

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ ΑΜΠΕΛΟΥΡΓΙΑΣ – ΟΙΝΟΛΟΓΙΑΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΑΜΠΕΛΟΛΟΓΙΑΣ

«ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΔΥΟ ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΔΥΟ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ
ΓΡΑΜΜΙΚΗΣ ΥΠΟΣΤΥΛΩΣΗΣ ΤΩΝ ΠΡΕΜΝΩΝ ΤΗΣ ΠΟΙΚΙΛΙΑΣ
«ΑΓΙΩΡΓΗΤΙΚΟ» (*Vitis vinifera* L.) ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΟΥ
ΓΛΕΥΚΟΥΣ ΣΕ ΚΑΛΙΟ»

ΧΑΡΙΚΛΕΙΑ ΤΣΟΥΓΚΡΙΑΝΗ

Πενταμελής Επιτροπή:	Καθηγητής	M. Ν. ΣΤΑΥΡΑΚΑΚΗΣ	Επιβλέπων
	Λέκτορας	Χ. ΣΥΜΙΝΗΣ	
	Λέκτορας	Α. ΜΠΙΝΙΑΡΗ	
	Αν.Καθηγητής	Σ. ΓΙΑΝΝΙΩΤΗΣ	
	Λέκτορας	Γ. ΚΟΤΣΕΡΙΔΗΣ	

ΑΘΗΝΑ 2007

«ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΔΥΟ ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΔΥΟ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΓΡΑΜΜΙΚΗΣ ΥΠΟΣΤΥΛΩΣΗΣ ΤΩΝ ΠΡΕΜΝΩΝ ΤΗΣ ΠΟΙΚΙΛΙΑΣ «ΑΓΙΩΡΓΗΤΙΚΟ» (*Vitis vinifera* L.) ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΓΛΕΥΚΟΥΣ ΣΕ ΚΑΛΙΟ»

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η υψηλή συγκέντρωση καλίου στις ράγες έχει αρνητική επίδραση στον παραγόμενο οίνο γιατί μειώνεται το ελεύθερο τρυγικό οξύ έχοντας σαν αποτέλεσμα την αύξηση του pH του γλεύκους και του οίνου. Η αύξηση αυτή του pH έχει αρνητικές επιπτώσεις στα ποιοτικά χαρακτηριστικά του οίνου και στην τρυγική και μικροβιακή σταθεροποίησή του.

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η επίδραση του υποκειμένου και του συστήματος υποστύλωσης των πρέμνων στην περιεκτικότητα του γλεύκους της ποικιλίας «Αγιωργήτικο» σε κάλιο. Για τον σκοπό αυτό επιλέχθηκαν εντός της ζώνης Ο.Π.Α.Π. «Νεμέα» δύο αμπελώνες με «Αγιωργήτικο» που τα πρέμνα τους είναι εμβολιασμένα στα αντιφυλλοξηρικά υποκείμενα R110 και 41B και δύο αμπελώνες με «Αγιωργήτικο» που τα πρέμνα τους είναι διαμορφωμένα σε δύο κάθετα γραμμικά συστήματα υποστύλωσης, το ένα με τρία μονά σύρματα και το άλλο με μονό ταυ.

Για τον προσδιορισμό της περιεκτικότητας των εδαφών τους σε αφομοιώσιμες μορφές καλίου και την παρακολούθηση των μεταβολών τους κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης και ωρίμανσης των ραγών, πραγματοποιήθηκαν αναλύσεις εδαφών από τους αμπελώνες αυτούς στην άνθιση, τον περκασμό και τον τρυγητό. Το υποκείμενο 41B σε σύγκριση με το R110 και το σύστημα υποστύλωσης με μονό ταυ σε σύγκριση με αυτό με τα τρία μονά σύρματα, βρέθηκαν να αυξάνουν την απορρόφηση εδαφικού καλίου από τα πρέμνα της ποικιλίας «Αγιωργήτικο».

Για τον προσδιορισμό της συγκέντρωσης του καλίου στα φύλλα των πρέμνων και την παρακολούθηση των μεταβολών της κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης και ωρίμανσης των ραγών, πραγματοποιήθηκαν αναλύσεις μίσχων στην άνθιση, τον περκασμό και τον τρυγητό. Το υποκείμενο 41B βρέθηκε να αυξάνει την περιεκτικότητα των φύλλων του «Αγιωργήτικου» σε κάλιο συγκριτικά με το R110 σε όλα τα στάδια ενώ το σύστημα υποστύλωσης με μονό ταυ βρέθηκε να αυξάνει την περιεκτικότητα των φύλλων, σε σύγκριση με αυτό με τα τρία μονά σύρματα, κατά τον περκασμό.

Για τη μελέτη της πορείας ωρίμανσης των σταφυλιών πραγματοποιήθηκαν δειγματοληψίες ραγών μετά τον περκασμό έως και την τεχνολογική τους ωρίμανση. Στα δείγματα που συλλέχθηκαν έγινε προσδιορισμός της συγκέντρωσης του καλίου, του μέσου βάρους ράγας, του pH και της ογκομετρούμενης οξύτητας του γλεύκους.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι κατά την τεχνολογική ωρίμανση των ραγών, το σύστημα υποστύλωσης με τα τρία μονά σύρματα επέφερε αύξηση στην περιεκτικότητα του γλεύκους σε κάλιο ενώ δε βρέθηκαν διαφορές στην περιεκτικότητα του γλεύκους σε κάλιο για τα δύο υποκείμενα. Το 41B βρέθηκε να αυξάνει το μέσο βάρος ράγας και το pH του γλεύκους ενώ δε βρέθηκε να διαφέρουν τα δύο υποκείμενα στην ογκομετρούμενη οξύτητα του γλεύκους. Το σύστημα υποστύλωσης με μονό ταυ βρέθηκε να αυξάνει το pH του γλεύκους ενώ δε βρέθηκε να διαφέρουν τα συστήματα υποστύλωσης στο μέσο βάρος ράγας και την ογκομετρούμενη οξύτητα του γλεύκους.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η εργασία αυτή δεν θα ήταν δυνατό να ολοκληρωθεί χωρίς τη βοήθεια πολλών ανθρώπων, τους οποίους θεωρώ υποχρέωσή μου αλλά και χαρά μου, να τους αναφέρω και να τους ευχαριστήσω.

Πρώτα απ' όλους θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Επιβλέποντα Καθηγητή, Διευθυντή του Εργαστηρίου Αμπελολογίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, κ. Μανόλη Ν. Σταυρακάκη για το ενδιαφέρον του, την αμέριστη συμπαράσταση και την παροχή πολύτιμων συμβουλών.

Τα μέλη της εξεταστικής επιτροπής, αποτελούμενη από τον Αναπληρωτή Καθηγητή Στ.Γιαννιώτη και τους Λέκτορες Χ.Συμινή, Αικ.Μπινιάρη και Γ.Κοτσερίδη.

Το προσωπικό του Εργαστηρίου Αμπελολογίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών για την άψογη συνεργασία.

Τη Γενική Διεύθυνση Έρευνας του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων που μου έδωσε την ευκαιρία να φοιτήσω στο Δ.Π.Μ.Σ. Αμπελουργίας – Οινολογίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών με την έγκριση της αίτησής μου για παροχή εκπαιδευτικής άδειας.

Τον Γιώργο Παλυβό και την Αγγελική Παλυβού-Ζάββου για τη διάθεση των αμπελώνων και του οινοποιείου τους και την προθυμία τους να με βοηθήσουν όπου χρειάστηκε όπως και τον οινολόγο Σοφοκλή Πετρόπουλο και το υπόλοιπο προσωπικό από το «Κτήμα Παλυβού».

Τον προϊστάμενο του Π.Ε.Γ.Ε.Α.Α. Ξυλοκάστρου Βλάσση Γεωργόπουλο για τη διάθεση των υποδομών του εργαστηρίου για τις αναλύσεις που χρειάστηκε να γίνουν κατά την εκπόνηση αυτής της εργασίας.

Ιδιαίτερος θέλω να ευχαριστήσω τη Δρ. Άννα Ασημακοπούλου και τον Περικλή Μπαστούνα γιατί χωρίς τη βοήθειά τους, ηθική και πρακτική, σε κρίσιμες προσωπικές μου στιγμές, δεν θα ήταν δυνατή η ολοκλήρωση της εργασίας αυτής.

Όλους τους ανθρώπους που αγαπώ και δεν χάρηκα όσο θα μπορούσα τη συντροφιά τους προκειμένου να ολοκληρώσω τις σπουδές μου, την οικογένειά μου, τους φίλους μου, το Νίκο για την άνευ όρων υποστήριξή του, τη Χριστίνα για την απίστευτη αφοσίωσή της και πάνω απ' όλους το γιο μου Αντώνη για τις ώρες που στερήθηκε την παρουσία της μαμάς του.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. Εισαγωγή.....	σελ. 1
1.1. Το κάλιο στο έδαφος.....	σελ. 1
1.1.1. Τα κλάσματα του εδαφικού καλίου.....	σελ. 2
1.1.2. Δέσμευση καλίου.....	σελ. 4
1.1.3. Ρυθμιστική ικανότητα εδαφών.....	σελ. 4
1.1.4. Ροή και διαθεσιμότητα εδαφικού καλίου.....	σελ. 5
1.2. Το κάλιο στα φυτά.....	σελ. 8
1.2.1. Ο ρόλος του καλίου στην ανάπτυξη και σύνθεση των φυτών.....	σελ. 9
1.2.2. Η φυσιολογική σημασία του καλίου.....	σελ.10
1.2.3. Πρόσληψη του εδαφικού καλίου από τα φυτά.....	σελ.13
1.2.4. Πρόσληψη καλίου από τις ρίζες και μεταφορά του στους βλαστούς.....	σελ.15
1.3. Το κάλιο στις ράγες.....	σελ.16
1.3.1. Κατανομή του καλίου στις ράγες.....	σελ.18
1.3.2. Μεταφορά του καλίου στις ράγες.....	σελ.19
1.3.3. Παράγοντες που επιδρούν στη συγκέντρωση του καλίου στα πρέμνα και στις ράγες.....	σελ.20
1.3.3.1. Εδαφικοί παράγοντες.....	σελ.20
1.3.3.2. Υποκείμενο.....	σελ.20
1.3.3.3. Μικροκλίμα αμπελώνων.....	σελ.21
1.3.3.4. Καλλιεργητικές επεμβάσεις.....	σελ.22
1.4. Το κάλιο στο γλεύκος και τον οίνο.....	σελ.24
2. Υλικά και μέθοδοι.....	σελ.27
2.1. Η ποικιλία.....	σελ.27
2.2. Αναλύσεις εδάφους.....	σελ.33
2.2.1. Αναλύσεις εδάφους στην αμπελοκαλλιέργεια.....	σελ.34
2.2.2. Αναλύσεις εδάφους στους πειραματικούς αμπελώνες.....	σελ.35
2.3. Αναλύσεις φυτικών ιστών.....	σελ.36
2.3.1. Αναλύσεις φυτικών ιστών στην καλλιέργεια της αμπέλου.....	σελ.38
2.3.2. Αναλύσεις φυτικών ιστών στους πειραματικούς αμπελώνες.....	σελ.40
2.4. Πορεία ωρίμανσης των σταφυλιών.....	σελ.41
2.4.1. Η πορεία ωρίμανσης στους πειραματικούς αμπελώνες.....	σελ.42
3. Αποτελέσματα – Συζήτηση.....	σελ.44
3.1. Επίδραση του υποκειμένου στην περιεκτικότητα του γλεύκους της ποικιλίας «Αγιωργήτικο» σε κάλιο.....	σελ.44
3.1.1. Αναλύσεις εδαφών και φυτικών ιστών.....	σελ.45
3.1.2. Πορεία ωρίμανσης.....	σελ.49
3.2. Επίδραση του συστήματος υποστύλωσης των πρέμνων της ποικιλίας «Αγιωργήτικο» στην περιεκτικότητα του γλεύκους της σε κάλιο.....	σελ.59
3.2.1. Αναλύσεις εδαφών και φυτικών ιστών.....	σελ.60
3.2.2. Πορεία ωρίμανσης.....	σελ.64
4. Συμπεράσματα.....	σελ.74
Βιβλιογραφία.....	σελ.76

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το κάλιο είναι θεμελιώδους σημασίας για την ανάπτυξη και παραγωγή της αμπέλου. Οι ράγες ιδιαίτερα από τον περκασμό και μετά αποτελούν ισχυρό πόλο έλξης καλίου. Μεγάλη όμως συγκέντρωση καλίου στις ράγες είναι δυνατό να έχει αρνητική επίδραση στον παραγόμενο οίνο γιατί μειώνεται το ελεύθερο τρυγικό οξύ έχοντας σαν αποτέλεσμα την αύξηση του pH του γλεύκους και του οίνου. Η αύξηση αυτή του pH έχει μια σειρά από επιπτώσεις στα ποιοτικά χαρακτηριστικά του οίνου κυρίως σε ό,τι αφορά στην ένταση του χρώματός του αλλά και στα γευστικά χαρακτηριστικά του. Επίσης δημιουργεί προβλήματα τρυγικής και μικροβιακής σταθεροποίησης του οίνου. Είναι λοιπόν σημαντικό οι ράγες των σταφυλιών που πρόκειται να οиноποιηθούν, αναφερόμενοι κυρίως στην ερυθρή οиноποίηση, να μην παρουσιάζουν υψηλή συγκέντρωση καλίου.

Ταυτόχρονα όμως με την χαμηλή συγκέντρωση του καλίου στις ράγες πρέπει να εξασφαλιστεί ότι η συγκέντρωση του καλίου στους ιστούς του πρέμνου έχει το κατάλληλο επίπεδο ώστε η ανάπτυξη κι όλες οι φυσιολογικές λειτουργίες του να διεξάγονται χωρίς πρόβλημα. Η επίτευξη αυτού του στόχου είναι πολύ δύσκολη και περιλαμβάνει την επιλογή του κατάλληλου υποκειμένου, των κατάλληλων χειρισμών κατά την καλλιέργεια αλλά και στρατηγικές αρδεύσεων και λιπάνσεων.

Η υψηλή συγκέντρωση καλίου στα γλεύκη και τους οίνους είναι ένα πρόβλημα που απασχολεί, τα τελευταία κυρίως χρόνια, την οينوπαραγωγή της ζώνης Ο.Π.Α.Π. «Νεμέα.». Στόχος της παρούσας μελέτης είναι η εξέταση της επίδρασης των υποκειμένων 110Richter και 41B και δύο συστημάτων γραμμικής υποστύλωσης των πρέμνων της ποικιλίας «Αγιωργήτικο», το ένα με τρία μονά σύρματα και το άλλο με μονό ταυ, στην περιεκτικότητα του γλεύκους της ποικιλίας αυτής σε κάλιο.

1.1. ΤΟ ΚΑΛΙΟ ΣΤΟ ΕΛΑΦΟΣ

Το κάλιο είναι το έβδομο σε αφθονία χημικό στοιχείο του φλοιού της γης αποτελώντας το 2,4% αυτού (Αναλογίδης 2000, Γιάσογλου 1986). 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. Γενικά εδάφη που είναι εξελιγμένα έχουν χάσει σημαντικό ποσοστό από το κάλιό τους (Γιάσογλου 1986).

Κυριότερες πρωτογενείς πηγές εδαφικού καλίου είναι τα πετρώματα που περιέχουν καλιούχα συστατικά (μαρμαρυγίες, άστριοι). 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). Επίσης απαντάται σαν δομικό συστατικό των κρυσταλλικών αργίλων όπως είναι οι ιλλύτες, οι βερμικουλίτες και οι χλωρίτες. Τέλος συναντάται σαν ανταλλάξιμο και υδατοδιαλυτό κατιόν που είναι οι άμεσα διαθέσιμες στα φυτά μορφές του καλίου.

1.1.1. 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):

1. Δομικό κάλιο των πρωτογενών ορυκτών (ισχυρά δεσμευμένο ή μη διαθέσιμο)
2. Δυσκόλως ανταλλάξιμο (βραδέως διαθέσιμο ή δεσμευμένο)
3. Ανταλλάξιμο και
4. Υδατοδιαλυτό (κάλιο εδαφικού διαλύματος).

Όλα τα κλάσματα αυτά 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 όμως της εξισορρόπησης διαφέρει σημαντικά μεταξύ των διαφόρων κλασμάτων του. 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 με τις καλλιέργειες και την έκπλυση, συνήθως επικρατεί μια συνεχής μετατόπιση καλίου από τα πρωτογενή ορυκτά προς τις δυσκόλως και τις άμεσα ανταλλάξιμες μορφές.

Μια καλλιεργητική εκμετάλλευση χωρίς καλιούχο λίπανση για σειρά ετών, προοδευτικά εξαντλεί τα αποθέματα του βραδέως και μη διαθέσιμου καλίου της στερεάς φάσης, με συνέπεια την υποβάθμιση της καλιούχου γονιμότητας του εδάφους. Αντίθετα, όταν υπάρχουν ορισμένες εδαφικές συνθήκες παράλληλα με 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 καλίου.

Το δομικό κάλιο των πρωτογενών ορυκτών

Τα πρωτογενή καλιούχα ορυκτά (άστριοι και μαρμαρυγίες) δεν συμμετέχουν στην καλιούχα θρέψη των φυτών αλλά αποτελούν την αποθήκη του εδάφους σε κάλιο, γιατί μακροπρόθεσμα με την αργή αποσάθρωσή τους, συνεισφέρουν στην καλιούχο γονιμότητα των εδαφών. Η ταχύτητα της αποσάθρωσης και απελευθέρωσης του καλίου σε διαθέσιμες μορφές εξαρτάται από τη φύση των πρωτογενών ορυκτών και από τις συνθήκες του περιβάλλοντος. Η κατηγορία αυτή αποτελεί το 94-98% του εδαφικού καλίου.

Το δυσκόλως ανταλλάξιμο κάλιο των κρυσταλλικών αργίλων

Το βραδέως διαθέσιμο ή δυσκόλως ανταλλάξιμο κάλιο συγκρατείται μεταξύ των στοιβάδων των αργίλων, 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 όταν γίνει 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 και 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 ηλεκτροστατική έλξη. Το ανταλλάξιμο κάλιο ανάλογα και με τις επικρατούσες συνθήκες μετατρέπεται πολύ εύκολα σε υδατοδιαλυτό αλλά και το αντίθετο. Η κατανομή του καλίου μεταξύ των δύο μορφών αυτών δεν είναι σταθερή αλλά εξαρτάται από το ιοντικό περιβάλλον του εδάφους. Αποτελεί συνάρτηση του είδους και των συγκεντρώσεων των υπόλοιπων κατιόντων, της συγκέντρωσης ανιόντων και 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. Συνεπώς είναι πολύ σημαντική η αναλογία καλίου/ασβεστίου 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, είναι σημαντική η έκπλυση καλίου.

Υδατοδιαλυτό κάλιο

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

1.1.2. 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 κατιόντων (ΙΑΚ) της. Οι άργιλοι διαφέρουν ως προς την ικανότητά τους να δεσμεύουν κάλιο. Έτσι ενώ οι άργιλοι του τύπου 1:1 (καολινίτης) δεσμεύουν μόνο περιορισμένες ποσότητες, οι τύπου 2:1 (βερμικουλίτης, ιλλύτης, μοντμοριλονίτης κ.α.) δεσμεύουν κάλιο γρήγορα και σε μεγάλες ποσότητες.

1.1.3. Ρυθμιστική ικανότητα εδαφών

Οι ποσότητες του καλίου που απομακρύνονται από το έδαφος είναι πολύ μεγάλες γιατί τα φυτά έχουν μεγάλο ρυθμό απορρόφησής του αλλά και λόγω της έκπλυσής του με το εδαφικό νερό. Η μεγαλύτερη όμως εκροή που παρουσιάζεται είναι κατά τη συγκομιδή των καλλιεργειών. Τα φυτά προσλαμβάνουν κάλιο περισσότερο από οποιοδήποτε στοιχείο πλην του αζώτου και η ιδιότητα που ονομάζεται «πολυτελής κατανάλωση» προκαλεί πολύ μεγαλύτερες εκροές καλίου από το εδαφικό σύστημα.

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

- Τα αποθέματα του εδάφους, τόσο σε άμεσα διαθέσιμο κάλιο όσο και σε βραδέως διαθέσιμο κάλιο.
- Τις παραμέτρους που ρυθμίζουν τη ροή του K^+ μέσω του εδάφους προς τις ρίζες των φυτών δηλαδή υγρασία, θερμοκρασία και περιεκτικότητα σε άργιλο.

- Τη φύση και την περιεκτικότητα των ορυκτών της αργίλου, από τα οποία εξαρτάται τόσο η ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων (ΙΑΚ) όσο και το ανταλλάξιμο κάλιο.
- Τα υπόλοιπα ανταλλάξιμα κατιόντα και κυρίως τα Ca^{2+} και Mg^{2+} και τέλος
- 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.

1.1.4. Ροή και διαθεσιμότητα εδαφικού καλίου

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. Το φαινόμενο της διάχυσης εκδηλώνεται όταν μεταξύ δύο σημείων υπάρχει διαφορετική συγκέντρωση του εν διαλύσει σώματος, με την κίνηση μορίων ή ιόντων του σώματος αυτού προς την κατεύθυνση της μικρότερης συγκέντρωσης, μέχρις ότου οι δύο αυτές συγκεντρώσεις εξισωθούν. 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).

Η πρόσληψη του καλίου από τις ρίζες των φυτών γίνεται κατά κύριο λόγο με διάχυση ενώ η συμβολή της μαζικής ροής 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 διάχυση του καλίου 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.

Η κύρια δύναμη μεταφοράς του καλίου με διάχυση είναι η εξάντλησή του γύρω από τη ρίζα. Η συγκέντρωση του καλίου στο έδαφος που βρίσκεται κοντά στην επιφάνεια των ριζών 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 (θεωρώντας την σαν άξονα)

μια ζώνη απορρόφησης πλάτους μεταξύ 0,1 και 15 mm και ένα χαρακτηριστικό προφίλ απορρόφησης. Στη ζώνη αυτή η συγκέντρωση του καλίου μπορεί να φτάσει σε πολύ χαμηλά επίπεδα (Marschner 1986).

Η ικανότητα απορρόφησης των θρεπτικών στοιχείων από το έδαφος καθορίζεται από τη συνολική επιφάνεια των ριζών του φυτού. Παρ' 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. Αυτό οφείλεται στην επικάλυψη των ζωνών απορρόφησης της κάθε ρίζας από της άλλης και αντανακλά τον μεταξύ τους ανταγωνισμό για θρεπτικά στοιχεία (Marschner 1986).

Το μέγεθος της ζώνης απορρόφησης γύρω από τις ρίζες αυξάνει όσο αυξάνει η συγκέντρωση του στοιχείου. Έτσι η καλιούχος λίπανση που αυξάνει τα επίπεδα ανταλλάξιμου καλίου ανά μονάδα βάρους του εδάφους, αυξάνει την παροχή K^+ με διάχυση στις ρίζες κι αυτό φαίνεται με αύξηση της ζώνης απορρόφησης.

Το μέγεθος της ζώνης απορρόφησης καλίου εξαρτάται από το μήκος των ριζών. Η ανάπτυξη των ριζών τροποποιείται ανάλογα με 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, 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 (Marschner 1986).

Το μέγεθος της ζώνης απορρόφησης επίσης διαφέρει ανάλογα με τον τύπο του εδάφους, αναφερόμενοι κυρίως στην περιεκτικότητά τους 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 είναι μεγαλύτερη απ' ότι σε ένα έδαφος με μεγαλύτερη ΙΑΚ. Η μεγαλύτερη ζώνη απορρόφησης στο πρώτο έδαφος αντανακλά ακριβώς τη χαμηλότερη γονιμότητά του. Έτσι η ζώνη απορρόφησης είναι μεγαλύτερη σε αμμώδη παρά σε πιο βαριά εδάφη (Marschner 1986).

Μεταξύ των εδαφικών παραγόντων που επηρεάζουν την έκταση της ζώνης απορρόφησης, πολύ σημαντική είναι η ικανότητα του εδάφους να αναπληρώνει στο εδαφικό διάλυμα την ποσότητα του καλίου που απορροφάται από τα φυτά, από τις «αποθήκες» του (μερικώς δεσμευμένο κάλιο). Επειδή ο ρυθμός απορρόφησης του καλίου για να καλυφθούν οι ανάγκες των φυτών είναι πολύ γρήγορος, έχει

παρατηρηθεί ότι σε φυτά σε συνθήκες αγρού 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 (Marschner 1986).

Σημαντική επίδραση στην παροχή του εδαφικού καλίου μέσω της διάχυσης ασκεί η θερμοκρασία του εδάφους με την πτώση της να προκαλεί δραστική μείωση της πρόσληψης του καλίου. Εκτός όμως από την άμεση επίδραση στη διάχυση η πτώση της θερμοκρασίας του εδάφους επηρεάζει επίσης την ανάπτυξη και λειτουργία του ριζικού συστήματος αλλά και γενικότερα τις φυσιολογικές λειτουργίες των φυτών με αποτέλεσμα την μειωμένη πρόσληψη θρεπτικών στοιχείων (Marschner 1986).

Όσον αφορά στον 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).

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).

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).

1.2. ΤΟ ΚΑΛΙΟ ΣΤΑ ΦΥΤΑ

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

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 και των επί μέρους οργάνων του καθώς και του οργάνου που εξετάζεται και της ηλικίας του. 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).

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 et al. 2003). Κινούμενο μέσω του ρεύματος του ηθμού το κάλιο ανακατανέμεται εντός των φυτών από τους γηραιότερους προς τους νεαρότερους και αναπτυσσόμενους ιστούς (Mpelasoka et al. 2003). Κατά την περίοδο ωρίμανσης των καρπών παρατηρείται μετακίνηση καλίου από τα φύλλα προς τους καρπούς (Καράταγλης 1994).

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. Οι υψηλές του συγκεντρώσεις στο κυτόπλασμα χρειάζονται για να εξουδετερώσουν τα διαλυτά ανόργανα και οργανικά οξέα, αλλά και μεγαλομοριακά ανιόντα, ώστε να σταθεροποιηθεί το pH μεταξύ 7 και 8, τιμή που είναι η άριστη για τις περισσότερες ενζυμικές δραστηριότητες (Marschner 1986).

Σε αντίθεση με τους μηχανισμούς που εμποδίζουν τη συγκέντρωση του ασβεστίου, υπάρχουν στη μεμβράνη του πλάσματος μηχανισμοί άντλησης του K^+ για τη συσσώρευσή του μέσα στο κυτόπλασμα. Επίσης παίζει 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 είναι σχετικές με την σπαργή όπως η αύξηση του

μεγέθους των κυττάρων και το άνοιγμα ή το κλείσιμο των στοματίων (Marschner 1986).

Πέρα από τον ρόλο του σαν ρυθμιστής του pH και σαν ωσμωτικός παράγοντας το κάλιο είναι απαραίτητο στην ενζυμική δραστηριότητα. 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^+) και το ρουβίδιο (Rb^+), αλλά σε υψηλές συγκεντρώσεις είναι τοξικά (π.χ. NH_4^+) ή δεν υπάρχουν σε αφθονία στη φύση (π.χ. Rb^+). Τα νάτριο και λίθιο μπορούν μόνο εν μέρει να το υποκαταστήσουν ή ακόμα και να δράσουν παρεμποδιστικά (Marschner 1986).

1.2.1. Ο ρόλος του καλίου στην ανάπτυξη και σύνθεση των φυτών

Τα φυτά που περιέχουν στους ιστούς τους κάλιο λιγότερο από το κανονικό δεν εκδηλώνουν αμέσως ορατά συμπτώματα τροφопενίας. 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 τροφопενία, 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 του ανοίγματος – κλεισίματος των στοματίων. Γενικά η έλλειψη καλίου προκαλεί μειωμένη αντοχή στην ξηρασία. Επίσης τα φυτά που δεν εφοδιάζονται επαρκώς με κάλιο είναι πιο ευαίσθητα σε ζημιά από παγετό (που σε κυτταρικό επίπεδο σχετίζεται 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 τροφопενίας καλίου δεν μπορούν να καλυφθούν οι ανάγκες των μεριστωματικών ιστών, ακόμα κι αν γίνει μεταφορά του καλίου από τους γηραιότερους ιστούς προς τους νεώτερους.

Επειδή ο ρόλος του καλίου είναι σημαντικός σε πολλές λειτουργίες των κυττάρων, σε περιπτώσεις έλλειψης, τα φυτά 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 καυσαλισμένου. Τα συμπτώματα εμφανίζονται πάντα στα παλαιότερα φύλλα.

Αν η κατάσταση αυτή συνεχισθεί χωρίς να γίνουν διορθωτικές ενέργειες, τα συμπτώματα επεκτείνονται και στα νεώτερα φύλλα και μπορεί να ακολουθήσει ακόμα και νέκρωση ολόκληρου του φυτού. Οι ρίζες των τροφοπενικών φυτών έχουν μικρή ανάπτυξη και είναι ευπαθείς σε σηψιρριζίες. Αλλά και γενικότερα τα φυτά που παρουσιάζουν έλλειψη καλίου είναι πιο ευπαθή σε διάφορες μυκητολογικές ασθένειες, λόγω των αλλαγών που παρουσιάζονται στην ενζυμική δραστηριότητά τους.

Επίσης η έλλειψη καλίου 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.

1.2.2. Η φυσιολογική σημασία του καλίου

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

1) Το μεταβολισμό και ιδιαίτερα την πρωτεϊνοσύνθεση. Σε περιπτώσεις έλλειψής του γίνεται συσσώρευση μέσα στα κύτταρα διαλυτών αμινοξέων, αμιδίων και αμινών. Αυτό συμβαίνει γιατί αφ' ενός ενεργοποιεί ένζυμα του μηχανισμού βιοσύνθεσης πρωτεϊνών και αφ' ετέρου γιατί μαζί με το Mg^{++} είναι απαραίτητα για

τη διατήρηση της δομής των ριβοσωμάτων που έχουν κεντρική σημασία στη πρωτεϊνσύνθεση. Επίσης επηρεάζει τη βιοσύνθεση των σύνθετων υδατανθράκων και ιδιαίτερα του αμύλου. Σε έλλειψη καλίου περιορίζεται ιδιαιτέρως 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.

2) 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. 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 πλάσματος, 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.

Επίσης μία έμμεση επίπτωση της έλλειψης καλίου στα φυτά 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.

3) Τη λειτουργία της αναπνοής και της φωτοσύνθεσης. Η επίδραση αυτή είναι έμμεση γιατί επηρεάζει τη βιοσύνθεση της χλωροφύλλης (μέσω της ενεργοποίησης του απαραίτητου ενζύμου) αλλά και άμεση, αφ' ενός γιατί 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. Έτσι έχει παρατηρηθεί ότι η αύξηση της περιεκτικότητας των φύλλων σε κάλιο συνοδεύεται από αύξηση της φωτοσύνθεσης, της φωτοαναπνοής και της δραστηριότητας της Rubisco.

4) Τη ρύθμιση του ωσμωτικού δυναμικού.

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. Η αύξηση της συγκέντρωσης K^+ στα καταφρακτικά κύτταρα έχει σαν αποτέλεσμα την πρόσληψη νερού 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 (Marschner 1986). 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 δια ταχύσεως αύξηση των κυττάρων 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).

1.2.3. Πρόσληψη του εδαφικού καλίου από τα φυτά

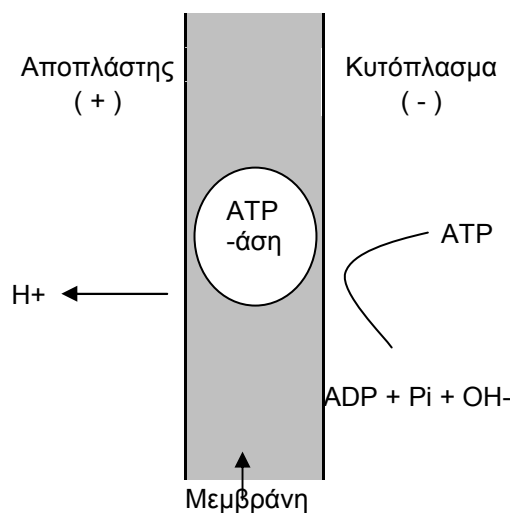
Το κάλιο προσλαμβάνεται από τις ρίζες μέσω του εδαφικού διαλύματος. Το πρώτο στάδιο πρόσληψης του εδαφικού καλίου από τα φυτά είναι η ενεργή μεταφορά του μέσω της κυτοπλασματικής μεμβράνης των ριζικών κυττάρων. Η διαδικασία αυτή λέγεται ενεργός πρόσληψη και απαιτεί κατανάλωση μεταβολικής ενέργειας.

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 αγρού ($< 1\text{mM}$) 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).

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 1.1.). Έτσι το κυτόπλασμα έλκει θετικά φορτία υπό μορφή κατιόντων. Η απαιτούμενη ενέργεια για την άντληση αυτή των υδρογονοκατιόντων προέρχεται από την διάσπαση της ATP ($ATP \rightarrow ADP + P_i + 32 \text{ kJ}$).



Σχήμα 1.1.: Ο μηχανισμός άντλησης H^+ της ATPάσης που βρίσκεται στις μεμβράνες (Mengel 1989).

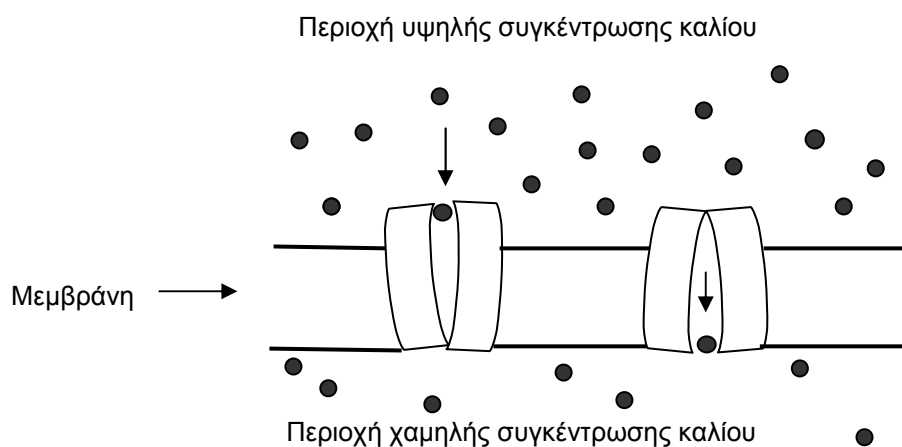
Ο έντονος ρυθμός εισροής καλίου εντός των ριζών λειτουργεί ανταγωνιστικά στην πρόσληψη άλλων κατιόντων (κυρίως του μαγνησίου). Η πρόσληψη όλων των ανταγωνιστικών κατιόντων ευνοείται σε χαμηλές συγκεντρώσεις καλίου. Αλλά η πρόσληψη του καλίου μπορεί να μειωθεί σημαντικά όταν άλλα ανταγωνιστικά κατιόντα 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 et al 2003).

1.2.4. Πρόσληψη 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.

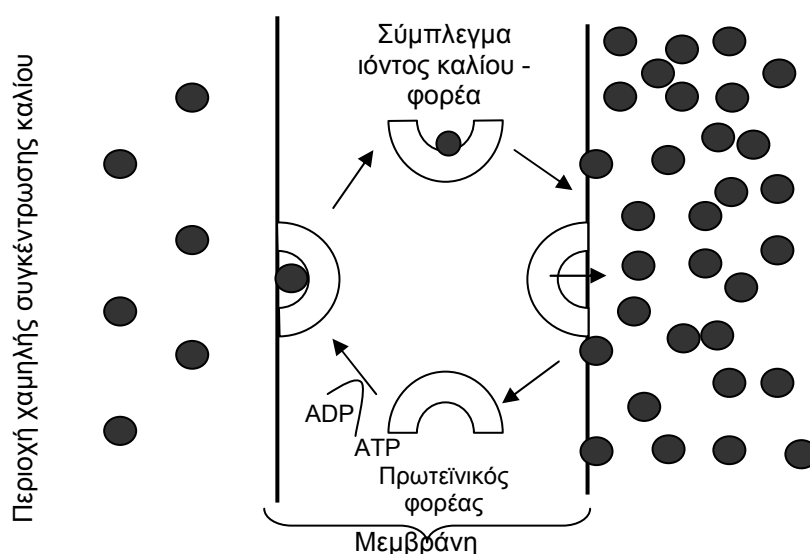
Η πρόσληψη του νερού και των διαλυτών θρεπτικών στοιχείων περιορίζεται στις άκρες των ριζών. Υπάρχουν δύο διαφορετικοί μηχανισμοί πρόσληψης του καλίου που λειτουργούν ανάλογα με το επίπεδο των εξωτερικών συγκεντρώσεων (Mengel 1986). Σε υψηλές συγκεντρώσεις K^+ στο εδαφικό διάλυμα η μεταφορά γίνεται παθητικά, με κανάλια ιόντων (Σχήμα 1.2.) ενώ σε χαμηλές συγκεντρώσεις K^+ στο εδαφικό διάλυμα η μεταφορά γίνεται με πρωτεϊνικούς μεταφορείς και κατανάλωση ενέργειας (Σχήμα 1.3.). 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 1.2.: 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. 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 ΑΤΡάσες των μεμβρανών.



Σχήμα 1.3.: Μεταφορά ιόντων καλίου μέσω των μεμβρανών με πρωτεϊνικούς φορείς (Καράταγλης 1994)

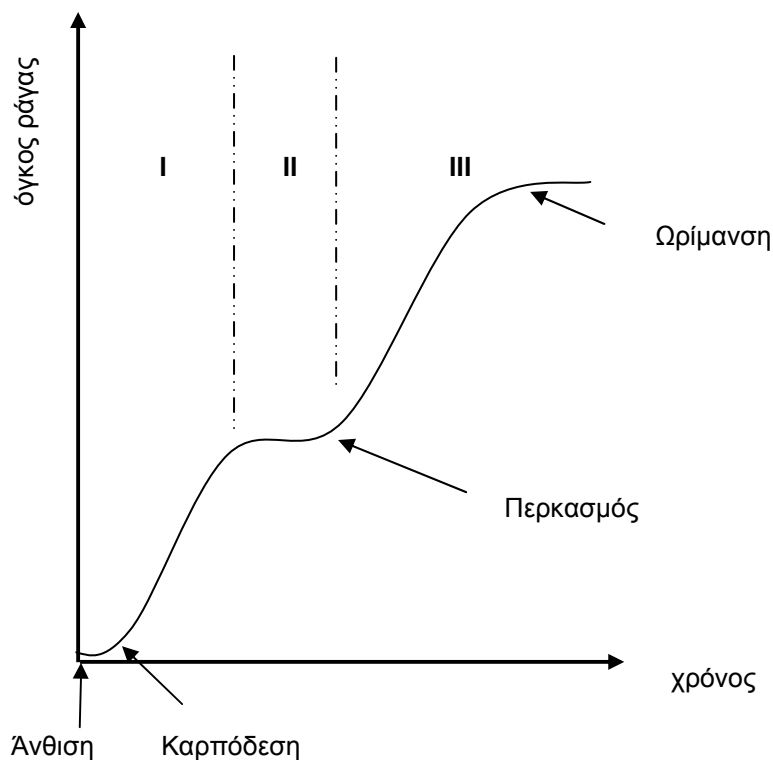
Η μεταφορά των K^+ από τις ρίζες προς τους βλαστούς έχει να κάνει με την ικανότητα φόρτωσης του ανιόντος ρεύματος από τις ρίζες κι όχι με την ένταση της διαπνοής. Επίσης η μεταφορά των K^+ μπορεί να επηρεάζεται από τις ανάγκες του βλαστού που λειτουργεί ως δέκτης θρεπτικών.

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 et al. 2003).

1.3. ΤΟ ΚΑΛΙΟ ΣΤΙΣ ΡΑΓΕΣ

Το κάλιο είναι το κατιόν που κυριαρχεί στη ράγα (Hrazdina et al. 1984) και είναι ιδιαίτερης σημασίας για την ανάπτυξη των ραγών. Η κατεύθυνση της κίνησής του εντός του πρέμνου, όπως και σε όλα τα φυτά, είναι πιο έντονη προς τους αναπτυσσόμενους ιστούς και συχνά γίνεται μεταφορά του μέσω του ηθμού από τα γηραιότερα όργανα προς τα νεώτερα όπως είναι οι καρποί (ράγες) και τα νεαρά φύλλα (Mpelasoka et al. 2003).

Η ανάπτυξη των ραγών ακολουθεί μια διπλή σιγμοειδή καμπύλη (Σχήμα 1.4.) όπου διακρίνονται δύο φάσεις γρήγορης αύξησης της ράγας (Φάσεις I και III) που διακόπτονται από μια φάση όπου σχεδόν δεν υπάρχει 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. Κατά την δεύτερη φάση γρήγορης αύξησης (Φάση III), η αύξηση του μεγέθους των ραγών οφείλεται σε συσσώρευση διαλυτών και κυρίως σακχάρων. Η εκκίνηση της φάσης αυτής συμπίπτει με την έναρξη της ωρίμανσης των ραγών (περκασμός) και χαρακτηρίζεται από μαλάκωμα των ραγών, αλλαγές στο χρώμα αλλά και σημαντικές αλλαγές στη σύνθεσή τους (συσσώρευση σακχάρων και μείωση των οξέων). Παρατηρείται επίσης μια μεγάλη αύξηση στη συγκέντρωση του καλίου (Possner and Kliewer 1985) κυρίως στον φλοιό της ράγας (Coombe 1992).



Σχήμα 1.4.: Αύξηση της ράγας κατά τη διάρκεια των σταδίων ανάπτυξής της

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 κυτόπλάσμα 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.

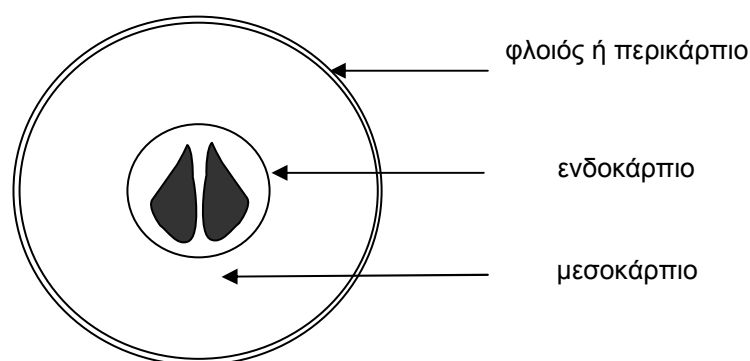
Το νερό και τα διαλυτά σε αυτό συστατικά, κατά κύριο λόγο σάκχαρα, συνεισφέρουν στην αύξηση του μεγέθους της ράγας. Η αύξηση του νερού που περιέχεται στο κύτταρο προκαλεί αύξηση της σπαργής και συνεπώς οδηγεί σε διάταση των κυτταρικών τοιχωμάτων, αλλά μειώνει τον συντελεστή του υδατικού δυναμικού. Για να διατηρηθεί ο συντελεστής υδατικού δυναμικού της ράγας πρέπει να γίνει εισροή διαλυτών.

Παρ' ότι τα σάκχαρα είναι τα κύρια διαλυτά που εισέρχονται στις ράγες, το κάλιο που είναι 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.

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 αφ' ενός στο ότι έχουν μικρότερη κινητικότητα και αφ' ετέρου στο ότι κάποια μπορεί να δράσουν τοξικά σε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις.

1.3.1. Κατανομή του καλίου στις ράγες

Η συγκέντρωση του καλίου διαφέρει μεταξύ των διαφόρων ιστών της ράγας (Σχήμα 1.5.).



Σχήμα 1.5.: Κατά μήκος τομή ράγας

Ο φλοιός παρουσιάζει πολλαπλάσια συγκέντρωση καλίου από τα γίγαρτα και το μεσοκάρπιο ενώ τα γίγαρτα έχουν ελαφρά μεγαλύτερη από αυτή του μεσοκαρπίου. Οι διαφορές αυτές πιθανά να οφείλονται στη διαφορετική δομή των κυττάρων ή στο

διαφορετικό ρόλο του καλίου σε κάθε έναν από τους ιστούς αυτούς. Επίσης η συγκέντρωση του καλίου στους διάφορους ιστούς της ράγας ποικίλλει μεταξύ των διαφόρων ποικιλιών και των συνδυασμών ποικιλίας - υποκειμένου (Mpelasoka et al. 2003).

Σε γενικές γραμμές 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 επηρεάζουν σημαντικά την αναλογία του μεσοκαρπίου και των φλοιών, με τις μικρότερες ράγες να παρουσιάζουν μεγαλύτερη συμμετοχή των φλοιών στο βάρος της ράγας (Mpelasoka et al. 2003).

Επίσης έχει αναφερθεί ότι η συγκέντρωση του καλίου είναι μεγαλύτερη στους φλοιούς των μικρών ραγών σε σύγκριση με αυτήν που παρουσιάζουν μεγαλύτερες ράγες. Στο μεσοκάρπιο η συγκέντρωση του καλίου είναι μικρότερη στη περιφερειακή ζώνη και μεγαλύτερη στο κέντρο του (Mpelasoka et al. 2003).

1.3.2. Μεταφορά του καλίου στις ράγες

Κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης των ραγών η συσσώρευση του καλίου είναι συνεχής ενώ του ασβεστίου ή σταματά εντελώς (Hrazdina et al. 1984) ή συνεχίζεται αλλά πολύ μειωμένη σε σχέση με αυτή του καλίου από τον περκασμό και μετά (Rogiers et al. 2001). Γνωρίζοντας ότι το κάλιο στα φυτά κινείται τόσο μέσω του ηθμού όσο και μέσω του ξύλου ενώ το ασβέστιο κινείται μόνο μέσω του ξύλου, βγαίνει το συμπέρασμα ότι στις ράγες μετά τον περκασμό επικρατεί το ρεύμα του ηθμού, 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 προοδεύει η ωρίμανσή τους, με την ανάπτυξη του κηρώδους επιχρίσματος της εφυμενίδας και τον εκφυλισμό των στοματίων της επιδερμίδας τους.

Από τον περκασμό και μετά οι ράγες αποτελούν τον ισχυρότερο πόλο έλξης καλίου και στην ωρίμανση περιέχουν περισσότερο από το 60% του συνολικού καλίου που υπάρχει στα υπέργεια τμήματα των πρέμων (Mpelasoka et al. 2003). Ταυτόχρονα από τον περκασμό ως τον τρύγο η περιεκτικότητα σε κάλιο όλων των άλλων οργάνων των πρέμων μειώνεται (Williams et al. 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 et al. 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 (Christensen 1969, Hepner et al. 1985, Williams et al. 1991).

1.3.3. Παράγοντες που επιδρούν στη συγκέντρωση του καλίου στα πρέμνα και στις ράγες

1.3.3.1. Εδαφικοί παράγοντες

Όπως προαναφέρθηκε η άντληση K^+ από τις ρίζες των φυτών καθορίζεται από τα επίπεδα του διαθέσιμου καλίου στο έδαφος αλλά και από την ανάπτυξη και τη φυσιολογική δραστηριότητα των ριζών που επηρεάζονται από φυσικές και χημικές ιδιότητες του εδάφους όπως την περιεκτικότητά του σε άργιλο και το είδος της άργιλου, την περιεκτικότητά του σε οργανική ουσία, το pH κ.α..

1.3.3.2. Υποκείμενο

Τα φυτά διαφέρουν στις ανάγκες που έχουν σε κάλιο για να επιτευχθεί το άριστο της ανάπτυξης και της απόδοσής τους. Στην άμπελο έχουν αναφερθεί διαφορές στην περιεκτικότητα σε κάλιο σε επίπεδο πρέμνων, σταφυλιών και γλευκών ανάλογα με την ποικιλία (Christensen P. 1984), το υποκείμενο (Ruhl 1989, Wolpert J. et al. 2005) αλλά και τον συνδυασμό ποικιλία - υποκείμενο (Ruhl et al. 1988).

Οι διαφορές αυτές μπορεί να οφείλονται σε διαφορές στην ικανότητα των ριζών να προσλαμβάνουν κάλιο ή ακόμα σε διαφορές της μεταφοράς των κατιόντων καλίου από τις ρίζες στους βλαστούς.

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 et al. 2003).

Κατά τη μελέτη της επίδρασης 14 υποκειμένων και συγκεκριμένα των: *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 x1613C), O39-16 (V.vinifera x Muscadinia rotundifolia), Harmony (V.champinii x1613C) και 44-53 (V.riparia x (V.cordifolia x V.rupestris)) στην περιεκτικότητα σε κάλιο των μίσχων των φύλλων πρέμνων εμβολιασμένων με τρεις ποικιλίες (Chardonnay, Cabernet Sauvignon και Zinfandel) βρέθηκε ότι η συγκέντρωση του καλίου στους μίσχους ήταν σημαντικά χαμηλότερη στην άνθιση όταν το υποκείμενο προερχόταν από το V.berlandieri. Τα υποκείμενα 1616C, 44-53, O39-16 και τα υποκείμενα που προέρχονταν από το V.champinii παρουσίασαν τις υψηλότερες συγκεντρώσεις καλίου στους μίσχους ενώ τα δύο υποκείμενα που προέρχονταν από τη διασταύρωση V. riparia x V. rupestris παρουσίασαν περιεκτικότητα μίσχων σε κάλιο ενδιάμεση αυτών που προέρχονταν από τα V.berlandieri και V.champinii (Wolpert et al. 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 et al. 2003).

Υποκείμενα όπως τα Freedom, Dog Ridge και Rupestris du Lot που συνεισφέρουν στην αύξηση του pH του γλεύκους των ποικυλίων-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 ποικυλίων-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 πρέμνων 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.

Ο συνδυασμός εμβολίου-υποκειμένου επίσης επηρεάζει το μέγεθος των ραγών (Ruhl et al. 1988) και κατά συνέπεια την κατανομή του καλίου στις ράγες.

1.3.3.3. Μικροκλίμα αμπελώνα

Το μικροκλίμα του αμπελώνα παίζει σημαντικό ρόλο στην διαμόρφωση της ποιότητας των σταφυλίων και του παραγόμενου οίνου. Το μέγεθος και η κατανομή της φυλλικής επιφάνειας των πρέμνων και η σχέση της με τις κλιματικές συνθήκες δημιουργεί το μικροκλίμα εντός του αμπελώνα (Smart et al. 1985). Το μικροκλίμα

λοιπόν ενός αμπελώνα είναι το αποτέλεσμα του συνδυασμού του κλίματος, της πυκνότητας και ζωηρότητας της βλάστησης και των διάφορων καλλιεργητικών επεμβάσεων. Οι καλλιεργητικές επεμβάσεις επηρεάζουν (άμεσα ή έμμεσα) είτε τη ζωηρότητα των πρέμων, είτε κλιματικούς παράγοντες, όπως την ηλιακή ακτινοβολία που περνά, την ταχύτητα του ανέμου και την υγρασία (Smart 1985).

Η έκθεση στην ηλιακή ακτινοβολία και η ένταση της διαπνοής παίζουν σημαντικό ρόλο στην απορρόφηση του καλίου από τα πρέμνα. Σε συνθήκες σκίασης των πρέμων έχει παρατηρηθεί αυξημένη απορρόφηση καλίου (Smart et al. 1985), αύξηση του pH του γλεύκους και μείωση της περιεκτικότητας των ραγών σε σάκχαρα (Smart et al. 1985).

Φαίνεται λοιπόν ότι η αυξημένη συγκέντρωση καλίου στις ράγες σε συνθήκες σκίασης να οφείλεται σε 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 et al. 2003).

1.3.3.4. Καλλιεργητικές επεμβάσεις

Οι καλλιεργητικές επεμβάσεις μπορεί να επηρεάσουν αρκετούς παράγοντες που έχουν σχέση με το έδαφος καθώς και με το μικροκλίμα σε επίπεδο αμπελώνα και πρέμων. 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 κλαδευμάτων (καρποφορίας και χλωρά κλαδέματα), τα οποία επηρεάζουν το μικροκλίμα του αμπελώνα και τη ζωηρότητα των πρέμων.

1) Συστήματα υποστύλωσης και μόρφωσης των πρέμων

Το σύστημα μόρφωσης και το σύστημα υποστύλωσης των πρέμων καθορίζουν τη θέση και τον αριθμό των βλαστών, των φύλλων και των σταφυλιών καθώς και τη διάταξή τους στο χώρο, επηρεάζοντας έτσι το μικροκλίμα του αμπελώνα.

Αυξημένη πυκνότητα βλαστών και μεγάλη ζωηρότητα πρέμων έχουν σαν αποτέλεσμα την αύξηση της σκίασης στον αμπελώνα (Smart 1985).

Η μείωση της σκίασης μπορεί να επιτευχθεί με την επιλογή κατάλληλου συστήματος υποστύλωσης των πρέμων ώστε η διάταξη των βλαστών να γίνεται με τρόπο που να επιτρέπει τη διέλευση περισσότερης ηλιακής ακτινοβολίας στο εσωτερικό τους.

2) Κλαδέματα

Με το κλάδεμα καρποφορίας ρυθμίζεται το φορτίο των πρέμνων έτσι ώστε να διατηρείται η ισορροπία μεταξύ της βλάστησης και της καρποφορίας τους. Υπερβολικά μεγάλη παραγωγή μπορεί να έχει σαν αποτέλεσμα τη μειωμένη παροχή μεταβολιτών στα σταφύλια. Το ίδιο μπορεί να συμβεί επίσης σε πολύ μικρή παραγωγή γιατί τότε υπάρχει ισχυρός ανταγωνισμός για τροφές από την αυξημένη βλάστηση.

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 αραίωμα 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.

3) 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 καλιούχας λίπανσης (Morris et al. 1980), ενώ άλλες αναφέρουν ότι δεν παρατηρείται επίδραση της καλιούχας λίπανσης στα επίπεδα του καλίου στα γλεύκη (Freeman and Kliewer 1983).

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: η ποσότητα και το είδος του λιπάσματος, ο χρόνος και η συχνότητα εφαρμογής του, χημικές και φυσικές ιδιότητες του εδάφους, 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 ζωνρότητα των πρέμνων αλλά και την απόδοσή τους.

4) Άρδευση

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 παραπέρα 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 et al., 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 and Lombard 1993).

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 (Mpelasoka et al. 2003).

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 (Hepner and Bravdo, 1985).

1.4. ΤΟ ΚΑΛΙΟ ΣΤΟ ΓΛΕΥΚΟΣ ΚΑΙ ΤΟΝ ΟΙΝΟ

Το κάλιο είναι το επικρατέστερο κατιόν στη ράγα και στο γλεύκος (Hrazdina et al. 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. Επίσης υψηλά επίπεδα καλίου στις ράγες μπορεί να οδηγήσουν σε μείωση του λόγου τρυγικό οξύ/ μηλικό οξύ με τη επίδρασή του στον μεταβολισμό του μηλικού οξέως. Υψηλά επίπεδα καλίου είναι δυνατό να εμποδίζουν τη μεταφορά του μηλικού εντός του κυτοπλάσματος όπου γίνεται ο μεταβολισμός του μέσω της αναπνοής (Hepner and 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 ψηλό pH συχνά έχουν σαν αποτέλεσμα οίνους που επίσης έχουν ψηλό pH και συνεπώς είναι επίπεδοι γευστικά 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.

Οι ανθοκυάνες συναντώνται στους φλοιούς των ραγών. 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 αλλά και άλλα συστατικά όπως ταννίνες και αρωματικές ενώσεις. Ταυτόχρονα εκχυλίζεται λιγότερο ή περισσότερο από το κάλιο των φλοιών, όπου το κάλιο βρίσκεται σε ψηλότερες συγκεντρώσεις σε σύγκριση με το μεσοκάρπιο (Possner and Kliwer 1985, Coombe 1992). 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.

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.

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. Επίσης υψηλές τιμές μηλικού οξέως ευνοούν την εκδήλωση μηλογαλακτικής

ζύμωσης η οποία δεν είναι πάντα επιθυμητή και επηρεάζει ποικιλοτρόπως τα χαρακτηριστικά του οίνου.

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

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1. Η ΠΟΙΚΙΛΙΑ

Η ποικιλία που μελετάται ως προς την επίδραση δύο υποκειμένων και δύο συστημάτων υποστύλωσης των πρέμνων της, στην περιεκτικότητα του γλεύκους της σε κάλιο, είναι το «Αγιωργήτικο» ή «Μαύρο Νεμέας» (*Vitis vinifera* L.).

Τα πρέμνα των δύο αμπελώνων που μελετώνται ως προς την επίδραση του συστήματος υποστύλωσης είναι εμβολιασμένα στο αντιφυλλοξηρικό υποκείμενο R110. Στον πρώτο αμπελώνα τα πρέμνα είναι διαμορφωμένα σε κάθετο γραμμικό σύστημα υποστύλωσης με τρία μονά σύρματα, ένα για τη στήριξη του οριζόντιου κορμού, ένα για την στήριξη της καρποφορίας και ένα για την στήριξη του φυλλώματος (Φωτ.1).



Φωτ.1.: Τα διαμορφωμένα στο κάθετο γραμμικό σύστημα υποστύλωσης με τρία μονά σύρματα πρέμνα πριν το δέσιμο των βλαστών (ΠΧ).

Η στήριξη του φυλλώματος γίνεται με δέσιμο των βλαστών πάνω στο τελευταίο σύρμα, προς το τέλος της καρπόδεσης, με συστροφή των ίδιων των βλαστών, δημιουργώντας έτσι έναν «κόμπο» (Φωτ.2).

Τα ύψη των τριών συρμάτων είναι: για το πρώτο 50cm από το έδαφος, το δεύτερο 40cm από το πρώτο και το τρίτο σύρμα 40cm από το δεύτερο. Το περιορισμένο αυτό



Φωτ.2.: Τα διαμορφωμένα στο κάθετο γραμμικό σύστημα υποστύλωσης με τρία μονά σύρματα πρέμνα μετά το δέσιμο των βλαστών (ΠΧ).

ύψος φυλλώματος παράλληλα με το δέσιμο των βλαστών, προκαλεί τον συνωστισμό της βλάστησης στο εσωτερικό του πρέμνου με μια σειρά από αρνητικές συνέπειες όπως: συνθήκες έντονης σκίασης και κατά συνέπεια μειωμένη φωτοσύνθεση, συνθήκες αυξημένης υγρασίας με συνέπεια την ανάπτυξη κρυπτογαμικών ασθενειών, μειωμένο φωτισμό και αερισμό στη ζώνη των σταφυλιών καθώς και ανεπαρκή κάλυψή τους με τα σκευάσματα φυτοπροστασίας. Για ευκολία ο αμπελώνας με αυτό το σύστημα υποστύλωσης θα αναφέρεται ως ΠΧ*.

Στον δεύτερο αμπελώνα τα πρέμνα είναι διαμορφωμένα σε κάθετο γραμμικό σύστημα υποστύλωσης με μονό ταυ. Το σύστημα αυτό φέρει ένα μονό σύρμα για την στήριξη του οριζόντιου κορμού, ένα μονό σύρμα για την στήριξη της καρποφορίας και ένα ζεύγος συρμάτων για την στήριξη του φυλλώματος. Η στήριξη του φυλλώματος γίνεται με το πέρασμα του ζεύγους των συρμάτων μέσα στις εγκοπές του ταυ λίγες μέρες πριν την άνθιση. Τα ταυ μπορεί να είναι κατασκευασμένα από διάφορα υλικά (ξύλο, σίδηρο κ.λ.π.) και να είναι βιδωμένα ή κολλημένα στον κάθετο πάσσαλο της υποστύλωσης (Φωτ.3). Οι αποστάσεις μεταξύ των τριών επιπέδων των συρμάτων είναι ίδιες με αυτές του προηγούμενου συστήματος υποστύλωσης.



Φωτ.3.: Το σιδερένιο ταν κολλημένο στον πάσσαλο της υποστήλωσης, με τις εγκοπές μέσα στις οποίες περνιέται το ζεύγος των συρμάτων για την στήριξη του φυλλώματος..

Η διαφορά μεταξύ των δύο συστημάτων εντοπίζεται στο ότι στο σύστημα με το μονό ταν οι βλαστοί περνούν ανάμεσα από το ζεύγος των συρμάτων και στο τέλος της καρπόδεσης κορυφολογούνται σε ένα ύψος 30cm περίπου πάνω από το ταν. Έτσι το ύψος του φυλλώματος φτάνει τα 110cm (Φωτ.4).



Φωτ.4.: Τα διαμορφωμένα στο κάθετο γραμμικό σύστημα υποστήλωσης με μονό ταν πρέμνα μετά το κορυφολόγημα (ΠΨ).

Τα πλεονεκτήματα του συστήματος αυτού είναι αφ' ενός η μεγαλύτερη φωτοσυνθετική επιφάνεια και αφ' ετέρου η κάθετη ανάπτυξη των βλαστών (Φωτ.5) που έχει σαν αποτέλεσμα τον καλύτερο αερισμό και φωτισμό των σταφυλιών και του εσωτερικού του πρέμνου. Για ευκολία ο αμπελώνας με αυτό το σύστημα υποστύλωσης θα αναφέρεται ως ΠΨ.



Φωτ.5.: Τα διαμορφωμένα στο κάθετο γραμμικό σύστημα υποστύλωσης με μονό ταν πρέμνα πριν το κορυφολόγημα (ΠΨ).

Τα πρέμνα των δύο αμπελώνων με «Αγιωργήτικο» που μελετώνται ως προς την επίδραση του υποκειμένου είναι εμβολιασμένα σε R110 (*Vitis berlandieri* x *Vitis rupestris*) και σε 41B (*Vitis vinifera* x *Vitis berlandieri*) και είναι διαμορφωμένα σε κάθετο γραμμικό σύστημα υποστύλωσης με τρία μονά σύρματα. Για ευκολία θα ονομάζονται στη συνέχεια ΠR110 (Φωτ.6.) και Π41B (Φωτ.7.) αντίστοιχα.

Όλοι οι πειραματικοί αμπελώνες βρίσκονται στην τοποθεσία Αφαλοί της Αρχαίας Νεμέας σε 310m υψόμετρο, χωρίς κλίση και παρουσιάζουν ομοιογένεια από εδαφικής άποψης. Έχουν την ίδια κατεύθυνση σειρών (ΒΔ-ΝΑ), το σχήμα μόρφωσης των πρέμνων τους είναι αμφίπλευρο Royat, κατά το κλάδεμα καρποφορίας αφήνονται 6-8 κεφαλές ανά πρέμνο, με δύο οφθαλμούς ανά κεφαλή και δέχονται τις ίδιες καλλιεργητικές επεμβάσεις. Είναι δυνατή η άρδευση αν κριθεί απαραίτητη και δεν έχει εφαρμοστεί καλιούχος λίπανση για τα τελευταία 8 τουλάχιστον χρόνια.



Φωτ.6.: Στη βάση του πρέμνου διακρίνονται βλαστοί του υποκειμένου R110 (ΠR110).



Φωτ.7.: Στη βάση του πρέμνου διακρίνονται βλαστοί του υποκειμένου 41B (Π41B).

Τα εδάφη των πειραματικών αμπελώνων είναι αργιλώδη, βαριά (SP από 43% έως 45%), μέτρια αλκαλικά (pH 7,6), ασβεστούχα (από 44,7% έως 47,7% ελεύθερο CaCO_3) με περιεκτικότητα σε ενεργό CaCO_3 που κυμαίνεται από 16% έως 17%, έχουν κανονική ηλεκτρική αγωγιμότητα (E.C. στους 25°C μικρότερη από 1 mS/cm στο

εκχύλισμα κορεσμού) και η περιεκτικότητά τους σε ολική οργανική ουσία κυμαίνεται από 2,2% έως 2,7%.

Τα δύο πειράματα σχεδιάστηκαν σαν πλήρως τυχαιοποιημένα, με τρεις επαναλήψεις ανά επέμβαση. Έτσι κάθε αμπελώνας χωρίστηκε σε τρεις πειραματικές μονάδες κάθε μία αποτελούμενη από δύο σειρές πρέμων. Σε κάθε πειραματική μονάδα σημειώθηκαν τυχαία 20 πρέμνα από τα οποία έγιναν δειγματοληψίες εδάφους, φύλλων και ραγών.

Η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων έγινε με τη χρησιμοποίηση του στατιστικού προγράμματος Statistica (StatSoft, Inc.) για την ανάλυση της παραλλακτικότητας και τη σύγκριση των μέσων όρων (μέθοδος της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς).

* Ο αμπελώνας ΠΧ είναι ο ίδιος που χαρακτηρίστηκε ως PR110. Ο συμβολισμός του διαφοροποιείται ανάλογα με το αν συγκρίνεται με τους αμπελώνες ΠΨ και Π41Β ως προς την υποστύλωση ή ως προς το υποκείμενο. Οι μετρήσεις που χρησιμοποιούνται για τη στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων είναι οι ίδιες ανεξάρτητα από τον συμβολισμό του.

2.2. ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΕΔΑΦΟΥΣ

Κάθε εδαφολογική ανάλυση περιλαμβάνει τέσσερα στάδια:

1. Τη συλλογή του εδαφικού δείγματος
2. Την εκχύλιση και μέτρηση των διαθέσιμων θρεπτικών
3. Την ερμηνεία των αποτελεσμάτων και
4. Την παροχή συμβουλών λιπαντικής τακτικής.

Η ορθότητα των αποτελεσμάτων καθορίζεται σε μεγάλο βαθμό από την ποιότητα του δείγματος. Γενικά το σφάλμα που υπεισέρχεται σε μια εδαφολογική ανάλυση από την δειγματοληψία είναι πολύ μεγαλύτερο από αυτό των αναλύσεων.

Επειδή η ανάλυση εδάφους καθοδηγεί τον παραγωγό ως προς τη λιπαντική τακτική που θα ακολουθήσει, η δειγματοληψία έχει δύο στόχους: α) την εκτίμηση της μέσης γονιμότητας του εδάφους και β) την αποτύπωση της παραλλακτικότητας της γονιμότητας του εδάφους.

Το ερώτημα λοιπόν είναι με ποιο τρόπο είναι δυνατό να συλλεχθούν δείγματα αντιπροσωπευτικά. Το πρώτο βήμα είναι να χωριστεί το σύνολο της υπό εξέταση περιοχής σε ομοιογενή τμήματα. Τα κριτήρια της ομοιογένειας πρέπει να είναι αντικειμενικά. Τέτοια κριτήρια είναι η κλίση, η έκθεση και ο τύπος του εδάφους, παρ' ότι οι λιπάνσεις που εφαρμόζονται μπορούν να οδηγήσουν, για τον ίδιο τύπο εδάφους, σε διαφορές της γονιμότητάς του.

Από μία ομοιογενή περιοχή συστήνεται η συλλογή ενός σύνθετου δείγματος που προκύπτει από την ανάμιξη πολλών, τυχαία επιλεγμένων, απλών δειγμάτων. Συνήθως συστήνεται το σύνθετο δείγμα να αποτελείται από 5-25 απλά δείγματα. Αν η συμμετοχή τους στο σύνθετο δείγμα είναι ισοδύναμη και ακολουθήσει σχολαστική θραύση και ανάμιξή τους, τότε τα αναλυτικά αποτελέσματα δίνουν μια εκτίμηση της μέσης γονιμότητας του εδάφους της περιοχής. Η ακρίβεια με την οποία η μέση αυτή τιμή αντιπροσωπεύει την περιοχή εξαρτάται από την κλιμάκωση της γονιμότητας στην περιοχή αυτή και τον αριθμό των απλών δειγμάτων που συμμετέχουν στο σύνθετο δείγμα.

Ο αριθμός των απλών δειγμάτων αλλά και η κατανομή τους στον αγρό, έχει γίνει αντικείμενο πολλών μελετών, χωρίς να έχει καθοριστεί επίσημα ένας συγκεκριμένος και κοινά αποδεκτός αριθμός. Γενικά, χρειάζονται λιγότερα απλά δείγματα όπου έχουν γίνει λιγότερες λιπάνσεις και περισσότερα όπου έχει γίνει μεγάλη χρήση λιπασμάτων και για σειρά ετών.

Σύμφωνα με τις οδηγίες του Διεθνούς Ινστιτούτου Καλίου συνιστάται:

- Σε ανομοιογενείς αγρούς να γίνονται περισσότερες από μια δειγματοληψίες.
- Όταν τα φυτά παρουσιάζουν συμπτώματα, να γίνεται χωριστή δειγματοληψία για την προσβεβλημένη ζώνη και χωριστή για την μη προσβεβλημένη.
- Τα σημεία δειγματοληψίας να απέχουν τουλάχιστον 2m από σημεία που παρουσιάζουν ανωμαλίες (δρόμοι, φράχτες, αναχώματα κ.λ.π.).
- Για δενδρώδεις καλλιέργειες συστήνονται 3 βάθη δειγματοληψίας (0-30cm, 30-60cm και 60-90cm) ενώ για την άμπελο αρκούν δύο βάθη (0-30cm και 30-60cm).
- Στην επιλεγμένη τοποθεσία να λαμβάνονται τουλάχιστον 3 απλά δείγματα.
- Σε επαναληπτικές αναλύσεις τα δείγματα να λαμβάνονται από τα ίδια σημεία και την ίδια εποχή.

Προσοχή πρέπει να δίνεται για την αποφυγή επιμολύνσεων κατά τους χειρισμούς των δειγμάτων. Τα εργαλεία συλλογής τους πρέπει να είναι καθαρά και να πλένονται εύκολα και η ανάμιξη των απλών δειγμάτων επίσης να γίνεται σε καθαρό μέσο (π.χ. ένα καθαρό σεντόνι κι όχι σε άδειο σάκο από λίπασμα).

2.2.1. ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΕΔΑΦΟΥΣ ΣΤΗΝ ΑΜΠΕΛΟΚΑΛΙΕΡΓΕΙΑ

Όπως είναι γνωστό το ριζικό σύστημα της αμπέλου απλώνεται πολύ και απορροφά νερό και θρεπτικά στοιχεία από μεγάλο όγκο εδάφους το οποίο μπορεί να διαφέρει πολύ στη χημική του σύσταση ακόμα και σε μικρές αποστάσεις. Έτσι γίνεται από πολύ δύσκολο έως αδύνατο να αποκτηθούν δείγματα εδάφους αντιπροσωπευτικά από τη ριζόσφαιρα των πρέμνων.

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. Βοηθούν να προβλεφθεί το που μπορεί να υπάρξουν προβλήματα από την οξύτητα ή την αλκαλικότητα, την αλατότητα του εδάφους ή από κάποιους τοξικούς παράγοντες (π.χ. περίσσεια βορίου). Πολύ σημαντικές πληροφορίες λοιπόν μπορούν να δοθούν από μία ανάλυση εδάφους σε ό,τι αφορά στο pH του, στην περιεκτικότητά του σε ασβέστιο (τόσο ελεύθερο όσο και ενεργό), αλλά και πιθανά προβλήματα αλατότητας.

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

2.2.2. ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΕΔΑΦΟΥΣ ΣΤΟΥΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΥΣ ΑΜΠΕΛΩΝΕΣ

Οι πειραματικοί αμπελώνες παρουσιάζουν ομοιογένεια τόσο ως προς την κλίση και την έκθεση όσο και ως προς τον τύπο του εδάφους. Παρ' όλα αυτά έγιναν ξεχωριστές δειγματοληψίες από όλες τις πειραματικές μονάδες κάθε αμπελώνα για τον έλεγχο της παραλλακτικότητας που μπορεί να υπάρχει ως προς την περιεκτικότητα του εδάφους τους σε κάλιο.

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.Σ.Υ.Δ.).

Οι δειγματοληψίες έγιναν με ειδικό δειγματολήπτη εδάφους του Π.Ε.Γ.Ε.Α.Λ.. Από κάθε πειραματική μονάδα έγινε δειγματοληψία 5 απλών δειγμάτων, προχωρώντας σε ζιγκ-ζαγκ ανάμεσα στις δύο σειρές. Η δειγματοληψία κάθε απλού δείγματος έγινε σε απόσταση περίπου 40cm από τον κορμό των πρέμνων και σε βάθος 0-30cm. Τα απλά δείγματα κάθε πειραματικής μονάδας τοποθετήθηκαν σε καθαρή σακούλα από πολυαιθυλένιο για την σύνθεση του σύνθετου δείγματος και σημειώθηκε η ημερομηνία της δειγματοληψίας και τα στοιχεία του αμπελώνα. Συνολικά σε κάθε πειραματική μονάδα έγιναν τρεις δειγματοληψίες εδάφους στην άνθιση, στον περκασμό και στον τρυγητό.

Μετά την μεταφορά τους στο εργαστήριο 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 σύνθετο δείγμα κοσκινίστηκε με ειδικά κόσκινα με οπές διαμέτρου 2mm και η λεπτή γη που πέρασε από το κόσκινο αποθηκεύτηκε σε καθαρά και αεροστεγή δοχεία για να προωθηθεί για τις αναλύσεις. Πριν την προώθησή τους για τις αναλύσεις τα δείγματα τοποθετήθηκαν για 24 ώρες σε ξηραντήριο σε θερμοκρασία 104°C όπου έγινε αφαίρεση της υγρασίας τους.

Στα δείγματα από την δειγματοληψία της άνθισης 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), B (εκχύλιση με ζέον ύδωρ) και Zn, Cu, Mn, Fe (εκχύλιση με DTPA). Στα δείγματα από τις δειγματοληψίες του περκασμού και του τρυγητού έγινε προσδιορισμός μόνο ανταλλάξιμου και υδατοδιαλυτού K^+ . Τα αποτελέσματα όλων των αναλύσεων διορθώθηκαν ανάλογα με το ποσοστό της περιεχόμενης στο κάθε δείγμα εδάφους υγρασίας.

2.3. ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΦΥΤΙΚΩΝ ΙΣΤΩΝ

Οι αναλύσεις φυτικών ιστών ανάλογα με τον σκοπό για τον οποίο γίνονται μπορούν να διακριθούν σε:

- **Διάγνωσης** που γίνονται για να διαγνωστεί ο λόγος για τον οποίο είναι μειωμένη η παραγωγή ή η βλάστηση ή για να επιβεβαιωθεί μία διάγνωση έλλειψης στοιχείων που βασίστηκε σε συμπτώματα των φυτών.
- **Παρακολούθησης** που γίνονται για να ελεγχθεί η επάρκεια της ακολουθούμενης λιπαντικής τακτικής ή οι επιπτώσεις στη θρεπτική κατάσταση των φυτών από αλλαγές στην υποστύλωση, στο σύστημα άρδευσης ή στις καλλιεργητικές επεμβάσεις.
- **Πρόγνωσης** που στόχο έχουν να προληφθεί η πιθανότητα εμφάνισης τροφопενίας κάποιου στοιχείου πριν την ωρίμανση της παραγωγής.

Και στις τρεις περιπτώσεις μπορούν να προσδιοριστούν «κρυφές» τροφопενίες που περιορίζουν την παραγωγή πριν ακόμα φανούν συμπτώματα στα φυτά. Επίσης όταν το αίτιο ενός προβλήματος είναι άγνωστο, καλό είναι να συλλέγονται δύο ξεχωριστά δείγματα, ένα από το τμήμα της καλλιέργειας που παρουσιάζει το υπό εξέταση πρόβλημα κι ένα από το υγιές τμήμα της καλλιέργειας, για να γίνει σύγκριση των αποτελεσμάτων τους (**συγκριτική φυλλοδιαγνωστική**). Στην περίπτωση αυτή όμως πρέπει να εξασφαλιστεί ότι οι ιστοί που θα συγκριθούν είναι ίδιας ηλικίας και θέσης πάνω στο φυτό.

Κάθε ανάλυση φυτικών ιστών περιλαμβάνει τέσσερα στάδια:

1. Τη συλλογή του δείγματος
2. Την προετοιμασία του δείγματος για ανάλυση (ξήρανση, άλεση)
3. Την ανάλυση και
4. Την ερμηνεία των αποτελεσμάτων για την παροχή συμβουλών λιπαντικής τακτικής.

Η ορθότητα των αποτελεσμάτων καθορίζεται σε μεγάλο βαθμό από την ποιότητα του δείγματος. Γενικά το σφάλμα που υπεισέρχεται σε μια ανάλυση φύλλων από την δειγματοληψία είναι πολύ μεγαλύτερο από αυτό των αναλύσεων. Το δείγμα λοιπόν πρέπει να είναι *αντιπροσωπευτικό* της καλλιέργειας. Για να επιτευχθεί αυτός ο στόχος σε κάθε δειγματοληψία πρέπει:

- Να συλλέγεται το κατάλληλο φυτικό όργανο (μίσχος, έλασμα ή άλλο τμήμα του φυτού) ανάλογα με το είδος της καλλιέργειας. Ο ιστός που επιλέγεται πρέπει να είναι εύκολο να αναγνωριστεί και να συλλεχθεί, να παρέχει αποτελέσματα με αναπαραγωγιμότητα και να συλλέγεται σε περίοδο που είναι αργές οι χημικές αλλαγές στη σύνθεσή του.
- Η συλλογή του φυτικού οργάνου πρέπει να γίνεται από κατάλληλη θέση πάνω στο φυτό ανάλογα με την καλλιέργεια.
- Να συλλέγεται το δείγμα την κατάλληλη εποχή ανάλογα με το στάδιο ανάπτυξης του φυτού.
- Το δείγμα να αποτελείται από το σωστό αριθμό φυτικών οργάνων.

Επίσης σε κάθε δειγματοληψία πρέπει να λαμβάνονται υπ' όψη τα παρακάτω:

- Δεν πρέπει να συλλέγονται φυτικά τμήματα με νεκρούς ιστούς, με μηχανικές ζημιές ή προσβλημένα από έντομα ή ασθένειες.
- Δεν πρέπει να συλλέγονται φυτικά τμήματα από φυτά που μεγαλώνουν σε συνθήκες που μπορεί να χαρακτηριστούν «ιδιαίτερες» (εδάφη με κακή στράγγιση ή με προβλήματα αλατότητας, σε ίσκιο από δέντρα κλπ).
- Δεν πρέπει να συλλέγονται τμήματα από φυτά που βρίσκονται σε κατάσταση καταπόνησης από οποιαδήποτε αιτία (έλλειψη νερού, ψηλές θερμοκρασίες, αντίξοες καιρικές συνθήκες, πλημμύρες κ.λ.π.).
- Πρέπει να ελαχιστοποιούνται όσο γίνεται οι επιμολύνσεις κάθε είδους. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό όταν πρόκειται να ακολουθήσουν προσδιορισμοί ιχνοστοιχείων. Πρέπει να χρησιμοποιούνται καθαρά γάντια για τη συλλογή του δείγματος και να αποφεύγεται κάθε επαφή των φυτικών ιστών με χώμα, χαλκό και γαλβανισμένα υλικά. Επίσης να μην έχει προηγηθεί ψεκάσμος με προϊόντα φυτοπροστασίας ή άρδευση με τεχνητή βροχή.

Περιοχές με διαφορετικό έδαφος μέσα στο ίδιο τεμάχιο πρέπει να συλλέγονται ξεχωριστά. Επίσης τα δείγματα πρέπει να συλλέγονται το πρωί, πριν ανεβεί πολύ η θερμοκρασία και καταπονηθούν τα φυτά.

Μετά τη συλλογή τους τα δείγματα τοποθετούνται σε χάρτινες σακούλες και μεταφέρονται όσο το δυνατόν συντομότερα στο εργαστήριο όπου θα γίνουν οι αναλύσεις. Αν αυτό δεν είναι δυνατό, συντηρούνται σε ψυγείο μέχρι τη μεταφορά τους.

2.3.1. ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΦΥΤΙΚΩΝ ΙΣΤΩΝ ΣΤΗΝ ΚΑΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΗΣ ΑΜΠΕΛΟΥ

Οι αναλύσεις φυτικών ιστών αποτελούν τον πιο αντικειμενικό οδηγό για την εκτίμηση της θρεπτικής κατάστασης και των λιπαντικών αναγκών της αμπέλου. Θεωρούνται πολύ πιο αξιόπιστες και αποτελεσματικές από τις εδαφολογικές αναλύσεις κι αυτό γιατί η ανάλυση εδάφους δεν μπορεί να δώσει μια ένδειξη της θρεπτικής κατάστασης των πρέμνων.

Η αδυναμία συσχέτισης της θρεπτικής κατάστασης των πρέμνων και των επιπέδων των θρεπτικών στοιχείων στο έδαφος οφείλεται στη μεγάλη ποικιλία που υπάρχει στους διάφορους τύπους εδαφών, στο βαθύ και με μεγάλες δυνατότητες εξάπλωσης ριζικό σύστημα των πρέμνων, στις διαφορετικές τεχνικές άρδευσης και στις διαφορές στην πρόσληψη των θρεπτικών στοιχείων ανάμεσα στις ποικιλίες και τα υποκείμενα της αμπέλου.

Όσον αφορά στα αμπέλια υπάρχουν διαφορετικές απόψεις σχετικά με το είδος του ιστού και το χρόνο συλλογής του. Στη Γαλλία χρησιμοποιούν ολόκληρο το φύλλο (έλασμα και μίσχο μαζί) από κόμβο της βάσης του βλαστού, στο τέλος της άνθισης και στον περκασμό. Στην Καλιφόρνια χρησιμοποιούν μίσχους από τη βάση των βλαστών και απέναντι από το σταφύλι στην άνθιση. Στη Νότια Αφρική χρησιμοποιούν έλασμα από τα κατώτερα φύλλα λίγο πριν τον περκασμό.

Το μεγάλο πρόβλημα σε όλες τις μεθόδους είναι η εκτίμηση των επιπέδων του αζώτου. Γενικά θεωρείται ότι τα αποτελέσματα από τους μίσχους στην άνθιση δίνουν καλύτερες εκτιμήσεις για την τροφοπενία καλίου και τοξικότητες χλωρίου και νατρίου, ενώ τα ελάσματα δίνουν καλύτερες εκτιμήσεις για την έλλειψη αζώτου και για τα επίπεδα των στοιχείων: μαγνήσιο, ψευδάργυρο, βόριο (και τοξικότητα βορίου), ασβέστιο, χαλκό, μαγγάνιο και σίδηρο. Ο Robinson μετά από σύγκριση των μεθόδων κατέληξε ότι πιο ακριβείς πληροφορίες δίνει η μέθοδος της Καλιφόρνιας με τους μίσχους (Robinson, 1992).

Κατά το πρωτόκολλο αυτό συλλέγονται μίσχοι από τα φύλλα της βάσης των βλαστών που βρίσκονται απέναντι από ταξιανθία. Οι μίσχοι είναι ιστοί που έχουν την τάση να συσσωρεύουν θρεπτικά στοιχεία και είναι πολύ εύκολο να συλλεχθούν.

Η δειγματοληψία καλό είναι να γίνεται όσο το δυνατόν πιο κοντά στην πλήρη άνθιση. Με τον ορισμό του σταδίου εξασφαλίζεται ότι όλα τα δείγματα βρίσκονται στο ίδιο φυσιολογικό στάδιο, ανεξάρτητα από εποχιακές διαφορές και διαφορές μεταξύ των περιοχών.

Τα δείγματα πρέπει να συλλέγονται από ένα ομοιογενές τεμάχιο του αμπελώνα και να αντιπροσωπεύουν μία μόνο ποικιλία κι ένα υποκείμενο. Για να εξασφαλιστεί ότι το δείγμα είναι αντιπροσωπευτικό του αμπελώνα συλλέγονται 60-80 μίσχοι από πρέμνα αντιπροσωπευτικά και ομοιόμορφα κατανεμημένα σ' αυτόν. Πιθανά να χρειάζονται περισσότεροι μίσχοι (περίπου 100) σε ποικιλίες που οι μίσχοι είναι μικροί (π.χ. Pinot noir) για να εξασφαλιστεί η απαραίτητη ποσότητα ξηρής ουσίας για τις αναλύσεις. Για τη συλλογή των μίσχων η κίνηση ανάμεσα στις σειρές των πρέμνων πρέπει να γίνεται σε ζιγκ-ζαγκ. Τα δείγματα συλλέγονται το πρωί, πριν ανεβεί πολύ η θερμοκρασία και καταπονηθούν τα πρέμνα. Παρ' όλα αυτά δεν πρέπει να γίνεται η δειγματοληψία πολύ πρωινές ώρες ή με συννεφιά, γιατί σε συνθήκες μειωμένου φωτισμού μειώνονται τα επίπεδα της ρεδουκτάσης των νιτρικών, με αποτέλεσμα να συσσωρεύονται στα φύλλα νιτρικά (Marschner, 1986).

Όταν κατά τη δειγματοληψία της άνθισης υπάρχουν θρεπτικά στοιχεία που βρίσκονται σε ένα επίπεδο κοντά στα κατώτερα όρια της επάρκειας, μπορεί κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου να επαναληφθεί ο έλεγχος για να εξακριβωθεί αν στο μεταξύ παρουσιάστηκε έλλειψή τους. Ένας τέτοιος επανέλεγχος είναι ιδιαίτερα χρήσιμος για το κάλιο, το οποίο κατά την φάση της ωρίμανσης των σταφυλιών, μειώνεται πάρα πολύ στα βλαστικά μέρη του πρέμνου και είναι δυνατό να φτάσει σε επίπεδα έλλειψης.

Η συλλογή του δεύτερου αυτού δείγματος γίνεται κατά τον περκασμό, άλλο ένα σημαντικό φυσιολογικό στάδιο κατά το οποίο τα φύλλα των πρέμνων είναι ακόμα λειτουργικά και υγιή. Επιλέγεται το δεύτερο από την κορυφή πλήρως αναπτυγμένο φύλλο που αντιστοιχεί στο 6^ο-7^ο φύλλο από την αυξανόμενη κορυφή. Τα φύλλα του δείγματος πρέπει να μοιάζουν περισσότερο στο χρώμα και στην υφή με τα άλλα ώριμα φύλλα παρά με τα νεαρότερα κι αναπτυσσόμενα φύλλα. Επειδή οι μίσχοι σε αυτή την περίοδο είναι κατά πολύ μικρότεροι απ' ότι στην άνθιση χρειάζεται μεγαλύτερος αριθμός τους (περίπου 75-100) για ένα ικανοποιητικό δείγμα.

Τα επίπεδα του καλίου στους μίσχους των νεαρών ώριμων φύλλων έχουν τη μεγαλύτερη τιμή τους κατά την άνθιση. Τα επίπεδα αυτά μειώνονται με τον χρόνο και

την ηλικία των φύλλων. Η μείωση είναι πολύ γρήγορη κατά το διάστημα από 2 έως 4 εβδομάδες μετά την άνθιση και στη συνέχεια είναι πιο σταδιακή (Christensen, 1969).

Κατά την ωρίμανση των ραγών και ιδιαίτερα όταν το φορτίο είναι μεγάλο, η μείωση των επιπέδων του καλίου στους ιστούς των πρέμνων μπορεί να είναι ιδιαίτερα σημαντική και συχνά φτάνει στα επίπεδα της έλλειψης. Έτσι πρέμνα που κατά την άνθιση βρίσκονται στα κατώτερα όρια της επάρκειας για το κάλιο (15g.Kg^{-1} ή 1,5%) μπορούν να εξεταστούν ξανά κατά το στάδιο του περκασμού, συλλέγοντας μίσχους από προσφάτως ώριμα φύλλα.

Κρίσιμη τιμή περιεκτικότητας των μίσχων σε κάλιο κατά τον τρυγητό θεωρείται το επίπεδο του 5g.Kg^{-1} (0,5%) ενώ έλλειψη καλίου θεωρείται ότι υπάρχει σε τιμές μικρότερες ή ίσες του 3g.Kg^{-1} (0,3%).

2.3.2. ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΦΥΤΙΚΩΝ ΙΣΤΩΝ ΣΤΟΥΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΥΣ ΑΜΠΕΛΩΝΕΣ

Στους πειραματικούς αμπελώνες για τις αναλύσεις φυτικών ιστών χρησιμοποιήθηκε το πρωτόκολλο της Καλιφόρνιας. Σε κάθε πειραματική μονάδα έγιναν αναλύσεις μίσχων φύλλων για τον προσδιορισμό της περιεκτικότητάς τους σε κάλιο σε τρία στάδια: κατά την πλήρη άνθιση, κατά τον περκασμό και λίγες μέρες πριν τον τρυγητό.

Δειγματοληψία Άνθισης: Σε κάθε πρέμνο συλλέχθηκαν 3 έως 4 φύλλα ώστε το δείγμα να αποτελείται από 60-80 μίσχους. Τα φύλλα συλλέχθηκαν ένα ανά κύριο βλαστό, κατά την πλήρη άνθιση (50% πτώση πιλιδίων) και από κόμβο που έφερε ταξιανθία.

Δειγματοληψία Περκασμού: Σε κάθε πρέμνο συλλέχθηκαν 4 έως 5 φύλλα από τον 6^ο κόμβο από την αυξανόμενη κορυφή (των μεσοκάρδιων βλαστών μιας και μετά την άνθιση εφαρμόστηκε κορυφολόγημα σε όλο τον αμπελώνα) ώστε κάθε δείγμα να αποτελείται από 80 έως 100 μίσχους. Η δειγματοληψία έγινε όταν το 50% των ραγών είχε αλλάξει χρώμα.

Δειγματοληψία Τρυγητού: Η δειγματοληψία έγινε λίγες μέρες πριν τον τρυγητό με τον ίδιο τρόπο όπως και στον περκασμό.

Ο διαχωρισμός του μίσχου από το έλασμα σε όλες τις δειγματοληψίες γινόταν άμεσα, με ανοξείδωτο μαχαίρι, για να αποφευχθεί η μετακίνηση θρεπτικών στοιχείων προς το έλασμα.

Τα δείγματα από όλες τις δειγματοληψίες μετά τη συλλογή τους τοποθετήθηκαν σε χάρτινες σακούλες και μεταφέρθηκαν άμεσα, μέσα σε φορητό ψυγείο, στο

Εργαστήριο του Π.Ε.Γ.Ε.Α.Λ. Ξυλοκάστρου. Εκεί έγινε πλύσιμο των μίσχων με διάλυμα 0,1% απορρυπαντικού απαλλαγμένου φωσφορικών και τρεις φορές ξέπλυμα με απιονισμένο νερό. Ο συνολικός χρόνος πλυσίματος κάθε δείγματος ήταν μικρότερος του ενός λεπτού για να μην υπάρξουν απώλειες σε κάλιο λόγω εκχύλισης.

Μετά από στράγγιση των δειγμάτων για περίπου μισή ώρα, ακολούθησε ξήρανσή τους σε ξηραντήριο με ανακύκλωση αέρα για 48 ώρες και σε θερμοκρασία 60°C. Ακολούθησε τρίψιμο σε ειδικό μύλο με σήτα διαμέτρου 20meshes για ομογενοποίηση του δείγματος. Στη συνέχεια έγινε ξηρή καύση των δειγμάτων σε πυριαντήριο για 6 ώρες στους 500 °C. Η εκχύλιση του καλίου από την τέφρα έγινε με διάλυμα 1N HCl. Ακολούθησε προσδιορισμός του καλίου με φασματοφωτομετρία ατομικής απορρόφησης (VARIAN AA240FS).

2.4. ΠΟΡΕΙΑ ΩΡΙΜΑΝΣΗΣ ΤΩΝ ΣΤΑΦΥΛΙΩΝ

Ο καθορισμός της ημερομηνίας τρυγητού γίνεται με την παρατήρηση της πορείας ωρίμανσης των σταφυλιών, με τακτικές δειγματοληψίες κατά τη διάρκεια της περιόδου ωρίμανσης. Πολύ σημαντικό είναι η απόκτηση ενός δείγματος αντιπροσωπευτικού του αμπελώνα. Το μέγεθος του δείγματος εξαρτάται από το μέγεθος και την ομοιομορφία που παρουσιάζει ο αμπελώνας.

Υπάρχουν διάφορες μέθοδοι δειγματοληψίας όπου από μια ομάδα πρέμων τυχαία κατανεμημένων στον αμπελώνα συλλέγονται είτε όλα τα σταφύλια, είτε όλα τα σταφύλια από έναν βλαστό κάθε πρέμνου, είτε τέλος ένα σταφύλι από κάθε πρέμνο.

Σε αμπελώνες με αρκετά ομοιόμορφη ωρίμανση μπορεί να συλλέγονται μόνο ράγες. Οι ράγες αυτές πρέπει να προέρχονται από διάφορες θέσεις στο σταφύλι (βάση, μέση, κορυφή) και από σταφύλια σε διάφορες θέσεις πάνω στα πρέμνα από την άποψη προσανατολισμού, έκθεσης στον ήλιο, ύψους από το έδαφος και θέσης στην κληματίδα. Ανάλογα με το μέγεθος του αμπελώνα και τον αριθμό και το είδος των αναλύσεων που θα ακολουθήσουν (δηλαδή της ποσότητας γλεύκους που θα απαιτηθεί) 200-400 ράγες είναι αρκετές για έναν ομοιόμορφο αμπελώνα.

Για την μείωση της παραλλακτικότητας του δείγματος πρέπει να δίνεται προσοχή ώστε τα πρέμνα απ' όπου συλλέγονται οι ράγες να μην βρίσκονται στα όρια του αμπελώνα. Επίσης η δειγματοληψία πρέπει να γίνεται και από τις δύο πλευρές των σειρών. Τέλος πρέπει να γίνεται πάντα την ίδια ώρα της ημέρας για κάθε αμπελώνα και το δείγμα να επεξεργάζεται άμεσα. Αν για οποιοδήποτε λόγο δεν μεταφερθεί άμεσα για ανάλυση πρέπει να φυλάσσεται στο ψυγείο.

2.4.1. Η ΠΟΡΕΙΑ ΩΡΙΜΑΝΣΗΣ ΣΤΟΥΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΥΣ ΑΜΠΕΛΩΝΕΣ

Σε κάθε πειραματικό αμπελώνα γινόταν ξεχωριστή δειγματοληψία από κάθε πειραματική μονάδα και για κάθε δείγμα συλλέγονταν περίπου 200 ράγες. Οι δειγματοληψίες ξεκίνησαν όταν είχε ολοκληρωθεί ο περκασμός των ραγών, γίνονταν μία φορά την εβδομάδα και πάντα την ίδια ώρα της ημέρας (ξεκινούσαν στις 08:30 π.μ. και ολοκληρώνονταν περίπου στις 09:45 π.μ.). Οι ράγες συλλέγονταν σε μικρές σακούλες τροφίμων από πολυαιθυλένιο, τοποθετούνταν σε φορητό ψυγείο και μεταφέρονταν στο Εργαστήριο του Π.Ε.Γ.Ε.Α.Λ. Ξυλοκάστρου όπου ακολουθούσε :

1. Καταμέτρηση των ραγών και ζύγισή τους ώστε να καθοριστεί το μέσο βάρος ράγας.
2. Γλευκοποίηση των ραγών με εξάσκηση πίεσης με το χέρι.
3. Φυγοκέντρωση του γλεύκους για 10 λεπτά στις 3500 στροφές ανά λεπτό.
4. Μέτρηση της περιεκτικότητας του γλεύκους σε ολικά διαλυτά στερεά ($^{\circ}\text{Brix}$) με διαθλασίμετρο χειρός (Atago P-1).
5. Μέτρηση της θερμοκρασίας του γλεύκους για να γίνουν οι απαραίτητες διορθώσεις.
6. Προσδιορισμός των $^{\circ}\text{Bé}$ από πίνακες.
7. Μέτρηση του pH του γλεύκους με pHμετρο (CONSORT C832).
8. Μέτρηση της ογκομετρούμενης οξύτητας του γλεύκους (τιτλοδότηση με διάλυμα NaOH 0,1N και δείκτη κυανό της βρωμοθυμόλης).
9. Αραιώση του γλεύκους με απιονισμένο νερό (1:5) και φύλαξη του αραιωμένου γλεύκους σε κατάψυξη (-24°C) ώστε να γίνει προσδιορισμός της περιεκτικότητας του γλεύκους σε κάλιο για όλα τα δείγματα μαζί.

Η μέτρηση της περιεκτικότητας των γλευκών σε κάλιο έγινε με φασματοφωτομετρία ατομικής απορρόφησης (VARIAN AA240FS) που είναι η μέθοδος 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, Παράρτημα 27, σελ.134).

Ο προσδιορισμός του μέσου βάρους ράγας, της ογκομετρούμενης οξύτητας και του pH του γλεύκους σε κάθε δειγματοληψία έγινε γιατί και τα τρία αυτά μεγέθη έχουν συνδεθεί με την περιεκτικότητα των ραγών σε κάλιο (Boulton 1980, Roby 2004 κ.α.).

Όταν κάποιος από τους αμπελώνες έφτανε στο επιθυμητό επίπεδο τεχνολογικής ωρίμανσης οριζόταν η ημερομηνία τρύγου γι' αυτόν και οι δειγματοληψίες συνεχίζονταν για τους υπόλοιπους αμπελώνες. Έτσι για τον αμπελώνα ΠΨ έγιναν συνολικά 4 δειγματοληψίες, με τελευταία δειγματοληψία πριν το τρύγο στις 4 Σεπτεμβρίου, για τον αμπελώνα ΠΧ (ή ΠR110) έγιναν συνολικά 5 δειγματοληψίες με τελευταία δειγματοληψία πριν το τρύγο στις 11 Σεπτεμβρίου και για τον Π41B έγιναν 6 δειγματοληψίες με τελευταία δειγματοληψία πριν το τρύγο στις 18 Σεπτεμβρίου.

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ

3.1. ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΟΥ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΓΛΕΥΚΟΥΣ ΤΗΣ ΠΟΙΚΙΛΙΑΣ «ΑΓΙΩΡΓΗΤΙΚΟ» ΣΕ ΚΑΛΙΟ

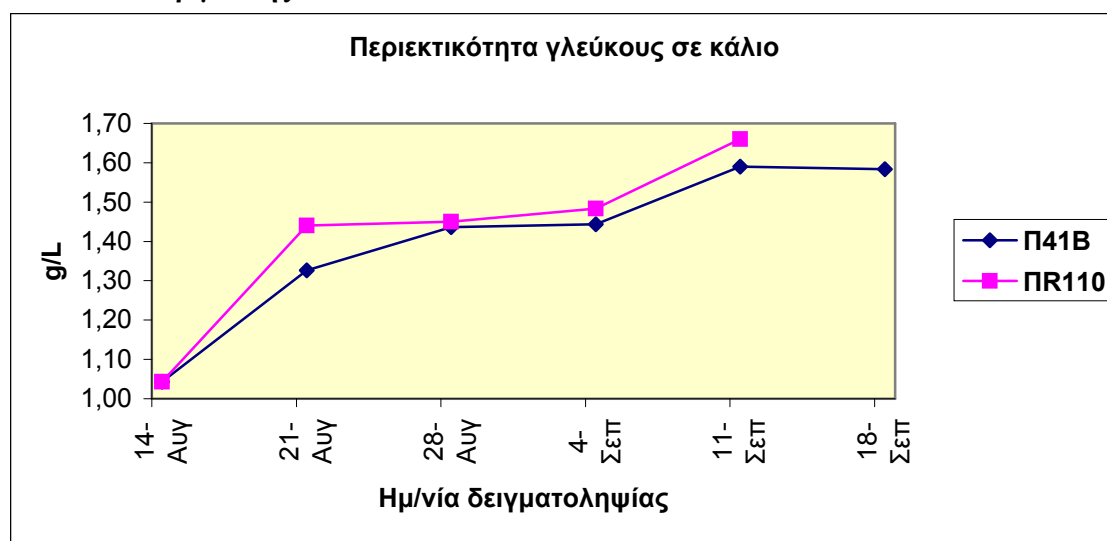
Η περιεκτικότητα σε κάλιο των γλευκών από τους αμπελώνες Π41Β και ΠR110 κατά την πορεία ωρίμανσης, φαίνεται στον Πίνακα 1. και το Γράφημα 1. που ακολουθούν.

Πίνακας 1. Περιεκτικότητα γλεύκους σε κάλιο (g/L) κατά την πορεία ωρίμανσης

Ημ/νία	Π41Β	ΠR110
14-Αυγ	1,04 i	1,04 i
21-Αυγ	1,33 efgh	1,44 dg
28-Αυγ	1,44 dh	1,45 de
4-Σεπ	1,44 df	1,48 bcd
11-Σεπ	1,59 ab	1,66 a
18-Σεπ	1,58 ac	

*Οι μέσοι όροι που δεν έχουν κοινό γράμμα διαφέρουν στατιστικά σημαντικά για $p=0.05$

Γράφημα 1. Περιεκτικότητα γλεύκους σε κάλιο (g/L) κατά την πορεία ωρίμανσης



Η περιεκτικότητα του γλεύκους των δύο αμπελώνων σε κάλιο δε βρέθηκε να διαφέρει κατά την τεχνολογική ωρίμανσή τους, η οποία επιτεύχθηκε στις 11 Σεπτεμβρίου για τον ΠR110 και στις 18 Σεπτεμβρίου για τον Π41Β. Επίσης δεν βρέθηκε να διαφέρει στις υπόλοιπες ημερομηνίες δειγματοληψίας (14, 21 και 28 Αυγούστου, 4 και 11 Σεπτεμβρίου).

Από τα στοιχεία του Πίνακα 1. διαπιστώνεται ότι αρχικά, η συγκέντρωση του καλίου στο γλεύκος και των δύο αμπελώνων αυξάνεται σημαντικά και στη συνέχεια σταθεροποιείται για τρεις συνεχόμενες δειγματοληψίες. Η συσσώρευση του καλίου συνεχίζεται με αποτέλεσμα μια νέα αύξηση της συγκέντρωσής του και στην

περίπτωση του Π41B ακολουθεί μια νέα σταθεροποίηση της τιμής της. Φαίνεται λοιπόν να υπάρχει ένας αργός ρυθμός συσσώρευσης καλίου στις ράγες όσο προχωρά κάθε αμπελώνας προς την τεχνολογική ωρίμανση.

Πράγματι έχει αναφερθεί ότι η συγκέντρωση του καλίου αυξάνει αργά από την καρπόδεση ως την ωρίμανση (Hrazdina et al 1984), με τη συσσώρευσή του στις ράγες να είναι πολύ έντονη στην αρχή του περκασμού ενώ στη συνέχεια, όταν σταθεροποιείται το βάρος των ραγών, ο ρυθμός της συσσώρευσης μειώνεται (Rogiers et al. 2006).

3.1.1. ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΕΛΑΦΩΝ ΚΑΙ ΦΥΤΙΚΩΝ ΙΣΤΩΝ

Τα αποτελέσματα των αναλύσεων του εδάφους των αμπελώνων έδειξαν ότι δεν παρουσιάζουν διαφορές στα φυσικά τους χαρακτηριστικά τα οποία έχουν ήδη περιγραφεί στην ενότητα 2.1.. Ομοιογένεια παρουσιάζουν και στα περισσότερα χημικά τους χαρακτηριστικά με εξαίρεση το μαγγάνιο και τις αφομοιώσιμες μορφές καλίου. Τα χημικά χαρακτηριστικά των εδαφών των αμπελώνων δίνονται στους Πίνακες 2., 3., 4. και τα αντίστοιχα γραφήματά τους.

Πίνακας 2. Χημικά χαρακτηριστικά εδαφών

	Υδατο-διαλυτό Mg	Ανταλ- λάξιμο Mg	Ανταλ- λάξιμο Ca	Ανταλ- λάξιμο Na	P	Fe	Mn	Zn	B
	meq/L	meq/100g	meq/100g	meq/100g	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Π41B	0,70 a	1,62 a	24,84 a	0,27 a	7,6 a	4,00 a	8,33 b	2,00 a	0,20 a
Π110R	0,67 a	1,64 a	29,36 a	0,13 a	8,0 a	4,33 a	10,33 a	1,67 a	0,23 a

*Οι μέσοι όροι που δεν έχουν κοινό γράμμα (σε κάθε στήλη) διαφέρουν στατιστικά σημαντικά για $p=0.05$

Πίνακας 3. Υδατοδιαλυτό κάλιο εδαφών (meq/L)

	ΑΝΘΙΣΗ	ΠΕΡΚΑΣΜΟΣ	ΤΡΥΓΟΣ
Π41B	2,93 a	2,13 b	1,90 b
Π110R	2,23 b	2,33 b	2,33 b

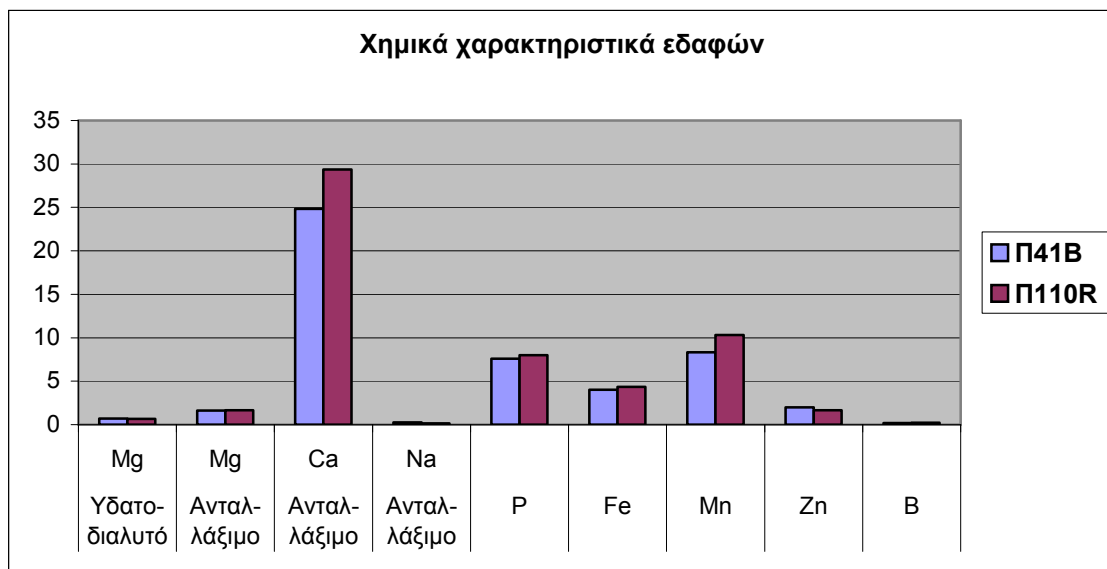
*Οι μέσοι όροι που δεν έχουν κοινό γράμμα διαφέρουν στατιστικά σημαντικά για $p=0.05$

Πίνακας 4. Ανταλλάξιμο κάλιο εδαφών (meq/100g)

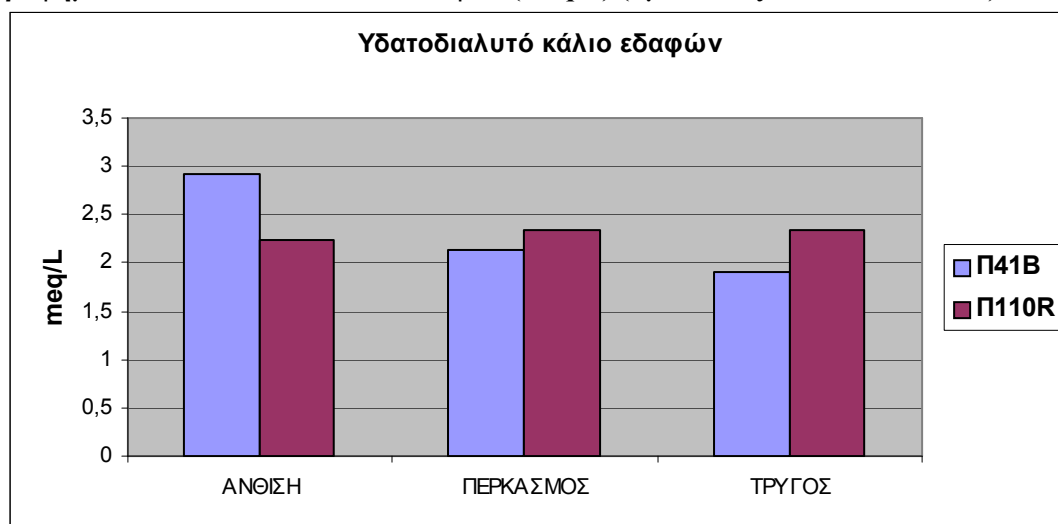
	ΑΝΘΙΣΗ	ΠΕΡΚΑΣΜΟΣ	ΤΡΥΓΟΣ
Π41B	0,20 c	0,19 c	0,15 d
Π110R	0,28 a	0,24 b	0,24 b

*Οι μέσοι όροι που δεν έχουν κοινό γράμμα διαφέρουν στατιστικά σημαντικά για $p=0.05$

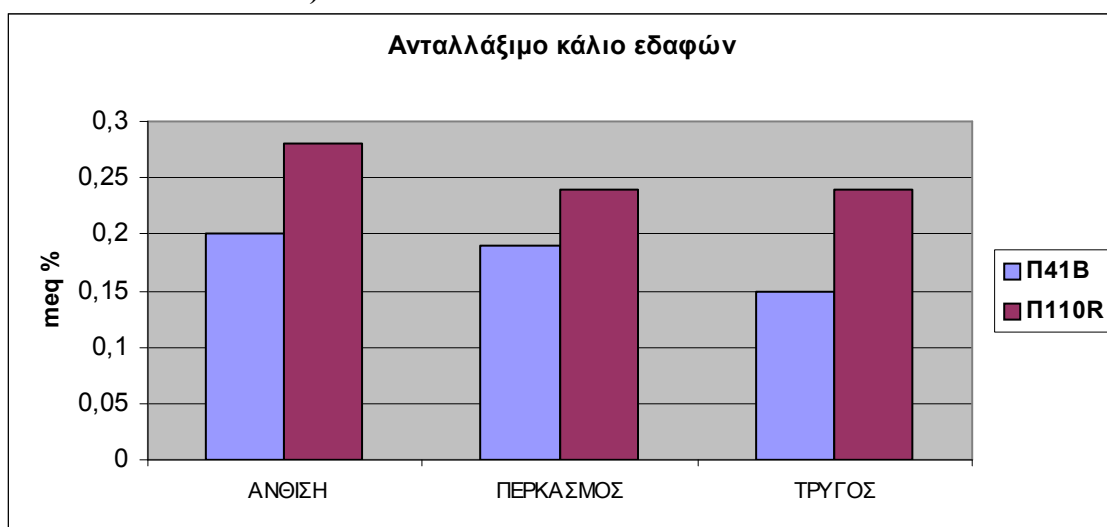
Γράφημα 2. Χημικά χαρακτηριστικά εδαφών (αμπελώνες Π41Β και Π110)



Γράφημα 3. Υδατοδιαλυτό κάλιο εδαφών (meq/L) (αμπελώνες Π41Β και Π110)



Γράφημα 4. Ανταλλάξιμο κάλιο εδαφών (meq/100g) (αμπελώνες Π41Β και Π110)



Εξετάζοντας τη διακύμανση των αφομοιώσιμων μορφών καλίου βρέθηκε ότι το υδατοδιαλυτό κάλιο μεταβλήθηκε σημαντικά από την άνθιση ως τον περκασμό μόνο για τον αμπελώνα Π41Β ενώ από τον περκασμό ως τον τρύγο δεν μεταβλήθηκε σημαντικά σε κανέναν αμπελώνα.

Το ανταλλάξιμο κάλιο από την άνθιση ως τον περκασμό μεταβλήθηκε σημαντικά μόνο για τον αμπελώνα Π110R και από τον περκασμό ως τον τρύγο μεταβλήθηκε σημαντικά μόνο για τον αμπελώνα Π41Β.

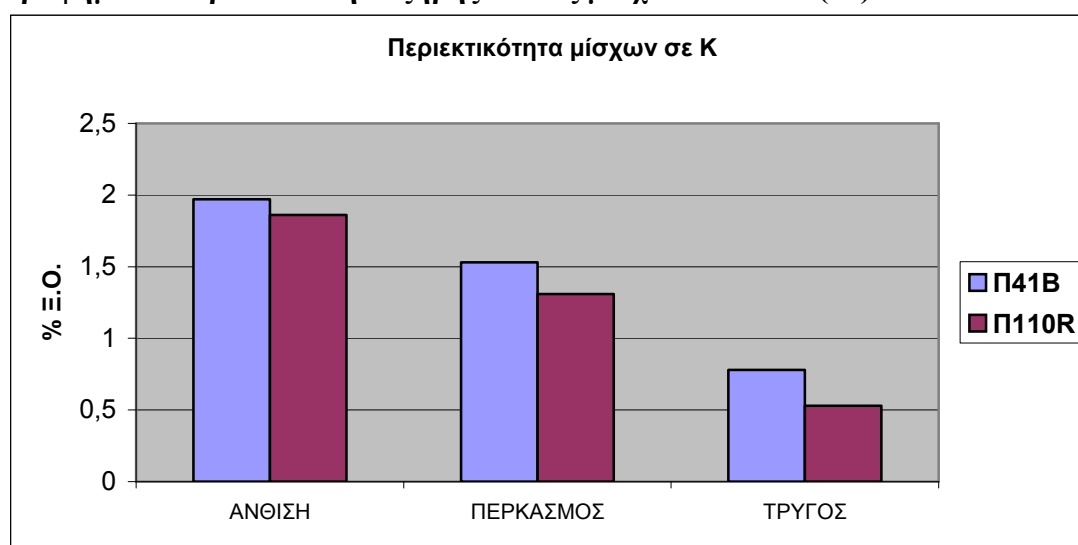
Τα αποτελέσματα από τις αναλύσεις φυτικών ιστών στα στάδια της άνθισης, του περκασμού και της τεχνολογικής ωρίμανσης δίνονται στον Πίνακα 5. και το αντίστοιχο γράφημά του.

Πίνακας 5. Περιεκτικότητα ξηρής ουσίας μίσχων σε κάλιο (%).

	ΑΝΘΙΣΗ	ΠΕΡΚΑΣΜΟΣ	ΤΡΥΓΟΣ
Π41Β	1.97 a	1.53 b	0.78 d
Π110R	1.86 a	1.31 c	0.53 e

*Οι μέσοι όροι που δεν έχουν κοινό γράμμα διαφέρουν στατιστικά σημαντικά για $p=0.05$

Γράφημα 5. Περιεκτικότητα ξηρής ουσίας μίσχων σε κάλιο (%).



Η περιεκτικότητα των μίσχων σε κάλιο βρέθηκε να παρουσιάζει σημαντική μείωση από την άνθιση στον περκασμό και από τον περκασμό στο τρύγο και για τους δύο αμπελώνες.

Συγκρίνοντας την περιεκτικότητα των μίσχων από τους δύο αμπελώνες σε κάλιο, αυτή βρέθηκε να είναι σημαντικά μεγαλύτερη για τον αμπελώνα Π41Β στα στάδια του περκασμού και του τρύγου.

Η σημαντική μείωση της περιεκτικότητας των φύλλων των πρέμνων σε κάλιο με την πρόοδο της ανάπτυξης και της ωρίμανσης των ραγών έχει αναφερθεί σε πολλές μελέτες (Christensen 1969, Hepner et al. 1985, Smart et al. 1985, Williams et al.

1991). Επίσης έχει αναφερθεί ότι τα υποκείμενα διαφοροποιούν την περιεκτικότητα των μίσχων των εμβολίων σε κάλιο και αυτό έχει αποδοθεί είτε στη σχέση εμβολίου – υποκειμένου είτε στη σχέση υποκειμένου – εδάφους (Ruhl 1989).

Εξετάζοντας συνολικά τα αποτελέσματα από τις αναλύσεις εδαφών και φυτικών ιστών μπορεί να βγει το συμπέρασμα ότι ο αμπελώνας PR110 σταμάτησε να απορροφά κάλιο από το έδαφος μετά τον περκασμό. Συνεπώς οποιαδήποτε μεταβολή στη συγκέντρωση του καλίου στους μίσχους των φύλλων και στις ράγες του μετά το στάδιο αυτό, μπορεί να αποδοθεί στην ανακατανομή του καλίου εντός των πρέμνων, δηλαδή τη μεταφορά καλίου από άλλα όργανα των πρέμνων προς τις ράγες.

Ο αμπελώνας Π41B συνέχισε να απορροφά κάλιο από το έδαφος έως και το στάδιο της τεχνολογικής ωρίμανσης των σταφυλιών. Η σημαντικά μεγαλύτερη περιεκτικότητα των μίσχων σε κάλιο που παρουσιάζει στα στάδια του περκασμού και του τρύγου σε σύγκριση με τον αμπελώνα PR110, μπορεί να αποδοθεί στη συνεχόμενη απορρόφηση εδαφικού καλίου, το οποίο αναπληρώνει το κάλιο που μεταφέρεται από τα φύλλα στα σταφύλια.

Το μεγαλύτερο δυναμικό μεταφοράς καλίου στις ράγες που έχουν τα πρέμνα του Π41B, λόγω της αυξημένης περιεκτικότητας των φύλλων τους σε κάλιο, δεν βρέθηκε όμως να διαφοροποιεί την περιεκτικότητα του γλεύκους τους σε κάλιο κατά την τεχνολογική ωρίμανση σε σύγκριση με τον αμπελώνα PR110.

3.1.2. ΠΟΡΕΙΑ ΩΡΙΜΑΝΣΗΣ

Λαμβάνοντας υπόψη ότι όσο αυξάνεται η περιεκτικότητα των ραγών σε σάκχαρα τόσο αυξάνεται η συγκέντρωση καλίου στο μεσοκάρπιο και στο φλοιό τους (Coombe 1992) και ότι η συσσώρευση του καλίου και των σακχάρων ακολουθεί μια παρόμοια πορεία, υποδηλώνοντας ότι πιθανά να συσσωρεύονται ταυτόχρονα (Rogiers et al. 2006), κρίθηκε σημαντικό τα σταφύλια των δύο αμπελώνων να έχουν τον ίδιο βαθμό τεχνολογικής ωρίμανσης ώστε οι όποιες διαφορές στην περιεκτικότητα των γλευκών τους σε κάλιο, να μην οφείλονται στο διαφορετικό βαθμό ωρίμανσής τους.

Από τον Πίνακα 6. και το αντίστοιχο γράφημά του που ακολουθούν, φαίνεται ότι κατά την ημερομηνία που ορίστηκε ο τρύγος για κάθε αμπελώνα, τα γλεύκη τους δεν διέφεραν στην περιεκτικότητά τους σε σάκχαρα.

Πίνακας 6. Περιεκτικότητα γλεύκους σε σάκχαρα (σε °Be) κατά την πορεία ωρίμανσης.

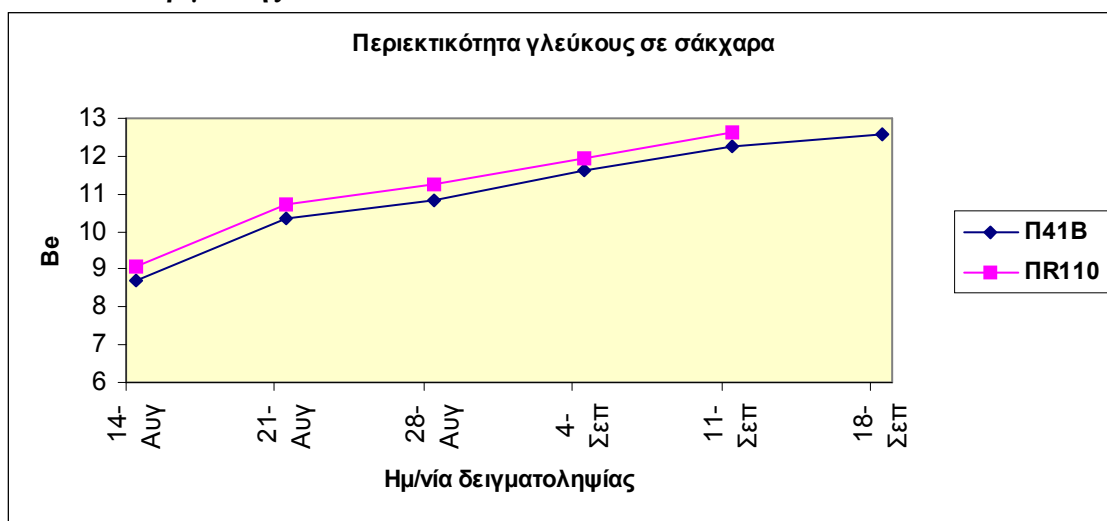
Ημ/νία	Π41B	ΠR110
14-Αυγ	8,70 g	9,05 g
21-Αυγ	10,33 ef	10,72 df
28-Αυγ	10,82 de	11,24 cd
4-Σεπ	11,63 bc	11,93 b
11-Σεπ	12,25 ab	12,62 a
18-Σεπ	12,60 a	

*Οι μέσοι όροι που δεν έχουν κοινό γράμμα διαφέρουν στατιστικά σημαντικά για $p=0.05$

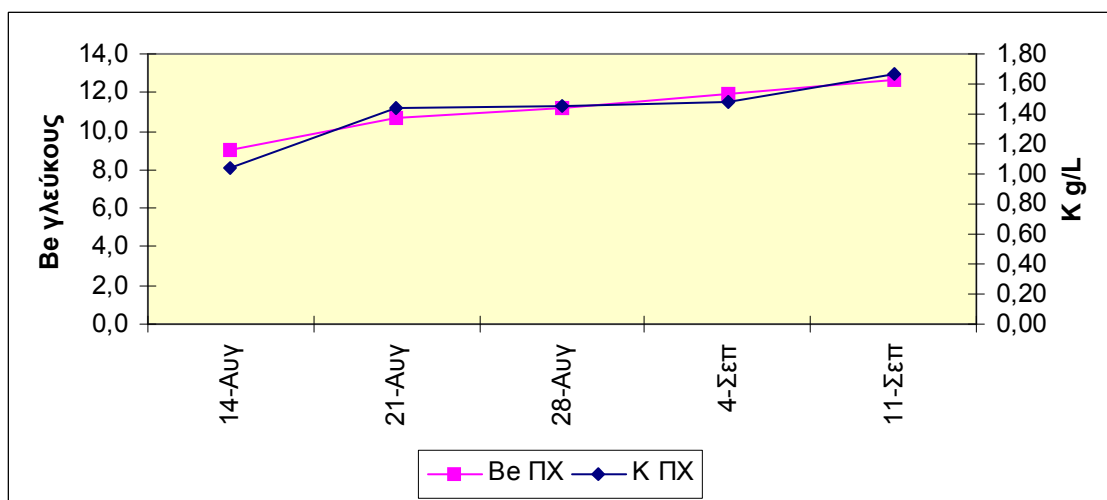
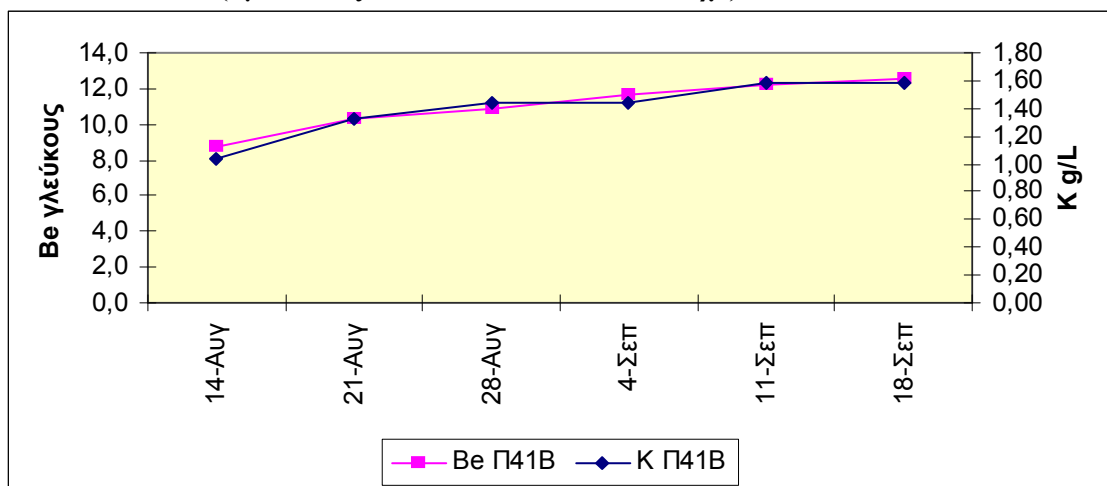
Στα Γραφήματα 7. και 8. φαίνεται η πορεία συσσώρευσης των σακχάρων και του καλίου στα γλεύκη των δύο αμπελώνων κατά την πορεία ωρίμανσης όπου πράγματι ακολουθούν μια παρόμοια πορεία.

Η συγκέντρωση των σακχάρων παρουσιάζει σημαντικά θετικό συντελεστή συσχέτισης με την περιεκτικότητα σε κάλιο στα γλεύκη. Οι τιμές του συντελεστή συσχέτισης για κάθε αμπελώνα είναι $r_{\Pi41B} = 0.94$ και $r_{\Pi R110} = 0.95$.

Γράφημα 6. Περιεκτικότητα γλεύκους σε σάκχαρα (σε °Be) κατά την πορεία ωρίμανσης.



Γραφήματα 7.- 8. Σάκχαρα (°Be) και κάλιο γλεύκους κατά την πορεία ωρίμανσης (αμπελώνες Π41B και PR110 αντίστοιχα).



α) Μέσο Βάρος Ράγας

Στον Πίνακα 7. και το Γράφημα 9. φαίνεται η εξέλιξη του μέσου βάρους ράγας κατά την πορεία ωρίμανσης για τους δύο αμπελώνες.

Πίνακας 7. Μέσο βάρος ράγας (g) κατά την πορεία ωρίμανσης

Ημ/νία	Π41B	ΠR110
14-Αυγ	1,46 hi	1,36 i
21-Αυγ	1,64 df	1,51 gh
28-Αυγ	1,78 bc	1,58 efg
4-Σεπ	1,84 ab	1,65 de
11-Σεπ	1,93 a	1,71 cd
18-Σεπ	1,94 a	

**Οι μέσοι όροι που δεν έχουν κοινό γράμμα διαφέρουν στατιστικά σημαντικά για $p=0.05$*

Το μέσο βάρος ράγας του αμπελώνα Π41B βρέθηκε να είναι σημαντικά μεγαλύτερο από αυτό του αμπελώνα ΠR110 κατά τη τεχνολογική ωρίμανση (18 Σεπτεμβρίου και 11 Σεπτεμβρίου αντίστοιχα). Επίσης το μέσο βάρος ράγας του αμπελώνα Π41B ήταν σημαντικά μεγαλύτερο στις δειγματοληψίες που έγιναν στις 21 και 28 Αυγούστου όπως και στις 4 και 11 Σεπτεμβρίου σε σύγκριση με αυτό του ΠR110.

Τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν με μελέτη σύγκρισης της επίδρασης οχτώ διαφορετικών υποκειμένων (μεταξύ αυτών και τα 41B, R110) στην ποικιλία Ruby Seedles όπου βρέθηκε ότι το υποκείμενο 41B έδωσε μεγαλύτερο βάρος ράγας από πέντε από τα συγκρινόμενα υποκείμενα, συμπεριλαμβανομένου και του R110 (Ezzahouani and Williams 1995).

Στα Γραφήματα 10. και 11. φαίνεται η σχέση μεταξύ του μεγέθους της ράγας και της συγκέντρωσης καλίου στα γλεύκη κάθε αμπελώνα κατά την πορεία ωρίμανσης.

Το μέσο βάρος ράγας παρουσιάζει σημαντικά θετικό συντελεστή συσχέτισης με τη συγκέντρωση καλίου στα γλεύκη και οι τιμές του για τους δύο αμπελώνες είναι $r_{\Pi 41B} = 0,92$ και $r_{\Pi R110} = 0,88$.

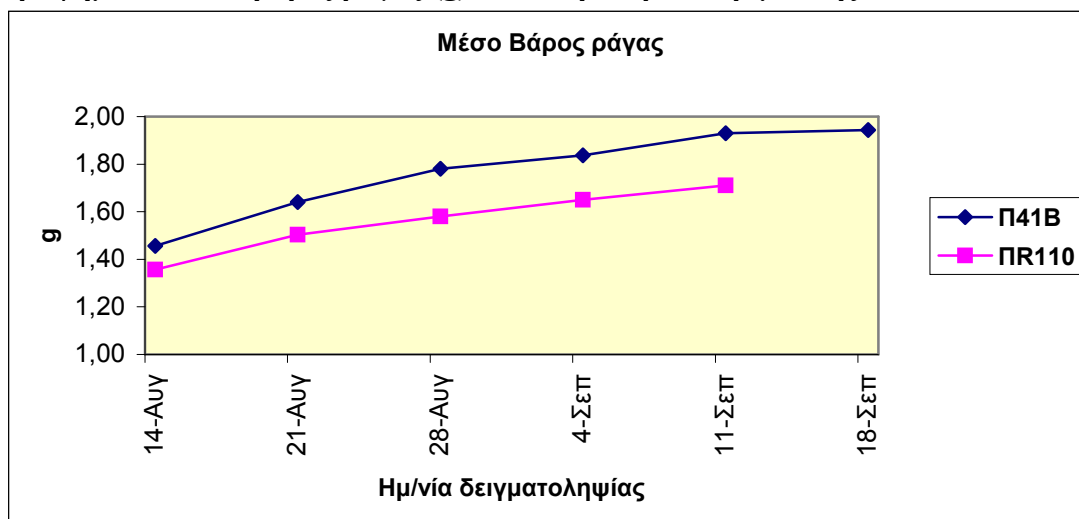
Στον αμπελώνα Π41B στο διάστημα μεταξύ των δειγματοληψιών που έγιναν στις 21 και 28 Αυγούστου παρατηρήθηκε να παραμένει σταθερό το κάλιο ενώ αυξήθηκε το μέσο βάρος ράγας. Προφανώς με την αύξηση του μεγέθους της ράγας, λόγω εισροής νερού και διαλυτών συστατικών, η συγκέντρωση του καλίου παρέμεινε σταθερή λόγω αραίωσης. Μετά από ένα διάστημα σταθεροποίησης των τιμών και για το κάλιο και για το μέσο βάρος ράγας, ακολούθησε αύξηση του καλίου λόγω της συνεχόμενης συσσώρευσής του ενώ το μέγεθος της ράγας παρέμεινε σταθερό και νέα σταθεροποίηση των τιμών και για το κάλιο και για το μέσο βάρος ράγας.

Στον ΠR110 που το μέσο βάρος ράγας μετά την πρώτη δειγματοληψία παρουσίασε πολύ μικρές αυξήσεις και συνεχείς σταθεροποιήσεις, το κάλιο αυξήθηκε σημαντικά μόνο όταν σταθεροποιήθηκε εντελώς το μέγεθος της ράγας, υποδεικνύοντας ότι η συσσώρευση καλίου είχε αργό ρυθμό.

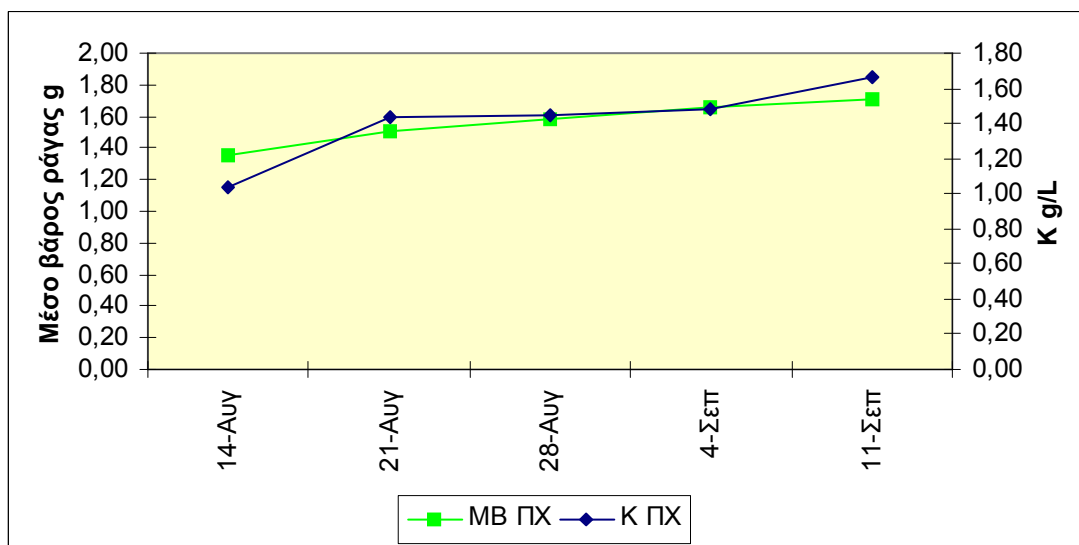
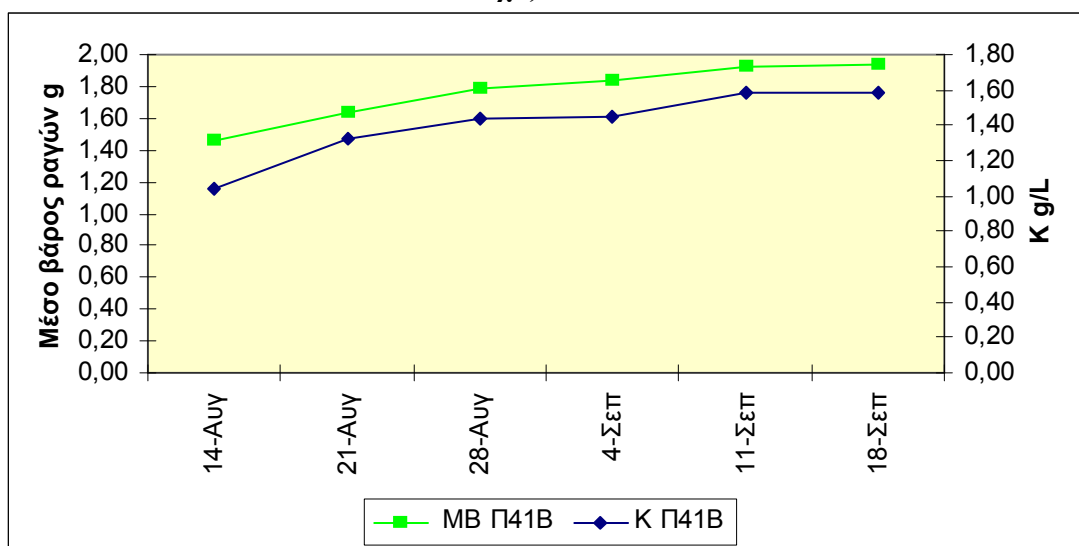
Οι διαπιστώσεις αυτές συμφωνούν με μελέτες που αναφέρουν ότι η συσσώρευση του καλίου στις ράγες είναι πολύ έντονη στην αρχή του περκασμού ενώ ο ρυθμός της συσσώρευσης μειώνεται όταν σταθεροποιείται το βάρος των ραγών (Rogiers et al. 2006).

Εξετάζοντας τα στοιχεία από τους Πίνακες 1. και 7. διαπιστώνεται ότι οι δύο αμπελώνες παρά τις διαφορές που παρουσίασαν στο μέγεθος της ράγας τους, δεν διέφεραν στη συγκέντρωση καλίου στα γλεύκη τους. Αυτό έρχεται σε συμφωνία με τα αποτελέσματα από μελέτες (Roby et al. 2004, Walker et al. 2005) που υποστηρίζουν ότι το μέγεθος της ράγας από μόνο του δεν ασκεί σημαντική επίδραση στη συγκέντρωση διαλυτών συστατικών στα γλεύκη και τους οίνους.

Γράφημα 9. Μέσο βάρος ράγας (g) κατά την πορεία ωρίμανσης



Γραφήματα 10. - 11. Μέσο βάρος ράγας και κάλιο (αμπελώνες Π41B και ΠR110 αντίστοιχα).



β) Ογκομετρούμενη Οξύτητα Γλεύκους

Η ογκομετρούμενη οξύτητα του γλεύκους από τους δύο αμπελώνες όπως φαίνεται από τον Πίνακα 8. και το Γράφημα 13., δε βρέθηκε να διαφέρει ούτε κατά τη τεχνολογική ωρίμανση των σταφυλιών (11 Σεπτεμβρίου για τον ΠR110 και 18 Σεπτεμβρίου για τον Π41B), ούτε κατά τις δειγματοληψίες που έγιναν στις 14, 21 και 28 Αυγούστου, 4 και 11 Σεπτεμβρίου.

Πίνακας 8. Ογκομετρούμενη οξύτητα γλεύκους σε τρυγικό οξύ (g/L) κατά την πορεία ωρίμανσης

Ημ/νία	Π41B	ΠR110
14-Αυγ	12,28 a	12,60 a
21-Αυγ	9,00 c	9,10 c
28-Αυγ	6,95 e	6,83 e
4-Σεπ	6,13 f	6,15 f
11-Σεπ	5,48 gh	5,50 gh
18-Σεπ	5,03 h	

**Οι μέσοι όροι που δεν έχουν κοινό γράμμα διαφέρουν στατιστικά σημαντικά για $p=0.05$*

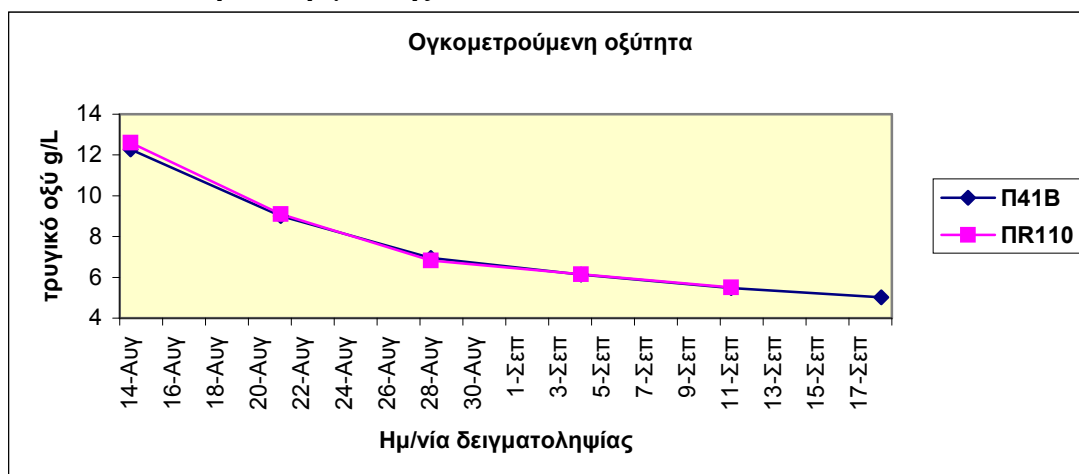
Στα Γραφήματα 14. και 15. φαίνεται η σχέση της ογκομετρούμενης οξύτητας και της συγκέντρωσης του καλίου στα γλεύκη από τους αμπελώνες Π41B και ΠR110 κατά την πορεία ωρίμανσης.

Η ογκομετρούμενη οξύτητα του γλεύκους βρέθηκε να έχει σημαντικά αρνητικό συντελεστή συσχέτισης με τη συγκέντρωση του καλίου στο γλεύκος. Η τιμή του συντελεστή συσχέτισης για κάθε αμπελώνα ήταν $r_{\text{Π41B}} = -0.91$ και $r_{\text{ΠR110}} = -0.93$.

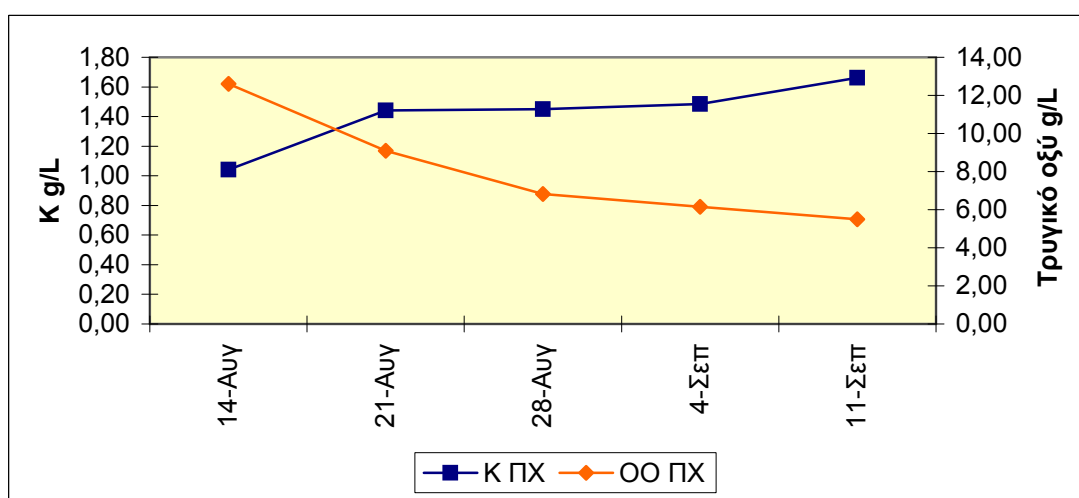
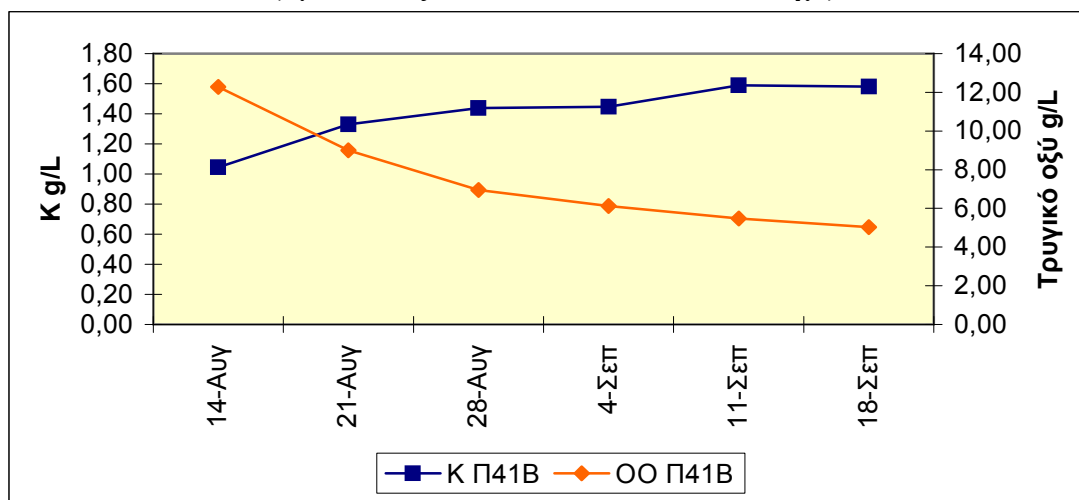
Παρά τον σημαντικά αρνητικό συντελεστή συσχέτισης που βρέθηκε να έχει η ογκομετρούμενη οξύτητα με τη συγκέντρωση του καλίου στα γλεύκη, από τα Γραφήματα 14. και 15. φαίνεται ότι η ογκομετρούμενη οξύτητα των γλευκών συνεχώς μειώνεται με την πρόοδο της ωρίμανσης και στους δύο αμπελώνες, ανεξάρτητα με το αν το κάλιο αυξάνεται ή παραμένει σταθερό.

Η ογκομετρούμενη οξύτητα εξαρτάται από την περιεκτικότητα του γλεύκους σε ελεύθερα οργανικά οξέα. Κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης ενώ το τρυγικό οξύ δεν παρουσιάζει μεγάλες μεταβολές, το μηλικό οξύ συνεχώς μειώνεται (Coombe 1992) με συνέπεια τη μείωση και της ογκομετρούμενης οξύτητας του γλεύκους.

Γράφημα 13. Ογκομετρούμενη οξύτητα γλεύκους σε τρυγικό οξύ (g/L) κατά την πορεία ωρίμανσης



Γραφήματα 14.-15. Ογκομετρούμενη οξύτητα και κάλιο γλεύκους (αμπελώνες Π41Β και ΠΡ110 αντίστοιχα)



γ) Ενεργός Οξύτητα (pH) Γλεύκους

Όπως φαίνεται από τον Πίνακα 9. και το Γράφημα 16. που ακολουθούν το pH του γλεύκους του αμπελώνα Π41B βρέθηκε να είναι σημαντικά μεγαλύτερο από το pH του γλεύκους του αμπελώνα ΠR110 κατά την τεχνολογική τους ωρίμανση (18 και 11 Σεπτεμβρίου αντίστοιχα).

Πίνακας 9. Ενεργός οξύτητα (pH) του γλεύκους κατά την πορεία ωρίμανσης

Ημ/νία	Π41B	ΠR110
14-Αυγ	3,07 f	3,07 f
21-Αυγ	3,28 e	3,29 e
28-Αυγ	3,30 e	3,30 e
4-Σεπ	3,51 d	3,52 cd
11-Σεπ	3,55 bc	3,56 b
18-Σεπ	3,78 a	

**Οι μέσοι όροι που δεν έχουν κοινό γράμμα διαφέρουν στατιστικά σημαντικά για $p=0.05$*

Στα Γραφήματα 17. και 18. φαίνεται η σχέση του pH και της συγκέντρωσης του καλίου στα γλεύκη των δύο αμπελώνων κατά την πορεία ωρίμανσης.

Το pH του γλεύκους και η συγκέντρωση του καλίου στο γλεύκος βρέθηκε να παρουσιάζει σημαντικά θετικό συντελεστή συσχέτισης. Η τιμή του συντελεστή συσχέτισης σε κάθε αμπελώνα ήταν $r_{\text{Π41B}} = 0,85$ και $r_{\text{ΠR110}} = 0,90$.

Κατά τη τεχνολογική ωρίμανση των δύο αμπελώνων, το γλεύκος από τον αμπελώνα Π41B, παρ' ότι δεν διέφερε ούτε στη συγκέντρωση καλίου, ούτε στην ογκομετρούμενη οξύτητα από το γλεύκος του ΠR110 (Πίνακες 1. και 8.), βρέθηκε να έχει μεγαλύτερο pH.

Το pH του γλεύκους εξαρτάται από τη συγκέντρωση των οργανικών οξέων και από το είδος τους (Κουράκου 1998). Όσο μειώνεται η ογκομετρούμενη οξύτητα του γλεύκους, το pH μπορεί ή να μένει σταθερό, αν ο λόγος τρυγικό οξύ / μηλικό οξύ αυξάνεται λόγω της αποικοδόμησης του μηλικού οξέως, ή να αυξάνεται αν κατά το διάστημα αυτό υπάρχει πρόσληψη καλίου (Boulton 1980) ενώ για ίδιες τιμές ογκομετρούμενης οξύτητας, όταν ο λόγος τρυγικό οξύ / μηλικό οξύ είναι μικρότερος, το pH έχει μεγαλύτερες τιμές (Mpelasoka et al. 2003). Λαμβάνοντας υπ' όψιν τα παραπάνω, κατά την τεχνολογική ωρίμανση των δύο αμπελώνων το γλεύκος του Π41B είχε μικρότερο λόγο τρυγικό οξύ / μηλικό οξύ από το γλεύκος του ΠR110.

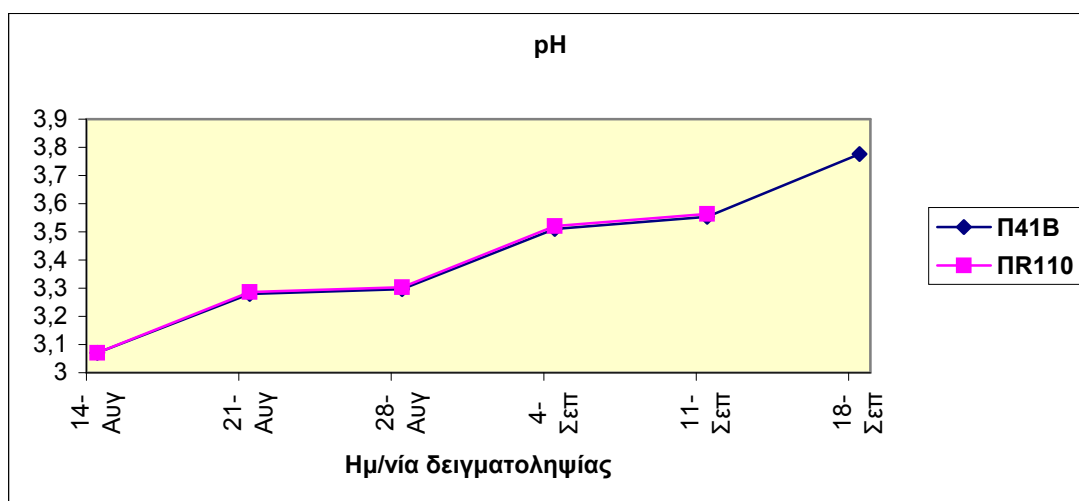
Τα υποκείμενα που παρουσιάζουν ψηλές συγκεντρώσεις καλίου στους μίσχους των φύλλων τους, δίνουν γλεύκη με ψηλό pH (Ruhl et al. 1989). Ο γονότυπος του υποκειμένου επηρεάζει, όχι μόνο τη συγκέντρωση των ανόργανων συστατικών και ιδιαίτερα του καλίου, αλλά και τη σχέση τρυγικό οξύ / μηλικό οξύ (Ruhl et al. 1988).

Επίσης υπάρχει αρνητική συσχέτιση μεταξύ του λόγου τρυγικό οξύ / μηλικό οξύ και του βάρους ράγας και τα υποκείμενα που αυξάνουν το βάρος ράγας δίνουν μικρότερη σχέση τρυγικό οξύ /μηλικό οξύ (Ruhl et al. 1989).

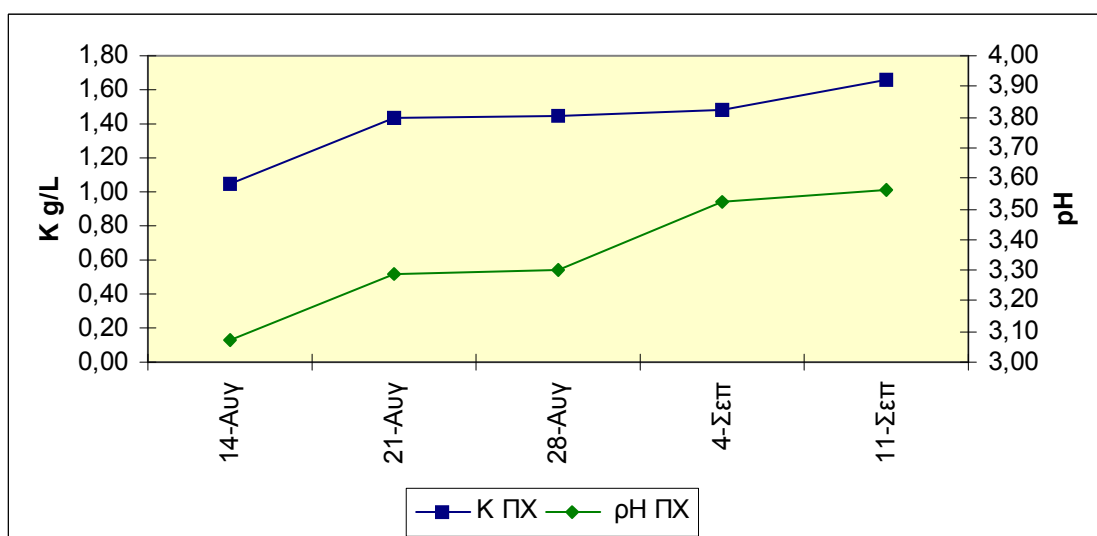
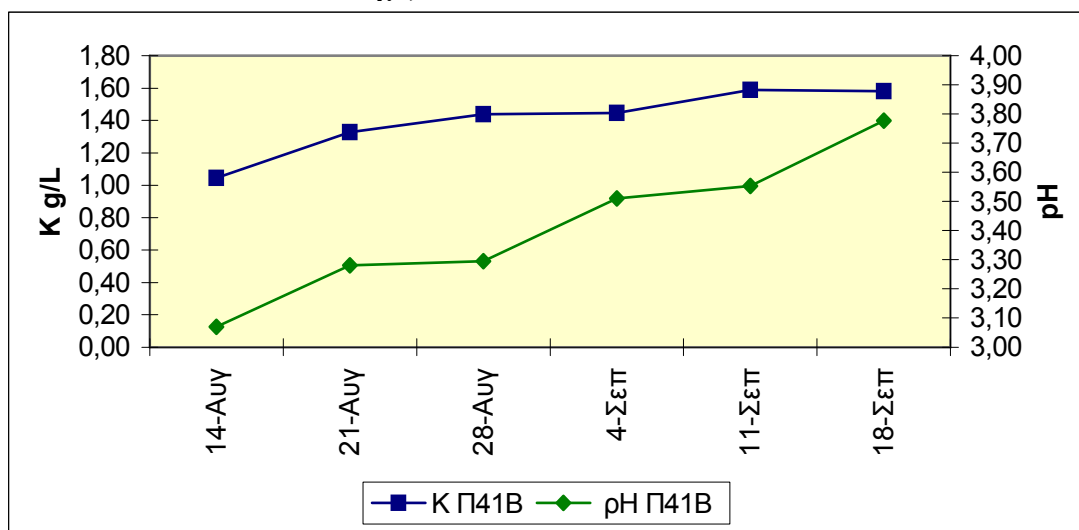
Πράγματι από τις αναλύσεις μίσχων ο Π41Β βρέθηκε να έχει σημαντικά μεγαλύτερη περιεκτικότητα μίσχων σε κάλιο σε σύγκριση με αυτήν του αμπελώνα ΠR110 στα στάδια του περκασμού και του τρύγου και κατά την πορεία ωρίμανσης βρέθηκε να έχει σημαντικά μεγαλύτερο βάρος ράγας από τον ΠR110.

Από τις αναλύσεις εδάφους και μίσχων βρέθηκε ότι τα πρέμνα του αμπελώνα Π41Β έδειξαν αυξημένη απορρόφηση εδαφικού καλίου και μεγαλύτερη περιεκτικότητα μίσχων σε κάλιο και συνεπώς είχαν μεγαλύτερο δυναμικό μεταφοράς καλίου στις ράγες συγκριτικά με τον ΠR110 χωρίς αυτό να αντικατοπτριστεί στην περιεκτικότητα του γλεύκους από τον αμπελώνα αυτό σε κάλιο. Λαμβάνοντας υπ' όψιν ότι το pH του γλεύκους του αμπελώνα Π41Β βρέθηκε να είναι σημαντικά μεγαλύτερο από το pH του γλεύκους του αμπελώνα ΠR110 μία εξήγηση του φαινομένου αυτού είναι ότι πιθανά υπήρξε έντονη μεταφορά καλίου αλλά και εξουδετέρωση τρυγικού οξέως στις ράγες, με αποτέλεσμα τόσο τη μείωση του καλίου όσο και του τρυγικού οξέως και την αύξηση του pH του γλεύκους.

Γράφημα 16. Ενεργός οξύτητα (pH) του γλεύκους κατά την πορεία ωρίμανσης



Γραφήματα 17.-18. pH και κάλιο γλεύκους (αμπελώνες Π41B και ΠR110 αντίστοιχα)



3.2. ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΥΠΟΣΤΥΛΩΣΗΣ ΤΩΝ ΠΡΕΜΝΩΝ ΤΗΣ ΠΟΙΚΙΛΙΑΣ «ΑΓΙΩΡΓΗΤΙΚΟ» ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΓΛΕΥΚΟΥΣ ΤΗΣ ΣΕ ΚΑΛΙΟ

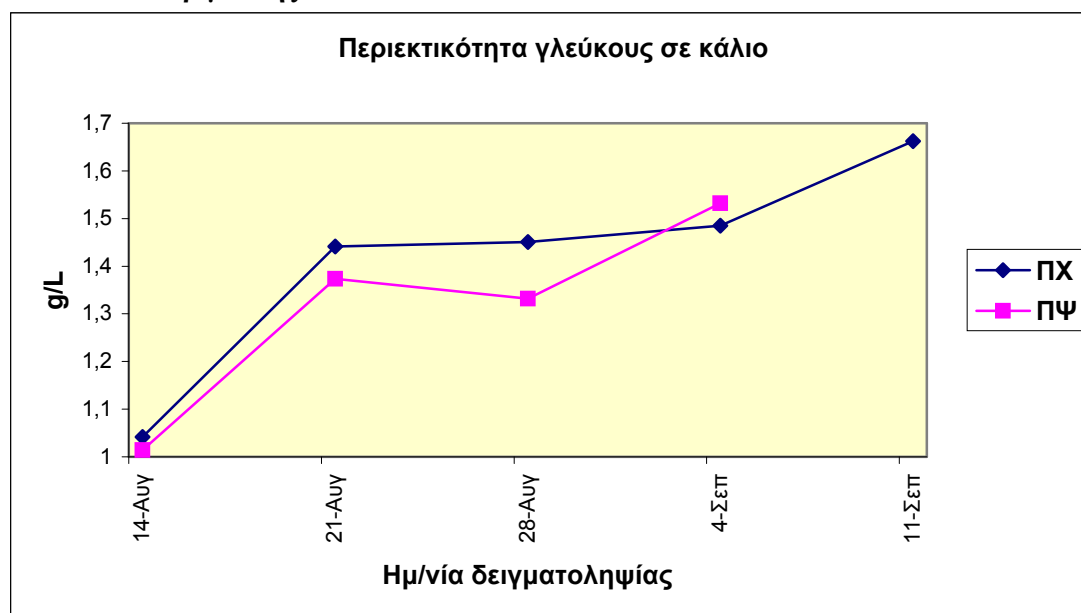
Η περιεκτικότητα σε κάλιο των γλευκών, από τους αμπελώνες ΠΧ και ΠΨ που διαφέρουν ως προς την υποστύλωσή τους, κατά την πορεία ωρίμανσης φαίνεται στον Πίνακα 13. και το Γράφημα 20. που ακολουθούν.

Πίνακας 13. Περιεκτικότητα γλεύκους σε κάλιο (g/L) κατά την πορεία ωρίμανσης

Ημ/νία	ΠΧ	ΠΨ
14-Αυγ	1,04 f	1,01 f
21-Αυγ	1,44 cd	1,37 de
28-Αυγ	1,45 c	1,33 e
4-Σεπ	1,48 bc	1,53 b
11-Σεπ	1,66 a	

*Οι μέσοι όροι που δεν έχουν κοινό γράμμα διαφέρουν στατιστικά σημαντικά για $p=0.05$

Γράφημα 20. Περιεκτικότητα γλεύκους σε κάλιο (g/L) κατά την πορεία ωρίμανσης



Η περιεκτικότητα του γλεύκους σε κάλιο από τον αμπελώνα ΠΧ βρέθηκε να είναι σημαντικά μεγαλύτερη από αυτή του γλεύκους του αμπελώνα ΠΨ κατά την τεχνολογική τους ωρίμανση, η οποία επιτεύχθηκε στις 4 Σεπτεμβρίου για τον ΠΨ και στις 11 Σεπτεμβρίου για τον ΠΧ.

Η συγκέντρωση του καλίου στα γλεύκη και των δύο αμπελώνων παρουσίασε έναν αργό ρυθμό συσσώρευσης, με περιόδους αύξησης που διακόπτονταν από περιόδους σταθεροποίησης των τιμών της όσο πλησίαζαν στη τεχνολογική ωρίμανση.

Πράγματι έχει αναφερθεί ότι η συγκέντρωση του καλίου αυξάνει αργά από την καρπόδεση ως την ωρίμανση (Hrazdina et al 1984), με τη συσσώρευσή του στις ράγες να είναι πολύ έντονη στην αρχή του περκασμού ενώ στη συνέχεια, όταν σταθεροποιείται το βάρος των ραγών, ο ρυθμός της συσσώρευσης μειώνεται (Rogiers et al. 2006).

3.2.1. ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΕΔΑΦΩΝ ΚΑΙ ΦΥΤΙΚΩΝ ΙΣΤΩΝ

Τα αποτελέσματα των αναλύσεων για τα εδάφη των δύο αμπελώνων έδειξαν ότι δεν παρουσιάζουν διαφορές στα φυσικά τους χαρακτηριστικά τα οποία έχουν ήδη περιγραφεί στην ενότητα 2.1. Ομοιογένεια παρουσιάζουν και στα περισσότερα χημικά τους χαρακτηριστικά με εξαίρεση το σίδηρο, το μαγγάνιο και τις αφομοιώσιμες μορφές καλίου. Τα χημικά χαρακτηριστικά των εδαφών των δύο αμπελώνων δίνονται στους Πίνακες 14., 15. και 16. και τα Γραφήματα 21., 22. και 23.

Πίνακας 14. Χημικά χαρακτηριστικά των εδαφών

	Υδατο- διαλυτό Mg	Ανταλ- λάξιμο Mg	Ανταλ- λάξιμο Ca	Ανταλ- λάξιμο Na	P	Fe	Mn	Zn	B
	meq/L	meq/100g	meq/100g	meq/100g	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
ΠΧ	0,67 a	1,64 a	29,36 a	0,13 a	8,0 a	4,33 b	10,33 a	1,67 a	0,23 a
ΠΨ	0,70 a	1,71 a	26,23 a	0,13 a	6,0 a	5,00 a	8,67 b	1,33 a	0,20 a

*Οι μέσοι όροι που δεν έχουν κοινό γράμμα (σε κάθε στήλη) διαφέρουν στατιστικά σημαντικά για $p=0.05$

Πίνακας 15. Υδατοδιαλυτό κάλιο των εδαφών (meq/L)

	ΑΝΘΙΣΗ	ΠΕΡΚΑΣΜΟΣ	ΤΡΥΓΟΣ
ΠΧ	2,23 a	2,33 a	2,33 a
ΠΨ	2,17 a	1,77 b	1,40 c

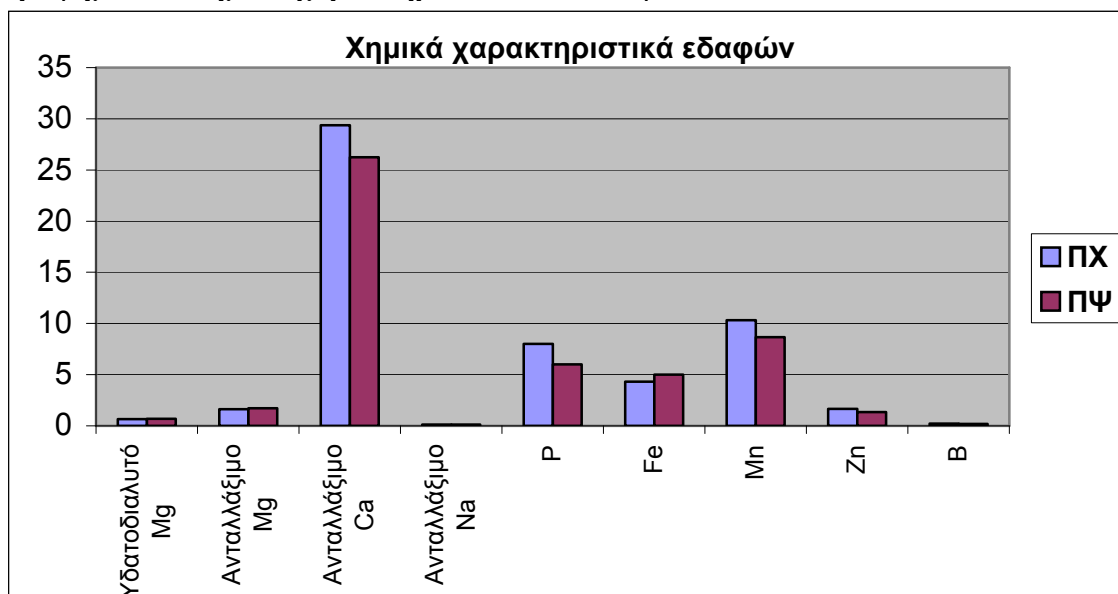
*Οι μέσοι όροι που δεν έχουν κοινό γράμμα διαφέρουν στατιστικά σημαντικά για $p=0.05$

Πίνακας 16. Ανταλλάξιμο κάλιο των εδαφών (meq/100g)

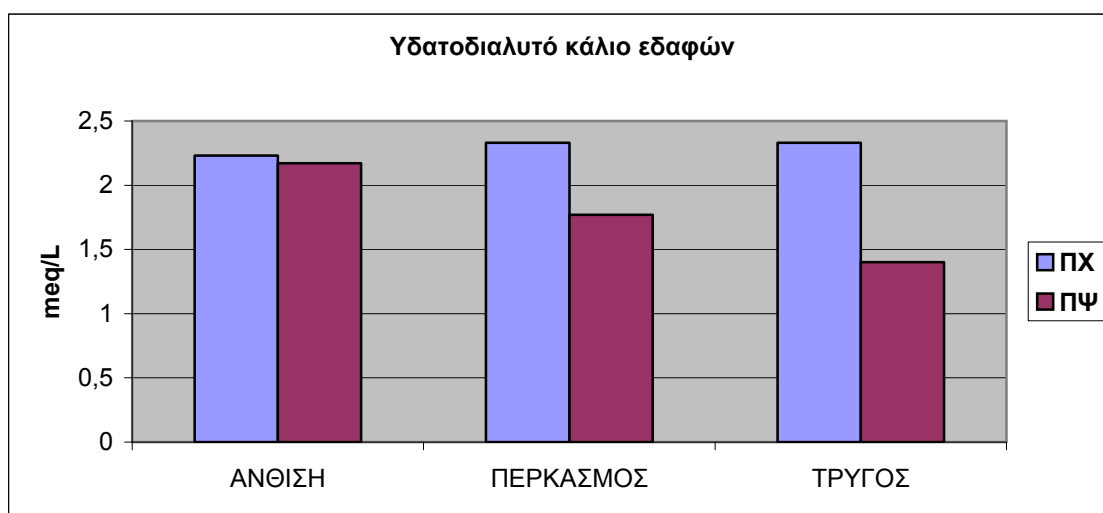
	ΑΝΘΙΣΗ	ΠΕΡΚΑΣΜΟΣ	ΤΡΥΓΟΣ
ΠΧ	0,28 a	0,24 b	0,24 b
ΠΨ	0,24 b	0,22 bc	0,20 c

*Οι μέσοι όροι που δεν έχουν κοινό γράμμα διαφέρουν στατιστικά σημαντικά για $p=0.05$

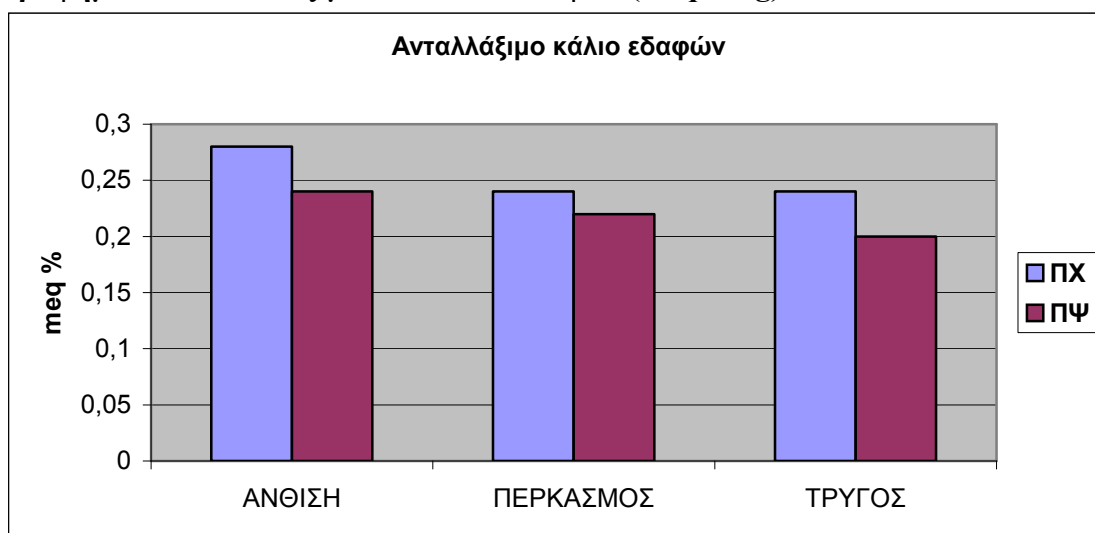
Γράφημα 21. Χημικά χαρακτηριστικά των εδαφών



Γράφημα 22. Υδατοδιαλυτό κάλιο των εδαφών (meq/L)



Γράφημα 23. Ανταλλάξιμο κάλιο των εδαφών (meq/100g)



Εξετάζοντας τη διακύμανση των αφομοιώσιμων μορφών καλίου βρέθηκε ότι το υδατοδιαλυτό κάλιο μεταβλήθηκε σημαντικά από στάδιο σε στάδιο μόνο στον αμπελώνα ΠΨ ενώ το ανταλλάξιμο κάλιο μεταβλήθηκε σημαντικά μόνο για τον αμπελώνα ΠΧ από την άνθιση ως τον περκασμό.

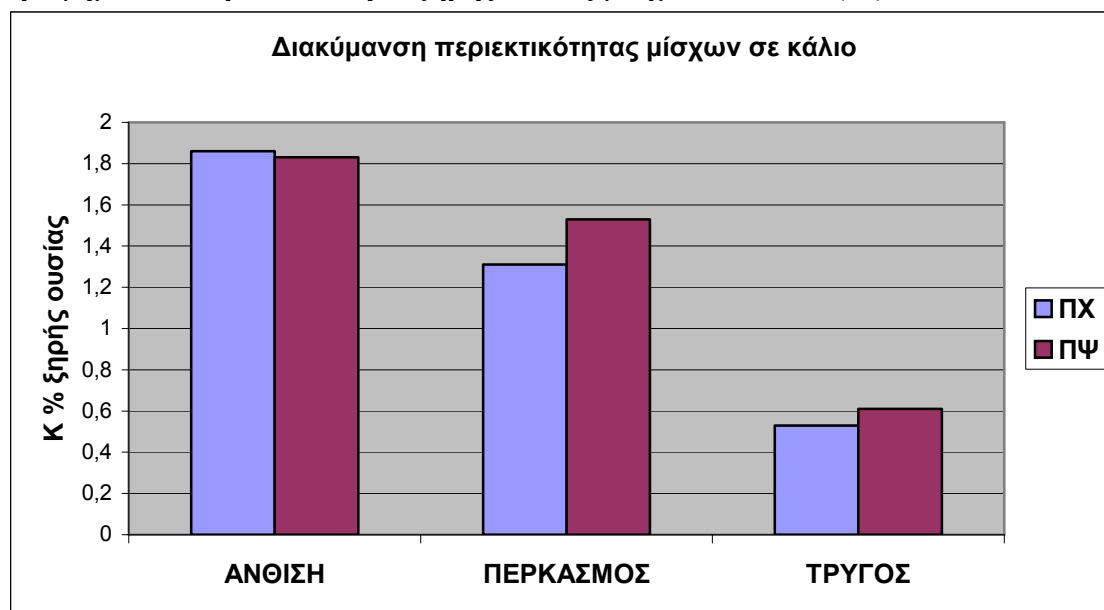
Τα αποτελέσματα από τις αναλύσεις των μίσχων από τα πρέμνα των δύο αμπελώνων στα στάδια της άνθισης, του περκασμού και της τεχνολογικής ωρίμανσης δίνονται στον Πίνακα 18. και το Γράφημα 24.

Πίνακας 18. Περιεκτικότητα ξηρής ουσίας μίσχων σε κάλιο (%).

	ΑΝΘΙΣΗ	ΠΕΡΚΑΣΜΟΣ	ΤΡΥΓΟΣ
ΠΧ	1.86 a	1.31 c	0.53 d
ΠΨ	1.80 a	1.53 b	0.61 d

**Οι μέσοι όροι που δεν έχουν κοινό γράμμα διαφέρουν στατιστικά σημαντικά για $p=0.05$*

Γράφημα 24. Περιεκτικότητα ξηρής ουσίας μίσχων σε κάλιο (%).



Η περιεκτικότητα των μίσχων σε κάλιο βρέθηκε να παρουσιάζει σημαντική μείωση από την άνθιση στον περκασμό και από τον περκασμό στο τρύγο και για τους δύο αμπελώνες.

Συγκρίνοντας την περιεκτικότητα των μίσχων από τους δύο αμπελώνες σε κάλιο, αυτή βρέθηκε να είναι σημαντικά μεγαλύτερη για τον αμπελώνα ΠΨ στο στάδιο του περκασμού.

Η σημαντική μείωση της περιεκτικότητας των φύλλων των πρέμνων σε κάλιο με την πρόοδο της ανάπτυξης και της ωρίμανσης των ραγών έχει αναφερθεί σε πολλές μελέτες (Christensen 1969, Hepner et al. 1985, Smart et al. 1985, Williams et al. 1991).

Εξετάζοντας συνολικά τα αποτελέσματα από τις αναλύσεις εδαφών και φυτικών ιστών βγαίνει το συμπέρασμα ότι ο αμπελώνας ΠΧ σταμάτησε να απορροφά κάλιο από το έδαφος μετά τον περκασμό και συνεπώς οποιαδήποτε μεταβολή στη συγκέντρωση του καλίου στους μίσχους των φύλλων και στις ράγες μετά το στάδιο αυτό, θα πρέπει να αποδοθεί μόνο στη μεταφορά του καλίου από άλλα όργανα των πρέμνων προς τα σταφύλια.

Ο αμπελώνας ΠΨ συνέχισε να απορροφά κάλιο από το έδαφος έως και το στάδιο της τεχνολογικής ωρίμανσης των σταφυλιών. Η σημαντικά μεγαλύτερη περιεκτικότητα μίσχων σε κάλιο που παρουσιάζει στο στάδιο του περκασμού σε σύγκριση με τον αμπελώνα ΠΧ, μπορεί λοιπόν να αποδοθεί στη συνεχόμενη απορρόφηση εδαφικού καλίου, το οποίο αναπληρώνει το κάλιο που μεταφέρεται από τα φύλλα στα σταφύλια.

Στο στάδιο του τρύγου, η διαφορά στην περιεκτικότητα των μίσχων των δύο αμπελώνων σε κάλιο εξαφανίζεται, υποδεικνύοντας ότι η μετακίνηση καλίου από τα φύλλα προς τα σταφύλια ήταν πιο έντονη στον αμπελώνα ΠΨ από τον περκασμό και μετά. Παρ' όλα αυτά διαφορές στην περιεκτικότητα του γλεύκους τους σε κάλιο βρέθηκαν μόνο κατά την τεχνολογική τους ωρίμανση και μάλιστα με τιμές μεγαλύτερες για τον ΠΧ.

Λαμβάνοντας υπ' όψιν ότι όσο αυξάνεται η περιεκτικότητα των ραγών σε σάκχαρα τόσο αυξάνεται η συγκέντρωση καλίου στο μεσοκάρπιο και στο φλοιό τους (Coombe 1992) καθώς και ότι η συσσώρευση των σακχάρων και του καλίου ακολουθούν μια παρόμοια πορεία (Rogiers et al. 2006) η εντονότερη αυτή μετακίνηση καλίου στις ράγες του ΠΨ μπορεί να αποδοθεί στον πιο γρήγορο ρυθμό συσσώρευσης σακχάρων που παρουσίασαν σε σχέση με του ΠΧ, μιας και η ωρίμανση επιτεύχθηκε νωρίτερα (Πίνακας 19.).

3.2.2. ΠΟΡΕΙΑ ΩΡΙΜΑΝΣΗΣ

Από τον Πίνακα 19, και το Γράφημα 25, φαίνεται ότι τα γλεύκη των δύο αμπελώνων δεν διέφεραν στην περιεκτικότητά τους σε σάκχαρα κατά την τεχνολογική τους ωρίμανση που επιτεύχθηκε στις 4 Σεπτεμβρίου για τον ΠΨ και στις 11 Σεπτεμβρίου για τον ΠΧ.

Πίνακας 19. Περιεκτικότητα γλεύκους σε σάκχαρα (°Be) κατά την πορεία ωρίμανσης.

Ημ/νία	ΠΧ	ΠΨ
14-Αυγ	9,05 e	8,70 e
21-Αυγ	10,72 d	10,58 d
28-Αυγ	11,24 c	11,47 c
4-Σεπ	11,93 b	12,58 a
11-Σεπ	12,62 a	

**Οι μέσοι όροι που δεν έχουν κοινό γράμμα διαφέρουν στατιστικά σημαντικά για $p=0.05$*

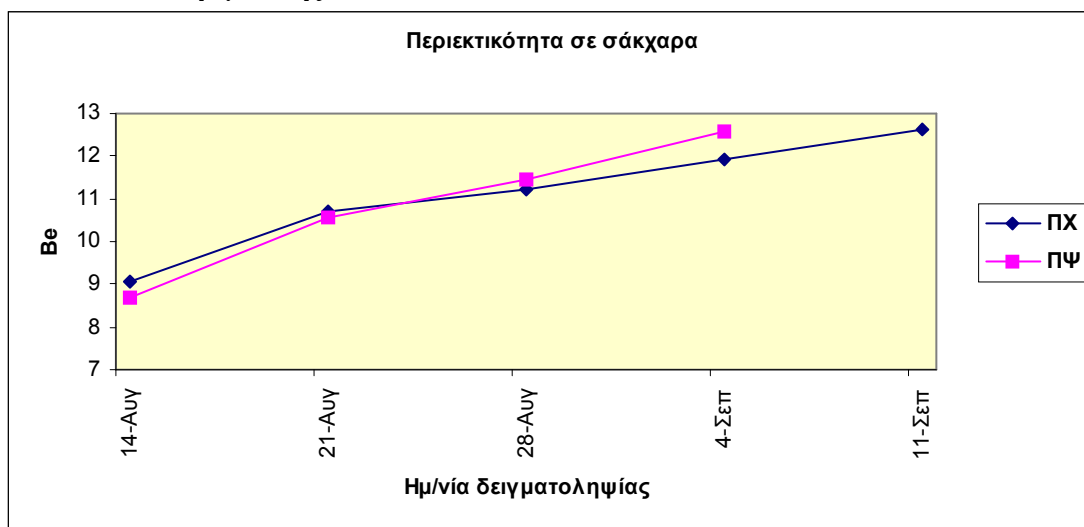
Επίσης τα γλεύκη των δύο αμπελώνων δεν διέφεραν στην περιεκτικότητά τους σε σάκχαρα κατά τις δειγματοληψίες που έγιναν στις 14, 21, 28 Αυγούστου και 4 Σεπτεμβρίου.

Στα Γραφήματα 26, και 27, φαίνεται ότι η συσσώρευση των σακχάρων και του καλίου στα γλεύκη των δύο αμπελώνων κατά την πορεία ωρίμανσης ακολουθούν μια παρόμοια πορεία.

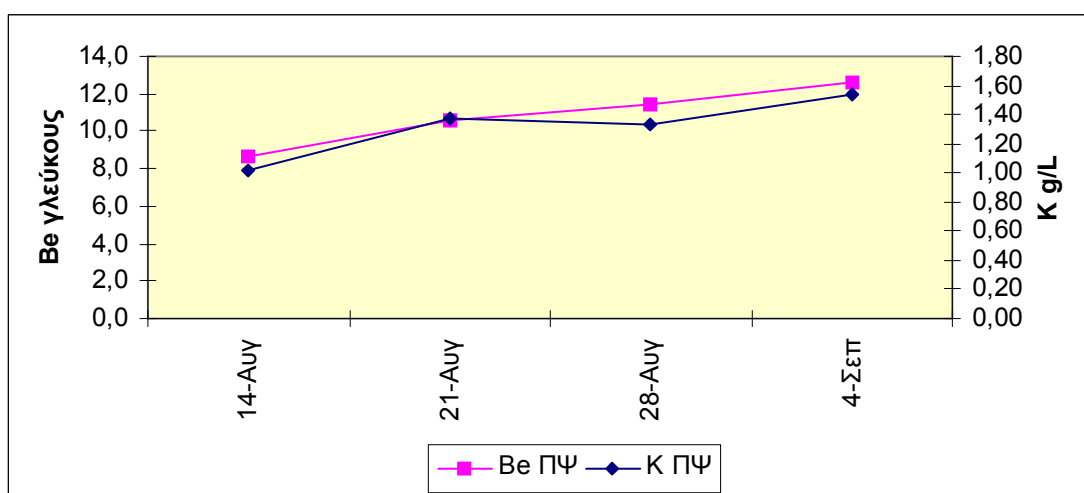
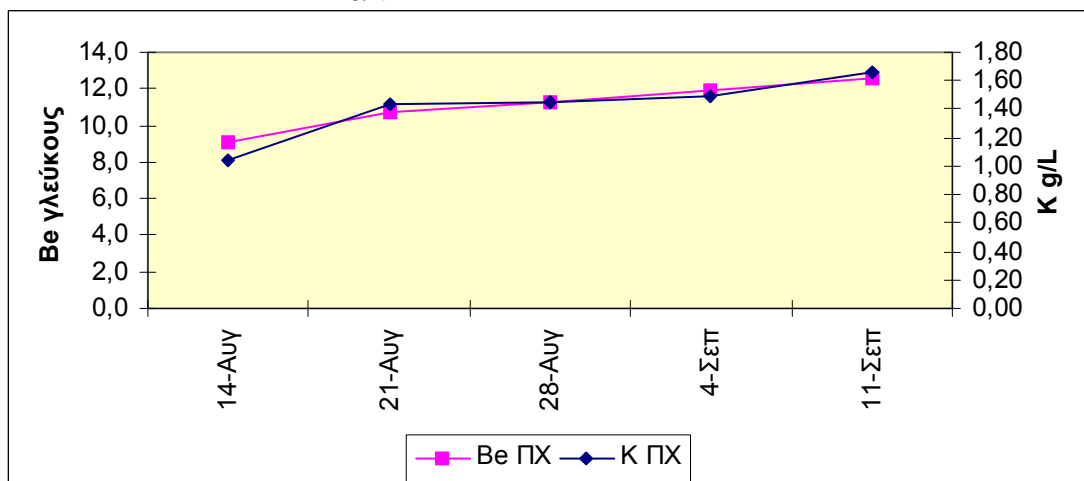
Η συγκέντρωση των σακχάρων στα γλεύκη παρουσιάζει σημαντικά θετικό συντελεστή συσχέτισης με την συγκέντρωση του καλίου στα γλεύκη. Η τιμή του συντελεστή συσχέτισης για κάθε αμπελώνα είναι $r_{ΠΧ}=0.95$ και $r_{ΠΨ}=0.94$.

Τα στοιχεία αυτά συμφωνούν με μελέτες που αναφέρουν ότι όσο αυξάνεται η περιεκτικότητα των ραγών σε σάκχαρα τόσο αυξάνεται η συγκέντρωση καλίου στο μεσοκάρπιο και στο φλοιό τους (Coombe 1992) και ότι η συσσώρευση του καλίου και των σακχάρων ακολουθεί μια παρόμοια πορεία, υποδηλώνοντας ότι πιθανά να συσσωρεύονται ταυτόχρονα (Rogiers et al. 2006).

Γράφημα 25. Περιεκτικότητα γλεύκους σε σάκχαρα (°Be) κατά την πορεία ωρίμανσης.



Γραφήματα 26.-27. Σάκχαρα (°Be) και κάλιο γλεύκους (αμπελώνες ΠΧ και ΠΨ αντίστοιχα)



α) Μέσο Βάρος Ράγας

Στον Πίνακα 20. και το Γράφημα 28. φαίνεται η εξέλιξη του μέσου βάρους ράγας στους δύο αμπελώνες κατά την πορεία ωρίμανσης.

Το μέσο βάρος ράγας των δύο αμπελώνων δεν βρέθηκε να διαφέρει κατά τη τεχνολογική τους ωρίμανση (4 Σεπτεμβρίου για τον ΠΨ και 11 Σεπτεμβρίου για τον ΠΧ).

Επίσης δεν βρέθηκε να διαφέρει το μέσο βάρος ράγας των δύο αμπελώνων στις δειγματοληψίες που έγιναν στις 21, 28 Αυγούστου και 4 Σεπτεμβρίου ενώ κατά τη δειγματοληψία στις 14 Αυγούστου το μέσο βάρος ράγας του ΠΨ βρέθηκε να είναι σημαντικά μεγαλύτερο από το μέσο βάρος ράγας του ΠΧ.

Πίνακας 20. Μέσο βάρος ράγας (g) κατά την πορεία ωρίμανσης

Ημ/νία	ΠΧ	ΠΨ
14-Αυγ	1,36 h	1,44 fgh
21-Αυγ	1,51 ef	1,49 eg
28-Αυγ	1,58 bcde	1,63 ad
4-Σεπ	1,65 ac	1,68 ab
11-Σεπ	1,71 a	

**Οι μέσοι όροι που δεν έχουν κοινό γράμμα διαφέρουν στατιστικά σημαντικά για $p=0.05$*

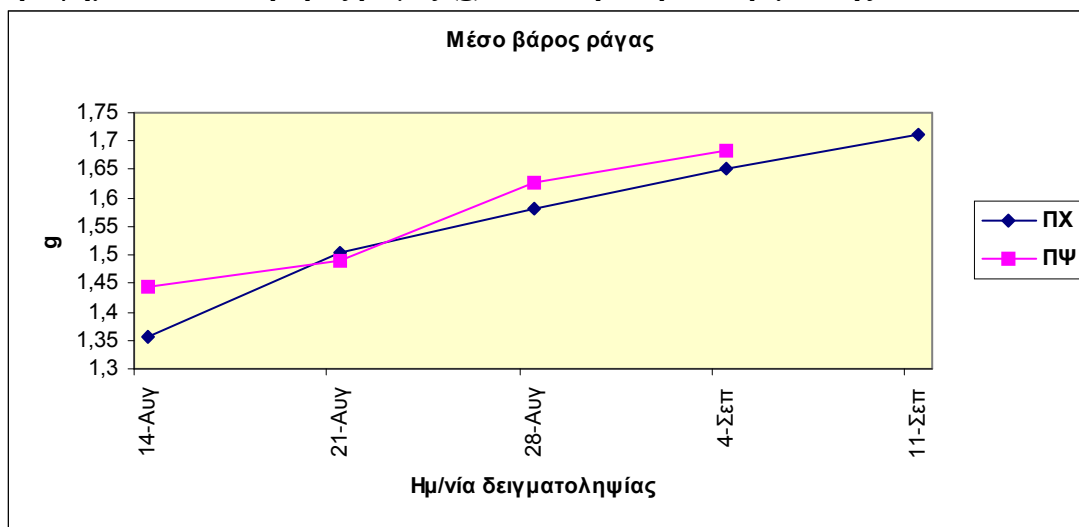
Στα Γραφήματα 29. και 30. φαίνεται η σχέση του μέσου βάρους ράγας και του καλίου στο γλεύκος για κάθε αμπελώνα

Το μέσο βάρος ράγας παρουσιάζει σημαντικά θετικό συντελεστή συσχέτισης με τη συγκέντρωση καλίου στα γλεύκη. Η τιμή του συντελεστή συσχέτισης σε κάθε αμπελώνα είναι $r_{ΠΧ} = 0,88$ και $r_{ΠΨ} = 0,73$.

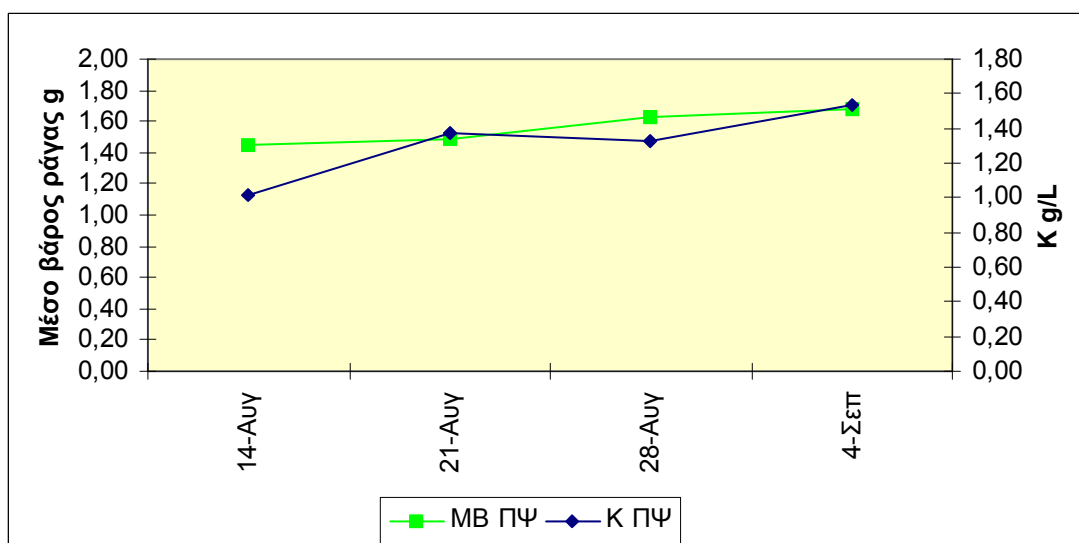
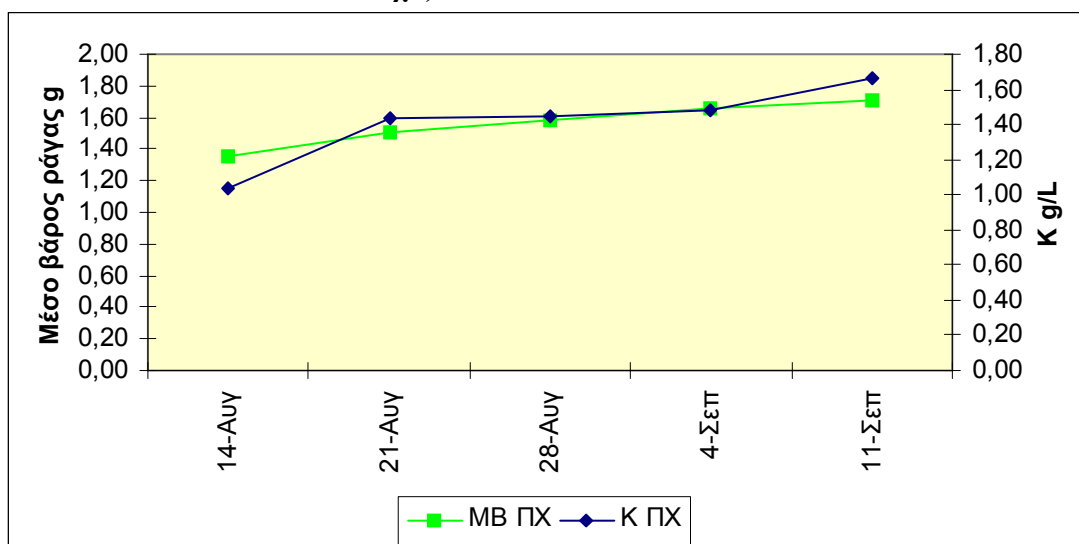
Εξετάζοντας τις διαφορές στην περιεκτικότητα του γλεύκους των δύο αμπελώνων σε κάλιο και τις διαφορές του μεγέθους της ράγας τους (Πίνακες 13. και 20.), διαπιστώνεται ότι οι δύο αμπελώνες κατά τη τεχνολογική τους ωρίμανση διαφέρουν στη συγκέντρωση καλίου στο γλεύκος αλλά δεν διαφέρουν στο μέγεθος ράγας. Δεν φαίνεται λοιπόν το μέγεθος της ράγας να άσκησε σημαντική επίδραση στις διαφορές της συγκέντρωσης του καλίου στα γλεύκη των δύο αμπελώνων.

Αυτό έρχεται σε συμφωνία με τα αποτελέσματα από μελέτες (Roby et al. 2004, Walker et al. 2005) που υποστηρίζουν ότι το μέγεθος της ράγας από μόνο του δεν ασκεί σημαντική επίδραση στη συγκέντρωση διαλυτών συστατικών στα γλεύκη και τους οίνους.

Γράφημα 28. Μέσο βάρος ράγας (g) κατά την πορεία ωρίμανσης



Γραφήματα 29. - 30. Μέσο βάρος ράγας και κάλιο (αμπελώνες ΠΧ και ΠΨ αντίστοιχα)



β) Ογκομετρούμενη Οξύτητα Γλεύκους

Η ογκομετρούμενη οξύτητα του γλεύκους των δύο αμπελώνων, όπως φαίνεται από τον Πίνακα 21. και το Γράφημα 31., δεν βρέθηκε να διαφέρει κατά την τεχνολογική ωρίμανση των σταφυλιών, η οποία επιτεύχθηκε στις 4 Σεπτεμβρίου για τον ΠΨ και στις 11 Σεπτεμβρίου για τον ΠΧ.

Πίνακας 21. Ογκομετρούμενη οξύτητα γλεύκους σε τρυγικό οξύ (g/L) κατά την πορεία ωρίμανσης

Ημ/νία	ΠΧ	ΠΨ
14-Αυγ	12,60 a	11,53 b
21-Αυγ	9,10 c	8,38 d
28-Αυγ	6,83 e	6,43 ef
4-Σεπ	6,15 fg	5,93 gh
11-Σεπ	5,50 h	

**Οι μέσοι όροι που δεν έχουν κοινό γράμμα διαφέρουν στατιστικά σημαντικά για $p=0.05$*

Στα Γραφήματα 32. και 33. φαίνεται η σχέση της ογκομετρούμενης οξύτητας και της συγκέντρωσης του καλίου στο γλεύκος σε κάθε αμπελώνα.

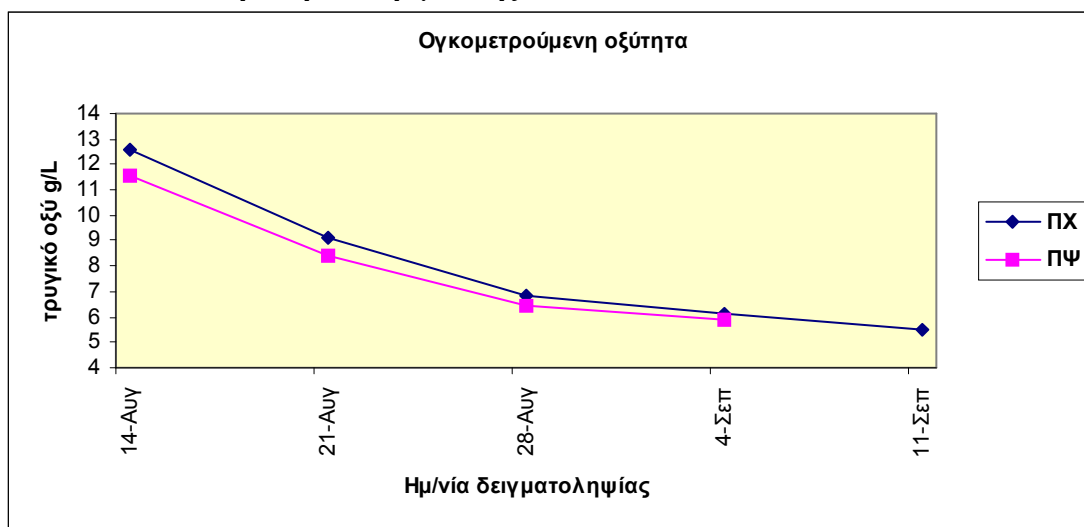
Η ογκομετρούμενη οξύτητα του γλεύκους παρουσιάζει σημαντικά αρνητικό συντελεστή συσχέτισης με τη συγκέντρωση του καλίου στο γλεύκος. Η τιμή του συντελεστή συσχέτισης σε κάθε αμπελώνα είναι $r_{ΠΧ} = -0.93$ και $r_{ΠΨ} = -0.90$.

Η ογκομετρούμενη οξύτητα των γλευκών, παρά τον σημαντικά αρνητικό συντελεστή συσχέτισης που παρουσιάζει με τη συγκέντρωση του καλίου, συνεχώς μειώνεται σε κάθε αμπελώνα με την πρόοδο της ωρίμανσης, ανεξάρτητα με το αν το κάλιο αυξάνεται ή παραμένει σταθερό. Κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης ενώ το τρυγικό οξύ δεν παρουσιάζει μεγάλες μεταβολές, το μηλικό οξύ συνεχώς μειώνεται (Coombe 1992) με συνέπεια τη μείωση και της ογκομετρούμενης οξύτητας του γλεύκους.

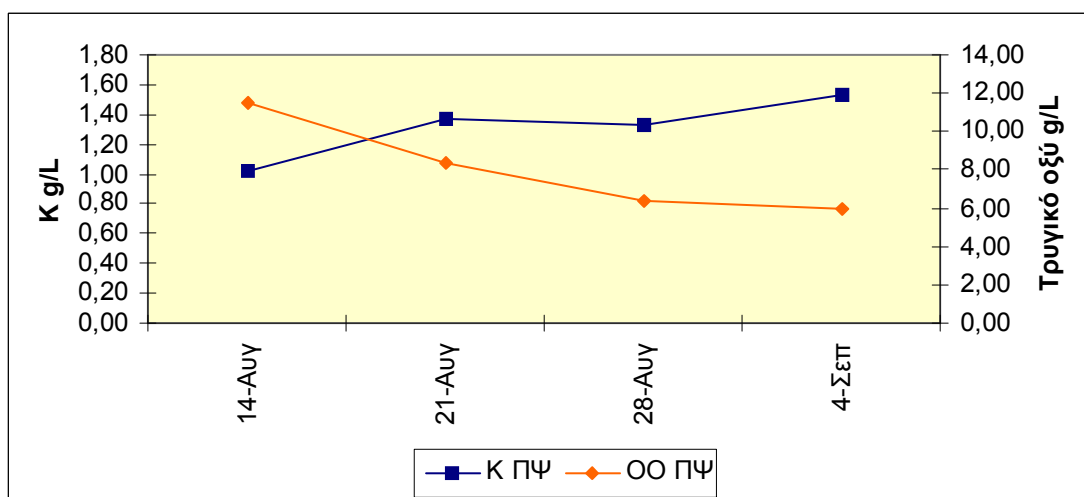
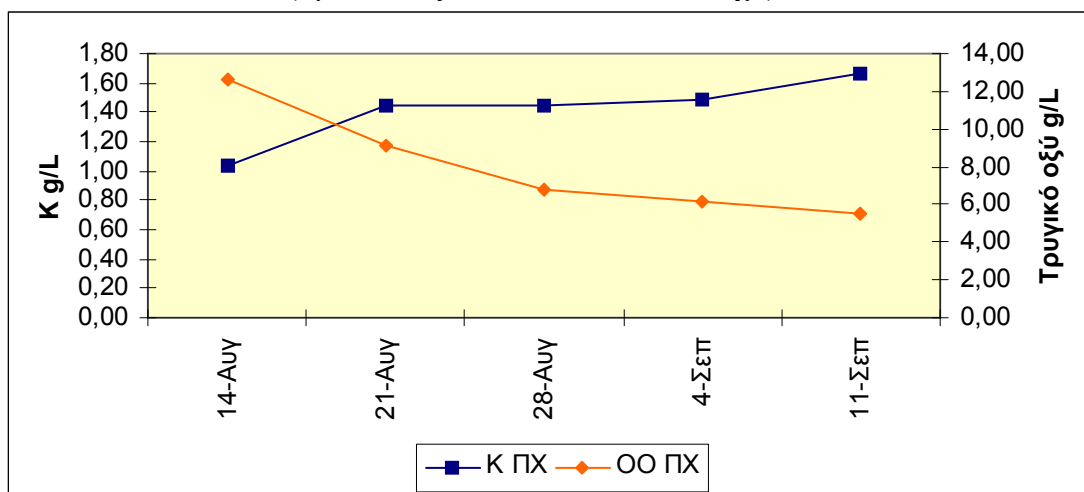
Κατά τις δειγματοληψίες που έγιναν στις 14 και 21 Αυγούστου ο αμπελώνας ΠΧ βρέθηκε να έχει σημαντικά μεγαλύτερη ογκομετρούμενη οξύτητα γλεύκους από αυτή του αμπελώνα ΠΨ. Με την πρόοδο όμως της ωρίμανσης η διαφορά αυτή εξαλείφθηκε. Από τις αναλύσεις φυτικών ιστών ο αμπελώνας ΠΨ βρέθηκε να παρουσιάζει σε σχέση με τον ΠΧ εντονότερη μετακίνηση καλίου από τα φύλλα προς τα σταφύλια από τον περκασμό και μετά. Η μικρότερη οξύτητα που βρέθηκε να έχει στις δειγματοληψίες αυτές ο αμπελώνας ΠΨ μπορεί λοιπόν να αποδοθεί στην εξουδετέρωση τρυγικού οξέως στις ράγες.

Η ογκομετρούμενη οξύτητα του γλεύκους εξαρτάται από την περιεκτικότητά του σε ελεύθερα οργανικά οξέα. Από τους Πίνακες 13. και 21. φαίνεται ότι τα γλεύκη από τους δύο αμπελώνες ενώ διαφέρουν στην περιεκτικότητά τους σε κάλιο δεν διαφέρουν στην ογκομετρούμενη οξύτητά τους. Αυτό δείχνει ότι τα δύο γλεύκη διαφέρουν στο λόγο τρυγικό οξύ / μηλικό οξύ.

Γράφημα 31. Ογκομετρούμενη οξύτητα γλεύκους σε τρυγικό οξύ (g/L) κατά την πορεία ωρίμανσης



Γραφήματα 32. - 33. Ογκομετρούμενη οξύτητα και κάλιο γλεύκους (αμπελώνες ΠΧ και ΠΨ αντίστοιχα)



γ) Ενεργός Οξύτητα (pH) Γλεύκους

Όπως φαίνεται από τον Πίνακα 22. και το Γράφημα 34. που ακολουθούν, το pH του γλεύκους του αμπελώνα ΠΨ βρέθηκε να είναι σημαντικά μεγαλύτερο από το pH του αμπελώνα ΠΧ κατά την τεχνολογική τους ωρίμανση, η οποία επιτεύχθηκε στις 4 και 11 Σεπτεμβρίου αντίστοιχα.

Πίνακας 22. Ενεργός οξύτητα (pH) του γλεύκους κατά την πορεία ωρίμανσης

Ημ/μία	ΠΧ	ΠΨ
14-Αυγ	3,07 f	3,11 f
21-Αυγ	3,29 e	3,31 e
28-Αυγ	3,30 e	3,37 d
4-Σεπ	3,52 c	3,60 a
11-Σεπ	3,56 b	

**Οι μέσοι όροι που δεν έχουν κοινό γράμμα διαφέρουν στατιστικά σημαντικά για $p=0.05$*

Σημαντικά μεγαλύτερο βρέθηκε να είναι το pH του γλεύκους του αμπελώνα ΠΨ και στις δειγματοληψίες που έγιναν στις 28 Αυγούστου και 4 Σεπτεμβρίου, όσο δηλαδή ο αμπελώνας πλησίαζε προς τη τεχνολογική του ωρίμανση ενώ κατά τις δύο πρώτες δειγματοληψίες (14 και 21 Αυγούστου) δεν βρέθηκε να διαφέρει το pH των γλευκών από τους δύο αμπελώνες.

Στα Γραφήματα 35. και 36. φαίνεται η σχέση του pH και της συγκέντρωσης του καλίου στο γλεύκος κάθε αμπελώνα κατά την πορεία ωρίμανσης.

Το pH του γλεύκους βρέθηκε να έχει σημαντικά θετικό συντελεστή συσχέτισης με τη συγκέντρωση του καλίου στο γλεύκος. Η τιμή του συντελεστή συσχέτισης σε κάθε αμπελώνα ήταν $r_{ΠΧ} = 0,90$ και $r_{ΠΨ} = 0,94$.

Κατά την τεχνολογική ωρίμανση των δύο αμπελώνων, το γλεύκος από τον αμπελώνα ΠΨ βρέθηκε να έχει μικρότερη συγκέντρωση καλίου, ίδια ογκομετρούμενη οξύτητα και μεγαλύτερο pH συγκρινόμενο με το γλεύκος από τον αμπελώνα ΠΧ (Πίνακες 10., 21. και 22.).

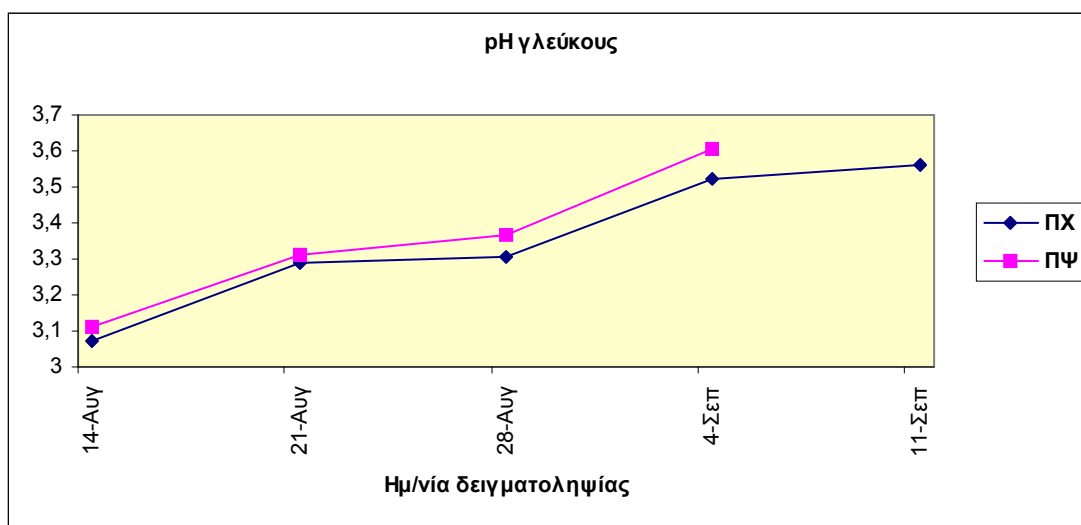
Το pH του γλεύκους εξαρτάται από τη συγκέντρωση των οργανικών οξέων και από το είδος τους (Κουράκου 1998). Επίσης για ίδιες τιμές ογκομετρούμενης οξύτητας, όταν ο λόγος τρυγικό/μηλικό είναι μικρότερος, το pH έχει μεγαλύτερες τιμές (Mpelasoka et al. 2003).

Λαμβάνοντας υπ' όψιν τα παραπάνω φαίνεται ότι το γλεύκος του αμπελώνα ΠΨ κατά τη τεχνολογική ωρίμανση είχε μικρότερο λόγο τρυγικό οξύ/ μηλικό οξύ από το γλεύκος του αμπελώνα ΠΧ. Αυτό μπορεί να αποδοθεί στην έντονη μετακίνηση

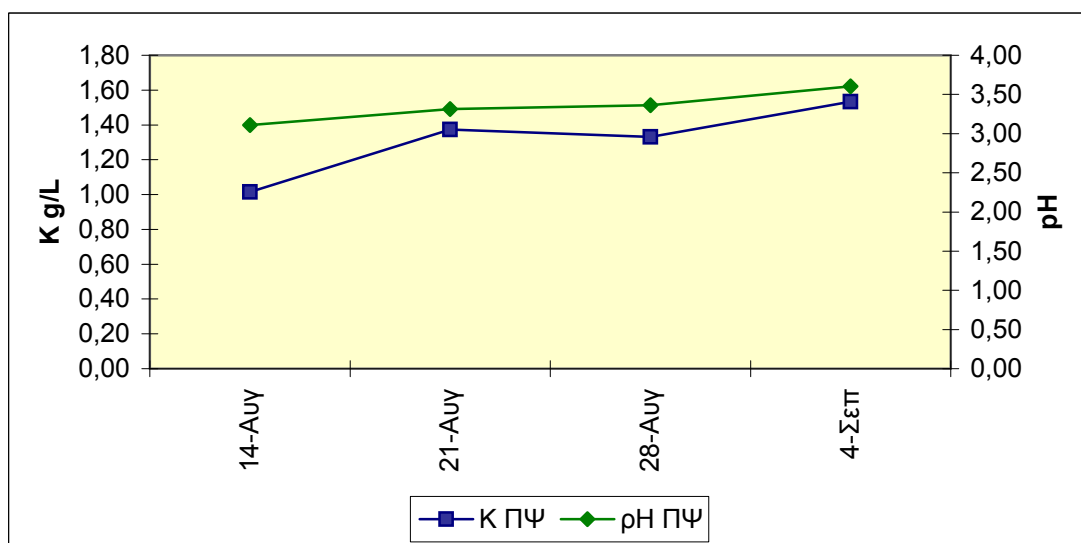
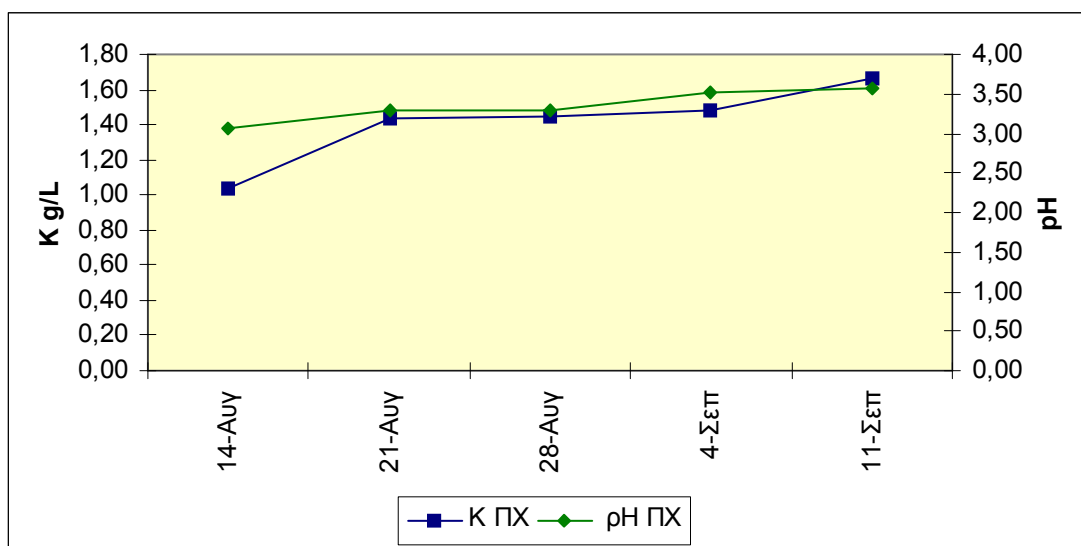
καλίου από τα φύλλα προς τα σταφύλια, όπως φάνηκε από τις αναλύσεις των μίσχων και την εξουδετέρωση του τρυγικού οξέως μέσα στη ράγα.

Η εξουδετέρωση αυτή όμως ταυτόχρονα σημαίνει και μείωση της συγκέντρωσης του καλίου και πιθανά γι' αυτό βρέθηκε να είναι μικρότερη η περιεκτικότητα σε κάλιο του γλεύκους από τον αμπελώνα ΠΨ από αυτή στο γλεύκος του αμπελώνα ΠΧ.

Γράφημα 34. Ενεργός οξύτητα (pH) του γλεύκους κατά την πορεία ωρίμανσης



Γραφήματα 35. - 36. ρΗ και κάλιο γλεύκους (αμπελώνες ΠΧ και ΠΨ αντίστοιχα)



4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από τη μελέτη της επίδρασης των υποκειμένων 41B και 110Richter στην περιεκτικότητα του γλεύκους της ποικιλίας «Αγιωργήτικο» σε κάλιο βρέθηκε ότι κατά την τεχνολογική ωρίμανση των σταφυλιών το γλεύκος του αμπελώνα με υποκείμενο 41B δεν διέφερε στην περιεκτικότητά του σε κάλιο από το γλεύκος του αμπελώνα με υποκείμενο 110Richter. Είχε όμως μεγαλύτερο pH. Επίσης τα δύο γλεύκη δεν διέφεραν ως προς την ογκομετρούμενη οξύτητά τους.

Από τη μελέτη της επίδρασης δύο συστημάτων γραμμικής υποστύλωσης των πρέμνων της ποικιλίας «Αγιωργήτικο», ένα με μονό ταυ κι ένα με τρία μονά σύρματα, στην περιεκτικότητα του γλεύκους της σε κάλιο βρέθηκε ότι κατά την τεχνολογική ωρίμανση των σταφυλιών, το γλεύκος του αμπελώνα με το σύστημα υποστύλωσης με μονό ταυ είχε μικρότερη περιεκτικότητα σε κάλιο από το γλεύκος του αμπελώνα με το σύστημα υποστύλωσης με τρία μονά σύρματα, αλλά μεγαλύτερο pH. Τα δύο γλεύκη δεν διέφεραν ως προς την ογκομετρούμενη οξύτητά τους.

Τα τελευταία χρόνια στην ζώνη ΟΠΑΠ «Νεμέα» οι παραγόμενοι οίνοι παρουσιάζουν ψηλές συγκεντρώσεις καλίου και ψηλό pH. Οι ψηλές τιμές του pH των οίνων επηρεάζουν το δείκτη ιονισμού των ανθοκυανών με αποτέλεσμα οι οίνοι να παρουσιάζουν προβλήματα στη σταθερότητα και την ένταση του χρώματός τους. Για τις ψηλές αυτές τιμές του pH έχει θεωρηθεί υπεύθυνη η ψηλή συγκέντρωση καλίου στους οίνους.

Το pH του παραγόμενου οίνου κατά την ερυθρή οينوποίηση είναι μεγαλύτερο από το pH του γλεύκους πριν αρχίσει η αλκοολική ζύμωση (Κουράκου 1998). Συνεπώς από ράγες που δίνουν γλεύκη με ψηλό pH παράγονται ερυθροί οίνοι με ψηλό pH. Για το ψηλό pH των γλευκών έχει επίσης θεωρηθεί υπεύθυνη η ψηλή περιεκτικότητά τους σε κάλιο.

Από τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης βρέθηκε ότι τα γλεύκη που είχαν συγκριτικά ψηλότερο pH δεν είχαν επίσης συγκριτικά μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε κάλιο. Τα γλεύκη που στη μελέτη αυτή είχαν ψηλό pH προέρχονταν από τους δύο αμπελώνες (Π41B και ΠΨ) που βρέθηκαν να απορροφούν εδαφικό κάλιο μέχρι και το στάδιο της ωρίμανσης των ραγών τους κι από τις αναλύσεις φυτικών ιστών βρέθηκε να έχουν μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε κάλιο στους μίσχους των φύλλων τους σε σύγκριση με τον αμπελώνα ΠR110 ή ΠX και παρ' όλα αυτά είχαν την ίδια ή μικρότερη περιεκτικότητα γλεύκους σε κάλιο αντίστοιχα. Από τα αποτελέσματα της

πορείας ωρίμανσης συνεξετάζοντας την ογκομετρούμενη οξύτητα των γλευκών, το pH και την περιεκτικότητά τους σε κάλιο επισημάνθηκε ότι τα γλεύκη από τους αμπελώνες Π41B και ΠΨ παρουσίαζαν μικρότερο λόγο τρυγικό οξύ/ μηλικό οξύ συγκριτικά με τον αμπελώνα ΠΧ ή ΠR110, που σημαίνει ότι μπορεί να έχουν λίγο τρυγικό ή πολύ μηλικό οξύ.

Φαίνεται λοιπόν ότι για τη διαμόρφωση του pH του γλεύκους δεν είναι σημαντική μόνο η περιεκτικότητά του σε κάλιο αλλά εξίσου σημαντική είναι και η επίδραση του καλίου κατά τη διάρκεια της συσσώρευσής του στις ράγες στο λόγο τρυγικό οξύ/ μηλικό οξύ, είτε λόγω εξουδετέρωσης του τρυγικού οξέως είτε λόγω της επίδρασής του στο μεταβολισμό του μηλικού οξέως των ραγών.

Η συσσώρευση του καλίου στις ράγες κατά τη διάρκεια της ωρίμανσής τους επηρεάζεται από την επιλογή υποκειμένου και συστήματος υποστύλωσης. Στη συγκεκριμένη μελέτη το υποκείμενο 41B και το σύστημα υποστύλωσης με μονό ταυ φαίνεται ότι προήγαγαν τη συσσώρευση καλίου στις ράγες κατά τη διάρκεια της ωρίμανσής τους όμως αυτό είναι ένα αντικείμενο που χρειάζεται περισσότερη μελέτη και διερεύνηση.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. **Αναλογίδης Α. Δημήτριος:** Έδαφος Θρεπτικά στοιχεία και Φυτική Παραγωγή, Εκδόσεις Αγροτύπος Α.Ε. Αθήνα 2000.
2. **Benton Jones J. Jr.:** PLANT NUTRITION Manual, 1998.
3. **Γιάσογλου Ι. Νικόλαος:** ΕΔΑΦΟΛΟΓΙΑ II Δυναμική και γονιμότητα του εδαφικού συστήματος, Αθήνα 1986.
4. **Christensen P.:** Seasonal changes and distribution of nutritional elements in Thompson seedless grapevines. American Journal of Enology and Viticulture, 20, 1969.
5. **Christensen P.:** Nutrient level comparisons of leaf petioles and blades in twenty-six grape cultivars over three years (1979 through 1981). American Journal of Enology and Viticulture, 35 (3), 1984.
6. **Coombe B.G.:** Research on development and ripening of the grape berry. American Journal of Enology and Viticulture, 43:1, 1992.
7. **Esteban A., Villanueva J. and Lissarrague J.R.:** Effect of irrigation on changes in berry composition of Tempranillo during maturation. Sugars, organic acids and mineral elements. American Journal of Enology and Viticulture, vol.50, No4, 1999.
8. **Ezzahouani A. and Williams L.:** The Influence of Rootstock on Leaf Water Potential, Yield, and Berry Composition of Ruby Seedless Grapevines. American Journal of Enology and Viticulture 46:4, 1995.
9. **Freeman B.M. and Kliewer W.M.:** Effect of irrigation, crop level and potassium fertilization on Carignane vines II. Grape and Wine Quality. American Journal of Enology and Viticulture, 34:197-207, 1983.
10. **Grimme H.:** The dynamics of potassium in the soil plant system and factors of potassium availability. Συμπόσιο Καλίου, Ελληνική Εδαφολογική Εταιρεία, International Potash Institute, Επιστημονικές Ανακοινώσεις, Εθνικό Ίδρυμα Ερευνών 13-14 Μαρτίου 1986, Αθήνα 1989.
11. **Hale C.R.:** Relation between potassium and the malate and tartrate contents of grape berries. Vitis 16, 1977
12. **Hamilton R.P. and Coombe B.G.:** Harvesting of Winegrapes. Viticulture Volume 2 Practices, Chapter 13, Adelaide, 1992.
13. **Hepner Y. and Bravdo B.:** 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. American Journal of Enology and Viticulture, 36:2, 1985.
14. **Hrazdina G., Parsons G. and Mattick L.:** Physiological and biochemical events during development and maturation of grape berries. American Journal of Enology and Viticulture, 35:4, 1984.
 15. **Ινστιτούτο Οίνου:** 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, 1997.
 16. **Jackson D.I. and Lombard P.B.:** Environmental and management practices affecting grape composition and wine quality – A Review. American Journal of Enology and Viticulture, 44:4, 1993.
 17. **Jackson S. Ron:** Wine Science, Principles and Applications, Botany Department Brandon University, Manitoba, Canada 1993.
 18. **Καράταγλης Στυλιανός:** Φυσιολογία φυτών, Τμήμα Βιολογίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 1994.
 19. **Keller Markus:** Deficit irrigation and vine mineral nutrition. American Journal of Enology and Viticulture, 56:3, 2005.
 20. **Klein I., Strime L., Fanbernstein L. and Mani Y.:** Irrigation and fertigation effects on phosphorus and potassium nutrition of wine grapes. Vitis 39, 2000.
 21. **Κουράκου-Δραγώνα Σ.:** Θέματα οινολογίας Εκδόσεις Τροχαλία Αθήνα 1998.
 22. **Marschner Horst:** Mineral nutrition in higher plants. Institute of plant nutrition, University of Hohenheim, Federal Republic of Germany, 1986.
 23. **Mengel K.:** Potassium in plant nutrition. Συμπόσιο Καλίου, Ελληνική Εδαφολογική Εταιρεία, International Potash Institute, Επιστημονικές Ανακοινώσεις, Εθνικό Ίδρυμα Ερευνών 13-14 Μαρτίου 1986, Αθήνα 1989.
 24. **Morris J.R., Cawthon D.L. and Fleming J.W.:** Effects of high rates of potassium fertilization on raw product quality and changes in pH and acidity during storage of Concord grape juice. American Journal of Enology and Viticulture, 31:323-328, 1980.
 25. **Mpelasoka B., Schachtman D., Treeby M. And Thomas M.:** A review of potassium nutrition in grapevines with special emphasis on berry accumulation. Australian Journal of Grape and Wine Research 9, 2003.

26. **Νιαβής Κων/νος:** Μαθήματα Φυσιολογίας Φυτών Μέρος III Λειτουργία Τεύχος II Ανόργανος Διατροφή των Φυτών Φωτοσύνθεσις, Αθήναι 1981.
27. **Παπανικολάου Π. Ε. και Χαρδάς Γ.:** Δειγματοληψία Εδαφών και Φυτών για σωστή συμβουλευτική λίπανση. Γεωργία Κτηνοτροφία: Αφιέρωμα Ορθολογική Λίπανση των Καλλιεργειών, Τεύχος 9 Δεκέμβριος 1995, Αγροτύπος Α.Ε..
28. **Π.Ε.Γ.Ε.Α.Α. Ξυλοκάστρου:** Μια πρώτη προσέγγιση στην αξιολόγηση του αποτελέσματος των εδαφολογικών αναλύσεων. Ε.Θ.Ι.Α.Γ.Ε. Μάιος 1996.
29. **Possner D.R.E. and Kliewer W.M.:** The localization of acids, sugars, potassium and calcium in developing grape berries. *Vitis* 24, 229-240, 1985.
30. **Reuter D.J. and Robinson J.B.:** PLANT ANALYSIS An Interpretation Manual 1986.
31. **Ribereau-Gayon, Dubourdie, Doneche, Lonvaud:** Handbook of Enology Volume 1 The microbiology of wine and vinifications, Paris, 1998.
32. **Robinson J.B.:** Grapevine nutrition. Viticulture Volume 2 Practices, Chapter 9, Adelaide 1992.
33. **Roby G., Harberston J.F., Adams D.A. and Matthews M.A.:** Berry size and vine water deficits as factors in winegrape composition: Anthocyanins and tannins. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 10, 100-107, 2004.
34. **Roby G. and Matthews M.A.:** Relative proportions of seed, skin and flesh, in ripe berries from Cabernet sauvignon grapevines grown in a vineyard either well - irrigated or under water deficit. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 10, 74-82, 2004.
35. **Rogiers S., Greer D., Hatfield J., Orchard B. and Keller M.:** Solute transport into Shiraz berries during development and late- ripening shrinkage. *American Journal of Enology and Viticulture*, 57:1, 2006.
36. **Ruhl E.H., Clingeleffer P.R., Nicholas P.R. Cirami R.M., McCarthy M.G. and Whiting J.R.:** Effect of rootstocks on berry weight and pH, mineral content and organic acid concentrations of grape juice of some wine varieties. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 28, 1988.
37. **Ruhl E.H.:** Uptake and distribution of potassium by grapevine rootstocks and its implication for grape juice pH of scion varieties. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 29, 1989.

38. **Σινάνης Κων/νος:** Εργαστηριακές ασκήσεις εδαφολογίας, Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Κρήτης, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας, Ηράκλειο 2001.
39. **Smart,R.E.:** Principles of grapevine canopy microclimate manipulation with implications for yield and quality. A review. American Journal of Enology and Viticulture 36: 230-239, 1985.
40. **Smart R.E., Robinsosn J.B., Due G.R. and Brien C.J.:** Canopy microclimate modification for the cultivar Shiraz I. Definition of canopy microclimate. Vitis 24, 1985.
41. **Smart R.E., Robinsosn J.B., Due G.R. and Brien C.J.:** Canopy microclimate modification for the cultivar Shiraz II. Effect on must and wine composition. Vitis 24, 1985.
42. **Walker R., Blackmore D., Clinegeffer P., Kerridge G., Ruhl E. and Nicholas P.:** Shiraz berry size in relation to seed number and implications for juice and wine composition. Austalian Journal of Grape and Wine Research 11, 2005.
43. **Walsh Leo and Beaton D. James:** Soil Testing And Plant Analysis Revised Edition, Soil Science Society of America, Inc. Madison, Wisconsin USA, 1973.
44. **Williams L.E. and Biscay P.J.:** Partitioning of dry weight, nitrogen and potassium in Cabernet sauvignon grapevines from anthesis until harvest. American Journal of Enology and Viticulture, 42:2, 1991.
45. **Wood R. and Parish M.:** 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, 2003.
46. **Wolpert J., Smart D. and Anderson M.:** Lower petiole potassium concentration at bloom in rootstocks with Vitis berlandieri genetic backgrounds. American Journal of Enology and Viticulture, 56(2): 163-169, 2005.