

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



**«Συγκριτική Ανατομική και  
Μορφολογική Μελέτη των Οργάνων της  
Ρίζας και του Βλαστού Ποικιλιών και  
Υποκειμένων Αμπέλου»**

Μεταπτυχιακή μελέτη  
Αλεξάνδρας Ε. Παπαδάκη

Επιβλέπων καθηγητής: Σταυρακάκης Ν. Μανόλης

Αθήνα, 2010

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

**«Συγκριτική Ανατομική και  
Μορφολογική Μελέτη των Οργάνων της  
Ρίζας και του Βλαστού Ποικιλιών και  
Υποκειμένων Αμπέλου»**

**Μεταπτυχιακή μελέτη  
Αλεξάνδρας Ε. Παπαδάκη**

**Επιβλέπων καθηγητής: Σταυρακάκης Ν. Μανόλης**

**Αθήνα, 2010**

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

**«Συγκριτική Ανατομική και  
Μορφολογική Μελέτη των Οργάνων της  
Ρίζας και του Βλαστού Ποικιλιών και  
Υποκειμένων Αμπέλου»**

**Πενταμελής Εξεταστική Επιτροπή:**

Σταυρακάκης Μανόλης (Επιβλέπων Καθηγητής)

Συμινής Χαράλαμπος

Μπινιάρη Αικατερίνη

Κωμαΐτης Μιχαήλ

Ευαγγελίου Βασιλική

**Μεταπτυχιακή μελέτη  
Αλεξάνδρας Ε. Παπαδάκη**

# περίληψη

Εργαστήριο Αμπελολογίας, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα, Ελλάδα

Στην εργασία μελετήθηκε η ανατομία και η μορφολογία των οργάνων της ρίζας και του βλαστού στις ποικιλίες *vinifera* Σουλτανίνα, Chardonnay, Cabernet Sauvignon και Ροδίτη και τα υποκείμενα 110R και 1103P αμπέλου. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι ρίζες των υποκειμένων φαίνεται να έχουν μικρότερη εντεριώνη από αυτές των ποικιλιών στην πρωτογενή αλλά και τη δευτερογενή δομή. Επίσης, η εντεριώνη των ποικιλιών και υποκειμένων φαίνεται να καλύπτει σημαντικά μικρότερο μέρος του κεντρικού κυλίνδρου στη δευτερογενή δομή απ' ότι στην πρωτογενή. Τέλος, μικρές διαφοροποιήσεις παρατηρούνται στη διαμόρφωση του σχήματος και της μορφής των ηθμαγγειωδών δεσμίδων αλλά και των εντεριώνων ακτίνων ανάμεσα στις ποικιλίες και τα υποκείμενα που μελετήθηκαν.

Η συγκριτική ανατομική και μορφολογική μελέτη του βλαστού δεν παρουσιάζει διαφορές ως προς την πρωτογενή και δευτερογενή δομή στις ποικιλίες *vinifera* Σαββατιανό, Ροδίτη και Cabernet Sauvignon και τα υποκείμενα 110R και 1103P.

Ο προσδιορισμός της πυκνότητας των στομάτων στη διάρκεια της ανάπτυξης των φύλλων έγινε στις ποικιλίες *vinifera* Σουλτανίνα, Chardonnay, Cabernet Sauvignon, Αγιωργίτικο, Ραζακί, Ροδίτη και Σαββατιανό και τα υποκείμενα 1103P και 41B. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα στόματα δημιουργούνται στα νεαρά φύλλα (ανώριμα στόματα) και επηρεάζεται από την παρουσία χνοασμού. Κατά την ανάπτυξη των φύλλων αναπτύσσονται τα στόματα, με αποτέλεσμα τα ανώριμα στόματα σταδιακά να εξελίσσονται σε ώριμα. Έτσι, στα ενήλικα φύλλα απαντώνται κυρίως ώριμα στόματα. Παράλληλα, μελετήθηκε η επίδραση της υδατικής καταπόνησης στην πυκνότητα των στομάτων στην ποικιλία *vinifera* Σουλτανίνα. Η υδατική καταπόνηση επηρεάζει αρχικά την ανάπτυξη των φυτών και περιορίζεται σημαντικά η βλάστηση. Η πυκνότητα και το μέγεθος όμως των στομάτων όπως και το μέγεθος του φύλλου δεν επηρεάζεται.

Λέξεις κλειδιά: ανατομία (βλαστού, ρίζας), μορφολογία (βλαστού, ρίζας), στόματα, υδατική καταπόνηση, άμπελος

# abstract

Viticulture Laboratory, Agriculture University of Athens, Athens, Greece

An anatomical and morphological comparison of the roots was carried out on the *V. vinifera* Soultanina, Chardonnay, Cabernet Sauvignon and Roditis varieties and on the 110R and 1103P rootstocks. The anatomy of the roots presented a few differences concerning the pith in the primary and secondary structure. The rootstocks showed smaller pith than the *V. vinifera* varieties both in the primary and secondary structures. Additionally, the pith of the secondary structure of both the rootstocks and the varieties was smaller than the pith of the primary structure respectively. Finally, small differences concerning the shape and the form of vascular tissues and the medullary rays of the varieties and the rootstocks were observed.

The same comparison was carried out on the stems of the *V. vinifera* Savvatiano, Roditis and Cabernet Sauvignon varieties and the 110R and 1103P rootstocks. No differences were observed on their primary and secondary structures.

The stomatal density was determined during the development of the leaves on the *V. vinifera* Soultanina, Chardonnay, Cabernet Sauvignon, Agiorgitiko, Razaki, Roditis and Savvatiano varieties and the 1103P and 41B rootstocks. During the development of the leaves the stomata develop as well. On the leaves of the stem apex we encounter mostly immature stomata and as we move to the base we observe the evolution of immature to mature stomata. The influence of the water deficit on the stomatal density of *V. vinifera* Soultanina variety was also studied. The water deficit seems to affect the development of the plants and restrict the vegetation, but the density and the size of the stomata as well as the size of the leaf was not influenced.

Key words: anatomy (stem, root), morphology (stem, root), stomata, water deficit, grapevine

# ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα Καθηγητή κ. Μ. Σταυρακάκη για την ανάθεση του συγκεκριμένου θέματος και την καθοδήγηση του κατά τη διάρκεια των πειραμάτων. Θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαιτέρως τον Επίκουρο Καθηγητή κ. Χ. Συμινή για την πολύτιμη βοήθεια, καθοδήγηση και στήριξη καθ' όλη τη πορεία του πειράματος. Επίσης, θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στη Λέκτορα κ. Αικ. Μπινιάρη για τη βοήθεια της, στον Καθηγητή κ. Κ. Φασσέα και το συνεργάτη του κ. Ι. Ψαροκωστόπουλο για τη φιλοξενία στο Εργαστήριο Μικροσκοπίας, την παραχώρηση του μικροσκοπίου φθορισμού καθώς και τη βοήθεια και καθοδήγηση τους κατά τη χρήση του, στον Επίκουρο Καθηγητή κ. Γ. Αϊβαλάκι για τις πολύτιμες συμβουλές του, στον Καθηγητή κ. Μ. Κωμαΐτη και τη Λέκτορα κ. Β. Ευαγγελίου για τη συμμετοχή τους στην πενταμελή επιτροπή αξιολόγησης της μεταπτυχιακής μου μελέτης και τέλος σε όλο το εργαστήριο Αμπελολογίας για την υπομονή τους.

Ακόμα, νιώθω την ανάγκη να ευχαριστήσω τις συμφοιτήτριες και συναδέλφους μου Μαρία, Μαριάνθη και Φρόσω που με στήριξαν και με ανέχτηκαν σε όλες τις δύσκολες στιγμές. Επίσης, τους συμφοιτητές του μεταπτυχιακού Κώστα, Σεραφείμ, Αγγελική και Μαριτίνα για την συμπαράσταση τους.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου, την αδερφή μου και τον Αλέξη για την αγάπη τους και στήριξη τους σε όλα μου τα βήματα.

# περιεχόμενα



<b>1.1 Ανατομία ρίζας αμπέλου</b>	<b>1</b>
1.1.1 Διαδικασία ριζοβόλησης σε μοσχεύματα αμπέλου	1
1.1.1.1 Γενικά	1
1.1.1.2 Ανατομική & κυτταρική βάση δημιουργίας τυχαίων ριζών	1
1.1.1.3 Παράγοντες που επιδρούν στη διαδικασία ριζοβόλησης	2
1.1.2 Μορφολογικά χαρακτηριστικά ρίζας αμπέλου	3
1.1.3 Ανατομικά χαρακτηριστικά ρίζας αμπέλου	5
1.1.3.1 Πρωτογενής δομή ρίζας	5
1.1.3.2 Δευτερογενής δομή ρίζας	9
<b>1.2 Ανατομία βλαστού αμπέλου</b>	<b>12</b>
1.2.1 Μορφολογικά χαρακτηριστικά βλαστού αμπέλου	12
1.2.2 Ανατομικά χαρακτηριστικά βλαστού αμπέλου	12
1.2.2.1 Πρωτογενής δομή βλαστού	12
1.2.2.2 Δευτερογενής δομή βλαστού	13
<b>1.3 Πυκνότητα στομάτων στα φύλλα αμπέλου</b>	<b>16</b>
1.3.1 Μορφολογικά χαρακτηριστικά των φύλλων της αμπέλου	16
1.3.2 Ανατομικά χαρακτηριστικά των φύλλα της αμπέλου	16
1.3.3 Στόματα στα φύλλα αμπέλου και επίδραση περιβαλλοντικών παραγόντων	18
<b>1.4 Στόχος της μεταπτυχιακής μελέτης</b>	<b>21</b>



<b>2. 1 Συγκριτική ανατομική &amp; μορφολογική μελέτη ρίζας αμπέλου</b>	<b>22</b>
<b>2.2 Συγκριτική ανατομική &amp; μορφολογική μελέτη βλαστού αμπέλου</b>	<b>22</b>
<b>2.3 Πυκνότητα στομάτων στα φύλλα αμπέλου</b>	<b>22</b>
2.3.1 Πυκνότητα στομάτων στη διάρκεια ανάπτυξης των φύλλων	22

2.3.2 Επίδραση της υδατικής καταπόνησης στην πυκνότητα των στομάτων _____	24
---	----



### 3. αποτελέσματα & συζήτηση

3.1 Ανατομικά χαρακτηριστικά της ρίζας ποικιλιών ( <i>V. vinifera</i> ) και υποκειμένων ( <i>V. berlandieri</i> x <i>V. rupestris</i> ) αμπέλου _____	25
3.1.1 Πρωτογενής δομή ρίζας _____	25
3.1.2 Δευτερογενής δομή ρίζας _____	27
3.1.3 Ξυλοποιημένες ρίζες _____	31
3.2 Ανατομικά χαρακτηριστικά του βλαστού ποικιλιών ( <i>V. vinifera</i> ) και υποκειμένων ( <i>V. berlandieri</i> x <i>V. rupestris</i> ) αμπέλου _____	33
3.2.1 Πρωτογενής δομή βλαστού _____	33
3.2.2 Δευτερογενής δομή βλαστού _____	34
3.3 Πυκνότητα στομάτων στα φύλλα αμπέλου _____	37
3.3.1 Πυκνότητα στομάτων στη διάρκεια ανάπτυξης των φύλλων _____	37
3.3.2 Επίδραση της υδατικής καταπόνησης στην πυκνότητα των στομάτων _____	41

### 4. συμπεράσματα



4.1 Συγκριτική μελέτη ρίζας ποικιλιών και υποκειμένων αμπέλου _____	43
4.2 Συγκριτική μελέτη βλαστού ποικιλιών και υποκειμένων αμπέλου _____	43
4.3 Προσδιορισμός πυκνότητας στομάτων στα φύλλα αμπέλου _____	43
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b> _____	44



## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### 1.1 ΑΝΑΤΟΜΙΑ ΡΙΖΑΣ ΑΜΠΕΛΟΥ

#### 1.1.1 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΡΙΖΟΒΟΛΗΣΗΣ ΣΕ ΜΟΣΧΕΥΜΑΤΑ ΑΜΠΕΛΟΥ

##### 1.1.1.1 ΓΕΝΙΚΑ

Ο πολλαπλασιασμός της αμπέλου επιτυγχάνεται εγγενώς, με γίγαρτα και αγενώς, με μόσχευμα και εμβολιασμό. Για την εγκατάσταση ενός παραγωγικού αμπελώνα χρησιμοποιείται ο αγενής πολλαπλασιασμός διότι διατηρούνται οι γενετικοί χαρακτήρες των ποικιλιών και υποκειμένων αμπέλου.

Αναγκαία προϋπόθεση για τον επιτυχή πολλαπλασιασμό με μοσχεύματα είναι η ικανότητα τους να σχηματίζουν ρίζες (ριζογένεση), οι οποίες ονομάζονται τυχαίες. Τα μοσχεύματα των ποικιλιών *V. vinifera* σχηματίζουν και αναπτύσσουν (διαδικασία ριζοβόλησης) τυχαίες ρίζες ευχερώς (Smart et al., 2003). Αντίθετα, ορισμένα είδη *Vitis* και τα υβρίδια τους, τα οποία χρησιμοποιούνται ως υποκείμενα για την αντιμετώπιση της ριζόβιας μορφής φυλλοξήρας, παρουσιάζουν δυσχέρεια (Smart et al., 2003). Η διασταύρωση ειδών αμπέλου, τα οποία παρουσιάζουν εξαιρετική δυσκολία στη ριζοβόληση των μοσχευμάτων τους (π.χ. *V. berlandieri*), με είδη που παρουσιάζουν ευχέρεια (π.χ. *V. riparia*, *rupestris*, *vinifera*) έδωσε υβρίδια με καλή ικανότητα ριζοβόλησης (Smart et al., 2003).

##### 1.1.1.2 ΑΝΑΤΟΜΙΚΗ & ΚΥΤΤΑΡΙΚΗ ΒΑΣΗ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑΣ ΤΥΧΑΙΩΝ ΡΙΖΩΝ

Οι βλαστοί και οι κληματίδες της αμπέλου, απ' όπου λαμβάνονται τα μοσχεύματα, δεν έχουν ριζογόνα κύτταρα (Jackson, 2008). Η δημιουργία τυχαίων ριζών στα μοσχεύματα θεωρείται ότι επάγεται από τον τραυματισμό των ιστών που προκαλείται κατά τη διαδικασία της προετοιμασίας τους (Ρούσσο, 2008). Επιπλέον τομές στη βάση των μοσχευμάτων αυξάνουν σημαντικά τον αριθμό των ριζών που τελικά αναπτύσσονται.

Τα πρώτα στάδια σχηματισμού τυχαίων ριζών οφείλονται στην αποδιαφοροποίηση παρεγχυματικών κυττάρων του μοσχεύματος (Vatulescu et al., 2004; Ρούσσο, 2008). Κατά την αποδιαφοροποίηση, προϋπάρχοντα διαφοροποιημένα παρεγχυματικά κύτταρα μετατρέπονται σε μεριστωματικά κύτταρα. Τα τελευταία διαφοροποιούνται εκ νέου σε ριζογόνα κύτταρα, τα οποία διαιρούμενα δίνουν ριζικές καταβολές. Έρευνες έδειξαν ότι οι τυχαίες ρίζες προέρχονται από αποδιαφοροποίηση και διαίρεση παρεγχυματικών κυττάρων των εντερικών ακτίνων (Smart et al., 2003). Η ανάπτυξη των ριζικών καταβολών ολοκληρώνεται με



την αγγειακή σύνδεση τους με το μόσχευμα, την αύξηση τους σε μήκος και τελικά την εμφάνιση και ανάπτυξη των ριζών.

#### 1.1.1.3 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΙΔΡΟΥΝ ΣΤΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΤΗΣ ΡΙΖΟΒΟΛΗΣΗΣ

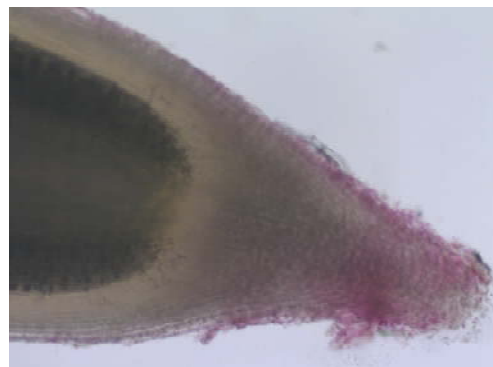
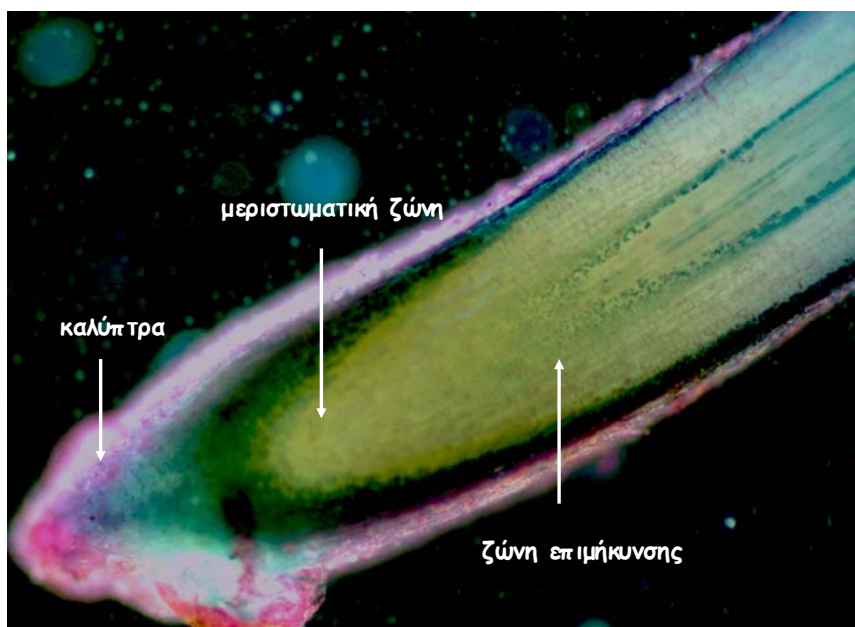
Οι ρίζες είναι εξειδικευμένα όργανα, με βασικές λειτουργίες την απορρόφηση νερού και ανόργανων θρεπτικών στοιχείων από το έδαφος, τη βιοσύνθεση ρυθμιστών ανάπτυξης (γιββερελλίνες, κυτοκινίνες), την αποθήκευση θρεπτικών ουσιών (άμυλο, σάκχαρα, ιόντα θρεπτικών στοιχείων) αλλά και τη στήριξη του ίδιου του φυτού στο έδαφος. Ο χρόνος σχηματισμού και ανάπτυξης των ριζών διαφέρει μεταξύ των ειδών αλλά και των ποικιλιών της αμπέλου. Η διαδικασία της ριζοβόλησης ελέγχεται κυρίως από τους ρυθμιστές αύξησης. Οι ποικιλίες που ριζοβολούν δύσκολα ή και καθόλου είτε δεν έχουν ενδογενείς ουσίες που προωθούν τη ριζοβόληση είτε έχουν υψηλά επίπεδα αυτών είτε έχουν υψηλά επίπεδα παρεμποδιστών ριζοβόλησης (Ρούσσο, 2008). Κατά τη δημιουργία τυχαίων ριζών, η υψηλή δραστηριότητα αυξινών στα μοσχεύματα ενισχύει τη ριζοβόληση, ενώ η χαμηλή την καθυστερεί (Kracke et al., 1981). Οι αυξίνες είναι ικανές να παρεμποδίσουν το σχηματισμό τυχαίων ριζών όταν οι ενδογενείς συγκεντρώσεις τους είναι πολύ υψηλές (Smart et al. 2003). Παρεμποδιστικά δρα και η παρουσία γιββερελλίνων και αμπισισικού οξέος (Kracke et al., 1981).

Ο σχηματισμός και η ανάπτυξη ριζών επηρεάζεται θετικά και από την υψηλή περιεκτικότητα των μοσχευμάτων σε υδατάνθρακες (πηγή ενέργειας για τη διαδικασία της ριζογένεσης), διότι αυξάνεται η ικανότητα δημιουργίας τυχαίων ριζών. Έτσι, βλαστοί ποικιλιών *vinifera*, οι οποίοι αποφυλλώθηκαν μερικώς δίνουν πολύ μικρότερο αριθμό τυχαίων ριζών από εκείνους που δε δέχθηκαν αποφύλλωση (Smart et al., 2003).

Τέλος, ο χρόνος ριζοβόλησης φαίνεται να επηρεάζεται και από την ηλικία του μοσχεύματος, το μήκος και την τοπόφυση (τμήμα κληματίδας από το οποίο λήφθηκε το μόσχευμα) (Σταυρακάκης, 1999). Μοσχεύματα ενός έτους, μεγαλύτερου μήκους (μεγαλύτερα ποσοστά αποθησαυριστικών ουσιών) προερχόμενα από το μέσον της κληματίδας (ορισμένοι κόμβοι παρουσιάζουν ευχέρεια στη δημιουργία ριζών) παρουσιάζουν υψηλότερο ποσοστό ριζοβόλησης.

## 1.1.2 ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΡΙΖΑΣ ΑΜΠΕΛΟΥ

Μορφολογικά και λειτουργικά η νεαρή ρίζα διαχωρίζεται σε ζώνες. Το ακραίο τμήμα της ρίζας, ή αλλιώς ακρορίζιο, αποτελείται από την καλύπτρα (Εικ.1) και τη μεριστωματική ζώνη (Εικ.2). Η καλύπτρα παράγεται από μία ζώνη κυττάρων εξωτερικά του κορυφαίου μεριστώματος και αποτελείται από παρεγχυματικά κύτταρα (Jackson, 2008). Περιβάλλει (καλύπτει) και προστατεύει το κορυφαίο μερίστωμα της ρίζας (Εικ.1&2), το οποίο βρίσκεται στη μεριστωματική ζώνη, με αποτέλεσμα η ρίζα να επιμηκύνεται και να διεισδύει στο έδαφος χωρίς να καταστρέφεται (Galet, 2000). Το μήκος της καλύπτρας παραμένει σχετικά σταθερό λόγω της δυναμικής ισορροπίας μεταξύ της δημιουργίας νέων κυττάρων και της αποβολής των γηρασμένων από την επιφάνεια της. Τα περιφερειακά κύτταρα της νεκρώνονται και αντικαθίστανται από νέα κύτταρα που παράγονται από το κορυφαίο μερίστωμα (Αϊβαλάκης κ.α., 2005).

Εικόνα 1. Καλύπτρα ποκλίας *vinifera*.

Εικόνα 2. Φωτογραφία αντιθέτου φάσεως των ζωνών νεακής ρίζας.

Η μεριστωματική ζώνη αποτελείται από μεριστωματικά κύτταρα αλλά και από κύτταρα με μερική διαφοροποίηση. Τα κύτταρα αυτά δίνουν τους πρωτογενείς

ιστούς της ρίζας, όπως ο πρωτογενής ηθμός (Jackson, 2008). Τα μεριστωματικά κύτταρα συγκεντρώνονται στο κέντρο της μεριστωματικής ζώνης και περιβάλλονται από κύτταρα στα πρώτα στάδια της διαφοροποίησης τους, τα οποία διαφοροποιούνται τελικά σε επιδερμικά και παρεγχυματικά κύτταρα του φλοιώδους παρεγχύματος (Jackson, 2008).

Μετά τη μεριστωματική ζώνη συναντάται η ζώνη επιμήκυνσης (Εικ.2). Τα κύτταρα εδώ επιμηκύνονται, με αποτέλεσμα να αυξάνεται η ρίζα κατά μήκος (Δεληβόπουλος, 1994). Παράλληλα, τα κύτταρα του αγγειακού συστήματος αρχίζουν να διαφοροποιούνται και να επιμηκύνονται (Jackson, 2008).

Η ζώνη απορρόφησης βρίσκεται μετά τη ζώνη επιμήκυνσης. Η ζώνη αυτή χαρακτηρίζεται από ανάπτυξη ριζικών τριχιδίων (Εικ.3), τα οποία προέρχονται από την επιμήκυνση επιδερμικών κυττάρων, τους τριχοβλάστες (Jackson, 2008; Αϊβαλάκις κ.α., 2005). Η ανάπτυξη τους φαίνεται να εξαρτάται από το είδος του φυτού αλλά και από τις εδαφικές συνθήκες ανάπτυξης του (Αϊβαλάκις κ.α., 2005). Τα ριζικά τριχίδια θεωρείται ότι συμβάλλουν στην αύξηση της απορρόφησης νερού και ανόργανων ιόντων από το έδαφος, έχουν μικρή διάρκεια ζωής και η αποδιοργάνωση τους εμπλουτίζει το έδαφος με οργανικά ιόντα (Jackson, 2008).



**Εικόνα 3.** Ζώνη απορρόφησης της ρίζας, με έντονη παρουσία ριζικών τριχιδίων.

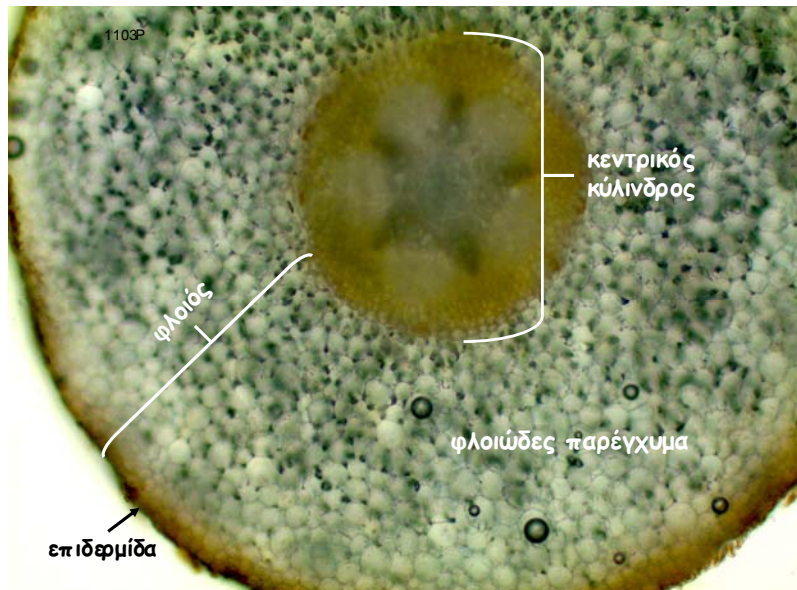
Γενικά, η ζώνη απορρόφησης αποτελεί κέντρο παραγωγής οργανικών ενώσεων που απελευθερώνονται στο περιβάλλον της ρίζας και ευνοούν τη δημιουργία ικανού μικροβιακού πληθυσμού στη ριζόσφαιρα, ανάγουν ή/και δεσμεύουν κατιόντα διευκολύνοντας τη διαθεσιμότητα τους για το φυτό (Jackson, 2008).

Η ζώνη διαφοροποίησης δεν είναι αυστηρά διαχωρισμένη από τη ζώνη απορρόφησης. Εδώ τα κύτταρα ολοκληρώνουν τη διαφοροποίησή τους και αποκτούν εξειδικευμένο ρόλο. Στη ζώνη αυτή αναπτύσσονται τα αγγεία του ξύλου, τα οποία είναι υπεύθυνα για τη μεταφορά νερού και ανόργανων θρεπτικών συστατικών.

## 1.1.3 ΑΝΑΤΟΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΡΙΖΑΣ ΑΜΠΕΛΟΥ

## 1.1.3.1 ΠΡΩΤΟΓΕΝΗΣ ΔΟΜΗ ΡΙΖΑΣ

Σε εγκάρσια τομή νεαρής ρίζας αμπέλου διακρίνονται ο φλοιός και ο κεντρικός κύλινδρος (Εικ.4). Ο φλοιός καταλαμβάνει το μεγαλύτερο μέρος της πρωτογενούς δομής της ρίζας και περιλαμβάνει την επιδερμίδα, το φλοιώδες παρέγχυμα και την ενδοδερμίδα.



**Εικόνα 4.** Εγκάρσια τομή πρωτογενούς δομής ρίζας υποκειμένου, όπου διακρίνονται ο φλοιός (επιδερμίδα & φλοιώδες παρέγχυμα) και ο κεντρικός κύλινδρος.

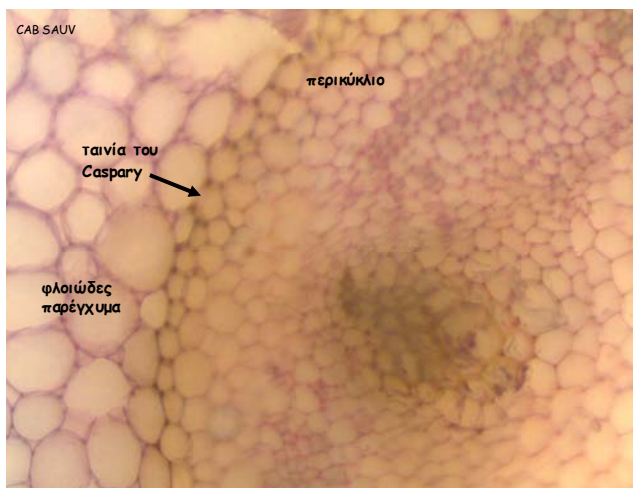
Η επιδερμίδα αποτελείται από μια σειρά λεπτότοιχων κυττάρων, χωρίς μεσοκυττάριους χώρους, τα οποία έχουν τη δυνατότητα να αναπτύσσουν απορροφητικά ριζικά τριχίδια σε σχετικά μικρή απόσταση από το κορυφαίο μερίστωμα της ρίζας (Δεληβόπουλος, 1994).

Εσωτερικά της επιδερμίδας συναντάται το φλοιώδες παρέγχυμα. Καταλαμβάνει μεγάλη έκταση και αποτελείται από λεπτότοιχα, παρεγχυματικά κύτταρα, πλούσια σε αμυλόκοκκους, με σχετικά μεγάλους μεσοκυττάριους χώρους, οι οποίοι είναι απαραίτητοι για την ευχερή ανταλλαγή αερίων στις ρίζες (Δεληβόπουλος, 1994). Η ανάπτυξη του φλοιώδους παρεγχύματος δεν είναι ταυτόχρονη σε όλη την έκταση του. Αρχικά, αναπτύσσονται τα κύτταρα που βρίσκονται στο μέσον του παρεγχύματος. Στη συνέχεια ακολουθούν αυτά που βρίσκονται κοντά στην επιδερμίδα και τελικά αναπτύσσονται τα κύτταρα κοντά στον κεντρικό κύλινδρο (Αϊβαλάκης κ.α., 2005). Σε περίπτωση που η επιδερμίδα

καταστραφεί, τα κύτταρα του φλοιώδους παρεγχύματος αποφελλώνονται μερικώς ή πλήρως, σχηματίζοντας φελλό. Με αυτόν τον τρόπο προστατεύονται οι ιστοί της ρίζας που βρίσκονται εσωτερικά του φλοιώδους παρεγχύματος.

Τον κεντρικό κύλινδρο περιβάλλει η ενδοδερμίδα. Αποτελείται από μια στοιβάδα εξαεδρικών κυττάρων, σε στενή επαφή μεταξύ τους, χωρίς μεσοκυττάριας χώρους. Κάθε κύτταρο της

ενδοδερμίδας περιβάλλεται από την ταινία του Caspary (Εικ.5), η οποία σχηματίζεται από εναποθέσεις της λιπόφιλης ουσίας σουβερίνης στα κυτταρικά τοιχώματα. Έτσι, η ταινία αποτελεί φραγμό της αποπλαστικής κίνησης του νερού και των ιόντων, δηλαδή της κίνησης μέσω κυτταρικών



**Εικόνα 5.** Η ταινία του Caspary σε πρωτογενή δομή ρίζας ποικιλίας *vinifera*, περιβάλλει τα κύτταρα της ενδοδερμίδας.

τοιχωμάτων και μεσοκυττάριας χώρων υποχρεώνοντας αυτά να κινηθούν συμπλαστικά μέσω των πλασμοδεσμών των κυττάρων (Δεληβόπουλος, 1994). Με αυτόν τον τρόπο το φυτό ασκεί ουσιαστικό έλεγχο στην απορρόφηση νερού και θρεπτικών στοιχείων (ενεργός μεταφορά).

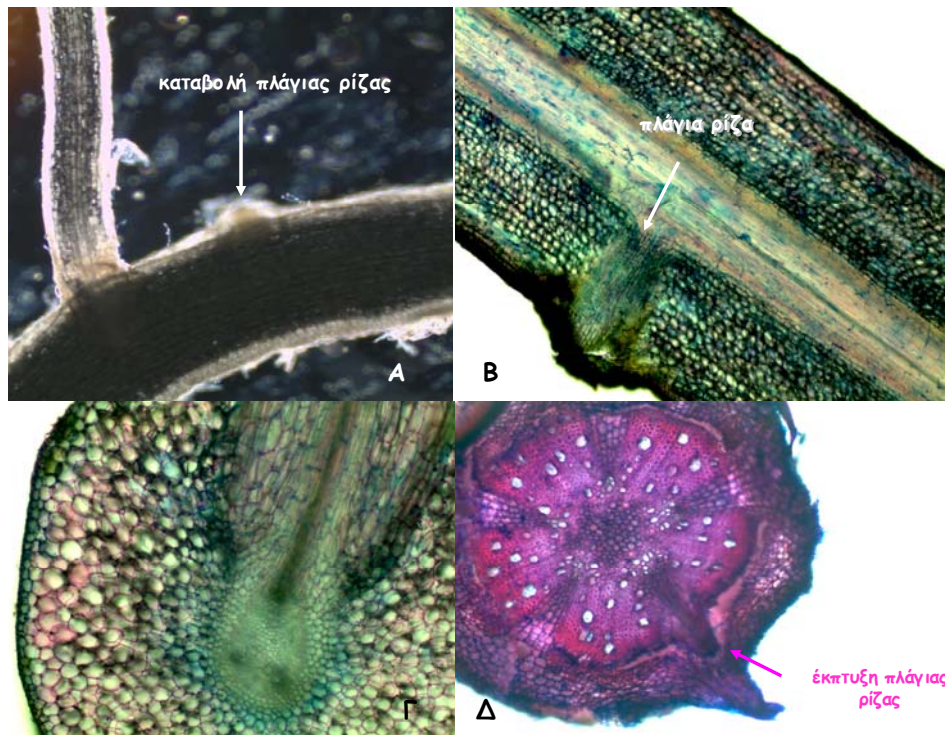
Πρόσφατα ερευνητικά δεδομένα που αφορούν κυρίως νεαρές ρίζες, θέτουν υπό αμφισβήτηση το ρόλο της ενδοδερμίδας ως απόλυτου ρυθμιστή της διακίνησης του νερού και των θρεπτικών συστατικών από και προς τον κεντρικό κύλινδρο (Αϊβαλάκις κ.α., 2005; Λιακόπουλος, 2003). Επιπλέον, το νερό φαίνεται να διοχετεύεται στον κεντρικό κύλινδρο και μέσω αυτού στα υπέργεια όργανα χωρίς να υπάρχουν πλευρικές απώλειες (Αϊβαλάκις κ.α., 2005).

Ο κεντρικός κύλινδρος βρίσκεται εσωτερικά της ενδοδερμίδας, στο κέντρο της ρίζας, και η έκταση που καταλαμβάνει στη πρωτογενή δομή είναι περιορισμένη συγκριτικά με το φλοιό. Αποτελείται από το περικύκλιο, τους αγωγούς ιστούς και την εντεριώνη.

Το περικύκλιο βρίσκεται σε επαφή με την ενδοδερμίδα και συχνά τα κύτταρα του περιέχουν αμυλόκοκκους (Εικ.8). Συνεισφέρει στο σχηματισμό του καμβιακού δακτυλίου και στη διαμόρφωση του φελλογόνου καμβίου και αποτελεί μεριστωματικό ιστό, υπεύθυνο για την έκπτυξη πλάγιων ριζών (Εικ.6) (Αϊβαλάκις



κ.α., 2005; Δεληβόπουλος, 1994). Στην έκπτυξη των πλάγιων ριζών λαμβάνουν επίσης μέρος τα κύτταρα της ενδοδερμίδας και του φλοιώδους παρεγχύματος (Αϊβαλάκις κ.α., 2005). Είναι πιθανόν όμως, να σχηματίζονται από τα τμήματα του περικυκλίου που βρίσκονται ανάμεσα στις ηθμαγγειώδεις δεσμίδες (Εικ.6Δ) (Δεληβόπουλος, 1994).

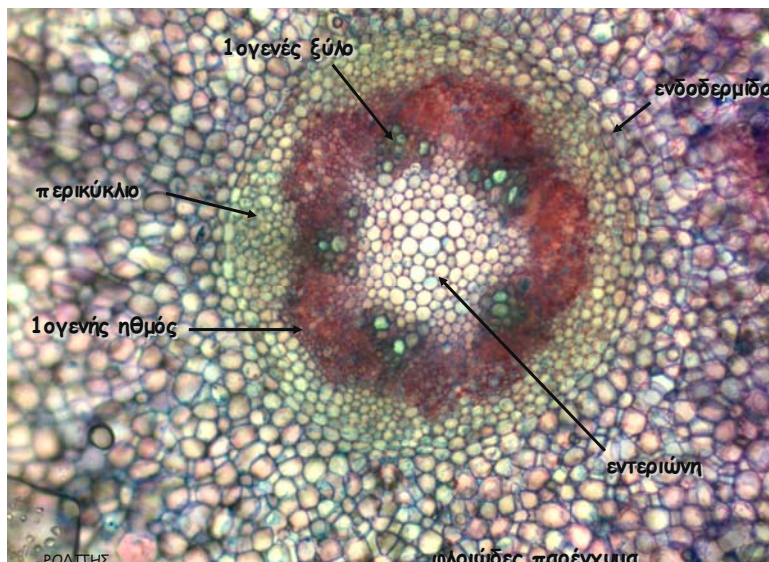


**Εικόνα 6.** Πλάγιες ρίζες σε διαφορετικά στάδια ανάπτυξης της ρίζας. Α: Φωτογραφία αντιθέτου φάσεως κύριας ρίζας με καταβολή πλάγιας ρίζας και ανεπτυγμένη πλάγια ρίζα. Β: Εκπτυξη πλάγιας ρίζας σε επιμήκη τομή ρίζας. Γ: Εκπτυξη πλάγιας ρίζας σε πρωτογενή δομή τριαρχικής ρίζας. Δ: Εκπτυξη πλάγιας ρίζας σε δευτερογενή δομή.

Εσωτερικά του περικυκλίου βρίσκεται το αγωγό σύστημα (ηθμός, ξύλο), το οποίο εξυπηρετεί τη μεταφορά ουσιών εσωτερικά του πρέμνου (Εικ.7). Η διάταξη των στοιχείων του αγωγού συστήματος αποτελεί βασικό ανατομικό γνώρισμα της ρίζας και διαφέρει από αυτήν του βλαστού.

Ο αγωγός ιστός συγκροτείται από ισάριθμες ανεξάρτητες δεσμίδες πρωτογενούς ξύλου και ηθμού, οι οποίες είναι τοποθετημένες εναλλάξ και σχηματίζουν διαδοχικές ακτίνες. Ανάμεσα στις ακτίνες του πρωτογενούς ξύλου υπάρχουν οι αντίστοιχες του πρωτογενούς ηθμού. Ανάλογα με τον αριθμό των ακτίνων, οι ρίζες διακρίνονται σε διαρχικές (δύο ακτίνες), τριαρχικές (τρεις ακτίνες), τετραρχικές (τέσσερις ακτίνες) ή πολυαρχικές (περισσότερες από τέσσερις ακτίνες). Ο αριθμός των ακτίνων μπορεί να διαφέρει ανάλογα με τη διάμετρο του κεντρικού

κυλίνδρου και τις εξωτερικές επιδράσεις. Στις τριαρχικές και τετραρχικές ρίζες οι πλάγιες ρίζες αναπτύσσονται από τμήματα του περικυκλίου που βρίσκονται απέναντι από τις ακτίνες του πρωτογενούς ξύλου (Εικ.6Γ) (Δεληβόπουλος, 1994).



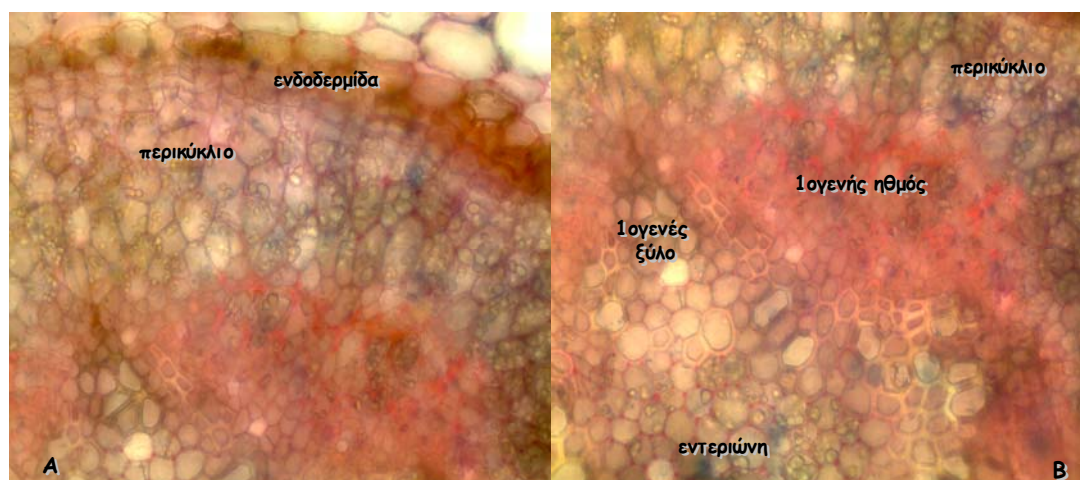
Εικόνα 7. Πρωτογενής δομή ρίζας σε ποικιλία *vinifera*..

Ο ηθμός σχηματίζεται πριν από το ξύλο και αποτελείται από ηθμοσωλήνες, συνοδά κύτταρα και κύτταρα ηθμώδους παρεγχύματος. Βασικός του ρόλος αποτελεί η μεταφορά οργανικών ενώσεων (σάκχαρα, αμινοξέα και οργανικά οξέα) από τα φύλλα προς όλα τα όργανα του πρέμνου. Αντίστοιχα, το ξύλο αποτελείται από αγγεία ξύλου, κύτταρα ξυλώδους παρεγχύματος και ξυλώδεις ίνες. Βασικός του ρόλος η μεταφορά νερού και ιόντων θρεπτικών στοιχείων από τις ρίζες προς όλα τα σημεία του φυτού, καθώς και οργανικών ενώσεων προϊόντων θρεπτικών στοιχείων που αφομοιώνονται από τη ρίζα.

Για να υπάρξει όμως, ομαλή μετάβαση από το αγγειακό σύστημα της ρίζας σε εκείνο του βλαστού, είναι απαραίτητες ορισμένες ανατομικές μετατροπές. Η περιοχή της ρίζας, κατά μήκος της οποίας συντελείται η μεταβολή της δομής της από αυτή της πρωτογενούς ρίζας σε εκείνη του βλαστού, ονομάζεται μεταβατική ζώνη (Αϊβαλάκις κ.α., 2005). Εδώ, ο ηθμός μετακινείται από τη θέση του δίπλα από τη δεσμίδα των αγγείων του ξύλου και καταλαμβάνει τη θέση του στην ηθμαγγειώδη δεσμίδα, εξωτερικά της δεσμίδας του ξύλου. Έτσι, τελικά ρίζα και βλαστός μοιράζονται όμοια ανατομία.



Τέλος, η *εντεριώνη* (αποταμιευτικό παρέγχυμα) (Εικ.8) εντοπίζεται στο κέντρο του κεντρικού κυλίνδρου και καταλαμβάνει μικρή έκταση.



**Εικόνα 8.** Πρωτογενής δομή ρίζας με φωτογραφίες μεγέθυνσης 40X. Α: παρουσία αμυλόκοκκων στο περικύκλιο, Β: πρωτογενής ηθμός και ξύλο, αμυλόκοκκοι σε εντεριώνη και σε κύτταρα του περικυκλίου.

#### 1.1.3.2 ΔΕΥΤΕΡΟΓΕΝΗΣ ΔΟΜΗ ΡΙΖΑΣ

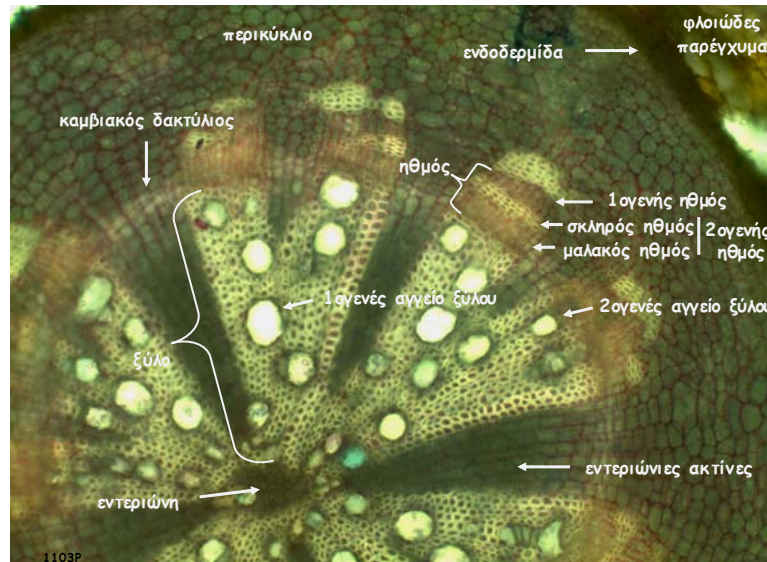
Σε αντίθεση με την πρωτογενή δομή (κατά μήκος αύξησης), στη δευτερογενή παρατηρείται αύξηση της διαμέτρου της ρίζας, με αποτέλεσμα τη ρήξη της επιδερμίδας. Χαρακτηριστικό γνώρισμα της δευτερογενούς δομής αποτελεί η ανάπτυξη του καμβίου (Εικ.9) και του φελλογόνου (φελλοκάμβιο).



**Εικόνα 9.** Ανάπτυξη καμβίου σε πρωτογενή δομή ρίζας σε ποικιλία *vinifera*.

Ενδιάμεσα του πρωτογενούς ξύλου και του πρωτογενούς ηθμού παρατηρούνται ζώνες καμβίου (διαιρέσεις κυττάρων του προκαμβίου), ο αριθμός των

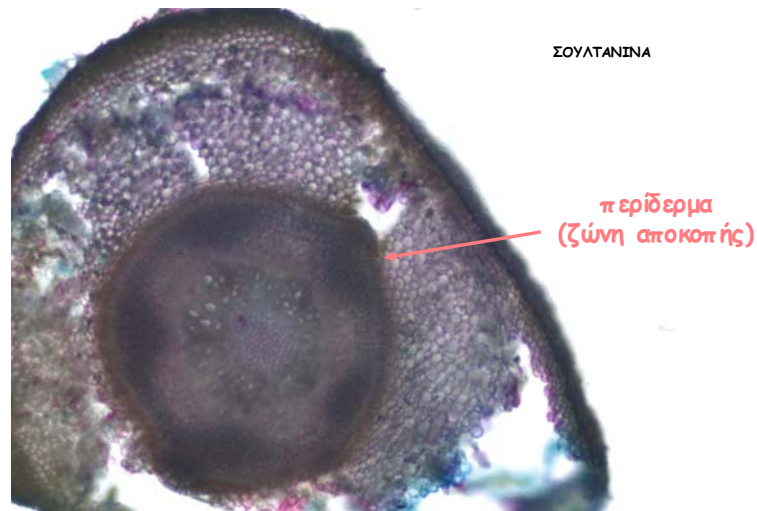
οποίων εξαρτάται από τον αριθμό των ακτίνων της ρίζας. Οι ζώνες των ακτίνων σταδιακά συνενώνονται και δημιουργούν καμβιακό δακτύλιο. Από τις διαιρέσεις των κυττάρων του καμβιακού δακτυλίου παράγεται δευτερογενές ξύλο εσωτερικά του καμβίου και δευτερογενής ηθμός εξωτερικά (Εικ.10).



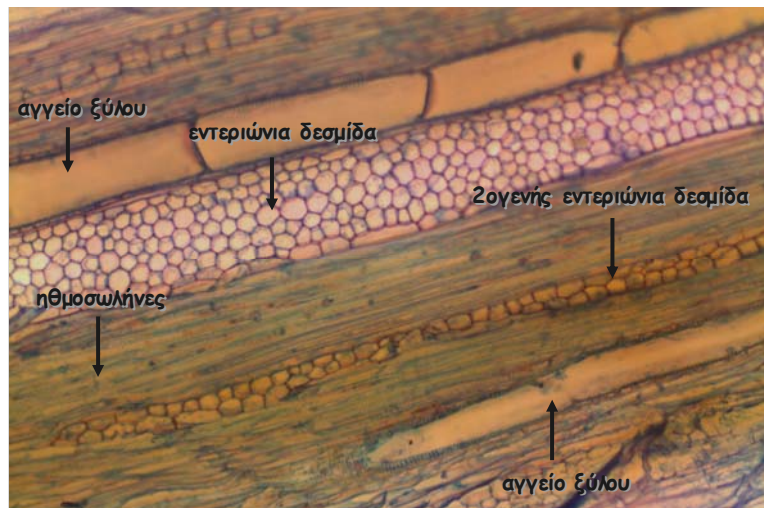
**Εικόνα 10.** Δευτερογενής δομή ρίζας υποκειμένου. Διακρίνονται ο ανεπτυγμένος καμβιακός δακτύλιος, τα πρωτογενή και δευτερογενή αγγεία ξύλου και ο πρωτογενής και δευτερογενής ηθμός. Έχει ήδη αρχίσει η αποδιοργάνωση του φλοιώδους παρεγχύματος, με αποτέλεσμα την αποκόλληση του και τη δημιουργία περιδέρματος, το οποίο θα αποτελέσει τη νέα επιδερμίδα.

Κατά τη δευτερογενή αύξηση της ρίζας, το περικύκλιο δημιουργεί το δακτύλιο του φελλογόνου, το οποίο παράγει κύτταρα φελλού εξωτερικά και φελλοδέρματος εσωτερικά (περίδερμα) και αντικαθιστά το ρόλο της επιδερμίδας (Εικ.11) (Αϊβαλάκις κ.α., 2005). Με το σχηματισμό του περιδέρματος στη ρίζα, ο φλοιός και η επιδερμίδα, συμπεριλαμβανομένης της ενδοδερμίδας, απομονώνονται από τον κεντρικό κύλινδρο, σταματά η τροφοδοσία των ιστών αυτών με νερό και ιόντα και τελικά νεκρώνονται και αποβάλλονται.

Τα παρεγχυματικά κύτταρα που εκτείνονται ακτινωτά στο δευτερογενές ξύλο και ηθμό σχηματίζουν τις εντεριόνιες ακτίνες της ρίζας. Οι ακτίνες αυτές καταλήγουν στο κέντρο του κεντρικού κυλίνδρου, όπου βρίσκεται η εντεριώνη. Παράλληλα, μέσω του καμβιακού δακτυλίου σχηματίζονται δευτερογενείς εντεριόνιες ακτίνες (Εικ.12), οι οποίες δεν καταλήγουν στην εντεριώνη όπως οι πρωτογενείς, αλλά χωρίζουν τις ηθμαγγειώδεις δεσμίδες στα δύο και βοηθούν την παράπλευρη μεταφορά θρεπτικών συστατικών σε αυτά.



Εικόνα 11. Αποδιοργάνωση φλοιώδους παρεγχύματος ποικιλίας *vinifera*, με αποτέλεσμα τη δημιουργία ζώνης αποκοπής και τελικά την αποκόλληση του.



Εικόνα 12. Επιμήκης τομή ρίζας με δευτερογενή δομή σε ποικιλίας *vinifera*.

Σε γενικές γραμμές η ανατομική δομή της ρίζας στην οικογένεια των Vitaceae φαίνεται να είναι ομοιόμορφη. Μικρές διαφορές παρατηρούνται μόνο στο μέγεθος ορισμένων στοιχείων, όπως το μέγεθος της εντεριώνης και των εντεριώνιων ακτίνων (Ribereau-Gayon & Reynaud, 1971). Οι ποικιλίες που ανήκουν στα είδη *V. labrusca*, *cinerea*, *candicans* και *berlandieri* παρουσιάζουν μεγαλύτερο μέγεθος εντεριώνης (Ribereau-Gayon & Reynaud, 1971). Επιπλέον, οι ποικιλίες των *V. rupestris*, *riparia* και *berlandieri* έχουν πιο στενές εντεριώνιες ακτίνες από τις ποικιλίες *V. vinifera* και τέλος, στο είδος *V. rupestris* παράγεται περισσότερο ξύλο κατά τη δευτερογενή αύξηση (Ribereau-Gayon & Reynaud, 1971).



## 1.2 ΑΝΑΤΟΜΙΑ ΒΛΑΣΤΟΥ ΑΜΠΕΛΟΥ

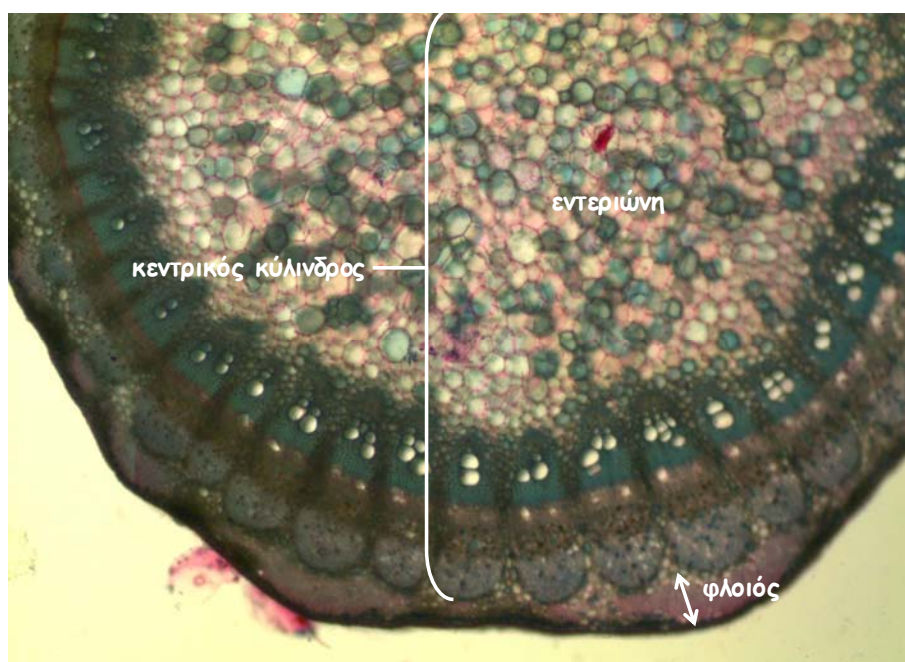
### 1.2.1 ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΒΛΑΣΤΟΥ ΑΜΠΕΛΟΥ

Ο βλαστός της αμπέλου είναι επιμήκης και κυλινδρικός. Φέρει φύλλα, έλικες και ανθοταξίες και αποτελεί αγωγό μεταφοράς νερού και θρεπτικών συστατικών προς τα υπόλοιπα όργανα (φύλλα, ρίζα). Η μορφολογία του διαφέρει από την αντίστοιχη της ρίζας, λόγω της πολυπλοκότητάς της (Jackson, 2008). Πάνω στο βλαστό συναντώνται οι κόμβοι και τα μεσογονάτια διαστήματα και στο ακραίο σημείο του βρίσκεται ο κορυφαίος οφθαλμός (κορυφαίο μερίστωμα).

### 1.2.2 ΑΝΑΤΟΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΒΛΑΣΤΟΥ ΑΜΠΕΛΟΥ

#### 1.2.2.1 ΠΡΩΤΟΓΕΝΗΣ ΔΟΜΗ ΒΛΑΣΤΟΥ

Σε εγκάρσια τομή μεσογονατίου διαστήματος κοντά στην κορυφή του βλαστού αποδίδεται η πρωτογενής δομή. Όπως και στη ρίζα, η ανατομία του βλαστού διακρίνεται στο φλοιό και τον κεντρικό κύλινδρο (Εικ.13). Ο φλοιός, σε αντίθεση με αυτόν της ρίζας, καταλαμβάνει πολύ μικρό μέρος του πρωτογενούς βλαστού και αποτελείται από την επιδερμίδα και το φλοιώδες παρέγχυμα.

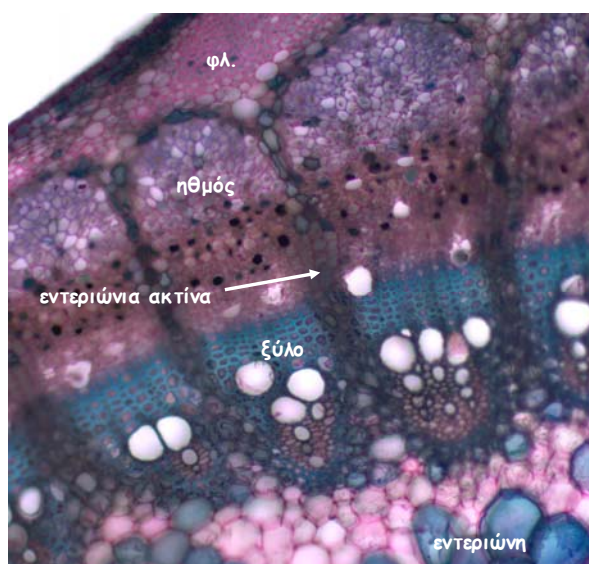


Εικόνα 13. Σε πρωτογενή δομή βλαστού διακρίνονται ο φλοιός και ο κεντρικός κύλινδρος.

Η επιδερμίδα αποτελείται από επιδερμικά κύτταρα και περιβάλλεται από την εφυμενίδα, η οποία προστατεύει το βλαστό. Εσωτερικά της επιδερμίδας συναντάται το φλοιώδες παρέγχυμα, το οποίο αποτελείται από ολιγάριθμες στρώσεις

παρεγχυματικών κυττάρων. Τα παρεγχυματικά κύτταρα που βρίσκονται κοντά στην επιδερμίδα περιέχουν χλωροπλάστες και στους νεαρούς κυρίως βλαστούς αμυλόκοκκους. Εντός του φλοιώδους παρεγχύματος αναπτύσσονται στηρικτικοί ιστοί, όπως το κολλέγχυμα και το σκληρέγχυμα.

Ο κεντρικός κύλινδρος, σε αντίθεση με τη ρίζα, καταλαμβάνει το μεγαλύτερο μέρος της πρωτογενούς (Εικ.13) αλλά και της δευτερογενούς δομής του βλαστού. Αποτελείται από το αγωγό σύστημα και την εντεριώνη. Το αγωγό σύστημα αποτελείται από ανεξάρτητες ηθμαγγειώδεις δεσμίδες, οι οποίες διαχωρίζονται από παρεγχυματικά κύτταρα (Εικ.14). Η παραγωγή πρωτογενούς ηθμού και ξύλου οφείλεται στη δραστηριότητα του προκαμβίου. Μεριστωματικά κύτταρα αυτού σχηματίζουν προς την περιφέρεια του βλαστού πρωτογενή ηθμό και προς το κέντρο πρωτογενές ξύλο. Τα παρεγχυματικά κύτταρα που βρίσκονται ανάμεσα των ηθμαγγειωδών δεσμίδων διαμορφώνουν τις εντεριόνιες ακτίνες και συνδέουν το φλοιό με την εντεριώνη (Εικ.14), η οποία βρίσκεται στο κέντρο του βλαστού και καταλαμβάνει το μεγαλύτερο μέρος του κεντρικού κυλίνδρου (Εικ.13). Αποτελείται από παρεγχυματικά κύτταρα, με μεγάλους μεσοκυττάριους χώρους, με βασική λειτουργία την αποθήκευση θρεπτικών συστατικών.



**Εικόνα 14.** Σε πρωτογενή δομή βλαστού διακρίνονται το φλοιώδες παρέγχυμα (φλ.), ο ηθμός, τα αγγεία του ξύλου, οι εντεριόνιες ακτίνες και η εντεριώνη.

#### 1.2.2.2 ΔΕΥΤΕΡΟΓΕΝΗΣ ΔΟΜΗ ΒΛΑΣΤΟΥ

Η δευτερογενής ανάπτυξη του βλαστού οφείλεται στη δραστηριότητα του φελλοκαμβίου και του καμβίου. Το φελλοκάμβιο σχηματίζεται μέσα στο δευτερογενή

ηθμό και αποτελείται από παρεγχυματικά κύτταρα που μετατρέπονται σε μεριστωματικά, με αποτέλεσμα την παραγωγή φελλού προς την εξωτερική επιφάνεια του βλαστού και φελλοδέρματος προς το εσωτερικό του βλαστού. Ο φελλός αποτελείται από νεκρά κύτταρα, χωρίς μεσοκυττάρια χώρους και λειτουργεί προστατευτικά, δεν επιτρέπει την εισβολή παθογόνων μικροοργανισμών και την απώλεια νερού, λόγω της παραγωγής φελλίνης στα κυτταρικά του τοιχώματα (Δεληβόπουλος, 1994). Αντιθέτως, το φελλόδερμα αποτελείται από ζωντανά παρεγχυματικά κύτταρα που προκύπτουν από κυτταροδιαίρεσεις του φελλοκαμβίου.

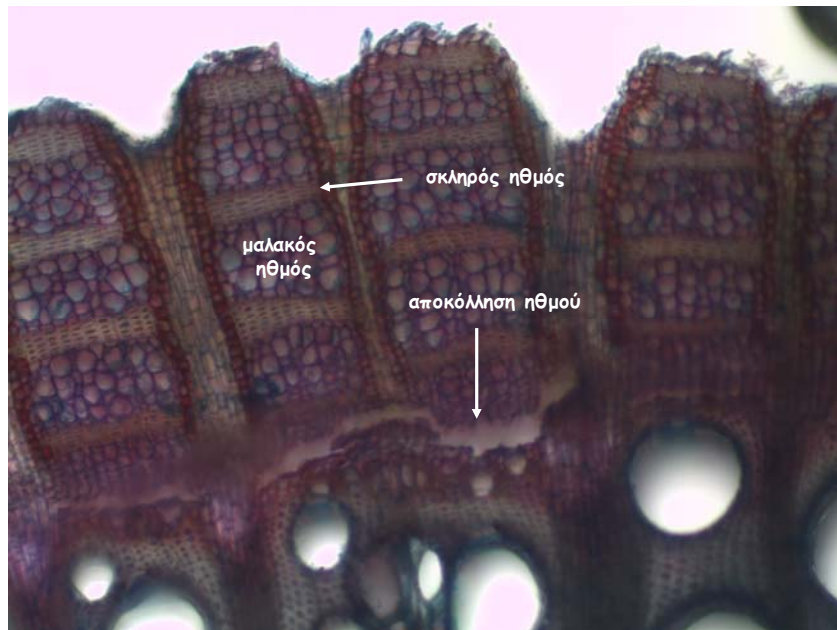
Το κάμβιο περιορίζεται αρχικά εσωτερικά των ηθμαγγειωδών δεσμίδων (μεταξύ ηθμού και ξύλου) και σχηματίζεται από τα κύτταρα του προκαμβίου. Κατά τη δευτερογενή ανάπτυξη όμως, παρεγχυματικά κύτταρα των εντεριώνιων ακτίνων μετατρέπονται σε μεριστωματικά, δημιουργώντας νέες καμβιακές ζώνες, οι οποίες αποτελούν το μεσοδέσμιο κάμβιο (Εικ.15). Έτσι, τα δύο, κάμβιο και μεσοδέσμιο κάμβιο, διαμορφώνουν το καμβιακό δακτύλιο, ο οποίος παράγει δευτερογενή ηθμό προς την περιφέρεια του βλαστού και δευτερογενές ξύλο προς το κέντρο.



Εικόνα 15. Η ανάπτυξη μεσοδέσμιου καμβίου οδηγεί στο σχηματισμό του καμβιακού δακτυλίου

Η αύξηση της διαμέτρου του βλαστού λόγω της δημιουργίας δευτερογενούς ηθμού και ξύλου έχει ως αποτέλεσμα την ώθηση του πρωτογενούς ηθμού, αλλά και του καμβιακού δακτυλίου προς την περιφέρεια του βλαστού. Τα κύτταρα του ηθμού είναι λεπτότοιχα με αποτέλεσμα η συμπίεση, λόγω της συνεχούς αύξησης της διαμέτρου, να τα καταστρέφει και να αποκολλώνται (Εικ.16). Το μοναδικό τμήμα του ηθμού που παραμένει λειτουργικά ενεργό είναι αυτό που βρίσκεται κοντά στο

κάμβιο. Αντιθέτως, τα αγγεία του ξύλου διατηρούν την ακεραιότητά τους και συμβάλλουν στην αύξηση της διαμέτρου του κεντρικού κυλίνδρου του βλαστού.



Εικόνα 16. Αποκόλληση ηθμού λόγω δευτερογενούς ανάπτυξης του βλαστού.



### 1.3 ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΣΤΟΜΑΤΩΝ ΣΤΑ ΦΥΛΛΑ ΑΜΠΕΛΟΥ

#### 1.3.1 ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΦΥΛΛΟΥ ΤΗΣ ΑΜΠΕΛΟΥ

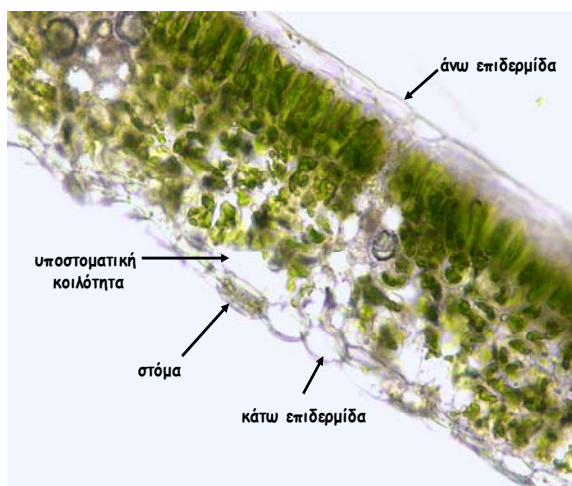
Το φύλλο της αμπέλου αποτελείται από δύο τμήματα, το έλασμα και το μίσχο. Το έλασμα αποτελεί το κυρίως τμήμα του φύλλου, στο οποίο καταλήγει το αγωγό σύστημα του πρέμνου. Δέχεται την προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία και αποτελεί το βασικό όργανο της φωτοσύνθεσης στα πρέμνα της αμπέλου. Ενώνεται με το βλαστό μέσω του μίσχου, ο οποίος απομακρύνει το έλασμα από το βλαστό, ώστε να αποφεύγονται όσο το δυνατόν περισσότερο οι σκιάσεις μεταξύ των φύλλων και να μη μειώνεται η φωτοσυνθετική απόδοση του φυτού (Αϊβαλάκης κ.α., 2005). Παράλληλα, ο μίσχος επιτρέπει την κίνηση των φύλλων και συνεπώς τον καλύτερο αερισμό τους, γεγονός που τα ευνοεί σε συνθήκες υψηλών θερμοκρασιών (Αϊβαλάκης κ.α., 2005).

#### 1.3.2 ΑΝΑΤΟΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΦΥΛΛΟΥ ΤΗΣ ΑΜΠΕΛΟΥ

Το έλασμα των φύλλων της αμπέλου συγκροτείται από εξειδικευμένους ιστούς με αυστηρά καταμερισμένους ρόλους. Τους βασικούς αυτούς ιστούς αποτελούν η άνω και κάτω επιδερμίδα και το μεσόφυλλο, το οποίο διατρέχεται από το αγωγό σύστημα.

Η επιδερμίδα (άνω και κάτω) περιβάλλει το έλασμα του φύλλου (Εικ.17). Η άνω επιδερμίδα (άνω επιφάνεια φύλλου) καλύπτεται από λεπτή στρώση εφυμενίδας, η οποία προφυλάσσει το φύλλο από την απώλεια νερού και από παθογόνους μικροοργανισμούς.

Η κάτω επιδερμίδα (κάτω επιφάνεια φύλλου) δεν παρουσιάζει καλά ανεπτυγμένη εφυμενίδα και περιλαμβάνει διαφοροποιημένα επιδερμικά κύτταρα που δημιουργούν σχηματισμούς υψηλής εξειδίκευσης. Οι σημαντικότεροι σχηματισμοί είναι τα στόματα (Εικ.17), τα οποία κατανέμονται άτακτα στην κάτω επιφάνεια του φύλλου της αμπέλου, αναπτύσσονται με βασιπέταλο τρόπο (Casson and Gray, 2008) και το σχήμα τους είναι νεφροειδές. Τα στόματα φέρνουν σε επικοινωνία τους μεσοκυττάρους χώρους του μεσόφυλλου με την

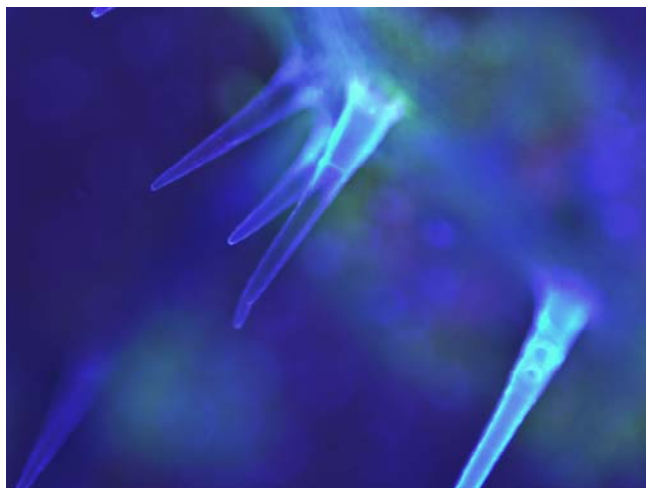


Εικόνα 17. Στην κάτω επιδερμίδα του φύλλου διακρίνονται υποστοματικές κοιλότητες και στόματα. Στα κατάφρακτικά κύτταρα του στόματος διακρίνονται χλωροπλάστες.



ατμόσφαιρα, με αποτέλεσμα να επιτρέπουν την ανταλλαγή αερίων ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{O}_2$ ) και την εξαγωγή υδρατμών προς το περιβάλλον.

Στην κατηγορία αυτών των σχηματισμών υψηλής εξειδίκευσης ανήκουν και τα τριχίδια, τα οποία είναι προεκβολές επιδερμικών κυττάρων και αποτελούν το χνοασμό του φύλλου της αμπέλου (Εικ.18). Η πρώτη εμφάνιση τριχιδίων παρουσιάζεται στα αρχικά στάδια ανάπτυξης των φύλλων, στην άνω και κάτω επιφάνεια τους, ενώ στα ώριμα φύλλα, ο χνοασμός μειώνεται στην άνω επιδερμίδα σταδιακά (Αποστολάκη, 2005). Στα τελικά στάδια ανάπτυξης, τα τριχίδια λεπταίνουν και αποκολλώνται, υποδεικνύοντας ότι η παρουσία χνοασμού είναι σημαντική στους νέους ιστούς (Αποστολάκη, 2005).



Εικόνα 18. Τριχίδια σε φύλλο ποικιλίας *vinifera*.

Γενικά, η παρουσία χνοασμού στο φύλλο προστατεύει από προσβολές παθογόνων και εντόμων, από αφυδάτωση, διότι μειώνεται η διάχυση των υδρατμών από τα στόματα στην ατμόσφαιρα, και από την έντονη ηλιακή ακτινοβολία, διότι ανακλά μέρος αυτής (Αϊβαλάκης κ.α., 2005).

Η άνω και κάτω επιδερμίδα περικλείουν το μεσόφυλλο, παρεγχυματικό ιστό του ελάσματος του φύλλου, όπου λαμβάνει μέρος η φωτοσύνθεση. Αποτελείται από κύτταρα φωτοσυνθετικού παρεγχύματος, τα οποία περιέχουν πολυάριθμους χλωροπλάστες και διακρίνεται σε δρυφακτοειδές ή πασσαλώδες παρέγχυμα και σπογγώδες παρέγχυμα (Εικ.19).

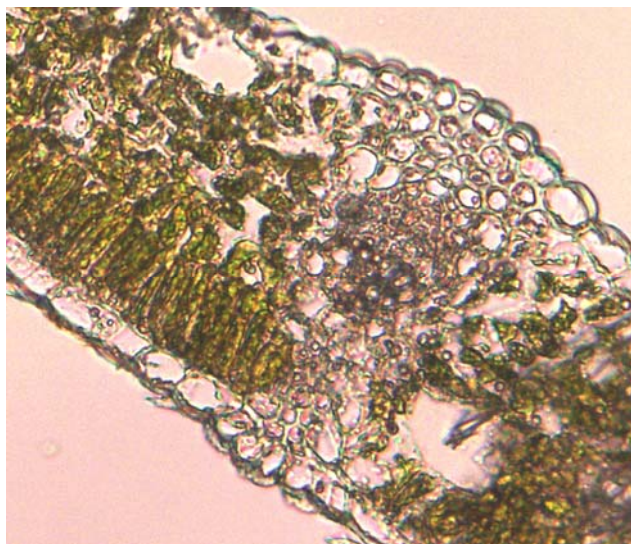
Τα κύτταρα του δρυφακτοειδούς παρεγχύματος βρίσκονται κάθετα τοποθετημένα προς την άνω επιδερμίδα και λόγω σχήματος διευκολύνουν τη διείσδυση της ηλιακής ακτινοβολίας στο εσωτερικό του μεσόφυλλου.

Το σπογγώδες παρέγχυμα αποτελείται από πέντε με έξι σειρές κυττάρων ακανόνιστου σχήματος, με πολλούς και μεγάλους μεσοκυττάριους χώρους, οι οποίοι επικοινωνούν με τις υποστοματικές κοιλότητες (Εικ.17&19). Το CO<sub>2</sub> εισέρχεται στο φύλλο μέσω των στομάτων της κάτω επιδερμίδας και διαχέεται στο εσωτερικό του μεσόφυλλου μέσω των υποστοματικών κοιλοτήτων των στομάτων (Εικ.17).



**Εικόνα 19.** Το μεσόφυλλο αποτελεί το φωτοσυνθετικό παρέγχυμα του φύλλου. Διακρίνεται σε δρυφακτοειδές και σπογγώδες παρέγχυμα.

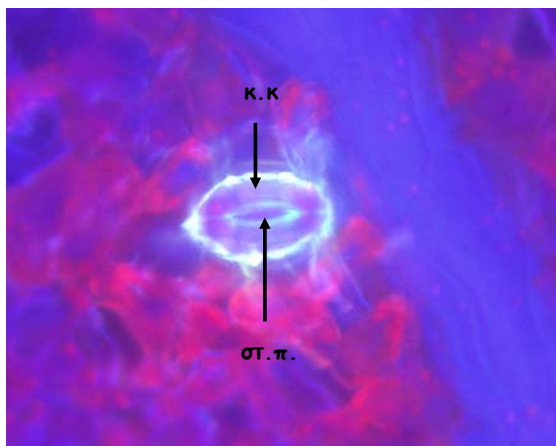
Το μεσόφυλλο διασχίζουν οι ηθμαγγειώδεις δεσμίδες με τη μορφή νευρώσεων (πέντε κύριες και πολλαπλές πλάγιες) (Εικ.20). Οι δεσμίδες αυτές, οι οποίες είναι πλούσιες σε θρεπτικά συστατικά και σάκχαρα, προστατεύονται από σκληροεγχυματικές ίνες, οι οποίες προσφέρουν μηχανική στήριξη και θωράκιση από βιοτικούς εχθρούς.



**Εικόνα 20.** Ηθμαγγειώδης δεσμίδα στο μεσόφυλλο.

### 1.3.3 ΣΤΟΜΑΤΑ ΣΤΑ ΦΥΛΛΑ & ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΟΝΤΩΝ

Τα στόματα αποτελούνται από δύο εξειδικευμένα κύτταρα, τα καταφρακτικά κύτταρα, τα οποία περιβάλλουν ένα άνοιγμα, τον λεγόμενο στοματικό πόρο. Το άνοιγμα αυτό ρυθμίζεται μέσω των μεταβολών του σχήματος των καταφρακτικών κυττάρων (Εικ.21).



Εικόνα 21. Τα στόματα αποτελούνται από τα καταφρακτικά κύτταρα (κ.κ) και το στοματικό πόρο (στ.π.).

Ο συνολικός αριθμός στομάτων ανά μονάδα φυλλικής επιφάνειας (στόματα/mm<sup>2</sup>) ορίζει την πυκνότητα των στομάτων στα φύλλα. Ο αριθμός αυτός διαφέρει από φυτό σε φυτό (Fahn, 1982) και φαίνεται να επηρεάζεται από περιβαλλοντικούς παράγοντες (Αποστολάκη, 2005). Τα φυτά έχουν την ικανότητα να μεταβάλλουν την πυκνότητα των στομάτων, κατά το σχηματισμό νέων φύλλων, για να προσαρμοστούν στις περιβαλλοντικές καταπονήσεις (Schletz, 2008) και να ελέγξουν την ανταλλαγή αερίων (Grant and Vatnick, 2004; Grill et al., 2004). Περιβαλλοντικοί παράγοντες, όπως η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας (Fahn, 1982), η ατμοσφαιρική συγκέντρωση του CO<sub>2</sub> (Knapp et al., 1994; Moutinho-Pereira et al., 2007) και η διαθεσιμότητα του νερού (Gokdayrak et al., 2008) επηρεάζουν την ανάπτυξη των στομάτων και τροποποιούν το σχήμα και την πυκνότητα τους (Klamkowski and Treder, 2006).

Σε συνθήκες υδατικής καταπόνησης παρατηρούνται σημαντικές διαφοροποιήσεις στη μορφολογία του φυτού και τα ανατομικά χαρακτηριστικά του φύλλου (Klamkowski and Treder, 2006). Τα στόματα κλείνουν (μείωση διαπνοής), ώστε να ελαχιστοποιηθούν οι απώλειες του νερού και να αποφευχθεί η αφυδάτωση των ιστών (Patakas et al., 2005; de Souza et al., 2005; Klamkowski and Treder, 2006), περιορίζεται η ανάπτυξη του φυτού (Patakas et al., 2005; Klamkowski and Treder, 2006; Xu and Zhou, 2008) και το μέγεθος των φύλλων (Aguirrezabal et al., 2006; Xu and Zhou, 2008).

Παρόλα αυτά, δεν έχουν μελετηθεί επαρκώς οι επιδράσεις της υδατικής καταπόνησης στην πυκνότητα των στομάτων. Ορισμένες έρευνες που πραγματοποιήθηκαν σε είδη φυτών πλην της αμπέλου, δείχνουν ότι η πυκνότητα των στομάτων μειώνεται σε περιόδους ξηρασίας (Grill et al., 2004), ενώ άλλες έρευνες

υποστηρίζουν ότι η πυκνότητα των στομάτων αυξάνεται (Larcher, 2003; Grill et al., 2004). Τελικά, η πυκνότητα των στομάτων φαίνεται να σχετίζεται κυρίως με το είδος του φυτού αλλά και με την ένταση της υδατικής καταπόνησης. Σε συνθήκες έντονης ξηρασίας η πυκνότητα των στομάτων μειώνεται, ενώ σε συνθήκες μέτριας ξηρασίας αυξάνεται (Xu and Zhou, 2008).

#### 1.4 ΣΤΟΧΟΣ ΤΗΣ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Στόχος της εργασίας αυτής ήταν η συγκριτική μελέτη της πρωτογενούς και δευτερογενούς δομής της ρίζας και του βλαστού ποικιλιών *vinifera* και υποκειμένων αμπέλου, ο προσδιορισμός της πυκνότητας των στομάτων στη διάρκεια της ανάπτυξης των φύλλων σε ποικιλίες *vinifera* και υποκείμενα αμπέλου, ο συσχετισμός της πυκνότητας των στομάτων με το είδος του χνοασμού και η επίδραση της υδατικής καταπόνησης στην πυκνότητα των στομάτων σε ποικιλία *vinifera*.

## 2. ΥΛΙΚΑ & ΜΕΘΟΔΟΙ

### 2.1 ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΑΝΑΤΟΜΙΚΗ & ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΡΙΖΑΣ ΑΜΠΕΛΟΥ

Για τη συγκριτική μελέτη της ανατομίας και της μορφολογίας της ρίζας συλλέχθηκαν ξυλοποιημένα μοσχεύματα των ποικιλιών *V. vinifera* Σουλτανίνα, Chardonnay, Cabernet Sauvignon και Ροδίτη και των υποκειμένων 110R και 1103P (*V. rupestris* x *V. berlandieri*) από πρέμνα του αμπελώνα του Εργαστηρίου Αμπελολογίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών.

Τα μοσχεύματα ριζοβλήθηκαν σε υπόστρωμα 40% τύρφης και 60% περλίτη, σε θάλαμο ελεγχόμενων συνθηκών, σε θερμοκρασία 25.5°C και υγρασία 90%, με διάρκεια ημέρας 18h. Μετά την ριζοβόληση τους, οι τυχαίες ρίζες των μοσχευμάτων χρησιμοποιήθηκαν για τη μελέτη της πρωτογενούς και δευτερογενούς δομής τους σε εγκάρσιες και επιμήκεις τομές. Οι παρατηρήσεις έγιναν σε οπτικό μικροσκόπιο Olympus CX 31 και κάμερα ALTRA 20.

Ο χρωματισμός των τομών έγινε με τις χρωστικές κυανό του μεθυλενίου και ερυθρό του ρουθινίου. Οι τομές εμβαπτίστηκαν αρχικά στο κυανό του μεθυλενίου για 10 λεπτά, μεταφέρθηκαν στο ερυθρό του ρουθινίου για 10 λεπτά και ξεπλύθηκαν με νερό.

### 2.2 ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΑΝΑΤΟΜΙΚΗ & ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΒΛΑΣΤΟΥ ΑΜΠΕΛΟΥ

Για τη συγκριτική μελέτη της ανατομίας και της μορφολογίας του βλαστού επιλέχθηκαν οι ποικιλίες *V. vinifera* Σαββατιανό, Ροδίτης, και Cabernet Sauvignon και τα υποκείμενα 110R και 1103P (*V. rupestris* x *V. berlandieri*). Οι βλαστοί συλλέχθηκαν από πρέμνα του αμπελώνα του Εργαστηρίου Αμπελολογίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών και μελετήθηκε η πρωτογενής και δευτερογενής δομή τους σε εγκάρσιες τομές. Ο χρωματισμός των τομών, όπως και στη ρίζα, έγινε με τις χρωστικές κυανό του μεθυλενίου και ερυθρό του ρουθινίου και οι παρατηρήσεις έγιναν σε οπτικό μικροσκόπιο Olympus CX 31 και κάμερα ALTRA 20.

### 2.3 ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΣΤΟΜΑΤΩΝ ΣΤΑ ΦΥΛΛΑ ΑΜΠΕΛΟΥ

#### 2.3.1 ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΣΤΟΜΑΤΩΝ ΣΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΤΩΝ ΦΥΛΛΩΝ

Το φυτικό υλικό συλλέχθηκε από πρέμνα των ποικιλιών *V. vinifera* Σουλτανίνα, Chardonnay, Cabernet Sauvignon, Αγιωργίτικο, Ραζακί, Ροδίτης και Σαββατιανό και των υποκειμένων 1103P (*V. rupestris* x *V. berlandieri*) και 41B

(*Chasselas x V. berlandieri*) του αμπελώνα του Εργαστηρίου Αμπελογίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών. Επιλέχθηκαν ποικιλίες (ελληνικές και διεθνείς) και υποκείμενα με βάση το χνοασμό των φύλλων τους (Πιν.1) και μελετήθηκε το μέγεθος και η πυκνότητα των στομάτων (συνολικός αριθμός στομάτων/mm<sup>2</sup>) της κάτω επιφάνειας του φύλλου.

Πίνακας 1. Χνοασμός ποικιλιών *vinifera* και υποκειμένων.

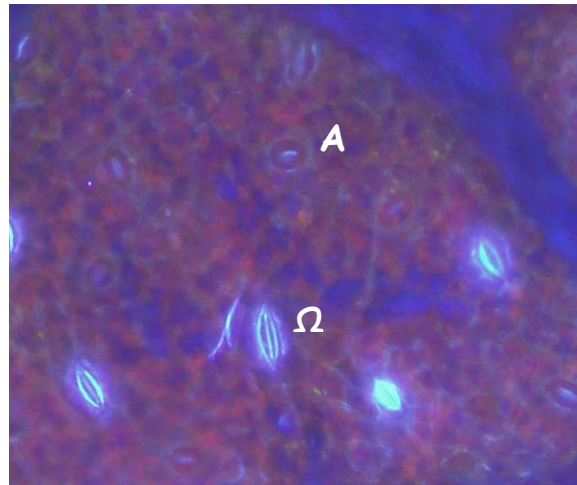
ποικιλίες-υποκείμενα	χνοασμός φύλλου
Cabernet Sauvignon & Αγιωργίτικο	χνοώδης προς βαμβακώδης
Σαββατιανό	χνοώδης
Ροδίτης	αραχνοϋφής προς χνοώδης
Chardonnay	αραχνοϋφής
41B & 1103P	μεταξώδης χνοασμός στα νέυρα
Σουλτανίνα-Ραζακί	χωρίς χνοασμό

Στις ποικιλίες Σουλτανίνα, Chardonnay και Cabernet Sauvignon μετρήθηκαν τα στόματα όλων των φύλλων του βλαστού. Στις υπόλοιπες ποικιλίες και υποκείμενα επιλέχθηκαν δύο φύλλα, κοντά στην κορυφή και κοντά στη βάση του βλαστού. Η καταμέτρηση πραγματοποιήθηκε σε τέσσερις διαφορετικές περιοχές του κάθε φύλλου. Οι περιοχές αυτές παρατηρήθηκαν με οπτικό μικροσκόπιο εφοδιασμένο με σύστημα φθορισμού, αφού διαβρέχτηκαν με διάλυμα KOH (5%), το οποίο κάνει πιο έντονο το φθορισμό και διευκολύνει την καταμέτρηση των στομάτων. Τελικά, σε κάθε φύλλο μετρήθηκε ο συνολικός αριθμός των στομάτων ανά μονάδα φυλλικής επιφάνειας (πυκνότητα στομάτων) και διαχωρίστηκαν σε ώριμα και ανώριμα στόματα βάσει μεγέθους (Εικ.22) (Sebastiani et al., 2001). Για τη διευκόλυνση της παρατήρησης και καταμέτρησης των στομάτων σε ποικιλίες με χνοασμό κρίθηκε απαραίτητη η απομάκρυνση του χνοασμού από τα φύλλα.

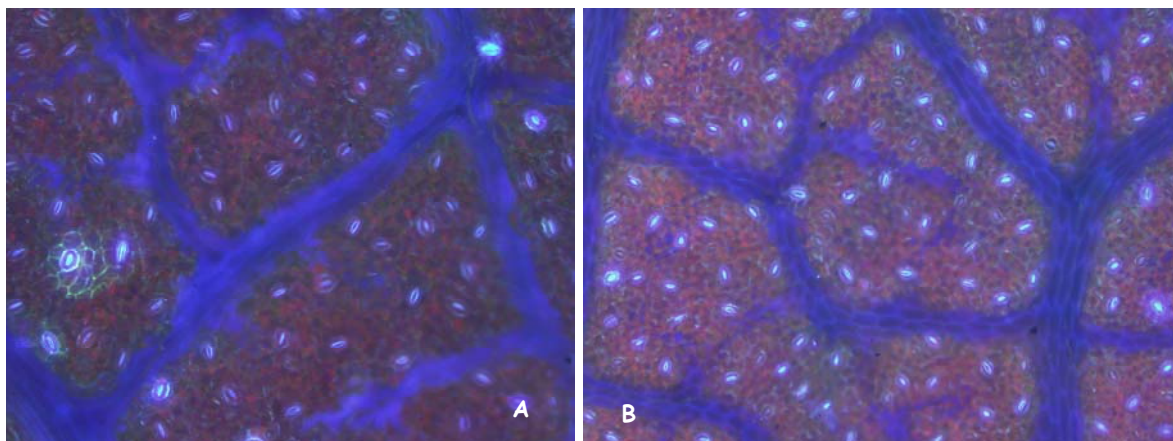




Η πυκνότητα των στομάτων μετρήθηκε στα νεαρά (κοντά στην κορυφή του βλαστού), ώριμα (στο μέσο του βλαστού) και ενήλικα (στη βάση του βλαστού) φύλλα (Εικ.23).



**Εικόνα 22.** Τα στόματα διαχωρίστηκαν σε ανώριμα (A) και σε ώριμα (Ω) με βάση το μέγεθος τους.



**Εικόνα 23.** Στις φωτογραφίες με φθορισμό διακρίνονται τα στόματα σε ενήλικα (A) και νεαρά φύλλα (B) αμπέλου.

### 2.3.2 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΥΔΑΤΙΚΗΣ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗΣ ΣΤΗΝ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΣΤΟΜΑΤΩΝ

Πρέμνα της ποικιλίας *V. vinifera* Σουλτανίνα δεν αρδεύτηκαν για 30 ημέρες κατά το μήνα Ιούνιο και μελετήθηκε η επίδραση της υδατικής καταπόνησης στην πυκνότητα των στομάτων σε σύγκριση με πρέμνα τα οποία αρδεύονταν ανά δύο μέρες. Όλες οι υπόλοιπες καλλιεργητικές επεμβάσεις ήταν ίδιες σε όλα τα πρέμνα. Επιλέχθηκαν φύλλα από την μέση και την κορυφή των βλαστών και καταμετρήθηκαν τα στόματα σε φύλλα με υδατική καταπόνηση και χωρίς.

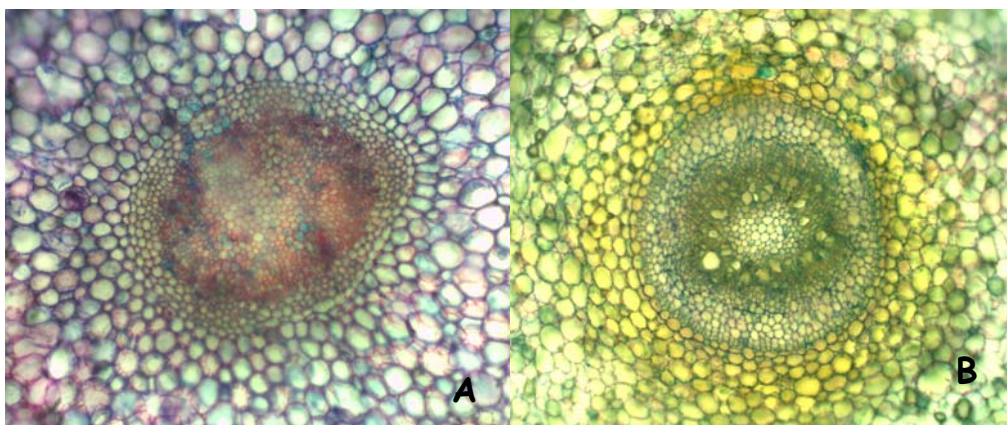


### 3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ & ΣΥΖΗΤΗΣΗ

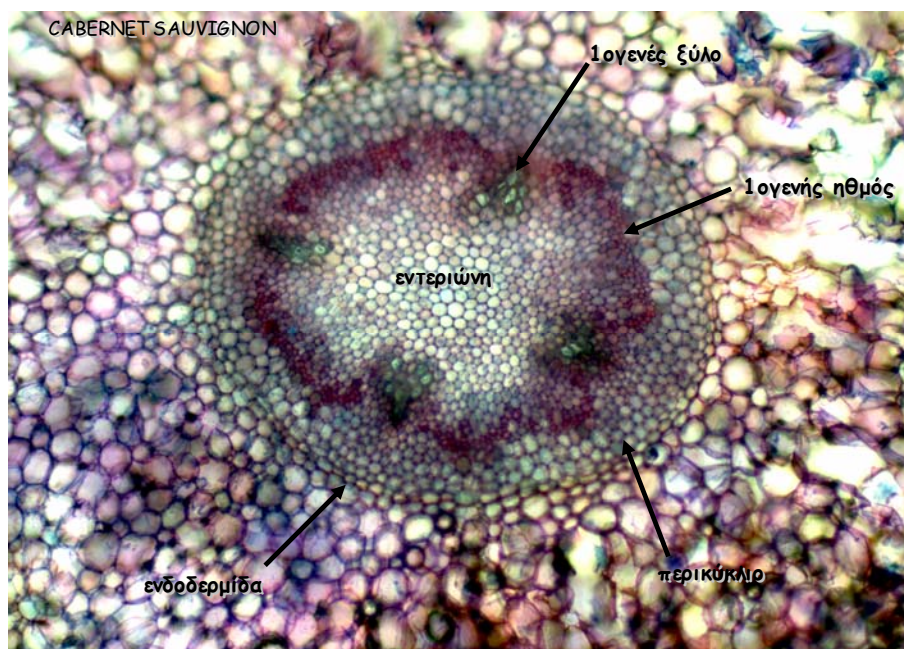
#### 3.1 ΑΝΑΤΟΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΡΙΖΑΣ ΠΟΙΚΙΛΩΝ (*V. vinifera*) ΚΑΙ ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΩΝ (*V. berlandieri* x *V. rupestris*) ΑΜΠΕΛΟΥ

##### 3.1.1 ΠΡΩΤΟΓΕΝΗΣ ΔΟΜΗ ΡΙΖΑΣ

Στα αρχικά στάδια ανάπτυξης της ρίζας ο κεντρικός κύλινδρος μόλις έχει αρχίσει να αναπτύσσεται και εμφανίζονται τα πρωτογενή αγγεία ξύλου (Εικ.24), ενώ σε πιο προχωρημένα στάδια το αγγειακό σύστημα είναι περισσότερο ανεπτυγμένο (Εικ.25).

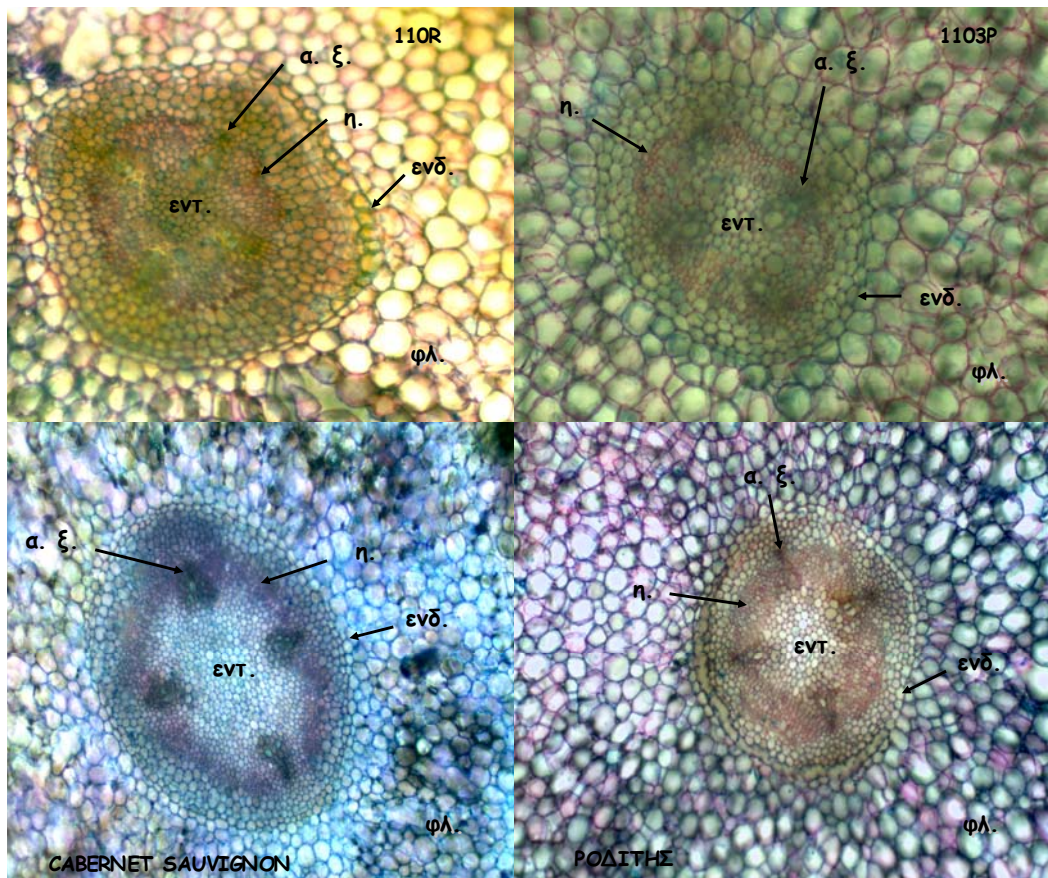


Εικόνα 24. Πρωτογενής δομή ρίζας στην ποικιλία Chardonnay (A) και το υποκείμενο 110R (B).



Εικόνα 25. Πρωτογενής δομή ρίζας στην ποικιλία Cabernet Sauvignon. Τα αγγεία του ξύλου αρχίζουν να αναπτύσσονται και να ξεχωρίζουν από αυτά του ηθμού.

Η συγκριτική μελέτη ποικιλιών *V. vinifera* και υποκειμένων *V. berlandieri* x *V. rupestris* ως προς την πρωτογενή δομή της ρίζας, δεν παρουσιάζει σημαντικές διαφορές, εκτός από το μέγεθος της εντεριώνης. Στα υποκείμενα 110R και 1103P, η εντεριώνη στην πρωτογενή δομή έχει μικρότερο μέγεθος απ' ότι στις ποικιλίες Ροδίτη, Cabernet Sauvignon (Εικ.26), Chardonnay και Σουλτανίνα. Τα αποτελέσματα αυτά φαίνεται να συμφωνούν με παλαιότερα δεδομένα (Ribereau-Gayon and Reynaud, 1971), τα οποία δείχνουν ότι το μέγεθος της εντεριώνης είναι περιορισμένο σε ορισμένα είδη αμπέλου, συμπεριλαμβανομένου του *V. berlandieri*.

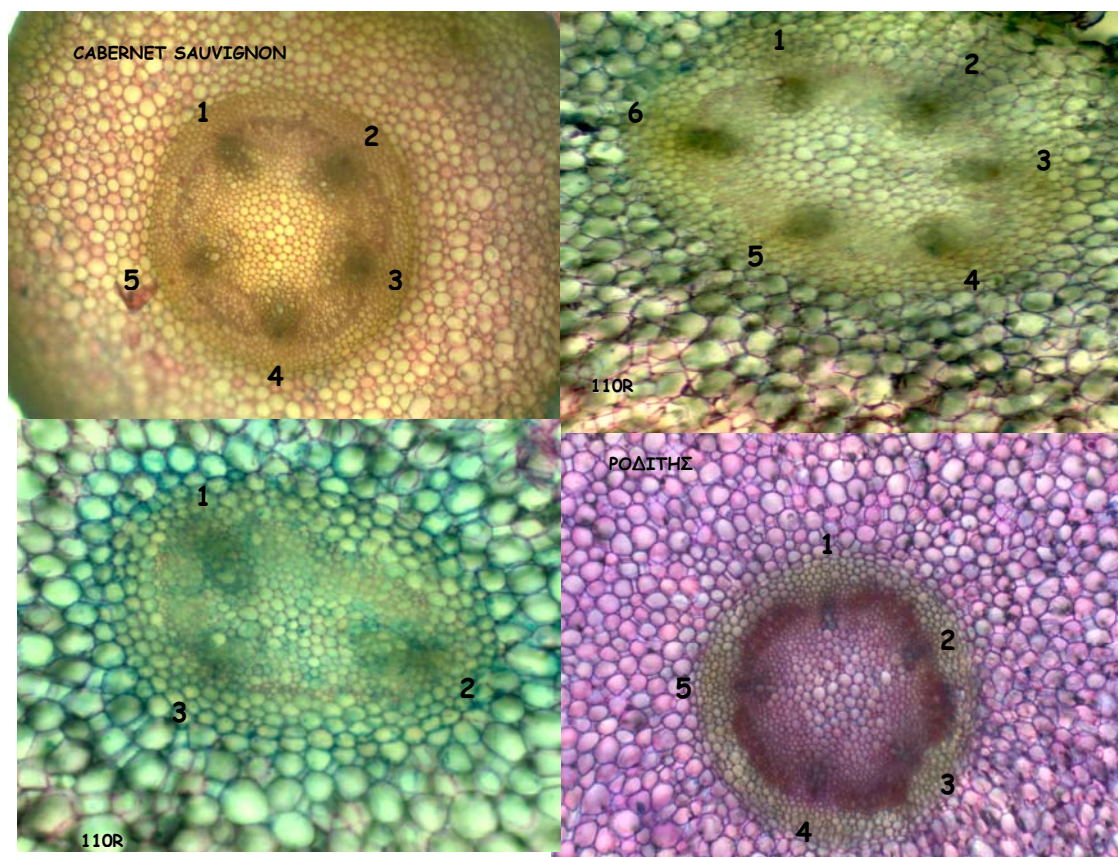


Εικόνα 26. Πρωτογενής δομή τετραρικών ριζών στα υποκείμενα 110R και 1103P και τις ποικιλίες *vinifera* Cabernet Sauvignon και Ροδίτη. (α.ξ.: αγγεία ξύλου, η.: ηθμός, ενδ.: ενδοδερμίδα, εντ.: εντεριώνη, φλ.: φλοιώδες παρέγχυμα).

Υπήρχαν διαφοροποιήσεις και ως προς τον αριθμό των ακτίνων. Παρατηρήθηκαν ρίζες με περισσότερες ή λιγότερες ακτίνες αγγείων ξύλου, ανεξάρτητα από το είδος της αμπέλου. Εγκάρσιες τομές σε υποκείμενα και ποικιλίες έδειξαν ρίζες με τρεις, πέντε και έξι ακτίνες αγγείων (Εικ.27). Η διαφορετικότητα αυτή οφείλεται πιθανότατα σε περιβαλλοντικούς παράγοντες, εκτός από την περίπτωση τριαρχικών ριζών. Υποστηρίζεται ότι ρίζες με τρεις ακτίνες αποτελούν



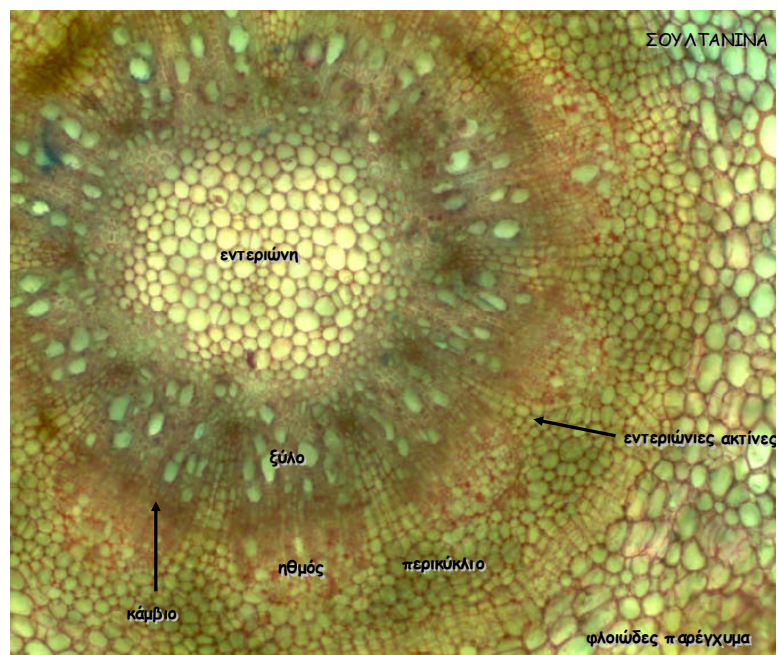
πολύ νεαρές πλάγιες ρίζες, οι οποίες τελικά θα σχηματίσουν περισσότερες ακτίνες κατά την ανάπτυξή τους (Αϊβαλάκις, 1998). Αντίθετα, οι πολυαρχικές ρίζες είναι πολύ πιθανό να οφείλονται σε κακή στήριξη του φυτού κατά την ανάπτυξη του, με αποτέλεσμα να δημιουργεί περισσότερες δεσμίδες ξύλου (Αϊβαλάκις, 1998).



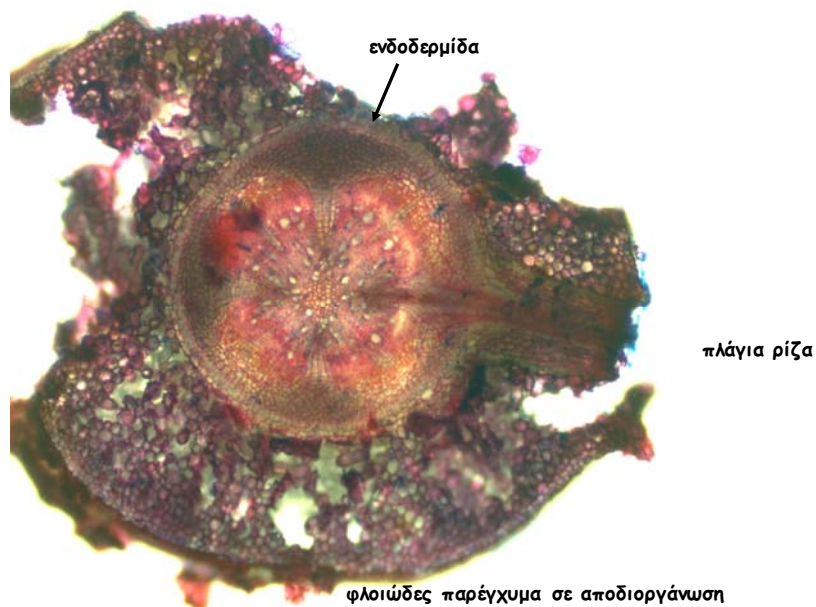
**Εικόνα 27.** Πρωτογενείς δομές ρίζας υποκειμένων και ποικιλιών *vinifera*. Στις φωτογραφίες διακρίνονται τομές πολυαρχικών ριζών των ποικιλιών *vinifera* Cabernet Sauvignon και Ροδίτη και πολυαρχικής και τριαρχικής ρίζας του υποκειμένου 110R.

#### 3.1.2 ΔΕΥΤΕΡΟΓΕΝΗΣ ΔΟΜΗ ΡΙΖΑΣ

Για τη μελέτη της δευτερογενούς δομής των ριζών πραγματοποιήθηκαν εγκάρσιες τομές σε απομακρυσμένο σημείο από το ακρορίζιο. Ανατομικά, η δευτερογενής δομή της ρίζας και του βλαστού δεν παρουσιάζει διαφορές ως προς τη θέση ηθμού και ξύλου. Οι ρίζες σε αυτή τη φάση έχουν πλήρως αναπτυγμένο καμβιακό δακτύλιο και συνεπώς δευτερογενές ξύλο και ηθμό (Εικ.28). Τα κύτταρα του περικυκλίου και της εντεριώνης εγκλείουν μεγάλο αριθμό αμυλόκοκκων (Εικ.30&31). Παράλληλα, παρατηρείται αποδιοργάνωση του φλοιώδους παρεγχύματος (Εικ.29&30), η οποία οδηγεί στην δημιουργία περιδέρματος.

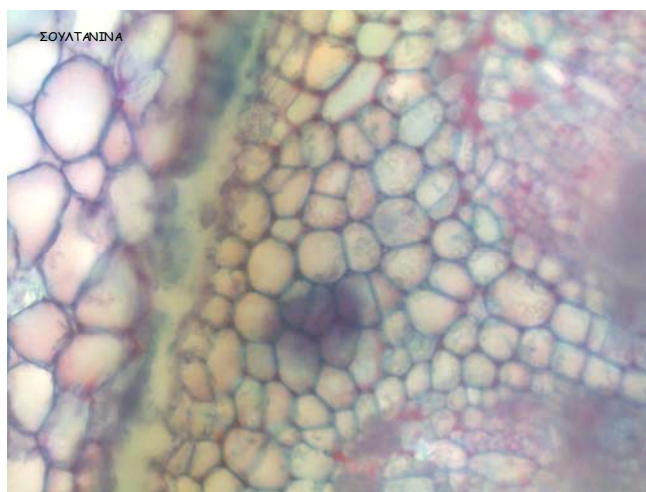


**Εικόνα 28.** Απεικόνιση δευτερογενούς δομής ρίζας ποικιλίας *vinifera* Σουλτανίνα. Διακρίνονται το φλοιώδες παρέγχυμα πριν την αποδιοργάνωση του, τα κύτταρα του περικυκλίου, το κάμβιο, ο ηθμός, τα πρωτογενή και δευτερογενή αγγεία του ξύλου, οι εντεριόνιες ακτίνες και η εντεριώνη.

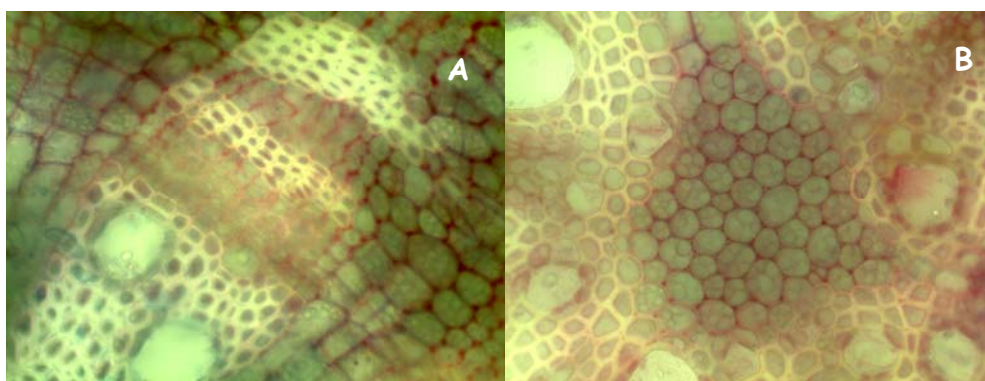


**Εικόνα 29.** Φλοιώδες παρέγχυμα της ποικιλίας *vinifera* Chardonnay σε πλήρη αποδιοργάνωση. Πλάγια ρίζα αναπτύσσεται από κύτταρα του περικυκλίου.

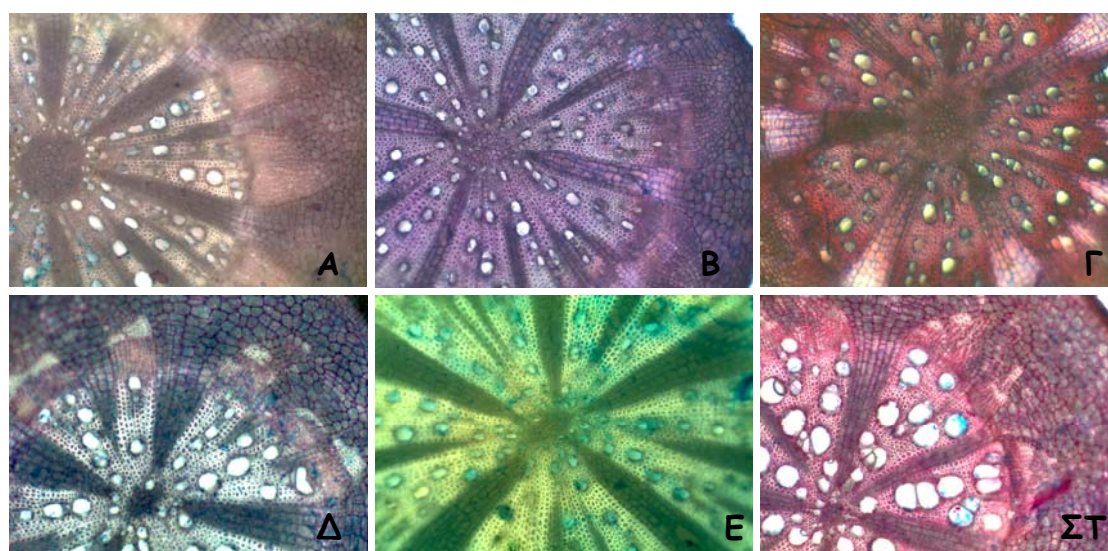




Εικόνα 30. Αποκόλληση φλοιώδους παρεγχύματος. Στα κύτταρα του περικυκλίου διακρίνονται αμυλόκοκκοι.



Εικόνα 31. Α: ηθμαγγειώδης δεσμίδα σε δευτερογενή δομή με μεγέθυνση 40X. Τα κύτταρα του περικυκλίου περιέχουν αμυλόκοκκους, Β: εντεριώνη σε ρίζα με δευτερογενή δομή με μεγέθυνση 40X, στα κύτταρα της παρατηρούνται αμυλόκοκκοι.

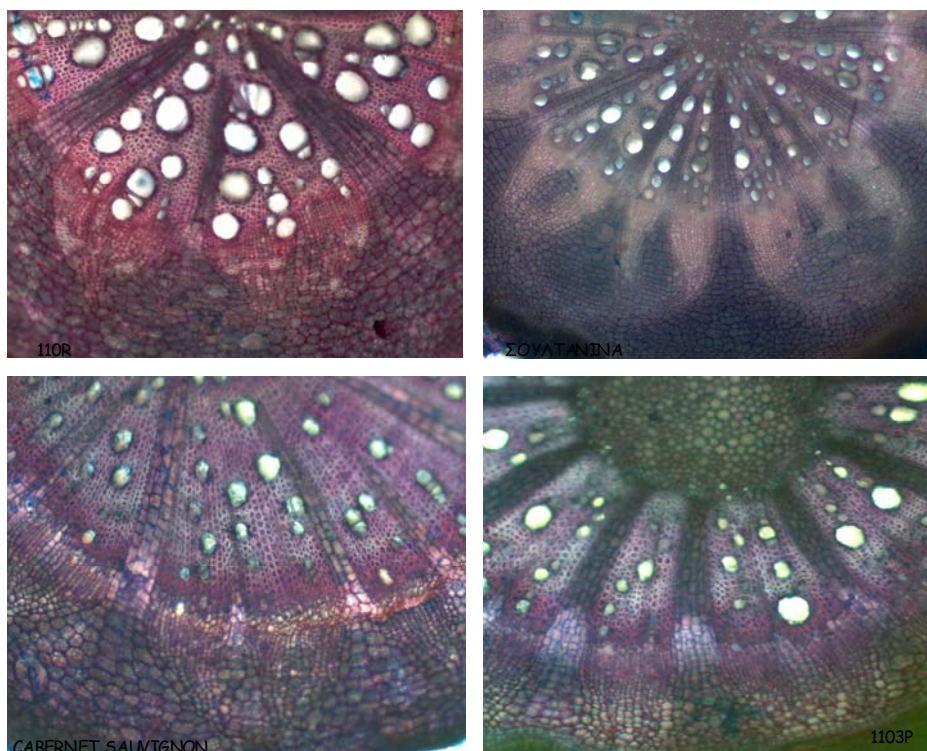


Εικόνα 32. Δευτερογενής δομή ποικιλιών *vinifera* και υποκειμένων *V. berlandieri* x *V. rupestris*. Το μέγεθος της εντεριώνης φαίνεται να διαφέρει ανάμεσα στις ποικιλίες και τα υποκείμενα. Α: Σουλτανίνα, Β: Cabernet Sauvignon, Γ: Ροδίτης, Δ: 1103Ρ, Ε: Chardonnay, ΣΤ: 110R.

Η συγκριτική μελέτη της δευτερογενούς δομής της ρίζας στις ποικιλίες *vinifera* και τα υποκείμενα *V. berlandieri* x *V. rupestris* που μελετήθηκαν παρουσιάζει ορισμένες διαφορές (Εικ.32&33). Σε γενικές γραμμές, η ανατομία του κεντρικού κυλίνδρου ρίζας με δευτερογενή δομή μεταξύ των υπό μελέτη ποικιλιών και των υποκειμένων δε διαφέρει σημαντικά μεταξύ τους. Παρουσιάζονται όμως, διαφοροποιήσεις ως προς το μέγεθος της εντεριώνης. Συγκεκριμένα, η εντεριώνη στη δευτερογενή δομή των υποκειμένων 110R και 1103P εμφανίζεται μικρότερη σε μέγεθος σε σχέση με αυτή των ποικιλιών Σουλτανίνα, Cabernet Sauvignon και Ροδίτη (Εικ.32). Οι παρατηρήσεις αυτές φαίνεται να συμφωνούν με τα αποτελέσματα των Ribereau-Gayon και Reynaud (1971), οι οποίοι υποστηρίζουν ότι το μέγεθος της εντεριώνης είναι περιορισμένο σε ορισμένα είδη αμπέλου, συμπεριλαμβανομένου του *V. berlandieri*.

Διαφορές παρατηρούνται στο μέγεθος της εντεριώνης στην πρωτογενή και δευτερογενή δομή της ρίζας. Η εντεριώνη στη δευτερογενή δομή της ρίζας των υποκειμένων φαίνεται να καλύπτει σημαντικά μικρότερο μέρος του κεντρικού κυλίνδρου (Εικ.26; 32Δ&ΣΤ) σε σχέση με την πρωτογενή δομή. Το ίδιο συμβαίνει και μεταξύ των ποικιλιών (Εικ.26; 32 Α,Β,Γ&Ε).

Τέλος, η διαμόρφωση του σχήματος και της μορφής των ηθμαγγειωδών δεσμίδων αλλά και των εντεριώνιων ακτίνων δεν είναι ομοιόμορφη σε όλες τις ποικιλίες και τα υποκείμενα (Εικ.33). Σε κάθε ποικιλία και υποκείμενο που μελετήθηκε, το μέγεθος των δεσμίδων και των ακτίνων φαίνεται να διαφέρει σημαντικά (Εικ.33). Οι Ribereau-Gayon και Reynaud (1971), υποστηρίζουν ότι στο είδος *V. rupestris* παράγεται περισσότερο ξύλο και στο είδος *V. vinifera* οι εντεριώνιες ακτίνες είναι μεγαλύτερου πλάτους από τα είδη *V. rupestris*, *riparia* και *berlandieri* που εμφανίζονται πιο στενές, με αποτέλεσμα να αιτιολογούνται ορισμένες ανατομικές διαφοροποιήσεις μεταξύ ποικιλιών και υποκειμένων.

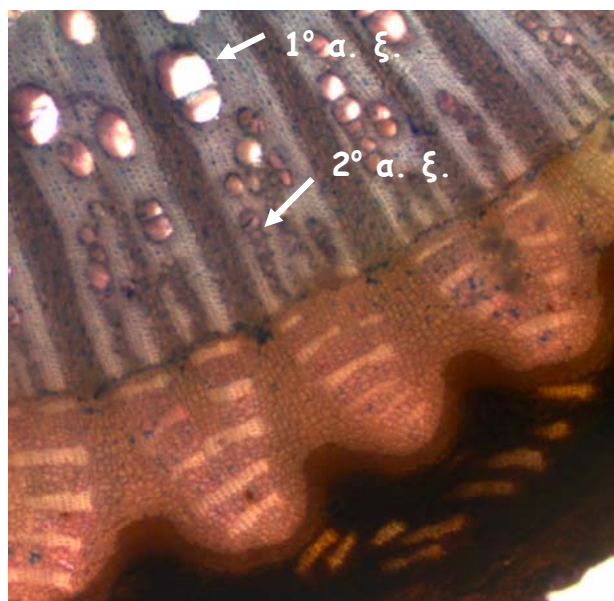


Εικόνα 33. Δευτερογενής δομή τριών ποικιλιών *vinifera* και ενός υποκειμένου. Δεν παρουσιάστηκαν σημαντικές διαφοροποιήσεις ως προς τη δομή τους. Α: 110R, Β: Σουλτανίνα, Γ: Cabernet Sauvignon, Δ: Ροδίτης.

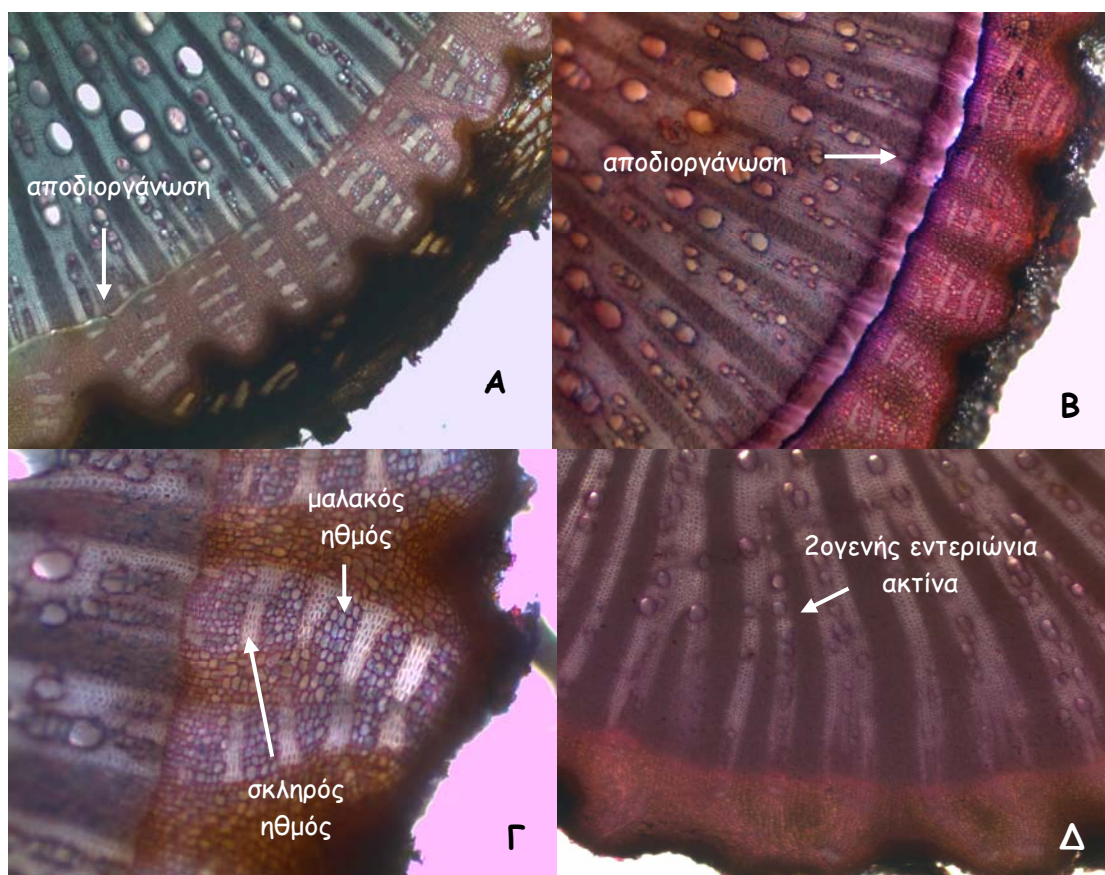
### 3.1.3 ΞΥΛΟΠΟΙΗΜΕΝΕΣ ΡΙΖΕΣ

Εγκάρσιες τομές πραγματοποιήθηκαν σε ξυλοποιημένες ρίζες του υποκειμένου 110R. Η ανατομία της ξυλοποιημένης ρίζας είναι παρόμοια με αυτήν του βλαστού. Το φλοιώδες παρέγχυμα έχει ήδη αποκοπεί, φαίνονται πολλαπλά στρώματα μαλακού και σκληρού ηθμού, τα αγγεία του ξύλου διακρίνονται εμφανώς σε πρωτογενή και δευτερογενή δομή (Εικ.33&34) και εμφανίζονται δευτερογενείς εντεριόνιες ακτίνες (Εικ.35Δ). Η συνεχής παραγωγή δευτερογενούς ηθμού έχει ως αποτέλεσμα τη συμπίεση των κυττάρων του πρωτογενούς, η οποία οδηγεί στην καταστροφή και αποκόλληση τους (Εικ.35Α&Β).





Εικόνα 34. Ξυλοποιημένη ρίζα του υποκειμένου 110R. Διακρίνονται ευκρινώς τα πρωτογενή και δευτερογενή αγγεία του ξύλου όπως και τα πολλαπλά στρώματά μαλακού και σκληρού ηθμού.



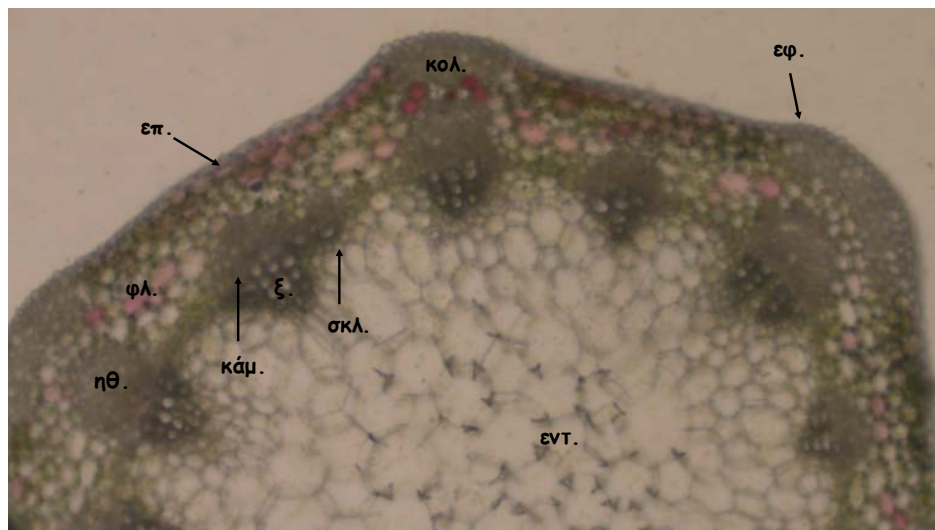
Εικόνα 35. Α και Β: αποδιοργάνωση και αποκόλληση του ηθμού πολύ κοντά στο κάμβιο. Γ: δευτερογενής δομή ηθμού με μεγέθυνση 40X. Δ: ανάπτυξη δευτερογενούς εντερώνιας ακτίνας.



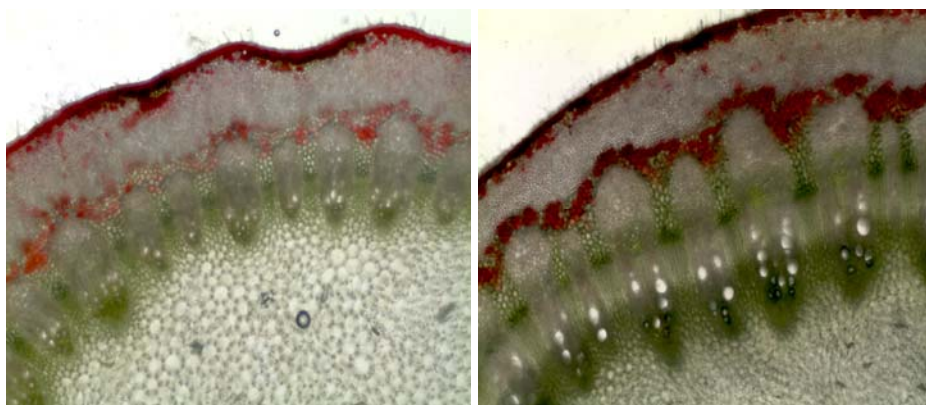
### 3.2 ΑΝΑΤΟΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΒΛΑΣΤΟΥ ΠΟΙΚΙΛΩΝ (*V. vinifera*) ΚΑΙ ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΩΝ (*V. berlandieri* x *V. rupestris*) ΑΜΠΕΛΟΥ

#### 3.2.1 ΠΡΩΤΟΓΕΝΗΣ ΔΟΜΗ ΒΛΑΣΤΟΥ

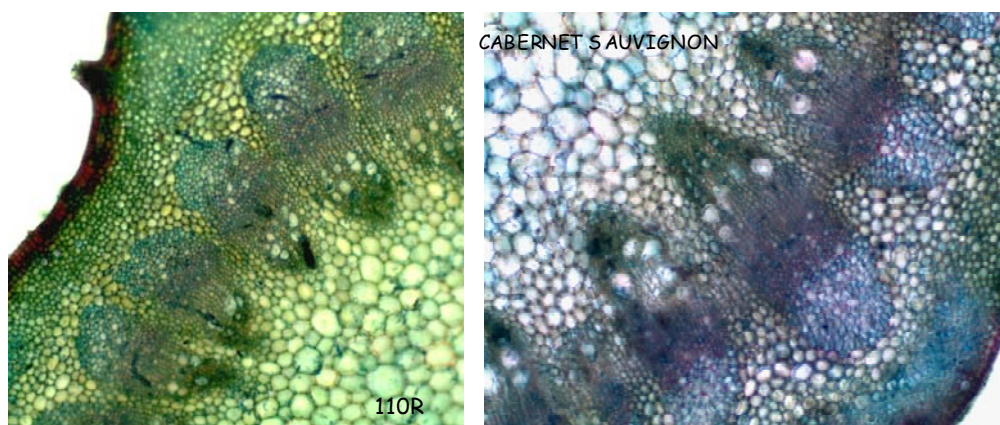
Εγκάρσιες τομές πραγματοποιήθηκαν κοντά στην κορυφή του βλαστού για την παρατήρηση της πρωτογενούς δομής. Η ανατομία του βλαστού δεν παρουσιάζει διαφορές ανάμεσα στις ποικιλίες και τα υποκείμενα που μελετήθηκαν (Εικ.38). Ο φλοιός του πρωτογενούς βλαστού αποτελείται από παρεγχυματικά κύτταρα, τα οποία περιέχουν ανθοκυάνες και χλωροπλάστες (Εικ.36&37).



**Εικόνα 36.** Πρωτογενής δομή βλαστού ποικιλίας *vinifera*. Ο φλοιός αποτελείται από την εφουμενίδα, την επιδερμίδα και το φλοιώδες παρέγχυμα. Τα κύτταρα της επιδερμίδας με κόκκινο χρώμα περιέχουν ανθοκυάνες, ενώ αυτά με πράσινο χρώμα περιέχουν χλωροπλάστες. Ο κεντρικός κύλινδρος αποτελείται από τον ηθμό, το ξύλο, το κάμβιο και την εντεριώνη. (εντ.: εντεριώνη, επ.: επιδερμίδα, εφ.: εφουμενίδα, ηθ.: ηθμός, κάμ.: κάμβιο, κολ.: κολλέγχυμα, ξ.: ξύλο, σκλ.: σκληρέγχυμα, φλ.: φλοιώδες παρέγχυμα).



**Εικόνα 37.** Πρωτογενής δομή βλαστού υποκειμένου 110R. Έντονη είναι η περιεκτικότητα του φλοιώδους παρεγχύματος σε ανθοκυάνες και χλωροπλάστες.

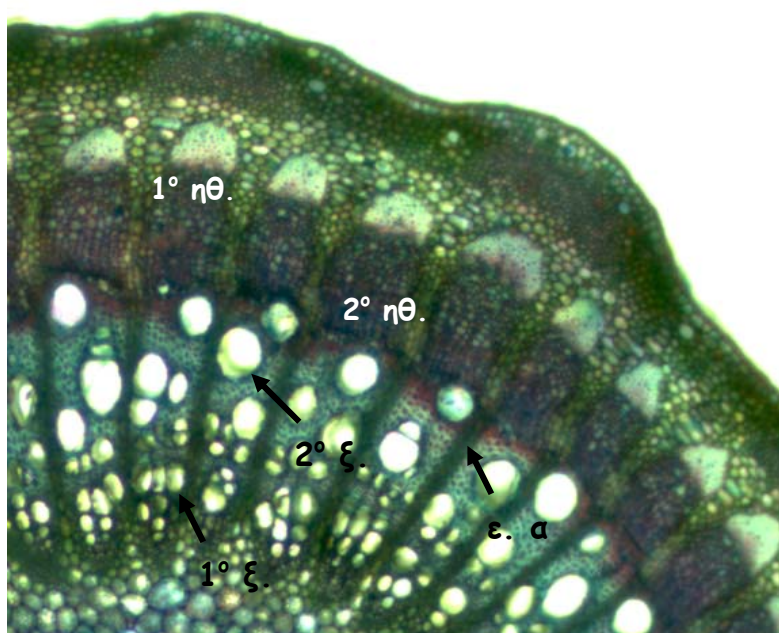


**Εικόνα 38.** Τα ανατομικά χαρακτηριστικά της πρωτογενούς δομής του βλαστού είναι τα ίδια στις ποικιλίες *vinifera* και τα υποκείμενα που μελετήθηκαν.

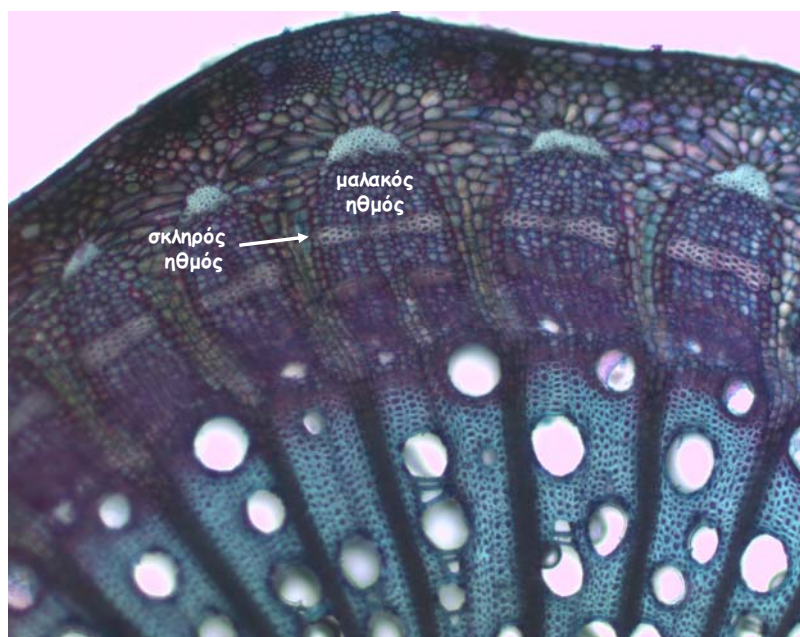
Για τη στήριξη του πρωτογενούς βλαστού συχνά παρατηρούνται στηρικτικοί ιστοί όπως το κολλέγχυμα ή/και το σκληρέγχυμα (Εικ.36). Ο βλαστός αποτελείται από ανεξάρτητες ηθαγγειώδεις δεσμίδες. Το κάμβιο συναντάται μεταξύ πρωτογενούς ηθμού και ξύλου και η εντεριώνη καταλαμβάνει το μεγαλύτερο μέρος του κεντρικού κυλίνδρου (Εικ.36&37).

#### 3.2.2 ΔΕΥΤΕΡΟΓΕΝΗΣ ΔΟΜΗ ΒΛΑΣΤΟΥ

Εγκάρσιες τομές πραγματοποιήθηκαν σε σημεία απομακρυσμένα από την κορυφή του βλαστού, ώστε να αποδοθεί η δευτερογενής δομή. Η παρατήρηση των υπό μελέτη ποικιλιών και υποκειμένων ως προς την ανατομική τους δομή, φαίνεται να μην παρουσιάζει διαφορές (Εικ.41). Τα κύτταρα του καμβίου διαιρούνται για το σχηματισμό δευτερογενούς ηθμού προς την περιφέρεια του βλαστού και δευτερογενούς ξύλου εσωτερικά (Εικ.39&40). Μεταξύ των ηθαγγειωδών δεσμίδων δημιουργούνται νέες δεσμίδες (Εικ.39&40). Η εντεριώνη αποτελεί μικρότερο μέρος του κεντρικού κυλίνδρου σε σχέση με την πρωτογενή δομή (Εικ.41) και συνδέεται με το φλοιό μέσω των εντεριώνων ακτίνων (Εικ.39).

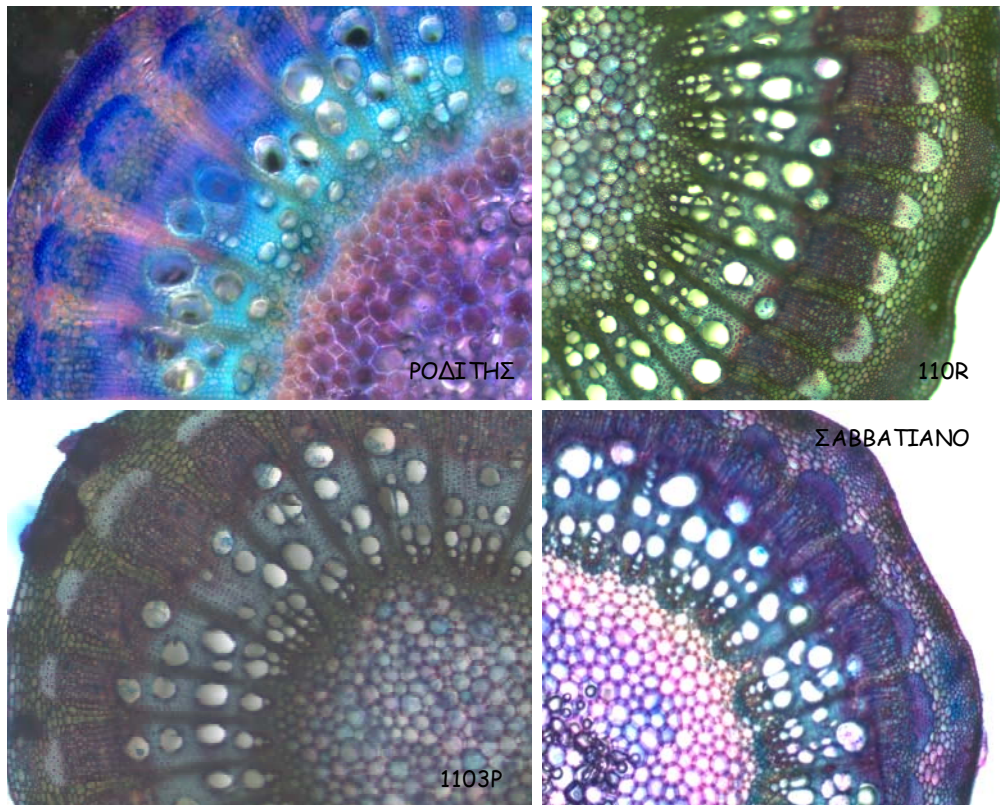


**Εικόνα 39.** Δευτερογενής δομή βλαστού στο υποκείμενο 110R. Σχηματισμός δευτερογενούς ηθμού και ξύλου από το κάμβιο (1° ηθ.: πρωτογενής ηθμός, 1° ξ.: πρωτογενές ξύλο, 2° ηθ.: δευτερογενής ηθμός, 2° ξ.: δευτερογενές ξύλο, ε. α.: εντεριόνιες ακτίνες).



**Εικόνα 40.** Δευτερογενής δομή βλαστού στο υποκείμενο 1103P. Έχουν αναπτυχθεί στρώματα σκληρού και μαλακού ηθμού (δευτερογενής ηθμός).





**Εικόνα 41.** Η συγκριτική ανατομική μελέτη της δευτερογενούς δομής του βλαστού των ποικιλιών *vinifera* Ροδίτη και Σαββατιανό και των υποκειμένων *V. berlandieri* x *V. rupestris* 110R και 1103P δεν παρουσιάζει διαφορές.

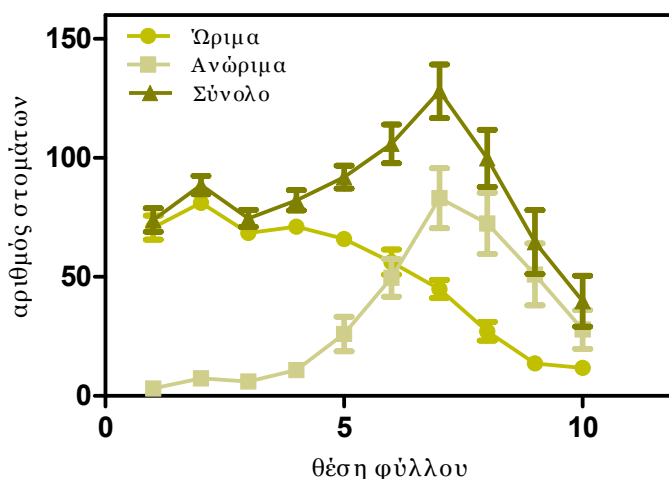
## 3.3 ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΣΤΟΜΑΤΩΝ ΣΤΑ ΦΥΛΛΑ ΑΜΠΕΛΟΥ

## 3.3.1 ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΣΤΟΜΑΤΩΝ ΣΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΤΩΝ ΦΥΛΛΩΝ

**ΣΟΥΛΤΑΝΙΝΑ**

Η αυξητική πορεία του συνολικού αριθμού των στομάτων ξεκινάει από το φύλλο του ένατου κόμβου και κορυφώνεται σε αυτό του έβδομου, όπου παρουσιάζει το μέγιστο αριθμό στομάτων (Σχ.1). Στο φύλλο του ένατου κόμβου αρχίζει η αύξηση των ανώριμων στομάτων, λόγω της συνεχούς δημιουργίας νέων, η οποία ολοκληρώνεται στο φύλλο του έβδομου κόμβου. Μείωση του αριθμού των ανώριμων και του συνολικού αριθμού των στομάτων παρατηρείται από το φύλλο του έβδομου κόμβου και μετά διότι φαίνεται να σταματά η δημιουργία νέων στομάτων. Ταυτόχρονα, ο αριθμός των ώριμων στομάτων παρουσιάζει μικρή αύξηση, η οποία φαίνεται να οφείλεται στην ανάπτυξη των ανώριμων στομάτων σε ώριμα, αλλά δεν μεταβάλλεται σημαντικά, πιθανώς λόγω της ταυτόχρονης αύξησης της επιφάνειας των φύλλων.

Τα νεαρά φύλλα της ποικιλίας Σουλτανίνα έχουν μικρότερη πυκνότητα στομάτων (68 στόματα/mm<sup>2</sup>) από τα ενήλικα φύλλα (79 στόματα/mm<sup>2</sup>), ενώ τα ώριμα φύλλα παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη πυκνότητα στομάτων (102 στόματα/mm<sup>2</sup>) (Σχ.1).



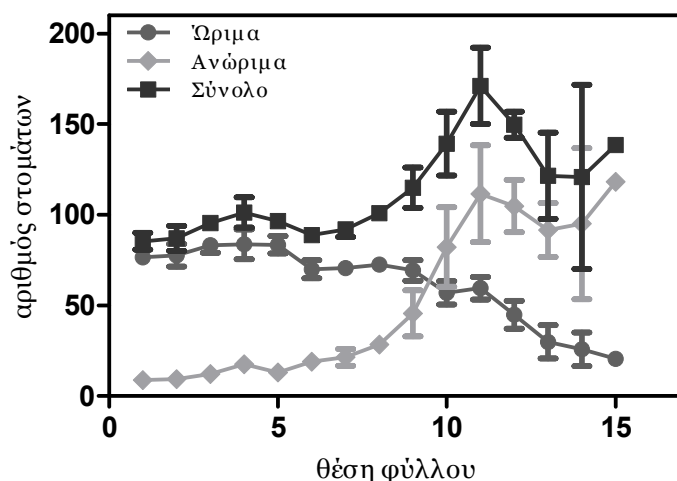
Σχήμα 1. Αναπτυξιακή πορεία των στομάτων στα φύλλα των βλαστών της ποικιλίας Σουλτανίνα

**CHARDONNAY**

Στα φύλλα της ποικιλίας Chardonnay ο συνολικός αριθμός αλλά και ο αριθμός των ανώριμων στομάτων φαίνεται να αυξάνονται μέχρι και τον ενδέκατο κόμβο (Σχ.2). Από τον ενδέκατο κόμβο και μετά, δηλαδή στα ώριμα και ενήλικα

φύλλα του βλαστού, τα ανώριμα στόματα μειώνονται σημαντικά, ενώ τα ώριμα παρουσιάζουν μικρή αύξηση λόγω της αναπτυξιακής πορείας των στομάτων και των φύλλων.

Σε αντίθεση με τα φύλλα της ποικιλίας Σουλτανίνα, η πυκνότητα των στομάτων των φύλλων της ποικιλίας Chardonnay είναι αυξημένη. Η ολοκλήρωση της δημιουργίας νέων στομάτων φαίνεται να συμβαίνει στον ενδέκατο κόμβο (νωρίτερα από τη Σουλτανίνα), ενώ η ανάπτυξη τους ολοκληρώνεται στους υπόλοιπους κόμβους. Τα νεαρά φύλλα του βλαστού παρουσιάζουν αυξημένο συνολικό αριθμό στομάτων (132 στόματα/mm<sup>2</sup>), ο οποίος μειώνεται στα ώριμα (118 στόματα/mm<sup>2</sup>) και τα ενήλικα φύλλα (93 στόματα/mm<sup>2</sup>) του βλαστού (Σχ.2).



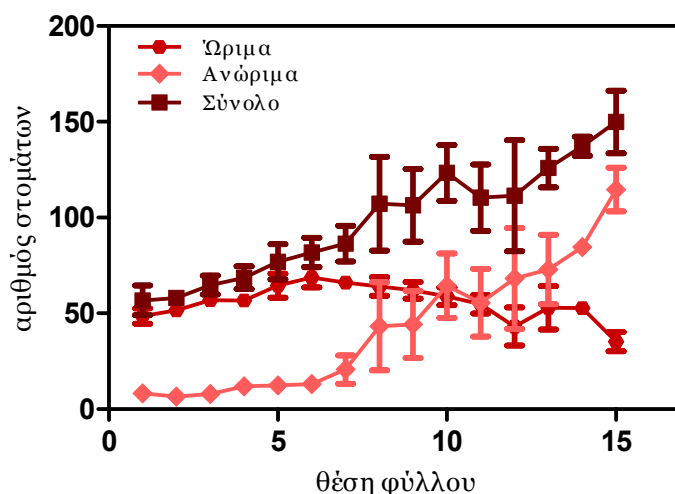
Σχήμα 2. Αναπτυξιακή πορεία των στομάτων στα φύλλα των βλαστών της ποικιλίας Chardonnay

## CABERNET SAUVIGNON

Παρόμοια αποτελέσματα με την ποικιλία Chardonnay παρουσιάστηκαν και στην περίπτωση της ποικιλίας Cabernet Sauvignon. Οι μετρήσεις παρουσίασαν αυξημένο συνολικό αριθμό στομάτων στα νεαρά φύλλα του βλαστού ο οποίος μειώνεται βασιπέταλα (Σχ.3). Κατά την ανάπτυξη των φύλλων, τα ανώριμα στόματα των νεαρών φύλλων εξελίχθηκαν σε ώριμα, με αποτέλεσμα να παρουσιάζεται μείωση του αριθμού των ανώριμων στομάτων στο φύλλο του δεκάτου τετάρτου κόμβου. Η δημιουργία των ανώριμων στομάτων φαίνεται να έχει σταματήσει στο φύλλο του δωδέκατου κόμβου, όπου ο αριθμός τους μειώνεται ενώ ο αριθμός των ώριμων στομάτων παρουσιάζει περιορισμένη αύξηση.

Στα νεαρά φύλλα παρατηρείται αυξημένη πυκνότητα στομάτων (131 στόματα/mm<sup>2</sup>), ενώ όσο πλησιάζουμε προς τη βάση του βλαστού ο αριθμός αυτός

μειώνεται. Έτσι, στα ώριμα φύλλα ο συνολικός αριθμός φθάνει τα 99 στόματα/mm<sup>2</sup> ενώ στα ενήλικα φύλλα τα 62 στόματα/mm<sup>2</sup>.



Σχήμα 3. Αναπτυξιακή πορεία των στομάτων στα φύλλα των βλαστών της ποικιλίας Cabernet Sauvignon

### ΣΟΥΛΤΑΝΙΝΑ-CHARDONNAY-CABERNET SAUVIGNON

Οι μεταβολές της πυκνότητας των στομάτων στη διάρκεια ανάπτυξης των φύλλων εμφανίζεται σε γενικές γραμμές κοινή στις τρεις ποικιλίες που μελετήθηκαν. Υπήρξαν διαφοροποιήσεις ως προς την πυκνότητα των στομάτων στα φύλλα της κάθε ποικιλίας. Οι ποικιλίες Chardonnay και Cabernet Sauvignon παρουσιάζουν αυξημένο συνολικό αριθμό στομάτων σε σχέση με την ποικιλία Σουλτανίνα, διότι στις δύο αυτές ποικιλίες φαίνεται να δημιουργούνται περισσότερα στόματα στα νεαρά φύλλα (Πίν.2). Τέλος, παρατηρήθηκε ότι στους βλαστούς με περισσότερους κόμβους, τα ανώριμα στόματα αναπτύσσονται σε ώριμα πολύ νωρίτερα.

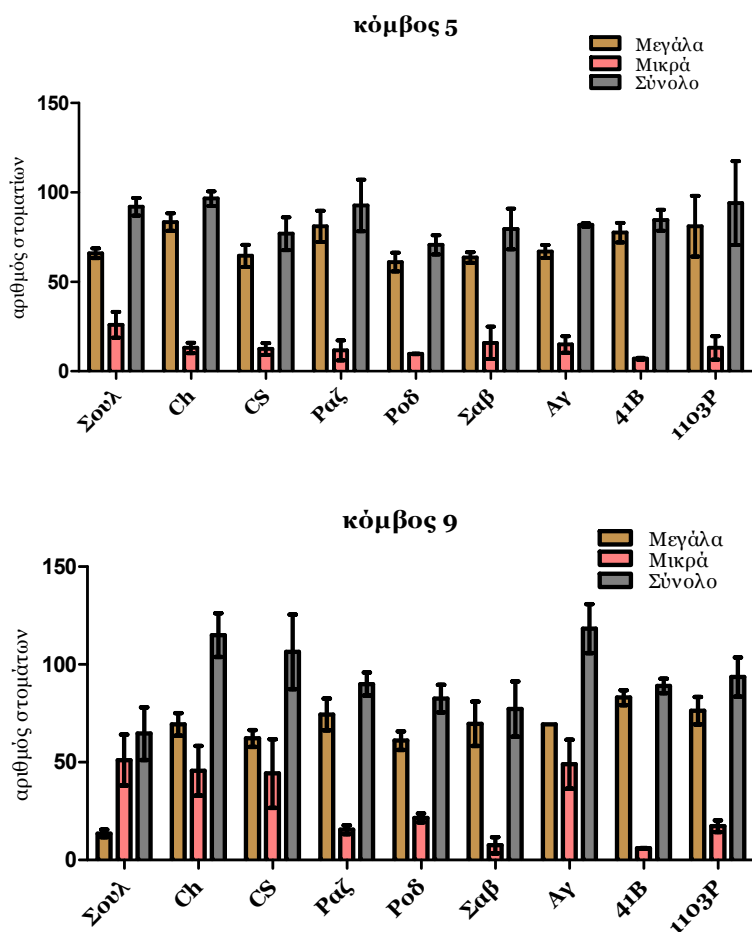
**Πίνακας 2.** Σύγκριση του μέγιστου (max) και ελάχιστου (min) αριθμού των ώριμων, ανώριμων και συνολικών στομάτων (στόματα/mm<sup>2</sup>) στις ποικιλίες Σουλτανίνα, Chardonnay και Cabernet Sauvignon (Cab. Sauv.). (Σ<sub>T</sub>: συνολικός αριθμός στομάτων, Σ<sub>M</sub>: συνολικός αριθμός ώριμων στομάτων, Σ<sub>m</sub>: συνολικός αριθμός ανώριμων στομάτων)

ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ	ΧΝΟΑΣΜΟΣ	Σ <sub>Tmax</sub>	Σ <sub>Mmax</sub>	Σ <sub>mmax</sub>	Σ <sub>Tmin</sub>	Σ <sub>Mmin</sub>	Σ <sub>umin</sub>
Σουλτανίνα	-	128	81	83	40	12	3
Chardonnay	+	171	84	118	85	21	9
Cab. Sauv.	+++	150	69	115	57	35	7

### ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ & ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΑ

Γενικά, η μέτρηση των στομάτων στις ποικιλίες αμπέλου έδειξε ότι η δημιουργία τους πραγματοποιείται στα νεαρά φύλλα. Κατά την ανάπτυξη των φύλλων αυξάνεται το μέγεθος των στομάτων, με αποτέλεσμα τα ανώριμα στόματα

σταδιακά να εξελίσσονται σε ώριμα. Έτσι, τα νεαρά φύλλα έχουν κυρίως ανώριμα στόματα ενώ τα ενήλικα φύλλα κυρίως ώριμα (σημαντικό για  $P < 0.01$ ) (Σχ.4), αφού δε δημιουργούνται πλέον νέα. Στην περίπτωση των υποκειμένων όμως, δεν υπάρχει ξεκάθαρη εικόνα ως προς τις μεταβολές της πυκνότητας των στομάτων, διότι δεν παρατηρείται σημαντική διαφοροποίηση στα φύλλα που εξετάστηκαν (Σχ.4) και κρίνεται απαραίτητη περαιτέρω διερεύνηση.



**Σχήμα 4.** Αναπτυξιακή πορεία των στομάτων των ποικιλιών *vinifera* Σουλτανίνα (Σουλ), Chardonnay (Ch), Cabernet Sauvignon (CS), Ραζακί (Ραζ), Ροδίτης (Ροδ), Σαββατιανό (Σαβ), Αγιωργίτικο (Αγ) και υποκειμένων 41B και 1103P.

Ο χνοασμός των φύλλων της αμπέλου φαίνεται να επηρεάζει την πυκνότητα των στομάτων. Σε ποικιλίες αμπέλου χωρίς χνοασμό, όπως η Σουλτανίνα και το Ραζακί παρατηρείται περιορισμένος συνολικός αριθμός στομάτων. Αντιθέτως, ποικιλίες αλλά και υποκείμενα με χνοασμό, όπως το Chardonnay, το Cabernet Sauvignon και το Αγιωργίτικο παρουσιάζουν σημαντικά αυξημένη πυκνότητα στομάτων (Σχ.4). Εξαιρέση φαίνεται να αποτελεί η ποικιλία Σαββατιανό και Ροδίτης,

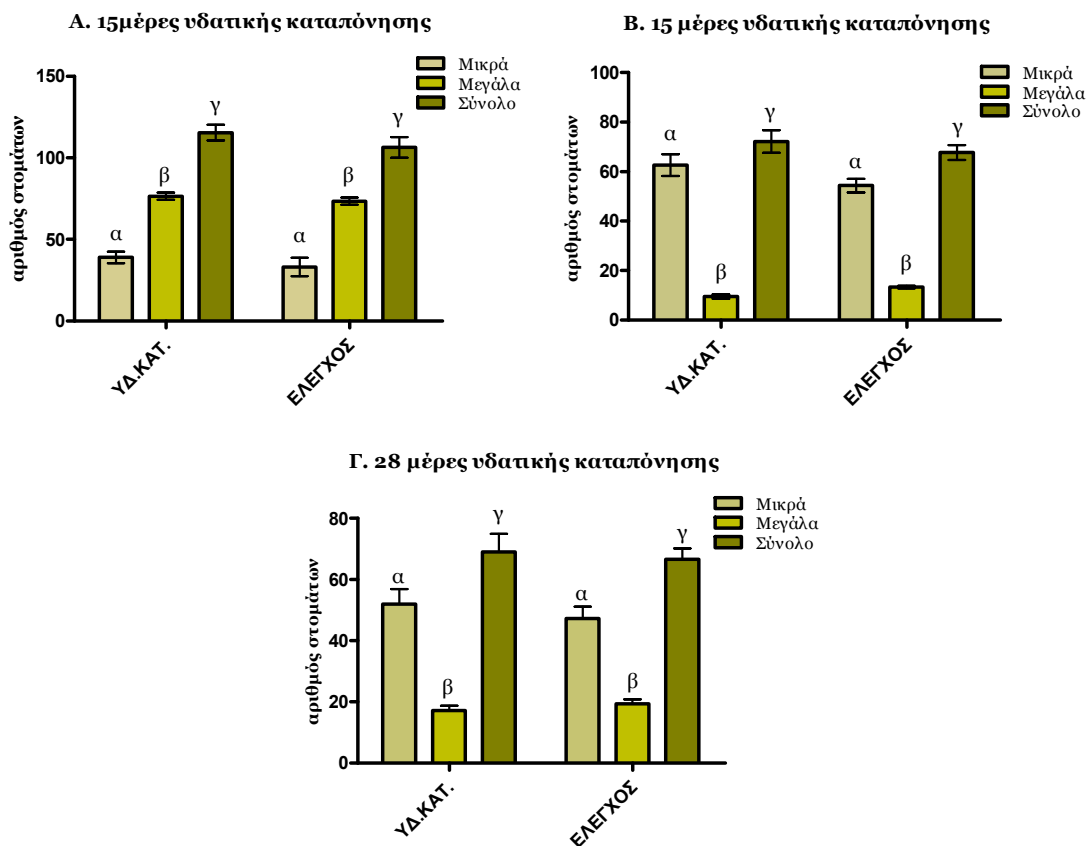


οι οποίες αν και φέρουν χνοασμό στα φύλλα τους παρουσιάζουν περιορισμένη πυκνότητα στομάτων.

#### 3.3.2 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΥΔΑΤΙΚΗΣ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗΣ ΣΤΗΝ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΣΤΟΜΑΤΩΝ

Κατά την υδατική καταπόνηση αρχικά επηρεάστηκε η ανάπτυξη των φυτών, με αποτέλεσμα να περιοριστεί η βλάστηση. Με τον περιορισμό της βλάστησης το φυτό εξοικονομεί νερό, ώστε να αποφευχθεί ο κίνδυνος της αφυδάτωσης (Klamkowski and Treder, 2006; Xu and Zhou, 2008).

Τα ώριμα φύλλα δε φαίνεται να επηρεάστηκαν σημαντικά από την υδατική καταπόνηση. Η πυκνότητα των στομάτων τους παρουσίασε μη σημαντική αύξηση ( $P < 0.01$ ), και το μέγεθος του φύλλου ήταν ελάχιστα μικρότερο (μη σημαντικό για  $P < 0.01$ ) (Σχ.5). Μη σημαντικές διαφοροποιήσεις ως προς την πυκνότητα των στομάτων παρατηρήθηκαν και στα νεαρά φύλλα του βλαστού. Η υδατική καταπόνηση προκάλεσε μη σημαντική αύξηση στον αριθμό των συνολικών και ανώριμων στομάτων ( $P < 0.01$ ), ενώ παρατηρήθηκε μη σημαντική αύξηση των ώριμων στομάτων στα φύλλα χωρίς υδατική καταπόνηση ( $P < 0.01$ ) (Σχ.5).



**Σχήμα 5.** Επίδραση της υδατικής καταπόνησης στη πυκνότητα των στομάτων των φύλλων στην ποικιλία Σουλτανίνα (το ίδιο γράμμα πάνω στις στήλες δηλώνει ασήμαντες στατιστικές διαφορές) Α: μετά από 15 ημέρες υδατικής καταπόνησης μετρήθηκε η πυκνότητα των στομάτων σε ώριμα φύλλα του βλαστού. Β: μετά από 15 ημέρες υδατικής καταπόνησης προσδιορίστηκε η πυκνότητα των στομάτων σε νεαρά φύλλα του βλαστού. Γ: μετά από 28 μέρες υδατικής καταπόνησης προσδιορίστηκε η πυκνότητα σε νεαρά φύλλα του βλαστού.

#### 4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

##### 4.1. ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΡΙΖΑΣ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ ΚΑΙ ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΩΝ ΑΜΠΕΛΟΥ

Η συγκριτική ανατομική και μορφολογική μελέτη της ρίζας των ποικιλιών Σουλτανίνα, Chardonnay, Cabernet Sauvignon και Ροδίτη και των υποκειμένων 110R και 1103P παρουσίασε ορισμένες διαφοροποιήσεις κυρίως ως προς το μέγεθος της εντεριώνης. Οι ρίζες με πρωτογενή αλλά και δευτερογενή δομή των υποκειμένων φαίνεται να έχουν μικρότερο μέγεθος εντεριώνης από αυτές των ποικιλιών *vinifera*. Τέλος, η εντεριώνη ποικιλιών και υποκειμένων φαίνεται να καλύπτει σημαντικά μικρότερο μέρος του κεντρικού κυλίνδρου στη δευτερογενή δομή απ' ότι στην πρωτογενή.

Μικρές διαφοροποιήσεις παρατηρούνται επίσης στη διαμόρφωση του σχήματος και της μορφής των ηθμαγγειωδών δεσμίδων αλλά και των εντερικών ακτίνων στις ποικιλίες και τα υποκείμενα που μελετήθηκαν. Σε κάθε ποικιλία και υποκείμενο το μέγεθος των δεσμίδων και των ακτίνων φαίνεται να διαφέρει.

##### 4.2. ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΒΛΑΣΤΟΥ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ ΚΑΙ ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΩΝ ΑΜΠΕΛΟΥ

Η συγκριτική ανατομική και μορφολογική μελέτη του βλαστού των ποικιλιών Σαββατιανό, Ροδίτη και Cabernet Sauvignon και των υποκειμένων 110R και 1103P δεν παρουσιάζει διαφορές ως προς την πρωτογενή και δευτερογενή δομή.

##### 4.3 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ ΣΤΟΜΑΤΩΝ ΣΤΑ ΦΥΛΛΑ ΑΜΠΕΛΟΥ

Η μέτρηση των στομάτων, στις ποικιλίες Σουλτανίνα, Chardonnay, Cabernet Sauvignon, Αγιωργίτικο, Ραζακί, Ροδίτη και Σαββατιανό και στα υποκείμενα 1103P και 41B, έδειξε ότι η δημιουργία τους πραγματοποιείται στα νεαρά φύλλα του βλαστού και επηρεάζεται από την παρουσία χνοασμού. Η πορεία ανάπτυξης των στομάτων ακολουθεί βασιπέταλη κατεύθυνση. Έτσι, τα νεαρά φύλλα έχουν κυρίως ανώριμα στόματα ενώ τα ώριμα και ενήλικα φύλλα κυρίως ώριμα.

Παρά τα περιορισμένα ερευνητικά δεδομένα φαίνεται ότι η πυκνότητα και το μέγεθος των στομάτων καθώς και το μέγεθος των φύλλων της ποικιλίας Σουλτανίνα δεν επηρεάζονται σημαντικά από την υδατική καταπόνηση.

## βιβλιογραφία

- AGUIRREZABAL L., BOUCHIER-COMBAUD S., RADZIEJWOSKI A., DAUZAT M.**, 2006, “Plasticity to soil water deficit in *Arabidopsis thaliana*: dissection of leaf development into underlying growth dynamic and cellular variables reveals invisible phenotypes”, *Plant, Cell and Environment* 29, p.2216-2227
- ΑΪΒΑΛΑΚΙΣ Γ.**, 1998, “Μελέτη των Ανατομικών και Φυσιολογικών-Βιοχημικών χαρακτήρων της πρωτογενούς κατά την πορεία της ανάπτυξης της”, Διδακτορική μελέτη, Γεωπονικό Πανεπιστημίου Αθηνών
- ΑΪΒΑΛΑΚΙΣ Γ., ΚΑΡΑΜΠΟΥΡΝΙΩΤΗΣ Γ., ΦΑΣΣΕΑΣ Κ.**, 2005, “Γενική Βοτανική. Η Μορφολογία, η Ανατομία και η Φυσιολογία των Ανώτερων φυτών”, εκδ. Έμβρυο
- ΑΠΟΣΤΟΛΑΚΗ Σ.**, 2005, “Η φωτοσυνθετική ικανότητα των ποικιλιών ελιάς «Καλαμών» και «Κορωνέικη» σε σχέση με την ηλικία, την ανατομία και την περιεκτικότητα σε χλωροφύλλη, άζωτο, φώσφορο και κάλιο των φύλλων τους”, Μεταπτυχιακή μελέτη, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
- CASSON S., GRAY J. E.**, 2008, “Influence of environmental factors on stomatal development”, *Tansley Review, New Phytologist*, 178: 9-23
- CUTLER D. F., BOTHA T., STEVENSON D. Wm.**, 2007, “Plant anatomy. An applied approach”, ed. Blackwell publishing
- ΔΕΛΗΒΟΠΟΥΛΟΣ Σ. Γ.**, 1994, “Μορφολογία και ανατομία φυτών”, εκδ. Α. Σιμώνη - Σ. Χατζηπάντου Ο.Ε.
- FAHN A.**, 1982, “Plant Anatomy”, 3<sup>rd</sup> ed., Pergamon Press
- FILA G., BADECK F. W., MEYER S., CEROVIC Z., GHASHGHAIE J.**, 2006, “Relationships between leaf conductance to CO<sub>2</sub> diffusion and photosynthesis in micropropagated grapevine plants, before and after *ex vitro* acclimatization”, *J. of Exp. Bot.*, Vol.57, No.11, p.2687-2695
- GALET P.**, 2000, “General Viticulture”, Oenoplurimedia & P. Galet, English edition
- GOKDAYRAK Z., DARDENIZ A., BAL M.**, 2008, “Stomatal density adaptation of grapevine to windy conditions”, *Journal of Sciences* Vol.6, No.1, p.18-22
- GRANT B. W., VATNICK I.**, 2004, “Environmental correlates of leaf stomata density”, *Teaching Issues and Experiments in Ecology (TIEE)*, Vol.1
- GRILL D., TAUSZ M., POLLINGER U., JIMENEZ M. S., MORALES D.**, 2004, “Effects of drought on needle anatomy of *Pinus canariensis*”, *Flora* 199: 85-89

- JACKSON R. S.**, 2008, *Wine Science, Principles and Applications*, 3<sup>rd</sup> edition, Academic Press, USA
- KLAMKOWSKI K., TREDER W.**, 2006, “Morphological and physiological responses of strawberry plants to water stress”, *Agriculturae Conspectus Scientificus*, Vol. 71, No.4, p.159-165
- KNAPP A. K., COCKE M., HAMERLYNCK E. P., OWENSBY C. E.**, 1994, “Effect of elevated CO<sub>2</sub> on stomatal density and distribution in a C<sub>4</sub> grass and a C<sub>3</sub> forb under field conditions”, *Annals of Botany* 74: 595-599
- KRACKE H., CRISTOFERI G., MARANGONI B.**, 1981, “Hormonal changes during the rooting of hardwood cuttings of grapevine rootstocks”, *American Journal of Enology and Viticulture*, Vol. 32, No.2, p.135-137
- LARCHER W.**, 2003, “Physiological Plant Ecology. Ecophysiology and Stress Physiology of Functional Groups”, 4<sup>th</sup> edition, Springer
- ΛΙΑΚΟΠΟΥΛΟΣ Γ.**, 2003, “Ανατομικές και φυσιολογικές μεταβολές στα φύλλα της Ελιάς (*Olea europaea L.*) υπό συνθήκες τροφopenίας βορίου”, Διδακτορική διατριβή, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
- MOUTINHO-PEREIRA J., CORREIA C., FALCO V.**, 2007, “Effects of elevated CO<sub>2</sub> on grapevines grown under Mediterranean field conditions-impact on grape and wine composition”, OIV
- NTABΙΔΗΣ Ο.**, 1982, «Ελληνική αμπελολογία, Δοκίμιον, Στοιχεία αμπελογραφίας», Τόμος Γ', Εκδ.2<sup>η</sup>
- PATAKAS A., NOITSAKIS B., CHOUZOURI A.**, 2005, “Optimization of irrigation water use in grapevines using the relationship between transpiration and plant water status”, *Agriculture, Ecosystems and Environment* 106: 253-259
- RIBEREAU-GAYON J., PEYNAUD E.**, 1971, “Sciences et techniques de la vigne”, Tome 1- Biologie de la vigne. Sols et vignobles, ed. Dunod, Paris
- ΡΟΥΣΣΟΣ Π.**, 2008, “Ανατομική, φυσιολογική και βιοχημική θεώρηση του αγενούς πολλαπλασιασμού των φυτών με μοσχεύματα”, Σημειώσεις μεταπτυχιακού μαθήματος, Μέρος II
- SCHLETZ R.**, 2008, “Stomata densities of developing and mature leaves of Geraniums”, *Essai*, Vol. 6, Ar. 42 (<http://dc.cod.edu/essai/vol16/iss1/42>)
- SEBASTIANI L., MINNOCCI A., VITAGLIANO C., GRIBAUDO I., NOVELLO V.**, 2001, “Morphological and anatomical studies on *in vitro* grapevine

(*Vitis vinifera* L. cv. Nebbiolo) plants by low temperature scanning electron microscopy”, *Adv. Hort. Sci.* 15 (1-4): 103-111

**SMART D. R., KOCSIS L., WALKER M. A., STOCKERT C.**, 2003, “Dormant buds and adventitious root formation by *Vitis* and other woody plants”, *Journal of Plant Growth Regulation*, 21: 296-314

**de SOUZA C. R., MAROCO J. P., dos SANTOS T. P., RODRIGUES M. L., LOPES C., PEREIRA J. S., CHAVES M. M.**, 2005, “Control of stomatal aperture and carbon uptake by deficit irrigation in two grapevine cultivars”, *Agriculture, Ecosystems and Environment* 106: 261-274

**SRIVASTAVA L. M.**, 2002, *Plant growth and development, Hormones and environment*, Academic Press, London, UK

**ΣΤΑΥΡΑΚΑΚΗΣ Μ. Ν.**, 1999, *Ειδική Αμπελουργία, Ι. Πολλαπλασιασμός της Αμπέλου*

**VATULESCU A. D., FORUNATO A. S., SA M. C., AMANCIO S., RICARDO C. P. P., JACKSON P. A.**, 2004, “Cloning and characterization of a basic IAA oxidase associated with root induction in *Vitis vinifera*”, *Plant Physiol. Biochem.*, 42: 609-615

**XU Z., ZHOU G.**, 2008, “Responses of leaf stomatal density to water status and its relationship with photosynthesis in a grass”, *Journal of Experimental Botany*, Vol. 59, No. 12, p.3317-3325

<http://www.aua.gr/roussos/Roussos/pdf/Printing%20Lessons/Post%20Graduate%20-%20Propagation%20vPrinting.pdf>