



ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ
Δ.Π.Μ.Σ. «ΑΜΠΕΛΟΥΡΓΙΑΣ - ΟΙΝΟΛΟΓΙΑΣ»
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΑΜΠΕΛΟΛΟΓΙΑΣ

*Επίδραση της καλιούχου λίπανσης στην ευρωστία και σε ορισμένους
φυσιολογικούς και γλευκογραφικούς χαρακτήρες της ποικιλίας
Αγιωργίτικο σε συνθήκες Αμπελώνα*

Μεταπτυχιακή Μελέτη

ΔΕΣΠΟΙΝΑ ΣΠ. ΜΠΟΥΖΑ

ΑΘΗΝΑ 2012

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ
Δ.Π.Μ.Σ. «ΑΜΠΕΛΟΥΡΓΙΑΣ - ΟΙΝΟΛΟΓΙΑΣ»
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΑΜΠΕΛΟΛΟΓΙΑΣ

*Επίδραση της καλιούχου λίπανσης στην ευρωστία και σε ορισμένους
φυσιολογικούς και γλυκογραφικούς χαρακτήρες της ποικιλίας
Αγιωργίτικο σε συνθήκες Αμπελώνα*

Μεταπτυχιακή Μελέτη

ΔΕΣΠΟΙΝΑ ΣΠ. ΜΠΟΥΖΑ

Τριμελής Επιτροπή

Μ. Σταυρακάκης, Καθηγητής Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, Επιβλέπων

Αικ. Μπινιάρη, Επίκουρη Καθηγήτρια Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, Μέλος

Μ. Κωμαΐτης, Καθηγητής Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, Μέλος

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.

Ευχαριστώ θερμά τον επιβλέποντα της μεταπτυχιακής μου μελέτης κ. Μ. Ν. Σταυρακάκη, Καθηγητή και Διευθυντή του Εργαστηρίου Αμπελολογίας, για την καθοδήγηση, τις γνώσεις και την ανεκτίμητη βοήθεια που μου προσέφερε κατά την διάρκεια εκπόνησης της εργασίας αυτής.

Ευχαριστώ θερμά, επίσης, τα μέλη της τριμελούς επιτροπής κα Αικ. Μπινιάρη, Επίκουρη Καθηγήτρια του Εργαστηρίου Αμπελολογίας του Γ.Π.Α. και κ. Μ. Κωμαΐτη, Καθηγητή του Γ.Π.Α. για το ενδιαφέρον και τη βοήθειά τους στην ολοκλήρωση της εργασίας.

Τέλος ευχαριστώ τον κ. Κώστα Μπερτσουκλή, μέλος του Εργαστηρίου Ανθοκομίας του Γ.Π.Α. για τη πολύτιμη βοήθειά του στην στατιστική επεξεργασία των στοιχείων της μελέτης, καθώς και την κα Μ. Σταυρακάκη, υποψήφια διδάκτορα για την αμέριστη συμπαράσταση της καθ' όλη την διάρκεια της εκπόνησης της μελέτης.

*Στους γονείς μου,
Γιούλα και Σπύρο*

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

	Σελίδα
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	1
ABSTRACT	3
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	5
ΓΕΝΙΚΑ	5
ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΗ ΘΡΕΨΗ ΤΗΣ ΑΜΠΕΛΟΥ	10
1. Το κλίμα	10
2. Το έδαφος	10
3. Ποικιλία και υποκείμενο αμπέλου	11
4. Αμπελοκομική τεχνική	14
ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΤΩΝ ΑΠΑΙΤΗΣΕΩΝ ΤΩΝ ΠΡΕΜΝΩΝ ΣΕ ΘΡΕΠΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	15
1. ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΔΑΦΟΥΣ ΑΜΠΕΛΩΝΑ	16
2. ΑΝΑΛΥΣΗ ΦΥΤΙΚΩΝ ΙΣΤΩΝ	17
<i>Επιλογή φυτικού ιστού, χρόνος δειγματοληψίας</i>	19
ΤΟ ΚΑΛΙΟ	21
1. Το κάλιο στο έδαφος	22
2. Τα κλάσματα του εδαφικού καλίου	22
3. Δέσμευση καλίου	25
4. Το κάλιο και η ρυθμιστική ικανότητα	26
5. Ροή και διαθεσιμότητα του εδαφικού καλίου στα φυτά	26
6. Παράγοντες που επηρεάζουν τη διαθεσιμότητα του καλίου στο έδαφος και την ευχέρεια απορρόφησής του	30
7. Το κάλιο στα φυτά	31
8. Ο ρόλος του καλίου στην ανάπτυξη των φυτών και στην αντοχή στις στις ασθένειες	32
9. Ο ρόλος του καλίου στη φυσιολογία των φυτών	34
10. Πρόσληψη του εδαφικού καλίου από τα φυτά	37
11. Απορρόφηση του καλίου από τις ρίζες και μεταφορά του στους βλαστούς	39
ΤΟ ΚΑΛΙΟ ΣΤΟ ΦΥΤΟ ΤΗΣ ΑΜΠΕΛΟΥ	41
1. Ο ρόλος του καλίου στην ανάπτυξη και την παραγωγικότητα των πρέμων	41

2. Ο ρόλος του καλίου στη ζωνρότητα και την ευρωστία των πρέμων	45
3. Ο ρόλος του καλίου στην ποιότητα των σταφυλών	48
4. Κατανομή του καλίου στις ράγες	52
5. Παράγοντες που επιδρούν στη συγκέντρωση του καλίου στα όργανα των πρέμων σε συνθήκες αμπελώνα	54
<i>Εδαφικοί παράγοντες</i>	54
<i>Υποκείμενο</i>	55
<i>Μικροκλίμα αμπελώνα</i>	56
<i>Καλλιεργητικές παρεμβάσεις</i>	57
α. Συστήματα μόρφωσης και υποστύλωσης των πρέμων	57
β. Κλάδεμα καρποφορίας – ύψος φορτίου	58
γ. Λίπανση	59
δ. Άρδευση	60
ΤΟ ΚΑΛΙΟ ΣΤΟ ΓΛΕΥΚΟΣ ΚΑΙ ΣΤΟΝ ΟΙΝΟ	61
ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	63
Η ΠΟΙΚΙΛΙΑ	63
<i>Αμπελογραφικοί χαρακτήρες και φαινολογικά στάδια</i>	63
<i>Ιδιότητες και καλλιεργητική συμπεριφορά</i>	64
<i>Το γλεύκος και ο οίνος της ποικιλίας Αγιωργίτικο</i>	65
Η ΑΜΠΕΛΟΥΡΓΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ	65
Ο ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΣ ΑΜΠΕΛΩΝΑΣ	67
<i>Θέση – Τοπογραφία</i>	67
<i>Στοιχεία πειραματικού αμπελώνα</i>	68
ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ	70
Εφαρμογή λίπανσης	70
Αναλύσεις – Μετρήσεις	72
Δειγματοληψία εδάφους	72
Ανάλυση εδάφους	72
Ανάλυση φυτικών ιστών	73
<i>Δειγματοληψία φύλλων</i>	73
<i>Αναλύσεις φύλλων</i>	73
Μετρήσεις ταξιανθιών και σταφυλών	73
<i>Αριθμός ταξιανθιών</i>	73
<i>Βάρος σταφυλών</i>	74

<i>Βάρος κληματίδων</i>	74
Γλευκοποίηση – Αναλύσεις γλεύκους	75
Στατιστική επεξεργασία	77
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ	79
1. ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΕΔΑΦΟΥΣ	79
2. ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΦΥΤΙΚΩΝ ΙΣΤΩΝ	82
α. Αναλύσεις 2009	82
β. Αναλύσεις 2010	84
3. ΠΟΡΕΙΑ ΤΗΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ ΣΤΑ ΦΥΛΛΑ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΑΝΘΗΣΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΩΡΙΜΑΝΣΗ ΤΩΝ ΣΤΑΦΥΛΩΝ	90
4. ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΤΑΞΙΑΝΘΙΩΝ	94
5. ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΒΑΡΟΥΣ ΣΤΑΦΥΛΩΝ	101
α. Μέσος όρος βάρους σταφυλών ανά πρέμνο και επέμβαση	101
β. Μέσος όρος βάρους σταφυλής πρέμνου ανά επέμβαση	104
6. ΑΠΟΔΟΣΗ	107
7. ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΒΑΡΟΥΣ ΚΛΗΜΑΤΙΔΩΝ	108
8. ΔΕΙΚΤΗΣ ΕΥΡΩΣΤΙΑΣ	109
9. ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΓΛΕΥΚΟΥΣ	112
α. Έτος 2009	112
β. Έτος 2010	113
γ. Σχέση της περιεκτικότητας του γλεύκους σε κάλιο με τους λοιπούς γλευκογραφικούς χαρακτήρες	115
<i>Περιεκτικότητα του γλεύκους σε κάλιο ανά έτος και επέμβαση</i>	115
δ. Συγκρίσεις γλευκών 2009 – 2010	123
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	126
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	129

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η λίπανση της αμπέλου αποτελεί σημαντική αμπελοκομική επέμβαση που επηρεάζει την παραγωγή ποιοτικά και ποσοτικά. Τα προγράμματα λίπανσης αποσκοπούν στην αντιμετώπιση των ελλείψεων στοιχείων που μπορεί να εμφανίζονται στα πρέμνα, έτσι ώστε να διασφαλίζεται η ισορροπία μεταξύ βλάστησης και καρποφορίας η ομαλή πορεία ωρίμανσης των σταφυλών για την παραγωγή υψηλής ποιότητας οινικών προϊόντων και η έγκαιρη και πλήρης ξυλοποίηση των βλαστών.

Μεταξύ των μακροστοιχείων το κάλιο επηρεάζει σημαντικά την ποιότητα του γλεύκους και του οίνου που θα προκύψει από αυτό. Είναι άλλωστε γνωστό ότι η άμπελος, είναι ένα από τα πλέον καλιόφιλα φυτά.

Με τη μελέτη αυτή επιχειρήθηκε η διερεύνηση της επίδρασης της καλιούχου λίπανσης στην ευρωστία των πρεμνών και σε ορισμένους φυσιολογικούς και γλευκογραφικούς χαρακτήρες της ποικιλίας Αγιωργίτικο σε συνθήκες αμπελώνα.

Εφαρμόστηκαν επτά επεμβάσεις λίπανσης κατά τα έτη 2009, 2010 και 2011 σε αμπελώνα της αμπελοργικής ζώνης ΠΟΠ Νεμέα. Σε αυτές και στον μάρτυρα διατηρήθηκε σταθερή η ποσότητα των λιπαντικών δόσεων σε άζωτο και φωσφόρο ενώ όσον αφορά το κάλιο χρησιμοποιήθηκαν διάφορα είδη και ποσότητες καλιούχου λιπάσματος.

Κατά τη διάρκεια του πειράματος πραγματοποιήθηκαν αναλύσεις εδάφους και φυτικών ιστών καθώς και μετρήσεις του αριθμού των ταξιανθιών, και του βάρους των σταφυλών και των κληματίδων. Προσδιορίστηκαν ακόμη η απόδοση των πρέμνων και ο δείκτης ευρωστίας για κάθε επέμβαση και κάθε έτος. Τέλος, πραγματοποιήθηκαν αναλύσεις γλεύκους για κάθε επέμβαση και κάθε έτος, για το προσδιορισμό σακχάρων, ενεργού οξύτητας (pH), ολικής οξύτητας, τρυγικού, μηλικού, κιτρικού οξέος και περιεκτικότητας καλίου.

Από τη συγκριτική μελέτη των αποτελεσμάτων φαίνεται ότι αυξάνει η συγκέντρωση του ανταλλάξιμου και υδατοδιαλυτού καλίου στο έδαφος σε σχέση με το μάρτυρα καθώς και η συγκέντρωση του καλίου σε όλες τις επεμβάσεις κατά την άνθηση και την ωρίμανση.

Γενικά η καλιούχος λίπανση φαίνεται ότι προκαλεί αύξηση του μέσου όρου του αριθμού των ταξιανθιών, μέχρις ορίου, επιβεβαιώνοντας ότι το κάλιο σε επαρκείς

ποσότητες είναι απαραίτητο στο στάδιο της διαφοροποίησης των οφθαλμών και το σχηματισμό των ανθικών καταβολών. Το μεγαλύτερο μέσο φορτίο ανά πρέμνο συνδυάστηκε με το μεγαλύτερο μέσο όρο αριθμού ταξιανθιών και το μεγαλύτερο βάρος σταφυλής με το μικρότερο αριθμό ταξιανθιών.

Οι γλευκογραφικοί χαρακτήρες παρουσίασαν βελτίωση και πλησίασαν τα φυσιολογικά επίπεδα των ερυθρών γλευκών, γεγονός που μπορεί να αποδοθεί στη καλιούχο λίπανση.

Η επέμβαση Z (με καλιούχο λίπασμα συγκεκριμένης σύνθεσης, υψηλής περιεκτικότητας σε K, Mg και S), κατά το δεύτερο έτος του πειράματος φαίνεται να δίδει τα καλύτερα αποτελέσματα, γιατί συνδυάζει την αύξηση της απόδοσης και τη βελτίωση της ποιότητας ενώ εμφανίζει παράλληλα το μεγαλύτερο δείκτη ευρωστίας με τη μικρότερη λιπαντική δόση.

Επιπρόσθετα φαίνεται ότι η επίδραση της καλιούχου λίπανσης στα χαρακτηριστικά που μελετήθηκαν, εξαρτάται από την αρχική συγκέντρωση καλίου στο έδαφος και τα πρέμνα, την περιεκτικότητα του εδάφους σε άργιλο, τις καιρικές συνθήκες που επικράτησαν, το υποκείμενο που είναι εμβολιασμένη η ποικιλία, και το είδος του καλιούχου λιπάσματος που χρησιμοποιήθηκε.

Τέλος βρέθηκε ότι η καλιούχος λίπανση επιδρά μέχρι ορίου στους φυσιολογικούς και γλευκογραφικούς χαρακτήρες και την ευρωστία της ποικιλίας Αγιωργίτικο σε συνθήκες αμπελώνα.

Λέξεις κλειδιά: θρέψη αμπέλου, λίπανση, κάλιο, ευρωστία, αντίδραση φυτού στο K, κάλιο ράγας, απόδοση, ποιότητα γλεύκους

ABSTRACT

The fertilization of the grapevine is an important viticultural procedure that affects the production in terms of both quality and quantity. The fertilization programs aim to cope with the deficiency of certain elements that may appear on vines, in order to ensure a balance between growth and fruit set, the normal course of maturation of the grapes for the production of high quality wine and the timely and full differentiation of shoots.

Among the macroelements, potassium significantly affects the quality of must and wine that will result from it. It is well known that the vine is one of the most potassium-friendly plants.

In this study, we attempted to investigate the effect of potassium fertilization on vigor and capacity of the vines and on some physiological characters as well as on some characters of the must of the grape cultivar Agiorgitiko under vineyard conditions.

Seven fertilization treatments were applied during the years 2009, 2010 and 2011 in the vineyard of Nemea vine growing zone (V.Q.P.R.D.). In these treatments as well as in the control treatment, the amount of lubricant doses of nitrogen and phosphorus was kept stable. The type and dose of potassium varied in each treatment.

During the experiment, we carried out soil tests and plant tissue analysis as well as measurements of the number of inflorescences, and the weight of grapes (bunches) and canes. We also determined the performance of the vines and the capacity index for each treatment and each year. Finally, we performed an analysis of the must for each treatment and each year for the determination of sugars, active acidity (pH), total acidity, tartaric, malic, citric acid and potassium content.

A comparative study of the results shows that the concentration of exchangeable and soluble potassium in soil increases compared with the control treatment and so does the concentration of potassium in all treatments during flowering and ripening.

In general, the potassium fertilization seems to cause an increase in the average number of inflorescences within limits, confirming the fact that potassium in sufficient quantities is essential in the process of the differentiation of the buds and the formation of the flower primordium. The highest average load per vine was

combined with the highest average number of inflorescences and the higher weight of grape with lower number of inflorescences.

The characters of the must showed improvement approaching the normal levels of red musts, which can be attributed to potassium fertilization.

The operation Z (potassium fertilizer with a specific composition, high content of K, Mg and S), during the second year of the experiment seems to give better results, because it combines increased performance with improved quality, while it shows the highest capacity index with the lowest dose of fertilizer.

Additionally, it seems that the effect of potassium fertilization on the characters studied depends on the initial concentration of potassium in the soil and vines, the soil content of clay, the weather conditions, the rootstock used and the type of potassium fertilizer used.

Finally, potassium fertilization affects up to a limit the physiological and must characters as well as the capacity of the grape cultivar Agiorgitiko under vineyard conditions.

Keywords: grapevine nutrition, fertilization, potassium, capacity, K response, berry potassium, grape yield, must quality

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

ΓΕΝΙΚΑ

Μεταξύ των βασικών γνωρισμάτων της ζωής είναι η ικανότητα των ζωντανών κυττάρων να προσλαμβάνουν ουσίες από το περιβάλλον τους τις οποίες χρησιμοποιούν προς σύνθεση των κυτταρικών τους συστατικών, ή σαν πηγή ενέργειας. Η διαδικασία παραλαβής και ενσωμάτωσης των χημικών στοιχείων που απαιτούν οι ζωντανοί οργανισμοί για την επιβίωση και ανάπτυξή τους ονομάζεται **θρέψη**.

Οι μηχανισμοί με τους οποίους τα θρεπτικά υλικά μετατρέπονται σε δομικά στοιχεία των κυττάρων ή καταναλίσκονται για ικανοποίηση ενεργειακών αναγκών αποκαλούνται **μεταβολικές διεργασίες**. Οι θρεπτικές απαιτήσεις των αυτότροφων φυτών, οι οποίες ικανοποιούνται από το άμεσο περιβάλλον τους, συνίστανται στην πρόσληψη διοξειδίου του άνθρακα (CO_2) και οξυγόνου (O_2) από τον αέρα, ύδατος (H_2O) και ανόργανων χημικών στοιχείων από το έδαφος. Η πρόσληψη των τελευταίων (σε ιοντικές μορφές στο εδαφοδιάλυμα) γίνεται από τα φυτικά κύτταρα με μηχανισμούς απορρόφησης και αποκαλείται **ανόργανη θρέψη**.

Γενικά διακρίνουμε δύο κατηγορίες μηχανισμών απορρόφησης, τον παθητικό και τον ενεργητικό.

Η *παθητική απορρόφηση* επιτρέπει την είσοδο ανόργανων ιόντων στους φυτικούς ιστούς, στηρίζεται στα φαινόμενα της διάχυσης των ιόντων, στο μηχανισμό ισορροπιών Donnan και επιτελείται χωρίς την κατανάλωση ενέργειας από τα φυτά (Χουλιάρης, 2002). Το κυτταρικό τοίχωμα που περιβάλλει τα φυτικά κύτταρα είναι διαπερατό γι' αυτά τα ιόντα του εδαφικού διαλύματος για τα οποία ισχύουν οι γνωστοί νόμοι της διάχυσης.

Κύριο χαρακτηριστικό της *ενεργητικής απορρόφησης* είναι η κατανάλωση ενέργειας, η οποία δαπανάται από το φυτικό κύτταρο. Η ενεργητική απορρόφηση εξηγείται με την ύπαρξη ουσιών μεταφορέων, εξειδικευμένων στην αναγνώριση και μεταφορά ιόντων στο εσωτερικό του κυττάρου. Η ενέργεια γι' αυτή τη δράση προέρχεται από την υδρόλυση της τριφωσφορικής αδενοσίνης (ATP).

Το εδαφικό περιβάλλον τροποποιείται όχι μόνον από την απορρόφηση ιόντων, αλλά και από την αποβολή σ' αυτό ιόντων που γίνεται για την ηλεκτρική εξισορρόπηση των ιοντικών κινήσεων. Συνεπώς ο μηχανισμός ιοντικών ανταλλαγών μεταξύ ρίζας και εδαφικών φάσεων, εξασφαλίζει τη **θρέψη του φυτού** και μακροχρόνια αλλοιώνει το εδαφικό περιβάλλον.

Η θρέψη των φυτών είναι η μελέτη των χημικών στοιχείων που είναι απαραίτητα για την ανάπτυξη. Το 1939 οι Arnon και Stout και το 1972 ο E. Epstein έθεσαν τα κριτήρια με τα οποία ένα στοιχείο κρίνεται ως αναντικατάστατο και απαραίτητο για την ανάπτυξη ενός φυτικού οργανισμού:

α) Η απουσία του να καθιστά αδύνατη την ολοκλήρωση ενός φυσιολογικού κύκλου ζωής για ένα φυτό (κύκλος ζωής: βλάστηση, άνθηση, αναπαραγωγή)

β) Να μην μπορεί να αντικατασταθεί από άλλο στοιχείο

γ) Να εμπλέκεται ως απαραίτητο συστατικό απευθείας σε μια σημαντική μεταβολική διεργασία και να είναι επίσης απαραίτητο για την εκτέλεση μιας συγκεκριμένης φυσιολογικής λειτουργίας, σύμφωνα με το νόμο «του ελάχιστου» του Liebig και

δ) Να είναι απαραίτητο για αρκετά φυτικά είδη.

Σύμφωνα με τα παραπάνω κριτήρια σήμερα αναγνωρίζονται ως απαραίτητα για τα ανώτερα φυτά **17 χημικά στοιχεία** (Πίνακας 1). Από αυτά ο **άνθρακας (C)**, το **υδρογόνο (H₂)** και το **οξυγόνο (O₂)** προσλαμβάνονται από την ατμόσφαιρα και τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα. Τα υπόλοιπα **14** χαρακτηρίζονται ως **εδαφικά θρεπτικά στοιχεία**, διότι αποτελούν συστατικά του εδάφους, από το οποίο και προσλαμβάνονται δια των ριζών. Για τα **14** αυτά στοιχεία χρησιμοποιείται, επίσης, ο όρος **ανόργανα θρεπτικά** (mineral nutrients).

Τα στοιχεία άζωτο (N), φωσφόρος (P), κάλιο (K), ασβέστιο (Ca), μαγνήσιο (Mg) και θείο (S) ονομάζονται, συνήθως **μακροστοιχεία** γιατί αντλούνται από το έδαφος σε μεγάλες ποσότητες και απαντώνται στους φυτικούς ιστούς σε συγκεντρώσεις, μεγαλύτερες από 0,2% έως 4% επί ξηρού βάρους. Τα **N, P** και **K**, ονομάζονται **κύρια** θρεπτικά στοιχεία ενώ τα **Ca, Mg** και **S** **δευτερεύοντα**. Η διάκριση είναι καθαρά συμβατική και δεν αναφέρεται στην απόλυτη αναγκαιότητα των στοιχείων αυτών για τα φυτά, αλλά στο ύψος και τη συχνότητα των απαιτήσεων προσθήκης τους υπό μορφή λιπασμάτων. Συνηθέστερες και μεγαλύτερες είναι οι ανάγκες λίπανσης των καλλιεργειών με άζωτο, φώσφορο και κάλιο. Τα στοιχεία **σίδηρος (Fe)**, **μαγγάνιο (Mn)**, **βόριο (B)**, **μόλυβδος (Mo)**, **χαλκός (Cu)**, **ψευδάργυρος (Zn)**, **νικέλιο (Ni)** και **χλώριο (Cl)** ανήκουν στην ομάδα των μικροστοιχείων και απαντώνται στους φυτικούς ιστούς σε συγκεντρώσεις που μετρώνται σε ppm από 5 έως 200 ppm ή λιγότερο από 0,02% επί του ξηρού βάρους.

Τα τελευταία έτη αναφέρονται και τα **νάτριο (Na)**, **πυρίτιο (Si)**, **κοβάλτιο (Co)**, **ιώδιο (J)**, **Αργίλιο (Al)** και **σελήνιο (Se)** ως «**ευεργετικά**» ή «**ωφέλιμα**» θρεπτικά στοιχεία (beneficial elements) για τα φυτά και είναι εκείνα που μπορούν να

αντισταθμίσουν τις τοξικές επιδράσεις των άλλων στοιχείων ή μπορούν να υποκαταστήσουν τα άλλα θρεπτικά στοιχεία που προαναφέρθηκαν σε κάποιες λιγότερο εξειδικευμένες λειτουργίες, όπως η διατήρηση της οσμωτικής πίεσης (Πιν. 2).

Επισημαίνεται ότι η παράλειψη της κατηγορίας των ευεργετικών θρεπτικών στοιχείων στην εμπορική παραγωγή θα μπορούσε να σημαίνει ότι τα φυτά δεν καλλιεργούνται στο βέλτιστο, όσον αφορά στο γενετικό τους δυναμικό, αλλά απλώς σ' ένα «παραγωγικό» επίπεδο διαβίωσης.

Τα θρεπτικά στοιχεία, γενικά, που εμπλέκονται στην ανάπτυξη των πρέμων, στα φωτοσυνθετικά, λειτουργικά και μεταβολικά μονοπάτια απαιτούνται σε συγκεκριμένες ποσότητες από αυτά για να εξασφαλίσουν την υγιή ανάπτυξή τους και την καλή τους απόδοση.

Σημαντικές ποσότητες θρεπτικών στοιχείων αφαιρούνται από τον αμπελώνα, κάθε έτος, καθώς προσλαμβάνονται και καταναλώνονται από τα πρέμνα. Περαιτέρω απώλειες θρεπτικών στοιχείων μπορούν να αποδοθούν στην πτητικότητα, την έκπλυση και την προσρόφηση τους στο έδαφος.

Στην αμπελοκομική πράξη για την αντικατάσταση των απωλειών του εδάφους σε θρεπτικά στοιχεία εφαρμόζεται η ενδεικνυόμενη λίπανση.

Η επιλογή ενός προγράμματος λίπανσης εδάφους προϋποθέτει τη γνώση των ποσοτήτων των θρεπτικών στοιχείων που αφαιρούνται από τα φυτά (ή και από άλλα αίτια) ώστε τα προστιθέμενα με το λίπασμα στοιχεία να βρίσκονται στις απαιτούμενες ποσότητες και σε μορφή που ευχερώς θα προσλαμβάνονται από το έδαφος. Σημαντική παράμετρο που επηρεάζει την αποτελεσματικότητα της λίπανσης εκτός από τα παραπάνω αποτελεί και ο χρόνος εφαρμογής των λιπασμάτων, περιεκτικότητα του εδάφους σε υγρασία, κατάσταση του εδάφους κ.ά. Απαιτεί την κατανόηση της παρουσίας των συστατικών στο λίπασμα, τη συγκέντρωσή τους και τη διαθεσιμότητά τους στα φυτά. Οι πληροφορίες που αφορούν στα συστατικά του λιπάσματος, στη συγκέντρωσή τους και στην ευκολία με την οποία προσλαμβάνονται από τα φυτά κρίνονται ως απαραίτητα για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των λιπασμάτων ως θρεπτικό συμπλήρωμα για τα πρέμνα.

Επιπρόσθετα η ποσότητα του λιπάσματος που θα εφαρμοστεί και ο χρόνος εφαρμογής του θεωρούνται από τις σημαντικότερες παραμέτρους για να επιτευχθεί ο στόχος, που είναι η υγιής παραγωγή σταφυλών.

Πίνακας 1: Τα απαραίτητα θρεπτικά στοιχεία και οι πηγές τους

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

Πίνακας 2: Μέση σύσταση της ξηρής ουσίας των φυτικών ιστών σε θρεπτικά στοιχεία (Χουλιάρας, 2002).

(C) 42%	(N) 2%	(Ca) 1,3%
(O) 44%	(P) 0,4%	(Mg) 0,4%
(H) 6%	(K) 2,5%	(S) 0,4%
Μικροστοιχεία: σίδηρος(Fe), μαγγάνιο(Mn), βόριο(B), μόλυβδος(Mo), χαλκός(Cu), ψευδάργυρος(Zn),νικέλιο(Ni) και χλώριο(Cl):συνολικά : περίπου1%		
Στοιχεία απαραίτητα σε ορισμένα φυτά: νάτριο (Na), πυρίτιο (Si), κοβάλτιο (Co), ιώδιο (J), Αργίλιο (Al) και σελήνιο (Se)		

Σ' έναν αμπελώνα, όπως σ' όλες τις καλλιέργειες, τα ανόργανα στοιχεία, που ελευθερώνονται από τα συστατικά του εδάφους, συχνά δεν επαρκούν για να καλύψουν τις ανάγκες των πρέμνων. Η προσθήκη θρεπτικών στοιχείων (επεμβαίνουμε στο έδαφος προσθέτοντας οργανικά και ανόργανα υλικά) έχει ως σκοπό να καλύψει την ενδεχόμενη ανεπάρκεια του εδάφους, ώστε βραχυπρόθεσμα να επιτευχθεί ικανοποιητική ποσοτική και ποιοτική απόδοση και μακροπρόθεσμα, να διατηρηθεί η γονιμότητα του εδάφους, που επιβάλλεται από την μακροβιότητα της καλλιέργειας.

Οι φυσιολογικές και μεταβολικές διεργασίες που εμπλέκονται με την ανάπτυξη και παραγωγή της αμπέλου, επηρεάζονται από τα βασικά μακρο- και μικρο-θρεπτικά στοιχεία. Στοιχεία, όπως το άζωτο, ο φώσφορος, το κάλιο, το μαγνήσιο, το βόριο, ο ψευδάργυρος, το μαγγάνιο, ο σίδηρος και ο χαλκός παίζουν σημαντικό ρόλο στην λειτουργία του φυτού της αμπέλου, στην ανάπτυξη και παραγωγή της και/ή στην ποιότητα των σταφυλών. Η θρεπτική κατάσταση του φυτού έχει μεγάλη σημασία και στην ποιότητα του παραγόμενου οίνου, έτσι ώστε να δίδεται ακόμη μεγαλύτερη σημασία στην διαχείριση της θρέψης. Εάν ένα στοιχείο δεν είναι διαθέσιμο σε επαρκείς ποσότητες τότε η απόδοση της αμπέλου καθορίζεται από τη διαθεσιμότητα αυτού και μόνο του στοιχείου. Στην περίπτωση, δε, των μικροστοιχείων ο περιοριστικός ρόλος τους καθορίζεται περισσότερο από τη μορφή και την ευχέρεια απορρόφησης τους από το ριζικό σύστημα των πρέμων και λιγότερο από τη συγκέντρωσή τους. Όταν καταγράφονται ελλείψεις, δε, τον περιορισμό τους καθορίζει περισσότερο η διαθεσιμότητα τους σε κατηγορίες (μορφές) που μπορούν να μετακινηθούν μέσω των ριζών από το έδαφος προς το φυτό παρά η συγκέντρωσή τους. Ελλείψεις (τροφοπενίες) ή τοξικότητα μεμονωμένων ή και περισσότερων στοιχείων από αυτά που χαρακτηρίζονται ως κύρια μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα την εμφάνιση χαρακτηριστικών συμπτωμάτων στην βλάστηση με αρνητικές επιπτώσεις στην ανάπτυξη και παραγωγικότητα των πρέμων ποιοτικά και ποσοτικά.

Σε πολλές αμπελουργικές περιοχές, ειδικότερα των νέων αμπελουργικών χωρών οι ελλείψεις των βασικών στοιχείων στο έδαφος έχουν οδηγήσει σε έρευνα σχετικά με τις απαιτήσεις της αμπέλου σε λιπάσματα. (Rachel, 2009)

Η άμπελος έχει πολύ μικρότερες απαιτήσεις σε θρεπτικά στοιχεία σε σχέση με άλλα φυτά. Οι μέγιστες στρεμματικές ημερήσιες ανάγκες της αμπέλου σε Ν και Κ την άνοιξη αποτελούν μόλις το 1/5 ή το 1/7 των ποσοτήτων, που απορροφούνται από το καλαμπόκι την ίδια περίοδο (Champagnol, 1984).

Η λίπανση της αμπέλου, όμως, δεν είναι μια απλή και επαναλαμβανόμενη διαδικασία από έτος σε έτος. Τα προγράμματα λίπανσης που εφαρμόζονται θα πρέπει να αποσκοπούν στην αντιμετώπιση των ελλείψεων στοιχείων που μπορεί να εμφανίζονται στα πρέμνα, σε ατομικό επίπεδο, όπου αυτό είναι δυνατό, έτσι ώστε να διασφαλίζεται η ισορροπία μεταξύ βλάστησης και παραγωγής, η ομαλή πορεία ωρίμανσης των σταφυλών για την παραγωγή υψηλής ποιότητας οινικών προϊόντων και η έγκαιρη ξυλοποίηση των βλαστών.

Τα παραπάνω προϋποθέτουν την κατανόηση του ρόλου των σπουδαιότερων θρεπτικών στοιχείων, την αναγνώριση των συμπτωμάτων της έλλειψης ή της περίσσειας τους στην άμπελο και τη γνώση του εδαφικού θρεπτικού status του κάθε αμπελώνα. (Rachel, 2009)

ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΗ ΘΡΕΨΗ ΤΗΣ ΑΜΠΕΛΟΥ

Τη φυσιολογική θρέψη της αμπέλου επηρεάζουν η ποικιλία και το υποκείμενο της αμπέλου (και οι αλληλεπιδράσεις τους), το κλίμα (πορεία της θερμοκρασίας και η ηλιοφάνεια), το έδαφος (φυσικοί, χημικοί χαρακτήρες, κ.ά.) και η αμπελοκομική τεχνική (πυκνότητα φύτευσης, κλάδεμα κ.ά.).

1. Το Κλίμα

Η επίδραση του κλίματος είναι καθοριστική στην φυσιολογία της αμπέλου, στην ποιότητα των παραγομένων προϊόντων (σταφύλια, οινικά προϊόντα) και κατά συνέπεια στις απαιτήσεις της αμπέλου σε θρεπτικά στοιχεία (Ordura, 2010).

Οι τρεις βασικές φυσιολογικές λειτουργίες: φωτοσύνθεση, διαπνοή, αναπνοή, που συνδέονται με το βλαστικό κύκλο, την αναπαραγωγική δραστηριότητα της αμπέλου και την ποιότητα των σταφυλών ελέγχονται από παράγοντες του κλίματος, οι οποίοι πολλές φορές αποδεικνύονται πιο σημαντικοί από την προσθήκη στοιχείων στο έδαφος (Fregoni, 1985). **Η θερμοκρασία, η ηλιοφάνεια και τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα** (κυρίως η βροχόπτωση) είναι από τις σημαντικότερες παραμέτρους του κλίματος, που επηρεάζουν τη φυσιολογία του φυτού και επομένως τις απαιτήσεις του. (Ordura, 2010).

2. Το Έδαφος

Η γεωλογική προέλευση, η δομή, η φυσικοχημική σύσταση, το βάθος και η μικροβιακή δραστηριότητα του εδάφους επηρεάζουν την ανάπτυξη της ρίζας τον βλαστικό κύκλο, την ποσοτική και ποιοτική σύσταση των σταφυλών και διαφοροποιούν τις απαιτήσεις της αμπέλου σε θρεπτικά στοιχεία (Delmas, 1971, Fregoni, 1985).

Το έδαφος μπορεί να επηρεάσει :

- α) την διαθεσιμότητα των θρεπτικών στοιχείων
- β) την διαθεσιμότητα του ύδατος στο φυτό(ικανότητα συγκράτησης ύδατος)

γ) το μικροκλίμα (συγκράτηση θερμότητας, ικανότητα αντανάκλασης φωτός)

δ) την ανάπτυξη της ρίζας (διαπερατότητα) (Jackson κ.ά., 1993).

Η δυσκολία του συσχετισμού της παρουσίας των θρεπτικών στοιχείων και των συγκεντρώσεών τους στο έδαφος με τις συγκεντρώσεις αυτών στο πρέμνο και επομένως στην απόδοση της αμπέλου, εν μέρει οφείλεται στην περιπλοκότητα του συστήματος ρίζα-έδαφος. Ένα συγκεκριμένο θρεπτικό στοιχείο μπορεί να βρίσκεται σε μεγάλες ποσότητες στο έδαφος, αλλά τα πρέμνα να εμφανίζουν συμπτώματα τροφопενίας στο στοιχείο αυτό. Τυπικό παράδειγμα αποτελεί η δυσχέρεια πρόσληψης Καλίου από εδάφη με υψηλή περιεκτικότητα σε ανταλλάξιμο μαγνήσιο, παρά το γεγονός ότι το εκχυλίσμο Κάλιο μπορεί να είναι υψηλό (Laynon κ.ά., 2004).

Επισημαίνεται ότι για την Αμπελουργία οι φυσικές ιδιότητες του εδάφους (δομή, πορώδες, μηχανική σύσταση), που σχετίζονται με το βάθος, την ικανότητα συγκράτησης ύδατος και την αποστράγγιση έχουν μεγαλύτερη σημασία από την χημική του σύσταση (Rankine, κ.ά., 1971). Αποδείχτηκε, δε, από σχετικές έρευνες ότι τα προαναφερόμενα επηρεάζουν περισσότερο τη σύσταση της σταφυλής σε κατιόντα (μεταλλικά) θρεπτικών στοιχείων από το άρωμα και τη γεύση του παραγόμενου οίνου (Rankine κ.ά., 1971; Jackson και Lombard, 1993)

Η ευχέρεια πρόσληψης ορισμένων θρεπτικών στοιχείων, κυρίως αζώτου και καλίου, από τις ρίζες του πρέμνου θεωρείται πολύ σημαντική παράμετρος στην επίδραση του εδάφους στην σύσταση της ράγας και συνεπώς στην ποιότητα του παραγόμενου οίνου, η οποία, όμως, παραμένει σαφώς, μικρότερη αυτής του κλίματος, της ποικιλίας και του υποκειμένου (Rankine, κ.α. 1971; Rettallack, 2002). Γενικά, η διαθεσιμότητα του κάθε θρεπτικού στοιχείου εξαρτάται α) από το εδαφικό pH, που τα όρια για την καλλιέργεια της αμπέλου είναι μεταξύ 5 και 8 (Conradie, 1983a; Davidson, 1991) β) από τις εδαφικές συνθήκες (κυρίως υδατικές) (Eck και Fanning, 1961; McMullen, 1995)

Παράγοντες οι οποίοι σχετίζονται έμμεσα ή άμεσα με το έδαφος και επομένως επηρεάζουν τις απαιτήσεις του φυτού της αμπέλου σε θρεπτικά στοιχεία θεωρούνται το *terroir* και οι αποστάσεις φύτευσης.

3. Ποικιλία και υποκείμενο αμπέλου

Οι ποικιλίες της αμπέλου διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους ως προς τις απαιτήσεις σε θρεπτικά στοιχεία

Σήμερα με τη βοήθεια της μεθόδου της φυλλοδιαγνωστικής (μέτρηση συγκέντρωσης θρεπτικών στοιχείων στα φύλλα) διαπιστώνεται ότι κάτω από τις ίδιες συνθήκες καλλιέργειας ορισμένες ποικιλίες εμφανίζουν συμπτώματα τροφопενίας ή διαφορετικές συγκεντρώσεις θρεπτικών στοιχείων στα φύλλα, γεγονός που δείχνει ότι ενδεχομένως θα πρέπει να εφαρμοστεί διαφορετική πρακτική λίπανσης, σε κάθε μία από αυτές

Στην μεταφυλλοξηρική αμπελουργία η χρησιμοποίηση των αμερικάνικων ειδών ως υποκειμένων στα οποία εμβολιάζονται οι ποικιλίες της ευρωπαϊκής αμπέλου δίδει νέες διαστάσεις στην παραγωγική διαδικασία και καθιστά πιο σύνθετο το πρόβλημα εξαιτίας των αλληλεπιδράσεων του εμβολίου και του υποκειμένου στη φυσιολογία και την ανάπτυξη του νέου (εμβολιασμένου) φυτού. Είναι γνωστό ότι η μετάδοση ζωηρότητας από το υποκείμενο στο εμβόλιο επηρεάζει τη γονιμότητα, την παραγωγικότητα και τον χρόνο ωρίμανσης των σταφυλών του εμβολίου, ενώ εξίσου σημαντική είναι η επίδραση του εμβολίου στην ανάπτυξη του ριζικού συστήματος και τις λειτουργίες του υποκειμένου ιδιαίτερα στα νεαρά εμβολιασμένα πρέμνα. Κατά συνέπεια τα παραπάνω επηρεάζουν με τη σειρά τους την πρόσληψη θρεπτικών στοιχείων από το έδαφος και τη διακίνησή τους εντός του φυτού.

Με το γενικό όρο υποκείμενα νοούνται τα είδη, οι ποικιλίες(κλώνοι) και τα υβρίδια των αμερικανικών αμπέλων των οποίων το ριζικό σύστημα είναι ανθεκτικό στην ριζόβια μορφή της φυλλοξήρας.

Η είσοδος της φυλλοξήρας στον ελληνικό αμπελώνα και η ταχύτατη εξάπλωσή της καθόρισε την πορεία τόσο της ελληνικής όσο και της ευρωπαϊκής αμπελουργίας, καθώς η χρησιμοποίηση των υποκειμένων ήταν μονόδρομος στις όποιες αναμπελώσεις σε ευρωπαϊκό επίπεδο, με δεδομένη την απόλυτη ευαισθησία του ριζικού συστήματος των ποικιλιών της ευρωπαϊκής αμπέλου στην ριζόβια μορφή του εντόμου.

Μετά τα πρώτα έτη της αναμπελώσης, αρχικά στην Γαλλία, άρχισαν να εμφανίζονται σημαντικά προβλήματα που αφορούσαν την ικανότητα προσαρμογής των υποκειμένων στις εδαφικές συνθήκες, κυρίως στην υψηλή συγκέντρωση ενεργού ανθρακικού ασβεστίου. (Σταυρακάκης, 2010) Τα *V. riparia*, *V. rupestris* και τα υβρίδιά τους, εξ αρχής, έδειξαν προβλήματα προσαρμογής στα ασβεστολιθικά εδάφη της Γαλλίας. Τα προβλήματα χλώρωσης των υβριδίων που εμφανιστήκαν, εξαιτίας του ασβεστίου του εδάφους αντιμετωπίστηκαν επιτυχώς με το *V. berlandieri* και ήταν η πρώτη ένδειξη ότι τα υποκείμενα επηρεάζουν την θρέψη της αμπέλου. Ανάλογα

ήταν και τα προβλήματα συμπεριφοράς και αρμονικής συμβίωσης με τις ποικιλίες της ευρωπαϊκής αμπέλου μετά τον εμβολιασμό. Πολύ γρήγορα έγινε αντιληπτό πόσο σημαντική ήταν η επίδραση του υποκειμένου στις φυσιολογικές λειτουργίες της ποικιλίας, την παραγωγικότητα και την ποιότητα των αμπελουργικών προϊόντων (Σταυρακάκης, 2010).

Η έμφαση που δόθηκε στην διαχείριση της βλάστησης (Smart, 1985) και το όλο και αυξανόμενο ενδιαφέρον για τη δημιουργία της κατάλληλης «ισορροπίας» στην άμπελο (“vine balance”) (Kliewer και Dokoozlian, 2000) έστρεψε το ενδιαφέρον ερευνητών και αμπελουργών στην προσπάθεια της κατανόησης της επίδρασης των υποκειμένων στην θρέψη της αμπέλου..

Ο ρόλος του υποκειμένου στην ανόργανη θρέψη των ποικιλιών της αμπέλου έχει μελετηθεί πλέον αρκετά. Το υποκείμενο επιδρά μέσω της εκλεκτικής του ικανότητας στην πρόσληψη ορισμένων στοιχείων, επηρεάζοντας τη θρεπτική κατάσταση της αμπέλου (Downton, 1977; Boulay, 1988; Southey και Joostse, 1991). Για παράδειγμα η ανθεκτικότητα των υποκειμένων στην παρουσία του ενεργού ανθρακικού ασβεστίου στο έδαφος επηρεάζει την συμπεριφορά τους κυρίως στην απορρόφηση του σιδήρου από το ριζικό σύστημα. Δεδομένης δε της μεγάλης περιεκτικότητας του εδάφους των ευρωπαϊκών αμπελώνων σε ανθρακικό ασβέστιο είναι συχνή η εμφάνιση της χλώρωσης (τροφοπενία σιδήρου) στις ποικιλίες-εμβόλια, η οποία οφείλεται κατά κανόνα στην αδυναμία απορρόφησης του σιδήρου του εδάφους από το ριζικό σύστημα του πρέμνου.

Διαπιστώθηκε ακόμη ότι η ικανότητα απορρόφησης του N διαφέρει ανάλογα με την ποικιλία και το υποκείμενο. Η ποικιλία Σουλτανίνα απορροφά δυσχερέστερα το N όταν είναι εμβολιασμένη στο υποκείμενο 41 B από ότι όταν εμβολιάζεται στα 110R και 140Ruggeri (Ecevit, κ.ά., 1983). Αντίθετα η περιεκτικότητα των φύλλων της ποικιλίας Grenache σε N, P και K, ήταν η αυτή για τα υποκείμενα Richter110, 140Ruggeri, 1103Paulsen, ενώ η περιεκτικότητα σε Mg των φύλλων της ποικιλίας Grenache ήταν μικρότερη με υποκείμενο το 140 Ruggeri, μεγαλύτερη με το Richter110 και ακόμη μεγαλύτερη με το 1103 Paulsen (Morand, κ.ά., 1981).

Σημαντική είναι η επίδραση του υποκειμένου στην ποσότητα και την ταχύτητα απορρόφησης του K από το έδαφος (Bracandoro, κ.ά., 1994; Wolpert, κ.ά., 2005).

Οι ιδιότητες αυτές των υποκειμένων επιδρούν σημαντικά στην ποσότητα και την ποιότητα των παραγόμενων αμπελουργικών προϊόντων, δεδομένης της επίδρασης του υποκειμένου στην τροφοδοσία του εμβολίου και στη χημική σύνθεση των σταφυλών.

Όπως είναι γνωστό, η οξύτητα του γλεύκους επηρεάζει σημαντικά τη γεύση, το χρώμα αλλά και την εν γένει πορεία της ποιότητας των παραγόμενων οίνων. Με την έννοια αυτή αυξημένη απορρόφηση καλίου από το έδαφος αυξάνει την περιεκτικότητα του στο γλεύκος με αποτέλεσμα τη μείωση της οξύτητας με όλες τις συνέπειες στην ποιότητα των παραγόμενων οίνων.

Ανθεκτικά στην έλλειψη καλίου είναι τα υποκείμενα SO₄, 110 R, Fercal, 44-53M, 196-17C, ενώ πολύ ευαίσθητα είναι τα 99R, 1103P, 140Ru, 3309C, 3306C, 101-14C και Rupestris du Lot. Σε ενδιάμεση θέση μεταξύ των παραπάνω (μέτρια ευαισθησία) βρίσκονται τα υποκείμενα 41B, 420A, 5BB, 1616C, 161-49C.

Η απορρόφηση των θρεπτικών στοιχείων αποτελεί σύμπλοκο φαινόμενο και συχνά επηρεάζεται και από άλλες ιδιότητες και χαρακτήρες των υποκειμένων όπως είναι η αντοχή τους στην ξηρασία, την υγρασία και τη συνεκτικότητα του εδάφους (Fregoni, 1985). Σημαντική είναι και η επίδραση του μηχανισμού αντοχής των αμπέλων στην αλατότητα του εδάφους που εκδηλώνεται είτε ως προσαρμογή του μεταβολισμού των πρέμων (συσσώρευση άλατος) με τέτοιο τρόπο και σε τέτοιο βαθμό που να μην επηρεάζονται οι φυσιολογικές λειτουργίες, ακόμη και αν οι συγκεντρώσεις των ιόντων είναι υψηλές (ποικιλίες *Vitis vinifera*) είτε ως αποκλεισμός στην απορρόφηση και διακίνηση των ιόντων (αμερικανικά είδη) (Walker κ.ά., 2002).

Τέλος, η ζωηρότητα του υποκειμένου είναι, επίσης, σημαντική, διότι επηρεάζει την αύξηση των βλαστών της ποικιλίας-εμβόλιου και της συνολικής φυλλικής επιφάνειας (μετάδοση ζωηρότητας) και επομένως την έκθεση των σταφυλών στην ηλιακή ακτινοβολία και κατά συνέπεια τη σύσταση της σταφυλής και την ποιότητα του οίνου. Είναι γνωστό, δε, ότι επηρεάζει και τα επίπεδα των θρεπτικών στοιχείων των φύλλων (May, 1994).

4. Αμπελοκομική τεχνική

Η πυκνότητα φύτευσης, τα συστήματα μόρφωσης και υποστύλωσης των πρέμων, το χειμωνιάτικο κλάδεμα καρποφορίας, τα χλωρά κλαδέματα που καθορίζουν το ύψος του φορτίου, και η άρδευση, επηρεάζουν άμεσα την ισορροπία της βλάστησης προς την παραγωγή και επομένως την κατανάλωση του πρέμου σε θρεπτικά στοιχεία.

Σε αμπελώνες με μεγάλη πυκνότητα φύτευσης, στους οποίους τα πρέμνα είναι μορφωμένα σε σχήματα με μικρό ή μέτριο ύψος κορμού και φέρουν μέτριο ή μικρό

φορτίο, η κατανάλωση θρεπτικών στοιχείων ανά στρέμμα μπορεί να είναι το 1/3 ή το 1/4 σε σχέση με αμπελώνες μικρής πυκνότητας, με μεγάλο φορτίο ανά πρέμνο και υψηλά συστήματα μόρφωσης. Στους πρώτους αμπελώνες η εναπόθεση θρεπτικών στοιχείων γίνεται κατά προτεραιότητα (εξαιτίας και της άμβλυσης του ανταγωνισμού) στις σταφυλές, ενώ στους δεύτερους εξαιτίας της μεγάλης ζωηρότητας οι τροφές αναλώνονται στην αύξηση του μήκους των βλαστών και στην ανάπτυξη των νεαρών φύλλων (Fregoni, 1995)

Η άρδευση είναι από τις επεμβάσεις που επηρεάζουν σημαντικά την συγκέντρωση και τη διαθεσιμότητα του εδαφικού καλίου (K) και του αζώτου (N), αυξάνοντας την απορρόφησή τους από το φυτό (Fregoni, 1977; Liuni κ.ά., 1985). Ο αριθμός των αρδεύσεων, όμως, δεν φαίνεται να αυξάνει την συγκέντρωση K στα φύλλα ύστερα από ένα έτος εφαρμογής καλίου στο έδαφος (Christensen, 1991).

Αντίθετα η πρόσληψη του Ca και κυρίως του Mg ελαττώνεται με την αύξηση της συχνότητας της άρδευσης, προκαλώντας σοβαρές ανισορροπίες στη θρέψη (Fregoni, 1995).

Γενικά, η άρδευση αυξάνει τη ζωηρότητα, την παραγωγή και κατά συνέπεια την κατανάλωση σε θρεπτικά στοιχεία. Επομένως η εφαρμογή μιας ήπιας υδατικής καταπόνησης, είναι ίσως μετά το χειμερινό κλάδεμα καρποφορίας ο πιο αποτελεσματικός τρόπος για τον έλεγχο της ζωηρότητας των πρέμνων, επομένως της κατανάλωσης θρεπτικών στοιχείων και συνεπώς του προσδιορισμού του φορτίου ποσοτικά και ποιοτικά, ιδιαίτερα όταν εφαρμόζεται κατά την περίοδο της έναρξης της ωρίμανσης.

ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΤΩΝ ΑΠΑΙΤΗΣΕΩΝ ΤΩΝ ΠΡΕΜΝΩΝ ΣΕ ΘΡΕΠΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Πολλές έρευνες έχουν πραγματοποιηθεί έως σήμερα με σκοπό να διευκρινισθεί ο ρόλος των θρεπτικών στοιχείων στην φυσιολογία του φυτού της αμπέλου και να προκύψουν ορισμένα συμπεράσματα χρήσιμα σε πρακτικό επίπεδο (λίπανση αμπελώνων). Η χρήση ραδιοϊσοτόπων, η υδροπονική ή η σε δοχεία καλλιέργεια, η καλλιέργεια σε θερμοκήπιο, η ιστοκαλλιέργεια σε διαφορετικά υποστρώματα, η ενζυμική διαγνωστική και ο ταυτόχρονος έλεγχος των βασικών φυσιολογικών λειτουργιών σε πρέμνα υπό κάλυψη, τρεφόμενα διαφορετικά, είναι ορισμένες από τον μακρύ κατάλογο των μεθόδων που έχουν χρησιμοποιηθεί. Όλες αυτές οι μέθοδοι βοηθούν μεν, στην κατανόηση των βασικών βιοχημικών μηχανισμών, στους οποίους

υπεισέρχονται τα διάφορα θρεπτικά στοιχεία, δε δίδουν όμως σαφείς απαντήσεις σε πρακτικό επίπεδο εφαρμογής λίπανσης εξαιτίας των πολλών και συχνά ανεξέλεγκτων παραγόντων που παρεμβαίνουν κάθε φορά.

Όταν επιδιώκεται, επομένως, να προσδιοριστούν οι ποσότητες των θρεπτικών στοιχείων, που είναι απαραίτητες για ένα αμπελώνα, θεωρείται αναγκαία η χρήση μεθόδων κλασσικών όπως η ανάλυση εδάφους για τον προσδιορισμό της χημικής και φυσικής κατάστασης του εδάφους καθώς και του επιπέδου της περιεκτικότητας των θρεπτικών στοιχείων και η εφαρμογή της μεθόδου της φυλλοδιαγνωστικής για τον προσδιορισμό του επιπέδου των θρεπτικών στοιχείων στους ιστούς και τα όργανα των πρέμνων..

ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΔΑΦΟΥΣ ΑΜΠΕΛΩΝΑ

Η ικανότητα ενός εδάφους να εξασφαλίσει την ισορροπημένη θρέψη των πρέμνων εξαρτάται κατά πολύ από τη γεωλογική του προέλευση και επιπλέον εξελίσσεται σταθερά υπό την επίδραση της εδαφογένεσης, των υδατικών σχέσεων, της πρόσληψης από τα φυτά και των απωλειών λόγω έκπλυσης.

Τα εδαφικά δείγματα μπορούν να αναλυθούν για την περιεκτικότητά τους σε θρεπτικά στοιχεία, αν και τα αποτελέσματα των αναλύσεων και μετρήσεων μπορεί να μην αντανακλούν τα επίπεδα των στοιχείων που είναι διαθέσιμα για να απορροφηθούν από το πρέμνο.

Όπως είναι γνωστό τη διαθεσιμότητα των θρεπτικών στοιχείων και τη ευχέρεια απορρόφησης τους από το ριζικό σύστημα των πρέμνων επηρεάζουν οι φυσικές και χημικές ιδιότητες του εδάφους. Εδάφη υψηλής περιεκτικότητας σε οργανική ουσία γενικά εμφανίζουν υψηλά ποσοστά σε άμεσα διαθέσιμα στο φυτό θρεπτικά στοιχεία. Στα αμμώδη εδάφη είναι πιθανό να έχουμε απώλεια θρεπτικών από έκπλυση ενώ σε αυτά με υψηλή περιεκτικότητα σε άργιλο θα χρειαστεί σύντομα εφαρμογή λιπασμάτων με κάλιο.

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.

Είναι προφανές ότι η ανάλυση εδάφους δεν επιτρέπει τον ακριβή προσδιορισμό των λιπαντικών αναγκών των φυτών. Η μέθοδος αυτή αποτελεί ένα εργαλείο για να γίνει γνωστή η συγκέντρωση των θρεπτικών στοιχείων στο έδαφος, όμως οι παράγοντες που επηρεάζουν τη δυναμική της διαθεσιμότητας των στοιχείων αυτών

στο φυτό, έχουν μεγαλύτερη επίδραση από το επίπεδο των στοιχείων στο έδαφος. Παράμετροι πολύ πιο σημαντικές και από την περιεκτικότητα των θρεπτικών στοιχείων στο έδαφος θεωρούνται: το pH εδάφους, η οργανική ουσία που περιέχει, η θερμοκρασία, η δομή και η σύστασή του. Συμβαίνει, τέλος, ένα έδαφος, που χαρακτηρίζεται ως πολύ φτωχό, να δίδει καλύτερα αποτελέσματα, από ένα πλούσιο, ιδιαίτερα εάν οι ρίζες εκμεταλλεύονται ένα μεγάλο όγκο του εδάφους. (Fregoni, 1985).

Η δυναμική διαθεσιμότητα των θρεπτικών στοιχείων, γενικότερα, μπορεί να εκτιμηθεί καλύτερα από την ανάλυση φυτικών ιστών και από την παρατήρηση των φυτών για συμπτώματα τροφοπενιών.

Το ριζικό σύστημα της αμπέλου ανάλογα με το υποκείμενο, την ποικιλία και τον τύπο εδάφους, για να απορροφήσει νερό και θρεπτικά στοιχεία διεισδύει σε μεγάλο βάθος και καταλαμβάνει πολύ μεγάλο εδαφικό όγκο, που μπορεί να διαφέρει στη χημική του σύσταση. Για το λόγο αυτό είναι δύσκολο να αποκτηθούν αντιπροσωπευτικά δείγματα εδάφους από τη ριζόσφαιρα των πρέμων.

Στην αμπελοκαλλιέργεια οι αναλύσεις εδάφους έχουν αξία για τον εντοπισμό προβλημάτων που σχετίζονται με ανισορροπίες στη σχέση μεταξύ των θρεπτικών στοιχείων ή με περίσσειες στοιχείων που μπορεί να δημιουργήσουν πρόβλημα. Οι σημαντικότερες πληροφορίες που μπορούν να δοθούν από μια εδαφολογική ανάλυση αφορούν στο pH, στην περιεκτικότητα σε ασβέστιο(ενεργό και ολικό), αλλά και στον εντοπισμό πιθανών προβλημάτων αλατότητας και τοξικών παραγόντων.

ΑΝΑΛΥΣΗ ΦΥΤΙΚΩΝ ΙΣΤΩΝ

Όπως αναφέρθηκε η χημική ανάλυση του εδάφους δίδει πληροφορίες και συμβάλλει στην ερμηνεία της συμπεριφοράς των φυτών στην εφαρμοζόμενη λίπανση και μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο για τη μελέτη της κίνησης ή της κατανομής των λιπαντικών στοιχείων στο έδαφος και εμμέσως μπορεί να δώσει κάποια εκτίμηση για τη θρεπτική κατάσταση των πρέμων. Η αδυναμία συσχέτισης της θρεπτικής κατάστασης των πρέμων σε σχέση με τις συγκεντρώσεις των θρεπτικών στοιχείων στο έδαφος του αμπελώνα, οφείλεται σε πολλούς παράγοντες όπως είναι ο διαφορετικός τύπος του εδάφους, στις ιδιότητες του ριζικού συστήματος για την σε βάθος και πλάτος ανάπτυξή του, στη μέθοδο άρδευσης και φυσικά στις διαφορές στην πρόσληψη των θρεπτικών στοιχείων που έχουν εντοπιστεί, στις ποικιλίες και τα υποκείμενα της αμπέλου.

Η σημασία του προσδιορισμού της περιεκτικότητας των φυτικών ιστών στα διάφορα θρεπτικά στοιχεία διαπιστώθηκε πολύ ενωρίς και ειδικά στην άμπελο όπου από τις αρχές του 19^{ου} αιώνα εφαρμόστηκε η ανάλυση των φύλλων (φυλλοδιαγνωστική) ως δείκτης της θρεπτικής κατάστασης των πρέμων και των αναγκών τους σε θρεπτικά στοιχεία.

Κατά τον κλαστικό ορισμό Φυλλοδιαγνωστική σε δεδομένη χρονική στιγμή είναι η μέθοδος προσδιορισμού της χημικής κατάστασης των φύλλων των βλαστών της αμπέλου που βρίσκονται σε καθορισμένη θέση (συνήθως απέναντι από τις ταξιανθίες). Εάν οι αναλύσεις γίνονται σε τακτά χρονικά διαστήματα τότε προκύπτει η ετήσια φυλλοδιαγνωστική. Όμως σε μια δεδομένη στιγμή η περιεκτικότητα των φύλλων σε θρεπτικά στοιχεία διαφέρει ανάλογα με τη θέση τους στο βλαστό συχνά δε και από τη φύση του βλαστού (κύριος ή μεσοκάρδιος, καρποφόρος ή όχι). Αν και οι διαφορές συχνά δεν είναι σημαντικές εντούτοις επιβάλλεται να επιλέγονται φύλλα της ίδιας θέσης στο βλαστό και κατά προτίμηση από καρποφόρο βλαστό. Κατά κανόνα επιλέγονται τα φύλλα που βρίσκονται στο κόμβο απέναντι από την πρώτη ταξιανθία.

Συνήθως γίνονται δειγματοληψίες κατά τα τέσσερα φαινολογικά στάδια και συγκεκριμένα:

- α. Στην έναρξη άνθισης (στάδιο κατά Baggiolini, 1952)
- β. Στην πλήρη άνθιση (στάδιο I)
- γ. Στην έναρξη ωρίμανσης (γυάλισμα) (στάδιο M)
- δ. Και στην πλήρη ωρίμανση (στάδιο N)

Τα φύλλα είναι υγιή, και προέρχονται από πρέμνα μέσης ζωηρότητας και υγιή, αντιπροσωπευτικά της ποικιλίας και του αμπελώνα.

Με την φυλλοδιαγνωστική γίνεται ο προσδιορισμός των ανόργανων στοιχείων στους ιστούς των φύλλων, κυρίως N, P, K και δευτερευόντως Ca, Mg, Na κ.ά.

Η Φυλλοδιαγνωστική στηρίζεται στις διαπιστώσεις ή αρχές ότι α) όλα τα φύλλα των πρέμων της ίδιας ηλικίας, που βρίσκονται σε έναν ομοιογενή αμπελώνα (ομοιογενές έδαφος, ίδιες αμπελοκομικές επεμβάσεις) έχουν την ίδια χημική σύσταση και β) οι αξιόλογες διαφορές των αναλυτικών δεδομένων εκφράζουν τις διαφορές της ευρωστίας και της παραγωγής πρέμων της ίδιας ποικιλίας και της ίδιας ηλικίας.

Αργότερα για τον προσδιορισμό των θρεπτικών στοιχείων χρησιμοποιήθηκαν και άλλοι ιστοί όπως οι μίσχοι των φύλλων (μίσχοδιαγνωστική) και οι κληματίδες (ξυλοδιαγνωστική) Οι αναλύσεις φυτικών ιστών (μίσχου, ελάσματος ή άλλου

τμήματος του φυτού) ανάλογα με το σκοπό για τον οποίο γίνονται διακρίνονται σε: διάγνωση, παρακολούθηση και πρόγνωση. Με αυτές μπορούν να προσδιοριστούν ακόμη και τροφοπενίες που περιορίζουν την παραγωγή, πριν ακόμη εκδηλωθούν συμπτώματα στα φυτά. Η ορθότητα των αποτελεσμάτων καθορίζεται σε μεγάλο βαθμό από την ποιότητα του δείγματος. Το δείγμα, λοιπόν, πρέπει να είναι αντιπροσωπευτικό της καλλιέργειας.

Επιλογή φυτικού ιστού, χρόνος δειγματοληψίας

Υπάρχουν διαφορετικές απόψεις σχετικά με το είδος του ιστού και το χρόνο συλλογής του, στο φυτό της αμπέλου.

Στο **Γαλλικό σύστημα** χρησιμοποιείται ολόκληρο το φύλλο (έλασμα και μίσχος μαζί) από κόμβο της βάσης του βλαστού, στο τέλος της άνθισης και στο περκασμό. Στο **σύστημα της Καλιφόρνιας** χρησιμοποιούνται μίσχοι από τη βάση των βλαστών και απέναντι από την ανθοταξία κατά την άνθιση. Στο **σύστημα της Νότιας Αφρικής** χρησιμοποιείται έλασμα από τα κατώτερα φύλλα λίγο πριν τον περκασμό, συνήθως απέναντι από την σταφυλή. Τα συστήματα αυτά έχουν πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα και τα τελευταία έτη έχει προταθεί ο συνδυασμός της ανάλυσης δειγμάτων που περιλαμβάνουν και το έλασμα και το μίσχο κατά την άνθιση.

Η ανάλυση κατά την άνθιση παρουσιάζει το πλεονέκτημα ότι η παρέμβαση μπορεί να διορθώσει προβλήματα θρέψης στην τρέχουσα καλλιεργητική περίοδο. Εν τούτοις η περίοδος των ταχέων θρεπτικών αλλαγών στους ιστούς (πριν την άνθιση έως την καρπόδεση) δείχνει το πόσο σημαντικός είναι ο χρόνος κατά τον οποίο διενεργείται η δειγματοληψία.

Όσον αφορά στο κάλιο όταν η δειγματοληψία και ο προσδιορισμός του γίνει κατά τη διάρκεια της άνθισης παρέχει το πλεονέκτημα της εφαρμογής διορθωτικής λίπανσης την τρέχουσα περίοδο βλάστησης. Με δεδομένο όμως ότι η περιεκτικότητα των ραγών σε Κ αφενός αυξάνει συνεχώς κατά την περίοδο της ωρίμανσης (σε αντίθεση με την αντίστοιχη των φύλλων που μειώνεται με την αύξηση της ηλικίας των) και αφετέρου συνδέεται με την παραγωγικότητα του πρέμνου, ο προσδιορισμός του Κ κατά την πλήρη ωρίμανση αποτελεί αξιόπιστο δείκτη για την εκτίμησή της. (Herper και Bravdo, 1985; Bravdo, 2008).

Οι αναλύσεις δειγμάτων που έχουν ληφθεί κατά το τέλος της περιόδου ανάπτυξης του μεγέθους των ραγών, δηλαδή στη διάρκεια του περκασμού, αντανακλούν το θρεπτικό εφοδιασμό του φυτού για το μεγαλύτερο μέρος της περιόδου και

χρησιμοποιούνται για την κατάρτιση του προγράμματος λίπανσης της επόμενης καλλιεργητικής περιόδου.

Η διάγνωση των ελλείψεων των θρεπτικών στοιχείων γίνεται πιο περίπλοκη από τις διαφορές που εμφανίζονται στην κινητικότητα ορισμένων εξ αυτών, μέσα στα διάφορα όργανα και τους φυτικούς ιστούς του πρέμνου. Θρεπτικά συστατικά όπως το άζωτο, ο φώσφορος, το μαγνήσιο και το κάλιο αναδιανέμονται από τα παλαιότερα φύλλα στις αναπτυσσόμενες θέσεις έτσι ώστε ενδεχόμενη ανεπάρκεια τους να εμφανίζεται, χρονικά, πρώτα στα παλαιότερα φύλλα. Θρεπτικά συστατικά, όπως το ασβέστιο, το βόριο και ο ψευδάργυρος ενσωματώνονται στους μεγαλύτερους σε ηλικία φυτικούς ιστούς και δεν είναι διαθέσιμα, πλέον, για περαιτέρω ανακατανομή εντός του φυτού. Ανεπάρκεια των στοιχείων αυτών, επομένως, εμφανίζεται στα εν αυξήσει όργανα του φυτού, πρώτα.

Ανάλυση είτε μίσχου (**petiole analysis**) είτε ελάσματος φύλλου (**leaf blade analysis**) θα δώσουν μια πιο αντικειμενική εκτίμηση της θρεπτικής κατάστασης.

Εντούτοις μία **ανάλυση μίσχων** δείχνει με τον καλύτερο τρόπο την τρέχουσα κυκλοφορία των θρεπτικών συστατικών προς το έλασμα του φύλλου και είναι ευαίσθητη στο καθεστώς των θρεπτικών στοιχείων, που μετακινούνται, δηλαδή των N, P, K, Mg. Η ανάλυση των μίσχων των φύλλων κατά την άνθιση, ως εκ τούτου, θα παρέχει περιορισμένες μόνο πληροφορίες, σχετικά με την επάρκεια των μη μετακινούμενων στοιχείων και ιδιαίτερα του Βορίου.

Πίνακας 3: Επιλογή φυτικών ιστών και θρεπτικά στοιχεία που προσδιορίζονται κατά τις αναλύσεις τους.

Φυτικός ιστός	Φαινολογικό στάδιο	Θρεπτικά στοιχεία
Μίσχος και Έλασμα	Άνθιση	Μίσχος → Νιτρικά άλατα, P, K, Mg Έλασμα → N, P, K, S, Ca, Mg, Na, Fe, Mn, Zn, Cu, B.
Μίσχος	Άνθιση / περκασμός	N, P, K, S, Ca, Mg, Na, Fe, Mn, Zn, Cu, B
Έλασμα	Άνθιση / περκασμός	N, P, K, S, Ca, Mg, Na, Fe, Mn, Zn, Cu, B

Η ανάλυση του ελάσματος του φύλλου δείχνει την συνολική κατάσταση όλων των θρεπτικών συστατικών, συμπεριλαμβανομένων των μη μετακινούμενων, όπως το

Ca και ιχνοστοιχείων όπως τα Mn, Zn, Cu, Βο και έτσι δίδει έγκαιρα μια καλύτερη εικόνα της θρεπτικής κατάστασης και της πιθανότητας εκδήλωσης τροφολειψιών.

Στον Πίνακα 3. παρουσιάζονται οι εν δυνάμει φυτικοί ιστοί που χρησιμοποιούνται, τα φαινολογικά στάδια κατά τα οποία πραγματοποιούνται οι δειγματοληψίες και τα στοιχεία που προσδιορίζονται κάθε φορά.

Θα πρέπει να αναφερθεί ότι παρά το μεγάλο αριθμό ερευνητικών εργασιών δεν έχει πλήρως τεκμηριωθεί η σχέση μεταξύ της περιεκτικότητας του φύλλου σε ανόργανα στοιχεία (πλην του Κ) αφενός με την παραγωγικότητα του πρέμνου και αφετέρου με την ποιότητα των σταφυλών και εν συνεχεία του παραγόμενου οίνου.

Όσον αφορά το κάλιο τα δεδομένα δείχνουν ότι η χαμηλή περιεκτικότητα του Κ στα φύλλα συνδέεται με ελάττωση της περιεκτικότητας σε σάκχαρα και χρωστικές ουσίες της ράγας ενώ η περίσσεια καλίου στα φύλλα συνοδεύεται από μειωμένη ολική ογκομετρούμενη οξύτητα στο γλεύκος (Champagnol, 1990; Delas, 1990).

Οι μέθοδοι ανάλυσης φυτικών ιστών, απ' όσα αναφέρθηκαν, είναι φανερό ότι μπορούν να δώσουν ενδιαφέρουσες πληροφορίες για την θρεπτική κατάσταση του πρέμνου, οι οποίες συμπληρώνουν αυτές που λαμβάνονται από την ανάλυση του εδάφους ή από άλλες προσεγγίσεις.

Τέλος θα πρέπει να επισημανθεί ότι ο πειραματισμός σε συνθήκες αμπελώνα αποτελεί την μοναδική και πλέον αξιόπιστη μέθοδο προσδιορισμού των λιπαντικών αναγκών των πρέμνων.

ΤΟ ΚΑΛΙΟ

Το κάλιο (Κ) αποτελεί το 2,4% του φλοιού της γης, είναι το έβδομο σε αφθονία χημικό στοιχείο και προηγείται του πυριτίου (Si), του αλουμίνιου (Al), του σίδηρου (Fe), του ασβεστίου (Ca), το μαγνησίου (Mg) και του νάτριου (Na) (Αναλογίδης 2000, Γιάσογλου 1986).

Το Κ, όπως το Na είναι ένα μονοσθενές κατιόν, που σχηματίζει μεταλλικούς δεσμούς με άλλα μέταλλα και ιονικούς δεσμούς με τα μη μέταλλα. Τα άλατα του καλίου (χλωριούχο κάλιο, θειικό κάλιο, κ. ά.) είναι στερεά, λόγω της χαμηλής ηλεκτραρνητικότητας του καλίου.

Ο Liebig (1841) ήταν ο πρώτος που αναγνώρισε τη σημασία του καλίου για την ανάπτυξη των φυτών. Ακολούθησαν πολλές εργασίες που επιβεβαίωσαν το σημαντικό ρόλο του Κ στη θρέψη και ανάπτυξη όλων των φυτών, όπως των Birner και Lucanus (1866), του Reed, (1942) και του Epstein, κ. ά. (1963).

Το Κ θεωρείται ως «**το θρεπτικό στοιχείο της ποιότητας**» της παραγωγής μιας καλλιέργειας (Usherwood, 1985) και απαιτείται από τα φυτά σε μεγάλες ποσότητες ίσες ή και μεγαλύτερες ακόμη και από το Ν (Daliparthy, κ. ά., 1994). Ειδικά η άμπελος θεωρείται ένα από τα πλέον καλιόφιλα καλλιεργούμενα φυτά.

1. Το κάλιο στο έδαφος

Το εδαφικό κάλιο προέρχεται από τη διάβρωση και αποσάθρωση των πρωτογενών καλιούχων πετρωμάτων του εδάφους. Η περιεκτικότητα των εδαφών σε κάλιο ποικίλει ανάλογα με το μητρικό πέτρωμα και τον βαθμό εξέλιξής τους και κυμαίνεται ευρύτατα από λίγα δέκατα επί τοις εκατό έως και 2,5%. Γενικά, εδάφη που είναι σε προχωρημένο στάδιο εξέλιξης, έχουν χάσει σημαντικό ποσοστό από το κάλιό τους (Γιάσογλου, 1986).

Κυριότερες πρωτογενείς πηγές εδαφικού καλίου είναι τα πετρώματα που περιέχουν καλιούχα συστατικά (μαρμαρυγίες, άστριοι- ορθόκλαστο και μικροκλινής των αστρίων, βιοτίτης, μοσχοβίτης, φλογοβίτης). Με τη διαδικασία της εδαφογένεσης, δηλαδή από την χημική και φυσική διάβρωση των ορυκτών αυτών, προκύπτουν οι διαθέσιμες για τα φυτά πηγές του θρεπτικού στοιχείου (Αναλογίδης, 2000). Απαντάται, επίσης, σαν δομικό συστατικό των κρυσταλλικών αργίλων όπως είναι οι ιλλύτες, οι βερμικουλίτες, οι χλωρίτες και ενδοστρωσιγενή ορυκτά (τυχαία διάταξη δύο ή περισσότερων των προηγούμενων τύπων στο ίδιο τεμαχίδιο (Tisdale κ. ά., 1993). Τέλος, συναντάται σαν ανταλλάξιμο και υδατοδιαλυτό κατιόν που είναι οι άμεσα διαθέσιμες στα φυτά μορφές του καλίου. Με το να είναι ένα θετικά φορτισμένο ιόν το κάλιο εύκολα απορροφάται σε αρνητικά φορτισμένες ανταλλάξιμες τοποθεσίες του εδάφους (Treeby, Goldspink και Nicholas, 2004).

Γενικά, εδάφη που έχουν σχηματιστεί πάνω σε γρανίτες ή μαρμαρυγιακούς σχιστόλιθους περιέχουν, συνήθως, υψηλό ποσοστό καλίου σε αντίθεση με τα εδάφη επί χαλαζιακών ψαμμιτών και θαλάσσιων ιζημάτων, τα οποία είναι πτωχά στο στοιχείο αυτό. Επιπρόσθετα, τα εδάφη των ξηρών περιοχών περιέχουν μεγαλύτερες ποσότητες καλίου από τα εδάφη των υγρών περιοχών, λόγω της έκπλυσης που λαμβάνει χώρα σ' αυτά.

2. Τα κλάσματα του εδαφικού καλίου

Ανάλογα με το βαθμό διαθεσιμότητάς του στις ρίζες των φυτών, το εδαφικό κάλιο μπορεί να ταξινομηθεί σε τέσσερα κλάσματα (Αναλογίδης, 2000):

- α). Δομικό κάλιο των πρωτογενών ορυκτών (ισχυρά δεσμευμένο ή μη διαθέσιμο)
- β) Δυσκόλως ανταλλάξιμο (δεσμευμένο ή βραδέως διαθέσιμο)
- γ) Ανταλλάξιμο και
- δ) Υδατοδιαλυτό (κάλιο εδαφικού διαλύματος).

Όλα αυτά τα κλάσματα του εδαφικού καλίου βρίσκονται μεταξύ τους σε μια δυναμική ισορροπία στο έδαφος. Αμέσως μόλις διαταραχτεί η ισορροπία αυτή (με προσθήκη ή αφαίρεση) τα ιόντα καλίου κινούνται για την αποκατάστασή της. Η ταχύτητα εξισορρόπησης διαφέρει σημαντικά μεταξύ των διαφόρων κλασμάτων. Η εξισορρόπηση μεταξύ **υδατοδιαλυτού** και **ανταλλάξιμου** είναι ταχύτερη ενώ η εξισορρόπηση μεταξύ **δυσκόλως ανταλλάξιμου** και **ανταλλάξιμου** ή μεταξύ **δυσκόλως ανταλλάξιμου** και **υδατοδιαλυτού** καλίου είναι πολύ πιο αργή και απαιτεί πολλές μέρες ή ακόμη και μήνες. Τέλος η απόσπαση κατιόντων καλίου από τα πρωτογενή ορυκτά είναι τόσο αργή ώστε να θεωρείται αμελητέα η συμμετοχή τους στην τροφοδοσία των φυτών.

Άμεσα διαθέσιμα για πρόσληψη από τις ρίζες είναι τα κλάσματα του **υδατοδιαλυτού** και του **ανταλλάξιμου** καλίου. Λόγω της συνεχούς απομάκρυνσης των άμεσα διαθέσιμων κλασμάτων από το έδαφος μέσω των καλλιεργούμενων φυτών ή της έκπλυσης, συνήθως επικρατεί μια συνεχής μετατόπιση καλίου από τα πρωτογενή ορυκτά προς τις δυσκόλως και τις άμεσα ανταλλάξιμες μορφές.

Η καλλιέργεια της αμπέλου για μακρά σειρά ετών χωρίς καλιούχο λίπανση, προοδευτικά, εξαντλεί τα αποθέματα του βραδέως και μη διαθέσιμου καλίου της στερεάς φάσης, με συνέπεια την υποβάθμιση της καλιούχου γονιμότητας του εδάφους. Αντίθετα, κάτω από ορισμένες εδαφικές συνθήκες με παράλληλη υπερβολική καλιούχο λίπανση, είναι δυνατό να υπάρξει αντίστροφη μετατόπιση της ισορροπίας από την υδατοδιαλυτή και την ανταλλάξιμη μορφή, στην δυσκόλως ανταλλάξιμη μορφή, διαδικασία γνωστή σαν **δέσμευση του εδαφικού καλίου**.

Το δομικό κάλιο των πρωτογενών ορυκτών

Τα πρωτογενή καλιούχα ορυκτά (άστριοι και μαρμαρυγίες) αποτελούν το 94-98% του εδαφικού καλίου. Το δομικό κάλιο δεν συμμετέχει στην καλιούχο θρέψη των φυτών αλλά αποτελεί την αποθήκη του εδάφους σε κάλιο, γιατί μακροπρόθεσμα με την αργή αποσάθρωσή τους, τα πρωτογενή ορυκτά συνεισφέρουν στην αύξηση της περιεκτικότητας του καλίου στο έδαφος και κατά συνέπεια στην γονιμότητά τους. Η ταχύτητα της αποσάθρωσης και απελευθέρωσης του καλίου σε διαθέσιμες μορφές

εξαρτάται από τη φύση των πρωτογενών ορυκτών και από τις συνθήκες του περιβάλλοντος.

Το δυσκόλως ανταλλάξιμο κάλιο των κρυσταλλικών αργίλων

Το βραδέως διαθέσιμο ή δυσκόλως ανταλλάξιμο κάλιο συγκρατείται μεταξύ των κρυσταλλικών αργιλικών στρωμάτων, σε θέσεις που δεν είναι άμεσα προσιτές για αντιδράσεις ανταλλαγής με άλλα κατιόντα του εδαφικού διαλύματος. Όταν όμως διαταραχτεί η δυναμική ισορροπία που υπάρχει μεταξύ των κλασμάτων του καλίου, γίνεται μετακίνηση του μη ανταλλάξιμου καλίου τόσο σε ανταλλάξιμες θέσεις όσο και στο εδαφικό διάλυμα. Αντίθετα με την προσθήκη καλιούχων λιπασμάτων γίνεται μετακίνηση ιόντων καλίου από ανταλλάξιμες θέσεις και από το εδαφικό διάλυμα, σε μη ανταλλάξιμες θέσεις. Το κάλιο της κατηγορίας αυτής κινητοποιείται και ελευθερώνεται με αργούς ρυθμούς, μπορεί να θεωρηθεί σχετικά διαθέσιμο στα φυτά και αντιστοιχεί στο 2-3% του συνολικού εδαφικού καλίου.

Ανταλλάξιμο κάλιο

Όπως όλα τα ανταλλάξιμα κατιόντα, το κάλιο συγκρατείται από τα αρνητικά φορτισμένα κολλοειδή της αργίλου, με ηλεκτροστατικές δυνάμεις. Το ανταλλάξιμο κάλιο ανάλογα και με τις επικρατούσες συνθήκες μετατρέπεται πολύ εύκολα σε υδατοδιαλυτό αλλά και το αντίθετο. Η ισορροπία του καλίου μεταξύ των δύο μορφών αυτών δεν είναι σταθερή αλλά εξαρτάται από το ιοντικό περιβάλλον του εδάφους και επηρεάζεται από το είδος και τις συγκεντρώσεις των υπόλοιπων κατιόντων, τις συγκεντρώσεις των ανιόντων, των ιδιοτήτων της αργίλου και του χούμου που συμμετέχουν στην ανταλλαγή κατιόντων.

Το κύριο κατιόν που συναντάται στα εδάφη τόσο σαν ανταλλάξιμο όσο και σαν υδατοδιαλυτό είναι το **ασβέστιο(Ca)**. Συνεπώς είναι πολύ σημαντική η αναλογία **καλίου/ασβεστίου (K/Ca)** στην υδατοδιαλυτή και στην ανταλλάξιμη φάση. Όσο μεγαλύτερος είναι ο βαθμός κορεσμού του εδάφους με ασβέστιο, τόσο ισχυρότερα συγκρατείται το κάλιο σαν **ανταλλάξιμο κατιόν**, ενώ στα όξινα εδάφη, με χαμηλό βαθμό κορεσμού βάσεων, η έκπλυση καλίου είναι σημαντική.

Υδατοδιαλυτό κάλιο

Η περιεκτικότητα του υδατοδιαλυτού καλίου στο εδαφικό διάλυμα είναι πάρα πολύ μικρή, της τάξης των 1-80 ppm (Αναλογίδης, 2000). Σε συνθήκες αμπελώνα η συγκέντρωση του καλίου στο εδαφικό διάλυμα παρουσιάζει μεγάλες διακυμάνσεις, λόγω της αραίωσης και της συμπύκνωσης που προκαλούνται αντίστοιχα από τις βροχοπτώσεις και την εξάτμιση.

3. Δέσμευση καλίου

Η διαδικασία διάβρωσης και μετασχηματισμού των μαρμαρυγιών, με ταυτόχρονη απελευθέρωση κατιόντων καλίου είναι μια διαδικασία αμφίδρομη που αναλόγως των συνθηκών που επικρατούν μπορεί να οδηγήσει σε δέσμευση καλίου. Το ιόν του καλίου λόγω του μικρού του μεγέθους και της μικρής του χημικής συγγένειας με το νερό είναι δυνατό να εγκλωβιστεί στο κρυσταλλικό πλέγμα της αργίλου αποτελώντας μέρος της κρυσταλλικής δομής της, εμποδίζοντας την διόγκωσή της και μειώνοντας την ικανότητα ανταλλαγής των κατιόντων (ΙΑΚ) της. Οι διάφοροι τύποι αργίλου διαφέρουν ως προς την ικανότητά τους να δεσμεύουν κάλιο. Έτσι, ενώ η άργιλος του τύπου 1:1 (καολινίτης) δεσμεύει μόνο περιορισμένες ποσότητες, η του τύπου 2:1 (βερμικουλίτης, ιλύτης, μοντμοριλονίτης κ.ά.) δεσμεύει κάλιο γρήγορα και σε μεγάλες ποσότητες.

Επομένως τα εδάφη διαφέρουν ως προς την ικανότητά τους να δεσμεύουν το προστιθέμενο με τα λιπάσματα κάλιο σε μορφές μη - διαθέσιμες στα φυτά. Το κάλιο, αρχικά δεσμεύεται μέχρι να κορεσθούν τα κρυσταλλικά πλέγματα της αργίλου και κατόπιν αυξάνεται η συγκέντρωση του στο εδαφοδιάλυμα. Συνεπώς, είναι επιβεβλημένο να γνωρίζουμε τα χαρακτηριστικά δέσμευσης των εδαφών, προκειμένου να γίνουν ορθολογικές συστάσεις λίπανσης. Τα εδάφη χαρακτηρίζονται γενικά, από μία τάση αύξησης της δέσμευσης του καλίου, καθώς αυξάνει η ποσότητα του προστιθέμενου καλίου (Σιμώνης, 1981α). Η έλλειψη αντίδρασης των καλλιεργειών στις χορηγούμενες, συνήθως μικρές δόσεις καλίου, που παρατηρείται συχνά σε εδάφη μετρίως εφοδιασμένα με κάλιο, θα ήταν δυνατόν να αποδοθεί στην ισχυρή δέσμευση του καλιούχου λιπάσματος από τα εδάφη αυτά. Επιπλέον, σε ορισμένα εδάφη η προσθήκη καλίου σε μικρές δόσεις είναι δυνατόν να έχει σαν αποτέλεσμα τη μείωση του ανταλλάξιμου καλίου (Σιμώνης, 1981α).

Το ποσοστό της αργίλου του εδάφους, επίσης, παίζει καθοριστικό ρόλο στη δέσμευση του καλίου. Τα εδάφη με μεγάλη περιεκτικότητα σε άργιλο, σε σχέση με αυτά με μικρότερη, χαρακτηρίζονται από μεγάλη ικανότητα δέσμευσης του καλίου, και εκτός από την ικανότητά τους, σε μεγάλο βαθμό, να εφοδιάζουν με κάλιο τα φυτά, χαρακτηρίζονται και από μεγάλη ταχύτητα αναπλήρωσης με κάλιο, του εδαφοδιαλύματος με συνέπεια να μην εξαρτώνται τόσο πολύ τα εδάφη αυτά από τις συχνές λιπαντικές επεμβάσεις. Τα εδάφη αυτά απαιτούν ισχυρές λιπάνσεις για να φθάσουν σ' ένα ικανοποιητικό επίπεδο συγκέντρωσης καλίου, που να ανταποκρίνεται

στις ανάγκες των φυτών, το οποίο, όμως, διατηρούν για μεγάλο χρονικό διάστημα, χωρίς επιπρόσθετη λίπανση, σε αντίθεση με τα ελαφρά εδάφη.

Η δέσμευση του καλίου από τα εδάφη θεωρείται από ορισμένους ερευνητές ως μια διεργασία συντήρησης – προστασίας του καλίου του εδάφους που εμποδίζει την κατανάλωση περίσσειας καλίου από τα φυτά, τις απώλειες του με έκπλυση και με αυτό τον τρόπο δρα, μακροπρόθεσμα, ευεργετικά για τα φυτά (Quemener, 1978 ; Tan, 1982; Tisdale, κ.ά., 1985)

4. Το κάλιο και η ρυθμιστική ικανότητα του εδάφους

Οι ποσότητες του καλίου που απομακρύνονται από το έδαφος είναι πολύ μεγάλες, εξαιτίας της απορρόφησης μεγάλων ποσοτήτων από τα φυτά και της ισχυρής έκπλυσής του. Η μεγαλύτερη ποσότητα, όμως, καλίου απομακρύνεται κατά τη συγκομιδή των καλλιεργειών και συγκεκριμένα του τρυγητού. Τα φυτά προσλαμβάνουν κάλιο σε ποσότητες μεγαλύτερες από οποιοδήποτε άλλο θρεπτικό στοιχείο πλην του αζώτου, σε ορισμένες, δε, περιπτώσεις σε ίσες ή μεγαλύτερες και από αυτό (Daliparthy, κ.ά., 1994; Treeby, Goldspink, και Nicholas, 2004).

Η ρυθμιστική ικανότητα των εδαφών, όσον αφορά στην αναπλήρωση του καλίου που απομακρύνεται από τις καλλιέργειες και την έκπλυση του εξαρτάται από

α) τα αποθέματα του εδάφους, τόσο σε άμεσα διαθέσιμο κάλιο όσο και σε δεσμευμένο κάλιο

β) τους παράγοντες που ρυθμίζουν τη ροή του K^+ μέσω του εδάφους προς τις ρίζες των φυτών δηλαδή την υγρασία, τη θερμοκρασία και την περιεκτικότητα σε άργιλο

γ) τη φύση και την περιεκτικότητα των ορυκτών της αργίλου, από τα οποία εξαρτάται τόσο η ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων (ΙΑΚ) όσο και το ανταλλάξιμο κάλιο.

δ) τα υπόλοιπα ανταλλάξιμα κατιόντα και κυρίως τα Ca^{2+} και Mg^{2+} και τέλος

ε) το pH του εδάφους που είναι ο κύριος ρυθμιστικός παράγοντας ανταγωνισμού των ιόντων, αφού ελέγχει την παρουσία των H^+ και Al^{3+} , τα οποία ανταγωνίζονται και εκτοπίζουν το K^+ από τις αρνητικά φορτισμένες θέσεις των κρυσταλλικών αργίλων και του χούμου.

5. Ροή και διαθεσιμότητα του εδαφικού καλίου στα φυτά

Οι ρίζες των φυτών εκτός από νερό απορροφούν και θρεπτικά στοιχεία από το εδαφικό διάλυμα που βρίσκεται σε άμεση επαφή με αυτές. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τη ροή των θρεπτικών στοιχείων με **διάχυση** και μια βαθμιαία μεταβολή της

συγκέντρωσής τους κοντά στις ρίζες. Επειδή στο έδαφος η απορρόφηση των ιόντων από τις ρίζες είναι συνεχής υπάρχει μόνιμα διαφορά συγκεντρώσεων μέσα στο εδαφικό διάλυμα και το φαινόμενο της διάχυσης λειτουργεί διαρκώς (Grimme, 1986)

Μόνο ένα πολύ μικρό ποσοστό του ολικού καλίου, που βρίσκεται στο έδαφος, προσλαμβάνεται από τα φυτά λόγω της άμεσης επαφής των ριζών με τα εδαφοτεμαχίδια. Το περισσότερο κάλιο πρέπει να μεταφερθεί πρώτα στο εδαφικό διάλυμα και από εκεί στην ενεργό ριζόσφαιρα και τα ριζικά τριχίδια στη ζώνη απορρόφησης από τα οποία απορροφάται.

Η πρόσληψη και στην περίπτωση του καλίου από τις ρίζες των φυτών γίνεται, κατά κύριο λόγο, με διάχυση ενώ η συμβολή της μαζικής ροής (ο άλλος τρόπος πρόσληψης) στον εφοδιασμό των φυτών με το στοιχείο αυτό είναι πολύ περιορισμένη. Η υπεροχή αυτή της διάχυσης σε σύγκριση με τη μαζική ροή οφείλεται στις πολύ μικρές συγκεντρώσεις του καλίου στο εδαφικό διάλυμα (Grimme, 1986).

Η κύρια δύναμη μεταφοράς του καλίου με διάχυση είναι η μείωση της συγκέντρωσης του στη ριζόσφαιρα. Η συγκέντρωση του καλίου στο έδαφος που βρίσκεται κοντά στα ριζικά τριχίδια είναι πολύ χαμηλότερη σε σύγκριση με αυτήν στην κύρια μάζα του εδάφους (λόγω της απορρόφησης του στοιχείου). Η βαθμιαία αυτή μεταβολή της συγκέντρωσης του καλίου δημιουργεί γύρω από την ρίζα, μια ζώνη απορρόφησης πλάτους μεταξύ 0,1 και 15 mm και ένα χαρακτηριστικό προφίλ απορρόφησης. Στη ζώνη αυτή η συγκέντρωση του καλίου βρίσκεται σε πολύ χαμηλά επίπεδα, λόγω της συνεχούς απορρόφησής του από το φυτό (Marschner, 1986).

Η πρόσληψη του καλίου με διάχυση από το εδαφικό διάλυμα προς τις ρίζες είναι σημαντική μόνο στο τμήμα του εδάφους που γειτνιάζει άμεσα με τις ρίζες και γι' αυτό επηρεάζεται από τις φυσικές και χημικές ιδιότητες του εδάφους και τους χαρακτήρες του ριζικού συστήματος. Εξαρτάται, δε, από τη στάθμη του οξυγόνου στο έδαφος και από την παρουσία ιόντων σ' αυτό που διευκολύνουν την είσοδό του καλίου στις ρίζες.

Άλλοι παράγοντες που επηρεάζουν την απορρόφηση του καλίου είναι **η συνολική επιφάνεια των ριζών** του φυτού. Παρά το γεγονός ότι η μεγάλη πυκνότητα των ριζών και το μήκος τους είναι σημαντικοί παράγοντες στην απορρόφηση θρεπτικών στοιχείων με διάχυση, η σχέση μεταξύ της πυκνότητας των ριζών και του ρυθμού απορρόφησης δεν είναι γραμμική και **η ζώνη απορρόφησης**.

Η ζώνη απορρόφησης, χαρακτηρίζεται από ανάπτυξη ριζικών τριχιδίων, τα οποία προέρχονται από την επιμήκυνση επιδερμικών κυττάρων, τους τριχοβλάστες

(Jackson, 2008). Η ανάπτυξη των ριζικών τριχιδίων εξαρτάται από το είδος του φυτού, αλλά και από τις εδαφικές συνθήκες ανάπτυξής του. Τα ριζικά τριχίδια είναι το χαρακτηριστικό της ζώνης απορρόφησης και συμβάλλουν στην αύξηση της απορρόφησης του νερού και ανοργάνων ιόντων από το έδαφος.

Η επιφάνεια της ζώνης απορρόφησης καλίου εξαρτάται από το μήκος των ριζών. Η ανάπτυξη των ριζών εξαρτάται από τους περιβαλλοντικούς παράγοντες και φυσικά διαφέρει μεταξύ των φυτικών ειδών. Γονοτυπικές διαφορές στο μήκος των ριζών είναι ιδιαίτερα σημαντικές για το προφίλ της συγκέντρωσης του καλίου γύρω από τις ρίζες. Για ένα είδος φυτού, πάντως, το μέγεθος της ζώνης απορρόφησης επηρεάζεται από άλλους παράγοντες όπως η θρεπτική κατάσταση των φυτών (που επηρεάζει το μήκος των ριζών) και η δραστηριότητα των ριζών.

Ο ρυθμός της απορρόφησης μέσω διάχυσης, επηρεάζεται από **το είδος του εδάφους, τη θερμοκρασία του εδάφους, τον αερισμό και την εδαφική υγρασία.**

Η επιφάνεια της ζώνης απορρόφησης, επίσης, διαφέρει ανάλογα με το είδος του εδάφους, όσον αφορά, κυρίως, στην περιεκτικότητά του σε άργιλο. Σε ένα έδαφος με μικρή περιεκτικότητα σε άργιλο και συνεπώς με μικρή ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων (ΙΑΚ), για να προσληφθεί η ίδια ποσότητα καλίου από ένα φυτό, η ζώνη απορρόφησης θα πρέπει να είναι μεγαλύτερη απ' ό τι σ' ένα έδαφος με μεγαλύτερη ΙΑΚ. Αυτό σημαίνει ότι στις ίδιες συνθήκες ένα ελαφρύ έδαφος δείχνει πιο αδύναμη δέσμευση του καλίου και άρα υψηλότερη συγκέντρωση καλίου στο εδαφοδιάλυμα σε συντομότερο χρόνο, σε σχέση μ' ένα βαρύ έδαφος, στο οποίο η δέσμευση του καλίου είναι ισχυρότερη και η απορρόφησή του από τα ριζικά τριχίδια με διάχυση πιο αργή.

Μεταξύ των εδαφικών παραγόντων που επηρεάζουν την απορρόφηση, πολύ σημαντική είναι η ικανότητα του εδάφους να αναπληρώνει στο εδαφικό διάλυμα την ποσότητα του καλίου που απορροφάται από τα φυτά, από το μερικώς δεσμευμένο κάλιο και αυτό διότι μόνο ένα πολύ μικρό ποσοστό του ολικού καλίου, που βρίσκεται στο έδαφος, προσλαμβάνεται από τα φυτά λόγω άμεσης επαφής των ριζών με τα εδαφοτεμαχίδια. Το περισσότερο κάλιο πρέπει πρώτα να μεταφερθεί στο εδαφοδιάλυμα και από εκεί στην ενεργό ριζόσφαιρα και τα ριζικά τριχίδια από τα οποία απορροφάται. Επειδή ο ρυθμός απορρόφησης του καλίου για να καλυφθούν οι ανάγκες των φυτών είναι ταχύς, έχει παρατηρηθεί ότι σε φυτά σε συνθήκες αμπελώνα, υπάρχει σημαντική ανομοιομορφία στην προέλευση του καλίου που απορροφάται: κοντά στην επιφάνεια των ριζών, ένα μεγάλο μέρος του οφείλεται στην συνεισφορά του μη ανταλλάξιμου καλίου, ενώ σε απόσταση από τις ρίζες, δηλαδή

στον κύριο όγκο του εδάφους, δεν αξιοποιείται ούτε καν το ανταλλάξιμο κάλιο. Ειδικότερα στα αργιλώδη εδάφη μόλις η ρίζα απορροφήσει όσα κατιόντα καλίου βρίσκονται στο εδαφοδιάλυμα και τις εξωτερικές επιφάνειες των εδαφοτεμαχιδίων της αργίλου, ξεκινά να απομυζά τα κατιόντα καλίου που βρίσκονται δεσμευμένα μεταξύ των φύλλων της αργίλου στα εδαφοτεμαχίδια. Αυτό μπορεί να προκαλέσει την εξάντληση των εδαφών σε κάλιο.

Η κίνηση του καλίου μέσω διάχυσης, εξαρτάται εκτός από τη **συγκέντρωση του εδαφοδιαλύματος** σε κάλιο, από την **εδαφική υγρασία**. Ο ρυθμός διάχυσης είναι υψηλότερος όταν η εδαφική υγρασία είναι υψηλή. Συνεπώς τα εδάφη που δεν αρδεύονται κανονικά χρειάζονται μεγαλύτερες ποσότητες καλιούχου λίπανσης προκειμένου να επιτευχθεί ο ίδιος ρυθμός διάχυσης. Σε συνθήκες μικρής διάχυσης καλίου (συνθήκες έλλειψης υγρασίας στο έδαφος) μόνο ένα μέρος της εφαρμοζόμενης ποσότητας καλίου τελικά διατίθεται στα φυτά. Η βελτίωση της διαθεσιμότητας του καλίου μέσω της αύξησης της καλιούχου λίπανσης είναι σημαντική, ειδικά σε δυσμενείς περιπτώσεις εδαφικής υγρασίας, δηλαδή είτε σε περιπτώσεις ανεπαρκών βροχοπτώσεων που μειώνουν την κινητικότητα του καλίου είτε σε περιπτώσεις υπερβολικών βροχοπτώσεων που δημιουργούν συνθήκες έλλειψης οξυγόνου στην ριζόσφαιρα, που αδυνατίζουν την ικανότητα απορρόφησης της ρίζας.

Επιπρόσθετα, σε ίδια εδάφη, η παροχή θρεπτικών στοιχείων στις ρίζες με διάχυση επηρεάζεται από την εδαφική υγρασία. Όσο μειώνεται το υδατικό δυναμικό του εδάφους, μειώνεται και ο συντελεστής διάχυσης. Είναι γνωστό ότι σε συνθήκες χαμηλών επιπέδων εδαφικής υγρασίας μειώνεται πολύ η πρόσληψη καλίου και φωσφόρου, σε σχέση με το ασβέστιο και το μαγνήσιο, των οποίων η πρόσληψη είναι δυνατόν ακόμα και να αυξηθεί (Marschner, 1986; McMullen, 1995). Φαίνεται ότι οι παράγοντες ποιότητας της παραγωγής μπορούν να επηρεαστούν από την παρουσία ή την απουσία επιλεγμένων θρεπτικών στοιχείων για συγκεκριμένη παροχή ύδατος. Αυτό είναι και το επίκεντρο πολλών ερευνών και συζητήσεων των τελευταίων ετών για την σχέση απόδοσης/ ποιότητας.

Σε χαμηλά επίπεδα εδαφικής υγρασίας, το υδατικό δυναμικό του εδάφους στην επιφάνεια των ριζών γίνεται ακόμα πιο μικρό σε σχέση με την κύρια εδαφική μάζα και αυτό μπορεί να προκαλέσει απώλεια της επαφής μεταξύ των ριζών και του εδάφους. Για να προληφθεί αυτή η απώλεια επαφής ριζών-εδάφους, μεγάλη σημασία έχει το μήκος των ριζικών τριχιδίων (το οποίο πρέπει να είναι μεγάλο). Επίσης η

μείωση του υδατικού δυναμικού του εδάφους προκαλεί αύξηση της μηχανικής αντίστασής του κι έτσι παρεμποδίζεται η αύξηση των ριζών του φυτού, που σαν επακόλουθο έχει τον περιορισμό της παροχής θρεπτικών στοιχείων με διάχυση (Marschner, 1986).

Σημαντική επίδραση στην πρόσληψη του εδαφικού καλίου μέσω της διάχυσης ασκεί η **θερμοκρασία του εδάφους**. Η μείωση της θερμοκρασίας (χαμηλή) επηρεάζει την ανάπτυξη και λειτουργία του ριζικού συστήματος και γενικότερα τις φυσιολογικές λειτουργίες των φυτών, με αποτέλεσμα δραστική μείωση της πρόσληψης του καλίου, αλλά και άλλων θρεπτικών στοιχείων (Marschner, 1986) σε διαφορετικό βαθμό μεταξύ των φυτικών ειδών (Kaspar και Bland, 1992). Ο Joost (1983) για παράδειγμα, αναφέρει ότι η ρίζα του φυτού της αμπέλου αυξάνεται, καθώς η θερμοκρασία του εδάφους αυξάνει από τους 11 στους 32 °C. Το όριο της επιμήκυνσης της ρίζας προσδιορίζεται στους 32 °C περίπου (Khmeleyskii, 1971; Joost, 1983).

Αναφορικά με τον **αερισμό** του εδάφους, σε συνθήκες μειωμένης οξυγόνωσης όπως υψηλή εδαφική υγρασία, συμπίεση εδάφους και μειωμένο πορώδες, η πρόσληψη του καλίου μειώνεται περισσότερο σε σύγκριση με άλλα θρεπτικά στοιχεία (Marschner, 1986).

6. Παράγοντες που επηρεάζουν τη διαθεσιμότητα του καλίου στο έδαφος και την ευχέρεια απορρόφησής του

Οι κυριότεροι παράγοντες που σχετίζονται με το έδαφος και επηρεάζουν τη διαθεσιμότητα καλίου στο φυτό (απορρόφηση μέσω διάχυσης) είναι:

- α) Το είδος των ορυκτών της αργίλου
- β) Η ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων του εδάφους
- γ) Η ποσότητα ανταλλάξιμου καλίου
- δ) Η ικανότητα δέσμευσης καλίου από τα ορυκτά της αργίλου
- ε) Το κάλιο υπεδάφους και βάθος ριζικού συστήματος
- στ) Η υγρασία εδάφους
- ζ) Η θερμοκρασία εδάφους
- η) Ο αερισμός εδάφους
- θ) Το pH εδάφους
- ι) Η περιεκτικότητα Ca και Mg του εδάφους
- κ) Οι σχετικές ποσότητες άλλων θρεπτικών στοιχείων

λ) Η κατεργασία εδάφους

μ) Οι απώλειες καλίου με έκπλυση

Οι κυριότεροι παράγοντες που αφορούν στο φυτό και επηρεάζουν την ευχέρεια απορρόφησης του καλίου από αυτό είναι α) η ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων των ριζών β) το ριζικό σύστημα και είδος καλλιέργειας γ) η ποικιλία και υποκείμενο

7. Το κάλιο στα φυτά

Το κάλιο υπάρχει στο έδαφος και σε όλους τους ζωντανούς οργανισμούς ως μονοσθενές κατιόν, απαραίτητο για τη ζωή κάθε κυττάρου και οργανισμού, με πολύ ευρύ φάσμα φυσιολογικών δράσεων.

Η περιεκτικότητα των διαφόρων φυτών και των επί μέρους οργάνων τους είναι αρκετά υψηλή και κυμαίνεται μεταξύ 0,1-7% επί ξηρής μάζας (Νιαβής, 1981). Η περιεκτικότητα αυτή είναι συνάρτηση της συγκέντρωσης του καλίου στο έδαφος, του είδους του φυτού, της θρεπτικής και φυσιολογικής κατάστασης του φυτού, των επί μέρους οργάνων του καθώς και του οργάνου που εξετάζεται και τέλος της ηλικίας του φυτού. Γενικά τα φυτά είναι σε θέση να συσσωρεύουν κάλιο στους ιστούς τους σε συγκεντρώσεις πολύ ψηλότερες από αυτές που υπάρχουν στο έδαφος. Η απορρόφηση του καλίου από τα φυτά είναι αρκετά επιλεκτική και συνδέεται στενά με την μεταβολική τους δραστηριότητα (Mengel, 1986; Marschner, 1995).

Το κάλιο χαρακτηρίζεται από υψηλή κινητικότητα εντός των φυτών σε όλα τα επίπεδα· εντός κάθε κυττάρου ξεχωριστά, εντός των ιστών, αλλά και κατά την μεταφορά του σε μεγαλύτερες αποστάσεις μέσω των αγγείων του ηθμού και του ξύλου (Mpelasoka, κ. ά., 2003) και ανευρίσκεται ως ελεύθερο ιόν σε διάλυμα ή ως ηλεκτροστατικά φορτισμένο κατιόν (Marschner, 1995). Το κάλιο μέσω του ρεύματος του ηθμού ανακατανέμεται εντός των φυτών από τους γηραιότερους προς τους νεαρότερους και αναπτυσσόμενους ιστούς (Mpelasoka, κ.ά., 2003). Κατά την περίοδο ωρίμανσης των καρπών παρατηρείται μετακίνηση καλίου από τα φύλλα προς τους καρπούς (Καράταγλης, 1994). Σημειώνεται ότι οι περισσότερες κυτταρικές μεμβράνες χαρακτηρίζονται από υψηλή διαπερατότητα σε κάλιο, το οποίο εξηγεί την πολύ μεγάλη κινητικότητα του καλίου σε ολόκληρο το φυτό.

Το κάλιο παίρνει μέρος σε πολλές ουσιώδεις διεργασίες: στην ενεργοποίηση ενζύμων, την σύνθεση των πρωτεϊνών, την φωτοσύνθεση, την μεταφορά μέσω του

ηθμού, την ωσμωτική ρύθμιση, την ισορροπία κατιόντων- ανιόντων, την κίνηση μέσω των στοματίων και το φαινόμενο του φωτοτροπισμού (Läuchli και Pflüger, 1978; Marschner, 1995). Επιπρόσθετα, έχει περιγραφεί ως το «θρεπτικό στοιχείο ποιότητας», για την παραγωγή μιας καλλιέργειας (Usherwood, 1985). Αυξάνει την πρωτεΐνη που περιέχεται στα φυτά, το άμυλο στα σιτηρά και τα βολβώδη, την βιταμίνη C και τα διαλυτά στερεά στα φρούτα, βελτιώνει το χρώμα και το άρωμα των φρούτων, αυξάνει το μέγεθος των φρούτων και των βολβών, μειώνει τις επιπτώσεις από τους εχθρούς και τις ασθένειες, αυξάνει την αντοχή κατά την αποθήκευση και την μεταφορά και παρατείνει την διάρκεια ζωής του προϊόντος. Η κρίσιμη σημασία του καλίου, στην ποιότητα πηγάζει από το ρόλο του να προάγει την παραγωγή των φωτοσυνθασών και την μεταφορά τους στα αποθηκευτικά όργανα όπως φρούτα, σιτηρά και βολβώδη και να αυξήσει την μετατροπή τους σε άμυλο, πρωτεΐνη, βιταμίνες, λάδι, κ.ά. (Mengel και Kirkby, 1987). Με μείωση του καλίου πολλές μεταβολικές διεργασίες επηρεάζονται, όπως ο ρυθμός της φωτοσύνθεσης, ο ρυθμός μετακίνησης και τα ενζυμικά συστήματα (Marschner, 1995; Mengel, 1997), ενώ την ίδια στιγμή ο ρυθμός της αναπνοής στο σκοτάδι αυξάνεται. Το αποτέλεσμα είναι μείωση της ανάπτυξης του φυτού και της ποιότητας παραγωγής.

8. Ο ρόλος του καλίου στην ανάπτυξη των φυτών και στην αντοχή στις ασθένειες

Τα φυτά που περιέχουν στους ιστούς τους κάλιο λιγότερο από το κανονικό δεν εκδηλώνουν αμέσως ορατά συμπτώματα τροφοπενίας. Το πρώτο που εκδηλώνεται είναι μεταβολικές και φυσιολογικές διαταραχές που μπορεί να οδηγήσουν σε μείωση της παραγωγής ή της ποιότητας της παραγωγής. Η λανθάνουσα αυτή τροφοπενία, που δεν εκδηλώνεται με εμφανή συμπτώματα παρά μόνο με διαταραχές της ανάπτυξης των φυτών, λέγεται «**κρυφή πενία**» και μπορεί να διαγνωστεί μόνο με ανάλυση φυτικών ιστών.

Τα φυτά που παρουσιάζουν «**κρυφή πενία**» καλίου, έχουν την τάση να μαραίνονται ευκολότερα σε ξηροθερμικές συνθήκες από τα φυτά που έχουν κανονικά επίπεδα καλίου. Αυτό οφείλεται στη μειωμένη σπαργή των κυττάρων και στη διαταραχή της λειτουργίας των στοματίων. Γενικά η έλλειψη καλίου προκαλεί μειωμένη αντοχή στην ξηρασία. Τα φυτά, επίσης, που δεν εφοδιάζονται επαρκώς με κάλιο είναι πιο ευαίσθητα σε ζημιές από παγετό (που σε κυτταρικό επίπεδο σχετίζονται με το υδατικό δυναμικό τους).

Σε περιπτώσεις έντονης και παρατεταμένης έλλειψης καλίου τα φυτά παρουσιάζουν μειωμένη ανάπτυξη. Η μεριστωματική ανάπτυξη έχει υψηλές απαιτήσεις σε πρωτεΐνες και η έλλειψη καλίου έχει περιοριστική επίδραση στη σύνθεση πρωτεϊνών. Έτσι σε περιπτώσεις τροφοπενίας καλίου δεν μπορούν να καλυφθούν οι ανάγκες των μεριστωματικών ιστών, ακόμα κι αν γίνει μεταφορά του καλίου από τους γηραιότερους ιστούς προς τους νεώτερους.

Ο ρόλος του καλίου είναι σημαντικός σε πολλές λειτουργίες των κυττάρων, με αποτέλεσμα σε περιπτώσεις έλλειψης, τα φυτά να παρουσιάζουν χλωρώσεις στα φύλλα που είναι σύμπτωμα διαταραχής του μεταβολισμού. Το χρώμα των φύλλων από πράσινο προοδευτικά γίνεται κίτρινο και τελικά καστανόχρωμο. Τα φύλλα παρουσιάζουν ξήρανση και νέκρωση, ξεκινώντας από την κορυφή και προχωρώντας προς την περιφέρειά τους, που σταδιακά συνεχίζει και προς το υπόλοιπο έλασμα και τελικά αποκτούν την εμφάνιση καυαλισμένου. Τα συμπτώματα εμφανίζονται πάντα στα παλαιότερα φύλλα.

Εάν η κατάσταση αυτή συνεχισθεί χωρίς να γίνουν διορθωτικές ενέργειες, τα συμπτώματα επεκτείνονται και στα νεότερα φύλλα και μπορεί να ακολουθήσει ακόμα και νέκρωση ολόκληρου του φυτού. Οι ρίζες των τροφοπενικών φυτών έχουν μικρή ανάπτυξη και είναι ευπαθείς σε σηψιρριζίες.

Γενικότερα, τα φυτά που παρουσιάζουν έλλειψη καλίου είναι πιο ευπαθή σε διάφορες μυκητολογικές και ιολογικές ασθένειες, λόγω των αλλαγών που παρουσιάζονται στην ενζυμική δραστηριότητά τους, στον φυσιολογικό μεταβολισμό τους, κυρίως στον μεταβολισμό των φαινολών, τον μεταβολισμό του αζώτου και του άνθρακα και τον μεταβολισμό του ενεργού οξυγόνου. Σημειώνεται ότι το κάλιο μειώνει την ευαισθησία των φυτών ξενιστών έως το βέλτιστο επίπεδο ανάπτυξης: πέρα από το σημείο αυτό δεν υπάρχει περαιτέρω αύξηση της ανθεκτικότητας, η οποία να μπορεί να επιτευχθεί αυξάνοντας την προμήθεια K και της περιεκτικότητας του στα φυτά (Huber και Graham, 1999). Η υψηλή ευαισθησία που παρουσιάζει στις παρασιτικές ασθένειες ένα φυτό με έλλειψη σε K, οφείλεται στις μεταβολικές λειτουργίες του K στην φυσιολογία του φυτού. Κάτω από συνθήκες έλλειψης καλίου η σύνθεση των μεγαλομοριακών ενώσεων (πρωτεϊνών, αμύλου και κυτταρίνης) είναι μειωμένη και υπάρχει συσσώρευση μικρού μοριακού βάρους οργανικών ενώσεων. Επιπρόσθετα, το κάλιο προάγει την ανάπτυξη του παχύτερου εξωτερικού τοιχώματος των επιδερμικών κυττάρων, το οποίο εμποδίζει την προσβολή από ασθένειες. Τέλος, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω το K επηρεάζει το μεταβολισμό του φυτού, καθώς

τα φυτά με έλλειψη K έχουν μειωμένη σύνθεση πρωτεϊνών και συσσώρευση απλών ενώσεων αζώτου, όπως τα αμιδιά, τα οποία χρησιμοποιούνται από τα παθογόνα κατά την προσβολή των φυτών. Η σκλήρυνση των ιστών και οι συνήθειες ανοίγματος των στοματίων είναι στενά συνδεδεμένες με την ένταση της προσβολής. (Marschner, 1995). Η ανταπόκριση της καλλιέργειας δεν διαφέρει στις διαφορετικές πηγές K. Επιπλέον, η ισορροπία μεταξύ N και K επηρεάζει την ευαισθησία των φυτών στις ασθένειες. Φαίνεται ότι η καλιούχος λίπανση μπορεί να μειώσει την ένταση πολλών μολυσματικών ασθενειών που προκαλούν υποχρεωτικά και προαιρετικά παράσιτα (Sharma και Duveiller, 2004; Sharma, κ.ά., 2005).

Η έλλειψη καλίου, επίσης, επηρεάζει την θρεπτική και τεχνολογική ποιότητα των προϊόντων κι αυτό είναι ιδιαίτερα φανερό σε σαρκώδεις καρπούς και βολβούς που έχουν υψηλές απαιτήσεις σε κάλιο.

Αυξάνοντας την παροχή καλίου στις ρίζες είναι σχετικά εύκολο να αυξηθεί και η περιεκτικότητα διαφόρων οργάνων των φυτών. Όταν η παροχή καλίου είναι άφθονη τα φυτά το απορροφούν σε μεγάλες ποσότητες κι αυτό πρέπει να προσεχθεί ιδιαίτερος τόσο για λόγους σύνθεσης των φυτών όσο και για την πιθανή εμπλοκή του στην πρόσληψη και φυσιολογική διαθεσιμότητα του ασβεστίου και του μαγνησίου.

Η διάκριση των τροφοπενιών καλίου και μαγνησίου από τα συμπτώματα και μόνο είναι δύσκολη όταν αυτές βρίσκονται σε προχωρημένο στάδιο. Σαν κριτήριο για τη διάκρισή τους μπορεί να χρησιμοποιηθεί το μέγεθος των φύλλων, το οποίο είναι μικρότερο στα φυτά που παρουσιάζουν έλλειψη καλίου, γιατί αναστέλλεται νωρίτερα η αύξησή τους.

9. Ο ρόλος του καλίου στη φυσιολογία των φυτών

Είναι γνωστό ότι το κάλιο συμμετέχει και επηρεάζει πολλές από τις λειτουργίες των κυττάρων. Ειδικότερα επηρεάζει:

α) το μεταβολισμό και ιδιαίτερα την πρωτεϊνοσύνθεση. Σε περιπτώσεις έλλειψής του γίνεται συσσώρευση μέσα στα κύτταρα διαλυτών αμινοξέων, αμιδίων και αμινών. Η παρουσία του καλίου, ως γνωστόν, αφ' ενός ενεργοποιεί ένζυμα του μηχανισμού βιοσύνθεσης πρωτεϊνών και αφ' ετέρου μαζί με το Mg^{++} είναι απαραίτητα για τη διατήρηση της δομής των ριβοσωμάτων που έχουν κεντρική σημασία στη πρωτεϊνοσύνθεση. Επίσης επηρεάζει τη βιοσύνθεση των σύνθετων υδατανθράκων και ιδιαίτερα του αμύλου. Σε έλλειψη καλίου περιορίζεται ιδιαίτερος η σύνθεση της

καρβοξυλάσης της διφωσφορο-ριβουλόζης (Rubisco). Τέλος φαίνεται να παίζει ρόλο όχι μόνο στην ενεργοποίηση της νιτρικής ρεδουκτάσης, αλλά και στη σύνθεσή της.

β) την ενζυμική δραστηριότητα: Υπάρχουν περισσότερα από 50 ένζυμα που είτε εξαρτώνται ολοκληρωτικά από το K^+ είτε το χρειάζονται για την ενεργοποίησή τους. Η ενεργοποίηση των ενζύμων είναι αποτέλεσμα των αλλαγών που προκαλούνται στη δομή της πρωτεΐνης τους από την ενσωμάτωση του καλίου. Ο ρόλος του καλίου στην ενεργοποίηση των ενζύμων σχετίζεται με την επίδρασή του στη δομή της πρωτεΐνης του ενζύμου. Από τα υπόλοιπα μονοσθενή κατιόντα θα μπορούσε να υποκατασταθεί από το αμμώνιο (NH_4^+), το οποίο, όμως, σε υψηλές συγκεντρώσεις είναι τοξικό και το ρουβίδιο (Rb^+), το οποίο δεν υπάρχει σε αφθονία στη φύση. Τα νάτριο και λίθιο μπορούν μόνο εν μέρει να το υποκαταστήσουν ή ακόμα και να δράσουν παρεμποδιστικά (Marschner, 1986).

Σε φυτά με έλλειψη καλίου συμβαίνουν μεγάλες χημικές αλλαγές που συμπεριλαμβάνουν την συγκέντρωση υδατοδιαλυτών υδατανθράκων, τη μείωση των επιπέδων του αμύλου και την συγκέντρωση διαλυτών αζωτούχων συστατικών.

Πιθανά να υπάρχει συσχέτιση των αλλαγών στον μεταβολισμό των υδατανθράκων με τις υψηλές απαιτήσεις σε κάλιο ορισμένων ενζύμων. Επίσης, η δράση της συνθετάσης του αμύλου εξαρτάται από μονοσθενή ιόντα και το δραστικότερο είναι αυτό του καλίου. Άλλος ένας ρόλος κλειδί του καλίου είναι η ενεργοποίηση της ΑΤΡάσης των μεμβρανών (που απαιτούν μαγνήσιο και στη συνέχεια κάλιο), η οποία όχι μόνο διευκολύνει την μεταφορά του από το εξωτερικό διάλυμα μέσα στα κύτταρα των ριζών, μέσω της μεμβράνης του κυτοπλάσματος, αλλά επίσης καθιστά το κάλιο το πιο σημαντικό στοιχείο για τη αύξηση του μεγέθους των κυττάρων αλλά και για τη λειτουργία του ανοίγματος και κλεισίματος των στοματίων.

Οι ιστοί φυτών με έλλειψη καλίου παρουσιάζουν μια σημαντικά μεγαλύτερη δραστηριότητα συγκεκριμένων υδρολασών ή διαφόρων οξειδασών, όπως η πολυφαινολοξειδάση, σε σύγκριση με ιστούς φυτών με επαρκές κάλιο.

Μία έμμεση επίπτωση της έλλειψης καλίου στα φυτά, επίσης, είναι η αύξηση της συγκέντρωσης της διαμίνης πουτρεσίνη. Τα ένζυμα για την σύνθεση της ενεργοποιούνται σε χαμηλό pH και όπως προαναφέρθηκε το κάλιο παίζει ρόλο στη σταθεροποίησή του pH σε ψηλά επίπεδα.

γ) τη λειτουργία της αναπνοής και της φωτοσύνθεσης: Η επίδραση αυτή είναι έμμεση γιατί επηρεάζει τη βιοσύνθεση της χλωροφύλλης, μέσω της ενεργοποίησης

ενζύμων αλλά και άμεση, αφ' ενός γιατί εμπλέκεται στην παραγωγή της ATP (adenosine triphosphate), ενεργοποιεί ένζυμα του φωτοσυνθετικού μεταβολισμού, της βιοσύνθεσης υδατανθράκων και των φωτοσυνθετικών φωσφορυλιώσεων, αφ' ετέρου γιατί παίζει ρόλο στις ηλεκτροχημικές διεργασίες των χλωροπλαστών κατά τις φωτεινές αντιδράσεις της φωτοσύνθεσης (Bhandal και Malik, 1988). Έτσι έχει παρατηρηθεί ότι η αύξηση της περιεκτικότητας των φύλλων σε κάλιο συνοδεύεται από αύξηση της φωτοσύνθεσης, της φωτοαναπνοής και της δραστηριότητας της Rubisco.

δ) τη ρύθμιση του ωσμωτικού δυναμικού. Το κάλιο είναι το κατιόν που κυριαρχεί στο κυτόπλασμα και τα άλατά του συνεισφέρουν σημαντικά στο ωσμωτικό δυναμικό των κυττάρων και των ιστών των φυτών. Το κάλιο συμβάλλει στη διατήρηση της σπαργής και τη λειτουργία των κυττάρων. Οι υψηλές του συγκεντρώσεις στο κυτόπλασμα συμβάλλουν στη σταθεροποίηση του pH μεταξύ 7 και 8, τιμή που είναι η άριστη για τις περισσότερες ενζυμικές δραστηριότητες (Marschner, 1986).

Η συσσώρευση του καλίου στο κυτόπλασμα οφείλεται σε μηχανισμούς άντλησης K^+ που βρίσκονται στη μεμβράνη του κυτοπλάσματος. Παίζει, επίσης, σημαντικό ρόλο στη ρύθμιση της ωσμωτικής πίεσης τόσο στο κυτόπλασμα όσο και στους χλωροπλάστες. Έτσι η συγκέντρωση των κατιόντων καλίου μέσα στα χυμοτόπια των κυττάρων είναι σημαντική για τις διαδικασίες που σχετίζονται με την σπαργή, όπως είναι η αύξηση του μεγέθους των κυττάρων και το άνοιγμα ή το κλείσιμο των στοματίων (Marschner, 1986).

Ρύθμιση ανοίγματος- κλεισίματος στοματίων

Τα κατιόντα καλίου παίζουν τον πιο σημαντικό ρόλο για τις αλλαγές στη σπαργή των καταφρακτικών κυττάρων κατά την κίνηση των στοματίων (Salisbury και Ross, 1992). Η αύξηση της συγκέντρωσης K^+ στα καταφρακτικά κύτταρα έχει σαν αποτέλεσμα την πρόσληψη ύδατος από τα γειτονικά κύτταρα, με την επακόλουθη διόγκωση των καταφρακτικών κυττάρων να αυξάνει το άνοιγμα των στοματίων. Το κλείσιμο των στοματίων στο σκοτάδι συνδέεται με εκροή του K^+ από τα καταφρακτικά κύτταρα με αποτέλεσμα την μείωση της ωσμωτικής τους πίεσης (Marschner, 1986).

Η συγκέντρωση κατιόντων καλίου στα καταφρακτικά κύτταρα γίνεται μέσω ενός μηχανισμού άντλησης υδρογονοκατιόντων από το κυτόπλασμα ο οποίος εδράζει στις μεμβράνες). Η εξώθηση όμως των κατιόντων υδρογόνου εκτός του κυτοπλάσματος συνεπάγεται μια ενδοκυτταρική αύξηση του pH αλλά και την φόρτιση της μεμβράνης

με αρνητικό φορτίο. Για την εξισορρόπηση των φορτίων εισρέουν κατιόντα καλίου που προέρχονται από τα γειτονικά κύτταρα των καταφρακτικών. Η μετακίνηση αυτή των κατιόντων καλίου προκαλεί ωσμωτική μετακίνηση νερού με αποτέλεσμα αλλαγές στην σπαργή των κυττάρων. Οι διακυμάνσεις της συγκέντρωσης των ιόντων K^+ απαιτούν να ισορροπηθεί το ηλεκτρικό φορτίο και αυτό γίνεται κυρίως από ανιόντα μηλικού οξέως. Το μηλικό παράγεται από την αποικοδόμηση του αμύλου εντός των χλωροπλαστών των καταφρακτικών κυττάρων (Marschner, 1986).

Αύξηση του μεγέθους των κυττάρων

Η αύξηση του μεγέθους των κυττάρων (τάνυση) περιλαμβάνει την δημιουργία ενός κεντρικού χυμοτοπίου που αντιπροσωπεύει το 80-90% του συνολικού όγκου του κυττάρου. Για να γίνει αυτό πρέπει να προηγηθεί αύξηση της ελαστικότητας των κυτταρικών τοιχωμάτων και να ακολουθήσει η συσσώρευση διαλυτών ώστε να δημιουργηθεί ένα εσωτερικό ωσμωτικό δυναμικό (Marschner, 1986).

Η αύξηση του μεγέθους των κυττάρων είναι απόρροια της συγκέντρωσης καλίου εντός τους, που απαιτείται τόσο για σταθεροποίηση του pH όσο και για τη δημιουργία ωσμωτικού δυναμικού. Το κάλιο είναι το κύριο διαλυτό που εισρέει στα χυμοτόπια. Στη συνέχεια, τα ιόντα καλίου μπορούν να αντικατασταθούν με άλλα διαλυτά για τη διατήρηση της σπαργής των κυττάρων, όπως τα σάκχαρα. Είναι σύνηθες φαινόμενο η αντίστροφη σχέση μεταξύ των συγκεντρώσεων των σακχάρων και του καλίου. Πριν αρχίσει η αποθήκευση σακχάρων, τα κύρια ωσμωτικά συστατικά είναι το κάλιο και τα ανιόντα οργανικών οξέων, ενώ στη συνέχεια επικρατούν τα σάκχαρα (Marschner, 1986).

10. Πρόσληψη του εδαφικού καλίου από τα φυτά

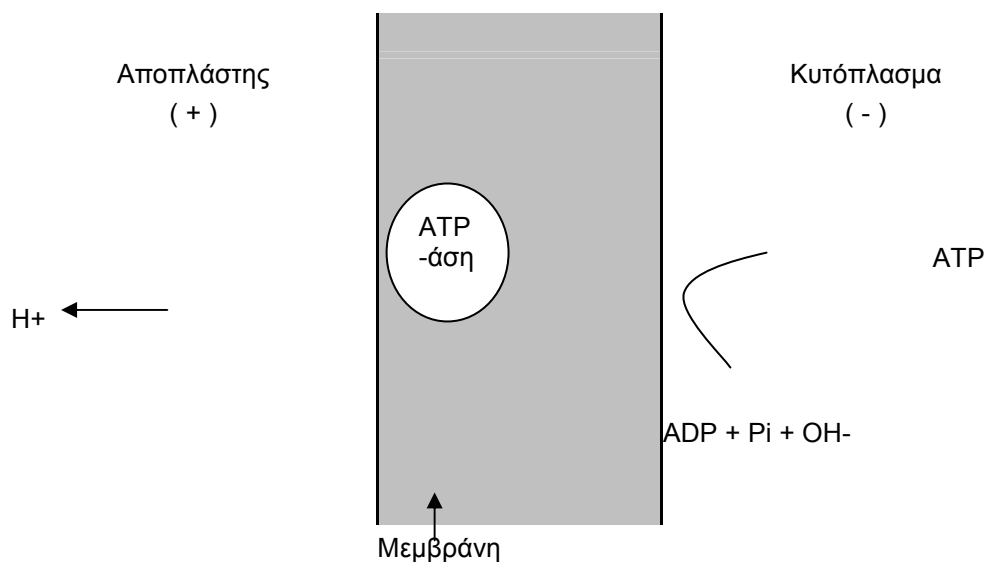
Το κάλιο προσλαμβάνεται από τις ρίζες των φυτών μέσω του εδαφικού διαλύματος. Το πρώτο στάδιο πρόσληψης του εδαφικού καλίου από τα φυτά είναι η ενεργή μεταφορά του μέσω της κυτοπλασματικής μεμβράνης των ριζικών κυττάρων. Η διαδικασία αυτή λέγεται ενεργός πρόσληψη και απαιτεί κατανάλωση μεταβολικής ενέργειας.

Το ριζικό σύστημα απορροφά τα ιόντα καλίου με ταχύτητα που επηρεάζεται από παράγοντες όπως η περιεκτικότητα των ριζικών ιστών σε κάλιο, η συγκέντρωση του καλίου αλλά και ανταγωνιστικών κατιόντων όπως τα NH_4^+ , Rb^+ στο εξωτερικό (εδαφικό) διάλυμα, η διαφορά ηλεκτρικού δυναμικού μεταξύ εσωτερικής και

εξωτερικής επιφάνειας της κυτοπλασματικής μεμβράνης και η διαθεσιμότητα ενέργειας μεταφοράς σε μορφή ATP (Αναλογίδης, 2000).

Καθώς αυξάνει η περιεκτικότητα του καλίου στους ιστούς της ρίζας μειώνεται η ταχύτητα πρόσληψής του από το εδαφικό διάλυμα. Όταν αυξάνεται η συγκέντρωση στο εξωτερικό διάλυμα, η ταχύτητα εισροής του αρχικά αυξάνει απότομα, αλλά από ένα σημείο και πέρα χρειάζεται πολύ μεγάλη αύξηση της εξωτερικής συγκέντρωσης για μια μικρή αύξηση της πρόσληψής του. Η κινητική της πρόσληψης του καλίου εξηγείται με τη θεωρία ότι η διέλευσή του μέσω της κυτοπλασματικής μεμβράνης γίνεται με τη βοήθεια ενζυματικών μεταφορέων που διαθέτουν έναν ορισμένο αριθμό θέσεων συγγένειας πάνω στις οποίες προσκολλάται το K^+ . Για μεγάλες εξωτερικές συγκεντρώσεις οι θέσεις αυτές υπόκεινται σε πλήρη κορεσμό. Εξάλλου άλλα κατιόντα (NH_4^+ , Rb^+) ανταγωνίζονται το K^+ για τις ίδιες θέσεις πάνω στον ενζυματικό μεταφορέα (Αναλογίδης, 2000).

Για τις συνήθεις συγκεντρώσεις καλίου σε συνθήκες αμπελώνα ($< 1mM$) η ταχύτητα πρόσληψής του εξαρτάται ευθέως από την περιεκτικότητα των ριζών σε ATP. Πολλές από τις συνθήκες που θεωρούνται περιοριστικές για την πρόσληψη του καλίου, όπως χαμηλές θερμοκρασίες και έλλειψη O_2 , δρουν μέσω της ανασταλτικής δράσης τους στην παραγωγή ATP (Αναλογίδης, 2000).



Σχήμα 1.: Ο μηχανισμός άντλησης H^+ της ATPάσης που βρίσκεται στις μεμβράνες (Mengel, 1989).

Όπως ισχύει για όλα τα φυτικά κύτταρα το κυτόπλασμα των ριζικών κυττάρων παρουσιάζει αρνητικό ηλεκτρικό φορτίο σε σχέση με το εξωτερικό διάλυμα σαν

αποτέλεσμα της λειτουργίας ενός μηχανισμού άντλησης υδρογονοκατιόντων από το κυτόπλασμα προς το εξωτερικό περιβάλλον (Σχήμα 1.). Έτσι το κυτόπλασμα έλκει θετικά φορτία υπό μορφή κατιόντων. Η απαιτούμενη ενέργεια για την άντληση αυτή των υδρογονοκατιόντων προέρχεται από την διάσπαση της ATP ($ATP \rightarrow ADP + P_i + 32 \text{ kJ}$).

Ο έντονος ρυθμός εισροής καλίου εντός των ριζών λειτουργεί ανταγωνιστικά στην πρόσληψη άλλων κατιόντων (κυρίως του μαγνησίου). Η πρόσληψη όλων των ανταγωνιστικών κατιόντων ευνοείται σε χαμηλές συγκεντρώσεις καλίου. Αλλά η πρόσληψη του καλίου μπορεί να μειωθεί σημαντικά όταν άλλα ανταγωνιστικά κατιόντα βρίσκονται σε υψηλές συγκεντρώσεις. Τέτοιες περιπτώσεις παρουσιάζονται σε αλατούχα εδάφη όπου τα κατιόντα νατρίου επικρατούν στο εδαφικό διάλυμα. Όταν η συγκέντρωση K^+ στο εδαφικό διάλυμα είναι χαμηλή, η άντλησή του είναι πολύ επιλεκτική, ενώ όταν βρίσκεται σε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις, το Na^+ μπορεί να εμποδίσει την πρόσληψή του. Επίσης περίσσεια Na^+ και Cl^- σε αλατούχα εδάφη δημιουργούν διαταραχές στις ιοντικές ισορροπίες τέτοιες, ώστε να προκαλούνται μετατροπές στην επιλεκτικότητα των μεμβρανών των ριζών.

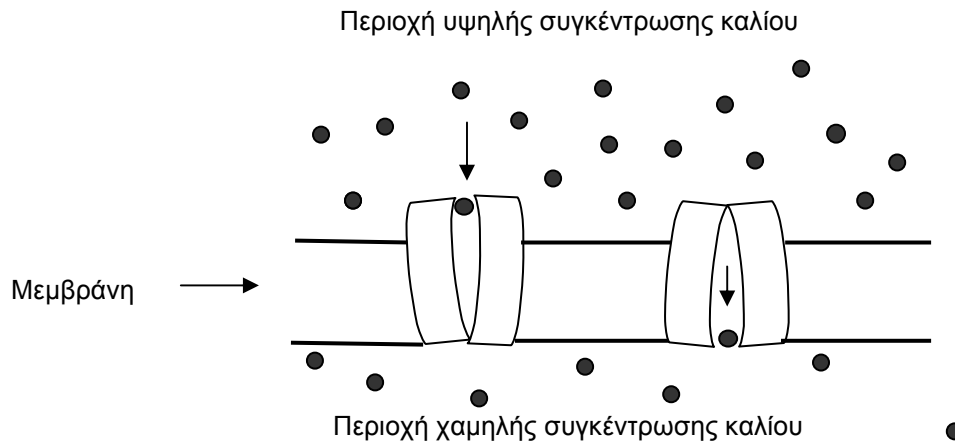
Έτσι ο ρυθμός πρόσληψης του καλίου από τα φυτά επηρεάζεται σημαντικά τόσο από την απόλυτη συγκέντρωσή του όσο κι από την σχετική συγκέντρωση καλίου και των άλλων ιόντων στο εδαφικό διάλυμα (Mpelasoka, κ.ά., 2003).

11. Απορρόφηση του καλίου από τις ρίζες και μεταφορά του στους βλαστούς

Το μεγαλύτερο μέρος του καλίου απορροφάται από τα φυτά κατά την περίοδο της έντονης βλαστικής αύξησης ενώ στα επόμενα στάδια ανάπτυξης είναι έντονη η μεταφορά και ανακατανομή του εντός των φυτών. Το κάλιο είναι ιδιαίτερα ευκίνητο και κινείται κυρίως προς τους μεριστωματικούς ιστούς, ενώ, συνήθως, γίνεται μεταφορά του από τα παλαιότερα προς τα νεώτερα φύλλα κι από τα φύλλα προς τους καρπούς.

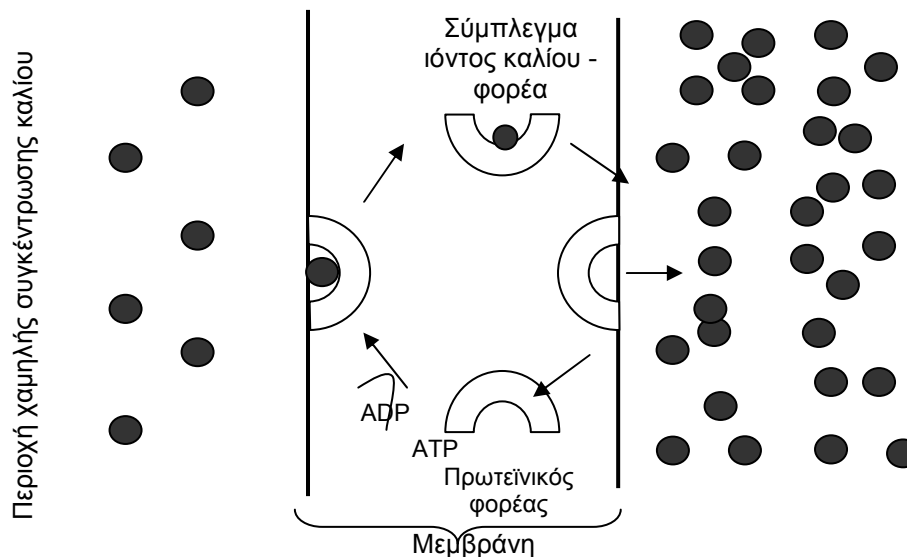
Η πρόσληψη του νερού και των διαλυτών θρεπτικών στοιχείων περιορίζεται στις άκρες των ριζών. Υπάρχουν δύο διαφορετικοί μηχανισμοί πρόσληψης του καλίου που λειτουργούν ανάλογα με το επίπεδο των εξωτερικών συγκεντρώσεων (Mengel, 1989). Σε υψηλές συγκεντρώσεις K^+ στο εδαφικό διάλυμα η μεταφορά γίνεται παθητικά, με κανάλια ιόντων (Σχήμα 2.) ενώ σε χαμηλές συγκεντρώσεις K^+ στο εδαφικό διάλυμα η μεταφορά γίνεται με πρωτεϊνικούς μεταφορείς και κατανάλωση ενέργειας (Σχήμα 3.).

Παρ' όλα αυτά, τα κανάλια ιόντων μπορεί να διευκολύνουν τη μεταφορά των κατιόντων καλίου ακόμα και σε χαμηλές συγκεντρώσεις όταν το δυναμικό των μεμβρανών είναι πολύ αρνητικό.



Σχήμα 2.: Μεταφορά ιόντων καλίου μέσω των μεμβρανών με ιοντικά κανάλια (Καράταγλης, 1994)

Μετά τη πρόσληψή τους τα K^+ φτάνουν ως την ενδοδερμίδα της ρίζας μέσω του αποπλάστη. Για να περάσουν στην ενδοδερμίδα πρέπει να κινηθούν στο συμπλάστη μέσω των μεμβρανών του πλάσματος.



Σχήμα 3.: Μεταφορά ιόντων καλίου μέσω των μεμβρανών με πρωτεϊνικούς φορείς (Καράταγλης, 1994)

Αυτό γίνεται με έναν μηχανισμό άντλησης κατιόντων υδρογόνου από το κυτόπλασμα προς το εξωτερικό περιβάλλον (μηχανισμός της ΑΤΡάσης). Εντός του συμπλάστη τα K^+ διαχέονται από κύτταρο σε κύτταρο μέσω των πλασμοδεσμών. Η φόρτωσή τους στο ρεύμα του ξύλου για τη μεταφορά τους σε μεγάλες αποστάσεις, γίνεται μέσω των μεμβρανών του πλάσματος και στην διαδικασία αυτή εμπλέκονται οι ΑΤΡάσεις των μεμβρανών. Η μεταφορά των K^+ από τις ρίζες προς τους βλαστούς επηρεάζεται κυρίως από την ικανότητα φόρτωσης του ανιόντος ρεύματος από τις ρίζες κι όχι με την ένταση της διαπνοής. Επίσης η μεταφορά των K^+ μπορεί να επηρεάζεται από τις ανάγκες του βλαστού που λειτουργεί ως δέκτης θρεπτικών.

Το ρεύμα του ηθμού είναι η κύρια οδός μεταφοράς του καλίου από τα γηραιότερα προς τα νεαρότερα και αναπτυσσόμενα όργανα. Όταν η ποσότητα του καλίου που μεταφέρεται μέσω του ξύλου υπερβαίνει τις ανάγκες των βλαστών ή σε περιπτώσεις έλλειψής του στα κύτταρα των ριζών, είναι δυνατό να παρατηρηθεί επιστροφή ενός μέρους του στις ρίζες μέσω του ηθμού. Εκεί γίνεται πάλι φόρτωση των κατιόντων καλίου στο ρεύμα του ξύλου (Mpelasoka, κ.ά., 2003).

ΤΟ ΚΑΛΙΟ ΣΤΟ ΦΥΤΟ ΤΗΣ ΑΜΠΕΛΟΥ

1. Ο ρόλος του καλίου στην ανάπτυξη και την παραγωγικότητα των πρέμων

Το Κάλιο αποτελεί πάνω από το 3% του ξηρού βάρους του φυτού της αμπέλου και είναι ένα σημαντικό συστατικό του χυμού της σταφυλής και φυσικά του οίνου. Ο ρόλος του καλίου είναι σημαντικός στην ρύθμιση της κίνησης του ύδατος εντός του πρέμνου, βοηθώντας στην ιοντική ισορροπία των ανιόντων στο χυμοτόπιο των φυτικών κυττάρων και διατηρώντας τη σπαργή των κυττάρων.

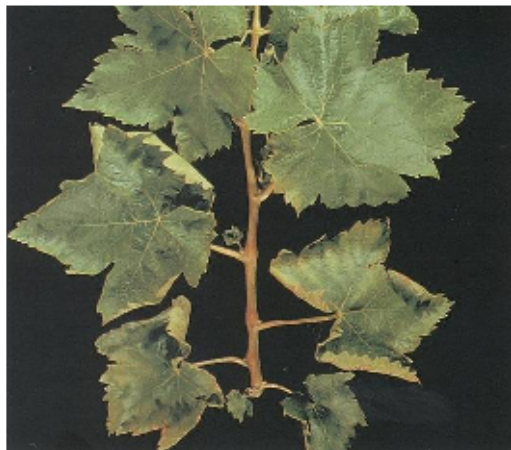
Πίνακας 4: K (% ξηράς ουσίας) στο φύλλο, σε διάφορα βλαστικά στάδια της αμπέλου

Βλαστικά στάδια αμπέλου	έλλειψη K -φύλλο (% ξηράς ουσίας)	optimum -φύλλο (% ξηράς ουσίας)
έναρξη άνθισης	< 1,50	1,6-2,2
πλήρης άνθισης	<1,40	1,5-1,8
περκασμός	<0.70	0,8-1,2
τρυγητός	<0,50	0,6-0,9

Οι ποικιλίες *Vitis vinifera* έχουν υψηλές απαιτήσεις σε κάλιο και μπορεί να παρουσιάσουν συμπτώματα περίσσειας ή έλλειψης αυτού του στοιχείου, κάτω από διαφορετικές περιβαλλοντικές συνθήκες και/ή σε διαφορετικά στάδια του ετήσιου βλαστικού κύκλου. (Πιν. 4). Γενικά, στα υγιή πλήρως ανεπτυγμένα ώριμα φύλλα το τυπικό εύρος επάρκειας για το κάλιο είναι μεταξύ 1,5% και 4% ξηράς ουσίας και με λόγο N: K (w:w): 1:1.

Οι ελλείψεις σε κάλιο (τροφοπενία) εμφανίζονται, όταν είναι παροδικές, κατά το στάδιο της γρήγορης αύξεσης των βλαστών, στο διάστημα μεταξύ της έκπτυξης των οφθαλμών και της άνθησης, σε χρόνο που τα εδάφη είναι ακόμη ψυχρά και υγρά (Treeby, Goldspink και Nicholas, 2005).

Στο φυτό της αμπέλου η τροφοπενία καλίου εκφράζεται, αρχικά, στα φύλλα με χλώρωση κατά περιοχές (“spring fever”) και μερικές νεκρωτικές κηλίδες κατά μήκος της περιφέρειας του ελάσματος τους και κατόπιν ως περιφερειακό κιτρίνισμα του ελάσματος του φύλλου στις **λευκές ποικιλίες** και περιφερειακό κοκκίνισμα στις **ερυθρές ποικιλίες**, που στη συνέχεια γίνεται περιφερειακό κάψιμο και περιφερειακό καρούλιασμα (Εικ. 1,2).



Εικ.1: Τροφοπενία K (χλώρωση φύλλου)



Εικ.2: Τροφοπενία K (νεκρωτικές κηλίδες και περιφερειακό κιτρίνισμα του ελάσματος)

Το κάλιο γίνεται πιο εύκολα διαθέσιμο στο φυτό, καθώς τα εδάφη στεγνώνουν και σε πολλές περιπτώσεις η ανάπτυξη του πρέμνου μπορεί να συνεχιστεί φυσιολογικά. Σε σοβαρές καταστάσεις έλλειψης, όμως, ορισμένα φύλλα παραμορφώνονται εντελώς, καταλήγοντας σε φυλλόπτωση των βασικών και αφήνοντας εκτεθειμένες τις σταφυλές σε όλες ανεξαιρέτως τις ποικιλίες. Η

κατάσταση των πρέμων επιδεινώνεται από αυτό το σημείο και μετά ραγδαία, εμφανίζοντας βλαστούς βραχείς και λεπτούς και χαμηλή γονιμότητα. Τα συμπτώματα της έλλειψης καλίου εμφανίζονται σταδιακά από τα φύλλα της βάσης στα νεότερα ηλικιακά, καθώς προχωρά η ανάπτυξη του φυτού και το κάλιο μετακινείται. Άλλα λιγότερο συνηθισμένα συμπτώματα συμπεριλαμβάνουν: ελάττωση του βάρους των κληματίδων, ανομοιομορφη ωρίμανση ραγών της σταφυλής και «μαύρισμα» (από βιολετί καφέ έως σκούρο καφέ) των γηραιότερων φύλλων (Εικ.3). Οι ελλείψεις καλίου εμφανίζονται περισσότερο στα ξηρά κλίματα και σε όξινα εδάφη, που έχουν υποστεί έκπλυση (Pearson και Goheen, 1988). Εξάλλου το φυτό της αμπέλου με έλλειψη καλίου είναι περισσότερο ευαίσθητο στην υδατική καταπόνηση κατά τη διάρκεια της βλαστικής περιόδου και στις βλάβες λόγω ψύχους κατά τη διάρκεια του υπόλοιπου έτους (Morris, κ. ά., 1983; Champagnol, 1988; Ruhl, κ.ά., 1988).



Εικ. 3: «Μαύρισμα» γηραιότερων φύλλων, από τροφοπενία K

Υψηλά επίπεδα καλίου, όπως συμβαίνει και με το φώσφορο (P), δεν επηρεάζουν άμεσα τη λειτουργία του πρέμνου ή τη σύσταση της σταφυλής, αλλά μπορεί να ελαττώσουν την πρόσληψη ασβεστίου και μαγνησίου και να αυξήσουν το pH του χυμού της σταφυλής (Treeby, Goldspink και Nicholas, 2005).

Η περίσσεια καλίου θεωρείται περιοριστικός παράγοντας για την ποιότητα του οίνου, ειδικά σε θερμές αμπελουργικές περιοχές (Ruhl, 1989), όπου οι ράγες μπορεί να παρουσιάζουν υψηλή συγκέντρωση καλίου και υψηλά επίπεδα pH (Herper και Bravdo, 1983), εξαιτίας της μετατροπής του σε άλατα του τρυγικού και μηλικού οξέος. Σε μερικές ποικιλίες υπερβολική καλιούχος θρέψη σε συνδυασμό με έλλειψη μαγνησίου και ασβεστίου μπορούν να προκαλέσουν τη «νέκρωση της ράχης» της ταξιανθίας (bunch stem necrosis - BSN), μία σοβαρή φυσιολογική διαταραχή, η οποία ελαττώνει την παραγωγή και την ποιότητα. (Brenchbuhler, 1985; Keller, κ.ά.,

1995). Γενικά η ανισοροπία K, Ca και/ή Mg στη ράχη της σταφυλής και στον ιστό του φύλλου ευνοεί την εμφάνιση του φαινομένου (Boselli, κ.ά., 1983; Brendel, κ.ά., 1983; Leonhardt, 1987).

Επαρκείς ποσότητες καλίου στις **ερυθρές ποικιλίες** είναι σημαντικές για την ανάπτυξη του χρώματος της ράγας. Αυξάνουν τον αριθμό των ταξιανθιών, αλλά και το βάρος των σταφυλών, το οποίο έχει ως αποτέλεσμα την σημαντική αύξηση της παραγωγής (Amiri, κ.ά., 2007).

Η ποιότητα της σταφυλής επηρεάζεται από την έλλειψη καλίου, η οποία προκαλεί ένα «κράτημα» της ανάπτυξης (growth arrestment) (Christensen, κ.ά., 1990) και αυξάνει την σύνθεση των πολυαμινών (putrescine -1,4- diaminobutane) στα φύλλα (Douglas, κ.ά., 1990).

Η εφαρμογή καλιούχου λίπανσης έχει ως αποτέλεσμα την ελάττωση του ποσοστού της παρουσίας των πράσινων ραγών κατά το τρύγο (Εικ. 4), αλλά επηρεάζει ελάχιστα το ποσοστό (%) των διαλυτών στερεών στη ράγα. Επίσης, δεν επηρεάζει την ολική χρωστική, που περιέχεται στο χυμό της σταφυλής, αλλά η υπερβολική καλιούχος λίπανση ελαττώνει την φωτεινότητα , την απόχρωση και το κορεσμό της (tristimulus color values), πιθανώς δια μέσου του καλίου - έμμεσες επιπτώσεις του pH στο μόριο των ανθοκυανών (Morris, κ.ά., 1980).



Εικ. 4: Παρουσία πράσινων ραγών κατά τον τρύγο, λόγω έλλειψης καλίου

Συμπερασματικά το κάλιο μπορεί να αυξήσει την παραγωγή, διότι:

- α) Αυξάνει την ανάπτυξη της ρίζας και βελτιώνει την αντίσταση στην ξηρασία
- β) Ενεργοποιεί πολλά ενζυμικά συστήματα
- γ) Διατηρεί τη σπαργή των κυττάρων, ελαττώνει την απώλεια ύδατος και το μαρασμό

- δ) Βοηθά στη φωτοσύνθεση και στη σύνθεση των απαραίτητων για το φυτό ενώσεων
- ε) Ελαττώνει τη διαπνοή, εμποδίζοντας τις απώλειες ενέργειας
- στ) Ενισχύει τη μετακίνηση των σακχάρων και του αμύλου
- ζ) Αυξάνει τη συγκέντρωση της πρωτεΐνης στα φυτά
- η) Οικοδομεί τη σελλουλόζη
- θ) Βοηθά στην καθυστέρηση εμφάνισης ασθενειών στην καλλιέργεια

2. Ο ρόλος του καλίου στη ζωηρότητα και την ευρωστία των πρέμων

Η κατανόηση του ρόλου του καλίου στην ευρωστία προαπαιτεί την κατανόηση των εννοιών: **ζωηρότητα** και **ευρωστία**, όταν αναφερόμαστε στο φυτό της αμπέλου.

Η ζωηρότητα, η ευρωστία, η ακρότονη τάση που χαρακτηρίζει την εκβλάστηση των λανθανόντων οφθαλμών της κληματίδας και η κυριαρχία της κορυφής των ταχέως αναπτυσσόμενων βλαστών είναι οι ενδογενείς ιδιότητες της αμπέλου που παίζουν ιδιαίτερο ρόλο στην παραγωγική διαδικασία, στον τρόπο και την προτεραιότητα εκβλάστησης των λανθανόντων οφθαλμών, στη μορφογενετική ανάπτυξη των βλαστών και στη φυσιολογική αντίδραση της αμπέλου στην εφαρμογή του κλαδέματος.

Αμπελοκομικά ως **ζωηρότητα** ορίζεται η φυσιολογική κατάσταση τμήματος ή και ολόκληρου του πρέμνου που εκφράζεται με την ταχύτητα, το ρυθμό αύξησης της βλάστησης (Winkler, 1967; Νταβίδης, 1972). Όσο πιο μεγάλη είναι η ταχύτητα αύξησης, δηλαδή η επιμήκυνση του βλαστού στην μονάδα του χρόνου τόσο πιο μεγάλη είναι η ζωηρότητα του πρέμνου. Μορφολογικά η ζωηρότητα των πρέμων (στο πλαίσιο που καθορίζει ο γονότυπος κάθε ποικιλίας) εκφράζεται με την παρουσία βλαστών πολύ μεγάλου συνολικά μήκους και υψηλού βαθμού διακλάδωσης, που φέρουν βαθυπράσινα φύλλα μεγάλων διαστάσεων, αυξανόμενη κορυφή και μεσογονάτια διαστήματα μεγάλου έως πολύ μεγάλου μήκους. Από φυσιολογικής άποψης οι ζωηροί βλαστοί χαρακτηρίζονται από υψηλές τιμές αναπνοής, διαπνοής και ΕΠΔ (χαμηλές τιμές υδροστατικής ισορροπίας).

Η **ευρωστία** ορίζεται ως η ικανότητα των πρέμων μιας ποικιλίας αμπέλου για συνολική βλάστηση και παραγωγή, σε συγκεκριμένες εδαφοκλιματικές συνθήκες και αμπελοκομικές επεμβάσεις. Η ευρωστία είναι, σε αντίθεση με την ζωηρότητα, ποσοτική έννοια και εκφράζεται με το βάρος των κληματίδων που παρήχθησαν σε μία καλλιεργητική περίοδο, το βάρος και τις διαστάσεις του ριζικού συστήματος και την ποσότητα και την ποιότητα των σταφυλών που έφερε το πρέμνο κατά τον

τρυγητό. Αμπελοκομικά η ευρωστία εκφράζει την ικανότητα του πρέμνου για τη συνολική παραγωγή των πρέμνων και φυσιολογικά την ικανότητα του προς συσσώρευση ενέργειας με τη μορφή ξηράς ουσίας (Winkler 1967; Νταβίδης 1977).

Η ζωηρότητα και η ευρωστία των πρέμνων αποτελούν, όπως αναφέρθηκε ενδογενείς ιδιότητες του είδους και της ποικιλίας αμπέλου αλλά επηρεάζονται έντονα από περιβαλλοντικούς (κλίμα και έδαφος) και καλλιεργητικούς παράγοντες (εκλογή υποκειμένου, πυκνότητα και κατεύθυνση γραμμών φύτευσης, σύστημα μόρφωσης και υποστύλωσης, κλάδεμα, λίπανση, άρδευση).

Η ευρωστία αυξάνει με την αύξηση του όγκου των ριζών, του αριθμού των βλαστών και της φυλλικής επιφάνειας. Ένα νεαρό πρέμνο μπορεί να είναι ζωηρό, αλλά η ευρωστία του να είναι μικρότερη από εκείνη του ενήλικου πρέμνου με μεγάλο αριθμό κληματίδων κανονικής ζωηρότητας.

Στην αμπελοκομική πράξη συχνά κάτω από κανονικές συνθήκες βλάστησης και καρποφορίας (ισορροπία βλάστησης προς καρποφορία) οι δύο αυτές έννοιες ταυτίζονται. Με την έννοια αυτή πρέμνα κανονικής ζωηρότητας είναι ταυτόχρονα και εύρωστα.

Η ζωηρότητα και η ευρωστία των ποικιλιών αποτελούν καθοριστικούς παράγοντες τόσο στην επιλογή του συστήματος μόρφωσης όσο και στην επιλογή του χειμωνιάτικου κλαδέματος καρποφορίας των πρέμνων.

Βασική κατεύθυνση της ορθής αμπελοκομικής τεχνικής αποτελεί η εξασφάλιση ισορροπίας μεταξύ βλάστησης-φυλλικής επιφάνειας και της παραγωγής με την έννοια της διατήρησης της ελάχιστης δυνατής βλάστησης για την ανάπτυξη και ωρίμανση του μεγαλύτερου δυνατού φορτίου πολύ καλής ποιότητας. Αυτό απλά σημαίνει τη διατήρηση πρέμνων κανονικής ζωηρότητας. Κι αυτό γιατί υπερβολική ζωηρότητα των πρέμνων οδηγεί στην παραγωγή βλαστών μεγάλου ή πολύ μεγάλου μήκους, σχετικά μέτριας διαμέτρου, με μεγάλους μήκους μεσογονάτια και μεγάλα φύλλα και την παρουσία μεγάλου αριθμού μεσοκαρδίων βλαστών. Από την άλλη πλευρά ανεπαρκής ζωηρότητα παρουσιάζει μικρή φυλλική επιφάνεια που δεν επαρκεί για την ανάπτυξη και ωρίμανση του φορτίου.

Από τις αμπελοκομικές επεμβάσεις που επηρεάζουν την επίτευξη ισορροπίας μεταξύ της άριστης ποσότητας και ποιότητας σταφυλών και της βλάστησης το χειμωνιάτικο κλάδεμα καρποφορίας φαίνεται η πιο αποτελεσματική και οικονομικά συμφέρουσα λύση εξαιτίας και των ιδιομορφιών εκβλάστησης και παραγωγής της αμπέλου. Είναι προφανές ότι το επίπεδο ισορροπίας εξαρτάται από την ποικιλία αλλά

διαφέρει ανάλογα με την κατάσταση ζωηρότητας και ευρωστίας των πρέμων και τις λοιπές συνθήκες που διαμορφώνονται σε κάθε αμπελώνα (πυκνότητα φύτευσης, σχήμα μόρφωσης και υποστύλωσης, άρδευση, θρέψη κ.ά.) (Σταυρακάκης, 2012).

Όπως αναφέρθηκε, ήδη, η θρέψη – λίπανση σε κάθε αμπελώνα, για συγκεκριμένη ποικιλία, είναι μία από τις αμπελοκομικές τεχνικές που επηρεάζει την ισορροπία μεταξύ της άριστης ποσότητας και ποιότητας σταφυλών και της βλάστησης, δηλαδή την ευρωστία.

Με δεδομένα τα όσα έχουν αναφερθεί για το ρόλο του καλίου στην ανάπτυξη και την παραγωγικότητα του φυτού της αμπέλου καθίσταται πρόδηλος η επίδραση αυτού και στην ευρωστία του. Η επάρκεια ή μη, καθώς και η περίσσεια του συγκεκριμένου θρεπτικού στοιχείου, είτε αυτό προέρχεται από το έδαφος είτε κατόπιν εφαρμογής λίπανσης, έχει επιπτώσεις στην βλάστηση του πρέμνου, επηρεάζοντας τη φωτοσύνθεση και τις λοιπές φυσιολογικές λειτουργίες, τη διαφοροποίηση των ανθικών καταβολών, την ανάπτυξη των ταξιανθιών, την ευπάθεια ή μη στις ασθένειες και ακολούθως, το βάρος των κληματίδων, την ωρίμανση των σταφυλών και την ποιότητά τους.

Η αναγκαιότητα διερεύνησης των παραμέτρων (βιολογικών, φυσιολογικών, αμπελοκομικών) για την επίτευξη ισορροπίας μεταξύ βλάστησης και καρποφορίας, οδήγησε στην αναζήτηση αξιόπιστων δεικτών πρόβλεψης της συμπεριφοράς μιας συγκεκριμένης ποικιλίας σε δεδομένες περιβαλλοντικές και αμπελοκομικές συνθήκες.

Για το σκοπό, λοιπόν, αυτό έχουν προταθεί διάφοροι δείκτες. Μεταξύ αυτών πιο σημαντικοί είναι **η σχέση του βάρους των σταφυλών (Σ) που τρυγούνται προς το βάρος των κληματίδων (Κ) που εξαιρούνται κατά το κλάδεμα καρποφορίας (γνωστός και ως δείκτης Ravaz)** και η σχέση της φυλλικής επιφάνειας (ΦΕ) που απαιτείται για να θρέψει συγκεκριμένη ποσότητα σταφυλιών (Σ).

Η σχέση μεταξύ του βάρους των σταφυλών κατά τον τρυγητό προς το βάρος των εξαιρούμενων κατά το χειμερινό κλάδεμα κληματίδων (Crop load) αποτελεί χρήσιμο δείκτη της ισορροπίας βλάστησης προς καρποφορία, προσδιορίζεται σε αντιπροσωπευτικό δείγμα του αμπελώνα για σειρά ετών και κυμαίνεται μεταξύ **5** και **10**. Τιμές μικρότερες του 5 υπαινίσσονται υπερβολική ζωηρότητα σε βάρος της παραγωγής (χαρακτηριστικό στοιχείο των νεαρών πρέμων). Τιμή πάνω από 10 σημαίνει υπερπαραγωγή των πρέμων με τις συνακόλουθες επιπτώσεις στην ποιότητα των σταφυλών (χαμηλή περιεκτικότητα σε σάκχαρα, πτωχό χρώμα, ανεπαρκής ξυλοποίηση). Στις συγκεκριμένες τιμές πρέπει να αναφερθούν και ορισμένες

εξαιρέσεις, όπως αυτή της ποικιλίας Aramon, στην οποία βρέθηκε ότι ένας λόγος $\Sigma/K \leq 4$ (Σ/K : βάρος σταφυλιών κατά τον τρυγητό/βάρος εξαιρούμενων κληματίδων κατά το χειμερινό κλάδεμα καρποφορίας), εγγυάται ένα ισορροπημένο αμπέλι χωρίς καμία αρνητική επίδραση στην ποιότητα των προϊόντων.

Στην παρούσα μελέτη ο δείκτης **Ravaz**, όπως τροποποιήθηκε από τον Brando, κ.ά. (1984, 1985), χρησιμοποιήθηκε για να διερευνηθεί ο ρόλος του καλίου στην ευρωστία της ποικιλίας Αγιωργίτικο, κάτω από συγκεκριμένους περιβαλλοντικούς και καλλιεργητικούς παράγοντες.

3. Ο ρόλος του καλίου στην ποιότητα των σταφυλών

Το κάλιο, όπως αναφέρθηκε, είναι το κατιόν που κυριαρχεί στη ράγα (Hrazdina, κ.ά., 1984).

Η ανάπτυξη των εγγύαργτων ραγών ακολουθεί μια διπλή σιγμοειδή καμπύλη (Σχήμα 4) όπου διακρίνονται δύο φάσεις γρήγορης αύξησης της ράγας (Φάσεις I και III) που διακόπτονται από μια φάση όπου υπάρχει αργή ή καθόλου αύξηση του μεγέθους της (Φάση II). Η πρώτη φάση γρήγορης αύξησης της ράγας (Φάση I) οφείλεται κυρίως στην έντονη κυτταροδιαίρεση και δευτερευόντως σε αύξηση του μεγέθους των κυττάρων της, σε συνδυασμό με ταχεία συσσώρευση οργανικών οξέων. Κατά την δεύτερη φάση γρήγορης αύξησης (Φάση III), η αύξηση του μεγέθους των ραγών οφείλεται σε αύξηση κυρίως του μεγέθους των κυττάρων της (τάνυση) και χαρακτηρίζεται από τη συσσώρευση διαλυτών στερεών και κυρίως σακχάρων (Coombe, 1992). Στην αύξηση του μεγέθους των ραγών παίζει σημαντικό ρόλο το κάλιο. Η εκκίνηση της φάσης αυτής συμπίπτει με την έναρξη της ωρίμανσης των ραγών (περκασμός), δηλαδή στο γυάλισμα και χαρακτηρίζεται από μαλάκωμα των ραγών (χαλάρωση κυτταρικών τοιχωμάτων και δεσμών), αλλαγή στη μεταφορά του ύδατος (στις ράγες τα δύο ρεύματα του χυμού γίνονται από αντιπαράλληλα παράλληλα και η ράγα παίρνει νερό και από τα δύο ρεύματα), αλλαγές στο χρώμα αλλά και σημαντικές αλλαγές στη σύνθεσή τους (συσσώρευση σακχάρων και μείωση

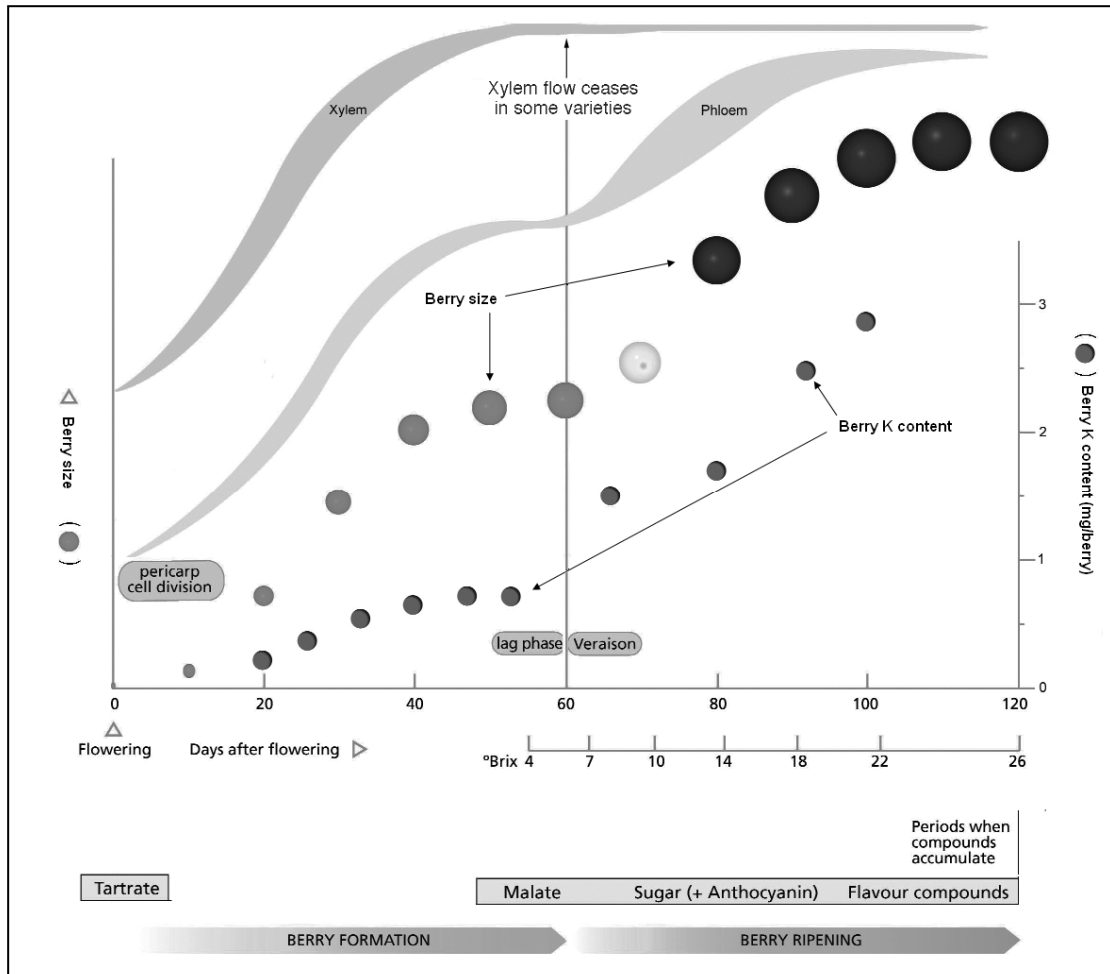


Figure 1. This model shows the pattern of K accumulation by grape berries in relation to the pattern of grape berry growth and development. Also shown are the proposed relative proportions of the inflow of xylem and phloem saps into the berry. The relative proportions before veraison is not clearly known, but here illustrated to be higher for xylem than phloem. After veraison, the inflow of xylem sap decreases or ceases, which may depend on varieties, while the inflow of phloem sap increases until near harvest when it decreases? Diagram of grape berry growth and development was taken from Coombe (2001) with slight modification. Data on berry K accumulation were taken from Ollat and Gaudillère (1996).

Σχήμα 4.: Αύξηση της ράγας κατά τη διάρκεια των σταδίων ανάπτυξής της. Το σχήμα ελήφθη από το Coombe (2001), με ελαφρά τροποποίηση από Μπελάσκα κ.ά.(2003), που βασίστηκε σε δεδομένα της συσσώρευσης του καλίου που ελήφθησαν από τους Ollat και Gaudillère 1996.

των οξέων). Στο στάδιο αυτό συντελείται αποδόμηση των αγγείων του ξύλου και έτσι τα σάκχαρα και το νερό μεταφέρονται μέσω των αγγείων του ηθμού. Παρατηρείται, επίσης, μια μεγάλη αύξηση στη συγκέντρωση του καλίου (Possner και Kliewer, 1985), κυρίως στον φλοιό της ράγας, στην έναρξη της ωρίμανσης (Coombe, 1992 ; Ollat και Gaudillère, 1996).

Για να επιτευχθεί η αύξηση του μεγέθους των ραγών πρέπει να προηγηθεί το χαλάρωμα των κυτταρικών τοιχωμάτων. Η χαλάρωση αυτή προϋποθέτει την μείωση του pH του αποπλάστη και τη δράση ειδικών ενζύμων. Η μείωση του pH

επιτυγχάνεται με τη συσσώρευση υδρογονοκατιόντων που αντλούνται από το κυτόπλασμα με τον μηχανισμό της ΑΤΡάσης που είναι συνδεδεμένη με τη μεμβράνη.

Η εξώθηση αυτή των H^+ από το κυτόπλασμα προς τον αποπλάστη, με τον μηχανισμό της ΑΤΡάσης, εξαρτάται από την παρουσία κατιόντων καλίου στον αποπλάστη, τα οποία είναι απαραίτητα για να διατηρηθεί σταθερό το δυναμικό της μεμβράνης του πλάσματος, καθώς η πρόσληψη κατιόντων καλίου ισορροπεί την απώλεια ιόντων H^+ (Mengel και Kirkby, 1987).

Το νερό και τα διαλυτά σε αυτό συστατικά, κατά κύριο λόγο σάκχαρα, Κ, μηλικό και τρυγικό οξύ, συνεισφέρουν στην αύξηση του μεγέθους της ράγας. Η αύξηση του νερού που περιέχεται στο κύτταρο προκαλεί αύξηση της σπαργής και συνεπώς οδηγεί σε διάταση των κυτταρικών τοιχωμάτων, αλλά μειώνει το υδατικό δυναμικό (γίνεται πιο αρνητικό). Για να διατηρηθεί το υδατικό δυναμικό της ράγας πρέπει να γίνει εισροή διαλυτών.

Παρ' ότι τα σάκχαρα είναι τα κύρια διαλυτά συστατικά που εισέρχονται στις ράγες, κατά τη δεύτερη γρήγορη αύξηση της ράγας, το κάλιο ως ένα στοιχείο που υπάρχει σε μεγάλες συγκεντρώσεις και έχει μεγάλη κινητικότητα, μπορεί επίσης να συνεισφέρει στο ωσμωτικό δυναμικό των ραγών, κυρίως σε περιπτώσεις μειωμένης συσσώρευσης σακχάρων (είτε λόγω χαμηλής παραγωγής, είτε μεταφοράς, είτε μετακίνησης).

Εκτός από το κάλιο και άλλα κατιόντα όπως το μαγνήσιο, το ασβέστιο ο φώσφορος, ο χαλκός και το μαγγάνιο επίσης συνεισφέρουν στην διατήρηση του ωσμωτικού δυναμικού αλλά συναντώνται σε πολύ μικρότερες συγκεντρώσεις. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι έχουν μικρότερη κινητικότητα. Εξάλλου κάποια από αυτά μπορεί να δράσουν τοξικά σε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις.

Μετά το περκασμό υπάρχει μεγάλη αύξηση και των ολικών διαλυτών στερεών (TSS), που είναι κυρίως τα σάκχαρα και του καλίου (Κ). Συχνά χρησιμοποιείται από τους ερευνητές ως δείκτης της περιεκτικότητας σε σάκχαρα της ράγας, τα ολικά διαλυτά στερεά για να διερευνηθούν τη σχέση του καλίου με αυτά, αλλά αυτό φαίνεται να μην είναι πάντα ακριβές καθώς άλλα διαλυτά στερεά, όπως το τρυγικό και το μηλικό οξύ, αλλά και το ίδιο το κάλιο, επηρεάζει το δείκτη διάθλασης και έτσι και τις τιμές των ολικών διαλυτών στερεών. Οι Lacombe, κ. ά. (2000), Ache, κ. ά. (2001) υποθέτουν ότι ένας συγκεκριμένος μονοπάτι κατιόντων καλίου μπορεί να οδηγεί σε εναπόθεση περισσότερων σακχάρων στη ράγα, θέμα που απαιτεί περαιτέρω μελέτη.

Επισημαίνεται ότι ο τρόπος μεταφοράς των σακχάρων στη ράγα, αλλάζει: από το στάδιο της πράσινης ράγας, που γίνεται συμπλαστικά, στο στάδιο της ωρίμανσης, γίνεται αποπλαστικά.

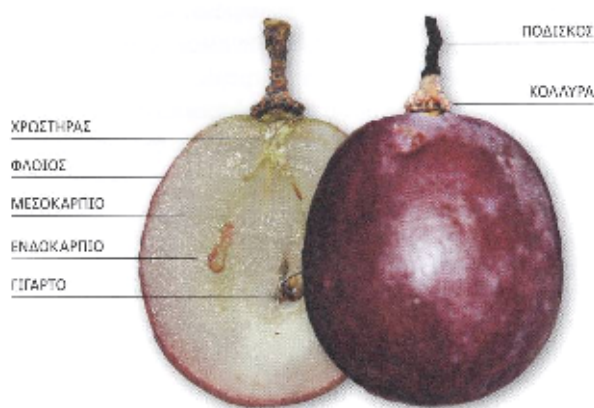
Πιο αναλυτικά στην άμπελο οι υδατάνθρακες οι οποίοι παράγονται με την φωτοσύνθεση στα φύλλα εξέρχονται από τα κύτταρα του μεσοφύλλου και μεταφέρονται σε όλο το πρέμνο μέσω του ηθμού με την μορφή της σακχαρόζης. Οι κυριώτεροι προορισμοί του ρεύματος μεταφοράς της σακχαρόζης είναι οι ράγες, οι ιστοί αποθήκευσης υδατανθράκων και τα νεαρά φύλλα. Σε όλο το πρέμνο το ρεύμα μέσω των κυττάρων του ηθμού είναι αντιπαράλληλο του ρεύματος των αγγείων του ξύλου. Η καρποταξία είναι το μοναδικό όργανο στα φυτά της αμπέλου στο οποίο τα δύο ρεύματα καταλήγουν να είναι συμπαράλληλα με τελικό προορισμό τις ράγες. Η διαδικασία της φόρτωσης της σακχαρόζης, δηλαδή της μεταφοράς αυτής από τα παρεγχυματικά κύτταρα του μεσοφύλλου στα κύτταρα του ηθμού, καθώς και της εκφόρτωσης αυτής, δηλαδή της μεταφοράς της από τον ηθμό στα κύτταρα - τελικούς αποδέκτες, γίνεται δαπάνη ενέργειας. Υπολογίζεται ότι για την μεταφορά μιας ποσότητας σακχαρόζης απαιτείται ενέργεια η οποία αντιστοιχεί στο 14% της ποσότητας αυτής. Η ροή μέσα στον ηθμό γίνεται παθητικά και δεν απαιτείται ενέργεια.

Η σακχαρόζη μετά την εκφόρτωση της από τον ηθμό στα παρεγχυματικά κύτταρα της ράγας υδρολύεται σε γλυκόζη και φρουκτόζη. Η υδρόλυση της σακχαρόζης σε μονοσακχαρίτες καταλύεται από την όξινη ιμβερτάση στον αποπλαστικό χώρο των κυττάρων της ράγας, ιδιαίτερα έντονα από την έναρξη ωρίμανσης των ραγών και μετά. Η εκφόρτωση του ηθμού στις ράγες στα στάδια I και II γίνεται συμπλαστικά ενώ στο στάδιο III γίνεται αποπλαστικά. Ο συμπλαστικός τρόπος μεταφοράς των σακχάρων αναφέρεται στην μεταφορά αυτών μέσω των πλασμοδεσμών γειτονικών κυττάρων, στην προκειμένη περίπτωση πλασμοδεσμών οι οποίοι συνδέουν τα κύτταρα του ηθμού – συνοδά κύτταρα με τα παρεγχυματικά κύτταρα της ράγας, χωρίς την χρησιμοποίηση των πρωτεϊνών εξειδικευμένων μεταφορέων σακχάρων που εδράζονται στις κυτταρικές μεμβράνες. Στον αποπλαστικό τρόπο μεταφοράς τα σάκχαρα μεταφέρονται από κύτταρο σε κύτταρο μέσω των κυτταρικών μεμβρανών με την βοήθεια των πρωτεϊνικών μεταφορέων, διαπερνώντας έτσι την κυτταρική μεμβράνη, τα κυτταρικά τοιχώματα και τον αποπλαστικό χώρο (μεσοκυττάρους χώρους), χωρίς την χρησιμοποίηση των πλασμοδεσμών, διαδικασία στην οποία παίζει σημαντικό ρόλο το κάλιο. Η αλλαγή αυτή δηλαδή από το συμπλαστικό στον

αποπλαστικό τρόπο εκφόρτωσης του ηθμού σηματοδοτεί την έναρξη ωρίμανσης στις ράγες τις αμπέλου.

4. Κατανομή του καλίου στις ράγες

Η συγκέντρωση του καλίου στη ράγα (ανά μονάδα νεπού βάρους) διαφέρει στα διάφορα τμήματά της, όπως αυτά φαίνονται στην Εικ. 5.



Εικ. 5: Μορφολογία και ανατομία της ράγας (Σταυρακάκης, 2010)

Στο φλοιό η συγκέντρωση καλίου είναι πολύ μεγαλύτερη στα γίγαρτα και το μεσοκάρπιο, ενώ τα γίγαρτα έχουν ελαφρά μεγαλύτερη συγκέντρωση από αυτή του μεσοκαρπίου (Coombe, 1987; Pand και Coombe, 1988; Walker, κ. ά, 1998). Οι διαφορές αυτές, πιθανά, να οφείλονται στη διαφορετική δομή των κυττάρων ή στο διαφορετικό ρόλο του καλίου σε κάθε έναν από τους ιστούς αυτούς. Συγκρινόμενα τα κύτταρα του φλοιού με τα κύτταρα του μεσοκαρπίου είναι μικρότερα, έχουν παχύτερα τοιχώματα και περισσότερο κυτόπλασμα και ως γνωστόν η συγκέντρωση του Κ στο κυτόπλασμα είναι πέντε έως δέκα φορές υψηλότερη απ' ότι στο χυμοτόπιο (Flowers και Läuchli, 1983). Η συγκέντρωση του καλίου, επίσης, στους διάφορους ιστούς της ράγας ποικίλλει μεταξύ των διαφόρων ποικιλιών και των συνδυασμών ποικιλίας - υποκειμένου (Mpelasoka, κ.ά., 2003).

Γενικά το βάρος του μεσοκαρπίου είναι μεγαλύτερο από αυτό των γιγάρτων ή των φλοιών. Η ποσοστιαία συμμετοχή όμως των ιστών αυτών στο βάρος της ράγας παρουσιάζει μεγάλες διαφορές, ανάλογα την ποικιλία και τους συνδυασμούς ποικιλίας - υποκειμένου. Μικρές διαφορές στο μέγεθος της ράγας μπορεί να

επιηρεάζουν σημαντικά την αναλογία του μεσοκαρπίου και των φλοιών, με τις μικρότερες ράγες να παρουσιάζουν μεγαλύτερη συμμετοχή των φλοιών στο βάρος της ράγας.

Επίσης έχει αναφερθεί ότι η συγκέντρωση του καλίου είναι μεγαλύτερη στους φλοιούς των μικρών ραγών σε σύγκριση με αυτήν που παρουσιάζουν μεγαλύτερες ράγες (Mpelasoka, κ. ά., 2003).

Η συσσώρευση του καλίου είναι συνεχής σε όλα τα στάδια ανάπτυξης των ραγών, σε αντίθεση με εκείνη του ασβεστίου που παρουσιάζεται μειούμενη (Rogiers, κ.ά., 2001). Γνωρίζοντας ότι το κάλιο στα φυτά κινείται τόσο μέσω του ηθμού όσο και μέσω του ξύλου (Mengel, 1976), ενώ το ασβέστιο κινείται μόνο μέσω του ξύλου, φαίνεται ότι στις ράγες **μετά τον περκασμό** επικρατεί το ρεύμα του ηθμού (Hanger, 1979), αποτελώντας την κύρια οδό εισόδου του καλίου στις ράγες. Άλλωστε η μεταφορά του καλίου στις ράγες μέσω του ξύλου δεν μπορεί να είναι μεγάλη λόγω της μικρής τους διαπνοής, η οποία συνεχώς μειώνεται όσο προχωρά η ωρίμανσή τους, εξαιτίας της αύξησης της κέρινης ανθρότητας (ή του επιδερμικού κηρού) και του εκφυλισμού των στοματίων της επιδερμίδας τους (Blank, κ. ά., 1999).

Από τον περκασμό έως την πλήρη ωρίμανση οι ράγες αποτελούν τον ισχυρότερο πόλο έλξης καλίου, που μπορεί να οφείλεται στις υψηλές απαιτήσεις για K, κατά την διάρκεια της γρήγορης αύξησης των κυττάρων τους. Στην πλήρη ωρίμανση οι σταφυλές περιέχουν περισσότερο από το 60% του συνολικού καλίου που υπάρχει στα υπέργεια τμήματα των πρέμνων και τα επίπεδα K σ' αυτές είναι υψηλότερα από το συνολικό ποσό που προσλαμβάνει το πρέμνο (σχήμα 4) (Mpelasoka, κ.ά., 2003). Ταυτόχρονα από τον περκασμό ως την πλήρη ωρίμανση, η περιεκτικότητα σε κάλιο όλων των άλλων οργάνων των πρέμνων μειώνεται (Williams, κ.ά., 1991). Το γεγονός αυτό δείχνει ότι μεγάλο μέρος του καλίου που μεταφέρεται στις ράγες κατά την περίοδο αυτή προέρχεται από την κινητοποίηση του καλίου από τις ρίζες, τον κορμό, τους βλαστούς και τα φύλλα (Mpelasoka, 2003). Η μετακίνηση καλίου από άλλα όργανα προς τις ράγες από το στάδιο του περκασμού και μετά έχει αναφερθεί σε πολλές ερευνητικές εργασίες όπως και η συνεχής μείωση των επιπέδων του καλίου στα φύλλα από την άνθιση ως την ωρίμανση, η οποία εξαρτάται από τη διαθεσιμότητα του καλίου στο έδαφος, την ικανότητα των ριζών για την πρόσληψή του και το ρυθμό της μετακίνησής του από τη ρίζα στο βλαστό για να συναντήσει τις απαιτήσεις της ράγας για K (Christensen 1969, Hepner et al. 1985, Williams et al. 1991).

5. Παράγοντες που επιδρούν στη συγκέντρωση του καλίου στα όργανα των πρέμων σε συνθήκες αμπελώνα.

Πολλοί παράγοντες μπορούν να επηρεάσουν την καθαρή συγκέντρωση του καλίου στις ράγες διαμέσου των επιδράσεων τους στην πρόσληψη του K^+ από τη ρίζα, στη μετακίνησή του K^+ από τη ρίζα στο βλαστό, στην επαναμετακίνησή του από το βλαστό πίσω στη ρίζα, στην ποσότητα του αποθεματικού καλίου και στην αναλογία του αριθμού των ραγών και της ανάπτυξης τους σε σχέση την ζωηρότητα του πρέμνου.

Εδαφικοί παράγοντες

Όπως προαναφέρθηκε η πρόσληψη K^+ από τις ρίζες των φυτών καθορίζεται από τα επίπεδα του διαθέσιμου καλίου στο έδαφος, τα οποία εξαρτώνται από τις φυσικές, τις χημικές ιδιότητες και τη δομή του εδάφους. Οι συγκεντρώσεις των K^+ , για παράδειγμα, ελαττώνονται στα όξινα εδάφη (Jemo, κ. ά., 2007). Η διαθεσιμότητα (συγκέντρωση στο εδαφικό διάλυμα) του καλίου και του μαγνησίου μειώνεται στα ασβεστούχα εδάφη, εξαιτίας των ανταγωνιστικών σχέσεων μεταξύ Ca και K, όπως και Ca και Mg. Η εφαρμογή λιπάνσεων, επίσης, μπορεί να επηρεάσει την πρόσληψη του καλίου, όπως και άλλων θρεπτικών στοιχείων. Επιπρόσθετα, η πρόσληψη καλίου καθορίζεται από την ανάπτυξη και τη φυσιολογική δραστηριότητα των ριζών που με τη σειρά τους επηρεάζονται από φυσικές και χημικές ιδιότητες του εδάφους όπως την περιεκτικότητά του σε άργιλο και το είδος της αργίλου, την περιεκτικότητά του σε οργανική ουσία, τους τύπους και την ποσότητα των μεταλλικών στοιχείων, το μέγεθος και το βαθμό της αποσάρθρωσης των μεταλλικών μορίων, την υγρασία, το pH, τη δομή (Horra, κ.ά., 2000; Zeng και Brown, 2000).

Τα ιόντα του καλίου, τα οποία προσλαμβάνονται ταχύτατα από τα κύτταρα, γενικά, ανταγωνίζονται ισχυρά την πρόσληψη κατιόντων. Για το λόγο αυτό, όταν άλλα κατιόντα βρίσκονται σε υψηλές συγκεντρώσεις, η πρόσληψη K^+ μπορεί να ελαττωθεί. Για παράδειγμα, η έλλειψη καλίου μπορεί να αυξηθεί σε συνθήκες αλατότητας, όπου τα κατιόντα νατρίου (Na^+) είναι τα κατιόντα που βρίσκονται στη μεγαλύτερη συγκέντρωση (Chow, 1990).

Συμπερασματικά, η αναλογία της συγκέντρωσης των K^+ και άλλων κατιόντων στο υδατικό διάλυμα μπορεί να είναι τόσο σημαντική για τους ρυθμούς της πρόσληψης K^+ από το πρέμνο, όσο η συγκέντρωση του K^+ *per se* (καθατή).

Υποκείμενο

Στη μεταφυλλοξηρική αμπελουργία που χρησιμοποιούνται τα έρριζα εμβολιασμένα μοσχεύματα, οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ Εμβολίου- Υποκειμένου αναφέρονται σε όλες τις φυσιολογικές λειτουργίες των δύο συμβιωτών. Με την έννοια αυτή παρατηρούνται σημαντικές διαφοροποιήσεις των υποκειμένων και των ποικιλιών όταν βρίσκονται στη μορφή των εμβολιασμένων φυτών και στην αυτόρριζη μορφή αντίστοιχα, ως προς την περιεκτικότητά τους σε κάλιο. (Christensen, 1984; Ruhl, κ.ά., 1988; Ruhl, 1989; Walker, κ.ά., 1998; Wolpert J., κ.ά., 2005).

Το είδος και η ποικιλία του υποκειμένου, η μετάδοση ζωηρότητας, η ικανότητα του ριζικού συστήματος να προσλαμβάνει το κάλιο από το έδαφος, η ευχέρεια διακίνησης του καλίου από το υποκείμενο στο εμβόλιο μέσω της ένωσης Εμβολίου-Υποκειμένου επηρεάζουν σημαντικά την περιεκτικότητα των ιστών σε εμβολιασμένα και αυτόρριζα πρέμνα.

Τα υποκείμενα που προέρχονται από το *V.rupestris* έχουν μικρή ικανότητα πρόσληψης κατιόντων καλίου, ενώ τα υποκείμενα που προέρχονται από το *V.berlandieri* έχουν ικανοποιητική ικανότητα πρόσληψής τους, ακόμα κι όταν η συγκέντρωση των κατιόντων καλίου στο εδαφικό διάλυμα είναι χαμηλή (Mpelasoka κ.ά., 2003).

Διαπιστώθηκε, ακόμη, ότι η περιεκτικότητα σε κάλιο των μίσχων των φύλλων των ποικιλιών Chardonnay, Cabernet Sauvignon και Zinfandel, εμβολιασμένων στα υποκείμενα (14): Rupestris du Lot (*V.rupestris*), 1103P (*V.berlandieri* x *V.rupestris*), 110R (*V.berlandieri* x *V.rupestris*), 5BB (*V.berlandieri* x *V.riparia*), 420A (*V.berlandieri* x *V.riparia*), 5C (*V.berlandieri* x *V.riparia*), 101-14 (*V.riparia* x *V.rupestris*), 3309C (*V.riparia* x *V.rupestris*), 1616C (*V.solonis* x *V.riparia*), Ramsey (*V.champinii*), Freedom (*V.champinii* x 1613C), O39-16 (*V.vinifera* x *Muscadinia rotundifolia*), Harmony (*V.champinii* x 1613C) και 44-53 (*V.riparia* x (*V.cordifolia* x *V.rupestris*)), διέφερε σημαντικά. Έτσι όταν οι ποικιλίες ήταν εμβολιασμένες σε υποκείμενο που προερχόταν από το *V.berlandieri*, παρουσίαζε μικρότερη συγκέντρωση καλίου κατά την άνθιση. Τα υποκείμενα **1616C**, **44-53**, **O39-16** και τα υποκείμενα που προερχόταν από το *V.champinii* παρουσίασαν τις υψηλότερες συγκεντρώσεις καλίου στους μίσχους των φύλλων των ποικιλιών, ενώ τα δύο υποκείμενα που προερχόταν από τη διασταύρωση *V.riparia* x *V.rupestris* παρουσίασαν περιεκτικότητα μίσχων των φύλλων των ποικιλιών σε κάλιο ενδιάμεση αυτών που προερχόταν από τα *V.berlandieri* και *V.champinii* (Wolpert, κ.ά., 2005).

Κατά τη σύγκριση των δύο υποκειμένων **Rupestris du Lot** (*V.rupestris*) και **110R** (*V.berlandieri x V.rupestris*) βρέθηκε ότι ενώ είχαν ίδια ικανότητα πρόσληψης κατιόντων καλίου, το **Rupestris du Lot** είχε κατά 40% υψηλότερη συγκέντρωση κατιόντων καλίου στο ρεύμα του ξύλου (Mpelasoka, κ.ά., 2003).

Υποκείμενα όπως τα **Freedom, Dog Ridge και Rupestris du Lot** που συνεισφέρουν στην αύξηση του pH του γλεύκους των ποικιλιών-εμβολίων παρουσιάζουν αυξημένη συγκέντρωση καλίου στους μίσχους των φύλλων τους ως αυτόρριζα, ενώ αντίθετα υποκείμενα όπως τα **140Ruggeri, 110R και 1103Paulsen** που συνεισφέρουν στη μείωση του pH του γλεύκους των ποικιλιών-εμβολίων, παρουσιάζουν μειωμένη συγκέντρωση καλίου στους μίσχους των φύλλων τους ως αυτόρριζα (Ruhl, 1989).

Τα υποκείμενα επηρεάζουν τη ζωηρότητα και την παραγωγική ικανότητα του εμβολίου. Η αύξηση της ζωηρότητας έχει σαν επακόλουθο την αύξηση της σκίασης στο εσωτερικό των πρέμων η οποία προάγει την πρόσληψη και συγκέντρωση του καλίου στα πρέμνα (Smart, 1985). Έτσι η επιλογή κατάλληλου υποκειμένου χαμηλής ζωηρότητας παίζει σημαντικό ρόλο στην απορρόφηση καλίου από τα πρέμνα μέσω της ρύθμισης της ζωηρότητάς τους και τη μείωση της σκίασης.

Τέλος ο συνδυασμός εμβολίου-υποκειμένου, επίσης, επηρεάζει το μέγεθος και το βάρος των ραγών (Ruhl, κ.ά., 1988), την αναλογία σάρκας-φλοιού και κατά συνέπεια την κατανομή του καλίου στις ράγες (Walker, κ.ά., 1998).

Πρόσφατες μελέτες αποδίδουν στα γονίδια των υποκειμένων τις διαφορές που εμφανίζονται στη συγκέντρωση του καλίου σε πρέμνα εμβολιασμένα σε διαφορετικά υποκείμενα (Walker και Clingeffer, 2009).

Μικροκλίμα αμπελώνα

Το μικροκλίμα του αμπελώνα και ειδικότερα το μικροκλίμα σε επίπεδο πρέμνου, όπως διαμορφώνεται εντός και γύρω από αυτό, παίζει σημαντικό ρόλο στην διαμόρφωση της ποιότητας των σταφυλών και του παραγόμενου οίνου, επηρεάζοντας έμμεσα την συγκέντρωση του K, στο φυτό της αμπέλου και στη ράγα της σταφυλής.

Είναι γνωστό ότι το μέγεθος και η κατανομή της φυλλικής επιφάνειας των πρέμων, όπως καθορίζεται από τις καλλιεργητικές επεμβάσεις (κλαδέματα καρποφορίας, διαχείριση βλάστησης, λίπανσης, άρδευσης), σε συνδυασμό με τις κλιματικές συνθήκες προσδιορίζει το μικροκλίμα εντός του αμπελώνα (Smart, κ.ά., 1985). Το μικροκλίμα αυτό επηρεάζει τη φυσιολογική λειτουργία των πρέμων, ως αποτέλεσμα των συνθηκών που διαμορφώνουν τη πρόσληψη του ηλιακού φωτός και

έμμεσα τη φωτοσύνθεση, τη σκίαση του φυλλώματος, εξαιτίας της υπερβολικής ζωηρότητας, την ένταση της διαπνοής (Smart, κ.ά., 1985b). Συνθήκες μικροκλίματος που ευνοούν την αύξηση της υγρασίας και τη σκίαση του φυλλώματος (όχι την σκίαση των ταξιανθιών) αυξάνουν την απορρόφηση και ευνοούν τη συγκέντρωση καλίου στις ράγες (Smart, κ.ά., 1985b; Rojas-Lara και Morrison, 1989).

Σημειώνεται ότι η αυξημένη συγκέντρωση καλίου στις ράγες σε συνθήκες σκίασης οφείλεται σ' έναν μηχανισμό ρύθμισης του ωσμωτικού δυναμικού τους, με σκοπό τη διατήρηση της σπαργής τους, όταν η εισροή σακχάρων είναι μειωμένη ώστε να αποφευχθεί ή να ελαχιστοποιηθεί η μείωση του μεγέθους τους (Mpelasoka, κ.ά., 2003).

Καλλιεργητικές παρεμβάσεις

Οι καλλιεργητικές επεμβάσεις μπορεί να επηρεάσουν αρκετούς παράγοντες που έχουν σχέση με το έδαφος, καθώς και με το μικροκλίμα σε επίπεδο αμπελώνα και πρέμνου. Τέτοιες επεμβάσεις είναι η άρδευση και η λίπανση που μπορούν να μεταβάλλουν την συγκέντρωση και τη διαθεσιμότητα του εδαφικού καλίου όπως και η επιλογή συστήματος υποστύλωσης, μόρφωσης και κλαδεμάτων (καρποφορίας και χλωρά κλαδέματα), τα οποία επηρεάζουν το μικροκλίμα του αμπελώνα και τη ζωηρότητα των πρέμνων.

α. Συστήματα μόρφωσης και υποστύλωσης των πρέμνων

Το σύστημα μόρφωσης και το σύστημα υποστύλωσης των πρέμνων καθορίζουν τη θέση και τον αριθμό των βλαστών, των φύλλων και των σταφυλών, καθώς και τη διάταξή τους στο χώρο, έτσι ώστε να επιτευχθεί το επιδιωκόμενο αποτέλεσμα ,επηρεάζοντας και το μικροκλίμα του αμπελώνα.(Smart, κ.ά., 1990)

Αυξημένη πυκνότητα βλαστών και μεγάλη ζωηρότητα πρέμνων έχουν σαν αποτέλεσμα την αύξηση της σκίασης στον αμπελώνα (Smart, 1985). Αυτό μπορεί να ρυθμιστεί με τον έλεγχο του αριθμού των βλαστών, τη ρύθμιση της ζωηρότητας των βλαστών και την επιλογή του κατάλληλου συστήματος υποστύλωσης και μόρφωσης των πρέμνων. Για παράδειγμα η μείωση της σκίασης, μπορεί να επιτευχθεί με τη διάταξη των βλαστών με τρόπο που να επιτρέπει τη διέλευση περισσότερης ηλιακής ακτινοβολίας στο εσωτερικό τους.

Οι συνθήκες που μπορούν να μειώσουν τη ζωηρότητα, συμπεριλαμβάνουν τη μέτρια υδατική καταπόνηση, την υψηλή παραγωγή (εφαρμογή κλαδεμάτων), τη χαμηλή διαθεσιμότητα θρεπτικών στοιχείων, ασθένειες και εχθρούς, το περιορισμό

του ριζικού συστήματος και τη χρησιμοποίηση χαμηλής ζωηρότητας υποκειμένων και /ή εμβολίων.

β. Κλάδεμα καρποφορίας-ύψος φορτίου

Θεωρείται ότι η παραγωγή (**crop load**) επηρεάζει την μεταφορά και τη κατανομή του καλίου στο πρέμνο, γιατί, όπως αναφέρθηκε η ράγα είναι ο ισχυρότερος πόλος έλξης του καλίου, ειδικά μετά το περκασμό.

Αν και τα δεδομένα ερευνητικών εργασιών δεν συμφωνούν πάντα της ράγας φαίνεται ότι το υπερβολικό φορτίο μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα τη μειωμένη παροχή μεταβολιτών στις σταφυλές. Το ίδιο μπορεί να συμβεί, επίσης, σε πολύ μικρή παραγωγή, γιατί τότε υπάρχει ισχυρός ανταγωνισμός για τροφές, εξαιτίας της ζωηρής βλάστησης. Η μείωση της παραγωγής, αρχικά, ευνοεί τη αύξηση του μεγέθους της ράγας. Σημαντικός, όμως, φαίνεται να είναι, ο χρόνος κατά τον οποίο γίνεται αυτή η μείωση, καθώς και ο αριθμός των σταφυλών που διατηρούνται στο πρέμνο.

Οι παράγοντες που επηρεάζουν το ύψος του φορτίου σε σχέση με τη βλάστηση αναφέρονται στο χειμωνιάτικο κλάδεμα καρποφορίας, τα χλωρά κλαδέματα και τη μέτρια υδατική καταπόνηση.

Με το χειμωνιάτικο κλάδεμα καρποφορίας καθορίζεται το ύψος του φορτίου ώστε να πλησιάζει το κανονικό φορτίο (Winkler,1967). Αποκλίσεις από το κανονικό φορτίο ανατρέπουν την ισορροπία βλαστών- καρπών με σημαντικές επιπτώσεις στην ποιότητα του φορτίου.

Υπερβολική βλάστηση και αυξημένη σκίαση είναι, γενικά, συνδεδεμένη με φτωχή παραγωγή (Bravdo και Naor, 1996). Παράγοντες όπως τα συστήματα μόρφωσης και η εφαρμογή κλαδεμάτων μπορούν να τροποποιήσουν την παραγωγή, διότι τροποποιούν το βαθμό σκίασης και επομένως την ενεργή φυλλική επιφάνεια, ανά μονάδα βάρους σταφυλής.

Από τα χλωρά κλαδέματα το βλαστολόγημα είναι ένας τρόπος μείωσης της πυκνότητας των βλαστών και συνεπώς και της σκίασης εντός του πρέμνου. Επίσης το ξεφύλλισμα κατά την περίοδο της ωρίμανσης επιφέρει την έκθεση των σταφυλιών στον ήλιο. Χρειάζεται, όμως, προσοχή ώστε να μην εφαρμόζεται πρώιμα, για να αποφευχθούν αρνητικές επιδράσεις του στη βλαστική ανάπτυξη, στην περιεκτικότητα των σταφυλιών σε σάκχαρα και στην αποθήκευση υδατανθράκων από το πρέμνο λόγω της μείωσης της φυλλικής επιφάνειας.

Το αραιώμα φορτίου, επίσης, μπορεί να επηρεάσει τη συσσώρευση καλίου στα σταφύλια λόγω της μεταβολής της σχέσης μεταξύ βλάστησης και καρποφορίας και

του ανταγωνισμού τους για τα προϊόντα της φωτοσύνθεσης. Επίσης μπορεί να επηρεάσει την ανάπτυξη και το μέγεθος των ραγών ανάλογα με το χρόνο εφαρμογής του και την ποσότητα της παραγωγής που απομένει στα πρέμνα.

Οι αλληλεπιδράσεις, τέλος, μεταξύ των παραπάνω επεμβάσεων και της άρδευσης, συμπεριλαμβανομένων των υδατικών και αυξητικών σχέσεων της σταφυλής με το ρυθμό της φωτοσύνθεσης θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη στις επιπτώσεις που έχει η παραγωγή στην συγκέντρωση του καλίου στη ράγα (Mpelasoka, κ.ά., 2003).

γ. Λίπανση

Όπως προαναφέρθηκε δεν είναι διαθέσιμο στα φυτά όλο το κάλιο που υπάρχει στο έδαφος, όπως επίσης, δεν μπορεί να θεωρηθεί ότι η αύξηση στο διαθέσιμο για τα φυτά κάλιο είναι ευθέως ανάλογη με αυτό που προστίθεται με τη λίπανση.

Υπάρχουν αντικρουόμενες απόψεις όσον αφορά στην επίδραση της καλιούχου λίπανσης στα επίπεδα του καλίου στις ράγες, τα γλεύκη και τους οίνους. Άλλες μελέτες αναφέρουν ότι παρατηρείται αύξηση της περιεκτικότητας των ραγών και των γλευκών σε κάλιο με την εφαρμογή καλιούχου λίπανσης (Morris, κ.ά., 1980), ενώ άλλες αναφέρουν ότι δεν παρατηρείται επίδραση της καλιούχου λίπανσης στα επίπεδα του καλίου στα γλεύκη (Freeman και Kliewer, 1983). Οι διαφορές αυτές κατά πρώτον αποδίδονται στις πολύπλοκες χημικές αντιδράσεις του καλίου στο έδαφος, με αποτέλεσμα το ποσό του καλίου που προστίθεται με την λίπανση να μην είναι εξ ολοκλήρου διαθέσιμο στα φυτά.

Στη συνέχεια τα διαφορετικά αυτά αποτελέσματα μπορεί να οφείλονται στο ότι η επίδραση της καλιούχου λίπανσης στο διαθέσιμο κάλιο ή στο κάλιο που συσσωρεύεται στις ράγες επηρεάζεται από πολλούς και διάφορους παράγοντες όπως είναι η ποσότητα και το είδος του λιπάσματος (Cline και Bradt, 1980; Ahalwat, κ.ά., 1988), ο χρόνος και η συχνότητα εφαρμογής του, οι χημικές και οι φυσικές ιδιότητες του εδάφους και η διαχείρισή του, η ποσότητα του προσφερόμενου ύδατος και η συχνότητα των αρδεύσεων, η φυσιολογική δραστηριότητα των ριζών των πρέμνων και η θρεπτική κατάσταση των πρέμνων πριν από τη λίπανση. Επίσης μπορεί να υπάρχει διαφοροποίηση ανάλογα με την ποικιλία, τη ζωηρότητα των πρέμνων αλλά και την απόδοσή τους

Τα προγράμματα λιπάνσεων βασίζονται, συνήθως, στο θρεπτικό επίπεδο του πρέμνου, το οποίο βασίζεται με τη σειρά του στο θρεπτικό επίπεδο της βλάστησης του πρέμνου. Σε κάθε περίπτωση πρέπει να προστίθεται η άριστη συγκέντρωση

καλίου, η οποία πρέπει να είναι προσεκτικά υπολογισμένη σε σχέση με την ανάπτυξη, την απόδοση, την ποιότητα του γλεύκους και του οίνου.

δ. Άρδευση

Ερευνητικά δεδομένα ενισχύουν την άποψη ότι η αύξηση της συγκέντρωσης του καλίου στη ράγα, επηρεάζεται από την αύξηση του διαθέσιμου ύδατος. Οι συγκεντρώσεις του καλίου στη ράγα, στο γλεύκος και στον οίνο είναι υψηλότερες σε αρδευόμενα πρέμνα απ' ό,τι στα μη αρδευόμενα (Freeman και Kliewer, 1983; Herper και Bravdo, 1985).

Η διαθεσιμότητα και η πρόσληψη του εδαφικού καλίου μειώνεται σε συνθήκες περιορισμένης εδαφικής υγρασίας. Αντίθετα, η άρδευση αυξάνει τη διαθεσιμότητα του εδαφικού καλίου και διευκολύνει την πρόσληψή του από τα πρέμνα, καθώς διευκολύνει την διάλυση του καλίου από την άργιλο και την κίνησή του στο εδαφικό διάλυμα, με αποτέλεσμα τη μεγαλύτερη απορρόφησή του από τις ρίζες (Mpelasoka, κ.ά., 2003).

Διαφορετικές πρακτικές άρδευσης μπορεί να επιφέρουν πολύ σημαντικές διαφοροποιήσεις στη φυσιολογία των πρέμνων επηρεάζοντας την απόδοσή τους. Πολλές μελέτες έχουν γίνει σχετικά με την επίδραση της άρδευσης στην απόδοση των πρέμνων αλλά και σε συγκεκριμένα χαρακτηριστικά του γλεύκους όπως το pH, την οξύτητα και την περιεκτικότητα σε σάκχαρα, τα οποία, κατά συνέπεια, επηρεάζουν την ποιότητα των παραγόμενων οίνων.

Όταν ο τρυγητός από αρδευόμενα πρέμνα και από μη αρδευόμενα πρέμνα γίνει την ίδια ημερομηνία παρατηρείται ότι τα πρώτα έχουν μεγαλύτερη οξύτητα και μικρότερη περιεκτικότητα σε ολικά διαλυτά στερεά (Esteban, κ.ά., 1999).

Οι επιδράσεις της άρδευσης σε μεγάλο βαθμό εξαρτώνται από τη συχνότητα και τον όγκο του νερού που παρέχεται στα πρέμνα. Η υπερβολική άρδευση προκαλεί καθυστέρηση της ωρίμανσης των ραγών, αύξηση των αποδόσεων των πρέμνων, κυρίως λόγω αύξησης του μεγέθους της ράγας, αύξηση του pH του γλεύκους και της ογκομετρούμενης οξύτητάς του και μείωση των ανθοκυανών. Όλες αυτές οι επιδράσεις της υπερβολικής άρδευσης έρχονται σαν αποτέλεσμα της έντονης αύξησης των βλαστών και της σκίασης στο εσωτερικό των πρέμνων που αυτή προκαλεί (Jackson και Lombard, 1993).

Τα γλεύκη από αρδευόμενα με σημαντικές ποσότητες νερού πρέμνα περιέχουν ψηλότερα επίπεδα οξέων και καλίου σε σύγκριση με γλεύκη προερχόμενα από μη αρδευόμενα πρέμνα. Επίσης παρουσιάζουν υψηλότερες τιμές pH. Οι οίνοι οι

προερχόμενοι από τα γλεύκη αυτά έχουν υψηλά επίπεδα pH και καλίου, χαμηλή ένταση χρώματος και χαμηλή ποιότητα (Herper και Bravdo, 1985)

ΤΟ ΚΑΛΙΟ ΣΤΟ ΓΛΕΥΚΟΣ ΚΑΙ ΤΟΝ ΟΙΝΟ

Το κάλιο είναι το επικρατέστερο κατιόν στη ράγα και στο γλεύκος (Hrazdina, κ.ά. 1984). Όταν το κάλιο βρίσκεται σε υψηλά επίπεδα, στο γλεύκος μειώνονται τα ελεύθερα οξέα του και αυξάνεται το pH του. Έτσι ένας αποφασιστικός παράγοντας για το pH του γλεύκους και του οίνου είναι η συγκέντρωση του καλίου στις ράγες κατά τον τρυγητό. Υψηλά επίπεδα καλίου στις ράγες μπορεί να οδηγήσουν σε μείωση του λόγου τρυγικό οξύ/μηλικό οξύ, που επιδρά στον μεταβολισμό του μηλικού οξέος. Υψηλά επίπεδα καλίου, επίσης, είναι δυνατό να εμποδίζουν τη μεταφορά του μηλικού οξέος από τις δεξαμενές αποθήκευσης του χυμοτοπίου εντός του κυτοπλάσματος, όπου γίνεται ο μεταβολισμός του μέσω της αναπνοής (Herper και Bravdo, 1985).

Η σημαντικότητα του pH στα φυσικοχημικά, βιολογικά και γευστικά χαρακτηριστικά του οίνου είναι πολυσύνθετη. Το άριστο επίπεδο του pH για τους ερυθρούς οίνους κυμαίνεται από 3,3-3,7 ενώ ψηλότερες τιμές γενικά έχουν συνδεθεί με υψηλά επίπεδα καλίου.

Γλεύκη με υψηλό pH, συχνά, έχουν σαν αποτέλεσμα οίνους που, επίσης, έχουν υψηλό pH και συνεπώς είναι επίπεδοι γευστικά, με χαμηλή οξύτητα και ευπαθείς σε οξειδωτικές και μικροβιακές αλλοιώσεις. Η ποιότητα του χρώματος για τους ερυθρούς οίνους με ψηλό pH είναι χαμηλή κι αυτό γιατί όσο αυξάνει το pH τόσο μειώνεται ο βαθμός ιονισμού των ανθοκυανών, που είναι το ποσοστό των ολικών ανθοκυανών που εμφανίζονται στις έγχρωμες μορφές. 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.

Για την παραγωγή των ερυθρών οίνων οι φλοιοί παραμένουν κατά τη διάρκεια της ζύμωσης μέσα στο γλεύκος για κάποιο χρονικό διάστημα, ώστε να εκχυλιστούν οι χρωστικές (ανθοκυάνες), αλλά και άλλα συστατικά όπως ταννίνες και αρωματικές ενώσεις. Ταυτόχρονα, εκχυλίζεται περισσότερο κάλιο από τους φλοιούς, όπου το κάλιο βρίσκεται σε ψηλότερες συγκεντρώσεις σε σύγκριση με το μεσοκάρπιο (Possner και Kliewer, 1985; Coombe 1992) και φυσικά αυτό επηρεάζει τη βιοσύνθεση των ανθοκυανών έμμεσα με την αύξηση του pH, η οποία μπορεί να οφείλεται στην παρουσία περίσσειας καλίου (Walker κ.ά., 1986).

Κατά την οινοποίηση, υψηλά επίπεδα καλίου αυξάνουν την καθίζηση αλάτων του τρυγικού οξέως και συνεπώς το ελεύθερο τρυγικό οξύ μειώνεται. Αυτό έχει σαν επακόλουθο την μείωση του λόγου τρυγικό οξύ / μηλικό οξύ. Το τρυγικό οξύ είναι πολύ πιο ισχυρό οξύ από το μηλικό, παρ' όλα αυτά για ίδιες τιμές ογκομετρούμενης οξύτητας όταν ο λόγος τρυγικό / μηλικό είναι μικρότερος, το pH έχει μεγαλύτερες τιμές. (Gawel κ.ά., 2000). Ο μειωμένος αυτός λόγος δεν είναι επιθυμητός για οίνους υψηλής ποιότητας. Το τρυγικό οξύ προσδίδει στον οίνο μια πιο δροσερή, όξινη γεύση και προτιμάται από το μηλικό οξύ. Υψηλές τιμές μηλικού οξέως, επίσης, ευνοούν την εκδήλωση μηλογαλακτικής ζύμωσης η οποία δεν είναι πάντα επιθυμητή και επηρεάζει ποικιλοτρόπως τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του οίνου (Rühl, 2000).

Σε περιπτώσεις διόρθωσης της οξύτητας των οίνων με προσθήκη τρυγικού οξέος, όσο αυξάνει η περιεκτικότητα σε κάλιο ή το pH του οίνου, ένα μέρος του τρυγικού οξέος καθιζάνει με τη μορφή αλάτων του με το κάλιο. Η ρύθμιση του καλίου σε χαμηλά επίπεδα στις ράγες είναι επιθυμητή επίσης για να μειθούν οι εισροές κατά την οινοποίηση, αλλά και η αύξηση του κόστους παραγωγής που προκαλείται από τις εισροές αυτές (Mpelasoka κ.ά., 2003).

Το pH του γλεύκους και του οίνου είναι το αποτέλεσμα της ισορροπίας μεταξύ των οργανικών οξέων (σε μορφή ανιόντων), κυρίως του μηλικού και του τρυγικού οξέως και των κυριότερων κατιόντων, δηλαδή του καλίου (Boulton, 1980). Οποιαδήποτε, λοιπόν, αλλαγή στη συγκέντρωση των τριών αυτών παραγόντων στο γλεύκος επηρεάζει, φυσικά, το τελικό pH του οίνου.

Για να επιτευχθεί, λοιπόν, η άριστη ποιότητα στο γλεύκος και στον οίνο, η περίσσεια καλίου ($K > 50\text{mM}$) στις ράγες πρέπει να αποφεύγεται. Η συγκέντρωση του καλίου στις ράγες, αλλά και σε όλο το πρέμνο μπορεί να ελεγχθεί, για παράδειγμα, με την χρησιμοποίηση υποκειμένων, που συσσωρεύουν χαμηλή συγκέντρωση καλίου (Kodur κ.ά., 2010 a,b) και με την εφαρμογή σωστών προγραμμάτων λίπανσης καλίου, καθώς υπερβολικές ή μη ισορροπημένες λιπάνσεις έχουν αρνητικά αποτελέσματα στην ποσότητα και ποιότητα των παραγομένων προϊόντων. Πολλοί ερευνητές έχουν αποδείξει ότι ισορροπημένες λιπάνσεις καλίου, μειώνουν τα αρνητικά αποτελέσματα της περισσειας αζώτου στην παραγωγή του αμπελώνα και στα σάκχαρα του γλεύκους.(Bálo, κ.ά., 1988; Fregoni, κ.ά., 1980).

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Η ΠΟΙΚΙΛΙΑ

Η ποικιλία που εξετάζεται στην παρούσα μελέτη ως προς την επίδραση της καλιούχου λίπανσης στην ευρωστία της και ως προς ορισμένους φυσιολογικούς και γλευκογραφικούς χαρακτήρες της είναι το Αγιωργίτικο (*Vitis vinifera L.*) (Εικ.6).



Εικ. 6

Πρόκειται για ποικιλία η οποία καλλιεργείται σχεδόν αποκλειστικά στη ζώνη της Νεμέας, όπου είναι γνωστή και ως «Μαύρο Νεμέας» ή «Μαυρούδι», αν και η καλλιέργειά της έχει επεκταθεί τα τελευταία χρόνια και σε άλλες περιοχές της Πελοποννήσου, ως συνιστώμενη και ανευρίσκεται και σε αρκετούς νομούς ως επιτρεπόμενη. Το όνομά της οφείλεται στην παλαιότερη ονομασία της Νεμέας, Άγιος Γεώργιος. Θεωρείται από τις ευγενέστερες ερυθρές ελληνικές ποικιλίες.

Αμπελογραφικοί χαρακτήρες και φαινολογικά στάδια

Το **ανεπτυγμένο φύλλο** είναι μέτριο έως μεγάλο, σφηνοειδές και πεντάκολπο. Το **έλασμα** του είναι κυματώδες, ελαφρώς πομφολυγώδες, παχύ, με αναδιπλώσεις κατά μήκος των κύριων νευρώσεων, βαθυπράσινο και λείο στην άνω επιφάνεια, ενώ στην κάτω επιφάνεια είναι φαιοπράσινο και χνοώδες. Ο **μισχικός κόλπος** του είναι κλειστός, σχήματος V, με επικαλυπτόμενους λοβούς. Οι **νευρώσεις** είναι κιτρινοπράσινες και χνοώδεις στην κάτω επιφάνεια του ελάσματος. Οι **οδόντες** του είναι μέτριοι έως μεγάλοι, με τις πλευρές σχεδόν ευθείες. Ο μίσχος του είναι μετρίου μήκους και πάχους, πράσινος με ερυθροϊώδεις ραβδώσεις, χνοώδης, με αραιά όρθια τριχίδια.

Οι **έλικες** είναι διαλείπουσες, λείες, πράσινες, δισχιδείς και πολυσχιδείς, μετρίου έως μεγάλου μήκους.

Η **σταφυλή** είναι μέτρια, κωνική ή κυλινδροκωνική, συχνά διπλή, πυκνή έως πολύ πυκνή. Ο **ποδίσκος** είναι βραχύς που κατά κανόνα ξυλοποιείται πλήρως και αποκόβεται δυσχερώς.

Η **ράγα** είναι μικρή έως μέτρια, σφαιρική και ενίοτε ωοειδής. Ο **φλοιός** της είναι μετρίως παχύς έως παχύς, μετρίως ανθεκτικός, κυανομέλανας, πλούσιος σε ανθοκυάνες και καλυμμένος με άφθονη ανθηρότητα, ενώ η **σάρκα** της είναι χυμώδης, γλυκιά έως ελαφρώς υπόξινη και μετρίως μαλακή. Ο **ποδίσκος** της είναι ομοίως βραχύς, αλλά χαλαρής πρόσφυσης και ευχερούς απόσπασης.

Τα **γίγαρτα** είναι δύο ή τρία, συνήθως δύο, ανά ράγα, μέτρια, απιοειδή με παχύ ράμφος.

Η **έναρξη βλάστησης** συντελείται στα τέλη του 3^{ου} δεκαήμερου του Μαρτίου και η **πλήρης βλάστηση** αρχές του 3^{ου} δεκαήμερου του Απριλίου. Η **έναρξη άνθησης** μέχρι την πλήρη άνθηση λαμβάνει χώρα το 2^ο δεκαήμερο του Μαΐου. Η **έναρξη ωρίμανσης** στα τέλη του 3^{ου} δεκαήμερου του Ιουλίου και η **πλήρης ωρίμανση** το 3^ο δεκαήμερο του Σεπτεμβρίου, ενίοτε και νωρίτερα (Σταυρακάκης, 2010).

Ιδιότητες και καλλιεργητική συμπεριφορά

Το Αγιωργίτικο είναι ποικιλία μετρίως ζωνρή έως ζωνρή, εύρωστη, όψιμης ωρίμανσης και πολύ παραγωγική. Ο τυφλός οφθαλμός είναι γόνιμος, ενώ ο καρποφόρος βλαστός φέρει συνήθως δύο σταφυλές, συχνά όμως εμφανίζονται τρεις ή τέσσερις.

Στους παλαιούς αμπελώνες μορφώνεται σε κύπελλο, με 3-5 βραχίονες και δέχεται βραχύ κλάδεμα. Στους νέους αμπελώνες, τα πρέμνα μορφώνονται σε γραμμικά σχήματα (συνήθως σε αμφίπλευρο Royat με 6-8 βραχίονες) και επιδέχονται ομοίως βραχύ κλάδεμα, αλλά οι στρεμματικές αποδόσεις είναι αρκετά μεγαλύτερες, χωρίς όμως να παρατηρούνται, εκτός από ακραίες περιπτώσεις, αρνητικές συνέπειες στην ποιότητα των οινικών προϊόντων (Σταυρακάκης, 2010).

Η ποικιλία παρουσιάζει μεγάλη ευαισθησία στο ωίδιο και τις ιώσεις και μέτρια ευαισθησία στον περονόσπορο, στους ανοιξιάτικους παγετούς, στις πολύ χαμηλές θερμοκρασίες και στη ξηρασία. Προσοχή απαιτείται σε αμπελώνες με βαριά, αργιλώδη, συνεκτικά εδάφη, ώστε με τους κατάλληλους χειρισμούς να αμβλύνονται οι αρνητικές επιπτώσεις από την υπερβολική υγρασία.

Η συμπεριφορά της ποικιλίας Αγιωργίτικο στους επιτραπέζιους και τους επιτόπιους εμβολιασμούς είναι ικανοποιητική και δεν παρουσιάζει προβλήματα μη

αρμονικής συμβίωσης με τα αντιφυλλοξηρικά υποκείμενα 110R και 41B που έχουν χρησιμοποιηθεί κατά την πρώτη αναμπέλωση, αλλά και με τα 1103P, 140Ru. (Σταυρακάκης, 2010).

Το γλεύκος και ο οίνος της ποικιλίας Αγιωργίτικο

Η ποικιλία Αγιωργίτικο θεωρείται πολυδυναμική, δηλαδή παρουσιάζει περισσότερους του ενός βαθμούς τεχνολογικής ωριμότητας, και ως εκ τούτου η σταφυλική της παραγωγή προσφέρεται για την παρασκευή πολλών τύπων οίνων (ερυθρός ξηρός, ροζέ, ερυθροί οίνοι λικέρ). Ανάλογα με το υψόμετρο, με τη σύσταση του εδάφους και με τις εκάστοτε καλλιεργητικές μεθόδους προσφέρει εξαιρετικούς οίνους ροζέ, ερυθρούς φρέσκους, ερυθρούς βαθιάς παλαίωσης, γλυκούς και ημίγλυκους.

Το γλεύκος της ποικιλίας χαρακτηρίζεται από υψηλή περιεκτικότητα σε σάκχαρα (220-240g/L), χαμηλή οξύτητα(4,4-6,4g/L σε τρυγικό οξύ) και έχει pH 3,4-3,8. Η συγκέντρωση των ανθοκυανών κυμαίνεται μεταξύ 900-1.000 mg/kg ραγών, των ολικών φαινολών μεταξύ 2.400-2.500 mg/kg ραγών, ενώ παρουσιάζει σχετικά μικρό βαθμό ιονισμού, ο οποίος εκφράζει το ποσοστό των μορίων των ανθοκυανών που απαντούν υπό έγχρωμη μορφή (Χαρβαλιά και Μπενά-Τζούρου, 1981). Οι τιμές αυτές επηρεάζονται έντονα από τον κλώνο, την εφαρμοζόμενη καλλιεργητική τεχνική και τις εδαφοκλιματικές συνθήκες.(Σταυρακάκης, 2010).

Είναι μια από τις πιο πλούσιες σε χρώμα ελληνικές ερυθρές ποικιλίες και επιδέχεται παλαίωση, που οδηγεί στην ανάπτυξη ενός πλούσιου μπουκέτου όπου κυριαρχούν αρώματα μπαχαρικών, όπως μοσχοκάρυδο, ή ακόμα και βαλσαμικά αρώματα, όπως δενδρολίβανο.

Ως προς την αξιοποίηση της σταφυλικής παραγωγής διαπιστώθηκε ότι μόνο το 18% περίπου διατίθεται για την παραγωγή οίνων ΠΟΠ. Ένα ποσοστό περίπου 20% απορροφά η χωρική οινοποίηση, ενώ από το υπόλοιπο παρασκευάζονται επιτραπέζιοι οίνοι και συμπυκνωμένα γλεύκη (ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε., 1997).

Η ΑΜΠΕΛΟΥΡΓΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ

Η αμπελουργική ζώνη παραγωγής ερυθρών οίνων ΠΟΠ (προστασίας ονομασίας προέλευσης)^(*) «Νεμέα» είναι η μεγαλύτερη στην Ελλάδα και χαρακτηρίζεται από μεγάλη ετερογένεια εδαφικών και κλιματικών συνθηκών (υψόμετρο 250-850μ.),

λόγω της μεγάλης έκτασής της. Σχετικές έρευνες (ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε., 1997) απέδειξαν ότι είναι δυνατόν να οριοθετηθούν τρεις ζώνες παραγωγής με βάση το υψόμετρο, στην παρούσα περιοχή της ονομασίας Νεμέας:

Στην πρώτη ζώνη κατατάσσονται οι αμπελώνες που βρίσκονται σε ορεινές περιοχές υψομέτρου 550-850m. Λόγω του μεγάλου υψομέτρου, παρατηρείται καθυστέρηση στην ωρίμανση των σταφυλών σε σχέση με τους αμπελώνες των άλλων ζωνών, σε ορισμένους μάλιστα, η σταφυλική παραγωγή δεν κατορθώνει να φθάσει στον βαθμό τεχνολογικής ωριμότητας για ερυθρούς οίνους ΠΟΠ NEMEA. Οι αμπελώνες αυτής της ζώνης αντιπροσωπεύουν περίπου το 15% της συνολικής έκτασης της ζώνης Νεμέας.

Στη δεύτερη ζώνη περιλαμβάνονται οι αμπελώνες που βρίσκονται σε υψόμετρο από 320-550m. Οι αμπελώνες της ζώνης αυτής έχουν συνήθως αρκετή κλίση και είναι καλώς στραγγιζόμενοι, ενώ οι στρεμματικές αποδόσεις τους κυμαίνονται σε χαμηλά επίπεδα. Αντιπροσωπεύουν το 30% περίπου της συνολικής έκτασης της ζώνης.

Η τρίτη ζώνη περιλαμβάνει τους πεδινούς αμπελώνες που βρίσκονται σε υψόμετρο από 200-320m και παρουσιάζουν σημαντική ανομοιομορφία στα χαρακτηριστικά τους. Έτσι, οι αμπελώνες της ομάδας αυτής ποτίζονται ή έχουν υψηλές στρεμματικές αποδόσεις, ενώ ορισμένες περιοχές χαρακτηρίζονται από ακατάλληλα ή κακώς στραγγιζόμενα εδάφη. Αποτελούν τον κύριο όγκο της ζώνης της Νεμέας, αντιπροσωπεύοντας το 55% της συνολικής έκτασής της.

Έτσι, από τα πρέμνα που καλλιεργούνται στα μεγαλύτερα υψόμετρα, αυτές της πρώτης ζώνης, παράγονται οίνοι χαμηλότερου αλκοολικού βαθμού (γύρω στους 11,5 βαθμούς), αλλά υψηλότερης περιεκτικότητας σε μηλικό οξύ και δροσερότερης γεύσης. Δίνουν οίνους ερυθρούς φρέσκους ή ερυθρωπούς (ροζέ), με πλούσια αρώματα φρέσκων φρούτων και λουλουδιών, χαρακτηριστικά για το Αγιωργίτικο, με τονισμένη οξύτητα όπου κυριαρχούν οι ιώδεις αποχρώσεις.

Οι οίνοι που παράγονται από τη δεύτερη ζώνη, είναι γενικά βαθύχρωμοι με αρμονικούς γευστικούς χαρακτήρες.

(*) όπως μετονομάστηκε ο ΟΠΑΠ (Ονομασία Προελεύσεως Ανωτέρας Ποιότητας) σύμφωνα με την 247770/3.3.2010 (ΦΕΚ 381/Β/6.4.2010 ΚΥΑ).

Αποκτούν υψηλούς αλκοολικούς τίτλους (12,5%-14%) και ικανοποιητική οξύτητα, έτσι ώστε να εμφανίζονται αρμονικά ισορροπημένοι, ενώ είναι ιδιαίτερα πλούσιοι σε ολικές φαινόλες, κατεχίνες και ανθοκυάνες, παρουσιάζοντας τις υψηλότερες τιμές έντασης από τις άλλες ζώνες.

Είναι οίνοι εξαιρετικοί για παλαιώση, πλούσιοι και μαλακοί, με βελούδινη γεύση και ανεπτυγμένο μπουκέτο. Γενικά, διαθέτουν όλα τα χαρακτηριστικά που διακρίνουν τους μεγάλους οίνους NEMEA.

Η τρίτη ζώνη διακρίνεται από την ανομοιομορφία της και στην ποιότητα των παραγόμενων οίνων. Από τους αμπελώνες αυτής της ζώνης παράγονται οίνοι με υψηλό ποιοτικό δυναμικό, με βαθύ ερυθρό χρώμα και ισορροπημένη μαλακή γεύση, αλλά και οίνοι που εμφανίζονται ουδέτεροι στην οσμή, με γεύση γυμνή, χωρίς σώμα, όξινη και στυφή. Στα χαμηλότερα αυτά υψόμετρα, τα σταφύλια ωριμάζουν πολύ πιο γρήγορα και φθάνουν στο αλκοολικό δυναμικό 14-15%. Χάρη σε αυτό το δυναμικό για υψηλή περιεκτικότητα σε σάκχαρα, η αρχική ονομασία της NEMEAΣ, που περιοριζόταν σε ξηρούς οίνους, επεκτάθηκε για να περιλάβει και τους γλυκούς (ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε., 1997).

Ο ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΣ ΑΜΠΕΛΩΝΑΣ

Θέση-Τοπογραφία

Το ανάγλυφο της αμπελουργικής περιοχής της Νεμέας είναι στο σύνολό του ένας ορεινός όγκος, ο οποίος διακόπτεται με επτά μικρές κοιλάδες. Μία από αυτές τις κοιλάδες σχηματίζεται στην περιοχή του Ασπρόκαμπου-Ψαρίου και γύρω της έχει ομαλές πλαγιές στις οποίες εκτείνονται αμπελώνες, που καταλήγουν στην κορυφή του όρους Ασπρόκαμπος (1.175μ.).

Το κλίμα γενικότερα όλης της περιοχής μπορεί να χαρακτηριστεί ως μεσογειακό, ήπιο, υπόξηρο έως ύφυγρο, με χειμώνες συνήθως ήπιους, αρκετά βροχερούς και με μια καλοκαιρινή περίοδο παρατεταμένη, ζεστή και σχετικά ξηρή. Οι διαφορές από έτος σε έτος είναι πολύ μεγάλες για τις μέσες ετήσιες βροχοπτώσεις, οι οποίες για παράδειγμα το 2007 μόλις έφτασαν τα 408,3mm βροχής και το 2010 είχαν ξεπεράσει τα 1000mm βροχής, χωρίς να έχει τελειώσει το αμπελουργικό έτος 2010-2011, που είναι και το κυριότερο έτος του πειράματος (προβλήματα κατά την περίοδο του τρύγου).

Ο πειραματικός αμπελώνας (Εικ. 7) βρίσκεται στην κοινότητα Ασπρόκαμπος (640-760μ.), στην αμπελουργική ζώνη ΠΟΠ Νεμέα που έχει γεωγραφικό πλάτος 37° μοίρες, γεωγραφικό μήκος 023° ενώ το υψόμετρο κυμαίνεται από 640-760μ. Με κριτήριο το υψόμετρο κατατάσσεται στην πρώτη ζώνη της αμπελουργικής περιοχής της Νεμέας (ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε., 1997).



Εικ. 7: Πειραματικός Αμπελώνας (Ασπρόκαμπος- Νεμέα)

Στοιχεία πειραματικού αμπελώνα

Σύστημα μόρφωσης

Τα πρέμνα της ποικιλίας Αγιωργίτικο, ηλικίας δέκα ετών και άνω είναι εμβολιασμένα στο υποκείμενο Richter(R)110 (*Vitis berlandieri* x *Vitis rupestris*).

Τα πρέμνα είναι διαμορφωμένα σε γραμμικό σύστημα υποστύλωσης, τύπου αμφίπλευρου Royat, με ένα σύρμα για την στήριξη των οριζόντιων κορμών και τρία διπλά σύρματα για την στήριξη του φυλλώματος. Η στήριξη του φυλλώματος γίνεται με το πέρασμα του ζεύγους των συρμάτων μέσα στις εγκοπές του ταυ πριν την άνθιση. Τα ταυ είναι κατασκευασμένα από σίδηρο και είναι κολλημένα στον κάθετο πάσσαλο υποστύλωσης.

Ο αριθμός των βραχιόνων κυμαίνεται από 6-8 σε κάθε πρέμνο και εφαρμόζεται βραχύ κλάδεμα καρποφορίας, μία παραγωγική μονάδα ανά βραχίονα με δύο οφθαλμούς.

Οι αποστάσεις φύτευσης είναι 1,1 x 2,3. Ο αμπελώνας παρουσιάζει κλίση και έχει την ίδια κατεύθυνση σειρών (ΒΔ-ΝΑ).

Εδαφος

Το έδαφος του πειραματικού αμπελώνα κατατάσσεται στην τέταρτη τάξη εδαφών στα Alfisols, καθώς βρίσκεται στην ορεινή ζώνη της Νεμέας που υπερισχύουν τα συνεκτικά κροκαλοπαγή, με παρεμβολές λιγότερο συνεκτικών ή χαλαρών ιζημάτων.

Γενικά, τα εδάφη αυτής της τάξης έχουν αναπτυχθεί αυτούσια πάνω στο μητρικό υλικό και είναι φτωχά σε ανθρακικές βάσεις. Είναι εδάφη εξελιγμένα, μη διαβρωμένα στην πλειονότητά τους, με αναπτυγμένους εδαφικούς ορίζοντες. Χαρακτηρίζονται από ποικίλη μηχανική σύσταση, καθώς και μετακίνηση της αργίλου στον υποεπιφανειακό ορίζοντα. Το pH κυμαίνεται από 5,8 έως 7,4, ενώ το ανθρακικό ασβέστιο έχει εκπλυθεί από τα επιφανειακά στρώματα.

Ειδικότερα, το έδαφος του συγκεκριμένου πειραματικού αμπελώνα είναι αργιλοπηλώδες, βαρύ (SP από 43% έως 47%), μέτρια αλκαλικό (pH 7,36), με μικρή περιεκτικότητα σε ενεργό CaCO₃, έχει κανονική ηλεκτρική αγωγιμότητα (E.C. στους 25° C μικρότερη από 1mS/cm στο εκχύλισμα κορεσμού) και η περιεκτικότητά του σε οργανική ουσία κυμαίνεται στο 1%. Η περιεκτικότητά του σε κάλιο ήταν χαμηλή έως μέτρια, πριν τις επεμβάσεις λίπανσης.

Στον Πίνακα 5. φαίνονται τα αποτελέσματα της εδαφολογικής ανάλυσης που πραγματοποιήθηκε πριν από τον πειραματικό λίπανσης, σύμφωνα με το πρωτόκολλο του ΠΕΓΕΑΛ όπως αναλυτικά παρουσιάζεται στη συνέχεια.

Πίνακας 5: Εδαφολογική ανάλυση εδάφους αμπελώνα πριν τις επεμβάσεις λίπανσης

Ηλ. Αγωγιμότητα κορεσμού	pH	υδατοκορεσμός (SP)	εκχυλίσμο Ca	εκχυλίσμο Mg	ανταλλάξιμο K	ανταλλάξιμο Na	Mg/K	Ca/Mg	Ca/K	οργανική ουσία	ολικό CaCO ₃	ενεργό CaCO ₃	αφομοιώσιμος P	υδατοδιαλυτό K	Βαθμός αλκαλιότητας (ESP)
mS/cm		%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg				%	%	%	mg/kg	mmol/l	%
1,24	7,36	47	6814	100	98	60	3,3	41,5	136	0,74	19	3,1	3	0,18	0,5

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

Εφαρμογή λίπανσης

Στο πείραμα λίπανσης που διενεργήθηκε στον αμπελώνα κατά τα έτη 2009, 2010, 2011 ακολουθήθηκε το εντελώς τυχαιοποιημένο σχέδιο, με τέσσερις (4) επαναλήψεις των δέκα (10) πρέμων, ανά επέμβαση. Ο αριθμός των επεμβάσεων είναι επτά (7) μαζί με το μάρτυρα και οι επεμβάσεις διαχωρίζονται με σειρά μάρτυρα (για κάθε επέμβαση). Πιο αναλυτικά για κάθε στοιχείο όπως φαίνεται και στους πίνακες 6,7 έγιναν οι εξής λιπάνσεις:

Άζωτο

Οι επεμβάσεις λίπανσης έγιναν όσον αφορά το άζωτο (N) κατά το μήνα Μάρτιο(2009, 2010 και 2011) και η ποσότητα του αζωτούχου λιπάσματος (νιτροθειική αμμωνία με περιεκτικότητα 26% σε N) ήταν σταθερή για όλες τις επεμβάσεις και το μάρτυρα (80 kg/ha).

Φωσφόρος

Η λίπανση με φώσφορο έγινε κατά τους μήνες Δεκέμβριο-Ιανουάριο και η ποσότητα φωσφόρου (χρησιμοποιήθηκε το τριπλό υπερφωσφορικό, TSP, με 46% σε P₂O₅) ήταν επίσης σταθερή για όλες τις επεμβάσεις (40kg/ha).

Κάλιο

Η εφαρμογή της καλιούχου λίπανσης έγινε κατά το μήνα Ιανουάριο των ετών 2009, 2010 και 2011.Χρησιμοποιήθηκε το χλωριούχο κάλι (KCL, με περιεκτικότητα 60% σε K₂O), το θειικό κάλι (50% K₂O, 18% S) και ένα λίπασμα με υψηλή περιεκτικότητα σε K, Mg και S: (30% K₂O, 10% MgO, 17% S).(Πίνακες:6, 7)

Πίνακας 6: Επεμβάσεις καλιούχου λίπανσης (kg/ ha)

ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ	ΛΙΠΑΣΜΑ	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
		[(kg/ha)]			
A	N:P (ΜΑΡΤΥΡΑΣ)	80	40	0	0
B	N:P:K – ΧΛΩΡΙΟΥΧΟ ΚΑΛΙΟ	80	40	80	0
Γ	N:P:K – ΧΛΩΡΙΟΥΧΟ ΚΑΛΙΟ	80	40	160	0
Δ	N:P:K – ΘΕΙΪΚΟ ΚΑΛΙΟ	80	40	80	0
E	N:P:K – ΘΕΙΪΚΟ ΚΑΛΙΟ	80	40	160	0
Z	N:P:K: Mg	80	40	80	27
H	N:P:K: Mg	80	40	160	54

Πίνακας 7: Επεμβάσεις καλιούχου λίπανσης (g/ πρέμνο)

ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ	ΛΙΠΑΣΜΑ	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
		[g λιπάσματος ανά πρέμνο]			
A	N:P (ΜΑΡΤΥΡΑΣ)	88	25	0	0
B	N:P:K – ΧΛΩΡΙΟΥΧΟ ΚΑΛΙΟ	88	25	46	0
Γ	N:P:K – ΧΛΩΡΙΟΥΧΟ ΚΑΛΙΟ	88	25	92	0
Δ	N:P:K – ΘΕΠΚΟ ΚΑΛΙΟ	88	25	38	0
E	N:P:K – ΘΕΠΚΟ ΚΑΛΙΟ	88	25	76	0
Z	N:P:K: Mg	88	25	76	
H	N:P:K: Mg	88	25	152	

Οι επεμβάσεις λίπανσης που έγιναν το 2009 και το 2010 (Εικ. 8) στηρίχτηκαν στην αρχική εδαφολογική ανάλυση, που προηγήθηκε αυτών και τα στοιχεία και αποτελέσματα των αναλύσεων και μετρήσεων που παρατίθενται στην παρούσα μελέτη αρχίζουν από το Σεπτέμβριο του 2009 έως και το Μάρτιο- Απρίλιο του 2011.



Εικ. 8: Εφαρμογή λιπάνσεων στο πειραματικό αμπελώνα

Αναλύσεις – Μετρήσεις

Όλες οι αναλύσεις, αλλά και η προετοιμασία των δειγμάτων έγιναν στο Περιφερειακό Εργαστήριο Γεωργικών Εφαρμογών και Αναλύσεως Λιπασμάτων (Π.Ε.Γ.Ε.Α.Λ.) Ξυλοκάστρου, εργαστήριο της Διεύθυνσης Έρευνας του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, διαπιστευμένο από το Εθνικό Σύστημα Διαπίστευσης (Ε.ΣΥ.Δ.). Ο πειραματικός αμπελώνας παρουσιάζει ομοιογένεια τόσο ως προς την κλίση και την έκθεση όσο και προς τον τύπο του εδάφους.

Δειγματοληψία εδάφους

Για την ανάλυση του εδάφους μετά την πρώτη επέμβαση λίπανσης πραγματοποιήθηκαν δειγματοληψίες με ειδικό δειγματολήπτη εδάφους του Π.Ε.Γ.Ε.Α.Λ. Συνολικά πάρθηκαν 7 δείγματα όσα και οι επεμβάσεις του πειράματος και το κάθε δείγμα συλλέχτηκε ανά επανάληψη επέμβασης και αναμείχθηκε σε ένα σύνθετο για κάθε επέμβαση.

Ανάλυση εδάφους

Μετά τη μεταφορά τους στο εργαστήριο, ακολουθήθηκε η ίδια διαδικασία χειρισμού και αναλύσεων των δειγμάτων. Το δείγμα ή τα δείγματα απλώθηκαν σε ειδικό χώρο όπου έγινε φυσική ξήρανσή τους σε θερμοκρασία μικρότερη από 30°C. Ακολούθησε θραύση των συσσωματωμάτων του εδάφους και καλή ανάμιξη των απλών δειγμάτων κάθε σύνθετου δείγματος. Ένα μέρος από το δείγμα ή τα τελικά δείγματα κοσκινίστηκε με ειδικά κόσκινα και η λεπτή γη που πέρασε αποθηκεύτηκε σε καθαρά αεροστεγή δοχεία για να προωθηθεί για τις αναλύσεις. Πριν την προώθησή τους τα δείγματα τοποθετήθηκαν για 24 ώρες σε ξηραντήριο σε θερμοκρασία 104°C, όπου έγινε αφαίρεση της υγρασίας τους.

Στα δείγματα έγιναν οι εξής προσδιορισμοί: *ανάλυση μηχανικής σύστασης*, *υδατοκορεσμός* (S.P.), pH (στην πάστα κορεσμού), *ηλεκτρική αγωγιμότητα* (E.C. στους 25°C) στο *εκχύλισμα κορεσμού*, περιεκτικότητα σε *οργανική ουσία* (κατά Walkey-Black), περιεκτικότητα σε *ελεύθερο* και σε *ενεργό ανθρακικό ασβέστιο*, *ανταλλάξιμα* Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+ (εκχύλιση με οξικό αμμώνιο), *υδατοδιαλυτά* K^+ και Na^+ (στο εκχύλισμα κορεσμού), *αφομοιώσιμος P* (κατά Olsen). Τα αποτελέσματα όλων των αναλύσεων διορθώθηκαν ανάλογα με το ποσοστό της περιεχόμενης υγρασίας στο κάθε δείγμα εδάφους.

Ανάλυση φυτικών ιστών

Δειματοληψία φύλλων

Στον πειραματικό αμπελώνα για τις αναλύσεις φυτικών ιστών χρησιμοποιήθηκε ο συνδυασμός της ανάλυσης δειγμάτων που περιλαμβάνουν και το έλασμα και το μίσχο. Σε κάθε δείγμα έγιναν αναλύσεις φύλλων (ελάσματος και μίσχου) για το προσδιορισμό της περιεκτικότητάς στα υπό μελέτη στοιχεία. Οι δειματοληψίες πραγματοποιήθηκαν για μεν το έτος 2009 κατά το στάδιο της πλήρους άνθισης, για δε το έτος 2010 κατά την πλήρη άνθιση και κατά την ωρίμανση.

Σε κάθε δειματοληψία, ενώρις το πρωί, πάρθηκε από ένα φύλλο κύριου βλαστού από κάθε πρέμνο της κάθε επανάληψης από το κόμβο που βρίσκεται η ταξιανθία.

Αναλύσεις φύλλων

Τα δείγματα μετά τη συλλογή τους τοποθετήθηκαν σε χάρτινες σακούλες και μεταφέρθηκαν με φορητό ψυγείο, στο Εργαστήριο του Π.Ε.Γ.Ε.Α.Λ. Εκεί έγινε προετοιμασία των δειγμάτων με πλύσιμο με διάλυμα 0,1% απορρυπαντικού απαλλαγμένου φωσφορικών και τρεις φορές ξέπλυμα με απιονισμένο νερό. Μετά από στράγγιση των δειγμάτων για περίπου μισή ώρα, ακολούθησε ξήρανση τους σε ξηραντήριο με ανακύκλωση αέρα για 48 ώρες και σε θερμοκρασία 60°C. Ακολούθησε τρίψιμο σε ειδικό μύλο με σήτα για ομογενοποίηση των δειγμάτων. Στη συνέχεια έγινε ξηρή καύση των δειγμάτων σε πυραντήριο. Ακολούθησαν οι προσδιορισμοί των στοιχείων, πρωτίστως, σε κάλιο και δευτερευόντως, στα άλλα θρεπτικά στοιχεία(N, P, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn, Cu, B) σύμφωνα με τα πρωτόκολλα και τις διαπιστευμένες δοκιμές του Εργαστηρίου του Π.Ε.Γ.Ε.Α.Λ.

Μετρήσεις ταξιανθιών και σταφυλών

Αριθμός ταξιανθιών

Στον πειραματικό αμπελώνα έγινε μέτρηση του αριθμού ταξιανθιών κάθε πρέμνου κάθε επανάληψης (4) της κάθε επέμβασης (7). Μετρήθηκαν και καταγράφησαν όλες οι ταξιανθίες των πρέμνων του αμπελώνα κατά τη πλήρη άνθηση.

Βάρος σταφυλών

Στον πειραματικό αμπελώνα έγινε κατά τη διάρκεια του τρυγητού μέτρηση του βάρους των σταφυλών κάθε πρέμνου (Εικ: 9,10), κάθε επανάληψης (4) της κάθε επέμβασης (7) και κατόπιν διενεργήθηκε η γλευκοποίηση, για δύο συνεχόμενα έτη. Ο τρυγητός έγινε το πρώτο έτος στις 23 Σεπτεμβρίου 2009 και το επόμενο έτος στις 2 Οκτωβρίου 2010.

Η διαδικασία που ακολουθήθηκε ήταν η ίδια και για τα δύο έτη. Οι σταφυλές από κάθε πρέμνο τοποθετήθηκαν σε πλαστικά δοχεία , ζυγίστηκαν και στη συνέχεια τα πλαστικά δοχεία τοποθετήθηκαν χωριστά ανά επανάληψη επέμβασης.



Εικ. 9: Τρυγητός σταφυλών πειρ. αμπελώνα



Εικ.10: Μέτρηση βαρούς σταφυλών αμπελώνα

Βάρος κληματίδων

Στον πειραματικό αμπελώνα έγινε κατά τη διάρκεια του κλαδέματος καρποφορίας μέτρηση του βάρους των κληματίδων κάθε πρέμνου (Εικ. 11), κάθε επανάληψης (4) της κάθε επέμβασης (7), για δύο συνεχόμενα έτη. Ζυγίστηκαν επί τόπου όλες οι κληματίδες από κάθε πρέμνο .



Εικ. 11. Κλάδεμα καρποφορίας για μέτρηση βάρους κληματίδων

Γλευκοποίηση. Αναλύσεις χαρακτήρων γλεύκους

Τα δείγματα των σταφυλών μεταφέρθηκαν στο οινοποιείο όπου και έγινε η μηχανική τους κατεργασία. Οι σταφυλομάζες των επαναλήψεων αναμίχθηκαν ανά επέμβαση, δίνοντας τελικά επτά(7) διαφορετικές σταφυλομάζες, που η κάθε μία από αυτές τοποθετήθηκε σε ανοικτή μικρή πλαστική δεξαμενή για τη διαδικασία της ζύμωσης. (Εικ. 12, 13, 14)



Εικ. 12: Σταφυλές επεμβάσεων στο οινοποιείο Εικ.13: Μηχανική κατεργασία σταφυλών



Εικ. 14: Σταφυλομάζα σε ανοικτή δεξαμενή

Μετά τη μηχανική κατεργασία των σταφυλών κάθε επέμβασης και τη μεταφορά της σταφυλομάζας στις ανοικτές πλαστικές δεξαμενές, ακολουθούσε ανάδευση για ομογενοποίηση και δειγματοληψία γλεύκους της κάθε επέμβασης για προσδιορισμό σακχάρων, *pH*, ολικής ογκομετρούμενης οξύτητας, τρυγικού, μηλικού, κιτρικού οξέος και περιεκτικότητας καλίου. Η δειγματοληψία των γλευκών έγινε πριν τις προσθήκες θειώδη ανυδρίτη, μονόξινου φωσφορικού αμμωνίου και ζυμών που όριζε το πρωτόκολλο οινοποίησης.

Πάρθηκαν επτά (7) δείγματα γλεύκους των 500ml (Εικ. 15) επειδή στο οινοποιείο δεν υπήρχε φυγόκεντρος, ούτε ήταν δυνατή η άμεση μεταφορά των δειγμάτων σε εργαστήριο αναλύσεων, τα δείγματα διηθήθηκαν πριν τις αναλύσεις με σουρωτήρι.



Εικ. 15: Δείγματα γλεύκους επεμβάσεων

Τα δείγματα συσκευάστηκαν κατάλληλα και στάλθηκαν στο Εργαστήριο αναλύσεων «ΑΜΠΕΛΟΟΙΝΙΚΗ». Όλοι οι προσδιορισμοί και οι μετρήσεις έγιναν με τις μεθόδους αναφοράς, σύμφωνα με την Επίσημη Εφημερίδα των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων (Κανονισμός Ε.Ο.Κ. αριθ.2676/90 περί καθορισμού κοινοτικών μεθόδων ανάλυσης που εφαρμόζονται στον οινικό τομέα).

Στατιστική επεξεργασία

Η στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων του πειράματος έγινε με το πρόγραμμα Jump 8.0 (SAS Institute Inc). Η σημαντικότητα των αποτελεσμάτων ελέγχθηκε με ανάλυση της διασποράς (Analysis of Variance).

Η σύγκριση των μέσων έγινε με τη μέθοδο Students σε επίπεδο σημαντικότητας $P \leq 0,05$. Ανάλογα με την κάθε επιμέρους πειραματική διαδικασία και τους παράγοντες που εξετάστηκαν σε αυτήν σχεδιάστηκαν, μονοπαραγοντικά, διπαραγοντικά και τριπαραγοντικά πειράματα και εφαρμόστηκε το Εντελώς Τυχαιοποιημένο Σχέδιο. Στην παράθεση των αποτελεσμάτων οι μέσοι που ακολουθούνται από διαφορετικά γράμματα της λατινικής αλφαβήτου διαφέρουν στατιστικά σημαντικά. Έγιναν 4 επαναλήψεις και κάθε επανάληψη περιελάμβανε 10 πρέμνα.





Εικ. 16: Σταφυλές από τις επεμβάσεις λίπανσης του πειραματικού αμπελώνα

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ

1.ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΕΔΑΦΟΥΣ

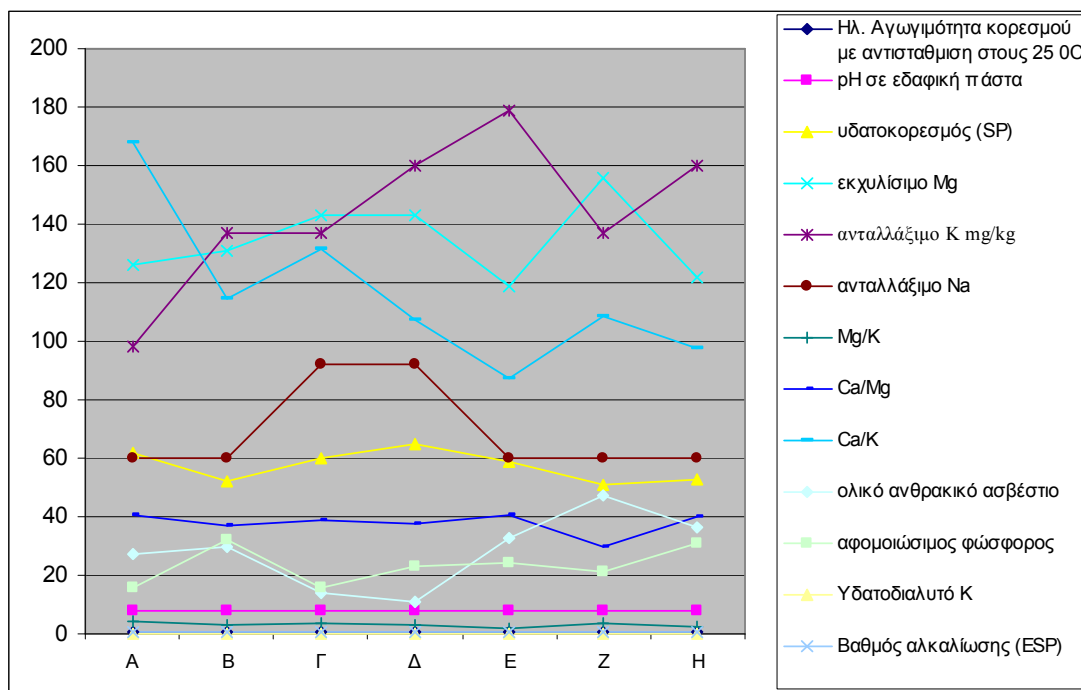
Στον Πίνακα 8 και το αντίστοιχο Γράφημα 1 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης του εδάφους του πειραματικού αμπελώνα μετά την εφαρμογή της πρώτης λίπανσης.

Πίνακας 8: Αναλύσεις εδάφους του πειραματικού αμπελώνα κατά το έτος 2010

ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ	Ηλ. Αγωγιμότητα	pH	Υδατοκορεσμός (SP)	εκχυλίσμο Ca	εκχυλίσμο Mg	ανταλλάξιμο K	ανταλλάξιμο Na	Mg/K	Ca/Mg	Ca/K	ολικό ανθρακικό ασβέστιο	αφομοιώσιμος φώσφορος	υδατοδιαλυτό K	Βαθμός αλκαλιότητας (ESP)
	mS/cm		%	mg/kg	mg/kg	mg/kg					%	mg/kg	mmol/l	%
A	0,65	7,8	62	8417	126	98	60	4,2	40,4	168	27,1	16	0,05	0,4
B	0,6	7,87	52	8016	131	137	60	3,1	37	114,3	29,5	32	0,08	0,4
Γ	0,72	7,8	60	9218	143	137	92	3,4	39	131,4	14,08	16	0,08	0,5
Δ	0,6	7,88	65	8818	143	160	92	2,9	37,3	107,3	10,7	23	0,08	0,6
E	0,53	7,85	59	8016	119	179	60	2,1	40,8	87	33	24	0,08	0,4
Z	0,88	7,76	51	7615	156	137	60	3,7	29,7	108,6	47,4	21	0,1	0,4
H	0,74	7,88	53	8016	122	160	60	2,4	40	97,6	36,1	31	0,1	0,4

Σε σχέση με την εδαφολογική ανάλυση πριν τη λίπανση (Πίνακας 5) τα φυσικά χαρακτηριστικά και το pH του εδάφους του πειραματικού αμπελώνα, σε όλες τις επεμβάσεις δεν μεταβλήθηκαν. Διαφορές παρατηρήθηκαν στο ολικό ανθρακικό ασβέστιο και το εκχυλίσμο Mg, στις συγκεντρώσεις του αφομοιώσιμου καλίου στο έδαφος και στις σχέσεις: Ca/K, Mg/K, Ca/Mg. Αύξηση παρατηρήθηκε στη συγκέντρωση του ανταλλάξιμου και του υδατοδιαλυτού καλίου σε όλες τις επεμβάσεις, εκτός της A, δηλαδή του μάρτυρα, στην οποία δεν έγινε προσθήκη καλιούχου λιπάσματος σε οποιαδήποτε μορφή.

Γράφημα 1: Φυσικά και χημικά χαρακτηριστικά του εδάφους του πειραματικού αμπελώνα κατά το έτος 2010.

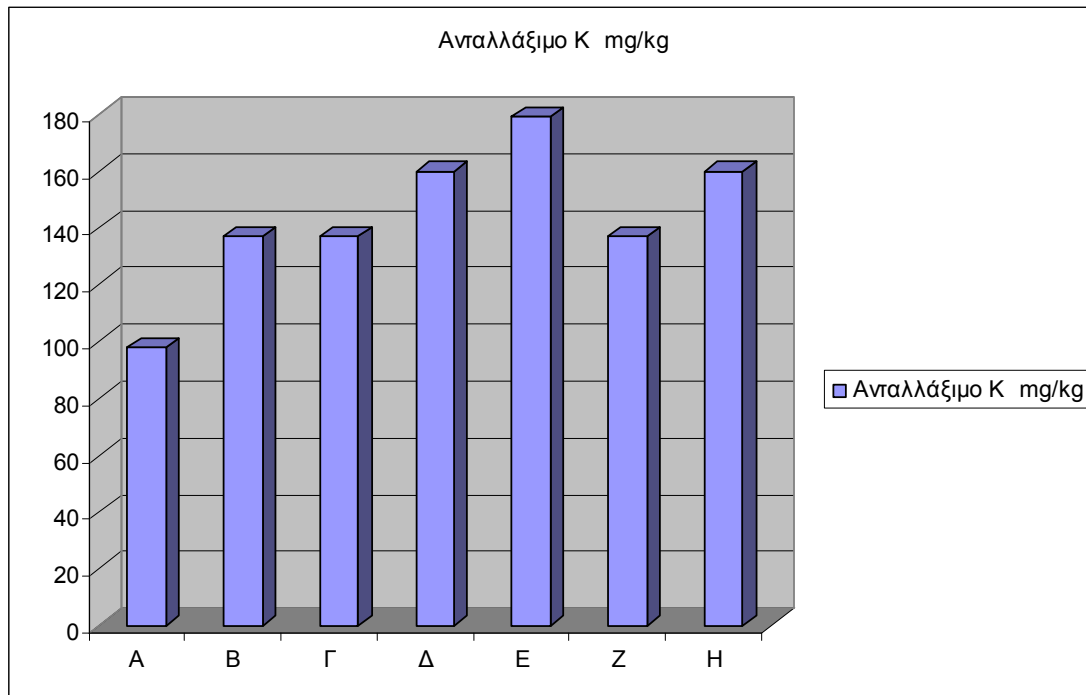


Στον Πίνακα 9 και τα Γραφήματα 2 και 3, που προκύπτουν παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της επίδρασης της λίπανσης ανά επέμβαση στη συγκέντρωση του υδατοδιαλυτού και του ανταλλάξιμου καλίου στο έδαφος.

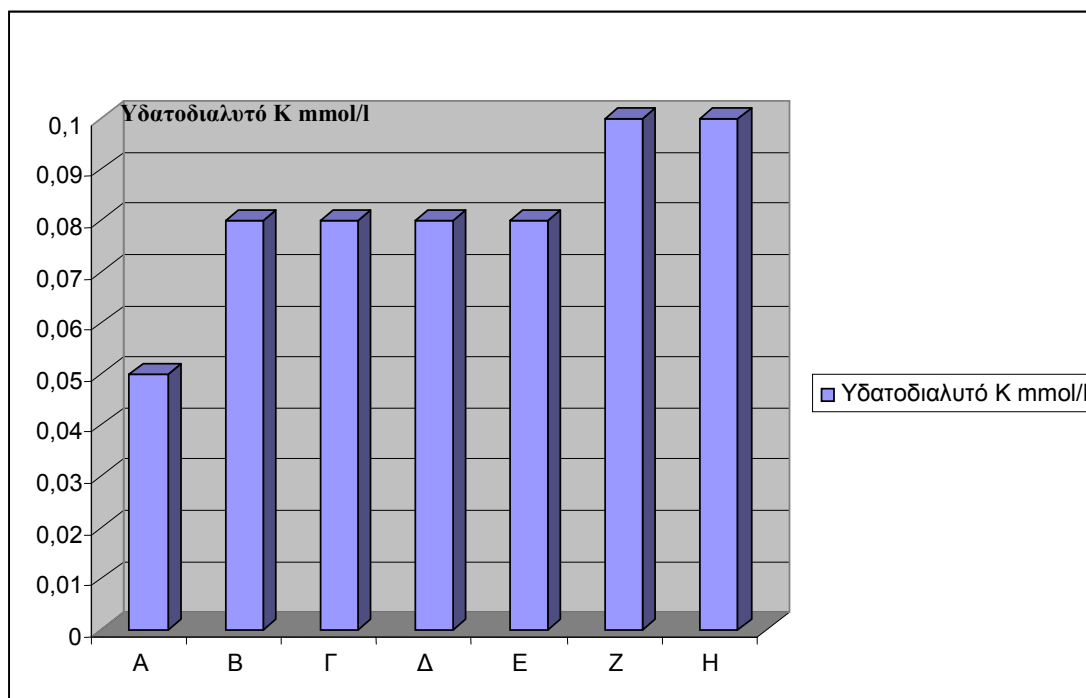
Πίνακας 9: Αφομοιώσιμο κάλιο εδάφους ανά επέμβαση κατά το 2010.

ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ	Υδατοδιαλυτό K	Ανταλλάξιμο K
	mmol/l	mg/kg
A	0,05	98
B	0,08	137
Γ	0,08	137
Δ	0,08	160
E	0,08	179
Z	0,1	137
H	0,1	160

Γράφημα 2: Ανταλλάξιμο κάλιο (mg/kg) του εδάφους του πειραματικού αμπελώνα ανά επέμβαση κατά το έτος 2010



Γράφημα 3: Υδατοδιαλυτό κάλιο (mg/kg) του εδάφους του πειραματικού αμπελώνα ανά επέμβαση κατά το έτος 2010



Η μεγαλύτερη αύξηση ανταλλάξιμου καλίου παρατηρήθηκε στην επέμβαση Ε (179 mg/ kg). Ακολούθησαν οι επεμβάσεις Δ και Η (160 mg/ kg). Μικρότερη αύξηση της συγκέντρωσης παρατηρήθηκε στις επεμβάσεις Β, Γ, Ζ (137 mg/ kg) (Γράφημα. 2).

Η επέμβαση Ζ (0,1 mmol/l) αποδίδει στο εδαφικό διάλυμα τη μεγαλύτερη συγκέντρωση υδατοδιαλυτού καλίου, σε σχέση με το μάρτυρα, αλλά και τις επεμβάσεις Β, Γ, Δ, Ε (0,08 mmol/l). Η επέμβαση Η αποδίδει την ίδια συγκέντρωση υδατοδιαλυτού καλίου (0,1 mmol/l). Η μορφή του καλίου στο λίπασμα της επέμβασης Ζ και Η είναι η ίδια, με τη διαφορά ότι το K_2O , περιέχεται σε διπλάσια ποσότητα στην Η.

Παρατηρείται, δηλαδή, ότι η επέμβαση Ζ αποδίδει στο έδαφος την ίδια συγκέντρωση υδατοδιαλυτού καλίου με την επέμβαση Η, αλλά με μικρότερη ποσότητα λιπάσματος. Τα δεδομένα αυτά δείχνουν ότι πέραν από ένα όριο η προσθήκη καλιούχου δεν συνεπάγεται και αντίστοιχη αύξηση της συγκέντρωσης του άμεσα διαθέσιμου καλίου στα φυτά.

Τέλος όπως φαίνεται από τους παραπάνω πίνακες και τα γραφήματα., με την επέμβαση Ζ παρατηρείται ταυτόχρονα και αξιόλογη αύξηση της συγκέντρωσης του ανταλλάξιμου εδαφικού καλίου.

2. ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΦΥΤΙΚΩΝ ΙΣΤΩΝ

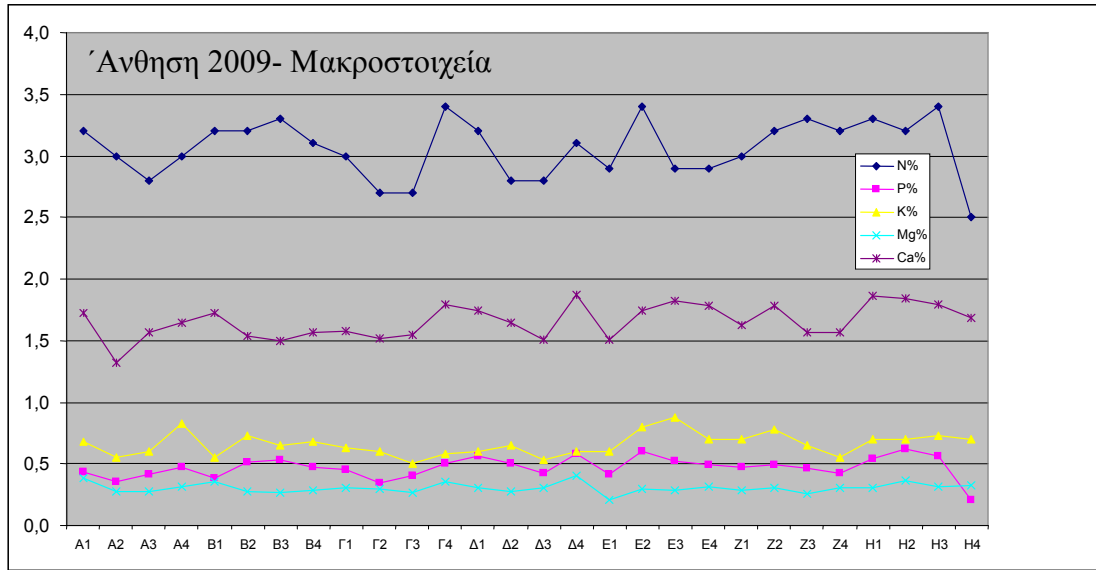
α. Αναλύσεις 2009

Στον Πίνακα 10 και τα Γραφήματα 4 και 5 που προκύπτουν παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των αναλύσεων φύλλων ανά επανάληψη επέμβασης σε μακρο και μικρο- στοιχεία του πρώτου έτους του πειράματος (2009).

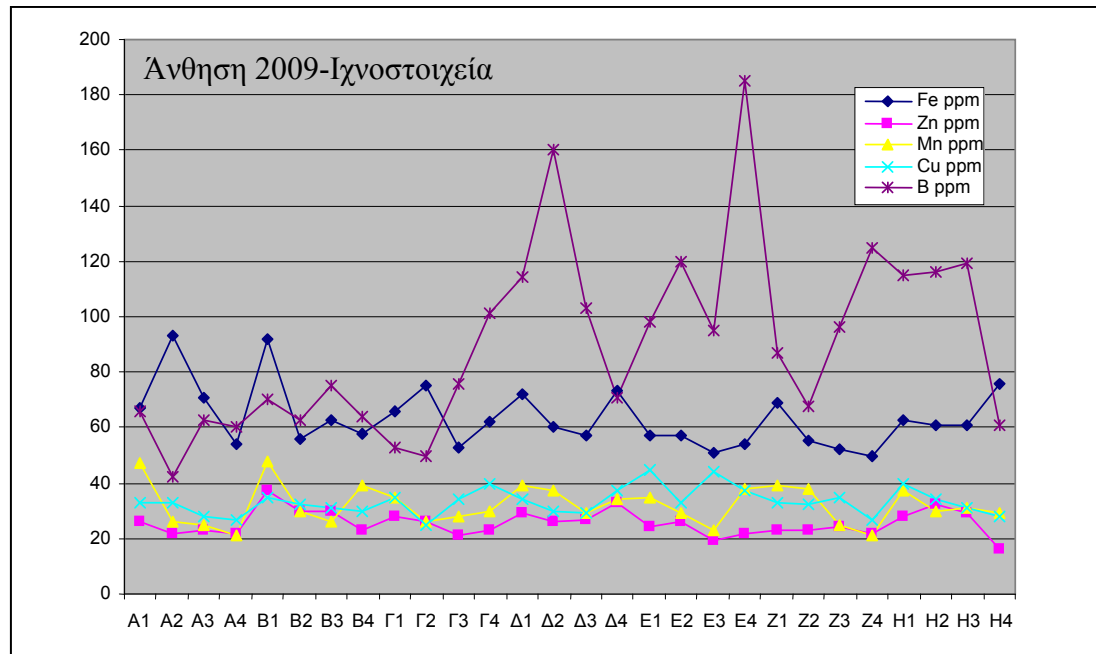
Πίνακας 10: Αποτελέσματα αναλύσεων των φύλλων σε μακρο- και μικρο-στοιχεία ανά επανάληψη επέμβασης κατά τη δειγματοληψία της άνθησης του έτους 2009.

ΕΠ	N%	P%	K%	Mg%	Ca%	Fe ppm	Zn ppm	Mn ppm	Cu ppm	B ppm
A1	3,2	0,43	0,68	0,38	1,72	67	26	47	33	66
A2	3,0	0,35	0,55	0,28	1,32	93	22	26	33	42
A3	2,8	0,41	0,60	0,28	1,57	71	23	25	28	63
A4	3,0	0,47	0,83	0,32	1,65	54	22	21	27	60
B1	3,2	0,38	0,55	0,35	1,72	92	37	48	35	70
B2	3,2	0,51	0,73	0,28	1,54	56	30	30	32	63
B3	3,3	0,53	0,65	0,27	1,50	63	30	26	31	75
B4	3,1	0,47	0,68	0,29	1,57	58	23	39	30	64
Γ1	3,0	0,45	0,63	0,31	1,58	66	28	35	35	53
Γ2	2,7	0,34	0,60	0,30	1,52	75	26	26	25	50
Γ3	2,7	0,40	0,50	0,27	1,55	53	21	28	34	76
Γ4	3,4	0,50	0,58	0,35	1,79	62	23	30	40	101
Δ1	3,2	0,56	0,60	0,31	1,74	72	29	39	34	114
Δ2	2,8	0,50	0,65	0,28	1,65	60	26	37	30	160
Δ3	2,8	0,42	0,53	0,31	1,51	57	27	29	29	103
Δ4	3,1	0,58	0,60	0,40	1,87	73	33	34	37	71
Ε1	2,9	0,41	0,60	0,21	1,51	57	24	35	45	98
Ε2	3,4	0,60	0,80	0,30	1,74	57	26	29	33	120
Ε3	2,9	0,52	0,88	0,29	1,82	51	19	23	44	95
Ε4	2,9	0,49	0,70	0,32	1,78	54	22	38	37	185
Z1	3,0	0,47	0,70	0,29	1,63	69	23	39	33	87
Z2	3,2	0,49	0,78	0,31	1,78	55	23	38	32	68
Z3	3,3	0,46	0,65	0,26	1,57	52	24	25	35	96
Z4	3,2	0,42	0,55	0,31	1,57	50	22	21	27	125
H1	3,3	0,54	0,70	0,31	1,86	63	28	37	40	115
H2	3,2	0,62	0,70	0,36	1,84	61	32	30	34	116
H3	3,4	0,56	0,73	0,32	1,79	61	29	31	31	119
H4	2,5	0,21	0,70	0,33	1,68	76	16	29	28	61

Γράφημα 4: Περιεκτικότητα των φύλλων σε μακροστοιχεία κατά την άνθιση του έτους 2009



Γράφημα 5: Περιεκτικότητα των φύλλων σε μικροστοιχεία κατά την άνθιση του έτους 2009.



β. Αναλύσεις 2010

Περίοδος άνθισης

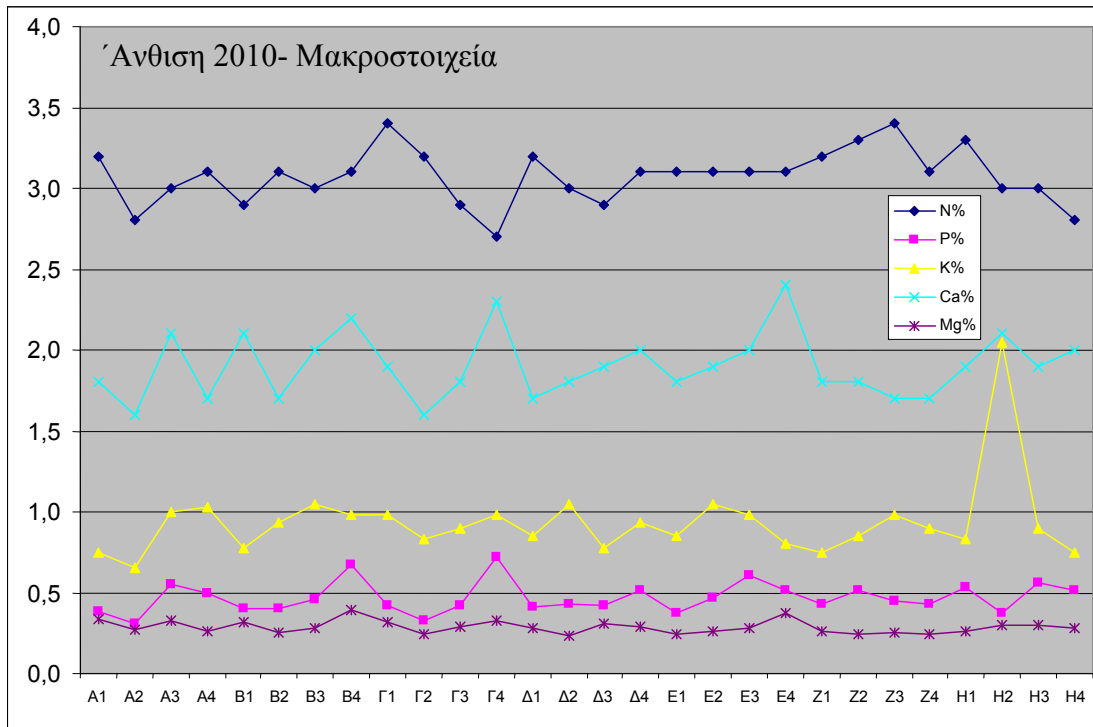
Στον Πίνακα 11 και τα Γραφήματα 6 και 7 που προκύπτουν παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των αναλύσεων φύλλων ανά επανάληψη επέμβασης σε μακρο και

μικρο-στοιχεία, κατά το δεύτερο έτος του πειράματος (περίοδος άνθησης του έτους 2010).

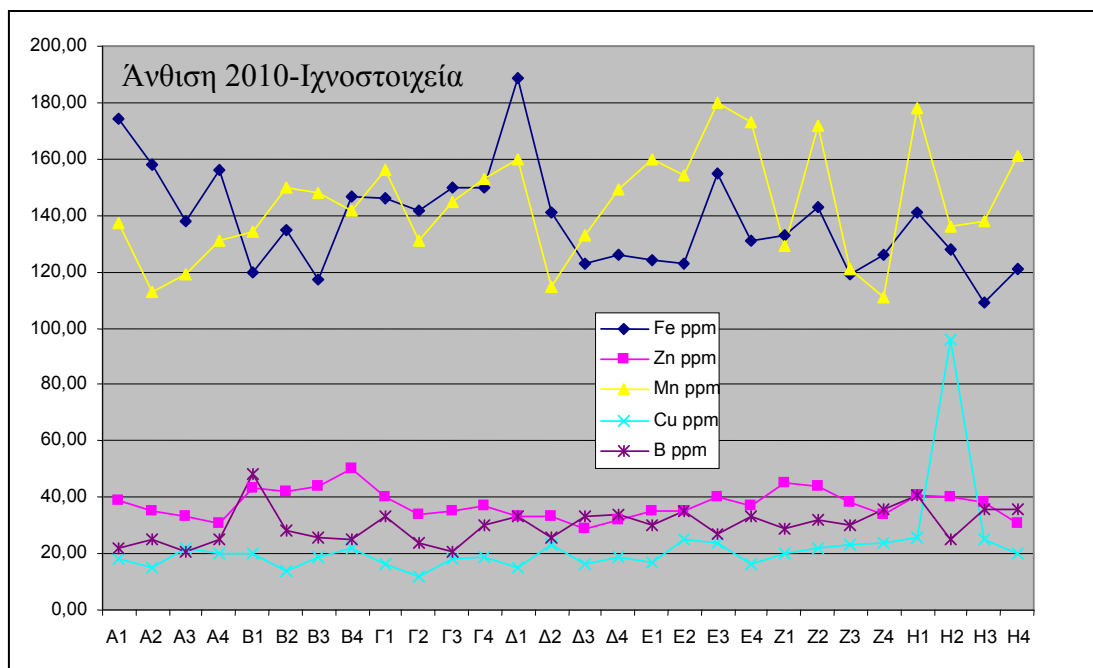
Πίνακας 11: Αποτελέσματα αναλύσεων φύλλων σε μακρο- και μικρο-στοιχείων ανά επανάληψη επέμβασης κατά την περίοδο άνθησης 2010.

ΕΠ	N%	P%	K%	Ca%	Mg%	Fe ppm	Zn ppm	Mn ppm	Cu ppm	B ppm
A1	3,2	0,38	0,75	1,8	0,34	174,00	39,00	137,00	18,00	22,00
A2	2,8	0,31	0,65	1,6	0,27	158,00	35,00	113,00	15,00	25,00
A3	3,0	0,55	1,00	2,1	0,33	138,00	33,00	119,00	22,00	21,00
A4	3,1	0,50	1,03	1,7	0,26	156,00	31	131	20	25
B1	2,9	0,40	0,78	2,1	0,32	120,00	43	134	20	48
B2	3,1	0,40	0,93	1,7	0,25	135,00	42	150	14	28
B3	3,0	0,46	1,05	2,00	0,28	117,00	44	148	19	26
B4	3,1	0,67	0,98	2,2	0,39	147,00	50	142	22	25
Γ1	3,4	0,42	0,98	1,9	0,32	146,00	40	156	16	33
Γ2	3,2	0,33	0,83	1,6	0,24	142,00	34	131	12	24
Γ3	2,9	0,42	0,90	1,8	0,29	150,00	35	145	18	21
Γ4	2,7	0,72	0,98	2,3	0,33	150,00	37	153	19	30
Δ1	3,2	0,41	0,85	1,7	0,28	189,00	33	160	15	33
Δ2	3,0	0,43	1,05	1,8	0,23	141,00	33	115	23	26
Δ3	2,9	0,42	0,78	1,9	0,31	123,00	29	133	16	33
Δ4	3,1	0,51	0,93	2	0,29	126,00	32	149	19	34
Ε1	3,1	0,37	0,85	1,8	0,24	124,00	35	160	17	30
Ε2	3,1	0,47	1,05	1,9	0,26	123,00	35	154	25	35
Ε3	3,1	0,61	0,98	2	0,28	155,00	40	180	24	27
Ε4	3,1	0,51	0,80	2,4	0,37	131,00	37	173	16	33
Z1	3,2	0,43	0,75	1,8	0,26	133,00	45	129	20	29
Z2	3,3	0,51	0,85	1,8	0,24	143,00	44	172	22	32
Z3	3,4	0,45	0,98	1,7	0,25	119,00	38	121	23	30
Z4	3,1	0,43	0,90	1,7	0,24	126,00	34	111	24	36
H1	3,3	0,53	0,83	1,9	0,26	141,00	41	178	26	41
H2	3,0	0,37	2,05	2,1	0,30	128,00	40	136	96	25
H3	3,0	0,56	0,90	1,9	0,30	109,00	38	138	25	36
H4	2,8	0,51	0,75	2	0,28	121,00	31	161	20	36

Γράφημα 6: Αποτελέσματα αναλύσεων φύλλων σε μακρο - στοιχεία ανά επανάληψη επέμβασης κατά την περίοδο άνθησης 2010.

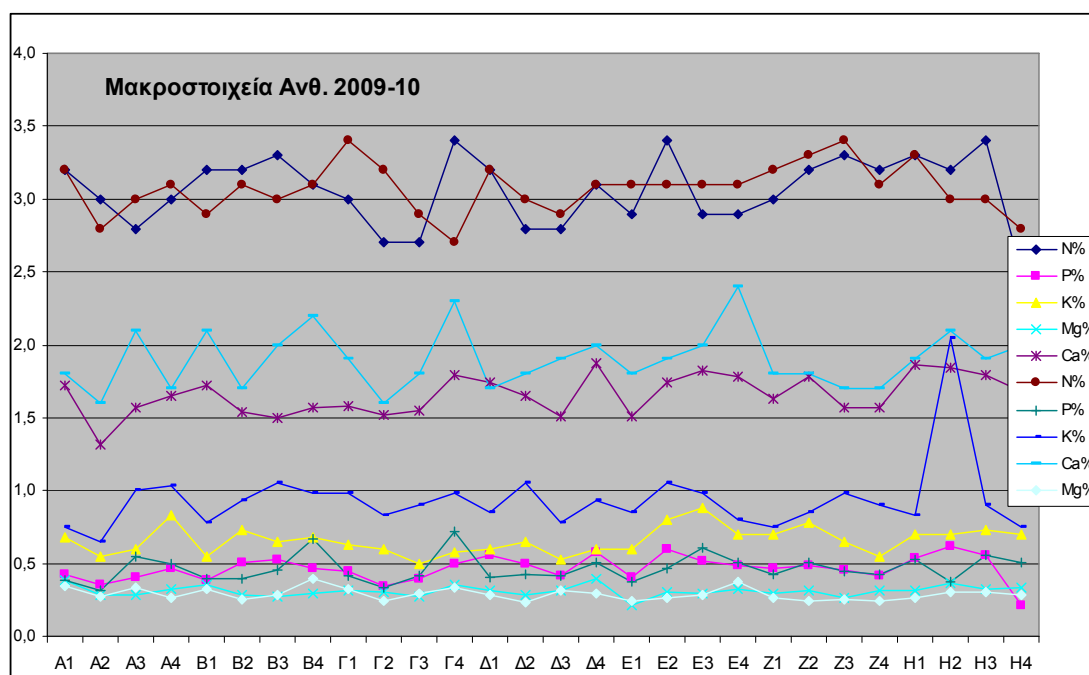


Γράφημα 7: Αποτελέσματα αναλύσεων φύλλων σε μικρο-στοιχεία ανά επανάληψη επέμβασης κατά την περίοδο άνθησης 2010.



Στο Γράφημα 8 παρουσιάζονται συγκριτικά οι συγκεντρώσεις των μακροστοιχείων στα φύλλα κατά τις δειγματοληψίες της άνθησης και για τα δύο έτη 2009 και 2010 αντίστοιχα.

Γράφημα 8: Συγκριτική παρουσίαση των συγκεντρώσεων των μακροστοιχείων στα φύλλα κατά την άνθιση των ετών 2009 και 2010.



Από την γραφική σύγκριση των συγκεντρώσεων των δεδομένων προκύπτει, ότι η αύξηση της συγκέντρωσης του καλίου που παρατηρήθηκε σε όλες τις επαναλήψεις των επεμβάσεων συνοδεύτηκε από μείωση των συγκεντρώσεων των κατιόντων νατρίου, μαγνησίου και ασβεστίου με τα οποία το κάλιο δρα ανταγωνιστικά. Τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν με προγενέστερη έρευνα (Barker και Pilbeam, 2007).

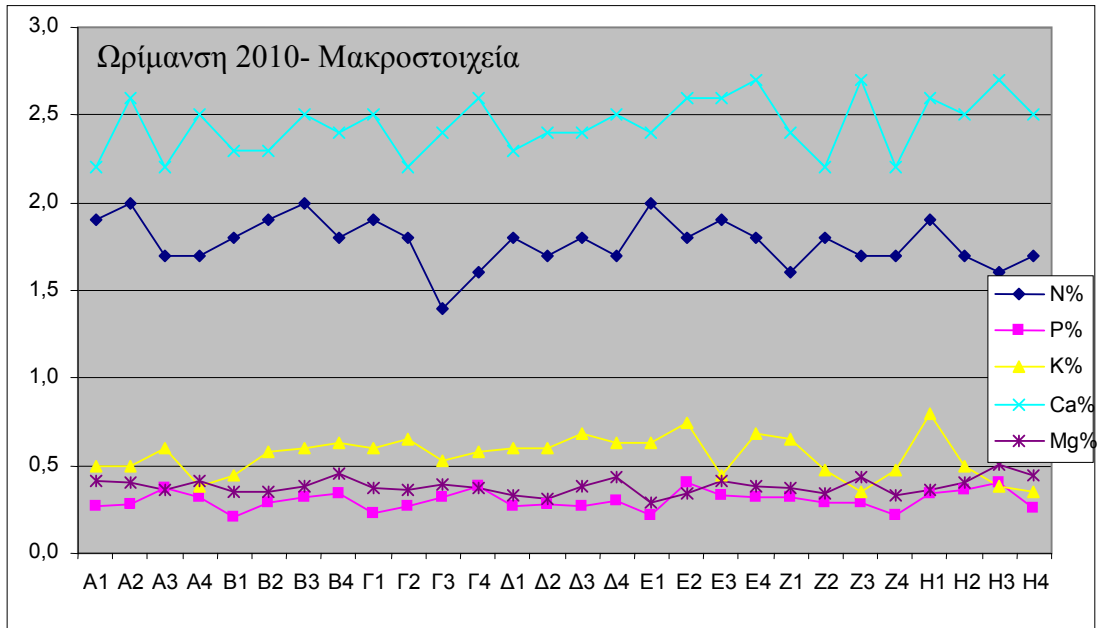
Περίοδος ωρίμανσης

Στον Πίνακα 12 και τα Γραφήματα 9 και 10 που προκύπτουν παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των αναλύσεων των φύλλων ανά επανάληψη επέμβασης σε μακρο- και μικρο-στοιχεία, κατά την ωρίμανση του έτους 2010 (δεύτερο έτος του πειράματος)

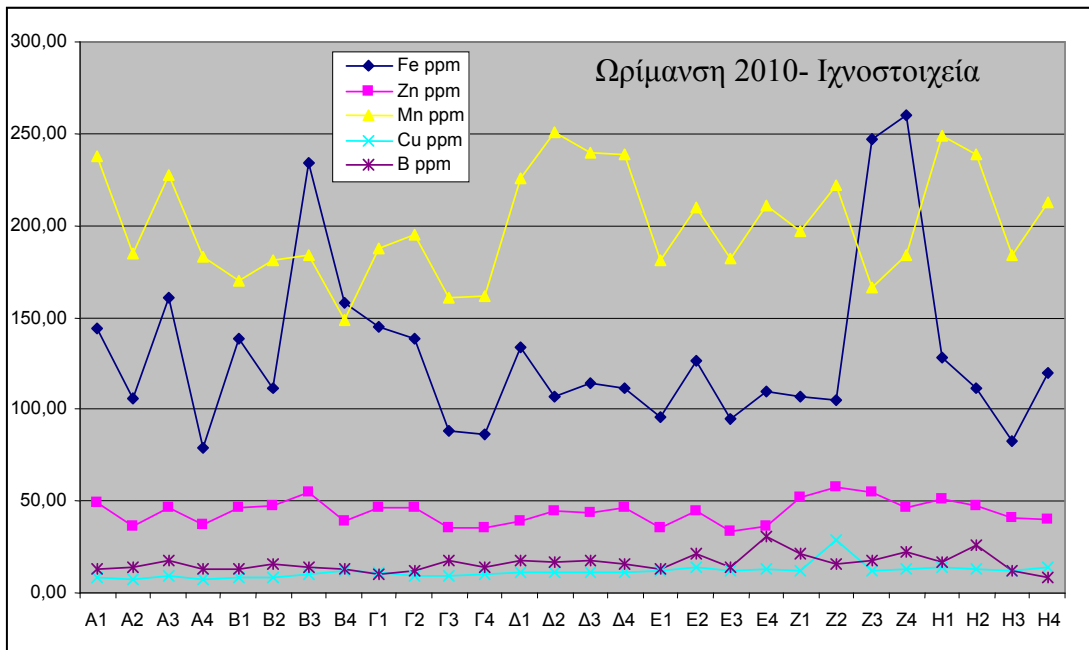
Πίνακας 12: Αποτελέσματα αναλύσεων των φύλλων σε μακρο- και μικρο-στοιχεία ανά επανάληψη επέμβασης κατά την ωρίμανση του 2010.

ΕΠ	N%	P%	K%	Ca%	Mg%	Fe ppm	Zn ppm	Mn ppm	Cu ppm	B ppm
A1	1,9	0,27	0,50	2,2	0,41	144,00	49,00	238,00	8,00	13,00
A2	2,0	0,28	0,50	2,6	0,40	106,00	36,00	185,00	7,00	14,00
A3	1,7	0,37	0,60	2,2	0,36	161,00	46,00	228,00	9,00	18,00
A4	1,7	0,32	0,38	2,5	0,41	79,00	37	183	7	13
B1	1,8	0,21	0,45	2,3	0,35	138,00	46	170	8	13
B2	1,9	0,29	0,58	2,3	0,35	111,00	47	181	8	16
B3	2,0	0,32	0,60	2,50	0,38	234,00	55	184	10	14
B4	1,8	0,34	0,63	2,4	0,46	158,00	39	149	12	13
Γ1	1,9	0,23	0,60	2,5	0,37	145,00	46	188	11	10
Γ2	1,8	0,27	0,65	2,2	0,36	138,00	46	195	9	12
Γ3	1,4	0,32	0,53	2,4	0,39	88,00	35	161	9	18
Γ4	1,6	0,38	0,58	2,6	0,37	86,00	35	162	10	14
Δ1	1,8	0,27	0,60	2,3	0,33	134,00	39	226	11	18
Δ2	1,7	0,28	0,60	2,4	0,31	107,00	45	251	11	17
Δ3	1,8	0,27	0,68	2,4	0,38	114,00	44	240	11	18
Δ4	1,7	0,30	0,63	2,5	0,43	111,00	46	239	11	16
Ε1	2,0	0,22	0,63	2,4	0,29	96,00	35	181	12	13
Ε2	1,8	0,40	0,75	2,6	0,34	126,00	45	210	14	21
Ε3	1,9	0,33	0,45	2,6	0,41	95,00	33	182	12	14
Ε4	1,8	0,32	0,68	2,7	0,38	110,00	36	211	13	31
Z1	1,6	0,32	0,65	2,4	0,37	107,00	52	197	12	21
Z2	1,8	0,29	0,48	2,2	0,34	105,00	58	222	29	16
Z3	1,7	0,29	0,35	2,7	0,43	247,00	55	166	12	18
Z4	1,7	0,22	0,48	2,2	0,33	260,00	46	184	13	22
H1	1,9	0,34	0,80	2,6	0,36	128,00	51	249	14	17
H2	1,7	0,36	0,50	2,5	0,40	111,00	47	239	13	26
H3	1,6	0,40	0,38	2,7	0,51	83,00	41	184	12	12
H4	1,7	0,26	0,35	2,5	0,44	120,00	40	213	14	8

Γράφημα 9 : Αποτελέσματα αναλύσεων των φύλλων σε μακρο-στοιχεία ανά επανάληψη επέμβασης κατά την ωρίμανση του 2010.

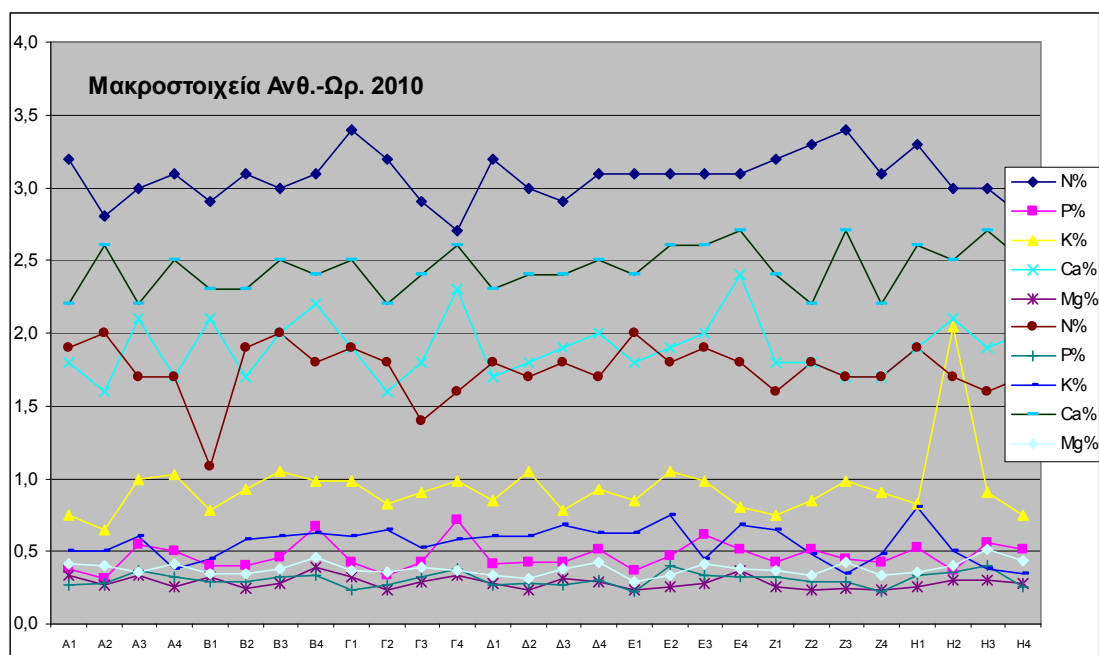


Γράφημα 10 : Αποτελέσματα αναλύσεων των φύλλων σε και μικρο-στοιχεία ανά επανάληψη επέμβασης κατά την ωρίμανση του 2010.



Τέλος στο γράφημα 11. παρουσιάζονται συγκριτικά οι συγκεντρώσεις των μακροστοιχείων στα φύλλα κατά την άνθηση και την ωρίμανση του 2010.

Γράφημα 11: Συγκριτική παρουσίαση των συγκεντρώσεων των μακροστοιχείων στα φύλλα κατά την άνθηση και ωρίμανση του 2010



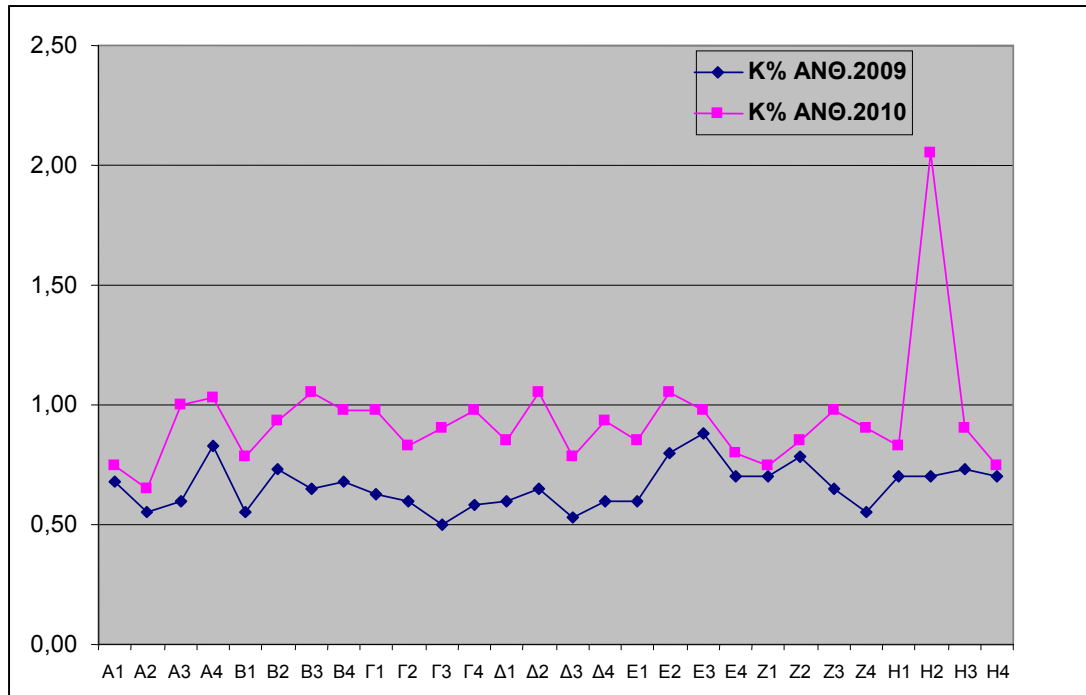
Παρατηρήθηκε ότι οι συγκεντρώσεις όλων των μακροστοιχείων στα φύλλα κατά την ωρίμανση του 2010, ήταν μικρότερες από τις αντίστοιχες συγκεντρώσεις τους κατά το 2009.

3. ΠΟΡΕΙΑ ΤΗΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ Κ ΣΤΑ ΦΥΛΛΑ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΑΝΘΗΣΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΩΡΙΜΑΝΣΗ ΤΩΝ ΣΤΑΦΥΛΩΝ

Από την στατιστική ανάλυση των πινάκων 10 και 11 με τη μέθοδο που αναφέρθηκε (Ενότητα: Υλικά και Μέθοδοι) προκύπτει ο Πίνακας 13 και τα Γραφήματα 12 και 13.

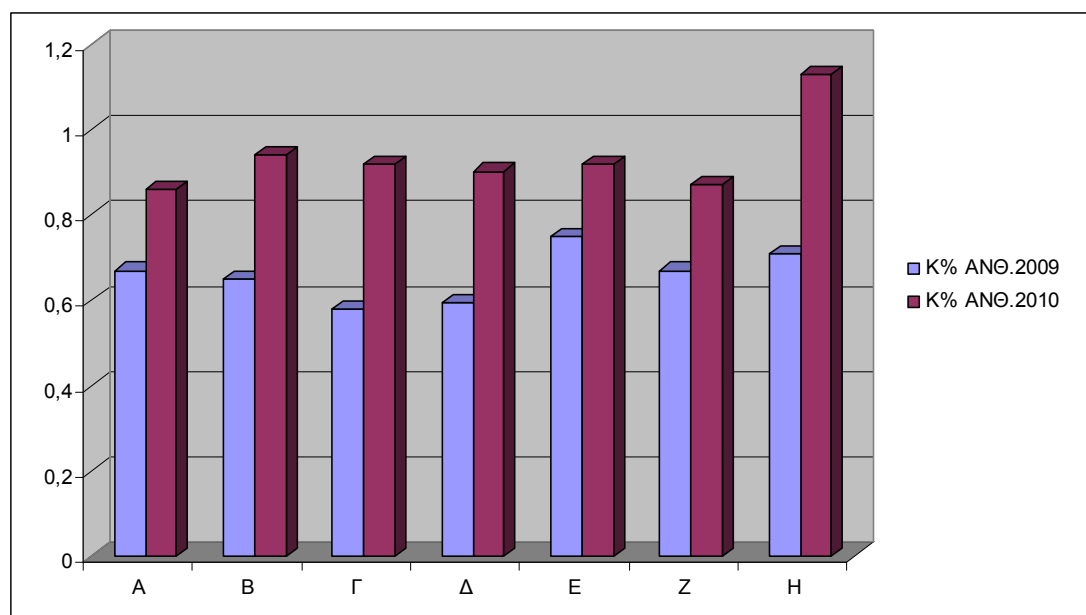
Στα γραφήματα 12, 13 που προκύπτουν από τους πίνακες 10 και 11 παρουσιάζονται οι συγκεντρώσεις του καλίου των φύλλων κατά την άνθηση του πρώτου και του δεύτερου έτους του πειράματος (2009, 2010) και οι συγκεντρώσεις του καλίου κατά την άνθηση και την ωρίμανση του 2010.

Γράφημα 12: Συγκριτική παρουσίαση των συγκεντρώσεων του καλίου στα φύλλα κατά την άνθιση των ετών 2009 και 2010.



Παρατηρήθηκε αύξηση της συγκέντρωσης του καλίου των φύλλων σε όλες τις επαναλήψεις των επεμβάσεων κατά την άνθιση του 2010, σε σχέση (σύγκριση) με τις αντίστοιχες συγκεντρώσεις του καλίου στα φύλλα κατά την άνθιση του 2009. Αυτό επιβεβαιώνει την αναμενόμενη αύξηση του καλίου στα πρέμνα του πειραματικού αμπελώνα, λόγω της συνέχισης της εφαρμογής καλιούχου λίπανσης για δεύτερο έτος, σ' ένα έδαφος χαμηλής έως μέτριας περιεκτικότητας σε κάλιο

Γράφημα 13. Συγκριτική παρουσίαση των συγκεντρώσεων του καλίου στα φύλλα κατά την άνθηση των ετών 2009 και 2010.



Πίνακας 13: Διπαραγοντική ανάλυση συγκέντρωσης K στα φύλλα (άνθηση 2009, 2010)

	A	B	Γ	Δ	E	Z	H	M.O.
2009	0.66 bcde	0.65 cde	0.57 e	0.60 de	0.74 bcde	0.67 bcde	0.70 bcde	0.65 b
2010	0.85 bcd	0.93 ab	0.92 abc	0.90 abc	0.92 abc	0.87 abc	1.13 a	0.93 a
M.O.	0.76 a	0.80 a	0.75 a	0.74 a	0.83 a	0.77 a	0.92 a	

Ανάλυση της συνδιασποράς

ΛΠΠ (A) NS

ΕΤΟΣ (B) *

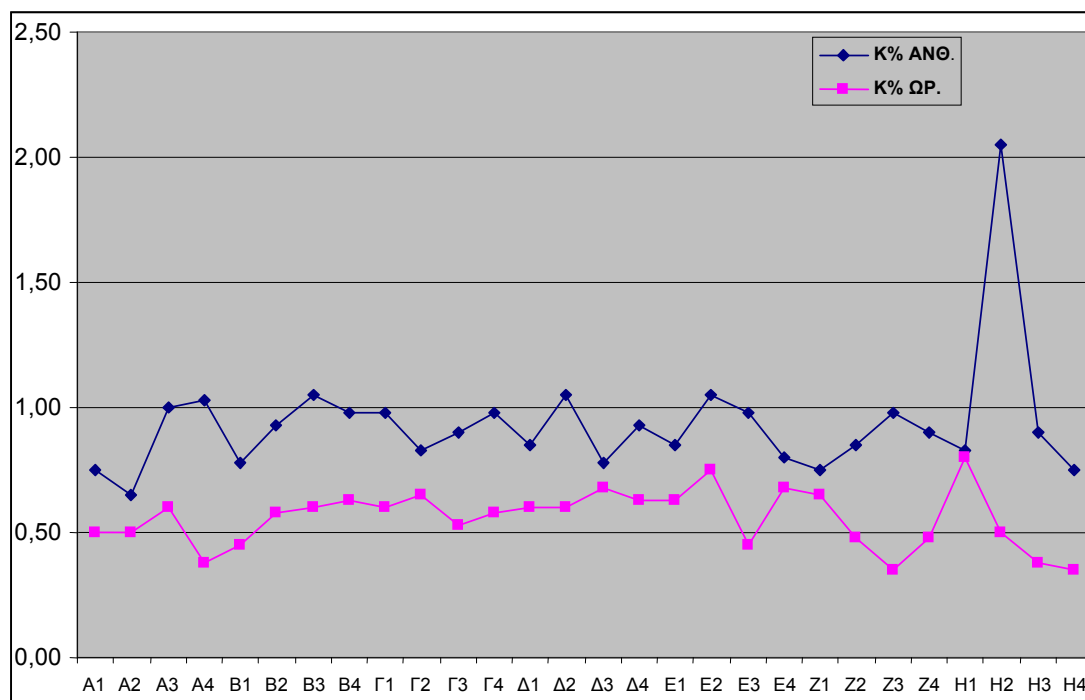
(A) X (B) NS

Οι μέσοι των επεμβάσεων διαχωρίζονται με το Student's test σε $P=0.05$.

* : σημαντικά σε $P=0.05$, NS: μη σημαντικά σε $P=0.05$.

Κατά τη διπαραγοντική ανάλυση (Πιν.13) βρέθηκε σημαντική επίδραση μόνο του παράγοντα «έτος επέμβασης» στη περιεκτικότητα του καλίου των φύλλων κατά την άνθηση. Η υψηλότερη συγκέντρωση του καλίου, εκφρασμένη %, παρατηρήθηκε στην επέμβαση H του 2010 που ανήλθε στο 1,13 %. Η συγκέντρωση αυτή διέφερε από εκείνη του μάρτυρα του 2010 και από όλες τις επεμβάσεις του 2009. Δεν είχε όμως σημαντική διαφορά από τις συγκεντρώσεις των επεμβάσεων B, Γ, E, Δ, Z, του 2010. Οι τελευταίες δεν διέφεραν σημαντικά ούτε μεταξύ τους κατά τις επεμβάσεις 2009, αλλά ούτε με τον μάρτυρα (A) κατά το έτος 2010). Να σημειωθεί ότι η επανάληψη 2 της επέμβασης H κατά το έτος 2010 παρουσίασε ακραία τιμή (2,05%).

Γράφημα 14: Συγκριτική παρουσίαση των συγκεντρώσεων του καλίου στα φύλλα κατά την άνθηση και ωρίμανση του 2010.



Παρατηρήθηκε μείωση των συγκεντρώσεων του καλίου στα φύλλα σε όλες τις επαναλήψεις των επεμβάσεων από την άνθηση έως την ωρίμανση του 2010, που επιβεβαιώνει τα βιβλιογραφικά δεδομένα. Η συγκέντρωση καλίου στα φύλλα Τα επίπεδα καλίου εμφανίζουν εμφανίζει τη μεγαλύτερη τιμή κατά την πλήρη άνθιση, η οποία μειώνεται με την πάροδο του χρόνου και την ηλικία των φύλλων. Η μείωση Ο ρυθμός ελάττωσης είναι πολύ μεγάλος κατά το διάστημα των δύο έως τεσσάρων εβδομάδων μετά την άνθιση και στη συνέχεια επιβραδύνεται. Τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν με προγενέστερη έρευνα (Christensen, 1969). Κατά την ωρίμανση των ραγών και ιδιαίτερα όταν το φορτίο είναι πολύ μεγάλο, η μείωση των επιπέδων του καλίου στα φύλλα μπορεί να είναι ιδιαίτερα σημαντική και συχνά φτάνει στα επίπεδα της έλλειψης. Τα δεδομένα αυτά ενισχύουν την άποψη κατά την οποία όταν η περιεκτικότητα των φύλλων σε κάλιο είναι πολύ μικρή κατά την περίοδο της άνθησης επιβάλλεται η διενέργεια νέας ανάλυσης των φύλλων κατά την περίοδο της ωρίμανσης για τον ακριβή προσδιορισμό περιεκτικότητας του καλιούχου και τον προγραμματισμό της καλιούχου λίπανσης κατά την επόμενη περίοδο βλάστησης. Έτσι, πρέμνα που κατά την άνθιση βρίσκονται στα κατώτερα όρια της επάρκειας σε

κάλιο (1,5%), καλό είναι να εξετάζονται ξανά σε κάποιο άλλο βλαστικό στάδιο, δηλαδή του περκασμού ή της ωρίμανσης.

Για το λόγο αυτό στο πείραμα μας πραγματοποιήθηκε και δεύτερη δειγματοληψία κατά το έτος 2010 λίγες ημέρες πριν το τρυγητό.

4. ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΤΑΞΙΑΝΘΙΩΝ

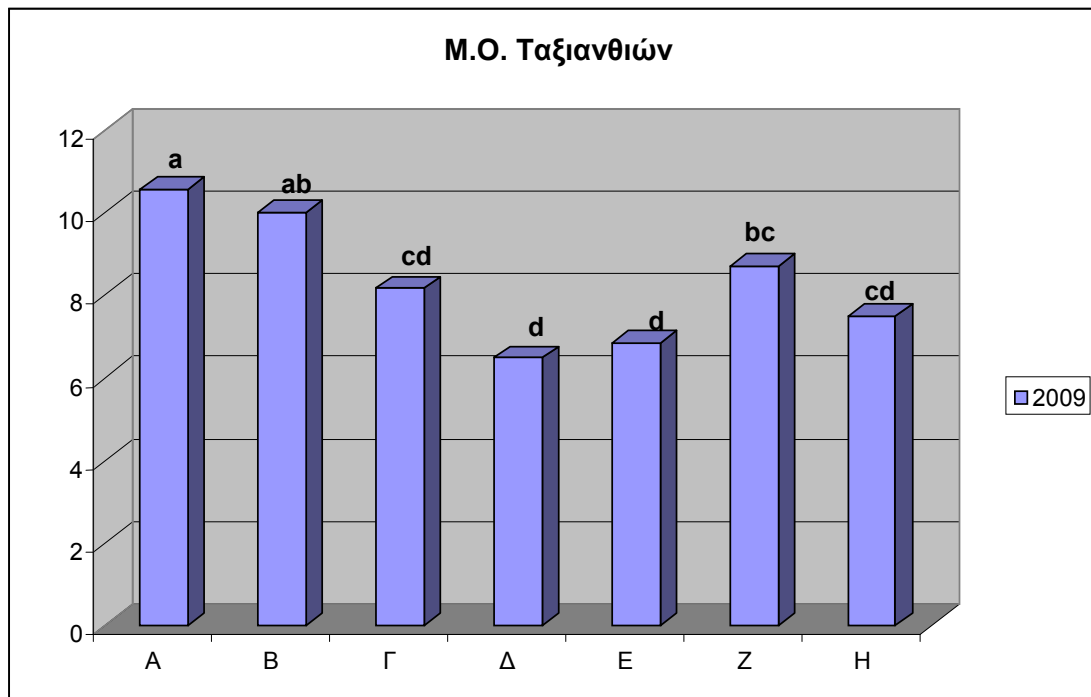
Όπως αναφέρθηκε κατά τη διάρκεια του πειράματος μετρήθηκε ο αριθμός των ταξιανθιών σε κάθε επανάληψη των επεμβάσεων και υπολογίστηκε ο μέσος όρος αυτών ανά επέμβαση και ανά έτος (2009, 2010, 2011) (Πιν. 14).

Πίνακας 14: Μέσος όρος αριθμού ταξιανθιών ανά επέμβαση (2009, 2010, 2011)

ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ	2009	2010	2011
A	10,56	12,08	12,88
B	10	12,66	14,63
Γ	8,17	8,38	13,33
Δ	6,48	8,14	13,57
E	6,85	9,43	15,15
Z	8,7	13,89	13,75
H	7,48	9,43	13,18

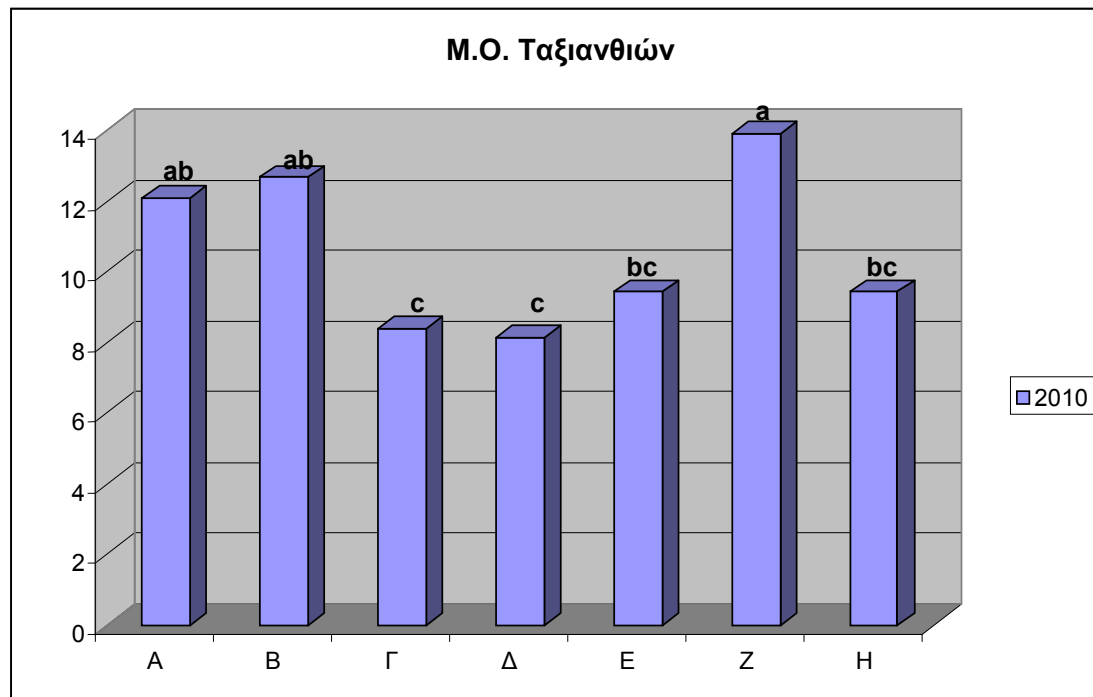
Από την στατιστική επεξεργασία (μονοπαραγοντική) των δεδομένων του 2009, 2010 και 2011, και στη συνέχεια των δεδομένων των ετών 2009-2010 και 2010-2011 (διπαραγοντική ανάλυση) και τέλος του συνδυασμού των τριών ετών (τριπαραγοντική) προέκυψαν οι πίνακες 15,16,17 και τα αντίστοιχα γραφήματα 15,16,17.

Γράφημα 15: Μέσος όρος αριθμού ταξιανθιών ανά επανάληψη κατά το έτος 2009



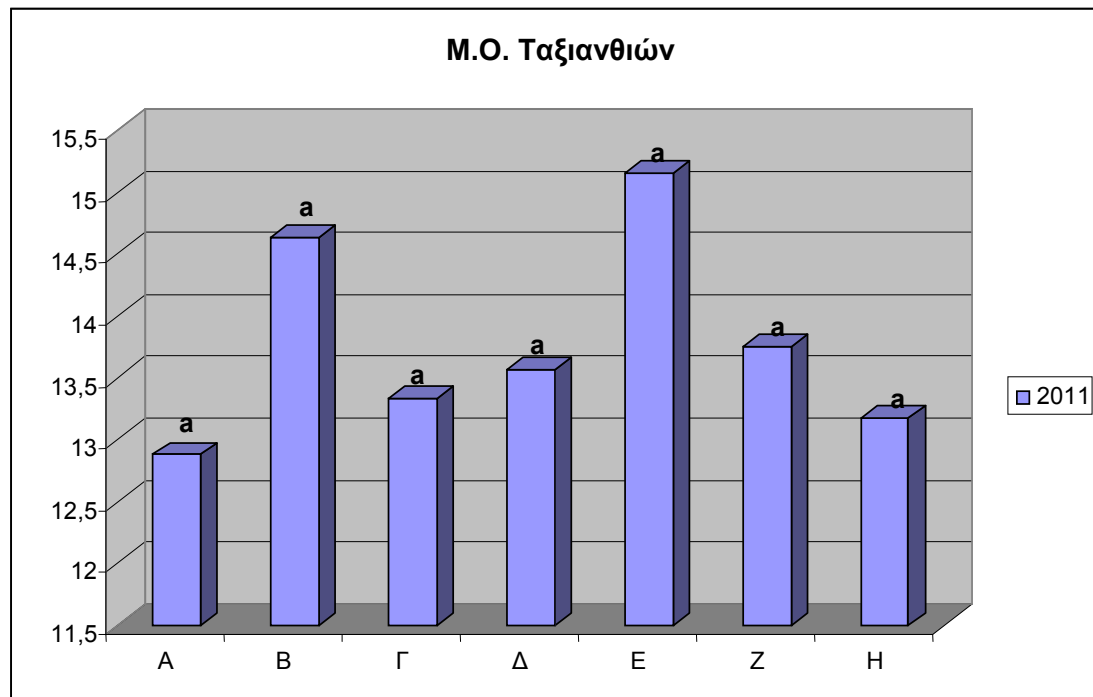
Κατά τη μονοπαραγοντική ανάλυση βρέθηκε σημαντική διαφορά στο μέσο όρο του αριθμού των ταξιανθιών του παράγοντα επέμβασης, κατά το έτος 2009. Ο μεγαλύτερος αριθμός παρατηρήθηκε στον μάρτυρα (A) ο οποίος διέφερε σημαντικά από όλες τις επεμβάσεις, εκτός από την επέμβαση B. Η επέμβαση B διέφερε σημαντικά από τις Γ, Η, Ε, Δ. Τέλος η Z διέφερε σημαντικά από τις Ε, Δ.

Γράφημα 16: Μέσος όρος αριθμού ταξιανθιών ανά επανάληψη κατά το έτος 2010



Κατά τη μονοπαραγοντική ανάλυση βρέθηκε σημαντική διαφορά στο μέσο όρο του αριθμού των ταξιανθιών του παράγοντα επέμβαση, κατά το έτος 2010. Ο μεγαλύτερος αριθμός παρατηρήθηκε στην επέμβαση Z (13,89), ο οποίος διέφερε από όλες τις άλλες, αλλά σημαντικά από τις επεμβάσεις E, H, Γ, Δ. Οι επεμβάσεις B και A δεν διέφεραν μεταξύ τους, αλλά διέφεραν σημαντικά από τις Γ και Δ.

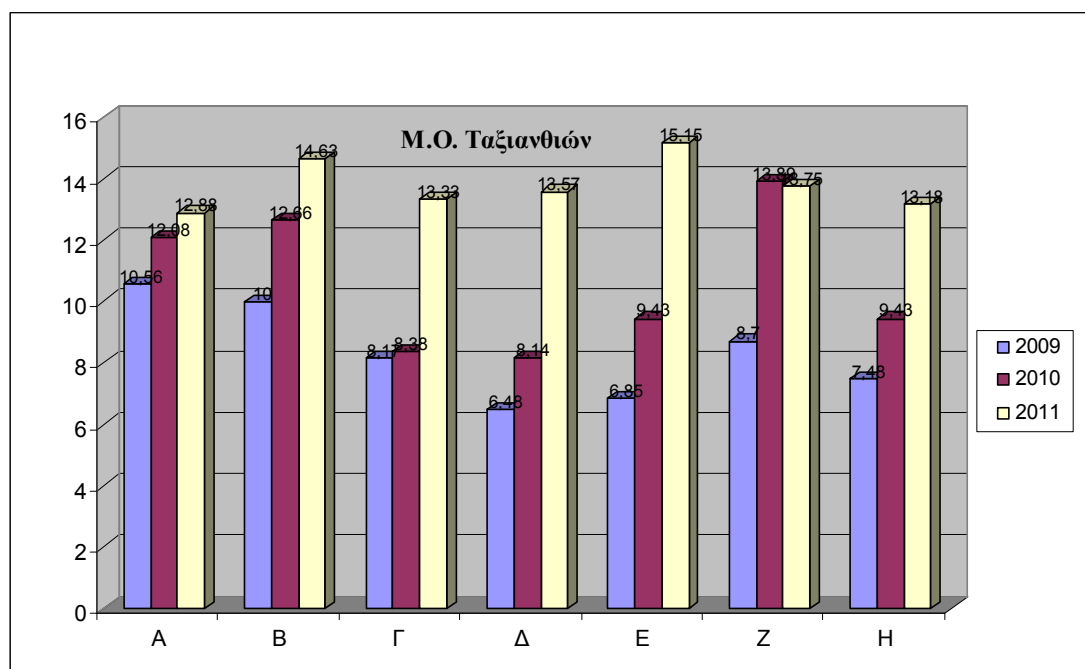
Γράφημα 17: Μέσος όρος αριθμού ταξιανθιών ανά επανάληψη κατά το έτος 2011



Κατά τη μονοπαραγοντική ανάλυση δεν βρέθηκε σημαντική διαφορά στο μέσο όρο του αριθμού των ταξιανθιών ανά επέμβαση, κατά το έτος 2011. Οι τιμές του μέσου όρου του αριθμού των ταξιανθιών κυμάνθηκαν από 12,87 (επέμβαση A) έως 15,15 (επέμβαση E).

Στους Πίνακες 15,16,17 και τα Γραφήματα 18 και 19 που προκύπτουν παρουσιάζονται ο μέσος όρος του αριθμού των ταξιανθιών ανά επέμβαση, κατά τα έτη 2009, 2010, 2011.

Γράφημα 18: Μέσος όρος. αριθμού ταξιανθιών ανά επέμβαση και ανά έτος (2009, 2010, 2011)



Πίνακας 15: Διπαραγοντική ανάλυση μέσου όρου αριθμού ταξιανθιών (2009, 2010)

	A	B	Γ	Δ	E	Z	H	M.O.
2009	10,56 bcd	10 cde	8,17 defg	6,48 g	6,85 fg	8,7 defg	7,48 efg	8,31 b
2010	12,08 abc	12,66 ab	8,38 defg	8,14 defg	9,43 def	13,89 a	9,43 def	10,57 a
M.O.	11,32 a	11,32 a	8,27 b	7,31 b	8,14 b	11,29 a	8,45 b	

Ανάλυση της συνδιασποράς

ΛΠΠ (A) *

ΕΤΟΣ (B) *

(A) X (B) NS

Οι μέσοι των επεμβάσεων διαχωρίζονται με το Student's test σε $P=0,05$.

* : σημαντικά σε $P=0,05$, NS: μη σημαντικά σε $P=0,05$.

Κατά τη διπαραγοντική ανάλυση (Πιν.15) βρέθηκε σημαντική επίδραση και των δύο παραγόντων (έτος και καλιούχος λίπανση) στο μέσο όρο αριθμού ταξιανθιών ανά επέμβαση, χωρίς όμως να υπάρχει σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ τους. Η υψηλότερη τιμή παρατηρήθηκε στην επέμβαση Z, το έτος 2010 (4.29), χωρίς όμως διαφορά από τις επεμβάσεις B, E και H του ίδιου έτους (3.52, 3.55 και 3.56 αντίστοιχα).

Πίνακας 16: Διπαραγοντική ανάλυση μέσου όρου αριθμού ταξιανθιών (2010, 2011)

	A	B	Γ	Δ	E	Z	H	M.O.
2010	12,08 ab	12,66 ab	8,38 bc	8,14 c	9,43 bc	13,89 a	9,43 bc	10,57 b
2011	12,88 a	14,63 a	13,33 a	13,56 a	15,15 a	13,75 a	13,17 a	13,78 a
M.O.	12,48 abc	13,64 ab	10,85 c	10,85 c	12,29 bc	13,82 a	11,30 bc	

Ανάλυση της συνδιασποράς

ΛΠΠ (A) NS

ΕΤΟΣ (B) *

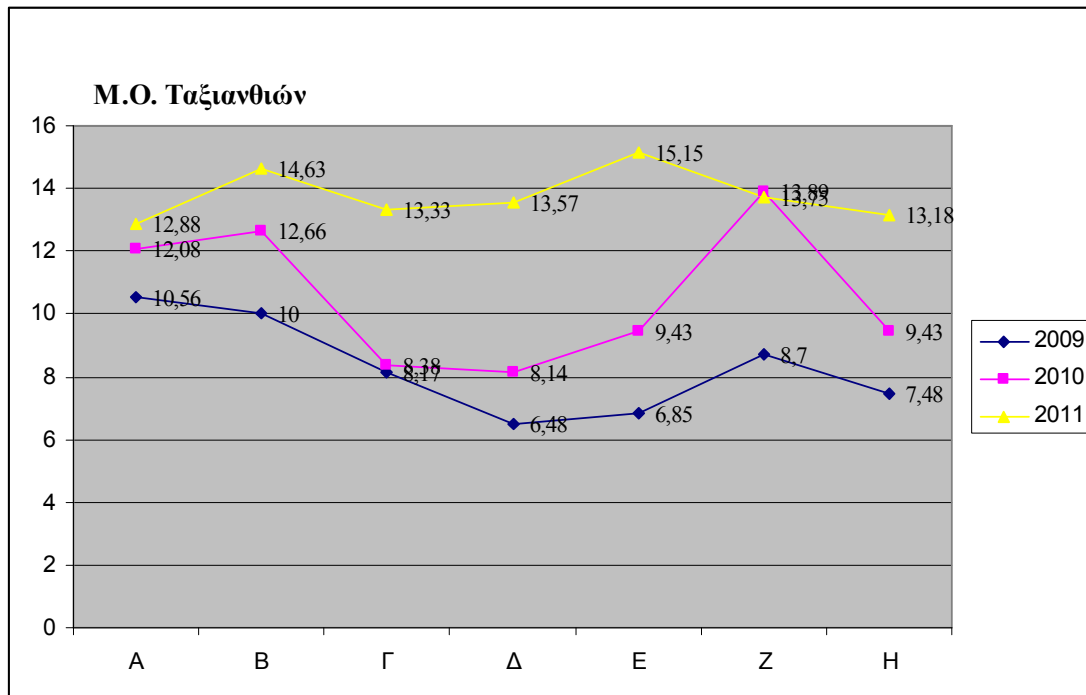
(A) X (B) NS

Οι μέσοι των επεμβάσεων διαχωρίζονται με το Student's test σε $P=0,05$.

* : σημαντικά σε $P=0,05$, NS: μη σημαντικά σε $P=0,05$.

Κατά τη διπαραγοντική ανάλυση (Πιν. 16) βρέθηκε σημαντική επίδραση μόνο του παράγοντα «έτος εφαρμογής» στο μέσο όρο αριθμού ταξιανθιών ανά επέμβαση. Η υψηλότερη τιμή παρατηρήθηκε στην επέμβαση E του έτους 2011 (15,15), χωρίς όμως διαφορά από τις επεμβάσεις B, Z, Δ, Γ, H, A του ίδιου έτους (14,62, 13,75, 13,56, 13,32, 13,17, 12,87 αντίστοιχα) και την επέμβαση Z του 2010 (13,89).

Γράφημα 19: Μ.Ο. αριθμού ταξιανθιών ανά επέμβαση και ανά έτος (2009, 2010, 2011)



Πίνακας 17: Τριπαραγοντική ανάλυση μέσου όρου αριθμού ταξιανθιών (2009,2010, 2011)

	A	B	Γ	Δ	E	Z	H	M.O.
2009	10,56 cdef	10 defg	8,17fghi	6,48 i	6,85 hi	8,7 fghi	7,48 ghi	8,31 c
2010	12,08 bcde	12,66 abcd	8,38fghi	8,14 fghi	9,43 efgh	13,89 ab	9,43 efgh	10,57 b
2011	12,88 abcd	14,63 ab	13,33abc	13,56 ab	15,15 a	13,75 ab	13,17 abc	13,78 a
M.O.	11,84 ab	12,42 a	9,95 c	9,39 c	10,47 bc	12,11 ab	10,02 c	

Κατά την τριπαραγοντική ανάλυση (Πιν. 17) παρατηρήθηκε σημαντική διαφορά στις επεμβάσεις και στο έτος, χωρίς αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων αυτών. Και για τα τρία έτη 2009, 2010 και 2011 η υψηλότερη τιμή του μέσου όρου παρατηρήθηκε στην επέμβαση B (12,42), χωρίς όμως διαφορά από την επέμβαση Z και A (12,11, 11,84 αντίστοιχα). Ο μέσος όρος και για τα τρία έτη της επέμβασης Z (12,11) διέφερε σημαντικά μεν από τους μέσους όρους και για τα τρία έτη των επεμβάσεων E, H, Γ, Δ, χωρίς όμως σημαντική διαφορά από το μέσο όρο της επέμβασης A (11,84).

Η υψηλότερη τιμή του μέσου όρου ταξιανθιών παρατηρήθηκε στην επέμβαση E του έτους 2011 (15,15), χωρίς όμως διαφορά από τις επεμβάσεις B, Z, Δ, Γ, H, A του ίδιου έτους (14,62, 13,75, 13,56, 13,32, 13,17, 12,87 αντίστοιχα) και την

επέμβαση Z του 2010 (13,89). Η επέμβαση Β, Ζ, Δ του έτους 2011 και η επέμβαση Ζ του έτους 2010 διέφεραν σημαντικά από τις επεμβάσεις Α, Β, Ζ, Γ, Ε, Δ του έτους 2009 και των Ε, Η, Γ, Δ του έτους 2010.

5. ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΒΑΡΟΥΣ ΣΤΑΦΥΛΩΝ

α. Μέσος όρος βάρους σταφυλών ανά πρέμνο και επέμβαση

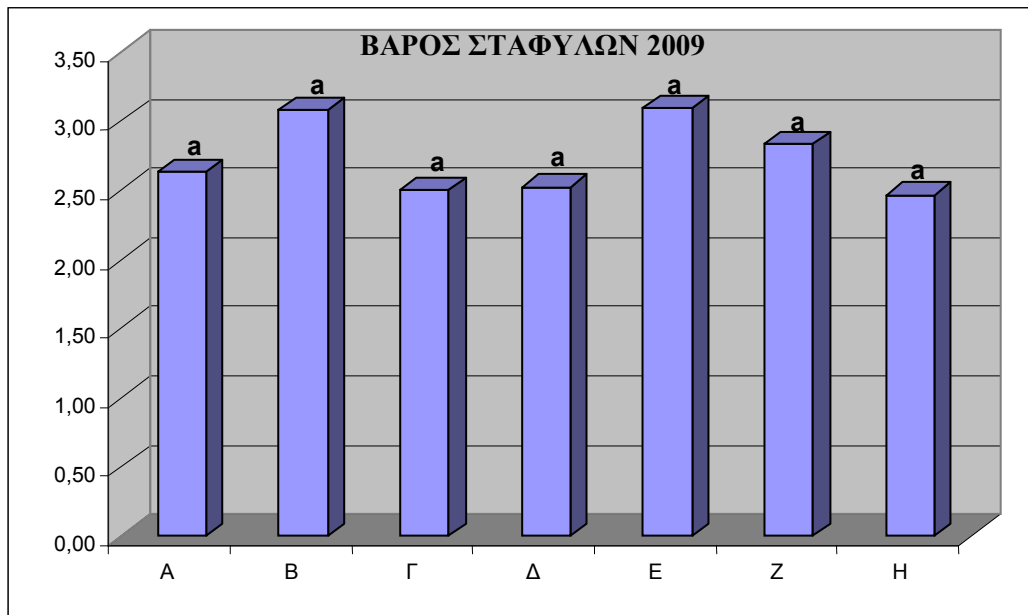
Στον Πίνακα 18 και τα Γραφήματα 20,21 που προκύπτουν, παρουσιάζεται ο μέσος όρος του βάρους των σταφυλών σε kg ανά επέμβαση, κατά το πρώτο και δεύτερο έτος του πειράματος (2009 - 2010).

Το βάρος των σταφυλών κυμάνθηκε από 2,50 έως 3,09 kg και από 2,75 έως 4,29 kg το 2009 και 2010 αντίστοιχα, χωρίς να υπάρχει διαφορά μεταξύ των επεμβάσεων κάθε έτους (μονοπαραγοντική ανάλυση). Στο Γράφημα 22 παρουσιάζεται συγκριτικά ο μέσος όρος των σταφυλών σε kg ανά επέμβαση για το έτος 2009 και 2010.

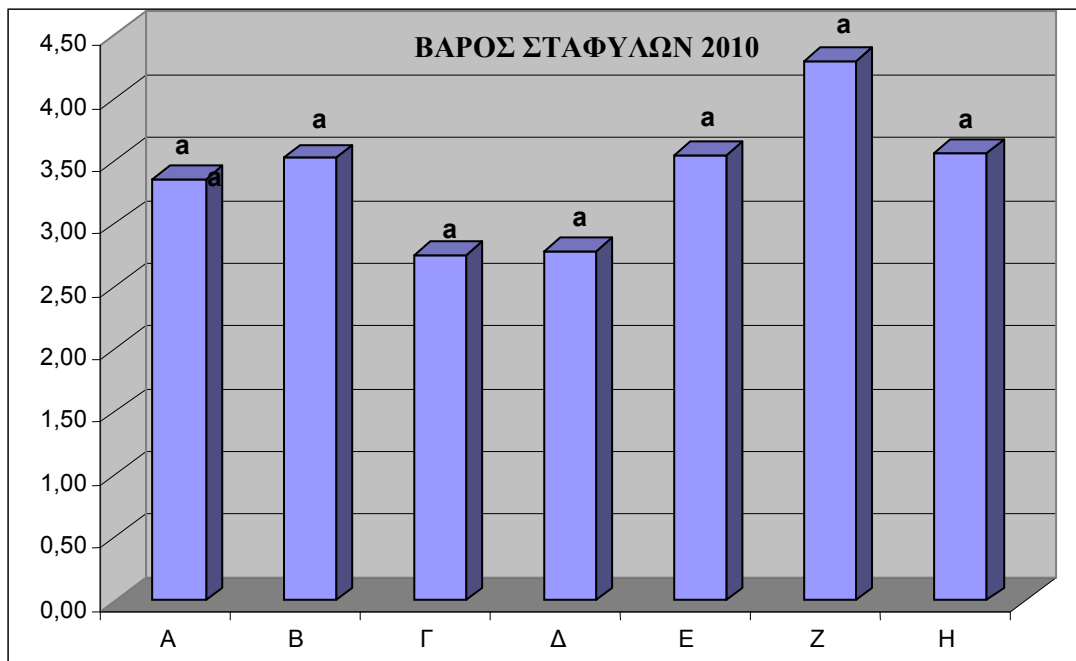
Πίνακας 18: Μ.Ο. βάρους σταφυλών ανά πρέμνο και επέμβαση κατά τα έτη 2009 και 2010

ΕΠΕΜΒΑΣΗ	Μ.Ο. βάρους σταφυλών kg	
	2009	2010
Α	2,63	3,36
Β	3,08	3,52
Γ	2,50	2,75
Δ	2,52	2,78
Ε	3,09	3,55
Ζ	2,83	4,29
Η	2,46	3,56

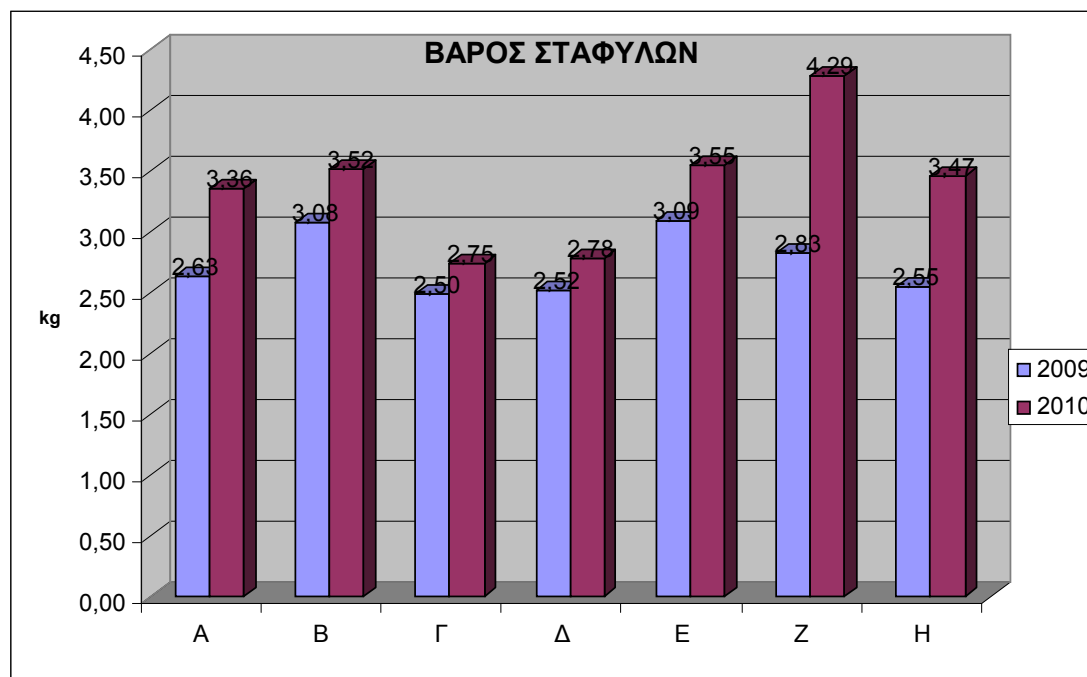
Γράφημα 20: Μ.Ο. βάρους σταφυλών ανά πρέμνο και επέμβαση κατά το έτος 2009



Γράφημα 21: Μ.Ο. βάρους σταφυλών ανά πρέμνο επέμβαση κατά το έτος 2010



Γράφημα 22: Σύγκριση Μ.Ο. βάρους σταφυλών ανά πρέμνο επέμβαση των 2009 και 2010



Πίνακας 19: Διπαραγοντική ανάλυση μέσου όρου βάρους σταφυλών (2009, 2010)

	A	B	Γ	Δ	E	Z	H	M.O.
2009	2,63 cd	3,08 bcd	2,50 cd	2,52 cd	3,09 bcd	2,83 bcd	2,46 d	2,73 b
2010	3,36 bc	3,52 ab	2,75 bcd	2,78 bcd	3,55 ab	4,29 a	3,56 ab	3,40 a
M.O.	3,00 ab	3,30 a	2,62 b	2,65 b	3,32 a	3,56 a	3,01 ab	

Ανάλυση της συνδιασποράς

ΛΠ (A) *

ΕΤΟΣ (B) *

(A) X (B) NS

Οι μέσοι των επεμβάσεων διαχωρίζονται με το Student's test σε $P=0,05$.

*, : σημαντικά σε $P=0,05$, NS: μη σημαντικά σε $P=0,05$.

Κατά τη διπαραγοντική ανάλυση(Πιν. 19) βρέθηκε σημαντική επίδραση και των δύο παραγόντων επέμβαση και έτος στο μέσο βάρος σταφυλών ανά επέμβαση, χωρίς όμως να υπάρχει σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ τους. Το υψηλότερο βάρος παρατηρήθηκε στην επέμβαση Z του έτους 2010, (4.29), χωρίς όμως διαφορά από τις επεμβάσεις B, E και H του ίδιου έτους (3.52, 3.55 και 3.56 αντίστοιχα).

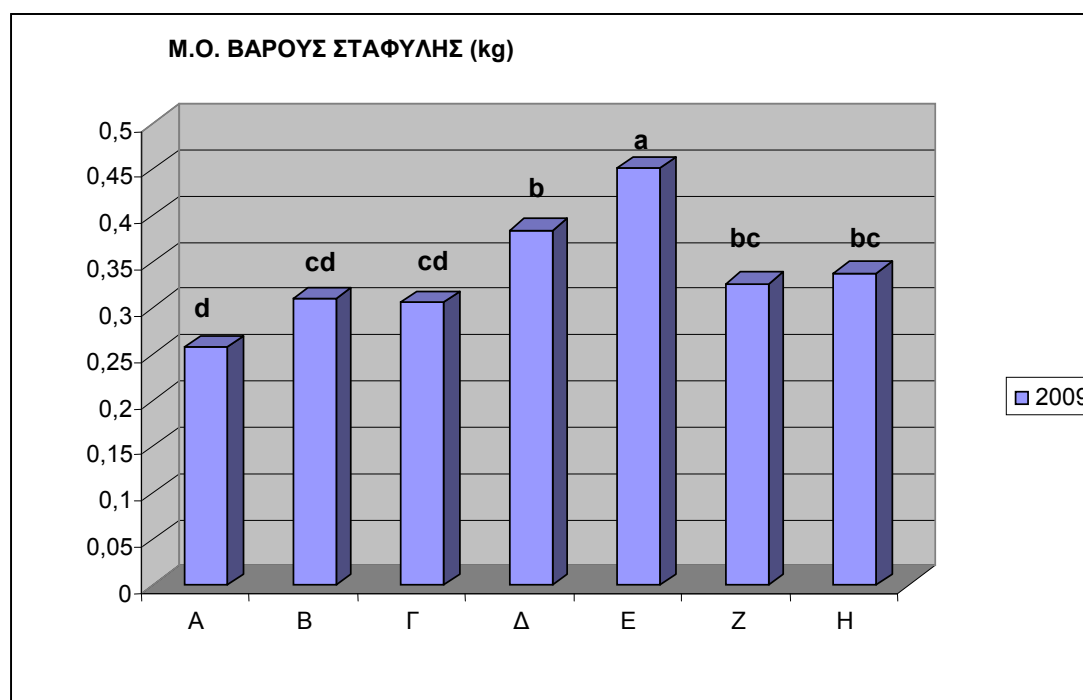
β. Μέσος όρος βάρους σταφυλής πρέμνου ανά επέμβαση

Στον Πίνακα 20 και τα Γραφήματα 23, 24 που προκύπτουν παρουσιάζεται ο μέσος όρος βάρους σταφυλής ανά πρέμνο και επέμβαση σε Kg, και στα δύο έτη του πειράματος.

Πίνακας 20: Μέσος όρος βάρους σταφυλής (Kg) ανά πρέμνο και επέμβαση (2009, 2010)

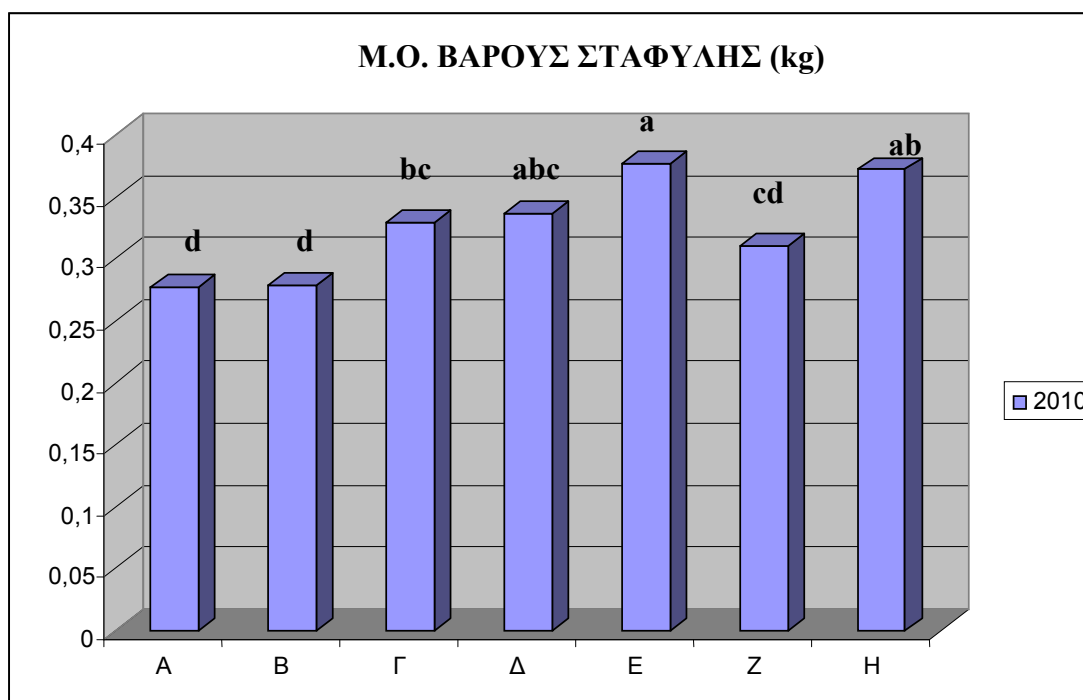
ΕΠΕΜΒΑΣΗ	Μ.Ο. Βάρους Σταφυλής kg	
	2009	2010
A	0,25707702	0,276972892
B	0,310557221	0,279004383
Γ	0,30626121	0,329367418
Δ	0,384321896	0,336772619
E	0,451494677	0,376800601
Z	0,326420658	0,310179814
H	0,338154582	0,371810156

Γράφημα 23: Μέσος όρος βάρους σταφυλής (Kg) ανά πρέμνο και επέμβαση (2009)



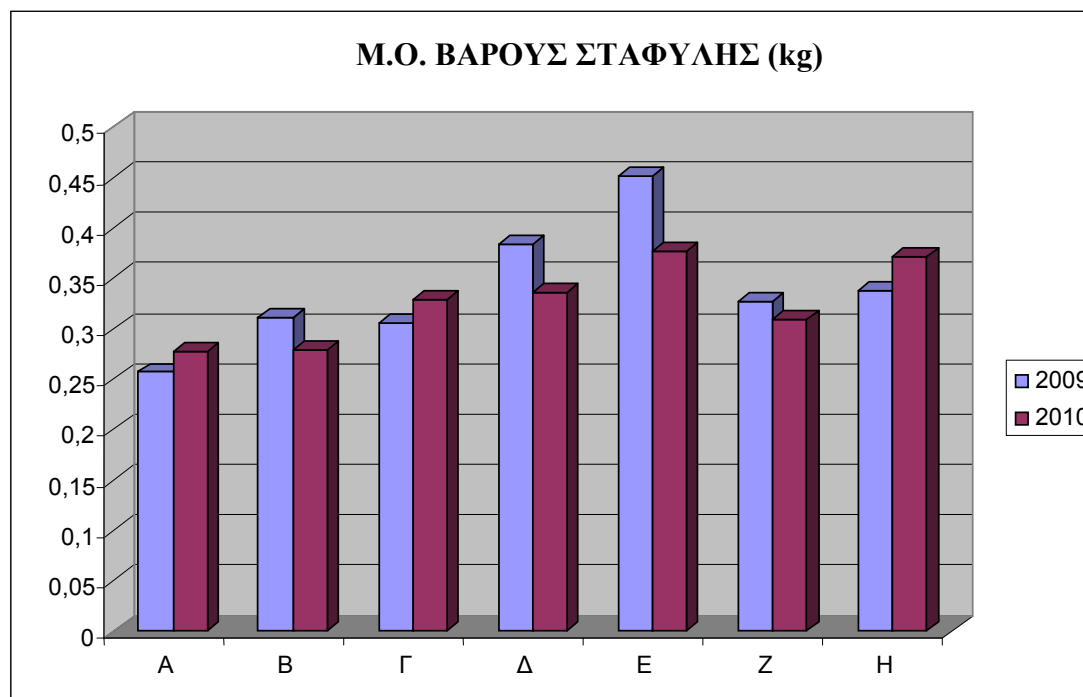
Κατά τη μονοπαραγοντική ανάλυση βρέθηκε σημαντική διαφορά στο μέσο όρο βάρους σταφυλής ανά πρέμνο και επέμβαση, κατά το έτος 2009. Στην επέμβαση Ε παρατηρήθηκε η υψηλότερη τιμή (0,45 kg) σε σχέση με όλες τις άλλες επεμβάσεις. Η επέμβαση Δ (0,38 kg) διέφερε από τις Β, Γ, Α. Οι επεμβάσεις Η και Ζ δεν διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους, αλλά διαφέρουν από την επέμβαση Α.

Γράφημα 24: Μέσος όρος βάρους σταφυλής (Kg) ανά πρέμνο και επέμβαση (2010)



Κατά τη μονοπαραγοντική ανάλυση βρέθηκε σημαντική διαφορά στο μέσο όρο βάρους σταφυλής (πρέμνου) ανά επέμβαση, κατά το έτος 2010. Στην επέμβαση Ε παρατηρήθηκε η υψηλότερη τιμή (0,37 kg), χωρίς σημαντική διαφορά από τις επεμβάσεις Η και Δ.

Γράφημα 25: Μέσος όρος βάρους σταφυλής (Kg) ανά πρέμνο και επέμβαση (2009, 2010)



Πίνακας 21: Διαπραγοντική ανάλυση μέσου όρου βάρους σταφυλής ανά πρέμνο και επέμβαση (2009, 2010)

	A	B	Γ	Δ	E	Z	H	M.O.
2009	0,25 f	0,31def	0,306 def	0,38 b	0,45 a	0,32 cde	0,338 bcd	0,33
2010	0,27 ef	0,27 ef	0,32 bcde	0,33 bcd	0,37 bc	0,31 def	0,37 bc	0,32
M.O.	0,26	0,29	0,31	0,36	0,41	0,31	0,35	

Ανάλυση της συνδιασποράς

ΛΠΙ (A) *

ΕΤΟΣ (B) NS

(A) X (B) NS

Οι μέσοι των επεμβάσεων διαχωρίζονται με το Student's test σε $P=0,05$.

*,.: σημαντικά σε $P=0,05$, NS: μη σημαντικά σε $P=0,05$.

Κατά τη διπραγοντική ανάλυση (Πιν.21) βρέθηκε σημαντική επίδραση μόνο του παράγοντα «επέμβαση» στο μέσο βάρος σταφυλής του πρέμνου. Το υψηλότερο μέσο βάρος παρατηρήθηκε στην επέμβαση E, του έτους 2009 (0,45 kg), η οποία διαφέρει από όλες τις άλλες. Οι επεμβάσεις E και H του 2010 δεν διαφέρουν μεταξύ τους, αλλά ούτε και με τις επεμβάσεις H του 2009, Δ και Γ του 2010. Η επέμβαση Z διαφέρει από τις επεμβάσεις Γ του 2009, B και A του 2010 και A του 2009, χωρίς σημαντική διαφορά από τις επεμβάσεις B, Z, H του 2009 και Γ και Δ του 2010.

6. ΑΠΟΔΟΣΗ

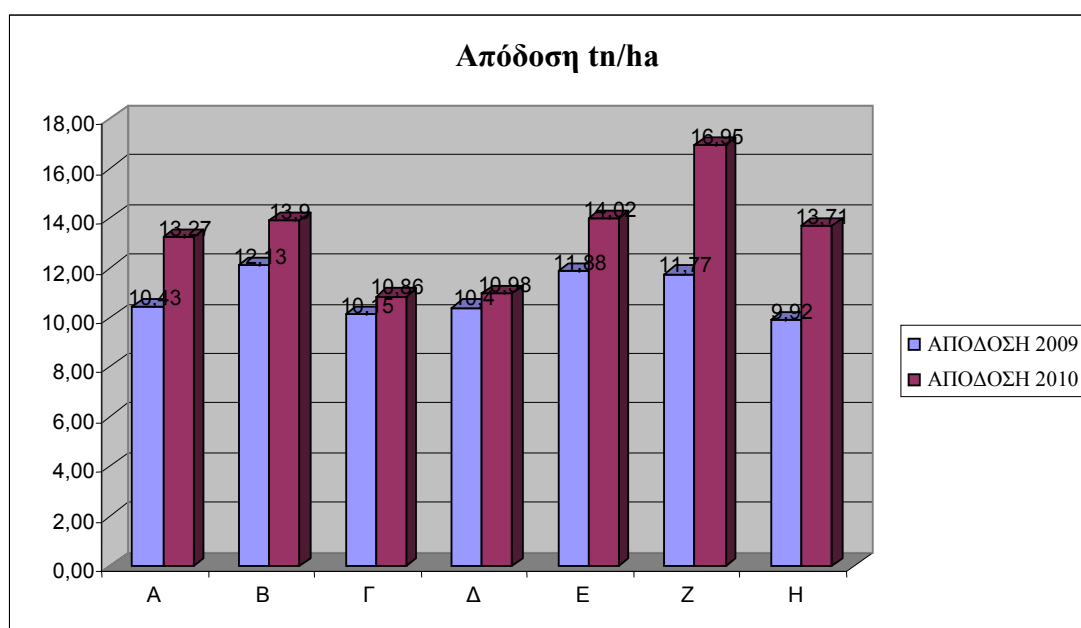
Η απόδοση κυμάνθηκε από 9,92 tn/ ha (επέμβαση Η) έως 11,88 και 11,77 tn/ ha (επέμβαση Ε και Ζ αντίστοιχα) το έτος 2009 και 13,27 tn/ ha (επέμβαση Α) έως 16,95 tn/ ha (επέμβαση Ζ) το έτος 2010.

Στον Πίνακα 22 και το Γράφημα 26 που προκύπτει παρουσιάζεται η απόδοση (tn/ha) ανά επέμβαση κατά το πρώτο και δεύτερο έτος του πειράματος (2009,2010).

Πίνακας 22: Απόδοση αμπελώνα (tn/ha) ανά επέμβαση 2009-2010

ΕΠΕΜΒΑΣΗ	ΑΠΟΔΟΣΗ 2009 tn/ha	ΑΠΟΔΟΣΗ 2010 tn/ha
Α	10,43	13,27
Β	12,13	13,90
Γ	10,15	10,86
Δ	10,40	10,98
Ε	11,88	14,02
Ζ	11,77	16,95
Η	9,92	13,71

Γράφημα 26: Σύγκριση αποδόσεων αμπελώνα (tn/ha) ανά επέμβαση των ετών 2009, 2010



7. ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΒΑΡΟΥΣ ΚΛΗΜΑΤΙΔΩΝ

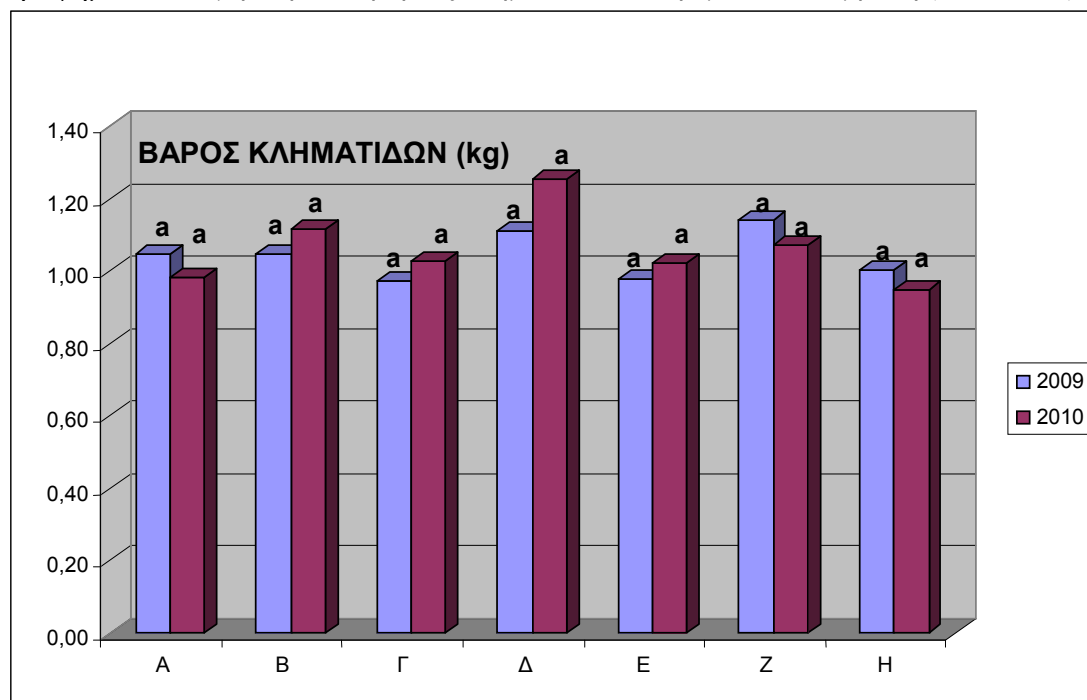
Στον Πίνακα 23 και στο Γράφημα 27 που προκύπτει παρουσιάζεται το μέσο βάρος των κληματίδων ανά επέμβαση για τα έτη 2009 και 2010.

Σημειώνεται ότι το χειμερινό κλάδεμα καρποφορίας διενεργήθηκε αρχές του 2010 και του 2011 αντίστοιχα, αλλά η διαφοροποίηση των βλαστών και η ολοκλήρωση της ξυλοποίησης τους αφορούσε στα έτη 2009 και 2010.

Πίνακας 23: Μ.Ο. βάρους κληματίδων ανά πρέμνο και επέμβαση κατά τα έτη 2009 και 2010

ΕΠΕΜΒΑΣΗ	Μ.Ο. βάρους κληματίδων ανά πρέμνο και επέμβαση (kg)	
	2009	2010
A	1,05	0,99
B	1,05	1,12
Γ	0,98	1,03
Δ	1,11	1,26
E	0,98	1,03
Z	1,14	1,07
H	1,00	0,95

Γράφημα 27: Σύγκριση Μ.Ο. βάρους κληματίδων ανά πρέμνο και επέμβαση (2009, 2010)



Πίνακας 24: Διαπαραγοντική ανάλυση μέσου όρου βάρους κληματίδων ανά πρέμνο και επέμβαση

Ανάλυση της συνδιασποράς

ΛΠΠ (A) NS

ΕΤΟΣ (B) NS

(A) X (B) NS

Οι μέσοι των επεμβάσεων διαχωρίζονται με το Student's test σε $P=0,05$.

*, **: σημαντικά σε $P=0,05$, $P=0,01$, αντίστοιχα, NS: μη σημαντικά σε $P=0,05$

Κατά τη διπαραγοντική ανάλυση (Πιν. 24) δε βρέθηκε σημαντική επίδραση κανενός παράγοντα ούτε σημαντική αλληλεπίδραση. Το μέσο βάρος κυμάνθηκε από 0,95 έως 1,26 kg ανά πρέμνο και επέμβαση, τα δύο έτη. Πιο αναλυτικά το μέσο βάρος κληματίδων κυμάνθηκε από 0,98 (επέμβαση Γ και Ε) έως 1,14 kg (ανά πρέμνο και επέμβαση Ζ) και από 0,95 (ανά πρέμνο και επέμβαση Η) έως 1,26 kg (ανά πρέμνο και επέμβαση Δ) το 2009 και 2010 αντίστοιχα.

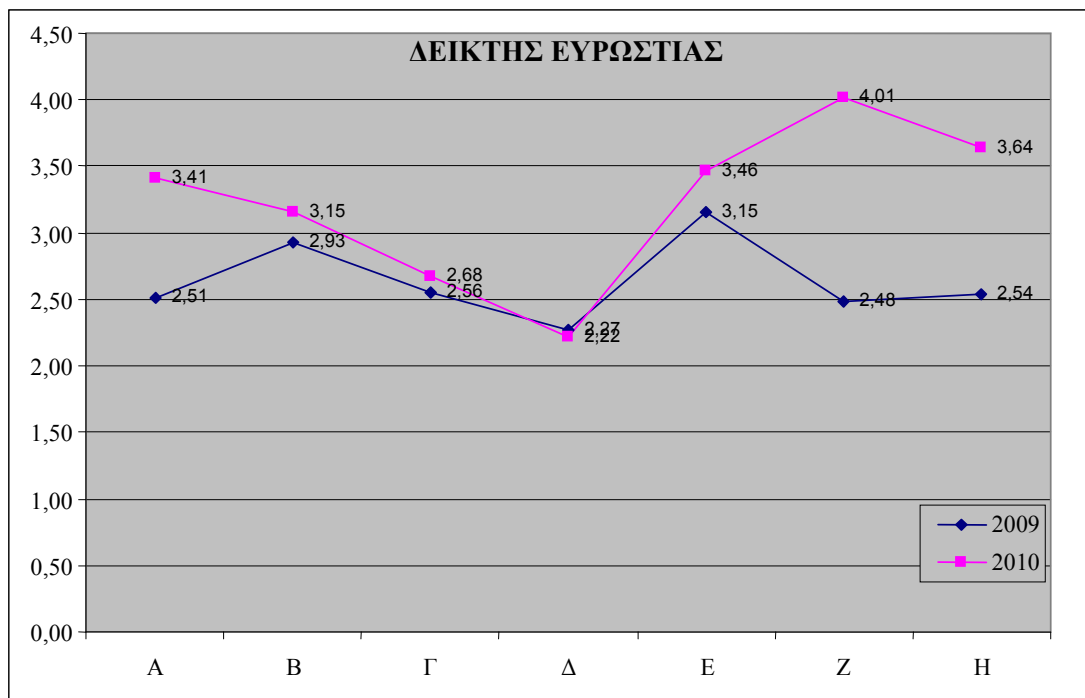
8. ΔΕΙΚΤΗΣ ΕΥΡΩΣΤΙΑΣ

Στον Πίνακα 25 και στα αντίστοιχα Γραφήματα 28,29 που προκύπτουν παρουσιάζεται ο μέσος όρος του δείκτη ευρωστίας κατά Ravaz (βάρος σταφυλών/βάρος κληματίδων σε Kg ανά πρέμνο και επέμβαση) για τα έτη 2009, 2010.

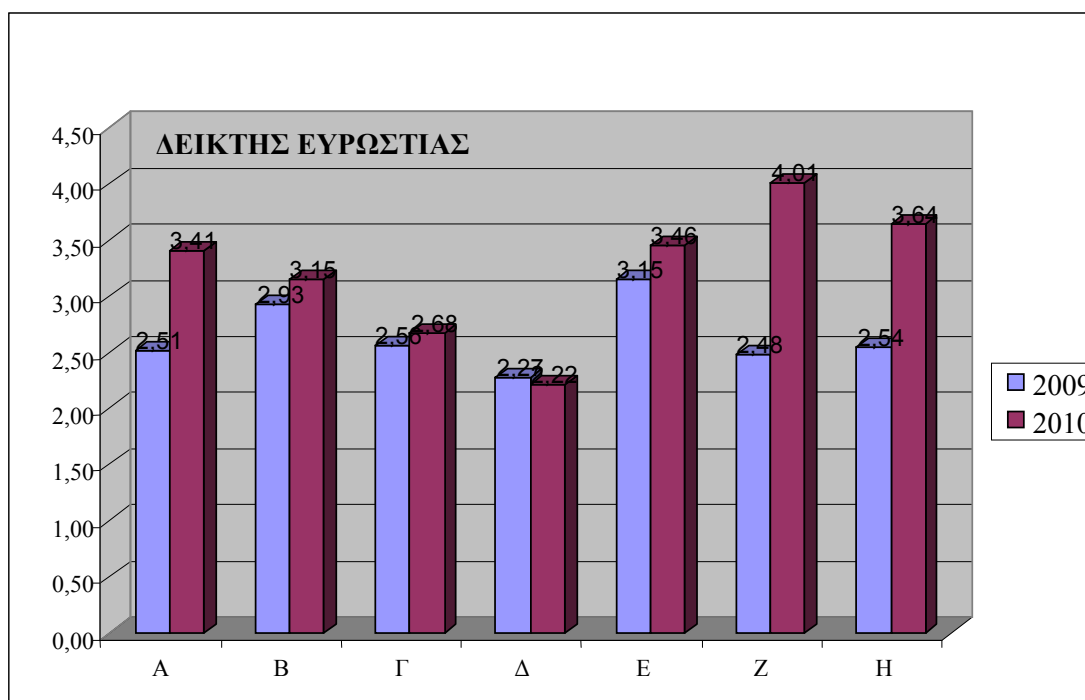
Πίνακας 25: Μέσος όρος του δείκτη ευρωστίας (κατά Ravaz) ανά πρέμνο και επέμβαση κατά τα έτη 2009 και 2010.

ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ	ΔΕΙΚΤΗΣ ΕΥΡΩΣΤΙΑΣ	
	2009	2010
A	2,51	3,41
B	2,93	3,15
Γ	2,56	2,68
Δ	2,27	2,22
E	3,15	3,46
Z	2,48	4,01
H	2,54	3,64

Γράφημα 28: Μέσος όρος του δείκτη ευρωστίας (κατά Ravaz) ανά πρέμνο και επέμβαση κατά τα έτη 2009 και 2010.



Γράφημα 29: Μέσος όρος του δείκτη ευρωστίας (κατά Ravaz) ανά πρέμνο και επέμβαση κατά τα έτη 2009 και 2010.



Πίνακας 26 : Διπαραγοντική ανάλυση μέσου όρου δείκτη ευρωστίας (2009, 2010)

	A	B	Γ	Δ	E	Z	H	M.O.
2009	2,53 cde	2,93 bcde	2,60 cde	2,34 de	3,20 abcde	2,50 cde	2,66 cde	2,68 b
2010	3,41 abcd	3,22 abcde	2,70 cde	2,27 e	3,46 abc	4,05 a	3,84 ab	3,28 a
M.O.	2,97 ab	3,07 a	2,65 ab	2,31 b	3,33 a	3,28 a	3,25 a	

Ανάλυση της συνδιασποράς

ΛΠΠ (A) NS

ΕΤΟΣ (B) *

(A) X (B) NS

Οι μέσοι των επεμβάσεων διαχωρίζονται με το Student's test σε $P=0,05$.

* : σημαντικά σε $P=0,05$, NS: μη σημαντικά σε $P=0,05$.

Κατά τη διπαραγοντική ανάλυση (Πιν. 26) βρέθηκε σημαντική επίδραση μόνο του παράγοντα «έτος» στο δείκτη ευρωστίας. Παρ' όλα αυτά ο μέσος όρος των επεμβάσεων E, Z, H, B, A για τα δύο έτη φαίνεται ότι δεν διαφέρει σημαντικά, αλλά διαφέρει με αυτόν της επέμβασης Δ.

Παρατηρήθηκε ότι ο δείκτης ευρωστίας για την υπό μελέτη ποικιλία Αγιωργίτικο, στις συγκεκριμένες συνθήκες και στο συγκεκριμένο πειραματικό αμπελώνα για το έτος 2009 κυμάνθηκε από το 2,27 (επέμβαση Δ) έως το 3,15 (επέμβαση E) και φαίνεται ότι παρουσίασε αύξηση σε όλες τις επεμβάσεις κατά το έτος 2010, εκτός από το δείκτη ευρωστίας της επέμβασης Δ που μειώθηκε (2,22). Στην επέμβαση Z κατά το έτος 2010 παρατηρήθηκε η μεγαλύτερη τιμή του δείκτη ευρωστίας(4,01), χωρίς όμως σημαντική διαφορά από τις επεμβάσεις H, E, A, B του 2010 και E του 2009, αλλά με διαφορά από τις επεμβάσεις B, H, Γ, A, Z, Δ, του 2009 και Γ, Δ του 2010.

9. ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΓΛΕΥΚΟΥΣ

α. Έτος 2009

Στον Πίνακα 27 και στο αντίστοιχο Γράφημα 30 παρουσιάζονται οι κυριότεροι γλευκογραφικοί χαρακτήρες του γλεύκους ανά επέμβαση για το έτος 2009. Προσδιορίστηκαν ο δυναμικός αλκοολικός τίτλος % (ΔΑΤ), η ογκομετρούμενη (ολική) οξύτητα (εκφρασμένη σε g/L τρυγικού οξέος), η ενεργός οξύτητα (pH), και τα οξέα τρυγικό, μηλικό και κιτρικό (σε g/L) και τέλος η περιεκτικότητα σε κάλιο (mg/L).

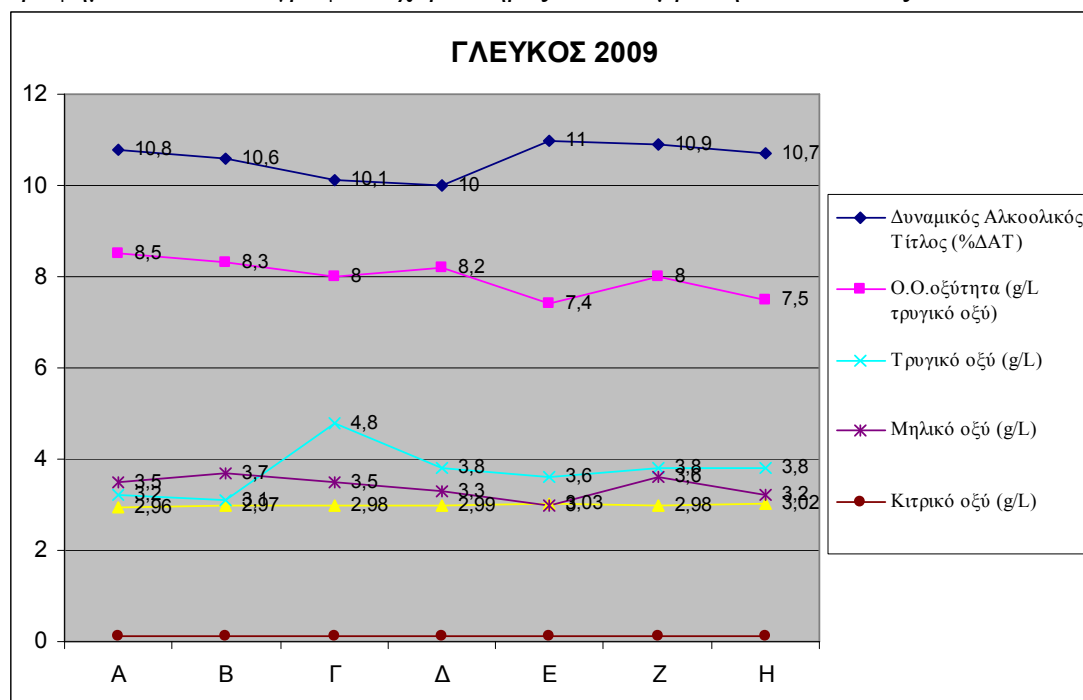
Πίνακας 27: Γλευκογραφικοί χαρακτήρες ανά επέμβαση κατά το έτος 2009

<u>ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ</u>	<u>Δυναμικός Αλκοολικός Τίτλος</u> <u>(%ΔΑΤ)</u>	<u>Ο.οξύτητα</u> <u>(g/L τρυγικό οξύ)</u>	<u>Ενεργός Οξύτητα</u> <u>(pH)</u>	<u>Τρυγικό οξύ</u> <u>(g/L)</u>	<u>Μηλικό οξύ</u> <u>(g/L)</u>	<u>Κιτρικό οξύ</u> <u>(g/L)</u>	<u>Κάλιο</u> <u>(mg/L)</u>
A	10,8	8,5	2,96	3,2	3,5	0,1	1382
B	10,6	8,3	2,97	3,1	3,7	0,1	1016
Γ	10,1	8,0	2,98	4,8	3,5	0,1	1052
Δ	10,0	8,2	2,99	3,8	3,3	0,1	1298
E	11,0	7,4	3,03	3,6	3	0,1	1509
Z	10,9	8,0	2,98	3,8	3,6	0,1	1787
H	10,7	7,5	3,02	3,8	3,2	0,1	1663

Κατά το έτος 2009 ο δυναμικός αλκοολικός τίτλος (ΔΑΤ) κυμάνθηκε από το 11% (επέμβαση E) έως το 10% (επέμβαση Δ). Η ογκομετρούμενη οξύτητα κυμάνθηκε από 7,4 g/L τρυγικού οξέος (επέμβαση E) έως 8,5 g/L τρυγικού οξέος (επέμβαση A). Η ενεργός οξύτητα (pH) κυμάνθηκε από το 2,96 (επέμβαση A) έως το 3,03 (επέμβαση E). Το τρυγικό οξύ από 3,1 g/L (επέμβαση B) έως 4,8 g/L (επέμβαση Γ). Το μηλικό οξύ κυμάνθηκε από τα 3 g/L έως τα 3,7 g/L, δείχνοντας μια

φυσιολογική πορεία ωρίμανσης (Κουράκου, 1998). Τέλος η περιεκτικότητα του γλεύκους σε κιτρικό οξύ για όλες τις επεμβάσεις το κιτρικό οξύ ήταν για το γλεύκος όλων των επεμβάσεων το ίδιο (0,1 g/L).

Γράφημα 30: Γλυκογραφικοί χαρακτήρες ανά επέμβαση κατά το έτος 2009



β. Έτος 2010

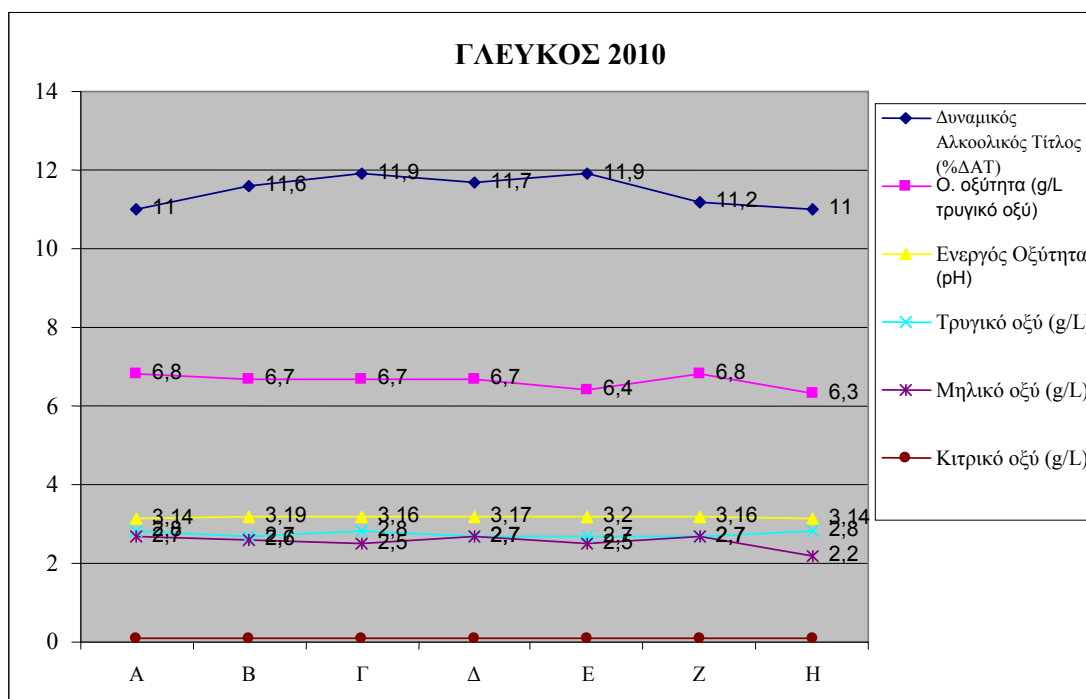
Στον Πίνακα 28 και στο αντίστοιχο Γράφημα 31 παρουσιάζονται οι κυριότεροι γλυκογραφικοί χαρακτήρες του γλεύκους ανά επέμβαση για το έτος 2009. Προσδιορίστηκαν ο δυναμικός αλκοολικός τίτλος % (ΔΑΤ), η ογκομετρούμενη (ολική) οξύτητα (εκφρασμένη σε g/L τρυγικού οξέος), η ενεργός οξύτητα (pH), και τα οξέα τρυγικό, μηλικό και κιτρικό (σε g/L) και τέλος η περιεκτικότητα σε κάλιο (mg/L). Κατά το έτος 2010 ο δυναμικός αλκοολικός τίτλος κυμάνθηκε από το 11% (επεμβάσεις A και H) έως το 11,9% (επεμβάσεις Γ και E). Η ογκομετρούμενη οξύτητα κυμάνθηκε από 6,3 g/L τρυγικού οξέος (επέμβαση H) έως 6,8 g/L τρυγικού οξέος (επεμβάσεις A και Z). Η ενεργός οξύτητα (pH) κυμάνθηκε από το 3,14 (επεμβάσεις A και H) έως το 3,2 (επέμβαση E).

Πίνακας 28: Γλυκογραφικοί χαρακτήρες ανά επέμβαση κατά το έτος 2010

ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ	Δυναμικός Αλκοολικός Τίτλος (%ΔΑΤ)	Ο.οξύτητα (g/L τρυγικό οξύ)	Ενεργός Οξύτητα (pH)	Τρυγικό οξύ (g/L)	Μηλικό οξύ (g/L)	Κιτρικό οξύ (g/L)	Κάλιο (mg/L)
A	11	6,8	3,14	2,8	2,7	0,1	1322
B	11,6	6,7	3,19	2,7	2,6	0,1	1341
Γ	11,9	6,7	3,16	2,8	2,5	0,1	1328
Δ	11,7	6,7	3,17	2,7	2,7	0,1	1279
E	11,9	6,4	3,2	2,7	2,5	0,1	1326
Z	11,2	6,8	3,16	2,7	2,7	0,1	1312
H	11	6,3	3,14	2,8	2,2	0,1	1222

Το τρυγικό οξύ από 2,7 g/L (επεμβάσεις B, Δ, E, Z) έως 2,8 g/L (επεμβάσεις A, H). Το μηλικό οξύ κυμάνθηκε από τα 2,2 g/L έως τα 2,7 g/L ,δείχνοντας φυσιολογική πορεία ωρίμανσης (Κουράκου, 1998). Τέλος το κιτρικό οξύ ήταν για το γλεύκος όλων των επεμβάσεων το ίδιο (0,1 g/L).

Γράφημα 21: Γλευκογραφικοί χαρακτήρες ανά επέμβαση κατά το έτος 2010



γ. Σχέση της περιεκτικότητας του γλεύκους σε κάλιο με τους λοιπούς γλευκογραφικούς χαρακτήρες

Περιεκτικότητα του γλεύκους σε κάλιο ανά έτος και επέμβαση

Επιχειρήθηκε η συγκριτική μελέτη της επίδρασης της περιεκτικότητας του γλεύκους σε κάλιο ανά έτος και επέμβαση στους λοιπούς γλευκογραφικούς χαρακτήρες και συγκεκριμένα στην περιεκτικότητα σε σάκχαρα, την ογκομετρούμενη οξύτητα, την ενεργό οξύτητα (pH), και τα οξέα τρυγικό, μηλικό και κιτρικό.

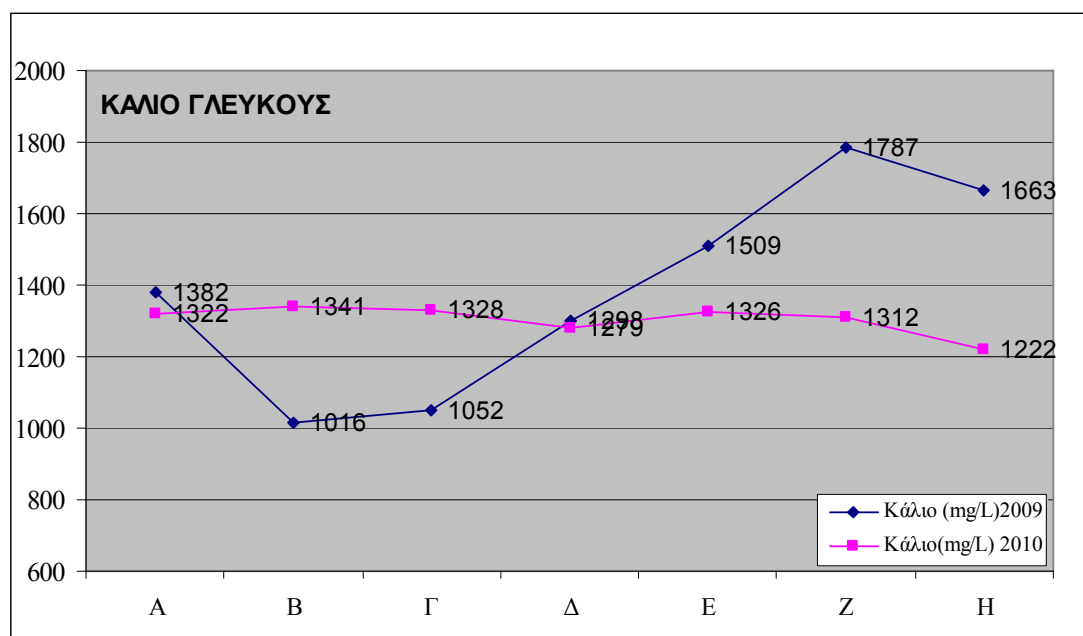
Στον Πίνακα 29 και το αντίστοιχο Γράφημα 32 δίνονται οι συγκεντρώσεις του καλίου στο γλεύκος (mg/L) ανά επέμβαση για τα έτη 2009 και 2010.

Κατά το έτος 2009 παρατηρήθηκε αύξηση της περιεκτικότητας του γλεύκους σε κάλιο στις επεμβάσεις E, Z, H σε σχέση με το μάρτυρα A. Η επέμβαση Z εμφάνισε τη μεγαλύτερη αύξηση από όλες (1787mg/L) και ακολούθησε η επέμβαση H (1663 mg/L). Αντίθετα στις επεμβάσεις B, Γ και Δ η περιεκτικότητα του γλεύκους κυμάνθηκε σε χαμηλότερα επίπεδα σε σχέση με εκείνη του μάρτυρα A.

Πίνακας 29: Περιεκτικότητα του γλεύκους σε κάλιο ανά επέμβαση κατά τα έτη 2009 και 2010.

<u>ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ</u>	<u>Κάλιο γλεύκους (mg/L)</u> <u>2009</u>	<u>Κάλιο γλεύκους (mg/L)</u> <u>2010</u>
A	1382	1322
B	1016	1341
Γ	1052	1328
Δ	1298	1279
E	1509	1326
Z	1787	1312
H	1663	1222

Γράφημα 32: Περιεκτικότητα του γλεύκους σε κάλιο ανά επέμβαση κατά τα έτη 2009 και 2010.



Κατά το έτος 2010 (Γράφημα 32) παρατηρήθηκε αξιοσημείωτη σύγκλιση των συγκεντρώσεων καλίου στο γλεύκος όλων των επεμβάσεων που κυμάνθηκαν κοντά

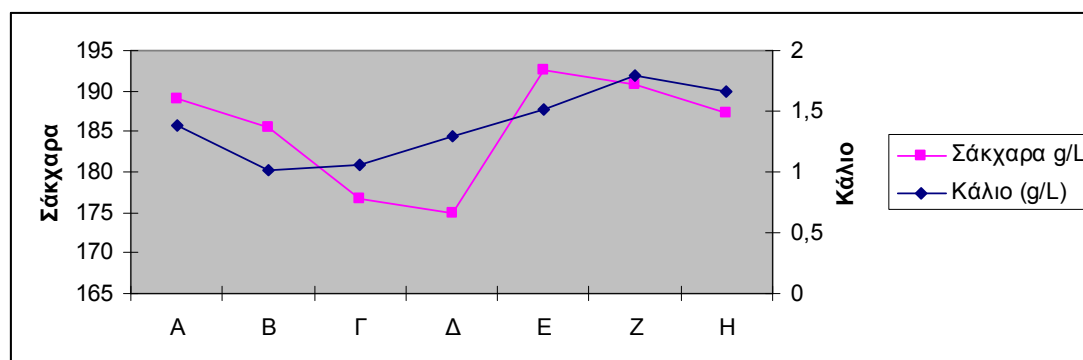
στη συγκέντρωση Κ στον μάρτυρα. Οι επεμβάσεις Β και Γ που είχαν τις μικρότερες συγκεντρώσεις Κ στο γλεύκος το πρώτο έτος (2009) έδωσαν κατά το δεύτερο έτος (2010) μεγαλύτερες συγκεντρώσεις σε σχέση με τον μάρτυρα. Αντίθετα οι επεμβάσεις Ζ και Η που είχαν μεγαλύτερες συγκεντρώσεις Κ στο γλεύκος το 2009 υστέρησαν σε σχέση με τον μάρτυρα. Γενικά οι συγκεντρώσεις του Κ στο γλεύκος κατά το δεύτερο έτος (2010) παρουσίασαν μία τάση σταθεροποίησης αλλά πάντα σε χαμηλότερα επίπεδα σε σχέση με το πρώτο έτος πειραματισμού (2009).

Αναλυτικότερα η μεταβολή των υπό μελέτη γλευκογραφικών χαρακτήρων σε σχέση με την περιεκτικότητα του γλεύκος σε κάλιο **κατά το έτος 2009**:

Σάκχαρα

Από την επεξεργασία των δεδομένων των γλευκογραφικών χαρακτηριστικών του Πίνακα 27, της ανάλυσης γλεύκος 2009 μετά από την μετατροπή του δυναμικού αλκοολικού τίτλου (Δ.Α.Τ.) σε σάκχαρα (g/L)*, του καλίου (από mg/L σε g/L) και τον προσδιορισμό του λόγου τρυγικό οξύ προς μηλικό οξύ για κάθε επέμβαση, προκύπτουν τα γραφήματα 33,34,35,36.

Γράφημα 33: Πορεία της συγκέντρωσης των σακχάρων σε σχέση με την περιεκτικότητα του γλεύκος σε κάλιο κατά το έτος 2009

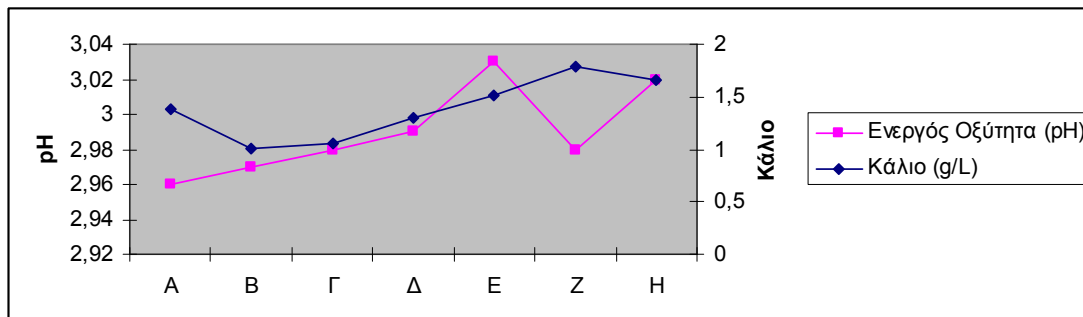


Όπως φαίνεται στο παραπάνω Γράφημα 33, αυξανόμενης της περιεκτικότητας του γλεύκος σε κάλιο (g/L) αυξάνει μέχρις ορίου και η περιεκτικότητα σε σάκχαρα. Τα δεδομένα αυτά επιβεβαιώνουν προγενέστερες ερευνητικές εργασίες και μελέτες (Κουράκου, 1998).

* Σάκχαρα= Δ.Α.Τ. x 17,5 g/L

Ενεργός οξύτητα - ογκομετρούμενη οξύτητα

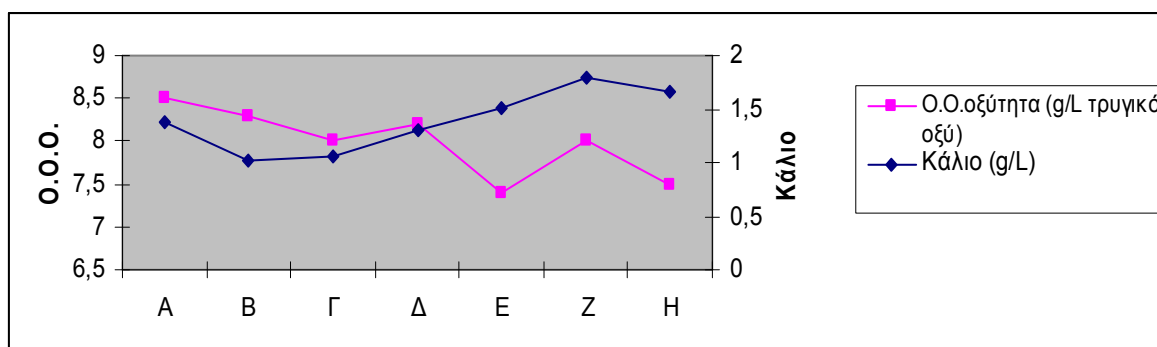
Γράφημα 34: Μεταβολή της ενεργού οξύτητας (pH) σε σχέση με την περιεκτικότητα του γλεύκους σε κάλιο κατά το έτος 2009



Σημειώνεται ότι όταν με την έκθλιψη των σταφυλών ο κυτταρικός χυμός εκχυθεί από τα χυμοτόπια, τότε παύει να υφίσταται η διαφορετική κατανομή οξέων και βάσεων στις διάφορες ζώνες της σάρκας, καθώς και στο φλοιό, δημιουργούνται νέες ισορροπίες, από τις οποίες διαμορφώνεται τελικά η ογκομετρούμενη οξύτητα και το pH του γλεύκους.

Η ογκομετρούμενη οξύτητα του γλεύκους εξαρτάται από την περιεκτικότητά του σε ελεύθερα οργανικά οξέα και το pH και από το είδος τους. (Κουράκου, 1998).

Γράφημα 35: Μεταβολή της ογκομετρούμενης οξύτητας σε σχέση με την περιεκτικότητα του γλεύκους σε κάλιο κατά το έτος 2009



Δεδομένου ότι από τα οργανικά οξέα το τρυγικό οξύ είναι το ισχυρότερο, η τιμή του pH του γλεύκους εξαρτάται ουσιαστικά από τη συγκέντρωση του οξέος αυτού σε ελεύθερη κατάσταση. Και επειδή το κάλιο που απαντά υπό μορφή K^+ είναι

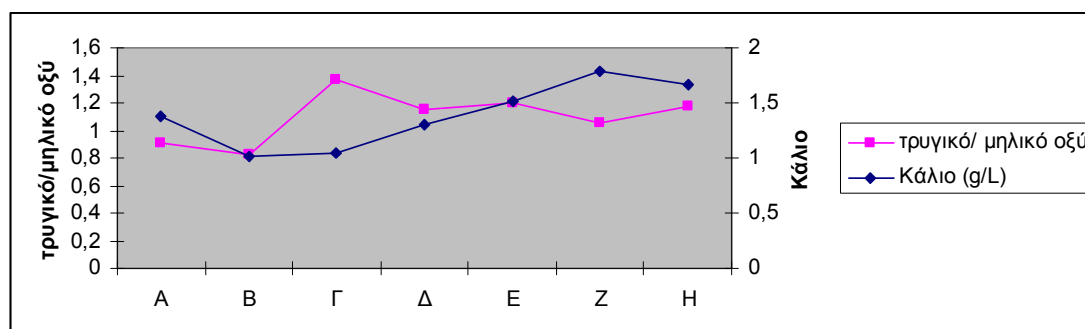
το κύριο κατιόν του γλεύκους και ταυτόχρονα ισχυρά βασικό, η τιμή του pH του γλεύκους διαμορφώνεται κατά βάση από τη σχέση τρυγικού οξέος και ιόντων καλίου.

Κατά το έτος 2009 επιβεβαιώνεται η προαναφερθείσα σχέση, δηλαδή ότι σε όλες τις επεμβάσεις, πλην της Z, παρατηρείται θετική συσχέτιση μεταξύ της περιεκτικότητά του γλεύκους σε κάλιο και του pH οι τιμές του οποίου αυξάνονται ελαφρά.. Στην επέμβαση Z, η μεγαλύτερη συγκέντρωση καλίου δεν συνεπάγεται και μεγαλύτερη τιμή σε ενεργό οξύτητα. Σε αυτή την περίπτωση συνεξετάζεται και η σχέση τρυγικού οξέος και ιόντων καλίου, όπως και ο λόγος τρυγικού / μηλικού οξέος, που μπορεί να δείξει την επίδραση του καλίου στο τρυγικό και μηλικό οξύ των ραγών.

Όπως φαίνεται στο Γράφημα 35 αυξανόμενη της περιεκτικότητας του γλεύκους σε κάλιο μειώνεται μέχρις ορίου η ογκομετρούμενη οξύτητα σε όλες τις επεμβάσεις του πειράματος. Στη τελική όμως διαμόρφωση της ογκομετρούμενης οξύτητας συμβάλλουν εκτός του καλίου τόσο η συγκέντρωση του τρυγικού και μηλικού οξέος καθώς και η αναλογία των δύο αυτών οξέων. Στο Γράφημα 36 παρουσιάζεται η μεταβολή του λόγου τρυγικό προς μηλικό οξύ.

Λόγος τρυγικού προς μηλικό οξύ

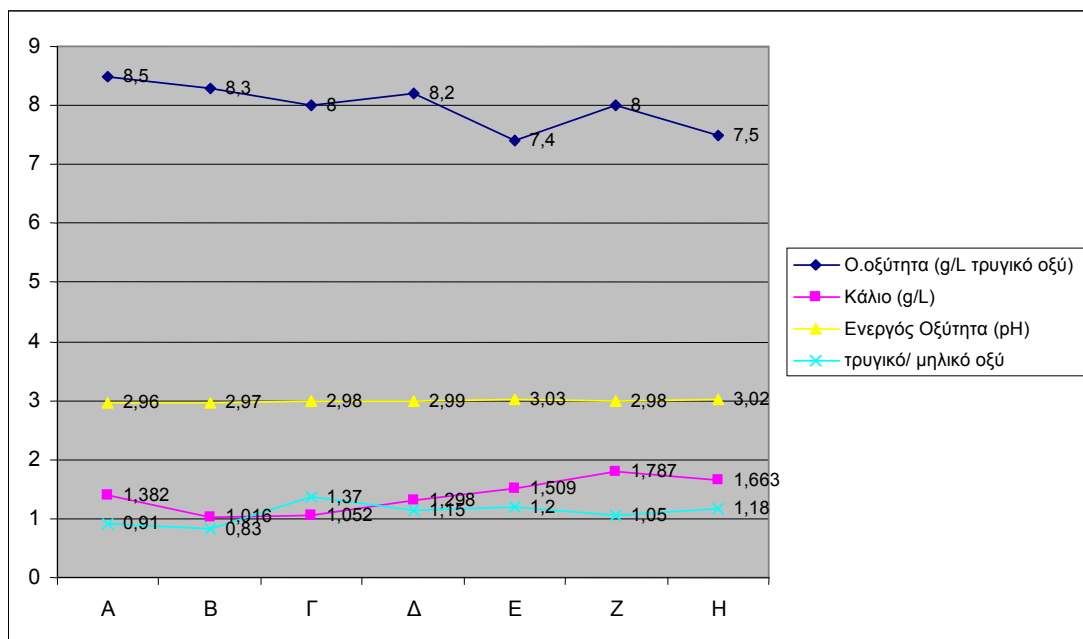
Γράφημα 36: Μεταβολή του λόγου τρυγικού προς μηλικό οξύ σε σχέση με την περιεκτικότητα του γλεύκους σε κάλιο, κατά το έτος 2009



Όπως φαίνεται στο Γράφημα 36 τα δεδομένα για το έτος 2009 δείχνουν ότι με μικρές αποκλίσεις, αυξανόμενη της περιεκτικότητας του γλεύκους σε κάλιο μειώνεται όπως αναφέρθηκε η ογκομετρούμενη οξύτητα, αλλά και η αναλογία τρυγικού προς μηλικό οξύ όπως άλλωστε αναμένονταν.

Τέλος στο Γράφημα 37 παρουσιάζονται συγκεντρωτικά οι μεταβολές των γλευκογραφικών χαρακτήρων κατά το έτος 2009.

Γράφημα 37: Μεταβολή της ογκομετρούμενης οξύτητας σε σχέση με την περιεκτικότητα του γλεύκους σε κάλιο, το pH, και την αναλογία τρυγικού προς μηλικό, κατά το έτος 2009



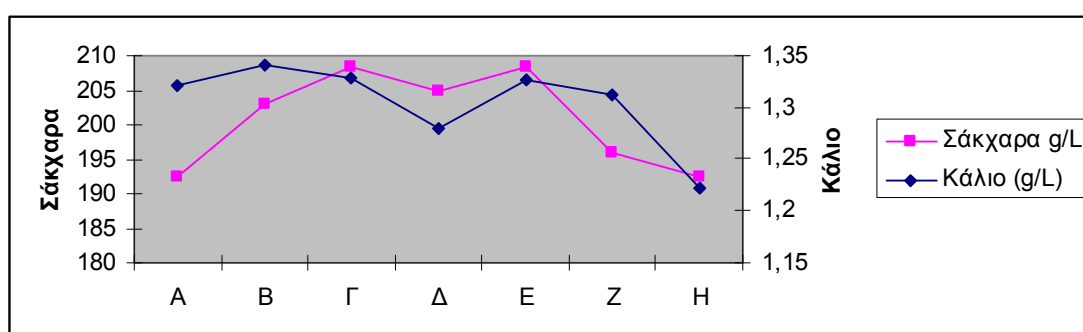
Ο μικρότερος λόγος τρυγικού προς μηλικό οξύ (0,83) παρατηρείται στο γλεύκος που προέρχεται από την επέμβαση B όπου η συγκέντρωση καλίου έχει την χαμηλότερη τιμή σε σχέση με τις λοιπές επεμβάσεις. Την μεγαλύτερη τιμή παίρνει ο λόγος τρυγικού προς μηλικό οξύ στην επέμβαση Γ(1,37). Η επέμβαση Z (που παρουσιάζει τη μεγαλύτερη συγκέντρωση καλίου στο γλεύκος δίδει τιμή στον παραπάνω λόγο κοντά στη μονάδα όπως άλλωστε και οι επεμβάσεις E, Δ, H.

Κατά το έτος 2010 η μεταβολή των υπό μελέτη γλευκογραφικών χαρακτήρων σε σχέση με την περιεκτικότητα του γλεύκους σε κάλιο έχει ως ακολούθως:

Σάκχαρα

Από την επεξεργασία των δεδομένων των γλυκογραφικών χαρακτηριστικών του Πίνακα 28 της ανάλυσης γλεύκους 2010 μετά από την μετατροπή του δυναμικού αλκοολικού τίτλου (Δ.Α.Τ.) σε σάκχαρα (g/L)*, του καλίου (από mg/L σε g/L) και τον προσδιορισμό του λόγου τρυγικό οξύ προς μηλικό οξύ για κάθε επέμβαση, προκύπτουν τα γραφήματα 38,39,40,41.

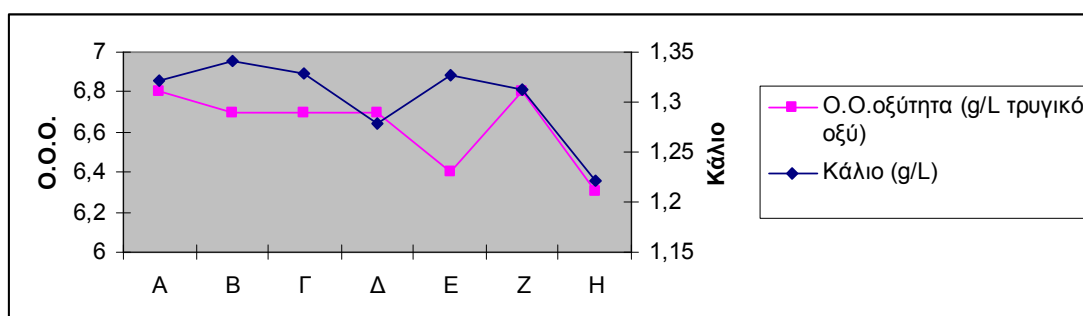
Γράφημα 38: Πορεία της συγκέντρωσης των σακχάρων σε σχέση με την περιεκτικότητα του γλεύκους σε κάλιο κατά το έτος 2010



Όπως φαίνεται στο παραπάνω Γράφημα 38, αυξανόμενης της περιεκτικότητας του γλεύκους σε κάλιο (g/L) αυξάνει μέχρις ορίου και η περιεκτικότητα σε σάκχαρα. Τα δεδομένα αυτά επιβεβαιώνουν προγενέστερες ερευνητικές εργασίες και μελέτες (Κουράκου, 1998).

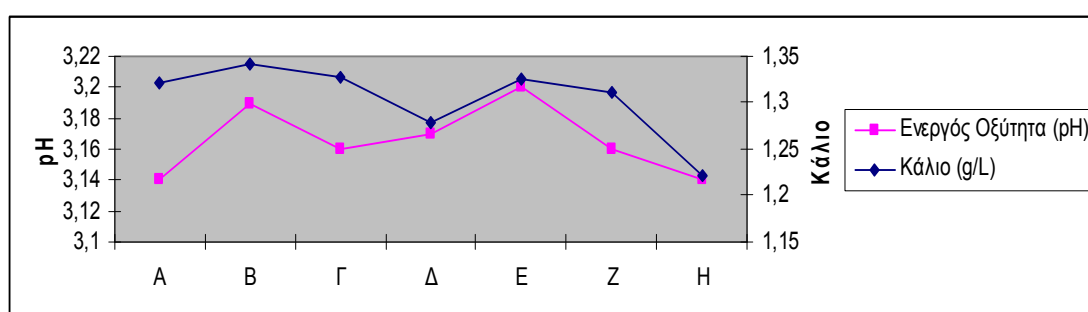
Ενεργός οξύτητα - Ογκομετρούμενη οξύτητα

Γράφημα 39: Μεταβολή της ογκομετρούμενης οξύτητας σε σχέση με την περιεκτικότητα του γλεύκους σε κάλιο κατά το έτος 2010.



Όπως φαίνεται στο Γράφημα 39 αυξανόμενη της περιεκτικότητας του γλεύκους σε κάλιο μειώνεται μέχρις ορίου η ογκομετρούμενη οξύτητα σε όλες τις επεμβάσεις του πειράματος.(εκτός της Z, H). Στη τελική όμως διαμόρφωση της ογκομετρούμενης οξύτητας συμβάλλουν εκτός του καλίου η συγκέντρωση του τρυγικού και μηλικού οξέος καθώς και η αναλογία των δύο αυτών οξέων. Στο Γράφημα 41 παρουσιάζεται η μεταβολή του λόγου τρυγικό προς μηλικό οξύ

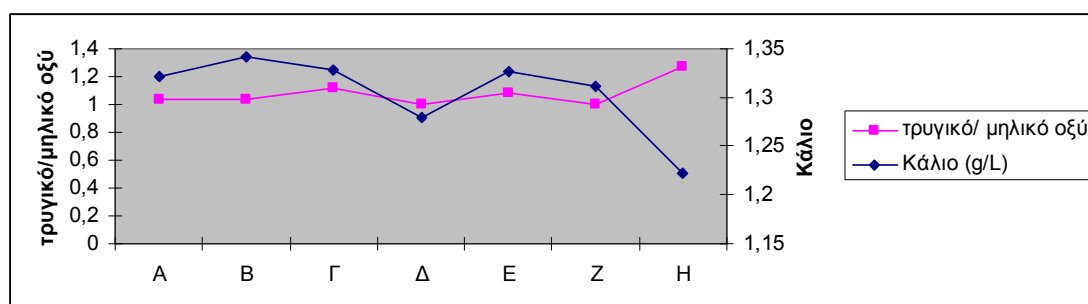
Γράφημα 40: Μεταβολή της ενεργού οξύτητας (pH) σε σχέση με την περιεκτικότητα του γλεύκους σε κάλιο κατά το έτος 2009



Κατά το έτος 2010 επιβεβαιώνεται η προαναφερθείσα σχέση, δηλαδή ότι σε όλες τις επεμβάσεις, παρατηρείται θετική συσχέτιση μεταξύ της περιεκτικότητά του γλεύκους σε κάλιο και του pH οι τιμές του οποίου όμως δεν φαίνεται να διαφέρουν. Κυμάνθηκαν μεταξύ 3,14 έως 3,2.

Λόγος τρυγικού προς μηλικό οξύ

Γράφημα 41: Μεταβολή του λόγου τρυγικού προς μηλικό οξύ σε σχέση με την περιεκτικότητα του γλεύκους σε κάλιο, κατά το έτος 2009

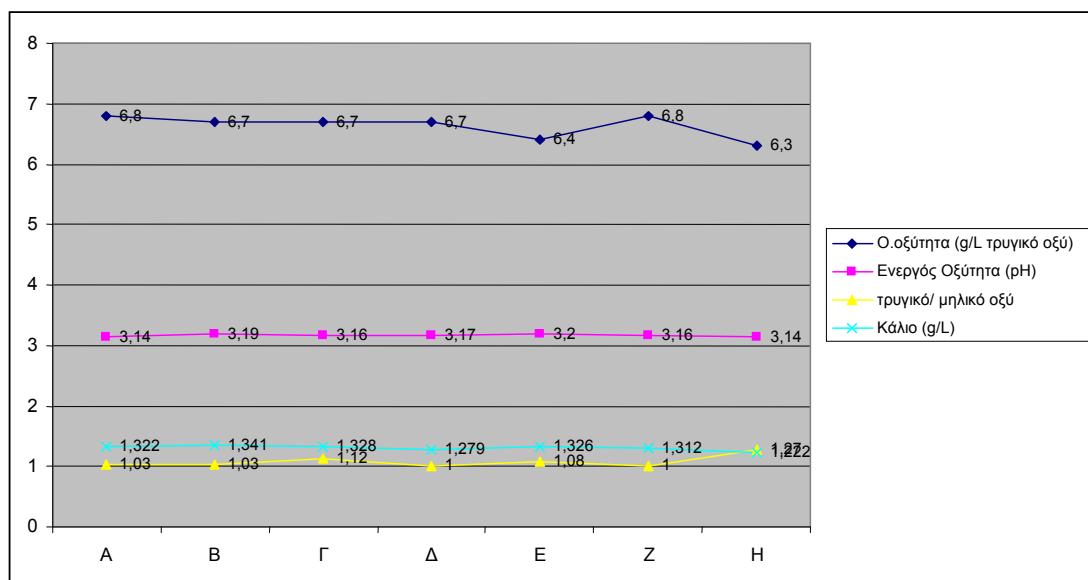


Ανάλογη πορεία των ευθειών καλίου και λόγου τρυγικού /μηλικού οξέος , εκτός της περιπτώσεως της επέμβασης Η.

Όπως φαίνεται στο Γράφημα 41 τα δεδομένα για το έτος 2010 δείχνουν ότι με μικρές αποκλίσεις, αυξανόμενη της περιεκτικότητας του γλεύκους σε κάλιο μειώνεται όπως αναφέρθηκε η ογκομετρούμενη οξύτητα αλλά και η αναλογία τρυγικού προς μηλικό οξύ, με εξαίρεση την επέμβαση Η.

Τέλος στο Γράφημα 42 παρουσιάζονται συγκεντρωτικά οι μεταβολές των γλευκογραφικών χαρακτήρων κατά το έτος 2010.

Γράφημα 42: Μεταβολή της ογκομετρούμενης οξύτητας σε σχέση με την περιεκτικότητα του γλεύκους σε κάλιο, το pH, και την αναλογία τρυγικού προς μηλικό, κατά το έτος 2010



Παρατηρείται ότι ο κατά το δεύτερο έτος του πειράματος στα γλεύκη των επεμβάσεων παρουσιάζονται παραπλήσιες τιμές καλίου, pH, λόγου τρυγικού/μηλικού οξέος και ογκομετρούμενης οξύτητας.

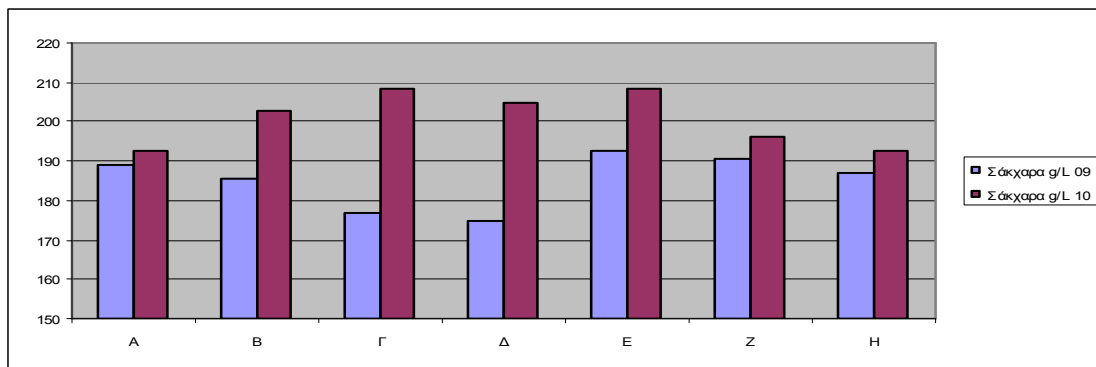
δ. Συγκρίσεις γλευκών 2009 – 2010

Στα γραφήματα 43,44,45,46 παρατίθενται συγκριτικά οι γλευκογραφικοί χαρακτήρες του γλεύκους των επεμβάσεων 2009 και 2010.

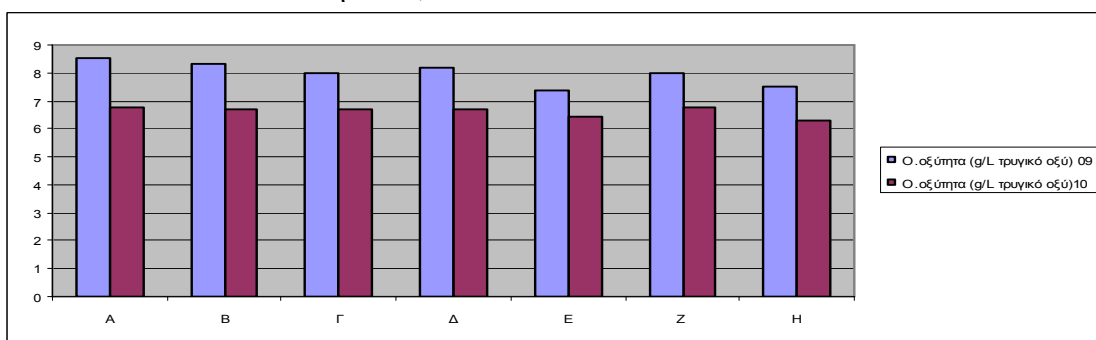
Παρατηρήθηκε αύξηση των σακχάρων και της ενεργού οξύτητας , μείωση της ογκομετρούμενης οξύτητας , καθώς και μείωση του τρυγικού και μηλικού οξέος του γλεύκους σε όλες τις επεμβάσεις του 2010 σε σχέση με το 2009. Ο λόγος τρυγικού

/μηλικό οξύ αυξήθηκε στο γλεύκος των επεμβάσεων Α, Β, Η. Το κιτρικό οξύ παρέμεινε στην ίδια τιμή (0,1g/L) και στα δύο έτη του πειράματος.

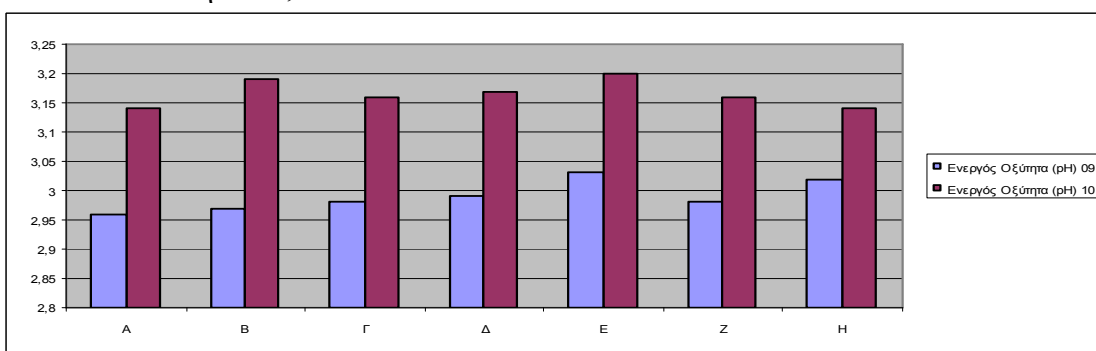
Γράφημα 43: Συγκέντρωση των σακχάρων γλεύκους ανά επέμβαση κατά τα έτη 2009, 2010



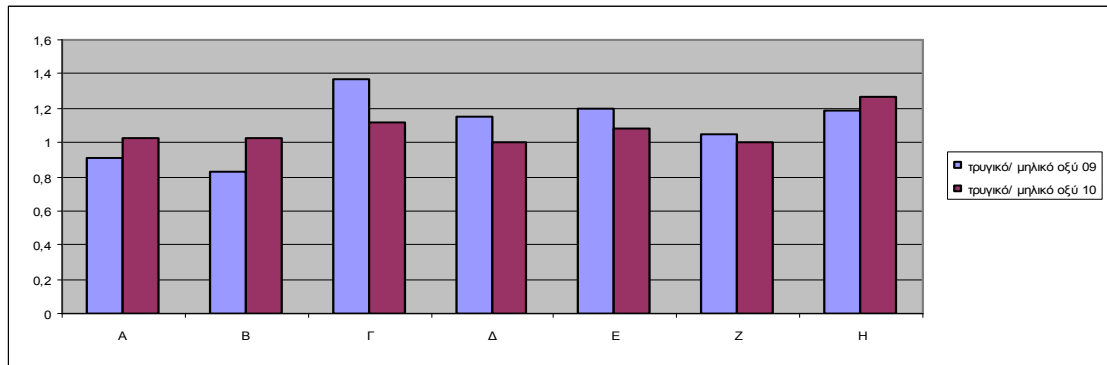
Γράφημα 44: Μεταβολή της ογκομετρούμενης οξύτητας γλεύκους ανά επέμβαση κατά τα έτη 2009, 2010



Γράφημα 45: Μεταβολή της ενεργού οξύτητας (pH) γλεύκους ανά επέμβαση κατά τα έτη 2009, 2010

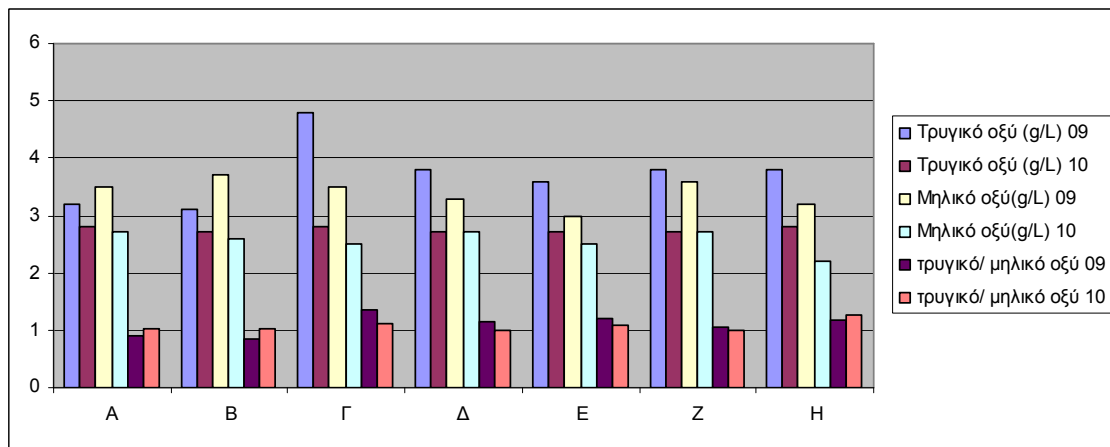


Γράφημα 46: Μεταβολή του λόγου τρυγικού προς μηλικό οξύ γλεύκους ανά επέμβαση κατά τα έτη 2009, 2010



Τέλος στο Γράφημα 47 παρουσιάζονται συγκεντρωτικά οι μεταβολές κατά τα έτη 2009 και 2010, του τρυγικού και μηλικού οξέος, καθώς και του λόγου τρυγικό προς μηλικό οξύ.

Γράφημα 47: Μεταβολή τρυγικού, μηλικού οξέος και λόγου τρυγικού προς μηλικό οξύ γλεύκους ανά επέμβαση κατά τα έτη 2009, 2010



ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από τη συγκριτική μελέτη των αποτελεσμάτων της επίδρασης των επεμβάσεων λίπανσης με κάλιο (0, 46, 92, 38, 76, 76, 152 g/πρέμνο) στην ευρωστία και σε ορισμένους φυσιολογικούς και γλευκογραφικούς χαρακτήρες της ποικιλίας «Αγιωργίτικο» σε συνθήκες αμπελώνα προκύπτουν τα παρακάτω συμπεράσματα:

1. Οι επεμβάσεις της λίπανσης στον πειραματικό αμπελώνα προκάλεσαν, όπως προκύπτει από την ανάλυση του έτους 2010, αύξηση στη συγκέντρωση του ανταλλάξιμου και του υδατοδιαλυτού καλίου στο έδαφος σε σχέση με τον μάρτυρα. Τα δεδομένα του πειράματος έδειξαν επιπρόσθετα ότι πέραν από ένα όριο καλιούχου λίπανσης, η προσθήκη καλίου δεν συνεπάγεται και αντίστοιχη αύξηση της συγκέντρωσης του άμεσα διαθέσιμου καλίου στα φυτά.

2. Το ποσοστό του καλίου στα φύλλα κυμάνθηκε κατά την άνοιξη του 2009 σε όλες τις επεμβάσεις με καλιούχο λίπανση από 0,58 έως 0,75%. Οι τιμές αυτές ήταν αρκετά πιο χαμηλές από τις φυσιολογικές (<1,40 %) κάτω από τις οποίες εκδηλώνεται τροφοπενία K. Κατά την άνοιξη του 2010 το ποσοστό του καλίου στα φύλλα κυμάνθηκε από 0,60 έως 1,13%. Κατά την ωρίμανση κυμάνθηκε από 0,49 έως 0,59, δηλαδή στο κατώτερο όριο (οι φυσιολογικές τιμές κυμαίνονται από 0,60 έως 0,90%). Συμπερασματικά η συγκέντρωση του καλίου φαίνεται να αυξήθηκε σε όλες τις επεμβάσεις κατά την άνθηση των ετών 2009 και 2010 και την ωρίμανση του 2010. Υψηλότερες τιμές εμφάνισαν οι επεμβάσεις H, Z, E. Επισημαίνεται ότι η αύξηση αυτή συνοδεύτηκε από μείωση των συγκεντρώσεων των κατιόντων Na, Mg, Ca με τα οποία το κάλιο δρα ανταγωνιστικά (Barker και Pilbeam, 2007).

Ο παράγοντας «έτος επέμβασης» βρέθηκε να ασκεί σημαντική επίδραση στη συγκέντρωση του καλίου στις διάφορες επεμβάσεις κατά την περίοδο της άνθησης των δύο ετών του πειράματος (2009-2010).

3. Γενικά η καλιούχος λίπανση φαίνεται ότι προκαλεί αύξηση του μέσου όρου του αριθμού των ταξιανθιών ιδιαίτερα κατά το έτος 2010, επιβεβαιώνοντας ότι το κάλιο σε επαρκείς ποσότητες είναι απαραίτητο στο στάδιο της διαφοροποίησης των οφθαλμών και του σχηματισμού των ανθικών καταβολών (Dhillon, κ.ά., 1999, Annon, 2001).

Διαφοροποιήσεις παρατηρήθηκαν μεταξύ των επεμβάσεων και κατά τα δύο έτη πειραματισμού με την επέμβαση Z να δίδει το μεγαλύτερο μέσο όρο αριθμού ταξιανθιών. Αντίθετα το 2011 δεν βρέθηκαν διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων. Η

καλιούχος λίπανση δεν επηρέασε τον αριθμό των ταξιανθιών του 2009, καθώς οι ανθικές καταβολές στους λανθάνοντες οφθαλμούς του φυτού της αμπέλου σχηματίζονται κατά την προηγούμενη βλαστική περίοδο.

Κατά τη τριπαραγοντική ανάλυση βρέθηκαν σημαντικές διαφορές στο μέσο όρο του αριθμού των ταξιανθιών ανά πρέμνο των παραγόντων «επέμβαση και έτος», χωρίς όμως αλληλεπίδραση μεταξύ τους.

4. Όσον αφορά το μέσο φορτίο (μέσο βάρος σταφυλιών) ανά πρέμνο και επέμβαση, τις υψηλότερες τιμές έδωσε η επέμβαση Z κατά το 2010 η οποία είχε και τον μεγαλύτερο αριθμό ταξιανθιών ανά πρέμνο για το ίδιο έτος. Επομένως στον χαρακτήρα αυτό σημαντική επίδραση είχαν οι παράγοντες της λίπανσης και του έτους επέμβασης χωρίς όμως να παρατηρηθεί αλληλεπίδραση μεταξύ τους.

5. Το μέσο βάρος σταφυλής ανά πρέμνο παρουσίασε σημαντικές διαφορές ανά έτος και επέμβαση. Το μεγαλύτερο βάρος σταφυλής ανά πρέμνο και επέμβαση και για τα δύο έτη παρατηρήθηκαν κατά τη επέμβαση E. Το αποτέλεσμα αυτό συνδυάζεται με το γεγονός ότι ο αριθμός των ταξιανθιών (και σταφυλιών) ήταν μικρότερος.

Κατά τη διπαραγοντική ανάλυση διαπιστώθηκε ότι τη μεγαλύτερη επίδραση στον χαρακτήρα «μέσο βάρος σταφυλής» είχε ο παράγοντας «έτος επέμβασης».

6. Η απόδοση των πρέμνων (tn/ha) φαίνεται ότι παρουσιάζει αύξηση σε όλες τις επεμβάσεις με καλιούχο λίπανση κατά το δεύτερο έτος του πειράματος (2010). Η μεγαλύτερη τιμή διαπιστώθηκε στην επέμβαση Z, η οποία το 2010, όπως αναφέρθηκε είχε το μεγαλύτερο αριθμό ταξιανθιών και το υψηλότερο μέσο βάρος σταφυλιών ανά πρέμνο και επέμβαση.

7. Το μέσο βάρος των κληματίδων ανά πρέμνο και επέμβαση παρουσίασε ελαφρά μείωση στις επεμβάσεις Z και H (όπως και στον μάρτυρα) κατά το έτος 2010 σε σχέση με το 2009. Αυτό συνδυάζεται με το γεγονός ότι το φορτίο ήταν μεγαλύτερο στα υπό μελέτη έτη.

8. Ο μέσος όρος του Δείκτη Ευρωστίας φαίνεται να αυξάνει σε όλες τις επεμβάσεις του 2010, εκτός από την επέμβαση Δ. Η μεγαλύτερη τιμή του παρουσιάστηκε στα πρέμνα της επέμβασης Z.

Σημαντική επίδραση βρέθηκε ότι ασκεί ο παράγοντας έτος (διπαραγοντική ανάλυση).

9. Όσον αφορά την περιεκτικότητα του γλεύκους σε κάλιο, οι αναλύσεις που πραγματοποιήθηκαν έδωσαν συνοπτικά τα παρακάτω αποτελέσματα: α) μεγαλύτερη συγκέντρωση σε κάλιο είχαν τα γλεύκη κατά το πρώτο έτος πειραματισμού σε όλες

τις επεμβάσεις σε σχέση με το δεύτερο έτος που ήταν μειωμένη, β) η αύξηση της περιεκτικότητας του γλεύκους σε κάλιο συνοδεύτηκε με αύξηση των σακχάρων μέχρι ορίου, αύξηση του pH και μείωση της ολικής οξύτητας, γ) κατά το δεύτερο έτος παρατηρήθηκε μείωση των ελεύθερων οξέων (τρυγικό και μηλικό) και ειδικά στις επεμβάσεις E, Z, H και μείωση του λόγου τρυγικού προς μηλικό οξύ, χωρίς όμως αντίστοιχη αύξηση της ενεργού οξύτητας, δ) κατά το δεύτερο έτος οι τιμές που πήραν οι γλευκογραφικοί χαρακτήρες πλησίασαν τα φυσιολογικά επίπεδα των ερυθρών γλευκών (σε σχέση με το πρώτο έτος που ήταν αρκετά χαμηλότερες) γεγονός που υπαινίσσεται βελτίωση από την καλιούχο λίπανση, ε) γενικότερα, το ποσοστό του καλίου στα πρέμνα του αμπελώνα κατά το έτος 2010 παρόλο που τα πρέμνα απορρόφησαν σημαντικές ποσότητες καλίου δεν έφθασε στο επίπεδο της επάρκειας. Το γεγονός θα μπορούσε να αποδοθεί στην περιεκτικότητα του εδάφους σε άργιλο και στις κλιματικές συνθήκες που επικράτησαν.

10. Συμπερασματικά η επέμβαση Z κατά το δεύτερο έτος του πειράματος (2010) φαίνεται να δίδει τα καλύτερα αποτελέσματα γιατί συνδυάζει αύξηση της απόδοσης και της ποιότητας, εμφανίζοντας παράλληλα το μεγαλύτερο δείκτη ευρωστίας με μικρότερη λιπαντική δόση.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Αναλογίδης, Α.Δ: Έδαφος, Θρεπτικά στοιχεία και Φυτική Παραγωγή, Αγροτύπος, Αθήνα, 2000.
- Brancadoro, L.; Valenti, L.; Reina, A.; Scienza A.; 1994: Potassium content of grapevine during the vegetative period: The role of the rootstock. *Journal of Plant Nutrition* **17**:12, 2165-2175.
- Bravdo, B.; Hepner, Y.; 1984: Effect of crop level in a high-yielding Carignane vineyard. *Am. J. Enol. Vitic.* **35**,247-52.
- Bravdo, B.;Y. Hepner, Y.;1985: Effect of crop level and crop load on growth, yield, must and wine composition, and quality of Cabernet Sauvignon. *Am. J. Enol. Vitic.* **36**,125-31.
- Bravdo, B.; 2008: Nutrient management in Table and Wine Grapes by Fertigation. *Acta Hort. (ISHS)* **785**, 165-174.
- Boulay, H., 1988: Nutrition potassique et magnesienne de la vigne. *Arboriculture Fruitiere* **408**, 38-44.
- Boulton, R.; 1980: The general relationship between potassium, sodium and pH in grape juices and wines. *Am. J. Enol. Vitic.* **31**, 182-186.
- Γιάσογλου, Ι.Ν.: Εδαφολογία ΙΙ -Δυναμική και γονιμότητα του εδαφικού συστήματος-, Αθήνα, 1986.
- Champagnol, F.J.; 1988: Role du potassium dans la physiologie de la vigne. *Progres.Agr. et Viticole* **105** : 19, 431-438.
- Christensen, P.; 1969: Seasonal changes and distribution of nutritional elements in Thompson seedless grapevines. *Am. J. Enol.Vitic.* **20**.
- Christensen P.; 1984: Nutrient level comparisons of leaf petioles and blades in twenty-six grape cultivars over three years (1979 through 1981). *Am. J. Enol. Vitic.* **35** :3.
- Čoga, L.; Slunjski, S.; Herak, C.M.; Maslac, J. ;Petek M.; Čostc, T.; Pavlovic, I.; 2009: Influence of Soil Reaction on Phosphorus, Potassium, Calcium and Magnesium Dynamics in Grapevine (*Vitis vinifera* L.) *Agriculturae Conspectus Scientifi cus.* **74**: 1, 39-43.
- Conradie, W.J.; Saayman, D.; 1989: Effect of long term nitrogen, phosphorus and potassium fertilization on Chenin blanc vines II. Leaf analyses and grape composition. *Am. J. Enol. Vitic.* **40**, 91-98.

- Coombe B.G.; 1992: Research on development and ripening of the grape berry. *Am. J. Enol. Vitic.* **43**:1.
- Delgado, R.; Martín, P.; Alamo, M.; Gonzalez, M.; 2004: Changes in the phenolic composition of grapeberries during ripening in relation to vineyard nitrogen and potassium fertilisation rates. *J. Sci. Food Agric.* **84**, 623–630.
- Dordas, C.: Role of nutrients in controlling plant diseases in sustainable agriculture. A review. *Agronomy for sustainable development.* **28**:1, 33-46.
- Dundon, C.G.; Smart, R.E.; McCarthy, M.G.; 1984: The effect of potassium fertilizer on must and wine potassium levels of Shiraz grapevines. *Am. J. Enol. Vitic.* **35**, 200–205.
- 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, A.; Villanueva, 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**:4.
- Freeman, B.M.; Kliewer, W.M.; 1983: Effect of irrigation, crop level and potassium fertilization on Carignane vines II. Grape and Wine Quality. *Am. J. Enol. Vitic.* **34**, 197-207.
- Fregoni, M.: *Nutrizione y Fertilizzazione della Vite.* Edagricole, Bologna, 1980.
- Fregoni, M.; 1985: Exigences d'elements nutritifs en viticulture. *Bull OIV* **58**, 416–434.
- Ganeshamurthy, A.N.; Satisha G.C., Prakash, P.; 2011: Potassium nutrition on yield and quality of fruit crops with special emphasis on banana and grapes. *Karnata J. Agric. Sci.* **24**: 1, 29-38.
- Grimme H.: The dynamics of potassium in the soil plant system and factors of potassium availability. Proceedings, Συμπόσιο Καλίου, Ελληνική Εδαφολογική Εταιρεία, International Potash Institute, Επιστημονικές Ανακοινώσεις, Εθνικό Ίδρυμα Ερευνών 13-14 Μαρτίου 1986, Αθήνα, 1989.
- Χουλιάρας, Ν.Α.: Η λίπανση στη βιολογική γεωργία, Πανεπιστημιακές Σημειώσεις, Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Λάρισας, Λάρισα, 2002.
- Hale, C.R.; 1977: Relation between potassium and the malate and tartrate contents of grape berries. *Vitis* **16**, 9-19.

- Hepner, Y.; Bravdo, B.; 1985: Effect of crop level and drip irrigation scheduling on the potassium status of Cabernet Sauvignon and Carignane vines and its influence on must and wine composition and quality. *Am. J. Enol. Vitic.* **36**:2, 140-147.
- Hrazdina, G.; Parsons, G.; Mattick, L.; 1984: Physiological and biochemical events during development and maturation of grape berries. *Am. J. Enol. Vitic.* **35**:4.
- Huglin, P.: *Biologie et ecologie de la vigne*, Lausanne : Payot.
- Jackson, D.I.; Lombard, P.B.; 1993: Environmental and management practices affecting grape composition and wine quality – A Review. *Am. J. Enol. Vitic.* **44**: 4.
- Jackson, S.R.: *Wine Science, Principles and Applications*, Botany Department Brandon University, Manitoba, Canada, 1993.
- Κανονισμός ΕΟΚ (2676/90), της Επιτροπής της 17^{ης} Σεπτεμβρίου 1990, περί καθορισμού κοινοτικών μεθόδων ανάλυσης που εφαρμόζονται στον οινικό τομέα, Επίσημη Εφημερίδα των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, αριθ. L 272 της 03/10/90.
- Καράταγλης, Σ.: *Φυσιολογία φυτών*, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Βιολογίας, Θεσσαλονίκη, 1994.
- Κουράκου-Δραγώνα, Σ.: *Θέματα οινολογίας*, Τροχαλία, Αθήνα, 1998.
- Κουκουλάκης, Π.Χ.; Παπαδόπουλος, ΑΡ.Η.: *Τα προβληματικά εδάφη και η βελτίωσή τους*, εκδόσεις Σταμούλης, Αθήνα, 2007.
- 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.
- Lanyon, D.M.; Cass, A.; Hansen, D.; 2004: The effect of soil properties on vine performance. CSIRO Land and Water Technical Report No. 34/04.
- Marschner, H.; 1986: *Mineral nutrition in higher plants*. Institute of plant nutrition, University of Hohenheim, Federal Republic of Germany.
- May P.: *Using Grapevine. The Australian Perspective*, Winetitles, Adelaide, 1994.
- Mengel, K.: *Potassium in plant nutrition*. Proceedings, Συμπόσιο Καλίου, Ελληνική Εδαφολογική Εταιρεία, International Potash Institute, Επιστημονικές Ανακοινώσεις, Εθνικό Ίδρυμα Ερευνών 13-14 Μαρτίου 1986, Αθήνα 1989.

- Morris, J.R.; Cawthon, D.L.; Fleming, J.W.; 1980: Effects of high rates of potassium fertilization on raw product quality and changes in pH and acidity during storage of Concord grape juice. *Am. J. Enol. Vitic.* **31**, 323-328.
- Morris, J.R.; Sims, C.A., Cawthon, D.L.; 1983: Effects of excessive potassium levels on pH, acidity and color of fresh and stored grape juice. *Am. J. En. Vitic.* **34**:1, 35-39.
- Mpelasoka, B.; Schachtman, D.; Treeby, M.; Thomas, M.; 2003: A review of potassium nutrition in grapevines with special emphasis on berry accumulation. *Aust. J. of Grape Wine Res.* **9**, 154-168.
- Νιαβής, Κ.: Μαθήματα Φυσιολογίας Φυτών Μέρος III, Λειτουργία Τεύχος II Ανόργανος Διατροφή των Φυτών, Φωτοσύνθεσις, Αθήναι, 1981.
- Νταβίδης, Ο.Ξ.: Ελληνική Αμπελολογία, Τόμος Β', Αμπελοκομική Τεχνική, 1982.
- OIV, Resolution VITI 4/95;1996: Diagnostic foliare: une metode harmonisee'. *Bull OIV* **69**,779–780.
- Odura, M.R.; 2010: Climate change associated effects on grape and wine quality and production. *Food Research International* **431**, 844-1855.
- Πιστόλης, Α.Τ.: Διαφυλλικές Λιπάνσεις, Μέρος Α', Εκδόσεις Σταμούλης, Αθήνα 2008.
- Possner, D.R.E.; Kliewer, W.M.; 1985: The localization of acids, sugars, potassium and calcium in developing grape berries. *Vitis* **24**, 229-240.
- Rachel, A.: Grape Nutrition- An Australian Perspective. Conference Proceedings, California Plant and Soil Conference 2nd-4th Feb. 2009.
- Rankine, B.C.; Fornachon, J.C.M.; Boehm E.N.; Cellier, K.M.;1971:The influence of grape variety, climate and soil on grape composition and quality of tables wines. *Vitis* **10**, 33- 50.
- Retallack, M.: Grapevine nutrition: Viticulture Research to practice, Cooperative Research for Viticulture, Adelaide, 2002.
- Reuter, D.J.; and Robinson, J.B.: Plant Analysis An Interpretation Manual, Inkata Press, Melbourne, Sydney, 1986.
- Robinson, J.B.: Grapevine nutrition. *Vitic. Vol.2 Practices*, Chapter 9, Adelaide 1992.
- Rogiers, S.; Greer, D.; Hatfield, J.; Orchard, B.; and Keller, M.; 2006: Solute transport into Shiraz berries during development and late-ripening shrinkage. *Am. J. Enol. Vitic.* **57**:1.

- Ruhl, E.H.; Clingeleffer, P.R.; Nicholas, P.R.; Cirami, R.M.; McCarthy, M.G.; and Whiting, J.R.; 1988: Effect of rootstocks on berry weight and pH, mineral content and organic acid concentrations of grape juice of some wine varieties. *Aust. J. of Experimental Agriculture* **28**.
- Ruhl, E.H.; 1989: Uptake and distribution of potassium by grapevine rootstocks and its implication for grape juice pH of scion varieties. *Australian Journal of Experimental Agriculture* **29**, 707-712.
- Ruhl, E.H.; 1991: Effect of potassium supply on cation uptake and distribution in grafted *Vitis champinii* and *Vitis berladieri* x *Vitis rupestris* rootstock. *Austr. J. Exper. Agri.* **31**, 687-691.
- Ruhl, E.H.; 1992: Effect of K supply and relative humidity on ion uptake and distribution on two grapevine rootstock varieties. *Vitis* **31**, 23-33.
- Σταυρακάκης, Μ.Ν.: Ειδική Αμπελουργία, ΙΙ. Φυσιολογία και οικολογία της αμπέλου, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Εργαστήριο Αμπελολογίας, Αθήνα, 1999.
- Σταυρακάκης, Μ.Ν.: Αμπελογραφία – Ποικιλίες και Υποκείμενα του ελληνικού αμπελώνα, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Εργαστήριο Αμπελολογίας, εκδόσεις Τροπή, Αθήνα, 2010.
- Smart, R.E.; 1985: Principles of grapevine canopy microclimate manipulation with implications for yield and quality. A review. *Am. J. Enol. Vitic.* **36**:3, 230-239.
- Smart, R.E.; Robinson, J.B.; Due G.R.; Brien, C.J.; 1985: Canopy microclimate modification for the cultivar Shiraz I. Definition of canopy microclimate. *Vitis* **24**.
- Smart, R.E., Robinson, J.B., Due G.R. and Brien C.J.; 1985: Canopy microclimate modification for the cultivar Shiraz II. Effect on must and wine composition. *Vitis* **24**.
- Storey, R.; 1987: Potassium Localization in the Grape Berry Pericarp by Energy – Dispersive X-Ray Microanalysis. *Am. J. Enol. Vitic.* **38**:4, 301-309
- Treeby, M.T.; Goldspink, B.H.; Nicholas, P.R.: Vine Nutrition, Section 8 in: Soil, Irrigation and Nutrition, Production Series, No 2, Nicholas, P.R., South Australian Research and Development Institute, 2004.
- Walker, D.J.; Black, C.R.; Miller, A.J.; 1998: The Role of cytosolic potassium and pH in the growth of barley roots. *Plant Physiology* **118**, 957-964.

- Walker, R.R.; Blackmore, D.; Clinegeffer, P.; Kerridge, G.; Ruhl, E.; and Nicholas, P.; 2005: Shiraz berry size in relation to seed number and implications for juice and wine composition. *Aust. J. of Grape and Wine Res.* 11.
- Walsh, L.; and Beaton D.J.: *Soil Testing And Plant Analysis Revised Edition*, Soil Science Society of America, Inc. Madison, Wisconsin USA, 1973.
- White, R.E.: *Soils for Fine Wines*, Oxford University Press, 2003.
- Williams, L.E.; Biscay, P.J.; 1991: Partitioning of dry weight, nitrogen and potassium in Cabernet sauvignon grapevines from anthesis until harvest. *Am. J. Enol. Vitic.* **42:2**.
- Winkler, A.J.; Cook, J.A.; Kliewer, W.M.; Lider, L.A.; 1974: *General Viticulture: Fertilizer Elements Required by the Vine*. University of California Press, Berkeley, California, 350-374.
- Wolpert, J.; Smart, D.R.; Anderson, M.; 2005: Lower petiole potassium concentration at bloom in rootstocks with *Vitis berlandieri* genetic backgrounds. *Am. J. Enol. Vitic.* **56:2**, 163-169.
- Wood, R.; Parish, M.; 2003: *The Mechanisms and Viticultural Factors Governing Potassium Accumulation in the Grape Berry - Part 1*. The Australian & New Zealand Grape grower and Winemaker, Annual Technical Issue, Ryan Publications.
- Wooldridge, J.: *The potassium suppling power of certain virgin upland soils of Western Cape*. M.Sc. Thesis, Stellenbosch, University, Private Bag X1, 7602 Stellenbosch, South Africa, 1988.