

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ  
& ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ  
Αριθμ. Πρωτοκ. 555  
Ημερομηνία 10-7-2017



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**

**ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ**

**ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ  
ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΑΜΠΕΛΟΥΡΓΙΑΣ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ**

**“ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΧΡΗΣΗΣ ΖΕΟΛΙΘΟΥ ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΝΕΑΡΩΝ  
ΦΥΤΩΝ ΑΜΠΕΛΟΥ (*Vitis vinifera* L.)”**



**ΣΟΦΙΑ ΝΙΚΟΛΑΟΥ**

**-ΒΟΛΟΣ 2017-**



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ & ΚΕΝΤΡΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ  
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»**

Αριθ. Εισ.: 17230/1  
Ημερ. Εισ.: 13/02/2018  
Δωρεά: Συγγραφέα  
Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ-ΦΠΑΠ  
2017  
ΝΙΚ

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**

**“Επίδραση χρήσης ζεόλιθου στην ανάπτυξη νεαρών φυτών αμπέλου  
(*Vitis vinifera* L.)”**

**ΣΟΦΙΑ ΝΙΚΟΛΑΟΥ**

**Μέλη Τριμελούς Συμβουλευτικής Επιτροπής**

**ΔΕΣΠΟΙΝΑ ΠΕΤΟΥΜΕΝΟΥ (Επιβλέπουσα)**

Λέκτορας Αμπελουργίας, Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

**ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ ΑΝΤΩΝΙΑΔΗΣ**

Επίκουρος Καθηγητής Εφαρμοσμένης Εδαφολογίας, Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

**ΕΥΘΥΜΙΑ ΛΕΒΙΖΟΥ**

Λέκτορας Φυσιολογίας Φυτών, Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

## Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά:

- Την επιβλέπουσα Καθηγήτριά μου κ. Δέσποινα Πετούμενου, Λέκτορα της Αμπελουργίας του τμήματος Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση της στο ερευνητικό κομμάτι, καθώς και στην συγγραφή και διόρθωση της πτυχιακής εργασίας.
- Τον κ. Βασίλειο Αντωνιάδη, Επίκουρο Καθηγητή της Εφαρμοσμένης Εδαφολογίας του τμήματος Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος και την κ. Ευθυμία Λεβίζου, Λέκτορα της Φυσιολογίας Φυτών του τμήματος Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος για τον πολύτιμο χρόνο που αφιέρωσαν στην διόρθωση της παρούσας πτυχιακής εργασίας, καθώς και για την συμμετοχή τους στην τριμελή επιτροπή.
- Τους φίλους μου που μου συμπαραστάθηκαν κατά την διάρκεια της πτυχιακής μου εργασίας.
- Τους γονείς μου Γιώργο και Έλλη και την αδερφή μου Κατερίνα για την αγάπη τους, την εμπιστοσύνη τους, την συνεχή ηθική και οικονομική συμπαράσταση τους καθ' όλη την διάρκεια των σπουδών μου.



## Περιεχόμενα

Περίληψη .....	5
Abstract .....	6
Κεφάλαιο 1 - Εισαγωγή .....	7
1.1. <i>Vitis vinifera</i> L.....	7
1.2. Ζεόλιθος .....	9
1.3. Φυτά και ζεόλιθος .....	10
1.4. Αμπέλι και ζεόλιθος .....	12
1.5. Σκοπός της εργασίας .....	14
Κεφάλαιο 2 - Υλικά και μέθοδοι .....	15
2.1. Εγκατάσταση και σχεδιασμός του πειράματος .....	15
2.2. Μετρήσεις ανάπτυξης του κορμού.....	16
2.3. Μέτρηση ανάπτυξης του βραχίονα .....	17
2.4. Μετρήσεις αύξησης των βλαστών.....	17
2.5. Προσδιορισμός της χλωροφύλλης στα φύλλα .....	18
2.6. Μέτρηση μεγέθους των ανεπτυγμένων φύλλων .....	19
2.7. Μέτρηση ταξιανθιών .....	19
2.8. Στατιστική ανάλυση .....	19
Κεφάλαιο 3 - Αποτελέσματα και συζήτηση .....	20
3.1. Αποτελέσματα .....	20
3.1.1 Ανάπτυξη του κορμού .....	20
3.1.2. Ανάπτυξη του βραχίονα.....	22
3.1.3. Αύξηση των βλαστών .....	23
3.1.4. Συγκέντρωση της χλωροφύλλης στα φύλλα.....	26
3.1.5. Μέγεθος των ανεπτυγμένων φύλλων.....	28
3.1.6. Αριθμός των ταξιανθιών .....	29
3.2. Συζήτηση .....	30
Κεφάλαιο 4 - Συμπεράσματα .....	32
Κεφάλαιο 5 - Βιβλιογραφία .....	33
5.1. Ελληνική βιβλιογραφία .....	33
5.2. Ξενόγλωσση βιβλιογραφία.....	33

## Περίληψη

Από αρκετές έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί προκύπτει ότι ο ζεόλιθος επιδρά θετικά στην ανάπτυξη των φυτών, στην αύξηση της παραγωγής και στην βελτίωση της ποιότητας των καρπών. Πολύ λίγη έρευνα όμως έχει πραγματοποιηθεί για την επίδραση του ζεόλιθου στην ανάπτυξη της αμπέλου.

Στην παρούσα διατριβή μελετάται η επίδραση της χρήσης του ζεόλιθου στην ανάπτυξη νεαρών φυτών της αμπέλου. Για τον σκοπό αυτής της μελέτης χρησιμοποιήθηκαν 12 οινοποιήσιμες ποικιλίες, όπου η καθεμία περιείχε 10 φυτά με ζεόλιθο και 10 φυτά μάρτυρες. Το πείραμα έλαβε χώρα στον πειραματικό αμπελώνα του Τμήματος Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, ο οποίος βρίσκεται στο Βελεστίνο Μαγνησίας. Κατά την διάρκεια του πειράματος πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις που αφορούσαν την ανάπτυξη του κορμού, του βραχίονα, των βλαστών και των φύλλων, τον αριθμό των ταξιανθιών, καθώς και για την συγκέντρωση της χλωροφύλλης στα φύλλα.

Στις περισσότερες ποικιλίες, η χορήγηση του ζεόλιθου στα φυτά δεν επέφερε σημαντικές διαφορές στην ανάπτυξη τους. Εξάίρεση αποτέλεσαν οι ποικιλίες Αγιωργίτικο και Ξινόμαυρο, οι οποίες παρουσίασαν σημαντική ανάπτυξη της βλάστησης σε σχέση με τα φυτά του μάρτυρα. Τέλος, ο ζεόλιθος ευνόησε την διαφοροποίηση των οφθαλμών σε ταξιανθίες στις ποικιλίες Αγιωργίτικο και Cabernet sauvignon.

## Abstract

Several studies carried out show that the zeolite has a positive effect on plant growth, yield and fruit quality. But very little investigation has been conducted on the effect of zeolite on the development of grapevines. So, the present study was carried out in order to investigate the effect of zeolite use on the development of grapevine.

In this study, we examined the effect of the zeolite use on grapevine growth. For this purpose were used twelve grapevine cultivars (*Vitis vinifera* L.) with 10 vines with zeolite and 10 vines as control plants. The experiment took place in the experimental vineyard of the Department of Agriculture Crop Production and Rural Environment, University of Thessaly, located in Velestino (Magnesia). During the experiment, measurements regarding the development of the trunk, arms, shoots and leaves, the number of inflorescences, and the leaf chlorophyll content, were taken.

At most of the varieties, the application of zeolite had no significant effect on their development. Exceptions apart, like for Agiorgitiko and Xinomavro cultivars, which showed a significant vegetative growth compared to control plants. Finally, the zeolite favored the bud diversification in inflorescences in Agiorgitiko and Cabernet sauvignon cultivars.

## Κεφάλαιο 1 - Εισαγωγή

### 1.1. *Vitis vinifera* L.

Από τα αρχαία χρόνια μέχρι σήμερα η άμπελος είναι ένα από τα σημαντικότερα καλλιεργούμενα φυτά. Η άμπελος η οиноφόρος (*Vitis vinifera* L.) είναι το μοναδικό ευρωπαϊκό είδος του γένους *Vitis* της οικογένειας των Αμπελιδών (*Vitaceae*). Το είδος αυτό έκανε την εμφάνιση του προς το τέλος της τριτογενούς γεωλογικής περιόδου, σύμφωνα με απολιθώματα που έχουν βρεθεί σε περιοχές της Δυτικής Ασίας, της Ανατολικής Μεσογείου και της Ευρώπης. Στον ελλαδικό χώρο η καλλιέργεια της αμπέλου ίσως μεταφέρθηκε από τους Αιγύπτιους στην μινωική Κρήτη περίπου το 3.000 π.Χ. Μία ακόμα μαρτυρία αναφέρει ότι η άμπελος μεταφέρθηκε στην Κρήτη από τους Φοίνικες ή άλλους ανατολικούς λαούς (Σταυρακάκης, 2013). Σήμερα, η καλλιέργεια της αμπέλου επεκτείνεται και στις πέντε ηπείρους με συνολική έκταση 75.280.000 στρ., ενώ η έκταση που καταλαμβάνει στην Ελλάδα είναι 1.100.000 στρ. (OIV, 2012).

Η άμπελος είναι πολυετές και φυλλοβόλο φυτό. Το υπόγειο μέρος αποτελείται από την ρίζα, ενώ το υπέργειο από τον κορμό, τους βραχίονες, τις κληματίδες, τα φύλλα, τους οφθαλμούς, τις ταξιανθίες-σταφυλές και τους έλικες. Είναι φυτό που αναπτύσσεται από εδάφη τα οποία είναι αβαθή, μικρής γονιμότητας και επικλινή, μέχρι εδάφη βαθιά γόνιμα με μεγάλη ικανότητα συγκράτησης νερού. Όσον αφορά τις κλιματικές συνθήκες απαιτεί μεγάλης διάρκειας ξηροθερμικές καλοκαιρινές περιόδους και ψυχρούς χειμώνες για μια ικανοποιητική ανάπτυξη (Νικολάου, 2011). Έτσι, η μέση θερμοκρασία του αέρα την περίοδο της βλάστησης έως την έναρξη της άνθισης θα πρέπει να κυμαίνεται από 12 έως 18°C, την περίοδο της άνθισης έως την καρπόδεση από 18 έως 24°C και την περίοδο της ωρίμανσης θα πρέπει να είναι πάνω από 17-18°C, ενώ η ελάχιστη θερμοκρασία του χειμώνα όπου τα φυτά μπορούν να επιβιώσουν είναι -20°C έως -5°C, ανάλογα με την γεωγραφική θέση και τις περιβαλλοντικές συνθήκες (Σταυρακάκης, 2013). Ανοιξιάτικοι παγετοί μπορεί να προκληθούν την άνοιξη μετά την περίοδο της εκβλάστησης, αν η θερμοκρασία πέσει κάτω των -3°C για μερικές ώρες, ενώ χειμερινοί κατά την διάρκεια του λήθαργου αν η θερμοκρασία πέσει κάτω των -15°C (Νικολάου, 2011).

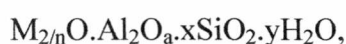
Η λίπανση της αμπέλου είναι απαραίτητη για την ποσοτική και ποιοτική αύξηση της παραγωγής. Οι απαιτήσεις του φυτού σε θρεπτικά στοιχεία ξεκινούν την περίοδο της εκβλάστησης και ικανοποιούνται από τις αποθησαυριστικές ουσίες της

προηγούμενης βλαστικής περιόδου. Τα ανόργανα στοιχεία που χρειάζεται το φυτό σε μεγάλες ποσότητες και άμεσα είναι από την περίοδο της βλάστησης μέχρι το στάδιο της πιο έντονης ανάπτυξης, στο στάδιο της γρήγορης ανάπτυξης των ραγών και στο στάδιο της ωρίμανσης. Η λίπανση γίνεται με απλά ή σύνθετα λιπάσματα, τα οποία ρίχνονται περιμετρικά του κορμού μετά την περιλάκκωση ή διασκορπίζονται στις σειρές φύτευσης. Επίσης είναι δυνατή η χρήση του λιπασματοδιανομέα, ο οποίος διασκορπίζει το λίπασμα σε όλη την επιφάνεια του εδάφους μετά το κλαδοκάθαρο. Εναλλακτικά ένας ακόμα τρόπος λίπανσης είναι η υδρολίπανση σε αρδευόμενους αμπελώνες με το σύστημα της στάγδην άρδευσης. Επιπροσθέτως, είναι ικανή η χορήγηση θρεπτικών στοιχείων με ψεκασμό του φυλλώματος. Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, η άμπελος είναι φυτό που προσαρμόζεται εύκολα σε ξηροθερμικές συνθήκες. Παρόλα αυτά, η άρδευση είναι σημαντική στο στάδιο της ανάπτυξης, της βλάστησης και της παραγωγής, ενώ η έλλειψη της μπορεί να οδηγήσει σε ποσοτική και ποιοτική μείωση της παραγωγής ακόμα και σε ξήρανση των φυτών. Τέλος, οι σημαντικότερες ασθένειες της αμπέλου είναι ο περονόσπορος, το ωίδιο, ο βοτρυτής, η ευτυπίωση, η ίσκα, η φόμοψη, ο μολυσματικός εκφυλισμός, ενώ οι σημαντικότεροι εχθροί είναι η ευδεμίδα, οι θρίπες, η ερίνωση, τα τζιτζικάκια, ο χρυσοκάνθαρος, οι σφήκες και οι τερμίτες (Σταυρακάκης, 2013).

Τα προϊόντα της αμπέλου είναι ο οίνος, οι επιτραπέζιες σταφυλές, οι σταφίδες, ο χυμός σταφυλής (μούστος), τα αποστάγματα, το οξικό οξύ, τα αμπελόφυλλα που χρησιμοποιούνται στην μαγειρική κ.α. (Νικολάου, 2011). Οι κυριότερες ελληνικές ποικιλίες που καλλιεργούνται σήμερα στην χώρα μας για την παραγωγή οίνων είναι το Αθήρι, το Ασύρτικο, η Βιλάνα, η Μαλαγουζιά, το Μοσχάτο, η Ντεμπίνα, η Ρόμπολα, το Σαββατιανό (λευκές), το Αγιωργίτικο, το Κοτσιφάλι, το Λημνιό, το Λιάτικο, η Μανδηλαριά, η Μαυροδάφνη, το Μοσχοφίλερο, το Ξινόμαυρο και ο Ροδίτης (έγχρωμες). Για την παραγωγή επιτραπέζιων σταφυλών καλλιεργούνται οι ποικιλίες Σιδερίτης, Σουλτανίνα και Φράουλα, ενώ για την παραγωγή σταφίδων η Κορινθιακή Σταφίδα και η Σουλτανίνα. Επίσης, οι κυριότερες ξένες ποικιλίες που καλλιεργούνται στην Ελλάδα για παραγωγή οίνων είναι το Chardonnay, το Sauvignon blanc, το Trebbiano (λευκές), το Cabernet sauvignon, το Merlot και το Syrah (έγχρωμες), ενώ για την παραγωγή επιτραπέζιων σταφυλών η Crimson, η Italia, η Red Globe και η Superior (Σταυρακάκης, 2013).

## 1.2. Ζεόλιθος

Η ανακάλυψη του ζεόλιθου έγινε από τον Σουηδό ορυκτολόγο Axel Fredrick Gronstedt το 1756 όταν παρατήρησε ότι κατά την ταχεία θέρμανση κρυστάλλων, παρήχθησαν μεγάλες ποσότητες ατμού από το νερό που είχε προσροφηθεί από το υλικό. Έτσι, ονόμασε αυτό το ορυκτό ζεόλιθο από τις ελληνικές λέξεις “ζέω” και “λίθος”, δηλαδή πέτρες που βράζουν, λόγω της ικανότητας να αφρίζει όταν θερμαίνεται περίπου στους 200°C (Ramesh and Reddy, 2011). Οι ζεόλιθοι είναι κρυσταλλικά, ένυδρα αργιλοπυριτικά ορυκτά με χαρακτηριστική τρισδιάστατη ανάπτυξη στον χώρο. Η δομή τους χαρακτηρίζεται από ένα τετράεδρο αποτελούμενο από τέσσερα οξυγόνα τα οποία περιβάλλουν ένα κατιόν. Ο γενικός χημικός τύπος των ζεόλιθων είναι:



Όπου: M = αλκάλι ή αλκαλική γαία, n = σθένος κατιόντος, x = αριθμός από 2 μέχρι 10, y = αριθμός από 2 μέχρι 7 (Mumpton, 1985).

Οι ζεόλιθοι δεν έχουν χρώμα ή είναι λευκοί όταν είναι καθαροί. Εντούτοις, ορισμένες φορές παρουσιάζουν χρώμα το οποίο οφείλεται σε μικρές ποσότητες προσμίξεων οξειδίων του σιδήρου. Η πυκνότητά τους κυμαίνεται από 2 έως 2,3 g/cm<sup>3</sup>, ενώ ορισμένα είδη ζεόλιθων που είναι πλούσια σε Ba παρουσιάζουν μεγαλύτερη πυκνότητα που κυμαίνεται από 2,5 έως 2,8 g/cm<sup>3</sup>. Η παρουσία του νερού, η οποία πληρεί τους διαύλους του πλέγματος έχει ως αποτέλεσμα την μικρή πυκνότητα των ζεόλιθων (Περράκη, 2007).

Μια από τις σημαντικότερες χημικές ιδιότητες των ζεόλιθων είναι η προσρόφηση. Σε κανονικές συνθήκες τα κανάλια εισόδου και οι μεγάλες κοιλότητες των ζεόλιθων γεμίζουν με μόρια νερού, τα οποία σχηματίζουν σφαίρες ενυδάτωσης γύρω από τα ανταλλάξιμα κατιόντα. Με την απομάκρυνση του νερού (συνήθως με θέρμανση στους 350 – 400°C για λίγες ώρες) τα μόρια που έχουν μικρότερο διάμετρο από αυτή των καναλιών είναι εύκολο να εισέλθουν στα κοιλώματα της δομής των ζεόλιθων και να προσροφηθούν, σε αντίθεση με τα μόρια που έχουν μεγαλύτερο διάμετρο και δεν είναι ικανά να εισέλθουν, και επομένως δεν μπορούν να προσροφηθούν. Αυτή η αρχή είναι γνωστή ως "μοριακά κόσκινα" και χρησιμοποιείται για τον διαχωρισμό αερίων μιγμάτων. Μια ακόμα χημική ιδιότητα είναι αυτή της ικανότητας ανταλλαγής ιόντων. Τα ανταλλάξιμα κατιόντα του ζεόλιθου είναι χαλαρά συνδεδεμένα στο τετραεδρικό πλαίσιο με αποτέλεσμα να μπορούν να απομακρύνονται ή να ανταλλάσσονται εύκολα



με το πλύσιμο από ένα ισχυρό διάλυμα ενός άλλου στοιχείου, χωρίς να αλλάζει η δομή του πλέγματος. Οι ζεόλιθοι είναι από τους πιο αποτελεσματικούς ιοντοανταλλάκτες που υπάρχουν, με ιοντοανταλλακτική ικανότητα που κυμαίνεται από 3 έως 4 meq/g και είναι περίπου διπλάσια από αυτή του μπεντονίτη (Mumpton, 1985). Επίσης, σημαντική χημική ιδιότητα είναι αυτή της αφυδάτωσης και ενυδάτωσης. Οι ζεόλιθοι ταξινομούνται σε δύο κατηγορίες. Στην πρώτη κατηγορία ανήκουν οι ζεόλιθοι στους οποίους δεν συμβαίνουν αισθητές αλλαγές στην δομή κατά την διάρκεια της αφυδάτωσης και με την αύξηση της θερμοκρασίας η απώλεια βάρους είναι συνεχής και σταδιακή. Αντίθετα στην δεύτερη κατηγορία ανήκουν οι ζεόλιθοι στους οποίους συμβαίνουν μεγάλες αλλαγές στην δομή κατά την διάρκεια της αφυδάτωσης και με την αύξηση της θερμοκρασίας η απώλεια βάρους είναι ασυνεχής. Μια τελευταία χημική ιδιότητα είναι αυτή της κατάλυσης, η οποία εξαρτάται από το μέγεθος των επιφανειακών πόρων του ζεόλιθου και από το μέγεθος των εσωτερικών του κοιλοτήτων όπου πραγματοποιούνται οι αντιδράσεις. Τα μόρια τα οποία είναι δυνατά να εισέλθουν στις κοιλότητες και να υποστούν κατάλυση και τα μόρια τα οποία είναι δυνατά να εξέλθουν από τις κοιλότητες ως προϊόν των καταλυτικών αντιδράσεων εξαρτώνται από το μέγεθος των πόρων (άνοιγμα διαύλων). Έχουμε, δηλαδή, επιλεκτικότητα στο μέγεθος των εισερχόμενων μορίων, αλλά και των εξερχόμενων προϊόντων μιας αντίδρασης (Περράκη, 2007).

### **1.3. Φυτά και ζεόλιθος**

Η χρήση του ζεόλιθου έχει πολλές εφαρμογές στον τομέα της γεωργίας. Αρχικά ο ζεόλιθος χρησιμοποιείται για την βελτίωση των φυσικών και χημικών ιδιοτήτων του εδάφους, όπου και βελτιώνει την ποιότητα καθώς και την δομή κυρίως στα φτωχά αργιλώδη ή αμμώδη εδάφη. Είναι ικανός να αυξήσει το άζωτο, τον φώσφορο, το ασβέστιο και το μαγνήσιο στο έδαφος (Abdi *et al.*, 2006, Ramesh and Reddy, 2011), να βελτιώσει τον αερισμό, αλλά και να ρυθμίσει το pH (Ramesh and Reddy, 2011). Επίσης, είναι υπεύθυνος για τον έλεγχο και την σταδιακή απελευθέρωση των συστατικών των λιπασμάτων, λόγω της δομής και των ιδιοτήτων του (αδρανές και μη τοξικό υλικό) (Rehakova *et al.*, 2004, Ramesh and Reddy, 2011). Μπορεί να δεσμεύει το άζωτο από χημικά λιπάσματα, κοπριά ή κομπόστ, να το αποθηκεύει και να το απελευθερώνει σταδιακά στο έδαφος, έχοντας ως συνέπεια την μείωση των απωλειών, την μείωση των περιβαλλοντικών προβλημάτων και την αύξηση της

αποτελεσματικότητας των λιπασμάτων. Επιπλέον, ο ζεόλιθος έχει την ικανότητα να αυξάνει την διαλυτοποίηση των φωσφορικών ορυκτών με αποτέλεσμα την βελτιωμένη πρόσληψη του φωσφόρου (Ramesh and Reddy, 2011). Μια ακόμα ιδιότητα του ζεόλιθου που είναι πολύ σημαντική στην γεωργία είναι η απορρόφηση του νερού, διότι λόγω του πορώδους της κρυσταλλικής δομής του είναι ικανός να κρατήσει νερό έως και 60% του βάρους του με αποτέλεσμα να το αποθηκεύει και να το χρησιμοποιεί κατά την διάρκεια ξηρών περιόδων. Έτσι, ο ζεόλιθος μπορεί να κρατά το νερό και τα θρεπτικά. Αυτό είναι πολύ σημαντικό για τα αμμώδη εδάφη όπου το νερό ρέει πιο εύκολα και τα θρεπτικά μπορούν εύκολα να εκπλυθούν (Polat *et al.*, 2004). Είναι ικανός ακόμα να χρησιμοποιηθεί ως φορέας ενεργών συστατικών των ζιζανιοκτόνων, των μυκητοκτόνων και των φυτοφαρμάκων (Szerement *et al.*, 2014). Επιπροσθέτως, ο ζεόλιθος βοηθάει στην αποκατάσταση του εδάφους από την ρύπανση του με βαρέα μέταλλα. Η απομάκρυνση τους από το έδαφος είναι δύσκολη, διότι αυτά συνεχίζουν να βρίσκονται εκεί για μεγάλο διάστημα. Έτσι, είναι απαραίτητη η σταθεροποίησή τους σε μη διαθέσιμες μορφές. Αυτό επιτυγχάνεται με την ιδιότητα της ικανότητας ανταλλαγής κατιόντων που έχει ο ζεόλιθος και προσελκύει θετικά φορτισμένα ιόντα (Kumar *et al.*, 2007, Ramesh and Reddy, 2011). Επίσης, η εφαρμογή του ζεόλιθου σε όξινα εδάφη προκαλεί αύξηση του pH με αποτέλεσμα να επηρεάζεται σημαντικά η μείωση της διαλυτότητας των βαρέων μετάλλων και η διαθεσιμότητά τους στα φυτά (Szerement *et al.*, 2014). Τέλος, σημαντική είναι η συμβολή του ζεόλιθου στην καταπολέμηση παθογόνων εδάφους. Σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε στην τομάτα τα αποτελέσματα ήταν κατασταλτικά για τον μύκητα *Rhizoctonia solani* (Καββαδίας, 2016).

Ο ζεόλιθος δεν επιφέρει θετικά αποτελέσματα μόνο στο έδαφος, αλλά και στα φυτά, λόγω των φυσικοχημικών του ιδιοτήτων. Τα φυτά προσλαμβάνουν το άζωτο το οποίο οδηγεί στην ανάπτυξη του ριζικού τους συστήματος και ενισχύει την λήψη φωσφόρου, θείου και βορίου, τα οποία είναι απαραίτητα για την ανάπτυξη των φυτών (Szerement *et al.*, 2014). Έτσι, με τον ζεόλιθο υπάρχει μεγαλύτερη ανάπτυξη του ριζικού συστήματος και του υπέργειου τμήματος του φυτού, αύξηση της παραγωγής, καθώς και βελτίωση της ποιότητας του καρπού (Mumpton, 1999). Επίσης, ο ζεόλιθος είναι σε θέση να απορροφά διοξείδιο του άνθρακα και όταν μεταφερθεί στα φύλλα των φυτών είναι ικανός να αυξήσει την ποσότητα του αερίου κοντά στα στομάτια, ώστε να προκληθεί ένας υψηλότερος ρυθμός φωτοσύνθεσης (De Smedt *et al.*, 2015). Κατ'αυτόν τον τρόπο, εξαιτίας της αυξημένης συγκέντρωσης του διοξειδίου του

άνθρακα, παρατηρείται αυξημένος ρυθμός παραγωγής και ανάπτυξης της φυλλικής επιφάνειας. Επιπλέον, με την χρήση του ζεόλιθου επιτυγχάνεται η καταπολέμηση εντόμων και ασθενειών. Η ικανότητα του ζεόλιθου να απορροφάει μόρια νερού από την επιφάνεια του φυτού είναι ικανή να δημιουργήσει ένα εχθρικό και δυσμενές περιβάλλον, για την ανάπτυξη των μυκήτων, των προνυμφών και την εκκόλαψη των αυγών. Η επικάλυψη του φυτού με ζεόλιθο προστατεύει το φυτό από ενήλικα έντομα και φυτοφάγα αρθρόποδα, διότι μεταβάλλεται ο χρωματισμός και η μικροσκοπική υφή της επιφάνειας του φυτού (De Smedt *et al.*, 2015). Σε έρευνες που έχουν διεξαχθεί για την εφαρμογή ζεόλιθου στο βερίκοκο, τα αποτελέσματα ήταν αρκετά καλά όσον αφορά την ανάπτυξη των δέντρων, την απόδοση και την ποιότητα του καρπού (Milosevic and Milosevic, 2013), ενώ στο ροδάκινο παρατηρήθηκε αύξηση της παραγωγής και του μεγέθους του καρπού (Burriesci *et al.*, 1984). Επίσης, ενθαρρυντικά αποτελέσματα υπήρξαν στην αύξηση της φυτρωτικότητας των σπόρων στο σπανάκι (Burriesci *et al.*, 1984) και στην αύξηση της παραγωγής στο μήλο (Μαλέας, 2016). Ακόμα, με την εφαρμογή ζεόλιθου στην φράουλα, παρατηρήθηκε αύξηση της φωτοσύνθεσης, της φυλλικής επιφάνειας, του μήκους του μίσχου του φύλλου, του νωπού και ξηρού βάρους των βλαστών και ριζών, του ειδικού βάρους των φύλλων, της χλωροφύλλης, του βάρους των καρπών και του αριθμού των αχαινίων (Abdi *et al.*, 2006). Επιπροσθέτως, έχει παρατηρηθεί αύξηση του υπέργειου και υπόγειου τμήματος, του νωπού βάρους και της διαμέτρου των κεφαλών στο κρεμμύδι (Τσιαλτζούδη, 2015). Τέλος, σε πειράματα που έχουν πραγματοποιηθεί με την χρήση ζεόλιθου υπήρξε θανάτωση των αφίδων σε οπωροφόρα (Mumpton, 1999) και προστασία από τον μύκητα *Venturia inaequalis* στη μηλιά (De Smedt *et al.*, 2015).

#### **1.4. Αμπέλι και ζεόλιθος**

Σύμφωνα με μελέτες, ο ζεόλιθος λειτουργεί ως σύμμαχος της αμπέλου. Τα θρεπτικά συστατικά απελευθερώνονται όχι μόνο κατά την διάρκεια του πρώτου έτους της βλάστησης, αλλά και κατά την διάρκεια του δεύτερου ή των επόμενων ετών. Έτσι, τα στοιχεία μιας έρευνας έδειξαν, ότι η μεγαλύτερη απόδοση υπήρξε στα μετέπειτα χρόνια, και όχι την πρώτη χρονιά, που εισήχθη ο ζεόλιθος. Αυτό οφείλεται σε δύο παράγοντες. Ο πρώτος είναι η βελτίωση του εδάφους στην ζώνη της φυτικής ριζόσφαιρας, λόγω της ικανότητας ανταλλαγής κατιόντων, ενώ ο δεύτερος είναι η

δημιουργία ευνοϊκών μικροβιακών τοπίων και ειδικά αύξηση του αριθμού των μικροοργανισμών του αζώτου. Αυτά τα θετικά αποτελέσματα εκδηλώθηκαν εντός δύο τριών ετών και σε εδάφη τα οποία ήταν άγονα. Με αυτόν τον τρόπο, μειώνεται η ανάγκη χρήσης δαπανηρών λιπασμάτων, αλλά και ο κίνδυνος ρύπανσης του περιβάλλοντος με αζωτούχες ενώσεις. Στην συγκεκριμένη έρευνα η μέση απόδοση σταφυλιών ανά πρέμνο αυξήθηκε από 1,8 έως 2,8 φορές σε σχέση με τον μάρτυρα. Θετική επίδραση υπήρξε και στην ποιότητα του χυμού των σταφυλιών καθώς τα σάκχαρα αυξήθηκαν κατά 5-27%, ενώ η οξύτητα μειώθηκε (Andronikashvili *et al.*, 2010). Σε ακόμη μία έρευνα που διεξήχθη, υπήρξαν ωφέλιμα αποτελέσματα στην αύξηση της παραγωγής και στο μέγεθος του καρπού (Burriesci *et al.*, 1984). Χάρη στις φυσικοχημικές ιδιότητες του ζεόλιθου (αδρανές υλικό, ανταλλαγή ιόντων, απορροφητικές ικανότητες) ενισχύεται η αποδοτικότητα του λιπάσματος. Τα βασικά θρεπτικά συστατικά δεσμεύονται από τον ζεόλιθο, ο οποίος σταδιακά τα απελευθερώνει στο έδαφος και τις ρίζες των φυτών. Ο ζεόλιθος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παροχή μικροθρεπτικών συστατικών. Η παρουσία μικροθρεπτικών και η ιδιότητα της απορρόφησης του νερού εξηγούν τα θετικά αποτελέσματα του ζεόλιθου ακόμα και με την απουσία βασικών συστατικών των λιπασμάτων (Burriesci *et al.*, 1984). Η ικανότητας της ενυδάτωσης και αφυδάτωσης του ζεόλιθου επιφέρει τη σωστή ισορροπία νερού στο έδαφος και αποτρέπει την ξήρανση. Έτσι, λόγω του υψηλού πορώδους είναι ικανός να αποθηκεύσει μεγάλες ποσότητες νερού και οι ρίζες να είναι πάντα εφοδιασμένες με υγρασία (Burriesci *et al.*, 1984, Rehakova *et al.*, 2004). Επίσης, σε μελέτη που πραγματοποιήθηκε η χρήση ζεόλιθου στο αμπέλι στην Τσεχία, διαπιστώθηκε η αυξημένη βλαστική ανάπτυξη, η αυξημένη περιεκτικότητα του χυμού της σταφυλής σε σάκχαρα, η αύξηση του βάρους της σταφυλής και κατά συνέπεια της παραγωγής κατά 32% (Magino, 2013). Έχει ερευνηθεί ο συνδυασμός ζεόλιθου και κοπριάς με θετικές επιδράσεις στην αύξηση της παραγωγής των σταφυλιών (Lovic *et al.*, 1994a), καθώς και στην αύξηση του αριθμού και του μήκους των βλαστών (Lovic *et al.*, 1994b). Μάλιστα, υπήρχε υψηλότερη διακύμανση στο βάρος και στο μήκος των βλαστών στο πείραμα που χρησιμοποιήθηκε συνδυασμός ζεόλιθου και κοπριάς ή στο πείραμα που χρησιμοποιήθηκε μόνο ζεόλιθος σε σχέση με τον μάρτυρα στα μετέπειτα χρόνια κι όχι στο πρώτο έτος εφαρμογής του ζεόλιθου (Lovic *et al.*, 1994b). Τέλος, αξίζει να αναφερθεί ότι είναι σε εξέλιξη μελέτες, μέσω ευρωπαϊκών προγραμμάτων, όπου

ερευνάται η καταπολέμηση του εχθρού *Lobesia botrana* και του μύκητα *Plasmopara viticola* με τη χρήση ζεόλιθου (De La Cuesta, 2016).

### **1.5. Σκοπός της εργασίας**

Με βάση τις παραπάνω μελέτες αποδεικνύεται η αναγκαιότητα για περαιτέρω έρευνα πάνω στην επίδραση που μπορεί να ασκήσει η χρήση του ζεόλιθου στην καλλιέργεια της αμπέλου. Σκοπός της εργασίας ήταν να μελετηθεί η επίδραση της χρήσης ζεόλιθου κατά την εγκατάσταση του αμπελώνα στην ανάπτυξη νεαρών φυτών, 12 ποικιλιών της αμπέλου (*Vitis vinifera* L.) και σε σύγκριση με φυτά-μάρτυρες.

## Κεφάλαιο 2 - Υλικά και μέθοδοι

### 2.1. Εγκατάσταση και σχεδιασμός του πειράματος

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε στον πειραματικό αμπελώνα του Τμήματος Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, ο οποίος βρίσκεται στο Βελεστίνο Μαγνησίας. Για τις ανάγκες του πειράματος χρησιμοποιήθηκαν 12 οινοποιήσιμες ποικιλίες από τις οποίες η μια ήταν λευκή και ελληνική (Ασύρτικο), οι τρεις ήταν λευκές και ξενικές (Chardonnay, Malvasia aromatica, Trebbiano), οι πέντε ήταν έγχρωμες και ελληνικές (Αγιωργίτικο, Μανδηλαριά, Μοσχοφίλερο, Ξινόμαυρο, Ροδίτης) και οι τρεις ήταν έγχρωμες και ξενικές (Cabernet sauvignon, Merlot, Sangiovese). Τα πρέμνα που μελετήθηκαν ήταν ηλικίας 2 ετών, εμβολιασμένα σε υποκείμενο 1103 P, σε έδαφος μέσης σύστασης, κατά την ορθογώνια διάταξη με αποστάσεις φύτευσης 3,00 m μεταξύ των γραμμών και 1,00 m επί των γραμμών. Τα πρέμνα ήταν διαμορφωμένα σε γραμμικό αμφίπλευρο Royat, με ύψος κορμού 90 cm. Τα αποτελέσματα της εδαφικής ανάλυσης, η οποία πραγματοποιήθηκε από το Εργαστήριο Εδαφολογίας του Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος και πριν την εγκατάσταση του αμπελώνα, έδειξαν ότι το έδαφος του αμπελώνα βρίσκεται στις κατηγορίες ιλυο-πηλώδες και ιλυώδες με υψηλά ποσοστά ύψους (66,8-52,8%, Πίνακας 2.1.). Η οργανική ουσία βρίσκεται σε ικανοποιητικά επίπεδα, το έδαφος είναι πλούσιο σε θρεπτικά συστατικά (K, Mg, Fe, Zn, Mg) για την καλλιέργεια της αμπέλου, και για το λόγο αυτό δεν κρίθηκε σκόπιμη καμία λίπανση κατά την εγκατάσταση του αμπελώνα.

Η έναρξη του πειράματος πραγματοποιήθηκε με την εγκατάσταση του αμπελώνα και την εφαρμογή του ζεόλιθου (0,5 kg/φυτό) σε ομάδες φυτών (πρέμνα), οι οποίες συγκρίθηκαν με αντίστοιχες ομάδες φυτών-μάρτυρες έως και το τέλος του 2<sup>ου</sup> έτους ανάπτυξης των φυτών, δηλαδή έως και τα τέλη Σεπτεμβρίου 2016. Έτσι, τα πρέμνα κάθε ποικιλίας κατηγοριοποιήθηκαν σε 2 μεταχειρίσεις (Μάρτυρας και Ζεόλιθος) των 10 επαναλήψεων (10 πρέμνα μάρτυρες και 10 πρέμνα με ζεόλιθο σε τυχαία διάταξη).



Πίνακας 2.1. Αποτελέσματα εδαφικής ανάλυσης του αμπελώνα.

Καλλιέργεια	Αμπέλι	Αμπέλι	Αμπέλι
Περιοχή	Αγρόκτημα Π.Θ.	Αγρόκτημα Π.Θ.	Αγρόκτημα Π.Θ.
Δείγμα	0-30 cm	30-60 cm	60-90 cm
pH	7,73	7,90	7,90
CaCO <sub>3</sub> (%)	4,3	4,9	5,6
EC (μS cm <sup>-1</sup> )	4500	900	500
Olsen-P (mg kg <sup>-1</sup> )	21,94	67803	24,45
NO <sub>3</sub> -N (mg kg <sup>-1</sup> )	---	---	---
Υπολειμματικό N (kg/στρ)	---	---	---
Άμμος (%)	14,4	11,6	27,6
Ιλύς (%)	74,0	82,8	66,8
Άργιλος (%)	11,6	5,6	5,6
Τύπος εδάφους	Ιλυο-πηλώδες	Ιλυώδες	Ιλυο-πηλώδες
Οργανική ουσία (%)	1,95	1,68	1,01
Ανταλλάξιμο K <sup>+</sup> (mg kg <sup>-1</sup> )	315,8	642,5	474,2
Ανταλλάξιμο K <sup>+</sup> (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )	0,81	1,65	1,22
Ανταλλάξιμο Na <sup>+</sup> (mg kg <sup>-1</sup> )	---	---	---
Ανταλλάξιμο Na <sup>+</sup> (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )	---	---	---
Ανταλλάξιμο Mg <sup>2+</sup> (mg kg <sup>-1</sup> )	675	153	628
Ανταλλάξιμο Mg <sup>2+</sup> (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )	5,63	1,28	5,23
Ανταλλάξιμο Ca <sup>2+</sup> (mg kg <sup>-1</sup> )	1143	1048	1810
Ανταλλάξιμο Ca <sup>2+</sup> (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )	5,71	5,24	9,05
IAK (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )	---	---	---
ESP (%)	---	---	---
Fe (DTPA) (mg kg <sup>-1</sup> )	15,35	5,29	7,12
Cu (DTPA) (mg kg <sup>-1</sup> )	2,75	2,46	2,60
Zn (DTPA) (mg kg <sup>-1</sup> )	1,73	1,57	1,11
Mn (DTPA) (mg kg <sup>-1</sup> )	4,25	4,96	4,77
Βόριο (Ζέον ύδωρ) (mg kg <sup>-1</sup> )	---	---	---

## 2.2. Μετρήσεις ανάπτυξης του κορμού

Πραγματοποιήθηκε μία μέτρηση του μήκους του μελλοντικού κορμού με μεζούρα στις 20 Απριλίου 2016 (Εικόνα 2.1.) και τέσσερις μετρήσεις της διαμέτρου στο 2<sup>ο</sup> μεσογονάτιο διάστημα του κορμού με ψηφιακό παχύμετρο (Εικόνα 2.2.) στις 20 Απριλίου, στις 19 Μαΐου, στις 26 Ιουνίου και στις 30 Σεπτεμβρίου 2016.



Εικόνα 2.1. Μέτρηση του μήκους του μελλοντικού κορμού με μεζούρα στις 20 Απριλίου 2016.



Εικόνα 2.2. Μέτρηση της διαμέτρου στο 2<sup>ο</sup> μεσογονάτιο διάστημα του κορμού με ψηφιακό παχύμετρο στις 30 Σεπτεμβρίου 2016.

### 2.3. Μέτρηση ανάπτυξης του βραχίονα

Πραγματοποιήθηκαν δύο μετρήσεις της διαμέτρου του μελλοντικού βραχίονα με ψηφιακό παχύμετρο (Εικόνα 2.3.) στις 19 Μαΐου και στις 26 Ιουνίου 2016.



Εικόνα 2.3. Μέτρηση της διαμέτρου του μελλοντικού βραχίονα με ψηφιακό παχύμετρο στις 26 Ιουνίου 2016.

### 2.4. Μετρήσεις αύξησης των βλαστών

Πραγματοποιήθηκαν δύο μετρήσεις του μήκους και της διαμέτρου στο 5<sup>ο</sup> μεσογονάτιο διάστημα του κύριου (ετήσιου) βλαστού με μεζούρα (Εικόνα 2.4.) και ψηφιακό παχύμετρο (Εικόνα 2.5.) στις 26 Ιουνίου και στις 30 Σεπτεμβρίου 2016 αντίστοιχα.





Εικόνα 2.4. Μέτρηση του μήκους του κύριου βλαστού με μεζούρα στις 26 Ιουνίου 2016.



Εικόνα 2.5. Μέτρηση της διαμέτρου στο 5<sup>ο</sup> μεσογονάτιο διάστημα του κύριου βλαστού με ψηφιακό παχύμετρο στις 30 Σεπτεμβρίου 2016.

## 2.5. Προσδιορισμός της χλωροφύλλης στα φύλλα

Για τον προσδιορισμό της συγκέντρωσης της ολικής χλωροφύλλης στα φύλλα επιλέχθηκαν επτά αντιπροσωπευτικά φύλλα τόσο των κύριων όσο και των μεσοκάρδιων βλαστών και από κάθε μεταχείριση. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν στις 27 Μαΐου 2016 στο 4<sup>ο</sup> και 7<sup>ο</sup> φύλλο του κύριου βλαστού, καθώς και στο μεσαίο φύλλο του μεσοκάρδιου βλαστού με τη χρήση φορητού χλωροφυλλόμετρου (Minolta SPAD-502, Εικόνα 2.6.). Οι μετρήσεις εκφράστηκαν σε μονάδες SPAD.



Εικόνα 2.6. Φορητό χλωροφυλλόμετρο Minolta SPAD-502.

## 2.6. Μέτρηση μεγέθους των ανεπτυγμένων φύλλων

Για τον προσδιορισμό του μεγέθους των ανεπτυγμένων φύλλων, πραγματοποιήθηκε στις 30 Σεπτεμβρίου 2016, η μέτρηση του μήκους της κύριας νεύρωσης του ανεπτυγμένου φύλλου με τη χρήση μεζούρας (Εικόνα 2.7.).



Εικόνα 2.7. Μέτρηση της κύριας νεύρωσης του ανεπτυγμένου φύλλου με μεζούρα στις 30 Σεπτεμβρίου 2016.

## 2.7. Μέτρηση ταξιανθιών

Στις 20 Απριλίου 2016, πραγματοποιήθηκε η μέτρηση των ταξιανθιών ανά πρέμνο και ανά μεταχείριση.

## 2.8. Στατιστική ανάλυση

Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων πραγματοποιήθηκε με το στατιστικό πακέτο SigmaStat software package (Systat Software, Inc. San Jose, CA, USA) και χρησιμοποιώντας τη μονοπαραγοντική μέθοδο One-Way ANOVA. Η σύγκριση των μέσων όρων έγινε με την εφαρμογή του t-test ( $p < 0,05$ ).

## Κεφάλαιο 3 - Αποτελέσματα και συζήτηση

### 3.1. Αποτελέσματα

#### 3.1.1 Ανάπτυξη του κορμού

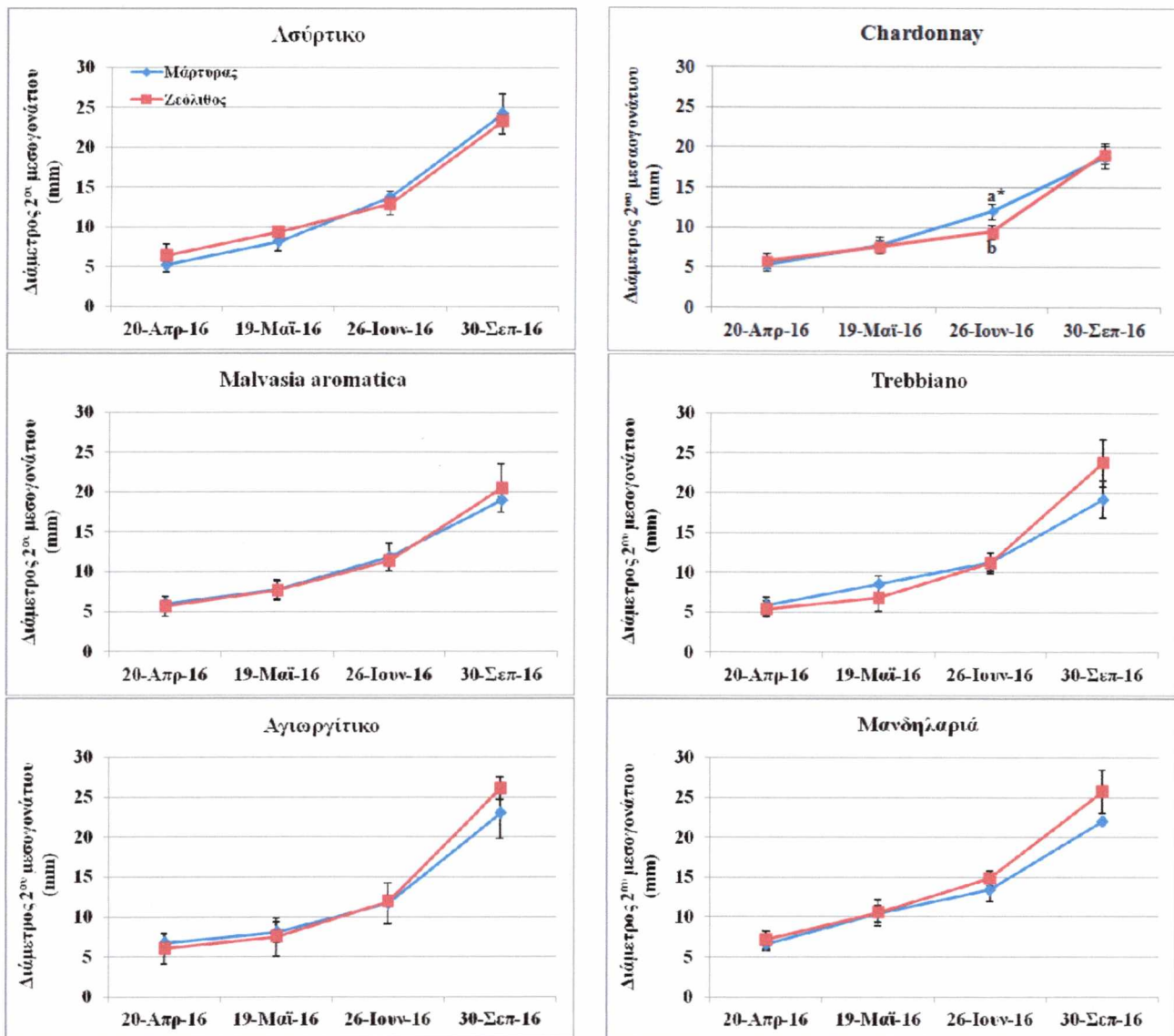
Από τον πίνακα 3.1. προκύπτει στατιστικά σημαντική διαφορά στην αύξηση του μήκους του μελλοντικού κορμού στα φυτά με ζεόλιθο σε σύγκριση με τα φυτά του μάρτυρα για τις ποικιλίες Αγιωργίτικο, Ξινόμαυρο και Ροδίτη και στατιστικά σημαντική διαφορά στην αύξηση του μελλοντικού κορμού στα φυτά του μάρτυρα σε σύγκριση με τα φυτά με ζεόλιθο για τις ποικιλίες Trebbiano και Cabernet sauvignon, ενώ στατιστικά μη σημαντική διαφορά στην αύξηση για τις υπόλοιπες ποικιλίες.

Πίνακας 3.1. Επίδραση του ζεόλιθου στο μήκος του μελλοντικού κορμού στις 20 Απριλίου 2016 ( $z=M.O.\pm S.D.$ ,  $M.S.=\Sigma$ στατιστικά μη σημαντικό αποτέλεσμα,  $*=\Sigma$ στατιστικά σημαντικό αποτέλεσμα για  $0,01\leq p<0,05$ ).

Ποικιλία	Μήκος μελλοντικού κορμού (cm)		Επίπεδο Σημαντικότητας
	Μάρτυρας	Ζεόλιθος	
Ασύρτικο	51,87 ± 20,46 <sup>z</sup>	51,00 ± 21,93	M.Σ.
Chardonnay	47,20 ± 12,07	47,90 ± 13,35	M.Σ.
Malvasia aromatica	60,87 ± 19,19	68,40 ± 16,93	M.Σ.
Trebbiano	49,53 <sup>a</sup> ± 11,28	41,90 <sup>b</sup> ± 11,74	*
Αγιωργίτικο	48,50 <sup>b</sup> ± 20,92	57,60 <sup>a</sup> ± 17,52	*
Μανδηλαριά	45,20 ± 16,08	47,90 ± 15,26	M.Σ.
Μοσχοφίλερο	53,80 ± 23,22	52,30 ± 18,07	M.Σ.
Ξινόμαυρο	44,40 <sup>b</sup> ± 13,90	60,00 <sup>a</sup> ± 9,43	*
Ροδίτης	38,62 <sup>b</sup> ± 11,73	53,67 <sup>a</sup> ± 14,21	*
Cabernet sauvignon	42,67 <sup>a</sup> ± 6,14	34,30 <sup>b</sup> ± 8,06	*
Merlot	48,07 ± 9,11	45,44 ± 12,57	M.Σ.
Sangiovese	60,33 ± 20,77	66,90 ± 13,47	M.Σ.

Μέσοι όροι με διαφορετικό γράμμα υποδηλώνουν στατιστικές σημαντικές διαφορές (για  $p\leq 0,05$ ) μεταξύ των μεταχειρίσεων.

Από το σχεδιάγραμμα 3.1. παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά στην αύξηση της διαμέτρου στο 2<sup>ο</sup> μεσογονάτιο διάστημα του κορμού στα φυτά του μάρτυρα σε σύγκριση με τα φυτά με ζεόλιθο μόνο στις 26 Ιουνίου 2016 για την ποικιλία Chardonnay, ενώ στατιστικά μη σημαντική διαφορά στην αύξηση για τις υπόλοιπες ποικιλίες από τις 20 Απριλίου 2016 έως τις 30 Σεπτεμβρίου 2016.

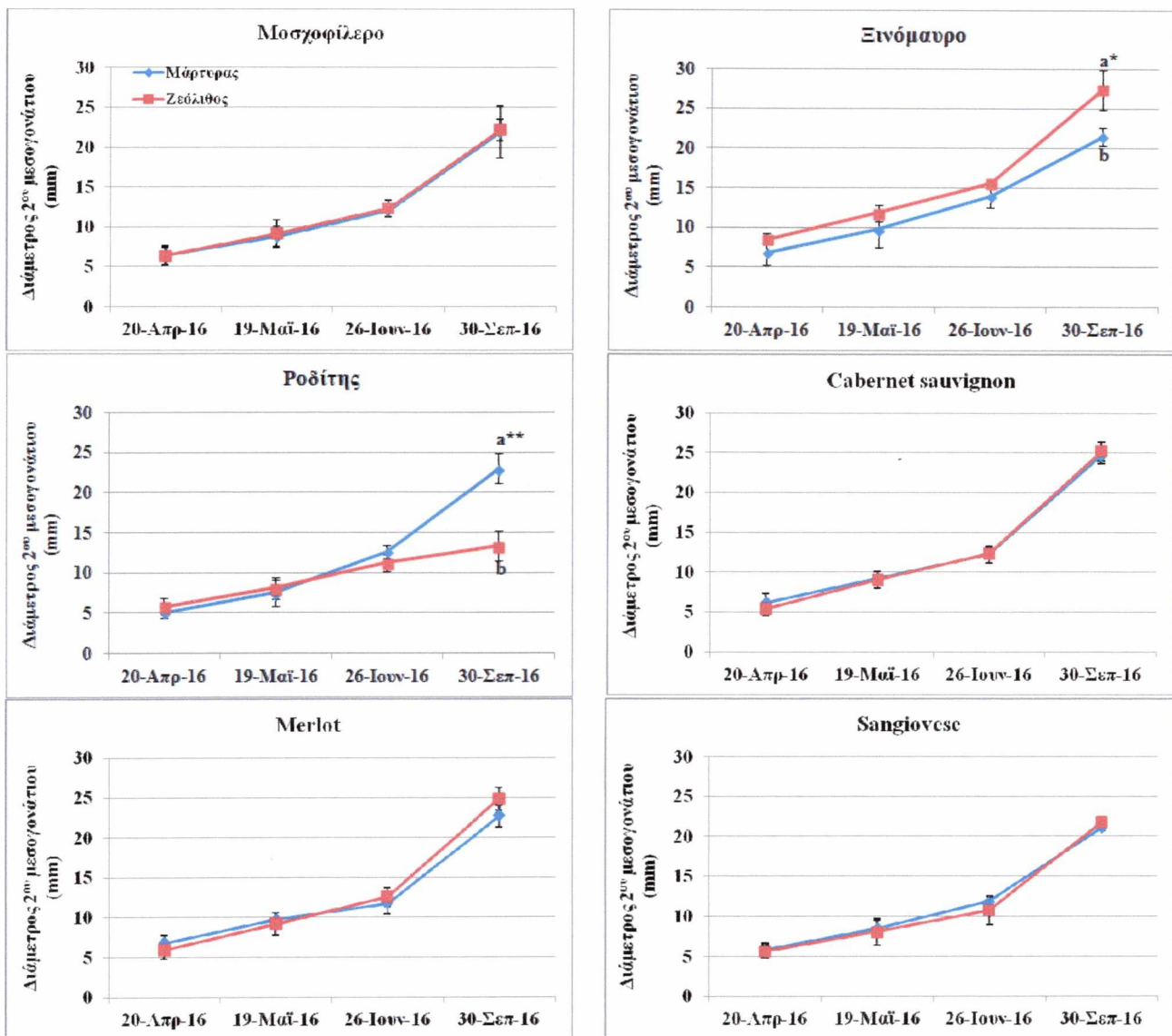


Σχεδιάγραμμα 3.1. Επίδραση του ζεόλιθου στην διάμετρο του 2<sup>ου</sup> μεσογονάτιου διαστήματος του κορμού στις 20 Απριλίου, στις 19 Μαΐου, στις 26 Ιουνίου και στις 30 Σεπτεμβρίου 2016 (\*=Στατιστικά σημαντικό αποτέλεσμα για  $0,01 \leq p < 0,05$ ).

Μέσοι όροι με διαφορετικό γράμμα υποδηλώνουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές (για  $p \leq 0,05$ ) μεταξύ των μεταχειρίσεων.

Ο ζεόλιθος επηρέασε θετικά την τελική ανάπτυξη της διαμέτρου στο 2<sup>ο</sup> μεσογονάτιο διάστημα του κορμού στις 30 Σεπτεμβρίου 2016 στην ποικιλία Ξινόμαυρο, αντίθετα με την ποικιλία Ροδίτη όπου τα φυτά του μάρτυρα είχαν στατιστικά σημαντική διαφορά στην αύξηση από τα φυτά του ζεόλιθου στις 30 Σεπτεμβρίου 2016. Στις υπόλοιπες ποικιλίες η διαφορά στην αύξηση ήταν στατιστικά μη σημαντική από της 20 Απριλίου 2016 μέχρι τις 30 Σεπτεμβρίου 2016 (Σχεδιάγραμμα 3.2.).





Σχεδιάγραμμα 3.2. Επίδραση του ζεόλιθου στην διάμετρο του 2<sup>ου</sup> μεσογονάτιου διαστήματος του κορμού στις 20 Απριλίου, στις 19 Μαΐου, στις 26 Ιουνίου και στις 30 Σεπτεμβρίου 2016 (\*=Στατιστικά σημαντικό αποτέλεσμα για  $0,01 \leq p < 0,05$ , \*\*=Στατιστικά σημαντικό αποτέλεσμα για  $p < 0,01$ ).

Μέσοι όροι με διαφορετικό γράμμα υποδηλώνουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές (για  $p \leq 0,05$ ) μεταξύ των μεταχειρίσεων.

### 3.1.2. Ανάπτυξη του βραχίονα

Από τον πίνακα 3.2. στις 19 Μαΐου 2016 παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά στην αύξηση της διαμέτρου του βραχίονα στα φυτά με ζεόλιθο σε σύγκριση με τα φυτά του μάρτυρα για την ποικιλία Μανδηλαριά, αντίθετα ο ζεόλιθος δεν επηρέασε την αύξηση της διαμέτρου του βραχίονα στην ποικιλία Trebbiano. Στατιστικά μη σημαντική διαφορά στην αύξηση υπήρξε για τις υπόλοιπες ποικιλίες.

Στις 26 Ιουνίου 2016 παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά στην αύξηση της διαμέτρου του βραχίονα στα φυτά με ζεόλιθο σε σύγκριση με τα φυτά του

μάρτυρα για τις ποικιλίες Ασύρτικο και Αγιωργίτικο και στατιστικά σημαντική διαφορά στην αύξηση της διαμέτρου του βραχίονα στα φυτά του μάρτυρα σε σύγκριση με τα φυτά με ζεόλιθο για τις ποικιλίες Chardonnay, Ροδίτη και Cabernet sauvignon, ενώ στατιστικά μη σημαντική διαφορά στην αύξηση για τις υπόλοιπες ποικιλίες που μελετήθηκαν (Πίνακας 3.2.)

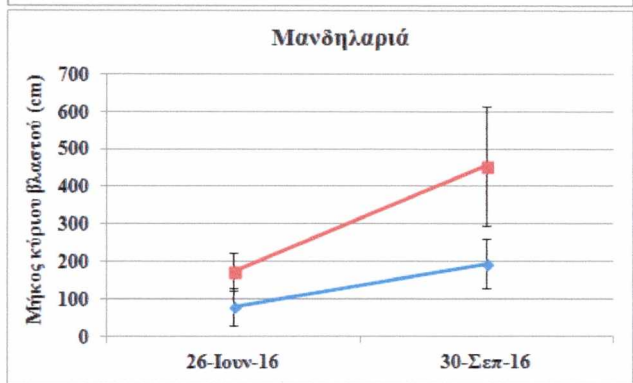
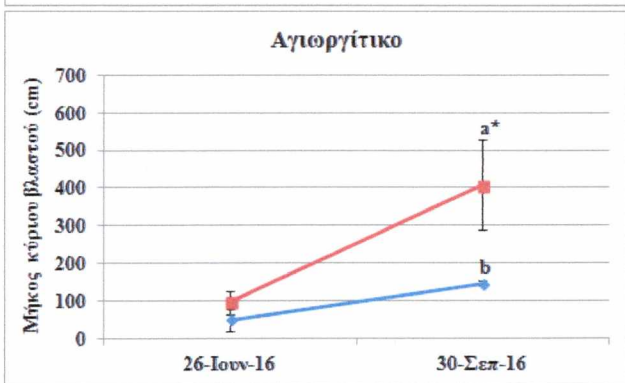
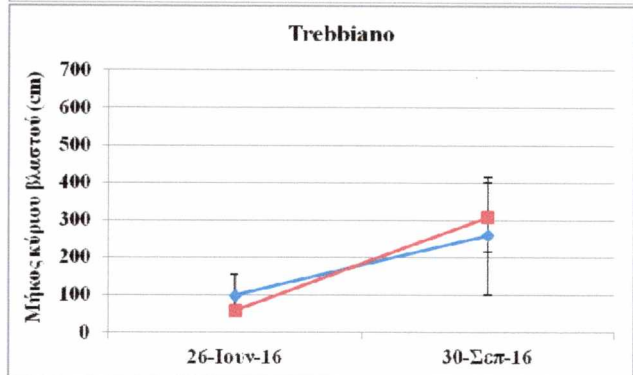
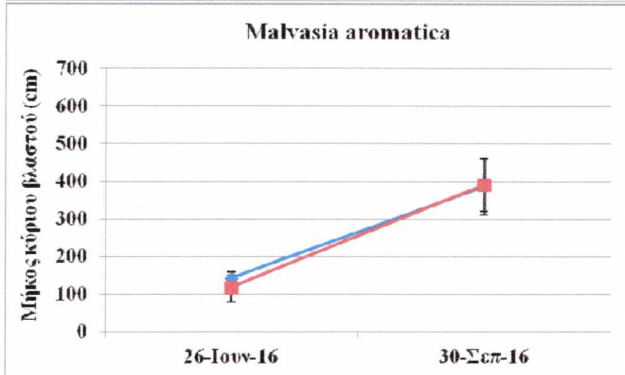
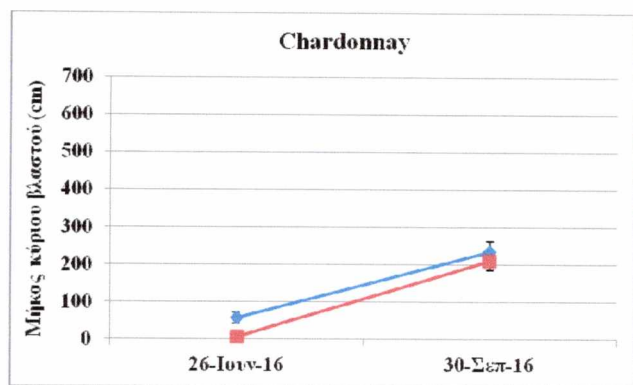
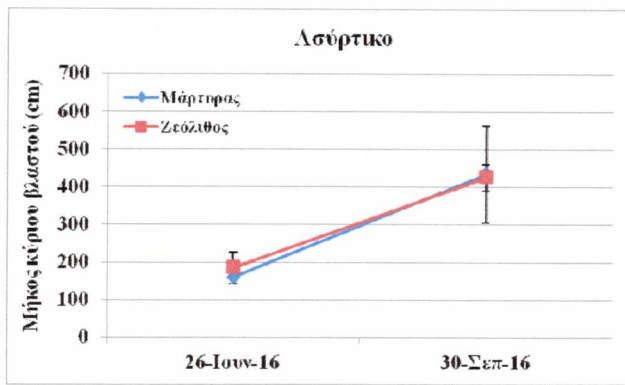
Πίνακας 3.2. Επίδραση του ζεόλιθου στην διάμετρο του βραχίονα στις 19 Μαΐου και στις 26 Ιουνίου 2016 ( $z=M.O.\pm S.D.$ , Μ.Σ.=Στατιστικά μη σημαντικό αποτέλεσμα για  $p\geq 0,05$ , \*=Στατιστικά σημαντικό αποτέλεσμα για  $0,01\leq p < 0,05$ ).

Ποικιλία	Διάμετρος βραχίονα (mm)		Επ. Σημ.	Διάμετρος βραχίονα (mm)		Επ. Σημ.
	Μάρτυρας	Ζεόλιθος		Μάρτυρας	Ζεόλιθος	
<b>Ασύρτικο</b>	6,19 ± 1,83 <sup>z</sup>	7,64 ± 1,13	Μ.Σ.	10,39 <sup>b</sup> ± 1,14	11,31 <sup>a</sup> ± 1,53	*
<b>Chardonnay</b>	4,88 ± 1,73	3,45 ± 1,29	Μ.Σ.	8,56 <sup>a</sup> ± 0,46	6,69 <sup>b</sup> ± 0,66	*
<b>Malvasia ar.</b>	5,27 ± 1,13	4,77 ± 1,70	Μ.Σ.	8,25 ± 0,72	8,46 ± 2,49	Μ.Σ.
<b>Trebbiano</b>	5,47 <sup>a</sup> ± 1,84	3,76 <sup>b</sup> ± 1,62	*	8,50 ± 1,48	7,75 ± 0,96	Μ.Σ.
<b>Αγιωργίτικο</b>	6,15 ± 1,73	6,13 ± 1,02	Μ.Σ.	6,90 <sup>b</sup> ± 1,36	8,94 <sup>a</sup> ± 0,99	*
<b>Μανδηλαριά</b>	6,51 <sup>b</sup> ± 1,29	8,23 <sup>a</sup> ± 1,23	*	10,16 ± 0,53	10,72 ± 0,76	Μ.Σ.
<b>Μοσχοφίλερο</b>	4,88 ± 1,58	5,09 ± 2,26	Μ.Σ.	8,53 ± 0,66	9,03 ± 1,69	Μ.Σ.
<b>Ξινόμαυρο</b>	7,13 ± 1,40	7,71 ± 0,80	Μ.Σ.	10,18 ± 0,80	11,61 ± 1,33	Μ.Σ.
<b>Ροδίτης</b>	4,86 ± 1,42	4,38 ± 1,17	Μ.Σ.	9,73 <sup>a</sup> ± 0,35	7,00 <sup>b</sup> ± 1,30	*
<b>Cabernet s.</b>	4,92 ± 0,96	4,01 ± 0,93	Μ.Σ.	10,15 <sup>a</sup> ± 1,50	8,69 <sup>b</sup> ± 0,08	*
<b>Merlot</b>	6,02 ± 0,85	6,56 ± 1,60	Μ.Σ.	9,26 ± 0,36	10,36 ± 0,34	Μ.Σ.
<b>Sangiovese</b>	5,39 ± 1,55	4,85 ± 1,70	Μ.Σ.	9,32 ± 0,19	8,11 ± 1,30	Μ.Σ.

Μέσοι όροι με διαφορετικό γράμμα υποδηλώνουν στατιστικές σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων.

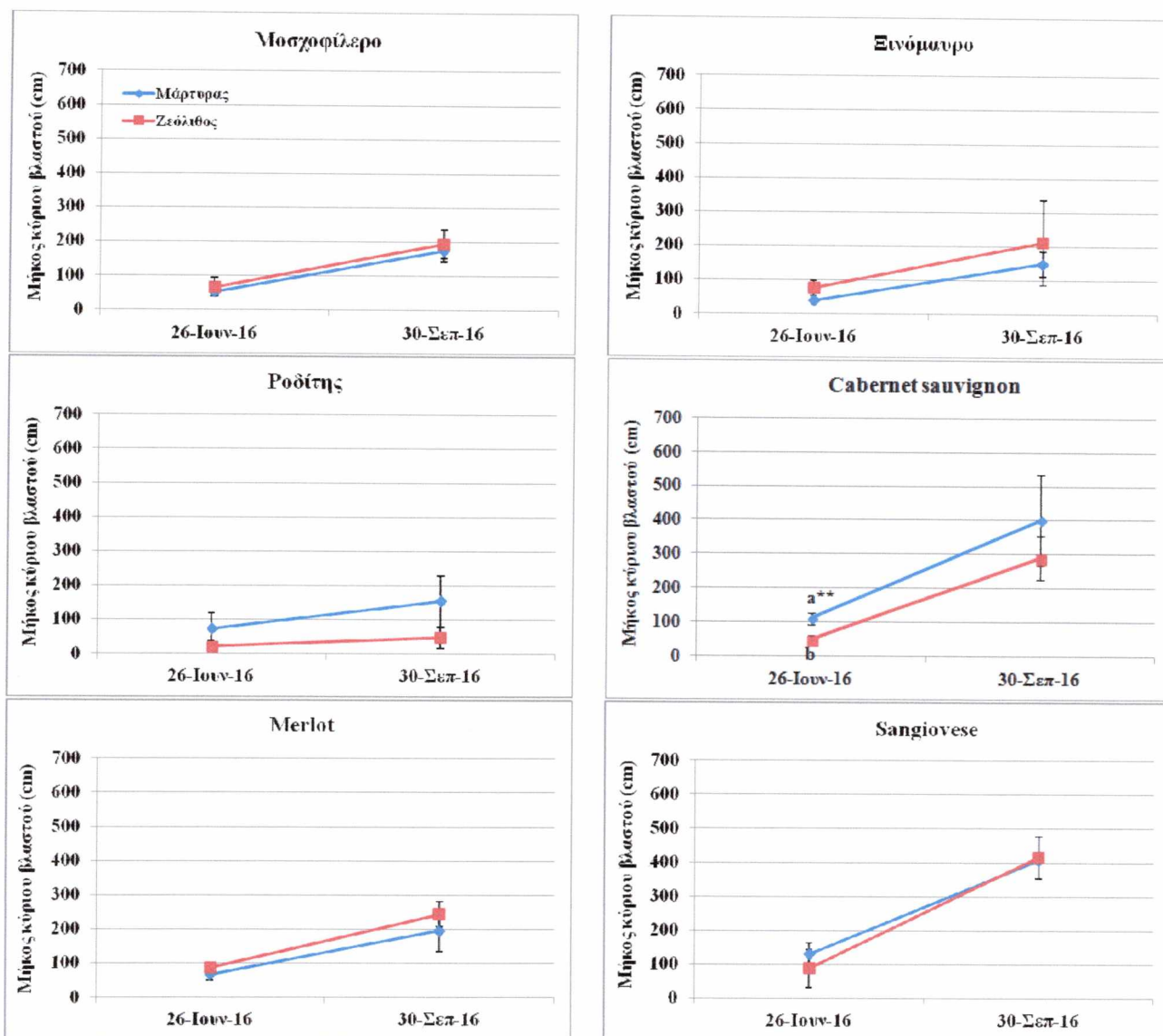
### 3.1.3. Αύξηση των βλαστών

Όσον αφορά την αύξηση του μήκους του κύριου βλαστού δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στα φυτά με ζεόλιθο και στα φυτά του μάρτυρα τόσο στις 26 Ιουνίου 2016, όσο και στις 30 Σεπτεμβρίου 2016 για τις ποικιλίες που μελετήθηκαν, εκτός από την ποικιλία Αγιωργίτικο όπου ο ζεόλιθος επηρέασε θετικά την αύξηση του μήκους στις 30 Σεπτεμβρίου 2016 (Σχεδιάγραμμα 3.3.).



Σχεδιάγραμμα 3.3. Επίδραση του ζεόλιθου στο μήκος του κύριου (ετήσιου) βλαστού στις 26 Ιουνίου και στις 30 Σεπτεμβρίου 2016 (\*=Στατιστικά σημαντικό αποτέλεσμα για  $0,01 \leq p < 0,05$ ). Μέσοι όροι με διαφορετικό γράμμα υποδηλώνουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων.

Από το σχεδιάγραμμα 3.4. προκύπτει ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στην αύξηση του μήκους στα φυτά με ζεόλιθο και στα φυτά του μάρτυρα στις 26 Ιουνίου 2016 και στις 30 Σεπτεμβρίου 2016 για τις ποικιλίες που μελετήθηκαν, εκτός από την ποικιλία Cabernet sauvignon όπου τα φυτά του μάρτυρα ήταν καλύτερα από τα φυτά με ζεόλιθο στις 26 Ιουνίου 2016.



Σχεδιάγραμμα 3.4. Επίδραση του ζεόλιθου στο μήκος του κύριου (ετήσιου) βλαστού στις 26 Ιουνίου και στις 30 Σεπτεμβρίου 2016 (\*\*=Στατιστικά σημαντικό αποτέλεσμα για  $p < 0,01$ ).

Μέσοι όροι με διαφορετικό γράμμα υποδηλώνουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων.

Από τον πίνακα 3.3. στις 26 Ιουνίου 2016 προκύπτει ότι ο ζεόλιθος επηρέασε θετικά την αύξηση της διαμέτρου στο 5<sup>ο</sup> μεσογονάτιο διάστημα του κύριου βλαστού στην ποικιλία Ξινόμαυρο, ενώ αντίθετες παρατηρήσεις προκύπτουν για τις ποικιλίες Chardonnay, Μοσχοφίλερο και Cabernet sauvignon. Στις υπόλοιπες ποικιλίες, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα.

Στις 30 Σεπτεμβρίου 2016 παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στην αύξηση της διαμέτρου στο 5<sup>ο</sup> μεσογονάτιο διάστημα του κύριου βλαστού στα φυτά με ζεόλιθο σε σύγκριση με τα φυτά του μάρτυρα για τις ποικιλίες Αγιωργίτικο, Μανδηλαριά και Ξινόμαυρο, ενώ στατιστικά μη σημαντική διαφορά στην αύξηση για τις υπόλοιπες ποικιλίες (Πίνακας 3.3.).



Πίνακας 3.3. Επίδραση του ζεόλιθου στην διάμετρος του 5<sup>ου</sup> μεσογονάτιου διαστήματος του κύριου (ετήσιου) βλαστού στις 26 Ιουνίου και στις 30 Σεπτεμβρίου 2016 ( $z=M.O.\pm S.D.$ , Μ.Σ.=Στατιστικά μη σημαντικό αποτέλεσμα για  $p\geq 0,05$ , \*=Στατιστικά σημαντικό αποτέλεσμα για  $0,01\leq p<0,05$ , \*\*=Στατιστικά σημαντικό αποτέλεσμα για  $p<0,01$ ).

Ποικιλία	Διάμετρος 5 <sup>ου</sup> μεσογονάτιου στον κύριο βλαστό (mm)		Επ. Σημ.	Διάμετρος 5 <sup>ου</sup> μεσογονάτιου στον κύριο βλαστό (mm)		Επ. Σημ.
	Μάρτυρας	Ζεόλιθος		Μάρτυρας	Ζεόλιθος	
<b>Ασύρτικο</b>	6,13 ± 1,00 <sup>z</sup>	6,62 ± 1,43	Μ.Σ.	11,36 ± 1,75	12,58 ± 4,37	Μ.Σ.
<b>Chardonnay</b>	4,69 <sup>a</sup> ± 0,78	2,19 <sup>b</sup> ± 0,23	**	6,71 ± 0,30	7,66 ± 0,80	Μ.Σ.
<b>Malvasia ar.</b>	5,21 ± 1,23	3,96 ± 1,04	Μ.Σ.	8,27 ± 2,24	8,13 ± 2,03	Μ.Σ.
<b>Trebbiano</b>	4,79 ± 1,79	3,42 ± 0,46	Μ.Σ.	7,45 ± 2,35	8,09 ± 1,07	Μ.Σ.
<b>Αγιωργίτικο</b>	3,27 ± 1,06	5,70 ± 1,87	Μ.Σ.	6,06 <sup>b</sup> ± 0,98	13,1 <sup>a</sup> ± 2,40	**
<b>Μανδηλαριά</b>	4,94 ± 1,50	7,90 ± 1,96	Μ.Σ.	8,33 <sup>b</sup> ± 1,68	13,61 <sup>a</sup> ± 2,31	**
<b>Μοσχοφίλερο</b>	4,42 <sup>a</sup> ± 0,17	3,79 <sup>b</sup> ± 0,21	*	8,54 ± 1,99	8,61 ± 1,08	Μ.Σ.
<b>Ξινόμαυρο</b>	3,96 <sup>b</sup> ± 0,52	6,45 <sup>a</sup> ± 1,09	*	7,23 <sup>b</sup> ± 2,04	9,57 <sup>a</sup> ± 2,89	*
<b>Ροδίτης</b>	5,16 ± 1,40	3,03 ± 0,81	Μ.Σ.	7,23 ± 1,48	4,59 ± 2,05	Μ.Σ.
<b>Cabernet s.</b>	6,77 <sup>a</sup> ± 1,23	4,19 <sup>b</sup> ± 0,61	*	11,37 ± 2,04	8,88 ± 0,82	Μ.Σ.
<b>Merlot</b>	4,88 ± 0,75	5,83 ± 0,49	Μ.Σ.	8,04 ± 1,90	9,59 ± 1,19	Μ.Σ.
<b>Sangiovese</b>	6,05 ± 0,85	4,77 ± 1,53	Μ.Σ.	9,36 ± 1,05	9,76 ± 0,39	Μ.Σ.

Μέσοι όροι με διαφορετικό γράμμα υποδηλώνουν στατιστικές σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων.

### 3.1.4. Συγκέντρωση της χλωροφύλλης στα φύλλα

Από τους πίνακες 3.4., 3.5., και 3.6. παρατηρήθηκε ότι στις 27 Μαΐου 2016 ο ζεόλιθος δεν επηρέασε την συγκέντρωση της χλωροφύλλης τόσο στα φύλλα του κύριου βλαστού (4<sup>ο</sup> και 7<sup>ο</sup>) όσο και στου μεσοκάρδιου αφού δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε καμία από τις ποικιλίες. Δεν πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις στην ποικιλία Ασύρτικο, καθώς και η τελευταία μέτρηση στην ποικιλία Trebbiano.

Πίνακας 3.4. Επίδραση του ζεόλιθου στις ολικές χλωροφύλλες στο 4<sup>ο</sup> φύλλο του κύριου βλαστού στις 27 Μαΐου 2016 ( $z=M.O.\pm S.D.$ , Μ.Σ.=Στατιστικά μη σημαντικό αποτέλεσμα για  $p\geq 0,05$ ).

Ποικιλία	Ολικές χλωροφύλλες στο 4 <sup>ο</sup> φύλλο του κύριου βλαστού (Μονάδες SPAD)		Επίπεδο Σημαντικότητας
	Μάρτυρας	Ζεόλιθος	
Ασύρτικο	--	--	--
Chardonnay	38,03 ± 5,44 <sup>z</sup>	44,73 ± 4,05	Μ.Σ.
Malvasia aromatica	40,37 ± 4,24	50,97 ± 10,02	Μ.Σ.
Trebbiano	41,97 ± 5,71	38,37 ± 0,32	Μ.Σ.
Αγιωργίτικο	39,23 ± 0,06	37,27 ± 3,28	Μ.Σ.
Μανδηλαριά	44,60 ± 2,52	47,23 ± 3,00	Μ.Σ.
Μοσχοφίλερο	42,03 ± 4,14	46,30 ± 5,63	Μ.Σ.
Ξινόμαυρο	42,70 ± 4,00	41,37 ± 1,46	Μ.Σ.
Ροδίτης	46,47 ± 3,17	40,00 ± 2,76	Μ.Σ.
Cabernet sauvignon	41,30 ± 1,51	41,10 ± 2,21	Μ.Σ.
Merlot	48,57 ± 1,32	47,20 ± 3,37	Μ.Σ.
Sangiovese	46,20 ± 5,59	42,00 ± 3,10	Μ.Σ.

Πίνακας 3.5. Επίδραση του ζεόλιθου στις ολικές χλωροφύλλες στο 7<sup>ο</sup> φύλλο του κύριου βλαστού στις 27 Μαΐου 2016 ( $z=M.O.\pm S.D.$ , Μ.Σ.=Στατιστικά μη σημαντικό αποτέλεσμα για  $p\geq 0,05$ ).

Ποικιλία	Ολικές χλωροφύλλες στο 7 <sup>ο</sup> φύλλο του κύριου βλαστού (Μονάδες SPAD)		Επίπεδο Σημαντικότητας
	Μάρτυρας	Ζεόλιθος	
Ασύρτικο	--	--	--
Chardonnay	33,40 ± 1,39 <sup>z</sup>	30,63 ± 2,31	Μ.Σ.
Malvasia aromatica	44,13 ± 5,46	39,63 ± 7,45	Μ.Σ.
Trebbiano	27,93 ± 9,43	32,03 ± 14,18	Μ.Σ.
Αγιωργίτικο	32,90 ± 6,90	34,30 ± 3,10	Μ.Σ.
Μανδηλαριά	31,20 ± 5,55	36,47 ± 1,78	Μ.Σ.
Μοσχοφίλερο	40,03 ± 14,05	34,43 ± 1,44	Μ.Σ.
Ξινόμαυρο	31,03 ± 2,73	32,77 ± 8,23	Μ.Σ.
Ροδίτης	25,90 ± 3,84	29,13 ± 1,14	Μ.Σ.
Cabernet sauvignon	36,00 ± 2,95	32,70 ± 2,40	Μ.Σ.
Merlot	38,57 ± 1,46	35,17 ± 3,26	Μ.Σ.
Sangiovese	37,27 ± 3,94	32,70 ± 4,66	Μ.Σ.



Πίνακας 3.6. Επίδραση του ζεόλιθου στις ολικές χλωροφύλλες στο μεσαίο φύλλο του μεσοκάρδιου στις 27 Μαΐου 2016 ( $z=M.O.\pm S.D.$ , Μ.Σ.=Στατιστικά μη σημαντικό αποτέλεσμα για  $p\geq 0,05$ ).

Ποικιλία	Ολικές χλωροφύλλες στο μεσαίο φύλλο του μεσοκάρδιου βλαστού (Μονάδες SPAD)		Επίπεδο Σημαντικότητας
	Μάρτυρας	Ζεόλιθος	
Ασύρτικο	--	--	--
Chardonnay	22,70 ± 7,63 <sup>z</sup>	14,47 ± 1,25	Μ.Σ.
Malvasia ar.	31,80 ± 2,34	27,1 ± 2,62	Μ.Σ.
Trebbiano	--	--	--
Αγιωργίτικο	23,97 ± 3,81	24,13 ± 1,91	Μ.Σ.
Μανδηλαριά	13,93 ± 0,75	22,80 ± 7,01	Μ.Σ.
Μοσχοφίλερο	18,87 ± 7,34	19,47 ± 3,20	Μ.Σ.
Ξινόμαυρο	18,07 ± 2,67	18,07 ± 2,67	Μ.Σ.
Ροδίτης	13,80 ± 4,40	14,10 ± 3,00	Μ.Σ.
Cabernet sauvignon	19,90 ± 4,51	19,47 ± 1,12	Μ.Σ.
Merlot	21,93 ± 5,10	22,97 ± 2,19	Μ.Σ.
Sangiovese	23,83 ± 2,93	16,30 ± 7,46	Μ.Σ.

### 3.1.5. Μέγεθος των ανεπτυγμένων φύλλων

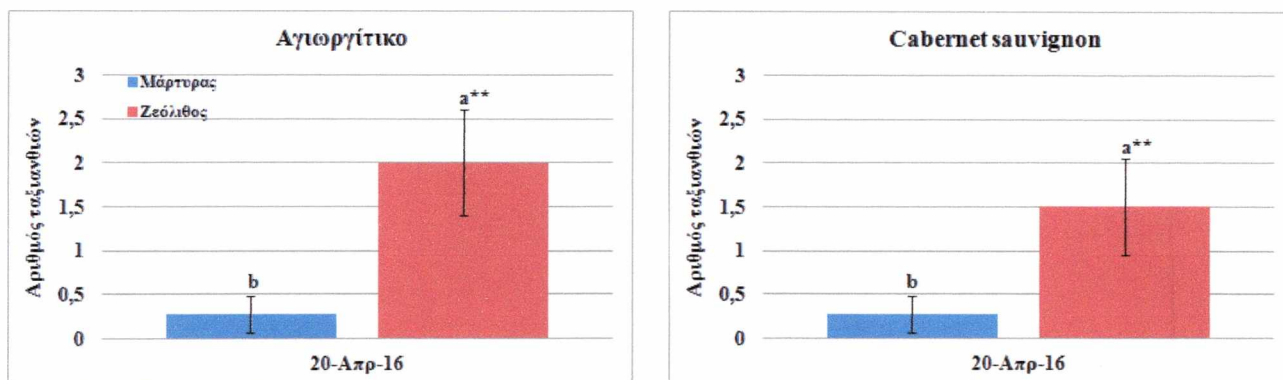
Ο ζεόλιθος στις 30 Σεπτεμβρίου 2016 δεν επηρέασε το μέγεθος των ανεπτυγμένων φύλλων, αφού δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε καμία από τις ποικιλίες που μελετήθηκαν (Πίνακας 3.7.).

Πίνακας 3.7. Επίδραση του ζεόλιθου στο μήκος της κύριας νεύρωσης του ανεπτυγμένου φύλλου στις 30 Σεπτεμβρίου 2016 ( $z=M.O.\pm S.D.$ , Μ.Σ.=Στατιστικά μη σημαντικό αποτέλεσμα για  $p\geq 0,05$ ).

Ποικιλία	Μήκος κύριας νεύρωσης ανεπτυγμένου φύλλου (cm)		Επίπεδο Σημαντικότητας
	Μάρτυρας	Ζεόλιθος	
Ασύρτικο	10,17 ± 0,76 <sup>z</sup>	8,17 ± 1,04	Μ.Σ.
Chardonnay	8,50 ± 0,87	9,33 ± 0,58	Μ.Σ.
Malvasia ar.	8,50 ± 1,32	8,33 ± 0,76	Μ.Σ.
Trebbiano	9,83 ± 0,29	9,67 ± 0,58	Μ.Σ.
Αγιωργίτικο	8,67 ± 0,58	10,33 ± 1,15	Μ.Σ.
Μανδηλαριά	12,00 ± 1,00	12,50 ± 1,00	Μ.Σ.
Μοσχοφίλερο	10,50 ± 0,87	12,33 ± 1,53	Μ.Σ.
Ξινόμαυρο	10,17 ± 0,29	11,00 ± 2,65	Μ.Σ.
Ροδίτης	8,67 ± 0,58	8,00 ± 1,00	Μ.Σ.
Cabernet sauvignon	10,50 ± 0,50	11,00 ± 1,00	Μ.Σ.
Merlot	10,33 ± 0,58	9,67 ± 0,29	Μ.Σ.
Sangiovese	10,83 ± 0,29	11,50 ± 0,87	Μ.Σ.

### 3.1.6. Αριθμός των ταξιανθιών

Από το σχεδιάγραμμα 3.5. προκύπτει στατιστικά σημαντική διαφορά στον αριθμό των ταξιανθιών στα φυτά με ζεόλιθο σε σύγκριση με τα φυτά του μάρτυρα για τις ποικιλίες Αγιωργίτικο και Cabernet sauvignon, ενώ στατιστικά μη σημαντική διαφορά για τις υπόλοιπες ποικιλίες (δεν παρουσιάζονται τα αποτελέσματα) στις 20 Απριλίου 2016.



Σχεδιάγραμμα 3.5. Επίδραση του ζεόλιθου στον αριθμό των ταξιανθιών στις 20 Απριλίου 2016 (\*\*=Στατιστικά σημαντικό αποτέλεσμα για  $p < 0,01$ ).

Μέσοι όροι με διαφορετικό γράμμα υποδηλώνουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων.

### 3.2. Συζήτηση

Ο ζεόλιθος επηρέασε θετικά την ανάπτυξη της ανοιξιάτικης βλάστησης (μελλοντικός κορμός) στις ποικιλίες Αγιωργίτικο, Ξινόμαυρο και Ροδίτη, ενώ δεν ευνόησε την ανάπτυξη της στις ποικιλίες Trebbiano και Cabernet sauvignon. Στις υπόλοιπες ποικιλίες δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Όσον αφορά τις μετρήσεις της διαμέτρου του κορμού, στο 2<sup>ο</sup> μεσογονάτιο ο ζεόλιθος τελικά επηρέασε την αύξηση της διαμέτρου μόνο για την ποικιλία Ξινόμαυρο, ενώ αντίθετες παρατηρήσεις προκύπτουν για την ποικιλία Ροδίτη, καθώς τα φυτά του μάρτυρα παρουσίασαν μεγαλύτερη διάμετρο. Στις υπόλοιπες ποικιλίες που μελετήθηκαν, δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές για την διάμετρο του κορμού.

Επιπλέον, ο ζεόλιθος αύξησε τελικά την διάμετρο του βραχίονα για τις ποικιλίες Ασύρτικο και Αγιωργίτικο, σε αντίθεση με τις ποικιλίες Chardonnay, Ροδίτη και Cabernet sauvignon όπου δεν επηρέασε καθόλου την διάμετρο. Στις υπόλοιπες ποικιλίες δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές για την διάμετρο του βραχίονα. Τα παραπάνω πιθανόν να συμβαίνουν για το λόγο ότι ο ζεόλιθος χάρη στις φυσικοχημικές του ιδιότητες έχει την ικανότητα να δεσμεύει θρεπτικά στοιχεία και να τα απελευθερώνει στο έδαφος σταδιακά όχι μόνο το πρώτο έτος εφαρμογής του αλλά και στα μετέπειτα χρόνια (Rehakova *et al.*, 2004, Andronikashvili *et al.*, 2010, Szerement *et al.*, 2014). Οπότε, τις διαφορές στην διάμετρο του κορμού και του βραχίονα ίσως να τις παρατηρήσουμε κατά τα επόμενα έτη, όπου το αμπέλι θα είναι μεγαλύτερης ηλικίας.

Όσον αφορά τις μετρήσεις της αύξησης του μήκους του κύριου βλαστού, ο ζεόλιθος αύξησε τελικά το μήκος αυτό για την ποικιλία Αγιωργίτικο, αντίθετα στις υπόλοιπες ποικιλίες δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Επίσης, ο ζεόλιθος στο τέλος της βλαστικής περιόδου αύξησε την διάμετρο στο 5<sup>ο</sup> μεσογονάτιο διάστημα του κύριου βλαστού για τις ποικιλίες Αγιωργίτικο, Μανδηλαριά και Ξινόμαυρο, σε σύγκριση με τις υπόλοιπες ποικιλίες όπου δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Αυτά τα αποτελέσματα συμπίπτουν και με άλλες έρευνες όπου παρατηρήθηκε αυξημένη βλαστική ανάπτυξη στο αμπέλι (Lović *et al.*, 1994b, Marino, 2013). Οι παράγοντες που επιδρούν στο τελικό μήκος και στην τελική διάμετρο των βλαστών είναι οι διάφορες καλλιεργητικές επεμβάσεις όπως είναι η λίπανση και η άρδευση. Οι δύο αυτές επεμβάσεις είναι σημαντικές για την βλαστική ανάπτυξη του φυτού (Σταυρακάκης, 2013). Στην περίπτωση των περισσότερων

ποικιλιών ο ζεόλιθος ίσως δέσμευσε τα θρεπτικά συστατικά του εδάφους με σκοπό να τα απελευθερώνει σταδιακά (Burriesci *et al.*,1984). Έτσι, χρειαζόταν μεγαλύτερο χρονικό διάστημα ώστε να φανεί η θετική του επίδραση. Αντίθετα, σε ορισμένες ποικιλίες ο ζεόλιθος έδρασε ικανοποιητικά ήδη από το δεύτερο έτος. Αυτό οφείλεται στην ικανότητα του να συγκρατεί το νερό της άρδευσης (σημαντικό για ποικιλίες που υποφέρουν από την ξηρασία) κοντά στις ρίζες (Burriesci *et al.*,1984), καθώς και στην βελτίωση του εδάφους στην ζώνη της ριζόσφαιρας, λόγω της ικανότητας ανταλλαγής κατιόντων, αλλά και στην αύξηση των μικροοργανισμών που δεσμεύουν το άζωτο (Andronikashvili *et al.*, 2010).

Επίσης, από τα αποτελέσματα των μετρήσεων δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές στην συγκέντρωση της χλωροφύλλης στα φυτά με ζεόλιθο σε σχέση με τα φυτά του μάρτυρα. Το γεγονός αυτό, πιθανότατα να οφείλεται στην δέσμευση του μαγνησίου (συστατικό της χλωροφύλλης) που υπάρχει στο έδαφος από τον ζεόλιθο. Αν η διάρκεια του πειράματος ήταν μεγαλύτερη, ο ζεόλιθος πιθανόν να απελευθέρωνε σταδιακά το μαγνήσιο, και ίσως παρατηρούσαμε αυξημένη συγκέντρωση χλωροφύλλης στα φύλλα.

Όσον αφορά το μήκος της κύριας νεύρωσης του ανεπτυγμένου φύλλου, δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές στα φυτά με ζεόλιθο σε σχέση με τα φυτά του μάρτυρα.

Τέλος, όσον αφορά τα αποτελέσματα για τον αριθμό των ταξιανθιών, ο ζεόλιθος αύξησε σημαντικά τη διαφοροποίηση των οφθαλμών σε ταξιανθίες για τις ποικιλίες Αγιωργίτικο και Cabernet sauvignon. Αυτό αποδεικνύει, ότι τα φυτά με ζεόλιθο θα μπουν πιο νωρίς στην παραγωγή σε σύγκριση με τα φυτά του μάρτυρα. Η αύξηση της παραγωγής των σταφυλιών με την χρήση ζεόλιθου επιβεβαιώνεται και από άλλες έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί, τόσο με αύξηση του αριθμού των σταφυλών (Burriesci *et al.*,1984, Lovic *et al.*, 1994a, Andronikashvili *et al.*, 2010) όσο και του μεγέθους του καρπού (Burriesci *et al.*,1984), καθώς επίσης και βελτίωση της ποιότητας του καρπού (Andronikashvili *et al.*, 2010). Πρέπει να σημειωθεί ότι τα αποτελέσματα αυτά ήταν ορατά τα επόμενα χρόνια, και όχι στο έτος ενσωμάτωσης του ζεόλιθου στο έδαφος.

## Κεφάλαιο 4 - Συμπεράσματα

- Η χρήση του ζεόλιθου στα νεαρά φυτά (δύο ετών) των 12 ποικιλιών αμπέλου (*Vitis vinifera* L.) που μελετήθηκαν δεν επέφερε σημαντικές διαφορές στις περισσότερες από αυτές και σε ότι αφορά την ανάπτυξη των οργάνων τους (κορμός, βραχίονας, βλαστοί, φύλλα, ταξιανθίες, κ.α.) αφού δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές.
- Εξαιρέση αποτέλεσαν οι ποικιλίες Αγιωργίτικο και Ξινόμαυρο και συγκεκριμένα, η χρήση του ζεόλιθου στην ποικιλία Αγιωργίτικο ευνόησε την ανάπτυξη της ανοιξιάτικης βλάστησης (μελλοντικό κορμό), αύξησε την διάμετρο του βραχίονα, το μήκος και την διάμετρο του κύριου βλαστού, ενώ στην ποικιλία Ξινόμαυρο ευνόησε επίσης την ανάπτυξη της ανοιξιάτικης βλάστησης και αύξησε την διάμετρο του κορμού, καθώς και την διάμετρο του κύριου βλαστού.
- Η χρήση του ζεόλιθου στις ποικιλίες Αγιωργίτικο και Cabernet sauvignon ευνόησε τον σχηματισμό ταξιανθιών σε σύγκριση με τα φυτά του μάρτυρα, όπου σε αυτά οι ταξιανθίες παρουσιάζονταν εκφυλισμένες.
- Αντίθετα, ο ζεόλιθος δεν ευνόησε την ανάπτυξη ορισμένων οργάνων στις ποικιλίες Ροδίτη και Cabernet sauvignon αφού τα φυτά του μάρτυρα είχαν αναπτυχθεί καλύτερα σε σύγκριση με τα φυτά με ζεόλιθο.
- Η πειραματική αυτή έρευνα, για τη δράση του ζεόλιθου στην ανάπτυξη των φυτών της αμπέλου, θα πρέπει να επαναληφθεί και τα επόμενα έτη, έτσι ώστε να προκύψουν περισσότερο εμπειριστατωμένα και επιβεβαιωμένα στοιχεία, καθώς η χρήση αυτή του ζεόλιθου πραγματοποιήθηκε για πρώτη φορά στις συνθήκες της χώρας μας και θα μπορούσε να επηρεάσει τόσο τα ποσοτικά όσο και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά της παραγωγής.
- Τέλος, θα πρέπει να σημειωθεί η σημαντική συμβολή του ζεόλιθου, τόσο από περιβαλλοντική όσο και από οικονομική άποψη, αφού με την χρήση λιγότερων ή καθόλου (σε περίπτωση επάρκειας θρεπτικών στοιχείων στο έδαφος) λιπασμάτων προάγεται η καλή διαχείριση του εδάφους και η μείωση της ρύπανσης που προέρχεται από την έκλυση των λιπασμάτων στον υδροφόρο ορίζοντα, στοιχείο σημαντικό τόσο για τη συμβατική όσο και για τη βιολογική αμπελοκαλλιέργεια.

## Κεφάλαιο 5 - Βιβλιογραφία

### 5.1. Ελληνική βιβλιογραφία

- Καββαδίας Β., 2016. Χρήση επεξεργασμένων γεωργικών αποβλήτων και παραπροϊόντων σε υποβαθμισμένα εδάφη της Μεσογείου. *Δήμητρα*, 14:14-15.
- Μαλέας Β., 2016. Επίδραση χρήσης ζεόλιθου ως ενισχυτικού παράγοντα λίπανσης N, P και K καλλιέργειας μηλιάς. Μεταπτυχιακή Διατριβή. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, Βόλος.
- Νικολάου Ν.Α., 2011. Αμπελουργία (2<sup>η</sup> Έκδοση). Εκδόσεις Σύγχρονη Παιδεία, Θεσσαλονίκη.
- Περράκη Θ., 2007. Βιομηχανικά ορυκτά και πετρώματα. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα.
- Σταυρακάκης Μ.Ν., 2013. Αμπελουργία. Εκδόσεις Τροπή, Αθήνα.
- Τσιαλτζούδη Β., 2015. Επίδραση του ζεόλιθου, του τροποποιημένου ζεόλιθου, της μαρμαρόσκονης και της κοπριάς στη δυναμική του εξασθενούς χρωμίου στην καλλιέργεια του κρεμμυδιού σε όξινα εδάφη. Μεταπτυχιακή Διατριβή. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, Βόλος.

### 5.2. Ξενόγλωσση βιβλιογραφία

- Abdi G., Khosh-Khui M., Eshghi S., 2006. Effects of natural zeolite on growth and flowering of strawberry. *International Journal of Agricultural Research*, 4:384-389.
- Andronikashvili T., Gamisonia M., Eprikashvili L., 2010. On the study of positive prolonged effect of natural zeolites on grape yield. *Bulletin of the Georgian National Academy of Sciences*, 4:111-113.
- Burriesci N., Valente S., Ottana R., Cimino G., Zipelli C., 1984. Utilization of zeolites in spinach growing. *Zeolites*, 4:5-8.

- Burriesci N., Valente S., Zipelli C., Bart J.C.C., 1984. Studies on zeolites in agriculture. Effect on crop growth of *Prunus percica* and *Vitis vinifera*. *Zeolites*, 4:373-376.
- Cuesta J., 2016. Final Report Summary - Eco-Zeo (Developing a Pool of Novel and Eco-Efficient Applications of Zeolite for the Agriculture Sector). *Research and Innovation*, 1-10.
- Kumar P., Jadhav P.D., Rayalu S.S., Devotta S., 2007. Surface-modified zeolite - A for sequestration of arsenic and chromium anions. *Current science*, 92:512-517.
- Lovic R., Vujovic D., Markovic N., Vukicevic O., Marinkovic N., 1994a. Influence of zeolit fertilizer application on grape yield and grape quality of Riesling Italian, Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Lovic R., Vujovic D., Markovic N., Vukicevic O., Marinkovic N., 1994b. Influence of zeolit fertilizer application on vine potential of Riesling White in vine growing region of Bela Crkva, Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Marino M., 2013. Zeolite: the vineyard breakfast of champions. *The Grapevine*, 25-28.
- Milosevic T. and Milosevic N., 2013. Response of young apricot trees to natural zeolite, organic and inorganic fertilizers. *Plant Soil Environ*, 59:44-49.
- Mumpton F.A., 1999. La roca magica: Uses of natural zeolites in agriculture and industry. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 96:3463-3470.
- Mumpton F.A., 1985. Using Zeolites in Agriculture, Chapter VIII, Innovative Biological Technologies for Lesser Developed Countries. Congress of the United States, Office of Technology Assessment, Washington D.C.
- OIV, 2012. Statistical report on world vitiviniculture, International Organisation of Vine and Wine, Intergovernmental Organisation, Paris.
- Polat E., Karaca M., Demir H., Naci Onus A., 2004. Use of natural zeolite (clinoptilolite) in agriculture. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, 12:183-189.
- Ramesh K. and Reddy D.D., 2011. Zeolites and their potential uses in agriculture. *Advances in Agronomy*, 113:219-241.



- Rehakova M., Cuvanona S., Dzivak M., Rimar J., Gavalova Z., 2004. Agricultural and agrochemical uses of natural zeolite of the clinoptilolite type. *Current Opinion in Solid State and Materials Science*, 8:397- 404.
- Smedt C., Someus E., Spanoghe P., 2015. Potential and actual uses of zeolites in crop protection. *Pest Management Science*, 71:1355-1367.
- Szerement J., Ambrożewicz-Nita A., Kędziora K., Piasek J., 2014. Use of zeolite in agriculture and environmental protection. A Short Review. *National Library of Ukraine*, 781:172-177.



Science, 71:1355-1367

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ



004000136960