

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΟΥ

ΚΑΙ ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ Δ.Π.Μ.Σ

ΑΜΠΕΛΟΥΡΓΙΑ – ΟΙΝΟΛΟΓΙΑ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΑΜΠΕΛΟΛΟΓΙΑΣ



Μεταπτυχιακή διατριβή

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΙΝΔΟΛΥΛΟΒΟΥΤΥΡΙΚΟΥ ΟΞΕΟΣ (ΙΒΑ)

ΣΤΗΝ ΡΙΖΟΓΕΝΕΣΗ ΜΟΣΧΕΥΜΑΤΩΝ

ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ ΑΜΠΕΛΟΥ ΣΕ

ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Κωνσταντίνος Χ. Χαριλάου

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια: Αικατερίνη Μπινιάρη

Αθήνα 2016

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΟΥ

ΚΑΙ ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ Δ.Π.Μ.Σ

ΑΜΠΕΛΟΥΡΓΙΑ – ΟΙΝΟΛΟΓΙΑ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΑΜΠΕΛΟΛΟΓΙΑΣ

Μεταπτυχιακή διατριβή

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΙΝΔΟΛΥΛΟΒΟΥΤΥΡΙΚΟΥ ΟΞΕΟΣ (ΙΒΑ)

ΣΤΗΝ ΡΙΖΟΓΕΝΕΣΗ ΜΟΣΧΕΥΜΑΤΩΝ

ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ ΑΜΠΕΛΟΥ ΣΕ

ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Κωνσταντίνος Χ. Χαριλάου

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια: Αικατερίνη Μπινιάρη

Τριμελής Επιτροπή:

Αικ. Μπινιάρη, Επίκουρη Καθηγήτρια, Επιβλέπουσα

Σ. Καλλίθρακα, Επίκουρη Καθηγήτρια, Μέλος

Σ. Βέμμος, Καθηγητής, Μέλος

Αθήνα 2016

Πνευματικά δικαιώματα

Copyright © Κωνσταντίνος Χαριλάου, 2016

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Η έγκριση της Μεταπτυχιακής εργασίας από τα τμήματα, Επιστήμης Τροφίμων Και Διατροφής Του Ανθρώπου και Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών δεν υποδηλώνει απαραίτητως και αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα εκ μέρους των Τμημάτων.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ολοκληρώνοντας τον μεταπτυχιακό κύκλο σπουδών και της διατριβής μου επιθυμώ να εκφράσω τις ευχαριστίες μου σε όλους όσους με βοήθησαν. Ευχαριστώ πρωτίστως την κα. Αικ. Μπινιάρη, Επίκουρη Καθηγήτρια και Διευθύντρια του Εργαστηρίου Αμπελολογίας Γ.Π.Α., για την ανάθεση της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής, την επίβλεψη και επιστημονική της καθοδήγηση, την εμπιστοσύνη που μου έδειξε, την στήριξη της, καθώς και για την ευκαιρία που μου έδωσε ώστε να αποκτήσω γνώσεις, εμπειρίες και εξοικείωση σε ένα ενδιαφέρον και σημαντικό αντικείμενο τόσο κατά την εκπόνησή της παρούσας εργασίας, όσο και καθ' όλη τη διάρκεια του μεταπτυχιακού κύκλου σπουδών.

Ευχαριστώ θερμά την κα. Σ. Καλλίθρακα, Επίκουρη Καθηγήτρια του Εργαστηρίου Οινολογίας Γ.Π.Α. και τον κ. Σ. Βέμμο, Καθηγητή του Εργαστηρίου Δενδροκομίας Γ.Π.Α., μέλη της Τριμελούς Συμβουλευτικής Επιτροπής, για την πρόθυμη βοήθειά τους, καθώς και για τον πολύτιμο χρόνο που διέθεσαν για την αξιολόγηση της διατριβής μου.

Ευχαριστώ θερμά τον Ομότιμο καθηγητή κ. Μ. Σταυρακάκη, τ. Διευθυντή Εργαστηρίου Αμπελολογίας Γ.Π.Α., για τη βοήθεια, την καθοδήγησή, τις συμβουλές και το ενδιαφέρον του. Ευχαριστώ ιδιαίτερα την κα. Δ. Μπούζα, μέλος ΕΔΙΠ του Εργαστηρίου Αμπελολογίας Γ.Π.Α. για τη καθοδήγηση και την αμέριστη συμπαράστασή της. Θα ήθελα, επίσης, να ευχαριστήσω τον υποψήφιο Διδάκτορα Ι. Δασκαλάκη για τη σημαντικότερη βοήθεια και τις υποδείξεις του καθ' όλη τη διάρκεια της εργασίας.

Τέλος ευχαριστώ την οικογένειά μου και τους ανθρώπους τόσο από τον προπτυχιακό αλλά και μεταπτυχιακό κύκλο σπουδών που με παρότρυναν και με στήριξαν να ακολουθήσω και να πραγματοποιήσω τα όνειρα μου.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο αγενής πολλαπλασιασμός με μοσχεύματα παραμένει ο σημαντικότερος και ο πιο διαδεδομένος τρόπος αναπαραγωγής της αμπέλου. Η έρευνα στο πεδίο αυτό προσανατολίζεται και στοχεύει στην ανάπτυξη μεθόδων ταχείας παραγωγής πολλαπλασιαστικού υλικού, που θα μπορούν να εφαρμοστούν από τους φυτωριούχους. Σκοπός της πτυχιακής διατριβής είναι η μελέτη της επίδρασης του ινδολυλοβουτυρικού οξέος (IBA) στην ριζογένεση μοσχευμάτων υποκειμένων και ποικιλιών αμπέλου σε υδροπονικό σύστημα. Στην παρούσα μελέτη διερευνήθηκε η δυνατότητα πολλαπλασιασμού των υποκειμένων SO₄, 1103 Paulsen, Dog Ridge και της ποικιλίας Cabernet Franc σε υδροπονικό σύστημα. Εκτιμήθηκε η επίδραση τριών παραγόντων (συγκέντρωση IBA, υποκείμενο-ποικιλία, τμήμα κληματίδας απ' όπου προήλθαν τα μοσχεύματα) στο ποσοστό καλογένεσης και ριζογένεσης, στο μέσο όρο αριθμού ριζών, στη μέση διάμετρο ριζών, στην συνολική επιφάνεια και στο συνολικό μήκος ριζών. Η πρωτοτυπία της παρούσας μελέτης έγκειται στο ότι στο πείραμα, ως υπόστρωμα ριζογένεσης χρησιμοποιήθηκε νερό σε σύστημα επιπλέουσας υδροπονίας. Επιπρόσθετα πραγματοποιήθηκε συγκριτική μελέτη της ευχέρειας ριζοβόλησης των τριών υποκειμένων και της ποικιλίας. Από τα αποτελέσματα προκύπτει ότι τα μοσχεύματα βάσης και μέσης της κληματίδας παρουσιάζουν καλύτερα αποτελέσματα σε ότι αφορά τις προαναφερθείσες μετρήσεις. Στα μοσχεύματα κορυφής παρουσιάστηκαν πολύ χαμηλά ποσοστά ριζογένεσης και χαμηλή επίδραση του IBA, εκτός των περιπτώσεων Cabernet Franc, 1103 Paulsen, που μεγαλύτερες συγκεντρώσεις (700 ppm, 1000 ppm) αύξησαν ελαφρά τα ποσοστά ριζογένεσης. Οι επεμβάσεις 250 ppm και 500 ppm παρουσίασαν τα καλύτερα αποτελέσματα στα υπό διερεύνηση μεγέθη. Παρατηρήθηκε, δε, ότι θα μπορούσαν να εφαρμοστούν χαμηλότερες συγκεντρώσεις IBA, καθώς η χρησιμοποίηση νερού ως υπόστρωμα, φαίνεται να απομακρύνει τις ουσίες που παρεμποδίζουν τη ριζογένεση. Το υδροπονικό σύστημα έδωσε καλά αποτελέσματα ριζογένεσης και ανάπτυξης ριζών σε εύκολα και δύσκολα ριζοβολούντα υποκείμενα και ποικιλίες. Με την προϋπόθεση ότι υπάρχει συνεχής οξυγόνωση, δεδομένου των πλεονεκτημάτων που παρουσιάζει, μπορεί να προταθεί ως μέθοδος ταχείας αναπαραγωγής ξυλοποιημένων μοσχευμάτων αμπέλου, για ερευνητικούς σκοπούς και κλωνική επιλογή, με προοπτικές εξέλιξης και χρήσης του σε μεγάλη κλίμακα.

Λέξεις κλειδιά: άμπελος, υποκείμενο, ποικιλία, μόσχευμα, ινδολυλο-3-βουτυρικό οξύ (IBA), ρίζα, ριζοβόληση, ριζογένεση, υδροπονικό σύστημα

ABSTRACT

Asexual propagation by cuttings remains the most important and common method of vine propagation. Research in this field aims to develop rapid propagation methods, that can be used by the nurseries. The aim of the current study was to investigate the effect of indolebutyric acid (IBA) on rizogenesis of rootstocks and varieties cuttings of vines, propagated in hydroponic system. In the present study the propagation ability of SO₄, 1103 Paulsen, Dog Ridge rootstocks and the variety Cabernet Franc in a hydroponic system, was investigated. The effect of three factors (IBA concentration, rootstock-variety, part of cane from which the cuttings were taken) was evaluated, concerning the percentage of kalogenesis, the percentage of rizogenesis, the average diameter of roots, the average number of roots per cutting, the total surface and the total length of roots. The novelty of this study is the use of distilled water, as a substrate in floating hydroponic system. A comparative study of the rooting ability between *Vitis vinifera* cultivar (Cabernet Franc) and the three rootstocks was performed. Regarding the measurements better results, were observed at the cuttings from base and middle part of the canes. Terminal cuttings presented very low percentages of rizogenesis and low impact of the IBA, except from Cabernet Franc, 1103 Paulsen, where higher IBA concentrations (700 ppm, 1000 ppm) increased the rizogenesis rates slightly. The best results are showed in concentrations of 250 ppm and 500 ppm. It was observed that, in a floating hydroponic system lower IBA concentrations could be applied, as the use of distilled water as substrate seems to remove substances that inhibit rizogenesis. Results indicated that, the hydroponic system had good results on rizogenesis and the development of roots, in easy and difficult rooting rootstocks and varieties. According to the results, and considering the advantages of a floating hydroponic system, in combination with continuous air supplementation of the water for adequate oxygenation, it can be suggested as a practicable system for rapid grapevine propagation material and in addition for research purposes and clonal propagation with prospects of use in a large scale.

Keywords: vine, rootstock, cultivar, cutting, indole-3-butyric acid (IBA), root, rooting, rizogenesis, hydroponic system

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

| | |
|--|----|
| ΠΕΡΙΛΗΨΗ..... | iv |
| ABSTRACT | v |
| ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ | vi |
| ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ | ix |
| ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ ΚΑΙ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ | x |
| 1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ..... | 1 |
| 1.1 Προέλευση, διάδοση και πολλαπλασιασμός της αμπέλου | 1 |
| 1.2 Στατιστικά στοιχεία καλλιέργειας αμπέλου | 2 |
| 1.3 Παραγωγή μοσχευμάτων αμπέλου στην Ευρώπη | 5 |
| 1.4 Ρίζικό σύστημα (προέλευση, διάκριση, ρόλος)..... | 6 |
| 1.5 Μορφολογία της ρίζας..... | 8 |
| 1.6 Ανατομία της ρίζας..... | 12 |
| 1.6.1 Πρωτογενής δομή..... | 12 |
| 1.6.2 Δευτερογενής δομή | 15 |
| 1.7 Πολλαπλασιασμός με μοσχεύματα..... | 18 |
| 1.7.1 Διεργασία ριζογένεσης στα μοσχεύματα αμπέλου | 20 |
| 1.7.2 Παράγοντες που επηρεάζουν τον σχηματισμό των τυχαίων ριζών | 23 |
| 1.7.2.1 Είδος και ποικιλία αμπέλου..... | 23 |
| 1.7.2.2 Συνθήκες περιβάλλοντος και υπόστρωμα ριζογένεσης..... | 24 |
| 1.7.2.3 Κατάσταση θρέψης μητρικού φυτού..... | 27 |
| 1.7.2.4 Λανθάνοντες οφθαλμοί στα μοσχεύματα..... | 31 |
| 1.7.2.5 Φυτοορμόνες | 33 |
| 1.7.2.6 Ειδικοί χαρακτήρες μοσχευμάτων..... | 38 |
| 1.7.2.7 Χρόνος λήψης μοσχευμάτων και συντήρησή τους | 40 |
| 1.8 Υποκίνηση της ριζογένεσης σε μοσχεύματα αμπέλου | 42 |
| 1.8.1 Ενυδάτωση και χρήση ρυθμιστών αύξησης..... | 42 |
| 1.8.2 Το IBA και η εφαρμογή του ως παράγοντας ριζογένεσης..... | 46 |
| 1.8.3 Μεθοδολογία εφαρμογής αυξητικών ουσιών | 48 |
| 1.9 Παραγωγή μοσχευμάτων..... | 51 |

| | | |
|----------|--|----|
| 1.9.1 | Φυτόριο αμπέλου..... | 51 |
| 1.9.2 | Κριτήρια επιλογής μοσχευμάτων..... | 51 |
| 1.9.3 | Προδιαγραφές μοσχευμάτων | 52 |
| 1.9.4 | Κοπή και τεμαχισμός κληματίδων | 53 |
| 1.9.5 | Κατηγορίες, δεματοποίηση και σήμανση μοσχευμάτων | 54 |
| 1.9.6 | Διατήρηση μοσχευμάτων | 55 |
| 1.9.7 | Παραγωγή και προδιαγραφές έρριζων απλών μοσχευμάτων | 57 |
| 1.9.8 | Παραγωγή και προδιαγραφές έρριζων εμβολιασμένων μοσχευμάτων..... | 57 |
| 1.10 | Εναλλακτικές μέθοδοι αγενούς πολλαπλασιασμού της αμπέλου | 59 |
| 1.11 | Υδροπονία και εφαρμογες του συστήματος επιπλέουσας υδροπονίας | 60 |
| 1.11.1 | Σύστημα επιπλέουσας υδροπονίας..... | 62 |
| 1.11.2 | Η εμπορική προσέγγιση και εφαρμογή του συστήματος στον πολλαπλασιασμό αμπέλου..... | 63 |
| 1.12 | Υποκείμενα - Ποικιλίες | 65 |
| 1.12.1 | SO ₄ | 65 |
| 1.12.1.1 | Αμπελογραφική περιγραφή | 65 |
| 1.12.1.2 | Ιδιότητες και καλλιεργητική συμπεριφορά | 66 |
| 1.12.2 | 1103 Paulsen | 68 |
| 1.12.2.1 | Αμπελογραφική περιγραφή | 68 |
| 1.12.2.2 | Ιδιότητες και καλλιεργητική συμπεριφορά | 69 |
| 1.12.3 | Dog Ridge | 70 |
| 1.12.3.1 | Αμπελογραφική περιγραφή | 70 |
| 1.12.3.2 | Ιδιότητες και καλλιεργητική συμπεριφορά | 71 |
| 1.12.4 | Cabernet Franc | 72 |
| 1.12.4.1 | Αμπελογραφική περιγραφή | 72 |
| 1.12.4.2 | Ιδιότητες και καλλιεργητική συμπεριφορά | 73 |
| 1.13 | Σκοπός της εργασίας | 75 |
| 2 | ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ | 76 |
| 2.1 | Πειραματικός θάλαμος - Συνθήκες | 76 |
| 2.2 | Πειραματικό σχέδιο | 76 |
| 2.3 | Φυτικό υλικό..... | 77 |

| | | |
|-------|---|-----|
| 2.4 | Υπόστρωμα ριζογένεσης - Σύστημα επιπλέουσας υδροπονίας..... | 78 |
| 2.5 | Παρασκευή διαλυμάτων IBA..... | 79 |
| 2.6 | Εφαρμογή διαλυμάτων IBA..... | 80 |
| 2.7 | Μετρήσεις..... | 81 |
| 2.8 | Στατιστική ανάλυση..... | 83 |
| 3 | ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ..... | 84 |
| 3.1 | Αποτελέσματα μετρήσεων ανά επέμβαση IBA..... | 84 |
| 3.1.1 | SO ₄ | 84 |
| 3.1.2 | 1103 Paulsen..... | 90 |
| 3.1.3 | Dog Ridge..... | 96 |
| 3.1.4 | Cabernet Franc..... | 104 |
| 3.2 | Αποτελέσματα μετρήσεων ανά τμήμα κληματίδας..... | 112 |
| 3.2.1 | SO ₄ | 112 |
| 3.2.2 | 1103 Paulsen..... | 117 |
| 3.2.3 | Dog Ridge..... | 122 |
| 3.2.4 | Cabernet Franc..... | 127 |
| 4 | ΣΥΖΗΤΗΣΗ..... | 132 |
| 5 | ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ..... | 143 |
| 6 | ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ..... | 145 |

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

| | |
|--|----|
| Πίνακας 1.1: Έκταση αμπελώνων στην Ευρωπαϊκή Ένωση σε εκτάρια (Πηγή: Υπ.Αγ.Αν.Τρ., 2013)..... | 4 |
| Πίνακας 1.2: Έκταση αμπελώνων με οινοποιήσιμα σταφύλια ανά περιφέρεια στην Ελλάδα σε εκτάρια (Πηγή: Υπ.Αγ.Αν.Τρ., 2013). | 4 |
| Πίνακας 1.3: Έκταση κυριότερων ποικιλιών οινοποιίας στην Ελλάδα σε εκτάρια (Πηγή: Υπ.Αγ.Αν.Τρ., 2013).. | 5 |
| Πίνακας 1.4: Κύρια κατηγοριοποίηση των υδροπονικών συστημάτων (Πηγή: Μαυρογιαννόπουλος, 2006) | 62 |
| Πίνακας 2.1: Παρουσίαση των επεμβάσεων της πειραματικής διαδικασίας ανά ποικιλία, τμήμα μοσχεύματος και συγκέντρωση IBA..... | 76 |
| Πίνακας 2.2: Παρασκευή πυκνών αλκοολικών διαλυμάτων και αραιών υδατικών διαλυμάτων από αρχικό διάλυμα IBA (10000 ppm), για τις επεμβάσεις στα μοσχεύματα προς ριζογένεση. | 80 |

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ ΚΑΙ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ

| | |
|---|----|
| Εικόνα 1.1: Απορροφητικό ριζίδιο διαχωρισμένο σε ζώνες ανάλογα με τα μορφολογικά και λειτουργικά του χαρακτηριστικά (αριστερά) και μόνιμες ρίζες αγωγοί (δεξιά) (Πηγή: Σταυρακάκης, 2013)..... | 8 |
| Εικόνα 1.2: Μικροσκοπική παρατήρηση των ριζικών τριχιδίων (αριστερά), της καλύπτρας με τους σχηματιζόμενους αμυλοπλάστες στο στατεγχυμα (κέντρο) (Πηγή: Ψαράς κ.ά., 2009) και του σχηματισμού και εξόδου ριζικής καταβολής (δεξιά) (Πηγή: Σταυρακάκης, 2013)..... | 12 |
| Εικόνα 1.3: Μικροσκοπική παρατήρηση σε εγκάρσια τομή πρωτογενούς ρίζας (αριστερά) και σχεδιαγραμματική απεικόνιση (δεξιά) (Πηγή: Σταυρακάκης, 2013)..... | 15 |
| Εικόνα 1.4: Μικροσκοπική παρατήρηση και σχεδιαγραμματική απεικόνιση σε εγκάρσια τομή δευτερογενούς ρίζας (Πηγή: Σταυρακάκης, 2013)..... | 18 |
| Εικόνα 1.5: Σχηματισμός ριζών σε συνδυασμό με καλογένεση (αριστερά) και σχηματισμός κάλου στον κόμβο του μοσχεύματος (δεξιά).. | 22 |
| Εικόνα 1.6: Μικροσκοπική παρατήρηση σχηματισμού καταβολής ριζιδίου (αριστερά) (Πηγή: Σταυρακάκης, 2013). Ριζογένεση στον κόμβο (μέση) και στο μεσογονάτιο διάστημα του μοσχεύματος (δεξιά).. | 23 |
| Εικόνα 1.7: Παράλληλη έκπτυξη οφθαλμού και εμφάνιση ριζών σε υποκείμενο αμπέλου.. | 33 |
| Εικόνα 1.8: Ένδειξη της πολικότητας σε ξυλοποιημένα μοσχεύματα της αμπέλου όπου ριζοβόλησαν από τη μορφολογική τους βάση ανεξάρτητα από τη φορά που τοποθετήθηκαν στο υπόστρωμα (Πηγή: Hartmann κ.ά., 1997)..... | 40 |
| Εικόνα 1.9: Ενυδάτωση μοσχευμάτων αμπέλου (Πηγή: Σταυρακάκης, 2013) | 46 |
| Εικόνα 1.10: Πλήρης βαθμός ξυλοποίησης κληματίδων (αριστερά), μερική ξυλοποίηση (μέση) με βάση την εντεριώνη. Πλήρης ξυλοποίηση (δεξιά) με χρήση ιωδίου, δείκτης Ravaz – Bonnet (Πηγή: Σταυρακάκης, 2013)..... | 52 |
| Εικόνα 1.11: Μοσχεύματα αμπέλου, εμβολιάσιμα (α), ριζοβόλησης (β) και εμβολιοφόρες κληματίδες (γ) (Πηγή: Σταυρακάκης, 2013). | 53 |
| Εικόνα 1.12: Τομές στη βάση (αριστερά) και κορυφή (δεξιά) των μοσχευμάτων για σήμανση της πολικότητας τους..... | 54 |

| | |
|--|----|
| Εικόνα 1.13: Δεματοποίηση εμβολιάσιμων μοσχευμάτων (Πηγή: Σταυρακάκης, 2013)..... | 55 |
| Εικόνα 1.14: Έξοδος συγκολλημένων εμβολιασμένων μοσχευμάτων από το θερμοθάλαμο (αριστερά) και απομάκρυνση βλαστών και επαναπαραφίνωση τους για φύτευση (δεξιά)..... | 59 |
| Εικόνα 1.15: Εκρίζωση μοσχευμάτων από το φυτώριο (αριστερά), κλάδευμα της κληματίδας, περιορισμός του ριζικού συστήματος, παραφίνωση και δεματοποίηση για αποθήκευση μέχρι τη φύτευση (δεξιά) (Πηγή: Σταυρακάκης, 2013)..... | 59 |
| Εικόνα 1.16: Κορυφή νεαρής βλάστησης (αριστερά) και ανεπτυγμένο φύλλο στην πάνω επιφάνεια (μέση) και κάτω επιφάνεια (δεξιά) του υποκειμένου SO ₄ (Πηγή: Σταυρακάκης, 2010)..... | 65 |
| Εικόνα 1.17: Κορυφή νεαρής βλάστησης (αριστερά) και ανεπτυγμένο φύλλο στην πάνω επιφάνεια (μέση) και κάτω επιφάνεια (δεξιά) του υποκειμένου 1103 Paulsen (Πηγή: Σταυρακάκης, 2010)..... | 68 |
| Εικόνα 1.18: Ανεπτυγμένο φύλλο στην πάνω επιφάνεια (αριστερά) και κορυφή νεαρής βλάστησης (δεξιά) του υποκειμένου Dog Ridge (Πηγή: Σταύρακας, 2010) | 70 |
| Εικόνα 1.19: Κορυφή νεαρής βλάστησης (αριστερά) και ανεπτυγμένο φύλλο στην πάνω επιφάνεια (μέση) και κάτω επιφάνεια (δεξιά) της ποικιλίας Cabernet Franc (Πηγή: Σταυρακάκης, 2010)..... | 73 |
| Εικόνα 2.1: Χαρακτηριστικά των μοσχευμάτων του αρχικού φυτικού υλικού (αριστερά) και του τελικού φυτικού υλικού (δεξιά) | 78 |
| Εικόνα 2.2: Άποψη πειραματικού συστήματος επιπέδουσας υδροπονίας με μοσχεύματα αμπέλου στο θάλαμο ανάπτυξης (αριστερά) και σχεδιαγραμματική απεικόνιση του όλου συστήματος (δεξιά)..... | 79 |
| Εικόνα 2.3: Επεμβάσεις IBA με τη μέθοδο γρήγορης εμβάπτισης σε πυκνά αλκοολικά διαλύματα για ένα λεπτό (αριστερά) και αργής εμβάπτισης σε αραιά υδατικά διαλύματα για 24 ώρες (δεξιά).. | 81 |
| Εικόνα 2.4: Παρουσίαση ριζοβόλησης μοσχευμάτων προς εξέταση (αριστερά), εικόνας από την διαδικασία σάρωσης του ριζικού συστήματος με σαρωτή υψηλής ευκρίνειας (μέση) και διάγραμμα ανάλυσης του ριζικού συστήματος και εξαγωγής αποτελεσμάτων από το πρόγραμμα Dt - scan (αριστερά). | 82 |

| | |
|---|-----|
| Εικόνα 3.1: Ριζογένεση σε μοσχεύματα βάσης (αριστερά), μέσης (κέντρο) και κορυφής (δεξιά) της επέμβασης μάρτυρα στο υποκείμενο SO ₄ | 89 |
| Εικόνα 3.2: Ριζογένεση σε μοσχεύματα βάσης (αριστερά), μέσης (κέντρο) και κορυφής (δεξιά) της επέμβασης 250 ppm στο υποκείμενο SO ₄ | 89 |
| Εικόνα 3.3: Ριζογένεση σε μοσχεύματα βάσης (α), μέσης (β) και κορυφής (γ) της επέμβασης 700 ppm. Επέμβαση 1000 ppm (δ) στο υποκείμενο SO ₄ | 89 |
| Εικόνα 3.4: Ριζογένεση σε μοσχεύματα βάσης (αριστερά), μέσης (κέντρο) και κορυφής (δεξιά) μάρτυρα στο υποκείμενο 1103 P..... | 95 |
| Εικόνα 3.5: Ριζογένεση σε μοσχεύματα βάσης (αριστερά), μέσης (κέντρο) και κορυφής (δεξιά) της επέμβασης 120 ppm στο υποκείμενο 1103 P..... | 95 |
| Εικόνα 3.6: Ριζογένεση σε μοσχεύματα βάσης (αριστερά), μέσης (κέντρο) και κορυφής (δεξιά) της επέμβασης 500 ppm στο υποκείμενο 1103 P..... | 95 |
| Εικόνα 3.7: Ριζογένεση σε μοσχεύματα βάσης (αριστερά), μέσης (κέντρο) και κορυφής (δεξιά) της επέμβασης 1000 ppm στο υποκείμενο 1103 P..... | 96 |
| Εικόνα 3.8: Ριζογένεση σε μοσχεύματα βάσης (αριστερά), μέσης (κέντρο) και κορυφής (δεξιά) του μάρτυρα στο υποκείμενο Dog Ridge..... | 102 |
| Εικόνα 3.9: Ριζογένεση σε μοσχεύματα βάσης (αριστερά) και μέσης (δεξιά) της επέμβασης 120 ppm στο υποκείμενο Dog Ridge | 102 |
| Εικόνα 3.10: Ριζογένεση σε μοσχεύματα βάσης (αριστερά), μέσης (κέντρο) και κορυφής (δεξιά) της επέμβασης 250 ppm στο υποκείμενο Dog Ridge | 102 |
| Εικόνα 3.11: Ριζογένεση σε μοσχεύματα βάσης (αριστερά), μέσης (κέντρο) και κορυφής (δεξιά) της επέμβασης 500 ppm στο υποκείμενο Dog Ridge | 103 |
| Εικόνα 3.12: Ριζογένεση σε μοσχεύματα βάσης (αριστερά), μέσης (κέντρο) και κορυφής (δεξιά) της επέμβασης 700 ppm στο υποκείμενο Dog Ridge | 103 |
| Εικόνα 3.13: Ριζογένεση σε μοσχεύματα βάσης (αριστερά), μέσης (κέντρο) και κορυφής (δεξιά) της επέμβασης 1000 ppm στο υποκείμενο Dog Ridge | 103 |
| Εικόνα 3.14: Ριζογένεση σε μοσχεύματα βάσης (αριστερά), μέσης (κέντρο) και κορυφής (δεξιά) της επέμβασης μάρτυρα στη ποικιλία Cabernet Franc..... | 110 |

| | |
|---|-----|
| Εικόνα 3.15: Ριζογένεση σε μοσχεύματα βάσης (αριστερά), μέσης (κέντρο) και κορυφής (δεξιά) της επέμβασης 120 ppm στη ποικιλία Cabernet Franc... | 110 |
| Εικόνα 3.16: Ριζογένεση σε μοσχεύματα βάσης (αριστερά), μέσης (κέντρο) και κορυφής (δεξιά) της επέμβασης 500 ppm στη ποικιλία Cabernet Franc . | 110 |
| Εικόνα 3.17: Ριζογένεση σε μοσχεύματα βάσης (αριστερά), μέσης (κέντρο) και κορυφής (δεξιά) της επέμβασης 700 ppm στη ποικιλία Cabernet Franc . | 111 |
| Εικόνα 3.18: Ριζογένεση σε μοσχεύματα βάσης (αριστερά), μέσης (κέντρο) και κορυφής (δεξιά) της επέμβασης 1000 ppm στη ποικιλία Cabernet Franc . | 111 |
| Γράφημα 1.1: Εξέλιξη των δημοσιευμένων ερευνών σε θέματα υδροπονίας (Πηγή: Lee και Lee, 2015)..... | 62 |
| Γράφημα 3.1: Καλογένεση του υποκειμένου SO ₄ , ανά επέμβαση IBA και τμήμα μοσχεύματος (βάσης, μέσης, κορυφής)..... | 86 |
| Γράφημα 3.2: Ριζογένεση του υποκειμένου SO ₄ , ανά επέμβαση IBA και τμήμα μοσχεύματος (βάσης, μέσης, κορυφής)..... | 86 |
| Γράφημα 3.3: Μέσος όρος ριζών του υποκειμένου SO ₄ , ανά επέμβαση IBA και τμήμα μοσχεύματος (βάσης, μέσης, κορυφής)..... | 87 |
| Γράφημα 3.4: Μέση διάμετρος ριζών του υποκειμένου SO ₄ , ανά επέμβαση IBA και τμήμα μοσχεύματος (βάσης, μέσης, κορυφής)..... | 87 |
| Γράφημα 3.5: Ολικό μήκος ριζών του υποκειμένου SO ₄ , ανά επέμβαση IBA και τμήμα μοσχεύματος (βάσης, μέσης, κορυφής)..... | 88 |
| Γράφημα 3.6: Ολική επιφάνεια ριζών του υποκειμένου SO ₄ , ανά επέμβαση IBA και τμήμα μοσχεύματος (βάσης, μέσης, κορυφής)..... | 88 |
| Γράφημα 3.7: Καλογένεση του υποκειμένου 1103 P, ανά επέμβαση IBA και τμήμα μοσχεύματος (βάσης, μέσης, κορυφής)..... | 92 |
| Γράφημα 3.8: Ριζογένεση του υποκειμένου 1103 P, ανά επέμβαση IBA και τμήμα μοσχεύματος (βάσης, μέσης, κορυφής)..... | 92 |
| Γράφημα 3.9: Μέσος όρος ριζών του υποκειμένου 1103 P, ανά επέμβαση IBA και τμήμα μοσχεύματος (βάσης, μέσης, κορυφής)..... | 93 |

| | |
|---|-----|
| Γράφημα 3.10: Μέση διάμετρος ριζών του υποκειμένου 1103 P, ανά επέμβαση IBA και τμήμα μοσχεύματος (βάσης, μέσης, κορυφής)..... | 93 |
| Γράφημα 3.11: Ολικό μήκος ριζών του υποκειμένου 1103 P, ανά επέμβαση IBA και τμήμα μοσχεύματος (βάσης, μέσης, κορυφής)..... | 94 |
| Γράφημα 3.12: Ολική επιφάνεια ριζών του υποκειμένου 1103 P, ανά επέμβαση IBA και τμήμα μοσχεύματος (βάσης, μέσης, κορυφής)..... | 94 |
| Γράφημα 3.13: Καλογένεση του υποκειμένου Dog Ridge, ανά επέμβαση IBA και τμήμα μοσχεύματος (βάσης, μέσης, κορυφής)..... | 99 |
| Γράφημα 3.14: Ριζογένεση του υποκειμένου Dog Ridge, ανά επέμβαση IBA και τμήμα μοσχεύματος (βάσης, μέσης, κορυφής)..... | 99 |
| Γράφημα 3.15: Μέσος όρος ριζών του υποκειμένου Dog Ridge, ανά επέμβαση IBA και τμήμα μοσχεύματος (βάσης, μέσης, κορυφής)..... | 100 |
| Γράφημα 3.16: Μέση διάμετρος ριζών του υποκειμένου Dog Ridge, ανά επέμβαση IBA και τμήμα μοσχεύματος (βάσης, μέσης, κορυφής)..... | 100 |
| Γράφημα 3.17: Ολικό μήκος ριζών του υποκειμένου Dog Ridge, ανά επέμβαση IBA και τμήμα μοσχεύματος (βάσης, μέσης, κορυφής)..... | 101 |
| Γράφημα 3.18: Ολική επιφάνεια ριζών του υποκειμένου Dog Ridge, ανά επέμβαση IBA και τμήμα μοσχεύματος (βάσης, μέσης, κορυφής)..... | 101 |
| Γράφημα 3.19: Καλογένεση της ποικιλίας Cabernet Franc, ανά επέμβαση IBA και τμήμα μοσχεύματος (βάσης, μέσης, κορυφής)..... | 107 |
| Γράφημα 3.20: Ριζογένεση της ποικιλίας Cabernet Franc, ανά επέμβαση IBA και τμήμα μοσχεύματος (βάσης, μέσης, κορυφής)..... | 107 |
| Γράφημα 3.21: Μέσος όρος ριζών της ποικιλίας Cabernet Franc, ανά επέμβαση IBA και τμήμα μοσχεύματος (βάσης, μέσης, κορυφής).. | 108 |
| Γράφημα 3.22: Μέση διάμετρος ριζών της ποικιλίας Cabernet Franc ανά επέμβαση IBA και τμήμα μοσχεύματος (βάσης, μέσης, κορυφής)..... | 108 |
| Γράφημα 3.23: Ολικό μήκος ριζών της ποικιλίας Cabernet Franc, ανά επέμβαση IBA και τμήμα μοσχεύματος (βάσης, μέσης, κορυφής)..... | 109 |

| | |
|---|-----|
| Γράφημα 3.24: Ολική επιφάνεια ριζών της ποικιλίας Cabernet Franc, ανά επέμβαση IBA και τμήμα μοσχεύματος (βάσης, μέσης, κορυφής)..... | 109 |
| Γράφημα 3.25: Καλογένεση του υποκειμένου SO ₄ , ανά τμήμα μοσχεύματος (βάσης, μέσης, κορυφής) και επέμβαση IBA..... | 114 |
| Γράφημα 3.26: Ριζογένεση του υποκειμένου SO ₄ , ανά τμήμα μοσχεύματος (βάσης, μέσης, κορυφής) και επέμβαση IBA..... | 114 |
| Γράφημα 3.27: Μέσος όρος ριζών του υποκειμένου SO ₄ , ανά τμήμα μοσχεύματος (βάσης, μέσης, κορυφής) και επέμβαση IBA.. | 115 |
| Γράφημα 3.28: Μέση διάμετρος ριζών του υποκειμένου SO ₄ , ανά τμήμα μοσχεύματος (βάσης, μέσης, κορυφής) και επέμβαση IBA..... | 115 |
| Γράφημα 3.29: Ολικό μήκος ριζών του υποκειμένου SO ₄ , ανά τμήμα μοσχεύματος (βάσης, μέσης, κορυφής) και επέμβαση IBA | 116 |
| Γράφημα 3.30: Ολική επιφάνεια ριζών του υποκειμένου SO ₄ , ανά τμήμα μοσχεύματος (βάσης, μέσης, κορυφής) και επέμβαση IBA..... | 116 |
| Γράφημα 3.31: Καλογένεση του υποκειμένου 1103 P, ανά τμήμα μοσχεύματος (βάσης, μέσης, κορυφής) και επέμβαση IBA | 119 |
| Γράφημα 3.32: Ριζογένεση του υποκειμένου 1103 P, ανά τμήμα μοσχεύματος (βάσης, μέσης, κορυφής) και επέμβαση IBA..... | 119 |
| Γράφημα 3.33: Μέσος όρος ριζών του υποκειμένου 1103 P, ανά τμήμα μοσχεύματος (βάσης, μέσης, κορυφής) και επέμβαση IBA | 120 |
| Γράφημα 3.34: Μέση διάμετρος ριζών του υποκειμένου 1103 P, ανά τμήμα μοσχεύματος (βάσης, μέσης, κορυφής) και επέμβαση IBA..... | 120 |
| Γράφημα 3.35: Ολικό μήκος ριζών του υποκειμένου 1103 P, ανά τμήμα μοσχεύματος (βάσης, μέσης, κορυφής) και επέμβαση IBA..... | 121 |
| Γράφημα 3.36: Ολική επιφάνεια ριζών του υποκειμένου 1103 P, ανά τμήμα μοσχεύματος (βάσης, μέσης, κορυφής) και επέμβαση IBA..... | 121 |
| Γράφημα 3.37: Καλογένεση του υποκειμένου Dog Ridge, ανά τμήμα μοσχεύματος (βάσης, μέσης, κορυφής) και επέμβαση IBA..... | 124 |

| | |
|---|-----|
| Γράφημα 3.38: Ριζογένεση του υποκειμένου Dog Ridge, ανά τμήμα μοσχεύματος (βάσης, μέσης, κορυφής) και επέμβαση IBA | 124 |
| Γράφημα 3.39: Μέσος όρος ριζών του υποκειμένου Dog Ridge, ανά τμήμα μοσχεύματος (βάσης, μέσης, κορυφής) και επέμβαση IBA..... | 125 |
| Γράφημα 3.40: Μέση διάμετρος ριζών του υποκειμένου Dog Ridge, ανά τμήμα μοσχεύματος (βάσης, μέσης, κορυφής) και επέμβαση IBA..... | 125 |
| Γράφημα 3.41: Ολικό μήκος ριζών του υποκειμένου Dog Ridge, ανά τμήμα μοσχεύματος (βάσης, μέσης, κορυφής) και επέμβαση IBA..... | 126 |
| Γράφημα 3.42: Ολική επιφάνεια ριζών του υποκειμένου Dog Ridge, ανά τμήμα μοσχεύματος (βάσης, μέσης, κορυφής) και επέμβαση IBA..... | 126 |
| Γράφημα 3.43: Καλογένεση της ποικιλίας Cabernet Franc, ανά τμήμα μοσχεύματος (βάσης, μέσης, κορυφής) και επέμβαση IBA | 129 |
| Γράφημα 3.44: Ριζογένεση της ποικιλίας Cabernet Franc, ανά τμήμα μοσχεύματος (βάσης, μέσης, κορυφής) και επέμβαση IBA. | 129 |
| Γράφημα 3.45: Μέσος όρος ριζών της ποικιλίας Cabernet Franc, ανά τμήμα μοσχεύματος (βάσης, μέσης, κορυφής) και επέμβαση IBA..... | 130 |
| Γράφημα 3.46: Μέση διάμετρος ριζών της ποικιλίας Cabernet Franc, ανά τμήμα μοσχεύματος (βάσης, μέσης, κορυφής) και επέμβαση IBA..... | 130 |
| Γράφημα 3.47: Ολικό μήκος ριζών της ποικιλίας Cabernet Franc, ανά τμήμα μοσχεύματος (βάσης, μέσης, κορυφής) και επέμβαση IBA..... | 131 |
| Γράφημα 3.48: Ολική επιφάνεια ριζών της ποικιλίας Cabernet Franc, ανά τμήμα μοσχεύματος (βάσης, μέσης, κορυφής) και επέμβαση IBA..... | 131 |

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Προέλευση, διάδοση και πολλαπλασιασμός της αμπέλου

Η άμπελος, είναι ένα φυτό συνυφασμένο και συμπορευόμενο με σχεδόν όλες τις ιστορικές, θρησκευτικές και κοινωνικές εμπειρίες του ανθρώπου. Αρκεί να αναφερθεί ότι στη βίβλο αναφέρεται ότι ο οίνος δημιουργήθηκε την τρίτη ημέρα της πλάσης, ενώ η άμπελος αναφέρεται 650 φορές στο γραπτό λόγο (Σταυρακάκης κ.ά., 2000). Η άμπελος η οينوφόρος *Vitis vinifera* L είναι το μοναδικό ευρασιατικό είδος του γένους *Vitis* της οικογένειας *Vitaceae*. Απολιθώματα και αρχαιολογικά στοιχεία της ανατολικής Μεσογείου, της Ευρώπης και της Ασίας δείχνουν ότι το είδος προήλθε προς το τέλος της τριτογενούς περιόδου. Φαίνεται ότι κατά την περίοδο των παγετώνων η άμπελος διασώθηκε και μεταφέρθηκε στις παραμεσόγειες περιοχές κοντά σε δάση και ποτάμια και στην περιοχή του Καυκάσου μεταξύ Μαύρης και Κασπίας θάλασσας. Κατά το τέλος της περιόδου των παγετώνων είχε ολοκληρωθεί η εξελικτική πορεία του είδους *vinifera* στα υποείδη *Vitis vinifera sylvestris* και *Vitis vinifera caucasica* όπου και οι πληθυσμοί τους παρέμειναν γεωγραφικά χωρισμένοι. Η άγρια ευρωπαϊκή άμπελος μπορεί να θεωρηθεί ως ο αρχαιότερος τύπος οينوφόρου αμπέλου που δεν καλλιεργήθηκε ποτέ, αντίθετα οι καλλιεργούμενες ποικιλίες προήλθαν από την άγρια καυκασιανή οينوφόρο άμπελο, όπου διαδόθηκαν στην Ευρώπη και ολόκληρο τον κόσμο. Από τη διαδικασία της επιλογής από τους ανθρώπους επιλέχθηκαν τα ερμαφρόδιτα φυτά με επιθυμητά οργανοληπτικά χαρακτηριστικά για τη διατροφή και ακολούθως πολλαπλασιάστηκαν με αγενή ή εγγενή τρόπο. Έτσι σήμερα μετά από αυτή τη διαδικασία που κράτησε αρκετές χιλιετίες υπάρχουν περίπου 10.000 ποικιλίες της ευρωπαϊκής αμπέλου με μεγάλο βαθμό γενετικής ποικιλομορφίας (Σταυρακάκης, 2013).

Η άμπελος μπορεί να πολλαπλασιαστεί τόσο εγγενώς με τη φύτευση γιγάρτων, όσο και αγενώς με τη χρήση μοσχευμάτων. Αν και ένας μεγάλος αριθμός καλλιεργούμενων ποικιλιών και υποκειμένων είναι είτε φυσικά είτε τεχνητά υβρίδια, ωστόσο λόγω του υψηλού βαθμού ετεροζυγωτίας, η άμπελος όταν πολλαπλασιάζεται εγγενώς δίδει απογόνους με εντελώς διαφορετικά, γενετικά και φαινοτυπικά χαρακτηριστικά από αυτά των γονέων. Έτσι για το λόγο αυτό η μέθοδος αυτή δεν χρησιμοποιείται για τον πολλαπλασιασμό των καλλιεργούμενων ποικιλιών. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιείται ο αγενής πολλαπλασιασμός. Μεταξύ των διαφόρων μεθόδων αγενούς πολλαπλασιασμού εφαρμόζεται κατά κύριο λόγο ο

πολλαπλασιασμός με ξυλοποιημένα μοσχεύματα. Σε μικρότερα ποσοστά χρησιμοποιούνται τα φυλλοφόρα χλωρά μοσχεύματα και ο *in vitro* πολλαπλασιασμός με την μέθοδο της ιστοκαλλιέργειας (Νικολάου, 2011).

Πριν εμφανιστεί και προσβάλει τον ευρωπαϊκό αμπελώνα η φυλλοξήρα ο πολλαπλασιασμός με μοσχεύματα ήταν ο κύριος τρόπος εγκατάστασης των αυτόριζων αμπελώνων. Μια δεύτερη μέθοδος που είχε ευρεία χρήση κυρίως για την κάλυψη των κενών χώρων στους αμπελώνες ήταν οι καταβολάδες. Μετά την εμφάνιση όμως της φυλλοξήρας (1863 – 1864) ο πολλαπλασιασμός της αμπέλου γίνεται κατά κόρον με ξυλοποιημένα μοσχεύματα αμερικάνικων υποκειμένων στα οποία εμβολιάζονται οι επιθυμητές ποικιλίες της ευρωπαϊκής αμπέλου (Νταβίδης, 1977).

1.2 Στατιστικά στοιχεία καλλιέργειας αμπέλου

Η καλλιέργεια αμπέλου είναι η πιο ευρέως διαδεδομένη μεταξύ των παραγωγικών καλλιεργειών. Καλλιεργείται και στις πέντε ηπείρους σε έκταση που ανέρχεται στα 75.280.000 στρέμματα (OIV, 2012). Περίπου μισό εκτάριο σε κάθε 60 εκτάρια φυτεμένης γης αντιστοιχούν σε εγκατεστημένους αμπελώνες (Galani κ.ά., 2013). Η Ευρωπαϊκή Ένωση κατατάσσεται ως νούμερο ένα παγκοσμίως για την αμπελουργική έκταση που καταλαμβάνει (41.399.75 ha = 55%), την παραγωγή σταφυλιών (29.050.923 t = 43%) και την παραγωγή οίνου (191.015.000 hl = 67%) (Delrot κ.ά., 2010). Η Ασία, η Αμερική, η Αφρική και η Ωκεανία κατέχουν έκταση αμπελώνων σε ποσοστά 23%, 20%, 5% και 2% αντίστοιχα. Ο παγκόσμιος αμπελώνας παρουσίασε μείωση στις εκτάσεις του από το 1980 και σε ένα μεγάλο βαθμό η μείωση αυτή οφείλεται στην μείωση της έκτασης του ευρωπαϊκού αμπελώνα (Πίνακας 1.1). Η μείωση αυτή οφείλετε στην πολιτική εκρίζωσης και απαγόρευσης νέων φυτεύσεων εξαιτίας των μεγάλων αποθεμάτων των αμπελοοινικών προϊόντων κυρίως οίνου. Αντίθετα οι νέες αμπελουργικές περιοχές (Χιλή, Νέα Ζηλανδία, Αργεντινή κ.ά.) παρουσιάζουν αύξηση των εκτάσεων. Για παράδειγμα ο Χιλιανός αμπελώνας διπλασιάστηκε σε έκταση (Σταυρακάκης, 2013).

Ο ελληνικός αμπελώνας, από τους αρχαιότερους στον κόσμο καταλαμβάνει συνολική έκταση 1.100.000 στρέμματα (επιτραπέζια, σταφιδοποιότητας, οινοποιίας) ενώ οι εκτάσεις με οινοποιήσιμες ποικιλίες κυμαίνονται στα 664.000 στρέμματα (Πίνακας 1.2). Τόσο η έκταση αυτή όσο και η ποικιλιακή σύνθεση του ελληνικού αμπελώνα παρουσίασε σημαντικές

διακυμάνσεις λόγω πολλών κοινωνικοοικονομικών παραγόντων και κυρίως από την είσοδο της φυλλοξήρας στην Ελλάδα (Σταυρακάκης, 2013) (Πίνακας 1.3).

Όσον αφορά στη καλλιέργεια αμπέλου στη Κύπρο, παράγει σημαντικά παραδοσιακά προϊόντα, αποτελεί σημαντική πηγή εισοδήματος στις ορεινές και μειονεκτικές περιοχές και συμβάλει στη διατήρηση και ανάπτυξη του αγροτικού τοπίου και της βιοποικιλότητας. Ο τομέας χαρακτηρίζεται από πολυτεμαχισμό και σημαντική μείωση των εκτάσεων και της παραγωγής τα τελευταία χρόνια. Σημαντικό να αναφερθεί ότι ο κυπριακός αμπελώνας ίσως αποτελεί τον μοναδικό ευρωπαϊκό, ενιαίο σε τέτοιο μέγεθος αμπελώνα που βρίσκεται στην αυτόριξη του μορφή, αφού η φυλλοξήρα δεν εντοπίστηκε ακόμα στο νησί. Όμως χρειάζεται σοβαρή έρευνα και προετοιμασία ως προς τα κατάλληλα υποκείμενα και μεθόδους πολλαπλασιασμού ώστε αν παραστεί ανάγκη και δεδομένου της μείωσης των υφιστάμενων εκτάσεων να αντιμετωπιστεί σωστά, έγκαιρα και με επιτυχία η αναδιάρθρωση του κυπριακού αμπελώνα με εμβολιασμένα μοσχεύματα.

Σύμφωνα με στοιχεία του Τμήματος Γεωργίας Κύπρου (2013), το 2011 η έκταση των αμπελώνων ανερχόταν σε 9.058 εκτάρια σε σύγκριση με 16.337 εκτάρια το 2003 και 24.007 το 1989. Η παραγωγή το 2011 ανήλθε σε 21.500 τόνους σε σύγκριση με 108.315 τόνους το 2004. Περίπου 9.000 εκμεταλλεύσεις ασχολούνται με τον τομέα της αμπελουργίας. Η εν λόγω φθίνουσα πορεία του τομέα οφείλεται κυρίως στο αυξανόμενο εργατικό κόστος, τη μείωση της ζήτησης, τις χαμηλές τιμές παραγωγού και στην εγκατάλειψη των αγροτικών περιοχών. Η κατά 46% μείωση των εκτάσεων του κυπριακού αμπελώνα οδήγησε σε σοβαρές επιπτώσεις και υποβάθμιση του περιβάλλοντος. Σήμερα ο κυπριακός αμπελώνας κυριαρχείται από γηγενείς ποικιλίες σε ποσοστό περίπου 70% του δυναμικού παραγωγής, ενώ από το 2005 περίπου 3.000 εκτάρια έχουν αναφύτευθεί ή υποστεί ποικιλιακή μετατροπή.

Ο αμπελώνας με επιτραπέζιες ποικιλίες ο οποίος απώλεσε τη προστασία με την ένταξη της χώρας στην Ε.Ε γνωρίζει σημαντική μείωση τα τελευταία χρόνια. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι οι εκτάσεις του από 1.330 εκτάρια το 2001 ανέρχονται σε περίπου 152 εκτάρια σήμερα. Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται επέκταση του βιολογικού αμπελώνα ο οποίος σήμερα καταλαμβάνει έκταση 240 εκταρίων.

Πίνακας 1.1: Έκταση αμπελώνων στην Ευρωπαϊκή Ένωση σε εκτάρια (Πηγή: Υπ.Αγ.Αν.Τρ., 2013).

| ΕΚΤΑΣΗ (ha) | 2000/2001 | 2004/2005 | 2007/2008 | 2010/2011 |
|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| ΙΣΠΑΝΙΑ | 1.124.433 | 1.104.512 | 1.098.453 | 968.297 |
| ΓΑΛΛΙΑ | 902.908 | 897.066 | 848.428 | 806.241 |
| ΙΤΑΛΙΑ | 772.513 | 726.985 | 700.076 | 663.905 |
| ΠΟΡΤΟΓΑΛΙΑ | 238.073 | 236.704 | 240.051 | 236.817 |
| ΓΕΡΜΑΝΙΑ | 104.211 | 102.483 | 102.531 | 102.671 |
| ΕΛΛΑΔΑ | 77.589 | 66.682 | 71.010 | 67.333 |
| ΑΥΣΤΡΙΑ | 50.456 | 50.988 | 50.013 | 46.092 |
| ΛΟΥΞΕΜΒΟΥΡΓΟ | 1.342 | 1.300 | 1.289 | 1.274 |
| ΤΑ 8 Κ-Μ | 3.271.526 | 3.186.720 | 3.111.851 | 2.892.630 |
| ΟΥΓΓΑΡΙΑ | | 86.400 | 81.851 | 71.792 |
| ΣΛΟΒΑΚΙΑ | | 21.531 | 20.777 | 18.792 |
| ΤΣΕΧΙΑ | | 19.107 | 17.419 | 17.370 |
| ΣΛΟΒΕΝΙΑ | | 16.597 | 17.364 | 16.041 |
| ΚΥΠΡΟΣ | | 15.047 | 13.593 | 9.066 |
| ΜΑΛΤΑ | | 840 | 910 | 692 |
| 6 ΝΕΑ Κ-Μ | | 159.522 | 151.916 | 133.932 |
| ΡΟΥΜΑΝΙΑ | | | 181.605 | 181.770 |

Πίνακας 1.2: Έκταση αμπελώνων με οινοποιήσιμα σταφύλια ανά περιφέρεια στην Ελλάδα σε εκτάρια (Πηγή: Υπ.Αγ.Αν.Τρ., 2013).

| Αμπελουργική περίοδος: 2011-2012 | | | | | |
|--|---|--|---------------------------------|---|-----------|
| Ημερομηνία ανακοίνωσης: ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2013 | | | | | |
| Περιφέρεια | Πραγματικά φυτευμένη έκταση (ha) | | | | |
| | οίνος με προστατευόμενη ονομασία προέλευσης | οίνος με προστατευόμενη γεωγραφική ένδειξη | υποσύνολο για οίνους με ΠΟΠ/ΠΓΕ | οίνοι χωρίς προστατευόμενη ονομασία προέλευσης / γεωγραφική ένδειξη | Σύνολο |
| (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) |
| 1. ΑΝ. ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ ΘΡΑΚΗΣ | 0.00 | 1,111.80 | 1,111.80 | 872.65 | 1,984.45 |
| 2. Κ. ΜΑΚΗΝΙΑΣ | 950.00 | 1,287.80 | 2,237.80 | 2,532.22 | 4,770.02 |
| 3. Δ. ΜΑΚΗΝΙΑΣ | 510.00 | 525.00 | 1,035.00 | 1,568.00 | 2,603.00 |
| 4. ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ | 600.00 | 860.00 | 1,460.00 | 2,872.50 | 4,332.50 |
| 5. ΗΠΕΙΡΟΥ | 150.00 | 185.00 | 335.00 | 371.10 | 706.10 |
| 6. ΙΟΝΙΩΝ ΝΗΣΙΩΝ | 350.00 | 352.00 | 702.00 | 1,968.42 | 2,670.42 |
| 7. ΔΥΤ. ΕΛΛΑΔΑΣ | 750.00 | 1,250.00 | 2,000.00 | 7,015.60 | 9,015.60 |
| 8. ΣΤΕΡ. ΕΛΛΑΔΑΣ | 0.00 | 2,455.00 | 2,455.00 | 4,932.05 | 7,387.05 |
| 9. ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ | 2,957.00 | 3,170.00 | 6,127.00 | 5,360.10 | 11,487.10 |
| 10. ΑΤΤΙΚΗΣ | 0.00 | 2,143.00 | 2,143.00 | 4,670.28 | 6,813.28 |
| 11. ΒΟΡΕΙΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ | 2,200.00 | 215.00 | 2,415.00 | 627.15 | 3,042.15 |
| 12. ΝΟΤΙΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ | 2,100.00 | 230.00 | 2,330.00 | 1,571.72 | 3,901.72 |
| 13. ΚΡΗΤΗΣ | 1,480.00 | 1,750.00 | 3,230.00 | 4,530.43 | 7,760.43 |
| Σύνολο κράτους μέλους | 12,047.00 | 15,534.60 | 27,581.60 | 38,892.22 | 66,473.82 |

Πίνακας 1.3: Έκταση κυριότερων ποικιλιών οινοποιίας στην Ελλάδα σε εκτάρια (Πηγή: Υπ.Αγ.Αν.Τρ., 2013).

| Αμπελουργική περίοδος: 2011-2012 | | |
|---|----------------------------------|-------------|
| Ημερομηνία ανακοίνωσης: ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2013 | | |
| Ποικιλία | Πραγματικά φυτευμένη έκταση (ha) | Ποσοστό (%) |
| (1) | (2) | (3) |
| 1. ΣΑΒΒΑΤΙΑΝΟ | 11,306.30 | 17.01 |
| 2. ΡΟΔΙΤΗΣ | 9,127.89 | 13.73 |
| 3. ΑΓΙΩΡΓΙΤΙΚΟ | 3,619.52 | 5.45 |
| 4. ΕΥΝΟΜΑΥΡΟ | 2,239.77 | 3.37 |
| 5. ΛΙΑΤΙΚΟ | 2,218.00 | 3.34 |
| 6. CABERNET SAUVIGNON | 2,113.64 | 3.18 |
| 7. ΑΣΥΡΤΙΚΟ | 1,821.97 | 2.74 |
| άλλες | 34,026.73 | 51.19 |
| Σύνολο | 66,473.82 | 100.00 |

1.3 Παραγωγή μοσχευμάτων αμπέλου στην Ευρώπη

Μετά την είσοδο της φυλλοξήρας στον ευρωπαϊκό αμπελώνα η μέθοδος πολλαπλασιασμού βασίζεται στην παραγωγή αμερικάνικων ειδών ως υποκείμενα εμφολιασμού των επιθυμητών ποικιλιών. Αυτό συμβαίνει σε όλες τις ευρωπαϊκές χώρες εκτός ελάχιστων περιπτώσεων όπως ο θηραϊκός αμπελώνας της Σαντορίνης και τη περίπτωση της Κύπρου όπου τα πρέμνα φυτεύονται αυτόριζα. Για το έτος 2012, στην Ε.Ε υπολογίστηκε ότι οι μητρικές φυτείες υποκειμένων των φυτωρίων έχουν έκταση 7.572 εκτάρια και 5.499 εκτάρια για μητρικές φυτείες ποικιλιών *V. vinifera*. Οι κυριότερες χώρες παραγωγής πολλαπλασιαστικού υλικού είναι η Ισπανία, Γαλλία και Ιταλία, οι οποίες αντιπροσωπεύουν το 87% των συνολικών φυτευμένων εκτάσεων σε μητρικές φυτείες υποκειμένων. Περίπου το 60% της συνολικής έκτασης που προορίζεται για τις μητρικές φυτείες των ποικιλιών *V. vinifera* βρίσκονται σε Ιταλία και Γαλλία. Η παραγωγή εμφολιασμένων μοσχευμάτων το 2012 στην Ε.Ε εκτιμήθηκε σε 546 εκατομμύρια αν και σε αυτόν τον αριθμό πρέπει να προστεθούν τουλάχιστον δέκα εκατομμύρια μοσχεύματα που παράγονται από ιδιωτικά φυτώρια. Συνολικά στην Ελλάδα αν και δεν υπάρχουν ολοκληρωμένα στοιχεία για το μέγεθος παραγωγής πολλαπλασιαστικού υλικού της αμπέλου, από αναφορές σε ένα οργανωμένο φυτώριο αμπέλου παράγονται περίπου 2.000.000 εμφολιασμένα και απλά έρριζα μοσχεύματα ετησίως. Συνολικά τα κυριότερα υποκείμενα που

βρίσκονται εγκατεστημένα σε μητρικές φυτείες στις τρεις κύριες χώρες παραγωγής πολλαπλασιαστικού υλικού είναι 41 από τα οποία τα κυριότερα είναι: 110 Richter (1.940 ha), SO₄ (774 ha), 1103 Paulsen (765 ha), 140 Ruggeri (511 ha), Kober 5BB (391 ha), 41B (300 ha), 161.49 Couderc (290 ha), 3309 Couderc (241 ha), Fercal (188 ha), 420A (130 ha), 101.14 Mgt (102 ha), Gravesac (89 ha), 775 Paulsen (42 ha) και 779 Paulsen (37 ha) (Zavaglia κ.ά., 2014).

1.4 Το ριζικό σύστημα (προέλευση, διάκριση, ρόλος)

Το ριζικό σύστημα αποτελείται από ρίζες διαφορετικής μορφής, ηλικίας, ανάπτυξης και οργάνωσης και συνιστά το υπόγειο τμήμα του πρέμνου που αναπτύσσεται εντός του εδάφους. Η δομή, η μορφή, το σχήμα, οι διαστάσεις, οι ιδιότητες και η λειτουργία των ριζών εξαρτώνται από γενετικούς, περιβαλλοντικούς και καλλιεργητικούς παράγοντες, ενώ σημαντικό ρόλο για το αμπέλι παίζει και ο τρόπος πολλαπλασιασμού (Σταυρακάκης, 2013). Συνήθως οι ρίζες είναι υπόγεια όργανα, υπάρχουν και εναέριες ρίζες που διαφέρουν από τις τυπικές ρίζες. Η ρίζα διακρίνεται από το βλαστό από την έλλειψη φύλλων, στομάτων, γονάτων και εφυμενίδας. Χαρακτηρίζεται από την ύπαρξη ριζικών τριχιδίων, την ύπαρξη καλύπτρας, τις διακλαδώσεις της που είναι ενδογενούς προέλευσης και από τη διάταξη των ηθμαγγειωδών δεσμίδων (Ψαράς κ.ά., 2009).

Το ριζικό σύστημα ανάλογα με τον τρόπο πολλαπλασιασμού, δηλαδή, αν το νέο φυτό προήλθε από εγγενή πολλαπλασιασμό από γίγαρτα ή από αγενή πολλαπλασιασμό με μοσχεύματα διαφέρει. Στην πρώτη περίπτωση το φυτό που προέρχεται από σπορά γιγάρτων έχει πασαλλώδη ριζικό σύστημα που αναπτύσσεται σε βάθος και συνεχώς διακλαδίζεται ενώ, το ριζικό σύστημα που αναπτύσσεται από αγενή πολλαπλασιασμό με μοσχεύματα έχει θυσανώδη μορφή (Νικολάου, 2011). Όσον αφορά τον πολλαπλασιασμό με μοσχεύματα, σχηματίζονται και αναπτύσσονται τυχαίες, πλάγιες ρίζες, κυρίως κοντά στους κόμβους του μοσχεύματος, αλλά συχνά και στο μεσογονάτιο διάστημα από ομάδα μεριστωματικών ριζογόνων κυττάρων. Έτσι δημιουργούνται οι κύριες ή μόνιμες ρίζες, οι οποίες προσδίδουν θυσανώδη μορφή στο ριζικό σύστημα. Οι αρχικές ρίζες διακλαδίζονται με το σχηματισμό πλάγιων ριζών δεύτερης τάξης, και σε αυτές εμφανίζονται ρίζες τρίτης τάξης κ.ο.κ. από τη δραστηριότητα ειδικού μεριστωματικού ιστού, του περικυκλίου. Σε σύγκριση με το υπέργειο τμήμα του πρέμνου, το ριζικό σύστημα παρουσιάζει σημαντικά μεγαλύτερο μέγεθος. Εκτιμάται ότι σε ένα ενήλικο πρέμνο το συνολικό μήκος του ριζικού συστήματος μπορεί να

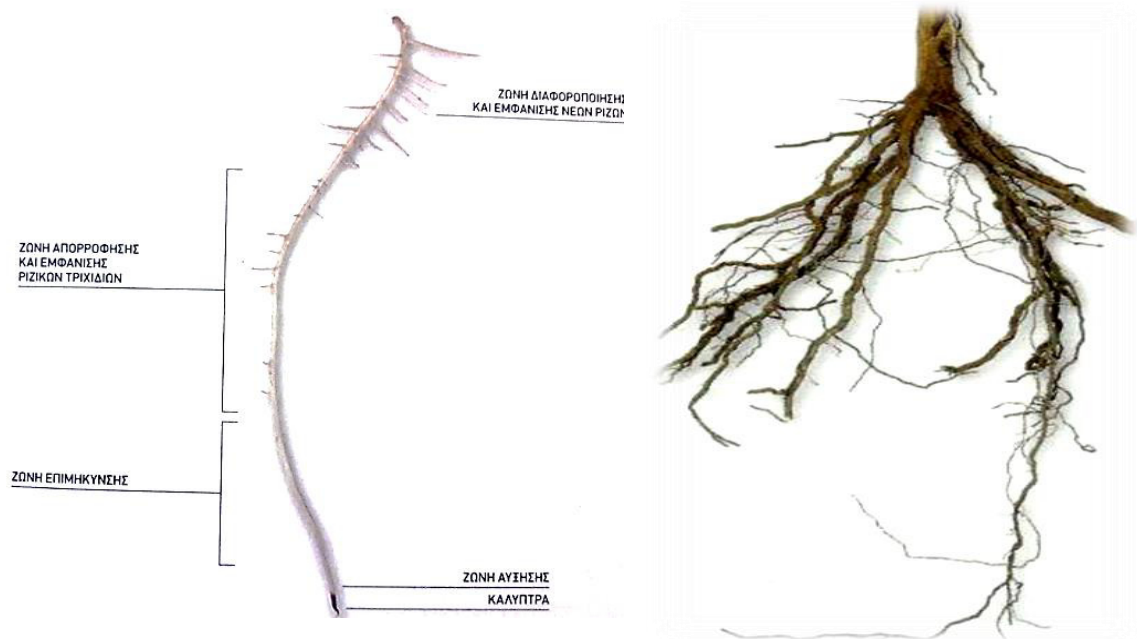
φθάσει τα 100 km και να καταλάβει επιφάνεια περίπου 100 m², ενώ αντίστοιχα το υπέργειο τμήμα αναπτύσσει επιφάνεια περίπου 10 m² (Σταυρακάκης, 2013).

Το ριζικό σύστημα αποτελεί σημαντικό όργανο και εξυπηρετεί μια σειρά σημαντικών λειτουργιών του πρέμνου. Προσδίδει στήριξη του φυτού στο έδαφος, είναι το όργανο που ευθύνεται για την απορρόφηση νερού και ανόργανων αλάτων και μεταφορά τους στο υπέργειο μέρος του πρέμνου, συντελεί στην αποταμίευση θρεπτικών στοιχείων και νερού και τροφοδότηση του πρέμνου στα αναγκαία στάδια, όπως για παράδειγμα το στάδιο της έκπτυξης των λανθανόντων οφθαλμών μέχρι να καταστούν φωτοσυνθετικά ενεργά τα νεαρά φύλλα των βλαστών. Ακόμα αποτελεί υποδοχέα της βαρύτητας (Ψαράς κ.ά., 2009). Επιπρόσθετα το ριζικό σύστημα στην άμπελο διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στη βιοσύνθεση ρυθμιστών ανάπτυξης όπως κυτοκινίνες, γιββερελλίνες και αμπσιικό οξύ που επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό την ανάπτυξη και λειτουργία του υπέργειου μέρους του πρέμνου. Τέλος η ρίζα αναπτύσσει συμβιωτικές σχέσεις με αζωτοβακτήρια και μυκόριζες, και βοηθά στον εμπλουτισμό του εδάφους με οργανική ύλη (Σταυρακάκης, 2013).

Οι ρίζες ομαδοποιούνται σε δύο κύριες κατηγορίες: Στις ρίζες μεγάλης διαμέτρου (> 2 mm) που θεωρούνται οι κύριες ρίζες και αντιπροσωπεύουν ένα υψηλό ποσοστό της ρίζας σε βιομάζα και έχουν λειτουργίες δομικές, δηλαδή, στήριξης, μεταφοράς και αποθήκευσης νερού και θρεπτικών συστατικών. Η δεύτερη κατηγορία αποτελείται από τις πιο μικρής διαμέτρου ρίζες (< 2 mm), που έχουν ως κύριο ρόλο τους την εξερεύνηση και πρόσληψη νερού και θρεπτικών συστατικών καθώς και την συμβιωτική σχέση με μικροοργανισμούς και τη δημιουργία μυκόριζας (Delrot κ.ά., 2010).

Με κριτήριο τη λειτουργικότητα, το ριζικό σύστημα διακρίνεται: σε ρίζα αγωγό και ρίζα απορρόφησης. Οι ρίζες αγωγοί αποτελούν το σκελετό του ριζικού συστήματος, βρίσκονται συνήθως σε βάθος 50 - 90 cm από την επιφάνεια του εδάφους αν και αναφέρονται περιπτώσεις όπου φθάνουν σε βάθος 17 - 20 m. Ο αριθμός τους σταθεροποιείται μέχρι τον τρίτο ή έκτο χρόνο από την εμφάνισή τους. Ανάλογα με το είδος, την ποικιλία και την ηλικία των πρέμνων, έχουν διάμετρο 0,6 - 6 cm. Πάνω στις ρίζες αυτές βρίσκονται οι μόνιμες ρίζες, οι οποίες έχουν διάμετρο 0,2 - 0,6 cm και επεκτείνουν το ριζικό σύστημα οριζόντια με συνεχή διακλάδωση, που ετησίως μπορεί να φτάσει 1,5 - 3 m μέχρι και 10 m από τον κορμό του πρέμνου. Στις μόνιμες ρίζες κάθε χρόνο εμφανίζονται οι νέες πλάγιες ρίζες, δηλαδή, τα απορροφητικά ριζίδια, που φέρουν πολυπληθή ριζικά τριχίδια και μαζί με τις μόνιμες ρίζες αποτελούν τη ρίζα απορρόφησης (Εικόνα 1.1). Η άμπελος,

επομένως, παρουσιάζει την ιδιαιτερότητα να αναπτύσσει πλούσιο ριζικό σύστημα τόσο σε πλάτος όσο και σε βάθος (Σταυρακάκης, 2013).



Εικόνα 1.1: Απορροφητικό ριζίδιο διαχωρισμένο σε ζώνες ανάλογα με τα μορφολογικά και λειτουργικά του χαρακτηριστικά (αριστερά) και μόνιμες ρίζες αγωγοί (δεξιά) (Πηγή: Σταυρακάκης, 2013).

1.5 Μορφολογία της ρίζας

Κατά την εξέταση της νεαρής ρίζας δηλαδή, του απορροφητικού ριζιδίου παρατηρείται να έχει ένα υπόλευκο χρωματισμό ο οποίος μεταβάλλεται σε πιο σκουρόχρωμο στα προγενέστερα τμήματα του (Delrot κ.ά., 2010). Κάθε απορροφητικό ριζίδιο αποτελείται από την καλύπτρα, τη ζώνη αύξησης όπου είναι μια μεριστωματική περιοχή, τη ζώνη επιμήκυνσης, τη ζώνη απορρόφησης με τα ριζικά τριχίδια, τη ζώνη διαφοροποίησης και τη ζώνη εμφάνισης των πλάγιων ριζών (Εικόνα 1.2). Στην ζώνη απορρόφησης απαντώνται τα απορροφητικά τριχίδια, τα οποία σχηματίζονται από επιμήκυνση του εξωτερικού στρώματος των κυττάρων της ρίζας. Τα ριζικά τριχίδια αυξάνουν κατά πολύ την απορροφητική επιφάνεια του ριζικού συστήματος (Σταυρακάκης κ.ά., 2010).

Η ανάπτυξη του ριζικού συστήματος φαίνεται να γίνεται διακριτά σε δύο φάσεις, από την έκπτυξη των οφθαλμών μέχρι την άνθιση και σε δεύτερη φάση, μετά την συγκομιδή

μέχρι τη φυλλόπτωση. Σε έρευνα που έγινε σε εγκατεστημένους αμπελώνες βρέθηκε ότι η ανάπτυξη των απορροφητικών ριζιδίων γίνεται σε δύο στάδια στο στάδιο πριν την άνθιση και μετά το πέρας της συγκομιδής. Βρέθηκε ότι παράγονται 30.000 νέα απορροφητικά ριζίδια, με μέσο μήκος 13 mm, που έχουν, όμως, μικρή διάρκεια ζωής και σχεδόν όλα νεκρώνονται στα μέσα του καλοκαιριού (Mckenry, 1984). Αναφορές του Delrot (2010) δείχνουν ότι η ανάπτυξη του ριζικού συστήματος μπορεί να γίνει καθ' όλη τη διάρκεια του καλοκαιριού. Η εξάπλωση του ριζικού συστήματος επηρεάζεται από παράγοντες περιβαλλοντικούς, εδαφικούς, καλλιεργητικούς και γονιδιακούς εννοώντας, το είδος του χρησιμοποιούμενου υποκειμένου σε συνδυασμό με την εμβολιασμένη σε αυτό ποικιλία (Delrot κ.ά., 2010). Σύμφωνα με τον Mckenry (1984) σε έρευνα που έγινε σε εγκατεστημένους αμπελώνες η ποικιλία Thompson Seedless, εμβολιασμένη στο υποκείμενο Salt Creek είχε μεγαλύτερο ριζικό σύστημα από ότι η ποικιλία στην αυτόριζη της μορφή.

Στην έναρξη της περιόδου βλάστησης, τα απορροφητικά ριζίδια εμφανίζονται σε πολύ μεγάλο αριθμό στις μόνιμες ρίζες μικρής διαμέτρου. Κατά τη διάρκεια της περιόδου βλάστησης, η πλειονότητα των ριζιδίων ξηραίνεται μερικές εβδομάδες από την εμφάνισή τους και ανάλογος αριθμός δημιουργείται στις πλάγιες ρίζες, εκεί όπου οι εδαφικές συνθήκες είναι περισσότερο ευνοϊκές. Η νέκρωση και ενσωμάτωση των ριζιδίων στο έδαφος, καθώς και η συνεχής απόπτωση των νεκρών ιστών του φλοιού των ζώντων ριζών αποτελούν σημαντική πηγή αύξησης της οργανικής ουσίας του εδάφους, με ευνοϊκή επιρροή στη δράση του μικροβιακού πληθυσμού, ιδιαίτερα στα βαθύτερα στρώματα του εδάφους. Όσα από τα απορροφητικά ριζίδια επιβιώσουν, αυξάνονται σε μήκος και πάχος μέχρι το τέλος της περιόδου βλάστησης, μετατρέπονται σε μόνιμες ρίζες και συμμετέχουν στον κεντρικό σκελετό του ριζικού συστήματος. Ο μηχανισμός διατήρησης αυτών των ριζιδίων φαίνεται να οφείλεται σε ορμονικούς παράγοντες (Σταυρακάκης, 2013). Η μεταβολική δραστηριότητα των ριζών επηρεάζεται από την ηλικία της ρίζας και αυξάνεται σημαντικά στα νεώτερα απορροφητικά ριζίδια και τριχίδια (Delrot κ.ά., 2010).

Η καλύπτρα περιβάλλει το επάκριο μερίστωμα. Είναι ιστός που αποτελείται από παρεγγυματικά κύτταρα και προστατεύει τον μεριστωματικό ιστό, ενώ τα εξωτερικά της κύτταρα παράγουν και εκκρίνουν ουσίες διευκολύνοντας τη διείσδυση της ρίζας στο έδαφος. Στα κύτταρα του παρεγγύματος της καλύπτρας υπάρχουν πολλοί μικροί αμύλλοκοκοι, οι στατόλιθοι, που χρησιμεύουν ως προς την αντίληψη του ερεθίσματος της βαρύτητας, του γεωτροπισμού και του υδροτροπισμού (Ψαράς κ.ά., 2006). Το μήκος της καλύπτρας

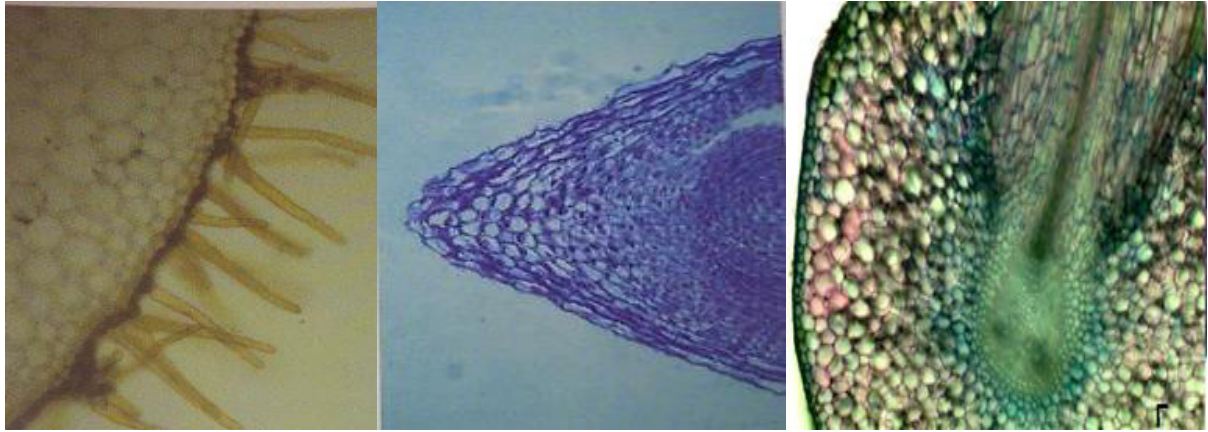
πρακτικά παραμένει σταθερό, διότι υπάρχει ισορροπία μεταξύ των κυττάρων που καταστρέφονται κατά τη διεύδυση της ρίζας στο έδαφος και των νέων κυττάρων που σχηματίζονται από το μεριστωματικό ιστό, το καλυπτρογόνο. Ο χρόνος πλήρους ανανέωσης των κυττάρων είναι πολύ μικρός, ένα ή δύο εικοσιτετράωρα. Η μεταβολική δραστηριότητά τους συμβάλλει και στη δημιουργία ευνοϊκών συνθηκών στη ριζόσφαιρα για την ανάπτυξη του κατάλληλου μικροβιακού πληθυσμού με την αποβολή οργανικών οξέων (Αϊβαλάκης κ.ά., 2005).

Πάνω από την καλύπτρα εντοπίζεται η μεριστωματική ζώνη, που είναι η ζώνη αύξησης της ρίζας όπου παρατηρείται αυξημένη μιτωτική δραστηριότητα (Ψαράς κ.ά., 2006). Η μεριστωματική περιοχή της ρίζας, σε αντίθεση με το βλαστό, βρίσκεται σε μικρή απόσταση από το άκρο του ριζιδίου και αποτελείται από το κορυφαίο μερίστωμα και τα πρωτογενή μεριστώματα που προέρχονται από αυτό, όπως είναι το καλυπτρογόνο, το δερματογόνο που δημιουργεί την επιδερμίδα και πιθανόν τις εξωτερικές στρώσεις του φλοιώδους παρεγχύματος, το προκάμβιο, από το οποίο προέρχονται τα πρωτογενή στοιχεία του ηθμού και του ξύλου και το θεμελιώδες μερίστωμα που δίδει το φλοιώδες παρέγχυμα και την εντεριώνη. Μεταξύ των μεριστωματικών κυττάρων της ζώνης αύξησης, το μήκος της οποίας κυμαίνεται από 1 έως 3 mm, υπάρχει μεγάλος αριθμός πλασμοδεσμών, που διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο στην επικοινωνία των κυττάρων. Η δραστηριότητα του μεριστώματος προϋποθέτει το ερέθισμα των κυτοκινινών, ενώ την κυτταροδιαίρεση ενισχύει η συγκέντρωση της αυξίνης, που προέρχεται από την αυξανόμενη κορυφή του βλαστού (Σταυρακάκης, 2013).

Εν συνεχεία διακρίνεται η ζώνη επιμήκυνσης όπου τα κύτταρα επιμηκύνονται κατά μήκος και διάμετρο και αρχίζουν να διαφοροποιούνται (Ψαράς κ.ά., 2006). Η αύξησή επιτυγχάνεται με διαδοχικές εγκάρσιες και κατά μήκος διαιρέσεις και με επιμήκυνση των νέων κυττάρων. Η τάνυση των κυττάρων σχετίζεται με την έκφραση γονιδίων που είναι υπεύθυνα για τη σύνθεση των πολυσακχαριτών και των πρωτεϊνών του κυτταρικού τοιχώματος, σύνθεση οσμωλυτών, σύνθεση ειδικών πρωτεϊνών που ρυθμίζουν την είσοδο του νερού στα κύτταρα και μεταφορά ιόντων καλίου στο χυμοτόπιο. Η επιμήκυνση και αύξηση των κυττάρων ενισχύεται από την παρουσία γιββερελλινών, η σύνθεση των οποίων επάγεται από την αυξίνη. Παράλληλα, η ζώνη επιμήκυνσης αποτελεί και την περιοχή εκδήλωσης των αντιδράσεων της ρίζας στα διάφορα ερεθίσματα με τους μηχανισμούς τροπισμών (Σταυρακάκης, 2013).

Η επόμενη περιοχή της νεαρής ρίζας έχει πολλά επιφανειακά τριχίδια τα οποία είναι προεκβολές των επιδερμικών κυττάρων (Νικολάου, 2011). Η ζώνη αυτή εκτείνεται σε μήκος 8 - 10 m περίπου και χαρακτηρίζεται από την παρουσία των πολυάριθμων ριζικών τριχιδίων, που αυξάνουν την επιφάνεια απορρόφησης (Ψαράς κ.ά., 2006). Τα ριζικά τριχίδια προέρχονται από τους τριχοβλάστες, κύτταρα της επιδερμίδας που έχουν μήκος 200 μm, διάμετρο 10 – 15 μm, πυκνότητα 300 - 400 ανά mm² και μπορεί να αποτελέσουν το 60% της απορροφητικής ριζικής επιφάνειας. Ο αριθμός, το μήκος και η λειτουργικότητα των τριχιδίων εξαρτάται από το είδος, την ποικιλία, εδαφικούς και ορμονικούς παράγοντες. Φαίνεται ότι το αιθυλένιο ενισχύει το σχηματισμό και τη διαφοροποίησή τους. Υποστηρίζεται ότι ο αριθμός των τριχιδίων ανά χιλιοστό είναι δύομισι φορές μεγαλύτερος σε ελαφρά όξινα εδάφη με pH 5,7 απ' ό τι σε ελαφρά αλκαλικά εδάφη με pH 7,5, χωρίς αυτό να φαίνεται ότι επηρεάζει τη θρέψη ή την ανάπτυξη των πρέμων (Richards, 1983). Η διάρκεια ζωής των τριχιδίων είναι πολύ μικρή, μερικών ημερών ή εβδομάδων. Αν και τα ριζικά τριχίδια θεωρείται ότι συμβάλλουν σημαντικά στην αύξηση της απορρόφησης ορισμένων μακροστοιχείων, όπως ο φώσφορος και το κάλιο, δεν φαίνεται να επηρεάζουν την απορρόφηση των ιόντων σιδήρου (Σταυρακάκης, 2013).

Η τελευταία περιοχή είναι ζώνη διαφοροποίησης και σχηματισμού καταβολών νέων πλάγιων ριζών. Η ζώνη διαφοροποίησης των κυττάρων του κεντρικού κυλίνδρου της ρίζας η ονομαζόμενη ζώνη διαφοροποίησης και η ζώνη του σχηματισμού και εμφάνισης των νέων πλάγιων ριζών εμφανίζονται διαδοχικά. Στη ζώνη διαφοροποίησης εμφανίζεται μεγάλος αριθμός ριζικών τριχιδίων. Η ζώνη σχηματισμού των καταβολών και της εμφάνισης των νέων πλάγιων ριζών εντοπίζεται σε απόσταση 10 - 12 cm από το ακρόριζο (Σταυρακάκης, 2013). Οι καταβολές των πλάγιων ριζών εμφανίζονται στο ύψος και απέναντι από τα πρωτοξυλικά αγγεία και προέρχονται, κυρίως, από τη δραστηριότητα των κυττάρων του περικυκλίου που δίνουν τις πλάγιες ρίζες διαπερνώντας τον φλοιό (Ψαράς κ.ά., 2006). Η εξερχόμενη ρίζα προστατεύεται από τα κύτταρα που παράγονται από την ενδοδερμίδα σχηματίζοντας μια προστατευτική στιβάδα (Σταυρακάκης, 2013).



Εικόνα 1.2: Μικροσκοπική παρατήρηση των ριζικών τριχιδίων (αριστερά), της καλύπτρας με τους σχηματιζόμενους αμυλοπλάστες στο στατεγχυμα (κέντρο) (Πηγή: Ψαράς κ.ά., 2009) και του σχηματισμού και εξόδου ριζικής καταβολής (δεξιά) (Πηγή: Σταυρακάκης, 2013).

1.6 Ανατομία της ρίζας

1.6.1 Πρωτογενής δομή

Η ανατομική δομή της ρίζας επηρεάζει τη μορφή, τη λειτουργία και τις ιδιότητές της και διακρίνεται σε πρωτογενή και δευτερογενή (Σταυρακάκης, 2013). Η ανατομία του ριζικού συστήματος της αμπέλου παρουσιάζει τα χαρακτηριστικά της ανατομίας των δικοτυλήδων φυτών με κάποιες ιδιαιτερότητες (Richards, 1983). Πραγματοποιώντας μια εγκάρσια τομή στην ζώνη των ριζικών τριχιδίων διακρίνονται διάφοροι ιστοί από τους οποίους αποτελείται η νεαρή ρίζα. Η δομή της νεαρής ρίζας σε αυτό το επίπεδο ονομάζεται πρωτογενής (Νικολάου, 2011). Δημιουργείται από τη δραστηριότητα του πρωτογενούς μεριστώματος και περιλαμβάνει το φλοιό και τον κεντρικό κύλινδρο. Ο φλοιός αποτελείται από την επιδερμίδα, το φλοιώδες παρέγχυμα και την ενδοδερμίδα, ενώ ο κεντρικός κύλινδρος αποτελείται από το περικύκλιο, τις πρωτογενείς ηθμώδεις και ξυλώδεις δεσμίδες και την εντεριώνη (Σταυρακάκης, 2013) (Εικόνα 1.3).

Η επιδερμίδα αποτελείται από δύο στιβάδες κυττάρων και θεωρείται ότι προέρχεται από τη δραστηριότητα του πρωτοδέρματος. Τα κύτταρα του πρωτοδέρματος διαφοροποιούνται προς ένα στρώμα επιδερμικών κυττάρων χωρίς στόματα (Ψαράς κ.ά., 2009). Η επιδερμίδα παρουσιάζει σύντομο κύκλο ζωής και μετά τη νέκρωσή της, οι μεγαλύτερης ηλικίας ρίζες καλύπτονται από την εξωδερμίδα, μια στιβάδα προστατευτικών

κυττάρων που προέρχονται από την υποδερμίδα και έχουν υποστεί διαφόρου βαθμού φελλοποίηση. Τα κύτταρα της είναι μικρά τετράγωνου ή ορθογώνιου σχήματος και καθίστανται υπερτροφικά σε υψηλές συγκεντρώσεις ιόντων αργιλίου (Σταυρακάκης, 2013).

Το χρώμα των νεαρών ριζών μπορεί να είναι λευκό - κρεμώδες ή καστανό. Το καστανό χρώμα μπορεί να οφείλεται στην οξειδωση των φαινολών που απελευθερώνονται από τα κατεστραμμένα επιδερμικά κύτταρα. Δεν έχουν πλήρως αποσαφηνισθεί οι παράγοντες που προκαλούν και επιδρούν στη μερική φελλοποίηση των υποδερμικών κυττάρων, αλλά φαίνεται ότι δεν συσχετίζονται με την αποδόμηση του φλοιού (Richards, 1983). Έχει διαπιστωθεί ότι ο βαθμός και η ταχύτητα φελλοποίησης είναι μεγαλύτερα το καλοκαίρι, όπου η θερμοκρασία του εδάφους είναι υψηλή και η περιεκτικότητα σε υγρασία χαμηλή (Freeman και Smart, 1976). Σε ξηρά εδάφη, η φελλοποίηση των ριζιδίων είναι ολοκληρωτική μέχρι το ακρόρριζο, όταν όμως οι συνθήκες γίνουν ευνοϊκές, ακόμη και αν έχει περάσει αρκετός χρόνος, είναι δυνατή η αύξηση των ριζών είτε με αναγέννηση από το φελλοποιημένο ακρόρριζο, είτε με τη δημιουργία νέων πλάγιων ριζών. Θεωρείται ότι η μερική ή ολική φελλοποίηση της υποδερμίδας επιτρέπει στη ρίζα, κατά τη διάρκεια της πρωτογενούς ανάπτυξης, να ανέχεται τις δυσμενείς εδαφικές συνθήκες χωρίς να καταστρέφεται (Σταυρακάκης, 2013). Μερικές φορές, πριν από την έναρξη της δευτερογενούς ανάπτυξης της ρίζας, εξαιτίας της αποδόμησης των ιστών του φλοιού, παρατηρούνται φελλοποιημένες κηλίδες μικρής έκτασης σε νεαρές λευκές ρίζες πρωτογενούς ανάπτυξης, που μπορεί να προκαλέσουν καταστροφή των εσώτερων ιστών (Richards, 1983).

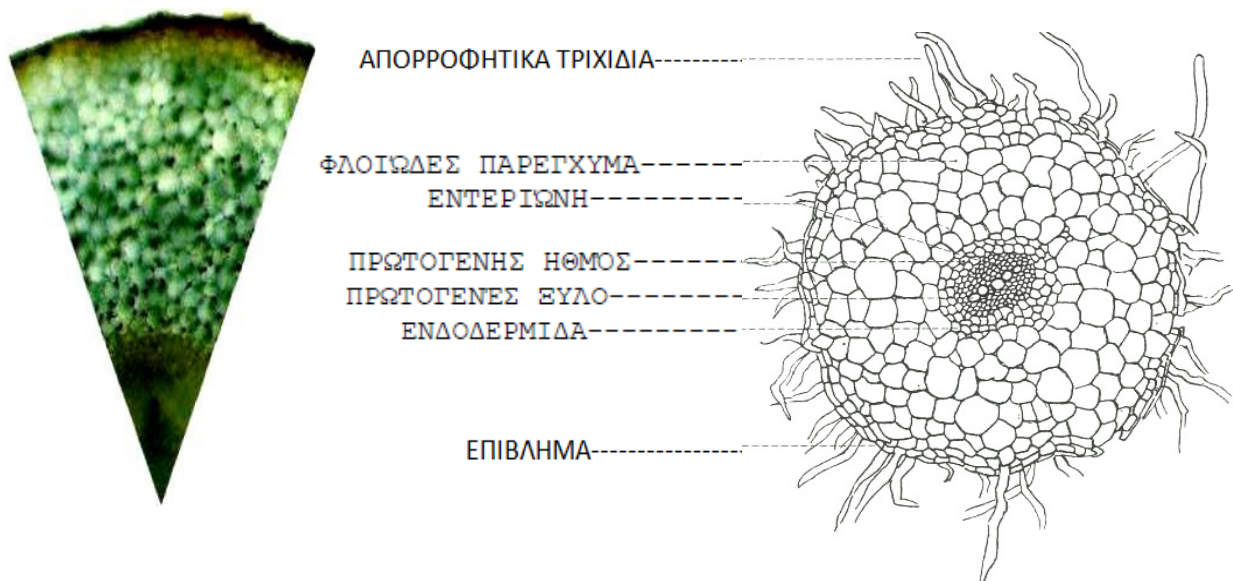
Κάτω από την επιδερμίδα παρουσιάζεται μια περιοχή με 8 έως 10 στιβάδες παρεγχυματικών κυττάρων ονομαζόμενη ως φλοιώδες παρέγχυμα (Νικολάου, 2011). Το φλοιώδες παρέγχυμα προέρχεται από το θεμελιώδες μερίστωμα και αποτελείται από παρεγχυματικά αποθησαυριστικά κύτταρα πλούσια σε άμυλο και με μεγάλους μεσοκυττάριους χώρους (Ψαράς κ.ά., 2009). Τα παρεγχυματικά κύτταρα δεν διατάσσονται ακτινοειδώς και έχουν ασύμμετρη διάταξη. Σημαντικό αμπελοκομικό γνώρισμα των ριζών των ειδών και ποικιλιών της αμπέλου αποτελεί η παρουσία ειδικών κυττάρων, των ιδιοβλαστών, που σχηματίζουν 2 έως 10 συνεχόμενες στιβάδες και περιέχουν τις ραφίδες, δηλαδή, λεπτούς κρυστάλλους οξαλικού ασβεστίου, μήκους 40 - 60 μm και πλάτους 1 - 1,5 μm καθώς και τανίνες (Richards, 1983). Σε κάποιες περιπτώσεις φαίνεται να προκαλείται αποδόμηση των κυττάρων του φλοιού τέτοιες περιπτώσεις είναι οι υψηλές συγκεντρώσεις ιόντων αργιλίου, ενώ σε περιπτώσεις προσβολής από τον μύκητα *P. cinnamomi* παρατηρείται

υδρόλυση ενζυμικής φύσης των τοιχωμάτων των φλοιωδών κυττάρων, ή ακόμη και πλασμόλυση. Σε περιπτώσεις μερικής ή ολικής καταστροφής της επιδερμίδας, τα κύτταρα του φλοιώδους παρεγχύματος αποτελούν την εξωτερική στρώση κυττάρων της ρίζας και αποφελλώνονται μερικώς και σχηματίζουν την εξωδερμίδα, είτε ολοκληρωτικά οπότε σχηματίζεται ο φελλός (Σταυρακάκης, 2013).

Το εσωτερικό στρώμα του φλοιού πριν από τον κεντρικό κύλινδρο αποτελεί την ενδοδερμίδα, η οποία προέρχεται από το θεμελιώδες μερίστωμα και διαφοροποιείται σε απόσταση 660 μm περίπου από το άκρο της ρίζας (Σταυρακάκης, 2013). Τα ενδοδερμικά κύτταρα παρουσιάζουν μια ειδική λωρίδα, πάχυνση δηλαδή στα τοιχώματα τους ονομαζόμενη ως κασπαρική λωρίδα που είναι πλούσια σε σουβερίνη. Η σουβερίνη ως ένα αδιάβροχο και αδιαπέραστο υλικό εμποδίζει την αποπλαστική κίνηση αναγκάζοντας το νερό να περάσει διαμέσου του πρωτοπλάστη των ενδοδερμικών κυττάρων στον κεντρικό κύλινδρο. Αυτό φαίνεται να είναι απαραίτητη προϋπόθεση ώστε να ελέγχεται τόσο η είσοδος αλλά κυρίως η έξοδος ύδατος από τον κεντρικό κύλινδρο. Αν και στις ώριμες ρίζες συνήθως τα ενδοδερμικά κύτταρα αναπτύσσουν παχιά δευτερογενή τοιχώματα, παραμένουν και κάποια κύτταρα χωρίς παχύνσεις τα λεγόμενα διεξοδικά κύτταρα που βρίσκονται κοντά στις περιοχές που βρίσκεται και το ξύλωμα του κεντρικού κυλίνδρου (Ψαράς κ.ά., 2009). Στη πρωτογενή ρίζα, υψηλές συγκεντρώσεις ιόντων αργιλίου προκαλούν συσσώρευση τανινών στα κύτταρα της ενδοδερμίδας.

Ο κεντρικός κύλινδρος είναι η περιοχή της ρίζας εσωτερικά της ενδοδερμίδας και με φορά από έξω προς τα μέσα αποτελείται από το περικύκλιο, τον αγγειώδη ιστό και την εντεριώνη (Νικολάου, 2011). Οι αγωγοί ιστοί καταλαμβάνουν την κεντρική περιοχή της ρίζας δημιουργώντας τον κεντρικό ή αγωγό κύλινδρο. Το εξωτερικό στρώμα των κυττάρων του κεντρικού κυλίνδρου, αυτό που εντοπίζεται δηλαδή μετά την ενδοδερμίδα ονομάζεται περικύκλιο (Ψαράς κ.ά., 2009). Πρόκειται για μεριστωματικό ιστό που βρίσκεται σε λανθάνουσα κατάσταση, αποτελείται από 3 έως 5 στιβάδες κυττάρων με πολύ λεπτά τοιχώματα χωρίς μεσοκυττάρους χώρους, εναλλασσόμενα με τα κύτταρα της ενδοδερμίδας και σχηματίζει τις νέες, πλάγιες ρίζες δηλαδή, τα απορροφητικά ριζίδια. Ονομάζεται και ριζογόνο στρώμα. Το περικύκλιο που βρίσκεται απέναντι από τον πρωτογενή ηθμό συνήθως είναι περισσότερο από εκείνο που βρίσκεται απέναντι από το πρωτογενές ξύλο (Σταυρακάκης, 2013).

Εσωτερικά υπάρχουν τα ηθμώδη αγγεία, δηλαδή, η βίβλος και τα ξυλώδη αγγεία, δηλαδή, το ξύλωμα, τα οποία είναι διατεταγμένα κατά δεσμίδες οι οποίες διαχωρίζονται μεταξύ τους από μεριστωματικό ιστό, το κάμβιο (Νικολάου, 2011). Ο πρωτογενής ηθμός αποτελείται εξωτερικά από τον πρώτο ηθμό και εσωτερικά από τον μεταηθμό, διατάσσεται τοξοειδώς έχοντας κεντρομόλο κατεύθυνση, ενώ παράλληλα δεν υπάρχουν συνοδά κύτταρα και ηθμώδεις ίνες. Το πρωτογενές ξύλο αποτελείται από πρώτοξυλικά και μεταξυλικά αγγεία. Οι πρωτογενείς ηθμαγγειώδεις δεσμίδες, οι οποίες κυμαίνονται από 2 - 5 ή περισσότερες, αποτελούν το αγωγό σύστημα της ρίζας, διατάσσονται σε σχήμα στεφάνης και εναλλάσσονται μεταξύ τους, σχηματίζοντας συνεχόμενη στήλη. Ανάλογα με τον αριθμό των ηθμαγγειωδών δεσμίδων, που εξαρτάται από το είδος και την ποικιλία της αμπέλου, οι ρίζες διακρίνονται σε διαρχικές, τριαρχικές ή πολυαρχικές (Σταυρακάκης 2013).



Εικόνα 1.3: Μικροσκοπική παρατήρηση σε εγκάρσια τομή πρωτογενούς ρίζας (αριστερά) και σχεδιαγματική απεικόνιση (δεξιά) (Πηγή: Σταυρακάκης, 2013).

1.6.2 Δευτερογενής δομή

Όσο η νεαρή ρίζα ενηλικιώνεται παρατηρούνται μεταβολές στη δομή της. Η δευτερογενής ανάπτυξη της ρίζας οφείλεται στη δραστηριότητα των δύο δευτερογενών μεριστωματικών ιστών, του καμβίου και του φελλοκαμβίου ή φελλογόνου (Richards, 1983). Τα παρεγχυματικά και καμβιακά κύτταρα μεταξύ του φλοιώματος και του ξυλώματος ανακτούν τις μεριστωματικές τους ιδιότητες και με τα κύτταρα του περικυκλίου σχηματίζουν ένα καμβιακό δακτύλιο. Τα κύτταρα διαιρούμενα δίνουν προς τα μέσα στοιχεία ξυλώματος

και προς τα έξω φλοιώματος. Τέλος υπάρχουν εντεριώνιες ακτίνες που προκύπτουν από την δραστηριότητα του καμβίου (Ψαράς κ.ά., 2009).

Το κάμβιο εντοπίζεται εσωτερικά του πρωτογενούς ηθμού περίπου 65 mm από την κορυφή της ρίζας και προέρχεται από περικλινή διαίρεση του παρεγχυματικού μεριστώματος. Οι περικλινείς διαιρέσεις των καμβιακών κυττάρων δημιουργούν τους δευτερογενείς ιστούς του ηθμού και του ξύλου, ενώ αντικλινείς διαιρέσεις προκαλούν αύξηση του καμβίου. Κατά το τέλος της βλαστικής περιόδου, τα κύτταρα της ενδοδερμίδας και του φλοιού που έχουν αποδομηθεί αφυδατώνονται, ξηραίνονται και πέφτουν. Την επόμενη περίοδο, το κάμβιο επαναδραστηριοποιείται και παράγει δακτύλιο δευτερογενούς ξύλου εσωτερικά και δευτερογενούς ηθμού εξωτερικά. Τα προϊόντα της δραστηριότητας του καμβίου επεκτείνουν τις υπάρχουσες εντεριώνιες ακτίνες και παράγουν νέες, οι οποίες όμως δεν βρίσκονται στην ίδια ευθεία.

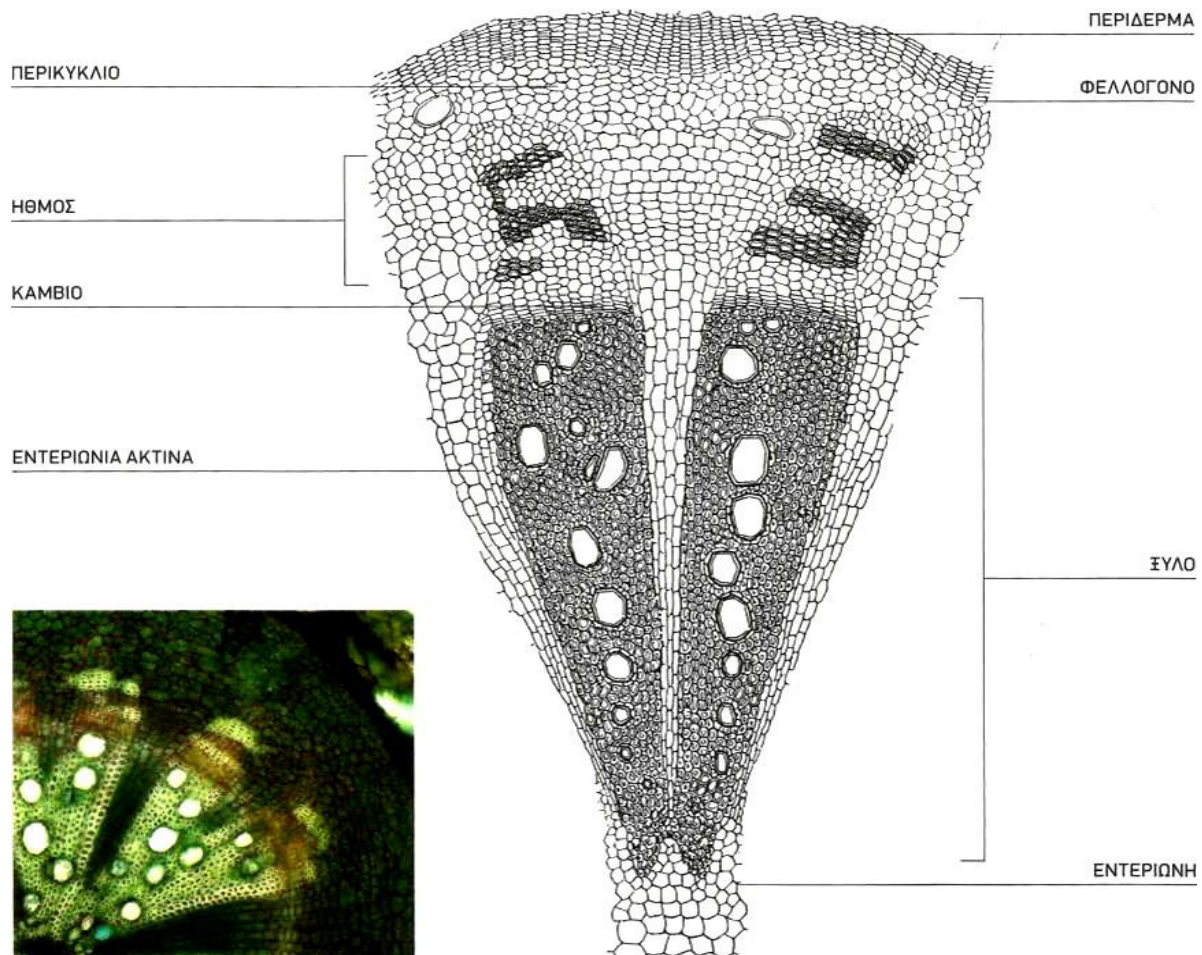
Στα είδη του υπογένους *Euvitis* το φελλοκάμβιο αναπτύσσεται στο τέλος της άνοιξης στο περικύκλιο και παράγει μερικές στιβάδες φελλού εξωτερικά και λιγότερες στιβάδες φελλοδέρματος εσωτερικά. Από τη δραστηριότητα του φελλογόνου δημιουργούνται κάποιοι δευτερογενείς προστατευτικοί ιστοί που συνιστούν το περίδερμα (Εικόνα 1.4). Κατά τους φθινοπωρινούς μήνες, το φελλογόνο αναστέλλει τη δραστηριότητά του και το περίδερμα απομονώνει τους εξωτερικούς ιστούς και δεν επιτρέπει τη θρέψη τους. Αυτοί οι ιστοί νεκρώνονται και αποτελούν το ρυτίδωμα, που αποβάλλεται από τις ρίζες. Την επόμενη περίοδο βλάστησης σχηματίζεται νέο φελλογόνο στο ύψος του μαλακού ηθμού της προηγούμενης περιόδου (Σταυρακάκης, 2013). Με την πάροδο των χρόνων, το νέο φελλογόνο σχηματίζεται βαθύτερα στο μη λειτουργικό τμήμα του ηθμού. Η επαναδραστηριοποίηση αυτών των δευτερογενών μεριστωματικών ιστών κάθε έτος είναι συχνά ασυνεχής και μη ομαλή κατά μήκος της ρίζας (Νικολάου, 2011). Έτσι, η δευτερογενής ρίζα εμφανίζει ακανόνιστη μορφή και είναι παχύτερη από τον δευτερογενή βλαστό της ίδιας ηλικίας.

Η διαδικασία της δευτερογενούς ανάπτυξης περιλαμβάνει τη δημιουργία του δευτερογενούς ξύλου και του δευτερογενούς ηθμού. Το δευτερογενές ξύλο αποτελείται από ευρύπορα ξυλώδη αγγεία, ξυλώδες παρέγχυμα και ξυλώδεις ίνες που φέρουν διάφραγμα. Η διάμετρος των ξυλωδών αγγείων είναι χαρακτηριστικό στοιχείο διάκρισης των ριζών των διαφόρων ειδών του γένους *Vitis* (Pongracz και Beukman, 1970). Τα στοιχεία του ξύλου που σχηματίζονται την άνοιξη έχουν μεγαλύτερη διάμετρο αλλά μικρότερο πάχος από τα

αντίστοιχα που σχηματίζονται το φθινόπωρο (Νικολάου, 2011). Ο δευτερογενής ηθμός αποτελείται, από αγγεία με συνοδά κύτταρα και ηθμώδεις ίνες, μαλακού και σκληρού ηθμού. Διατάσσονται σε διαδοχικές στιβάδες με εφαιπτόμενες δέσμες ινών που εναλλάσσονται με δέσμες ηθμωδών σωλήνων, συνοδά κύτταρα και φλοιώδες παρέγχυμα. Ο δευτερογενής ηθμός συνιστά το κύριο αγωγό σύστημα μεταφοράς θρεπτικών στοιχείων. Οι χαρακτήρες του δευτερογενούς ηθμού χρησιμοποιούνται συχνά για τη διάκριση των ποικιλιών αμπέλου (Σταυρακάκης, 2013).

Τα κύτταρα της εντεριώνης έχουν σημαντική λειτουργία αφού σχηματίζονται σε αυτά πολυάριθμοι αμυλλόκοκκοι δημιουργώντας έτσι σημαντικά ενεργειακά αποθέματα στη ρίζα (Νικολάου, 2011). Η εντεριώνη των ριζών της αμπέλου έχει μικρή ανάπτυξη και αποτελείται από παρεγχυματικά κύτταρα με λεπτά τοιχώματα. Στις ρίζες της ευρωπαϊκής αμπέλου η εντεριώνη έχει μεγαλύτερη ανάπτυξη σε σχέση με τα αμερικάνικα είδη, στα οποία τα κύτταρα συμπιέζονται από την ισχυρή ανάπτυξη των ξυλωδών δεσμίδων. Οι εντεριώνιες ακτίνες αποτελούνται από παρεγχυματικά, τετράγωνα κύτταρα χωρίς μεσοκυττάρια χώρους. Οι εντεριώνιες ακτίνες μεγάλου πλάτους με διάμετρο μεγαλύτερη από 300 μm αποτελούν αναγνωριστικούς, ανατομικούς χαρακτήρες της δομής των ριζών της αμπέλου (Pongracz, 1969). Έτσι η εντεριώνη στα είδη *Labrusca* και *Berlandieri* είναι πολύ περιορισμένη σε σχέση με τα είδος *Vinifera*. Αντίστοιχα οι εντεριώνιες ακτίνες του είδους *Vinifera* είναι αρκετά εκτεταμένες ενώ στα είδη, *Berlandieri*, *Riparia* και *Rupestris* είναι πολύ στενές (Νικολάου, 2011).

Η δευτερογενής ανατομική δομή της ρίζας εν αντίθεση με την πρωτογενή είναι όμοια με εκείνη του βλαστού, με κύρια διαφορά ότι τα αγγεία του ξύλου της ρίζας έχουν μεγαλύτερη διάμετρο και οι εντεριώνιες ακτίνες είναι πλατύτερες στο σημείο των πρωτοξυλωδών δεσμίδων. Η ικανότητα προσαρμογής των αμερικανικών ειδών στη ξηρασία μπορεί να συνδεθεί με την ανατομική δομή της ρίζας και ειδικότερα με τη δευτερογενή ανάπτυξη της ξυλώδους μοίρας. Αναφέρεται ότι τα ξυλώδη αγγεία των ριζών του *V. Rupestris*, υποκειμένου ανθεκτικού στην ξηρασία, έχουν μικρότερη διάμετρο από αυτών του *V. Riparia*, υποκειμένου ευαίσθητου στην ξηρασία. Τέλος οι ασθένειες εδάφους και η μεγάλη συγκέντρωση ιόντων αργιλίου προκαλούν ανωμαλίες στη δομή των ριζών που εμφανίζονται στους δευτερογενείς ιστούς (Σταυρακάκης, 2013).



Εικόνα 1.4: Μικροσκοπική παρατήρηση και σχεδιαγματική απεικόνιση σε εγκάρσια τομή δευτερογενούς ρίζας (Πηγή: Σταυρακάκης, 2013).

1.7 Πολλαπλασιασμός με μοσχεύματα

Στις μέρες μας το εμπορικό σύστημα πολλαπλασιασμού κατευθύνεται ανάλογα με το συμφέρον της αγοράς και των επιχειρήσεων. Ο πολλαπλασιασμός με μοσχεύματα παραμένει ο σημαντικότερος και ο πιο εμπορικά διαδεδομένος τρόπος αναπαραγωγής των περισσότερων ειδών των φυτών, ξεκινώντας από τα οπωροκηπευτικά το αμπέλι, μέχρι και πολλά ανθοκομικά φυτά (Hartmann κ.ά., 1997). Ο αγενής πολλαπλασιασμός με μοσχεύματα στην άμπελο βασίζεται στη γενετική και βιολογική σταθερότητα των πρέμων και την ικανότητα των διαφόρων οργάνων τους να αναπαραχθούν, κάτω από ορισμένες συνθήκες, δίνοντας νέα φυτά, με τα ίδια χαρακτηριστικά των μητρικών. Αυτό οφείλεται, στην ύπαρξη και ανάπτυξη της ενδογενούς ιδιότητας, δηλαδή, της ολοδυναμίας ενός τμήματος του φυτού, που θα οδηγήσει, κάτω από τις κατάλληλες συνθήκες, στη δημιουργία ενός νέου φυτού, μορφολογικά, φυσιολογικά και γενετικά όμοιου με το μητρικό. Η όλη διεργασία γίνεται

μέσω των διεργασιών της ιστοπλασίας και της οργανογένεσης. Αμπελοκομικά ως μόσχευμα αμπέλου εννοείται το τμήμα του πρέμνου, συνήθως κληματίδας ή πράσινου βλαστού, που περιλαμβάνει τουλάχιστον έναν οφθαλμό και όταν τεθεί σε ευνοϊκές συνθήκες, μπορεί να δώσει ένα νέο φυτό πιστό αντίγραφο τόσο μορφολογικά όσο και λειτουργικά με το μητρικό (Σταυρακάκης, 2013).

Σε καταβολή εντός του λανθάνοντος οφθαλμού του μοσχεύματος βρίσκεται το υπέργειο τμήμα του φυτού της αμπέλου που θα προέλθει από την αύξηση του βλαστού. Αντίθετα, στο μόσχευμα δεν προϋπάρχουν ριζικές καταβολές, επομένως το ριζικό σύστημα του νέου φυτού θα προέλθει από το σχηματισμό και την αύξηση νέων ριζών οι οποίες ονομάζονται τυχαίες ρίζες και η όλη διαδικασία ριζογένεση. Ο όρος ριζοβόληση που χρησιμοποιείται πολλές φορές, εμπεριέχει τη διαδικασία της ριζογένεσης, της εγκατάστασης και της ανάπτυξης του ριζικού συστήματος στο έδαφος. Οι τυχαίες ρίζες διαφέρουν ως προς την προέλευσή τους από τις πλάγιες ρίζες που εμφανίζονται κάθε χρόνο στο κύριο ριζικό σύστημα του πρέμνου (Σταυρακάκης, 2013).

Πριν εμφανιστεί και προσβάλει τον ευρωπαϊκό αμπελώνα η φυλλοξήρα ο πολλαπλασιασμός με μοσχεύματα ήταν ο κύριος τρόπος εγκαταστάσεις των αυτόριζων αμπελώνων. Μετά την εμφάνιση όμως της φυλλοξήρας ο πολλαπλασιασμός της αμπέλου γίνεται κατά κόρον με ξυλοποιημένα μοσχεύματα υποκειμένων στα οποία εμβολιάζονται οι επιθυμητές ποικιλίες της ευρωπαϊκής αμπέλου (Νταβίδης, 1977). Η χρήση ξυλοποιημένων ή πράσινων μοσχευμάτων για τον αγενή πολλαπλασιασμό της αμπέλου απαιτεί λήψη των μοσχευμάτων την κατάλληλη εποχή της ετήσιας περιόδου ανάπτυξης των μητρικών φυτών, καλή μεταχείριση του πολλαπλασιαστικού υλικού κατά την αποθήκευση, κατάλληλη θερμοκρασία και υγρασία στο περιβάλλον που θα αναπτυχθούν τα μοσχεύματα, βέλτιστο υπόστρωμα φύτευσης, επιλογή των ρυθμιστών ανάπτυξης και την εξεύρεση της βέλτιστης συγκέντρωσης. Τα παραπάνω είναι σημαντικοί παράγοντες που θα πρέπει να εξεταστούν προσεκτικά για την αύξηση της ριζογένεσης των μοσχευμάτων (Galani κ.ά., 2013).

Τα μοσχεύματα των υποκειμένων με κριτήρια, το μήκος, τη διάμετρο και τον προορισμό χρήσης διακρίνονται, σε μοσχεύματα ριζοβόλησης και σε εμβολιάσιμα μοσχεύματα. Τα εμβόλια κατά κανόνα φέρουν έναν λανθάνοντα οφθαλμό και προέρχονται από τον τεμαχισμό των εμβολοφόρων κληματίδων των ποικιλιών της ευρωπαϊκής αμπέλου. Η διάκριση των χλωρών μοσχευμάτων που προέρχονται από βλαστό και των ξυλοποιημένων μοσχευμάτων από κληματίδα είναι σημαντική, αφού παρουσιάζουν ανατομικές,

μορφολογικές και φυσιολογικές διαφορές. Η κληματίδα αποτελεί ξυλοποιημένο μόνοςχευμα, στο οποίο οι λανθάνοντες οφθαλμοί, σε αντίθεση με αυτούς του πράσινου βλαστού, έχουν υποστεί την επίδραση του λήθαργου και των χαμηλών θερμοκρασιών του χειμώνα (Σταυρακάκης, 2013).

1.7.1 Διεργασία ριζογένεσης στα μοσχεύματα αμπέλου

Αν και το οικονομικό και επιστημονικό ενδιαφέρον για τη βελτίωση των ποσοστών ριζογένεσης των αμερικανικών ειδών και ποικιλιών αμπέλου που χρησιμοποιούνται ως μοσχεύματα ήταν αρκετά μεγάλο, οι έρευνες που έγιναν κατά τον 20^ο αιώνα μετά την εμφάνιση της φυλλοξήρας, για την αποσαφήνιση του μηχανισμού εκδήλωσης και των παραγόντων που επηρεάζουν το φαινόμενο της ριζογένεσης ήταν λίγες. Ο λόγος ήταν γιατί στις μη φυλλοξηριώσες περιοχές για την εγκατάσταση αυτόριζων αμπελώνων χρησιμοποιούνταν μοσχεύματα ποικιλιών *Vinifera*, που ριζοβολούν ευχερώς. Στις δε περιοχές που είχαν προσβληθεί από τη φυλλοξήρα, το πρόβλημα των δυσχερώς ριζοβολούντων αμερικανικών ειδών *V. berlandieri* αντιμετωπίστηκε διασταυρώνοντάς τα με τα ευχερώς ριζοβολούντα είδη *V. riparia*, *V. rupestris*, *V. vinifera*, δημιουργώντας έτσι τα επιθυμητά, κατά περίπτωση, υποκείμενα με υψηλά ποσοστά επιτυχίας στον πολλαπλασιασμό. Μια ανασκόπηση της δημιουργίας των σπουδαιότερων και ευρέως χρησιμοποιούμενων υποκειμένων μέχρι σήμερα δείχνει ότι τα περισσότερα δημιουργήθηκαν μέχρι τις αρχές του 20ου αιώνα (Σταυρακάκης, 2013).

Μετά την τοποθέτηση των μοσχευμάτων σε ευνοϊκές συνθήκες υγρασίας και θερμοκρασίας και πριν την εμφάνιση νέων ριζών στην επιφάνεια της τομής στη βάση τους εμφανίζεται κάλος, δηλαδή, μια ανομοιόμορφη μάζα παρεγχυματικών κυττάρων διαφορετικού βαθμού ωριμότητας και διαφοροποίησης. Στο σχηματισμό του φαίνεται ότι εκτός των καμβιακών κυττάρων συμμετέχουν και κύτταρα του ηθμού και της εντεριώνης. Ο κάλος είναι το αποτέλεσμα της αντίδρασης των ζώντων κυττάρων στην επιφάνεια της τομής που παραμένουν άθικτα κάτω από το στρώμα της φελλίνης, η οποία προοδευτικά καλύπτει την πληγή (Σταυρακάκης, 2013). Πρόσφατη έρευνα του Shuji (2013) έδειξε ότι για την ριζογένεση και πολλαπλασιασμό της αμπέλου δεν είναι απαραίτητη η ύπαρξη κάλου για την δημιουργία ριζών. Η καλογένεση και ριζογένεση μπορεί πολλές φορές να συμβαίνουν ταυτόχρονα ή όχι, αλλά εκτός από μερικές περιπτώσεις όπου η ριζογένεση ξεκινά από κύτταρα του κάλου η καλογένεση δεν είναι προϋπόθεση για την ριζογένεση, αν και είναι

πιθανό να επηρεάζονται από τους ίδιους ενδογενείς και εξωγενείς παράγοντες (Hartmann κ.ά, 1997) (Εικόνα 1.5).

Η πλειονότητα των τυχαίων ριζών εμφανίζεται κοντά στους κόμβους του μοσχεύματος, όπου ο βαθμός διαφοροποίησης των ιστών είναι λιγότερο έντονος, τα ξυλώδη αγγεία μικρότερου μεγέθους, η περιεκτικότητα σε νερό αυξημένη και ο αποθησαυρισμός υδατανθράκων υψηλός. Συχνά όμως, εμφανίζεται έντονη ριζογένεση σε όλο το μήκος του μεσογονατίου (Εικόνα 1.6). Ο χρόνος που απαιτείται για το σχηματισμό των ριζικών καταβολών και την έξοδο της νέας τυχαίας ρίζας κυμαίνεται μεταξύ 6 και 8 ημερών (Galet, 2000). Αν και αυτό επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες όπως, το χρόνο κοπής των μοσχευμάτων, την εφαρμογή και τη συγκέντρωση αυξινών καθώς και το περιβάλλον και τη θερμοκρασία ριζογένεσης. Έρευνα των Alley και Peterson (1977) που η διαδικασία ριζογένεσης έλαβε χώρα σε θερμοκρασία 29 °C έδειξε ότι ο κάλος εμφανίστηκε σε 4 - 17 ημέρες, ενώ σε χαμηλότερες θερμοκρασίες χρειάστηκαν περισσότερες ημέρες. Η ριζογένεση δεν φαίνεται να επηρεάστηκε από τον χρόνο κοπής των μοσχευμάτων. Στους 29 °C η ριζογένεση έλαβε χώρα σε 10 - 24 ημέρες, σε χαμηλότερη θερμοκρασία χρειάστηκε περισσότερος χρόνος.

Σύμφωνα με τον Galet (2000) ο αριθμός των κυττάρων που μπορούν να καταστούν μεριστωματικά είναι μεγαλύτερος κοντά στη βάση του μοσχεύματος. Αυτό φαίνεται από έρευνα του Weaver (1975) όπου έδειξε ότι τα μοσχεύματα της βάση χρειάστηκαν λιγότερο χρόνο και είχαν υψηλότερο ποσοστό ριζογένεσης από τα μοσχεύματα της κορυφής της κληματίδας. Τα μοσχεύματα φαίνεται να παρουσιάζουν ορισμένα κύτταρα απ' όπου μπορούν να αναπτυχθούν ριζικές καταβολές. Τέτοια ριζογόνα στρώματα εντοπίζονται στο περικύκλιο, τον ηθμό και το κάμβιο. Στην περίπτωση των διαφοροποιημένων ιστών, όπως είναι το περικύκλιο και ο ηθμός, είναι απαραίτητη η διαδικασία της αποδιαφοροποίησης και της επαναδιαφοροποίησης των κυττάρων (Σταυρακάκης, 2013). Το φαινόμενο αυτό μπορεί να επεκταθεί σε κύτταρα του φλοιώδους παρεγχύματος, του πρωτογενούς και δευτερογενούς ηθμού και του ξύλου, τα οποία δεν έχουν πλήρως διαφοροποιηθεί. Ο σχηματισμός των ριζογόνων κυττάρων και εν συνεχεία η ανάπτυξη και η έξοδος των τυχαίων ριζών λαμβάνει χώρα σε τρία στάδια. Μετά την τοποθέτηση του μοσχεύματος σε ευνοϊκές συνθήκες ορισμένα ώριμα παρεγχυματικά κύτταρα συγκεκριμένα του μεσοδέσμιου κάμβιου διογκώνονται και παρουσιάζουν υπερτροφία των πυρήνων και των πυρηνίσκων, καθώς και μεταβολές στο κυτταρόπλασμα των κυττάρων όπου τελικά θα καταστούν ριζογόνα κύτταρα.

Το δεύτερο στάδιο αρχίζει με έντονη μιτωτική δραστηριότητα των ριζογόνων κυττάρων τα οποία, με συνεχείς περικλείειες διαιρέσεις, σχηματίζουν τις ριζικές καταβολές. Το τρίτο στάδιο χαρακτηρίζεται από την περαιτέρω ανάπτυξη των ριζικών καταβολών, οδηγώντας έτσι στην έξοδο των νέων, τυχαίων ριζών (Favre, 1973). Ο αριθμός των πρωταρχικών ριζικών μεριστωμάτων είναι συνήθως 2 με 4 και εμφανίζονται στο ύψος της νεότερης στιβάδας του ηθμού, η οποία σχηματίστηκε την προηγούμενη περίοδο βλάστησης εντός της εντεριώνιας ακτίνας και σε ίση απόσταση από τα ηθμώδη αγγεία που την περιβάλλουν. Η νέα ρίζα αναπτύσσει αγγειακό σύστημα που τη συνδέει προς την πλησιέστερη δέσμη των αγγείων του ηθμού και του ξύλου του βλαστού ή της κληματίδας, ενώ για να εξέλθει από το μόσχευμα θα πρέπει να προωθηθεί διαμέσου του δευτερογενούς ηθμού και του περιδέρματος (Σταυρακάκης, 2013).



Εικόνα 1.5: Σχηματισμός ριζών σε συνδυασμό με καλογένεση (αριστερά) και σχηματισμός κάλου στον κόμβο του μοσχεύματος (δεξιά).



Εικόνα 1.6: Μικροσκοπική παρατήρηση σχηματισμού καταβολής ριζιδίου (αριστερά) (Πηγή: Σταυρακάκης, 2013). Ριζογένεση στον κόμβο (μέση) και στο μεσογονάτιο διάστημα του μοσχεύματος (δεξιά).

1.7.2 Παράγοντες που επηρεάζουν τον σχηματισμό των τυχαίων ριζών

1.7.2.1 Είδος και ποικιλία αμπέλου

Τα είδη του γένους *Vitis* ομαδοποιούνται σε εκείνα που ριζοβολούν ευχερώς σε ποσοστό μεγαλύτερο του 50% όπως, *V. vinifera*, *V. riparia*, *V. rupestris*, *V. labrusca*, στα δυσχερώς ριζοβολούντα είδη που ριζοβολούν σε ποσοστό μικρότερο του 20% όπως είναι κλώνοι, των *Berlandieri* και *V. monticola* και τέλος στα είδη που ριζοβολούν ελάχιστα ή καθόλου, όπως για παράδειγμα τα *V. Aestivalis* και *V. Rubra* (Σταυρακάκης, 2013). Αυτά τα δεδομένα κατέληξαν μετά από έρευνες στον πολλαπλασιασμό διαφόρων υποκειμένων, παραδείγματος χάρη, η διαφορετική δυναμικότητα ριζογένεσης των υποκειμένων φαίνεται και στην έρευνα του Qaoud (1999), που έγινε επέμβαση με 8000 ppm IBA σε σκόνη στη βάση των μοσχευμάτων διαφόρων υποκειμένων. Στο 1103 Paulsen παρατηρήθηκε η υψηλότερη ριζογένεση για δύο διαφορετικά έτη (81% και 77,03%) αντίστοιχα, ακολουθούμενη από 110 Richter (62,50% και 50,01%) και 41B (51,25% και 39,44 %) ενώ το υποκείμενο 140 Ruggeri (50,75% και 37,52%) έδωσε τα χαμηλότερα ποσοστά ριζογένεσης. Σε μια από τις πρώτες έρευνες όπου και εντοπίστηκε η φυσική αυξίνη IAA στα πρέμνα από τον Spiegel (1955), αποκαλύφθηκε η παρουσία αναστολέων της ριζογένεσης. Βρέθηκαν υψηλότερες συγκεντρώσεις αυξινών και χαμηλότερες των παρεμποδιστών ριζογένεσης στα εύκολος ριζοβολούντα υβρίδια *Vitis rupestris* όπως αντιπαραβάλλεται με τα δύσκολα προς ριζοβολία υβρίδια *Vitis berlandieri*.

Τα μοσχεύματα της ευρωπαϊκής αμπέλου ριζοβολούν ευχερώς παρόλο που δεν υπάρχουν προσχηματισμένες ριζικές καταβολές. Τα περισσότερα αμερικάνικα και ασιατικά είδη, ενώ ανήκουν στο ίδιο υπογένος, *Euvitis* παρουσιάζουν χαμηλότερα ποσοστά ριζογένεσης. Αντίθετα, τα είδη του υπογένους *Muscadinia* είτε χαρακτηρίζονται από πλήρη αδυναμία σχηματισμού τυχαίων ριζών, είτε παρουσιάζουν εξαιρετικά χαμηλά ποσοστά ριζογένεσης. Αυτός άλλωστε είναι ο λόγος για τον οποίο τα είδη του υπογένους *Muscadinia* δεν χρησιμοποιήθηκαν ως υποκείμενα για τον εμβολιασμό των ποικιλιών της ευρωπαϊκής αμπέλου, παρά την εξαιρετική αντοχή τους στη ριζόβια φυλλοξήρα, στους νηματώδεις αλλά και σε αβιοτικούς παράγοντες (Σταυρακάκης, 2013). Πρακτικά ο τρόπος πολλαπλασιασμού για τα είδη του υπογένους *Muscadinia* είναι μόνο με καταβολάδες (Galet, 2000).

1.7.2.2 Συνθήκες περιβάλλοντος και υπόστρωμα ριζογένεσης

Η επιτυχία του πολλαπλασιασμού της αμπέλου με μοσχεύματα επηρεάζεται από τις συνθήκες του περιβάλλοντος που επικρατούν τόσο στο μητρικό αμπελώνα, από τον οποίο θα προέλθουν τα μοσχεύματα, όσο και από τις συνθήκες της ημέρας της συλλογής τους από αυτόν. Σημαντικότατο παράγοντα διαδραματίζουν οι συνθήκες αυτές καθώς και το υπόστρωμα ριζογένεσης στο φυτώριο στο οποίο θα τεθούν για ριζοβόληση. Η επίδραση της έντασης της ηλιακής ακτινοβολίας, της θερμοκρασίας, της υγρασίας και της φωτοπερίοδου στις φυσιολογικές και βιοχημικές λειτουργίες των μητρικών φυτών όπως η φωτοσύνθεση, μορφογένεση, βιοσύνθεση αυξητικών ουσιών κ.ά., έχει ως αποτέλεσμα την εμφάνιση σύμπλοκων φαινομένων και αλληλεπιδράσεων, ο συνδυασμός των οποίων είναι δυνατόν να ενισχύσει ή και να παρεμποδίσει τη ριζογένεση των μοσχευμάτων (Σταυρακάκης, 2013).

Η θερμοκρασία και η ατμοσφαιρική υγρασία, κατά τη λήψη των μοσχευμάτων από το μητρικό φυτό, επηρεάζουν έμμεσα, αλλά σε μεγάλο βαθμό τη διαδικασία ριζογένεσης, με την έννοια ότι μπορούν να προκαλέσουν διαφορετικού βαθμού αφυδάτωση. Εμπειρικές παρατηρήσεις και ερευνητικές εργασίες έχουν δείξει το σημαντικό ρόλο που διαδραματίζει η υψηλή περιεκτικότητα των μοσχευμάτων σε υγρασία στο σχηματισμό των ριζικών καταβολών, ενώ είναι γνωστή και η επίδραση της υδατικής καταπόνησης των μητρικών φυτών στην περιεκτικότητα των ιστών σε ενδογενείς ουσίες (Σταυρακάκης, 2013). Για το λόγο αυτό είναι γνωστό ότι για την λήψη των μοσχευμάτων επιλέγονται ημέρες νεφοσκεπείς με υψηλή σχετική υγρασία και χαμηλή θερμοκρασία σε συνδυασμό με άμεση μεταφορά και αποθήκευση στο θάλαμο αποθήκευσης με τις κατάλληλες συνθήκες υγρασίας και θερμοκρασίας, ώστε να αποφευχθεί η αφυδάτωση τους (Σταυρακάκης, κ.ά., 2000).

Χαρακτηριστικά όπως η έναρξη, η ένταση και η πορεία ριζογένεσης των μοσχευμάτων στο φυτώριο αμπέλου επηρεάζονται σε σημαντικό βαθμό, από το είδος και τη σύσταση του υποστρώματος, καθώς και τη θερμοκρασία και υγρασία του, το φως και τον αερισμό. Σε γενικές γραμμές, θερμοκρασία ημέρας/νύχτας 21 - 28/15 °C θεωρούνται ευνοϊκές για τη ριζοβόληση των μοσχευμάτων αμπέλου. Ενώ η υψηλή θερμοκρασία προκαλεί πρόωρη εκβλάστηση των οφθαλμών, απώλειες σε υγρασία, με συνέπεια χαμηλά ποσοστά ριζοβόλησης, ανεξαρτήτως των λοιπών συνθηκών. Πολύ υψηλή θερμοκρασία άνω των 35 °C αναστέλλει τη διαδικασία της ριζογένεσης. Θερμοκρασία κάτω των 15 °C αναφέρεται ότι μειώνει τα ποσοστά ριζογένεσης (Σταυρακάκης, 2013). Η διαδικασία ριζογένεσης μοσχευμάτων σε χαμηλές θερμοκρασίες, 10 °C μείωσε κατά 52% το μήκος των ριζών καθώς και την μετέπειτα βλαστική ανάπτυξη και περιεκτικότητα σε χλωροφύλλη των φυτών. Αρνητική επίδραση στα παραπάνω χαρακτηριστικά είχε και η υψηλή θερμοκρασία (Gornik κ.ά., 2008).

Η επαγωγή της ριζογένεσης με την χρήση θερμαινόμενων υποστρωμάτων είναι μια επιτυχώς χρησιμοποιούμενη μέθοδος για τον πολλαπλασιασμό δύσκολων προς ριζογένεση μοσχευμάτων όπως, η δαμασκηλιά, μηλιά και αχλαδιά. Τα μοσχεύματα συλλέγονται κατά την χειμερινή περίοδο μετά την φυλλόπτωση ή αργά το χειμώνα. Γίνεται εμβάπτιση των βάσεων τους σε IBA 2500 – 5000 ppm και τοποθέτηση τους σε άμμο με θερμάστρες ή ανακυκλούμενο ζεστό νερό στην επιφάνεια της άμμου. Τα μοσχεύματα αυτά πρέπει να μεταφυτεύονται πριν την έκπτυξη των οφθαλμών. Η μέθοδος αυτή είναι πολύ επιτυχής μέθοδος πολλαπλασιασμού των δύσκολων προς ριζογένεση φυτών (Hartmann κ.ά., 1997). Έρευνα όπου τα μοσχεύματα αμπέλου τοποθετήθηκαν σε θερμαινόμενο υπόστρωμα έδειξε ότι αυξάνονται τα ποσοστά ριζογένεσης και μειώνεται ο χρόνος που απαιτείται για αυτήν (Bartolini κ.ά., 2009). Οι Alley και Peterson (1977) σε έρευνα τους έδειξαν ότι η καλογένεση έλαβε χώρα σε 4 - 17 ημέρες στο 29 °C, ενώ σε χαμηλότερες θερμοκρασίες χρειάστηκαν περισσότερες ημέρες. Η διαδικασία της ριζογένεσης, στους 29 °C έλαβε χώρα σε 10 - 24 ημέρες αντίθετα σε χαμηλότερη θερμοκρασία χρειάστηκε περισσότερο χρόνο. Οι Blennerhassett και Considine (1979) έδειξαν ότι η καταλληλότερη θερμοκρασία υποστρώματος για τη ριζογένεση του υποκειμένου Ramsey (*Vitis champini*) είναι 25 °C. Η ευνοϊκή προς ριζογένεση θερμοκρασία αν και κυμαίνεται στα προαναφερθέντα όρια χρήζει έρευνας αφού κάθε υποκείμενο ανταποκρίνεται διαφορετικά σε διαφορετικές θερμοκρασίες.

Η περιεκτικότητα των ξυλοποιημένων μοσχευμάτων σε υγρασία μετά την αποκοπή τους από το μητρικό φυτό κυμαίνεται στο 50 - 52%. Επομένως, η σχετική υγρασία του υποστρώματος θα πρέπει να διατηρείται υψηλή, ώστε να μην αφυδατωθούν τα μοσχεύματα. Μετά την έξοδο των ριζών και τον εποικισμό του υποστρώματος, η υγρασία του θα πρέπει να κυμαίνεται σε επίπεδα που δεν θα επιτρέπουν την ανάπτυξη ασθeneιών, ούτε την αφυδάτωση των μοσχευμάτων. Η ριζογένεση πραγματοποιείται, συνήθως, στο τμήμα του μοσχεύματος που βρίσκεται μέσα στο έδαφος, δηλαδή σε συνθήκες σκότους. Παρά ταύτα έχει διαπιστωθεί ότι το φως άλλοτε ενισχύει και άλλοτε παρεμποδίζει τη ριζογένεση. Μετά το πέρας της ριζογένεσης, η ανάπτυξη των ριζών στο έδαφος ευνοείται από συνθήκες μέτριας υγρασίας και καλού αερισμού, συνθήκες που πρέπει να εξασφαλίζονται στο φυτώριο (Σταυρακάκης, 2013).

Η έλλειψη οξυγόνου μειώνει το σχηματισμό των ριζικών καταβολών και επιδρά αρνητικά στην ανάπτυξη των ριζών (Σταυρακάκης, 2013). Το οξυγόνο είναι ένας πολύ σημαντικός παράγοντας για την ανάπτυξη της ρίζας, εάν δεν είναι διαθέσιμο παρουσιάζεται εξασθένηση του ριζικού συστήματος και νέκρωση του. Η ενέργεια που απαιτείται για την ανάπτυξη της ρίζας και την απορρόφηση ιόντων και νερού γίνεται με την αναπνοή, διαδικασία συνεχόμενη που αποσκοπεί στην διάσπαση των υδατανθράκων και παραγωγή ενέργειας ένα μέρος της το οποίο χρησιμοποιείται για την συντήρηση της ρίζας, την επίτευξη των απαραίτητων διαφορών δυναμικού στις μεμβράνες τους και την παραγωγή νέων κυττάρων. Με την έλλειψη οξυγόνου παρουσιάζονται νεκρωτικές κηλίδες στις ρίζες που οδηγούν στην προσβολή τους από ασθένειες και εν τέλη την καταστροφή τους. Ως γενικευμένος κανόνας μπορεί να αποδοθεί ότι η καλή ανάπτυξη του ριζικού συστήματος σε ένα υπόστρωμα απαιτεί την ύπαρξη ίσης ποσότητας νερού και οξυγόνου. Έχει υπολογιστεί ότι γενικά το θρεπτικό διάλυμα στην ριζόσφαιρα ενός φυτού θα πρέπει να περιέχει 6 ppm οξυγόνου (Μαυρογιαννοπουλος, 2006).

Τα υποστρώματα ριζογένεσης της αμπέλου απαιτείται να έχουν χαρακτηριστικά που να επιτρέπουν την συγκράτηση υγρασίας, την καλή οξυγόνωση και θέρμανση και την απρόσκοπτη ανάπτυξη το ριζικού συστήματος. Έρευνα σε πολλαπλασιασμό υποκειμένων της αμπέλου έδειξε την αρνητική επίδραση που έχει η χαμηλή υγρασιακή κατάσταση του υποστρώματος και της υψηλής θερμοκρασίας (Gornik κ.ά., 2008). Στο υποκείμενο *Rupestris du Lot (Vitis rupestris)* μελετήθηκε ο πολλαπλασιασμός με μοσχεύματα σε οκτώ διαφορετικά υποστρώματα. Βρέθηκε ότι η άμμος έδωσε το μεγαλύτερο αριθμό ριζών (11,24), βάρος (1,33

g), μήκος βλαστού (30,33 cm) και διάμετρο (3,12 mm). Ο περλίτης κρίθηκε ως το αποδοτικότερο υπόστρωμα αυξάνοντας τα ποσοστά ριζογένεσης (93,3%) (Sabir κ.ά., 2004). Η χρησιμοποίηση του εδάφους με την προσθήκη άμμου φαίνεται να βελτιώσει τα χαρακτηριστικά του υποστρώματος. Η φύτευση μοσχευμάτων σε υπόστρωμα εδάφους - άμμου οδήγησε σε αύξηση του βάρους και μήκους ριζών (61,77 εκ.). Όταν ως υπόστρωμα χρησιμοποιήθηκε έδαφος το μήκος ριζών ήταν χαμηλότερο (25,72 εκ.) (Galani κ.ά., 2013). Η χρήση ηφαιστειακής πέτρας ως υπόστρωμα ριζοβολίας σε ανοικτό υδροπονικό σύστημα, οδήγησε σε υψηλά ποσοστά ριζογένεσης, 87 - 90% σε σύγκριση με το χαλίκι και το έδαφος όπου έδωσαν ποσοστά ριζογένεσης 50 - 75% και 31 - 39% αντίστοιχα (Davtyan και Bznuni, 1975). Τέλος ο Peng (2008) ερεύνησε την επίδραση συστήματος επιπλέουσας υδροπονίας, χρησιμοποιώντας ως υπόστρωμα νερό για τη ριζογένεση μαλακών μοσχευμάτων αμπέλου (*Vitis thunbergii*). Το σύστημα αυτό έδωσε πολύ καλά ποσοστά ριζογένεσης (82%) σε σύγκριση με τα χαμηλότερα ποσοστά (48%) όταν έγινε χρήση υποστρώματος, περλίτη – κοκοφοίνικα.

1.7.2.3 Κατάσταση θρέψης μητρικού φυτού

Η ριζογένεση στα μοσχεύματα αμπέλου επηρεάζεται έντονα από την κατάσταση θρέψης των μητρικών φυτών. Η υψηλή περιεκτικότητα των μητρικών φυτών σε υδατάνθρακες και η ευχέρεια διακίνησής τους μέσω ενός καλά αναπτυγμένου αγγειακού συστήματος αποτελεί σημαντικό παράγοντα για την πρόοδο της ριζογένεσης στα μοσχεύματα και την εν συνεχεία ανάπτυξη των νέων, τυχαίων ριζών. Ο μηχανισμός της επίδρασης αυτής δεν έχει αποσαφηνισθεί και τα αποτελέσματα ερευνητικών εργασιών δεν συμφωνούν πάντα ως προς το ρόλο των υδατανθράκων στη ριζογένεση των μοσχευμάτων. Αναφέρεται ότι στο υποκείμενο 140 Ruggeri, το ποσοστό ριζοβόλησης των μοσχευμάτων που προέρχονταν από κληματίδες με υψηλό βαθμό αποθησαυρισμού ανερχόταν σε 63%, έναντι μόλις 17% εκείνων με χαμηλό βαθμό αποθησαυρισμού. Οι ποσότητες των αποθησαυρισμένων υδατανθράκων μειώθηκαν κατά 80% στη διάρκεια των τριών πρώτων εβδομάδων της ριζογένεσης και της ανάπτυξης των ριζών (Σταυρακάκης, 2013). Ο Weaver (1975) έδειξε ότι ανεξάρτητα από την ημερομηνία συλλογής των μοσχευμάτων, η ριζογένεση ήταν μεγαλύτερη στα βασικά μοσχεύματα και φτωχότερη στα ακραία μοσχεύματα της ποικιλίας Carignan του είδους *Vitis vinifera*. Υποστήριξε ότι η μικρή ριζοβολία των κορυφαίων μοσχευμάτων οφείλεται στα χαμηλότερα επίπεδα υδατανθράκων. Διαπιστώθηκε ακόμη ότι μοσχεύματα του υποκειμένου 5 BB (*Berlandieri* x *Riparia*) ριζοβόλησαν

ευχερέστερα από μοσχεύματα του 140 Ruggeri (*Berlandieri* x *Rupestris*), παρά το γεγονός ότι είχαν μικρότερο κατά 33% βαθμό αποθησαυρισμού. Το γεγονός αυτό μπορεί να αποδοθεί στο καλύτερο αγγειακό σύστημα και την ταχύτερη μετακίνηση των υδατανθράκων στα μοσχεύματα του 5 BB. Αυτό επιβεβαιώνει προγενέστερη άποψη κατά την οποία ο βαθμός αποθησαυρισμού είναι πρωταρχικής σημασίας για την επιβίωση των μοσχευμάτων, τη θρέψη των νέων ριζών και των βλαστών μέχρις ότου τα φυτά καταστούν φωτοσυνθετικά αυτόρρηκτα, αλλά δεν σχετίζεται ευθέως με το σχηματισμό τυχαίων ριζών (Σταυρακάκης, 2013).

Σύμφωνα με τον Buttrose (1966) τα μοσχεύματα που περιέχουν κατά μέσο όρο 10% άμυλο και 1% διαλυτούς υδατάνθρακες, μεταξύ του πρώτου και του δεύτερου μεσογονατίου έχουν τη κατάλληλη αναλογία ώστε να εξασφαλιστεί η μέγιστη ριζογένεση και ανάπτυξη των ριζών. Η μορφή των αποθησαυρισμένων ουσιών μπορεί να έχει σημαντική επίδραση στην διαδικασία της ριζογένεσης των μοσχευμάτων, ειδικά κατά την έναρξη και την ανάπτυξη των καταβολών. Φαίνεται ότι το άμυλο σε θερμοκρασίες κοντά στους 5 °C μετατρέπεται σε διαλυτή μορφή χωρίς όμως να καταναλώνεται κάποια ποσότητα αυξάνοντας έτσι την αναλογία διαλυτών σακχάρων προς άμυλο. Αντίθετα στους 10 °C υπάρχει μια κατανάλωση των διαλυτών σακχάρων που προέρχονται από την αποδόμηση του αμύλου κρατώντας σταθερή αυτή την αναλογία και οδηγώντας σε καλύτερη ριζογένεση (Treeby και Considine, 1982). Η διαπίστωση αυτή ενισχύεται από έρευνες των Alley και Christensen (1974) και Blennerhassett (1979) που έδειξαν ότι επιτυγχάνονται υψηλότερα ποσοστά ριζογένεσης, μετά από αποθήκευση των μοσχευμάτων σε θερμοκρασία δωματίου σε υγρή άμμο. Το άμυλο αυξήθηκε στην συντήρηση σε άμμο ενώ κατά τη συντήρηση σε ψυχρή συντήρηση παρέμεινε σταθερό.

Η θετική επίδραση των υδατανθράκων στην εμφάνιση και την ανάπτυξη τυχαίων ριζών σε μοσχεύματα αμπέλου θα πρέπει να αποδοθεί περισσότερο στη χαμηλή περιεκτικότητα των ιστών σε άζωτο (N), γεγονός που προσδίδει υψηλές τιμές στο λόγο C/N. Η υπερβολική αζωτούχος λίπανση των μητρικών φυτών οδηγεί σε μεγάλη ζοηρότητα των βλαστών, με συνέπεια, χαμηλό βαθμό αποθησαυρισμού, πλημμελή ξυλοποίηση των κληματίδων και αυξημένη συγκέντρωση αζωτούχων ουσιών, οι οποίες επιδρούν αρνητικά στο σχηματισμό των τυχαίων ριζών και στην ανάπτυξή τους (Σταυρακάκης, 2013). Σύμφωνα με τον Satisha (2008) φαίνεται ότι ο πολύ υψηλός ή ο πολύ χαμηλός λόγος C/N επηρεάζει αρνητικά τη διαδικασία της ριζογένεσης. Ο χαμηλός λόγος C/N που είχε το

υποκείμενο Dog Ridge οδήγησε σε χαμηλότερα ποσοστά ριζογένεσης, αντίθετα με τον ενδιάμεσο λόγο που είχε το St. George, που παρουσίασε υψηλότερα ποσοστά.

Θα πρέπει, βέβαια, να επισημανθεί ότι έντονη αζωτοπενία των μητρικών φυτών κατά τη διάρκεια της προηγούμενης περιόδου βλάστησης επιδρά αρνητικά στην υποκίνηση της δημιουργίας των αρχικών ριζικών κυττάρων στα μοσχεύματα, δεδομένης της συμβολής του αζώτου στη σύνθεση των νουκλεϊνικών οξέων και των πρωτεϊνών (Σταυρακάκης, 2013). Είναι γνωστός ο ρόλος των πολυαμινών στην αύξηση και τον πολλαπλασιασμό των κυττάρων του ηλίανθου. Βρέθηκε ότι η εξωγενής εφαρμογή της πουτρεσκίνης σε δύσκολα προς ριζοβολία μοσχεύματα ελιάς και ροδακινιάς αύξησε τα ποσοστά ριζογένεσης (Rugini κ.ά., 1993, Zilkah κ.ά., 2006). Μοσχεύματα αμπέλου του υποκειμένου 140 Ruggeri τοποθετήθηκαν σε θερμαινόμενο υπόστρωμα και βρέθηκε ότι αυξάνεται η ριζογένεση και μειώνεται ο χρόνος που απαιτείται. Αυτό συσχετίζεται με την αύξηση των ελεύθερων πολυαμινών και συγκεκριμένα την ενδογενή πουτρεσκίνη. Η σπερμίνη ακολούθησε τις ίδιες διακυμάνσεις κατά την ριζογένεση όπως στην πουτρεσκίνη. Η σπερμιδίνη δεν φάνηκε να επηρεάζει ή να εμπλεκεται στην διαδικασία της ριζογένεσης. Οι δύο πολυαμιίνες σπερμίνη και σπερμιδίνη βρέθηκαν σε χαμηλότερη συγκέντρωση από την πουτρεσκίνη. Ο κύριος ρόλος αυτών των ουσιών στα διάφορα φαινόμενα διαφοροποίησης οφείλεται στην ικανότητα τους για ενίσχυση της σύνθεσης πρωτεϊνών, νουκλεϊκών οξέων και τη ρύθμιση της δραστηριότητας των διαφόρων συσχετισμένων ενζύμων (Bartolini κ.ά., 2009). Επιπρόσθετα από τη συσχέτιση των πολυαμινών και της πουτρεσκίνης με τη διεργασία της ριζογένεσης στην άμπελο, η εξωγενής εφαρμογή των ουσιών αυτών δεν φαίνεται να έδωσε ξεκάθαρα αποτελέσματα ούτε να αύξησε τη ριζογένεση σε μοσχεύματα αμπέλου (Σταυρακάκης, 2013).

Στα μοσχεύματα υποκειμένων 5 C και SO₄, η καλογένεση και η ανάπτυξη του κάλου μειώνεται όταν αυξάνονται τα επίπεδα του αζώτου, του φωσφόρου και του καλίου στα μητρικά φυτά και συνακόλουθα στα μοσχεύματα. Βέλτιστη περιεκτικότητα των μοσχευμάτων σε κάλιο αναφέρεται μεταξύ 0,3 - 0,5%. Από τα ιχνοστοιχεία, επιδρά θετικά στη ριζογένεση ο ψευδάργυρος. Τα ποσοστά ριζοβόλησης των μοσχευμάτων που προήλθαν από μητρικά φυτά τα οποία είχαν δεχθεί λίπανση με ψευδάργυρο ήταν υψηλότερα σε σχέση με αυτά που δεν δέχθηκαν λίπανση. Αυτό μπορεί να αποδοθεί στην αύξηση των ενδογενών αυξινών λόγω της αυξημένης παραγωγής της τρυπτοφάνης, η σύνθεση της οποίας προάγεται από την παρουσία του ψευδαργύρου (Σταυρακάκης, 2013). Η υπόθεση αυτή ενισχύεται από έρευνα του του Stojkowska (1976) όπου αύξησε τα ποσοστά ριζοβολίας σε μοσχεύματα του

υποκειμένου 41 B χρησιμοποιώντας 0,05% χηλικό σίδηρο, με αποτέλεσμα 100% ριζοβολία και χηλικό ψευδάργυρο προκαλώντας 75% ριζοβολία στα μοσχεύματα.

Επιπρόσθετα από τη επίδραση των αποθησαυριστικών ουσιών, των ανόργανων στοιχείων, των παραγόμενων πρωτεϊνών και πολυαμινών, επίδραση στη διεργασία της ριζογένεσης των μοσχευμάτων έχει και η συγκέντρωση φαινολικών ουσιών και ενζύμων στα μητρικά φυτά και συνακόλουθα στα μοσχεύματα προς ριζογένεση. Η πολυφαινολοοξειδάση είναι ένα ένζυμο που υπάρχει σε όλα τα φυτά και επηρεάζει την ριζογένεση. Είναι ένα γενετικά κωδικοποιημένο ένζυμο που είναι ενωμένο με χαλκό και οξειδώνει φαινολικές ενώσεις. Το ένζυμο αυτό ελέγχει την βιοσύνθεση φαινολικών ουσιών, καθώς και τη διαφοροποίηση των κυττάρων, το σχηματισμό και την εξέλιξη των ριζικών καταβολών κατά τη διαδικασία της ριζογένεσης. Τα φαινολικά συστατικά δρουν συνεργιστικά με τις αυξίνες για την διαφοροποίηση των κυττάρων και τη διεργασία της ριζογένεσης. Τα υψηλά ποσοστά φαινολικών ουσιών οδηγούν σε υψηλότερη δράση της πολυφαινολοοξειδάσης. Αυτό οδηγεί στην μεταφορά ενέργειας και παραγωγή ριζικών καταβολών στα μοσχεύματα. Ο Satisha (2008) έδειξε ότι η υψηλότερη περιεκτικότητα σε φαινολικά οδήγησε σε ταχύτερη ριζογένεση των υποκειμένων Dog Ridge και 110 R σε 60 – 90 ημέρες. Ενώ στο υποκείμενο St. George μετά από 120 ημέρες αυξήθηκε η δράση της πολυφαινολοοξειδάσης και παρατηρήθηκε ριζοβόληση, σε μεγαλύτερα όμως ποσοστά. Η υψηλή δράση της πολυφαινολοοξειδάσης μειώνει τα ποσοστά ριζοβολίας των υποκειμένων πράγμα που φάνηκε στα χαμηλά ποσοστά ριζογένεσης που έχει το υποκείμενο Dog Ridge στο οποίο παρατηρήθηκε υψηλότερη δράση του ενζύμου στα αρχικά στάδια. Εκτός από την υψηλή δράση του ενζύμου, τα χαμηλότερα ποσοστά ριζογένεσης στο υποκείμενο αυτό μπορεί να οφείλονται στην υψηλή περιεκτικότητα σε παρεμποδιστές ριζογένεσης και στα χαμηλά επίπεδα ενδογενών αυξινών. Τέλος το μήκος των ριζών ήταν μεγαλύτερο στα υποκείμενα Dog Ridge και St. George όπου η δράση της πολυφαινολοοξειδάσης ήταν χαμηλή στα τελευταία στάδια της ριζογένεσης.

Από τις αμπελοκομικές επεμβάσεις, η χαραγή φαίνεται ότι επιδρά θετικά στο σχηματισμό τυχαίων ριζών, ιδιαίτερα όσον αφορά τα πράσινα μοσχεύματα, αφού διακόπτει το κατιόν ρεύμα χυμού και συμβάλλει στην αύξηση της συγκέντρωσης των υδατανθράκων, των αυξητικών ουσιών και των λοιπών παραγόντων που προάγουν τη ριζογένεση στο τμήμα του φυτού πάνω από τη χαραγή (Σταυρακάκης, 2013). Μια άλλη μέθοδος που αυξάνει την ριζογένεση είναι η πρεοεφαρμογή χαμηλής συγκέντρωσης αυξινών, διαφυλικά στα μητρικά

φυτά πριν την κοπή των μοσχευμάτων, ώστε να αυξηθεί η ενδογενής συγκέντρωση τους (Hartmann κ.ά., 1997). Μια εναλλακτική μέθοδος προτείνεται από τον Gornik (2008) σε ερευνητικό επίπεδο, που χρησιμοποίησε χιτοζάνη (Biochikol 020 PC) ως ένα πολυμερές της γλυκοζαμίνης προερχόμενο από κελύφη οστρακοειδών. Η ουσία αυτή φαίνεται να προάγει την ανθεκτικότητα των φυτών σε καταπονήσεις και κυρίως στη ξηρασία. Το σκεύασμα έχει αντιμικροβιακή δράση και προάγει την παραγωγή ουσιών, όπως οι φυτοαλεξίνες. Η χρήση του φαίνεται να βελτίωσε τη ριζοβολία των μοσχευμάτων, αύξησε τον αριθμό των νέων βλαστών, το μήκος τους, τον αριθμό των μεσογονατίων και τη περιεκτικότητα της χλωροφύλλης στα σχηματιζόμενα φύλλα. Η αποτελεσματικότητα της εφαρμογής εξαρτάται από τη συγκέντρωση και το στάδιο ανάπτυξης του φυτού που γίνεται η εφαρμογή.

1.7.2.4 Λανθάνοντες οφθαλμοί στα μοσχεύματα

Είναι συνήθης μέθοδος στον πολλαπλασιασμό των υποκειμένων η απομάκρυνση των λανθανόντων οφθαλμών (Hartmann κ.ά., 1997). Αυτό γίνεται είτε με εμβολιαστήρια, είτε με ειδικό σύρμα, είτε με μαχαιριά. Αυτές οι μέθοδοι είναι επίπονες, χρονοβόρες, τραυματίζουν τα μοσχεύματα και μπορεί να θέσουν σε κίνδυνο το εργατικό προσωπικό. Για το λόγο αυτό έγιναν έρευνες για εξεύρεση ουσιών με σκοπό τη χημική νέκρωση των οφθαλμών (Alley και Ferrari, 1980). Σε έρευνα που χρησιμοποιήθηκε το NAA ως ουσία παρεμπόδισης έκπτυξης των οφθαλμών οι συγκεντρώσεις 775 ppm και 1.500 ppm έδειξαν τα καλύτερα αποτελέσματα παρεμπόδισης της ανάπτυξης των οφθαλμών σε μοσχεύματα ελιάς, ροδιάς, δαμασκηνιάς και καρυδιάς (LaRue κ.ά., 1974). Χρησιμοποιώντας την ίδια ουσία οι Alley και Ferrari (1980) έδειξαν ότι, από τις δοκιμαζόμενες ποικιλίες μεγαλύτερη δράση και ευαισθησία στο NAA είχαν οι ποικιλίες, Freedom, Ruby Cabernet, French Colombard, Ganzin 1 και St. George.

Στην αμπελοκομική πράξη έχει γενικευθεί η χρησιμοποίηση των ξυλοποιημένων μοσχευμάτων υποκειμένων αμπέλου μήκους 40 - 45 cm που περιλαμβάνουν λανθάνοντες οφθαλμούς. Σε πολλές περιπτώσεις ανάλογα με τη φυτωριακή μονάδα αφαιρούνται εφόσον τα μοσχεύματα θα χρησιμοποιηθούν σε επιτραπέζιο εμβολιασμό ενώ αν θα χρησιμοποιηθούν ως απλά έρριζα αφαιρούνται οι κατώτεροι οφθαλμοί. Ο ρόλος των οφθαλμών στη ριζογένεση των μοσχευμάτων και στο σχηματισμό τυχαίων ριζών έχει αποτελέσει αντικείμενο έρευνας τόσο στην άμπελο όσο και σε άλλα πολυετή φυτά, παρουσιάζοντας αντιφατικά και διαφορετικά αποτελέσματα αφού είναι ένα πολυσύνθετο φαινόμενο. Σε πολλά φυτικά είδη φάνηκε ότι η ύπαρξη των οφθαλμών βοηθά στο σχηματισμό τυχαίων ριζών. Σε άλλα βρέθηκε

ότι είναι χρήσιμοι κατά τα πρώτα στάδια επαγωγής της ριζογένεσης και η μετέπειτα αφαίρεση τους δεν έχει κάποια σημασία (Hartmann κ.ά., 1997). Ο Favre (1973) είχε δείξει ότι, κάτω από ορισμένες συνθήκες, η αφαίρεση των οφθαλμών του μοσχεύματος ενισχύει τα ποσοστά ριζοβόλησης, ενώ κάτω από άλλες συνθήκες τα μειώνει αισθητά. Αυτό αναφέρεται και από τον Hartmann (1997) όπου, αναφέρει ότι αν τα ξυλοποιημένα μοσχεύματα ληφθούν κατά το χειμώνα που οι οφθαλμοί είναι στην κατάσταση λήθαργου η αφαίρεση τους δεν επηρεάζει τη διαδικασία της ριζογένεσης. Αν τα μοσχεύματα κοπούν κατά τη διάρκεια που οι οφθαλμοί είναι ενεργοί η παρουσία τους προωθεί ισχυρά την ριζογένεση. Ο Smart (2003) έδειξε ότι η παρουσία λανθανόντων οφθαλμών σε μοσχεύματα της ποικιλίας Cabernet Sauvignon που ριζοβολούν ευχερώς επιβραδύνει ή παρεμποδίζει την εμφάνιση τυχαίων ριζών, ενώ σε μοσχεύματα αμερικανικών ειδών και ποικιλιών που δεν ριζοβολούν ευχερώς δεν έχει καμία επίδραση. Η διαφοροποίηση των αποτελεσμάτων αυτών μπορεί να αποδοθεί στα διαφορετικά αναπτυξιακά και φυσιολογικά στάδια, στη φύση των οφθαλμών (απλοί ή μεικτοί οφθαλμοί), στην επίδραση του λήθαργου (διάρκεια και διακοπή) κ.ά. (Σταυρακάκης, 2013).

Στην άμπελο, είναι πολύ δύσκολη η εξήγηση της επίδρασης της παρουσίας των οφθαλμών στο σχηματισμό τυχαίων ριζών, αφού στους οφθαλμούς παρατηρείται ταυτόχρονα τόσο η βλαστητική όσο και η αναπαραγωγική φάση. Εξάλλου, είναι συνήθης η παράλληλη εκβλάστηση των λανθανόντων οφθαλμών με την εμφάνιση των τυχαίων ριζών (Εικόνα 1.7). Στην αμπελοφυτωριακή πράξη συνήθως αφαιρούνται οι λανθάνοντες οφθαλμοί του εντός του εδάφους τμήματος των μοσχευμάτων ριζοβόλησης. Ενώ στα εμβολιάσιμα μοσχεύματα, κατά την προετοιμασία για τον εμβολιασμό, αφαιρούνται όλοι οι οφθαλμοί των μοσχευμάτων (Σταυρακάκης, 2013).



Εικόνα 1.7: Παράλληλη έκπτυξη οφθαλμού και εμφάνιση ριζών σε υποκείμενο αμπέλου.

1.7.2.5 Φυτοορμόνες

Οι φυτοορμόνες ή ρυθμιστές ανάπτυξης, είναι χημικοί αγγελιοφόροι που παράγονται από τα φυτά και διαμορφώνουν τις κυτταρικές διεργασίες, αλληλεπιδρώντας με συγκεκριμένες πρωτεΐνες υποδοχείς που λειτουργούν ως μεταφορείς σημάτων μεταγωγής σε πολλά βιοχημικά μονοπάτια. Οι ορμόνες που δρουν σε παρακείμενα κύτταρα από το σημείο παραγωγής ονομάζονται παρακρινείς ορμόνες, ενώ αυτές που δρουν σε άλλους ιστούς ενδοκρινείς ορμόνες. Η φυτική ανάπτυξη ρυθμίζεται από έξι κύριες ομάδες ορμονών, τις αυξίνες, τις γιββερελλίνες, τις κυτοκινίνες, το αιθυλένιο, το αμπσισικό οξύ και τα βρασσινοστεροειδή (Taiz και Zeiger, 2010). Η ανακάλυψη των αυξινών και η συσχέτισή τους με το σχηματισμό των τυχαίων ριζών ήρθε να ενισχύσει την υπόθεση που είχε διατυπωθεί αρκετά χρόνια νωρίτερα σύμφωνα με την οποία μία ενδογενής ουσία φυτοορμόνη, που σχηματίζεται στις καταβολές των φύλλων και κινείται με πολική κατεύθυνση, ελέγχει το σχηματισμό των διαφόρων οργάνων των φυτών και προωθεί το σχηματισμό των τυχαίων ριζών. Πρόκειται για το ινδολυλοξικό οξύ (IAA) που συντίθεται στα νεαρά φύλλα και στους οφθαλμούς, και κινείται μέσω του ηθμού πολικά, με βασιπέταλη κατεύθυνση και με μέση ταχύτητα 10 - 50 mm/h (Σταυρακάκης, 2013).

Οι αυξίνες είναι μία κατηγορία φυτικών ορμονών που συνήθως εμφανίζονται σε όλα τα φυτά. Η δομή της αυξίνης προσδιορίστηκε από τους Thimann και Koeprfli (1935), οι οποίοι ανακάλυψαν ότι είναι ένα παράγωγο ινδόλης και ότι συμμετέχει σε γεωτροπικές και

φωτοτροπικές αντιδράσεις. Οι αυξίνες έχουν βρεθεί να εμπλέκονται σε πολλές αναπτυξιακές διαδικασίες, όπως είναι η ανάπτυξη του εμβρύου, του αγγειακού ιστού, η ανάπτυξη των ριζών, η κυριαρχία της κορυφής και η ανάπτυξη του καρπού. Όπως προαναφέρθηκε το 1930 ταυτοποιήθηκε το IAA που βρίσκεται στη μεγαλύτερη συγκέντρωση στα φυτά. Αργότερα ακλούθησε η ταυτοποίηση και άλλων ουσιών που ανήκουν στην κατηγορία των αυξινών. Η αυξίνη είναι απαραίτητος ρυθμιστής ανάπτυξης για την λειτουργία των φυτών ενώ οι άλλες ορμόνες καταλύουν ρυθμιστικό ρόλο (Taiz και Zeiger, 2010). Η φυσιολογικά δραστική μορφή είναι το ελεύθερο οξύ (IAA). Μπορεί επίσης να βρεθεί σε συζευγμένες μορφές, συμπεριλαμβανομένων των εστέρων με την καρβοξυλομάδα συνδεδεμένη μέσω οξυγόνου σε ένα σάκχαρο π.χ. γλυκόζη καθώς και αμιδίου με την καρβοξυλική ομάδα να σχηματίζει ένα αμίδιο με πεπτιδικό δεσμό με αμινοξέα και πολυπεπίδια (Kowalczyk, 2002).

Το IAA συντίθεται στους μεριστωματικούς και νεαρούς ιστούς των φυτών. Οι μεγαλύτερες συγκεντρώσεις αυξίνης παράγονται πρακτικά στα φυτά από τα επάκρια μεριστώματα των βλαστών και της ρίζας. Ωστόσο η ρίζα παραμένει εξαρτημένη από το βλαστό για ένα μεγάλο μέρος της αυξίνης που χρειάζεται. Οι αυξίνες παρουσιάζουν βασιπέταλη μετακίνηση, δηλαδή, από τα ανώτερα τμήματα των φυτών που παράγονται κινούνται προς τα κατώτερα πράγμα που μπορεί να θεωρηθεί και ως παράγοντας που αυξάνει τη ριζογένεση στα μοσχεύματα μέσης και βάσης της αμπέλου αφού πέραν του ότι έχουν καλύτερο αποθησαυρισμό μπορεί να έχουν συσσωρεύσει μεγαλύτερη συγκέντρωση αυξίνης. Εκτός του IAA σε πολλά φυτικά είδη παράγονται και άλλες αυξίνες όπως, το 4-χλωροινδολο-οξικό οξύ (4-Cl-IAA) και το ινδολυλο-3-βουτυρικό οξύ (IBA).

Όσον αφορά στις οδούς βιοσύνθεσης, αποθήκευσης και αποικοδόμησης των αυξινών, το IAA σχετίζεται δομικά με το αμινοξύ τρυπτοφάνη και το πρόδρομο μόριο της Ινδολο-3-φωσφογλυκερόλης. Οι δύο αυτές ουσίες δρουν ως πρόδρομα μόρια βιοσύνθεσης του IAA. Η αυξίνη μπορεί να συζευχθεί ομοιοπολικά με πολλές ενώσεις χαμηλής ή υψηλής μοριακής μάζας και αυτό το σύμπλεγμα καθιστά τις αυξίνες ανενεργές. Το IAA μπορεί να συζευχθεί με μόρια μικρού μοριακού βάρους όπως τα αμινοξέα ή τα σάκχαρα αλλά και με μεγάλου μοριακού βάρους ενώσεις όπως τα πεπίδια, γλύκανες και γλυκοπρωτείνες. Το IAA απελευθερώνεται γρήγορα από πολλές ενώσεις σύζευξης μέσω ενζυμικών διεργασιών αυξάνοντας έτσι το ελεύθερο και δραστικό IAA. Μερικές από τις αντιδράσεις αυτές είναι αντιστρεπτές και άλλες όχι (Taiz και Zeiger, 2010). Επιπρόσθετα από τη συμπλοκοποίηση και

απενεργοποίηση του IAA, χάνεται και μια ποσότητα αφού το IAA οξειδώνεται και χωρίς την παρουσία ενζύμων από το φώς, δηλαδή, φωτοδιασπάται (Hartmann κ.ά., 1997).

Οι αυξίνες παρουσιάζουν πολική μεταφορά, δηλαδή, μεταφορά προς μόνο μια κατεύθυνση και συγκεκριμένα βασιπεταλική. Με τον όρο αυτό εννοούμε την μεταφορά από τα κορυφαία τμήματα του φυτού προς τη βάση, δηλαδή, από το κορυφαίο μερίστωμα και τα φύλλα του βλαστού προς τη ρίζα και από την καλύπτρα και το κορυφαίο μερίστωμα της ρίζας προς τον κόμβο ένωσης ρίζας βλαστού. Αυτό αποδεικνύεται από εφαρμογές IBA σε μοσχεύματα αμπέλου που αν και η εφαρμογή έγινε στις κορυφές των μοσχευμάτων, λόγω της βασιπέταλης κίνησης των αυξινών μετακινήθηκαν στην βάση των υποκειμένων και προήγαγαν τη ριζογένεση (Kose και Guleryuz, 2006). Οι κυριότερες περιοχές πολικής μεταφοράς στους φυτικούς ιστούς των φύλλων, των μίσχων και των ριζών είναι το παρέγχυμα του αγωγού ιστού, κυρίως αυτό που γειτνιάζει με το ξύλωμα. Η βασιπεταλική κίνηση της αυξίνης στις ρίζες διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στον βαρυτροπισμό και συνεισφέρει στην επιμήκυνση των πλάγιων ριζών. Η πολική μεταφορά της αυξίνης απαιτεί ενέργεια και είναι ανεξάρτητη της βαρύτητας. Η μεταφορά γίνεται από κύτταρο σε κύτταρο, δηλαδή, εξέρχεται του κύτταρου μεταφέρεται αποπλαστικά και εισέρχεται στο επόμενο κύτταρο από την πλασματική του μεμβράνη (Taiz και Zeiger, 2010). Η όλη διαδικασία απαιτεί μεταβολική ενέργεια δηλαδή οξυγόνο, σάκχαρα και απουσία μεταβολικών αναστολέων. Η ταχύτητα μεταφοράς της αυξίνης μπορεί να ξεπεράσει τα 3 mm/h αν και αναφέρεται ότι κινείται μέσω του ηθμού πολικά, με βασιπέταλη κατεύθυνση και με μέση ταχύτητα 10 - 50 mm/h (Σταυρακάκης, 2013). Οι πολικές ροές της αυξίνης ωθούνται από ένα χημειωστατικό δυναμικό. Η πρωτονιωμένη αυξίνη εισέρχεται στα κύτταρα με διάχυση κατά μήκος της κυτταρικής μεμβράνης και επίσης με συμμεταφορείς πρωτονίων της οικογένειας AUX1/LAX. Οι PIN και ATP εξαρτώμενες πρωτεΐνες κατευθύνουν την εκροή της αυξίνης σε ολόκληρο το φυτό. (Taiz και Zeiger, 2010).

Από το 1930 διατυπώθηκε η άποψη ότι οι αυξίνες ή ένα σύμπλοκο ρυθμιστών αύξησης είναι μεν αναγκαίες για την υποκίνηση της ριζογένεσης, αλλά απαιτείται η παρουσία και άλλου συμπληρωματικού παράγοντα, της ριζοκαλίνης, ουσία, όμως που ουδέποτε απομονώθηκε. Αργότερα, η άποψη αυτή επανήλθε, με την επισήμανση ότι μία ουσία ή ένα ορμονικό σύμπλοκο άγνωστης χημικής σύνθεσης που αποτελείται από αυξίνες και γιββερελλίνες παράγεται στους οφθαλμούς, έχει βασιπέταλη κατεύθυνση και υποκινεί σε δραστηριότητα έναν δεύτερο άγνωστο μη ταυτοποιημένο παράγοντα, που βρίσκεται στα

ριζογόνα στρώματα του βλαστού και της κληματίδας και προκαλεί το σχηματισμό των ριζικών καταβολών (Σταυρακάκης, 2013). Φαίνεται ότι ο πρώτος αυξητικός παράγοντας δεν έχει εξειδικευμένη δράση, αφού φαίνεται να δρα εξίσου καλά σε διαφορετικά είδη αμπέλου, ενώ ο δεύτερος παράγοντας εμφανίζεται πολύ νωρίς στους βλαστούς, αφού τα πράσινα μοσχεύματα παρουσιάζουν έντονη ριζογένεση (Νταβίδης, 1977). Τα αποτελέσματα από την εφαρμογή των συνθετικών αυξινών, όπως το β-ινδολυλοβουτυρικό οξύ (IBA) και το α-ναφθαλινοξικό οξύ (NAA), για τη βελτίωση των ποσοστών ριζογένεσης των ανθεκτικών στη ριζόβια φυλλοξήρα υποκειμένων ενισχύουν τόσο την υπόθεση της αυξητικής φύσης του πρώτου συμπλόκου παράγοντα όσο και την πολυπλοκότητα του φαινομένου.

Πράγματι, το φαινόμενο της ριζογένεσης στα μοσχεύματα της αμπέλου, ειδικά αυτών που προέρχονται από κληματίδες, είναι σύμπλοκο και επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες, μεταξύ των οποίων τα επίπεδα των ενδογενών ρυθμιστών αύξησης και οι συνθήκες μετακίνησής τους, ο λήθαργος, ο αποθησαυρισμός αλλά και διάφοροι παρεμπόδισες αύξησης (Σταυρακάκης, 2013). Ερευνητικές εργασίες σε πολλά φυτά και στην άμπελο, έχουν δείξει ότι για το σχηματισμό των ριζικών καταβολών και εν συνεχεία τον πολλαπλασιασμό των αρχικών ριζογόνων κυττάρων και την εμφάνιση των τυχαίων ριζών είναι αναγκαία η παρουσία των αυξινών. Η φυσική αυξίνη που εντοπίστηκε στα πρέμνα από τον Spiegel (1955), είναι το IAA. Η ίδια μελέτη αποκάλυψε την παρουσία αναστολέων που μπορούσαν να υποστούν εκχύλιση με διαβροχή των μοσχευμάτων στο νερό. Βρέθηκαν υψηλότερες συγκεντρώσεις αυξινών και χαμηλότερες των παρεμποδιστών ριζογένεσης στα εύκολα ριζοβολούντα υβρίδια *Vitis rupestris* όπως αντιπαραβάλλεται με τα δύσκολα προς ριζοβολία υβρίδια *Vitis berlandieri*.

Η έναρξη των πλαγίων δηλαδή, δευτερογενών ριζών και των επιγενών προωθείται από μεγαλύτερες συγκεντρώσεις αυξινών από ότι απαιτείται για την επιμήκυνση των πρωτογενών ριζών. Οι πλάγιες ρίζες βρίσκονται πάνω από τη ζώνη επιμήκυνσης και ριζικών τριχιδίων και προέρχονται από μικρές ομάδες κυττάρων του περικυκλίου. Μελέτες έδειξαν ότι η κίνηση της αυξίνης που μεταφέρεται προς το ακραίο μερίστωμα της ρίζας είναι απαραίτητη για να ξεκινήσει η κυτταρική διαίρεση στο περικύκλιο. Η πρόσληψη της αυξίνης από τις ρίζες έγκειται στην εναρμονισμένη δράση των PIN 2, AUX 1, ABCB 19 και ABCB 1. Η LAX 3 οδηγεί στην πρόσληψη της αυξίνης από τα κύτταρα του φλοιού και της επιδερμίδας της ρίζας, πράγμα που οδηγεί στην μεταβολή και διόγκωση του κυτταρικού τοιχώματος οδηγώντας στην εμφάνιση πλαγίων ριζών. Η βασιπεταλική μεταφορά της

αυξίνης από τη ρίζα σε συνδυασμό με αυτή του βλαστού οδηγεί στην επιμήκυνση των πλάγιων ριζών. Όσον αφορά τις τυχαίες ρίζες, τα αυξημένα επίπεδα αυξίνης και η εξωγενής εφαρμογή οδηγεί στον σχηματισμό τους. Στον πολλαπλασιασμό των φυτών αυτή η δράση των αυξινών έχει αποδειχθεί ιδιαίτερα χρήσιμη για τον πολλαπλασιασμό με μοσχεύματα. (Taiz και Zeiger, 2010).

Οι υψηλές συγκεντρώσεις εξωγενούς αυξίνης μπορεί να προκαλέσουν ζημιά και τοξικότητα στη βάση των μοσχευμάτων. Οι αυξίνες μπορεί να δρουν θετικά για την ριζογένεση των μοσχευμάτων ως μία ορισμένη συγκέντρωση, ανάλογα με το είδος και την ποικιλία. Σε υψηλότερες συγκεντρώσεις έχουν ως αποτέλεσμα την αναστολή της ριζογένεσης (Galani κ.ά., 2013). Αναφέρεται ότι η επιμήκυνση των πρωτογενών ριζών αναστέλλεται από την ύπαρξη συγκέντρωσης αυξίνης μεγαλύτερης των 10 - 8 M (Taiz και Zeiger, 2010). Η κατάλληλη συγκέντρωση των ενδογενών αυξινών καθορίζεται ανάλογα με το είδος, την ποικιλία και το λήθαργο. Μοσχεύματα ποικιλιών του *V. champinii* που τέθηκαν σε ριζοβόληση αμέσως μετά την είσοδό τους στον κυρίως λήθαργο παρουσίασαν μεγάλη δυσχέρεια στο σχηματισμό τυχαίων ριζών (Alley και Ferrari, 1980) σε σχέση με μοσχεύματα του υποκειμένου Ramsey, που έδωσαν μεγαλύτερα ποσοστά τυχαίων ριζών μετά την επίδραση χαμηλών θερμοκρασιών και την έξοδο από το λήθαργο (Blennerhassett και Considine, 1979).

Ο ρόλος των λοιπών ουσιών αύξησης όπως, γιββερελλίνες, κυτοκινίνες, αμπισικό οξύ, αιθυλένιο και πολυαμίνες δεν έχει πλήρως διευκρινισθεί στο σχηματισμό τυχαίων ριζών. Οι γιββερελλίνες και οι κυτοκινίνες δεν εμπλέκονται άμεσα στη ριζογένεση, ενώ έχουν αναφερθεί περιπτώσεις σε ξυλώδη φυτά που η εφαρμογή τους εξωγενώς σε υψηλές συγκεντρώσεις έδρασε παρεμποδιστικά στην ανάπτυξη τυχαίων ριζών. Αναφέρεται ότι τα μοσχεύματα φυτικών ειδών με υψηλές συγκεντρώσεις ενδογενών κυτοκινινών ριζοβολούν δυσχερέστερα απ' ό,τι τα είδη με χαμηλά επίπεδα. Οι Kose και Guleryuz (2006) σε έρευνα που μελέτησε την επίδραση αυξινών και κυτοκινινών σε μοσχεύματα αμπέλου, έδειξαν ότι οι κυτοκινίνες προάγουν την παραγωγή κάλου, ενώ οι αυξίνες προάγουν την ριζογένεση των μοσχευμάτων. Οι κυτοκινίνες μπορεί να αυξήσουν τον ανταγωνισμό μεταξύ καλογένεσης και ριζογένεσης. Σε είδη και ποικιλίες όπου υπάρχει υψηλή συγκέντρωση αυξινών και χαμηλή συγκέντρωση κυτοκινινών παρατηρείται υψηλός βαθμός ριζογένεσης. Γενικά, η εφαρμογή συνθετικών κυτοκινινών παρεμποδίζει το σχηματισμό των ριζικών καταβολών στα μοσχεύματα. Όσον αφορά το ρόλο του αμπισικού οξέος παραμένει προς διερεύνηση.

Πειραματικά δεδομένα δείχνουν ότι άλλοτε προωθεί, άλλοτε παρεμποδίζει και άλλοτε δεν έχει καμία επίδραση στη ριζογένεση των ξυλωδών φυτών. Η Ρουπμελάκη - Αγγελάκη (2003) αναφέρει ότι το ABA μπορεί να επηρεάσει το μήκος των ριζικών τριχιδίων. Η παρεμποδιστική δράση του πιθανώς οφείλεται στην αρνητική επίδρασή του στην ανάπτυξη των οφθαλμών. Το αιθυλένιο, αν και συνδέεται με τη δράση των αυξινών, δεν φαίνεται να επηρεάζει άμεσα τη ριζογένεση στην άμπελο, αφού η εφαρμογή του χωρίς την παρουσία αυξινών δεν έχει καμία επίδραση. Η συγκέντρωση του αιθυλενίου αυξάνει κατά τη διαδικασία ριζογένεσης σε υβρίδια αμερικανικών ειδών αμπέλου (Σταυρακάκης, 2013). Τέλος αναφέρεται ότι το αιθυλένιο σε συνδυασμό με τις αυξίνες ή μόνο του δρα ως διαχεόμενο σήμα για τη δημιουργία ριζικών τριχιδίων (Ρουπμελάκη – Αγγελάκη, 2003).

1.7.2.6 Ειδικό χαρακτηριστικό μοσχευμάτων

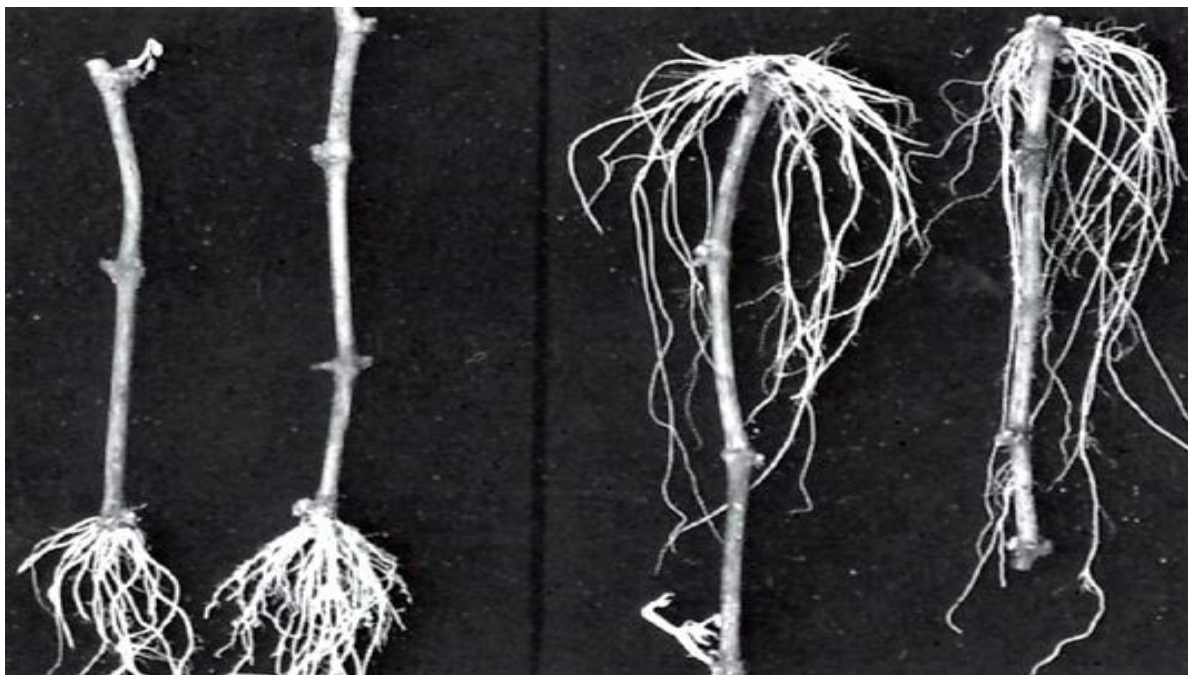
Το μήκος, το τμήμα της κληματίδας από το οποίο προέρχεται και η πολικότητά του φαίνεται ότι επηρεάζουν τον σχηματισμό των τυχαίων ριζών στα μοσχεύματα της αμπέλου. Ακόμα ένα χαρακτηριστικό που επηρεάζει είναι το είδος του μοσχεύματος, δηλαδή, αν προέρχεται από τη ξυλοποιημένη κληματίδα ή αν προέρχεται από τον πράσινο βλαστό, δηλαδή, μοσχεύματα μαλακού ξύλου. Ανάλογα με το είδος και την ποικιλία της αμπέλου, μεγαλύτερου μήκους μοσχεύματα παρουσιάζουν υψηλότερα ποσοστά ριζογένεσης, πιθανώς λόγω της μεγαλύτερης περιεκτικότητας τους σε αποθησαυριστικές ουσίες και της σχετικά μικρότερης αφυδάτωσης κατά τη διατήρησή τους (Σταυρακάκης, 2013). Αυτό αντιπαραβάλλεται από το ότι και τα μοσχεύματα ενός οφθαλμού είχαν πολύ υψηλά ποσοστά ριζογένεσης (Sabir κ.ά., 2004).

Τα μοσχεύματα μαλακού ξύλου σε πολλές περιπτώσεις λόγω του ότι προέρχονται από πράσινους βλαστούς δεν έχουν διαφοροποιήσει πλήρως τα κύτταρα τους, ούτε έχουν ξυλοποιηθεί. Για το λόγο αυτό ριζοβολούν ευχερέστερα εφόσον ληφθούν τη κατάλληλη χρονική περίοδο και τεθούν στις κατάλληλες συνθήκες ριζογένεσης με απαραίτητη την υψηλή σχετική υγρασία για αποφυγή της αφυδάτωσης τους. Είναι γνωστό ότι η ύπαρξη φύλλων και πράσινου βλαστού που είναι φωτοσυνθετικά ενεργοί ιστοί, έχουν ισχυρή επίδραση στη διαδικασία της ριζογένεσης των μοσχευμάτων. Βρέθηκε ότι μετά από πέντε εβδομάδες σε θάλαμο ριζογένεσης σε φυλλοφόρα μοσχεύματα αβοκάντο, πενταπλασιάστηκε η συγκέντρωση αμύλου. Το ίδιο και σε μοσχεύματα ιβίσκου, όπου βρέθηκε θετική επίδραση των φύλλων στην ριζογένεση. Η αύξηση του αποθησαυρισμού από την φωτοσύνθεση των φύλλων υποβοηθά τη διαδικασία της ριζογένεσης. Ένας άλλος σημαντικός παράγοντας είναι

και βιοσύνθεση αυξινών από τα φύλλα και το βλαστό που μέσω της βασιπέταλης μεταφοράς τους κατευθύνονται προς τη βάση των μοσχευμάτων υποβοηθώντας την ριζογένεση (Hartmann κ.ά., 1997). Σε πρόσφατη έρευνα του ο Peng (2008) έδειξε ότι ο αγενής πολλαπλασιασμός κλώνων της άγριας αμπέλου της Ταϊβάν όπου δεν παρουσίαζε καλά αποτελέσματα ριζογένεσης με την χρήση ξυλοποιημένων μοσχευμάτων παρουσίασε κατά πολύ μεγαλύτερα ποσοστά ριζογένεσης σε πράσινα μοσχεύματα βλαστού.

Σύμφωνα με τον Νταβίδη (1977) παρατηρήθηκε ότι σε υποκείμενα αμπέλου, η ριζογένεση είναι πρωιμότερη και ο αριθμός των τυχαίων ριζών μεγαλύτερος σε ορισμένους κόμβους της κληματίδας. Διαπιστώθηκε ότι στα υποκείμενα 41 B και 110 R οι κόμβοι 6, 10, 11 και 12 παρουσιάζουν πρωιμότερη και εντονότερη ριζογένεση. Εμπειρικά και ερευνητικά δεδομένα δείχνουν ότι τα μοσχεύματα που προέρχονται από το μεσαίο τμήμα της κληματίδας παρουσιάζουν ποσοστά ριζοβόλησης μεγαλύτερα κατά περίπου 20% σε σχέση με τα μοσχεύματα που προέρχονται από το βασικό τμήμα της κληματίδας, και ακόμη μεγαλύτερα σε σχέση με αυτά του ακραίου τμήματος (Σταυρακάκης, 2013). Βρέθηκε ότι ξυλοποιημένα μοσχεύματα και μοσχεύματα μαλακού ξύλου αμπέλου του είδους *Vitis aestivalis* που λαμβάνονται από την πιο βασική ή μεσαία περιοχή της κληματίδας ή του βλαστού αντίστοιχα παρουσίασαν υψηλότερη ριζογένεση από μοσχεύματα προερχόμενα από την κορυφαία περιοχή (Keeley κ.ά., 2004). Το ίδιο παρουσίασε και ο Weaver (1975) που η ριζογένεση ήταν ταχύτερη και σε μεγαλύτερα ποσοστά στα βασικά μοσχεύματα και φτωχότερη στα ακραία μοσχεύματα της ποικιλίας Carignan του είδους *Vitis vinifera*. Υποστήριξε ότι η κακή ριζοβολία των κορυφαίων μοσχευμάτων οφείλεται στα χαμηλότερα επίπεδα υδατανθράκων.

Όσον αφορά την πολικότητα, ερευνητικά και εμπειρικά δεδομένα δείχνουν ότι τα μοσχεύματα ριζοβολούν, κατά κανόνα, από τη μορφολογική βάση τους, ενώ από τη μορφολογική κορυφή προέρχεται ο βλαστός ανεξάρτητα από τη φορά τοποθέτησης των μοσχευμάτων. Η πολικότητα του μοσχεύματος θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη κατά τη διαδικασία πολλαπλασιασμού και ριζοβόλησης τους (Σταυρακάκης, 2013) (Εικόνα 1.8).



Εικόνα 1.8: Ένδειξη της πολικότητας σε ξυλοποιημένα μοσχεύματα αμπέλου που ριζοβόλησαν από τη μορφολογική τους βάση ανεξάρτητα από τη φορά που τοποθετήθηκαν στο υπόστρωμα (Πηγή: Hartmann κ.ά., 1997).

1.7.2.7 Χρόνος λήψης μοσχευμάτων και συντήρησή τους

Τόσο παγκοσμίως αλλά και στην ελληνική αμπελοκομική πράξη χρησιμοποιούνται, ως επί το πλείστον ξυλοποιημένα μοσχεύματα αμπέλου. Σε λίγες μόνο περιπτώσεις χρησιμοποιούνται πράσινα μοσχεύματα. Στις περισσότερες περιπτώσεις, ο χρόνος λήψης των μοσχευμάτων από τα μητρικά φυτά αμπέλου συμπίπτει με την περίοδο της χειμέριας ανάπαυσης των πρέμνων (Σταυρακάκης, 2013). Για τις ελληνικές συνθήκες η λήψη των μοσχευμάτων γίνεται κατά το τρίμηνο Ιανουαρίου – Μαρτίου και πρακτικά η κοπή των εμβολιοφόρων κληματίδων συμπίπτει με το χειμερινό κλάδευμα (Σταυρακάκης κ.ά., 2000). Ο ακριβής χρόνος κοπής δεν είναι σταθερός και εξαρτάται από παράγοντες όπως, το είδος και η ποικιλία, αν είναι εμβολιοφόρες κληματίδες ή ανθεκτικά στη φυλλοξήρα υποκείμενα, ο χρόνος χρησιμοποίησης, οι δυνατότητες συντήρησης και διατήρησης κ.ά.. Σημαντικό είναι ότι σε καμία περίπτωση δεν πρέπει να έχει διακοπεί ο λήθαργος των λανθανόντων οφθαλμών. Μετά τη διακοπή του λήθαργου, τα ποσοστά ριζοβόλησης σε ξυλοποιημένα μοσχεύματα αμπέλου μειώνονται δραστικά, λόγω της εκβλάστησης των οφθαλμών και της ταχείας ανάπτυξης των βλαστών. Αυτό συνεπάγει την αυξημένη αναπνευστική

δραστηριότητα, οδηγώντας στην απώλεια υγρασίας και την ξήρανση των μοσχευμάτων πριν αποκτήσουν ρίζες (Σταυρακάκης, 2013). Τα παραπάνω δεδομένα ενισχύονται από πολλές έρευνες όπου συστήνουν την ενυδάτωση των μοσχευμάτων για 12 – 24 ώρες ώστε να αυξηθούν τα ποσοστά ριζογένεσης αν και στη διαδικασία αυτή συμβάλει και ο παράγοντας έκπλυσης των παρεμποδιστών ριζογένεσης των μοσχευμάτων εκτός από την ενυδάτωση τους (Alley, 1979, Gökbayrak κ.ά., 2010). Οι Alley και Peterson (1977) έδειξαν ότι η καλογένεση επηρεάστηκε από το χρόνο κοπής των μοσχευμάτων ενώ η ριζογένεση δεν φαίνεται να επηρεάστηκε. Πειραματικά δεδομένα στο υποκείμενο Ramsey που παρουσιάζει δυσκολία στον πολλαπλασιασμό, έδειξαν ότι η επιλογή των μοσχευμάτων αργά στο τέλος του χειμώνα ή η ψυχρή συντήρηση τους αυξάνει τα ποσοστά ριζογένεσης (Blennerhassett και Considine, 1979). Η δυσχέρεια την οποία παρουσιάζουν ορισμένα είδη και ποικιλίες αμπέλου στον αγενή με μόσχευμα πολλαπλασιασμό και στο σχηματισμό ριζών ενδεχομένως να οφείλεται στην αυξημένη συγκέντρωση παρεμποδιστικών ουσιών κατά τη διάρκεια του λήθαργου και της χειμérias ανάπαυσης των πρέμων (Σταυρακάκης, 2013). Σε κάποιες περιπτώσεις η καθυστερημένη λήψη ή η ψυχρή αποθήκευση των μοσχευμάτων αυτών υποβοηθά στη διάσπαση των παρεμποδιστών ριζογένεσης.

Όσον αφορά στο χρόνο και στις συνθήκες αποθήκευσης των μοσχευμάτων μέχρι τη χρήση τους, πρακτικά χρησιμοποιούνται ψυκτικοί θάλαμοι με χαμηλή θερμοκρασία και υψηλή σχετική υγρασία ώστε να μην αφυδατωθούν. Εκτός των πρακτικών ζητημάτων και την γενική εφαρμογή αυτής της μεθόδου, η συντήρηση μπορεί να επηρεάσει τη ριζογένεση είτε θετικά είτε αρνητικά ανάλογα με το είδος, ποικιλία, χρόνο λήψης και συνθήκες διατήρησης. Σύμφωνα με τον Alley (1979) η ψυχρή συντήρηση των μοσχευμάτων του Dog ridge μείωσε το ποσοστό ριζογένεσης, τον αριθμό και το μέγεθος του ριζικού συστήματος στα μοσχεύματα που κόπηκαν νωρίς, καθώς και το μέγεθος του ριζικού συστήματος στα μοσχεύματα που λήφθηκαν πιο αργά. Η συντήρηση των μοσχευμάτων μείωσε το ποσοστό ριζογένεσης στη ποικιλία Thompson αλλά δεν είχε καμιά επίδραση στην ποικιλία Ganzin. Αναφέρεται ακόμη ότι μοσχεύματα αμπέλου που αποθηκεύτηκαν σε ψυχρή συντήρηση χρειάστηκαν περισσότερο χρόνο για καλογένεση, ριζογένεση και έκπτυξη των λανθανόντων οφθαλμών (Alley και Peterson, 1977). Αντίθετα σε νεότερη έρευνα, μοσχεύματα *Vitis aestivalis* που συλλέχθηκαν τον Ιανουάριο και διατηρήθηκαν σε ψύξη στους 5 °C για ≥ 55 ημέρες (> 2300 ώρες) σχημάτισαν περισσότερες ρίζες σε σχέση με τα μοσχεύματα που υπέστησαν λιγότερες ώρες ψύξης (Keeley κ.ά., 2004). Κάποιες μελέτες δείχνουν ότι τα ποσοστά ριζογένεσης αυξάνονται με την αποθήκευση των μοσχευμάτων αμπέλου μετά τη

λήψη τους σε θερμοκρασία δωματίου σε υγρή άμμο μέχρι την εγκατάσταση τους στο φυτώριο (Alley και Christensen, 1974, Blennerhassett και Considine, 1979). Το γεγονός αυτό μπορεί να οφείλεται τόσο στη έκπλυση και διάσπαση κάποιων παρεμποδιστικών ουσιών ως προς τη διαδικασία της ριζογένεσης, όσο και στη βελτιστοποίηση της αναλογίας, διαλυτών υδατανθράκων προς αμύλου, που διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην διεργασία της ριζογένεσης.

1.8 Υποκίνηση της ριζογένεσης σε μοσχεύματα αμπέλου

1.8.1 Ενυδάτωση και χρήση ρυθμιστών αύξεσης

Μετά την εισβολή της φυλλοξήρας στον ευρωπαϊκό αμπελώνα και τη χρησιμοποίηση των δυσχερώς ριζοβολούντων ειδών, κλώνων και υβριδίων της βορειοαμερικανικής ηπείρου για την εγκατάσταση νέων αμπελώνων, κατέστη αναγκαία η εφαρμογή διαφόρων μέσων και τεχνικών για την αύξηση των ποσοστών ριζοβόλησης των μοσχευμάτων της αμπέλου. Η διερεύνηση του φαινομένου της ριζογένεσης και του ρόλου των ρυθμιστών αύξεσης, οδήγησε στην εφαρμογή των ουσιών αυτών για την ενίσχυση της ικανότητας ριζογένεσης των μοσχευμάτων αμπέλου στην αμπελοφυτωριακή πράξη. Αυτή η εφαρμογή επιβάλλεται να είναι ιδιαίτερος προσεκτική, καθώς ούτε ο μηχανισμός δράσης των ενδογενών αυξητικών ουσιών έχει αποσαφηνισθεί πλήρως, ούτε είναι γνωστοί με ακρίβεια οι συμπληρωματικοί παράγοντες που συμμετέχουν στην πρόοδο της ριζογένεσης. Αυτό οφείλεται στα αντιφατικά, σε ορισμένες περιπτώσεις, ερευνητικά δεδομένα καθώς και στην εξειδικευμένη ανταπόκριση των μοσχευμάτων, ιδίως των δυσχερών ριζοβολούντων ειδών και ποικιλιών αμπέλου (Σταυρακάκης, 2013).

Ορισμένα είδη και ποικιλίες αμπέλου παρουσιάζουν δυσκολία στον αγενή με μόσχευμα πολλαπλασιασμό και στο σχηματισμό ριζών και δεν αντιδρούν θετικά στην εφαρμογή αυξινών. Αυτό αναφέρεται τόσο στην αμπελοκομική πράξη όσο και από πολλές ερευνητικές εργασίες. Το φαινόμενο αυτό ενδεχομένως να οφείλεται στην αυξημένη συγκέντρωση παρεμποδιστικών ουσιών κατά τη διάρκεια του λήθαργου και της χειμérias ανάπαυσης των πρέμων. Αν και οι παρεμπόδισες αυτοί δεν έχουν ταυτοποιηθεί, φαίνεται ότι η ενυδάτωση των μοσχευμάτων συμβάλλει είτε στην απομάκρυνση είτε στην αδρανοποίησή τους, με αποτέλεσμα το σχηματισμό ριζών. Διαπιστώθηκε ότι η ενυδάτωση μοσχευμάτων ποικιλιών *Vinifera* με νερό έκπλυσης μοσχευμάτων, το οποίο προερχόταν από υποκείμενα που ριζοβολούν δυσχερώς, προκάλεσε σημαντική μείωση της ριζογένεσης. Με την έναρξη

της βλάστησης, η δράση των παρεμποδιστών αυτών ελαχιστοποιείται. Στο φαινόμενο αυτό μπορεί να οφείλονται και τα αυξημένα ποσοστά ριζογένεσης που παρουσιάζουν τα πράσινα μοσχεύματα (Σταυρακάκης, 2013).

Όπως προαναφέρθηκε η εμφάνιση σε νερό φαίνεται να αυξάνει τα ποσοστά καλλογένεσης και ριζογένεσης στα μοσχεύματα. Οι Waite και May (2005) προτείνουν την εμφάνιση μοσχευμάτων της ποικιλίας Chardonnay για 15 ώρες σε νερό ώστε να αυξηθούν τα ποσοστά ριζογένεσης. Στην ποικιλία *Vinifera*, Cabernet Sauvignon φάνηκε ότι η εμφάνιση των μοσχευμάτων σε θερμό νερό επί 10 λεπτά σε θερμοκρασία μέχρι 56 °C για τη μείωση του πληθυσμού του βακτηρίου *Agrobacterium tumefaciens* βελτίωσε τα ποσοστά ριζογένεσης και ανάπτυξης των ριζών, ιδιαίτερα στις περιπτώσεις που τα μοσχεύματα ελήφθησαν από τα μητρικά φυτά νωρίς το χειμώνα κατά το τέλος Νοεμβρίου αρχές Δεκεμβρίου (Wample, 1997). Ο Alley (1961), παρατήρησε αυξημένα ποσοστά ριζογένεσης στα υποκείμενα Salt Creek και St. George εμφάνιζοντας τα για 24 ώρες σε νερό. Στο υποκείμενο 41 B βρέθηκε ότι εμφάνιση των μοσχευμάτων για 24 ώρες σε νερό και εφαρμογή IBA αύξησαν τα ποσοστά ριζογένεσης και αριθμό ριζών (12,75) σε σχέση με το μάρτυρα (5,60). Το βάρος των ριζών ήταν μεγαλύτερο στις εφαρμογές εμφάνισης σε νερό για 24 ώρες και εφαρμογή IBA. Το δύσκολο προς ριζογένεση υποκείμενο 140 R περιέχει χαμηλή συγκέντρωση ενδογενών αυξινών και υψηλή συγκέντρωση γιββερελινών και ABA, ουσίες που παρεμποδίζουν την ριζογένεση. Ο Kracke (1981) έδειξε ότι η εμφάνιση σε νερό των μοσχευμάτων απομακρύνει τους παρεμποδιστές και αυξάνει την συγκέντρωση των ενδογενών IAA. Ο Bartolini (1986) σε ερευνητικά δεδομένα επαληθεύει ότι η εμφάνιση μοσχευμάτων των υποκειμένων 140 Ru και 5 BB σε νερό για 12 ώρες μειώνει την ποσότητα των γιββερελινών και οδηγεί σε αύξηση του IAA και συνακόλουθα αυξημένη ριζογένεση. Σύμφωνα με τον Roberto (2004) 48 ώρες εμφάνιση σε νερό προήγαγε υψηλότερο ποσοστό ριζογένεσης και μεγαλύτερο αριθμό ριζών στο υποκείμενο 5 BB, επίσης το νωπό και ξηρό βάρος των ριζών καθώς και το ποσοστό των μοσχευμάτων όπου εκτύχθηκαν οι λανθάνοντες οφθαλμοί ήταν υψηλότερο όταν τα μοσχεύματα ενυδατώθηκαν.

Τα φυτά παράγουν φυσικά ενδογενή αυξίνη σε βλαστούς και νεαρά φύλλα, αλλά η εφαρμογή συνθετικής αυξίνης θα πρέπει να χρησιμοποιείται για την επιτυχία της ριζογένεσης και την πρόληψη της ξήρανσης των μοσχευμάτων. Η αυξίνη είναι μια από τις πιο σημαντικές ορμόνες που χρησιμοποιείται για τον πολλαπλασιασμό με μοσχεύματα, επιταχύνοντας το σχηματισμό τυχαίων ριζών. Ο ουσιαστικός ρόλος της αυξίνης έχει τεκμηριωθεί στην

επαγωγή και το σχηματισμό της ρίζας. Τα πλεονεκτήματα της χρήσης των αυξητικών ουσιών είναι, η αύξηση του ρυθμού της ριζογένεσης, η αύξηση του ποσοστού ριζογένεσης, του αριθμού, της ποιότητας των ριζών ανά μοσχεύματα και της ομοιομορφίας στη ριζοβολία (Hartmann κ.ά., 1997).

Επεμβάσεις στα μοσχεύματα με ρυθμιστές ανάπτυξης τύπου αυξίνης, για αύξηση του ποσοστού ριζογένεσης των μοσχευμάτων, είναι πλέον μια κοινή πρακτική στα περισσότερα φυτά συμπεριλαμβανομένου και της αμπέλου. Οι ενώσεις που βρέθηκαν πιο αποτελεσματικές και διαδεδομένες στην αμπελοκομική πράξη για το σκοπό αυτό είναι οι: γ-ινδολυλοβουτυρικό οξύ (IBA), ναφθαλινοξικό οξύ (NAA) και β-ινδολυλοξικό οξύ (IAA) (Σταυρακάκης, 2013). Η βιβλιογραφία σχετικά με τη χρήση των συνθετικών ρυθμιστών ανάπτυξης στην άμπελο είναι εκτενής. Η φυσική αυξίνη στο αμπέλι προσδιορίστηκε από τον Spiegel (1955) ως το ινδολυλοξικό οξύ.

Πολλά ερευνητικά δεδομένα δείχνουν τη θετική δράση των αυξινών στην επαγωγή της ριζογένεσης. Η εφαρμογή αυξινών στην τομή της κορυφής των μοσχευμάτων του *V. berlandieri* προκάλεσε ριζοβόληση σε ποσοστό 43% σε σχέση με την εφαρμογή ανάλογης δόσης στη βάση των μοσχευμάτων, όπου τα ποσοστά ριζοβόλησης κυμάνθηκαν σε επίπεδα 2 - 6%. Τα αποτελέσματα μπορούν να ερμηνευθούν είτε με την πολική κίνηση των αυξινών με βασιπέταλη φορά, είτε με την υποκίνηση σύνθεσης ενός ριζογόνου παράγοντα κατά μήκος του στελέχους του μοσχεύματος, πιθανώς δε υπαινίσσεται ότι από μόνες τους οι αυξίνες δεν προκαλούν ριζογένεση (Σταυρακάκης, 2013). Τόσο στην άμπελο όσο και σε άλλα είδη η εφαρμογή IAA και IBA προώθησε την ριζογένεση και αύξησε τον αριθμό των ριζών (Carvalho κ.ά., 1995). Η ριζογένεση υβριδίων του *Vitis berlandieri* βελτιώθηκε χρησιμοποιώντας NAA 2% σε μορφή τζέλ (Schumann και Uhl, 1975). Οι υψηλές συγκεντρώσεις αυξίνης μπορεί να προκαλέσουν τοξικότητα και βλάβη στην βάση των μοσχευμάτων που εφαρμόστηκαν. Η αυξίνη μπορεί να είναι αποτελεσματική για τη ριζογένεση μοσχευμάτων σε μια ορισμένη συγκέντρωση, ανάλογα με το είδος και την ποικιλία. Σε υψηλότερες συγκεντρώσεις προκαλεί αναστολή της ριζογένεσης. Ο Galavi (2013) έδειξε ότι ο αριθμός των ριζών, το μήκος, το νωπό και ξηρό βάρος αυξήθηκε με την αύξηση της συγκέντρωσης της αυξίνης (IBA) από 2000 στα 4000 mg/L σε σχέση με τον μάρτυρα. Ωστόσο, συγκέντρωση 6000 mg/L είχε αντίστροφα αποτελέσματα και τοξική δράση.

Σε πειραματικά δεδομένα σύμφωνα με τον Fabbri (1986) αναφέρεται ότι η χρήση του ρυθμιστή αύξησης Chloromequat (B-χλωρό-αίθυλ-τριμέθυλο-αμμωνιο χλωρίδιο) κατά την περίοδο βλάστησης σε μητρικά πρέμνα του υποκειμένου 140 Ruggeri αύξησε κατά πολύ τα ποσοστά ριζογένεσης των μοσχευμάτων. Αυτή η ουσία μειώνει την ταχύτητα αύξησης και το τελικό μήκος των βλαστών, αυξάνει τον αριθμό και ενισχύει την ανάπτυξη των μεσοκάρδιων βλαστών. Την επόμενη περίοδο, τα μοσχεύματα που προήλθαν από τα πρέμνα αυτά παρουσίασαν υψηλό ποσοστό ριζοβόλησης, σχεδόν τριπλάσιο σε σχέση με τους μάρτυρες, σε ποσοστά 50,8% έναντι 17,5%. Συμπληρώνοντας τα προαναφερθέντα περί ενυδάτωσης των μοσχευμάτων και τη συσχέτιση της μεθόδου με την ριζογένεση και σε αυτή τη περίπτωση το ποσοστό ριζογένεσης αυξήθηκε ακόμη περισσότερο και ανήλθε σε 83,3% όταν τα μοσχεύματα ενυδατώθηκαν, πριν από τη φύτευσή τους, σε σχέση με μοσχεύματα που δεν ενυδατώθηκαν που το ποσοστό ριζογένεσης βρέθηκε 55%.

Η αειφορικότητα είναι ένας σημαντικός παράγοντας που αφορά την γεωργία και συνακόλουθα την αμπελουργία. Πολλές φορές χρησιμοποιούνται ζωντανοί μικροοργανισμοί για την αντικατάσταση των χημικών ρυθμιστών αύξησης. Ο Sabir (2013) χρησιμοποίησε ριζοβακτήρια (*Pseudomonas putida* στέλεχος BA - 8 και *Bacillus* στέλεχος 7) για σκοπούς πολλαπλασιασμού των φυτικών κυττάρων και σχηματισμού κάλου. Βρέθηκε ότι προάγουν το σχηματισμό κάλου στο σημείο ένωσης εμβολίου υποκειμένου στα υποκείμενα 41 B και 1103 P λόγω της παραγωγής αυξινών από τους μικροοργανισμούς. Αυτό ίσως θα μπορούσε να μελετηθεί και να εφαρμοστεί για σκοπούς αύξησης της ριζογένεσης, αφού αυτή επηρεάζεται από τις αυξίνες.

Ανάλογα με το είδος και ποικιλία αμπέλου, επιβάλλεται η προσεκτική εφαρμογή τόσο του είδους, της μορφής του αυξητικού ρυθμιστή ή του συνδυασμού διαφόρων ρυθμιστών και της ενδεικνυόμενης συγκέντρωσης, όσο και της τήρησης των απαραίτητων μέτρων που αφορούν την υδατική κατάσταση των μοσχευμάτων και των περιβαλλοντικών συνθηκών, όπως η θερμοκρασία, φως κ.ά.. Σε ορισμένες περιπτώσεις, ο συνδυασμός δύο ρυθμιστών αύξησης έχει καλύτερα αποτελέσματα, όπως επίσης η χρησιμοποίηση των αλάτων της ορμόνης αντί του οξέος, εξαιτίας της μεγαλύτερης διαλυτότητας των πρώτων. Ένα σύνηθες παράδειγμα είναι το άλας Καλίου – Ινδολυλοβουτυρικού οξέος (KIBA). Η χρησιμοποίηση αυξινών εξωγενώς δεν έχει πρακτικά αποτελέσματα, ανεξαρτήτως της συγκέντρωσης που χρησιμοποιείται σε υποκείμενα – ποικιλίες που έχουν χαμηλά επίπεδα ενδογενών αυξινών και υψηλά επίπεδα κάποιων ουσιών που παρεμποδίζουν την ριζογένεση και καλούνται

αναστολείς της ριζογένεσης. Από δεδομένα των ερευνητικών και πειραματικών εργασιών αλλά και την αμπελοκομική πράξη προκύπτει ότι η επαρκής ενυδάτωση των μοσχευμάτων πριν από τη φύτευση έχει, κατά κανόνα, θετική επίδραση στη ριζογένεση και την ανάπτυξη πλούσιου ριζικού συστήματος των μοσχευμάτων της αμπέλου. Η χρήση διαφόρων χημικών μέσων και αυξητικών ουσιών που εφαρμόζονται εξωγενώς οδηγεί σε αύξηση της ριζογένεσης, η οποία είναι σαφώς μεγαλύτερη όταν έχει προηγηθεί ενυδάτωση των μοσχευμάτων (Σταυρακάκης, 2013) (Εικόνα 1.9).



Εικόνα 1.9: Ενυδάτωση μοσχευμάτων αμπέλου (Πηγή: Σταυρακάκης, 2013).

1.8.2 Το IBA και η εφαρμογή του ως παράγοντας ριζογένεσης

Εκτός του IAA σε πολλά φυτικά είδη παράγονται ενδογενώς και άλλες αυξίνες όπως το 4-χλωροινδολο-οξικό οξύ (4-Cl-IAA) και το ινδολυλο-3-βουτυρικό οξύ (IBA). Το IBA είναι μορφή φυσικής αυξίνης που στην συζευγμένη του μορφή συμμετέχει στην δεξαμενή αποθήκευσης του IAA. Η σύζευξη του IBA με αμινοακύλια ή γλυκοζυλιωμένους εστέρες καταλύεται με υδρόλυση πράγμα που οδηγεί στην παραγωγή ελεύθερου IBA. Εν συνεχεία το ελεύθερο IBA μετατρέπεται ενζυμικά μέσω β-οξειδωσης στο υπεροξειδωμά σε ελεύθερο IAA (Taiz και Zeiger, 2010).

Την ίδια πορεία έχει και το IBA που εφαρμόζεται εξωγενώς για σκοπούς ριζογένεσης στα φυτά. Το IBA είναι μια από τις κυριότερες αν όχι η κυριότερη και συνηθέστερη ουσία για τον πολλαπλασιασμό των περισσότερων φυτικών ειδών συμπεριλαμβανομένου και της αμπέλου. Είναι σταθερή ένωση που δημιουργεί τα μικρότερα προβλήματα τοξικότητας και

πολύ καλά αποτελέσματα ριζογένεσης εν συγκρίσει με τις άλλες ουσίες, επίσης, μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε ένα μεγάλο εύρος συγκεντρώσεων (Sabir κ.ά., 2004, Hartmann κ.ά., 1997). Από τους αυξητικούς ρυθμιστές σε υγρή μορφή, το IBA είναι περισσότερο ανθεκτικό στο φως και στο βακτήριο της οξικής ζύμωσης, αλλά λιγότερο διαλυτό από το IAA, μετακινείται δύσκολα εντός των αγγείων του φυτού, η δράση του είναι εξειδικευμένη, εντοπισμένη και αποτελεσματική. Έτσι μπορούν να χρησιμοποιούνται μικρές δόσεις της δραστικής ουσίας (Σταυρακάκης, 2013).

Πολλά ερευνητικά δεδομένα αποδεικνύουν την ευεργετική δράση του IBA στη ριζογένεση των περισσότερων φυτικών ειδών. Σε πολλές περιπτώσεις και ανάλογα με το φυτικό είδος, ποικιλία και υπόστρωμα χρησιμοποιούνται άλλοτε υψηλές συγκεντρώσεις IBA και άλλοτε χαμηλότερες. Ο Hartmann (1997) έδειξε ότι η εφαρμογή IBA σε συγκέντρωση 2500 - 4000 mg/L είχε εντυπωσιακά αποτελέσματα, στην ριζογένεση σε ημι - ξυλώδη μοσχεύματα μηλιάς, δαμασκηλιάς και ελιάς. Παρομοίως ο Galavi (2013) έδειξε ότι αριθμός των ριζών, το μήκος της ρίζας, το νωπό και ξηρό βάρος επηρεάζονται σημαντικά από τους ρυθμιστές ανάπτυξης και το υπόστρωμα φύτευσης. Ο αριθμός των ριζών, το μήκος, το νωπό και ξηρό βάρος αυξάνεται με την αύξηση των συγκεντρώσεων IBA από 2000 σε 4000 mg/L σε σχέση με το μάρτυρα. Ωστόσο, η συγκέντρωση των 6000 ppm προκάλεσε τοξικότητα στα μοσχεύματα. Στην έρευνα του Abu - Qaoud (1999), όπου έγινε επίταση με 8000 ppm IBA σε μορφή σκόνης στη βάση των μοσχευμάτων του υποκειμένου 1103 Paulsen παρατηρήθηκε η υψηλότερη ριζογένεση για δύο διαφορετικά έτη 81% και 77,03% αντίστοιχα, σε σχέση με το μάρτυρα. Για τη βελτίωση των ποσοστών ριζοβόλησης της ποικιλίας Norton του είδους *V. aestivalis* χρησιμοποιήθηκε καλιούχο άλας του ινδολυλοβουτυρικού οξέος (KIBA) σε συγκεντρώσεις 10000 - 15000 mg/L. Τα ποσοστά ριζοβόλησης ξεπέρασαν το 70% σε σχέση με τους μάρτυρες και αυξήθηκαν ακόμη περισσότερο όταν τα μοσχεύματα υπέστησαν την επίδραση χαμηλών θερμοκρασιών, 5°C για περισσότερο από 2300 ώρες (Keeley κ.ά., 2004).

Σε πολλές περιπτώσεις χαμηλότερες συγκεντρώσεις IBA δίνουν πολύ καλά αποτελέσματα ριζογένεσης σε μοσχεύματα διάφορων φυτικών ειδών και της αμπέλου, ιδίως αν βρίσκονται σε υγρά διαλύματα. Ο Farooqi (1994) όπου ερεύνησε την εφαρμογή IBA στην τριανταφυλλιά για σκοπούς πολλαπλασιασμού, έδειξε ότι αυξάνεται το ποσοστό ριζογένεσης, ο αριθμός, το μήκος, το πάχος, το νωπό και ξηρό βάρος της ρίζας με αύξηση της συγκέντρωσης του IBA από 100 mg/L έως 300 mg/L. Το ίδιο έδειξε και ο Chalapathi (2001) όπου έδειξε ότι επέμβαση μοσχευμάτων με 500 mg/l IBA έδωσε τα καλύτερα αποτελέσματα όσον αφορά το μήκος βλαστού, τον αριθμό των φύλλων, το μήκος της ρίζας

και το ποσοστό ριζογένεσης των μοσχευμάτων στέβιας. Τα ίδια αποτελέσματα παρουσιάστηκαν και στην άμπελο μετά τη χρήση του IBA ως παράγοντα ριζογένεσης. Στα δύσκολα προς ριζοβόληση υποκείμενα Salt Creek και Dog Ridge η εφαρμογή IBA αύξησε τα ποσοστά ριζοβόλησης και των αριθμό των ριζών σε σχέση με το μάρτυρα. Αύξησε το μέγεθος και το βάρος των ριζών στην ποικιλία Salt Creek. Όσον αφορά στις εύκολες προς ριζογένεση ποικιλίες Ganzin 1 και Zinfandel αυξήθηκε ο αριθμός των ριζών και το μέγεθος του ριζικού συστήματος της ποικιλίας Ganzin 1. Η ίδια έρευνα έδειξε ότι το IBA επηρεάζει κατά πολύ την καλογένεση, πράγμα που οδήγησε και σε μεγαλύτερη έκπτυξη ριζών, επίσης, παρατηρήθηκε ότι ο αυξανόμενος αριθμός ριζών οδηγεί σε λεπτότερης διαμέτρου ρίζες. Αυτό παρατηρήθηκε στα μοσχεύματα που δέχθηκαν εφαρμογή IBA, ενώ στους μάρτυρες οι ρίζες ήταν λιγότερες και πιο μεγάλης διαμέτρου. Φαίνεται ότι ένας μεγαλύτερος αριθμός ριζών είναι σε θέση να διερευνήσει το προφίλ του εδάφους σε μεγαλύτερο βαθμό παρέχοντας έτσι στο αμπέλι πιο έντονη ανάπτυξη πράγμα που φάνηκε στην μετέπειτα ανάπτυξη των φυτών των ποικιλιών Dog Ridge, Salt Creek και Ganzin 1 (Alley, 1979). Οι Singh και Singh (1973) αναφέρουν ότι τα ποσοστά ριζογένεσης αυξήθηκαν κατά πολύ στις ποικιλίες Himrod και Thompson Seedless χρησιμοποιώντας διάλυμα 500 ppm IBA. Το ίδιο αποτέλεσμα έδειξε και έρευνα του Sabir (2004) όπου βρέθηκε ότι το μεγαλύτερο ποσοστό ριζογένεσης πραγματοποιήθηκε σε υπόστρωμα περλίτη με την εφαρμογή 500 ppm IBA, ενώ η χρήση άμμου ως υπόστρωμα σε συνδυασμό με εφαρμογή 500 ppm IBA παρουσίασε τα καλύτερα αποτελέσματα όσον αφορά τον αριθμό, μήκος και διάμετρο ριζών. Σύμφωνα με αναφορές του Tizio (1962) βρέθηκε ότι υπάρχει αλληλεπίδραση του IBA με τη βιοτίνη. Ο συνδυασμός τους και η εξωγενής εφαρμογή προήγαγε τη ριζογένεση μοσχευμάτων των ποικιλιών Malbec και Kobber 5 BB.

1.8.3 Μεθοδολογία εφαρμογής αυξητικών ουσιών

Οι ενώσεις αυτές μπορεί να είναι είτε σε μορφή σκόνης είτε σε συμπυκνωμένα υγρά διαλύματα. Κατά τη παρασκευή διαλυμάτων αυξίνης είναι σημαντική η χρήση προστατευτικών γαντιών και η προσεκτική διάλυση τους γιατί περιέχονται ίχνη διοξίνης, ουσία στην οποία κάποιοι άνθρωποι είναι πολύ ευαίσθητοι. Οι συνήθεις μορφές αυξινών είναι σε μορφή οξέων και σε συζευγμένη μορφή με κάποιο ανόργανο άλας. Οι μορφές αυξινών που είναι ενωμένες με κάποιο άλας π.χ. KIBA είναι διαλυτές στο νερό. Σε μορφή οξέων οι αυξίνες πρέπει να διαλυθούν πρώτα σε κάποιο διαλύτη, όπως μεθανόλη, αιθανόλη, ισοπροπύλιο και μετά στο νερό. Μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν κάποιας μορφής

αντιπηκτικών ουσιών που μπορεί να αποβούν λιγότερο τοξικές όταν διαλύονται σ' αυτές υψηλές συγκεντρώσεις ορμονών, πάνω από 5000 ppm (Hartmann κ.ά., 1997).

Στην περίπτωση που η αυξητική ουσία που θα χρησιμοποιηθεί στα μοσχεύματα αμπέλου είναι σε μορφή σκόνης σε μείγμα με αδρανή ουσία, αφού προηγουμένως ανανεωθεί και ενυδατωθεί η τομή της βάσης τους, δεματοποιούνται και γίνεται επίπαση με τη σκόνη του σκευάσματος. Μετά την επίπαση, τα μοσχεύματα φυτεύονται προς ριζοβόληση στο φυτώριο ή στην οριστική θέση τους. Απαιτείται προσοχή ώστε να γίνει κατά το δυνατόν ομοιόμορφη επίπαση του σκευάσματος στην τομή των μοσχευμάτων, αλλά και να μην απομακρυνθεί κατά τους χειρισμούς της φύτευσης (Σταυρακάκης, 2013). Σε πολλές περιπτώσεις στην ενυδάτωση των τομών μπορεί να βοηθήσει εμβάπτιση της βάσης των μοσχευμάτων σε 50% αλκοόλης, μεθανόλης, ακετόνης ή αιθανόλης και να ακολουθήσει μετά η επίπαση με αυξίνη. Η μέθοδος αυτή είναι εύκολη για ερασιτεχνική χρήση, όμως δεν χρησιμοποιείται ευρέως λόγω της ανομοιομορφίας της επίπασης της ορμόνης και της απομάκρυνσης της κατά τη μεταχείριση του πολλαπλασιαστικού υλικού και φύτευση του (Hartmann κ.ά., 1997).

Τα σκευάσματα σε υγρή μορφή είναι πιο αποτελεσματικά αλλά και περισσότερο ευαίσθητα στο χειρισμό. Από τους αυξητικούς ρυθμιστές σε υγρή μορφή, το IBA είναι περισσότερο ανθεκτικό στο φως και στο βακτήριο της οξικής ζύμωσης, αλλά λιγότερο διαλυτό από το IAA. Μετακινείται δύσκολα εντός των αγγείων του φυτού, η δράση του είναι εξειδικευμένη, εντοπισμένη και αποτελεσματική. Για το λόγο αυτό χρησιμοποιούνται μικρές δόσεις δραστικής ουσίας. Το NAA έχει παραπλήσιες ιδιότητες με εκείνες του IBA, είναι πιο ασταθής ένωση και απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή κατά την εφαρμογή του, διότι η απόσταση μεταξύ της συγκέντρωσης της συνιστώμενης δόσης και της φυτοτοξικότητας είναι πολύ μικρή.

Η εμβάπτιση των μοσχευμάτων αμπέλου γίνεται είτε σε πυκνά είτε σε αραιά διαλύματα. Τα πυκνά διαλύματα 500 - 10000 ppm, προκύπτουν από διάλυση της δραστικής ουσίας σε αιθυλική αλκοόλη (Σταυρακάκης, 2013). Ο χρόνος εμβάπτιση είναι από 3 - 5 δευτερόλεπτα ή και περισσότερο, για 30 - 60 δευτερόλεπτα (Satisha κ.ά., 2008). Η εμβάπτιση γίνεται στη βάση των μοσχευμάτων σε βάθος περίπου 1 - 2 εκ. Η μέθοδος αυτή έχει πολλά πλεονεκτήματα όπως, καλή ομοιομορφία, μπορεί να γίνει εμβάπτιση πολλών μοσχευμάτων ταυτόχρονα και για σύντομο χρονικό διάστημα έτσι προτιμάται εμπορικά από την επίπαση. Ενδείκνυται σε μέρες με υψηλές θερμοκρασίες και αέρα να ανανεώνεται το

διάλυμα της αυξίνης γιατί λόγω εξάτμισης της αλκοόλης που έχει το διάλυμα μπορεί να αυξηθεί η συγκέντρωσή της. Οι πολύ ψηλές συγκεντρώσεις μπορεί να προκαλέσουν τοξικότητα και νέκρωση τόσο της βάσης όσο και ολόκληρου του μοσχεύματος. Σημαντικό στην επιτυχία της εφαρμογής των ορμονών με αυτή τη μέθοδο εκτός από την συγκέντρωση της αυξίνης είναι, το βάθος και ο χρόνος εμβάπτισης στην ορμόνη (Hartmann κ.ά., 1997).

Στα αραιά διαλύματα 20 - 250 ppm, η εμβάπτιση διαρκεί 24 ώρες και συνιστάται τα μοσχεύματα να βυθίζονται κατά 2 - 3 εκ., η θερμοκρασία του διαλύματος να κυμαίνεται στους 20°C και η όλη εργασία να γίνεται σε σκιά. Η μέθοδος των υγρών σκευασμάτων πλεονεκτεί ως προς την ομοιομορφία κατανομής του σκευάσματος, την αποτελεσματική χρήση του διαλύματος και την ευχέρεια εφαρμογής, όμως η χρήση αραιών διαλυμάτων για 24 ώρες δεν είναι πολύ εύχρηστη μέθοδος για αυτό δεν προτιμάται εμπορικά (Hartmann κ.ά., 1997).

Οι υγρασιακές και θερμοκρασιακές συνθήκες που είναι αναγκαίες για την εκκίνηση και την πρόοδο της ριζογένεσης στα μοσχεύματα αμπέλου είναι ταυτόχρονα ευνοϊκές για την ανάπτυξη κρυπτογαμικών ασθενειών, όπως για παράδειγμα τα είδη του γένους *Phytophthora* και *Pythium*, που προκαλούν σήψεις στη βάση των μοσχευμάτων, παρεμποδίζοντας τη ριζογένεση και εν συνεχεία την ανάπτυξη των ριζών. Προσβάλλουν συχνά και το σημείο ένωσης εμβολίου υποκειμένου, ειδικά όταν δεν έχει γίνει καλή πρόσδεση. Για την αντιμετώπιση των σηψιρριζιών είναι απαραίτητη η απολύμανση των μέσων φύτευσης και η εκτέλεση εμβάπτισης των μοσχευμάτων με κατάλληλα μυκητοκτόνα. Σημαντικές ζημιές στην παραγωγή μοσχευμάτων σε επιχειρησιακή κλίμακα μπορεί να προκαλέσει ο μύκητας *Botrytis cinerea*, αν δε ληφθούν τα κατάλληλα προληπτικά μέσα κατά την επιλογή των μοσχευμάτων. Μετά την προσβολή επιβάλλεται η εκτέλεση ριζοποτισμάτων με τα κατάλληλα μυκητοκτόνα (Σταυρακάκης, 2013).

Η παραγωγή και διάδοση στο εμπόριο μολυσμένου πολλαπλασιαστικού υλικού είναι ένας σοβαρός παράγοντας που προκαλεί μειωμένα ποσοστά ριζογένεσης, αποτυχίες στην εγκατάσταση αμπελώνων και εν συνεχεία χαμηλές αποδόσεις και μικρή διάρκεια ζωής των πρέμων. Προληπτικά, η χρήση των μυκητοκτόνων συνιστάται να γίνεται παράλληλα με τη χρήση των ορμονών ριζογένεσης. Τα μοσχεύματα εμβαπτίζονται σε διάλυμα κατάλληλων μυκητοκτόνων για χρονικό διάστημα που καθορίζεται από το είδος των σκευασμάτων και κατόπιν ακολουθεί η εμβάπτιση στο διάλυμα των φυτορυθμιστικών ουσιών. Σύμφωνα με τους Waite και May (2005) η εφαρμογή καυτού νερού 50 °C για 30 λεπτά σε ξυλοποιημένα

μοσχεύματα της αμπέλου είναι μια πρακτική μέθοδος απολύμανσης των μοσχευμάτων στον εμπορικό πολλαπλασιασμό. Αυτή η εφαρμογή είναι αποτελεσματική κατά ασθενειών του ξυλώματος όπως, *Agrobacterium vitis*, *Phaeomoniella clamydospora*, του αρχικού μολύσματος της ίσκας και του φυτοπλάσματος *Flavescence doree*. Αυτός ο τρόπος μπορεί να σκοτώσει και φυτοπαθογόνους μικροοργανισμούς όπως η φυλλοξήρα και οι νηματώδεις.

1.9 Παραγωγή μοσχευμάτων

1.9.1 Φυτόριο αμπέλου

Η εγκατάσταση νέων αμπελώνων με την χρήση άρριζων απλών μοσχευμάτων ανθεκτικών στη φυλλοξήρα παρουσιάζει δυσκολίες λόγω της δυσχέρειας ριζοβόλησης των υποκειμένων όταν αυτά φυτεύονται απευθείας στην οριστική τους θέση. Στις σύγχρονες αμπελοφυτωριακές μονάδες παράγονται κατά κόρον έρριζα απλά και έρριζα εμβολιασμένα μοσχεύματα. Μια φυτωριακή μονάδα σε πλήρη λειτουργία περιλαμβάνει τους ψυκτικούς θαλάμους, το χώρο ενυδάτωσης των μοσχευμάτων, το εργοτάξιο εμβολιασμού, παραφίνωσης και στρωμάτωσης των εμβολιασμένων μοσχευμάτων στα κιβώτια, τον προθάλαμο, το θερμοθάλαμο με τον απαραίτητο εξοπλισμό για τη ρύθμιση της θερμοκρασίας, υγρασίας, αερισμού, φωτισμού και σκότους, το χώρο εγκλιματισμού των εμβολιασμένων μοσχευμάτων μετά την έξοδο τους από το θερμοθάλαμο και τις εκτάσεις εδάφους που χρησιμοποιούνται για τη φύτευση του υλικού. Οι εκτάσεις που απαιτούνται είναι μεγάλες αν υπολογιστεί ότι παράγονται περίπου 10.000 – 18.000 μοσχεύματα ανά στρέμμα (Σταυρακάκης, 2013).

1.9.2 Κριτήρια επιλογής μοσχευμάτων

Η επιλογή των μοσχευμάτων αμπέλου ανεξάρτητα από το είδος και τη χρήση τους διέπεται από αυστηρά κριτήρια που έχουν να κάνουν τόσο με τα ίδια τα μοσχεύματα αλλά και με την κατάσταση των μητρικών φυτών απ' όπου προήλθαν. Τα υψηλής ποιότητας μοσχεύματα προέρχονται από πρέμνα που δέχθηκαν ισορροπημένη λίπανση τόσο σε μακροστοιχεία όσο και σε ιχνοστοιχεία, ήταν μέτριας ζωνρότητας και με υψηλό βαθμό αποθησαυρισμού. Η ολοκλήρωση της ωρίμανσης και ξυλοποίησης των κληματίδων αποτελεί πρώτιστο παράγοντα επιλογής του φυτικού υλικού. Μέχρι να πραγματοποιηθεί η διεργασία της ριζογένεσης και να καταστούν τα νέα φυτά αυτόνομα καταναλώνουν θρεπτικά στοιχεία από το μόσχευμα (Hartmann και Kester, 1975). Οι καλά ξυλοποιημένες κληματίδες παρουσιάζουν τόσο μορφολογικές αλλά και ανατομικές διαφορές. Τα ώριμα μοσχεύματα που προέρχονται από κατάλληλες κληματίδες έχουν βαθύ καστανό χρώμα, ανθίστανται προς τη

θραύση και συστροφή και έχουν μικρή αναλογία εντεριώνης προς ξύλο. Για το λόγο αυτό σύνθητες και σωστή πρακτική είναι η λήψη μοσχευμάτων από το μεσαίο και βασικό τμήμα των κληματίδων αφού τα μοσχεύματα της κορυφής συνήθως δίνουν φτωχή ριζογένεση πράγμα που αναφέρεται και από τον Gökbayrak (2010) όπου τόσο η ενυδάτωση, όσο και η χρήση IBA δεν φαίνεται να αύξησαν κατά πολύ τη ριζοβολία στα μοσχεύματα της κορυφής του υποκειμένου 41 B. Θα πρέπει να αποφεύγεται η λήψη μοσχευμάτων από πρέμνα που υπέστησαν ισχυρές καταπονήσεις, από έλλειψη νερού, πρόωμη αποφύλλωση από βιοτικούς και αβιοτικούς παράγοντες και υπερπαραγωγή (Winkler κ.ά., 1974). Η λήψη των μοσχευμάτων από κληματίδες με μεγάλα μεσογονάτια διαστήματα, από ακραία τμήματα πλημμελώς ξυλοποιημένων βλαστών και λαίμαργους βλαστούς δεν συνίσταται. Αυτά τα χαρακτηριστικά υποδηλώνουν υψηλή ζοηρότητα και ανάπτυξη των βλαστών σε σκιαζόμενες περιοχές με χαμηλή φωτοσυνθετική δραστηριότητα (Σταυρακάκης, 2013). Η επαρκής ωρίμανση των κληματίδων και συνακόλουθα των μοσχευμάτων εκτός από τις μακροσκοπικές παρατηρήσεις μπορεί να διαπιστωθεί και με το τεστ αμύλου, που βασίζεται στη χρώση των αμυλλόκοκων των ιστών του ξύλου από το ιώδιο. Η εφαρμογή διαλύματος ιωδίου (1g ιωδίου σε 100 ml αλκοόλης 70%) χρωματίζει τις ώριμες κληματίδες σε έντονο κυανό χρώμα και τις ανώριμες σε ένα υποκίτρινο χρώμα (Νικολάου, 2011) (Εικόνα 1.10).



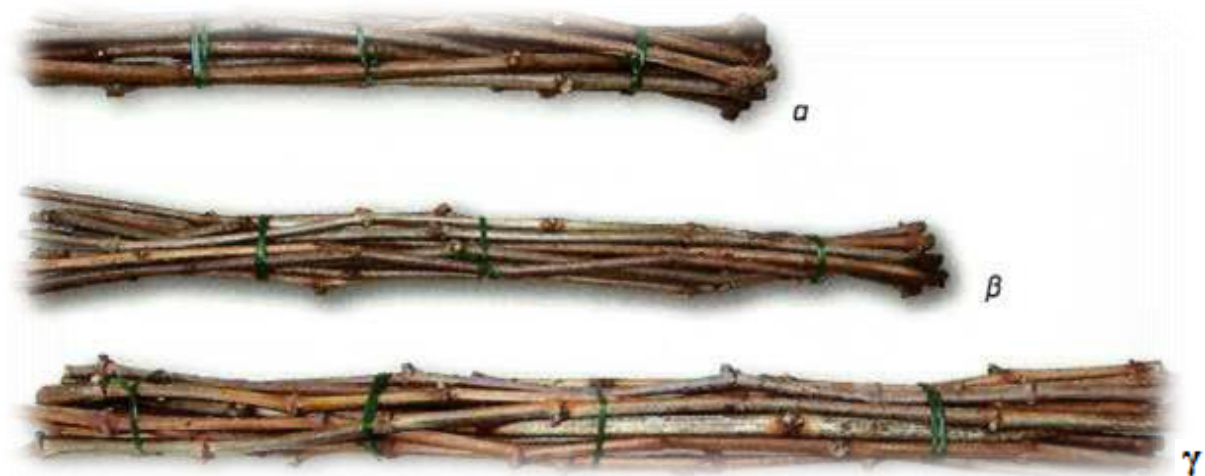
Εικόνα 1.10: Πλήρης βαθμός ξυλοποίησης κληματίδων (αριστερά), μερική ξυλοποίηση (μέση) με βάση την εντεριώνη. Πλήρης ξυλοποίηση (δεξιά) με χρήση ιωδίου, δείκτης Ravaz – Bonnet (Πηγή: Σταυρακάκης, 2013).

1.9.3 Προδιαγραφές μοσχευμάτων

Οι προδιαγραφές των μοσχευμάτων ανάλογα με τη χρήση και τη χώρα παραγωγής διέπονται από κάποιες προδιαγραφές. Στην Ελλάδα το τελικό πολλαπλασιαστικό υλικό της

αμπέλου προς πώληση διέπεται από τις κοινές υπουργικές αποφάσεις ΚΥΑ 258676/29.9.2003 (ΦΕΚ Β1517/2003) όπως τροποποιήθηκε με τη 282465/2006 (ΦΕΚ 1212) ΚΥΑ. Τα άρριζα εμβολιάσιμα μοσχεύματα πρέπει να έχουν μέγιστη διάμετρο στο παχύτερο τμήμα τους 15 mm και στο ανώτερο άκρο να έχουν διάμετρο 6,5 – 12 mm. Τα μοσχεύματα ριζοβόλησης πρέπει να έχουν ελάχιστη διάμετρο στο ανώτερο άκρο τους 3,5 mm. Τέλος η διάμετρος των εμβολιοφόρων κληματίδων πρέπει να είναι ίδια με των άρριζων εμβολιάσιμων με εξαίρεση του κανόνα αυτά που χρησιμοποιούνται σε επιτόπιους εμβολιασμούς (Σταυρακάκης, 2013).

Τα μοσχεύματα ριζοβόλησης πρέπει να έχουν μήκος 55 cm, ενώ τα εμβολιάσιμα μοσχεύματα που κυκλοφορούν στο εμπόριο σε διάφορα μεγέθη και τεμαχίζονται πριν τον εμβολιασμό, στην Ελλάδα θα πρέπει να έχουν μήκος 45 cm (Νικολάου, 2011) (Εικόνα 1.11).



Εικόνα 1.11: Μοσχεύματα αμπέλου, εμβολιάσιμα (α), ριζοβόλησης (β) και εμβολιοφόρες κληματίδες (γ) (Πηγή: Σταυρακάκης, 2013).

1.9.4 Κοπή και τεμαχισμός κληματίδων

Η κοπή των μοσχευμάτων από μητρικές φυτείες υποκειμένων ανθεκτικών στη φυλλοξήρα γίνεται κατά τη χειμέρα ανάπαυση των πρέμνων και κατά προτίμηση σε ημέρες με νέφη, απάνεμες, με χαμηλές θερμοκρασίες και υψηλή σχετική υγρασία ώστε να αποφευχθεί η αφυδάτωση τους (Σταυρακάκης κ.ά., 2000). Ο καταλληλότερος χρόνος κοπής των μοσχευμάτων θεωρείται αμέσως μετά τη φυλλόπτωση, περίοδος όπου οι κληματίδες διατηρούν υψηλότερα ποσοστά υγρασίας και έχουν υψηλή συγκέντρωση αποθησαυριστικών ουσιών.

Στην αμπελοκομική πρακτική οι μεγάλες κληματίδες μεταφέρονται στις φυτωριακές εγκαταστάσεις όπου γίνεται αξιολόγηση της φυτουγείας και αποθησαυρισμού τους, αποκοπή των μεσοκάρδιων και των μη ξυλοποιημένων τμημάτων και τεμαχισμός τους ανάλογα με το είδος των μοσχευμάτων. Συνήθως τα μοσχεύματα κόβονται σε μεγαλύτερο μήκος από τις μητρικές φυτείες στα 80 – 90 cm και ακολούθως τέμνονται στο τελικό τους μήκος στο φυτώριο με σκοπό την αποφυγή της αφυδάτωσης τους. Κατά τον τεμαχισμό των κληματίδων ακολουθούνται ορισμένοι πρακτικοί κανόνες ώστε να φαίνεται ευκρινώς η πολικότητα της κληματίδας. Η τομή στη βάση του κάθε μοσχεύματος είναι κάθετη σε απόσταση 1 cm από τον τελευταίο κόμβο, ενώ στη κορυφή η τομή γίνεται πλάγια με κλίση 45 μοιρών και σε απόσταση 3 cm από τον τελευταίο κόμβο (Σταυρακάκης, 2013) (Εικόνα 1.12).



Εικόνα 1.12: Τομές στη βάση (αριστερά) και κορυφή (δεξιά) των μοσχευμάτων για σήμανση της πολικότητάς τους.

1.9.5 Κατηγορίες, δεματοποίηση και σήμανση μοσχευμάτων

Όπως προαναφέρθηκε από τις μητρικές φυτείες παράγονται τα μοσχεύματα ριζοβόλησης και τα εμβολιάσιμα όπου πρέπει να τηρούν τις απαραίτητες προδιαγραφές σε φυσικά χαρακτηριστικά όπως το μήκος και η διάμετρος τους. Τα μοσχεύματα ριζοβόλησης συσκευάζονται σε δέματα των 100 με μέγιστο αριθμό ανά δέμα 500, το ίδιο και τα άρριζα εμβολιάσιμα μοσχεύματα με μέγιστο αριθμό τα 1000 τεμάχια. Τα εμβολιομοσχεύματα της ευρωπαϊκής αμπέλου με πέντε λανθάνοντες οφθαλμούς συσκευάζονται σε δέματα των 100 ή 200 τεμαχίων ενώ, όταν έχουν ένα οφθαλμό σε δέματα των 500 με μέγιστο αριθμό τα 5000 τεμάχια. Κάθε δέμα τυλίγεται με μια ταινία από ειδικό μηχάνημα και σημαίνεται με πινακίδα που φέρει όλα τα απαραίτητα στοιχεία ταυτότητας (Σταυρακάκης, 2013).

Το πολλαπλασιαστικό υλικό της αμπέλου σύμφωνα με την νομοθεσία διακρίνεται σε αρχικό, βασικό, πιστοποιημένο και standard. Ανάλογα με τη διάκριση φέρει ετικέτες διαφορετικού χρώματος. Το αρχικό υλικό φέρει λευκή ετικέτα με μωβ διαγώνια γραμμή, το βασικό λευκή, το πιστοποιημένο μπλε και το standard βαθύ κίτρινο.

- Αρχικό: έχει παραχθεί με ευθύνη του δημιουργού με γενικά αποδεκτές μεθόδους, έχει γνησιότητα ως προς την ποικιλία ή κλώνο, είναι υγιές, έχει τις προϋποθέσεις της κατηγορίας του και έχει ως προορισμό την παραγωγή βασικού ή πιστοποιημένου πολλαπλασιαστικού υλικού.
- Βασικό: φέρει τις προδιαγραφές του αρχικού πολλαπλασιαστικού υλικού και προορίζεται για την παραγωγή πιστοποιημένου πολλαπλασιαστικού υλικού.
- Πιστοποιημένο: προέρχεται απευθείας από αρχικό ή βασικό υλικό, πληρεί τις προβλεπόμενες προϋποθέσεις της κατηγορίας του και έχει ως προορισμό την εγκατάσταση παραγωγικών αμπελώνων για παραγωγή σταφυλών.
- Standard: διαθέτει την ταυτότητα και καθαρότητα της ποικιλίας, πληρεί τις προβλεπόμενες προϋποθέσεις της κατηγορίας του και έχει ως προορισμό την εγκατάσταση παραγωγικών αμπελώνων για παραγωγή σταφυλών.



Εικόνα 1.13: Δεματοποίηση εμβολιάσιμων μοσχευμάτων (Πηγή: Σταυρακάκης, 2013).

1.9.6 Διατήρηση μοσχευμάτων

Μετά την λήψη των μοσχευμάτων από τις μητρικές φυτείες και μέχρι οι θερμοκρασίες και οι περιβαλλοντικές συνθήκες να καταστούν ιδανικές για φύτευση τους στα φυτώρια, τα μοσχεύματα χρήζουν ανάγκης αποθήκευσης και διατήρησης σε συνθήκες που να μην προκαλούν αφυδάτωση και διάσπαση των αποθησαυριστικών ουσιών. Η αποθήκευση

των μοσχευμάτων γίνεται συνήθως σε ψυκτικούς θαλάμους σε θερμοκρασίες 1 – 2 °C και υψηλή σχετική υγρασία ώστε να αποφευχθεί η αφυδάτωση και η αυξημένη αναπνοή τους. Αυτό επιτυγχάνεται με διατήρηση των μοσχευμάτων σε σακούλες πολυαιθυλενίου με κάποιο βρεγμένο υλικό όπως ο περλίτης (Coombe και Dry, 1992). Αυτές οι συνθήκες αποθήκευσης με την υψηλή σχετική υγρασία μπορεί να προκαλέσουν την ανάπτυξη παθογόνων μικροοργανισμών, συχνά του *Botrytis cinerea*, καθώς και την διατήρηση και διασπορά και άλλων παθογόνων, πράγμα που μπορεί να οδηγήσει σε μειωμένη επιτυχία του πολλαπλασιασμού καθώς και σε πολλά προβλήματα κατά την εγκατάσταση και παραγωγική ζωή των αμπελώνων.

Για το λόγο αυτό στην αμπελοφυτωριακή τεχνική τα μοσχεύματα δέχονται κάποιες μεταχειρίσεις. Η σύννηθες πρακτική είναι η εμβάπτιση των μοσχευμάτων και ενυδάτωση τους σε νερό για 1 – 2 ημέρες και μετέπειτα η χρήση μυκητοκτόνων ουσιών. Συνήθως χρησιμοποιείται σε συγκέντρωση 0,5% Chinosol (8-hydroxyquinoline sulphate) που όμως δεν αντιμετωπίζει όλους τους παθογόνους μικροοργανισμούς. Παράλληλα υπάρχουν κάποιες αναφορές ότι σε κάποιες περιπτώσεις μπορεί να εμποδίσει την καλογένεση (Waite κ.ά., 2015). Η εμβάπτιση στο μυκητοκτόνο γίνεται σε θερμοκρασία 15 – 18 °C για 5 – 7 ώρες για τα εμβολιομοσχεύματα και 12 – 15 ώρες για τα υποκείμενα (Σταυρακάκης, 2013). Η αποτελεσματικότητα της εφαρμογής αυξάνεται όταν η συγκέντρωση της μυκητοκτόνου ουσίας στο διάλυμα εμβάπτισης διατηρείται σταθερή σε 0,5% και το pH κοντά στο 3,8, με τη χρήση οξέος, συνήθως θεικού. Η αποθήκευση των μοσχευμάτων σε θερμοκρασία 1 °C υποβοηθά την όλη διαδικασία αντιμετώπισης των μικροοργανισμών (Coombe και Dry, 1992). Πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή γιατί σε μερικές περιπτώσεις σε θερμοκρασία κάτω του 1 °C φαίνεται το μυκητοκτόνο να δημιουργεί κρυστάλλους και να καθίσταται τοξικό για τα μοσχεύματα (Waite κ.ά., 2015).

Η δεύτερη εναλλακτική και πρακτικά χρησιμοποιούμενη μέθοδος απολύμανσης των μοσχευμάτων είναι η εμβάπτιση τους σε θερμό νερό. Η εφαρμογή αυτή φαίνεται να είναι αποτελεσματική κατά ασθενειών του ξυλόματος όπως *Agrobacterium vitis*, *Phaeomonilla clamydospora*, του αρχικού μολύσματος της ίσκας και του φυτοπλάσματος *Flavescence doree*. Μπορεί η μέθοδος αυτή να θανατώσει και φυτοπαθογόνους μικροοργανισμούς όπως η φυλλοξήρα και οι νηματώδεις. Η αγωγή με καυτό νερό στους 50 °C για 30 λεπτά είναι μια πρακτική μέθοδος απολύμανσης των μοσχευμάτων στον εμπορικό πολλαπλασιασμό (Waite και May, 2005). Η μεταχείριση αυτή συνίσταται για μοσχεύματα που θα χρησιμοποιηθούν

άμεσα μετά την εφαρμογή. Μετά το πέρας της εφαρμογής πρέπει τα μοσχεύματα να τοποθετούνται σε καθαρό νερό και σε θερμοκρασία περιβάλλοντος για 20 – 30 λεπτά. Τέλος πρέπει να δύνεται προσοχή ώστε τα μοσχεύματα να είναι καλά ξυλοποιημένα και σε κατάσταση λήθαργου. Έχουν αναφερθεί περιπτώσεις όπου η εφαρμογή αυτή προκάλεσε πρόωρη έκπτυξη των λανθανόντων οφθαλμών και καθυστέρηση της ριζογένεσης. Η αύξηση της θερμοκρασίας στους 55 °C και η παραμονή για 10 λεπτά οδήγησε σε φτωχό σχηματισμό κάλου (Σταυρακάκης, 2013).

1.9.7 Παραγωγή και προδιαγραφές έρριζων απλών μοσχευμάτων

Μετά τη κοπή και δεμματοποίηση ανάλογα με τις προδιαγραφές που πρέπει να φέρουν τα έρριζα απλά μοσχεύματα μεταφέρονται στο φυτώριο παραφινώνεται η κορυφή τους ώστε να μην αφυδατωθούν και είτε συντηρούνται σε ψυκτικούς θαλάμους, είτε φυτεύονται στο έδαφος. Από τις καλλιεργητικές φροντίδες μετά τη φύτευση ιδιαίτερη σημασία έχει και η φυτοπροστασία για τη φυλλόβια μορφή της φυλλοξήρας λόγω της ευαισθησίας που παρουσιάζουν τα αμερικάνικα υποκείμενα. Η εκρίζωση των μοσχευμάτων γίνεται τον επόμενο χειμώνα μετά τη φύτευση τους. Τα έρριζα πλέον μοσχεύματα εκριζώνονται και μεταφέρονται στο εργοτάξιο για αξιολόγηση, επιλογή, περιορισμό του ριζικού συστήματος και συντήρηση τους μέχρι τη διάθεση τους στους αμπελουργούς για φύτευση στον αμπελώνα και τον επιτόπιο εμβολιασμό (Σταυρακάκης, 2013). Τα μοσχεύματα κρίνονται ως κατάλληλα εφόσον έχουν τουλάχιστον 3 κύριες ρίζες κανονικά κατανομημένες στη βάση του μοσχεύματος. Εξαιρεση αποτελεί το υποκείμενο 420 Α όπου γίνεται αποδεκτό και με 2 ρίζες αλλά σε θέση διαμετρικά αντίθετη η μια με την άλλη. Η διάμετρος του μοσχεύματος κάτω από την ετήσια βλάστηση θα πρέπει να είναι τουλάχιστο 5 mm μετρούμενο στη μέση του μεσογονατίου και κατά τη μεγαλύτερη διάμετρο. Στη συνέχεια δεμματοποιούνται σε δέματα των 50, 100 ή πολλαπλάσια του 100 με μέγιστο τα 500 τεμάχια (Νικολάου, 2011).

1.9.8 Παραγωγή και προδιαγραφές έρριζων εμβολιασμένων μοσχευμάτων

Τα εμβολιάσιμα μοσχεύματα εξέρχονται από τη συντήρηση ενυδατώνονται για 24 ώρες σε νερό και ακολούθως αφαιρούνται οι λανθάνοντες οφθαλμοί με ειδικά ψαλίδια ή ειδικό τροχό. Οι εμβολιοφόρες κληματίδες τεμαχίζονται σε μοσχεύματα ενός οφθαλμού και διαβρέχονται ώστε να μην αφυδατωθούν. Στην σύγχρονη αμπελοφυτωριακή τεχνική γίνεται εμβολιασμός των δύο με αυτόματες ή χειροκίνητες μηχανές ωμέγα. Μετά τον εμβολιασμό εφαρμόζεται παραφίνωση σε λουτρό παραφίνης θερμοκρασίας 80 °C και ακολούθως εμβάπτιση σε κρύο νερό για στέγνωμα. Η παραφίνη προστατεύει το σημείο ένωσης από

καταπονήσεις και αφυδάτωση κατά τις μετέπειτα μεταχειρίσεις. Η σύσταση της παραφίνης δεν περιέχει τοξικές ουσίες και μπορεί να περιέχει και κάποιες μυκητοκτόνες ουσίες, καθώς και παρεμποδιστές έκπτυξης ριζών από το σημείο του εμβολίου. Το τρίτο στάδιο που ακολουθεί είναι η στρωμάτωση των εμβολιασμένων άρριζων μοσχευμάτων σε πλαστικά κιβώτια χωρητικότητας 700 – 800 μοσχευμάτων και ξύλινων χωρητικότητας 1200 – 1500 μοσχευμάτων μαζί με κάποιο υλικό στρωμάτωσης, όπως ο περλίτης, τα ρινίσματα ξύλου ο βερμικουλίτης και η τύρφη εμποτισμένα με νερό.

Τα κιβώτια μετά τη διαδικασία αυτή οδηγούνται στους θερμοθαλάμους για τη διαδικασία της συγκόλλησης εμβολίου – υποκειμένου. Παρατηρήσεις από την ελληνική φυτωριακή πράξη δείχνουν ότι για την πλήρη συγκόλληση σε θερμοκρασία 30 – 32 °C απαιτούνται 14 – 15 ημέρες για τα υποκείμενα 1103 P και SO₄, 17 – 18 ημέρες για τα υποκείμενα 110 R, 41 B και 420 A και 18 – 22 ημέρες για το υποκείμενο 140 Ru (Σταυρακάκης, 2013). Ο χρόνος συγκόλλησης αν και επηρεάζεται από το είδος του εμβολίου και υποκειμένου επηρεάζεται κατά πολύ από τη θερμοκρασία. Αναφέρεται ότι σε υψηλές θερμοκρασίες 33 – 35 °C απαιτούνται 10 – 12 ημέρες, σε χαμηλότερες θερμοκρασίες 20 – 22 °C απαιτούνται 21 – 22 ημέρες και σε θερμοκρασίες 24 – 26 °C και 28 – 30 °C η συγκόλληση ολοκληρώνεται σε 18 και 14 ημέρες αντίστοιχα με σχηματισμό κάλου 1 – 2 mm στη ζώνη ένωσης (Νταβίδης, 1977).

Η υγρασία απαιτείται να είναι σε υψηλά επίπεδα και ανέρχεται σε 95 – 98% εντός των κιβωτίων και 70 – 75% στο περιβάλλοντα χώρο. Πριν την φύτευση τους τα υποκείμενα πρέπει να εγκλιματιστούν, για το λόγο αυτό τοποθετούνται τα κιβώτια στρωμάτωσης ανοικτά σε θερμοκήπιο με θερμοκρασία 22 – 24 °C για 5 – 6 ημέρες. Σε αυτή τη περίοδο λαμβάνονται μέτρα προστασίας από αφυδάτωση και τη τεφρά σήψη. Ακολούθως μεταφέρονται σε χώρο με θερμοκρασία 16 – 18 °C για τη σκληραγώγηση τους όπου και παραμένουν για δύο περίπου βδομάδες. Πριν τη φύτευση γίνεται σύντμηση των βλαστών των εμβολίων, γίνεται μια δεύτερη παραφίνωση στη ζώνη ένωσης, γίνεται ή εμβάπτιση σε ορμόνες ριζοβολίας και ή φύτευση τους στο φυτώριο (Εικόνα 1.14). Μετά το πέρας ενός έτους στο φυτώριο τα φυτά εκριζώνονται μηχανικά και μεταφέρονται στο φυτώριο. Εκεί διατηρείται η καταλληλότερη κληματίδα του υποκειμένου που κλαδεύεται στους δύο οφθαλμούς, ενώ το ριζικό σύστημα περιορίζεται στο ¼ περίπου. Τέλος τα μοσχεύματα παραφινώνονται στο σημείο ένωσης εμβολίου υποκειμένου και αποθηκεύονται σε ψυκτικούς θαλάμους μέχρι τη διάθεση τους (Εικόνα 1.15). Τα έρριζα εμβολιασμένα μοσχεύματα

συσκευάζονται σε δέματα των 25, 50, 100 και πολλαπλάσια του 100 με μέγιστο αριθμό τα 500 τεμάχια (Σταυρακάκης, 2013).



Εικόνα 1.14: Έξοδος συγκολλημένων εμβολιασμένων μοσχευμάτων από το θερμοθάλαμο (αριστερά) και απομάκρυνση βλαστών και επαναπαραφίνωση τους για φύτευση (δεξιά).



Εικόνα 1.15: Εκρίζωση μοσχευμάτων από το φυτώριο (αριστερά), κλάδευμα της κληματίδας, περιορισμός του ριζικού συστήματος, παραφίνωση και δεματοποίηση για αποθήκευση μέχρι τη φύτευση (δεξιά) (Πηγή: Σταυρακάκης, 2013).

1.10 Εναλλακτικές μέθοδοι αγενούς πολλαπλασιασμού της αμπέλου

Ο παγκόσμιος αμπελώνας καλύπτει τις ανάγκες του σε πολλαπλασιαστικό υλικό από τις φυτωριακές μονάδες σχεδόν στο σύνολο του από την παραγωγή έρριζων απλών και εμβολιασμένων ξυλοποιημένων μοσχευμάτων. Τα στοιχεία που οδηγούν στην ευρεία διάδοση αυτής της μεθόδου πολλαπλασιασμού είναι η απλότητα, το χαμηλό κόστος παραγωγής αλλά και εγκατάστασης μιας φυτωριακής μονάδας (Hartmann κ.ά., 1997). Αυτή

η μέθοδος όμως είναι χρονοβόρα και χρειάζεται τουλάχιστο 12 μήνες για την παραγωγή του πολλαπλασιαστικού υλικού καθώς και μεγάλο αριθμό εκτάσεων και φυσικών πόρων.

Υπάρχουν περιπτώσεις όπου τα κλασικά φυτώρια δεν μπορούν να ανταποκριθούν στις ανάγκες και ειδικές απαιτήσεις παραγωγής πολλαπλασιαστικού υλικού της αμπέλου όπως διαμορφώνονται είτε από την αδυναμία εγκατάστασης και παραγωγής υπαίθρια, εξαιτίας των δυσμενών καιρικών και εδαφικών συνθηκών, είτε από την ανάγκη ταχύτερης απόκτησης πολλαπλασιαστικού υλικού, είτε ο πολλαπλασιασμός σπάνιων και δυσχερώς ριζοβολούντων ειδών, ποικιλιών και κλώνων, είτε από την ύπαρξη πολύ μικρού αριθμού αρχικών, μητρικών φυτών, είτε για την ανάγκη καθαρισμού και παραγωγής πολλαπλασιαστικού υλικού απαλλαγμένου από ιώσεις και φυτοπαθογόνους μικροοργανισμούς (Σταυρακάκης, 2013).

Για τους παραπάνω λόγους εφαρμόζονται πολλές μέθοδοι ταχείας παραγωγής πολλαπλασιαστικού υλικού όπως, η παραγωγή έρριζων εμβολιασμένων μοσχευμάτων εντός δοχείων σε ελεγχόμενες συνθήκες, ή χρήση υδροπονικών συστημάτων με θερμαινόμενα υποστρώματα για γρηγορότερη ριζογένεση και επακόλουθη φύτευση σε δοχεία. Άλλη μέθοδος είναι η ριζοβόληση χλωρών μοσχευμάτων σε συνθήκες υδρονέφωσης και τέλος ο μικροπολλαπλασιασμός *in vitro* με τη μέθοδο της ιστοκαλλιέργειας. Οι δύο τελευταίες παρά των πλεονεκτημάτων τους απαιτούν πολύ μεγάλο αρχικό κόστος εγκατάστασης και εξειδικευμένο προσωπικό (Coombe και Dry, 1992). Μια άλλη μέθοδος αγενούς πολλαπλασιασμού της αμπέλου, από τις αρχαιότερες, είναι αυτή των καταβολάδων που, σταμάτησε να χρησιμοποιείται μετά την εισβολή της φυλλοξήρας και την ανάγκη εμβολιασμού των ποικιλιών *Vinifera* σε αμερικάνικα υποκείμενα. Ωστόσο χρησιμοποιείται στις λιγοστές μη φυλλοξηριώσες περιοχές και σε κάποια υποκείμενα όπου παρουσιάζουν μεγάλη δυσχέρεια πολλαπλασιασμού με τις άλλες μεθόδους όπως τα είδη του υπογένους *Muscadinia* (Galet, 2000).

1.11 Υδροπονία και εφαρμογές του συστήματος επιπλέουσας υδροπονίας

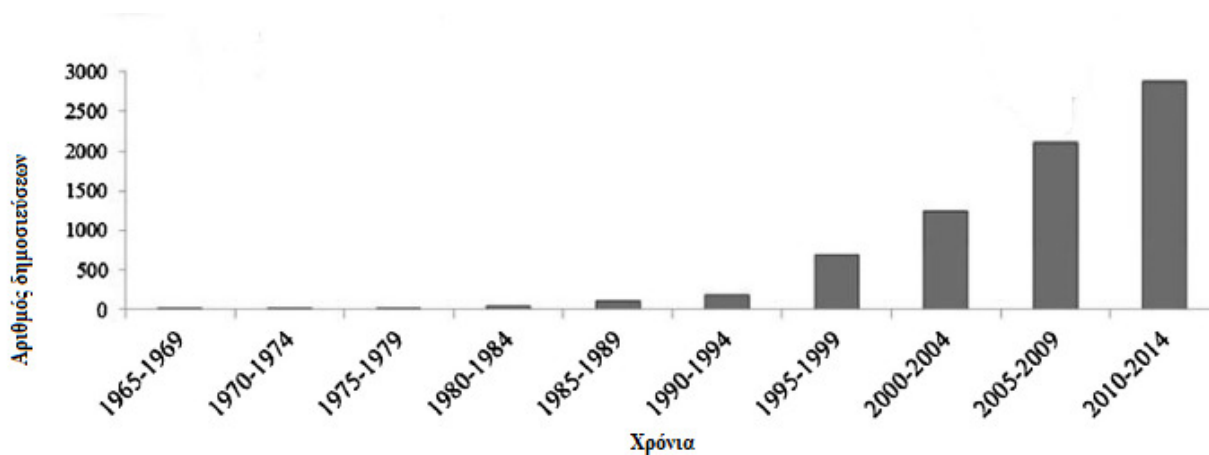
Η υδροπονική καλλιέργεια ή καλλιέργεια εκτός εδάφους καλείται κάθε μέθοδος καλλιέργειας φυτών των οποίων το ριζικό σύστημα αναπτύσσεται εκτός του φυσικού εδάφους. Στις σύγχρονες υδροπονικές καλλιέργειες το ριζικό σύστημα του φυτικού υλικού είτε αναπτύσσεται απευθείας στο τεχνικά παρασκευασμένο θρεπτικό διάλυμα, είτε στα καλούμενα υποστρώματα, δηλαδή, πορώδη στερεά υλικά που διαβρέχονται τακτικά με το υδατικό διάλυμα καλύπτοντας έτσι τις ανάγκες των φυτών σε νερό και θρέψη. Η καλλιέργεια

φυτών εκτός φυσικού εδάφους έχει λάβει χώρα από τα αρχαία χρόνια με πιο γνωστή την περίπτωση των κρεμαστών κήπων της Βαβυλώνας που αναπτύσσονταν πάνω σε αναβαθμίδες με υπόστρωμα και νερό. Η υδροπονία με την πλήρη έννοια του όρου γεννήθηκε από τους Sachs και Knorr το 1859 όπου ήταν οι πρώτοι που καλλιέργησαν φυτά σε θρεπτικό υδατικό διάλυμα με σκοπό την διερεύνηση της ανάγκης των φυτών σε θρεπτικά στοιχεία. Πρακτική εφαρμογή σε μεγάλη κλίμακα έγινε κατά τον 2^ο παγκόσμιο πόλεμο από τον αμερικανικό στρατό για την καλλιέργεια νωπών λαχανικών σε άγονα νησιά για την διατροφή των στρατιωτών (Σάββας, 2011). Σήμερα χρησιμοποιούνται ευρέως σε όλο τον κόσμο σε εμπορική κλίμακα διάφορες μέθοδοι υδροπονικής καλλιέργειας για την παράγωγή ανθοκομικών καθώς και λαχανοκομικών ειδών προς κατανάλωση. Ο τομέας αυτός αποτελεί σημείο μεγάλης ερευνητικής δραστηριότητας τόσο από τον διεθνή οργανισμό καλλιεργειών εκτός εδάφους όσο και από πολλά εθνικά και ακαδημαϊκά ιδρύματα (Μαυρογιαννόπουλος, 2006) (Γράφημα 1.1).

Η ανάπτυξη των φυτών εκτός εδάφους δημιουργεί την ανάγκη για τη δημιουργία ενός τεχνητού και ελεγχόμενου περιβάλλοντος στην περιοχή της ρίζας. Ανάλογα με την τεχνολογία, το σύστημα κυκλοφορίας του θρεπτικού διαλύματος και τα υλικά που χρησιμοποιούνται ως υποστρώματα, οι υδροπονικές καλλιέργειες μπορούν να ταξινομηθούν σε διάφορα συστήματα και μεθόδους, αν και υπάρχουν πολλές παραλλαγές (Μαυρογιαννόπουλος, 2006). Ανάλογα με το σύστημα κυκλοφορίας του θρεπτικού διαλύματος τα υδροπονικά συστήματα χωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες, τα ανοικτά και κλειστά συστήματα. Τα ανοικτά συστήματα απαιτούν κάποιο στερεό υπόστρωμα ανάπτυξης του φυτού. Το θρεπτικό διάλυμα που χορηγείται απορρέει, έτσι κάθε φορά παρασκευάζεται καινούριο για την επόμενη τροφοδότηση. Τα κλειστά συστήματα χρησιμοποιούν είτε κάποιο στερεό υπόστρωμα για την ανάπτυξη του φυτού είτε το ίδιο το θρεπτικό διάλυμα αφού συγκεντρώνεται, ρυθμίζεται και επανακυκλοφορεί. Ως προς την μέθοδο και το υπόστρωμα καλλιέργειας ένας γενικός διαχωρισμός γίνεται στα συστήματα που δεν χρησιμοποιούν στερεό υπόστρωμα και σ' αυτά που χρησιμοποιούν είτε ανόργανα αδρανή υποστρώματα είτε οργανικά (Lee και Lee , 2015) (Πίνακας 1.4).

Πίνακας 1.4: Κύρια κατηγοριοποίηση των υδροπονικών συστημάτων (Πηγή: Μαυρογιαννόπουλος, 2006).

| Υπόστρωμα | Κατηγορία | Μέθοδος |
|----------------------------|---|---|
| Χωρίς στερεό υπόστρωμα | Καλλιέργεια σε ρέον θρεπτικό διάλυμα. | N.F.T, N.G.S. |
| | Καλλιέργεια σε ψεκαζόμενο θρεπτικό διάλυμα. | Αεροπονία. |
| | Καλλιέργεια σε λεκάνες με θρεπτικό διάλυμα. | Επιπέδουσα υδροπονία. |
| Ανόργανο αδρανές υπόστρωμα | Καλλιέργεια σε διογκωμένα ορυκτά. | Περλίτη, ορυκτοβάμβακα, διογκωμένη άργιλος κ.ά. |
| | Καλλιέργεια σε φυσικά αδρανή υλικά. | Άμμος, ελαφρόπετρα, βερμικουλίτης κ.ά. |
| Οργανικό υπόστρωμα | Καλλιέργεια σε φυσικά οργανικά υποστρώματα. | Τύρφη, ίνες καρύδας, φλοιός, λέπυρα ρυζιού κ.ά. |
| | Καλλιέργεια σε οργανικά διογκωμένα συνθετικά υλικά. | Πολυουρεθάνη, πολυστερίνη, κ.ά. |



Γράφημα 1.1: Εξέλιξη των δημοσιευμένων ερευνών σε θέματα υδροπονίας (Πηγή: Lee και Lee, 2015).

1.11.1 Σύστημα επιπέδου υδροπονίας

Η βασική αρχή του συστήματος, είναι η τοποθέτηση του φυτικού υλικού πάνω σε πλάκες από ελαφρύ υλικό. Το πιο σύνηθες είναι πλάκες πολυστερίνης στις οποίες δημιουργούνται οπές στις επιθυμητές αποστάσεις για την τοποθέτηση των φυτών ώστε το ριζικό σύστημα να αναπτυχθεί κάτω από αυτές, ενώ το υπέργειο τμήμα παραμένει στο πάνω

μέρος. Οι πλάκες μαζί με το φυτικό υλικό τοποθετούνται σε υδατικό θρεπτικό διάλυμα και παραμένουν επιπλέουσες λόγω του μικρού ειδικού τους βάρους. Αυτό βοηθά επίσης στη χρήση των πλακών ως κυλιόμενος μάντας που διευκολύνει τη μεταφορά του φυτικού υλικού κατά την τοποθέτηση και απομάκρυνση του. Οι λεκάνες καλλιέργειας παρουσιάζουν μεγάλη διακύμανση ως προς το μέγεθος και το βάθος τους ανάλογα με τις ανάγκες και το χώρο. Σε κάποιες υφιστάμενες εγκαταστάσεις οι λεκάνες έχουν διαστάσεις 70 x 4 x 0,40 m, όμως το ύψος των λεκανών και του υδατικού διαλύματος σε μερικές περιπτώσεις φτάνει τα 80 - 100 cm ελαχιστοποιώντας έτσι τις διακυμάνσεις και μεταβολές τόσο στη χημική σύσταση του διαλύματος όσο και στη σταθερότητα της θερμοκρασίας του συστήματος ως προς τις περιβαλλοντικές μεταβολές. Το σύστημα αυτό ευνοεί την ανάπτυξη του ριζικού συστήματος. Οι λεκάνες πρέπει να αποτελούνται από κάποιο αδιάβροχο και αδρανές υλικό συνήθως πλαστικό. Στον πυθμένα τους υπάρχουν διάτρητοι σωλήνες για απομάκρυνση, διόρθωση και ανακύκλωση του θρεπτικού διαλύματος με σκοπό τη ρύθμιση ως προς την σύσταση και οξυγόνωση του. Επιπλέον για οξυγόνωση χρησιμοποιούνται αντλίες έκχυσης φυσαλίδων αέρα που εμπλουτίζουν το υδατικό διάλυμα. Στην εμπορική του μορφή το σύστημα αποτελείται από αυτόματους αισθητήρες απογεμίματος του θρεπτικού διαλύματος, αισθητήρες μέτρησης της μεταβολής του pH και της ηλεκτρικής αγωγιμότητας, καθώς και κεφαλή υδροπονίας για τη ρύθμιση του (Σάββας, 2011).

1.11.2 Η εμπορική προσέγγιση και εφαρμογή του συστήματος στον πολλαπλασιασμό αμπέλου

Το σύστημα αυτό εφαρμόζεται εμπορικά με επιτυχία κυρίως για την παραγωγή μικρού μεγέθους φυτών, όπως το μαρούλι και άλλα κηπευτικά. Χρησιμοποιήθηκε για τον εγγενή πολλαπλασιασμό φυτών. Θεωρείται αποτελεσματική μέθοδος παραγωγής σπορόφυτων ανθοκομικών, λαχανοκομικών και άλλων φυτών όπως ο καπνός (Σάββας, 2011).

Όσον αφορά στον αγενή πολλαπλασιασμό των φυτών και κυρίως των δενδρωδών ειδών και αμπέλου φαίνεται να μην υπάρχει κάποια εμπορική χρήση του συστήματος. Από το 1950 εφαρμόστηκε είδη το σύστημα υδρονέφωσης αυξάνοντας κατά πολύ τα ποσοστά ριζογένεσης σε πολλά είδη φυτών. Σε μελέτη που ερευνήσε την επίδραση του συστήματος επιπλέουσας υδροπονίας στη ριζογένεση πράσινων μοσχευμάτων κλώνων άγριας αμπέλου *Vitis thunbergii* στην Ταϊβάν, παρατηρήθηκε σημαντική αύξηση του ποσοστού ριζοβολίας περίπου κατά 40% σε σχέση με υπόστρωμα που είχε σύσταση 3 περλίτη: 2 κοκοφοίνικα.

Επιπρόσθετα παρατηρήθηκε μείωση του χρόνου εμφάνισης των τυχαίων ριζών, προτείνοντας έτσι το σύστημα επιπλέουσας υδροπονίας ως ένα εφαρμόσιμο σύστημα για την αναπαραγωγή κλώνων αμπέλου (Peng κ.ά., 2008).

Το σύστημα αυτό θα μπορούσε να παρέχει μια καινοτόμο οικονομικά επικερδή και αειφορική μέθοδο πολλαπλασιασμού της αμπέλου αφού παρουσιάζει μια σειρά πλεονεκτημάτων σε σχέση με τη συμβατική μέθοδο πολλαπλασιασμού στον αγρό. Η εγκατάσταση, ο πολλαπλασιασμός και η ανάπτυξη ριζικού συστήματος απαιτούν το έδαφος να έχει τις κατάλληλες φυσικοχημικές ιδιότητες για την καλή ανάπτυξη του ριζικού συστήματος καθώς και το νερό άρδευσης να είναι σε καλή κατάσταση χωρίς την ύπαρξη αλάτων. Η υδροπονία είναι ένα σύστημα που μπορεί να αξιοποιήσει το νερό ως υπόστρωμα αφήνοντας έτσι καλής ποιότητας εδάφη για παραγωγή βρώσιμων καλλιεργειών και όχι για σκοπούς πολλαπλασιασμού. Επιπρόσθετα, τα πλεονεκτήματα του υδροπονικού συστήματος είναι: το ελεγχόμενο και βελτιστοποιημένο περιβάλλον ανάπτυξης του ριζικού συστήματος των φυτών, η απαλλαγή των φυτών από ασθένειες του εδάφους, η εξοικονόμηση του νερού και των θρεπτικών στοιχείων αφού η εφαρμογή είναι στοχευόμενη και δεν υπάρχει απώλεια λόγω επιφανειακών απορροών και απορρόφησης τους στα βαθύτερα στρώματα του εδάφους, η αποφυγή της ρύπανσης του υδροφόρου ορίζοντα με λιπαντικά στοιχεία και η άσκοπη σπατάλη νερού, η ευκολότερη ρύθμιση του περιβάλλοντος της ρίζας με θέρμανση και αερισμό, η μη ανάγκη εφαρμογής κοστοβόρων, χρονοβόρων και με υψηλό αποτύπωμα άνθρακα καλλιεργητικών φροντίδων του εδάφους, δηλαδή, καλλιέργεια, ζιζανιοκτονία, κ.ά.. Τέλος δεν υπάρχει ανάγκη αγοράς, μεταφοράς και απολύμανσης των ογκωδών και δαπανηρών υλικών των υποστρωμάτων (Μαυρογιαννόπουλος, 2006).

Το σύστημα αυτό μειονεκτεί στο ότι έχει υψηλό αρχικό κόστος εγκατάστασης, είναι ευαίσθητο σύστημα καλλιέργειας χωρίς μεγάλες ανοχές λαθών αφού μπορεί να αποβούν καταστρεπτικές. Για την χρήση του χρειάζεται καταρτισμένο προσωπικό με πλήρη επίγνωση των πιθανών κινδύνων λόγω του ότι το νερό μπορεί εύκολα να μεταδώσει ασθένειες σε ολόκληρο το πολλαπλασιαστικό υλικό (Lee και Lee, 2015).

1.12 Υποκείμενα – Ποικιλίες

1.12.1 SO₄

1.12.1.1 Αμπελογραφική περιγραφή

Κορυφή νεαρής βλάστησης: Μετρίως ανοιχτή έως ανοιχτή, χνοώδης με ρόδινη παρυφή.

Νεαρά φύλλα: Αραχνοϋφή, πράσινα με ορειχάλκινες αποχρώσεις και μισχικό κόλπο σε σχήμα U.

Ποώδης βλαστός: Ερυθρωπός έως ιώδης στη νωτιαία πλευρά, ενώ στη κοιλιακή πλευρά πράσινος με ερυθρά στίγματα, πλευρώδης, βελουδοειδής. Οι κόμβοι είναι ρόδινοι έως ιώδεις, βελουδοειδείς και οι οφθαλμοί μικροί, πράσινοι.

Ανεπτυγμένο φύλλο: Μεγάλο, σφηνοειδές, πλήρες με έλασμα κυματώδες, ενίοτε ελαφρώς πομφολυγώδες, με την παρυφή γυρισμένη προς τα πάνω, κιτρινοπράσινο, λείο στην άνω επιφάνεια, αραχνοϋφές στην κάτω επιφάνεια. Ο μισχικός κόλπος ανοιχτός, σχήματος U και έχει ρόδινο μισχικό σημείο. Οι νευρώσεις κιτρινοπράσινες, βελουδοειδείς. Μίσχος βραχύς, βελουδοειδής και οι οδόντες μικροί, σχεδόν επίπεδοι με κυρτές πλευρές.

Άνθος: Άρρεν, στείρο.

Έλικες: Κατά κανόνα δισχιδείς, ενίοτε τρισχιδείς, μικρού έως μέτριου μήκους, ερυθροϊώδεις, λείοι ή μεταξώδεις.

Κληματίδα: Λεία, πλευρώδης, καστανού σκοτεινού χρώματος με βελουδοειδείς κόμβους και οφθαλμούς μικρούς και αιχμηρούς (Σταυρακάκης, 2010).



Εικόνα 1.16: Κορυφή νεαρής βλάστησης (αριστερά) και ανεπτυγμένο φύλλο στην πάνω επιφάνεια (μέση) και κάτω επιφάνεια (δεξιά) του υποκειμένου SO₄ (Πηγή: Σταυρακάκης, 2010).

1.12.1.2 Ιδιότητες και καλλιεργητική συμπεριφορά

Το υποκείμενο SO₄ επιλέχθηκε από φυτά του κλώνου Teleki, διασταύρωσης δηλαδή του *V. berlandieri* x *V. riparia* No 4, στην αμπελογραφική συλλογή του Oppenheim της Γερμανίας (Νικολάου, 2011). Η ονομασία του αποτελεί βραχυγραφία του Selection Oppenheim No 4.

Το υποκείμενο SO₄ εμφανίζει πολύ υψηλή αντοχή στη ριζόβια μορφή της φυλλοξήρας, ικανοποιητική αντοχή στους νηματώδες του γένους *Meloidogyne*, αλλά είναι ευαίσθητο στη φυτόφθορα και τη θήλωση. Είναι υποκείμενο μέτριας έως κανονικής ζωηρότητας, αν και μερικές φορές περιγράφεται ως υποκείμενο με μεγάλη ζωηρότητα που αυξάνει την παραγωγή πράγμα που μπορεί να οφείλεται σε διαφορετικούς κλώνους του υποκειμένου (Νικολάου, 2011). Ευνοεί την πρώιμη καρπόδεση και ωρίμανση των σταφυλών και συμβάλλει στην παραγωγικότητα των ποικιλιών που εμβολιάζονται σε αυτό. Έχουν αναφερθεί περιπτώσεις στη Γαλλία όπου πολύ ζωηροί κλώνοι προκαλούν ανθόρροια και καρπόρροια στις ποικιλίες - εμβόλια καθώς και φυτοπαθολογικά προβλήματα εξαιτίας του πυκνού φυλλώματος που προκαλεί προσβολές από βοτρυτή. Μετά τον εμβολιασμό και την εγκατάσταση στον αμπελώνα αναπτύσσεται μάλλον βραδέως στα πρώτα χρόνια παρουσιάζοντας μικρή ζωηρότητα. Παρατηρείται ότι μετά το πέρας 15 περίπου χρόνων η ζωηρότητα μειώνεται σε βαθμό ώστε να επιβάλλεται αναμπέλωση. Συγκριτικά συμπεριφέρεται καλύτερα από τα υποκείμενα 161 - 49 C και 41 B, αλλά υστερεί έναντι του 5 BB, στους ευρωπαϊκούς αμπελώνες της Γαλλίας, Γερμανίας κ.ά.. Εξαιτίας της μεγάλης ομοιότητας των αμπελογραφικών χαρακτήρων με το υποκείμενο 5 C χρησιμοποιήθηκε αδιάκριτα στη βόρεια Αμερική, μέχρι ότου έρευνες με βιοχημικές και μοριακές μεθόδους έδειξαν ότι πρόκειται για διαφορετικά υποκείμενα (Σταυρακάκης, 2010).

Η εφαρμογή κλωνικής επιλογής στον αρχικό πληθυσμό του υποκειμένου έδωσε πολύ ενδιαφέροντες κλώνους που μπορούν να ανταποκριθούν σε ειδικές εδαφοκλιματικές συνθήκες των υπό αναμπέλωση περιοχών, αλλά και στις απαιτήσεις των ποικιλιών οινοποίησης, προκαλώντας όμως συχνά αντιφατικά αποτελέσματα διαφόρων ερευνητικών εργασιών. Στην αμπελοκομική πράξη βρέθηκε ότι ο κλώνος No 5 του υποκειμένου παρουσιάζει προβλήματα όταν εμβολιάζεται με τον κλώνο No 101 της ποικιλίας Syrah, με αποτέλεσμα την ξήρανση της ποικιλίας - εμβολίου ύστερα από 3 - 4 χρόνια (Σταυρακάκης, 2010).

Είναι ευαίσθητο στην έλλειψη μαγνησίου το οποίο αφομοιώνει δυσχερώς και δεν αντιδρά θετικά στην προσθήκη των αλάτων μαγνησίου στο έδαφος απαιτώντας ιδιαίτερη προσοχή στην περίπτωση καλιούχων λιπάνσεων (Νικολάου, 2011). Συχνά, όταν εμβολιάζεται με ποικιλίες απαιτητικές σε μαγνήσιο, προκαλεί ξήρανση της ράχης της ταξικαρπίας, συρρίκνωση των ραγών και τροφοπενία στο στοιχείο αυτό (Σταυρακάκης, 2010).

Συνιστάται για εδάφη δροσερά, ελαφρά, λίγο συνεκτικά, μέτριας γονιμότητας, καλά αποστραγγιζόμενα με περιεκτικότητα σε ενεργό ανθρακικό ασβέστιο έως 18% (ΔΧΙ 30). Σε πολύ γόνιμα εδάφη προκαλεί οψίμιση της παραγωγής. Παρουσιάζει ευαισθησία σε αλατούχα εδάφη, έως 0,4 γρ. ανά κιλό εδάφους και τη ξηρασία. Συμπεριφέρεται πολύ καλά στα όξινα εδάφη. Αναφέρεται ότι ορισμένοι κλώνοι στις νέες αμπελουργικές χώρες είναι ανθεκτικοί στην ξηρασία (Σταυρακάκης, 2010). Στη Γαλλία έχουν διαχωριστεί 78 κλώνοι με πιο σημαντικούς τους Ν^ο: 5, 102, 18 και 15. Ενώ οι περισσότερο χρησιμοποιούμενοι στην ελληνική αγορά είναι οι, VCR 105, ENT 102, 157 (Σταύρακας, 2010).

Όσον αφορά στον αγενή πολλαπλασιασμό το SO₄ είναι το πρώτο υποκείμενο που χρησιμοποιήθηκε για την παραγωγή πιστοποιημένων έρριζων εμβολιασμένων φυτών (Σταύρακας, 2010). Παρουσιάζει πολύ καλή συμπεριφορά στο πολλαπλασιασμό, ριζοβολεί ευχερώς, παράγει μεγάλες ποσότητες ξύλου στις μητρικές φυτείες που ωριμάζει πρώιμα, πρωιμότερα από όλα τα υποκείμενα της ομάδας Teleki. Τα ποσοστά επιτυχίας στον επιτόπιο εμβολιασμό είναι πολύ καλά, ενώ στον επιτραπέζιο ικανοποιητικά (Σταυρακάκης, 2010). Ένα χαρακτηριστικό γνώρισμα ορισμένων κλώνων του υποκειμένου αυτού είναι ότι ο κορμός του κάτω από το σημείο σύνδεσης του εμβολίου – υποκειμένου παραμένει ασθενικός και τα φυτά απαιτούν υποχρεωτική υποστήριξη (Νικολάου, 2011). Αυτό προκαλείται από την μεγάλη ανάπτυξη του εμβολίου εν αντιθέσει με το υποκείμενο που παραμένει ασθενικό οδηγώντας τελικά σε θραύση στο σημείο ένωσης τους. Το φαινόμενο παρατηρήθηκε σε αμπελώνες στην Κώ με υποκείμενο SO₄ και εμβολιασμένη την ποικιλία Grenache (Σταύρακας, 2010).

Θεωρείται από τα πλέον ενδιαφέροντα υποκείμενα και συνιστάται για τις αμπελουργικές περιοχές της μεσημβρινής Ελλάδας, με την προϋπόθεση της αποφυγής συνθηκών έντονης ξηρασίας (Σταυρακάκης, 2010).

1.12.2 1103 Paulsen

1.12.2.1 Αμπελογραφική περιγραφή

Κορυφή νεαρής βλάστησης: Μετρίως ανοιχτή έως ανοιχτή, πεπλατυσμένη, πράσινη - ορειχαλκόχροη, με ερυθρά παρυφή, αραχνοϋφής.

Νεαρά φύλλα: Στιλπνά, λεία, αναδιπλούμενα, πρασινέρυθρα έως ορειχαλκόχροα.

Ποώδης βλαστός: Σχεδόν λείος ή αραχνοϋφής, ερυθρωπός ή ερυθροϊώδης με ανοιχτοπράσινες ραβδώσεις. Κόμβοι ερυθροϊώδεις, λείοι ή βελουδοειδείς με οφθαλμούς μικρούς, πράσινους.

Ανεπτυγμένο φύλλο: Μικρό έως μέτριο, νεφροειδές, σχεδόν πλήρες. Έχει έλασμα ελαφρώς κυματώδες με περιφέρεια στραμμένη προς τα κάτω, βαθυπράσινο, λείο στην άνω και κάτω επιφάνεια, ανοιχτό πράσινο στην κάτω. Παρουσιάζει ρόδινες, ανάγλυφες, με ερυθρωπή βάση, μεταξώδεις νευρώσεις. Οδόντες κανονικοί, μέτριοι με κυρτές πλευρές και ο μισχικός κόλπος είναι πολύ ανοιχτός, σχήματος U, με γυμνή βάση.

Άνθος: Άρρεν και στείρο.

Έλικες: Κατά κανόνα τρισχιδαίς, ιώδεις, με αραιά όρθια και έρποντα τριχίδια.

Κληματίδα: Είναι μέτριου μήκους – πάχους, διακλαδιζόμενη, καστανού χρωματισμού με ραβδώσεις. Έχει μεσογονάτια μεγάλου μήκους, κυκλικής τομής, με κόμβους βελουδοειδείς με οφθαλμούς μικρούς και κωνικούς (Σταυρακάκης, 2010).



Εικόνα 1.17: Κορυφή νεαρής βλάστησης (αριστερά) και ανεπτυγμένο φύλλο στην πάνω επιφάνεια (μέση) και κάτω επιφάνεια (δεξιά) του υποκειμένου 1103 Paulsen (Πηγή: Σταυρακάκης, 2010).

1.12.2.2 Ιδιότητες και καλλιεργητική συμπεριφορά

Είναι ένα από τα σπουδαιότερα υποκείμενα της ομάδας του και προήλθε από τη διασταύρωση *Berlandieri Ressequier No 2* x *Rupestris du Lot* (Νικολάου, 2011). Δημιουργήθηκε από τον F. Paulsen την τελευταία δεκαετία του 19ου αιώνα στη Σικελία. Μετά το 1945 άρχισε η χρήση του και διαδόθηκε στη Γαλλία, Αυστραλία και Νότια Αφρική τη δεκαετία του 1960, κυρίως στα ασβεστούχα εδάφη της Σικελίας και της Τυνησίας (Σταυρακάκης, 2010).

Υψηλής αντοχής στη ριζόβια, ευαίσθητο στη φυλλόβια μορφή της φυλλοξήρας. Ανθεκτικό στον περονόσπορο και το ωίδιο, αλλά ευαίσθητο στη φυτόφθορα. Ανθεκτικό στους νηματώδεις του γένους *Meloidogyne*, μετρίως ανθεκτικό στον *Xiphinema index*. Είναι μετρίως ζωηρό έως ζωηρό, με μεγάλο βλαστικό κύκλο, πρώιμης εκβλάστησης και ταχείας ανάπτυξης, μεταδίδει ευχερώς τη ζωηρότητα στις εμβολιαζόμενες ποικιλίες, προκαλώντας έτσι οψίμιση στην παραγωγή. Από τα πιο ανθεκτικά στην ξηρασία υποκείμενο αμπέλου με πλούσιο ριζικό σύστημα που αναπτύσσεται σε βάθος. Παρουσιάζει όμως ευαισθησία στις χαμηλές θερμοκρασίες και τους όψιμους παγετούς της άνοιξης. Σε σχέση με τα υποκείμενα 110 R, 1045 P, 140 Ru, 99 R είναι πιο ανθεκτικό στην ξηρασία, αλλά υστερεί έναντι αυτών στην αντοχή στο ενεργό ασβέστιο. Προσαρμόζεται αξιοσημείωτα σε μεγάλη ποικιλία εδαφών, σε συνεκτικά, αργιλώδη, αβαθή, ξηρά, φτωχά αν και δεν συνιστάται για γόνιμα, βαθιά εδάφη. Παρουσιάζει ικανοποιητική ανοχή στην υπερβολική υγρασία του εδάφους. Είναι ανθεκτικό στα όξινα εδάφη, στο ανθρακικό ασβέστιο του εδάφους, έως 40% σε ολικό, 20% σε ενεργό, με ΔΧΙ έως 30, μετρίως ανθεκτικό στην αλατότητα, 0,6 γρ. NaCl ανά κιλό εδάφους. Έχουν αναφερθεί και περιπτώσεις αντοχής μέχρι 1,2 γρ. NaCl ανά κιλό εδάφους. Συνιστάται να αποφεύγεται η φύτευση του σε εδάφη φτωχά σε κάλιο ή να προβλέπεται πλούσια καλιούχος λίπανση, ώστε να μην εμφανίζεται το φαινόμενο της συρρίκνωσης δηλαδή, της απότομης αφυδάτωσης των ραγών σε εδάφη πλούσια σε μαγνήσιο, λόγω της σχετικά μεγάλης ευαισθησίας του στην έλλειψη καλίου (Σταυρακάκης, 2010).

Γενικά φαίνεται να παρουσιάζει πολύ καλά ποσοστά ριζοβόλησης στο φυτώριο. Η συμπεριφορά του στους επιτόπιους εμβολιασμούς, ιδίως στους θερινούς ενοφθαλμισμούς είναι πολύ καλή. Δεν έχουν αναφερθεί περιπτώσεις ασυμφωνίας και μη αρμονικής συμβίωσης με τις ποικιλίες *vinifera*. Στην Ιταλία όπου είναι ευρύτατα διαδεδομένο φάνηκε ότι δίνει πολύ καλά αποτελέσματα όταν εμβολιάζεται με ποικιλίες επιτραπέζιας χρήσης που μορφώνονται σε γραμμικά σχήματα ή κρεβατίνες. Χρησιμοποιείται σε μεγάλη έκταση στην

Αυστραλία, στις παραμεσόγειες αμπελουργικές περιοχές της Γαλλίας. Στην Ελλάδα άρχισε να διαδίδεται την τελευταία δεκαετία. Τα μέχρι σήμερα δεδομένα υποδεικνύουν ότι πρόκειται για ένα πολύ καλό υποκείμενο για τις συνθήκες της χώρας, που μπορεί να αξιοποιηθεί σε ξηρά, αβαθή, φτωχά, έστω αλατούχα, εδάφη, περιεκτικότητας σε ενεργό ανθρακικό ασβέστιο μέχρι 20% (Σταυρακάκης, 2010).

1.12.3 Dog Ridge

1.12.3.1 Αμπελογραφική περιγραφή

Κορυφή νεαρής βλάστησης: Κλειστή, βαμβακώδης με ελαφρώς ρόδινη παρυφή.

Νεαρό φύλλο: Χνοώδη, κίτρινο - πράσινου χρώματος.

Ανεπτυγμένο φύλλο: Μικρό, κυκλικό ή νεφρόσχημο προς σφηνοειδές, ολόκληρο προς ελαφρώς τρίλοβο με μισχικό κόλπο σχήματος ανοικτού U. Το έλασμα είναι παχύ με μεσονεύριες εξογκώσεις, συνεστραμμένο περιφερειακά. Το κάτω έλασμα είναι αραχνούφη με μερικά διάσπαρτα τριχίδια στα κύρια νεύρα. Οι οδόντες είναι πλατιοί, κυρτοί και αυτοί των κύριων λοβών είναι ελαφρώς προεξέχοντες.

Βλαστός: Πολυγωνικής τομής, ροδόχρους, χνοώδης στην κορυφαία περιοχή.

Άνθη: Θήλεα (Σταύρακας, 2010).



Εικόνα 1.18: Ανεπτυγμένο φύλλο στην πάνω επιφάνεια (αριστερά) και κορυφή νεαρής βλάστησης (δεξιά) του υποκειμένου Dog Ridge (Πηγή: Σταύρακας, 2010).

1.12.3.2 Ιδιότητες και καλλιεργητική συμπεριφορά

Ο Munson έκανε την τελική επιλογή του υποκειμένου Dog Ridge (Σταυρακάκης, 2010). Βρέθηκε στα βουνά του Τέξας, βόρειο - δυτικά του Belton του Dallas και απαντάται στην αλυσίδα των ασβεστούχων βουνών γνωστών ως Dog Ridge (Σταύρακας, 2010). Φαίνεται να προήλθε από γίγαρτα του είδους της αμπέλου *V. Champini* (Winkler κ.ά., 1974). Είναι ένα φυσικό υβρίδιο *rupestris* x *candicans* ίσως και *berlandieri*, αυτό και άλλα υβρίδια αμπέλου συγκεντρώθηκαν από τον Planchon ως *V. champini*, αλλά αποτελούν ένα ξεχωριστό είδος (Christensen, 2003).

Το υποκείμενο αυτό κατέστη χρήσιμο στη Καλιφόρνια, σε ελαφρά, αμμώδη, αρδευόμενα εδάφη. Είναι ζωηρό έως πολύ ζωηρό, μεταδίδει ευχερώς τη ζωηρότητα του στις εμβολιασμένες σε αυτό ποικιλίες, με όποιες αρνητικές επιδράσεις συνεπάγει η πολύ υψηλή ζωηρότητα μαζί και η χαμηλή καρπόδεση. Το υποκείμενο αυτό παρουσιάζει εξαιρετική αντοχή στους κυστονηματώδεις (Winkler κ.ά., 1974). Αντέχει σε ασβεστώδη εδάφη με περιεκτικότητα σε ολικό ασβέστιο σε ποσοστά 50 - 60%. Η αντοχή του στη ριζόβια μορφή της φυλλοξήρας είναι μικρότερη από αυτή του Salt Creek, ενώ είναι πιο ανθεκτικό στην φυλλόβια μορφή της (Σταύρακας, 2010). Παρουσιάζει μέτρια έως υψηλή αντοχή ως στη ξηρασία, την αλατότητα και τα όξινα εδάφη (Christensen, 2003).

Παρουσιάζεται ως ένα δύσκολο υποκείμενο στον πολλαπλασιασμό (Winkler κ.ά., 1974). Η ικανότητα προς ριζογένεση και επιτυχία του εμβολιασμού κατά το πολλαπλασιασμό με μοσχεύματα επηρεάζεται από την ποικιλία της αμπέλου που θα εμβολιαστεί, τη χορηγούμενη συγκέντρωση IBA και την περιεκτικότητα των μητρικών φυτών και συνεπώς των μοσχευμάτων σε φυτοχημικά συστατικά (Satisha κ.ά., 2008). Υποκείμενα όπως 41 B, 99 R, 140 Ru, 420 A, Dog Ridge και Ramsey είναι γνωστά για την μη ικανοποιητική ριζοβόληση τους. Βρέθηκε ότι η εμβάπτιση των μοσχευμάτων σε νερό για ενυδάτωση τους πριν τον εμβολιασμό ή την εγκατάστασή τους προς ριζογένεση είναι μια συνήθης μέθοδος σε φυτώρια που αυξάνει τα ποσοστά επιτυχίας ίσως λόγω της απομάκρυνσης κάποιων παρεμποδιστικών ουσιών (Gökbayrak κ.ά., 2010). Στην ελληνική αμπελοκομική πράξη το υποκείμενο αυτό δεν χρησιμοποιείται (Σταύρακας, 2010).

1.12.4 Cabernet Franc

1.12.4.1 Αμπελογραφική περιγραφή

Κορυφή νεαρής βλάστησης: Μετρίως ανοιχτή έως ανοιχτή, κιτρινόλευκη με ρόδινη παρυφή και χνοώδης.

Νεαρά φύλλα: Πρασινέρυθρα έως ορειχαλκόχροα, βαθύκολπα, χνοώδη στην άνω επιφάνεια και βαμβακώδη με χνοώδεις νευρώσεις στην κάτω επιφάνεια.

Ποώδης βλαστός: Αραχνοϋφής, ημιόρθιος, πράσινος με ερυθρές ραβδώσεις στη νωτιαία πλευρά και πράσινος στην κοιλιακή πλευρά. Κόμβοι αραχνοϋφείς, πρασινέρυθροι στη νωτιαία και πράσινοι στην κοιλιακή πλευρά με οφθαλμούς πρασινέρυθρους.

Ανεπτυγμένο φύλλο: Μέτριο, πεντάκολπο και κυκλικό. Ανώτεροι κόλποι ροπαλοειδείς, μετρίου βάθους με συγκλίνοντα χείλη και οδόντα στη βάση. Οι κατώτεροι κόλποι ροπαλοειδείς, ανοικτοί και μικρού βάθους. Ο μισχικός κόλπος είναι κλειστός σχήματος U ή λύρας. Έλασμα μετρίου πάχους, κυματώδες, μελικηρώδες, πομφολυγώδες, με αναδιπλούμενη παρυφή, λείο και βαθυπράσινο στην άνω επιφάνεια και ανοιχτοπράσινο, αραχνοϋφής στην κάτω επιφάνεια. Οι νευρώσεις είναι πράσινες, λείες στην άνω επιφάνεια και αραχνοϋφείς στην κάτω επιφάνεια. Οι οδόντες είναι ανισομεγεθείς, πλατείς, μέτριοι και με κυρτές πλευρές. Ο μίσχος είναι βραχύς, μέσου πάχους, πράσινος με ερυθρές ραβδώσεις και λείος. Κατά τη φυλλόπτωση τα φύλλα χρωματίζονται πορφυρά.

Έλικες: Μέτριου μήκους, δισχιδείς και τρισχιδείς, λείες, αραχνοϋφείς και διαλείπουσες.

Άνθη: Μορφολογικά και φυσιολογικά ερμαφρόδιτα.

Σταφυλή: Μικρή - μέτρια ενίοτε μεγάλη, κυλινδροκωνική κάποτε πτερυγωτή, πυκνή. Ο ποδίσκος είναι κοντός, ισχυρός δυσχερούς αποκοπής.

Ράγα: Μικρά – μέτρια σφαιρική. Ο φλοιός μετρίως παχύς, ανθεκτικός, κυανομέλανος με άφθονη ανθηρότητα. Σάρκα είναι, μετρίως τραγανή, ανθεκτική, χυμώδης και γλυκιά και ο χυμός είναι άχρωμος.

Γίγαρτα: Μικρά – μέτρια, με αποειδή σχήμα και λεπτό ράμφος, δύο ανά ράγα.

Κληματίδα: Καστανοκίτρινη με φακίδια, λεία, ελλειψοειδούς ή κυκλικής τομής.

Φαινολογικά στάδια: Έναρξη βλάστησης: 3^ο δεκαήμερο Μαρτίου. Πλήρης βλάστηση: 2^ο δεκαήμερο Απριλίου. Έναρξη άνθισης – πλήρης άνθιση: 14 - 18 Μαΐου. Έναρξη ωρίμανσης: 3^ο δεκαήμερο Ιουλίου. Πλήρης ωρίμανση: 3^ο δεκαήμερο Αυγούστου (Σταυρακάκης, 2010).



Εικόνα 1.19: Κορυφή νεαρής βλάστησης (αριστερά) και ανεπτυγμένο φύλλο στην πάνω επιφάνεια (μέση) και κάτω επιφάνεια (δεξιά) της ποικιλίας Cabernet Franc (Πηγή: Σταυρακάκης, 2010).

1.12.4.2 Ιδιότητες και καλλιεργητική συμπεριφορά

Πρόκειται για παλαιά γαλλική ποικιλία με προέλευση το Μπορντό όπου καλλιεργείται από τον 17^ο αιώνα και καταλαμβάνει έκταση περίπου 150,000 στρεμμάτων. Σε μικρότερες εκτάσεις καλλιεργείται στην Ιταλία, Αυστραλία, Καλιφόρνια, Νότια Αμερική και Νότια Αφρική. Ως συνώνυμα αναφέρονται τα Petit vidure, Breton, Bouchy, Veron, Carmenet, Bouchet, Gros Bouchet.

Είναι ποικιλία ευαίσθητη στο περονόσπορο και τις ιώσεις, αλλά σχετικά ανθεκτική στο βοτρυτή και το ωίδιο. Είναι ζωνηρή, παραγωγική, ορθόκλαδη, μέσης εποχής εκβλάστησης και ωρίμανσης. Ωριμάζει 1 - 2 βδομάδες νωρίτερα από την Cabernet Sauvignon. Φέρει 2 - 3 σταφυλές από τον 2^ο - 4^ο κόμβο. Ως συστήματα μόρφωσης δεν συστήνονται τα ανοικτά οριζόντια συστήματα. Στην Γαλλία μορφώνεται σε μονόπλευρο ή αμφίπλευρο Guyot ενώ στην Ελλάδα συνήθως σε αμφίπλευρο Royat. Ως κλάδευμα καρποφορίας συστήνεται το μακρό με αμολυτές 4 – 6 οφθαλμών αφού οι οφθαλμοί της βάσης έχουν μικρότερη γονιμότητα, αυτό οδηγεί και σε αύξηση της παραγωγής. Είναι ποικιλία που προτιμά εδάφη γόνιμα, βαθιά, δροσερά και με καλή αποστράγγιση, τέτοιες ιδιότητες παρουσιάζουν τα αμμιασβεστώδη, αμμοαργιλώδη και χαλικώδη εδάφη. Δίνει καλύτερα αποτελέσματα σε ημιορεινές και ορεινές περιοχές και είναι ανθεκτική στις χαμηλές θερμοκρασίες περισσότερο από την Cabernet Sauvignon, αλλά πολύ ευαίσθητη στους ανοιξιάτικους παγετούς. Σε ξηρές

περιοχές με εδάφη αβαθή και φτωχά παρουσιάζει ευαισθησία στην ξηρασία για αυτό απαιτείτε τροφοδότηση των πρέμνων με νερό και θρεπτικά στοιχεία για την φυσιολογική ωρίμανση (Σταυρακάκης, 2010).

Συμβιώνει αρμονικά με τα υποκείμενα, SO₄, 5 BB, 3309 C, 420 A, Riparia Gloire, 110 R, 41 B και 1103 P. Για τον έλεγχο της ζωηρότητας συνιστώνται μέτριας ζωηρότητας υποκείμενα. Στην Ελλάδα χρησιμοποιήθηκαν με επιτυχία τα υποκείμενα 110 R και 41 B. Σε πιστοποιημένο πολλαπλασιαστικό υλικό είναι αποδεκτοί 35 κλώνοι με πιο διαδεδομένους τους N^ο: 210, 212, 214, 327, 331, 393, 623. Οι πιο διαδεδομένοι στην ελληνική αμπελουργία είναι οι κλώνοι, ENT 214, VCR 10 (Σταύρακας, 2010).

Τα γλεύκος της ποικιλίας έχει περιεκτικότητα σε σάκχαρα 220 – 240 g/L, ολική οξύτητα 5 – 6 g/L τρυγικού οξέος, pH 3,5 – 3,6 και ολικές ανθοκυάνες φλοιών 1500 – 1600 mg/Kg σταφυλών. Παράγει σταφύλια που δίνουν οίνους ποιότητας με πλούσιο άρωμα, σώμα και χρώμα που μπορούν να δεχθούν παλαίωση ή να καταναλωθούν φρέσκοι Συνήθως οι οίνοι αυτοί είναι πιο μαλακοί και λεπτοί από τους προερχόμενους από την Cabernet Sauvignon. Αυτό βοηθά και για την παραγωγή εκλεκτών ροζέ οίνων. Αν η παραγωγή είναι υψηλή και τα πρέμνα πολύ ζωηρά τότε παράγονται οίνοι με χορτώδη γεύση (Σταυρακάκης, 2010).

1.13 Σκοπός της εργασίας

Η καλλιέργεια της αμπέλου είναι η πιο ευρέως διαδεδομένη μεταξύ των παραγωγικών καλλιεργειών. Η κύρια μέθοδος πολλαπλασιασμού της αμπέλου είναι με έρριζα απλά ή εμβολιασμένα ξυλοποιημένα μοσχεύματα. Η μέθοδος είναι χρονοβόρα και μεγάλου κόστους καθώς χρειάζεται τουλάχιστον 12 μήνες για την παραγωγή του πολλαπλασιαστικού υλικού και μεγάλη έκταση γης. Υπάρχουν περιπτώσεις όπου η μέθοδος αυτή δεν μπορεί να καλύψει τις ειδικές ανάγκες και απαιτήσεις παραγωγής πολλαπλασιαστικού υλικού της αμπέλου. Αυτές διαμορφώνονται: από την αδυναμία παραγωγής υπαίθρια, από τις μεγάλες εκτάσεις που απαιτούνται, από τις δυσμενείς εδαφοκλιματικές συνθήκες, πολλές φορές από την ταχύτατη ανάγκη απόκτησης πολλαπλασιαστικού υλικού, από την ανάγκη πολλαπλασιασμού σπάνιων και δυσχερώς ριζοβολούντων ειδών, ποικιλιών και κλώνων, από την ύπαρξη πολύ μικρού αριθμού αρχικών, μητρικών φυτών και τέλος από την απαίτηση για καθαρό πολλαπλασιαστικό υλικό απαλλαγμένου από ιώσεις και φυτοποθαγόνους μικροοργανισμούς. Για τους λόγους αυτούς εφαρμόζονται μέθοδοι ταχείας παραγωγής πολλαπλασιαστικού υλικού όπως: η παραγωγή έρριζων εμβολιασμένων μοσχευμάτων εντός δοχείων σε ελεγχόμενες συνθήκες, η χρήση υδροπονικών συστημάτων με θερμαινόμενα υποστρώματα για γρηγορότερη ριζογένεση, η ριζοβόληση χλωρών μοσχευμάτων σε συνθήκες υδρονέφωσης και τέλος ο μικροπολλαπλασιασμός *in vitro* με τη μέθοδο της ιστοκαλλιέργειας.

Κύριος σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η μελέτη και κατανόηση της επίδρασης της συγκέντρωσης του ινδολυλοβουτυρικού οξέος (IBA) και του τμήματος της κληματίδας απ' όπου προήλθαν τα μοσχεύματα, στη ριζογένεση μοσχευμάτων, των υποκειμένων αμπέλου (SO₄, 1103 Paulsen, Dog Ridge) και ποικιλιών *Vinifera* (Cabernet Franc) σε υδροπονικό σύστημα επιπλέουσας υδροπονίας. Συγκεκριμένα εξετάστηκε η επίδραση των παραπάνω στην καλογένεση, ριζογένεση, στον αριθμό ριζών, μέση διάμετρο, ολική επιφάνεια και μήκος ριζών. Η πρωτοτυπία της παρούσας εργασίας έγκειται στο γεγονός ότι έγινε χρήση του νερού ως υπόστρωμα για τη ριζογένεση σε σύστημα επιπλέουσας υδροπονίας, σύγκριση χαμηλών και υψηλών συγκεντρώσεων IBA, καθώς και διερεύνηση ευκόλως και δυσκόλως ριζοβολούντων υποκειμένων και ποικιλιών. Αυτό αποσκοπεί στη καταγραφή συμπερασμάτων ως προς την λειτουργικότητα του συστήματος και των πλεονεκτημάτων που μπορεί να δώσει τόσο σε πειραματικές διαδικασίες αλλά και στον εμπορικό πολλαπλασιασμό της αμπέλου.

2 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1 Πειραματικός θάλαμος - Συνθήκες

Η διαδικασία της ριζογένεσης - ριζοβόλησης των μοσχευμάτων έλαβε χώρα σε θάλαμο ανάπτυξης ελεγχόμενου περιβάλλοντος του εργαστηρίου Αμπελολογίας στο Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών. Ο θάλαμος ρυθμίστηκε σε συνθήκες σταθερής θερμοκρασίας 25 ± 1 °C, σχετικής υγρασίας 90% και φωτός, από λαμπτήρες, τοποθετημένους 40 - 55 cm πάνω από το πολλαπλασιαστικό υλικό, δημιουργώντας έτσι τεχνητά συνθήκες ημέρας και σκότους για δεκαέξι και οκτώ ώρες αντίστοιχα. Τα μοσχεύματα παρέμειναν σε αυτές τις συνθήκες για 8 εβδομάδες (Gökbayrak κ.ά., 2010, Peng κ.ά., 2008).

2.2 Πειραματικό σχέδιο

Ανάλογα με την κάθε επιμέρους πειραματική διαδικασία και τους παράγοντες που εξετάστηκαν σε αυτή, σχεδιάστηκαν, μονοπαραγοντικά πειράματα και εφαρμόστηκε το Εντελώς Τυχαιοποιημένο Σχέδιο. Πραγματοποιήθηκαν έξι επεμβάσεις με IBA ανά υποκείμενο – ποικιλία και τμήμα μοσχεύματος. Ο αριθμός των επαναλήψεων που χρησιμοποιήθηκαν ανά επέμβαση ήταν είκοσι (Πίνακας 2.1).

Πίνακας 2.1: Παρουσίαση των επεμβάσεων της πειραματικής διαδικασίας ανά ποικιλία, τμήμα μοσχεύματος και συγκέντρωση IBA.

| Σύνολο επεμβάσεων πειράματος* | | | | | | | |
|--|------|---------|---------|---------|---------|----------|--------|
| Ποικιλία-Τμήμα | Μαρ. | 120 ppm | 250 ppm | 500 ppm | 700 ppm | 1000 ppm | Σύνολο |
| 1103 P: Βάση, Μέση, Κορυφή. | 20x3 | 20x3 | 20x3 | 20x3 | 20x3 | 20x3 | 360 |
| SO₄: Βάση, Μέση, Κορυφή. | 20x3 | 20x3 | 20x3 | 20x3 | 20x3 | 20x3 | 360 |
| Dog Ridge: Βάση, Μέση, Κορυφή. | 20x3 | 20x3 | 20x3 | 20x3 | 20x3 | 20x3 | 360 |
| Cabernet Franc: Βάση, Μέση, Κορυφή. | 20x3 | 20x3 | 20x3 | 20x3 | 20x3 | 20x3 | 360 |

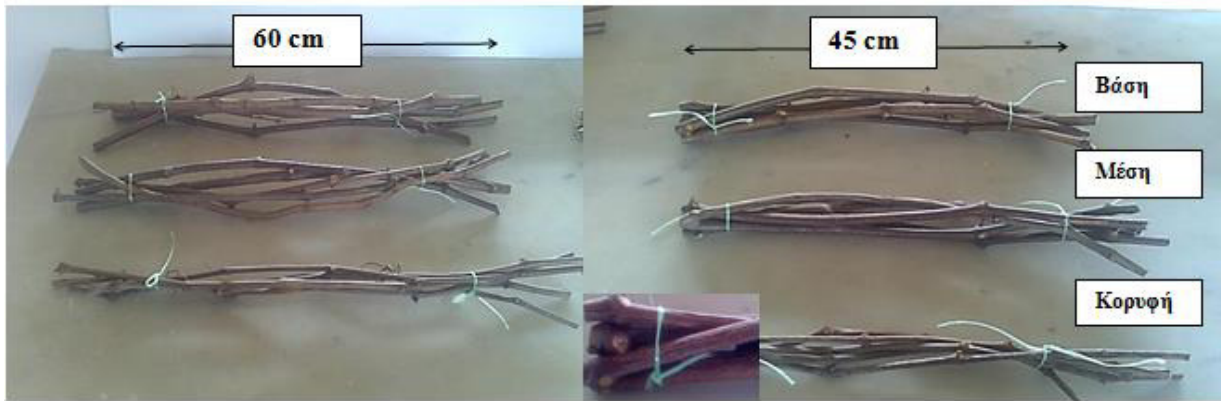
*Ο αριθμός των επαναλήψεων ανά εφαρμογή είναι 20 (Μαρ.: Μάρτυρας).

1440

2.3 Φυτικό υλικό

Η επιλογή και η συλλογή του φυτικού υλικού πραγματοποιήθηκε κατά το μήνα Ιανουάριο. Επιλέχθηκαν και συλλέχθηκαν κληματίδες κανονικής ζωηρότητας για το κάθε υποκείμενο και ποικιλία προς εξέταση (1103 Paulsen, SO₄, Dog Ridge, Cabernet Franc) από τη μητρική φυτεία του αμπελώνα του εργαστηρίου Αμπελολογίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών (γεωγραφικό πλάτος 38° 58' 55'', γεωγραφικό μήκος 23° 32' 14'', υψόμετρο 32 μ). Οι κληματίδες εξετάστηκαν και επιλέχθηκαν ώστε να είναι, απαλλαγμένες από φυτοπαθογόνους μικροοργανισμούς, κανονικής ζωηρότητας με μεσογονάτια διαστήματα κανονικού μήκους (χαρακτηριστικά της κάθε ποικιλίας και υποκειμένου), με καλή ανάπτυξη του ξυλώδους δακτυλίου, με περιορισμένη ανάπτυξη και σκούρο χρώμα της εντεριώνης, καλής ξυλοποίησης και αντίστασης ως προς την συστροφή. Το φυτικό υλικό επιλέχθηκε από κληματίδες δύο μέτρων περίπου, που τεμαχίζονταν και διαχωρίζονταν σε τρία τμήματα των 60 cm ανάλογα με το προερχόμενο τμήμα (βάσης, μέσης, κορυφής). Τα μοσχεύματα τοποθετήθηκαν σε μαύρες σακούλες πολυαιθυλενίου μαζί με βρεγμένες πετσέτες ώστε να αποφευχθεί η αφυδάτωση των φυτικών ιστών. Ακολούθως αποθηκεύτηκαν σε θάλαμο ψύξης στους 1 °C μέχρι την ολοκλήρωση της διαδικασίας συλλογής του απαραίτητου φυτικού υλικού.

Στη δεύτερη φάση μεταχείρισης του φυτικού υλικού μεταφέρθηκαν τα μοσχεύματα από την συντήρηση και ανανεώθηκαν οι τομές. Πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις του μήκους και της διαμέτρου και κόπηκαν στο τελικό τους μήκος. Συγκεκριμένα 45 cm σε απόσταση 1 cm από τον τελευταίο κόμβο του μοσχεύματος με διάμετρο εύρους 6,5 – 15 mm για τα μοσχεύματα βάσης και μέσης και πάνω από 3,5 cm της κορυφής. Οι λανθάνοντες οφθαλμοί αφαιρέθηκαν με τη βοήθεια εμβολιαστηρίου ώστε να εξαιρεθεί η επίδραση τους στη διεργασία της ριζογένεσης και να αποφευχθεί η έκπτυξη τους στο θάλαμο ανάπτυξης. Τέλος δέθηκαν σε δέματα των 5 μοσχευμάτων (Εικόνα 2.1). Υπήρξε πρόνοια τα χαρακτηριστικά του φυτικού υλικού, μήκος και διάμετρος μοσχευμάτων να συμφωνούν με τις εμπορικές προδιαγραφές του φυτικού υλικού με βάση την νομοθεσία και της κοινές υπουργικές αποφάσεις περί πολλαπλασιαστικού υλικού της αμπέλου (ΚΥΑ 258676/29.9.2003 (ΦΕΚ Β1517/2003) όπως τροποποιήθηκε με τη 282465/2006 (ΦΕΚ 1212) ΚΥΑ) καθώς και με διάφορες ερευνητικές εργασίες (Kose και Guleryuz, 2006, Waite και may, 2005).



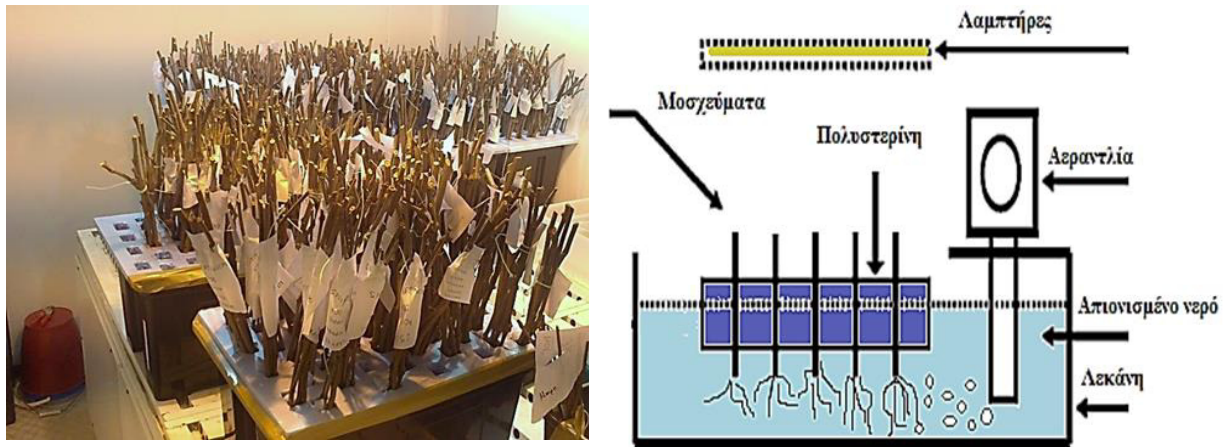
Εικόνα 2.1: Χαρακτηριστικά των μοσχευμάτων του αρχικού φυτικού υλικού (αριστερά) και του τελικού φυτικού υλικού (δεξιά).

2.4 Υπόστρωμα ριζογένεσης - Σύστημα επιπλέουσας υδροπονίας

Η διαδικασία της ριζογένεσης - ριζοβόλησης έγινε πρωτοτύπως σε υδροπονικό σύστημα επιπλέουσας υδροπονίας σε ξυλοποιημένα μοσχεύματα της αμπέλου (Εικόνα 2.2). Ως υπόστρωμα χρησιμοποιήθηκε απιονισμένο νερό. Το νερό είναι υλικό εύκολα διαχειρήσιμο, ανακυκλώσιμο και επιτρέπει την εύκολη και άμεση μελέτη του ριζικού συστήματος χωρίς την ανάγκη για μετέπειτα εφαρμογές καθαριστικών και χρωστικών ουσιών. Η βασική αρχή του συστήματος, είναι η τοποθέτηση του φυτικού υλικού πάνω σε πλάκες από ελαφρύ υλικό συγκεκριμένα πλάκες πολυστερίνης στις οποίες δημιουργήθηκαν οπές στις επιθυμητές αποστάσεις για την τοποθέτηση του φυτικού υλικού ανά πεντάδες ώστε το ριζικό σύστημα να αναπτυχθεί κάτω από αυτές ενώ το υπέργειο τμήμα παραμένει στο πάνω μέρος. Τα μοσχεύματα τοποθετήθηκαν μέσα στις οπές των στηριγμάτων σε βάθος 2 κόμβων του μοσχεύματος. Εν συνεχεία οι πλάκες μαζί με το φυτικό υλικό τοποθετήθηκαν σε απιονισμένο νερό. Αυτό βοηθά στη χρήση των πλακών ως κυλιόμενος ιμάντας και διευκολύνει την όποια μετακίνηση και μεταφορά του φυτικού υλικού κατά την τοποθέτηση και απομάκρυνση του. Τέλος το υλικό αυτό είναι ελαφρύ και παρουσιάζει εύκολη θραύση χωρίς να προκαλεί ζημιά στις ρίζες για τις μετέπειτα μετρήσεις.

Με αυτή τη μέθοδο η διαδικασία της ριζογένεσης - ριζοβόλησης έλαβε χώρα σε λεκάνες όγκου 45 L και διαστάσεων: πλάτους: 57 cm, μήκους: 39 cm, ύψους: 28 cm, χρώματος μαύρου. Οι λεκάνες γεμίζονταν με απιονισμένο νερό και το πολλαπλασιαστικό υλικό ήταν συνεχώς εμβαπτισμένο σ'αυτό. Το νερό ανανεωνόταν κάθε 15 ημέρες και συμπληρώνονταν ανά δύο 2 περίπου ημέρες η ποσότητα που εξατμιζόταν. Στο σύστημα γινόταν συνεχής τροφοδότηση οξυγόνου με αεραντλία η οποία διοχέτευε αέρα (3,5 L/min)

μέσα στο νερό. Η συνεχής λειτουργία αντλιών αέρα εξασφαλίζει την καλή οξυγόνωση της ρίζας, αυξάνοντας το εν διαλύσει οξυγόνο και τη συσσώρευση φυσαλίδων αέρα στη ριζόσφαιρα. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα τη συντήρηση του νερού κατά τη διάρκεια του πειράματος, αφού στο νερό υπό κίνηση δεν αναπτύσσονται μικροοργανισμοί τόσο εύκολα και ταχέως όσο στο στάσιμο, καθώς και την διοχέτευση του απαραίτητου οξυγόνου που χρειάζεται κατά τις βιοχημικές διαδικασίες της ριζογένεσης (Peng κ.ά., 2008).



Εικόνα 2.2: Άποψη πειραματικού συστήματος επιπέουσας υδροπονίας με μοσχέματα αμπέλου στο θάλαμο ανάπτυξης (αριστερά) και σχεδιαγραμματική απεικόνιση του όλου συστήματος (δεξιά).

2.5 Παρασκευή διαλυμάτων IBA

Η παρασκευή, αποθήκευση και εφαρμογή των διαλυμάτων IBA έγινε σύμφωνα με πρωτόκολλο πολλαπλασιασμού και ερευνητικών εργασιών πολλαπλασιασμού της αμπέλου (Satisha κ.ά., 2008, Hartman κ.ά., 1997). Για την παρασκευή αρχικά πυκνού διαλύματος IBA, ζυγίστηκαν 10 g ινδολυλοβουτυρικού οξέος σε αναλυτικό ζυγό ακριβείας, τα οποία διαλύθηκαν σε μικρή ποσότητα διαλύματος 50% αιθανόλης – νερού. Εν συνεχεία σε ογκομετρική φιάλη συμπληρώθηκε ο όγκος με το παραπάνω διάλυμα σε τελικό όγκο 1000 ml. Η διάλυση έγινε σε ποτήρι ζέσεως τοποθετημένο σε μαγνητικό αναδευτήρα με ελαφρά θέρμανση μέχρι να γίνει πλήρης διαλυτοποίηση του IBA. Από την παραπάνω διαδικασία προκύπτει αρχικό διάλυμα συγκέντρωσης 10000 ppm. Για την παρασκευή των απαιτούμενων συγκεντρώσεων για τις επεμβάσεις (Μάρτυρας: 0 ppm, 120 ppm, 250 ppm) λήφθηκε η απαιτούμενη ποσότητα από το αρχικό διάλυμα και συμπληρώθηκε με απιονισμένο νερό σε τελικό όγκο 1 λίτρου.

Για την παρασκευή των πυκνών διαλυμάτων (500 ppm, 700 ppm, 1000 ppm) λήφθηκε η απαιτούμενη ποσότητα από το πυκνό αρχικό διάλυμα και παρασκευάστηκαν οι παραπάνω συγκεντρώσεις σε τελικό όγκο 1 λίτρου, με διάλυμα 50% αιθανόλης – νερού, όπως και στη διαδικασία παρασκευής του αρχικού διαλύματος IBA (Πίνακας 2.2). Μετά το πέρας της προετοιμασίας όλων των απαραίτητων αλκοολικών διαλυμάτων IBA, αυτά αποθηκεύτηκαν σε μπουκάλια από αδρανή υλικό συγκεκριμένα γυαλί, σε συνθήκες ψύξης 2 °C απουσία φωτός, έτσι ώστε να διατηρηθούν και να αποφευχθεί η φωτοδιάσπαση τους.

Πίνακας 2.2: Παρασκευή πυκνών αλκοολικών διαλυμάτων και αραιών υδατικών διαλυμάτων από αρχικό διάλυμα IBA (10000 ppm), για τις επεμβάσεις στα μοσχεύματα προς ριζογένεση.

| Πυκνά αλκοολικά διαλύματα από το αρχικό (10000 ppm) | |
|--|----------------------|
| Τελική συγκέντρωση | IBA ανά λίτρο |
| ppm | ml |
| 500 | 50 |
| 700 | 70 |
| 1000 | 100 |
| Αραιά υδατικά διαλύματα από το αρχικό (10000 ppm) | |
| Τελική συγκέντρωση | IBA ανά λίτρο |
| ppm | ml |
| 0 | 0 |
| 120 | 12 |
| 250 | 25 |

2.6 Εφαρμογή διαλυμάτων IBA

Η εφαρμογή των ρυθμιστών ανάπτυξης κατά τον πολλαπλασιασμό των μοσχευμάτων γίνεται με μεθόδους όπως η επίπαση με σκόνη, με ψεκάσμο υδατικού διαλύματος, με τη μέθοδο της αργής εμβάπτισης σε αραιά υδατικά διαλύματα για μεγάλο χρονικό διάστημα και της γρήγορης εμβάπτισης σε πυκνά, συνήθως αλκοολικά διαλύματα για μικρό χρονικό διάστημα.

Στην επέμβαση του μάρτυρα δεν έγινε κάποια εφαρμογή. Οι επεμβάσεις IBA στις συγκεντρώσεις 120 ppm και 250 ppm έγιναν με τη μέθοδο αργής εμβάπτισης της βάσης των μοσχευμάτων στα 2,5 cm για 24 ώρες πριν τη τοποθέτησή τους στο υπόστρωμα ριζογένεσης - ριζοβολίας. Η όλη διαδικασία έλαβε χώρα σε σκιά και σε θερμοκρασία περίπου 20 °C. Οι

επεμβάσεις των αλκοολικών διαλυμάτων IBA σε συγκεντρώσεις 500 ppm, 700 ppm και 1000 ppm έγιναν με τη μέθοδο γρήγορης εμβάπτισης της βάσης των μοσχευμάτων στα 2,5 cm για 60 δευτερόλεπτα. (Εικόνα 2.3).



Εικόνα 2.3: Επεμβάσεις IBA με τη μέθοδο γρήγορης εμβάπτισης σε πυκνά αλκοολικά διαλύματα για ένα λεπτό (αριστερά) και αργής εμβάπτισης σε αραιά υδατικά διαλύματα για 24 ώρες (δεξιά).

2.7 Μετρήσεις

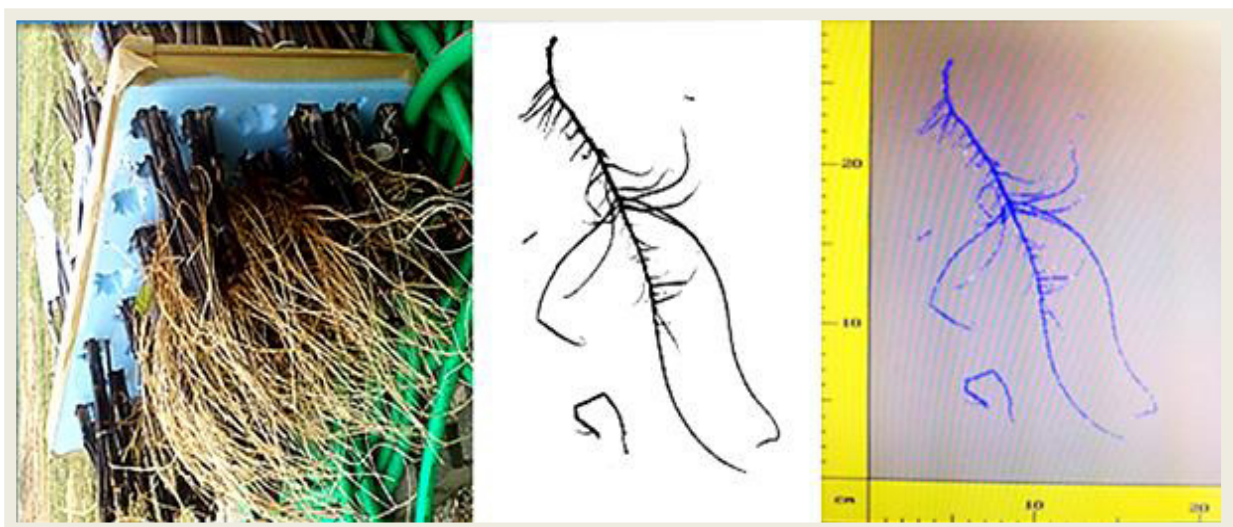
Οι μετρήσεις ελήφθησαν μετά από εξήντα ημέρες από την τοποθέτηση των μοσχευμάτων στο σύστημα επιπλέουσας υδροπονίας. Συγκεκριμένα μετρήθηκαν και ποσοτικοποιήθηκαν, το ποσοστό ριζογένεσης, δηλαδή, η ύπαρξη ή όχι ριζών, το ποσοστό καλλογένεσης, δηλαδή, η ύπαρξη ή όχι αδιαφοροποίητου ιστού στο σημείο ριζογένεσης, ο αριθμός των ριζών, το συνολικό μήκος ριζών, η μέση διάμετρος ριζών και η συνολική επιφάνεια ριζών ανά μόσχευμα. Για τον υπολογισμό των τριών πρώτων μεγεθών γινόταν οπτική μακροσκοπική καταμέτρηση, ενώ για τον υπολογισμό του ολικού μήκους, της διαμέτρου και της ολικής επιφάνειας του ριζικού συστήματος χρησιμοποιήθηκε σαρωτής υψηλής ευκρίνειας και μετέπειτα ανάλυση εικόνας με το λογισμικό DT software (Delta-T Scan version 2.04: Delta-T Devices Ltd, Burrwell, Cambridge, UK) (Bilalis κ.ά., 2013, Kokko κ.ά., 1993).

Η αρχή της λειτουργίας της μεθόδου υπολογισμού των φυσικών μεγεθών της ρίζας από το λογισμικό ανάλυσης εικόνας βασίζεται στην κυλινδρική φύση του ριζικού συστήματος. Έτσι το δισδιάστατο ολικό εμβαδόν του ριζικού συστήματος μετατρέπεται με

μαθηματικούς τύπους υπολογίζοντας την ολική ριζική επιφάνεια, τη μέση διάμετρο και το ολικό μήκος του ριζικού συστήματος.

Η μέθοδος ανάλυσης εικόνας ελέγχθηκε για την ακρίβεια των μετρήσεων με τη χρήση κυλινδρικών αντικείμενων, συγκεκριμένα καλωδίων γνωστής διαμέτρου και μήκους καθώς και τμήματος ρίζας όπου μετρήθηκαν με χάρακα και ηλεκτρονικό παχύμετρο τα φυσικά μεγέθη της διαμέτρου και του ολικού μήκους. Τα δείγματα αναλύθηκαν ολόκληρα, σε τμήματα και σε διαφορετικούς προσανατολισμούς.

Ο υπολογισμός των υπό διερεύνηση χαρακτηριστικών των ριζών γινόταν σε 3 στάδια. Τα μοσχεύματα απομακρύνονταν από το υπόστρωμα, εν συνεχεία οι ρίζες αποκόπτονταν και τοποθετούνταν σε απορροφητικό χαρτί για 1 - 2 λεπτά για να γίνει καλή αποστράγγιση ώστε να μην παρεμβαίνουν σταγόνες ύδατος στις μετρήσεις. Ακολούθως οι ρίζες τεμαχίζονταν σε τμήματα και τοποθετούνταν στην επιφάνεια του σαρωτή με τρόπο που να μην έρχονται σε επαφή η μια με την άλλη. Πριν τη μέτρηση των φυσικών χαρακτηριστικών έγινε δοκιμή χρώσης των ριζών με χρωστική, συγκεκριμένα σινική μελάνη για την καλύτερη ανάλυση της εικόνας πράγμα που δεν κρίθηκε αναγκαίο αφού λόγω της καθαρότητας του ριζικού συστήματος λόγω του υποστρώματος του νερού, τα αποτελέσματα της ανάλυσης δεν είχαν διαφορές μεταξύ χρωματισμένων και μη ριζών. Η σάρωση γινόταν σε ανάλυση 300 dpi και οι εικόνες αποθηκεύτηκαν σε μορφή tif. Ακολούθως γίνονταν οι αναλύσεις των εικόνων με το λογισμικό dt scan και η καταγραφή των αποτελεσμάτων. Αυτή η διαδικασία γινόταν για κάθε μόσχευμα ξεχωριστά (Εικόνα 2.4).



Εικόνα 2.4: Παρουσίαση ριζοβόλησης μοσχευμάτων προς εξέταση (αριστερά), εικόνας από την διαδικασία σάρωσης του ριζικού συστήματος με σαρωτή υψηλής ευκρίνειας (μέση) και διάγραμμα ανάλυσης του ριζικού συστήματος και εξαγωγής αποτελεσμάτων από το πρόγραμμα Dt - scan (αριστερά).

2.8 Στατιστική ανάλυση

Η στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων των πειραμάτων έγινε με το πρόγραμμα Jump 10.0 (SAS Institute Inc). Η σημαντικότητα των αποτελεσμάτων ελέγχθηκε με ανάλυση της διασποράς (Analysis of Variance). Η σύγκριση των μέσων έγινε με τη μέθοδο Student's T - tests, σε επίπεδο σημαντικότητας $P \leq 0,05$. Στην παράθεση των αποτελεσμάτων οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικά γράμματα της λατινικής αλφαβήτου διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά.

3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1 Αποτελέσματα μετρήσεων ανά επέμβαση IBA

3.1.1 SO₄

Τα ποσοστά καλογένεσης στα μοσχεύματα βάσης, μέσης και κορυφής κυμάνθηκαν αντίστοιχα σε εύρος 0% - 75%, 0% - 55% και 0% - 45%. Στην επέμβαση 250 ppm τα υψηλότερα ποσοστά καλογένεσης παρατηρήθηκαν στα μοσχεύματα βάσης, μέσης και κορυφής (75%, 55%, 45%) με ποσοστιαία διαφορά από το μάρτυρα 55%, 35% και 35% αντίστοιχα. Τα ποσοστά καλογένεσης και στους τρεις τύπους μοσχευμάτων στην επέμβαση των 1000 ppm ήταν μηδενικά, λόγω εμφάνισης πιθανώς τοξικότητας στην συγκέντρωση αυτή (Γράφημα 3.1).

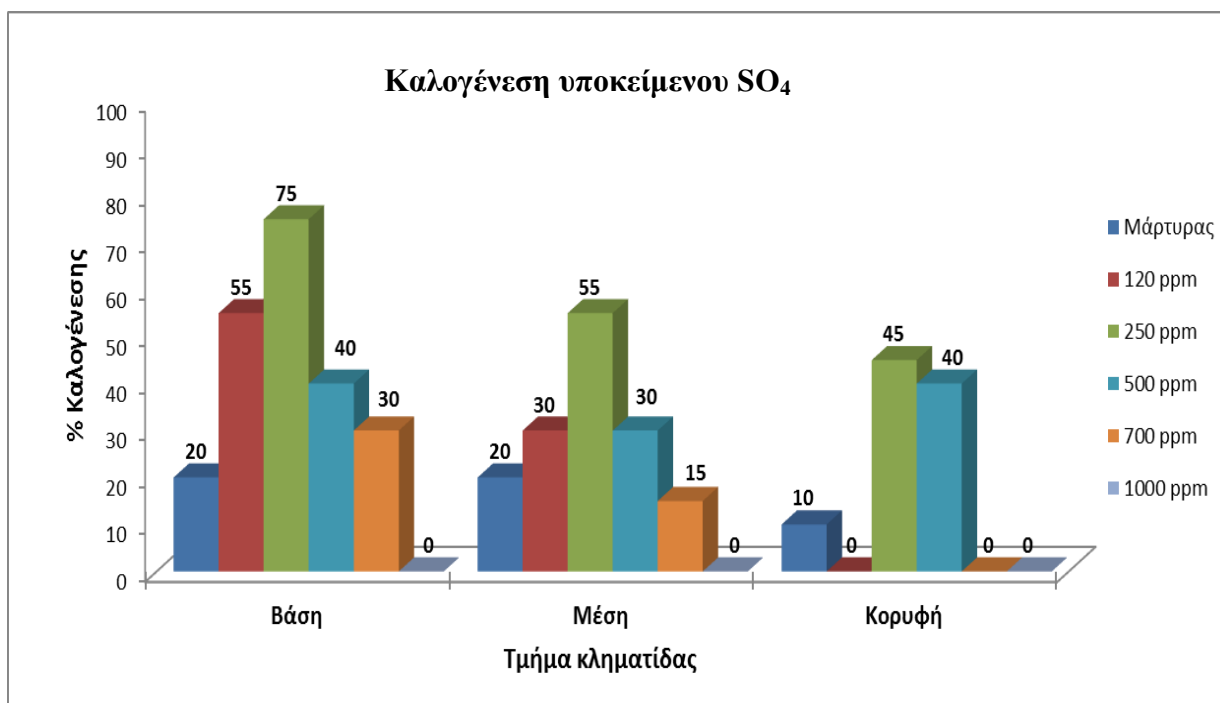
Στο Γράφημα 3.2 τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η επέμβαση 250 ppm παρουσίασε τα υψηλότερα ποσοστά ριζογένεσης στα μοσχεύματα βάσης και μέσης (55%, 40%). Τα μοσχεύματα κορυφής παρουσίασαν το υψηλότερο ποσοστό ριζογένεσης (35%) στην επέμβαση 500 ppm με μικρή διαφορά από την επέμβαση των 250 ppm. Ο μάρτυρας παρουσίασε μηδενικά ποσοστά ριζογένεσης εκτός από τα μοσχεύματα βάσης, που σχημάτισαν ρίζες σε χαμηλά ποσοστά (15%) (Εικόνα 3.1). Τα ποσοστά ριζογένεσης και στους τρεις τύπους μοσχευμάτων στην επέμβαση των 1000 ppm ήταν μηδενικά, λόγω εμφάνισης πιθανώς τοξικότητας στην συγκέντρωση αυτή (Εικόνα 3.3). Στην επέμβαση 700 ppm στα μοσχεύματα βάσης, το ποσοστό ριζογένεσης ήταν κατά 5% υψηλότερο από το ποσοστό καλογένεσης δείχνοντας ότι ο κάλος δεν είναι πάντα απαραίτητη προϋπόθεση για το σχηματισμό ριζών. Γενικά τα ποσοστά ριζογένεσης κυμάνθηκαν σε χαμηλότερα ποσοστά από τα αντίστοιχα καλογένεσης.

Το Γράφημα 3.3 παρουσιάζει τον μέσο όρο αριθμού ριζών των μοσχευμάτων του υποκειμένου SO₄ ανά επέμβαση IBA. Ο μέσος όρος ριζών ανάλογα με την επέμβαση IBA κυμάνθηκε σε εύρος 2,13 – 11,91 στα μοσχεύματα βάσης, 1,67 – 4,6 μέσης και 5,83 – 6,57 κορυφής. Οι επεμβάσεις του μάρτυρα και των 1000 ppm δεν έδωσαν ρίζες εκτός της πρώτης επέμβασης στα μοσχεύματα βάσης. Ο υψηλότερος μέσος όρος ριζών (11,91) παρατηρήθηκε στην επέμβαση 250 ppm στα μοσχεύματα βάσης (Εικόνα 3.2). Στα μοσχεύματα μέσης και κορυφής μεγαλύτερος μέσος όρος ριζών παρατηρήθηκε στην επέμβαση 500 ppm χωρίς όμως στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των άλλων επεμβάσεων.

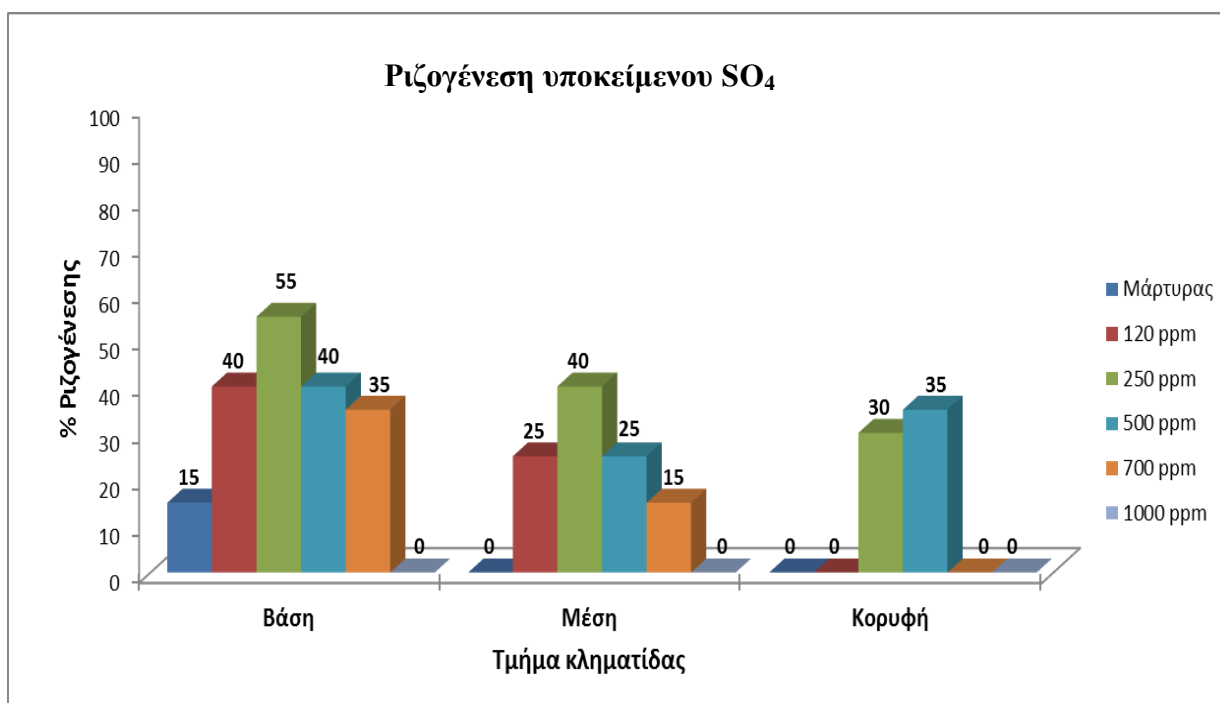
Η μέση διάμετρος ριζών ανάλογα με την επέμβαση IBA κυμάνθηκε για τα μοσχεύματα βάσης 0,86 – 1,27 mm, μέσης 1,01 – 1,25 mm και κορυφής 1,01 – 1,04 mm. Η μεγαλύτερη μέση διάμετρος ριζών (1,27 mm) παρατηρήθηκε στην επέμβαση 250 ppm στα μοσχεύματα βάσης με στατιστικώς σημαντική διαφορά από την επέμβαση 120 ppm. Ο μεγάλος μέσος όρος αριθμού ριζών δεν οδήγησε σε ρίζες μικρής διαμέτρου στα μοσχεύματα βάσης της επέμβασης 250 ppm, λόγω πιθανώς του υψηλού αποθησαυρισμού και της επίδρασης του IBA. Στα μοσχεύματα μέσης η υψηλότερη μέση διάμετρος ριζών (1,25 mm) παρατηρήθηκε στην επέμβαση 700 ppm πιθανώς λόγω του μικρού μέσου όρου αριθμού ριζών που σχηματίστηκαν στην συγκεκριμένη επέμβαση χωρίς όμως στατιστικώς σημαντικές διαφορές με τις άλλες επεμβάσεις (Γράφημα 3.4).

Το ολικό μήκος ριζών κυμάνθηκε σε εύρος 487,96 - 3218,87 mm για τα μοσχεύματα βάσης, 944,19 – 4426,89 mm μέσης και 3988,63 - 4032,16 mm κορυφής. Το υψηλότερο ολικό μήκος ριζών παρατηρήθηκε στα μοσχεύματα μέσης και βάσης στην επέμβαση 250 ppm ακολουθούμενο από την επέμβαση 120 ppm. Η επέμβαση 250 ppm έδωσε το μεγαλύτερο ολικό μήκος και στα μοσχεύματα κορυφής, χωρίς στατιστικώς σημαντική διαφορά με την επέμβαση 500 ppm. Η θετική επίδραση του IBA παρατηρείται στις χαμηλές συγκεντρώσεις του αφού πέραν της επέμβασης 250 ppm το ολικό μήκος ριζών μειώνεται (Γράφημα 3.5).

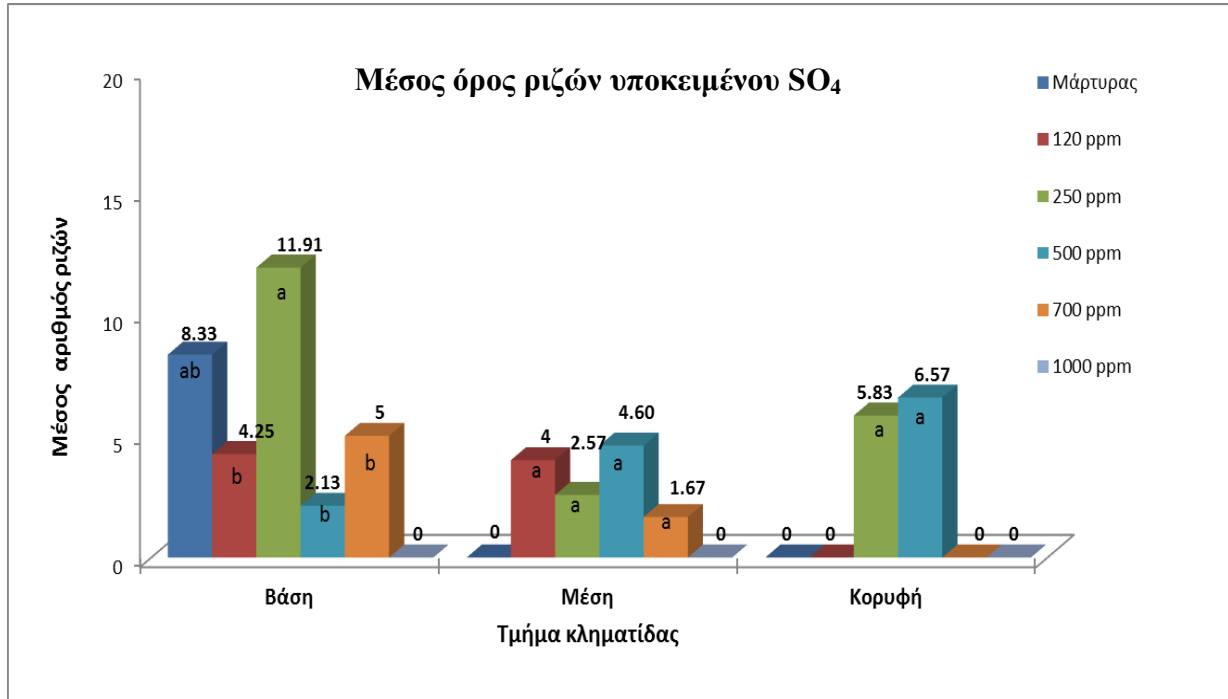
Η ολική επιφάνεια ριζών κυμάνθηκε σε εύρος 557,92 - 4018,48 mm² για τα μοσχεύματα βάσης, 875,76 – 4528,71 mm² μέσης και 3955,19 - 4192,49 mm² κορυφής. Η υψηλότερη ολική επιφάνεια παρατηρήθηκε στα μοσχεύματα μέσης και βάσης στην επέμβαση 250 ppm ακολουθούμενη από την επέμβαση 120 ppm. Η επέμβαση 250 ppm έδωσε την μεγαλύτερη ολική επιφάνεια ριζών και στα μοσχεύματα κορυφής, χωρίς στατιστικώς σημαντική διαφορά με την επέμβαση 500 ppm. Η θετική επίδραση του IBA παρουσιάζεται στις χαμηλές συγκεντρώσεις της αυξίνης, αφού σε συγκεντρώσεις μεγαλύτερης των 250 ppm παρατηρείται μείωση της ολικής επιφάνειας ριζών (Γράφημα 3.6).



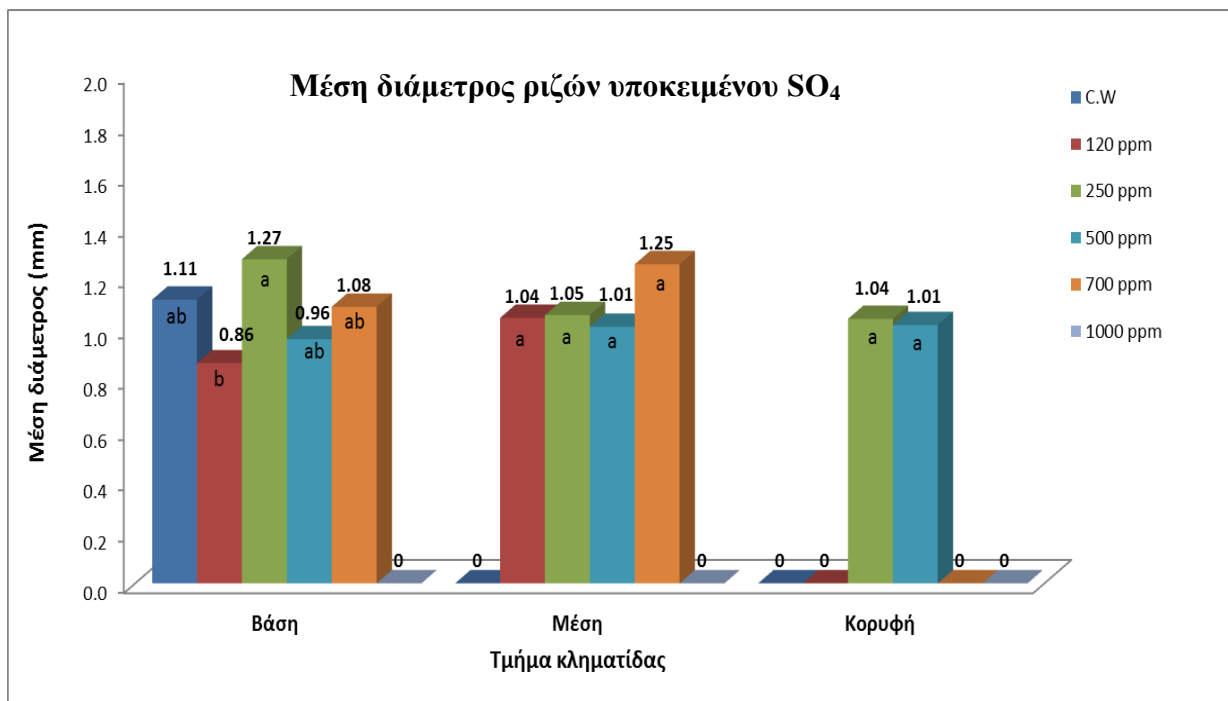
Γράφημα 3.1: Καλογένεση του υποκειμένου SO₄, ανά επέμβαση IBA και τμήμα μοςχεύματος (βάσης, μέσης, κορυφής).



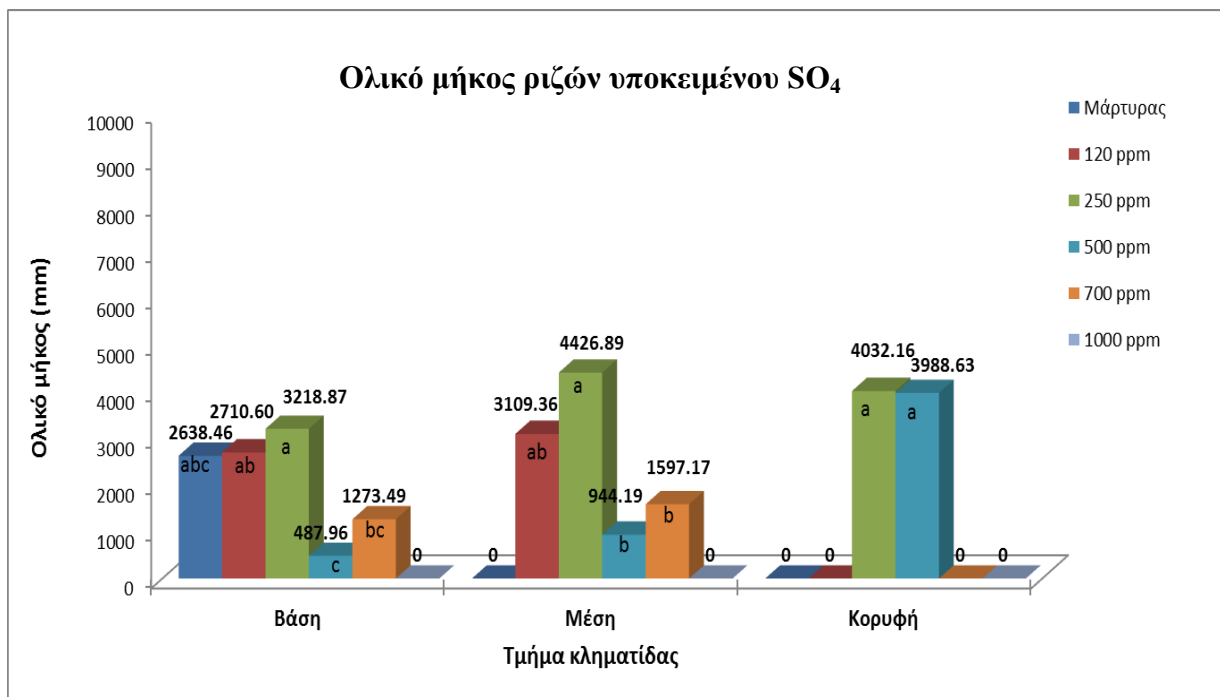
Γράφημα 3.2: Ριζογένεση του υποκειμένου SO₄, ανά επέμβαση IBA και τμήμα μοςχεύματος (βάσης, μέσης, κορυφής).



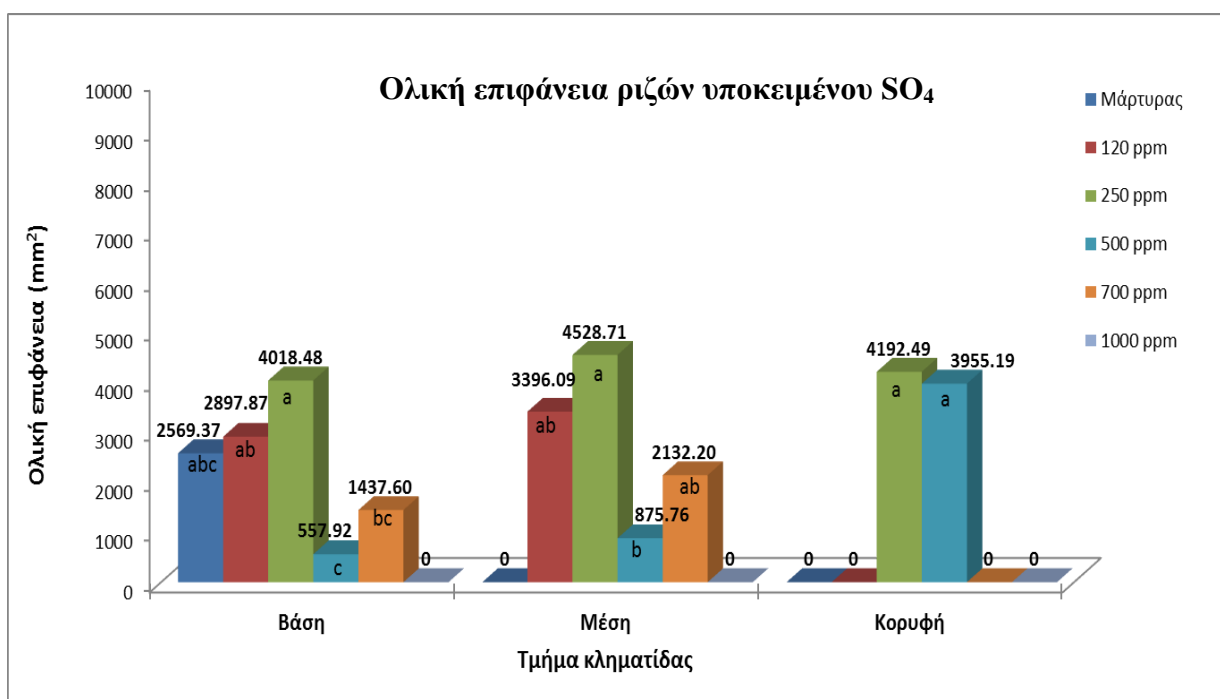
Γράφημα 3.3: Μέσος όρος ριζών του υποκειμένου SO₄, ανά επέμβαση IBA και τμήμα μοσχεύματος (βάσης, μέσης, κορυφής).



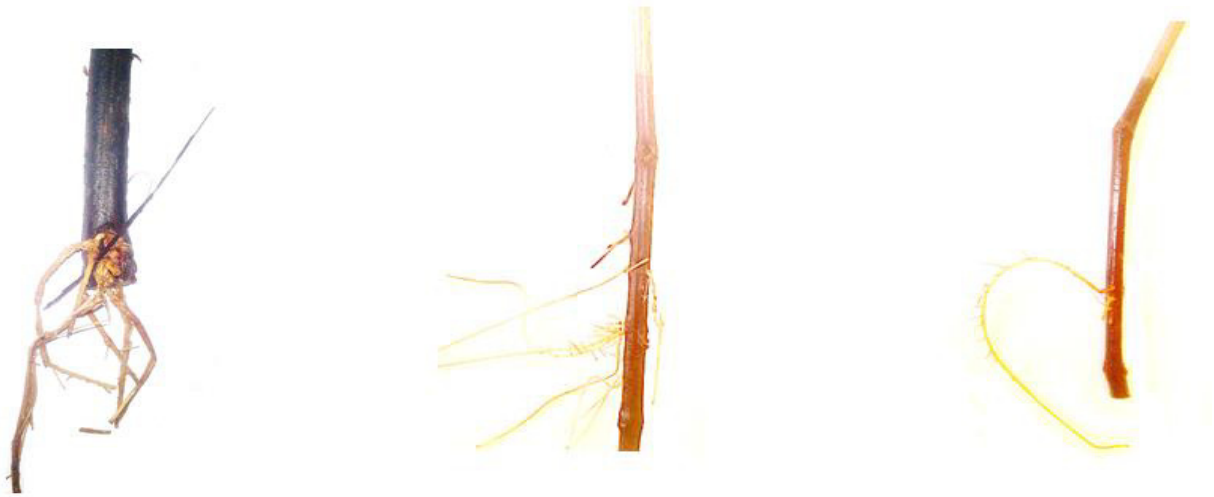
Γράφημα 3.4: Μέση διάμετρος ριζών του υποκειμένου SO₄, ανά επέμβαση IBA και τμήμα μοσχεύματος (βάσης, μέσης, κορυφής).



Γράφημα 3.5: Ολικό μήκος ριζών του υποκειμένου SO₄, ανά επέμβαση IBA και τμήμα μοσχεύματος (βάσης, μέσης, κορυφής).



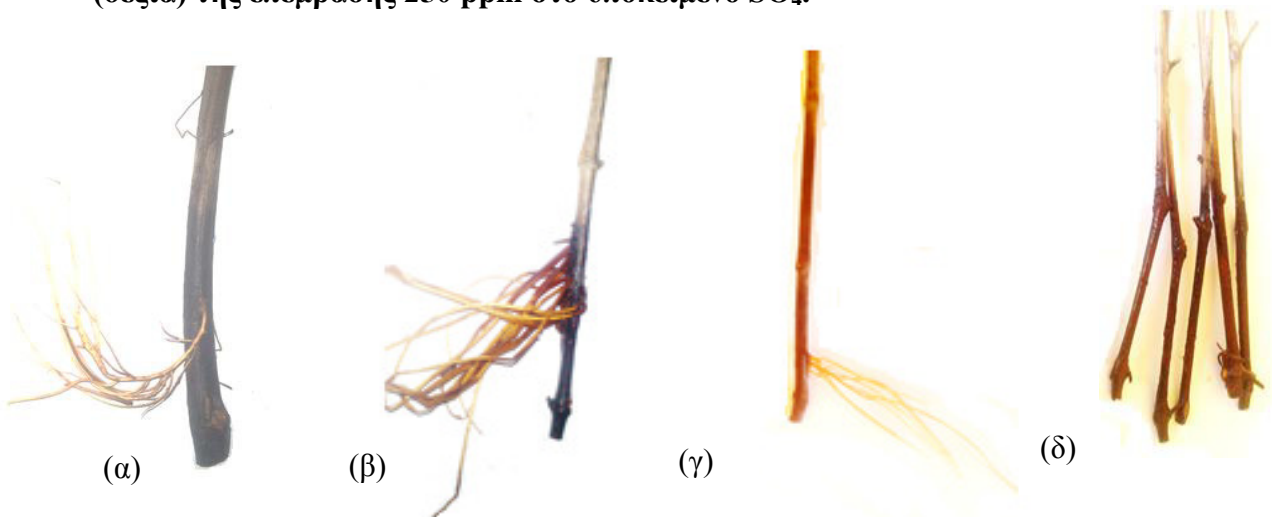
Γράφημα 3.6: Ολική επιφάνεια ριζών του υποκειμένου SO₄, ανά επέμβαση IBA και τμήμα μοσχεύματος (βάσης, μέσης, κορυφής).



Εικόνα 3.1: Ριζογένεση σε μοσχεύματα βάσης (αριστερά), μέσης (κέντρο) και κορυφής (δεξιά) της επέμβασης μάρτυρα στο υποκείμενο SO₄.



Εικόνα 3.2: Ριζογένεση σε μοσχεύματα βάσης (αριστερά), μέσης (κέντρο) και κορυφής (δεξιά) της επέμβασης 250 ppm στο υποκείμενο SO₄.



Εικόνα 3.3: Ριζογένεση σε μοσχεύματα βάσης (α), μέσης (β) και κορυφής (γ) της επέμβασης 700 ppm. Επέμβαση 1000 ppm (δ) στο υποκείμενο SO₄.

3.1.2 1103 Paulsen

Τα ποσοστά καλογένεσης ανάλογα με την επέμβαση IBA στα μοσχεύματα βάσης μέσης και κορυφής κυμάνθηκαν σε εύρος 45% - 95%, 10% - 80% και 0% - 60%. Τα υψηλότερα ποσοστά καλογένεσης στα μοσχεύματα βάσης σημειώθηκαν στην επέμβαση 500 ppm σε ποσοστό 95%, ακολουθούμενα από την επέμβαση 250 ppm σε ποσοστό 90%. Στα μοσχεύματα μέσης τα υψηλότερα ποσοστά παρατηρήθηκαν στις επεμβάσεις 250 ppm και 500 ppm (80%) με ποσοστιαία διαφορά από το μάρτυρα 70%. Φαίνεται, ως τάση, ότι τα ποσοστά καλογένεσης αυξάνονται όσο αυξάνεται η συγκέντρωση IBA μέχρι την επέμβαση 500 ppm και ακολούθως παρατηρείται μείωση του ποσοστού αυτού. Εξάιρεση αποτελεί η επέμβαση των 1000 ppm στα μοσχεύματα κορυφής που παρουσίασε το υψηλότερο ποσοστό καλογένεσης (60%) (Γράφημα 3.7).

Τα αποτελέσματα στο Γράφημα 3.8 δείχνουν ότι η επέμβαση 500 ppm παρουσίασε τα υψηλότερα ποσοστά ριζογένεσης στα μοσχεύματα βάσης και μέσης (90%, 60%) (Εικόνα 3.6), ακολουθούμενη από την επέμβαση 250 ppm (50%, 40%) (Εικόνα 3.5). Τα μοσχεύματα κορυφής παρουσίασαν το υψηλότερο ποσοστό ριζογένεσης (50%) στην επέμβαση 1000 ppm. Ο μάρτυρας παρουσίασε χαμηλότερα ποσοστά ριζογένεσης εν συγκρίσει με τις επεμβάσεις IBA, καταδεικνύοντας της θετική επίδραση του IBA στη ριζογένεση. Στα μοσχεύματα βάσης του μάρτυρα παρατηρήθηκε υψηλό ποσοστό ριζογένεσης (45%) πιθανώς λόγω της ευκολίας ριζογένεσης του υποκειμένου 1103 P (Εικόνα 3.4).

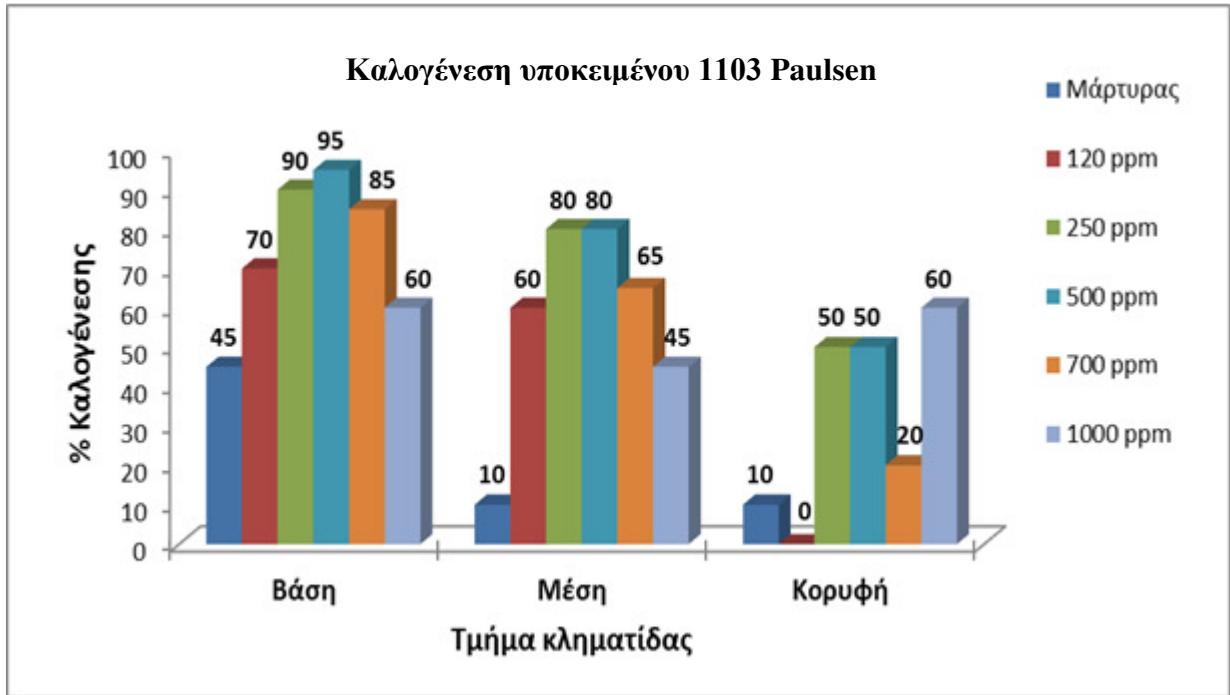
Ο μέσος όρος ριζών κυμάνθηκε σε εύρος 3,22 – 14 στα μοσχεύματα βάσης, 5,86 – 16,6 μέσης και 3,8 – 10,38 κορυφής (Γράφημα 3.9). Στο μάρτυρα παρατηρήθηκε ο μικρότερος μέσος όρος ριζών στα μοσχεύματα βάσης και μέσης. Ο υψηλότερος μέσος όρος ριζών (14) παρατηρήθηκε στην επέμβαση 700 ppm στα μοσχεύματα βάσης. Στα μοσχεύματα μέσης μεγαλύτερο μέσο όρο ριζών έδωσε η επέμβαση 1000 ppm, με στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ των άλλων επεμβάσεων (Εικόνα 3.7). Στα μοσχεύματα βάσης και μέσης αυξανόμενης της συγκέντρωσης IBA παρατηρήθηκε αύξηση του αριθμού των σχηματιζόμενων ριζών κάτι που δεν ήταν τόσο καθαρό στα μοσχεύματα κορυφής, στα οποία παρατηρήθηκε ο μεγαλύτερος μέσος όρος ριζών στην επέμβαση των 250 ppm.

Η μέση διάμετρος ριζών ανάλογα με την επέμβαση κυμάνθηκε για τα μοσχεύματα βάσης 0,79 – 1,27 mm, μέσης 0,82 – 1,32 mm και κορυφής 0,92 – 1,43 mm. Στα μοσχεύματα βάσης η μεγαλύτερη μέση διάμετρος ριζών (1,27) παρατηρήθηκε στην επέμβαση 700 ppm με στατιστικώς σημαντική διαφορά από τις επεμβάσεις μάρτυρα, 120 ppm, 250 ppm και 1000

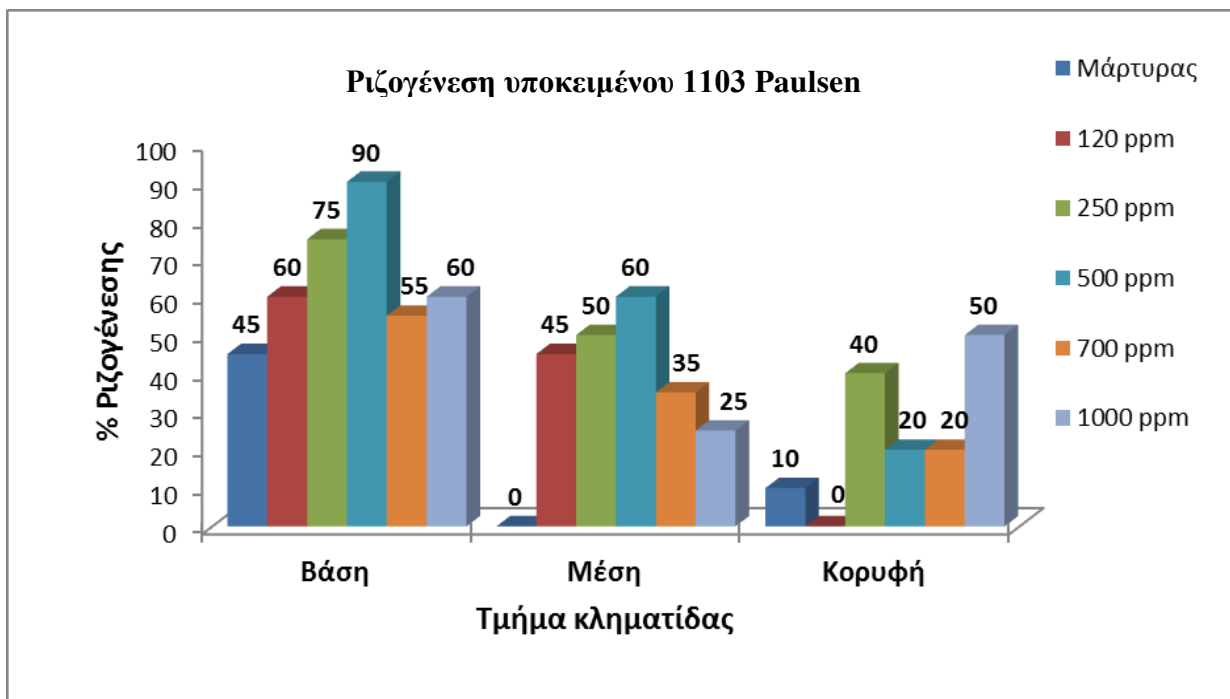
ppm. Στα μοσχεύματα μέσης η υψηλότερη μέση διάμετρος ριζών (1,32 mm) σημειώθηκε στην επέμβαση 1000 ppm, με στατιστικώς σημαντική διαφορά από την επέμβαση 700 ppm. Φαίνεται ότι ο μεγαλύτερος μέσος όρος αριθμού ριζών σε σχέση με το μάρτυρα, ο οποίος σχηματίστηκε στις επεμβάσεις με IBA, μείωσε ελαφρά τη μέση διάμετρο ριζών στις χαμηλές συγκεντρώσεις IBA (120 ppm, 250 ppm), πράγμα το οποίο, όμως, δεν παρατηρήθηκε στις επεμβάσεις με υψηλή συγκέντρωση IBA. Στα μοσχεύματα κορυφής παρουσιάστηκε η μεγαλύτερη μέση διάμετρος ριζών (1,43 mm) στην επέμβαση 500 ppm, ακολουθούμενη από το μάρτυρα (1,35 mm). Το αποτέλεσμα αυτό πιθανώς να προέκυψε λόγω του μικρού αριθμού ριζών που σχηματίστηκαν, αφού στις επεμβάσεις 250 ppm και 700 ppm που παρουσιάστηκε μεγαλύτερος μέσος όρος ριζών, η μέση διάμετρος ριζών ήταν μικρότερη με στατιστικώς σημαντική διαφορά από τις υπόλοιπες επεμβάσεις. Αυξανόμενης της συγκέντρωσης IBA παρουσιάζεται αύξηση της μέσης διαμέτρου ριζών, στα μοσχεύματα βάσης και μέσης, εν αντιθέσει με τα μοσχεύματα κορυφής στα οποία παρατηρείται μείωση της μέσης διαμέτρου πιθανώς λόγω του μικρότερου αποθησαυρισμού των μοσχευμάτων (Γράφημα 3.10).

Το ολικό μήκος ριζών κυμάνθηκε σε εύρος 740,48 - 7096,23 mm για τα μοσχεύματα βάσης, 1953,92 - 3518,04 mm μέσης και 952 - 5976,03 mm κορυφής. Μεγαλύτερο ολικό μήκος ριζών παρατηρήθηκε στα μοσχεύματα βάσης της επέμβασης 120 ppm, ακολουθούμενο από την επέμβαση 700 ppm, με στατιστικώς σημαντική διαφορά από τις υπόλοιπες επεμβάσεις. Η επέμβαση 120 ppm έδωσε το μεγαλύτερο ολικό μήκος ριζών στα μοσχεύματα μέσης. Η επέμβαση 250 ppm παρουσίασε το μεγαλύτερο ολικό μήκος στα μοσχεύματα κορυφής ακολουθούμενη από την επέμβαση 500 ppm χωρίς στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο. Στα μοσχεύματα κορυφής της επέμβασης 500 ppm, το αυξημένο ολικό μήκος δεν οφείλεται στον μεγάλο αριθμό ριζών αλλά αντίθετα φαίνεται ότι ο μικρός αριθμός τους (3,75) ο καλός αποθησαυρισμός και το IBA οδήγησαν στην κατά μήκος αύξηση των ριζών (Γράφημα 3.11).

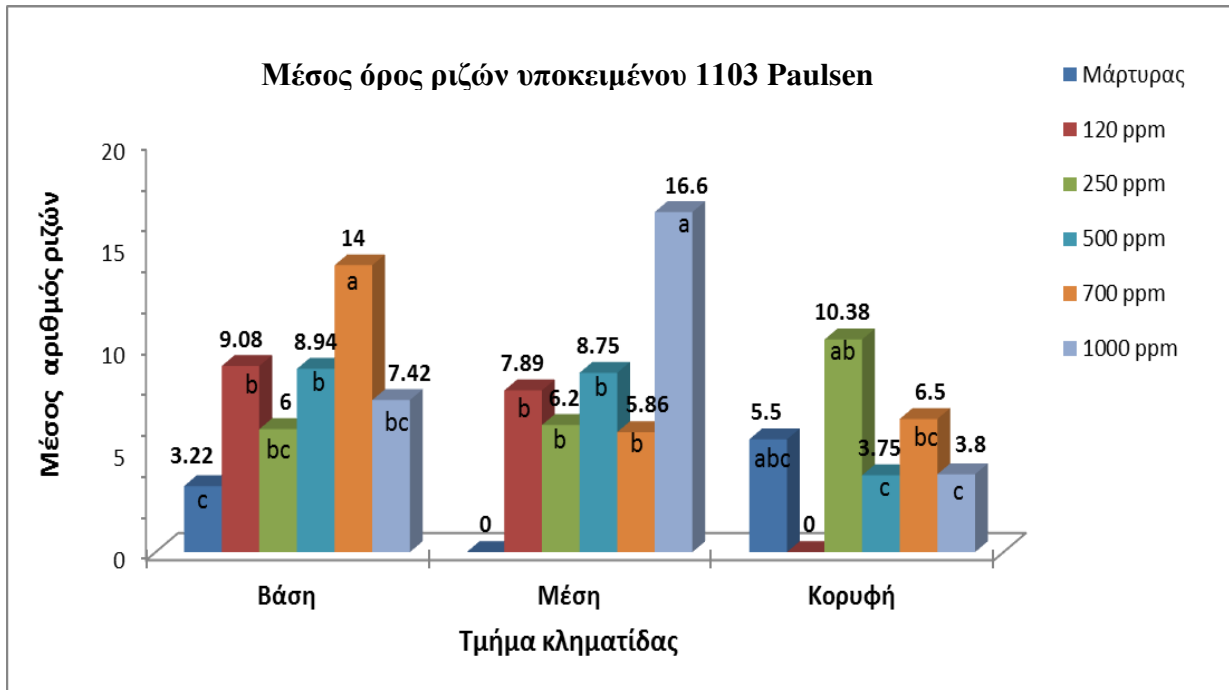
Η ολική επιφάνεια ριζών κυμάνθηκε σε εύρος 746,07 - 6057,75 mm² για τα μοσχεύματα βάσης, 1726,39 - 4532,45 mm² μέσης και 892,98 - 6774,60 mm² κορυφής. Οι επεμβάσεις 120 ppm και 700 ppm παρουσίασαν την μεγαλύτερη ολική επιφάνεια στα μοσχεύματα βάσης. Τα μοσχεύματα μέσης παρουσίασαν την μεγαλύτερη ολική επιφάνεια στις επεμβάσεις 1000 και 120 ppm, με στατιστικώς σημαντική διαφορά από την επέμβαση 700 ppm. Η επέμβαση 500 ppm έδωσε την μεγαλύτερη ολική επιφάνεια στα μοσχεύματα κορυφής, χωρίς στατιστικώς σημαντική διαφορά με την επέμβαση 250 ppm (Γράφημα 3.12).



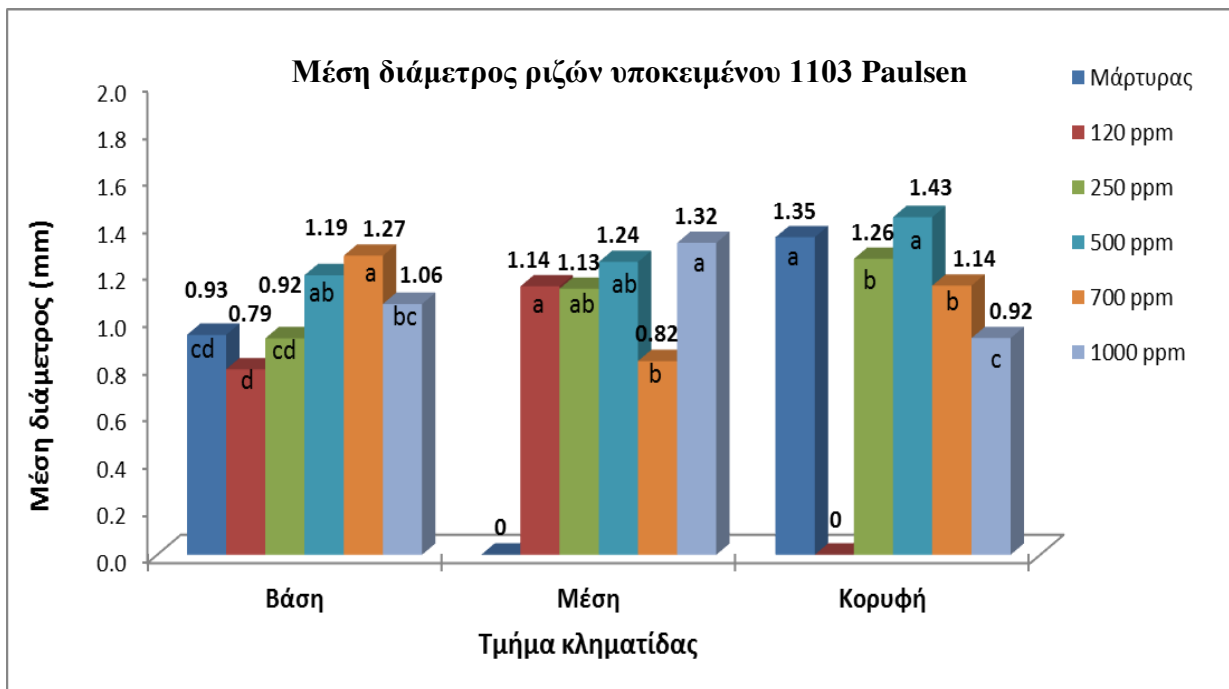
Γράφημα 3.7: Καλογένεση του υποκειμένου 1103 P, ανά επέμβαση IBA και τμήμα μοσχεύματος (βάσης, μέσης, κορυφής).



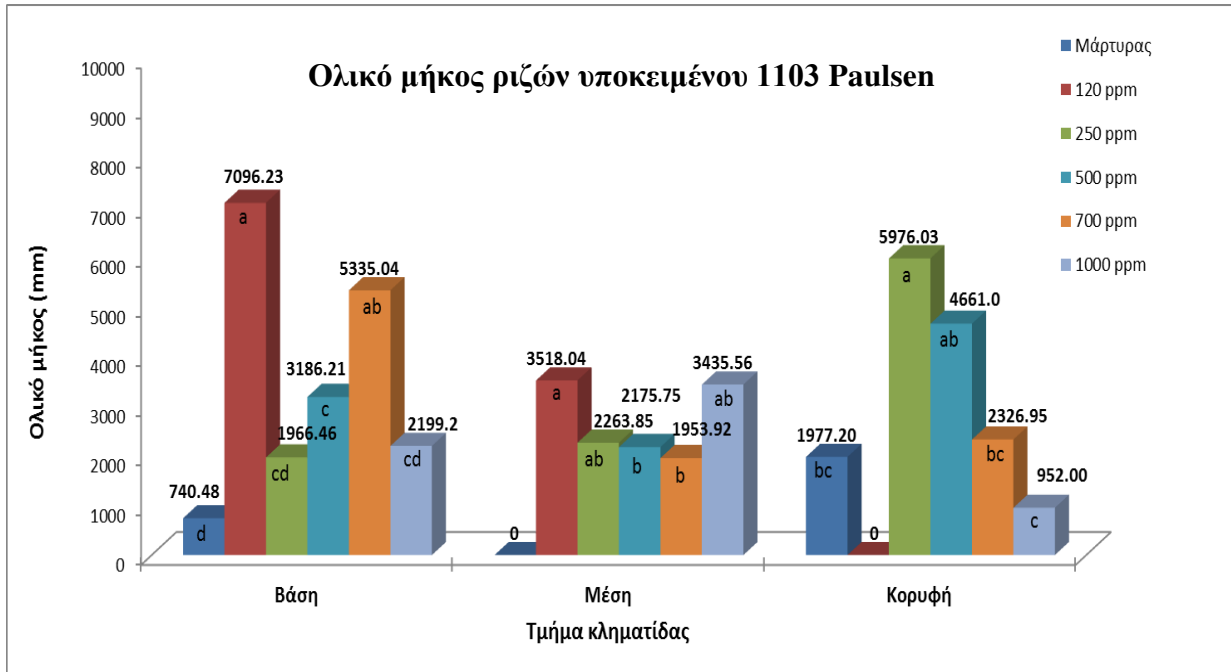
Γράφημα 3.8: Ριζογένεση του υποκειμένου 1103 P, ανά επέμβαση IBA και τμήμα μοσχεύματος (βάσης, μέσης, κορυφής).



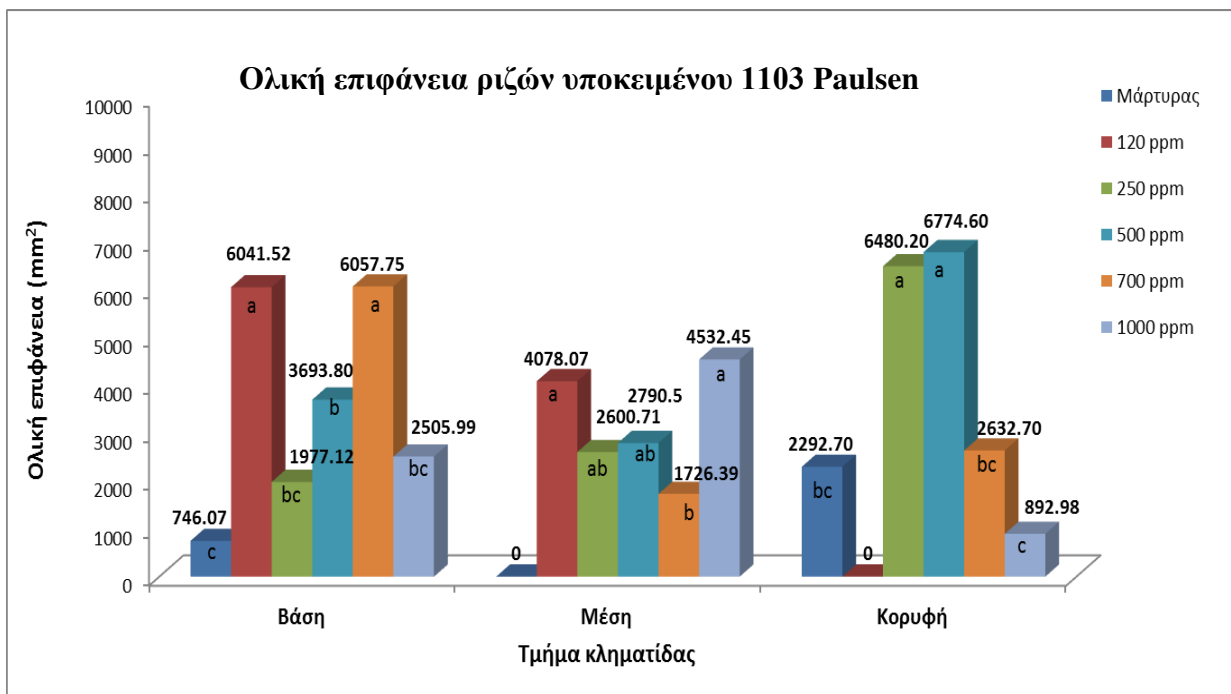
Γράφημα 3.9: Μέσος όρος ριζών του υποκειμένου 1103 P, ανά επέμβαση IBA και τμήμα μοσχεύματος (βάσης, μέσης, κορυφής).



Γράφημα 3.10: Μέση διάμετρος ριζών του υποκειμένου 1103 P, ανά επέμβαση IBA και τμήμα μοσχεύματος (βάσης, μέσης, κορυφής).



Γράφημα 3.11: Ολικό μήκος ριζών του υποκειμένου 1103 P, ανά επέμβαση IBA και τμήμα μοσχεύματος (βάσης, μέσης, κορυφής).



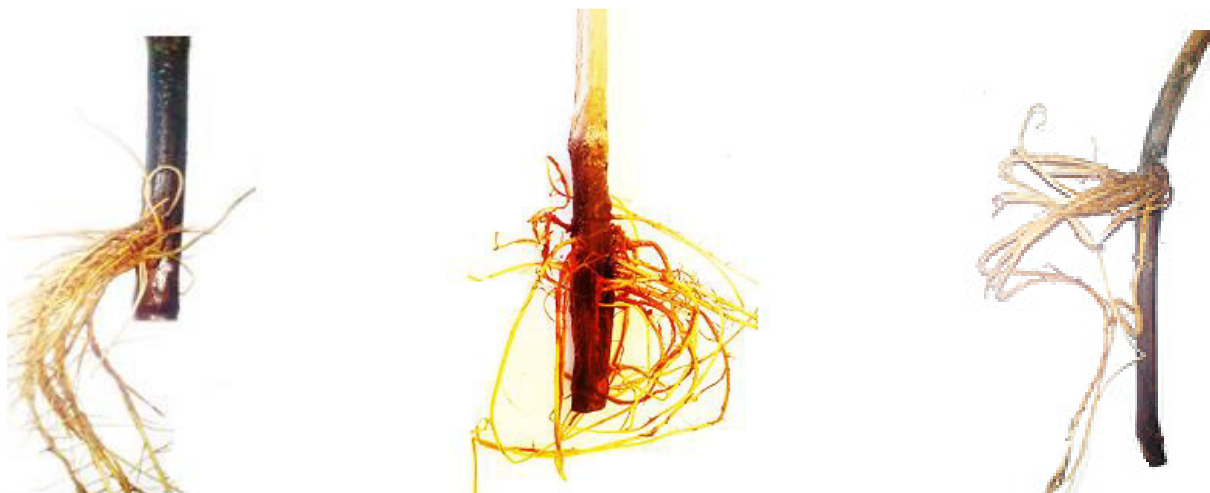
Γράφημα 3.12: Ολική επιφάνεια ριζών του υποκειμένου 1103 P, ανά επέμβαση IBA και τμήμα μοσχεύματος (βάσης, μέσης, κορυφής).



Εικόνα 3.4: Ριζογένεση σε μοσχεύματα βάσης (αριστερά), μέσης (κέντρο) και κορυφής (δεξιά) μάρτυρα στο υποκείμενο 1103 P.



Εικόνα 3.5: Ριζογένεση σε μοσχεύματα βάσης (αριστερά), μέσης (κέντρο) και κορυφής (δεξιά) της επέμβασης 120 ppm στο υποκείμενο 1103 P.



Εικόνα 3.6: Ριζογένεση σε μοσχεύματα βάσης (αριστερά), μέσης (κέντρο) και κορυφής (δεξιά) της επέμβασης 500 ppm στο υποκείμενο 1103 P.



Εικόνα 3.7: Ριζογένεση σε μοσχεύματα βάσης (αριστερά), μέσης (κέντρο) και κορυφής (δεξιά) της επέμβασης 1000 ppm στο υποκείμενο 1103 P.

3.1.3 Dog Ridge

Τα ποσοστά καλογένεσης στο υποκείμενο Dog Ridge κυμάνθηκαν σε εύρος 40% – 75% για τα μοσχεύματα βάσης, 45% – 65% μέσης και 0% – 30% της κορυφής. Τα υψηλότερα ποσοστά καλογένεσης (75%) παρατηρήθηκαν στα μοσχεύματα βάσης των επεμβάσεων 250 ppm και 500 ppm. Στα μοσχεύματα μέσης το υψηλότερο ποσοστό καλογένεσης παρατηρήθηκε στην επέμβαση 500 ppm (65%). Στα μοσχεύματα κορυφής τα ποσοστά καλογένεσης ήταν χαμηλά με το μεγαλύτερο ποσοστό (30%) να παρατηρείται στις επεμβάσεις 700 ppm και 1000 ppm. Τα ποσοστά καλογένεσης αυξάνονται αυξανόμενης της συγκέντρωσης IBA μέχρι την επέμβαση 500 ppm ενώ, στις υψηλότερες συγκεντρώσεις παρατηρείται μείωση τους. Αυτό δεν είναι το ίδιο εμφανές στα μοσχεύματα κορυφής (Γράφημα 3.13).

Τα αποτελέσματα στο Γράφημα 3.14 δείχνουν τα ποσοστά ριζογένεσης των μοσχευμάτων που κυμάνθηκαν σε ποσοστό 15% – 70% στα μοσχεύματα βάσης, 20% – 50% μέσης και 0% – 25% της κορυφής. Το υψηλότερο ποσοστό ριζογένεσης (70%) παρατηρήθηκε στα μοσχεύματα βάσης στην επέμβαση 500 ppm με ποσοστιαία διαφορά από το μάρτυρα 55% (Εικόνα 3.8, Εικόνα 3.11). Στα μοσχεύματα μέσης το υψηλότερο ποσοστό ριζογένεσης (50%) παρατηρήθηκε στην επέμβαση 250 ppm (Εικόνα 3.10), ακολουθούμενο από την επέμβαση 500 ppm (40%). Στα μοσχεύματα κορυφής τα υψηλότερα ποσοστά ριζογένεσης παρατηρήθηκαν στην επέμβαση 1000 ppm (25%) (Εικόνα 3.13). Στα μοσχεύματα βάσης και μέσης παρατηρείται καθαρά η επίδραση του IBA στην ριζογένεση.

Αυξανόμενης της συγκέντρωσης IBA αυξάνονται και τα ποσοστά ριζογένεσης έως την συγκέντρωση των 500 ppm. Στις πιο υψηλές συγκεντρώσεις η διαφορά από το μάρτυρα αυξάνεται με μειούμενο ρυθμό σε σύγκριση με τις χαμηλότερες συγκεντρώσεις IBA. Στα μοσχεύματα κορυφής αυξάνεται ελαφρά το ποσοστό ριζογένεσης αυξανόμενης της συγκέντρωσης IBA, αλλά παραμένει σε χαμηλά ποσοστά.

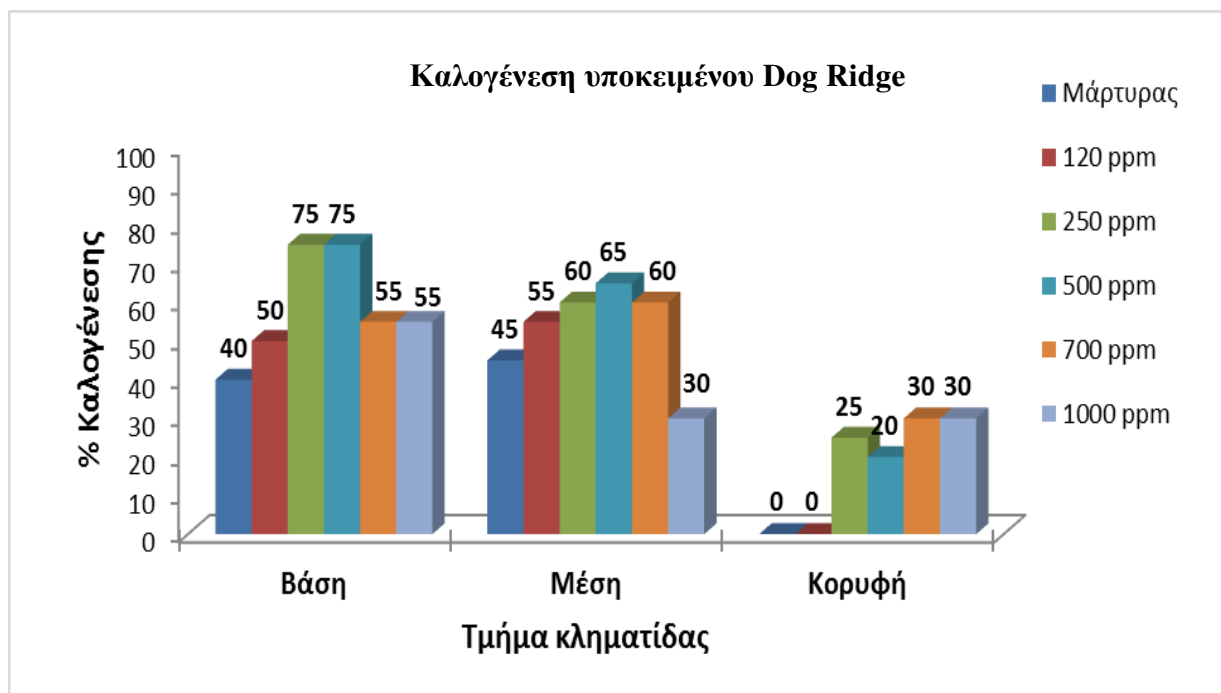
Ο μέσος όρος ριζών ανάλογα με την επέμβαση IBA, κυμάνθηκε σε 7 – 14,25 στα μοσχεύματα βάσης, 3,75 – 16,38 μέσης και 2 – 7 της κορυφής. Ο μεγαλύτερος μέσος όρος ριζών στα μοσχεύματα βάσης (14,25) παρατηρήθηκε στην επέμβαση 120 ppm χωρίς όμως να υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ των άλλων επεμβάσεων (Εικόνα 3.9). Στα μοσχεύματα μέσης η επέμβαση 500 ppm έδωσε τον μεγαλύτερο μέσο όρο ριζών (16,38) με στατιστικώς σημαντική διαφορά από τις επεμβάσεις 120 ppm, 700 ppm, 1000 ppm, ακολουθούμενος από την επέμβαση 250 ppm. Στα μοσχεύματα κορυφής μεγαλύτερο μέσο όρο αριθμού ριζών (7) σχημάτισαν τα μοσχεύματα της επέμβασης 250 ppm (Γράφημα 3.15).

Η μέση διάμετρος ριζών κυμάνθηκε για τα μοσχεύματα βάσης σε 0,78 – 1,37 mm, 0,93 – 1,24 mm μέσης και 0,96 – 1,11 mm της κορυφής. Η επέμβαση 250 ppm παρουσίασε την υψηλότερη μέση διάμετρο ριζών στα μοσχεύματα βάσης (1,37 mm) και μέσης (1,24 mm). Στα μοσχεύματα κορυφής οι επεμβάσεις του μάρτυρα και 120 ppm έδωσαν μηδενικό αριθμό ριζών, ενώ τα 250 ppm έδωσαν τη μεγαλύτερη μέση διάμετρο χωρίς στατιστικώς σημαντική διαφορά με τις υπόλοιπες επεμβάσεις. Η συγκέντρωση IBA φαίνεται να αύξησε τη μέση διάμετρο ριζών μέχρι τη συγκέντρωση των 250 ppm, ενώ οι υψηλότερες συγκεντρώσεις δεν είχαν κάποια ουσιαστική επίδραση. Στα μοσχεύματα κορυφής δεν παρουσιάστηκε στατιστικώς σημαντική διαφορά της μέσης διαμέτρου των ριζών μεταξύ των επεμβάσεων IBA (Γράφημα 3.16).

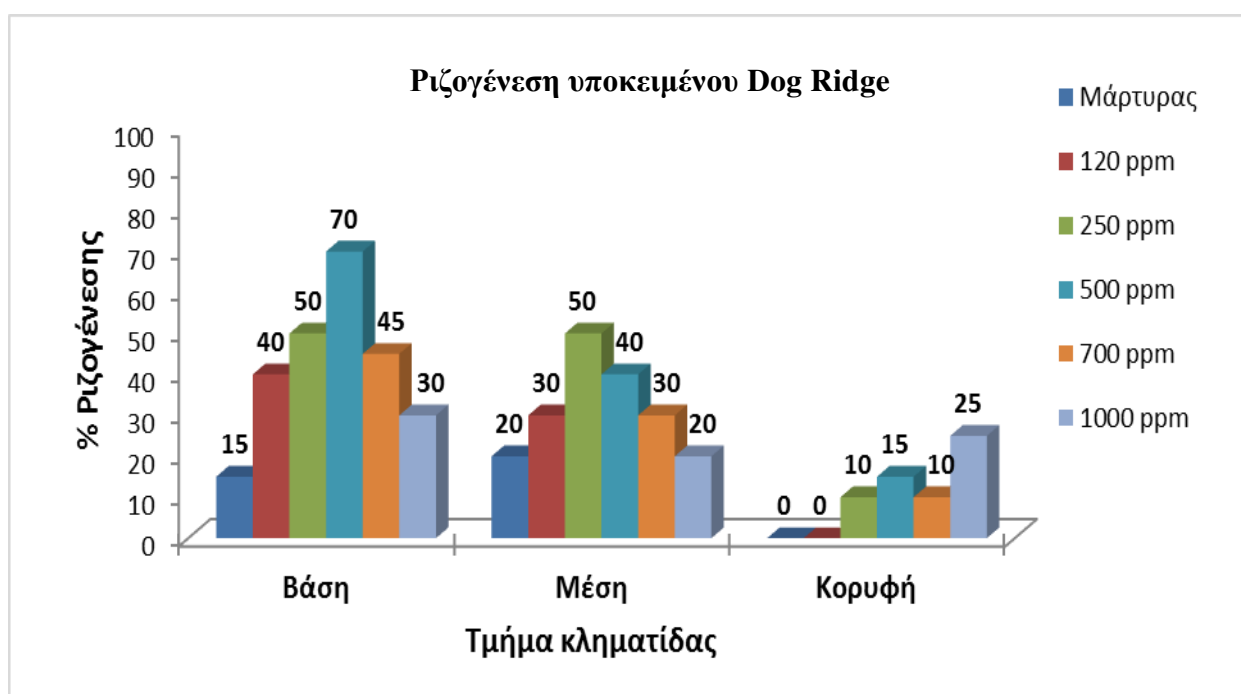
Στο Γράφημα 3.17 παρουσιάζεται η επίδραση των επεμβάσεων IBA στο ολικό μήκος ριζών που κυμάνθηκε σε εύρος 1330,78 – 6004,90 mm για τα μοσχεύματα βάσης, 1065,57 – 5355,16 mm μέσης και 4369 – 7219,90 mm της κορυφής. Στα μοσχεύματα βάσης το μεγαλύτερο μήκος ριζών παρατηρήθηκε στην επέμβαση 120 ppm ακολουθούμενο από την επέμβαση 500 ppm χωρίς στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο. Στα μοσχεύματα μέσης μεγαλύτερο ολικό μήκος παρατηρήθηκε στην επέμβαση 500 ppm ακολουθούμενο από την επέμβαση 120 ppm χωρίς όμως να διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά. Στα μοσχεύματα κορυφής η επέμβαση 250 ppm έδωσε το υψηλότερο ολικό μήκος ριζών (7219,90 mm), χωρίς στατιστικώς σημαντική διαφορά με τις υπόλοιπες επεμβάσεις. Από τα δεδομένα στο

Γράφημα 3.15 παρατηρείται ότι το ολικό μήκος ριζών επηρεάστηκε από τον μεγάλο μέσο όρο ριζών που σχηματίστηκαν στις συγκεκριμένες επεμβάσεις. Το ολικό μήκος αυξάνεται και έχει στατιστικώς σημαντική διαφορά από το μάρτυρα στις χαμηλές συγκεντρώσεις IBA, ενώ αυξανόμενη της συγκέντρωσης δεν αυξάνεται και το ολικό μήκος ριζών (Εικόνα 3.12).

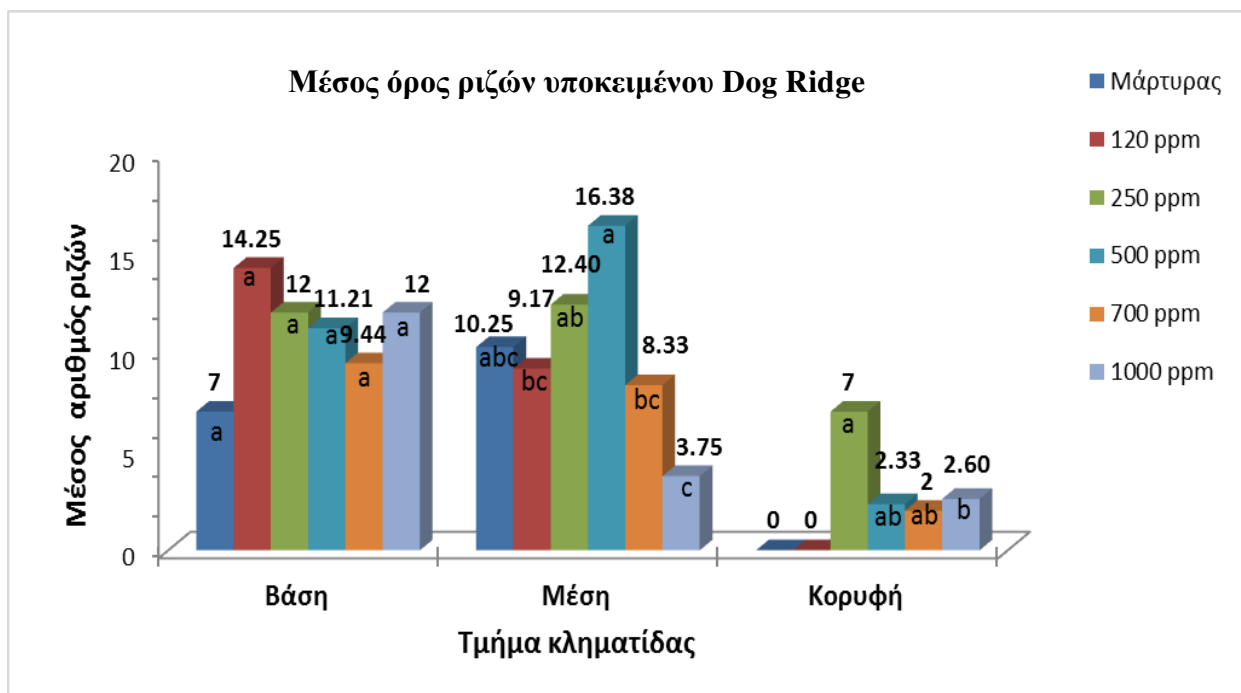
Το Γράφημα 3.18 παρουσιάζει την επίδραση των επεμβάσεων IBA στην ολική επιφάνεια ριζών που κυμάνθηκε σε $951,95 - 5793,53 \text{ mm}^2$ για τα μοσχεύματα βάσης, $921,13 - 5309,28 \text{ mm}^2$ μέσης και $4567,50 - 7575,85 \text{ mm}^2$ της κορυφής. Στα μοσχεύματα βάσης, η μεγαλύτερη επιφάνεια ριζών παρατηρήθηκε στην επέμβαση 120 ppm ακολουθούμενη από την επέμβαση 500 ppm, χωρίς στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο. Στα μοσχεύματα μέσης, μεγαλύτερη ολική επιφάνεια παρατηρήθηκε στην επέμβαση 500 ppm ακολουθούμενη από την επέμβαση 120 ppm, χωρίς όμως να διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά. Όσον αφορά στα μοσχεύματα κορυφής η επέμβαση 250 ppm έδωσε την μεγαλύτερη ολική επιφάνεια ριζών ($7575,85 \text{ mm}^2$), χωρίς στατιστικώς σημαντική διαφορά με τις υπόλοιπες επεμβάσεις. Η ολική επιφάνεια αυξάνεται και έχει στατιστικώς σημαντική διαφορά από το μάρτυρα στις συγκεντρώσεις IBA (120 ppm, 250 ppm, 500 ppm), ενώ στις μεγαλύτερες συγκεντρώσεις (700 ppm, 1000 ppm) ο ρυθμός αύξησης είναι συγκριτικά μικρότερος.



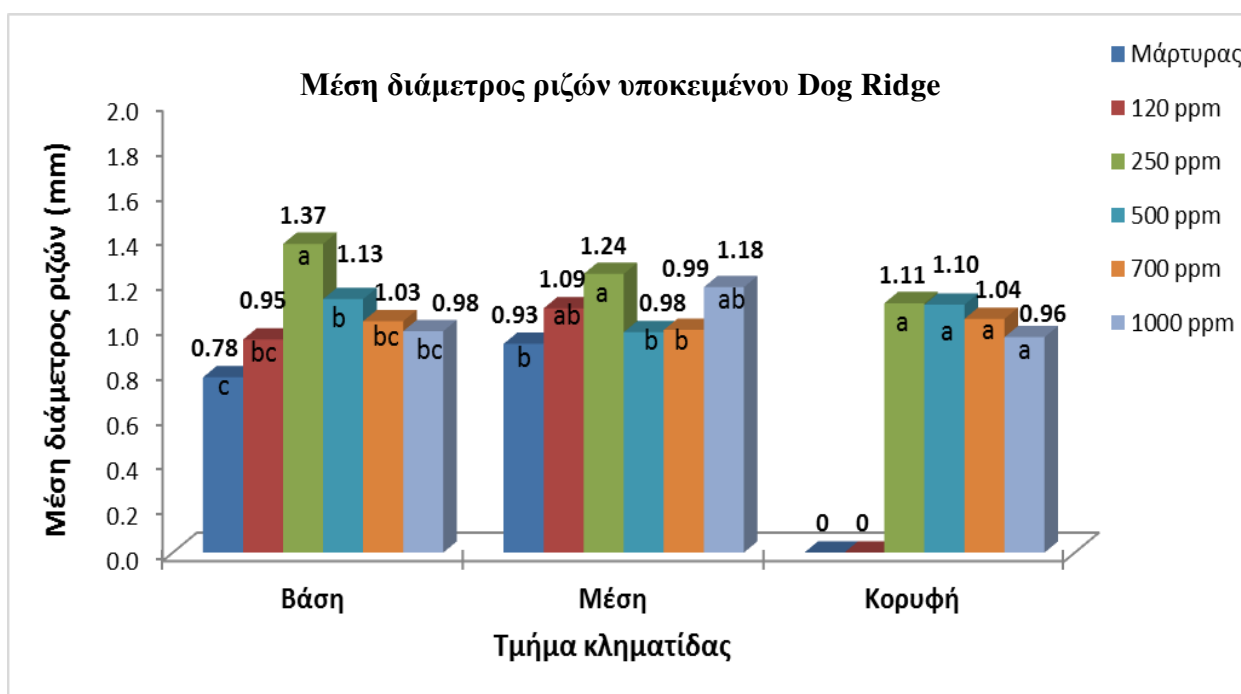
Γράφημα 3.13: Καλογένεσης του υποκειμένου Dog Ridge, ανά επέμβαση IBA και τμήμα μοσχεύματος (βάσης, μέσης, κορυφής).



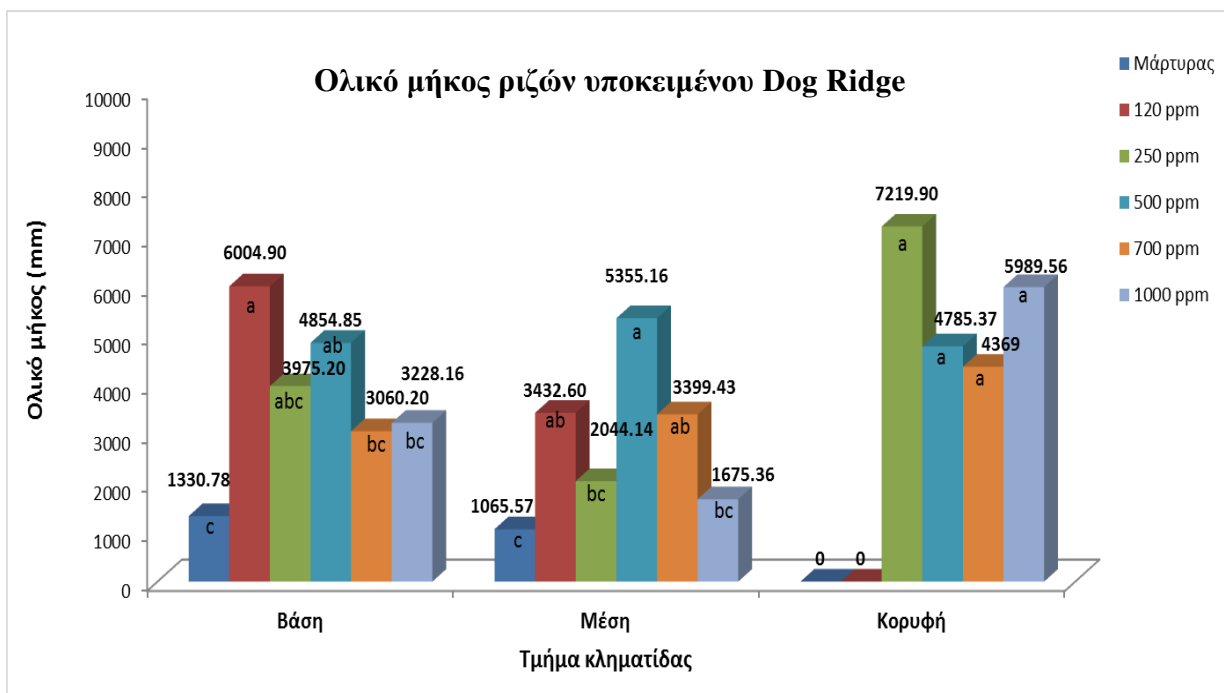
Γράφημα 3.14: Ριζογένεση του υποκειμένου Dog Ridge, ανά επέμβαση IBA και τμήμα μοσχεύματος (βάσης, μέσης, κορυφής).



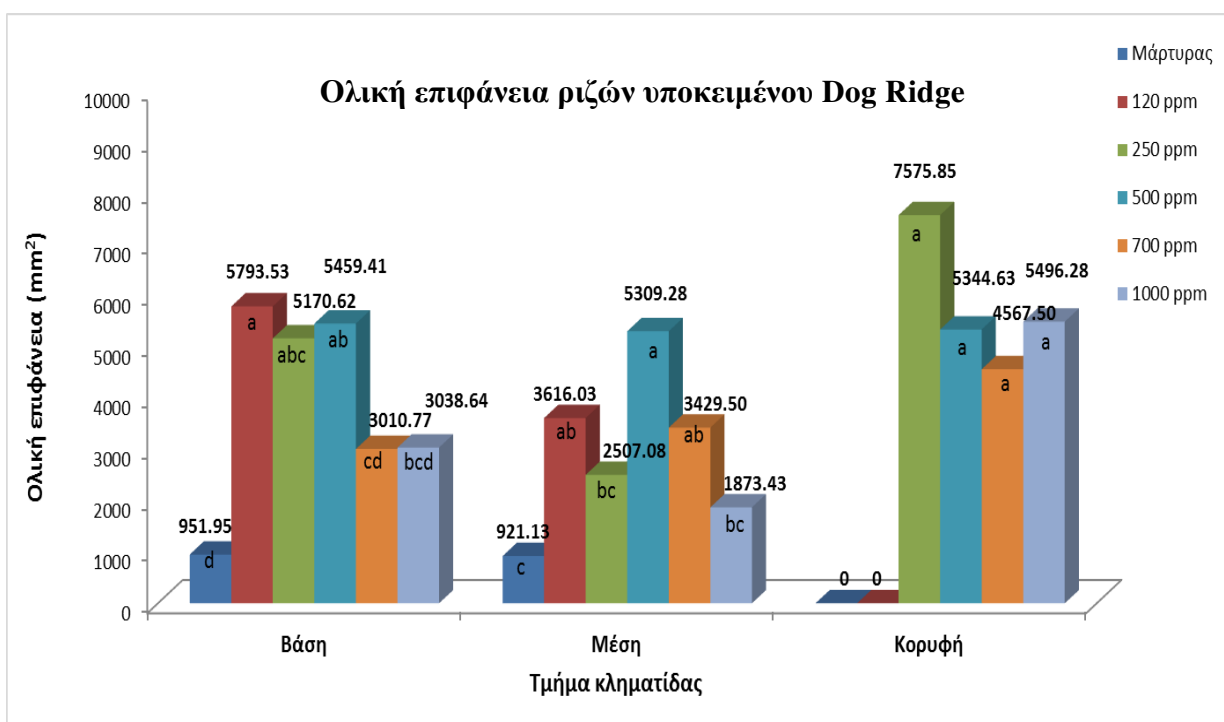
Γράφημα 3.15: Μέσος όρος ριζών του υποκειμένου Dog Ridge, ανά επέμβαση IBA και τμήμα μοσχεύματος (βάσης, μέσης, κορυφής).



Γράφημα 3.16: Μέση διάμετρος ριζών του υποκειμένου Dog Ridge, ανά επέμβαση IBA και τμήμα μοσχεύματος (βάσης, μέσης, κορυφής).



Γράφημα 3.17: Ολικό μήκος ριζών του υποκειμένου Dog Ridge, ανά επέμβαση IBA και τμήμα μοσχεύματος (βάσης, μέσης, κορυφής).



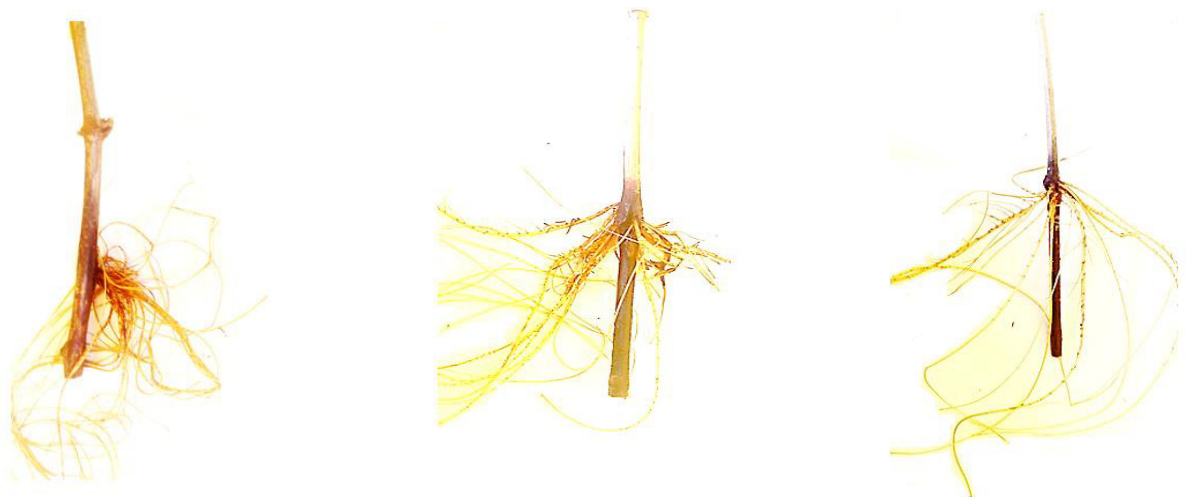
Γράφημα 3.18: Ολική επιφάνεια ριζών του υποκειμένου Dog Ridge, ανά επέμβαση IBA και τμήμα μοσχεύματος (βάσης, μέσης, κορυφής).



Εικόνα 3.8: Ριζογένεση σε μοσχεύματα βάσης (αριστερά), μέσης (κέντρο) και κορυφής (δεξιά) του μάρτυρα στο υποκείμενο Dog Ridge.



Εικόνα 3.9: Ριζογένεση σε μοσχεύματα βάσης (αριστερά) και μέσης (δεξιά) της επέμβασης 120 ppm στο υποκείμενο Dog Ridge.



Εικόνα 3.10: Ριζογένεση σε μοσχεύματα βάσης (αριστερά), μέσης (κέντρο) και κορυφής (δεξιά) της επέμβασης 250 ppm στο υποκείμενο Dog Ridge.



Εικόνα 3.11: Ριζογένεση σε μοσχεύματα βάσης (αριστερά), μέσης (κέντρο) και κορυφής (δεξιά) της επέμβασης 500 ppm στο υποκείμενο Dog Ridge.



Εικόνα 3.12: Ριζογένεση σε μοσχεύματα βάσης (αριστερά), μέσης (κέντρο) και κορυφής (δεξιά) της επέμβασης 700 ppm στο υποκείμενο Dog Ridge.



Εικόνα 3.13: Ριζογένεση σε μοσχεύματα βάσης (αριστερά), μέσης (κέντρο) και κορυφής (δεξιά) της επέμβασης 1000 ppm στο υποκείμενο Dog Ridge.

3.1.4 Cabernet Franc

Τα ποσοστά καλογένεσης στην ποικιλία Cabernet Franc κυμάνθηκαν σε ποσοστά 50% – 95% για τα μοσχεύματα βάσης, 50% – 85% μέσης και 0% – 75% της κορυφής. Στην ποικιλία *Vinifera* τα μοσχεύματα μέσης και βάσης παρουσίασαν υψηλό ποσοστό καλογένεσης (70%) στο μάρτυρα. Οι επεμβάσεις που παρουσίασαν τα υψηλότερα ποσοστά καλογένεσης ήταν τα 1000 ppm για τα μοσχεύματα βάσης, με μικρή όμως διαφορά από τις επεμβάσεις 500 ppm και 250 ppm. Η επέμβαση των 120 ppm για τα μοσχεύματα μέσης και των 250 ppm για τα μοσχεύματα κορυφής έδωσαν τα υψηλότερα ποσοστά καλογένεσης για τα αντίστοιχα μοσχεύματα. Οι επεμβάσεις με IBA αύξησαν τα ποσοστά καλογένεσης αν και στη ποικιλία Cabernet Franc η θετική επίδραση του IBA στα ποσοστά καλογένεσης, είναι μικρή και δεν απαιτούνται υψηλές συγκεντρώσεις του (Γράφημα 3.19).

Το Γράφημα 3.20 παρουσιάζει τα ποσοστά ριζογένεσης ανά συγκέντρωση IBA, που κυμάνθηκαν σε εύρος 50% – 85% στα μοσχεύματα βάσης, 45% – 70% μέσης και 0% – 60% της κορυφής. Στα μοσχεύματα βάσης το υψηλότερο ποσοστό ριζογένεσης παρουσιάστηκε στις επεμβάσεις 500 και 1000 ppm, της μέσης στην επέμβαση 250 ppm και της κορυφής στα 700 ppm. Η επίδραση του IBA φαίνεται να είναι υψηλή στα μοσχεύματα κορυφής, καθώς ο μάρτυρας παρουσίασε μηδενικά ποσοστά ριζογένεσης, ενώ αυξανόμενης της συγκέντρωσης IBA μέχρι τα 700 ppm αυξήθηκε η ριζογένεση.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα στο Γράφημα 3.21, ο αριθμός ριζών της ποικιλίας Cabernet Franc ανάλογα με την επέμβαση IBA, κυμάνθηκε σε εύρος 5 – 19,53 για τα μοσχεύματα βάσης, 5,78 – 14 μέσης και 0 – 7,8 της κορυφής. Ο υψηλότερος μέσος όρος αριθμού ριζών (19,53) σχηματίστηκε στα μοσχεύματα βάσης της επέμβασης 1000 ppm, ακολουθούμενη από την επέμβαση 500 ppm, χωρίς στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο. Στα μοσχεύματα μέσης η επέμβαση 700 ppm (Εικόνα 3.17) έδωσε τον μεγαλύτερο μέσο όρο ριζών, χωρίς στατιστικώς σημαντική διαφορά από τις επεμβάσεις 120 ppm, 250 ppm και 500 ppm. Στα μοσχεύματα κορυφής τον υψηλότερο αριθμό ριζών έδωσε η επέμβαση 700 ppm με στατιστικώς σημαντική διαφορά από την επέμβαση 500 ppm και τον μάρτυρα (Εικόνα 3.14). Παρατηρώντας φαίνεται ότι αυξανόμενης της συγκέντρωσης IBA αυξάνεται ο αριθμός ριζών σε σχέση με το μάρτυρες, γεγονός που δείχνει την πιθανή θετική επίδραση του IBA στο σχηματισμό ριζών, κυρίως στα μοσχεύματα βάσης και λιγότερο της μέσης και κορυφής. Ο ικανοποιητικός αριθμός ριζών που σχηματίστηκαν σε χαμηλές

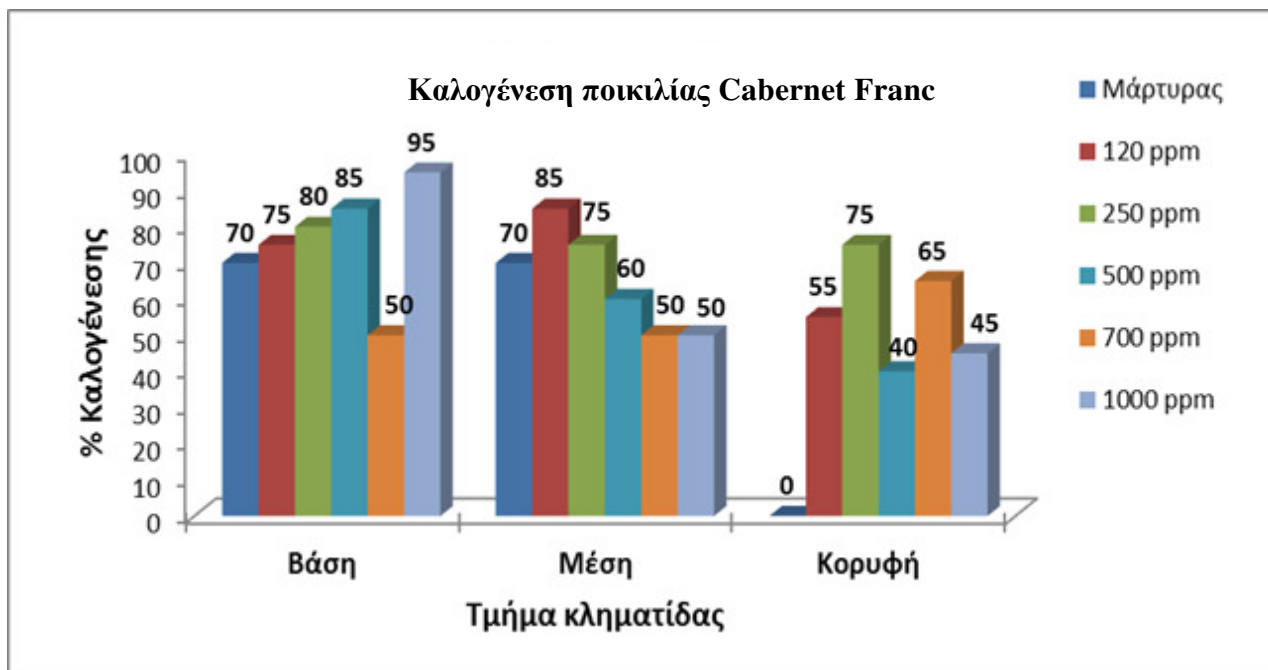
συγκεντρώσεις IBA καταδεικνύει την ευκολία ριζογένεσης και σχηματισμού υψηλού αριθμού ριζών της ποικιλίας *Vinifera* (Εικόνα 3.15).

Η υψηλότερη μέση διάμετρος ριζών στα μοσχεύματα βάσης παρατηρήθηκε στην επέμβαση 1000 ppm με στατιστικώς σημαντική διαφορά από τις άλλες επεμβάσεις (Εικόνα 3.18). Στα μοσχεύματα μέσης, υψηλότερη μέση διάμετρος ριζών (1,27 mm) παρατηρήθηκε στην επέμβαση 700 ppm. Στα μοσχεύματα βάσης και μέσης η αύξηση του αριθμού ριζών σε συνδυασμό με της χαμηλές συγκεντρώσεις IBA φαίνεται να μειώσε ελαφρά τη μέση διάμετρο ριζών, αντίθετα στις υψηλότερες συγκεντρώσεις IBA 700 ppm και 1000 ppm σχηματίστηκε μεγάλος αριθμός ριζών, μεγάλης διαμέτρου. Στα μοσχεύματα κορυφής, αυξανόμενης της συγκέντρωσης IBA μέχρι τα 500 ppm αυξήθηκε η μέση διάμετρος ριζών. Η αύξηση δεν ήταν στατιστικώς σημαντική, εκτός της επέμβασης 500 ppm που έδωσε και την υψηλότερη διάμετρο ριζών (1,65 mm), πιθανώς λόγω της επίδρασης του IBA αλλά και του μικρού αριθμού ριζών που σχημάτισαν τα μοσχεύματα της επέμβασης αυτής (Γράφημα 3.22) (Εικόνα 3.16).

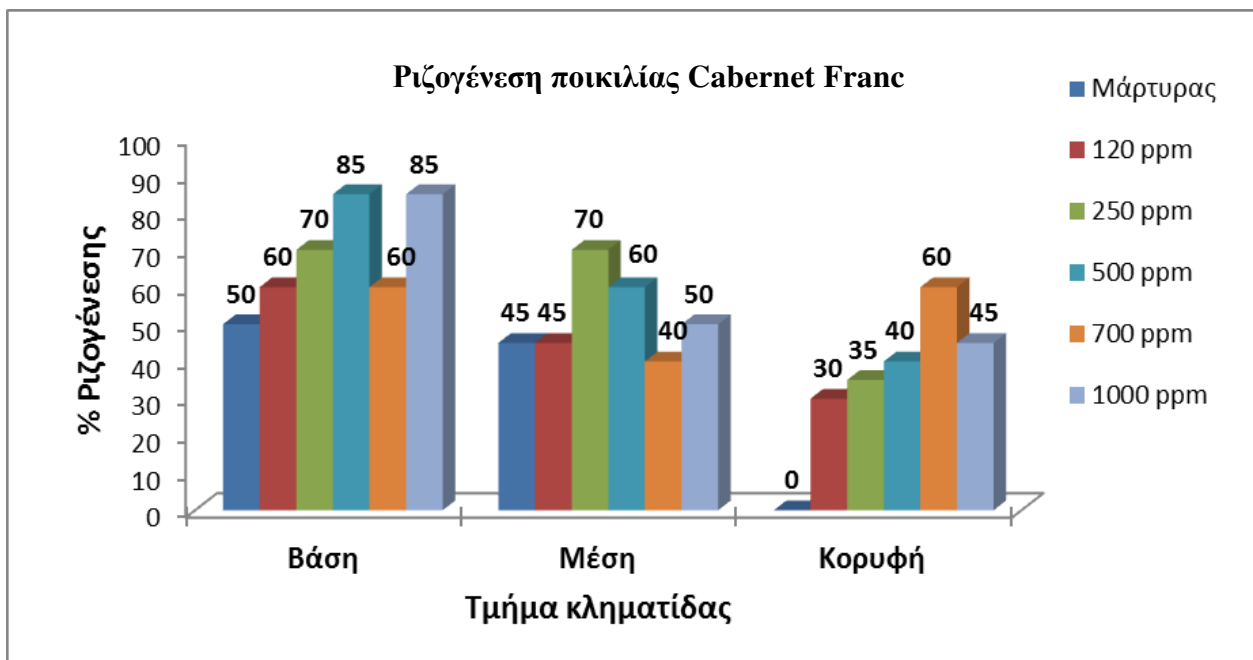
Στο Γράφημα 3.23 παρουσιάζεται η επίδραση των επεμβάσεων IBA στο ολικό μήκος ριζών, που κυμάνθηκε σε 2045,23 – 6294,18 mm για τα μοσχεύματα βάσης, 1559,50 – 8935,20 mm μέσης και 863 – 2034,64 mm της κορυφής. Στα μοσχεύματα βάσης το μεγαλύτερο μήκος ριζών παρατηρήθηκε στο μάρτυρα ακολουθούμενο από την επέμβαση 1000 ppm χωρίς στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο. Στα μοσχεύματα μέσης μεγαλύτερο ολικό μήκος παρατηρήθηκε στην επέμβαση 120 ppm με στατιστικώς σημαντική διαφορά από τις υπόλοιπες επεμβάσεις. Όσον αφορά στα μοσχεύματα κορυφής, η επέμβαση 700 ppm έδωσε το υψηλότερο ολικό μήκος ριζών, χωρίς στατιστικώς σημαντική διαφορά με τις υπόλοιπες επεμβάσεις, εκτός της επέμβασης 500 ppm που είχε σχηματίσει το μικρότερο αριθμό ριζών πράγμα που επηρέασε το ολικό μήκος. Από τα δεδομένα στο Γράφημα 3.21 παρατηρείται ότι το μεγάλο ολικό μήκος ριζών στις επεμβάσεις με IBA, οφείλεται στον μεγάλο αριθμό ριζών που σχηματίστηκαν στις συγκεκριμένες επεμβάσεις. Εν κατακλείδι το ολικό μήκος ριζών αυξάνεται ελαφρά ή καθόλου εν συγκρίσει με το μάρτυρα από τις επεμβάσεις IBA, ενώ αυξανόμενης της συγκέντρωσης δεν αυξάνεται και το ολικό μήκος ριζών.

Το Γράφημα 3.24 παρουσιάζει την επίδραση των επεμβάσεων IBA στην ολική επιφάνεια ριζών. Κυμάνθηκε σε εύρος 1972,65 – 6474,20 mm² για τα μοσχεύματα βάσης, 1665,03 – 8309,82 mm² μέσης και 1313,47 – 2386,96 mm² της κορυφής. Στα μοσχεύματα

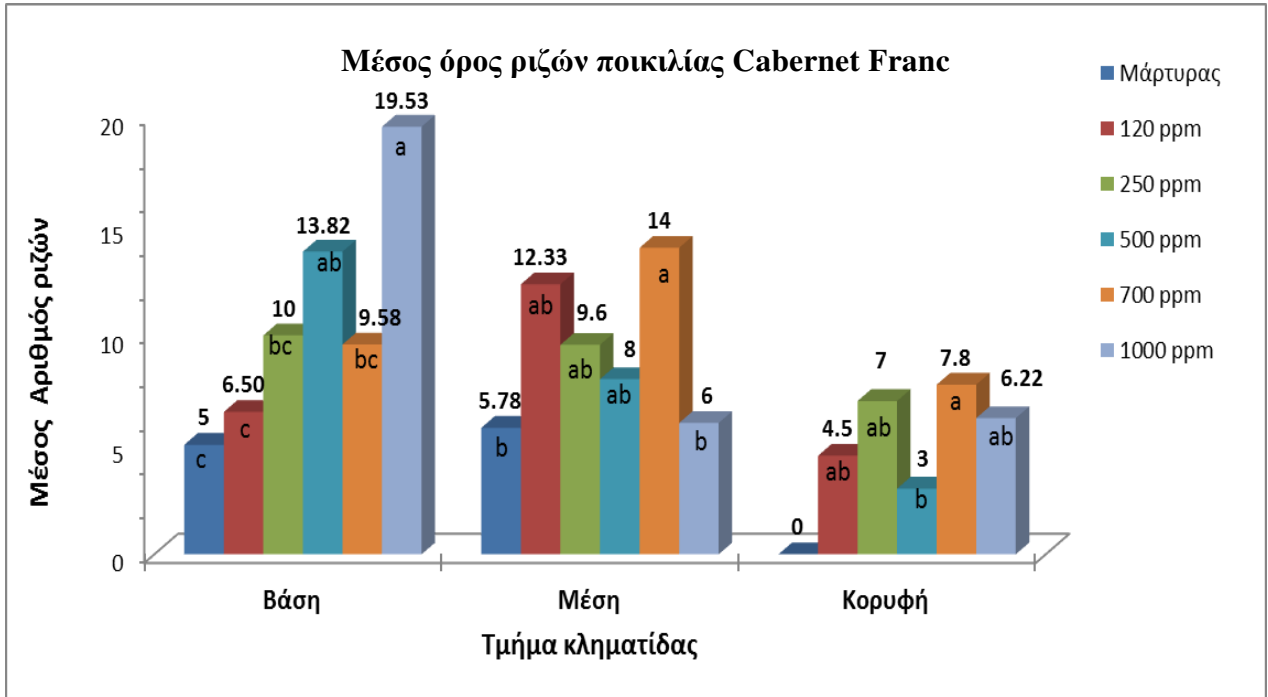
βάσης η μεγαλύτερη επιφάνεια ριζών παρατηρήθηκε στο μάρτυρα. Στα μοσχεύματα μέσης μεγαλύτερη ολική επιφάνεια παρατηρήθηκε στην επέμβαση 120 ppm, ακολουθούμενη από το μάρτυρα με στατιστικώς σημαντική διαφορά. Στα μοσχεύματα κορυφής η επέμβαση 700 ppm έδωσε την μεγαλύτερη ολική επιφάνεια ριζών, χωρίς στατιστικώς σημαντική διαφορά με τις υπόλοιπες επεμβάσεις. Η ολική επιφάνεια ριζών αυξάνεται ελαφρά ή καθόλου στις επεμβάσεις IBA εν συγκρίσει με το μάρτυρα. Αυξανόμενης της συγκέντρωσης IBA δεν αυξάνεται η ολική επιφάνεια ριζών, καταδεικνύοντας τη χαμηλή επίδραση του IBA στο μέγεθος αυτό.



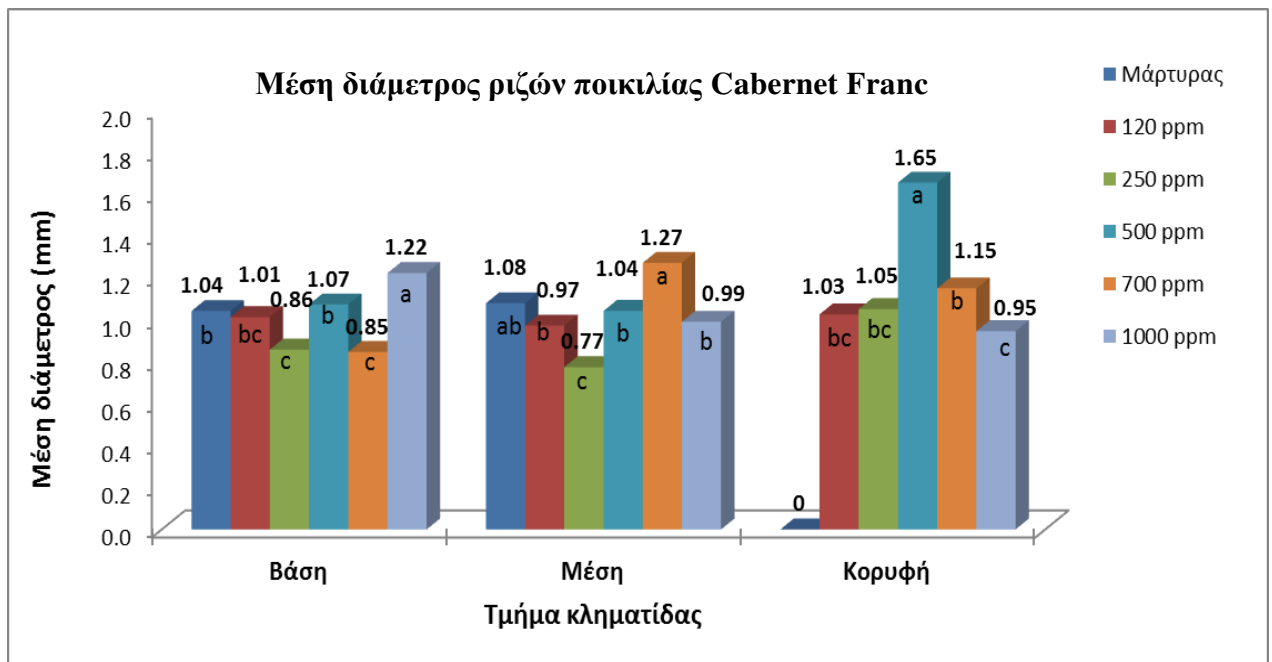
Γράφημα 3.19: Καλογένεση της ποικιλίας Cabernet Franc, ανά επέμβαση IBA και τμήμα μοσχεύματος (βάσης, μέσης, κορυφής).



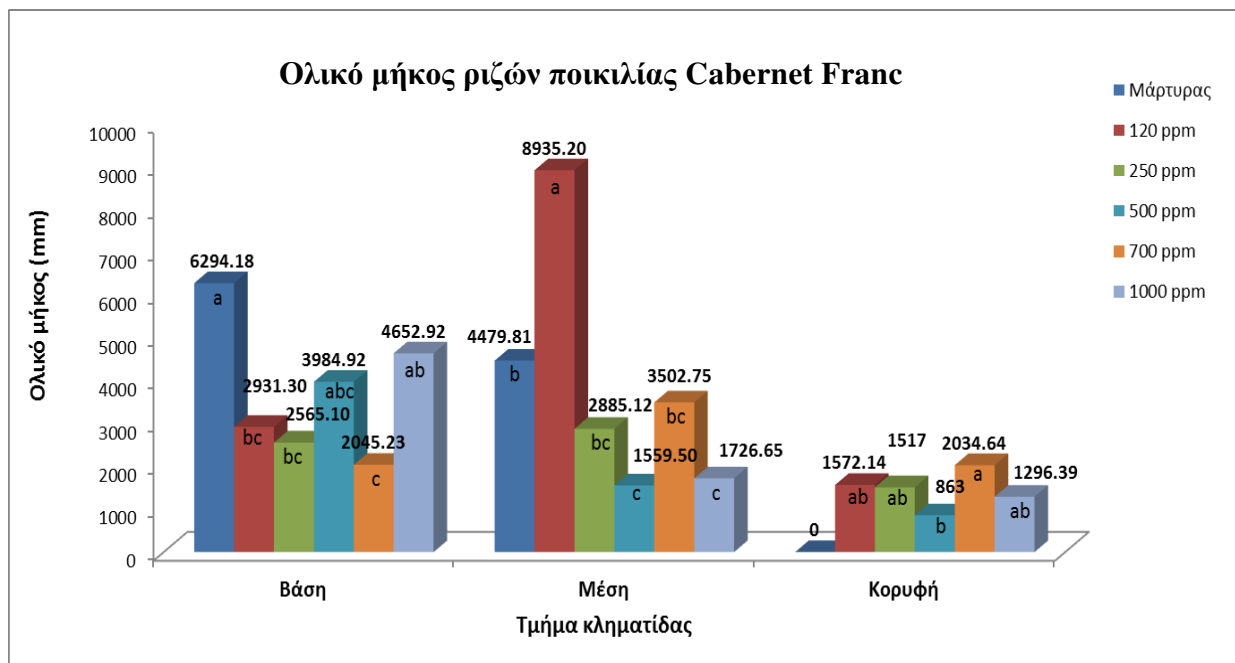
Γράφημα 3.20: Ριζογένεση της ποικιλίας Cabernet Franc, ανά επέμβαση IBA και τμήμα μοσχεύματος (βάσης, μέσης, κορυφής).



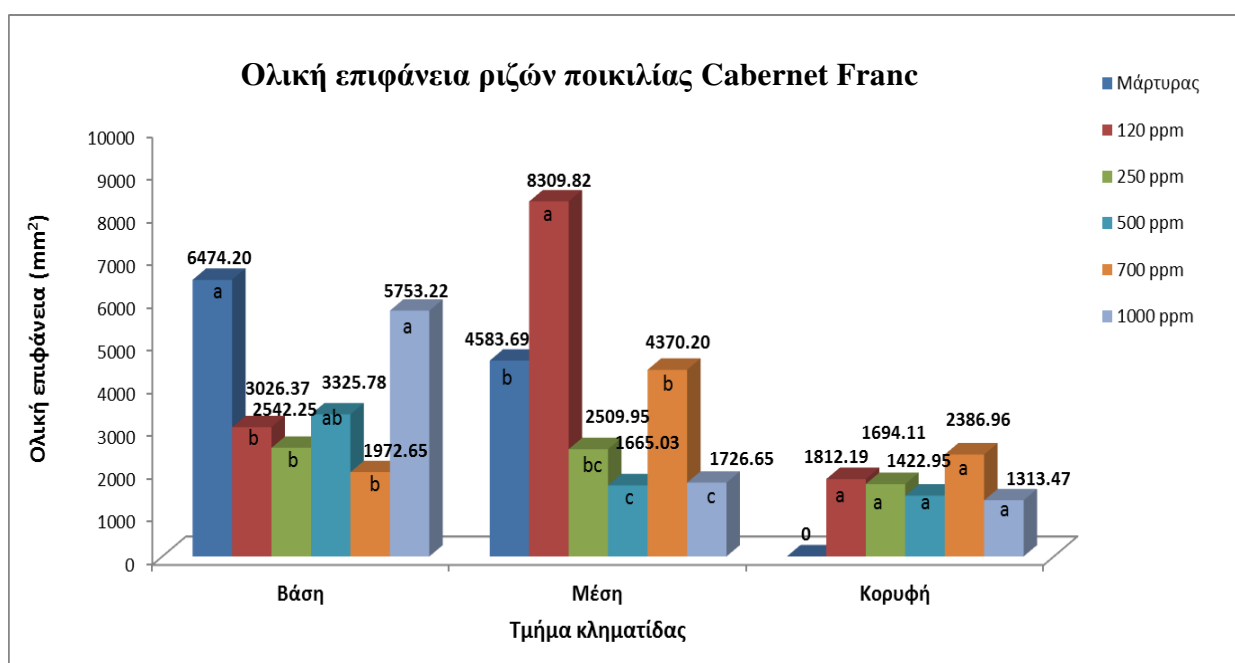
Γράφημα 3.21: Μέσος όρος ριζών της ποικιλίας Cabernet Franc, ανά επέμβαση IBA και τμήμα μοσχεύματος (βάσης, μέσης, κορυφής).



Γράφημα 3.22: Μέση διάμετρος ριζών της ποικιλίας Cabernet Franc, ανά επέμβαση IBA και τμήμα μοσχεύματος (βάσης, μέσης, κορυφής).



Γράφημα 3.23: Ολικό μήκος ριζών της ποικιλίας Cabernet Franc, ανά επέμβαση IBA και τμήμα μοσχεύματος (βάσης, μέσης, κορυφής).



Γράφημα 3.24: Ολική επιφάνεια ριζών της ποικιλίας Cabernet Franc, ανά επέμβαση IBA και τμήμα μοσχεύματος (βάσης, μέσης, κορυφής).



Εικόνα 3.14: Ριζογένεση σε μοσχεύματα βάσης (αριστερά), μέσης (κέντρο) και κορυφής (δεξιά) της επέμβασης μάρτυρα στη ποικιλία Cabernet Franc.



Εικόνα 3.15: Ριζογένεση σε μοσχεύματα βάσης (αριστερά), μέσης (κέντρο) και κορυφής (δεξιά) της επέμβασης 120 ppm στη ποικιλία Cabernet Franc.



Εικόνα 3.16: Ριζογένεση σε μοσχεύματα βάσης (αριστερά), μέσης (κέντρο) και κορυφής (δεξιά) της επέμβασης 500 ppm στη ποικιλία Cabernet Franc.



Εικόνα 3.17: Ριζογένεση σε μοσχεύματα βάσης (αριστερά), μέσης (κέντρο) και κορυφής (δεξιά) της επέμβασης 700 ppm στη ποικιλία Cabernet Franc.



Εικόνα 3.18: Ριζογένεση σε μοσχεύματα βάσης (αριστερά), μέσης (κέντρο) και κορυφής (δεξιά) της επέμβασης 1000 ppm στη ποικιλία Cabernet Franc.

3.2 Αποτελέσματα μετρήσεων ανά τμήμα κληματίδας

3.2.1 SO₄

Στο υποκείμενο SO₄ η διερεύνηση της καλογένεσης έδειξε ότι παρουσιάζεται σημαντική διακύμανση των ποσοστών καλογένεσης ανάλογα με το τμήμα κληματίδας απ' όπου προέρχονται τα μοσχεύματα. Από τα αποτελέσματα (Γράφημα 3.25) παρατηρείται ότι τα μοσχεύματα της βάσης παρουσίασαν ποσοστά καλογένεσης της τάξεως 0% – 75%, της μέσης, 0% – 55% και της κορυφής 0% – 45%. Στο σύνολο των επεμβάσεων τα μοσχεύματα βάσης παρουσίασαν υψηλότερα ποσοστά καλογένεσης από τα μοσχεύματα κορυφής. Οι επεμβάσεις των 120 ppm και 250 ppm στα μοσχεύματα της βάσης παρουσίασαν τα υψηλότερα ποσοστά 55% και 75% αντίστοιχα. Τα μοσχεύματα κορυφής παρουσίασαν μηδενικά ποσοστά καλογένεσης εκτός των επεμβάσεων 250 ppm και 500 ppm (45%, 40%). Τα ποσοστά καλογένεσης και στους τρεις τύπους μοσχευμάτων στην επέμβαση των 1000 ppm ήταν μηδενικά, λόγω εμφάνισης πιθανώς τοξικότητας στην συγκέντρωση αυτή. Συμπερασματικά, τα ποσοστά καλογένεσης είναι υψηλότερα στα μοσχεύματα βάσης και μέσης και πολύ μικρότερα στα μοσχεύματα κορυφής, αν και σε ορισμένες συγκεντρώσεις IBA τα ποσοστά καλογένεσης των μοσχευμάτων κορυφής εμφανίζουν μικρότερη διαφορά σε σχέση με τα άλλα.

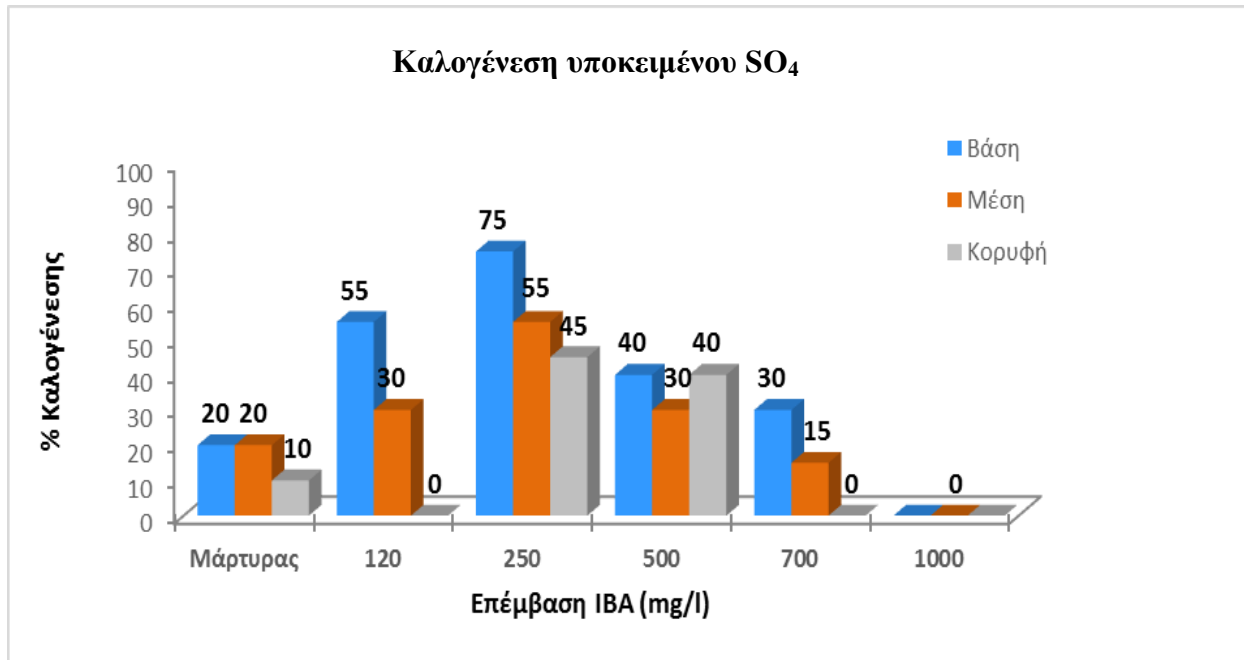
Τα ποσοστά ριζογένεσης των μοσχευμάτων της βάσης κυμάνθηκαν σε ποσοστά 0% – 55%, της μέσης 0% – 40% και της κορυφής 0% – 35%. Στο μάρτυρα τα υψηλότερα ποσοστά ριζογένεσης παρουσιάστηκαν στα μοσχεύματα της βάσης ενώ τα μοσχεύματα μέσης και κορυφής δεν παρουσίασαν ρίζες. Στις υπόλοιπες επεμβάσεις τα μοσχεύματα βάσης παρουσίασαν τα υψηλότερα ποσοστά ριζογένεσης, με τα μοσχεύματα της μέσης να ακολουθούν με διαφορά περίπου 10% – 20% από τα πρώτα. Στα μοσχεύματα της κορυφής δεν παρουσιάστηκε ριζογένεση, πλην των επεμβάσεων 250 ppm και 500 ppm (Γράφημα 3.26).

Όσον αφορά στον μέσο όρο αριθμού ριζών στο Γράφημα 3.27 παρουσιάζεται ως τάση, τα μοσχεύματα βάσης και μέσης να έχουν μεγαλύτερο αριθμό ριζών, εκτός των περιπτώσεων 250 και 500 ppm, που ο αριθμός ριζών μέσης και κορυφής δεν διέφερε στατιστικώς σημαντικά. Ο μεγαλύτερος μέσος όρος ριζών σχηματίστηκε στα μοσχεύματα βάσης της επέμβασης 250 ppm (11,91).

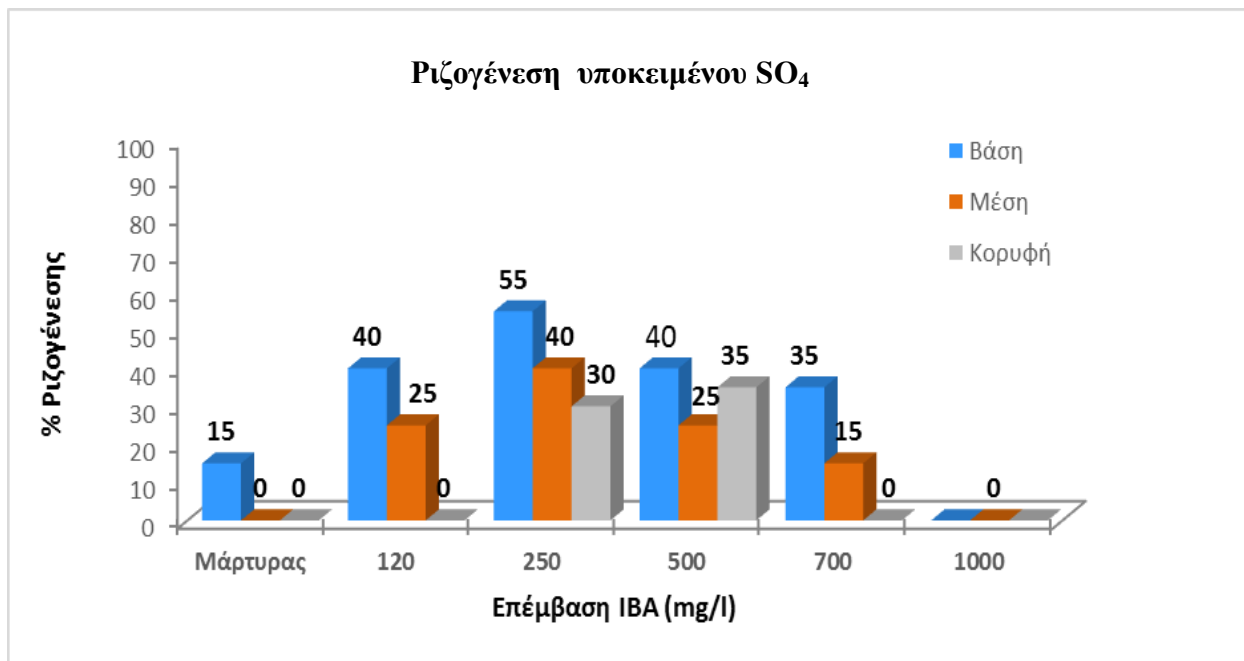
Η μέση διάμετρος των τυχαίων ριζών των μοσχευμάτων της βάσης κυμάνθηκε σε επίπεδα 0,86 – 1,27 mm, της μέσης 1,01 – 1,25 mm και της κορυφής 1,01 – 1,04 mm. Στις περισσότερες επεμβάσεις στα μοσχεύματα κορυφής υπήρχε απουσία ριζών. Η μεγαλύτερη μέση διάμετρος ριζών παρουσιάστηκε στα μοσχεύματα βάσης στην επέμβαση 250 ppm (1,27 mm) (Γράφημα 3.28).

Το ολικό μήκος ριζών βρέθηκε υψηλότερο στα μοσχεύματα μέσης ακολουθούμενο από τα μοσχεύματα της βάσης, χωρίς στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο. Το ολικό μήκος ριζών στα μοσχεύματα βάσης και μέσης στο σύνολο των εφαρμογών δεν παρουσίασε στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ τους. Τα μοσχεύματα κορυφής έδωσαν μηδενικό μήκος ριζών, αφού δεν σχηματίστηκαν ρίζες στις επεμβάσεις του μάρτυρα, καθώς και των 120 ppm, 700 ppm και 1000 ppm. Στην επέμβαση 500 ppm στα μοσχεύματα κορυφής, παρατηρήθηκε μεγαλύτερο μήκος ριζών από τα μοσχεύματα μέσης και βάσης, που πιθανώς οφείλεται στον μεγαλύτερο αριθμό ριζών που σχηματίστηκαν στην συγκεκριμένη περίπτωση (Γράφημα 3.29).

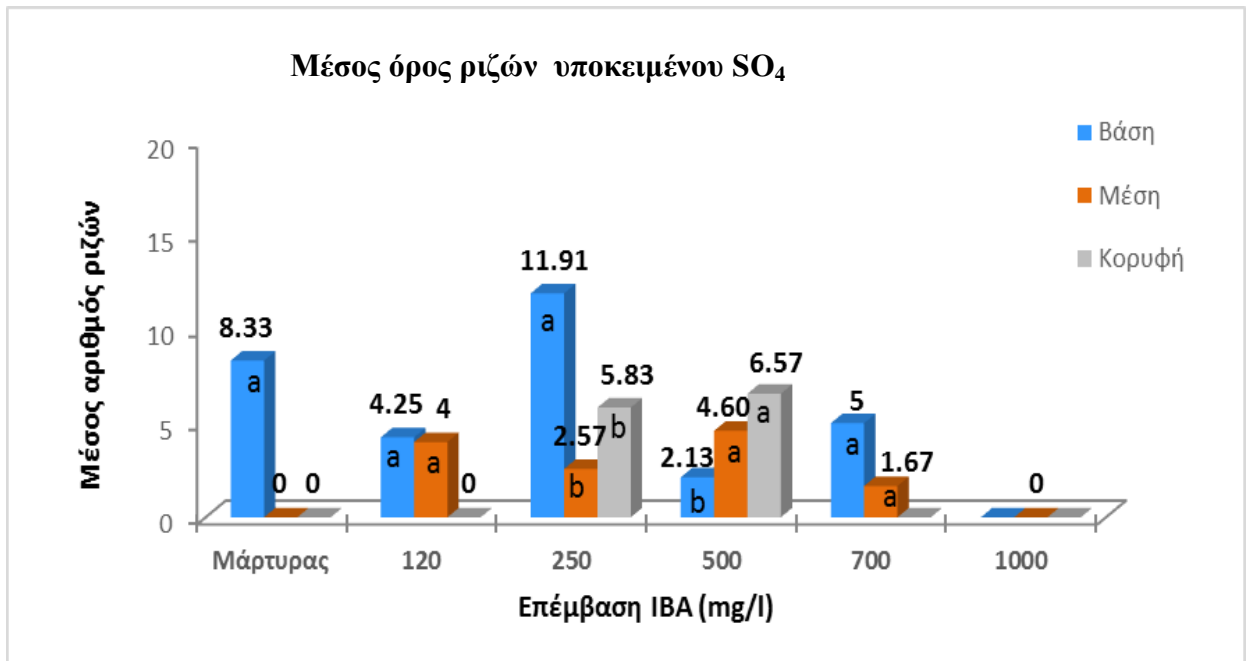
Στα αποτελέσματα του Γραφήματος 3.30 παρατηρείται η ίδια τάση που παρουσιάστηκε στο ολικό μήκος ριζών, μόνο που η διαφορά τιμών της ολικής επιφάνειας ριζών μεταξύ των μοσχευμάτων βάσης, μέση και κορυφής μειώθηκε καθώς στον υπολογισμό του μεγέθους της ολικής επιφάνειας συμμετέχει και το μέγεθος της μέσης διαμέτρου των ριζών. Στο σύνολο των επεμβάσεων δεν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στην συνολική επιφάνεια των ριζών μεταξύ των μοσχευμάτων βάσης και μέσης. Η μεγαλύτερη επιφάνεια ριζών βρέθηκε στην επέμβαση 250 ppm στα μοσχεύματα μέσης (4528,71 mm²).



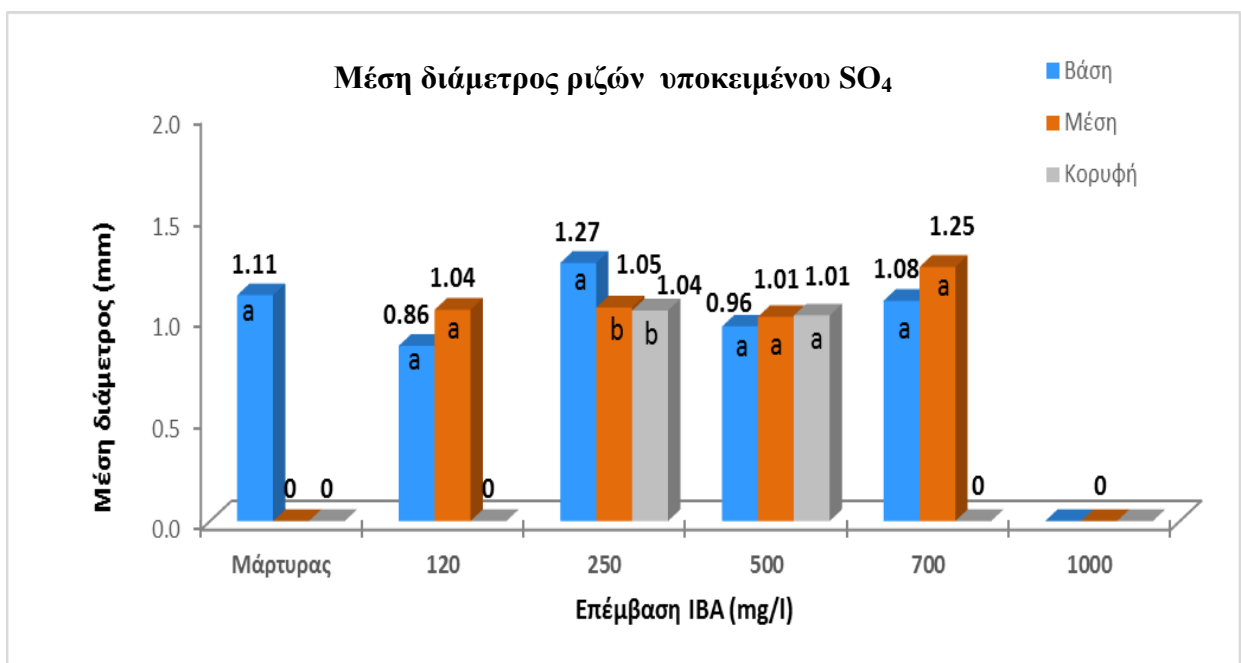
Γράφημα 3.25: Καλογένεση του υποκειμένου SO₄, ανά τμήμα μοσχεύματος (βάσης, μέσης, κορυφής) και επέμβαση IBA.



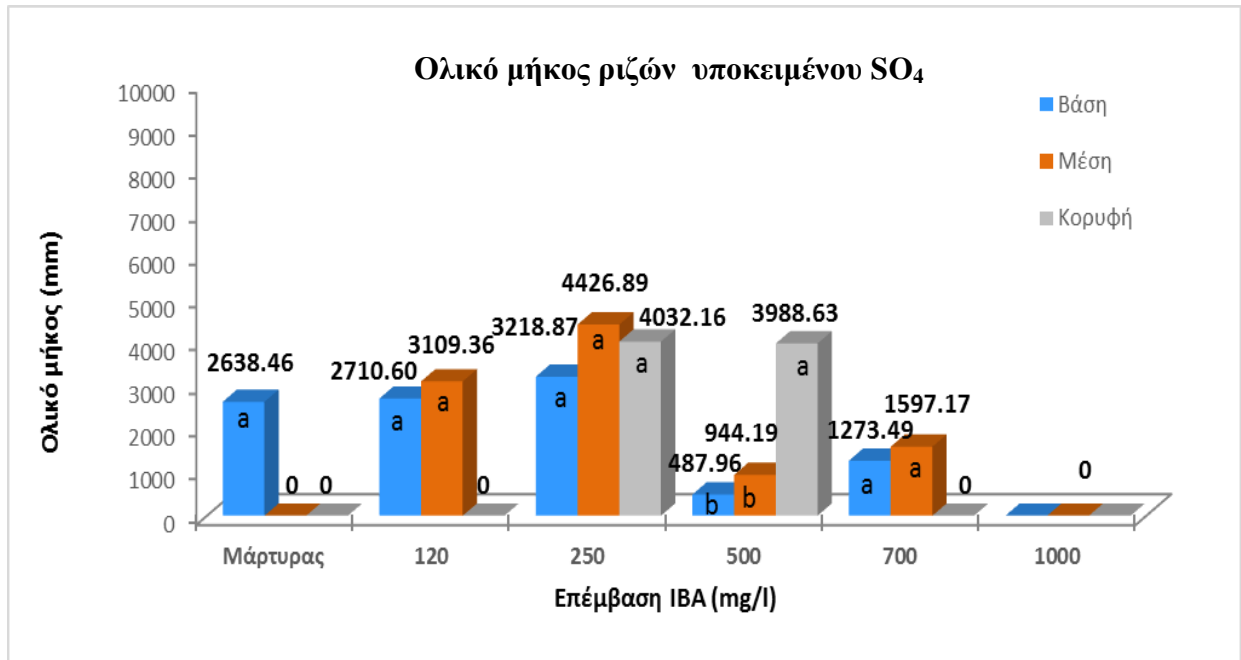
Γράφημα 3.26: Ριζογένεση του υποκειμένου SO₄, ανά τμήμα μοσχεύματος (βάσης, μέσης, κορυφής) και επέμβαση IBA.



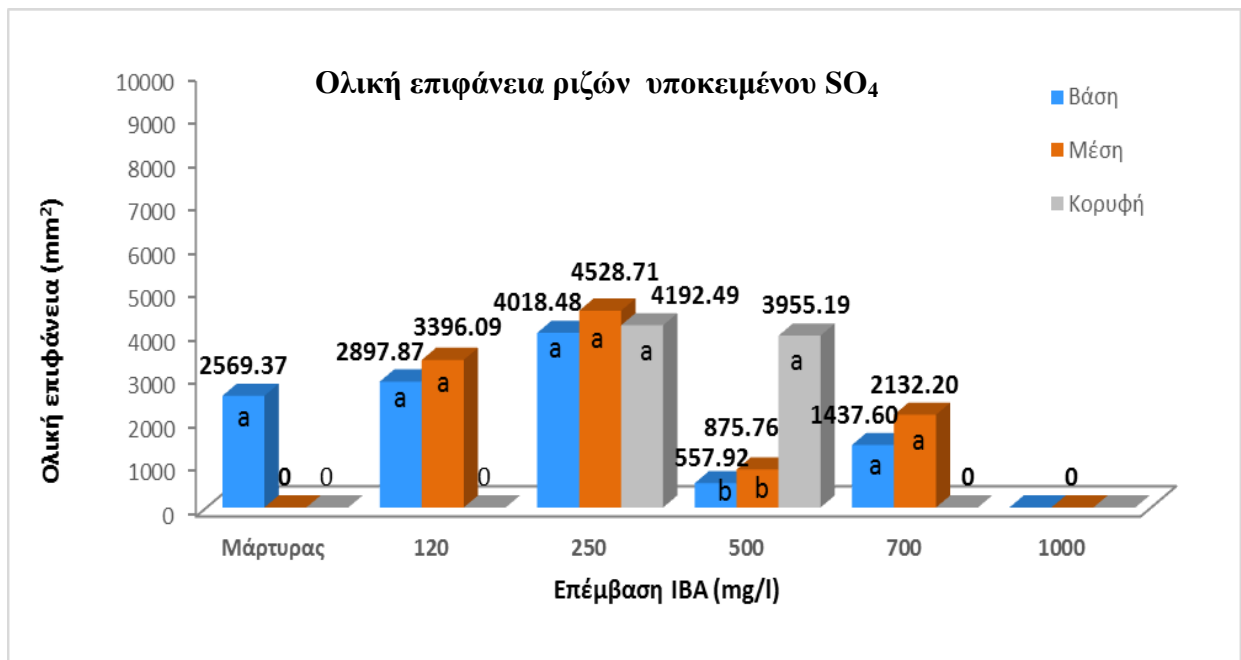
Γράφημα 3.27: Μέσος όρος ριζών του υποκειμένου SO₄, ανά τμήμα μοσχεύματος (βάσης, μέσης, κορυφής) και επέμβαση IBA.



Γράφημα 3.28: Μέση διάμετρος ριζών του υποκειμένου SO₄, ανά τμήμα μοσχεύματος (βάσης, μέσης, κορυφής) και επέμβαση IBA.



Γράφημα 3.29: Ολικό μήκος ριζών του υποκειμένου SO₄, ανά τμήμα μοσχεύματος (βάσης, μέσης, κορυφής) και επέμβαση IBA.



Γράφημα 3.30: Ολική επιφάνεια ριζών του υποκειμένου SO₄, ανά τμήμα μοσχεύματος (βάσης, μέσης, κορυφής) και επέμβαση IBA.

3.2.2 1103 Paulsen

Τα αποτελέσματα στο Γράφημα 3.31 καταδεικνύουν τα υψηλά ποσοστά καλογένεσης που παρουσίασαν τα μοσχεύματα βάσης στο μάρτυρα σε ποσοστό 45% εν συγκρίσει με τα μοσχεύματα κορυφής, που σχημάτισαν κάλο σε ποσοστό 10%. Το ίδιο αποτέλεσμα παρουσιάστηκε στο σύνολο των εφαρμογών, με υψηλότερα ποσοστά καλογένεσης στα μοσχεύματα βάσης και μέσης. Τα μοσχεύματα της κορυφής είχαν κατά μέσο όρο περίπου 30 – 40 ποσοστιαίες μονάδες χαμηλότερα ποσοστά καλογένεσης από τα μοσχεύματα της μέσης. Τα υψηλότερα ποσοστά καλογένεσης παρουσιάστηκαν στα μοσχεύματα βάσης (95%) και μέσης (80%) στην επέμβαση 500 ppm.

Όσον αφορά στη ριζογένεση, τα αποτελέσματα στο Γράφημα 3.32 εμφανίζουν την ίδια τάση, όπως και τα ποσοστά καλογένεσης, αν και τα ποσοστά ριζογένεσης βρίσκονται σε χαμηλότερα επίπεδα. Τα μοσχεύματα βάσης παρουσίασαν τα υψηλότερα ποσοστά ριζογένεσης, ακολουθούμενα από τα μοσχεύματα της μέσης και τελευταία της κορυφής. Ανάλογα με την επέμβαση η διαφορά στα ποσοστά ριζογένεσης μεταξύ μοσχευμάτων βάσης και μέσης κυμαινόταν από 15% μέχρι 45%. Η διαφορά του ποσοστού ριζογένεσης των μοσχευμάτων βάσης από της κορυφής ήταν 35%, 60%, 35%, 70%, 35% και 10% για όλες τις επεμβάσεις (μάρτυρας, 120 ppm, 250 ppm, 500 ppm, 700 ppm και 1000 ppm).

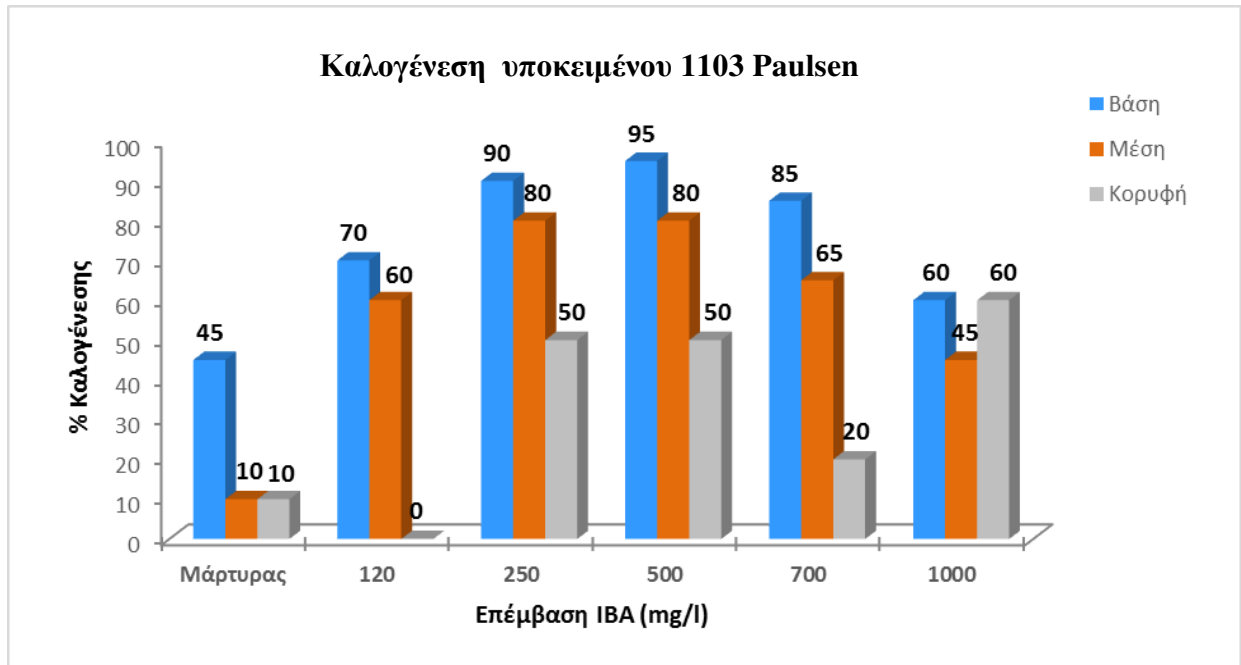
Ο μέσος όρος αριθμού σχηματιζόμενων ριζών δεν διαφέρει στατιστικώς σημαντικά μεταξύ των μοσχευμάτων βάσης, μέσης και κορυφής στις επεμβάσεις του μάρτυρα, των 250 ppm, και των 500 ppm. Στην επέμβαση 700 ppm μεγαλύτερο μέσο όρο ριζών παρουσίασαν τα μοσχεύματα της βάσης (14) με στατιστικώς σημαντική διαφορά από τα μοσχεύματα μέσης και κορυφής. Στην επέμβαση 1000 ppm μεγαλύτερος μέσος όρος αριθμού ριζών σχηματίστηκε στα μοσχεύματα μέσης (16,6) ακολουθούμενος από τα μοσχεύματα βάσης και τελευταία της κορυφής (Γράφημα 3.33).

Στο υποκείμενο 1103 P η μέση διάμετρος των ριζών δεν φαίνεται να επηρεάστηκε από το τμήμα της κληματίδας από όπου προέρχονταν τα μοσχεύματα. Στις επεμβάσεις του μάρτυρα, 250 ppm, 500 ppm παρουσιάστηκε υψηλότερη διάμετρος στα μοσχεύματα κορυφής από αυτά της βάσης, πιθανώς λόγω του μικρότερου αριθμού ριζών που σχηματίστηκαν. Στην επέμβαση 120 ppm τα μοσχεύματα βάσης που είχαν μεγαλύτερο αριθμό ριζών ανέπτυξαν κατά 0,35 mm μικρότερη μέση διάμετρο ριζών από τα μοσχεύματα της μέσης. Στις επεμβάσεις 700 ppm και 1000 ppm υψηλότερη διάμετρο ριζών παρουσίασαν τα μοσχεύματα βάσης και μέσης αντίστοιχα, όπου είχαν και τον μεγαλύτερο αριθμό ριζών.

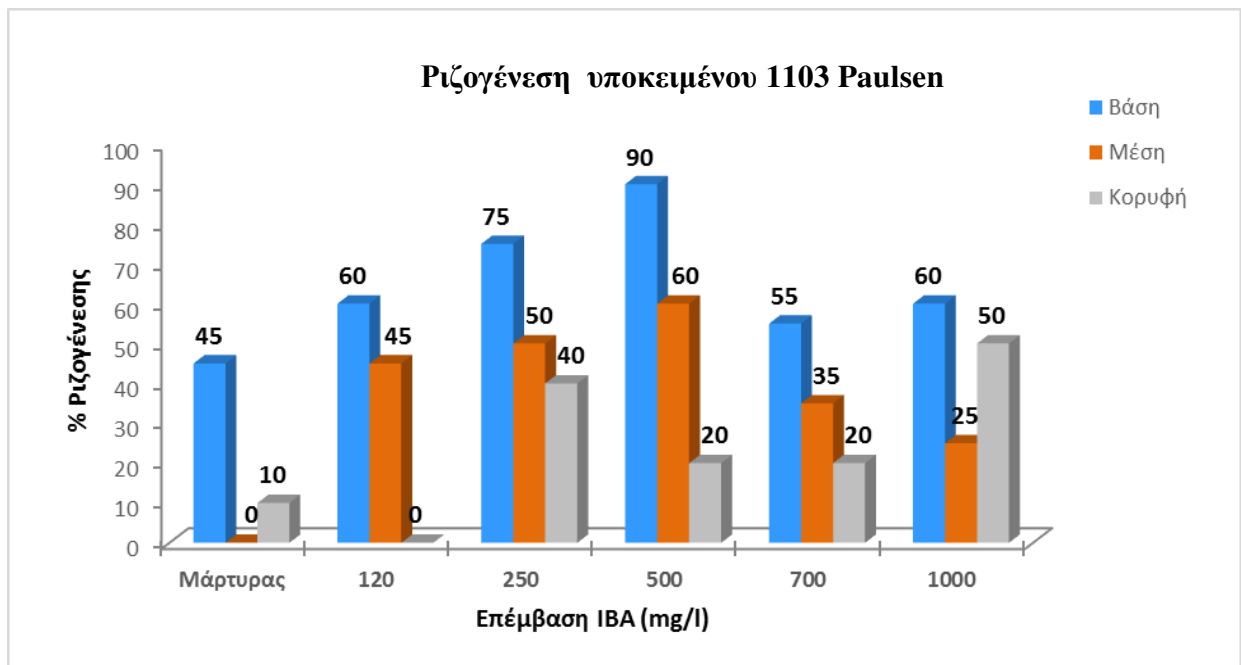
Αυτό μπορεί να αποδοθεί πιθανώς στον καλό αποθησαυρισμό των μοσχευμάτων όλων των τμημάτων, στο είδος του υποκειμένου και τη θετική επίδραση του IBA (Γράφημα 3.34).

Το Γράφημα 3.35 παρουσιάζει το ολικό μήκος ριζών, που ανάλογα με την επέμβαση IBA και το τμήμα μοσχεύματος κυμάνθηκε σε εύρος 740,48 – 7096,23 mm. Στις επεμβάσεις του μάρτυρα και των 250 ppm τα μοσχεύματα κορυφής εμφάνισαν μεγαλύτερου μήκους ριζικό σύστημα, με στατιστικώς σημαντική διαφορά από αυτά της βάσης και μέσης. Αντίθετα στις επεμβάσεις 120 ppm και 700 ppm τα μοσχεύματα βάσης παρουσίασαν μεγαλύτερο ολικό μήκος ριζών, με στατιστικώς σημαντική διαφορά από τα μοσχεύματα μέσης και κορυφής. Στην επέμβαση 120 ppm τα μοσχεύματα βάσης έδωσαν το υψηλότερο μήκος ριζών (7096,23 mm). Στην επέμβαση 500 ppm το μεγαλύτερο μήκος ριζικού συστήματος προήλθε από τα μοσχεύματα βάσης και κορυφής. Στην επέμβαση 1000 ppm μεγαλύτερο ολικό μήκος ριζών προήλθε από τα μοσχεύματα μέσης, ακολουθούμενο από αυτό των μοσχευμάτων της βάσης και τελευταίο των μοσχευμάτων της κορυφής. Το ολικό μήκος των ριζών φαίνεται να επηρεάζεται άμεσα από τον αριθμό των ριζών, καθώς ο μεγαλύτερος αριθμός ριζών οδήγησε και σε μεγαλύτερο ολικό μήκος ριζών.

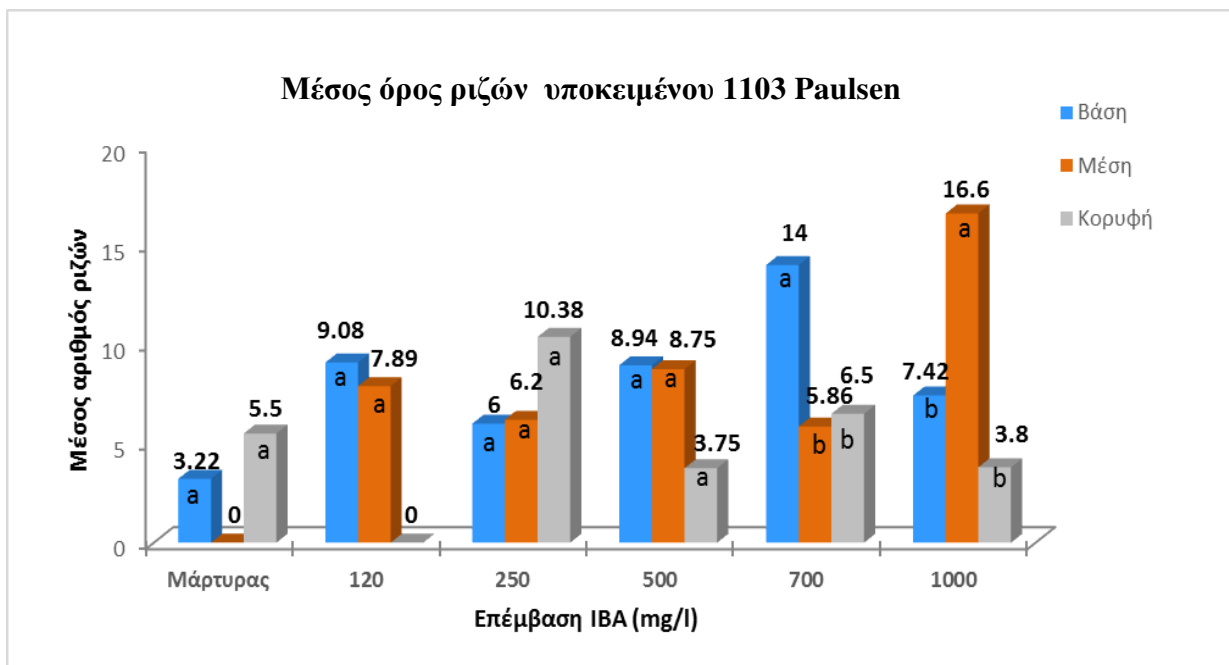
Η ολική επιφάνεια ριζών κυμάνθηκε σε εύρος 746,07 - 6774,60 mm². Στις επεμβάσεις μάρτυρα, 250 ppm και 500 ppm τα μοσχεύματα της κορυφής παρουσίασαν μεγαλύτερη επιφάνεια ριζών, εν συγκρίσει με αυτά της βάσης, με στατιστικώς σημαντική διαφορά. Στην επέμβαση 500 ppm τα μοσχεύματα κορυφής παρουσίασαν την μεγαλύτερη επιφάνεια ριζών (6774,60 mm²). Τα μοσχεύματα βάσης στις επεμβάσεις 120 ppm και 700 ppm έδωσαν την μεγαλύτερη επιφάνεια ριζών, εν συγκρίσει με αυτά της κορυφής. Παρόμοια τάση φαίνεται και στην εφαρμογή των 1000 ppm, στην οποία τα μοσχεύματα μέσης παρουσίασαν τη μεγαλύτερη επιφάνεια ριζών (4532,45 mm²) ακολουθούμενα από αυτά της βάσης και τελευταία με στατιστικώς σημαντική διαφορά από τα μοσχεύματα της μέσης τα μοσχεύματα της κορυφής. Το μέγεθος αυτό φαίνεται να επηρεάστηκε από το ολικό μήκος των ριζών και την μέση διάμετρο (Γράφημα 3.36).



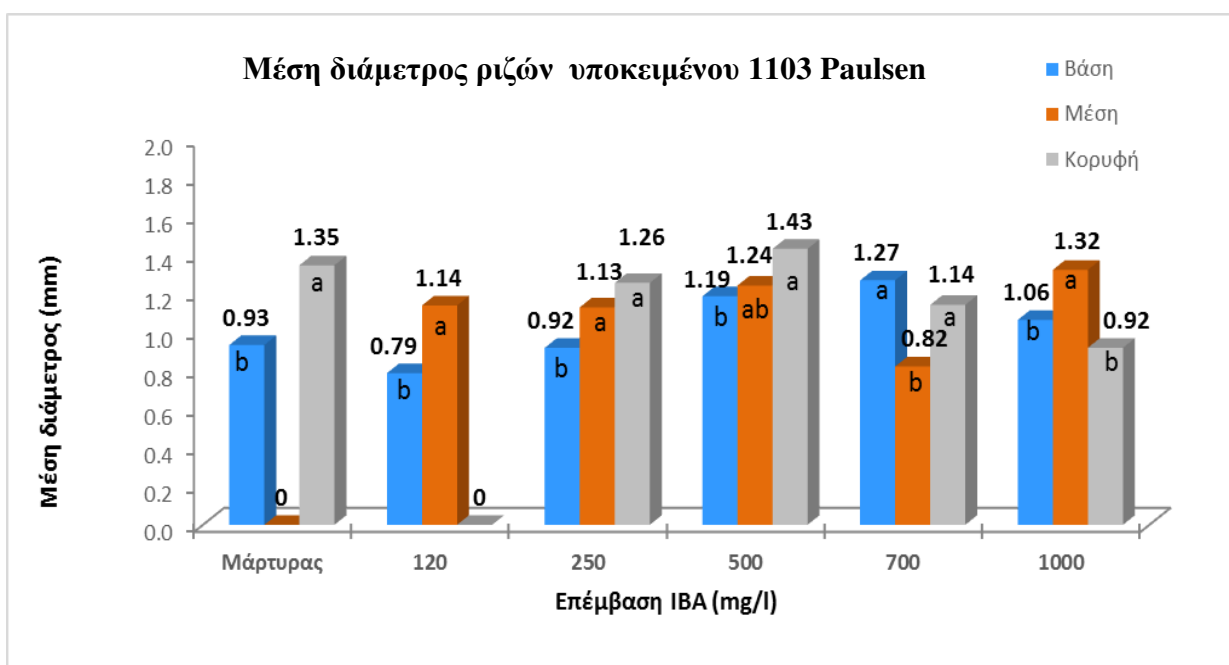
Γράφημα 3.31: Καλογένεση του υποκειμένου 1103 P, ανά τμήμα μοσχεύματος (βάσης, μέσης, κορυφής) και επέμβαση IBA.



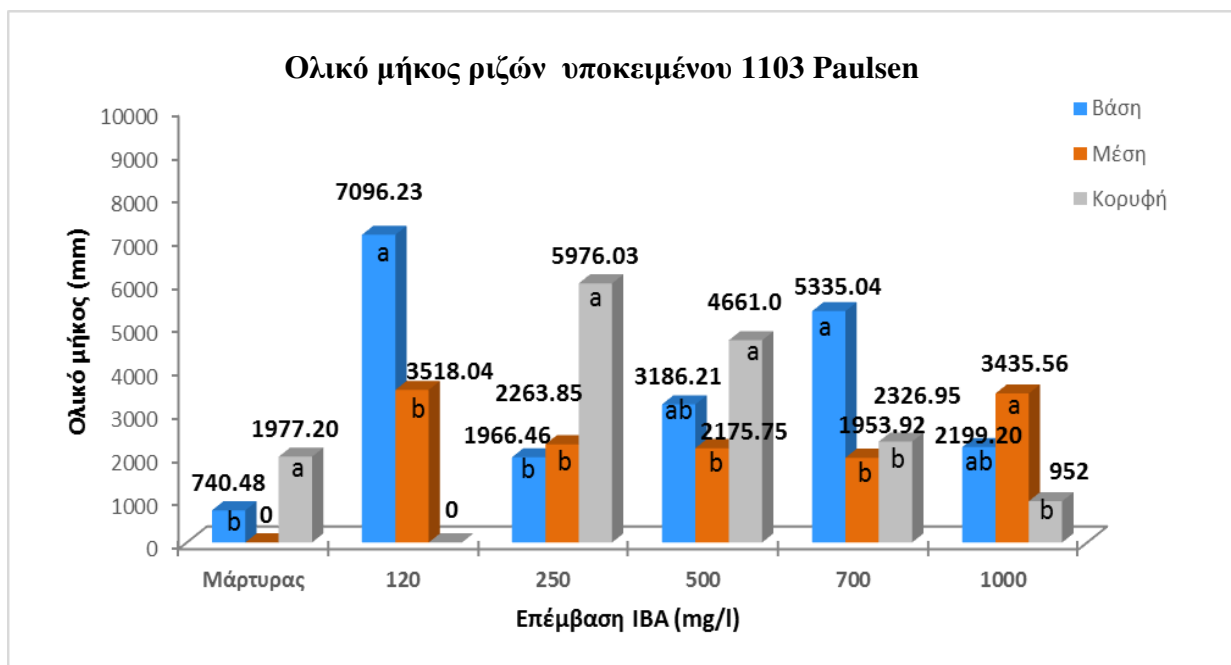
Γράφημα 3.32: Ριζογένεση του υποκειμένου 1103 P, ανά τμήμα μοσχεύματος (βάσης, μέσης, κορυφής) και επέμβαση IBA.



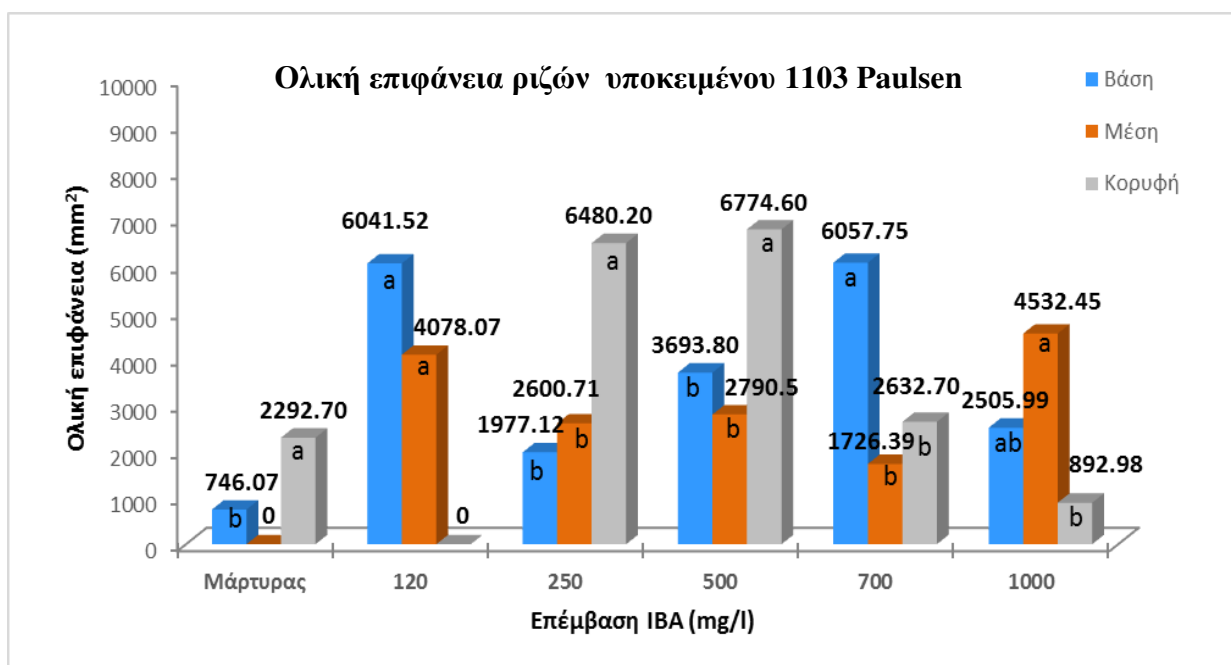
Γράφημα 3.33: Μέσος όρος ριζών του υποκειμένου 1103 P, ανά τμήμα μοσχεύματος (βάσης, μέσης, κορυφής) και επέμβαση IBA.



Γράφημα 3.34: Μέση διάμετρος ριζών του υποκειμένου 1103 P, ανά τμήμα μοσχεύματος (βάσης, μέσης, κορυφής) και επέμβαση IBA.



Γράφημα 3.35: Ολικό μήκος ριζών του υποκειμένου 1103 P, ανά τμήμα μοσχεύματος (βάσης, μέσης, κορυφής) και επέμβαση IBA.



Γράφημα 3.36: Ολική επιφάνεια ριζών του υποκειμένου 1103 P, ανά τμήμα μοσχεύματος (βάσης, μέσης, κορυφής) και επέμβαση IBA.

3.2.3 Dog Ridge

Τα αποτελέσματα στο Γράφημα 3.37 δείχνουν τα ποσοστά καλογένεσης να κυμαίνονται σε ποσοστά 0% – 75%. Τα υψηλότερα ποσοστά καλογένεσης παρουσιάστηκαν στα μοσχεύματα βάσης και μέσης και χαμηλότερα της κορυφής. Στις επεμβάσεις του μάρτυρα, 120 ppm και 700 ppm τα ποσοστά καλογένεσης ήταν κατά 5% υψηλότερα στα μοσχεύματα της μέσης εν συγκρίσει με αυτά της βάσης. Στα μοσχεύματα της κορυφής τα ποσοστά καλογένεσης ήταν μηδενικά για τις επεμβάσεις του μάρτυρα και των 120 ppm. Στις επεμβάσεις 250 ppm, 500 ppm και 1000 ppm τα ποσοστά καλογένεσης ήταν 75%, 75% και 55% στα μοσχεύματα βάσης, ενώ της κορυφής σχημάτισαν κάλο, σε ποσοστά 25%, 20% και 30% αντίστοιχα.

Τα ποσοστά ριζογένεσης του υποκειμένου Dog Ridge, ενός δύσκολου προς ριζογένεση υποκειμένου, κυμάνθηκαν σε εύρος 0% – 70%. Τα υψηλότερα ποσοστά ριζογένεσης παρουσιάστηκαν στα μοσχεύματα βάσης και μέσης και τα χαμηλότερα στα μοσχεύματα κορυφής. Στις επεμβάσεις 120 ppm, 250 ppm, 500 ppm, 700 ppm και 1000 ppm τα μοσχεύματα της βάσης εμφάνισαν τα υψηλότερα επίπεδα ριζογένεσης σε ποσοστά 40%, 50%, 70%, 45% και 30% αντίστοιχα. Ακολούθησαν τα μοσχεύματα της μέσης σε ποσοστά 30%, 50%, 40% 30% και 20% (Γράφημα 3.38).

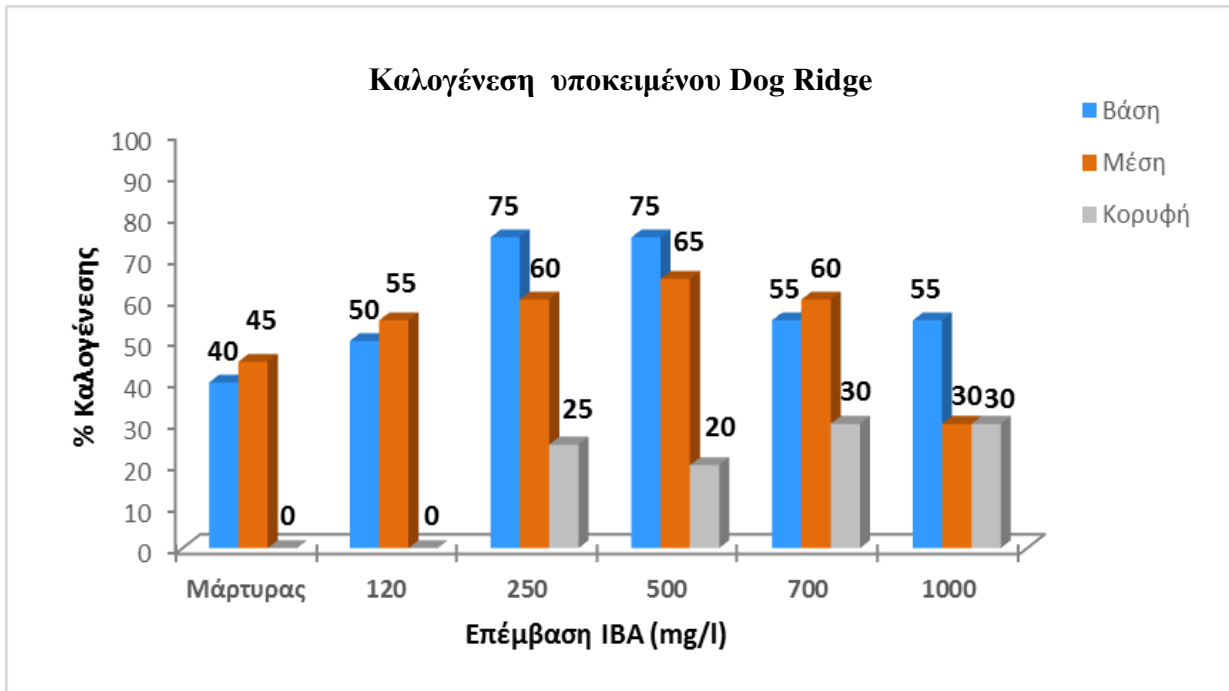
Ο μέσος όρος αριθμού ριζών σύμφωνα με τα αποτελέσματα στο Γράφημα 3.39 παρουσιάστηκε υψηλότερος στα μοσχεύματα βάσης και μέσης στο σύνολο των επεμβάσεων. Στις επεμβάσεις 700 ppm, 1000 ppm και 120 ppm ο μέσος όρος των ριζών ήταν μεγαλύτερος στα μοσχεύματα βάσης εν συγκρίσει με αυτά της μέσης, με στατιστικώς σημαντική διαφορά στις επεμβάσεις 1000 ppm και 120 ppm. Στο μάρτυρα παρουσιάζεται καθαρά η επίδραση του τμήματος του μοσχεύματος στον αριθμό των παραγόμενων ριζών. Τα μοσχεύματα βάσης και μέσης παρουσίασαν υψηλότερο αριθμό ριζών από τα αντίστοιχα της κορυφής. Ο μεγαλύτερος μέσος όρος ριζών παρατηρήθηκε στα μοσχεύματα μέσης (16,37) στην επέμβαση 500 ppm.

Η μέση διάμετρος ριζών κυμάνθηκε σε εύρος 0,78 – 1,37 mm. Μεγαλύτερη διάμετρος ριζών παρατηρήθηκε στην επέμβαση 250 ppm και στα τρία τμήματα μοσχευμάτων, με μεγαλύτερη διάμετρο να εμφανίζουν τα μοσχεύματα της βάσης, ακολούθως της μέσης και τέλος της κορυφής, χωρίς στατιστικώς σημαντική διαφορά. Στην επέμβαση 120 ppm τα μοσχεύματα μέσης είχαν μεγαλύτερη μέση διάμετρο ριζών από αυτά της βάσης κατά 14 mm με στατιστικώς σημαντική διαφορά. Γενικά στο σύνολο των

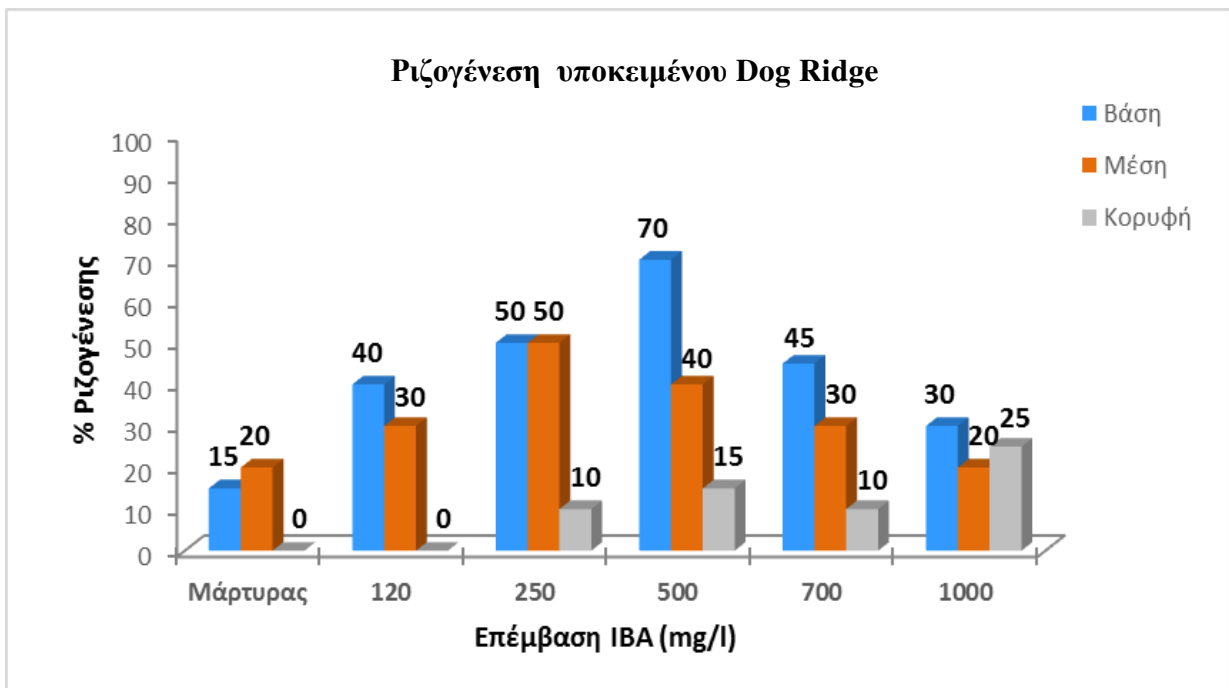
επεμβάσεων τα μοσχεύματα βάσης και μέσης παρουσίασαν ελαφρώς μεγαλύτερη μέση διάμετρο ριζών από τα μοσχεύματα της κορυφής, χωρίς όμως στατιστικώς σημαντική διαφορά. Αυτό φαίνεται να συσχετίζεται με τον μεγαλύτερο αριθμό ριζών που σχημάτισαν τα μοσχεύματα βάσης και μέσης οδηγώντας σε αντιστρόφως ανάλογη σχέση του αριθμού των ριζών με τη διάμετρο τους, ενώ παράλληλα τα μοσχεύματα κορυφής εμφάνισαν ρίζες διαμέτρου αντίστοιχης των μοσχευμάτων βάσης και μέσης, πιθανώς λόγω του μικρού αριθμού ριζών που σχημάτισαν (Γράφημα 3.40).

Το ολικό μήκος ριζών κυμάνθηκε σε εύρος 1065,57 - 7219,90 mm. Στην επέμβαση 120 ppm τα μοσχεύματα βάσης έδωσαν το μεγαλύτερο ολικό μήκος ριζών, σχεδόν διπλάσιο από τα μοσχεύματα μέσης, με στατιστικώς σημαντική διαφορά. Αυτό φαίνεται να οφείλεται στον μεγάλο αριθμό των σχηματιζόμενων ριζών, που οδήγησε σε αύξηση του ολικού μήκους. Στις επεμβάσεις 250 ppm, 700 ppm και 1000 ppm τα μοσχεύματα της κορυφής παρουσίασαν υψηλότερο ολικό μήκος ριζών, εν συγκρίσει με τα μοσχεύματα βάσης και μέσης, με στατιστικώς σημαντική διαφορά στις επεμβάσεις 250 ppm και 1000 ppm. Φαίνεται ότι τα μοσχεύματα κορυφής του συγκεκριμένου υποκειμένου αν και έδωσαν μικρότερο αριθμό σχηματιζόμενων ριζών, αυτό οδήγησε στη μεγαλύτερη κατά μήκος αύξηση τους. Τα αντίστοιχα μοσχεύματα βάσης και μέσης σχημάτισαν μεγαλύτερο αριθμό ριζών μικρότερου μήκους (Γράφημα 3.41).

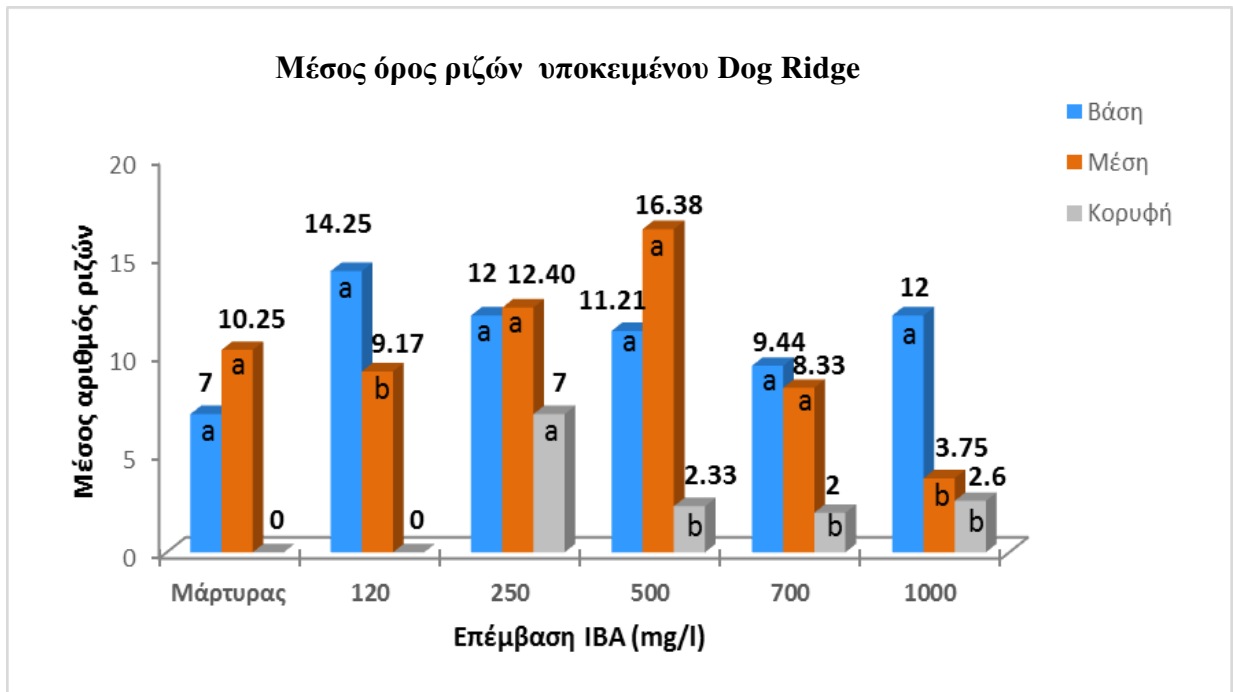
Τα αποτελέσματα στο Γράφημα 3.42 παρουσιάζουν την ολική επιφάνεια ριζών και κυμάνθηκαν σε εύρος 921,13 - 7575,85 mm². Στον προσδιορισμό του μεγέθους αυτού συμμετέχουν η διάμετρος και το ολικό μήκος ριζών, για αυτό παρουσιάζεται σημαντική διαφορά. Την υψηλότερη τιμή ολικής επιφάνειας παρουσιάζουν τα μοσχεύματα κορυφής της επέμβασης 250 ppm. Στις επεμβάσεις του μάρτυρα, 500 ppm, 120 ppm και 250 ppm τα μοσχεύματα βάσης έδωσαν τη μεγαλύτερη τιμή ολικής επιφάνειας ριζών, εν συγκρίσει με αυτά της μέσης, με στατιστικώς σημαντική διαφορά στις δύο τελευταίες επεμβάσεις.



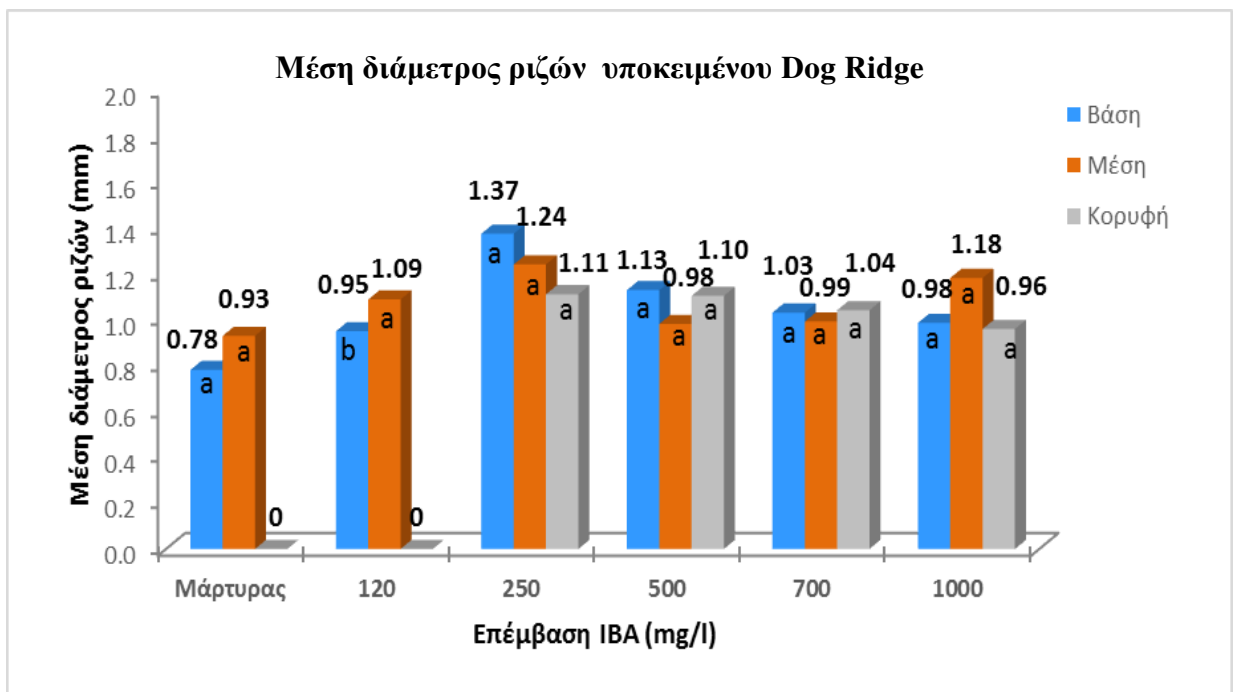
Γράφημα 3.37: Καλογένεση του υποκειμένου Dog Ridge, ανά τμήμα μοσχεύματος (βάσης, μέσης, κορυφής) και επέμβαση IBA.



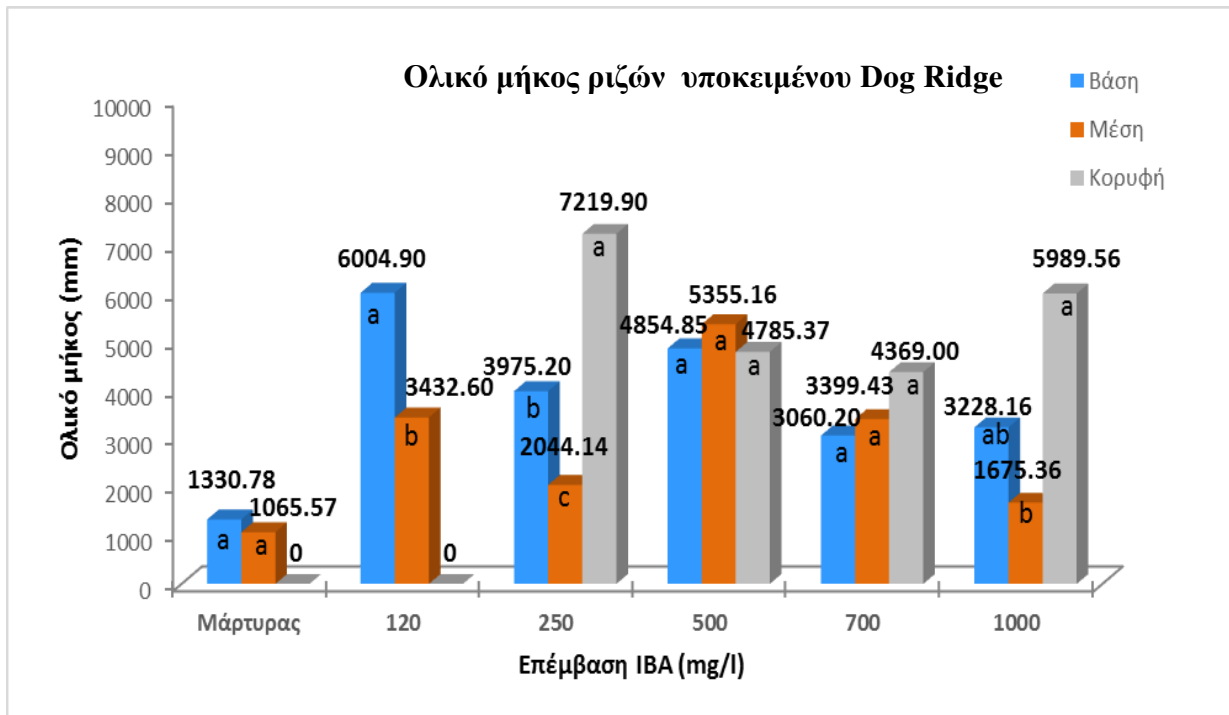
Γράφημα 3.38: Ριζογένεση του υποκειμένου Dog Ridge, ανά τμήμα μοσχεύματος (βάσης, μέσης, κορυφής) και επέμβαση IBA.



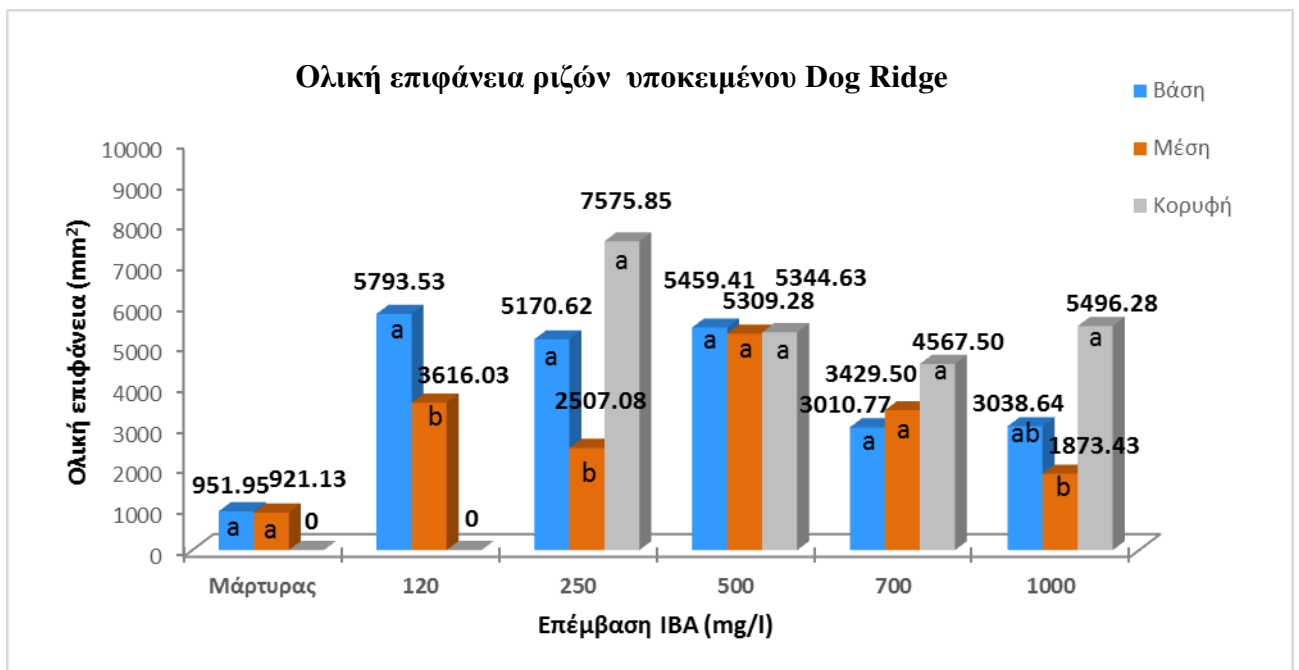
Γράφημα 3.39: Μέσος όρος ριζών του υποκειμένου Dog Ridge, ανά τμήμα μοσχεύματος (βάσης, μέσης, κορυφής) και επέμβαση IBA.



Γράφημα 3.40: Μέση διάμετρος ριζών του υποκειμένου Dog Ridge, ανά τμήμα μοσχεύματος (βάσης, μέσης, κορυφής) και επέμβαση IBA.



Γράφημα 3.41: Ολικό μήκος ριζών του υποκειμένου Dog Ridge, ανά τμήμα μοσχεύματος (βάσης, μέσης, κορυφής) και επέμβαση IBA.



Γράφημα 3.42: Ολική επιφάνεια ριζών του υποκειμένου Dog Ridge, ανά τμήμα μοσχεύματος (βάσης, μέσης, κορυφής) και επέμβαση IBA.

3.2.4 Cabernet Franc

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στο Γράφημα 3.43, τα ποσοστά καλογένεσης για την ποικιλία Cabernet Franc κυμάνθηκαν σε υψηλά επίπεδα έως 95%. Τα μοσχεύματα βάσης και μέσης σχημάτισαν κάλο σε μεγαλύτερα ποσοστά από τα μοσχεύματα κορυφής, εκτός της επέμβασης των 700 ppm.

Τα ποσοστά ριζογένεσης κυμάνθηκαν σε εύρος 0% – 85%. Στις επεμβάσεις του μάρτυρα και των υπολοίπων (120 ppm, 500 ppm, 700 ppm και 1000 ppm) τα μοσχεύματα βάσης έδωσαν τα υψηλότερα ποσοστά ριζογένεσης, με διαφορά: 5%, 15%, 15%, 25%, 20% και 35% αντίστοιχα από αυτά της μέσης. Τα υψηλότερα ποσοστά ριζογένεσης (85%) παρατηρήθηκαν στα μοσχεύματα βάσης στις επεμβάσεις 500 ppm και 1000 ppm. Στην επέμβαση του μάρτυρα χωρίς IBA υπάρχει διαφορά 50% στα ποσοστά ριζογένεσης στα μοσχεύματα της κορυφής από αυτά της βάσης. Παρατηρείται ότι το ποσοστό ριζογένεσης όλων των τμημάτων κληματίδας συμπεριλαμβανομένης και της κορυφής, να αυξάνεται με τις επεμβάσεις IBA. Τα ποσοστά ριζογένεσης που παρουσιάστηκαν στην ποικιλία Cabernet Franc ήταν εξίσου υψηλά με τα ποσοστά καλογένεσης που παρουσιάζονται στο Γράφημα 3.43. Φαίνεται, δε, ότι δεν είναι πάντοτε αναγκαία η ύπαρξη κάλου για την παραγωγή ριζών, καθώς τα μοσχεύματα βάσης στην εφαρμογή 700 ppm, αν και παρουσίασαν ποσοστό καλογένεσης 50% ,το αντίστοιχο ποσοστό ριζογένεσης ήταν 60% (Γράφημα 3.44).

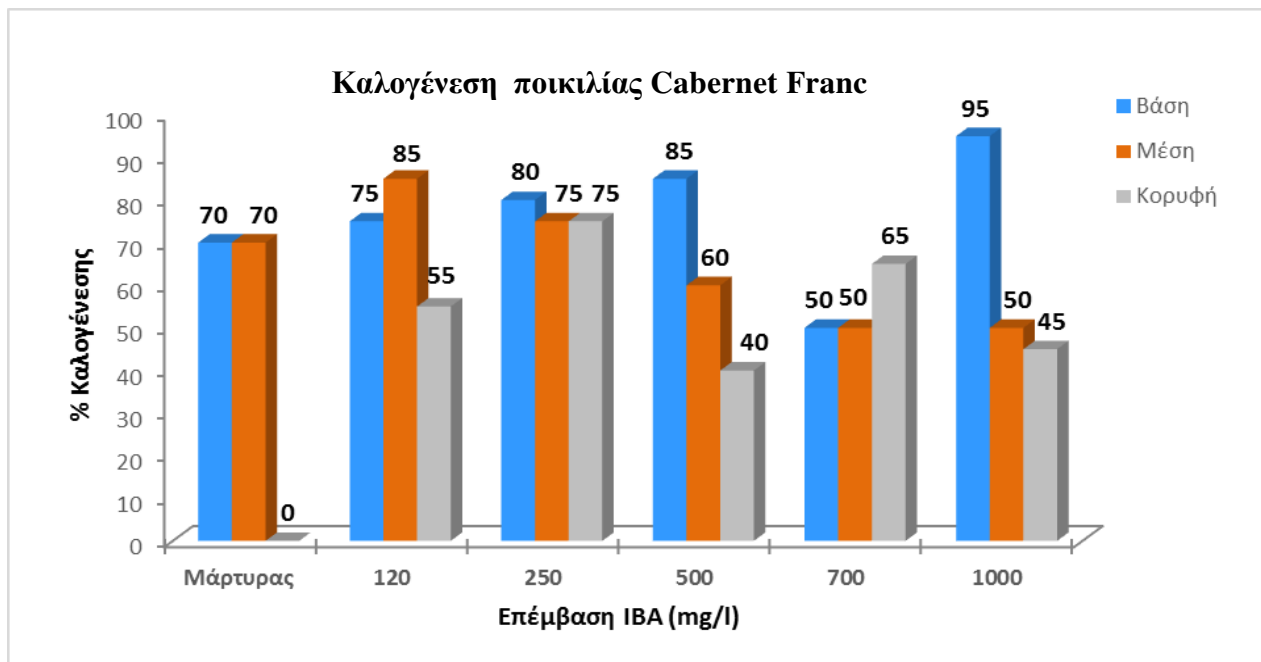
Τα αποτελέσματα στο Γράφημα 3.45 παρουσιάζουν την επίδραση του τμήματος του μοσχεύματος στον μέσο όρο αριθμού ριζών. Ανάλογα με το τμήμα και την επέμβαση IBA ο μέσος όρος ριζών κυμάνθηκε σε εύρος 3 – 19,53. Στο μάρτυρα τα μοσχεύματα κορυφής δεν σχημάτισαν ρίζες. Αντίστοιχα στις επεμβάσεις 120 ppm, 250 ppm, 500 ppm, 700 ppm, 1000 ppm, ο μέσος όρος ριζών στα μοσχεύματα κορυφής ήταν μικρότερος από αυτών των μοσχευμάτων βάσης και μέσης, χωρίς όμως στατιστικώς σημαντική διαφορά στο σύνολο των επεμβάσεων. Ο μεγαλύτερος αριθμός ριζών (19,53) σχηματίστηκε στα μοσχεύματα βάσης της επέμβασης 1000 ppm.

Στο Γράφημα 3.46 παρουσιάζεται η επίδραση του τμήματος του μοσχεύματος στη μέση διάμετρο των παραγόμενων ριζών. Στην επέμβαση 250 ppm τα μοσχεύματα της κορυφής παρουσίασαν μεγαλύτερη μέση διάμετρο με στατιστικώς σημαντική διαφορά από τα μοσχεύματα της μέσης, το ίδιο παρατηρήθηκε και στην επέμβαση 500 ppm όπου παρατηρήθηκε η υψηλότερη διάμετρος ριζών (1,65 mm). Παρατηρώντας τα αποτελέσματα στο Γράφημα 3.45 φαίνεται ότι όσο μεγαλύτερος ο μέσος όρος των ριζών τόσο μικρότερη

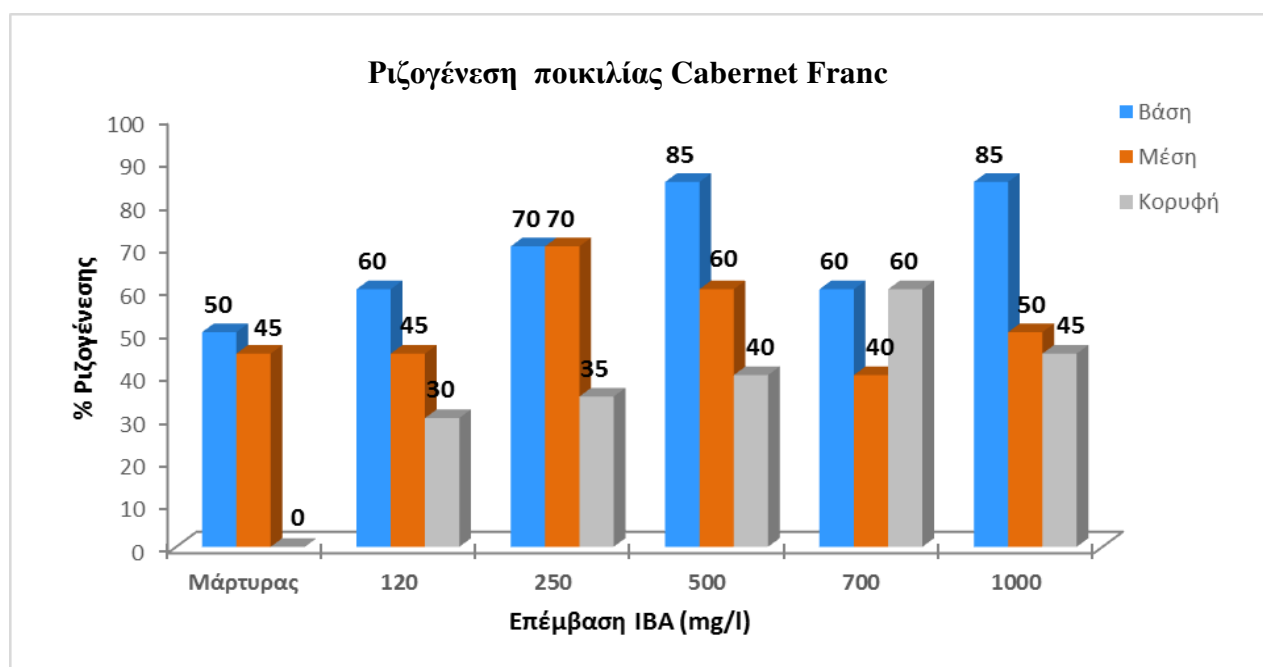
και η διάμετρος τους. Η επίδραση αυτή δεν παρουσιάζεται με στατιστικώς σημαντικές διαφορές στα μοσχεύματα της βάσης και μέσης, πιθανώς λόγω του υψηλού βαθμού αποθησαυρισμού των τμημάτων αυτών. Στην επέμβαση 500 ppm τα μοσχεύματα της κορυφής που έδωσαν το μικρότερο μέσο όρο ριζών (3) έδωσαν την μεγαλύτερη διάμετρο ριζών (1,65 mm). Το ίδιο παρατηρήθηκε και στην επέμβαση 250 ppm.

Το ολικό μήκος ριζών κυμάνθηκε σε εύρος 863 - 8935,20 mm. Στις επεμβάσεις του μάρτυρα, των 500 ppm και 1000 ppm, τα μοσχεύματα βάσης εμφάνισαν μεγαλύτερο ολικό μήκος ριζών από τα μοσχεύματα μέσης και κορυφής, με στατιστικώς σημαντικές διαφορές στις δύο τελευταίες επεμβάσεις. Στις επεμβάσεις 120 ppm και 700 ppm τα μοσχεύματα μέσης έδωσαν μεγαλύτερο ολικό μήκος, ακολουθούμενο από αυτό της βάσης και τέλος της κορυφής, με στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ των μοσχευμάτων μέσης και αυτών της κορυφής και βάσης. Η μεγάλη ανάπτυξη του ολικού μήκους ριζών φαίνεται να συσχετίζεται θετικά με τον μεγάλο αριθμό παραγόμενων ριζών που είναι εμφανέστερο στις επεμβάσεις: Μέση – 120 ppm (8935,20mm), Βάση – 500 ppm (3984,92 mm), Βάση – 1000 ppm (4652,92 mm) (Γράφημα 3.47).

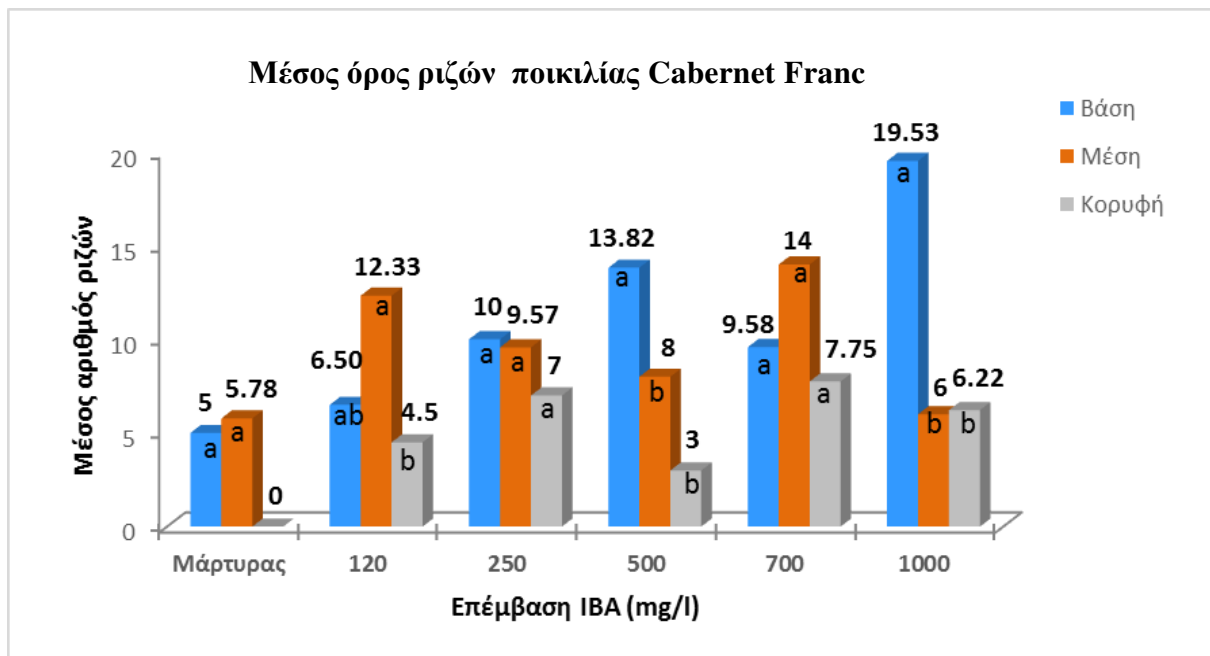
Στις επεμβάσεις του μάρτυρα, 250 ppm, 500 ppm και 1000 ppm, μεγαλύτερη επιφάνεια ριζών παρατηρήθηκε στα μοσχεύματα βάσης ακολουθούμενη από αυτά της μέσης και τέλος της κορυφής. Στατιστικώς σημαντική διαφορά παρατηρήθηκε στα μοσχεύματα βάσης από αυτά της μέσης και κορυφής στις επεμβάσεις 1000 ppm και 500 ppm. Στην επέμβαση 700 ppm τα μοσχεύματα μέσης παρουσίασαν την μεγαλύτερη τιμή επιφάνειας ριζών, το ίδιο και στην επέμβαση 120 ppm που τα μοσχεύματα μέσης παρουσίασαν την υψηλότερη τιμή επιφάνειας ριζών (8309,82 mm²). Το φυσικό μέγεθος της ολικής επιφάνειας συσχετίζεται θετικά με αυτό του ολικού μήκους ριζών και της μέσης διαμέτρου τους (Γράφημα 3.48).



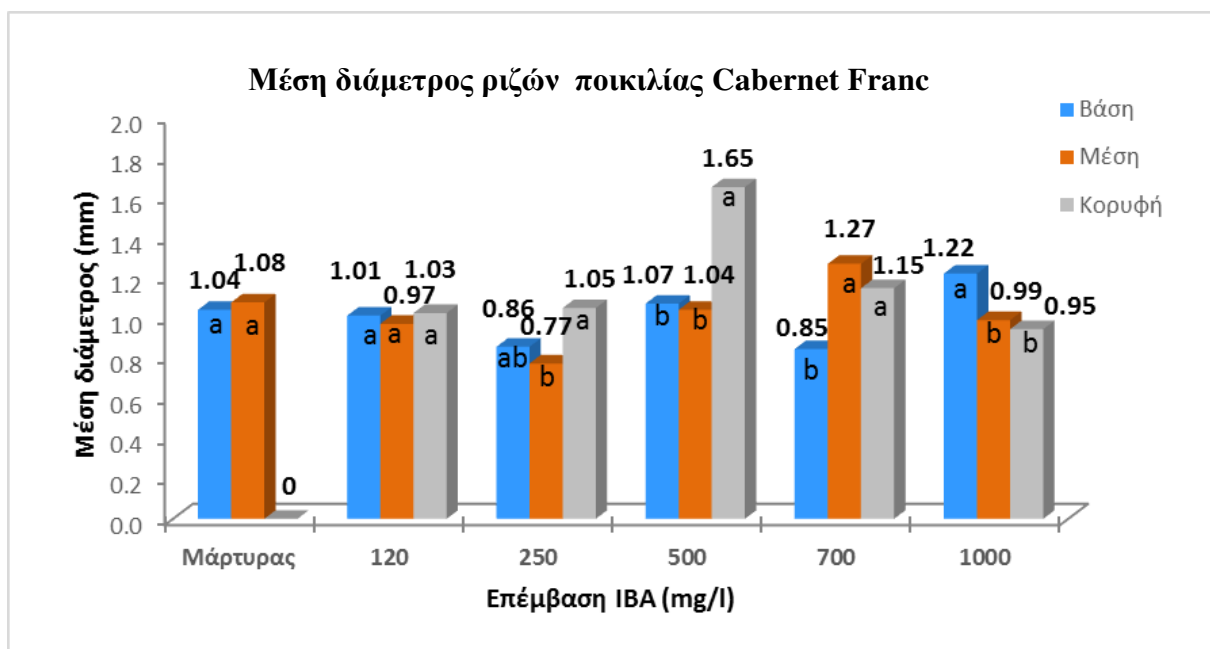
Γράφημα 3.43: Καλογένεση της ποικιλίας Cabernet Franc, ανά τμήμα μοσχεύματος (βάσης, μέσης, κορυφής) και επέμβαση IBA.



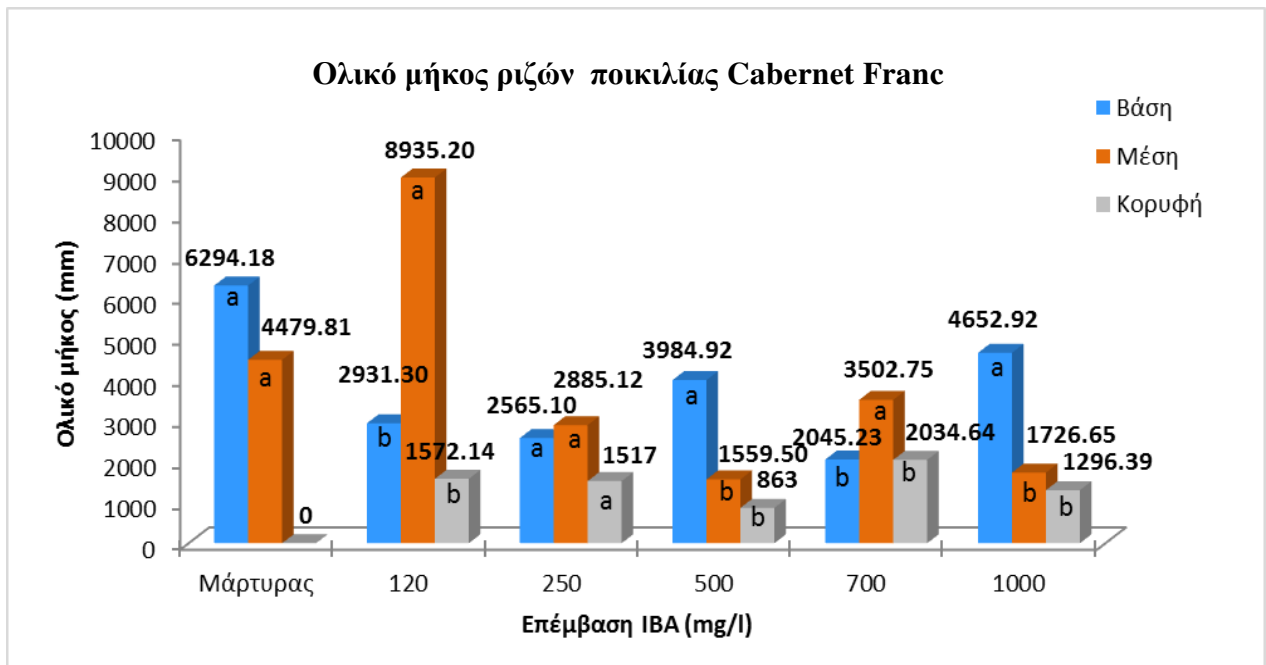
Γράφημα 3.44: Ριζογένεση της ποικιλίας Cabernet Franc, ανά τμήμα μοσχεύματος (βάσης, μέσης, κορυφής) και επέμβαση IBA.



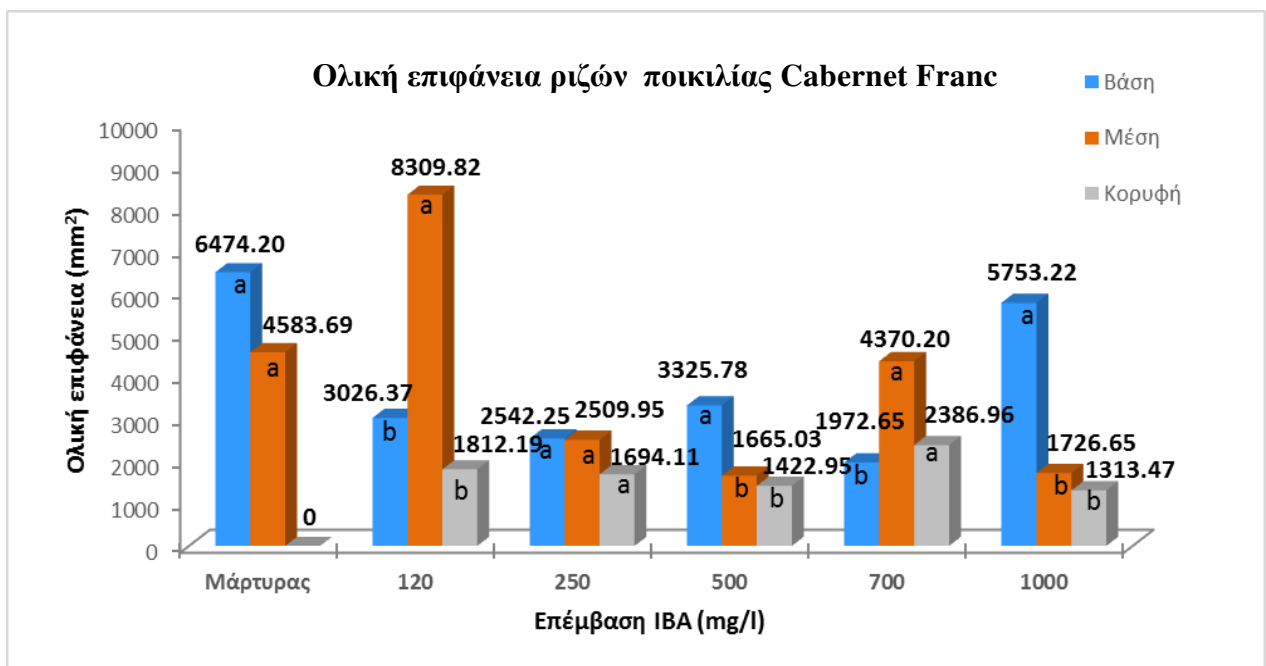
Γράφημα 3.45: Μέσος όρος ριζών της ποικιλίας Cabernet Franc, ανά τμήμα μοσχεύματος (βάσης, μέσης, κορυφής) και επέμβαση IBA.



Γράφημα 3.46: Μέση διάμετρος ριζών της ποικιλίας Cabernet Franc ανά τμήμα μοσχεύματος (βάσης, μέσης, κορυφής), και επέμβαση IBA.



Γράφημα 3.47: Ολικό μήκος ριζών της ποικιλίας Cabernet Franc, ανά τμήμα μοσχεύματος (βάσης, μέσης, κορυφής) και επέμβαση IBA.



Γράφημα 3.48: Ολική επιφάνεια ριζών της ποικιλίας Cabernet Franc, ανά τμήμα μοσχεύματος (βάσης, μέσης, κορυφής) και επέμβαση IBA.

4 ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Σημαντικό είναι να αναφερθεί ότι η διαδικασία ριζογένεσης των μοσχευμάτων της αμπέλου είναι ένα πολυσύνθετο φαινόμενο που επηρεάζεται σημαντικά από πολλούς ενδογενείς και εξωγενείς παράγοντες όπως: το είδος και ποικιλία αμπέλου, συνθήκες περιβάλλοντος κατά την λήψη και τοποθέτηση προς ριζογένεση των μοσχευμάτων, η κατάσταση θρέψης του μητρικού φυτού, η ύπαρξη ή όχι των λανθανόντων οφθαλμών, το είδος, η συγκέντρωση, ο χρόνος και η μέθοδος εφαρμογής των φυτοορμονών, οι ειδικοί χαρακτήρες μοσχευμάτων και ο χρόνος λήψης τους. Λόγω της πολυπλοκότητας του φαινομένου και του μεγάλου αριθμού διαφορετικών μεταβλητών, δεν μπορεί να γίνει άμεση σύγκριση πειραματικών δεδομένων με τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας.

Τα μοσχεύματα κατά την συλλογή τους τεμαχίστηκαν στα 60 cm και παρέμειναν στο ψυγείο μέχρι να συμπληρωθεί ο απαραίτητος αριθμός για να γίνουν οι επεμβάσεις με IBA. Έρευνες αναφέρουν ότι η ψυχρή συντήρηση των μοσχευμάτων επί μακρό μπορεί να μειώσει το ποσοστό ριζογένεσης, τον αριθμό και το μέγεθος του ριζικού συστήματος, καθώς και να αυξήσει το χρόνο που απαιτείται για τη διαδικασία της καλογένεσης και ριζογένεσης (Alley, 1979, Alley και Peterson, 1977). Μοσχεύματα *Vitis aestivalis* που συλλέχθηκαν και διατηρήθηκαν σε ψύξη στους 5 °C για περισσότερες από 55 ημέρες (> 2300 ώρες) σχημάτισαν μεγαλύτερο αριθμό ριζών (Keeley κ.ά., 2004). Στο συγκεκριμένο πείραμα η αποθήκευση του φυτικού υλικού έγινε για πολύ περιορισμένο διάστημα κατά πολύ λιγότερο από τα πιο πάνω όρια, με σκοπό να αποτραπεί η όποια θετική ή αρνητική επίδραση της αποθήκευσης των μοσχευμάτων στη ριζογένεση.

Στο φυτικό υλικό πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις του μήκους και της διαμέτρου των κληματίδων. Τα μοσχεύματα τεμαχίζονταν με συγκεκριμένες προδιαγραφές, σε μήκος 45 cm και σε απόσταση 1 cm από τον τελευταίο κόμβο του μοσχεύματος. Οι προδιαγραφές του φυτικού υλικού επιλέχθηκαν ώστε το μήκος και διάμετρος να συμφωνούν με τις εμπορικές προδιαγραφές του φυτικού υλικού σύμφωνα με την νομοθεσία και της κοινές υπουργικές αποφάσεις περί πολλαπλασιαστικού υλικού της αμπέλου (ΚΥΑ 258676/29.9.2003 (ΦΕΚ Β1517/2003) όπως τροποποιήθηκε με τη 282465/2006 (ΦΕΚ 1212) ΚΥΑ), καθώς και με άλλες ερευνητικές εργασίες (Kose και Guleryuz, 2006, Waite και May, 2005).

Ο ρόλος των οφθαλμών στη ριζογένεση των μοσχευμάτων και στον σχηματισμό τυχαίων ριζών παρουσιάζει διάφορα αποτελέσματα, καθώς είναι ένα πολυσύνθετο φαινόμενο. Σε πολλά φυτικά είδη φάνηκε ότι η ύπαρξη των οφθαλμών βοηθά στο σχηματισμό τυχαίων ριζών. Σε ορισμένα βρέθηκε ότι είναι χρήσιμοι κατά τα πρώτα στάδια επαγωγής της ριζογένεσης και η μετέπειτα αφαίρεση τους δεν έχει κάποια σημασία (Hartmann κ.ά., 1997). Όταν οι οφθαλμοί είναι στην κατάσταση λήθαργου η αφαίρεση τους δεν επηρεάζει τη διαδικασία της ριζογένεσης, όμως αν τα μοσχεύματα κοπούν αργά την άνοιξη ή κατά τη διάρκεια που οι οφθαλμοί είναι ενεργοί η παρουσία τους προωθεί ισχυρά την ριζογένεση (Favre, 1973, Hartmann κ.ά., 1997). Ο Smart (2003) έδειξε ότι η παρουσία λανθανόντων οφθαλμών σε μοσχεύματα της ποικιλίας Cabernet Sauvignon που ριζοβολούν ευχερώς επιβραδύνει ή παρεμποδίζει την εμφάνιση τυχαίων ριζών, ενώ σε μοσχεύματα αμερικανικών ειδών και ποικιλιών που δεν ριζοβολούν ευχερώς δεν επηρεάζει. Στην άμπελο, είναι πολύ δύσκολη η εξήγηση της επίδρασης της παρουσίας των οφθαλμών στο σχηματισμό τυχαίων ριζών, αφού στους οφθαλμούς παρατηρείται ταυτόχρονα τόσο η βλαστητική όσο και η αναπαραγωγική φάση. Στην αμπελοφυτωριακή πράξη, συνήθως αφαιρούνται οι λανθάνοντες οφθαλμοί του εντός του εδάφους τμήματος των μοσχευμάτων ριζοβόλησης. Στα εμβολιάσιμα μοσχεύματα, κατά την προετοιμασία για τον εμβολιασμό, αφαιρούνται όλοι οι οφθαλμοί των μοσχευμάτων (Σταυρακάκης, 2013). Για τους σκοπούς τις παρούσας μελέτης οι λανθάνοντες οφθαλμοί αφαιρέθηκαν με τη βοήθεια εμβολιαστηρίου, ώστε να εξαιρεθεί η επίδραση τους στη διεργασία της ριζογένεσης, να αποφευχθεί η έκπτυξη τους στο θερμοθάλαμο και τα δεδομένα να συμβαδίζουν με την αμπελοφυτωριακή πρακτική.

Χαρακτηριστικά όπως η έναρξη, η ένταση και η πορεία ριζογένεσης των μοσχευμάτων στο φυτώριο αμπέλου επηρεάζονται σε σημαντικό βαθμό, από το είδος και τη σύσταση του υποστρώματος, καθώς και τη θερμοκρασία και υγρασία του, το φως και τον αερισμό. Τα υποστρώματα ριζογένεσης της αμπέλου απαιτείται να έχουν χαρακτηριστικά που να επιτρέπουν την συγκράτηση υγρασίας, την καλή οξυγόνωση και θέρμανση για την απρόσκοπτη ανάπτυξη του ριζικού συστήματος. Πολλές ερευνητικές εργασίες χρησιμοποίησαν ως υπόστρωμα ριζογένεσης έδαφος, περλίτη, άμμο, κοκκοφοίνικα και μείγματα, ώστε να εξετάσουν την επίδραση του υποστρώματος στα ποσοστά ριζογένεσης και τα χαρακτηριστικά του ριζικού συστήματος (Sabir κ.ά., 2004, Galavi κ.ά., 2013). Οι Davtyan και Bznuni (1975) τοποθέτησαν μοσχεύματα σε ανοικτό υδροπονικό σύστημα, χρησιμοποιώντας ως υπόστρωμα ηφαιστειακή πέτρα αυξάνοντας το ποσοστό ριζογένεσης (87 - 90%) σε σύγκριση με το χαλίκι (50 - 75%) και το έδαφος (31 - 39%).

Ορισμένοι ερευνητές αναφέρουν ότι το νερό δεν είναι καλό μέσο για την ανάπτυξη των ριζών στα μοσχεύματα, επειδή δεν είναι επαρκές σε ποσότητα οξυγόνου και ως εκ τούτου δεν μπορούν να εφοδιαστούν οι αναπτυσσόμενες ρίζες όπως θα έπρεπε (Soffer και Burger, 1988, Zimmerman, 1930). Η ανάπτυξη μοσχευμάτων σε υδροπονικό σύστημα προτάθηκε ως μια απλή και αποδοτική μέθοδος για τη ριζοβολία ξυλωδών μοσχευμάτων κάποιων φυτικών ειδών (Komissarov, 1968). Ο Peng (2008) ερεύνησε την επίδραση συστήματος επιπλέουσας υδροπονίας, χρησιμοποιώντας ως υπόστρωμα νερό στη ριζογένεση μαλακών μοσχευμάτων, κλώνων άγριας αμπέλου *Vitis thunbergii* δίνοντας πολύ καλά ποσοστά ριζογένεσης (82%) σε σύγκριση με τα μικρότερα ποσοστά (48%) με τη χρήση υποστρώματος περλίτη - κοκοφοίνικα.

Στην παρούσα μελέτη επιλέχτηκε να γίνει πρωτοτύπως ο πολλαπλασιασμός ξυλοποιημένων μοσχευμάτων, υποκειμένων και ποικιλιών αμπέλου, σε υδροπονικό σύστημα επιπλέουσας υδροπονίας, χρησιμοποιώντας ως υπόστρωμα ριζογένεσης – ριζοβόλησης απιονισμένο νερό. Για να αυξηθεί η συγκέντρωση του οξυγόνου σε υδατικό υπόστρωμα, αναφέρεται ως μέθοδος η χρήση αντλιών αέρα (Zimmerman, 1930), μέθοδος που εφαρμόστηκε με επιτυχία και για τους σκοπούς της παρούσας εργασίας. Τα ποσοστά ριζοβόλησης, ανάλογα με το υποκείμενο, το τμήμα μοσχεύματος και την επέμβαση IBA έφθασαν σε πολύ καλά ποσοστά της τάξεως του 90% σε ορισμένες επεμβάσεις, ποσοστά εξίσου υψηλά ή υψηλότερα από τις προαναφερθείσες ερευνητικές εργασίες που χρησιμοποίησαν άλλα υποστρώματα. Τόσο ο αριθμός ριζών αλλά και το μήκος του ριζικού συστήματος κυμάνθηκαν σε μεγαλύτερες τιμές από άλλες έρευνες, που είχαν όμως χρησιμοποιήσει διαφορετικά υποστρώματα, υποκείμενα, θερμοκρασίες και συγκεντρώσεις IBA (Galavi κ.ά., 2013). Τα μικρότερα ποσοστά ριζογένεσης από τα αντίστοιχα της καλογένεσης, σχεδόν στο σύνολο των επεμβάσεων σε όλα τα υπό διερεύνηση υποκείμενα ποικιλίες, καθώς και ο σχηματισμός ριζών στα σημεία που βρίσκονταν πιο κοντά στην επιφάνεια του αέρα πιθανώς, να μπορεί να αποδοθούν στην ανάγκη βελτιστοποίησης της χορηγούμενης ποσότητας οξυγόνου.

Η επαγωγή της ριζογένεσης με την χρήση θερμαινόμενων υποστρωμάτων είναι μια επιτυχώς χρησιμοποιούμενη μέθοδος για τον πολλαπλασιασμό δύσκολων προς ριζογένεση μοσχευμάτων όπως, η δαμασκηλιά, μηλιά και αχλαδιά. Η μέθοδος αυτή είναι πολύ επιτυχής μέθοδος πολλαπλασιασμού των δύσκολων προς ριζογένεση φυτών (Hartmann κ.ά., 1997). Σε μελέτη όπου τα μοσχεύματα αμπέλου τοποθετήθηκαν σε θερμαινόμενο υπόστρωμα βρέθηκε

ότι αυξάνεται η ριζογένεση και μειώνεται ο χρόνος που απαιτείται (Bartolini κ.ά., 2009). Σε έρευνα τους οι Alley και Peterson (1977) έδειξαν ότι η καλογένεση έλαβε χώρα σε 4 - 17 ημέρες στους 29 °C, ενώ σε χαμηλότερες θερμοκρασίες χρειάστηκαν περισσότερες ημέρες. Το ίδιο παρατηρήθηκε κατά τη ριζογένεση στους 29 °C, όπου η διαδικασία έλαβε χώρα σε 10 - 24 ημέρες. Αντίθετα σε χαμηλότερη θερμοκρασία χρειάστηκε περισσότερο χρόνο. Η ευνοϊκή προς ριζογένεση θερμοκρασία αν και κυμαίνεται στα προαναφερθέντα όρια, χρήζει έρευνας καθώς κάθε υποκείμενο ανταποκρίνεται διαφορετικά σε διαφορετικές θερμοκρασίες. Έρευνα των Blennerhassett και Considine (1979) έδειξε ότι η θερμοκρασία υποστρώματος των 25°C είναι η καταλληλότερη για τον πολλαπλασιασμό και τη ριζογένεση του υποκειμένου Ramsey, θερμοκρασία που επιλέχτηκε για τους σκοπούς της παρούσας εργασίας. Η διαδικασία της ριζογένεσης - ριζοβόλησης των μοσχευμάτων έλαβε χώρα σε θάλαμο ανάπτυξης ελεγχόμενου περιβάλλοντος. Ο θάλαμος ρυθμίστηκε σε συνθήκες σταθερής θερμοκρασίας 25 ± 1 °C, σχετικής υγρασίας 90% και φωτός, που εφαρμοζόταν από λαμπτήρες 40 - 55 cm πάνω από το πολλαπλασιαστικό υλικό, δημιουργώντας έτσι τεχνητά συνθήκες ημέρας και σκότους για δεκαέξι και οκτώ ώρες αντίστοιχα. Τα μοσχεύματα παρέμειναν σε αυτές τις συνθήκες για οκτώ εβδομάδες, σε συμφωνία με άλλες ερευνητικές εργασίες πολλαπλασιασμού και διερεύνησης της ριζογένεσης σε μοσχεύματα αμπέλου (Gökbayrak κ.ά., 2010, Peng κ.ά., 2008).

Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης έδειξαν μεγάλη επίδραση του τμήματος απ' όπου προέρχονται τα μοσχεύματα, ανάλογα με το είδος υποκειμένου και την επέμβαση IBA. Στο υποκείμενο SO₄ τα υψηλότερα ποσοστά καλογένεσης και ριζογένεσης σημειώθηκαν στα μοσχεύματα βάσης ακολουθούμενα από αυτά της μέσης και τέλος με πολύ μικρά ποσοστά τα μοσχεύματα κορυφής, που στις περισσότερες επεμβάσεις τα ποσοστά ήταν μηδενικά. Όσον αφορά στον μέσο όρο αριθμού παραγόμενων ριζών, τη μέση διάμετρο, το ολικό μήκος και την ολική επιφάνεια ριζών, οι μεγαλύτερες τιμές παρουσιάστηκαν στα μοσχεύματα μέσης και βάσης και οι πιο μικρές στα μοσχεύματα κορυφής με μεγαλύτερο αριθμό ριζών (11,91) στα μοσχεύματα βάσης της επέμβασης (250 ppm) και μεγαλύτερο ολικό μήκος και ολική επιφάνεια στα μοσχεύματα μέσης της ίδιας επέμβασης.

Στο υποκείμενο 1103 P τα ποσοστά καλογένεσης και ριζογένεσης ήταν υψηλότερα στα μοσχεύματα βάσης και μέσης. Ανάλογα με την επέμβαση IBA τα ποσοστά ριζογένεσης των μοσχευμάτων βάσης παρουσίασαν τα υψηλότερα ποσοστά με μέγιστο 90%. Ο αριθμός ριζών και η μέση διάμετρος ήταν μεγαλύτερα στα μοσχεύματα βάσης και μέσης, ιδιαίτερα

στις υψηλότερες συγκεντρώσεις IBA. Στις χαμηλότερες συγκεντρώσεις οι διαφορές δεν ήταν στατιστικώς σημαντικές, ενδεχομένως, λόγω του γονότυπου του υποκειμένου και του καλού αποθησαυρισμού όλων των τμημάτων των μοσχευμάτων. Το ολικό μήκος και η ολική επιφάνεια ριζών εμφάνισαν μεγαλύτερες τιμές στις επεμβάσεις που σχημάτισαν μεγαλύτερο αριθμό ριζών. Σε πολλές περιπτώσεις αυτό παρατηρήθηκε στα μοσχεύματα κορυφής, πιθανώς, λόγω του καλού αποθησαυρισμού όλων των τμημάτων μοσχευμάτων.

Στο δυσκόλως ριζοβολούν υποκείμενο Dog Ridge τα ποσοστά καλογένεσης κυμάνθηκαν ανάλογα με την επέμβαση σε ποσοστά 0 – 75%, με τα υψηλότερα ποσοστά να παρουσιάζονται στα μοσχεύματα βάσης, ακολουθούμενα από τα μοσχεύματα μέσης και τέλος της κορυφής. Τα υψηλότερα ποσοστά ριζογένεσης προέκυψαν, επίσης, από τα μοσχεύματα βάσης, με εμφανή τη διαφορά με αυτά της κορυφής. Η επέμβαση 500 ppm έδωσε πολύ καλά ποσοστά ριζογένεσης, με ποσοστό 70% για τα μοσχεύματα βάσης, 40% μέσης και 15% κορυφής. Ο αριθμός ριζών ήταν μεγαλύτερος στα μοσχεύματα βάσης, με μεγάλη διαφορά από τα μοσχεύματα κορυφής, ενώ φάνηκε ότι τα μοσχεύματα μέσης και βάσης χρειάζονται χαμηλότερες συγκεντρώσεις IBA για να σχηματίσουν ρίζες. Η διάμετρος ριζών ήταν μεγαλύτερη στα μοσχεύματα βάσης και μέσης. Επιπρόσθετα παρατηρήθηκε ότι ο μεγάλος αριθμός ριζών μείωσε τη μέση διάμετρο ριζών, το οποίο συμφωνεί με έρευνα του Alley (1979), όπου παρατήρησε μείωση της διαμέτρου των ριζών αυξανόμενου του αριθμού τους στα υποκείμενα Dog Ridge και Salt Creek. Φαίνεται ότι στο συγκεκριμένο υποκείμενο τα μοσχεύματα κορυφής αν και είχαν τα χαμηλότερα ποσοστά ριζογένεσης, ο μικρότερος αριθμός σχηματιζόμενων ριζών οδήγησε στην μεγαλύτερη κατά μήκος αύξηση τους, ενώ τα αντίστοιχα μοσχεύματα βάσης και μέσης σχημάτισαν μεγαλύτερο αριθμό ριζών μικρότερου μήκους.

Στη ποικιλία Cabernet Franc τα ποσοστά καλογένεσης και ριζογένεσης ήταν αρκετά υψηλά σε ποσοστό 0% – 95% και 0% – 85% αντίστοιχα. Τα υψηλότερα ποσοστά παρουσιάστηκαν στα μοσχεύματα βάσης ακολουθούμενα από τα μοσχεύματα μέσης και τέλος της κορυφής με μικρή διαφορά μεταξύ τους. Η τιμή της μέσης διαμέτρου των ριζών ήταν μεγάλη (1,65 mm) και αυξανόμενου του αριθμού ριζών δεν επηρεάστηκε, εκτός από αυτή των μοσχευμάτων κορυφής. Το ολικό μήκος και η ολική επιφάνεια ριζών, τόσο στο μάρτυρα όσο και στις επεμβάσεις IBA παρουσίασαν υψηλότερες τιμές στα μοσχεύματα βάσης και μέσης, που είχαν μεγαλύτερο αριθμό ριζών.

Τα αποτελέσματα του πειράματος συμφωνούν με εμπειρικά και ερευνητικά δεδομένα που δείχνουν ότι τα μοσχεύματα που προέρχονται από το μεσαίο και βασικό τμήμα της κληματίδας παρουσιάζουν ποσοστά ριζογένεσης μεγαλύτερα σε σχέση με τα μοσχεύματα που προέρχονται από ακραίο τμήμα της κληματίδας (Alley και Peterson, 1977, Weaver, 1975 Keeley κ.ά., 2004). Μοσχεύματα του είδους *Vitis aestivalis* που λήφθηκαν από την βασική ή μεσαία περιοχή της κληματίδας ή του βλαστού αντίστοιχα παρουσίασαν υψηλότερα ποσοστά ριζογένεσης από μοσχεύματα προερχόμενα από την κορυφαία περιοχή (Keeley κ.ά., 2004). Το ίδιο υποστηρίζει ο Weaver (1975) που έδειξε ότι ανεξάρτητα από την ημερομηνία συλλογής των μοσχευμάτων, η ριζογένεση ήταν ταχύτερη και σε μεγαλύτερα ποσοστά στα βασικά μοσχεύματα και φτωχότερη στα ακραία μοσχεύματα της ποικιλίας Carignan του είδους *Vitis vinifera*. Σύμφωνα με τον Keeley (2004) η ριζογένεση στα μοσχεύματα της βάσης ήταν υψηλότερη σε ποσοστό 72%, έναντι του 37% που εμφάνισαν τα μοσχεύματα της μέσης. Το ίδιο παρατηρήθηκε και με τον αριθμό ριζών 2,2 έναντι 1,2 και το μήκος ριζών 18,9 mm έναντι 7,6 mm, πράγμα αποτέλεσμα που παρατηρήθηκε σε πολλές περιπτώσεις στην παρούσα εργασία. Η χαμηλή ριζοβολία των κορυφαίων μοσχευμάτων πιθανώς να οφείλεται στα χαμηλότερα επίπεδα υδατανθράκων (Keeley κ.ά., 2004). Επιπρόσθετα η βιοσύνθεση αυξινών από τα φύλλα και το βλαστό που μέσω της βασιπέταλης μεταφοράς τους κατευθύνονται προς τη βάση των μοσχευμάτων υποβοηθώντας την ριζογένεση (Hartmann κ.ά., 1997) πιθανώς, να οδηγεί σε υψηλότερη συγκέντρωση ενδογενών αυξινών στα μοσχεύματα μέσης και βάσης.

Στην παρούσα μελέτη ως ορμόνη ριζοβολίας επιλέχθηκε το IBA. Είναι μια από τις κυριότερες, αν όχι η κυριότερη και συνηθέστερη ουσία για τον πολλαπλασιασμό των περισσότερων φυτικών ειδών, συμπεριλαμβανομένου της αμπέλου. Είναι σταθερή ένωση που δημιουργεί τα μικρότερα προβλήματα τοξικότητας και πολύ καλά αποτελέσματα ριζογένεσης. Σε αντίθεση με άλλες αυξητικές ουσίες, μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε ένα μεγάλο εύρος συγκεντρώσεων (Sabir κ.ά., 2004, Hartmann κ.ά., 1997). Από τους αυξητικούς ρυθμιστές σε υγρή μορφή, το IBA είναι περισσότερο ανθεκτικό στο φως και στο βακτήριο της οξικής ζύμωσης, αλλά λιγότερο διαλυτό από το IAA, μετακινείται δύσκολα εντός των αγγείων του φυτού, η δράση του είναι εξειδικευμένη, εντοπισμένη και αποτελεσματική. Για τους λόγους αυτούς μπορούν να χρησιμοποιούνται μικρές δόσεις της δραστικής ουσίας (Σταυρακάκης, 2013).

Το IBA προκαλεί καλογένεση στα μοσχεύματα, η οποία οφείλεται στον πολλαπλασιασμό των κυττάρων του καμβίου, του ηθμού και πιθανώς της εντεριώνης, με αποτέλεσμα τη δημιουργία αδιαφοροποιήτου παρεγχυματικού ιστού ο οποίος εμφανίζεται σαν μια άμορφη μάζα. Μεγάλος αριθμός ριζών εμφανίζονται στο σημείο του κάλου και πιο συγκεκριμένα στα σημεία που έχει προκληθεί σχίσσιμο του φλοιού του μοσχεύματος. Στην παρούσα εργασία τα υψηλότερα ποσοστά καλογένεσης εμφανίστηκαν στα μοσχεύματα βάσης και μέσης, στις επεμβάσεις των 250 ppm (SO₄) και 500 ppm, με τα υψηλότερα ποσοστά να παρατηρούνται στην συγκέντρωση 500 ppm, στα υποκείμενα 1103 P, Dog Ridge και την ποικιλία Cabernet Franc. Στη ποικιλία Cabernet Franc και το υποκείμενο 1103 Paulsen τα ποσοστά καλογένεσης και ριζογένεσης ήταν υψηλά ακόμα και στο μάρτυρα, ιδιαίτερα στην ποικιλία Cabernet Franc. Ο κάλος δεν είναι απαραίτητος για τη δημιουργία ριζών, κάτι που αναφέρεται σε έρευνες των Shuji (2013) και Hartmann (1997) και επιβεβαιώνεται από τα αποτελέσματα του πειράματος στο υποκείμενο SO₄ και την ποικιλία Cabernet Franc που τα ποσοστά καλογένεσης ήταν μικρότερα από τα αντίστοιχα της ριζογένεσης σε κάποιες περιπτώσεις.

Πολλά ερευνητικά δεδομένα αποδεικνύουν την ευεργετική δράση των εξωγενών αυξινών IBA στη ριζογένεση των περισσότερων φυτικών ειδών και της αμπέλου (Keeley κ.ά., 2003, Lu, 2005, Singh κ.ά., 2004). Ο Hartmann (1997) έδειξε ότι η εφαρμογή IBA σε συγκέντρωση 2500 - 4000 mg/L είχε εντυπωσιακά αποτελέσματα, στην ριζογένεση σε ημι - ξυλώδη μοσχεύματα μηλιάς, δαμασκηνιάς και ελιάς. Ο Galavi (2013) έδειξε ότι αριθμός των ριζών, το μήκος της ρίζας, το νωπό και ξηρό βάρος επηρεάζονται σημαντικά από τους ρυθμιστές ανάπτυξης και το υπόστρωμα φύτευσης. Ο αριθμός των ριζών, το μήκος, το νωπό και ξηρό βάρος αυξάνεται με την αύξηση των συγκεντρώσεων IBA από 2000 σε 4000 mg/L σε σχέση με το μάρτυρα. Οι Alley και Peterson (1977) έδειξαν ότι επέμβαση με IBA σε συγκεντρώσεις 0,25% για 24 ώρες και γρήγορη εμβάπτιση σε συγκέντρωση 1% οδήγησε σε γρηγορότερη καλογένεση και ανάπτυξη ριζών σε μοσχεύματα των υποκειμένων Dog Ridge, Salt Creek και Harmony. Για τη βελτίωση των ποσοστών ριζοβόλησης της ποικιλίας Norton του είδους *V. aestivalis* χρησιμοποιήθηκε καλιούχο άλας του ινδολυλοβουτυρικού οξέος (KIBA) σε συγκεντρώσεις 10000 - 15000 mg/L.

Στην παρούσα εργασία, σε συμφωνία με τα παραπάνω, ανάλογα με το υποκείμενο και την επέμβαση IBA, παρατηρήθηκε σε διαφορετικό βαθμό η θετική επίδραση του IBA στα ποσοστά καλογένεσης και ριζογένεσης, στον μέσο όρο ριζών, τη μέση διάμετρο, το ολικό

μήκος και την ολική επιφάνεια ριζών, σε όλα τα υπό διερεύνηση υποκείμενα (SO₄, 1103 P, Dog Ridge) και ποικιλίες (Cabernet Franc) σε πολύ χαμηλότερες συγκεντρώσεις IBA. Στην ποικιλία Cabernet Franc και το υποκείμενο 1103 P τα οποία λόγω της ευκολίας πολλαπλασιασμού τους, παρουσίασαν υψηλά ποσοστά ριζογένεσης, υψηλό αριθμό ριζών παρατηρήθηκε μικρότερη επίδραση του IBA. Η θετική επίδραση του IBA και η αύξηση των ποσοστών καλογένεσης, ριζογένεσης και των άλλων υπό διερεύνηση μεγεθών παρατηρήθηκε στα μοσχεύματα βάσης και μέσης και ελάχιστα έως καθόλου στα μοσχεύματα κορυφής, εκτός στα μοσχεύματα κορυφής της ποικιλίας Cabernet Franc και του υποκειμένου 1103 P που αυξήθηκαν τα ποσοστά ριζογένεσης σε σχέση με το μάρτυρα στις υψηλότερες συγκεντρώσεις IBA (700 ppm, 1000 ppm). Τα παραπάνω βρίσκονται σε συμφωνία με πολλές ερευνητικές εργασίες, όπου οι επεμβάσεις με IBA δεν παρουσίασαν εμφανή θετική επίδραση σε μοσχεύματα κορυφής της αμπέλου (Alley και Peterson, 1977, Weaver, 1975, Keeley κ.ά., 2004).

Έρευνα του Abu - Qaoud (1999) έδειξε ότι στα ευκόλως ριζοβολούντα υποκείμενα η χρήση 8000 ppm IBA σε μορφή σκόνης στη βάση των μοσχευμάτων του υποκειμένου 1103 Paulsen οδήγησε σε υψηλότερη ριζογένεση για δύο διαφορετικά έτη, σε ποσοστά 81% και 77,03% αντίστοιχα, σε σχέση με το μάρτυρα που ήταν πολύ χαμηλότερα. Στην παρούσα εργασία αυτά τα ποσοστά επιτευχθήκαν σε παρόμοια ή υψηλότερα ποσοστά στο υποκείμενο 1103 P και στην ποικιλία Cabernet Franc, που σε κατά πολύ χαμηλότερες συγκεντρώσεις (250 ppm, 500 ppm), παρουσίασαν ποσοστά ριζογένεσης στα μοσχεύματα βάσης σε ποσοστό 90% και 85% αντίστοιχα, συμφωνώντας με έρευνα των Singh και Singh (1973). Τα ποσοστά ριζογένεσης στην έρευνα, στις ποικιλίες Himrod και Thompson Seedless αυξήθηκαν χρησιμοποιώντας διάλυμα 500 ppm (0.05%) IBA. Στην εύκολη προς ριζογένεση ποικιλία Cabernet Franc, τα ποσοστά ριζογένεσης ήταν υψηλά στο μάρτυρα, επιβεβαιώνοντας τα παραπάνω ως προς την ευκολία πολλαπλασιασμού τους. Η καλογένεση, ριζογένεση, αριθμός ριζών, μέση διάμετρος ριζών αυξήθηκαν με τις επεμβάσεις IBA χωρίς να παρουσιάζεται μεγάλη επίδραση, ιδιαίτερα στα μεγέθη του ολικού μήκους και της ολικής επιφάνειας ριζών. Τα παραπάνω συμφωνούν με τον Alley (1979), που στην επέμβαση με IBA, στις εύκολες προς ριζογένεση ποικιλίες Ganzin 1 και Zinfandel έδειξε ότι αυξήθηκε ο αριθμός των ριζών και το μήκος του ριζικού συστήματος της ποικιλίας Ganzin 1, ενώ στην ποικιλία Zinfandel τα ποσοστά ριζογένεσης δεν αυξήθηκαν, αλλά αυξήθηκε το μήκος του ριζικού συστήματος, παρουσιάζοντας έτσι και την διαφορετική επίδραση του IBA ανάλογα με το γονότυπο του φυτικού υλικού.

Το υποκείμενο SO₄ και το δυσκόλως ριζοβολούν υποκείμενο Dog Ridge παρουσίασαν εξίσου υψηλά ποσοστά ριζογένεσης στο υδροπονικό σύστημα στις συγκεντρώσεις (250 ppm, 500 ppm) σε ποσοστό 70% και 50% αντίστοιχα. Η θετική επίδραση του IBA στην αύξηση της ριζογένεσης στο δυσκόλως ριζοβολούν υποκείμενο Dog Ridge συμφωνεί με τον Alley (1979), που έδειξε ότι η εφαρμογή IBA αύξησε τα ποσοστά ριζογένεσης και τον αριθμό των ριζών στο υποκείμενο Dog Ridge σε σχέση με το μάρτυρα. Ο αριθμός των ριζών ήταν 8,80, αριθμός μικρότερος από τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης, που ενώ η συγκέντρωση των ορμονών που χρησιμοποιήθηκαν και η χρονική περίοδος ριζογένεσης ήταν κατά πολύ μικρότερες, ο αριθμός ριζών έφτασε τις 14,25 (Μοσχεύματα βάσης – 120 ppm). Η δημιουργία μεγάλου αριθμού ριζών λειτουργεί θετικά στην μετέπειτα ανάπτυξη των εγκατεστημένων μοσχευμάτων καθώς είναι σε θέση να διερευνήσουν καλύτερα τον εδαφικό ορίζοντα και να τροφοδοτήσουν το νέο φυτό με νερό και θρεπτικά στοιχεία (Alley, 1979).

Σε πολλές μελέτες αυξανόμενης της συγκέντρωσης ορμονών παρατηρήθηκε και αναλογική αύξηση της ριζογένεσης στα μοσχεύματα αμπέλου (Borba και Kuhn, 1988, Harmail κ.ά., 1986, Moretti και Ridomi, 1984). Αντίθετα τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας καταδεικνύουν την θετική επίδραση του IBA αυξανόμενης της συγκέντρωσης του έως τα 500 ppm. Οι υψηλότερες συγκεντρώσεις παρουσίαζαν αρνητικό ρυθμό αύξησης της ριζογένεσης, εν συγκρίσει με τις χαμηλότερες συγκεντρώσεις, συμφωνώντας με έρευνα του Galavi (2013). Ο Galavi (2013) έδειξε ότι ο αριθμός των ριζών, το μήκος τους, το νωπό και ξηρό βάρος τους αυξήθηκε με την αύξηση της συγκέντρωσης της αυξίνης (IBA) από 2000 στα 4000 mg/L, σε σχέση με τον μάρτυρα. Στην ίδια εργασία ωστόσο, η συγκέντρωση 6000 mg/L είχε αντίστροφα αποτελέσματα και τοξική δράση. Η επέμβαση των 1000 ppm, στην παρούσα εργασία με υπόστρωμα νερό παρουσίασε μηδενικά ποσοστά ριζογένεσης στο υποκείμενο SO₄ πιθανώς, λόγω τοξικής δράσης. Στα υποκείμενα (1103 P, Dog Ridge) και την ποικιλία Cabernet Franc αν και σχηματίστηκαν ρίζες, η αύξηση των ποσοστών ριζογένεσης, καλογένεσης και των υπόλοιπων μεγεθών ήταν μικρότερη από την αύξηση που παρατηρήθηκε στις επεμβάσεις με χαμηλότερη συγκέντρωση IBA (120 ppm, 250 ppm, 500 ppm), όσον αφορά, κυρίως, στο υποκείμενο SO₄ και δευτερευόντως στο υποκείμενο Dog Ridge.

Τα παραπάνω αποτελέσματα συμφωνούν με πολλές ερευνητικές εργασίες που χρησιμοποίησαν χαμηλές συγκεντρώσεις IBA, της τάξεως 100 – 500 ppm αυξάνοντας

αποτελεσματικά τη ριζογένεση σε διάφορα φυτά και στην άμπελο (Faroogi κ.ά., 1994, Chalaphathi κ.ά., 2001, Alley, 1979, Sabir κ.ά., 2004). Στα μοσχεύματα βάσης των υπό διερεύνηση υποκειμένων και ποικιλιών, η συγκέντρωση 250 ppm έδωσε υψηλά αποτελέσματα ριζογένεσης. Η συγκέντρωση, όμως, των 500 ppm έδωσε παρόμοια ή και καλύτερα αποτελέσματα σε όλα τα τμήματα μοσχευμάτων και σε όλα τα υπό διερεύνηση μεγέθη, εκτός από το υποκείμενο SO₄, που τα υψηλότερα ποσοστά ριζογένεσης παρατηρήθηκαν στις επεμβάσεις 120 ppm και 250 ppm. Οι Alley (1979), Sabir (2004) και οι Varga και Varga (1988) προτείνουν τα 500 ppm, ως βέλτιστη συγκέντρωση IBA, για αύξηση του ποσοστού ριζοβολίας και του αριθμού ριζών σε διαφορετικά υποστρώματα και υποκείμενα τα οποία περιελάμβαναν ποικιλίες *Vinifera* και το δύσκολο προς ριζογένεση υποκείμενο Dog Ridge. Επιπρόσθετα από τη δραστηριότητα της συγκέντρωσης των 500 ppm, η επέμβαση αυτή παρουσιάζει και λειτουργικά πλεονεκτήματα, αφού η εφαρμογή χρειάζεται μικρό όγκο διαλύματος και μόλις ένα λεπτό εφαρμογής εν συγκρίσει με τα υδατικά διαλύματα, χαμηλότερης συγκέντρωσης που χρειάζονται 24 ώρες εφαρμογής. Τα παραπάνω πλεονεκτήματα αναφέρουν και οι Charman και Hussey (1980) στο υποκείμενο *Vitis champini*, επισημαίνοντας ότι δεν υπήρχε σημαντική διαφορά στα ποσοστά ριζογένεσης και στον αριθμό ριζών μεταξύ των επεμβάσεων IBA για 24 ώρες σε 200 ppm και της επέμβασης 2000 ppm για 5 δευτερόλεπτα.

Στα μοσχεύματα βάσης και μέσης ο μεγαλύτερος αριθμός ριζών σε σχέση με το μάρτυρα μείωσε ελαφρά τη μέση διάμετρο ριζών στις χαμηλές συγκεντρώσεις IBA (120 ppm, 250 ppm), όχι όμως στις επεμβάσεις με υψηλή συγκέντρωση IBA στα ευκόλως ριζοβολούντα μοσχεύματα (1103 P, Cabernet Franc), που λόγω του καλού αποθησαυρισμού και της ευκολίας ριζογένεσης, ο σχηματισμός μεγάλου αριθμού ριζών δεν οδήγησε στη μείωση της διαμέτρου τους. Στα μοσχεύματα κορυφής και σε όλα τα υπόλοιπα τμήματα μοσχευμάτων των υποκειμένων (SO₄, Dog Ridge) αυξανόμενης της συγκέντρωσης IBA, δημιουργήθηκε μεγαλύτερος αριθμός ριζών μικρότερης διαμέτρου. Τα παραπάνω συμφωνούν με έρευνα του Alley (1979) που στα δύσκολως ριζοβολούντα υποκείμενα Salt Creek και Dog Ridge αυξανόμενης της συγκέντρωσης IBA σχηματίστηκε μεγαλύτερος αριθμός ριζών, μικρότερης διαμέτρου.

Το υδροπονικό σύστημα παρουσίασε πολύ καλά ποσοστά ριζογένεσης, τόσο στα ευκόλως ριζοβολούντα υποκείμενα (SO₄, 1103 P) και την ποικιλία Cabernet Franc, όσο και στο δύσκολως ριζοβολούν υποκείμενο Dog Ridge. Η δυσκολία πολλαπλασιασμού των

αμερικάνικων υποκειμένων αμπέλου και ειδικότερα του υποκειμένου Dog Ridge, ενδεχομένως να οφείλεται στην αυξημένη συγκέντρωση παρεμποδιστικών ουσιών που υπάρχουν στα ξυλοποιημένα μοσχεύματα που συσσωρεύονται κατά τη διάρκεια του λήθαργου και της χειμérias ανάπαυσης των πρέμνων. Αν και οι παρεμποδιστές αυτοί δεν έχουν ταυτοποιηθεί, φαίνεται ότι η ενυδάτωση των μοσχευμάτων συμβάλλει, είτε στην απομάκρυνση είτε στην αδρανοποίησή τους, με αποτέλεσμα το σχηματισμό ριζών.

Τα προαναφερθέντα συμφωνούν με πολλές ερευνητικές εργασίες, ενισχύοντας την άποψη ότι το υδροπονικό σύστημα, εφόσον εξασφαλίζει επαρκή αερισμό μπορεί να προάγει τη ριζογένεση, απομακρύνοντας, πιθανώς, τις παρεμποδιστικές ουσίες. Όπως προαναφέρθηκε η εμβάπτιση σε νερό αυξάνει τα ποσοστά καλογένεσης και ριζογένεσης στα μοσχεύματα. Οι Waite και May (2005) προτείνουν την εμβάπτιση μοσχευμάτων της ποικιλίας Chardonnay για 15 ώρες σε νερό ώστε να αυξηθούν τα ποσοστά ριζογένεσης. Στην ποικιλία Cabernet Sauvignon η εμβάπτιση μοσχευμάτων σε θερμό νερό επί 10 λεπτά σε θερμοκρασία μέχρι 56 °C, βελτίωσε τα ποσοστά ριζογένεσης και ανάπτυξης των ριζών, ιδιαίτερα στις περιπτώσεις που τα μοσχεύματα ελήφθησαν από τα μητρικά φυτά νωρίς το χειμώνα κατά το τέλος Νοεμβρίου αρχές Δεκεμβρίου (Wample, 1997). Ο Alley (1961), ανέφερε αυξημένα ποσοστά ριζογένεσης στα υποκείμενα Salt Creek και St. George εμβαπτίζοντας τα για 24 ώρες σε νερό. Στο υποκείμενο 41 B βρέθηκε ότι εμβάπτιση των μοσχευμάτων για 24 ώρες σε νερό και εφαρμογή IBA αύξησαν τα ποσοστά ριζογένεσης και αριθμό ριζών (12,75) σε σχέση με το μάρτυρα (5,60). Το βάρος των ριζών ήταν μεγαλύτερο στις εφαρμογές εμβάπτισης σε νερό για 24 ώρες και εφαρμογή IBA. Το δύσκολο προς ριζογένεση υποκείμενο 140 R περιέχει χαμηλή συγκέντρωση ενδογενών αυξινών και υψηλή συγκέντρωση γιββερελινών και αμπισσικού οξέος (ABA), ουσίες που παρεμποδίζουν την ριζογένεση. Ο Kracke (1981) έδειξε ότι η εμβάπτιση των μοσχευμάτων σε νερό απομακρύνει τους παρεμποδιστές και αυξάνει την συγκέντρωση των ενδογενών αυξινών (IAA). Ο Bartolini (1986) επαληθεύει ότι η εμβάπτιση μοσχευμάτων των υποκειμένων 140 Ru και 5 BB σε νερό για 12 ώρες μειώνει την ποσότητα των γιββερελινών και οδηγεί σε αύξηση του IAA και συνακόλουθα σε αυξημένη ριζογένεση. Έρευνα του Roberto (2004) δείχνει ότι εμβάπτιση σε νερό για 48 ώρες των μοσχευμάτων του υποκειμένου 5 BB, οδήγησε σε υψηλότερο ποσοστό ριζογένεσης και μεγαλύτερο αριθμό ριζών. Τέλος το νωπό και ξηρό βάρος των ριζών, καθώς και το ποσοστό των μοσχευμάτων όπου εκπύχθηκαν οι λανθάνοντες οφθαλμοί ήταν υψηλότερο όταν τα μοσχεύματα ενυδατώθηκαν.

5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η καλλιέργεια της αμπέλου είναι ευρέως διαδεδομένη και έχει ως κύρια μέθοδο πολλαπλασιασμού τα ξυλοποιημένα μοσχεύματα. Η μέθοδος είναι χρονοβόρα και έχει μεγάλο κόστος καθώς χρειάζεται τουλάχιστον ένα χρόνο για την παραγωγή του πολλαπλασιαστικού υλικού, μεγάλη έκταση γης και πολλές καλλιεργητικές φροντίδες και δαπάνες. Σε πολλές περιπτώσεις η μέθοδος αυτή δεν μπορεί να καλύψει τις ειδικές απαιτήσεις παραγωγής πολλαπλασιαστικού υλικού της αμπέλου.

Ο σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η διερεύνηση της επίδρασης, επεμβάσεων IBA και του τμήματος μοσχευμάτων κληματίδας (βάση, μέση, κορυφή), στην καλογένεση, ριζογένεση, στον μέσο όρο αριθμού ριζών, μέση διάμετρο, ολική επιφάνεια και μήκος ριζών σε δύσκολα και εύκολα προς ριζογένεση υποκείμενα και ποικιλίες (SO₄, 1103 Paulsen, Dog Ridge, Cabernet Franc) χρησιμοποιώντας ως υπόστρωμα νερό. Η όλη διαδικασία έλαβε χώρα πρωτοτύπως σε υδροπονικό σύστημα.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα μοσχεύματα βάσης και μέσης της κληματίδας παρουσιάζουν υψηλότερα ποσοστά καλογένεσης και ριζογένεσης. Στα μοσχεύματα κορυφής παρουσιάστηκαν πολύ χαμηλά ποσοστά ριζογένεσης και το IBA δεν επέδρασε θετικά πέραν των περιπτώσεων (Cabernet Franc, 1103 P) που υψηλότερες δόσεις (700 ppm, 1000 ppm) αύξησαν ελαφρά τα ποσοστά ριζογένεσης στα μοσχεύματα κορυφής. Οι επεμβάσεις 250 ppm και 500 ppm παρουσίασαν τα καλύτερα αποτελέσματα στα υπό διερεύνηση μεγέθη. Παρατηρήθηκε ότι ο σχηματισμός μεγάλου αριθμού ριζών έχει ως αποτέλεσμα μικρότερης διαμέτρου ρίζες, ιδιαίτερα στα μοσχεύματα κορυφής, στο υποκείμενο SO₄ και κυρίως στο δύσκολο προς ριζογένεση υποκείμενο Dog Ridge. Στα μοσχεύματα βάσης και μέσης, ιδιαίτερα του υποκεμένου 1103 P και της ποικιλίας Cabernet Franc που ριζοβολούν ευχερέστερα και πιθανώς τα επίπεδα αποθησαυρισμού ήταν μεγαλύτερα, δεν φάνηκε να δημιουργείται ανταγωνισμός μεταξύ του μεγάλου αριθμού ριζών και της μέσης διαμέτρου τους, κυρίως στις υψηλότερες συγκεντρώσεις IBA. Ο σχηματισμός κάλου δεν είναι απαραίτητος για τον σχηματισμό ριζών κάτι που παρουσιάστηκε στο υποκείμενο SO₄ και ποικιλία Cabernet Franc. Οι επεμβάσεις IBA με συγκέντρωση πάνω από 700 ppm παρουσίασαν τοξική δράση στο υποκείμενο SO₄. Στα υποκείμενα (1103 P, Dog Ridge) και την ποικιλία Cabernet Franc τα ποσοστά ριζογένεσης, καλογένεσης και τα υπόλοιπα μεγέθη που διερευνήθηκαν παρουσίασαν μικρότερες τιμές, από τις τιμές τους στις επεμβάσεις με

μικρότερη συγκέντρωση IBA (120 ppm, 250 ppm, 500 ppm), ιδιαίτερα των υποκειμένων SO₄ και Dog Ridge.

Τα αποτελέσματα κατέδειξαν τη σημασία του γενοτύπου στα ποσοστά ριζογένεσης, καλογένεσης και στα επί μέρους χαρακτηριστικά του ριζικού συστήματος, των υπό εξέταση ποικιλιών και υποκειμένων. Μεγαλύτερα ποσοστά και τιμές παρουσιάστηκαν στην ποικιλία *Vinifera* και το υποκείμενο 1103 P ακολουθούμενο από το υποκείμενο Dog Ridge και τελευταίο το υποκείμενο SO₄. Αξιοσημείωτο επίσης γεγονός αποτελούν τα υψηλά ποσοστά ριζογένεσης του δύσκολου προς πολλαπλασιασμό υποκειμένου Dog Ridge. Παρατηρήθηκε, δε, ότι πιθανώς να μπορούν να εφαρμοστούν χαμηλότερες συγκεντρώσεις IBA, αφού η χρησιμοποίηση νερού ως υπόστρωμα, φαίνεται να απομακρύνει τις ουσίες που παρεμποδίζουν τη ριζογένεση.

Το υδροπονικό σύστημα φαίνεται να δίνει άριστα αποτελέσματα ριζογένεσης, με απαραίτητη προϋπόθεση την επαρκή οξυγόνωση του νερού. Το σύστημα αυτό έδειξε καλά αποτελέσματα σε εύκολα και δύσκολα προς ριζογένεση υποκείμενα και ποικιλίες αμπέλου, με τη χρήση χαμηλών συγκεντρώσεων IBA.

Επομένως μπορεί να προταθεί στο μέλλον ως μέθοδος ταχείας αναπαραγωγής ξυλοποιημένων μοσχευμάτων της αμπέλου, για ερευνητικούς σκοπούς, κλωνική επιλογή, πολλαπλασιασμό σε δοχεία, με προοπτικές μελέτης και εξέλιξης για τη χρήση του σε μεγαλύτερη κλίμακα.

Τέλος το σύστημα αυτό θα μπορούσε να είναι μια εναλλακτική λύση με όλα τα οικονομικά και περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα που προσδίδει η μέθοδος της υδροπονίας (αποφυγή: ασθενειών εδάφους, λιπάνσεων, ζιζανιοκτόνων, μεγάλων εκτάσεων γης, νερού, μηχανημάτων κ.ά.). Για το λόγο αυτό θα ήταν σκόπιμη η συνέχιση του πειραματισμού σε διαφορετικά υποκείμενα, επίπεδα οξυγόνου στο νερό, θρεπτικά διαλύματα, θερμοκρασίες, χρόνους συλλογής των κληματίδων, μεθόδους σκληραγώγησης των ριζών, καθώς και μελέτη του συστήματος σε εμβολιασμένα μοσχεύματα.

6 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ξενόγλωσση βιβλιογραφία

Abu-Qaoud, H. (1999). Performance of Different Grape Cultivars for Rooting and Grafting. An-Najah University Journal for Research, 13, 1-8.

Alley, C. J. (1961). Factors affecting the rooting of grape cuttings. II. Growth regulators. American Journal of Enology and Viticulture, 12(4), 185-190.

Alley, C. J. (1979). Grapevine propagation. XI. Rooting of cuttings: Effects of indolobutyric acid (IBA) and refrigeration on rooting. American Journal of Enology and Viticulture, 30, 28-32.

Alley, C. J. and Christensen, L. P. (1974). Rooting of "Thompson Seedless" cuttings. V. Rooting of fresh and stored cuttings when cut November to April. American Journal of Enology and Viticulture, 25(1), 68-73.

Alley, C. J. and Ferrari, N. L. (1980). Grapevine propagation. XVII. Chemical disbudding of cuttings. American Journal of Enology and Viticulture, 31(1), 65-68.

Alley, C. J. and Peterson, J. E. (1977). Grapevine propagation. IX. Effects of temperature, refrigeration, and indolebutyric acid on callusing, bud push, and rooting of dormant cuttings. American Journal of Enology and Viticulture, 28, 1-7.

Bartolini, G., Toponi, M. A. and Santini, L. (1986). Endogenous GA-like substances in dipping waters of cuttings of two Vitis rootstocks. Advances in Horticultural Science, 37(1), 1-6.

Bartolini, G., Toponi, M. A. and Pestelli, P. (2009). Free polyamine variations in rooting of Vitis rootstock 140 Ruggeri. Advances in Horticultural Science, 23(2), 113-117.

Bilalis, D. J., Katsenios, N., Efthimiadou, A., Karkanis, A., Khah, E. M. and Mitsis, T. (2013). Magnetic field pre-sowing treatment as an organic friendly technique to promote plant growth and chemical elements accumulation in early stages of cotton. Australian journal of crop science, 7(1), 46-50.

- Blennerhassett, R. M. and Considine, J. A. (1979). Propagation of *Vitis champini Planchon* cv. Ramsey, storage and field practices. *American Journal of Enology and Viticulture*, 29, 199-206.
- Borba, C.S. and Kuhn, G.B. (1988). Rooting of vine rootstock cuttings using IBA. *Horticultural Abstracts*, 60, 5.
- Buttrose, M. S. (1966). Use of carbohydrate reserves during growth from cuttings of grape vine. *Australian Journal of Biological Sciences*, 19, 247-256.
- Carvalho, M. D. and Zaidan, L. De C. M. (1995). Propagation of *Stevia rebaudiana* from stem cuttings. *Persquisa-agropecuaria-brasileira*, 30, 201-206.
- Chalapathi, M. V., Thimmegowda, N. D., Kumar, S., Gangadhar, G., Rao, E. and Mallikarjun, K. (2001). Influence of length of cutting and growth regulators on vegetative propagation of *Stevia (Stevia rebaudiana)*. *Crop Research*, 21, 53-56.
- Chapman, A. P. and Hussey, E. E. (1980). The value of plant growth regulators in the propagation of *Vitis champini* rootstocks. *American Journal of Enology and Viticulture* 31(3), 250-253.
- Christensen, L.P. (2003). *Rootstock Selection: Wine Grape Varieties in California*. Oakland, CA: University of California Agricultural and Natural Resources Publication.
- Coombe, B.G. and Dry, P.R. (1992). *Viticulture 2-Practises*. Adelaide: Winetitles.
- Davtyan, G. S. and Bznuni, A. B. (1974). Production of grapevine transplants in open air hydroponic culture. *Horticultural Abstracts*, 45(12), 9400.
- Delrot, S., Medrano, H., Or, E., Bavaresco, L. and Grando, S. (2010). *Methodologies and Results in Grapevine Research*. New York: Springer.
- Fabbri, A., Lambardi, M. and Sani, P. (1986). Treatments with CCC and GA3 on stock plants and rooting of cuttings of the grape rootstocks 140 Ruggeri, *American Journal of Enology and Viticulture*, 37, 220-223.
- Farooqi, A. A., Shenoy, R. and Ramu, B. S. (1994). Influence of planting material and growth regulators on the rooting of cutting of *Rosa damascena Mill.* *Indian Perfumer*, 38, 133-143.

- Favre, J. M. (1973). Effects correlatifs de facteurs internes et externes sur la rhizogenese. *Revue Generale de Botanique*, 80, 279-361 στο Σταυρακάκης, Μ.Ν. (2013). Αμπελουργία, Αθήνα.
- Freeman, B.M. and Smart, R.E. (1976). A root observation laboratory for studies with grapevines, *American Journal of Enology and Viticulture*, 27, 36-39.
- Galavi, M., Karimian, M. A. and Mousavi, S. R. (2013). Effects of Different Auxin (IBA) Concentrations and Planting-Beds on Rooting Grape Cuttings (*Vitis vinifera*). *Annual Review and Research in Biology*, 3(4), 517-523.
- Galet, P. (2000). *General Viticulture*. France: Oenoplurimedia.
- Gökbayrak, Z., Dardeniz, A., Abdurrahma, A. and Ulaş, K. (2010). Best duration for submersion of grapevine cuttings of rootstock 41B in water to increase root formation. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 8(3-4), 607 - 609.
- Gornik, K., Grzesik, M. and Romanowska-Duda, B.(2008). The effect of chitosan on rooting of grapevine cuttings and on subsequent plant growth under drought and temperature stress. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, 16, 333-343.
- Harmail, S., Kumar, H. and Monga, P. K. (1986). Effect of cane types and IBA treatments on the rooting of grape cuttings. *Horticultural Abstracts*, 59, 9.
- Hartmann, H. T., Kester, D. E., Davie, F. T. and Geneve, R. L. (1997). *Plant Propagation, Principles and Practices*. Sixth edition. New Jersey, U.S.A: Prentice-Hall, Englewood Cliffs.
- Hartmann, H.T. and Kester, D. E. (1975). *Plant Propagation: Principles and Practices*. Third edition. New Jersey, USA: Prentice-Hall, Englewood Cliffs.
- Keeley, K., Preece J. E., Taylor, B. H. and Dami, I. E. (2004). Effects of high auxin concentrations, cold storage, and cane position on improved rooting of *Vitis aestivalis* Michx. Norton cuttings. *American Journal of Enology and Viticulture*, 55, 265-268.
- Keeley, K., Preece, J.E. and Taylor, B.H. (2003). Increased rooting of ‘Norton’ grape cuttings using auxins and gibberellin biosynthesis inhibitors. *HortScience*, 38, 281–283.
- Kokko, E. G., Volkmar, K. M., Gowen, B. E. and Entz, T. (1993). Determination of total root surface area in soil core samples by image analysis. *Soil and Tillage Research*, 26, 33-43.

- Komissarov, D.A. (1968). Biological basis for the propagation of woody plants by cutting. Jerusalem: Israel Program for Scientific Translations.
- Kose, C. and Güleriyüz, M. (2006). Effects of auxins and cytokinins on graft union of grapevine (*Vitis vinifera*). New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 34, 145-150.
- Kowalczyk, M. (2002). Metabolism and homeostasis of indole-3-acetic acid in *Arabidopsis thaliana*. Doctoral thesis. Department of forest genetics and plant physiology. Swedish University of Agricultural science. ISBN 91-576-6340-8.
- Kracke, H., Cristoferi, G. and Marangoni, B. (1981). Hormonal changes during the rooting of hardwood cuttings of grapevine rootstocks. American Journal of Enology and Viticulture, 32(2), 135-137.
- LaRue, J. H., Sibbett, G. S., Bailey, M. S., Fitch, L. B., Yeager, J. T. and Gerdtts, M. (1974). NAA sprout inhibition shown in olives, pomegranates, prunes and walnuts. California Agriculture, 28(9), 18-19.
- Lee., S and Lee., L. (2015). Beneficial bacteria and fungi in hydroponic systems: Types and characteristics of hydroponic food production methods. Scientia Horticulturae, 195, 206–215.
- Lu, M.C. (2005). Micropropagation of *Vitis thunbergii* Sieb. Et Zucc., a medicinal herb, through high-frequency shoot tip culture. Scientia Horticulturae, 107(1), 64–69.
- McKenry, M.V. (1984). Grape Root Phenology Relative to Control of Parasitic Nematodes. American Journal of Enology and Viticulture, 35(4), 201-211.
- Moretti, G. and Ridomi, A. (1984). The effects of growth regulators on the propagation of grapevines from grafted vines. Horticultural Abstracts, 50, 5.
- Peng, S. C., Chen, I. Z. and Cheng, C. Y. (2008). Application of Floating Culture System on Clonal Propagation of Taiwanese Wild Grape. HortTechnology, 18(3), 389-392.
- Pongracz, D. P. and Beukman, E. F. (1970). Comparative root anatomy of *Vitis* rootstocks. Agroplantae, 2, 83-89.
- Pongracz, D.P. (1969). Vergelykende anatomiese studies van een-en driejarige wingerdwortels (*Vitis* spp.). Doctoral thesis. University of Stellenbosch, Rep. of South Africa
- στο Σταυρακάκης, M.N. (2013). Αμπελουργία, Αθήνα.

- Richards, D. (1983). The grape root system. *Horticultural Reviews*, 5, 127-168.
- Roberto, S. R., Kanai, H. T. and Yano, M. Y. (2004). Rooting and shoot growth of six grapevine rootstocks submitted to the stratification of hardwood cuttings. *Acta Scientiarum – Agronomy*, 26(1), 79-84.
- Rugini, E., Jacoboni, A. and Luppino, M. (1993). Role of basal shoot darkening and exogenous putrescine treatments on *in vitro* rooting and on endogenous polyamine changes in difficult- to-root woody species. *Scientia Horticulturae*, 53, 63-72.
- Sabir, A. (2013). Improvement of grafting efficiency in hard grafting grape Berlandieri hybrid rootstocks by plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR). *Scientia Horticulturae*, 164, 24–29.
- Sabir, A., Kara, Z., Küçükbasmaç, F. and Yücel, N. K. (2004). Effects of different rooting media and auxin treatments on the rooting ability of Rupestris du Lot (*Vitis rupestris*) rootstock cuttings. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 2(2), 307-309.
- Satisha, J., Raveendran, P. and Rokade, N.D. (2008). Changes in Polyphenol Oxidase Activity During Rooting of Hardwood Cuttings in Three Grape Rootstocks Under Indian Conditions. *South African Journal of Enology and Viticulture*, 29(2), 94-97.
- Schumann, F. and Uhl, F. (1975). The use of auxins to increase root formation in vine propagation. *Mitteilungen Rebe und Wein, Obstbau und Früchteverwertung*, 25(5-6), 339-46.
- Shuji, S., Masahiro, M. and Tsuneo, O. (2013). Indole-3-Acetic Acid, Polyamines, and Phenols in Hardwood Cuttings of Recalcitrant-to-Root Wild Grapes Native to East Asia: *Vitis davidii* and *Vitis kiusiana*. *Journal of Botany*, 2013, 1-9.
- Singh, R., and Singh, P. (1973). Effect of callusing and IBA treatments on the performance of hardwood cuttings of Thompson Seedless and Himrod grapes. *The Punjab horticultural journal*, 13, 166-70.
- Singh, S.K., Khawale, R.N. and Singh, S.P. (2004). Technique for rapid *in vitro* multiplication of *Vitis vinifera L.* cultivars. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 79, 267–272.
- Smart, D. R., Kocsis, L., Walker, M. A. and Stockert, C. (2003). Dormant buds and adventitious root formation by *Vitis* and other woody plants. *Journal of Plant Growth Regulation*, 21, 296-314.

Soffer, H. and Burger, D.W. (1988). Effects of dissolved oxygen concentrations in aerohydroponics on the formation and growth of adventitious roots. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 113, 218–221.

Spiegel, P. (1955). Some internal factors affecting rooting of cuttings. 14th International Horticultural Congress, 1, 239-248.

Stojkowska, A., Trpevski, V. and Vojnovski, B. (1976). Application of Fe, Zn, and Cu chelates for rooting cuttings. *Horticultural Abstracts*, 46(5), 3103.

Taiz, L. and Zeiger, E. (2010). *Plant physiology fifth edition*. Sunderland, Massachusetts, U.S.A.: Sinauer Associates inc., publishers.

Thimann, K. V., Koepfli, J. B. (1935). Identity of the growth-promoting and root-forming substances of plants. *Nature*, 135, 101-102.

Tizio, R. (1962). Effect of indolebutyric acid and biotin on the rooting of vine cuttings. *Phyton International Journal of Experimental Botany*, 19(2), 155-6.

Treeby, M. T. and Considine, J. A. (1982). Propagation of *Vitis champini* planchon cv. Ramsey: Relationship between carbohydrate metabolism during storage and cutting performance. *American Journal of Enology and Viticulture*, 33(1), 53-56.

Varga, N. and Varga, M. (1988). A contribution of the knowledge of some physiological and biochemical processes in grapevine grafting. *Horticultural Abstracts*, 58, 5.

Waite, H. and May, P. (2005). The effects of hot water treatment, hydration and order of nursery operations on cuttings of *Vitis vinifera* cultivars. *Phytopathologia Mediterranea*, 44(2), 144-152.

Waite, H., Whitelaw-Weckert, M. and Torley, P. (2015). Grapevine propagation: principles and methods for the production of high-quality grapevine planting material. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 43(2), 144–161.

Wample, R.L. (1997). Influence of pre- and post-treatment storage on rooting of hot - water – treated cuttings of Cabernet Sauvignon. *American Journal of Enology and Viticulture*, 48, 131-136.

Weaver, R. J., Lavee, S. and Johnson, J. (1975). Rooting and end of rest in "Carignan" cuttings as affected by collection time and cane segment used. *American Journal of Enology and Viticulture*, 26, 164-167.

Winkler, A. J., Cook, J. A., Kliewer, W. M. and Lider, L.A. (1974). General Viticulture. USA: University of California Press.

Zavaglia, C.G., Pecile, M., Gardiman, M. and Bavaresco, L. (2014). The production of propagating material of grapevine rootstock varieties in the E.U. and Italy. 1st International Symposium on grapevine roots, Italy.

Zilkah, S., Zamiri, N. and Ziv, M. (2006). Putrescine and hydrogen peroxide improve the rooting of 'GF-677' rootstock woody cuttings and tissue culture shoots. Acta Horticulturae, 713, 331-337.

Zimmerman, P.W. (1930). Oxygen requirements for root growth of cuttings in water. American Journal of Botany, 17, 842-861.

International Organisation of Vine and Wine (OIV). (2012). Ανάκτηση από: <http://www.oiv.int/en/databases-and-statistics/statistics>

Ελληνόγλωσση Βιβλιογραφία

Αϊβαλάκης, Γ., Καραμπουρνιώτης, Γ. και Φασσέας Κ. (2005). Βοτανική, Αθήνα: Έμβρυο.

Δημήτριος, Σ. (2011). Καλλιέργειες εκτός εδάφους: Υδροπονία, υποστρώματα. Αθήνα: Εκδόσεις Αγρότυπος,

Μαυρογιαννόπουλος, Γ. Ν. (2006). Υδροπονικές Εγκαταστάσεις, 'Β εκδοση. Αθήνα: Εκδόσεις Σταμούλη Α.Ε.

Νικολάου, Ν. (2011). Αμπελουργία. Θεσσαλονίκη, Ελλάς: Εκδόσεις Σύγχρονη Παιδεία.

Νταβίδης, Ο. Ξ. (1977). Ελληνική Αμπελολογία. Τόμος Α, Στοιχεία Γενικής Αμπελουργίας, Αθήνα.

Ρουμπελάκη-Αγγελάκη, Κ. (2003). Φυσιολογία φυτών. Ελλάς: Πανεπιστημιακές εκδόσεις Κρήτης.

Σταυρακάκης, Μ. (2010). Αμπελογραφία. Αθήνα, Ελλάς: Εκδόσεις Τροπή.

Σταυρακάκης, Μ. (2013). Αμπελουργία. Αθήνα, Ελλάς: Εκδόσεις Τροπή.

Σταυρακάκης, Μ., Συμίνης, Χ., Μπινιάρη, Κ. και Σωτηρόπουλος, Γ. (2000). Αμπελουργία. Αθήνα, Ελλάς: Οργανισμός Εκδόσεως Διδακτικών βιβλίων.

Στάυρακας, Ε. (2010). Αμπελογραφία. Θεσσαλονίκη, Ελλάς: Εκδόσεις Ζητη.

Υπουργείο Γεωργίας Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος (2013). Ανάκτηση από:
http://www.moa.gov.cy/moa/da/da.nsf/index_gr/index_gr?opendocument

Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων. (2013). Ανάκτηση από:
<http://www.minagric.gr/index.php/el/>

Ψαράς, Γ., Τηνιάκου, Α. και Καμάρη, Α. (2009). Μορφολογία φυτών, Μέρος Ι, 1^η Έκδοση.
Ελλάς: Εκδόσεις Πανεπιστημίου Πατρών.

Ψαράς, Γ., Τηνιάκου, Α. και Καμάρη, Α. (2006). Μορφολογία φυτών, Μέρος ΙΙ, 1^η Έκδοση.
Ελλάς: Εκδόσεις Πανεπιστημίου Πατρών.