαθμού διάστασης των ελεύθερων καρβοξυλομάδων. Το

pH των οίνων, ανάλογα με την αμπελουργική περιοχή, την ποικιλία της αμπέλου και την τεχνική παρασκευής τους κυμαίνεται από 2.8 μέχρι 4.2.

Υλικά και εξοπλισμός

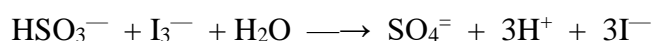
- Διάλυμα υδροξειδίου του νατρίου (NaOH) 0.1 M.
- Διάλυμα κυανού της βρωμοθυμόλης (4 g/L)
- Προχοΐδα, κωνική φιάλη, σιφώνια
- pH-μετρο
- Μαγνητικός αναδευτήρας
- Ποτήρι ζέσεως, μαγνήτης, σιφώνια

Μέτρηση pH

Αρχικά γίνεται η βαθμονόμηση του οργάνου σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή με ρυθμιστικά διαλύματα γνωστού pH, συνήθως 4 και 7. Κατόπιν σε ένα ποτήρι ζέσεως (που περιέχει ένα μικρό μαγνήτη και βρίσκεται πάνω σε μαγνητικό αναδευτήρα) τοποθετείται επαρκής ποσότητα δείγματος έτσι ώστε το ηλεκτρόδιο να είναι εμβαπτισμένο και να μην ακουμπάει στα τοιχώματα του ποτηριού ή στον μαγνήτη. Η θερμοκρασία του δείγματος πρέπει να είναι 20-25 °C. Όταν η τιμή σταθεροποιηθεί παίρνουμε τη μέτρηση. Λαμβάνονται τουλάχιστον δύο μετρήσεις από το ίδιο δείγμα και καταγράφεται ο μέσος όρος με δύο δεκαδικά ψηφία.

2.5.4 Προσδιορισμός του Θειώδη Ανυδρίτη

Ο προσδιορισμός του θειώδη ανυδρίτη βασίζεται στην οξειδοαναγωγική αντίδραση του διοξειδίου του θείου με το ιώδιο ως εξής



Η οξείδωση γίνεται σε ισχυρά όξινο περιβάλλον, διαφορετικά το ιώδιο αντιδρά με πολυφαινόλες, σάκχαρα, αλδεΐδες και άλλους αναγωγικούς παράγοντες. Το τέλος της αντίδρασης ελέγχεται με την εμφάνιση μπλε χρώματος όταν η περίσσεια του ιωδίου δίνει χρώμα παρουσία αμύλου. Έτσι προσδιορίζεται ο ελεύθερος θειώδης ανυδρίτης. Μεταβάλλοντας το pH του οίνου σε ισχυρά αλκαλικό με προσθήκη KOH αποδεσμεύουμε τον ανυδρίτη από τις ενώσεις του με την ακεταλδεΐδη επιτρέποντας

τον προσδιορισμό και της δεσμευμένης μορφής. Το άθροισμα του ελεύθερου και του ενωμένου δίνει τον ολικό θειώδη ανυδρίτη.

Υλικά και εξοπλισμός

- Πρότυπο διάλυμα ιωδίου (I_2) 0.02 N
- Διάλυμα θειικού οξέος (H_2SO_4) 25% (v/v)
- Δείκτης αμύλου 5 g/L
- Προχοΐδα, κωνική φιάλη, ογκομετρικοί κύλινδροι, σιφόνια
- Διάλυμα υδροξειδίου του καλίου (KOH) 1 M.

Διαδικασία προσδιορισμού

1. Μέτρηση ελεύθερου θειώδους ανυδρίτη

Ο προσδιορισμός πρέπει να γίνεται αμέσως μετά το άνοιγμα της φιάλης γιατί ο ανυδρίτης οξειδώνεται από τον αέρα.

Σε μια κωνική φιάλη των 250 mL μεταφέρουμε

25 mL οίνου

2.5 ml διαλύματος H_2SO_4 25%

0.5 mL δείκτη αμύλου

και αναδεύουμε. Ακολουθεί τιτλοδότηση με πρότυπο διάλυμα ιωδίου 0.02 N μέχρι να εμφανιστεί μπλε χροιά και να παραμείνει σταθερή για 20-30 sec. Έστω A τα ml του I_2 που καταναλώθηκαν.

2. Μέτρηση ολικού θειώδους ανυδρίτη

Σε μια κωνική φιάλη των 250 mL μεταφέρουμε

25 mL οίνου και

12.5 mL διαλύματος KOH 1N

Το μίγμα ανακινείται και αφήνεται να αντιδράσει για 10 min. Στη συνέχεια προστίθενται

5 mL διαλύματος H_2SO_4 25%

0.5 mL δείκτη αμύλου

και αναδεύουμε. Ακολουθεί τιτλοδότηση με πρότυπο διάλυμα ιωδίου 0.02 N μέχρι να εμφανιστεί μπλε χροιά και να παραμείνει σταθερή για 20-30 sec. Έστω B τα mL του I₂ που καταναλώθηκαν.

Εκφραση αποτελεσμάτων

Ο ελεύθερος θειώδης ανυδρίτης εκφραζόμενος σε χιλιοστογραμμάρια SO₂ ανά λίτρο (mg/L) δίνεται από τον τύπο

$$\text{Ελεύθερος SO}_2 = 25.6 * A$$

Αντίστοιχα ο ολικός θειώδης ανυδρίτης εκφραζόμενος σε χιλιοστογραμμάρια SO₂ ανά λίτρο (mg/L) δίνεται από τον τύπο

$$\text{Ολικός SO}_2 = 25.6 * B$$

Η διαφορά τους δίνει τον δεσμευμένο θειώδη ανυδρίτη

$$\text{Δεσμευμένος} = \text{Ολικός} - \text{Ελεύθερος}$$

2.5.6 Προσδιορισμός Αλκοολικού Τίτλου

Υλικά και εξοπλισμός

- Συσκευή απόσταξης που περιλαμβάνει:
 - σφαιρική φιάλη χωρητικότητας ενός λίτρου με εσφυρισμένο στόμιο
 - επανορθωτική αποστακτική στήλη ύψους περίπου 20 cm ή οποιαδήποτε άλλη διάταξη με σκοπό την παρεμπόδιση διέλευσης πτητικότερων ουσιών που προκαλούν σφάλμα στο αποτέλεσμα της μέτρησης
 - πηγή θερμότητας
 - ψυκτήρας, στο άκρο του οποίου προσαρμόζεται λεπτός σωλήνας που μεταφέρει το απόσταγμα στον πυθμένα ογκομετρικής φιάλης που χρησιμεύει σαν υποδοχέας και που περιέχει μικρή ποσότητα ύδατος
- Ογκομετρική φιάλη των 200 ml
- Θερμόμετρο
- Ελαιώρημα υδροξειδίου του ασβεστίου 2 M
- Αραιόμετρο – αλκοολόμετρο βαθμονομημένο στους 20 °C
- Ογκομετρικός κύλινδρος των 250 mL

Διαδικασία προσδιορισμού

1. Απόσταξη

Σε μια ογκομετρική φιάλη των 200 mL τοποθετείται οίνος μέχρι τη χαραγή και μετρίεται η θερμοκρασία. Κατόπιν το δείγμα μεταγγίζεται στη σφαιρική φιάλη της αποστακτικής συσκευής και η ογκομετρική ξεπλένεται τέσσερις φορές με 5 mL νερό κάθε φορά. Τα ξεπλύματα προστίθενται στη σφαιρική φιάλη. Για να γίνει αλκαλικό το δείγμα προστίθενται 10 mL εναιωρήματος CaOH και για να μην υπάρχει έντονος βρασμός τοποθετούνται μερικά τεμαχίδια πορώδους ανενεργού υλικού (ελαφρόπετρα). Η σφαιρική φιάλη συνδέεται στην αποστακτική και ξεκινάει η θέρμανση αλλά και η ψύξη. Το απόσταγμα συγκεντρώνεται στην ογκομετρική φιάλη των 200 mL που χρησιμοποιήθηκε στην μέτρηση του οίνου. Συλλέγεται απόσταγμα οίνου ίσο με τα $\frac{3}{4}$ περίπου του αρχικού όγκου. Στο τέλος συμπληρώνεται στα 200 mL με απεσταγμένο νερό. Η θερμοκρασία του αποστάγματος δεν πρέπει να αποκλίνει από την αρχική θερμοκρασία πάνω από ± 2 °C.

2. Αραιομετρία

Το απόσταγμα αναμιγνύεται προσεκτικά με κυκλικές κινήσεις και μεταφέρεται στον ογκομετρικό κύλινδρο. Επιλέγεται ένα αλκοολόμετρο, που να πληρεί τις προδιαγραφές που ορίζονται από την νομοθεσία και να έχει το κατάλληλο εύρος τιμών, κι εμβαπτίζεται στο απόσταγμα μαζί με ένα θερμόμετρο. Λαμβάνεται η θερμοκρασία και αφού ισορροπήσει το αλκοολόμετρο αμέσως μετά η ένδειξη (φαινομενικός αλκοολικός τίτλος). Η θερμοκρασία του υγρού δεν πρέπει να διαφέρει από τη θερμοκρασία περιβάλλοντος πάνω από ± 5 °C. Ο φαινομενικός τίτλος διορθώνεται ως προς τη θερμοκρασία με τη βοήθεια πίνακα.

2.5.7 Μέτρηση Πτητικής Οξύτητας

Υλικά και εξοπλισμός

- Αντλία κενού ύδατος
- Φιάλη κενού
- Προχοΐδα, κωνική φιάλη, ογκομετρικοί κύλινδροι
- Κρυσταλλικό τρυγικό οξύ (C₄H₆O₆)

- Διάλυμα υδροξειδίου του νατρίου 0.1 M (NaOH)
- Διάλυμα φαινολοφθαλεΐνης 1 % σε αλκοόλη 96 % vol ουδέτερη
- Υδροχλωρικό οξύ αραιωμένο 1/4 (v/v)
- Διάλυμα ιωδίου 0.005 M (I₂)
- Κρυσταλλικό ιωδιούχο κάλιο (KI)
- Διάλυμα αμύλου 5 g/L: ποσότητα 5 g αμύλου διαλύεται σε 500 mL ύδατος περίπου. Το διάλυμα φέρεται σε βρασμό υπό ταυτόχρονη ανάδευση και ο βρασμός διατηρείται επί δέκα λεπτά. Προστίθενται κατόπιν 200 g χλωριούχου νατρίου και το διάλυμα ψύχεται αφού προηγουμένως συμπληρωθεί ο όγκος μέχρι ένα λίτρο.
- Κορεσμένο διάλυμα βορικού νατρίου (Na₂B₄O₇*10H₂O) δηλαδή περίπου 55 g/l στους 20° C
- Συσκευή απόσταξης μεθ' υδρατμών που αποτελείται από:
 1. Σύστημα παραγωγής υδρατμών, ο παραγόμενος υδρατμός πρέπει να είναι απαλλαγμένος από διοξείδιο του άνθρακα.
 2. Υποδοχέα του οίνου (δοχείο ανατάραξης).
 3. Αποστακτική επανορθωτική στήλη.
 4. Ψυκτήρα.

Η συσκευή αυτή πρέπει να ανταποκρίνεται σε τρεις δοκιμές που αναφέρονται στην επίσημη μέθοδο.

Διαδικασία προσδιορισμού

- Προετοιμασία δείγματος: Για την απομάκρυνση του CO₂ φέρονται περίπου 50 ml οίνου σε μια φιάλη κενού και αναδεύονται ενώ ταυτόχρονα δημιουργείται κενό με τη βοήθεια αντλίας. Η ανάδευση πρέπει να διαρκεί ένα έως δύο λεπτά.
- Απόσταξη μεθ' υδρατμών: Στον υποδοχέα του δείγματος φέρονται 20 mL οίνου (έχει απομακρυνθεί το CO₂), προστίθενται 0.5 g περίπου τρυγικού οξέος και ξεκινά η απόσταξη. Συλλέγονται τουλάχιστον 250 mL αποστάγματος.
- Τυτλοδότηση: Το απόσταγμα ογκομετρείται με διάλυμα υδροξειδίου του νατρίου 0.1 M με δείκτη διάλυμα φαινολοφθαλεΐνης (δύο σταγόνες). Έστω **n** ο αριθμός των καταναλωθέντων mL. Προστίθενται τέσσερις σταγόνες

αραιωμένου HCl 1/4, 2 mL διαλύματος αμύλου και μερικοί κρύσταλλοι KI. Το ελεύθερο SO₂ ογκομετρείται με διάλυμα 0.005 M ιωδίου. Έστω n' ο αριθμός των καταναλωθέντων ml. Κατόπιν προστίθεται κεκορεσμένο διάλυμα βορικού νατρίου μέχρι να επανεμφανισθεί ο ροδόχρους χρωματισμός. Το δεσμευμένο SO₂ ογκομετρείται με το διάλυμα ιωδίου 0,005 M . Έστω n'' ο αριθμός των καταναλωθέντων mL.

Έκφραση αποτελεσμάτων

Η πτητική οξύτητα, εκφραζόμενη σε χιλιοστοϊσοδύναμα ανά λίτρο με ένα δεκαδικό ψηφίο, δίνεται από τον τύπο:

$$A = 5 (n - 0.1 n' - 0.05 n'')$$

Η πτητική οξύτητα, εκφραζόμενη σε g οξικού οξέος ανά λίτρο με δύο δεκαδικά ψηφία, δίνεται από τον τύπο:

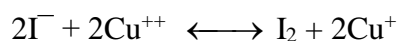
$$A = 0,300 (n - 0.1 n' - 0.05 n'')$$

2.5.8 Μέτρηση Αναγόντων Σακχάρων

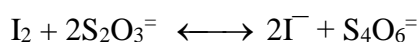
Μέθοδος προσδιορισμού

Ο προσδιορισμός των αναγόντων σακχάρων με χρήση διαλυμάτων χαλκού γίνεται με διάφορους τρόπους. Στην παρούσα άσκηση θα χρησιμοποιηθεί η μέθοδος Lüff.

Μια γνωστή ποσότητα οίνου αντιδράει με γνωστή ποσότητα αλκαλικού διαλύματος χαλκού. Η περίσσεια των ιόντων Cu⁺⁺ που δεν αντέδρασαν με τα σάκχαρα προσδιορίζονται ιωδομετρικά. Μετατρέπονται σε ιόντα Cu⁺ με προσθήκη KI το οποίο σε όξινο περιβάλλον δίνει I₂. Δηλαδή



Το σχηματιζόμενο I₂ προσδιορίζεται με τιτλοδοτημένο διάλυμα θειοθειϊκού νατρίου σύμφωνα με την παρακάτω αντίδραση.



Το τέλος της αντίδρασης προσδιορίζεται με δείκτη αμύλου. Το άμυλο με το I₂ δίνει ένα σύμπλοκο κυανού χρώματος το οποίο αποχρωματίζεται στο σημείο αλλαγής. Ο δείκτης

προστίθεται όταν το μεγαλύτερο ποσοστό του I₂ έχει αναχθεί για να είναι πιο σαφής η αλλαγή του χρώματος.

Απαραίτητη προϋπόθεση για την ανάλυση ενός οίνου είναι να έχει προηγηθεί διαύγαση.

Η διαύγαση γίνεται για την απομάκρυνση των ουσιών που έχουν αναγωγική δράση και επηρεάζουν τη μέτρηση όπως χρωστικές, τανίνες κ.ά..

Υλικά και εξοπλισμός

- Για τη διαύγαση
- Ποτήρια ζέσεως
 - Πτυχωτός ηθμός από διηθητικό χαρτί
 - Λεπτόκοκκος ενεργός άνθρακας
- Για τη μέτρηση
- Αλκαλικό διάλυμα χαλκού
 - Διάλυμα θεικού οξέος (H₂SO₄) 25% (v/v)
 - Διάλυμα ιωδιούχου καλίου 30 %
 - Δείκτης αμύλου 5 g/L
 - Πρότυπο διάλυμα θειοθειικού νατρίου (Na₂S₂O₃) 0,1 N
 - Προχοΐδα, κωνική φιάλη 250 mL με εσμύρισμα, ογκομετρικοί κύλινδροι, πιπέτες, κάθετος ψυκτήρας, θερμαντικός μανδύας,

Παρασκευή διαλυμάτων

Αλκαλικό διάλυμα θεικού χαλκού: Το διάλυμα αυτό παρασκευάζεται με διάλυση

- 25 g χημικώς καθαρό θεικό χαλκό (CuSO₄, 5H₂O)
- 50 g κιτρικό οξύ (C₆H₈O₇, H₂O)
- 388 g κρυσταλλικό ανθρακικό νάτριο (Na₂CO₃, 10H₂O) ή
144 g άνυδρο Na₂CO₃
- Απεσταγμένο νερό μέχρι 1000 mL

Ο θεικός χαλκός διαλύεται σε 100 mL ύδατος, το κιτρικό οξύ σε 300 mL ύδατος και το ανθρακικό νάτριο σε 300 έως 400 mL ζεστού ύδατος. Το διάλυμα του κιτρικού οξέος αναμειγνύεται με το διάλυμα του ανθρακικού νατρίου. Προστίθεται στη συνέχεια το διάλυμα του θεικού χαλκού και συμπληρώνεται μέχρις όγκου 1 L.

Διάλυμα ιωδιούχου καλίου 30 %:

- 30 g ιωδιούχο κάλιο (KI)
- Απεσταγμένο νερό μέχρι 100 mL

Το διάλυμα φυλάσσεται σε σκούρα φιάλη.

Διάλυμα θειικού οξέος 25 %:

- 25 g καθαρού θειικού οξέος (H_2SO_4)
- Απεσταγμένο νερό μέχρι 100 mL

Το οξύ προστίθεται στο νερό, αφήνεται να ψυχθεί και συμπληρώνεται ο όγκος μέχρι τα 100 mL.

Δείκτης αμύλου 5 g/L:

Σε 100 ml περίπου ύδατος διαλύεται 1 g αμύλου και φέρεται σε βρασμό με ταυτόχρονη ανάδευση. Ο βρασμός διατηρείται για 10 min. Κατόπιν προστίθενται 40 g χλωριούχου νατρίου (NaCl) και, αφού ψυχθεί, το διάλυμα συμπληρώνεται μέχρι τα 200 mL.

Διάλυμα θειοθειικού νατρίου 0.1 M:

Το διάλυμα παρασκευάζεται από αμπούλα σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή.

Διαδικασία προσδιορισμού

1. Διαύγαση οίνου

Ποσότητα οίνου μεταφέρεται σε ποτήρι ζέσεως και προστίθεται ποσότητα λεπτόκοκκου ενεργού άνθρακα ανάλογη του δείγματος. Η αναλογία είναι περίπου 0.2 g ενεργού άνθρακα ανά 100 ml οίνου μέτριας έντασης χρώματος αλλά ποικίλει ανάλογα με την ικανότητα προσρόφησης του άνθρακα αλλά και τον οίνο. Αν το δείγμα δεν διαυγάσει με την πρώτη εφαρμογή, ακολουθεί και δεύτερη. Στη συνέχεια, το δείγμα αναδεύεται και αφήνεται σε ηρεμία για 1-2 λεπτά. Ο χρόνος παραμονής είναι ανάλογος της συγκέντρωσης των χρωστικών που περιέχονται στον οίνο, χωρίς όμως να υπερβαίνει τα 10 min γιατί υπάρχει κίνδυνος ο ενεργός άνθρακας να προσροφήσει και μέρος των σακχάρων. Ακολουθεί διήθηση σε πτυχωτό ηθμό. Ο διαυγής οίνος συλλέγεται σε ποτήρι ζέσεως. Κατά τον αποχρωματισμό των ερυθρών οίνων ενδείκνυται προσθήκη μικρής ποσότητας λεπτόκοκκου ενεργού άνθρακα στη βάση του ηθμού, στον οποίο θα πραγματοποιηθεί η διήθηση. Στους λευκούς οίνους το στάδιο αυτό δεν είναι απαραίτητο.

2. Προσδιορισμός σακχάρων

Σε κωνική φιάλη 300 mL με εσμύρισμα, φέρονται 25 mL αλκαλικού διαλύματος χαλκού, x mL διαυγασμένου διαλύματος οίνου και 25-x mL ύδατος

σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα. Η ποσότητα αυτή δεν πρέπει να περιέχει περισσότερο από 60 mg ιμβερτοσακχάρου.

Ποσότητα οίνου Αραιώσεις	Σάκχαρα	Συντελεστής διαίρεσης
25 mL	< 2 g/L	25
20 mL	< 3 g/L	20
10 mL	< 6 g/L	10
5 mL	< 12 g/L	5
20 mL → 200 mL ↓ 20 mL	< 30 g/L	2
10 mL → 200 mL ↓ 20 mL	< 60 g/L	1
10 mL → 200 mL ↓ 10 mL	< 120 g/L	0,5
10 mL → 200 mL ↓ 5 mL	< 240 g/L	0,25

Προστίθενται μερικά τεμάχια ελαφρόπετρας. Η φιάλη προσαρμόζεται σε κάθετο ψυκτήρα και φέρεται σε βρασμό που πρέπει να επιτευχθεί μέσα σε δύο λεπτά. Ο βρασμός διατηρείται για 10 min ακριβώς. Ακολουθεί άμεση και ταχεία ψύξη με τρεχούμενο νερό και προστίθενται 10 ml διαλύματος ιωδιούχου καλίου 30 % και 25 mL θεικού οξέος 25 % (προσεκτικά και αργά, γιατί αφρίζει). Ακολουθεί ογκομέτρηση με πρότυπο διάλυμα θειοθειικού νατρίου 0.1 M. Όταν το καφέ χρώμα του I₂ έχει εξασθενήσει αρκετά προστίθενται 2 mL δείκτη αμύλου και συνεχίζεται η ογκομέτρηση μέχρι τέλους. Το τελικό σημείο της ογκομέτρησης προσδιορίζεται με την αλλαγή του χρώματος σε λευκό. Έστω **n** τα ml που καταναλώθηκαν.

Παράλληλα, γίνεται προσδιορισμός δείγματος-μάρτυρα για να βρεθεί η ολική οξειδωτική ικανότητα των 25 mL του διαλύματος H₂SO₄. Στο δείγμα αυτό, αντί για διαυγασμένο οίνο, χρησιμοποιούνται 25 mL ύδατος και ακολουθείται η παραπάνω διαδικασία. Έστω **n'** τα mL θειοθειικού νατρίου που καταναλώθηκαν.

Έκφραση των αποτελεσμάτων

Η ποσότητα του σακχάρου που περιέχεται στον όγκο του σακχαρούχου διηθήματος που χρησιμοποιήθηκε για ανάλυση, βρίσκεται από τον παρακάτω πίνακα, ο οποίος δίνει την ποσότητα του σακχάρου, εκφρασμένη σε ιμβερτοσάκχαρο, σε συνάρτηση με τα καταναλωθέντα ml ($n' - n$) θειοθειικού νατρίου. Το αποτέλεσμα του πίνακα διαιρείται με τον συντελεστή διαίρεσης που αναγράφεται στον πίνακα των αραιώσεων. Το αποτέλεσμα εκφράζεται σε g ιμβερτοσακχάρου ανά λίτρο οίνου με προσέγγιση ενός δεκαδικού ψηφίου.

π.χ. Έστω ότι χρησιμοποιήθηκαν 20 mL διηθήματος και καταναλώθηκαν για το τυφλό $n' = 25$ mL και για το δείγμα $n = 12.2$ mL, τότε έχουμε

$$n' - n = 25 - 12.2 = 12.8,$$

από τον πίνακα βρίσκουμε ότι το 12.8 αντιστοιχεί σε 32.46 mg αναγόντων σακχάρων. Διαιρώντας με τον συντελεστή που αντιστοιχεί στα 20 mL διαυγούς διηθήματος δηλαδή $32.46/20 = 1,62$ g_{ανάγοντα σάκχαρο}/L οίνου.

2.5.9 Δείκτης Φαινολικών Ουσιών (ΔΦΟ)

Ο προσδιορισμός βασίζεται στην ισχυρή απορρόφηση που παρουσιάζουν οι βενζολικοί δακτύλιοι των φαινολικών ενώσεων στο υπεριώδες φως, το μέγιστο της οποίας παρατηρείται γύρω στα 280 nm. Μετρά την περιεκτικότητα των φλαβονοειδών φαινολών (ανθοκυάνες, τανίνες), των μη φλαβονοειδών (φαινολικά οξέα) και κάποιων μη φαινολικών ουσιών που απορροφούν στα 280 nm. Ο ΔΦΟ είναι γρήγορη και εύκολη μέθοδος και δίνει επαναλήψιμα αποτελέσματα. Ο δείκτης αυτός χρησιμοποιείται, σχεδόν κατά αποκλειστικότητα, στην οινοποιητική τεχνική, έναντι του δείκτη Folin–Ciocalteu λόγω της ευκολίας εφαρμογής. Μειονέκτημα της μεθόδου αποτελεί το γεγονός ότι ορισμένες ενώσεις όπως τα κινναμωμικά οξέα και οι χαλκόνες, δεν παρουσιάζουν μέγιστο απορρόφησης στα 280 nm. Το σφάλμα αυτό θεωρείται μικρό, μια και η περιεκτικότητα των παραπάνω ουσιών στα σταφύλια και τους οίνους είναι χαμηλή.

Υλικά και εξοπλισμός

- Φασματοφωτόμετρο
- Φυγόκεντρος ή ηθμός 1,2 μm
- Κυψελίδες χαλαζία μήκους οπτικής διαδρομής 1 cm
- Ογκομετρική φιάλη των 100 mL
- Σιφόνιο 1 mL

Διαδικασία προσδιορισμού

Το δείγμα του γλεύκους ή του οίνου φυγόκεντρείται στις 4000 rpm για 5 min. Στην συνέχεια λαμβάνεται με σιφόνιο 1 mL από αυτό και μεταφέρεται σε ογκομετρική φιάλη των 100 mL όπου αραιώνεται με απιονισμένο νερό μέχρι την χαραγή των 100 mL (αραίωση 1:100). Μετριέται η απορρόφηση σε μήκος κύματος 280 nm.

Ο ΔΦΟ προκύπτει από την ακόλουθη σχέση:

$$\Delta\Phi\text{O} = \text{OD} \times \text{Αραίωση δείγματος (εδώ 100)}$$

Όπου OD: η ένδειξη του οργάνου

2.6 Μετρήσεις χαρακτήρων των πρέμων που σχετίζονται με την ισορροπία της αμπέλου

2.6.1 Δείκτης Ravaz (Y/P)

Για την προσέγγιση της ισορροπίας των εξεταζόμενων πρέμων υπολογίστηκε ο δείκτης Ravaz. Ο υπολογισμός του δείκτη πραγματοποιήθηκε τον Φεβρουάριο του 2017 κατά την περίοδο εφαρμογής του χειμερινού κλαδέματος καρποφορίας στην περιοχή της Νεμέας.

Στους πειραματικούς αμπελώνες T, M, A με σύστημα μόρφωσης αμφίπλευρο γραμμικό Royat εφαρμόστηκε βραχύ χειμερινό κλάδεμα καρποφορίας με μια παραγωγική μονάδα ανά κεφαλή που φέρει δυο λανθάνοντες οφθαλμούς. Στον αμπελώνα Y με σύστημα μόρφωσης Λύρα εφαρμόστηκε βραχύ κλάδεμα καρποφορίας με μια παραγωγική μονάδα ανά κεφαλή που φέρει ένα λανθάνοντα οφθαλμό και τέλος στον αμπελώνα A με σύστημα μόρφωσης μονόπλευρο Guyot οι κληματίδες κάθε κεφαλής κλαδεύτηκαν η μεν ανώτερη σε αμολυτή με 6-7 οφθαλμούς, η δε κατώτερη ως κεφαλή με δυο οφθαλμούς. Μετά το κλάδεμα ακολούθησε η συλλογή των κληματίδων και στην συνέχεια οι κληματίδες κάθε πρέμνου ζυγίστηκαν με ζυγό χειρός ακριβείας 2 δεκαδικών ψηφίων.

Για τον υπολογισμό του δείκτη χρησιμοποιήθηκε ο τύπος:

$$\text{Βάρος παραγωγής (kg) / Βάρος κλαδέματος (kg), (Y/P)}$$

Που αποτελεί το λόγο του βάρους της παραγωγής των σταφυλιών του χρόνου 1 προς το βάρος των εξαιρουμένων κληματίδων του χρόνου 2. Για τον υπολογισμό χρησιμοποιήθηκε το συνολικό βάρος παραγωγής κάθε πειραματικής ομάδας (τρεις πειραματικές ομάδες των δέκα πρέμων για τον κάθε αμπελώνα) και διαιρέθηκε με το συνολικό βάρος των κληματίδων της κάθε πειραματικής ομάδας (τρεις πειραματικές ομάδες των δέκα πρέμων για τον κάθε αμπελώνα).

Το προτεινόμενο εύρος τιμών για τον δείκτη (Y/P) είναι 4-10. Το επίπεδο της τιμής του δείκτη χαρακτηρίζει σύμφωνα με τους Smart and Robinson (1991) το επίπεδο ζωηρότητας των πρέμων. Συγκεκριμένα τιμή:

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

Γενικά μια πολύ χαμηλή τιμή συνδέεται με ένα ή περισσότερα από τα παρακάτω: ζωηρούς βλαστούς, μεγάλα φύλλα, μακριά μεσογονάτια, μεγάλο αριθμό μεσοκάρδιων βλαστών, μειωμένη γονιμότητα οφθαλμών, αυξημένη σκίαση στο εσωτερικό της κόμης και των σταφυλιών. Μια πολύ υψηλή τιμή συνδέεται με παραγωγή, πέραν του κανονικού φορτίου του πρέμνου (υπερπαραγωγή) και στις δύο περιπτώσεις η ποιότητα των παραγόμενων οίνων μειώνεται.

2.7 Αναλύσεις εδάφους

Για την ανάλυση του εδάφους πραγματοποιήθηκαν κατά την χειμερινή περίοδο του 2017 και συγκεκριμένα κατά την διάρκεια εφαρμογής του χειμερινού κλαδέματος καρποφορίας δειγματοληψίες με ειδικό δειγματολήπτη. Πάρθηκε δείγμα και από τους πέντε πειραματικούς αμπελώνες και στην συνέχεια μεταφέρθηκε στο εργαστήριο εδαφολογίας όπου έγινε προετοιμασία των δειγμάτων και μετρήθηκε το pH και το ανταλλάξιμο κάλιο (K^+) του εδάφους σύμφωνα με τα πρωτόκολλα του εργαστηρίου Εδαφολογίας του Τμήματος Αξιοποίησης Φυσικών Πόρων και Γεωργικής Μηχανικής του ΓΠΑ.

2.8 Στατιστική ανάλυση

Για την στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα JMP 14.2 Statistical Discovery (SAS Institute Inc.). Η σημαντικότητα των αποτελεσμάτων ελέγχθηκε με ανάλυση της διασποράς (Analysis of Variance). Η σύγκριση των μέσων έγινε με τη μέθοδο Tukey's HSD test, σε επίπεδο σημαντικότητας $P \leq 0,05$. Στους πίνακες αποτελεσμάτων οι μέσοι όροι ακολουθούνται από χαρακτήρες του λατινικού αλφάβητου υποδηλώνοντας την ύπαρξη ή μη στατιστικά σημαντικής διαφοράς και από το στατιστικό σφάλμα του μέσου.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

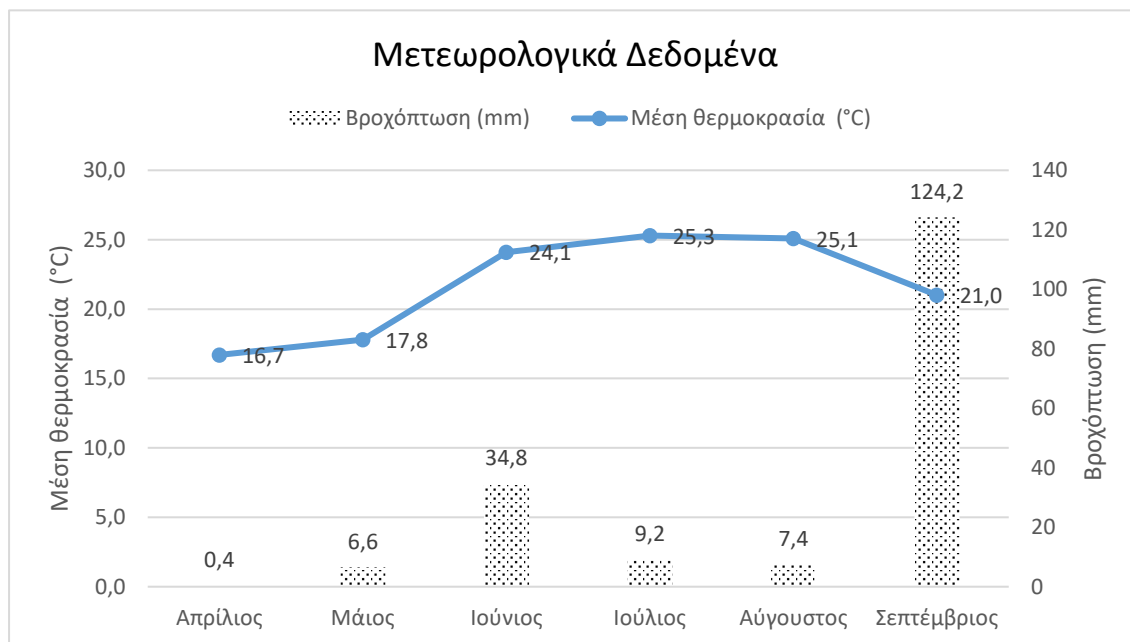
Τα αποτελέσματα των μετρήσεων του Υδατικού Δυναμικού και η επίδρασή του

Στον Πίνακα 10 και στο Γράφημα 1 παρουσιάζεται η εξέλιξη των βασικών μετεωρολογικών παραμέτρων που επικράτησαν στην περιοχή τους κύριους μήνες της βλαστικής περιόδου για το έτος 2016. Τα μετεωρολογικά δεδομένα πάρθηκαν από τον μετεωρολογικό σταθμό του Οινοποιητικού Συνεταιρισμού της Νεμέας που τελεί από την επίβλεψη του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών. Ο σταθμός βρίσκεται στην περιοχή της Νεμέας, του Νομού Κορινθίας της Πελοποννήσου, με γεωγραφικό πλάτος 37.84315° N, μήκος 22.65146° E και σε υψόμετρο 290 μέτρα.

Πίνακας 10: Μηνιαίες μέσες θερμοκρασίες (°C) και συνολικές βροχοπτώσεις (mm) που καταγράφηκαν στην περιοχή της Νεμέας για το έτος 2016 τους κύριους μήνες της βλαστικής περιόδου καθώς επίσης και την μέση ετήσια θερμοκρασία και την συνολική ετήσια βροχόπτωση.

Έτος 2016		
Μήνας	Μέση θερμοκρασία (°C)	Βροχόπτωση (mm)
Απρίλιος	16,7	0,4
Μάιος	17,8	6,6
Ιούνιος	24,1	34,8
Ιούλιος	25,3	9,2
Αύγουστος	25,1	7,4
Σεπτέμβριος	21,0	124,2

Μ.Ο./Σύνολο	21,7	182,6
Μέση ετήσια °C/ Συνολική ετήσια βροχόπτωση	16,2	507,8



Γράφημα 1: Μηνιαίες μέσες θερμοκρασίες (°C) και συνολικές βροχοπτώσεις (mm) που καταγράφηκαν στην περιοχή της Νεμέας για το έτος 2016 τους κύριους μήνες της βλαστικής περιόδου.

Η μέση θερμοκρασία για την περίοδο Απρίλιο έως Σεπτέμβριο του έτους 2016 ήταν 21,7°C, η μεγαλύτερη μέση θερμοκρασία καταγράφηκε τον μήνα Ιούλιο με 25,3°C και ακολουθεί ο Αύγουστος χωρίς ιδιαίτερη διαφορά με 25,1°C. Η μικρότερη μέση θερμοκρασία καταγράφηκε τον Απρίλιο στους 16,7°C. Ωστόσο η συνολική βροχόπτωση για τους κύριους μήνες της βλαστικής περιόδου ήταν 182,6mm, όπου η υψηλότερη βροχόπτωση καταγράφηκε το μήνα Σεπτέμβριο με 124,2mm και ακολουθεί ο μήνας Ιούνιος με 34,8mm συνολικής βροχόπτωσης.

Σύμφωνα με παλαιότερες έρευνες και καταγραφές η μέση θερμοκρασία για την βλαστική περίοδο είναι περίπου 19,9 (1973-1989) βαθμούς Κελσίου ενώ ο ετήσιος μέσος όρος βροχόπτωσης είναι 700-800 χιλιοστά, εκ των οποίων ποσοστό μικρότερο

του 20% να είναι διαθέσιμο κατά τη διάρκεια του κύκλου ανάπτυξης των πρέμων (Koundouras S., *et al.*, 2006). Η μελέτη που πραγματοποιήθηκε για τα δυο συνεχόμενα έτη 1997 και 1998 η μέση θερμοκρασία από τον Απρίλιο έως τον Σεπτέμβριο ήταν 19,1°C και 20,6°C αντίστοιχα. Ενώ όσο αναφορά την βροχόπτωση πρόκειται για αρκετά ξηρές συνθήκες κατά την περίοδο της βλαστικής περιόδου και για τα δύο έτη (Koundouras S., *et al.*, 2006). Σε νεότερη μελέτη με καταγραφές που έγιναν από το έτος 1973 έως το 2005, για την περίοδο Απρίλιο έως Σεπτέμβριο, η μέση θερμοκρασία είναι 19,9°C και η μέσος όρος βροχόπτωσης είναι 154,0mm (Koundouras S., *et al.*, 2013). Για τα έτη 2007 και 2008 η μέση θερμοκρασία της βλαστικής περιόδου είναι 20,7°C και 20,4°C αντίστοιχα, ενώ η συνολική βροχόπτωση από τον Απρίλιο-Σεπτέμβριο είναι 259,0mm και 93,2mm αντίστοιχα. (Koundouras S., *et al.*, 2013).

Σύμφωνα με όλες τις παραπάνω αναφορές πρόκειται για μια αρκετά ξηροθερμική βλαστική περίοδο, εφόσον η μέση μηνιαία θερμοκρασία που καταγράφηκε για το έτος 2016 από τον Απρίλιο έως τον Σεπτέμβριο ήταν μεγαλύτερη και η συνολική βροχόπτωση ήταν μικρότερη σε σχέση με τα προηγούμενα έτη που αναφέρθηκαν (με εξαίρεση το έτος 2008) και τις σύνηθες συνθήκες της περιοχής κατά την περίοδο ανάπτυξης της αμπέλου.

Η επίδραση του κλίματος και του εδάφους στην ανάπτυξη της αμπέλου και την σύσταση των σταφυλιών και στην συνέχεια του γλεύκους, μπορεί σε σημαντικό βαθμό να αποδοθεί στην επίδραση τους στο υδατικό καθεστώς των πρέμων. Η χρόνια παίζει πολύ μεγάλο ρόλο και επιδρά στο υδατικό καθεστώς μέσω της ποσότητας και κατανομής των βροχοπτώσεων, ενώ το έδαφος επιδρά μέσω της ικανότητας του να συγκρατεί μεγαλύτερα ή μικρότερα αποθέματα νερού που μπορεί να έχει στην διάθεση του ο αμπελώνας, κατά τα διαφορετικά στάδια ανάπτυξης του (van Leeuwen *et al.*, 2004). Αποδεδειγμένα τα καλύτερα ποιοτικά αποτελέσματα παρουσιάζονται εκεί που φυσικά ή τεχνητά (άρδευση, στράγγιση) εξασφαλίζονται τέτοιες συνθήκες υδατικής κατάστασης στα πρέμνα ενός αμπελώνα που χαρακτηρίζονται από μια μικρή έως μέτρια καταπόνηση από την καρπόδεση ως τον περκασμό και μια ελαφριά καταπόνηση αμέσως μετά και μέχρι τον τρυγητό (καλή παραγωγή δευτερογενών μεταβολιτών-φαινολικά, τερπένια) (Gladstones, 1992; Hardie κ.α., 1995; Lakso and Pool, 2000; Van Leeuwen κ.α. 2002; Ojeda κ.α., 2002; Kennedy κ.α., 2002). Σε αρκετές περιπτώσεις έχει πλέον αποδειχτεί ότι η ποιότητα των σταφυλιών είναι εντός ορίων, ανεξάρτητη της φωτοσύνθεσης και της ποσότητας της σταφυλικής παραγωγής αν και όλα συνδέονται έμμεσα και άμεσα με την διαθεσιμότητα του νερού στα πρέμνα. Αυτή ακριβώς η

διαπίστωση αξιοποιείται στην πράξη, μέσω των τεχνικών ελλειμματικής άρδευσης αμπελώνων.

Από μια μελέτη των Van Leeuwen et al., (2004) πάνω στην επίδραση των τριών παραγόντων έδαφος, κλίμα και ποικιλία στην αύξηση και ανάπτυξη των πρέμων και την διαμόρφωση των ποιοτικών χαρακτήρων των σταφυλιών των ποικιλιών Cabernet Sauvignon, Cabernet Franc και Merlot προέκυψε ότι το κλίμα αποτελούσε τον βασικότερο παράγοντα (Σταυρακάκης, 2013).

Οι Πίνακες 11, 12 και 13 θα χρησιμοποιηθούν για την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων για να δείξει τη σχέση μεταξύ του υδατικού δυναμικού των φύλλων το μεσημέρι και το επίπεδο υδατικής καταπόνησης των πρέμων την δεδομένη χρονική περίοδο μέτρησης του. Δεν υπάρχει καλύτερος δείκτης για το ποια είναι η υδατική κατάσταση των πρέμων, από τα ίδια τα πρέμνα. Σε αυτή την περίπτωση η χρήση του θαλάμου πίεσης είναι ένας πολύ αξιόπιστος τρόπος παρακολούθησης του υδατικού δυναμικού των πρέμων. Από διάφορες εργασίες προκύπτει όπως φαίνεται στους πίνακες, η σχέση μεταξύ του υδατικού δυναμικού των φύλλων το μεσημέρι και του επιπέδου υδατικής καταπόνησης που αυτό συνεπάγεται για το φυτό.

Πίνακας 11: Κρίσιμες τιμές υδατικού δυναμικού ανάλογα με την ένταση της υδατικής καταπόνησης της αμπέλου (Van Leeuwen et al., 2009).

Μεσημβρινό υδατικό δυναμικό βλαστού Ψ_{stem} (bar)	Επίπεδο Υδατικής Καταπόνησης
> -5	Απουσία υδατικής καταπόνησης
-5 έως -8	Έναρξη υδατικής καταπόνησης
-8 έως -11	Ήπια υδατική καταπόνηση
-11 έως -14	Μέτρια υδατική καταπόνηση
< -14	Έντονη υδατική καταπόνηση

Πίνακας 12: Σχέση Υδατικού Δυναμικού Φύλλου και Επιπέδου Υδατικής Καταπόνησης της αμπέλου (Greenspan, 2005, Williams, 2001).

Υδατικό Δυναμικό Φύλλου bars	Επίπεδο Υδατικής Καταπόνησης
< -10	Καθόλου
-10 έως -12	Ήπια
-12 έως -14	Μέτρια
-14 έως -16	Υψηλή
> -16	Δριμεία

Στον **Πίνακα 13** παρουσιάζονται κατά τον Wynboer, (September 2011) το μεσημβρινό υδατικό δυναμικό του βλαστού (Ψstem), και η πιθανή σχέση με το επίπεδο υδατικής καταπόνησης του πρέμνου. Ο **Πίνακας 13** προτείνει τα κατώτερα όρια για τις περισσότερες καλλιέργειες και terroir στην νότια Αφρική. Η συνιστώμενη υδατική κατάσταση του πρέμνου σύμφωνα με τα φαινολογικά στάδια είναι:

- εκβλάστηση των λανθανόντων οφθαλμών έως άνθηση: τάξεις 0-1,
- μέγεθος μπιζελιού έως περκασμός: τάξεις 1-2,
- περκασμός έως τρυγητός: τάξεις 1-4 (σύμφωνα με την επιθυμητή απόδοση και του στυλ του κρασιού).
- η τάξη 5 πρέπει να αποφεύγεται.

Στα παρακάτω επίπεδα βέβαια πρέπει να λαμβάνονται υπόψη ο τύπος του εδάφους, το βάθος και η περιεκτικότητα σε νερό, η αμπελοκαλλιέργεια, το κλίμα και η ποικιλία.

Πίνακας 13: Μεσημβρινό υδατικό δυναμικό του βλαστού (Ψ_{stem}), και η πιθανή σχέση με το επίπεδο υδατικής καταπόνησης του πρέμνου. Το 0-5 είναι οι τάξεις σύμφωνα με τα φαινολογικά στάδια ανάπτυξης του πρέμνου. (Wynboer, September 2011).

Τάξεις	Ψ_{stem} (bar)	Επίπεδο Υδατικής Καταπόνησης
0	≥ -6	Απουσία υδατικής καταπόνησης
1	-7 έως -9	Ήπια έως μέτρια υδατική καταπόνηση
2	-10 έως -12	Μέτρια υδατική καταπόνηση
3	-12 έως -14	Μέτρια έως σημαντική (έντονη) υδατική καταπόνηση (σύμφωνα με την ποικιλία)
4	-14 έως -16	Έντονη έως σοβαρή (δριμεία)(σύμφωνα με την ποικιλία: πιθανές βλάβες των φυτών και των κυττάρων)
5	< -16	Σοβαρή (δριμεία) υδατική καταπόνηση (στρες: φυτικές και κυτταρικές βλάβες)

Στον **Πίνακα 14** αναγράφονται τα αποτελέσματα των μετρήσεων του υδατικού δυναμικού που πάρθηκαν την περίοδο της Άνθησης και συγκεκριμένα στις 3 Ιουνίου. Οι τιμές του υδατικού δυναμικού κατά την περίοδο της Άνθησης κυμάνθηκαν από -6,26 έως -8,08bar. Η μεγαλύτερη τιμή σύμφωνα με τον **Πίνακα 14** παρουσιάστηκε στο αμπελοτεμάχιο Y (-8,08 \pm 0,50bar) η οποία όμως δεν διαφέρει στατιστικά από τις υπόλοιπες. Αντίστοιχα την μικρότερη τιμή παρουσιάζει ο αμπελώνας T (-6,26 \pm 0,21bar).

Πίνακας 14: Αποτελέσματα μετρήσεων υδατικού δυναμικού Ψ_{stem} την περίοδο της άνθησης.

Κωδικός Αμπελοτεμαχίου	Μετρήσεις Ψ_{stem} (bar) Άνθηση
A	-7,11 \pm 0,11 a
M	-6,56 \pm 0,06 a
Y	-8,08 \pm 0,50 a
Λ	-7,22 \pm 0,87 a
T	-6,26 \pm 0,21 a

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

Σύμφωνα με τον Greenspan (2005), Williams (2001) **Πίνακα 12**, οι τιμές που εμφανίζονται την περίοδο της πλήρους άνθησης δεν παρουσιάζουν υδατική καταπόνηση των πρέμνων εφόσον όλες οι τιμές είναι κάτω από -10bar. Γενικά υδατική καταπόνηση νωρίς την βλαστική περίοδο (από την έκπτυξη μέχρι την άνθηση) είναι κάτι απίθανο να συμβεί στις περισσότερες αμπελουργικές περιοχές .

Ο Van Leeuwen et al., (2009) θεωρεί ότι τιμές πάνω από -5 έως -8 bar αποδεικνύουν έναρξη υδατικής καταπόνησης των πρέμνων, οι αμπελώνες A (-7,11 ± 0,11), M (-6,56 ± 0,06) και T (-6,26 ± 0,21) είναι κάτω από -8bar άρα παρουσιάζουν έναρξη υδατικής καταπόνησης. Οι τιμές που πάρθηκαν στο αμπελοτεμάχιο Λ είναι στο όριο της ήπιας υδατικής καταπόνησης με μια απόκλιση του μέσου όρου -7,22 ± 0,87 και οι τιμές του αμπελώνα Υ σύμφωνα με τον Van Leeuwen et al., (2009) είναι επίσης στο όριο και λίγο παραπάνω της ήπιας υδατικής καταπόνησης. Να σημειωθεί ότι ο αμπελώνας Υ είναι μη αρδεύσιμος και τα χιλιοστά βροχής που σημειώθηκαν από τον μετεωρολογικό σταθμό της Νεμέας κατά την περίοδο της άνθησης είναι μηδενικά, εφόσον τα 34,8mm που αναγράφονται στον **Πίνακα 10**, είναι μετά της 7 Ιουνίου και η μέτρηση πραγματοποιήθηκε στις 3 Ιουνίου. Η επιθυμητή υδατική κατάσταση διαφέρει ανάμεσα στάδια αύξησης και ανάπτυξης του αμπελιού. Από την εκβλάστηση των λανθανόντων οφθαλμών έως την άνθηση τα επίπεδα του νερού θα πρέπει να είναι σε επαρκή επίπεδα για την δημιουργία μιας ικανοποιητικής φυλλικής επιφάνειας ($\Psi_s < 5$ bar). Από την άνθηση έως την καρπόδεση η έλλειψη νερού μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα κακή καρπόδεση (ανθόρροια) και μικρορραγία ($\Psi_s < 8$ bar) καθώς επίσης και περιορισμένη διαφοροποίηση των ανθικών καταβολών για την επόμενη χρονιά (Van Leeuwen et al., 2009). Η περίοδος της βλαστικής αύξησης των πρέμνων είναι περισσότερο ευαίσθητη στην επίδραση της υδατικής καταπόνησης απ' ότι η αύξηση της ράγας και ο εμπλουτισμός της σε διαλυτά συστατικά (Vaadia & Kasimatis 1961, Stevens et al., 1995).

Κατά τον Wynboer September, (2011) στην μελέτη που πραγματοποιήθηκε στην Νότια Αφρική, από την εκβλάστηση των λανθανόντων οφθαλμών έως την άνθηση η υδατική κατάσταση των πρέμνων συνιστάται να βρίσκεται στις τάξεις 0 έως 1, οι τιμές που λήφθηκαν κατά την περίοδο της άνθησης στην παρούσα μελέτη είναι μεταξύ της τάξης 0 έως 1, δηλαδή οι τιμές βρίσκονται στα επιθυμητά επίπεδα υδατικής κατάστασης.

Στον **Πίνακα 15** αναφέρονται τα αποτελέσματα του υδατικού δυναμικού που πραγματοποιήθηκαν την περίοδο της καρπόδεσης 14 Ιουλίου. Οι τιμές κυμαίνονται

από -9,1 έως -12,72 bar. Η μεγαλύτερη τιμή παρουσιάζεται με -12,72bar στον αμπελώνα Y η οποία διαφέρει στατιστικά σημαντικά με τις υπόλοιπες. Την μικρότερη τιμή παρουσίασε το αμπελοτεμάχιο A (-9,10 ± 0,07) που δεν διαφέρει στατιστικά σημαντικά από τα αμπελοτεμάχια M, Λ, και T.

Πίνακας 15: Αποτελέσματα μετρήσεων υδατικού δυναμικού Ψstem την περίοδο της Καρπόδεσης.

Κωδικός Αμπελοτεμαχίου	Μετρήσεις Ψstem (bar) Καρπόδεση
A	-9,10 ± 0,07 b
M	-9,88 ± 0,14 b
Y	-12,72 ± 0,43 a
Λ	-9,25 ± 0,79 b
T	-10,27 ± 0,40 b

(*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≤0,05))

Σύμφωνα με τον Greenspan (2005), Williams (2001), **Πίνακα 12** τα αμπελοτεμάχια Λ, A και M δεν παρουσιάζουν υδατική καταπόνηση την συγκεκριμένη χρονική περίοδο εφόσον οι τιμές είναι κάτω από -10bar, ενώ ο αμπελώνας T παρουσιάζει ίσως μια ήπια υδατική καταπόνηση διότι η τιμή είναι -10,27 ± 0,40bar μεγαλύτερη του -10bar. Αντίθετα ο αμπελώνας Y (-12,72 ± 0,43) εμφανίζει μια μέτρια υδατική καταπόνηση σε σχέση με τα υπόλοιπα αμπελοτεμάχια αφού είναι πάνω από -12 bar. Ο αμπελώνας Y είναι ένας μη αρδευόμενος αμπελώνας και τα χιλιοστά βροχής που καταγράφηκαν την περίοδο εκείνη είναι αρκετά χαμηλά.

Κατά τον Van Leeuwen et al., 2009 οι τιμές από -8 έως -11bar παρουσιάζουν μια ήπια υδατική καταπόνηση, οι τιμές που πάρθηκαν στην παρούσα χρονική στιγμή για τις επεμβάσεις A, M, Λ και T δείχνουν μια ήπια υδατική καταπόνηση των πρέμνων. Ενώ ο αμπελώνας Y με μέσο όρο -12,72bar παρουσιάζει μια μέτρια υδατική καταπόνηση σύμφωνα με τον Van Leeuwen et al. (2009).

Κατά την καρπόδεση η υδατική κατάσταση των πρέμνων συνιστάται να βρίσκεται στις τάξεις 1 έως 2, παρουσιάζοντας μια ήπια έως μέτρια υδατική καταπόνηση, τα πρέμνα των αμπελώνων A, M, Λ και T βρίσκονται μεταξύ των τάξεων

1 έως 2, όπως είναι επιθυμητό στην συγκεκριμένη φάση της βλαστικής περιόδου σύμφωνα με τον Wynboer (September, 2011). Αντίθετα η επέμβαση Υ με τιμή -12,72bar είναι στην τάξη 3, εμφανίζοντας μια μέτρια έως έντονη υδατική καταπόνηση, που κατά τον Wynboer (September, 2011) δεν είναι επιθυμητό την δεδομένη χρονική στιγμή ανάπτυξης της αμπέλου.

Η ιδιαίτερα ξηροθερμική βλαστική περίοδος αυτού του έτους φέρει συνήθως παρόμοια αποτελέσματα σε αμπελώνες μη αρδευσίμους, έχοντας μεγάλη κλίση (αμπελώνας Υ κλίση >20%) και με έδαφος που χαρακτηρίζεται Αμμώδες-Αργιλοπηλώδες (μέσης σύστασης εδάφη) όπως του αμπελώνα Υ, όπου το εύκολα διαθέσιμο τμήμα του νερού είναι πιο περιορισμένο (Koundouras et al., 2002). Τα αποτελέσματα μιας έρευνα που πραγματοποιήθηκε στο Αγιωργίτικο που καλλιεργείται σε μέσης σύστασης εδάφη της Νεμέας έδειξαν ότι η ποικιλία δίνει καλύτερα αποτελέσματα σε μη αρδευόμενες συνθήκες πριν τον περκασμό (Koundouras et al., 2013).

Από την καρπόδεση μέχρι τον περκασμό μπορεί να υπάρξει έντονη υδατική καταπόνηση σε αμπελώνες που καλλιεργούνται σε εδάφη αβαθή με μεγάλο ποσοστό άμμου και μικρή δυνατότητα συγκράτησης εδαφικού ύδατος. Σε περιοχές με χαμηλά επίπεδα βροχοπτώσεων ή τις άνυδρες χρονιές, είναι δυνατό να εμφανιστεί έντονη υδατική καταπόνηση ακόμα και σε αμπελώνες που καλλιεργούνται σε βαθιά μέσης σύστασης εδάφη. Ακριβώς αυτήν την περίοδο είναι που η βλαστητική ανάπτυξη είναι πιο ευαίσθητη στην υδατική καταπόνηση (McCarthy, 1997).

Η υδατική καταπόνηση στην φάση I (καρπόδεση έως περκασμός) μειώνει τον ρυθμό διαίρεσης των κυττάρων του περικαρπίου και εξηγεί με αυτό τον τρόπο την αδυναμία των ραγών να αποκτήσουν μεγαλύτερο μέγεθος στις επόμενες φάσεις (Coombe και McCarthy, 2000). Άλλοι ερευνητές (Ojeda et al., 2001) υποστηρίζουν ότι μέτρια ή δριμεία υδατική καταπόνηση στο στάδιο αυτό έχει πολύ σημαντική επίδραση στο μέγεθος των κυττάρων και όχι στον ρυθμό διαίρεσης τους. Αυτό συμβαίνει μέσω κατασκευαστικών διαφοροποιήσεων κυρίως στα κυτταρικά τοιχώματα των κυττάρων, που μειώνουν την πλαστικότητα και τελικά την δυνατότητα διόγκωσης τους κατά την ωρίμανση. Έχει αναφερθεί ότι ακόμη και ήπια υδατική καταπόνηση, ιδιαίτερα κατά την περίοδο της έντονης κυτταροδιαίρεσης της πράσινης ράγας, προκαλεί ανάσχεση του ρυθμού αύξησης, που συνεπάγεται σημαντική μείωση του τελικού μεγέθους των ραγών (Matthews & Anderson 1988).

Στον **Πίνακα 16** που ακολουθεί αναγράφονται οι τιμές της υδατικής κατάστασης των πρέμνων κατά τον περκασμό στις 27 Ιουλίου. Οι τιμές κυμαίνονται από -9,09 έως -14,16 bar. Η μεγαλύτερη τιμή εμφανίζεται στην επέμβαση Λ με -14,16 bar και ακολουθεί η επέμβαση Υ με -13,17 bar οι οποίες διαφέρουν στατιστικά με τις υπόλοιπες επεμβάσεις και κυρίως με την επέμβαση Α (-9,09 ± 0,58). Την μικρότερη τιμή εμφανίζει το αμπελοτεμάχιο Α (-9,09 ± 0,58) το οποίο διαφέρει στατιστικά με το Μ, Υ, Λ και λιγότερο με Τ (-9,80 ± 0,12).

Πίνακας 16: Αποτελέσματα μετρήσεων υδατικού δυναμικού Ψstem κατά τον Περκασμό.

Κωδικός Αμπελοτεμαχίου	Μετρήσεις Ψstem (bar) Περκασμός
A	-9,09 ± 0,58 c
M	-12,10 ± 0,81 ab
Y	-13,17 ± 0,60 a
Λ	-14,16 ± 0,50 a
T	-9,80 ± 0,12 bc

(*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≤0,05))

Οι αμπελώνες Α (-9,09 ± 0,58) και Τ (-9,80 ± 0,12) εμφανίζουν μια ήπια υδατική καταπόνηση την συγκεκριμένη περίοδο, ενώ αντίθετα τα αμπελοτεμάχια Μ (-12,10 ± 0,81) και Υ (-13,17 ± 0,60) παρουσιάζουν μια μέτρια υδατική καταπόνηση. Η επέμβαση Λ στην συγκεκριμένη χρονική περίοδο με μέσο όρο -14,16 bar και με μια απόκλιση ± 0,50 εμφανίζει μια μέτρια έως έντονη υδατική καταπόνηση (Van Leeuwen et al., 2009).

Σύμφωνα με τους Greenspan (2005), Williams (2001) το Α (-9,09 ± 0,58) και το Τ (-9,80 ± 0,12) δεν παρουσιάζουν υδατική καταπόνηση, ενώ οι επεμβάσεις Μ (-12,10 ± 0,81) και Υ (-13,17 ± 0,60) εμφανίζουν μια μέτρια υδατική καταπόνηση. Αντίθετα το αμπελοτεμάχιο Λ (-14,16 ± 0,50) παρουσίασε μια υψηλή υδατική καταπόνηση την περίοδο αυτή. Την περίοδο εκείνη τα επίπεδα της βροχόπτωσης ήταν ελάχιστα έως μηδενικά, οι θερμοκρασίες ήταν αρκετά υψηλές και σε συνδυασμό με τα εδάφη που κυριαρχούν στα συγκεκριμένα αμπελοτεμάχια ήταν αναμενόμενο εάν δεν υπήρξε άρδευση την συγκεκριμένη περίοδο να εμφάνιζε κάποια επέμβαση μέτρια ή έντονη υδατική καταπόνηση.

Μετά το στάδιο της καρπόδεσης και μέχρι το στάδιο του περκασμού (φάση πράσινης ράγας), το υδατικό δυναμικό επιδρά σε έντονο βαθμό στο μέγεθος της ράγας (τυχόν εφαρμογή υδατικής καταπόνησης μπορεί να οδηγήσει σε μη αντιστρεπτή μείωση του βάρους της ράγας και της παραγωγής). Στην περίπτωση που είναι επιθυμητή μια υδατική καταπόνηση όπως στις ερυθρές ποικιλίες, μπορεί σε αυτό το στάδιο να γίνει εφαρμογή μιας περιορισμένης διαθεσιμότητας νερού έως $\Psi_s = -14 \text{ bar}$ (Van Leeuwen et al., 2009), ανάλογα με τον επιθυμητό τύπο οίνου. Μια ελεγχόμενη εφαρμογή περιορισμένης υδατικής διαθεσιμότητας στο στάδιο αυτό, εκτός από τη συγκράτηση του μεγέθους της ράγας (ευνοϊκή σχέση φλοιού/γλεύκους), αναστέλλει σε κάποιο βαθμό την αύξηση των βλαστών (ταχύτερα σε σχέση με την αναστολή της φωτοσύνθεσης με αποτέλεσμα την προνομιακή κατανομή των προϊόντων της φωτοσύνθεσης στα σταφύλια) και επίσης έχει σαν αποτέλεσμα την βελτίωση του μικροκλίματος στο υπέργειο τμήμα του πρέμνου καθώς αυξάνεται η ενεργή φυλλική επιφάνεια, δημιουργείται καλύτερος φωτισμός και αερισμός των σταφυλιών και αποφεύγεται η εμφάνιση ασθενειών. Αντίθετα για τις λευκές ποικιλίες και τις ερυθρές προορισμένες για οίνους άμεσης κατανάλωσης θα πρέπει να είναι στόχος ένα πιο ευνοϊκό υδατικό καθεστώς, για την εξασφάλιση σκίασης των σταφυλιών και όψιμης ωρίμανσης $\Psi_s < -6 \text{ bar}$, δηλαδή μια μικρή υδατική καταπόνηση (Van Leeuwen et al., 2009).

Η υδατική στέρηση κατά την φάση II (κατά τον περκασμό) μειώνει σε κάποιο βαθμό το τελικό μέγεθος των ραγών (Pritchard et al., 2004). Η υδατική καταπόνηση επιδρά επίσης αρνητικά στην σύνθεση των φαινολικών συστατικών. Δριμεία υδατική καταπόνηση πριν τον περκασμό επιδρά αρνητικά στην σύνθεση των ανθοκυανών. Πλήρους κάλυψη υδατικών αναγκών ή δριμεία υδατική καταπόνηση στα στάδια I (καρπόδεση-περκασμός) και II (περκασμός) επιδρά αρνητικά στην σύνθεση φλαβονολών. Δριμεία υδατική καταπόνηση στα στάδια I (καρπόδεση-περκασμός) και II (περκασμός) επιδρά αρνητικά στην σύνθεση των προανθοκυανιδών και στις φλαβαν-3-ολες. Στα στάδια I (καρπόδεση-περκασμός) και II (περκασμός) η έλλειψη υδατικής καταπόνησης επιδρά θετικά στην βιοσύνθεση των φλαβαν-3-ολες (Ojeda et al., 2002).

Στον **Πίνακα 17** που ακολουθεί αναφέρονται οι τιμές που πάρθηκαν μετά τον περκασμό στις 11 Αυγούστου του 2016. Οι παρακάτω τιμές κυμαίνονται μεταξύ $-9,86$ έως $-13,8 \text{ bar}$. Η μικρότερη τιμή παρουσιάζεται στην επέμβαση M ($-9,86 \pm 0,17$), η οποία διαφέρει στατιστικά σημαντικά από τις επεμβάσεις A, Y, Λ και με μια μικρή στατιστική διαφορά από την επέμβαση T ($-11,48 \pm 0,48$). Την μεγαλύτερη τιμή

εμφανίζει το αμπελοτεμάχιο Y ($-13,8 \pm 0,49$) που δεν διαφέρει στατιστικά σημαντικά από το Λ ($-13,2 \pm 0,69$) και Α ($-12,11 \pm 0,50$), αλλά διαφέρει στατιστικά σημαντικά με το αμπελοτεμάχιο Μ και Τ.

Πίνακας 17: Αποτελέσματα μετρήσεων υδατικού δυναμικού Ψstem μετά τον Περκασμό.

Κωδικός Αμπελοτεμαχίου	Μέτρησης Ψstem (bar) μετά Περκασμού
A	$-12,11 \pm 0,50$ ab
M	$-9,86 \pm 0,17$ c
Y	$-13,8 \pm 0,49$ a
Λ	$-13,2 \pm 0,69$ a
T	$-11,48 \pm 0,48$ bc

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

Σύμφωνα με τους Greenspan (2005) και Williams (2001), ο αμπελώνας Y με μέσο όρο $-13,8$ και μια απόκλιση $\pm 0,49$ bar εμφανίζει μια μέτρια έως υψηλή υδατική καταπόνηση και ο Λ ($-13,2 \pm 0,69$) παρουσιάζει μια μέτρια υδατική καταπόνηση με τιμές πάνω από -12 bar, ενώ ο Α με μέσο όρο $-12,11$ και μια απόκλιση $\pm 0,50$ bar εμφανίζει μια ήπια έως μέτρια υδατική καταπόνηση στο στάδιο αυτό. Αντίθετα ο αμπελώνας Τ ($-11,48 \pm 0,48$) δείχνει μια ήπια υδατική καταπόνηση και ο Μ με μέσο όρο $-9,86$ και με μια απόκλιση $\pm 0,17$ bar παρουσιάζει καθόλου έως ήπια υδατική καταπόνηση.

Οι τιμές σύμφωνα με τους Van Leeuwen et al. (2009) των αμπελώνων Α, Λ και Τ παρουσιάζουν μια μέτρια υδατική καταπόνηση, ενώ ο Μ με μια τιμή $-9,86$ bar δείχνει μια ήπια υδατική καταπόνηση. Αντίθετα ο Y με μέσο όρο $-13,8$ και μια απόκλιση $\pm 0,49$ bar παρουσιάζει και κατά τους Van Leeuwen et al. (2009) μια μέτρια έως έντονη υδατική καταπόνηση.

Κατά την χρονική περίοδο μετά τον περκασμό η υδατική κατάσταση των πρέμνων συνιστάται να βρίσκεται στις τάξεις 1 έως 4, παρουσιάζοντας μια ήπια έως έντονη-σοβαρή (δριμεία) υδατική καταπόνηση ανάλογα με το τύπο του εδάφους, το βάθος και τη περιεκτικότητα σε νερό, την αμπελοκαλλιέργεια, το κλίμα και φυσικά την ποικιλία, οι τιμές όλων των πειραματικών αμπελώνων βρίσκονται μεταξύ των τάξεων 1 έως 4, στην συγκεκριμένη φάση της βλαστικής περιόδου σύμφωνα με τον Wynboer

(September, 2011). Ο αμπελώνας M ($-9,86 \pm 0,17$) εμφανίζει μια ήπια έως μέτρια υδατική καταπόνηση, ο T ($-11,48 \pm 0,48$) δείχνει μια μέτρια υδατική καταπόνηση, το A ($-12,11 \pm 0,50$) και το Λ ($-13,2 \pm 0,69$) μια μέτρια έως σημαντική υδατική καταπόνηση, ενώ ο Υ με μέσο όρο $-13,8$ και μια απόκλιση $\pm 0,49$ bar σύμφωνα με τον Wynboer (September, 2011) παρουσιάζει μια σημαντική-έντονη έως σοβαρή υδατική καταπόνηση. Λαμβάνοντας υπόψιν τα μετεωρολογικά δεδομένα και το έδαφος του συγκεκριμένου πειραματικού αμπελώνα (Υ) ήταν αναμενόμενες οι παραπάνω τιμές. Η υδατική καταπόνηση μπορεί να συμβεί ανάλογα με τις κλιματολογικές συνθήκες όπως φαίνεται από μια μελέτη που μετρήθηκε το μεσημβρινό υδατικό δυναμικό του βλαστού (Ψ_{stem}), για συνεχόμενες χρονιές στην περιοχή του Μπορντό (Van Leeuwen et al., 2009).

Κατά την περίοδο της ωρίμανσης δηλαδή μετά τον περκασμό έως τον τρύγο (τεχνολογική ωρίμανση), το υδατικό δυναμικό καθορίζει σε σημαντικό βαθμό τα χαρακτηριστικά του τελικού προϊόντος. Αν και το πρέμνο μπορεί να αντέξει μια μειωμένη υγρασία στο έδαφος (συχνή η μερική ξήρανση του φυλλώματος, ιδιαίτερα στη ζώνη παραγωγής), για την αύξηση της παραγωγής σακχάρων και δευτερογενών μεταβολιτών (χρωστικές και αρωματικές ενώσεις) απαιτείται η εξασφάλιση επαρκούς υδατικής διαθεσιμότητας. Έτσι, μία ήπια έως μέτρια υδατική καταπόνηση Ψ_{stem} μεταξύ -9 έως -13 bar (Van Leeuwen et al., 2009), έχει σαν αποτέλεσμα μια ευνοϊκή αναλογία σακχάρων/οξέων στο γλεύκος, αύξηση των φαινολικών ενώσεων στους φλοιούς και επίσης στην καλύτερη ωρίμανση των τανινών που βρίσκονται στα γίγαρτα των ραγών (κατάλληλη για ερυθρούς οίνους παλαιώσης) (Koundouras et al., 2013). Αντίθετα, στην περίπτωση ενός συνεχούς αυξανόμενου υδατικού στρες $\Psi_s > -14$ (Van Leeuwen et al., 2009), όπως συμβαίνει στην περίπτωση ξηρικών αμπελώνων σε θερμά κλίματα, μπορεί να οδηγήσει σε οίνους με πολύ υψηλή περιεκτικότητα σε αλκοόλη, χαμηλά επίπεδα οξύτητας και στυπτικές τανίνες, που δεν παλαιώνουν καλά. Ένα πιο ευνοϊκό υδατικό καθεστώς όπως Ψ_s μεταξύ -5 και -8 bar είναι επιθυμητό για τις λευκές ποικιλίες και ερυθρές προορισμένες για οίνους άμεσης κατανάλωσης για να διατηρηθεί το πρωτογενές άρωμα. Η απουσία υδατικής καταπόνησης $\Psi_s < -5$ bar θεωρείται μη επιθυμητή γιατί μπορεί να οδηγήσει σε φυτικά, (χορτώδη) αρώματα και ανεπαρκή ωρίμανση, τόσο του γλεύκους όσο και των φλοιών και γιγάρτων, ενώ αυξάνεται και ο κίνδυνος μυκητολογικών προσβολών στα σταφύλια.

Ο Koundouras et al., (2002) σε μια μελέτη που πραγματοποιήθηκε στην ποικιλία Αγιωργίτικο αναφέρει ότι μια έντονη υδατική καταπόνηση μπορεί να

οδηγήσει σε μείωση της στοματικής αγωγιμότητας έως και 90% και σε μόνιμη απώλεια της σπαργής των καταφρακτικών κυττάρων. Ιδιαίτερα κατά την περίοδο της ωρίμανσης μια έντονη υδατική καταπόνηση των πρέμνων μπορεί να προκαλέσει κλείσιμο των στοματίων και αναστολή της φωτοσύνθεσης (Kriedemann & Smart 1971, Winkel & Rambal 1993) που έχει σαν αποτέλεσμα την διακοπή των φυσιολογικών διεργασιών ωρίμανσης και κατά συνέπεια την ελλιπή ωρίμανση των σταφυλιών και την πτώση της ποιότητας των παραγόμενων οίνων, αντίθετα, μια μερική ελάττωση της στοματικής αγωγιμότητας που προκύπτει από μια μέτρια υδατική καταπόνηση των πρέμνων μπορεί να είναι επιθυμητή καθώς υπάρχουν ενδείξεις ότι αυξάνει την αποτελεσματικότητα χρήσης του νερού από τα πρέμνα δηλαδή το λόγο αφομοίωσης το CO₂ προς την διαπνοή (During 1993). Ο Koundouras et al., (2002) αναφέρει στην μελέτη ότι οι παραπάνω παρατηρήσεις επιβεβαιώνονται και από έρευνες των Hofacker (1977) και Smart και Coombe (1983), σύμφωνα με τις οποίες σε συνθήκες ήπιας υδατικής καταπόνησης η φωτοσύνθεση αγγίζει ένα μέγιστο, μειώνεται με την αύξηση της υδατικής καταπόνησης και επανέρχεται με την ενυδάτωση των ιστών. Ακόμη αναφέρει σύμφωνα με τον Smart (1974), η διατήρηση της στοματικής λειτουργίας και του διαπνευστικού μηχανισμού επιτρέπει την διατήρηση της θερμοκρασίας του φύλλου σε χαμηλά επίπεδα (< 30 °C) ώστε να βρίσκεται εντός του άριστου εύρους για την φωτοσύνθεση.

Μετά τον περκασμό και μέχρι τον τρυγητό μια έντονη υδατική καταπόνηση, έχει σαν αποτέλεσμα την εμφάνιση συμπτωμάτων φυλλόπτωσης και μια αύξηση του κιτρινίσματος των παραμενόντων φύλλων, σε πρέμνα που είχε εφαρμοστεί πριν τον περκασμό η μέθοδος άρδευσης P.R.D. (Petrie κ.α.,2004). Σε άλλη έρευνα (Ginestar κ.α.,1998), η έντονη υδατική καταπόνηση μετά τον περκασμό είχε σαν αποτέλεσμα την μείωση του ρυθμού ανάπτυξης των βλαστών, του αριθμού και του μεγέθους των μεσογονατίων καθώς και μέχρι 65% μείωση της φυλλικής επιφάνειας λόγω απώλειας φύλλων. Η υδατική καταπόνηση μπορεί να μειώσει μέχρι και να σταματήσει την βλαστητική ανάπτυξη τόσο των κύριων βλαστών όσο και των μεσοκαρδίων (μείωση μήκους και αριθμού) (Kliewer et al.,1983, Gomez-del-Campo et al., 2002). Έντονη υδατική καταπόνηση μπορεί να έχει σαν αποτέλεσμα την ανάπτυξη μειωμένης φυλλικής επιφάνειας, που με την σειρά της δεν επαρκεί για να θρέψει και να ωριμάσει την φέρουσα σταφυλική παραγωγή, σε ιδιαίτερα χαμηλής ζωηρότητας καταστάσεις (Prichard et al., 2004).

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω η βλαστική αύξηση της αμπέλου είναι περισσότερο ευαίσθητη στην επίδραση της υδατικής καταπόνησης απ' ό,τι η αύξηση της ράγας και ο εμπλουτισμός της σε διαλυτά συστατικά (Vaadia & Kasimatis 1961, Stevens et al., 1995). Άλλωστε, οι επιπτώσεις της παντελούς απουσίας υδατικής καταπόνησης κατά την ωρίμανση των σταφυλιών, δεν οφείλονται τόσο στην άμεση αραίωση των συστατικών της ράγας, αλλά στην αύξηση της ζωηρότητας των πρέμων η οποία επιδεινώνει τις συνθήκες φωτισμού του φυλλώματος και διαταράσσει την ισόρροπη κατανομή των προϊόντων της φωτοσύνθεσης μεταξύ βλαστικών και αναπαραγωγικών οργάνων (Smart & Coombe, 1983). Υδατική στέρση κατά την συγκεκριμένη φάση (φάση III), μειώνει σε κάποιο βαθμό το τελικό μέγεθος των ραγών, ενώ μια πολύ έντονη υδατική καταπόνηση μπορεί να προκαλέσει σημαντική μείωση του μεγέθους των ραγών λόγω αφυδάτωσης την περίοδο της συγκομιδής (Prichard et al., 2004). Ο McCarthy (1997) έχει αποδείξει ότι είναι πιο ευαίσθητο το μέγεθος των ραγών στην υδατική καταπόνηση στα στάδια ακριβώς πριν και μετά τον περκασμό σε σχέση με την περίοδο πριν την συγκομιδή. Ο σημαντικότερος παράγοντας μείωσης της παραγωγής είναι το μέγεθος των ραγών λόγω υδατικής καταπόνησης (Kliewer et al., 1983, Prichard et al., 2004, Salon et al., 2005). Συγχρόνως όμως ο αριθμός σταφυλιών ανά πρέμνο μπορεί να παίξει σημαντικό ρόλο στην μειωμένη παραγωγή όπως έδειξαν ο Petrie et al., (2004) σε πρέμνα που είχαν υποστεί υδατική καταπόνηση την προηγούμενη χρονιά. Η αύξηση της παραγωγής μπορεί να αποδοθεί στην ευνοϊκή επίδραση της άρδευσης στο βάρος σταφυλής. Σύμφωνα με προηγούμενες εργασίες (Girona et al., 2006, Ojeda et al., 2002 και Romero et al., 2010), η απουσία ή η ελλειμματική άρδευση συνοδεύεται συνήθως από σημαντικές μειώσεις στην παραγωγή.

Ένα αρκετά μελετημένο φαινόμενο είναι η αύξηση των φαινολικών συστατικών στις ράγες των πρέμων που έχουν υποστεί υδατική καταπόνηση. Οι φαινολικές ενώσεις μπορούν να συσσωρευτούν στις ράγες με μικρότερο ή μεγαλύτερο βαθμό, ως αποτέλεσμα των επιδράσεων και άλλων κλιματολογικών και καλλιεργητικών παραγόντων όπως το φως, η θερμοκρασία, η αποφύλλωση, το σύστημα μόρφωσης, τα χαρακτηριστικά του εδάφους και τη διαθεσιμότητα του αζώτου. Ουσιαστικά, υπάρχουν δύο ειδών αντιδράσεις στην συσσώρευση των φαινολικών στις ράγες. Ένα έμμεσο και πάντα θετικό αποτέλεσμα λόγω της σχετικής μείωσης του μεγέθους των ραγών (αύξηση σχέσης φλοιού/σάρκα) και ένα άμεσο στην βιοσύνθεσή τους, που μπορεί να είναι θετικό ή αρνητικό αναλόγως την κατηγορία του φαινολικού συστατικού, την περίοδο καταπόνησης και την ένταση της υδατικής

καταπόνησης (Ojeda et al., 2002). Μια μέτρια υδατική καταπόνηση σε όλα τα στάδια έχει πάντα σχεδόν θετικό αποτέλεσμα λόγω της σχετικής μείωσης του μεγέθους των ραγών (αύξηση σχέσης φλοιού/σάρκα). Μια μέτρια υδατική καταπόνηση μετά τον περκασμό έως την ωρίμανση ευνοεί την βιοσύνθεση των ανθοκυανών, των φλαβονολών και των προανθοκυανιδινών σύμφωνα με τον Ojeda et al., (2002).

Οι Roby και Matthews, (2004) θεωρούν ότι η μείωση του μεγέθους των ραγών από την υδατική καταπόνηση στο στάδιο III αποδίδει θετικά αποτελέσματα μετά τον περκασμό, όχι στο μικρό μέγεθος αυτό καθ' αυτό, αλλά στην μεγαλύτερη σχέση των ιστών του φλοιού και των γιγάρτων ως προς την σάρκα καθώς η υδατική καταπόνηση επιδρά κυρίως παρεμποδίζοντας την ανάπτυξη των κυττάρων του μεσοκαρπίου. Σε αυτό το φαινόμενο και όχι στην βιοσύνθεση τους αποδίδουν και την αυξημένη συγκέντρωση των τανινών και ανθοκυανών στις ράγες των πρέμων που είχαν υποστεί υδατική καταπόνηση στο στάδιο III οι Roby et al., (2004), οι Kennedy et al., (2000) και (2002) καθώς επίσης και ο Freeman (1983).

Κάτω από ξηροθερμικές συνθήκες που επιταχύνουν την ωρίμανση των σταφυλιών έχει παρατηρηθεί μια μείωση των ανθοκυανών λίγο πριν την τεχνολογική ωρίμανση (Bucchetti et al., 2011). Η Kyraleou et al., (2016) παρατήρησαν μία ασύγχρονη ωρίμανση των φλοιών σε σχέση με το γλεύκος στην ποικιλία Syrah στις τυπικές ελληνικές συνθήκες, με τη μέγιστη συγκέντρωση ανθοκυανών στους φλοιούς να παρατηρείται μόλις 18-24 μέρες μετά από τον περκασμό, ακολουθούμενη από μία συνεχή μείωση ως τον τρυγητό. Η έκθεση των πρέμων σε υδατικές συνθήκες οι οποίες αποκλίνουν από τις βέλτιστες συνθήκες ανάπτυξης φαίνεται ότι προάγει τη βιοσύνθεση των φλαβονοειδών σύμφωνα με πολλές έρευνες. Η ευνοϊκή επίδραση μιας ήπιας υδατικής καταπόνησης στη συσσώρευση ανθοκυανών αποδίδεται συνήθως σε αύξηση της αναλογίας στερεών συστατικών/γλεύκους της ράγας λόγω μείωσης του μεγέθους της (Koundouras et al., 2009), σε αλλαγές στο μικροκλίμα των σταφυλιών (αύξηση του φωτισμού) ή στην προνομιακή κατανομή των προϊόντων της φωτοσύνθεσης στις ράγες κατά την ωρίμανση λόγω μικρότερου ανταγωνισμού με τα βλαστικά όργανα (Romero et al., 2010). Σε μια άλλη έρευνα μάλιστα έδειξε ότι, υπό συνθήκες υδατικής καταπόνησης των πρέμων, επάγεται η έκφραση των γονιδίων που ρυθμίζουν το βιοσυνθετικό μονοπάτι των φλαβονοειδών, αυξάνοντας έτσι τη σύνθεση ανθοκυανών στους φλοιούς των ραγών (Castellarin et al., 2007).

Η υδατική καταπόνηση επίσης παίζει μεγάλο ρόλο στη συσσώρευση των σακχάρων στα σταφύλια η οποία συσχετίζεται με την επίδραση αυτής στην

φωτοσυνθετική δραστηριότητα. Γενικά μικρή υδατική καταπόνηση μπορεί να αυξήσει την συσσώρευση σακχάρων στα σταφύλια και να επιταχύνει την ωρίμανση αλλά υπάρχουν και εργασίες που υποστηρίζουν το αντίθετο (Petrie et al., 2004). Δριμεία καταπόνηση όμως μπορεί να μειώσει την συσσώρευση των σακχάρων και τελικά η παρατηρούμενη αύξηση να οφείλεται στην αφυδάτωση των ραγών. Η υδατική καταπόνηση ακόμα μπορεί να επιφέρει μείωση της ολική οξύτητας κατά την ωρίμανση. Φαίνεται το τρυγικό οξύ να αυξάνεται ενώ το μηλικό και κιτρικό να μειώνονται με την επίδραση της υδατικής καταπόνησης (Esteban et al., 1999). Τα γλεύκη που προκύπτουν από σταφύλια υδατικά καταπονημένων πρέμων μπορεί να έχουν πολύ υψηλές ή ασυνήθιστα χαμηλές οξύτητες (Lakso & Pool, 2000). Η συσσώρευση επίσης του καλίου στα σταφύλια επηρεάζεται αρνητικά από την υδατική στέρηση. Οι ρόγες, το γλεύκος και ο οίνος είχαν μεγαλύτερη συγκέντρωση καλίου σε περιπτώσεις σταφυλιών αρδευόμενων παρά ξερικών πρέμων (Freeman & Kliewer, 1983, Esteban et al., 1999, Mpelasoka et al., 2003). Γενικά φαίνεται ότι η διαθεσιμότητα και η απορρόφηση του καλίου από το έδαφος μειώνεται κάτω από συνθήκες περιορισμένης εδαφικής υγρασίας (Dundon & Smart, 1984).

Στον **Πίνακα 18** παρουσιάζονται οι τιμές του υδατικού δυναμικού που μετρήθηκαν κατά την τεχνολογική ωρίμανση στις 10 Σεπτεμβρίου του 2016. Οι τιμές κυμαίνονται μεταξύ -3,51 έως -7,98bar. Η μεγαλύτερη τιμή εμφανίζεται στην επέμβαση Μ (-3,51 ± 0,43), η οποία διαφέρει στατιστικά σημαντικά από τις επεμβάσεις Υ (-7,98 ± 0,90), Λ (-7,83 ± 0,56), ενώ δεν παρουσιάζει στατιστικά σημαντική διαφορά με το Α (-4,83 ± 0,61) και το Τ (-4,69 ± 0,08). Την μεγαλύτερη τιμή εμφανίζει το αμπελοτεμάχιο Υ που δεν διαφέρει στατιστικά σημαντικά από το Λ, αλλά διαφέρει στατιστικά σημαντικά με το αμπελοτεμάχιο Α, Μ και Τ.

Πίνακας 18: Αποτελέσματα μετρήσεων υδατικού δυναμικού Ψstem κατά την τεχνολογική ωρίμανση.

Κωδικός Αμπελοτεμαχίου	Μετρήσεις Ψstem (bar) Τεχνολογική Ωρίμανση
A	-4,83 ± 0,61 b
M	-3,51 ± 0,43 b
Y	-7,98 ± 0,90 a
Λ	-7,83 ± 0,56 a
T	-4,69 ± 0,08 b

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

Σύμφωνα με τους Greenspan (2005) και Williams (2001), οι παραπάνω μετρήσεις δεν παρουσιάζουν υδατική καταπόνηση, εφόσον οι τιμές που πάρθηκαν εκείνη την περίοδο είναι κάτω από -10 bar. Ενώ αντίθετα κατά τους Van Leeuwen et al., (2009), οι αμπελώνες Y και Λ εμφανίζουν μια έναρξη έως ήπια υδατική καταπόνηση με μέσο όρο $-7,98 \pm 0,49$ bar και $-7,83 \pm 0,56$ bar αντίστοιχα, ενώ ο αμπελώνας A με μέσο όρο -4,83 και με απόκλιση $\pm 0,61$ bar παρουσιάζει απουσία έως έναρξη υδατικής καταπόνησης και τα αμπελοτεμάχια M ($-3,51 \pm 0,43$) και T ($-4,69 \pm 0,08$) και σε αυτήν την περίπτωση δεν εμφανίζουν υδατική καταπόνηση.

Σύμφωνα με τον Wynboer (September, 2011), τα αμπελοτεμάχια A, M και T δεν εμφανίζουν υδατική καταπόνηση, ενώ αντίθετα οι αμπελώνες Y και Λ εμφανίζουν μια ήπια έως μέτρια υδατική καταπόνηση. Οι τιμές των A, M και T βρίσκονται στην τάξη 0, κάτι το οποίο είναι ανεπιθύμητο την συγκεκριμένη περίοδο, μια ήπια έως σημαντική υδατική καταπόνηση σύμφωνα με τα παραπάνω και τις πηγές που σχολιάστηκαν φαίνεται να είναι ιδανική για μια καλή φαινολική ωρίμανση και ποιότητα των ραγών. Η απουσία υδατικής καταπόνησης φαίνεται να μην δίνει τα επιθυμητά αποτελέσματα στην συγκεκριμένη φάση της βλαστικής περιόδου.

Τα μετεωρολογικά δεδομένα που πάρθηκαν από τον μετεωρολογικό σταθμό του Οινοποιητικού Συνεταιρισμού της Νεμέας που τελεί από την επίβλεψη του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών δείχνουν ότι ο Σεπτέμβριος με 124,2 χιλιοστά βροχής ήταν ο πιο βροχερός μήνας της βλαστικής περιόδου, το οποίο αποδεικνύεται και από τις παραπάνω μετρήσεις κάτι το οποίο δεν είναι επιθυμητό κατά την περίοδο της τεχνολογικής ωρίμανσης. Μετά την συγκομιδή ως τη φυλλόπτωση, είναι απαραίτητη

η ικανοποιητική υγρασία του εδάφους για την καλή ξυλοποίηση των κληματίδων και την παραγωγή νέων ριζών (άρδευση αναγκαία εφόσον δεν βρέξει), άρα σε αυτήν την περίπτωση η βροχή που πραγματοποιήθηκε τον μήνα Σεπτέμβριο είναι επιθυμητή (Σταυρακάκης, 2013).

Όπως αναφέρθηκε και σε παραπάνω σχολιασμούς η υδατική καταπόνηση επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό, έμμεσα και άμεσα, την σύνθεση και την συγκέντρωση των ανθοκυανών στις ράγες, ανάλογα με τον χρόνο και το επίπεδο εφαρμογής της. Σε διάφορες μελέτες αναφέρουν ότι το υδατικό έλλειμμα αυξάνει την περιεκτικότητα των ανθοκυανών στις ράγες. Ενώ αντίθετα, η υπερβολική άρδευση οδηγεί στην ανάπτυξη της βλάστησης δημιουργώντας μια πλούσια κόμη στο πρέμνο με αποτέλεσμα να δημιουργείται σκίαση των σταφυλιών, διαταράσσοντας έτσι την λειτουργία της βιοσύνθεσης των ανθοκυανών, με συνέπεια την μείωση του χρώματος στις ράγες. Ιδιαίτερα εφαρμογή υπερβολικής άρδευσης λίγο πριν την συγκομιδή οδηγεί σε αραίωση των διαλυτών συστατικών (οξέα, σάκχαρα, τανίνες, ανθοκυάνες) και σε σχίσσιμο του φλοιού της ράγας (Esteban et al., 2001).

Έχει αποδειχτεί σε αρκετές μελέτες ότι η εφαρμογή ελλειμματικής άρδευσης μετά τον περκασμό έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση των προανθοκυανιδινών και των ανθοκυανών (Basile et al., 2012, Romero et al., 2010, Ojeda et al., 2002) και συγκεκριμένα του μονογλυκοζίτη της μαλβιδίνης (Casassa et al., 2015, Koundouras et al., 2009). Υπάρχουν βέβαια αναφορές ότι ανάλογα με την ποικιλία το επίπεδο της άρδευσης που εφαρμόζεται μπορεί να επιδράσει διαφορετικά. Στην ποικιλία Cabernet Sauvignon η συγκέντρωση των ανθοκυανών αυξήθηκε κάτω από οποιοδήποτε επίπεδο ελλειμματικής άρδευσης όταν αυτή εφαρμόστηκε πριν τον περκασμό (Basile et al., 2011). Ενώ αντίθετα η συγκέντρωση των ανθοκυανών στο χυμό επηρεάστηκε θετικά στην ποικιλία Tempranillo, μόνο όταν εφαρμόστηκε ήπια έως μέτρια υδατική καταπόνηση στα πρέμνα και η υπερβολική υδατική καταπόνηση οδήγησε σε μείωση της συγκέντρωσης των ανθοκυανών (Girona et al., 2009). Γενικά η καλλιέργεια των πρέμνων υπό συνθήκες υδατικής καταπόνησης χρησιμοποιείται ως καλλιεργητική τεχνική που έχει ως σκοπό την βελτίωση της συγκέντρωσης των φαινολικών ενώσεων (Kyraleou et al., 2016).

Ακόμη η θετική επίδραση της ελλειμματικής άρδευσης στην συγκέντρωση των ανθοκυανών αναφέρεται στις ποικιλίες Merlot (Buccheti et al., 2011, Chacon et al., 2009), Cabernet Sauvignon (Castellarin et al., 2007) και Syrah (Ojeda et al., 2002). Από κάποιες μελέτες ωστόσο η ελλειμματική άρδευση μετά τον περκασμό δεν επηρεάζει

σημαντικά την ολική συγκέντρωση των τανινών (Buccheti et al., 2011, Koundouras et al., 2009). Επίσης σε μια άλλη μελέτη η καλύτερη ποιότητα οίνων για την ποικιλία Syrah προέκυψε από πρέμνα που υπέστησαν μέτρια υδατική καταπόνηση κατά το στάδιο από τον περκασμό μέχρι την ωρίμανση (Kanakis et al., 2006).

Σύμφωνα με τις παραπάνω ερευνητικές παρατηρήσεις, ο πιο διαδεδομένος τρόπος άρδευσης, κυρίως για τις ερυθρές οινοποιήσιμες ποικιλίες, είναι η εφαρμογή της ελλειμματικής άρδευσης (Regulated Deficit Irrigation - RDI) που συνίσταται στην διαθεσιμότητα νερού μέχρι την φάση της καρπόδεσης (εξασφαλίζεται η επαρκή αύξηση του φυλλώματος και η καλή καρπόδεση), την εφαρμογή μιας μικρής περιόδου υδατικής καταπόνησης αμέσως μετά την καρπόδεση (διακόπτεται η αύξηση και μειώνεται το μέγεθος της ράγας) και την σταθερή αλλά ελεγχόμενη διαθεσιμότητα νερού μετά τον περκασμό που εξασφαλίζει την ομαλή ωρίμανση της ράγας. Αυτή η στρατηγική άρδευσης οδηγεί στην οικονομία νερού και περιορίζει τις φυτοπροστατευτικές επεμβάσεις. Βέβαια η στρατηγική αυτή πρέπει να τροποποιείται ανάλογα με τα επιθυμητά χαρακτηριστικά του τελικού προϊόντος.

Στον **Πίνακα 19** παρουσιάζονται όλες οι μετρήσεις του υδατικού δυναμικού που πραγματοποιήθηκαν στα διάφορα στάδια της βλαστικής περιόδου. Σε γενικές γραμμές όπως φαίνεται στον **Πίνακα 19** και στο **Γράφημα 2** απουσία υδατικής καταπόνησης έως ήπια υδατική καταπόνηση υπήρξε στο στάδιο της άνθησης και κατά την περίοδο της συγκομιδής. Ήπια έως έντονη υδατική καταπόνηση εμφανίστηκε από την καρπόδεση έως την τεχνολογική ωρίμανση.

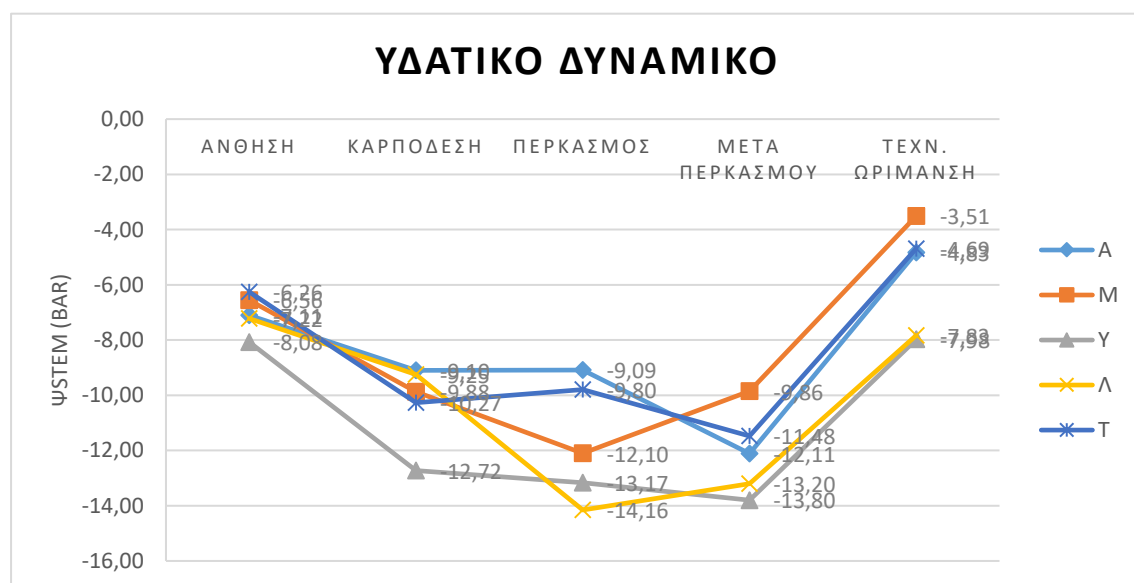
Πίνακας 19: Αποτελέσματα μετρήσεων υδατικού δυναμικού Ψ_{stem} στα φαινολογικά στάδια της αμπέλου.

Περίοδος Μέτρησης Ψ_{stem}	ΑΝΘΗΣΗ 3/6	ΚΑΡΠΟΔΕΣΗ 14/7	ΠΕΡΚΑΣΜΟΣ 29/7	ΜΕΤΑ ΠΕΡΚΑΣΜΟΥ 11/8	ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗ ΩΡΙΜΑΝΣΗ 10/9	
Κωδικός Αμπελοτεμαχίου	A	-7,11 ± 0,11 a	-9,10 ± 0,0,7 b	-9,09 ± 0,58 c	-12,11 ± 0,50 ab	-4,83 ± 0,61 b
	M	-6,56 ± 0,06 a	-9,88 ± 0,14 b	-12,10 ± 0,81 ab	-9,86 ± 0,17 c	-3,51 ± 0,43 b
	Y	-8,08 ± 0,50 a	-12,72 ± 0,43 a	-13,17 ± 0,60 a	-13,8 ± 0,49 a	-7,98 ± 0,90 a
	Λ	-7,22 ± 0,87 a	-9,25 ± 0,79 b	-14,16 ± 0,50 a	-13,2 ± 0,69 a	-7,83 ± 0,56 a
	T	-6,26 ± 0,21 a	-10,27 ± 0,40 b	-9,80 ± 0,12 bc	-11,48 ± 0,48 bc	-4,69 ± 0,08 b

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

Σημαντικό ρόλο στο αντίκτυπο (θετικό ή αρνητικό) του υδατικού στρες στην ποιότητα της παραγωγής του αμπελώνα, εκτός από την ένταση της υδατικής καταπόνησης έχει και η χρονική στιγμή εμφάνισής του υδατικού στρες κατά τη διάρκεια του ετήσιου κύκλου της αμπέλου. Οι σύγχρονες έρευνες στο πεδίο των υδατικών σχέσεων της αμπέλου αλλά και η πρόοδος της αμπελουργικής πρακτικής σε όλες τις οινοπαραγωγικές χώρες έχουν καταστήσει δυνατό τον καθορισμό του ιδανικού υδατικού καθεστώτος (ένταση υδατικής καταπόνησης) ανάλογα με το στάδιο αύξησης και ανάπτυξης της αμπέλου (χρόνος εφαρμογής υδατικής καταπόνησης).

Σύμφωνα με το **Γράφημα 2** παρουσιάζονται οι μετρήσεις του υδατικού δυναμικού Ψ_{stem} καθ' όλη την διάρκεια του βλαστικού κύκλου της αμπέλου, φαίνεται ότι τα αμπελοτεμάχια Υ και Λ παρουσίασαν μεγαλύτερο υδατικό στρες τις κρίσιμες φάσεις ανάπτυξης της αμπέλου σε σύγκριση με τα υπόλοιπα αμπελοτεμάχια.



Γράφημα 2: Παρουσίαση των μετρήσεων του υδατικού δυναμικού Ψ_{stem} κατά την διάρκεια του βλαστικού κύκλου της αμπέλου.

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων της φυλλοδιαγνωστικής

Από την φυλλοδιαγνωστική ανάλυση που πραγματοποιήθηκε κατά την περίοδο της άνθησης το έτος 2016 προέκυψαν οι συγκεντρώσεις σε μακροστοιχεία και μικροστοιχεία όπως παρουσιάζονται στον **Πίνακα 20** που ακολουθεί.

Πίνακας 20: Αποτελέσματα αναλύσεων των φύλλων σε μακροστοιχεία και μικροστοιχεία κατά την περίοδο της άνθησης.

ΑΝΘΗΣΗ ΘΡΕΠΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	ΚΩΔΙΚΟΣ ΑΜΠΕΛΟΤΕΜΑΧΙΟΥ					
	A	M	Y	Λ	T	
ΜΑΚΡΟΣΤΟΙΧΕΙΑ	N (%)	1,34 ± 0,27 ab	1,27 ± 0,05 abc	0,60 ± 0,15 c	0,86 ± 0,12 bc	1,74 ± 0,05 a
	K (%)	2,15 ± 0,05 bc	1,90 ± 0,02 bc	2,41 ± 0,25 b	3,03 ± 0,07 a	1,66 ± 0,05 c
	P (%)	0,46 ± 0,05 a	0,35 ± 0,02 ab	0,14 ± 0,01 c	0,32 ± 0,03 b	0,34 ± 0,01 ab
	Na (%)	0,04 ± 0,004 a	0,04 ± 0,003 a	0,04 ± 0,00 a	0,06 ± 0,01 a	0,16 ± 0,12 a
	Mg (%)	0,38 ± 0,04 a	0,40 ± 0,08 a	0,58 ± 0,06 a	0,95 ± 0,30a	0,34 ± 0,00a
	Ca (%)	1,92 ± 0,18 b	1,47 ± 0,10 b	1,85 ± 0,07 b	4,33 ± 1,05 a	2,68 ± 0,28 ab
	K/Mg	5,66	4,75	4,15	3,19	4,88
ΜΙΚΡΟΣΤΟΙΧΕΙΑ	Fe (ppm)	50 ± 1 ab	22 ± 2 b	22 ± 1 b	49 ± 12 ab	71 ± 8 a
	Cu (ppm)	16 ± 2 c	17 ± 1 c	27 ± 0,4 b	55 ± 3 a	12 ± 1 c
	Mn (ppm)	128 ± 12 a	45 ± 3 b	58 ± 5 b	47 ± 2 b	121 ± 3 a
	Zn (ppm)	43 ± 1 b	32 ± 1 c	45 ± 1 b	53 ± 3 a	40 ± 0,5 b
	B (ppm)	165 ± 63,5 a	84 ± 22,8 a	118 ± 59,4 a	150 ± 96,6 a	149 ± 31,2 a

(*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≤0,05))

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του αζώτου (N) οι τιμές κυμάνθηκαν μεταξύ 1,74 και 0,60%, την μεγαλύτερη συγκέντρωση παρουσίασε το T με 1,74% διαφέροντας στατιστικά σημαντικά με το Λ (0,86%) και το Y (0,60%), χωρίς όμως να παρουσιάζει στατιστικά σημαντική διαφορά με το A και το M. Την μικρότερη συγκέντρωση εμφάνισε το Y με 0,60% το οποίο διαφέρει στατιστικά σημαντικά με το A και το T, δεν εμφάνισε όμως στατιστικά σημαντική διαφορά με το M και Λ. Οι αμπελώνες A, M και Λ δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους.

Η περιεκτικότητα σε κάλιο (K) παρουσίασε τιμές μεταξύ 3,03 και 1,66%. Η μεγαλύτερη τιμή ανήκει στο αμπελοτεμάχιο Λ, το οποίο διαφέρει στατιστικά σημαντικά έναντι των υπολοίπων. Την μικρότερη τιμή παρουσίασε το Τ, που διαφέρει στατιστικά σημαντικά με το Υ και Λ, χωρίς να παρουσιάζει στατιστικά σημαντική διαφορά με το Α και Μ. Τα αμπελοτεμάχια Υ, Α και Μ δεν εμφανίζουν στατιστική διαφορά μεταξύ τους στην συγκέντρωση του καλίου.

Η συγκέντρωση σε φώσφορο (P) κατά το στάδιο της άνθησης έλαβε τιμές μεταξύ 0,46 και 0,14%. Η μεγαλύτερη τιμή ανήκει στο αμπελοτεμάχιο Α, το οποίο δεν διαφέρει στατιστικά σημαντικά από το Μ και Τ, αλλά παρουσιάζει στατιστικά σημαντική διαφορά με το Λ και Υ. Την μικρότερη συγκέντρωση εμφάνισε το Υ το οποίο διαφέρει στατιστικά σημαντικά με τα υπόλοιπα. Τα αμπελοτεμάχια Μ, Τ και Λ δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ τους.

Οι τιμές του νατρίου (Na) κυμάνθηκαν από 0,16 έως 0,04%. Την μεγαλύτερη συγκέντρωση σύμφωνα με τον **Πίνακα 20** των αποτελεσμάτων παρουσίασε ο αμπελώνας Τ, χωρίς όμως να εμφανίζει στατιστικά σημαντική διαφορά έναντι των υπολοίπων και την μικρότερη συγκέντρωση εμφάνισε το Υ χωρίς όμως να διαφέρει στατιστικά σημαντικά με την μεγαλύτερη συγκέντρωση και φυσικά με τα υπόλοιπα αμπελοτεμάχια. Τα Α, Μ και Υ παρουσίασαν την ίδια συγκέντρωση σε νάτριο.

Η περιεκτικότητα σε μαγνήσιο (Mg) σύμφωνα με τα αποτελέσματα κυμάνθηκε από 0,95 έως 0,34%. Την μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε μαγνήσιο εμφάνισε το Λ και την μικρότερη το Τ, χωρίς όμως να παρουσιάζεται στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ τους αλλά και με τα υπόλοιπα.

Η συγκέντρωση του ασβεστίου (Ca) κυμάνθηκε μεταξύ 4,33 και 1,47%. Την μεγαλύτερη συγκέντρωση παρουσίασε το Λ το οποίο δεν διαφέρει στατιστικά σημαντικά με το Τ αλλά διαφέρει με τα υπόλοιπα. Την μικρότερη συγκέντρωση σε ασβέστιο παρουσίασε το Μ το οποίο διαφέρει στατιστικά σημαντικά με το Λ αλλά δεν διαφέρει με τα υπόλοιπα.

Η συγκέντρωση του σιδήρου (Fe) κατά το στάδιο της άνθησης έλαβε τιμές από 71 έως 22ppm. Η μεγαλύτερη συγκέντρωση σε σίδηρο παρουσιάστηκε στο Τ που διαφέρει στατιστικά σημαντικά με το Μ και Υ, αλλά χωρίς να εμφανίζει στατιστικά σημαντική διαφορά με το Α και Λ. Την μικρότερη συγκέντρωση εμφάνισε το Υ το οποίο δεν διαφέρει στατιστικά σημαντικά με Μ, Λ και Α, αλλά διαφέρει με το Τ. Το Μ και Υ παρουσίασαν ίδια συγκέντρωση σιδήρου την περίοδο της άνθησης.

Ο χαλκός (Cu) παρουσίασε συγκεντρώσεις μεταξύ 55 και 12ppm. Την μεγαλύτερη συγκέντρωση εμφάνισε το Λ το οποίο διαφέρει στατιστικά σημαντικά με τα υπόλοιπα. Την μικρότερη συγκέντρωση σε χαλκό παρουσίασε το Τ χωρίς όμως να διαφέρει στατιστικά σημαντικά με το Α και Μ, αλλά παρουσιάζει μεγάλη στατιστικά σημαντική διαφορά με το Λ και λιγότερο με το Υ.

Το μαγγάνιο (Mn) σύμφωνα με τα αποτελέσματα που εμφανίζονται στον **Πίνακα 20** έλαβε τιμές 148 έως 45ppm. Την μεγαλύτερη συγκέντρωση σε μαγγάνιο παρουσίασε το Α το οποίο διαφέρει στατιστικά σημαντικά με τα Υ, Λ και Μ, αλλά δεν διαφέρει με το Τ. Η μικρότερη περιεκτικότητα παρουσιάστηκε στο Μ που διαφέρει στατιστικά σημαντικά με το Α και Τ, όχι όμως με το Υ και Λ.

Η συγκέντρωση του ψευδάργυρου (Zn) κυμάνθηκε κατά την άνθηση μεταξύ 53 και 32ppm. Η μεγαλύτερη συγκέντρωση σε ψευδάργυρο παρουσιάστηκε στο Λ το οποίο διαφέρει στατιστικά σημαντικά με το Υ, Α, Τ και ακόμα περισσότερο με το Μ. Την μεγαλύτερη συγκέντρωση εμφάνισε το Μ το οποίο διαφέρει στατιστικά σημαντικά με τα υπόλοιπα και ακόμα πιο πολύ με το Λ.

Τέλος η συγκέντρωση του βορίου (B) την περίοδο της άνθησης έλαβε τιμές από 165 έως 84ppm. Την μεγαλύτερη συγκέντρωση παρουσίασε το Α και την μικρότερη το Μ χωρίς όμως να διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους αλλά και με τις υπόλοιπες συγκεντρώσεις.

Στον **Πίνακα 20**, υπολογίστηκε ο λόγος καλίου/μαγνησίου (K/Mg) κατά την περίοδο της άνθησης. Ο λόγος K/Mg θα πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 1 έως 3 προκειμένου να μην υπάρχει ανταγωνισμός μεταξύ των δύο στοιχείων. Εάν ο λόγος K/Mg είναι κάτω από την τιμή 1 θα εμφανιστεί έλλειψη καλίου και σ' αυτήν την περίπτωση πιθανώς να χρειαστεί λίπανση. Εάν ο λόγος είναι 1, δεν χρειάζεται συνήθως προσθήκη ούτε Μαγνησίου αλλά ούτε και ασβεστίου. Στην περίπτωση που ο λόγος K/Mg είναι πάνω από την τιμή 3, πιθανόν να χρειαστεί προσθήκη μαγνησίου. Σύμφωνα με τα παραπάνω αποτελέσματα από τον υπολογισμό του λόγου K/Mg, οι τιμές των αμπελοτεμαχίων βρίσκονται πάνω από 3, πιθανότατα να χρειάζονται τα αμπέλια προσθήκη μαγνησίου. Βέβαια θα πρέπει να πραγματοποιηθούν και αναλύσεις εδάφους για να δοθεί μια καλύτερη εικόνα των θρεπτικών στοιχείων που υπάρχουν στο έδαφος για να καταλήξει κάποιος σε σωστά συμπεράσματα και σε ορθά πλάνα λίπανσης.

Η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων των συγκεντρώσεων των θρεπτικών στοιχείων στους φυτικούς ιστούς της αμπέλου θα γίνει με τον παρακάτω **Πίνακα 21**, όπου σύμφωνα με τους Reuter & Robinson (1986) αναφέρονται σε πια συγκέντρωση

τα θρεπτικά στοιχεία την περίοδο της άνθησης είναι σε έλλειψη, στη βέλτιστη ή είναι τοξικά για την θρέψη του αμπελιού.

Πίνακας 21: Αξιολόγηση των τιμών των συγκεντρώσεων των θρεπτικών στοιχείων στους φυτικούς ιστούς της αμπέλου κατά την άνθηση (Reuter D. J. & Robinson J. B., 1986).

Θρεπτικό στοιχείο	Έλλειψη	Βέλτιστη	Τοξική
N (%)		2.57	
P (%)		0.25	
K (%)	< 1.40	1.5-1.8	
Ca (%)		3-6	
Mg (%)		0,3-0,5	
Fe (ppm)		50-150	
Mn (ppm)	< 20		>1000
Zn (ppm)	< 20	30	
B (ppm)	< 20	30-150	>250

Σύμφωνα με τους Reuter D. J. & Robinson J. B., (1986) η βέλτιστη συγκέντρωση του αζώτου εκφρασμένη % για την περίοδο της άνθησης είναι 2,57%, κάτω από αυτήν την συγκέντρωση το πρέμνο παρουσιάζει έλλειψη του συγκεκριμένου μακροστοιχείου, ενώ αντίθετα συγκεντρώσεις πάνω από 2,57% παρουσιάζουν κίνδυνο τοξικότητας. Τα αποτελέσματα των αναλύσεων της φυλλοδιαγνωστικής δείχνουν ότι οι συγκεντρώσεις σε άζωτο είναι χαμηλότερες από την βέλτιστη τιμή πράγμα που υποδηλώνει ότι τα αμπέλια παρουσιάζουν έλλειψη αζώτου κατά την άνθηση.

Όσον αφορά την συγκέντρωση σε φώσφορο εκφρασμένη % η βέλτιστη τιμή είναι 0,25%, μικρότερες τιμές στο στοιχείο αυτό παρουσιάζουν έλλειψη, ενώ μεγαλύτερες κίνδυνο τοξικότητας. Τα αμπελοτεμάχια Α, Μ, Λ και Τ βρίσκονται σε υψηλότερα επίπεδα από την βέλτιστη συγκέντρωση, παρουσιάζοντας κίνδυνο τοξικότητας, ενώ το αμπελοτεμάχιο Υ βρίσκεται σε χαμηλότερη συγκέντρωση από την βέλτιστη παρουσιάζοντας έλλειψη στο στοιχείο αυτό.

Η βέλτιστη τιμή του καλίου που πρέπει να υπάρχει στους φυτικούς ιστούς της αμπέλου για την ορθή λειτουργία του κυμαίνεται μεταξύ 1,5-1,8% και δεν πρέπει να βρίσκεται κάτω από 1,4% διότι παρουσιάζεται έλλειψη του στοιχείου αυτού. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των συγκεντρώσεων του καλίου εκείνη την περίοδο το Τ βρίσκεται ανάμεσα στην βέλτιστη συγκέντρωση με 1,66%, ακολουθεί το Μ που βρίσκεται λίγο υψηλότερα από την βέλτιστη συγκέντρωση με 1,90%, ενώ αντίθετα τα αμπελοτεμάχια Α, Υ και Λ βρίσκονται σε υψηλότερα επίπεδα από την βέλτιστη παρουσιάζοντας κίνδυνο τοξικότητας.

Η βέλτιστη τιμή σε ασβέστιο όπως αναφέρεται και στον **Πίνακα 21** κυμαίνεται μεταξύ 3-6%, τιμές πάνω από 6% παρουσιάζουν κίνδυνο τοξικότητας, ενώ τιμές κάτω από 3% εμφανίζει έλλειψη στο στοιχείο αυτό. Το αμπελοτεμάχιο Λ με συγκέντρωση σε ασβέστιο 4,33% βρίσκεται σε επαρκή επίπεδα, ενώ αντίθετα οι συγκεντρώσεις σε ασβέστιο των υπόλοιπων δειγμάτων παρουσιάζουν έλλειψη του συγκεκριμένου μακροστοιχείου.

Για το μαγνήσιο η βέλτιστη συγκέντρωση κυμαίνεται μεταξύ 0,3 και 0,5%, συγκεντρώσεις κάτω από 0,3% το φυτό παρουσιάζει έλλειψη στο στοιχείο αυτό, ενώ συγκεντρώσεις πάνω από 0,5% μπορεί να υπάρξει κίνδυνος τοξικότητας. Τα αποτελέσματα σε μαγνήσιο που πάρθηκαν δείχνουν ότι τα αμπελοτεμάχια Α, Μ, Τ και Υ βρίσκονται σε επαρκή επίπεδα εφόσον κυμαίνονται μεταξύ της βέλτιστης συγκέντρωσης σε αυτό το μακροστοιχείο, εκτός από το Υ που βρίσκεται στο όριο, ενώ αντίθετα η συγκέντρωση του Λ με τιμή 0,95% παρουσιάζει κίνδυνο τοξικότητας.

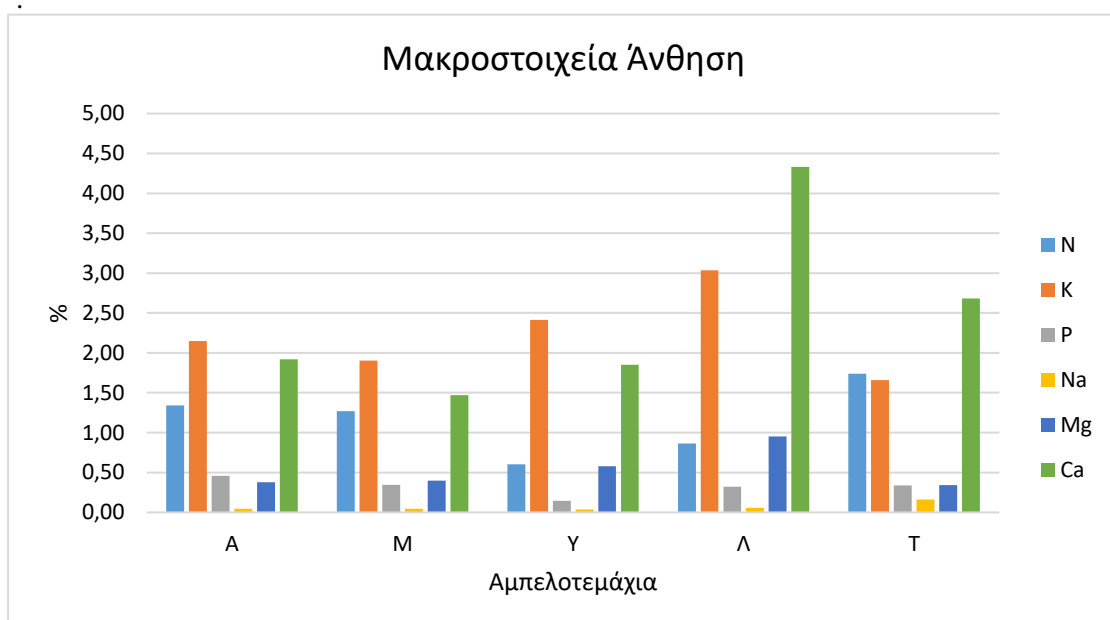
Η βέλτιστη τιμή συγκέντρωσης σιδήρου βρίσκεται μεταξύ 50-150ppm, εάν η συγκέντρωση είναι κάτω από 50ppm τότε υπάρξει έλλειψη σιδήρου, ενώ εάν είναι πάνω από 150ppm μπορεί να δημιουργηθεί κίνδυνος τοξικότητας σιδήρου. Τα αποτελέσματα των συγκεντρώσεων του Τ, Α και Λ βρίσκονται σε επαρκή επίπεδα, με τα δύο τελευταία να είναι στο όριο με μέσο όρο 50 και μια απόκλιση ± 1 ppm και 49 με μια απόκλιση ± 12 ppm αντίστοιχα. Αντίθετα Τα αμπελοτεμάχια Μ και Υ με ίδια συγκέντρωση 22 ppm κρίνονται σε ανεπαρκή επίπεδα, άρα παρουσιάζεται έλλειψη του ιχνοστοιχείου αυτού.

Το μαγγάνιο πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 20 - 1000 ppm, μια συγκέντρωση κάτω από 20 ppm παρουσιάζει έλλειψη ενώ πάνω από 1000 ppm μπορεί να υπάρξει κίνδυνος τοξικότητας στο φυτό από το ιχνοστοιχείο αυτό. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης όλα τα δείγματα είναι σε επαρκή επίπεδα στην συγκέντρωση μαγγανίου, με το Α να παρουσιάζει την υψηλότερη με 128 ppm συγκέντρωση και το Μ την χαμηλότερη με 45 ppm.

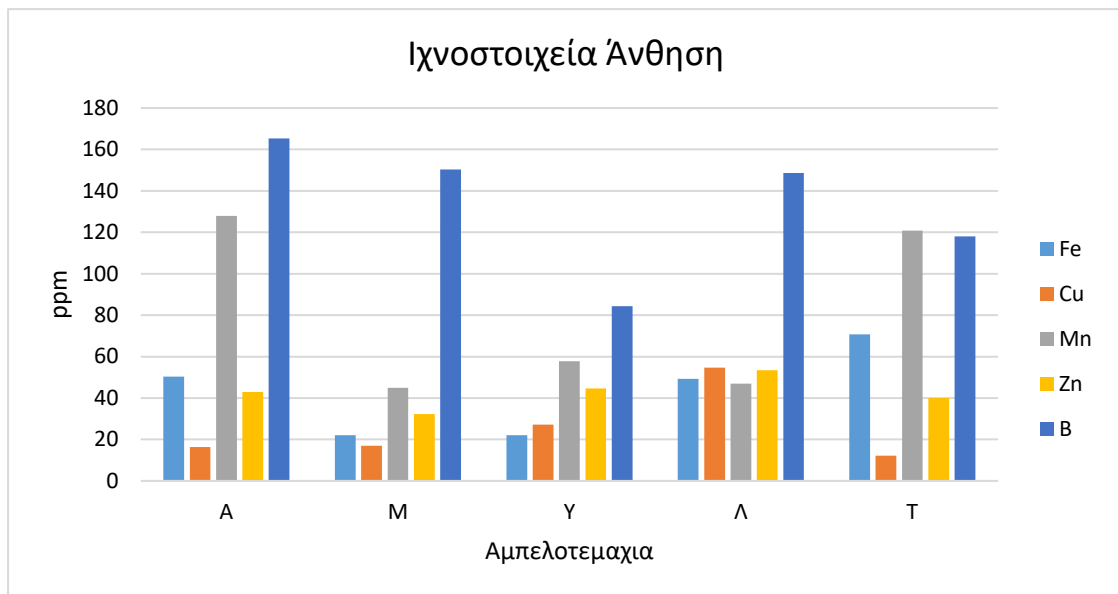
Η βέλτιστη συγκέντρωση για το ψευδάργυρο είναι 30 ppm, κάτω από 20 ppm παρουσιάζεται έλλειψη στο στοιχείο αυτό. Το δείγμα Μ με μέσο όρο 32 και μια απόκλιση ± 1 βρίσκεται κοντά στην μέγιστη συγκέντρωση ενώ αντίθετα τα αμπελοτεμάχια Τ, Α, Υ και Λ παρουσιάζουν κίνδυνο τοξικότητας από το συγκεκριμένο ιχνοστοιχείο.

Τέλος η βέλτιστη συγκέντρωση για το βόριο που πρέπει να υπάρχει στους φυτικούς ιστούς της αμπέλου για την ορθή λειτουργία του κυμαίνεται από 30 έως 150 ppm, συγκεντρώσεις πάνω από 250ppm μπορεί να εμφανιστεί κίνδυνος τοξικότητας βορίου, ενώ συγκεντρώσεις κάτω από 20ppm παρουσιάζεται έλλειψη στο φυτό του ιχνοστοιχείου αυτού. Τα αμπελοτεμάχια Λ, Μ, Τ και Υ παρουσιάζουν επαρκή συγκέντρωση σε βόριο με μέσους όρους 150, 84, 149 και 118ppm αντίστοιχα. Ενώ το Α με συγκέντρωση 165ppm παρουσιάζει κίνδυνο τοξικότητας από το ιχνοστοιχείο αυτό.

Στα **Γραφήματα 3 και 4** που προκύπτουν παρουσιάζονται οι μέσοι όροι των αποτελεσμάτων των αναλύσεων σε μακροστοιχεία και μικροστοιχεία στους φυτικούς ιστούς των πρέμων κατά την περίοδο της άνθησης.



Γράφημα 3: Οι μέσοι όροι των συγκεντρώσεων σε μακροστοιχεία στους φυτικούς ιστούς των πρέμων κατά την περίοδο της άνθησης.



Γράφημα 4: Οι μέσοι όροι των συγκεντρώσεων σε ιχνοστοιχεία στους φυτικούς ιστούς των πρέμων κατά την περίοδο της άνθησης.

Στο **Πίνακα 22** που προκύπτει παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των αναλύσεων των φύλλων σε μακροστοιχεία και μικροστοιχεία που πραγματοποιήθηκαν κατά την περίοδο της τεχνολογικής ωρίμανσης για το έτος 2016.

Πίνακας 22: Αποτελέσματα αναλύσεων των φύλλων σε μακροστοιχεία και μικροστοιχεία κατά την περίοδο της τεχνολογικής ωρίμανσης.

ΩΡΙΜΑΝΣΗ ΘΡΕΠΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	ΚΩΔΙΚΟΣ ΑΜΠΕΛΟΤΕΜΑΧΙΟΥ				
	Α	Μ	Υ	Τ	
ΜΑΚΡΟΣΤΟΙΧΕΙΑ	N (%)	0,47 ± 0,05 b	0,70 ± 0,07 a	0,44 ± 0,05 b	0,65 ± 0,03 ab
	K (%)	0,77 ± 0,14 b	2,16 ± 0,39 ab	2,34 ± 0,50 a	1,23 ± 0,14 ab
	P (%)	0,21 ± 0,05 a	0,26 ± 0,07 a	0,26 ± 0,03 a	0,33 ± 0,03 a
	Na (%)	0,04 ± 0,003 ab	0,05 ± 0,005 ab	0,04 ± 0,01 b	0,06 ± 0,003 a
	Mg (%)	0,78 ± 0,00 a	0,78 ± 0,10 a	1,0 ± 0,14 a	0,82 ± 0,55 a
	Ca (%)	2,35 ± 0,11 a	2,68 ± 0,48 a	2,58 ± 0,45 a	2,47 ± 0,11 a
	K/Mg	0,99	2,77	2,34	1,5
ΙΧΝΟΣΤΟΙΧΕΙΑ	Fe (ppm)	58 ± 6 a	65 ± 8 a	54 ± 4 a	48 ± 5 a
	Cu (ppm)	10 ± 1 b	10 ± 0 b	26 ± 5 a	19 ± 1 ab
	Mn (ppm)	677 ± 19 a	321 ± 45 c	445 ± 75 bc	607 ± 24 ab
	Zn (ppm)	70 ± 3 a	55 ± 3 a	73 ± 14 a	71 ± 2 a
	B(ppm)	289 ± 39,4 b	328 ± 14,5 ab	439 ± 21,7 a	380 ± 18,8 ab

(*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≤0,05))

Σύμφωνα με τα παραπάνω αποτελέσματα η συγκέντρωση του αζώτου (N) κυμάνθηκε από 0,70 έως 0,44%. Την μεγαλύτερη συγκέντρωση σε άζωτο εμφάνισε το αμπελοτεμάχιο Μ το οποίο διαφέρει στατιστικά σημαντικά με το Υ, αλλά δεν διαφέρει στατιστικά σημαντικά με το Τ. Η μικρότερη συγκέντρωση παρουσιάστηκε στο Υ το οποίο διαφέρει στατιστικά σημαντικά με το Μ, αλλά όχι με τις υπόλοιπες συγκεντρώσεις.

Η συγκέντρωση του καλίου (K) κατά την περίοδο της τεχνολογικής ωρίμανσης έλαβε τιμές από 2,34 έως 0,77%. Η μεγαλύτερη συγκέντρωση εμφανίστηκε στο αμπελοτεμάχιο Y το οποίο δεν διαφέρει στατιστικά σημαντικά με τα M και T, αλλά παρουσιάζει στατιστικά σημαντική διαφορά με το A. Την μικρότερη συγκέντρωση παρουσίασε το A το οποίο διαφέρει στατιστικά σημαντικά στην συγκέντρωση του καλίου με το αμπελοτεμάχιο Y αλλά δεν διαφέρει με τα M και T.

Ο φώσφορος σύμφωνα με τις τιμές που παρουσίασε κυμάνθηκε μεταξύ 0,33 και 0,21%. Την μεγαλύτερη συγκέντρωση παρουσίασε το αμπελοτεμάχιο T το οποίο δεν διαφέρει στατιστικά σημαντικά με τις υπόλοιπες τιμές. Την μικρότερη τιμή εμφάνισε το A χωρίς να διαφέρει στατιστικά σημαντικά με τα υπόλοιπα αποτελέσματα των συγκεντρώσεων σε φώσφορο. Το M και Y σύμφωνα με τα αποτελέσματα παρουσίασαν την ίδια συγκέντρωση κατά την τεχνολογική ωρίμανση.

Η συγκέντρωση του νατρίου (Na) κυμάνθηκε μεταξύ 0,06 και 0,04%. Η μεγαλύτερη συγκέντρωση εμφανίζεται στο αμπελοτεμάχιο T που διαφέρει στατιστικά σημαντικά από το Y αλλά δεν διαφέρει σημαντικά από τα υπόλοιπα. Την μικρότερη συγκέντρωση σε νάτριο εμφανίζει το Y το οποίο διαφέρει στατιστικά σημαντικά από το T αλλά όχι από το M και A. Το A και το Y παρουσίασαν την ίδια συγκέντρωση νατρίου κατά την τεχνολογική ωρίμανση σύμφωνα με τα αποτελέσματα.

Το μαγνήσιο (Mg) σύμφωνα με τις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν έλαβε τιμές από 1 έως 0,78%. Η μεγαλύτερη συγκέντρωση παρουσιάστηκε στο αμπελοτεμάχιο Y που δεν διαφέρει στατιστικά σημαντικά από τις υπόλοιπες συγκεντρώσεις. Την μικρότερη τιμή εμφάνισε το M χωρίς όμως να διαφέρει στατιστικά σημαντικά με τις υπόλοιπες. Το A και M με συγκέντρωση 0,78% παρουσίασαν την ίδια συγκέντρωση κατά την τεχνολογική ωρίμανση.

Η συγκέντρωση του ασβεστίου (Ca) κυμάνθηκε μεταξύ 2,68 και 2,35%. Η μεγαλύτερη συγκέντρωση σε ασβέστιο εμφανίστηκε στο M και η μικρότερη στο A χωρίς όμως να διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους, όπως και με τα υπόλοιπα.

Η συγκέντρωση σε σίδηρο (Fe) στην τεχνολογική ωρίμανση κυμάνθηκε από 65 έως 48ppm. Την μεγαλύτερη τιμή παρουσίασε το M χωρίς να διαφέρει στατιστικά σημαντικά από τις υπόλοιπες τιμές. Την μικρότερη συγκέντρωση παρουσίασε το T το οποίο δεν διαφέρει στατιστικά σημαντικά από τις υπόλοιπες συγκεντρώσεις.

Ο χαλκός παρουσίασε συγκεντρώσεις από 26 έως 10ppm. Την μεγαλύτερη συγκέντρωση είχε το αμπελοτεμάχιο Y το οποίο διαφέρει στατιστικά σημαντικά με το A και M, ενώ δεν έχει στατιστικά σημαντική διαφορά με το T. Την μικρότερη

συγκέντρωση σε χαλκό εμφάνισε το Μ που διαφέρει στατιστικά σημαντικά με το Υ αλλά όχι με τα υπόλοιπα. Το Α και το Μ παρουσίασαν την ίδια συγκέντρωση χαλκού κατά την τεχνολογική ωρίμανση.

Το μαγγάνιο (Mn) σύμφωνα με τα αποτελέσματα έλαβε τιμές από 667 έως 321ppm. Το Α παρουσίασε την μεγαλύτερη συγκέντρωση εμφανίζοντας στατιστικά σημαντική διαφορά με το Υ και Μ, αλλά όχι με το Τ. Η μικρότερη τιμή εμφανίστηκε στο Μ το οποίο διαφέρει στατιστικά με το Τ και Α, αλλά δεν παρουσιάζει στατιστικά σημαντική διαφορά με το Υ.

Η συγκέντρωση του ψευδάργυρου (Zn) κυμάνθηκε κατά την τεχνολογική ωρίμανση μεταξύ 73 και 55ppm. Η μεγαλύτερη συγκέντρωση εμφανίστηκε στο Υ το οποίο όμως δεν διαφέρει στατιστικά σημαντικά στην συγκέντρωση του ψευδάργυρου από τα υπόλοιπα. Το αμπελοτεμάχιο Μ εμφάνισε την μικρότερη τιμή χωρίς όμως να διαφέρει στατιστικά σημαντικά από τα υπόλοιπα.

Τέλος η συγκέντρωση του βορίου (B) έλαβε τιμές από 439 έως 289ppm. Την μεγαλύτερη συγκέντρωση παρουσίασε το Υ το οποίο διαφέρει στατιστικά σημαντικά με το Α, αλλά όχι με τα υπόλοιπα. Το αμπελοτεμάχιο Α παρουσίασε την μικρότερη συγκέντρωση διαφέροντας στατιστικά σημαντικά από το Υ, αλλά δεν διαφέρει στατιστικά στην συγκέντρωση του βορίου από τα υπόλοιπα.

Στον **Πίνακα 22**, υπολογίστηκε ο λόγος καλίου/μαγνησίου (K/Mg) κατά την τεχνολογική ωρίμανση. Όπως προαναφέρθηκε και παραπάνω ο λόγος K/Mg θα πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 1 έως 3 προκειμένου να μην υπάρχει ανταγωνισμός μεταξύ των δύο στοιχείων. Εάν ο λόγος K/Mg είναι κάτω από την τιμή 1 θα εμφανιστεί έλλειψη καλίου και σ' αυτήν την περίπτωση πιθανώς να χρειαστεί λίπανση. Εάν ο λόγος είναι 1, δεν χρειάζεται συνήθως προσθήκη ούτε Μαγνησίου αλλά ούτε και ασβεστίου. Στην περίπτωση που ο λόγος K/Mg είναι πάνω από την τιμή 3, πιθανόν να χρειαστεί προσθήκη μαγνησίου. Σύμφωνα με τα παραπάνω αποτελέσματα του **Πίνακα 22** από τον υπολογισμό του λόγου K/Mg, οι τιμές των αμπελοτεμαχίων Μ, Υ και Τ βρίσκονται μεταξύ 1 έως 3, επομένως μπορεί να μην χρειάζεται καμία προσθήκη μαγνησίου ούτε ασβεστίου. Ενώ το αμπελοτεμάχιο Α βρίσκεται κάτω από την τιμή 1, επομένως μπορεί να χρειαστεί να γίνει προσθήκη καλίου. Βέβαια θα πρέπει να πραγματοποιηθούν και αναλύσεις εδάφους για να δοθεί μια καλύτερη εικόνα των θρεπτικών στοιχείων που υπάρχουν στο έδαφος για να καταλήξει κάποιος σε σωστά συμπεράσματα και σε ορθά πλάνα λίπανσης.

Η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων των συγκεντρώσεων των θρεπτικών στοιχείων στους φυτικούς ιστούς της αμπέλου θα γίνει με τον παρακάτω **Πίνακα 23**, όπου σύμφωνα με τους Reuter & Robinson (1986) αναφέρονται σε μια συγκέντρωση τα θρεπτικά στοιχεία την περίοδο της τεχνολογικής ωρίμανσης είναι σε έλλειψη, στη βέλτιστη ή είναι τοξικά για την θρέψη του αμπελιού.

Πίνακας 23: Αξιολόγηση των τιμών των συγκεντρώσεων των θρεπτικών στοιχείων στους φυτικούς ιστούς της αμπέλου κατά την τεχνολογική ωρίμανση (Reuter D. J. & Robinson J. B., 1986).

Θρεπτικό στοιχείο	Έλλειψη	Βέλτιστη	Τοξική
N (%)		1,70	
P (%)		0,17	
K (%)	< 0,50	0,6-0,9	
Ca (%)		3-6	
Mg (%)		0,3-0,5	
Fe (ppm)		50-150	
Mn (ppm)	< 20		>1000
Zn (ppm)	< 20	30	
B (ppm)	< 20	30-150	>250

Σύμφωνα με τους Reuter & Robinson (1986) η βέλτιστη συγκέντρωση σε άζωτο κατά την τεχνολογική ωρίμανση εκφρασμένη επί της εκατό είναι 1.70%, όπως αναλύθηκε παραπάνω κάτω από αυτή την συγκέντρωση το πρέμνο παρουσιάζει έλλειψη του συγκεκριμένου μακροστοιχείου ενώ συγκεντρώσεις πάνω από 1.70% παρουσιάζουν κίνδυνο τοξικότητας. Σύμφωνα με τα παραπάνω αποτελέσματα **Πίνακα 22** όλες οι συγκεντρώσεις σε άζωτο των δειγμάτων είναι κάτω από 1.70% υποδηλώνοντας ότι τα δείγματα παρουσιάζουν έλλειψη αζώτου κατά την τεχνολογική ωρίμανση.

Η βέλτιστη συγκέντρωση σε φώσφορο είναι 0.17%, μικρότερες τιμές στο στοιχείο αυτό παρουσιάζουν έλλειψη, ενώ μεγαλύτερες κίνδυνο τοξικότητας από φώσφορο. Τα αποτελέσματα όλων των δειγμάτων από τα αμπελοτεμάχια βρίσκονται σε υψηλότερη συγκέντρωση από την βέλτιστη παρουσιάζοντας κίνδυνο τοξικότητας στο μακροστοιχείο αυτό.

Όσον αφορά το κάλιο η βέλτιστη συγκέντρωση που πρέπει να υπάρχει στους φυτικούς ιστούς της αμπέλου για την ορθή λειτουργία του κυμαίνεται μεταξύ 0.6-0,9%, ενώ συγκεντρώσεις κάτω από 0.5% παρουσιάζουν έλλειψη καλίου. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα το αμπελοτεμάχιο T βρίσκεται σε επαρκή επίπεδα καλίου, το A δείχνει να βρίσκεται στο όριο της βέλτιστης συγκέντρωσης, ενώ αντίθετα το M και Y βρίσκονται πάνω από 0,9% παρουσιάζοντας πρόβλημα τοξικότητας.

Όσον αφορά την βέλτιστη συγκέντρωση σε ασβέστιο πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 3-6%, τιμές πάνω από 6% παρουσιάζουν κίνδυνο τοξικότητας, ενώ τιμές κάτω από 3% εμφανίζει έλλειψη στο στοιχείο αυτό. Όλα τα αποτελέσματα από τα αμπελοτεμάχια βρίσκονται κάτω από 3% παρουσιάζοντας έλλειψη στο στοιχείο αυτό.

Για μαγνήσιο η βέλτιστη συγκέντρωση είναι από 0.3 έως 0.5%, συγκεντρώσεις κάτω από 0,3% το φυτό παρουσιάζει έλλειψη στο στοιχείο αυτό, ενώ συγκεντρώσεις πάνω από 0,5% μπορεί να υπάρξει κίνδυνος τοξικότητας. Οι συγκεντρώσεις του μαγνησίου όπως παρουσιάζονται στον **Πίνακα 22** όλων των αμπελοτεμαχίων βρίσκονται πάνω από 0.5% παρουσιάζοντας κίνδυνο τοξικότητας από το μακροστοιχείο αυτό.

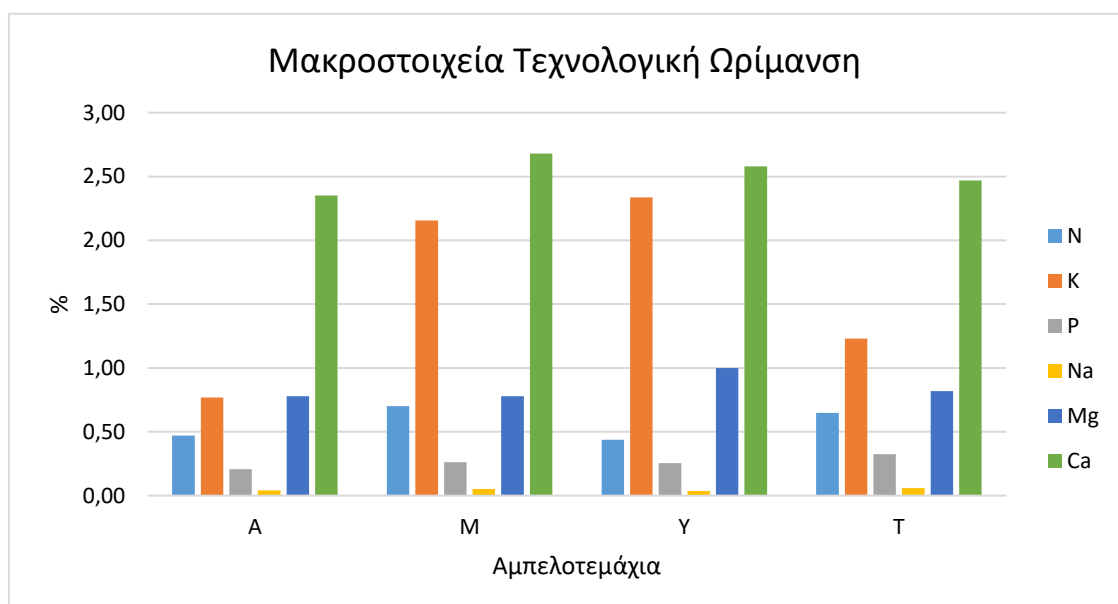
Η βέλτιστη τιμή συγκέντρωσης σιδήρου βρίσκεται μεταξύ 50-150ppm, εάν η συγκέντρωση είναι κάτω από 50ppm τότε υπάρξει έλλειψη σιδήρου, ενώ εάν είναι πάνω από 150ppm μπορεί να δημιουργηθεί κίνδυνος τοξικότητας σιδήρου. Τα αποτελέσματα των συγκεντρώσεων σε σίδηρο των αμπελοτεμαχίων Y, A και M βρίσκονται σε επαρκή επίπεδα στο στοιχείο αυτό, ενώ το T με μέσο όρο 48 και με μια απόκλιση ± 5 ppm φαίνεται να βρίσκεται στο όριο της βέλτιστης συγκέντρωσης.

Το μαγγάνιο πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 20-1000 ppm, μια συγκέντρωση κάτω από 20 ppm παρουσιάζει έλλειψη ενώ πάνω. Τα αποτελέσματα των αναλύσεων της φυλλοδιαγνωστικής δείχνουν ότι η συγκέντρωση σε μαγγάνιο όλων των αμπελοτεμαχίων βρίσκονται κάτω από 1000ppm και δεν εμφανίζουν πρόβλημα τοξικότητας και πάνω από 20ppm με αποτέλεσμα να μην παρουσιάζεται έλλειψη των φυτών στο ιχνοστοιχείο αυτό.

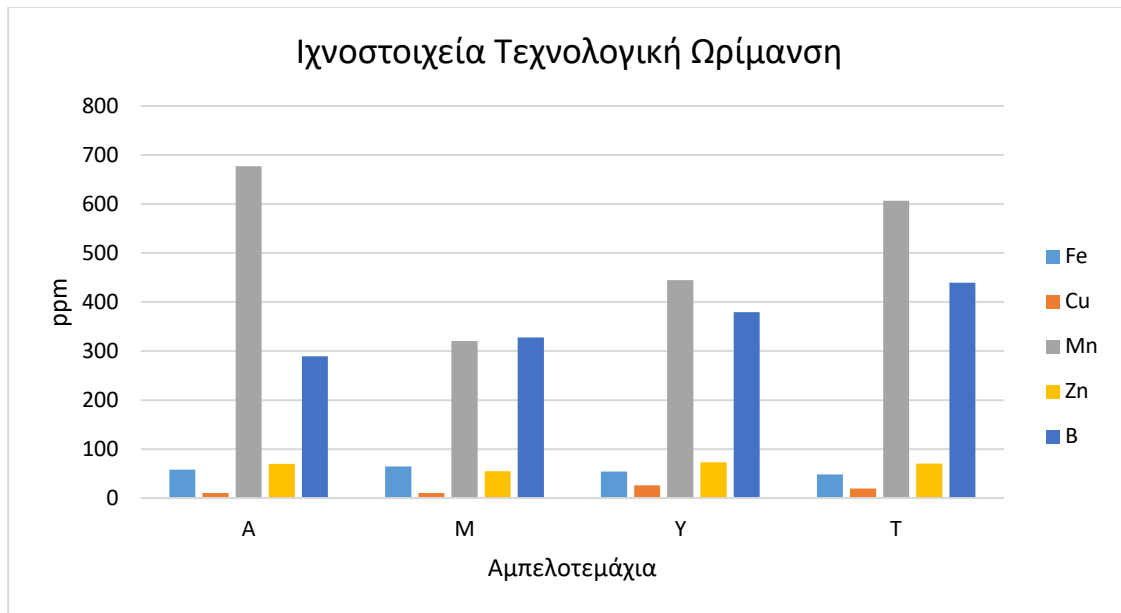
Η βέλτιστη συγκέντρωση για το ψευδάργυρο είναι 30 ppm, κάτω από 20 ppm παρουσιάζεται έλλειψη στο στοιχείο αυτό. Τα αποτελέσματα της φυλλοδιαγνωστικής από τα δείγματα που πάρθηκαν κατά την τεχνολογική ωρίμανση δείχνουν ότι όλα τα αμπελοτεμάχια βρίσκονται σε συγκέντρωση πάνω από την βέλτιστη δηλαδή πάνω από 30ppm παρουσιάζοντας κίνδυνο τοξικότητας.

Τέλος η βέλτιστη συγκέντρωση για το βόριο που πρέπει να υπάρχει στους φυτικούς ιστούς της αμπέλου για την ορθή λειτουργία του κυμαίνεται από 30 έως 150 ppm, συγκεντρώσεις πάνω από 250ppm μπορεί να εμφανιστεί κίνδυνος τοξικότητας βορίου, ενώ συγκεντρώσεις κάτω από 20ppm παρουσιάζεται έλλειψη στο φυτό του ιχνοστοιχείου αυτού. Όλα τα αποτελέσματα των δειγμάτων των αμπελοτεμαχίων εμφανίζουν συγκέντρωση πάνω από 250ppm παρουσιάζοντας κίνδυνο τοξικότητας από το ιχνοστοιχείο αυτό.

Στα **Γραφήματα 5** και **6** που προκύπτουν παρουσιάζονται οι μέσοι όροι των αποτελεσμάτων των αναλύσεων σε μακροστοιχεία και μικροστοιχεία στους φυτικούς ιστούς των πρέμων κατά την τεχνολογική ωρίμανση.



Γράφημα 5: Οι μέσοι όροι των συγκεντρώσεων σε μακροστοιχεία στους φυτικούς ιστούς των πρέμων κατά την τεχνολογική ωρίμανση.



Γράφημα 6: Οι μέσοι όροι των συγκεντρώσεων σε ιχνοστοιχεία στους φυτικούς ιστούς των πρέμνων κατά την τεχνολογική ωρίμανση.

Σύμφωνα με όλα τα παραπάνω αποτελέσματα που πάρθηκαν κατά την περίοδο της άνθησης αλλά και της τεχνολογικής ωρίμανσης για το έτος 2016 τα πρέμνα όλων των πειραματικών αμπελώνων δείχνουν έλλειψη σε ένα πολύ βασικό μακροστοιχείο, το άζωτο. Όπως προαναφέρθηκε και στο θεωρητικό μέρος η περίσσεια ή η έλλειψη αζώτου συνδέεται με την ποιότητα και τα συστατικά του οίνου (Gladstones, 1992, Keller & Hrazdina, 1998, Keller et al., 1999, Chadha & Shikhamany, 1999, Duchêne et al., 2001, Brunetto et al., 2007, Tesic et al., 2007, Brunetto et al., 2009). Η έλλειψη αζώτου προκαλεί διάφορα προβλήματα τόσο στην φυσιολογική ανάπτυξη του πρέμνου, όσο και στην ποιότητα του οίνου λόγω έλλειψης του αζώτου στα σταφύλια και στην συνέχεια στο γλεύκος, μπορεί ακόμα να οδηγήσει σε πρόωρη διακοπή της αλκοολικής ζύμωσης κατά την διάρκεια της οινοποίησης. Εκτός από το αμπελοτεμάχιο Y που παρουσίασε έλλειψη σε φώσφορο την περίοδο μόνο της άνθησης, σε γενικές γραμμές τα αποτελέσματα της φυλλοδιαγνωστικής σε όλα τα δείγματα έδειξαν υψηλά επίπεδα στο μακροστοιχείο αυτό παρουσιάζοντας κίνδυνο τοξικότητας. Σύμφωνα με την βιβλιογραφία σπάνια παρουσιάζεται έλλειψη σε φώσφορο στο πρέμνο, αυτό οφείλεται από τις περιορισμένες απαιτήσεις που έχουν τα πρέμνα σε αυτό το θρεπτικό στοιχείο και τις οποίες συνήθως καλύπτουν οι υπάρχουσες στο έδαφος ποσότητες και από τη δυνατότητα κινητικότητας του φωσφόρου μεταξύ των διαφόρων τμημάτων του πρέμνου. Γενικά υψηλά επίπεδα φωσφόρου στο έδαφος μπορεί να οδηγήσουν όμως σε

τροφοπενίες ψευδαργύρου, χαλκού, μαγνησίου και μαγανίου. Υψηλή περιεκτικότητα φωσφόρου στο έδαφος μπορεί να μειώσει τη διαθεσιμότητα του ψευδάργυρου, λόγω του σχηματισμού φωσφορικού Zn. Κατά συνέπεια, τα συμπτώματα της ανεπάρκειας ψευδάργυρου μπορεί να παρατηρηθούν στα φύλλα των σταφυλιών (Skinner & Matthews, 1989). Επιπλέον, ο φώσφορος μπορεί να αποδώσει κάποια χαρακτηριστικά στους οίνους που παράγονται σε μια δεδομένη περιοχή. Όπως για παράδειγμα, οι Zalameña et al., (2013ab) παρατήρησαν ότι στα πρέμνα που αύξησαν τη συγκέντρωση φωσφόρου στα φύλλα, αυξήθηκε στην συνέχεια η συγκέντρωση των ανθοκυανινών στον οίνο. Αντίθετα, η συγκέντρωση του φωσφόρου που θεωρείται κατάλληλη για την οινοποίηση προάγει τη ζύμωση του γλεύκους, όπως επίσης και την οργανοληπτική ποιότητα του οίνου όσον αφορά το άρωμα και τη γεύση (Pommer, 2003). Όσον αφορά το κάλιο κάποια αμπελοτεμάχια παρουσίασαν την βέλτιστη συγκέντρωση και στις δύο περιόδους που πραγματοποιήθηκε η μέτρηση και άλλα παρουσίασαν περίσσεια συγκέντρωση στο μακροστοιχείο αυτό. Ο γενικός κανόνας που ισχύει για το κάλιο είναι: σωστή ποσότητα καλίου στο έδαφος ή ακόμη καλύτερα στο αμπέλι είναι απαραίτητη για σωστή παραγωγή τόσο ως προς την ποσότητα όσο και ως προς την ποιότητα και ιδιαίτερα σε ξηροθερμικά κλίματα. Πρέπει να αποφεύγεται αυστηρά η υπερβολική πέραν της απαιτούμενης ποσότητας καλίου στο έδαφος γιατί προκαλεί μείωση της ποιότητας του οίνου. Περίσσεια συγκέντρωση καλίου, κυρίως κατά την περίοδο ωρίμανσης των σταφυλιών, μπορεί να προκαλέσει αύξηση του pH στο γλεύκος και κατά συνέπεια στον οίνο (λόγω της δέσμευσης των οργανικών οξέων από το κάλιο για παραγωγή τρυγικού καλίου) και συνεπώς είναι επίπεδοι γευστικά, με χαμηλή οξύτητα και ευπαθείς σε οξειδωτικές και μικροβιακές αλλοιώσεις. Για την επίτευξη της άριστης ποιότητας στο γλεύκος και στην συνέχεια στον οίνο, η περίσσεια καλίου στις ράγες πρέπει να αποφεύγεται. Η συγκέντρωση του καλίου στις ράγες, αλλά και σε όλο το πρέμνο μπορεί να ελεγχθεί, για παράδειγμα, με την χρήση υποκειμένων που συσσωρεύουν χαμηλή συγκέντρωση καλίου (Kodur S., et al., 2011) και με την εφαρμογή σωστών προγραμμάτων λίπανσης καλίου. Η αυξημένη συγκέντρωση του καλίου συνοδεύεται από μείωση των συγκεντρώσεων των κατιόντων Na και Ca, με τα οποία το κάλιο δρα ανταγωνιστικά (Barker & Pilbeam, 2007).

Τα αποτελέσματα των εδαφικών αναλύσεων

Η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων των εδαφικών αναλύσεων θα γίνει με τον **Πίνακα 24**, όπου αναφέρεται σε πια κατηγορία ανήκει το έδαφος ανάλογα με το pH.

Πίνακας 24: Κατηγορίες των εδαφών με βάση τις τιμές της οξύτητα – Ph (Καλύβας Δ., 2009).

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΕΥΡΟΣ ΤΙΜΩΝ pH
Πολύ ισχυρά όξινα	< 5,0
Ισχυρά όξινα	5,0 – 5,5
Μέτρια όξινα	5,5 – 6,0
Ελαφρά όξινα	6,0 – 6,7
Ουδέτερα	6,7 – 7,0
Ελαφρά αλκαλικά	7,0 – 7,5
Αλκαλικά	7,5 – 8,0
Μέτρια αλκαλικά	8,0 – 8,5
Ισχυρά αλκαλικά	>8,5

Στον **Πίνακα 25** παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των μετρήσεων του pH και του Καλίου (K^+) στο έδαφος. Τα δείγματα πάρθηκαν σε βάθος 30cm και 60cm του εδάφους κατά την χειμερινή περίοδο του έτους 2017. Στον **Πίνακα 26** εμφανίζονται οι μέσοι όροι ανάμεσα στα δυο βάθη (0-30cm και 30-60cm) από την στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων του pH και του ανταλλάξιμου Καλίου (K^+) στο έδαφος.

Πίνακας 25: Αποτελέσματα pH και κάλιο (K^+) εδάφους.

ΑΜΠΕΛΟΤΕΜΑΧΙΟ	pH ΕΔΑΦΟΥΣ	ΚΑΛΙΟ (K^+) (ppm)
A (0-30cm)	7,77	220
A (30-60cm)	7,84	158
M (0-30cm)	7,75	488
M (30-60cm)	7,82	320
Y (0-30cm)	7,81	126
Y (30-60cm)	7,87	104
Λ (0-30cm)	8,05	286
Λ (30-60cm)	7,74	172
T (0-30cm)	7,72	306
T (30-60cm)	7,56	188

Πίνακας 26: Οι μέσοι όροι των αποτελεσμάτων του pH και του Καλίου (K⁺) στο έδαφος.

ΑΜΠΕΛΟΤΕΜΑΧΙΟ	pH ΕΛΑΦΟΥΣ	ΚΑΛΙΟ (K ⁺) (ppm)
A	7,81 ± 0,04 a	189 ± 31 b
M	7,79 ± 0,04 a	404 ± 84 a
Y	7,84 ± 0,03 a	115 ± 11 b
Λ	7,90 ± 0,16 a	229 ± 57 ab
T	7,64 ± 0,08 a	247 ± 59 ab

Σύμφωνα με τον **Πίνακα 24** αξιολόγησης και τον **Πίνακα 25** των αποτελεσμάτων, το pH των δειγμάτων A, M, Y και T ανήκουν στην κατηγορία των αλκαλικών εδαφών, αφού οι τιμές και στα δύο βάθη κυμαίνονται μεταξύ 7,5-8,0. Ενώ το pH του δείγματος Λ χαρακτηρίζει το έδαφος αλκαλικό έως μέτρια αλκαλικό. Όσον αφορά τον **Πίνακα 26** που παρουσιάζονται οι μέσοι όροι της στατιστικής ανάλυσης το pH κυμαίνεται μεταξύ 7,64 και 7,90. Η μεγαλύτερη τιμή pH παρουσιάστηκε στο αμπελοτεμάχιο Λ και η μικρότερη τιμή στο T χωρίς όμως να διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους τα αμπελοτεμάχια.

Το εδαφικό pH παρουσιάζει την οξύτητα ή την αλκαλικότητα του εδάφους, η διακύμανση του οποίου επηρεάζεται από παράγοντες όπως τα μητρικά υλικά του εδάφους, η βροχόπτωση, η οργανική ουσία και η καλλιεργητική τεχνική. Από τους εδαφικούς παράγοντες το pH έχει ίσως την πιο σημαντική επίδραση στη διαθεσιμότητα των θρεπτικών στοιχείων αλλά και στη δραστηριότητα των μικροοργανισμών του εδάφους. Σε υψηλές τιμές του pH τα ιόντα μαγγανίου, σιδήρου, χαλκού, φωσφόρου βορίου και ψευδαργύρου σχηματίζουν δυσδιάλυτα σύμπλοκα που έχει ως αποτέλεσμα την μείωση της διαθεσιμότητας τους (Σταυρακάκης, 2013). Στα αλκαλικά εδάφη κυριαρχούν τα κατιόντα Mg²⁺, Ca²⁺, Na⁺ και K⁺, καταλαμβάνοντας όλες τις θέσεις ανταλλαγής (Σταυρακάκης, 2013).

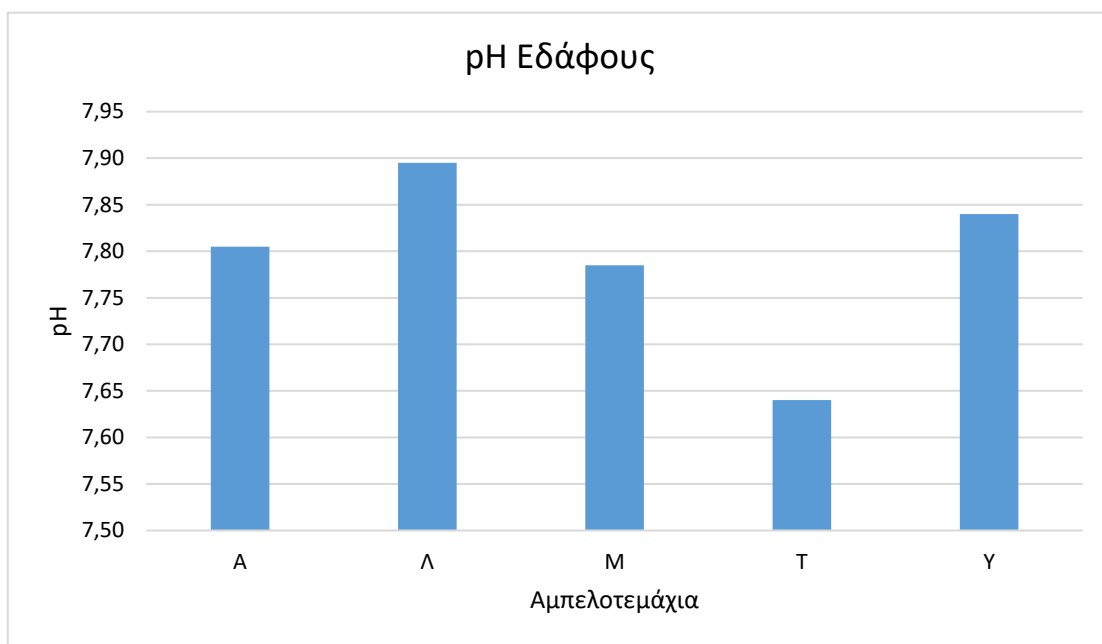
Από τον **Πίνακα 25** παρατηρείτε ότι στο 0-30 βάθος τα αμπελοτεμάχια παρουσιάζουν μεγαλύτερη συγκέντρωση ανταλλάξιμου καλίου στο έδαφος, ενώ αντίθετα σε βάθος 30-60 εμφανίζουν χαμηλότερη συγκέντρωση σε ανταλλάξιμο κάλιο. Γενικά για την επαρκή θρέψη των φυτών, χρειάζεται συγκέντρωση καλίου > 150 ppm εδάφους, συνήθως για το αμπέλι είναι από >200ppm, ενώ πάνω από 250ppm θεωρείται υψηλή συγκέντρωση. Σε βάθος 0-30cm ο αμπελώνας A παρουσιάζει επαρκή συγκέντρωση καλίου με μια τιμή 220ppm, ενώ οι αμπελώνες M, Λ και T εμφανίζουν υψηλή συγκέντρωση ανταλλάξιμου καλίου στο έδαφος και ο αμπελώνας Y με μια τιμή 126ppm παρουσιάζει χαμηλή συγκέντρωση καλίου στο έδαφος. Σε βάθος 30-60cm οι

αμπελώνες Α, Υ, Λ και Τ εμφανίζουν χαμηλή συγκέντρωση ανταλλάξιμου καλίου στο έδαφος, ενώ αντίθετα το αμπελοτεμάχιο Μ εμφανίζει υψηλή συγκέντρωση σε κάλιο.

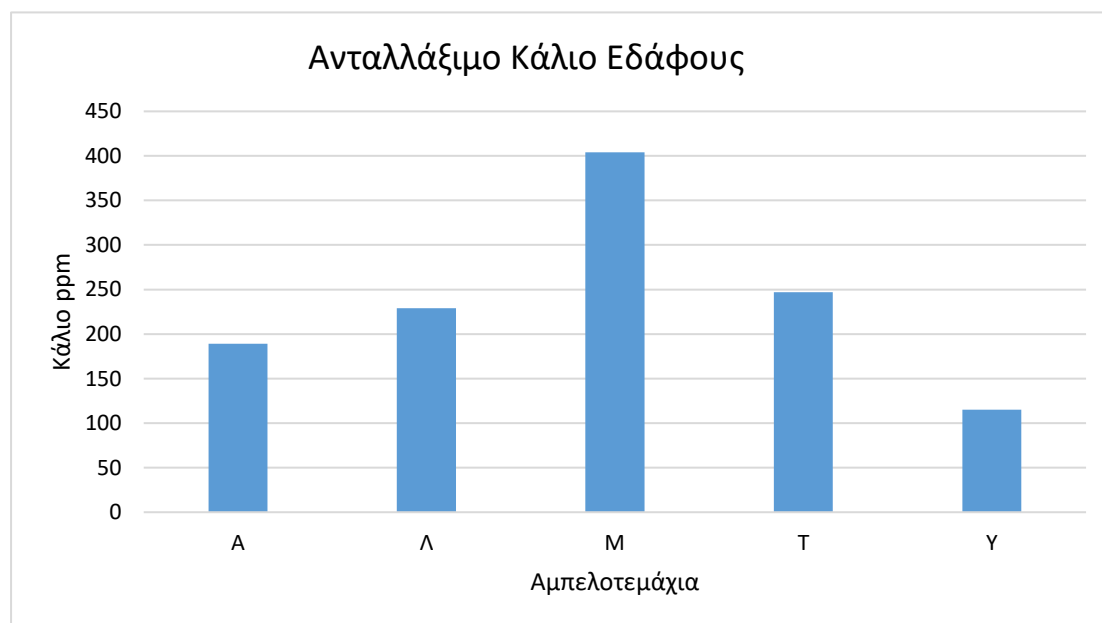
Σύμφωνα με τον **Πίνακα 26** των αποτελεσμάτων της στατιστικής ανάλυσης το ανταλλάξιμο κάλιο στο έδαφος κυμάνθηκε μεταξύ 115 και 404ppm. Την μεγαλύτερη συγκέντρωση παρουσίασε σε κάλιο στο έδαφος παρουσίασε ο αμπελώνας Μ το οποίο διαφέρει στατιστικά σημαντικά από τα αμπελοτεμάχια Α και Υ. Την μικρότερη συγκέντρωση εμφάνισε το Υ που διαφέρει στατιστικά σημαντικά από το Μ, αλλά δεν διαφέρει στατιστικά σημαντικά με τα υπόλοιπα αμπελοτεμάχια. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των μέσων όρων της στατιστικής ανάλυσης οι αμπελώνες Τ και Λ παρουσιάζουν επαρκή συγκέντρωση ανταλλάξιμου καλίου στο έδαφος, ενώ αντίθετα τα Α και Υ εμφανίζουν χαμηλή συγκέντρωση και το αμπελοτεμάχιο Μ παρουσιάζει υψηλή συγκέντρωση καλίου στο έδαφος.

Όταν η απορρόφηση του καλίου από το έδαφος είναι υψηλή, αυξάνεται η περιεκτικότητα του (καλίου) στο γλεύκος με αποτέλεσμα να μειώνεται η οξύτητα με όλες τις συνέπειες μετέπειτα στο παραγόμενο οίνο. Σε συνδυασμό με το pH, επηρεάζουν τον οίνο όσον αφορά τα οργανοληπτικά του χαρακτηριστικά όπως την ζωηρότητα του χρώματος, την γεύση, το άρωμα αλλά και στην μικροβιακή και πρωτεϊνική σταθερότητα (Kodur et al., 2011).

Στα **Γραφήματα 7** και **8** που προκύπτουν παρουσιάζονται οι μέσοι όροι (από τα δυο βάθη, 0-30cm και 30-60cm)των μετρήσεων του pH και του ανταλλάξιμου καλίου στο έδαφος. Όπως φαίνεται και από τα γραφήματα το μεγαλύτερο pH εμφανίζει ο αμπελώνας Λ, ενώ το μικρότερο το Τ. Όσον αφορά την συγκέντρωση του ανταλλάξιμου καλίου, ο αμπελώνας Μ παρουσιάζει την μεγαλύτερη συγκέντρωση και το Υ την μικρότερη συγκέντρωση σε ppm καλίου στο έδαφος.



Γράφημα 7: Οι μέσοι όροι του pH στο έδαφος.



Γράφημα 8: Οι μέσοι όροι του ανταλλάξιμου καλίου (K^+) σε ppm στο έδαφος.

Μετρήσεις χαρακτήρων των πρέμνων που σχετίζονται με την ισορροπία της αμπέλου

Οι τιμές του δείκτη **Ravaz** κυμάνθηκαν από 4,1 έως 6,8. Την μεγαλύτερη τιμή σύμφωνα με τον **Πίνακα 27** και το **Γράφημα 9** που ακολουθεί παρουσίασε ο αμπελώνας T και την μικρότερη τιμή ο Λ, χωρίς όμως να παρουσιάζεται στατιστική διαφορά μεταξύ τους.

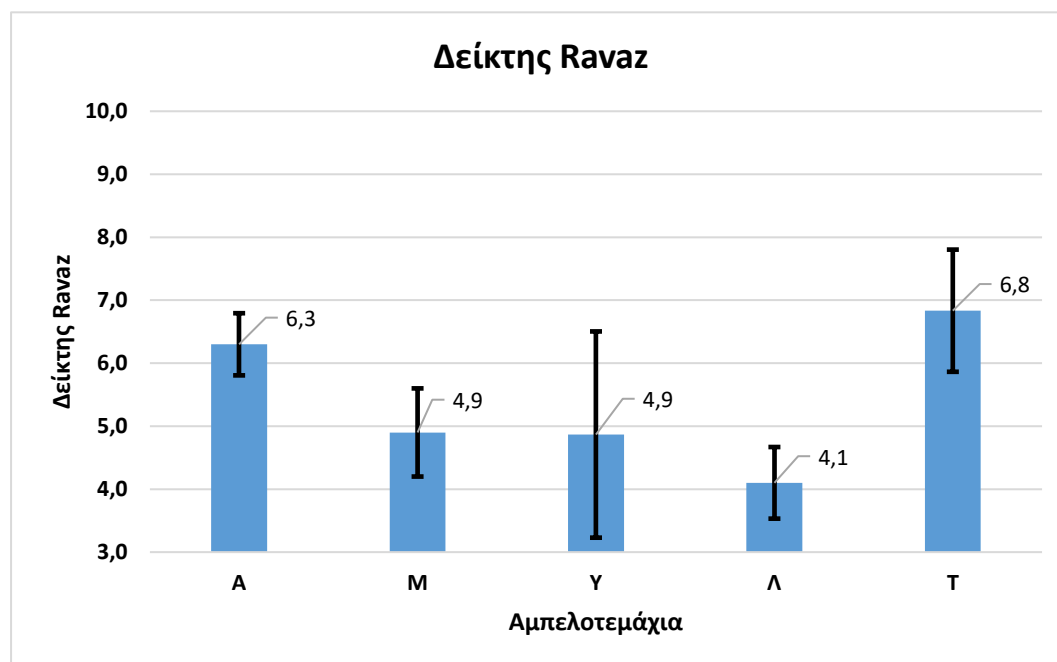
Σύμφωνα με τους Smart and Robinson (1991) το προτεινόμενο εύρος τιμών για τον δείκτη (Y/P) είναι 4-10, που αντιστοιχεί σε επιθυμητό επίπεδο ζωηρότητας και υποδηλώνει ισορροπημένο πρέμνο. Το επίπεδο της τιμής του δείκτη χαρακτηρίζει το επίπεδο ζωηρότητας των πρέμνων, τιμές πάνω από 11 αντιστοιχεί σε πρέμνα με υπερπαραγωγή και χαμηλή ζωηρότητα, ενώ αντίθετα τιμές κάτω από 4 αντιστοιχεί σε πρέμνα μεγάλης ζωηρότητας. Οι τιμές των παρακάτω αποτελεσμάτων που εμφανίζονται στον **Πίνακα 27** φαίνεται να κυμαίνονται μέσα στο προτεινόμενο εύρος τιμών για τον δείκτη (Y/P) που είναι 4-10 και υποδηλώνουν ότι πρόκειται για ισορροπημένα πρέμνα που βρίσκονται σε επιθυμητά επίπεδα ζωηρότητας, εκτός από τα αμπελοτεμάχια Y (με μέσο όρο 4,9 και με μια απόκλιση $\pm 1,6$) και Λ (με μέσο όρο 4,1 και μια απόκλιση $\pm 0,6$) που οι τιμές του μέσου όρου με τις αποκλίσεις φαίνεται να είναι κάτω από 4, υποδηλώνοντας πρέμνα με μεγάλη ζωηρότητα.

Πίνακας 27: Μέσος όρος του δείκτη Ravaz ανά πειραματικό αμπελώνα.

ΔΕΙΚΤΗΣ RAVAZ	
A	6,3 \pm 0,5 a
M	4,9 \pm 0,7 a
Y	4,9 \pm 1,6 a
Λ	4,1 \pm 0,6 a
T	6,8 \pm 1,0 a

Οι εκάστοτε τιμές που παίρνει ο δείκτης είναι ενδεικτικές και ισχύουν για μια συγκεκριμένη ποικιλία κάτω από συγκεκριμένες εδαφολογικές συνθήκες. Γενικά ισχύει ότι όσο πιο θερμό είναι το κλίμα μιας αμπελουργικής περιοχής τόσο παίρνει μεγαλύτερες βέλτιστες τιμές, ενώ όσο πιο ψυχρό είναι το κλίμα τόσο ο λόγος παίρνει χαμηλότερη βέλτιστη τιμή. Αρκετοί 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. Οι Bravdo et al. (1985), Kliewer & Dokoozlian (2005) θεωρούν ότι 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). Σύμφωνα με τους Bravdo et al. (1985), Kliewer & Dokoozlian (2005) οι τιμές των μέσων όρων του δείκτη που πάρθηκαν στην συγκεκριμένη μελέτη δείχνουν να είναι κάποιες κάτω από 5 ή στο όριο υποδηλώνοντας πρέμνα ίσως μη ισορροπημένα και ζωηρά με εξαίρεση τα πρέμνα των αμπελώνων Α και Τ όπου οι τιμές του δείκτη ήταν πάνω από 5. 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 στην Νέα Ζηλανδία είχε ως αποτέλεσμα πιο ισορροπημένο αμπελώνα και παραγωγή ποιοτικότερου οίνου σε αντίθεση με αμπελώνα που είχε σύστημα μόρφωσης γραμμικό κορδόνι, με το δείκτη Ravaz να παίρνει τιμές 6,8 και 2,5 αντίστοιχα.



Γράφημα 9: Οι μέσοι όροι των τιμών του δείκτη Ravaz για το κάθε αμπελοτεμάχιο.

Με την δημιουργία του παραπάνω διαγράμματος φαίνονται συγκριτικά οι τιμές του δείκτη που πάρθηκαν για τα πρέμνα των αμπελώνων στην συγκεκριμένη μελέτη που πραγματοποιήθηκε το 2016-2017. Με την βοήθεια του διαγράμματος φαίνεται μια μικρή διαφορά των μέσων όρων ανάμεσα στα αμπελοτεμάχια δείχνοντας οι τιμές του δείκτη των Α και Γ να είναι πιο ισορροπημένα πρέμνα σε σχέση με τα πρέμνα των υπόλοιπων αμπελώνων.

Τα αποτελέσματα των αναλύσεων γλεύκους και οίνου

Στον **Πίνακα 28** παρουσιάζονται οι μέσοι όροι των μετρήσεων των γλευκογραφικών χαρακτηριστικών κατά την τεχνολογική ωρίμανση. Οι βαθμοί Baume κυμάνθηκαν μεταξύ 14,2 και 12,7 βαθμούς. Η μεγαλύτερη τιμή αντιστοιχεί στο αμπελοτεμάχιο Α, το οποίο διαφέρει στατιστικά σημαντικά έναντι των Μ, Υ και Τ, αλλά δεν παρουσιάζει στατιστική διαφορά με το Λ. Το μικρότερο Baume παρουσίασε το Τ, χωρίς ωστόσο να διαφέρει στατιστικά από το Μ, Υ και Λ, αλλά διαφέρει στατιστικά σημαντικά με το Α.

Κατά την τεχνολογική ωρίμανση η περιεκτικότητα σε σάκχαρα κυμάνθηκε μεταξύ 254 και 222 g σακχάρων/L γλεύκους. Η μεγαλύτερη τιμή σύμφωνα με τον **Πίνακα 28** αντιστοιχεί στο αμπελοτεμάχιο Α το οποίο δεν διαφέρει στατιστικά από το Λ, αλλά παρουσίασε στατιστικά σημαντική διαφορά έναντι των υπολοίπων. Την μικρότερη συγκέντρωση σε σάκχαρα εμφάνισε το Τ το οποίο διαφέρει στατιστικά σημαντικά από το Α, αλλά δεν εμφάνισε στατιστική διαφορά έναντι των υπολοίπων.

Όσον αφορά την ενεργή οξύτητα pH κατά το στάδιο της τεχνολογικής ωρίμανσης έλαβε τιμές από 3,40 έως 3,21. Η μεγαλύτερη τιμή σύμφωνα με τον **Πίνακα 28** αντιστοιχεί στο Λ, το οποίο δεν διαφέρει στατιστικά με το Υ, αλλά παρουσίασε στατιστικά σημαντική διαφορά με τα υπόλοιπα. Το μικρότερο pH εμφάνισε το Μ το οποίο διαφέρει στατιστικά σημαντικά με το Λ, αλλά δεν διαφέρει έναντι των υπολοίπων.

Η ογκομετρούμενη ή ολική οξύτητα κατά την τεχνολογική ωρίμανση κυμάνθηκε από 8,4 έως 5,4 g τρυγικού οξέος/L γλεύκους. Την μεγαλύτερη τιμή εμφάνισε το Τ, το οποίο παρουσιάζει στατιστικά σημαντική διαφορά με το Α, όχι όμως με τα υπόλοιπα. Την μικρότερη τιμή εμφάνισε το Α, που διαφέρει στατιστικά σημαντικά με το Μ και Τ, αλλά δεν διαφέρει στατιστικά με το Υ και Λ.

Πίνακας 28: Μετρήσεις γλευκογραφικών χαρακτηριστικών κατά την τεχνολογική ωρίμανση.

Κωδικός Αμπελοτεμαχίου	°Baume	Σάκχαρα (g σακχάρων/L γλεύκους)	pH Γλεύκους	Ολική Οξύτητα (g τρυγικού οξέος/L γλεύκους)
A	14,2 ± 0,34 a	254 ± 7,22 a	3,25 ± 0,04 b	5,4 ± 0,85 b
M	12,8 ± 0,09 b	224 ± 2,03 b	3,21 ± 0,01 b	7,8 ± 0,27 a
Y	12,9 ± 0,50 b	226 ± 9,94 b	3,27 ± 0,04 ab	6,8 ± 0,00 ab
Λ	13,4 ± 0,09 ab	237 ± 2,08 ab	3,40 ± 0,01 a	6,9 ± 0,06 ab
T	12,7 ± 0,07 b	222 ± 1,20 b	3,23 ± 0,03 b	8,4 ± 0,07 a

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

Στον **Πίνακα 29** παρουσιάζονται οι μέσοι όροι των μετρήσεων των αναλύσεων των οίνων πριν την εμφιάλωση. Η περιεκτικότητα σε αλκοόλη κυμάνθηκε από 14,3 έως 12,4 %Vol. Η μεγαλύτερη τιμή αντιστοιχεί στο A το οποίο διαφέρει στατιστικά σημαντικά με το T, χωρίς ωστόσο να διαφέρει στατιστικά σημαντικά με τα υπόλοιπα. Την μικρότερη περιεκτικότητα σε αλκοόλη εμφάνισε το T το οποίο διαφέρει στατιστικά σημαντικά με το A, αλλά όχι με τα υπόλοιπα.

Η ενεργή οξύτητα pH σύμφωνα με τον **Πίνακα 29** έλαβε τιμές από 3,64 έως 3,48. Η μεγαλύτερη τιμή αντιστοιχεί στο Λ, το οποίο δεν διαφέρει στατιστικά σημαντικά έναντι των υπολοίπων. Την μικρότερη τιμή εμφάνισε το Y.

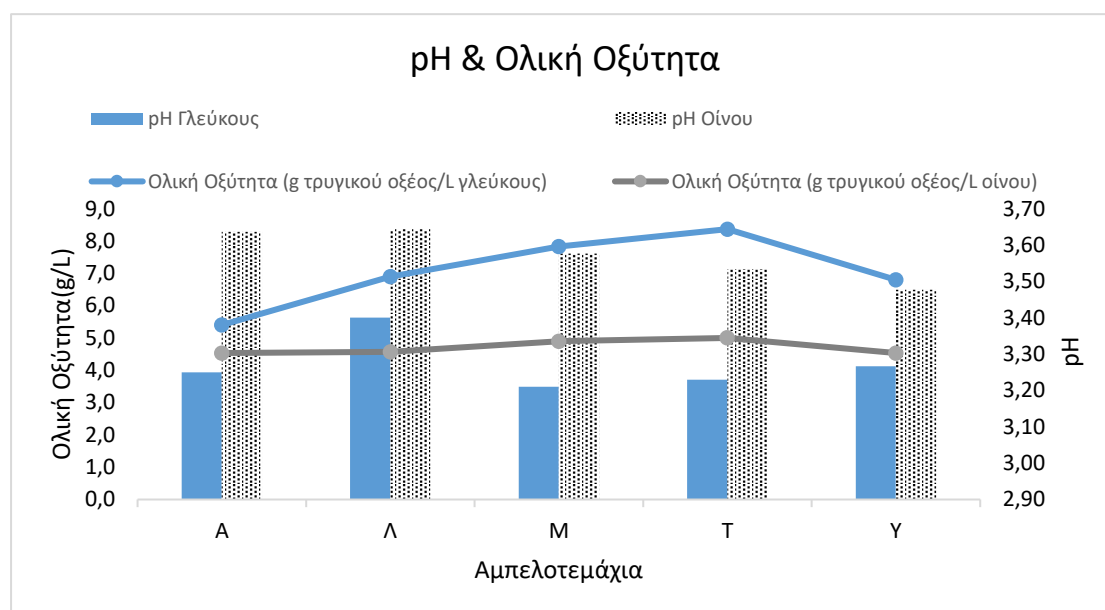
Όσον αφορά την ογκομετρούμενη ή ολική οξύτητα όπως παρουσιάζεται στον **Πίνακα 29** κυμάνθηκε από 5,0 έως 4,5 g τρυγικού οξέος/L οίνου. Την μεγαλύτερη οξύτητα παρουσίασε το T, χωρίς όμως να διαφέρει στατιστικά σημαντικά από τα υπόλοιπα. Η μικρότερη τιμή αντιστοιχεί στο A.

Πίνακας 29: Μετρήσεις των αναλύσεων των οίνων πριν την εμφιάλωση.

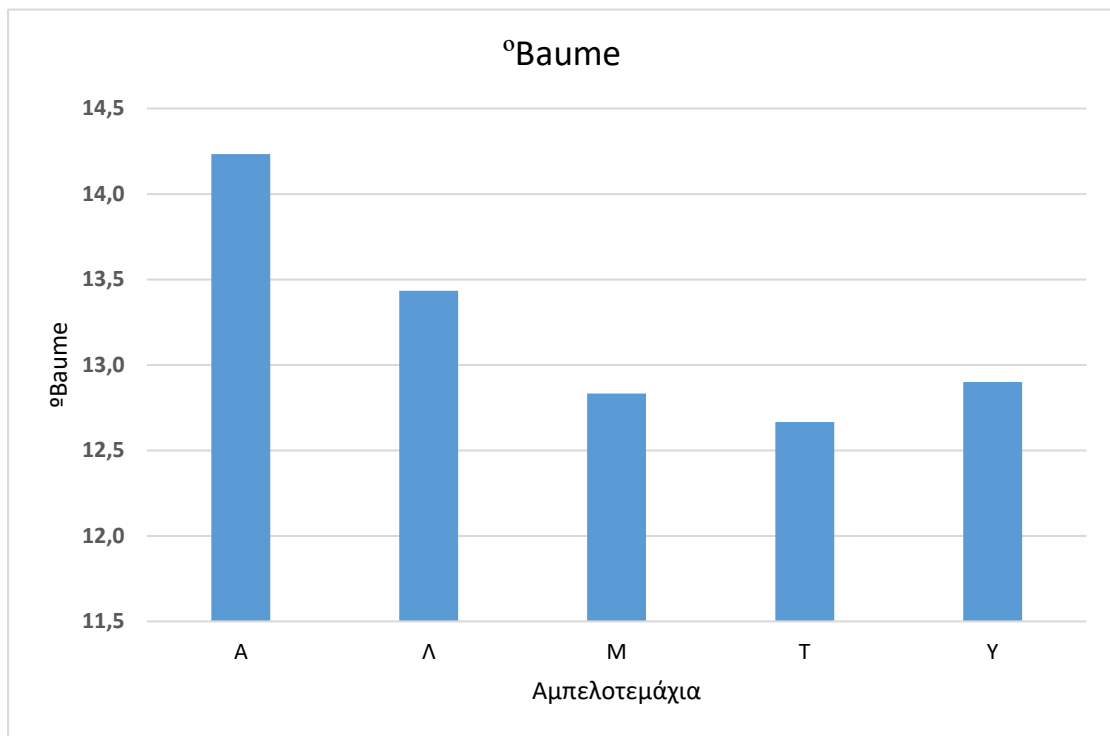
Κωδικός Αμπελοτεμαχίου	Αλκοόλη (% vol)	pH Οίνου	Ολική Οξύτητα (g τρυγικού οξέος/L Οίνου)
A	14,3 ± 0,21 a	3,64 ± 0,06 a	4,5 ± 0,03 a
M	12,9 ± 0,33 ab	3,58 ± 0,08 a	4,9 ± 0,20 a
Y	12,7 ± 0,78 b	3,48 ± 0,03 a	4,5 ± 0,15 a
Λ	13,6 ± 0,07 ab	3,64 ± 0,01 a	4,6 ± 0,23 a
T	12,4 ± 0,12 b	3,53 ± 0,04 a	5,0 ± 0,31 a

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

Στο **Γράφημα 10** αποτυπώνονται οι μέσοι όροι του pH και της Ολικής οξύτητας (g τρυγικού οξέος/L) για το κάθε γλεύκος και οίνο των δειγμάτων. Σύμφωνα με το γράφημα παρατηρείται η μείωση της ογκομετρούμενης ή ολικής οξύτητας και η αύξηση του pH στην εξέλιξη του γλεύκους σε οίνο. Επίσης παρατηρείται όπως αναφέρθηκε και στον σχολιασμό της στατιστικής ανάλυσης ότι τα αρχικά pH και η ολική οξύτητα του γλεύκους των δειγμάτων παρουσιάζουν κάποιες διαφορές μεταξύ τους, ενώ δεν παρατηρείται εμφανής διαφορές ανάμεσα στα δείγματα των οίνων.

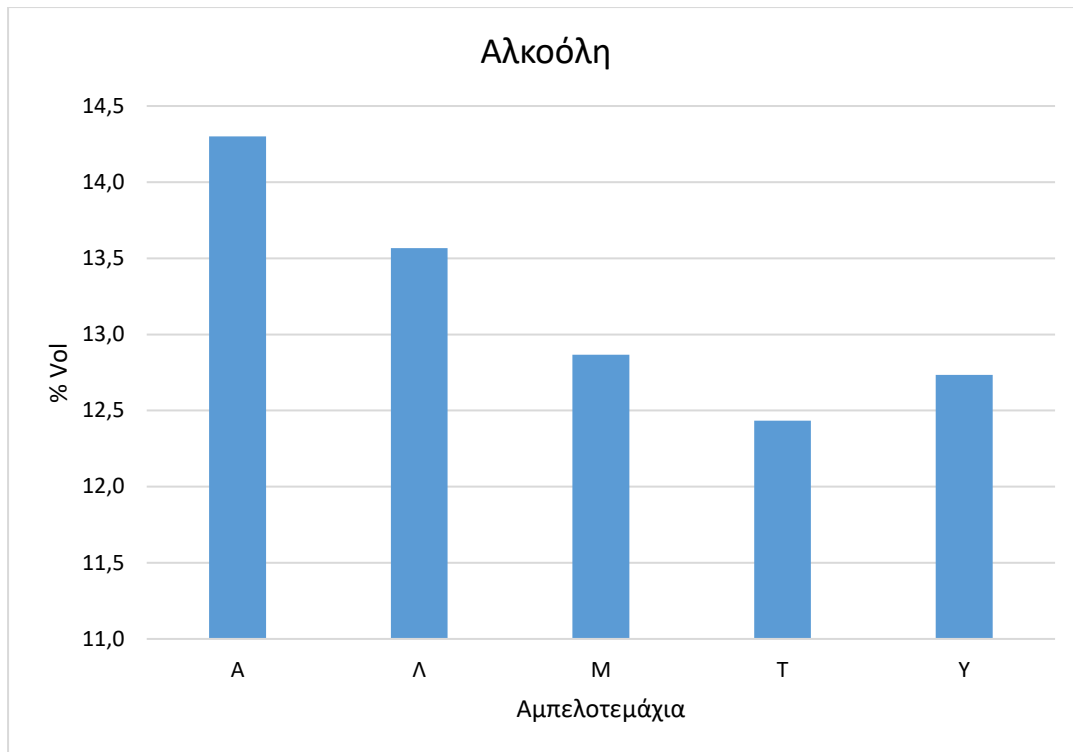


Γράφημα 10: Οι μέσοι όροι του pH και της Ολικής οξύτητας (g τρυγικού οξέος/L) των γλεύκων και των οίνων από το κάθε αμπελοτεμάχιο



Γράφημα 11: Οι μέσοι όροι των βαθμών Baume του γλεύκους των αμπελοτεμαχίων.

Στο **Γράφημα 11** αποτυπώνονται οι μέσοι όροι των βαθμών Baume του γλεύκους για το κάθε αμπελοτεμάχιο. Παρατηρείται ότι την μεγαλύτερη σακχαροπεριεκτικότητα παρουσιάζει το γλεύκος από το αμπελοτεμάχιο A, ενώ το γλεύκος από το αμπελοτεμάχιο T παρουσιάζει την μικρότερη σακχαροπεριεκτικότητα. Στο **Γράφημα 12** παρουσιάζονται οι μέσοι όροι της συγκέντρωσης της αλκοόλης %Vol των οίνων από το κάθε αμπελοτεμάχιο. Την μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε αλκοόλη παρουσίασε ο οίνος από το αμπελοτεμάχιο A και την μικρότερη περιεκτικότητα ο οίνος από το αμπελοτεμάχιο T.



Γράφημα 12: Ο μέσος όρος της αλκοόλης (%Vol) των οίνων από το κάθε αμπελοτεμάχιο.

Στον Πίνακα 30 παρουσιάζονται οι μέσοι όροι των μετρήσεων του Δείκτη Φαινολικών Ουσιών (ΔΦΟ) που πάρθηκαν πριν την εμφιάλωση των οίνων. Οι τιμές του ΔΦΟ κυμάνθηκαν από 73 έως 35. Το μεγαλύτερο ΔΦΟ παρουσίασε ο οίνος από το αμπελοτεμάχιο Y το οποίο διαφέρει στατιστικά σημαντικά έναντι των υπολοίπων οίνων. Αντίστοιχα την μικρότερη τιμή σε ΔΦΟ παρουσίασε ο οίνος A, το οποίο δεν διαφέρει στατιστικά σημαντικά από το M, αλλά διαφέρει στατιστικά σημαντικά με τους οίνους των υπόλοιπων αμπελοτεμαχίων.

Πίνακας 30: Μετρήσεις του ΔΦΟ στους οίνους.

Κωδικός Αμπελοτεμαχίου	ΔΦΟ
A	35 ± 1,73 d
M	42 ± 1,45 cd
Y	73 ± 3,06 a
Λ	54 ± 1,86 b
T	45 ± 0,33 c

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

Στο **Γράφημα 13** αποτυπώνονται οι μέσοι όροι του Δείκτη Φαινολικών ουσιών των οίνων από το κάθε αμπελοτεμάχιο. Όπως παρατηρείται και στο γράφημα την μεγαλύτερη τιμή ΔΦΟ παρουσίασε ο οίνος από το αμπελοτεμάχιο Υ και στην συνέχεια ο οίνος από το αμπελοτεμάχιο Λ, ακολουθούν οι οίνοι από τα αμπελοτεμάχια Μ, Τ και τέλος το Α παρουσιάζοντας την μικρότερη τιμή.



Γράφημα 13: Οι μέσοι όροι του Δείκτη Φαινολικών Ουσιών των οίνων από το κάθε αμπελοτεμάχιο.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η ποικιλία Αγιωργίτικο είναι μια γηγενής οινοποιήσιμη ποικιλία αμπέλου πολυδυναμική, εκλεκτή και με υψηλό καλλιεργητικό, οινοποιητικό και οικονομικό ενδιαφέρον. Στην παρούσα μεταπτυχιακή μελέτη έγινε προσπάθεια διερεύνησης της επίδρασης διαφορετικών εδαφοκλιματικών συνθηκών στο υδατικό δυναμικό, στα θρεπτικά συστατικά των φύλλων, στην πορεία ωρίμανσης της ποικιλίας Αγιωργίτικο και στην ποιότητα των παραγόμενων οίνων. Με βάση τα αποτελέσματα και τη συζήτηση προκύπτουν τα κάτωθι συμπεράσματα.

Η μελέτη που πραγματοποιήθηκε έδειξε μια στενή σχέση ανάμεσα στους μεσοκλιματικούς και εδαφικούς παράγοντες της αμπελουργικής περιοχής της Νεμέας και τις υδατικές σχέσεις και τις φυσιολογικές διεργασίες των πρέμνων.

Σύμφωνα με όλες τις αναφορές και τα μετεωρολογικά δεδομένα πρόκειται για μια αρκετά ξηροθερμική βλαστική περίοδο, εφόσον η μέση μηνιαία θερμοκρασία που καταγράφηκε για το έτος 2016 από τον Απρίλιο έως τον Σεπτέμβριο ήταν μεγαλύτερη και η συνολική βροχόπτωση ήταν μικρότερη σε σχέση με τα προηγούμενα έτη που αναφέρθηκαν (με εξαίρεση το έτος 2008) και τις σύνηθες της περιοχής κατά την περίοδο ανάπτυξης της αμπέλου (Koundouras S., *et al.*, 2006, 2013). Σύμφωνα με μια μελέτη των Van Leeuwen *et al.*, (2004) πάνω στην επίδραση των τριών παραγόντων έδαφος, κλίμα και ποικιλία στην αύξηση και ανάπτυξη των πρέμνων και την διαμόρφωση των ποιοτικών χαρακτήρων των σταφυλιών των ποικιλιών Cabernet Sauvignon, Cabernet Franc και Merlot προέκυψε ότι το κλίμα αποτελούσε τον βασικότερο παράγοντα (Σταυρακάκης, 2013).

Η επίδραση του κλίματος και του εδάφους στην ανάπτυξη της αμπέλου και την σύσταση των σταφυλιών και στην συνέχεια του γλεύκους, μπορεί σε σημαντικό βαθμό να αποδοθεί στην επίδραση τους στο υδατικό καθεστώς των πρέμνων. Η χρονιά παίζει πολύ μεγάλο ρόλο και επιδρά στο υδατικό καθεστώς μέσω της ποσότητας και κατανομής των βροχοπτώσεων, ενώ το έδαφος επιδρά μέσω της ικανότητας του να συγκρατεί μεγαλύτερα ή μικρότερα αποθέματα νερού που μπορεί να έχει στην διάθεση του ο αμπελώνας, κατά τα διαφορετικά στάδια ανάπτυξης του (van Leeuwen *et al.*, 2004). Αποδεδειγμένα τα καλύτερα ποιοτικά αποτελέσματα παρουσιάζονται εκεί που φυσικά ή τεχνητά (άρδευση, στράγγιση) εξασφαλίζονται τέτοιες συνθήκες υδατικής κατάστασης στα πρέμνα ενός αμπελώνα που χαρακτηρίζονται από μια μικρή έως μέτρια καταπόνηση από την καρπόδεση ως τον περκασμό και μια ελαφριά καταπόνηση

αμέσως μετά και μέχρι τον τρυγητό (καλή παραγωγή δευτερογενών μεταβολιτών-φαινολικά, τερπένια) (Gladstones, 1992 Hardie et al., 1995, Lakso and Pool, 2000, Van Leeuwen et al., 2002, Ojeda et al., 2002, Kennedy et al., 2002).

Υδατική καταπόνηση νωρίς την βλαστική περίοδο (από την έκπτυξη μέχρι την άνθηση) είναι κάτι απίθανο να συμβεί στις περισσότερες αμπελουργικές περιοχές (Van Leeuwen et al., 2002, Ojeda et al., 2002). Σύμφωνα με την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων κατά την περίοδο της πλήρους άνθησης τα πρέμνα δεν παρουσίασαν υδατική καταπόνηση.

Κατά την χρονική περίοδο της καρπόδεσης τα πρέμνα εμφάνισαν μια ήπια έως μέτρια υδατική καταπόνηση, όπως είναι επιθυμητό στην συγκεκριμένη φάση της βλαστικής περιόδου σύμφωνα με τον Wynboer (September, 201) με εξαίρεση τα πρέμνα του αμπελώνα Υ που παρουσίασαν μια μέτρια έως έντονη υδατική καταπόνηση, κάτι το οποίο δεν είναι επιθυμητό την δεδομένη χρονική στιγμή ανάπτυξης της αμπέλου. (Wynboer, September, 2011).

Η ιδιαίτερα ξηροθερμική βλαστική περίοδος αυτού του έτους φέρει συνήθως παρόμοια αποτελέσματα σε αμπελώνες μη αρδευσίμους, έχοντας μεγάλη κλίση (αμπελώνας Υ κλίση >20%) και με έδαφος που χαρακτηρίζεται Αμμώδες-Αργιλοπηλώδες (μέσης σύστασης εδάφη) όπως του αμπελώνα Υ, όπου το εύκολα διαθέσιμο τμήμα του νερού είναι πιο περιορισμένο (Koundouras et al., 2002). Σε μια έρευνα που πραγματοποιήθηκε στο Αγιοργίτικο που καλλιεργείται σε μέσης σύστασης εδάφη της Νεμέας έδειξαν ότι η ποικιλία δίνει καλύτερα αποτελέσματα σε μη αρδευόμενες συνθήκες πριν τον περκασμό (Koundouras et al., 2013). Από την καρπόδεση μέχρι τον περκασμό μπορεί να υπάρξει έντονη υδατική καταπόνηση σε αμπελώνες που καλλιεργούνται σε εδάφη αβαθή με μεγάλο ποσοστό άμμου και μικρή δυνατότητα συγκράτησης εδαφικού ύδατος. Σε περιοχές με χαμηλά επίπεδα βροχοπτώσεων ή τις άνυδρες χρονιές, είναι δυνατό να εμφανιστεί έντονη υδατική καταπόνηση ακόμα και σε αμπελώνες που καλλιεργούνται σε βαθιά μέσης σύστασης εδάφη. Ακριβώς αυτήν την περίοδο είναι που η βλαστητική ανάπτυξη είναι πιο ευαίσθητη στην υδατική καταπόνηση (McCarthy, 1997).

Κατά τον περκασμό τα πρέμνα των αμπελώνων Α και Γ παρουσίασαν μια ήπια υδατική καταπόνηση την συγκεκριμένη περίοδο και τα αμπελοτεμάχια Μ και Υ παρουσιάζουν μια μέτρια υδατική καταπόνηση. Ενώ αντίθετα το Λ στην συγκεκριμένη χρονική περίοδο εμφάνισε μια μέτρια έως έντονη υδατική καταπόνηση (Van Leeuwen et al., 2009). Μετά το στάδιο της καρπόδεσης και μέχρι το στάδιο του περκασμού

(φάση πράσινης ράγας), το υδατικό δυναμικό επιδρά σε έντονο βαθμό στο μέγεθος της ράγας (τυχόν εφαρμογή υδατικής καταπόνησης μπορεί να οδηγήσει σε μη αντιστρεπτή μείωση του βάρους της ράγας και της παραγωγής). Στις ερυθρές ποικιλίες που είναι επιθυμητή μια υδατική καταπόνηση μπορεί σε αυτό το στάδιο να γίνει εφαρμογή μιας περιορισμένης διαθεσιμότητας νερού έως $\Psi_s = -14 \text{ bar}$ (Van Leeuwen et al., 2009), ανάλογα με τον επιθυμητό τύπο οίνου. Μια ελεγχόμενη εφαρμογή περιορισμένης υδατικής διαθεσιμότητας στο στάδιο αυτό, εκτός από τη συγκράτηση του μεγέθους της ράγας (ευνοϊκή σχέση φλοιού/γλεύκους), αναστέλλει σε κάποιο βαθμό την αύξηση των βλαστών (ταχύτερα σε σχέση με την αναστολή της φωτοσύνθεσης με αποτέλεσμα την προνομακική κατανομή των προϊόντων της φωτοσύνθεσης στα σταφύλια) και επίσης έχει σαν αποτέλεσμα την βελτίωση του μικροκλίματος στο υπέργειο τμήμα του πρέμνου καθώς αυξάνεται η ενεργή φυλλική επιφάνεια, δημιουργείται καλύτερος φωτισμός και αερισμός των σταφυλιών και αποφεύγεται η εμφάνιση ασθενειών (Van Leeuwen et al., 2009).

Μετά τον περκασμό ο αμπελώνας Μ παρουσίασε καθόλου έως ήπια υδατική καταπόνηση και ο αμπελώνας Τ έδειξε μια ήπια υδατική καταπόνηση. Αντίθετα τα πρέμνα του αμπελώνα Α εμφάνισαν μια ήπια έως μέτρια υδατική καταπόνηση, του Λ μια μέτρια υδατική καταπόνηση και του Υ εμφάνισαν μια μέτρια έως υψηλή υδατική καταπόνηση (Greenspan, 2005 και Williams, 2001). Μετά τον περκασμό έως την τεχνολογική ωρίμανση, το υδατικό δυναμικό καθορίζει σε σημαντικό βαθμό τα χαρακτηριστικά του τελικού προϊόντος. Αν και το πρέμνο μπορεί να αντέξει μια μειωμένη υγρασία στο έδαφος, για την αύξηση της παραγωγής σακχάρων και δευτερογενών μεταβολιτών (χρωστικές και αρωματικές ενώσεις) απαιτείται η εξασφάλιση επαρκούς υδατικής διαθεσιμότητας. Έτσι, μία ήπια έως μέτρια υδατική καταπόνηση Ψ_{stem} μεταξύ -9 έως -13 bar (Van Leeuwen et al., 2009), έχει σαν αποτέλεσμα μια ευνοϊκή αναλογία σακχάρων/οξέων στο γλεύκος, αύξηση των φαινολικών ενώσεων στους φλοιούς και επίσης στην καλύτερη ωρίμανση των τανινών που βρίσκονται στα γίγαρτα των ραγών (κατάλληλη για ερυθρούς οίνους παλαίωσης) (Koundouras et al., 2013). Αντίθετα, στην περίπτωση ενός συνεχούς αυξανόμενου υδατικού στρες $\Psi_s > -14$ (Van Leeuwen et al., 2009), όπως συμβαίνει στην περίπτωση ξηρικών αμπελώνων σε θερμά κλίματα, μπορεί να οδηγήσει σε οίνους με πολύ υψηλή περιεκτικότητα σε αλκοόλη, χαμηλά επίπεδα οξύτητας και στυπτικές τανίνες, που δεν παλαιώνουν καλά. Ένα πιο ευνοϊκό υδατικό καθεστώς όπως Ψ_s μεταξύ -5 και -8 bar είναι επιθυμητό για τις λευκές ποικιλίες και ερυθρές προορισμένες για οίνους άμεσης

κατανάλωσης για να διατηρηθεί το πρωτογενές άρωμα. Η απουσία υδατικής καταπόνησης $\Psi_s < -5$ bar θεωρείται μη επιθυμητή γιατί μπορεί να οδηγήσει σε φυτικά, (χορτώδη) αρώματα και ανεπαρκή ωρίμανση, τόσο του γλεύκους όσο και των φλοιών και γιγάρτων, ενώ αυξάνεται και ο κίνδυνος μυκητολογικών προσβολών στα σταφύλια.

Σύμφωνα με τον Wynboer (September, 2011), και Van Leeuwen et al., (2009) κατά την τεχνολογική ωρίμανση, τα αμπελοτεμάχια A, M και T δεν εμφανίζουν υδατική καταπόνηση, ενώ αντίθετα οι αμπελώνες Y και Λ εμφανίζουν μια ήπια έως μέτρια υδατική καταπόνηση. Οι τιμές των A, M και T δείχνουν απουσία υδατικής καταπόνησης κάτι το οποίο είναι ανεπιθύμητο κατά την περίοδο της ωρίμανσής, μια ήπια έως σημαντική υδατική καταπόνηση σύμφωνα με τα παραπάνω και τις πηγές που σχολιάστηκαν φαίνεται να είναι ιδανική για μια καλή φαινολική ωρίμανση και ποιότητα των ραγών. Η απουσία υδατικής καταπόνησης φαίνεται να μην δίνει τα επιθυμητά αποτελέσματα στην συγκεκριμένη φάση της βλαστικής περιόδου. Το παραπάνω συμπέρασμα αποδεικνύεται και από την μέτρηση του Δείκτη Φαινολικών Ουσιών στους παραγόμενους οίνους. Οι οίνοι που προήλθαν από τα αμπελοτεμάχια A, M και T παρουσίασαν χαμηλότερο ΔΦΟ, ενώ αντίθετα οι αμπελώνες Y και Λ που εμφάνισαν ήπια έως μέτρια υδατική καταπόνηση είχαν υψηλότερο ΔΦΟ. Το μεγαλύτερο ΔΦΟ των αμπελώνων Y και Λ θα μπορούσε να αποδοθεί και στην κλίση του εδάφους, η κλίση του εδάφους πιθανώς να ευνόησε δημιουργώντας καλύτερο κλίμα για τα πρέμνα. Κατά την περίοδο της ωρίμανσης δηλαδή μετά τον περκασμό έως τον τρύγο (τεχνολογική ωρίμανση), το υδατικό δυναμικό καθορίζει σε σημαντικό βαθμό τα χαρακτηριστικά του τελικού προϊόντος.

Η απουσία υδατικής καταπόνησης, ιδιαίτερα για τις οινοποιήσιμες ποικιλίες αμπέλου, δεν είναι επιθυμητή διότι προκαλεί αραίωση των διαλυτών συστατικών της ράγας και υποβάθμιση στην συνέχεια της ποιότητας των παραγόμενων οίνων (Koundouras et al., 2002). Από τα αποτελέσματα της μελέτης αλλά και από άλλες παλαιότερες και σύγχρονες έρευνες φαίνεται ότι αυτό που παίζει τον καθοριστικό ρόλο στην ποιότητα των παραγόμενων σταφυλιών και κατ' επέκταση των παραγόμενων οίνων δεν είναι αυτή καθ' αυτή η άρδευση η όχι των πρέμνων αλλά η υδατική κατάσταση τους στα διαφορετικά στάδια της βλαστικής περιόδου (Gladstones, 1992 Hardie et al., 1995, Lakso and Pool, 2000, Van Leeuwen et al., 2002, Ojeda et al., 2002, Kennedy et al., 2002, Koundouras S., et al., 2009, Koundouras S., et al., 2013).

Τα αμπελοτεμάχια Λ, Y, M και T κατατάσσονται στα μέσης σύστασης ή ηπλώδη εδάφη, ενώ το αμπελοτεμάχιο A κατατάσσεται στο αργιλώδη βαριάς σύστασης

εδάφη. Τα αργιλικά εδάφη χαρακτηρίζονται από αυξημένο πορώδες συγκρατώντας μεγαλύτερο ποσοστό υγρασίας η οποία απελευθερώνεται στο ριζικό σύστημα αργά και προοδευτικά. Ο αμπελώνας Α από τα αποτελέσματα του υδατικού δυναμικού δεν παρουσίασε υδατική καταπόνηση κάτι το οποίο αποδίδεται ίσως στη σύσταση του εδάφους. Ενώ αντίθετα τα πρέμνα των υπολοίπων αμπελώνων που είναι μέσης σύστασης, παρουσίασαν σε κάποιες χρονικές περιόδους υδατική καταπόνηση, δεδομένου των ξηροθερμικών συνθηκών για την βλαστική περίοδο του έτους 2016. Τα εδάφη των πειραματικών αμπελώνων γενικά χαρακτηρίζονται έως αλκαλικά το οποίο θεωρείται ιδανικό για την αμπελοκαλλιέργεια (Hofmann et al., 2003, Ρούμπος, 1996). Από τις εδαφολογικές αναλύσεις που πραγματοποιήθηκαν δεν μπορούν να εξαχθούν ακριβές συμπεράσματα καθότι δεν ολοκληρώθηκαν όλες οι αναλύσεις.

Σύμφωνα με όλα τα αποτελέσματα της φυλλοδιαγνωστικής που πάρθηκαν κατά την περίοδο της άνθησης αλλά και της τεχνολογικής ωρίμανσης για το έτος 2016 τα πρέμνα όλων των πειραματικών αμπελώνων δείχνουν έλλειψη σε ένα πολύ βασικό μακροστοιχείο, το άζωτο. Όπως προαναφέρθηκε και στο θεωρητικό μέρος η περίσσεια ή η έλλειψη αζώτου συνδέεται με την ποιότητα και τα συστατικά του οίνου (Gladstones, 1992, Keller & Hrazdina, 1998, Keller et al., 1999, Chadha & Shikhamany, 1999, Duchêne et al., 2001, Brunetto et al., 2007, Tesic et al., 2007, Brunetto et al., 2009). Η έλλειψη αζώτου προκαλεί διάφορα προβλήματα τόσο στην φυσιολογική ανάπτυξη του πρέμνου, όσο και στην ποιότητα του οίνου.

Εκτός από το αμπελοτεμάχιο Υ που παρουσίασε έλλειψη σε φώσφορο την περίοδο μόνο της άνθησης, σε γενικές γραμμές τα αποτελέσματα της φυλλοδιαγνωστικής σε όλα τα δείγματα έδειξαν υψηλά επίπεδα στο μακροστοιχείο αυτό παρουσιάζοντας κίνδυνο τοξικότητας. Σύμφωνα με την βιβλιογραφία σπάνια παρουσιάζεται έλλειψη σε φώσφορο στο πρέμνο. Γενικά υψηλά επίπεδα φωσφόρου στο έδαφος μπορεί να οδηγήσουν όμως σε τροφοπενίες ψευδαργύρου, χαλκού, μαγνησίου και μαγγανίου. Υψηλή περιεκτικότητα φωσφόρου στο έδαφος μπορεί να μειώσει τη διαθεσιμότητα του ψευδάργυρου, λόγω του σχηματισμού φωσφορικού Zn. Επιπλέον, ο φώσφορος μπορεί να αποδώσει κάποια χαρακτηριστικά στους οίνους που παράγονται σε μια δεδομένη περιοχή. Όπως για παράδειγμα, οι Zalameña et al., (2013ab) παρατήρησαν ότι στα πρέμνα που αύξησαν τη συγκέντρωση φωσφόρου στα φύλλα, αυξήθηκε στην συνέχεια η συγκέντρωση των ανθοκυανινών στον οίνο. Αντίθετα, η συγκέντρωση του φωσφόρου που θεωρείται κατάλληλη για την

οινοποίηση προάγει τη ζύμωση του γλεύκους, όπως επίσης και την οργανοληπτική ποιότητα του οίνου όσον αφορά το άρωμα και τη γεύση (Pommer, 2003).

Όσον αφορά το κάλιο κάποια αμπελοτεμάχια παρουσίασαν την βέλτιστη συγκέντρωση και στις δύο περιόδους που πραγματοποιήθηκε η μέτρηση και άλλα παρουσίασαν περίσσεια συγκέντρωση στο μακροστοιχείο αυτό. Ο γενικός κανόνας που ισχύει για το κάλιο είναι: σωστή ποσότητα καλίου στο έδαφος ή ακόμη καλύτερα στο αμπέλι είναι απαραίτητη για σωστή παραγωγή τόσο ως προς την ποσότητα όσο και ως προς την ποιότητα και ιδιαίτερα σε ξηροθερμικά κλίματα. Περίσσεια συγκέντρωση καλίου, κυρίως κατά την περίοδο ωρίμανσης των σταφυλιών, μπορεί να προκαλέσει αύξηση του pH στο γλεύκος και κατά συνέπεια στον οίνο (λόγω της δέσμευσης των οργανικών οξέων από το κάλιο για παραγωγή τρυγικού καλίου) και συνεπώς είναι επίπεδοι γευστικά, με χαμηλή οξύτητα και ευπαθείς σε οξειδωτικές και μικροβιακές αλλοιώσεις. Η αυξημένη συγκέντρωση του καλίου συνοδεύεται από μείωση των συγκεντρώσεων των κατιόντων Na και Ca, με τα οποία το κάλιο δρα ανταγωνιστικά (Barker & Pilbeam, 2007), κάτι το οποίο παρατηρήθηκε από τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης.

Οι δείκτες ισορροπίας δίνουν πληροφορίες σημαντικές όσον αφορά την διαχείριση της βλάστησης δηλαδή, τι αμπελοκομικές επεμβάσεις θα πρέπει να πραγματοποιηθούν για την επίτευξη ενός ισορροπημένου πρέμνου. Η εφαρμογή και η επίτευξη της ισορροπίας στο αμπέλι είναι πολύπλοκη διότι η μεταβλητότητα των καιρικών συνθηκών είναι μεγάλη μεταξύ δυο καλλιεργητικών περιόδων σε κάποιες περιοχές. Ακόμη, το αμπέλι είναι ένα πολυετές φυτό και συνεπώς οποιαδήποτε επίδραση θετική ή αρνητική η οποία οφείλεται στη διαχείριση μιας χρονιάς θα έχει επίδραση στις επόμενες χρονιές. Ένα ακόμα συμπέρασμα είναι ότι η χρήση ενός και μόνο δείκτη δεν μας δίνει ακριβής πληροφορίες για τις συνθήκες υπό τις οποίες διαμορφώνονται οι μεταβολές στην ισορροπία και συνεπώς δεν δείχνει τους ποικίλους τρόπους με τους οποίους μπορεί κανείς να επέμβει. Ο δείκτης Ravaz για παράδειγμα αν και είναι ένας χρήσιμος δείκτης όταν η τιμή του είναι πολύ χαμηλή ή πολύ υψηλή μπορεί κανείς να επέμβει και να πραγματοποιήσει διορθώσεις μόνο στην περίοδο του χειμερινού κλαδέματος καρποφορίας ή κατά την επόμενη καλλιεργητική περίοδο. Άρα συμπερασματικά αν είχαν εφαρμοστεί περισσότεροι δείκτες στην παρούσα μελέτη καθ' όλη την διάρκεια του ενός παραγωγικού έτους τόσο καλύτερη θα ήταν η συνολική εικόνα για τους αμπελώνες που επιλέχθηκαν.

Τα παραπάνω συμπεράσματα θα ήταν πιο ολοκληρωμένα αν εφαρμοζόταν οργανοληπτική εξέταση από έμπειρους γευσιγνώστες, ώστε να υπήρχε μια καλύτερη αξιολόγηση της ποιότητας των παραγόμενων οίνων σύμφωνα με τα αποτελέσματα των μετρήσεων και των αναλύσεων. . Επίσης η εφαρμογή της μεθόδου της Αμπελουργίας Ακριβείας θα βοηθούσε στην καλύτερη διεξαγωγή συμπερασμάτων δεδομένου των διαφορετικών τοποθεσιών αλλά και την χωρική παραλλακτικότητα που παρατηρήθηκε στον κάθε αμπελώνα.

Τα αποτελέσματα και τα συμπεράσματα της παρούσας μελέτης αφορούν μια μόνο καλλιεργητική περίοδο σε συγκεκριμένα αμπελοτεμάχια με δεδομένες εδαφοκλιματικές συνθήκες και διαφορετικές καλλιεργητικές τεχνικές. Γεγονός που καθιστά αναγκαία την επανάληψη μιας παρόμοιας μελέτης για την ποικιλία Αγιωργίτικο σε διαφορετικές καλλιεργητικές περιόδους και πιθανότατα σε διαφορετικά αμπελοτεμάχια με ίδιες καλλιεργητικές συνθήκες, για την διεξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων, με βάση και την επίδραση περισσότερων εδαφοκλιματικών παραγόντων.

BIBLIOGRAFIA

- **Barham E., (2003):** *Translating terroir: the global challenge of French AOC labeling.* Journal of Rural Studies 19:127-138.
- **Basile B., Marsal J., Mata M., Vallverdu X., Bellvert J., Girona J., (2011):** *Phenological sensitivity of Cabernet Sauvignon to water stress: vine physiology and berry composition.* American Journal of Enology and Viticulture, 62, 452-461.
- **Bell S., Henschke P.A., (2005):** *Implications of nitrogen nutrition for grapes, fermentation and wine.* Australian Journal of Grape and Wine Research, Glen Osmond, v.11, p.242-295, 2005.
- **Bisson L.F., (1991):** *Influence of nitrogen on yeast and fermentation of grapes.* In: International Symposium on Nitrogen in Grapes and Wine, 1991 Washington. Proceeding Washington: The American Society for Enology and Viticulture, 1991. p.78-89.
- **Brunetto G., Ceretta C.A., Kaminski J., Melo G.W.B., Lourenzi C.R., Furlanetto V., Moraes A., (2007):** *Aplicação de nitrogênio em videiras na Campanha Gaúcha: Produtividade e características químicas do mosto da uva.* Ciência Rural, Santa Maria, v.37, p.389-393, 2007.
- **Brunetto G., Ceretta C.A., Kaminski J., Melo G.W.B., Giroto, E., Trentin E.E., Lourenzi C.R., Vieira R.C.B., Gatiboni L.C., (2009):** *Produção e composição química da uva em videiras submetidas à adubação nitrogenada na Serra Gaúcha do Rio Grande do Sul.* Ciência Rural, Santa Maria, v.39, p.2035-2041, 2009.
- **Brunetto G., Miotto A., Ceretta, C.A., Schmitt D.E., Heinzen J., Moraes M.P., Canton L., Tiecher T.L., Comin J.J., Giroto E., (2014):** *Mobility of copper and zinc fractions in fungicide-amended vineyard sandy soils.* Archives of Agronomy and Soil Science, Berlin, v.60, p.609-624, 2014b.
- **Bucchetti B., Matthews M.A., Falginella L., Peterlunger E., Castellarin S. D., (2011):** *Effect of water deficit on Merlot grape tannins and anthocyanins across four seasons.* Scientia Horticulturae 128, 297–305.
- **Cantarelli C., (1975):** *On the activation of alcoholic fermentation in wine making.* American Journal of Enology and Viticulture, Davis, v.8, p.167-175,1957.
- **Casali C.A., Mortele D.F., Rheinheimer D.S., Brunetto G., Corsini A.L.M., Kaminski J., (2008):** *Formas e desorção de cobre em solos cultivados com videira*

na Serra Gaúcha do Rio Grande do Sul. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, MG, v.32, p.1479-1487, 2008.

- **Casassa L.F., Keller M. and Harbertson J.F., (2015):** *Regulated deficit irrigation alters anthocyanins, tannins and sensory properties of Cabernet Sauvignon grapes and wines.* Molecules 20:7820-7844.
- **Castellarin S.D., Matthews M.A., Di Gaspero G., Gambetta G.A., (2007a):** *Water deficits accelerate ripening and induce changes in gene expression regulating flavonoid biosynthesis in grape berries.* Planta 227, 101-112.
- **Castellarin S.D., Pfeiffer A., Sivillotti P., Degan M., Peterlunger E., Di Gaspero G., (2007b):** *Transcriptional regulation of anthocyanin biosynthesis in ripening fruits of grapevine under seasonal water deficit.* Plant, Cell and Environment 30, 1381-1399.
- **Chadha K.L., Shikhamany S.D., (1999):** *The grape improvement, production and post-harvest management.* New Delhi: Malhotra Publishing House, 1999. 579p.
- **Chacon J.L., Garcia E., Martínez J., Romero R., Gomez S., (2009):** *Impact of the vine water status on the berry and seed phenolic composition of “Merlot” (Vitis vinifera L.) cultivated in a warm climate: Consequence for the style of wine.* Vitis, 49.
- **Chaves M.M., Zarrouk O., Francisco R., Costa J.M., Santos T., Regalado A.P., Rodrigues M.L., Lopes C.M., (2010):** *Grapevine under deficit irrigation – hints from physiological and molecular data.* Annals of botany 105: 661-676
- **Chone X., Van Leeuwen C., Dubourdieu D., Gaudillere J.P., (2001):** *Stem water potential is a sensitive indicator of grapevine water status.* Ann. Bot. 87:477–483.
- **Coombe B.G., & Maccarthy M.G., (2000):** *Dynamics of grape berry growth and physiology of ripening.* Aust. J. Grape Wine Research. 6: 131-135.
- **Duchêne E., Schneider C., Gaudillère J.P., (2001):** *Effects of nitrogen nutrition timing on fruit set of grapevine cv. Grenache.* Vitis, Siebeldingen, v.40, p.45-46, 2001.
- **Düring H., (1993):** *Gas exchange of grapevine leaves as affected by soil factors,* p. 295-298. In Proceedings Forth International Symposium of Grapevine Physiology, Torino 1992.
- **Dundon C.G. & Smart R.E., (1984):** *Effects of Water Relations on the Potassium Status of Shiraz Vines.* Am. J. Enol. Vitic. 35: 40-45.
- **ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε, (1997):** Μελέτη της αμπελουργικής ζώνης της Νεμέας. Πρόγραμμα: ΕΠΕΤ Ι, Μέτρο 1.5, τίτλος έργου: Βελτίωση της ποιότητας οινικών προϊόντων της κατηγορίας V.Q.P.R.D., Αθήνα.
- **Esteban M.A., Villanueva M.J. & Lissarrague J.R., (1999):** *Effect of irrigation on changes in berry composition of Tempranillo during maturation. Sugars, organic acids and mineral elements.* Am. J. Enol. Vitic. 50 :418-433.

- **Esteban M.A., Villanueva M.J. & Lissarrague J.R., (2001):** *Effect of irrigation on changes in the anthocyanin composition of the skin of cv Tempranillo (Vitis vinifera L.) grape berries during ripening.* Journal of the Science of Food and Agriculture 81: 409-420.
- **Esteban M.A., Villanueva M.J. & Lissarrague J.R., (1999):** *Effect of irrigation on changes in berry composition of Tempranillo during maturation. Sugars, organic acids and mineral elements.* Am. J. Enol. Vitic. 50: 418-434.
- **Fregoni M., (2002):** *The origin and the discovery of "terroir".* Proceedings of the fourth international symposium for vitivinicultural zoning, 37-39. Avignon (France).
- **Ginestar G., Eastham J., Gray S. and Iland P., (1998):** *Use of sap-flow sensors to schedule vineyard irrigation. I. Effects of post-veraison water deficits on water relations, vine growth and yield of Shiraz grapevines.* Am. J. Enol. Vitic. 49: 413-420.
- **Ginestar G., Eastham J., Gray S. and Iland P., (1998):** *Use of sap-flow sensors to schedule vineyard irrigation. II. Effects of post-veraison water deficits on composition of Shiraz grapes.* Am. J. Enol. Vitic. 49: 421-427.
- **Girona J., Marsal J., Mata M., Del Campo J., Basile B., (2009):** *Phenological sensitivity of berry growth and quality of "Tempranillo" grapevines (Vitis vinifera L.) to water stress.* Australian Journal of Grape and Wine Research, 15, 268-277.
- **Girona J., Mata M., Del Campo J., Arbones A., Bartra E., Marsal J., (2006):** *The use of midday leaf water potential for scheduling deficit irrigation in vineyards.* Irrigation Science 24: 115-127.
- **Giroto E., Ceretta C.A., Brunetto G., Miotto A., Tiecher T.L., De Conti L., Lourenzi C.R., Lorensini F., Gubiani P.I., Silva L.S., Nicoloso F.T., (2014):** *Copper availability assessment of Cu-contaminated vineyard soils using black oat cultivation and chemical extractants.* Environmental Monitoring and Assessment, Dordrecht, v.1, p.1-2, 2014.
- **Gladstones J. S., (1992):** *Viticulture and Environment.* Winetitles. South Australia. 310 pp.
- **Gomez-Del-Campo M., Ruiz C., Lissarrague J.R., (2002):** *Effect of water stress on leaf area development, photosynthesis, and productivity in Chardonnay and Airen grapevines.* Am. J. Enol. Vitic. 53: 138-143.
- **Govern M.C., Glusker P. E., Exner D. L., Voigt L. J. & M. M., (1996):** *Neolithic resinated wine.* Nature 381:480-481.
- **Greenspan M., (2005):** *Integrated irrigation of California winegrapes –Part 1.* Practical Winery & Vineyard. (March-April /05).

- **Greenspan M., (2005):** *Integrated irrigation of California winegrapes –Part 2.* Practical Winery & Vineyard. (May-June /05).
- **Hall G., Bondada B.R., Keller M., (2011):** *Loss of rachis cell viability is associated with ripening disorders in grapes.* Journal of Experimental Botany, Lancaster, v.62, p.1145-1153, 2011.
- **Hofäcker W., (1977):** *Untersuchungen zur Stoffproduktion der Rebe unter dem Einfluss wechselnder Bodenwasserversorgung.* Vitis 16: 162.
- **Hofmann, Kopfer, Werner, (2003).** *Αμπελουργία. Βιολογική καλλιέργεια.* Εκδόσεις Ψύχαλου, Αθήνα.
- **Cifre J., Bota J., Escalona J.M., Medrano H., Flexas J., (2005):** *Physiological tools for irrigation scheduling in grapevine (Vitis vinifera L.) An open gate to improve water-use efficiency.* Agriculture, Ecosystems and Environment 106 (2005) 159–170
- **Jackson D.I., and Cherry N.J., (1987):** *Prediction of a district's grape-ripening capacity using a latitude-temperature index (LTI).* Am. J. Enol. Vitic., Vol. 39, pp. 19-28.
- **Jones G.V. and Hellman E.W., (2003):** *Site assessment in Hellman Oregon* Viticulture, Corvallis, Oregon: Oregon State University Press.
- **Kallithraka S., Kim D., Tsakiris A., Paraskevopoulos I. and Soleas G., (2011):** *Sensory assessment and chemical measurement of astringency of Greek wines: correlations with analytical polyphenolic composition.* Food Chemistry, 2011: 126, 1953-1958.
- **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, Davis, v.49, p.341- 349, 1998.
- **Keller M., Pool R.M., Henick-Kling T., (1999):** *Excessive nitrogen supply and shoot trimming can impair colour development in Pinot Noir grapes and wine.* Australian Journal of Grape and Wine Research, Glen Osmond, v.5, p.45-55, 1999.
- **Kennedy J., Matthews M. And Waterhouse A., (2002):** *Effect of maturity and vine water status on grape skin and wine flavonoids.* Am. J. Enol. Vitic. 53: 268-274.
- **Kennedy J., Matthews M. And Waterhouse A., (2000):** *Changes in grape seed polyphenols during fruit ripening.* Phytochemistry. 55: 77-85.
- **Kliwer M.W., Freeman B.M. and Hossom C., (1983):** *Effect of irrigation, crop level and potassium Fertilization on Garignane vines. I. degree of water stress and effect on growth and yield.* Am. J. Enol. Vitic. 34: 186-197.

- **Kodur S., (2011):** *Effects of juice pH and potassium on juice and wine quality, and regulation of potassium in grapevines through rootstocks (Vitis): a short review.* *Vitis*, Siebeldingen, v.50, p.1-6, 2011.
- **Kodur S., Tisdall J.M., Tang C., Walker R.R., (2011):** *Uptake, transport, accumulation and retranslocation of potassium in grape vine rootstocks (Vitis).* *Vitis*. 50: 4, 145-149.
- **Koundouras S., Kanakis I., Drossou E., Kallithraka S., Kotseridis Y., (2013):** *Effects of postveraison water regime on the phenolic composition of grapes and wines of cv. Agiorgitiko (Vitis vinifera L.).* *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*, 47, 115-128.
- **Koundouras S., Hatzidimitriou E., Karamolegkou M., Dimopoulou E., Kallithraka S., Tsialtas J.T., Zioziou E., Nikolaou N., Kotseridis Y., (2009):** *Irrigation and rootstock effects on the phenolic concentration and aroma potential of Vitis vinifera L. cv. Cabernet Sauvignon grapes.* *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57, 7805-7813.
- **Koundouras S., Marinos V., Gkoulioti A., Kotseridis Y. and Van Leeuwen C., (2006):** *Influence of Vineyard Location and Vine Water Status on Fruit Maturation of Nonirrigated Cv. Agiorgitiko (Vitis vinifera L.), Effects on Wine Phenolic and Aroma Components.* *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2006:54, 5077-5086
- **Koundouras S., Van Leeuwen C., (2002):** *Environmental effects on winegrape cv Agiorgitiko (Vitis vinifera L.) grown in the Nemea region (Greece). 1. Vine water status and physiological parameters*
- **Koussisi E., Pateros A. and Piggot J., (2003):** *Sensory flavor discrimination of Greek dry red wines.* *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2003: 83, 797-808.
- **Kriedemann, P.E. and Smart, R.E., (1971):** *Effects of irradiance, temperature and leaf water potential on photosynthesis of vine leaves.* *Photosynthetica*, 5 (1): 22-27.
- **Kyraleou M., Kotseridis Y., Koundouras S., Chira K., Teissedre P.L., Kallithraka S., (2016):** *Effect of irrigation regime on perceived astringency and proanthocyanidin composition of skins and seeds of Vitis vinifera L. cv. Syrah grapes under semiarid conditions.* *Food Chemistry*, 203, 293-300.
- **Kyraleou M., Koundouras S., Kallithraka S., Theodorou N., Proxenia N., Kotseridis Y., (2016):** *Effect of irrigation regime on anthocyanin content and antioxidant activity of Vitis vinifera L. cv. Syrah grapes under semiarid conditions.* *Journal of the Science of food and Agriculture*, 96 (3), 988-996.

- **Lakso A.N., Pool R.M., (2000):** *Drought stress effects on vine growth, function, ripening and implications for wine quality.* 29th Annual New York Wine Industry Workshop.
- **Lecourieux D., Ranjeva R., Pugin A., (2006):** *Calcium in plant defence-signalling pathways.* New Phytologist, Oxford, v.171, p.249-269. 2006.
- **Lila, M. A. (2006):** *The nature-versus-nurture debate on bioactive phytochemicals: the genome versus terroir.* Journal of the Science of Food and Agriculture 86:2510-2515.
- **Matthews M.A. and Anderson M.M., (1989):** *Reproductive Development in Grape (Vitis vinifera L.): Responses to Seasonal Water Deficits.* Am J. Enol. Vitic. 40: 52-60.
- **Martinson T., Cheng L., Henick-Kling T., Lakso A., Acree T., Pool B., (2003):** *Update on Atypical Aging Research.* Proceedings of 32th Annual New York Wine Industry Workshop.
- **McCarthy M.G., (1997):** *The effect of transient water deficit on berry development of cv Shiraz (Vitis vinifera).* Aust. J. Grape Wine Research. 3, 102-108.
- **Miotto A., Ceretta C.A., Brunetto G., Nicoloso F.T., Giroto E., Farias J.G., Tiecher T.L., De Conti L., Trentin G., (2013):** *Copper uptake, accumulation and physiological changes in adult grapevines in response to excess copper in soil.* Plant and Soil, Dordrecht, v.374, p.593-610, 2013.
- **Mpelasoka B.S., Schachtman D.P., Treeby M.T. & Thomas M.R., (2003):** *A review of potassium nutrition in grapevines with special emphasis on berry accumulation.* Aust. J. Grape Wine Research. 9, 154-168.
- **Munns, R., (2002):** *Comperative Physiology of salt and water stress.* Plant Cell & Enviroment. 25: 239-250.
- **Ojeda H., Andary, C., Kraeva E., Carbonneau A., & Deloire A., (2002):** *Influence of pre- and postveraison water deficit on synthesis of compounds during berry growth of Vitis vinifera cv. Shiraz.* Am. J. Enol. Vitic. 53: 261-267.
- **Ojeda H., Deloire A., & Carbonneau, A., (2001):** *Influence of water deficits on grape berry growth.* Vitis 40 :141-145.
- **Patakas A., Noitsakis B. & Chouzouri A., (2005):** *Optimization of irrigation water use in grapevines using the relationship between transpiration and plant water status.* Agr. Ecosyst. Environ. 106: 253-259.
- **Petrie P.R., Cooley N.M. & Clingeleffer P.R., (2004):** *The effect of post-veraison water deficit on yield components and maturation of irrigated Shiraz (Vitis vinifera L.) in current and following season.* Aust. J. Grape Wine Research. 10, 203-215.

- **Pommer C.V. (Ed.), (2003):** *Uva tecnologia de produção, pós-colheita, mercado*. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2003. 778p.
- **Prichard T., Hanson B., Schwankl L., Verdegaal P., And Smith R., (2004):** *Deficit irrigation of quality winegrapes using micro-irrigation techniques*. University of California Davis.
- **Rapp A., Versini G., (1991):** *Influence of nitrogen compounds in grapes on aroma compounds of wine*. In: International Symposium on Nitrogen in Grapes and Wine, 1991, Washington. Proceeding... Washington: The American Society for Enology and Viticulture, 1991.p. 156-164.
- **Reuter D. J., Robinson J. B., (1986):** *Plant analysis: An interpretation manual*. Inkata Press, 1986
- **Roby G., Matthews M.A., (2004):** *Relative proportions of seed, skin and flesh, in ripe berries from Cabernet Sauvignon grapevines grown in a vineyard either well irrigated or under water deficit*. Aust. J. Grape Wine Research. 10, 74-82.
- **Romero P., Fernández-Fernández J.I., Cutillas A., (2010):** *Physiological thresholds for efficient regulated deficit-irrigation management in winegrapes grown under semiarid conditions*. Am. J. Enol. Viticult. 61: 300–312.
- **Salamon A., (2006):** *Techniques to achieve moderate alcohol levels in South African wine*. Assignment submitted in partial requirement for the Cape Wine Master Diploma. capewineacademy.co.za.
- **Salon J.L., Chirivella C., Castel J.R., (2005):** *Response of cv. Bobal to timing of deficit irrigation in Requena, Spain: Water relations, yield, and wine quality*. Am. J. Enol. Vitic. 56: 1-8.
- **Scholander P.F., Hammel H.J., Bradstreet A., Hemmingsen E.A., (1965):** Sap pressure in vascular plants. *Science* 148:339–346.
- **Schultz H.R., (2010):** *Climate change and viticulture: research needs for facing the future* J. Wine Res., 21 (2/3) (2010), pp. 113-116.
- **Schultz H.R., Lohnert, O., Hunnecke B., Linsenmeier A., (2002):** *Viticulture and atypical aging*. Proceedings of 32th Annual New York Wine Industry Workshop.
- **Skinner P.W., Matthews M., (1989):** *Reproductive development in grape (Vitis vinifera L.) under phosphorus-limited conditions*. Scientia Horticulturae, Amsterdam, v.38, p.49-60, 1989.
- **Smart R.E., Robinson M., (1991):** *Sunlight into wine: a handbook for winegrape canopy management*

- **Smart R.E., Robinson J.B., Due G.R. and Brien C.J., (1985a):** *Canopy microclimate manipulations for the cultivar Shiraz I. Definition of canopy microclimate.* Vitis 24, pp. 17-31.
- **Smart R.E., Robinson J.B., Due G.R. and Brien C.J., (1985b):** *Canopy microclimate manipulations for the cultivar Shiraz II. Effect on must and wine composition.* Vitis 24, pp.119-128.
- **Smart R.A. and Coombe B.G., (1983):** *Water relations of grapevines, p. 137-195.* In Kozlowski O.O. (ed), *Water deficits and plant growth, Vol. VII.* Additional Woody Crop Plants. Academic Press, New York.
- **Smart R., (1974):** *Aspects of water relations of the grapevine (Vitis vinifera).* American Journal of Enology and Viticulture, 25: 84-91.
- **Stevens R.E., Harvey G. and Aspinall D., (1995):** *Grapevine growth of shoots correlate with water stress indices based on root-weighted soil matric potential.* Aust. J. Grape Wine Research. 1: 58-66.
- **Tagliavini M., Scandellari F., (2013):** *Methodologies and concepts in the study of nutrient uptake requirements and partitioning in fruit trees.* Proceedings of the Seventh International Symposium on Mineral Nutrition of Fruit Crops. Acta Horticulturae, The Hague, v.984, p.47-56,2013.
- **Tesic D., Keller M., Hutton R.J., (2007):** *Influence of vineyard floor management practices on grapevine vegetative growth, yield, and fruit composition.* American Journal of Enology and Viticulture, Davis, v.58, p.1-11, 2007
- **Vaadia Y. and Kasimatis A.N., (1961):** *Vineyard irrigation trials.* Am. J. Enol. Vitic. 55: 207-217.
- **Van Leeuwen C., Tregoat O., Choné X., Bois B., Pernet D. and Gaudillère J.P., (2009):** *Vine water status is a key factor in grape ripening and vintage quality for red Bordeaux wine. how can it be assessed for vineyard management purposes?* J. Int. Sci. Vigne Vin, 2009, 43, n°3, 121-134.
- **Van Leeuwen C. & Seguin G., (2006):** *The concept of Terroir in viticulture.* Journal of Wine Research 17:1-10.
- **Van Leeuwen C., Friant P., Chone X., Tregoat O., Koundouras S. & Dubourdieu D., (2004):** *Influence of climate, soil and cultivar on terroir.* Am. J. Enol. Vitic. 12: 88-98.
- **Vaudour E., (2003):** *Les terroirs viticoles.* Dunod, Paris.
- **Williams L.E., (2001):** *Irrigation of Winegrapes in California.* Practical Winery & Vineyard

- **Winkel T. and Rambal S., (1993):** *Influence of water stress on grapevines growing in the field: from leaf to whole-plant response.* Australian Journal Plant Physiology, 20: 143-157.
- **Wynboer, (September 2011):** *The Leaf Water Potentials: Principles, Method and Thresholds*
- **Zalamena J., Cassol P.C., Brunetto G., Grohskopf M.A., Mafra E.M.S.H., (2013):** *Estado nutricional, vigor e produção em videiras cultivadas com plantas de cobertura.* Revista Brasileira Fruticultura, Jaboticabal, v.35, n.4, p.1190-1200,2013.
- **Καλύβας Δ., (2009):** *Εδαφολογία και κρασί.* Εκδόσεις: ΙΩΝ
- **Κανάκης Ι.Σ. & Σταυρακάκης Μ.Ν., (2006):** *Επιδράσεις του επιπέδου της υδατικής καταπόνησης των πρέμων της ποικιλίας αμπέλου Syrah (Vitis vinifera L.) στην ποσότητα και ποιότητα των παραγόμενων προϊόντων.* Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- **Κοτσερίδης, Γ., (2014/α):** *Σημειώσεις/Εργαστηριακές Ασκήσεις Οινολογίας I,* Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Επιστήμης Τεχνολογίας Τροφίμων και Διατροφής του Ανθρώπου, Αθήνα
- **Κουράκου-Δραγώνα Σ., (1998):** *Θέματα Οινολογίας, Επιστήμη και Τεχνολογία στον τομέα της οινοποιητικής τεχνικής.* Εκδόσεις Τροχαλία, Αθήνα
- **Νταβίδης Ο.Ξ., (1976):** *Αμπελοκομική Τεχνική.* Α.Γ.Σ.Α.
- **Ρούμπος, Ι. (1996).** *Σύγχρονη αμπελουργία. Βιολογική και ολοκληρωμένη αντιμετώπιση των εχθρών και ασθενειών της αμπέλου.* Εκδόσεις ΩΡΕΣ, Βόλος.
- **Σταυρακάκης Μ., (2013):** *Αμπελουργία,* Ελλάδα: Εκδόσεις ΤΡΟΠΗ.
- **Σταυρακάκης Μ., (2010):** *Αμπελογραφία,* Εκδόσεις Τροπή, Αθήνα
- **Σταυρακάκης Μ., (1990):** *Αμπελουργία II, Θέματα Αμπελογραφίας.* Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών. Αθήνα.
- **Χαρβαλιά Α. και Μπενά-Τζούρου Ε., (1982).** *Τα φαινολικά συστατικά και το χρώμα των ελληνικών οίνων.* Ελληνικά Οινολογικά χρονικά, 2, 1-77, Ινστιτούτο Οίνου, Αθήνα.