



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ  
ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

Εργαστήριο Δενδροκομίας

Διαφυλλική εφαρμογή ζεόλιθου και καολίνη:  
αποτελεσματικότητα σε πυρηνόκαρπα

Επιμέλεια: Βαΐτσης Παναγιώτης  
Επιβλέπων καθηγητής: Γεώργιος Νάνος

Βόλος 2021

Θέμα πτυχιακής διατριβής: Διαφυλλική εφαρμογή ζεόλιθου και καολίνη: αποτελεσματικότητα σε πυρηνόκαρπα

Thesis topic: Foliar application of zeolite and kaolin on stone fruit trees

Τριμελής εξεταστική επιτροπή:

- 1) Νάνος Δ. Γεώργιος, Καθηγητής Δενδροκομίας, Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
- 2) Δαναλάτος Νικόλαος, Καθηγητής Γεωργίας και Εφαρμοσμένης Φυσιολογίας, Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
- 3) Λύκας Χρήστος, Επίκουρος Καθηγητής Ανθοκομίας, Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Βεβαιώνω ότι είμαι συγγραφέας αυτή της πτυχιακής εργασίας, η οποία εκπονήθηκε σύμφωνα με τον Κανονισμό Εκπόνησης Πτυχιακής Εργασίας του ΤΓΦΠΑΠ

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή κ. Γεώργιο Νάνο, καθηγητή δένδροκομίας, για την ανάθεση του θέματος καθώς και για την συνεχή υποστήριξη και καθοδήγηση κατά την εκτέλεση του πειράματος και της διεκπεραίωσης της πτυχιακής μου εργασίας.

Ευχαριστώ επίσης την κα. Παναγιωτάκη Ευαγγελία, μέλος Ε.ΔΙ.Π. και την κα. Τριανταφυλλιά Γεωργουδάκη, γεωπόνος Μ.Δ.Ε. για την πολύτιμη βοήθεια τους κατά τη διάρκεια των εργαστηριακών μετρήσεων.

Το μεγαλύτερο ευχαριστώ το οφείλω στους γονείς μου γιατί χάρις την στήριξη τους κατάφερα να σπουδάσω στο γνωστικό αντικείμενο που με ενδιαφέρει.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της συγκεκριμένης διατριβής είναι η μελέτη της αποτελεσματικότητας του ψεκάσμου λεπτόκοκκου ζεόλιθου και εμπορικού σκευάσματος καολίνη σε νεκταρινιές και βερικοκιάς κατά τη θερμή θερινή περίοδο στη Θεσσαλία με στόχο την αντιμετώπιση της θερμικής καταπόνησης και την καλύτερη λειτουργία των φυτών μετασυλλεκτικά. Πιο συγκεκριμένα, μελετήθηκε τον Αύγουστο έως τα μέσα του φθινοπώρου η επίδραση των σκευασμάτων στα χαρακτηριστικά των φύλλων ροδακινιάς και βερικοκιάς. Το παρόν πείραμα διεξήχθη στο Προάστιο του νομού Καρδίτσας, ενώ οι εργαστηριακές μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν στο εργαστήριο Δενδροκομίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος έγιναν τρεις μετρήσεις όπου υπολογίστηκαν το % ξηράς Ουσίας και το Ειδικό Βάρος φύλλων νεκταρινιάς και βερικοκιάς. Επίσης, μετρήθηκαν και υπολογίστηκαν η χλωροφύλλη a, b, η συνολική χλωροφύλλη και ο λόγος χλωροφύλλης a/ χλωροφύλλης b τόσο ανά μονάδα ξηράς ουσίας όσο και ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου. Και στα δύο είδη, βρέθηκε ότι στα δέντρα όπου εφαρμόστηκε ο καολίνης ή ο ζεόλιθος καταγράφηκε χαμηλότερο ποσοστό % ξηράς ουσίας στο τέλος του καλοκαιριού, ενώ αυξήθηκε ξανά τον Οκτώβρη. Όμοια εικόνα παρουσίασε και το ειδικό βάρος φύλλων ( $\text{mg}/\text{cm}^2$ ) των μεταχειρίσεων με σκευάσματα σε σχέση με τον μάρτυρα. Άρα τα φύλλα και των δύο ποικιλιών συνέχισαν την καλή τους λειτουργία έως και νωρίς τον Οκτώβριο, παρότι επηρεάστηκαν αρνητικά από τη θερινή θερμική καταπόνηση. Επίσης, βρέθηκε ότι η συγκέντρωση της χλωροφύλλης a και της χλωροφύλλης b στα φύλλα νεκταρινιάς και βερικοκιάς έπειτα από το πέρας 2 εβδομάδων εφαρμογής με καολίνη και ζεόλιθου παρουσίασε αύξηση, ενώ ο λόγος χλωρ. a /χλωρ. b δεν επηρεάστηκε. Τέλος, δεν βρέθηκε σημαντική θετική επίδραση των κόνεων στην αντιμετώπιση της θερμικής καταπόνησης για την περιοχή της Καρδίτσας στα δύο δενδροκομικά είδη.

**Λέξεις κλειδιά:** νεκταρινιά, βερικοκιά, ζεόλιθος, καολίνης

## **ABSTRACT**

The purpose of this research is to study the effectiveness of spraying fine-grained zeolite and commercial kaolin preparation on nectarines and apricots during the hot summer season in Thessaly with the aim of dealing with heat stress and better post-harvest plant function. More specifically, the effect of foliar-applied powders on the characteristics of nectarine and apricot leaves was studied during the summer months until the beginning of autumn. The present experiment was carried out in the village Proastio of the prefecture of Karditsa, while the laboratory measurements took place in the Pomology laboratory of the University of Thessaly. During the whole experiment, three measurements were made where the % Dry Matter and the Specific leaf Weight of nectarine and apricot leaves were calculated. Also, the concentrations of chlorophyll a, b, total chlorophyll and chlorophyll ratio a / chlorophyll b were evaluated both per dry matter unit and per unit leaf area. In both species, it was found that in the trees where kaolin or zeolite were applied, a lower percentage of leaf % dry matter was recorded at the end of the summer after the harvest, while it increased again in October. The specific leaf weight of the powder treatments showed a similar picture. So the leaves of both varieties continued to function well until early October, after the summer heat stress partial loss of productivity. It was also found that the concentration of chlorophyll a and chlorophyll b in the leaves of nectarine and apricot after 2 weeks of application with kaolin or zeolite increased in August, while the ratio of chlor. a / chlor. b was not affected. In conclusion, kaolin and zeolite foliar application had no significant effect on thermal stress alleviation for the Karditsa region in the two tree crops studied.

**Keywords:** nectarine, apricot, zeolite, kaolin

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1.Εισαγωγή .....	2
2.Ανασκόπηση της βιβλιογραφίας .....	4
2.1 Ροδακινιά.....	4
2.1.1 Μορφολογία και φυσιολογία .....	4
2.2.2 Ποικιλίες .....	5
2.2.3 Θρέψη .....	7
2.2 Βερικοκιά .....	10
2.2.1 Μορφολογία και φυσιολογία .....	10
2.2.2 Ποικιλίες .....	12
2.2.3 Θρέψη .....	13
3. Καολίνης και εφαρμογές του στη γεωργία.....	14
4. Ζεόλιθος και εφαρμογές του στη γεωργία .....	17
4. Υλικά και μέθοδοι.....	20
4.1 Περιγραφή πειραματικού αγρού.....	20
4.2 Μετρήσεις εργαστηρίου .....	20
4.3 Εξοπλισμός που χρησιμοποιήθηκε .....	22
4.4 Στατιστική ανάλυση.....	23
5. Αποτελέσματα.....	24
5.1 Ροδακινιά.....	24
5.1.1 Ξηρά ουσία (%) και Ειδικό Βάρος Φύλλου ( $\text{mg}/\text{cm}^2$ ) .....	24
5.1.2 Χλωροφύλλη ανά μονάδα ξηράς ουσίας ( $\text{mg}/\text{g}$ Ξ.Ο.).....	25
5.1.3 Χλωροφύλλη ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου ( $\text{mg}/\text{m}^2$ ).....	28
5.2 Βερικοκιά .....	30
5.2.1 Ξηρά ουσία (%) και Ειδικό Βάρος Φύλλου ( $\text{mg}/\text{cm}^2$ ) .....	30
5.2.2 Χλωροφύλλη ανά μονάδα ξηράς ουσίας ( $\text{mg}/\text{g}$ Ξ.Ο.).....	31
5.2.3 Χλωροφύλλη ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου ( $\text{mg}/\text{m}^2$ ).....	33
6. Συζήτηση .....	36
7. Συμπεράσματα .....	37
Βιβλιογραφία .....	38

## 1.Εισαγωγή

Η ροδακινιά (*Prunus persica* (L.) Batsch) αποτελεί μια από τις πιο σημαντικές καλλιέργειες οπωροφόρων στις χώρες της εύκρατης ζώνης. Η συγκεκριμένη καλλιέργεια στη χώρα μας βρίσκεται στην τρίτη θέση ανάμεσα στις σημαντικότερες δενδροκομικές καλλιέργειες μετά την ελιά και τα εσπεριδοειδή. Οι Π.Ε. Ημαθίας και Πέλλας καλύπτουν το 90% του συνόλου της παραγωγής, ενώ η υπόλοιπη παραγωγή εντοπίζεται κυρίως στους Νομούς Λάρισας, Πιερίας κ.α. Όσον αφορά τον τύπο ροδάκινου, τα επιτραπέζια ροδάκινα και νεκταρίνια συμμετέχουν με ποσοστό 40% στο σύνολο της παραγωγής, ενώ τα βιομηχανικά ροδάκινα ή συμπύρηνια με ποσοστό 60%. Για το έτος 2019, σύμφωνα με τα δημοσιευμένα στοιχεία, στην Ελλάδα η παραγόμενη ποσότητα ροδάκινων ανέρχεται σε 815.003 τόνους. Πιο συγκεκριμένα, στην περιφέρεια Θεσσαλίας τα ροδάκινα αποτελούν το δεύτερο σε παραγωγή καλλιεργούμενο είδος νωπών φρούτων μετά τα μήλα. Η Ελλάδα δραστηριοποιείται στην εγχώρια αγορά αλλά και στην εξαγωγή ροδάκινου παγκοσμίως, ενώ φαίνεται να έρχεται τρίτη στην παραγωγή μεταξύ των χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Είναι γεγονός ότι, τόσο η οικονομία των περιοχών όπου παράγονται και μεταποιούνται τα συμπύρηνια ροδάκινα, όσο και η εθνική οικονομία εξαρτώνται άμεσα από τον αγροτικό τομέα. Ωστόσο, η μείωση του εισοδήματος των παραγωγών συμπύρηνων ροδάκινων σε σχέση με παλαιότερα χρόνια οδήγησε τους παραγωγούς σε μία έντονη στροφή προς την καλλιέργεια του επιτραπέζιου ροδάκινου με παράλληλη εκρίζωση των ποικιλιών συμπύρηνου. Σύμφωνα με το ΥΠΑΑΤ (2014α), με την καλλιέργεια συμπύρηνου ροδάκινου βρίσκουν ενασχόληση περίπου 12.000 νοικοκυριά, ενώ οι μόνιμοι και εποχιακοί εργαζόμενοι στον τομέα της μεταποίησης του συμπύρηνου ροδάκινου ανέρχονται σε ετήσια βάση περί τα 10.000 άτομα. Τέλος, το σύνολο των προϊόντων που παράγονται, εξάγονται κυρίως προς την Ε.Ε. (80%) και το εισερχόμενο στη χώρα μας συνάλλαγμα υπερβαίνει τα 250- 300 εκατ. € ετησίως.

Η βερικοκιά (*Prunus armeniaca* L.) είναι εξίσου μια σημαντική καλλιέργεια στον ελλαδικό χώρο, καλλιέργεια η οποία φαίνεται να επωφελείται από τη γεωγραφική θέση της χώρας. Οι κλιματικές συνθήκες επηρεάζουν σημαντικά την παραγωγή των βερικοκων που συνήθως κυμαίνεται μεταξύ 60 – 80 χιλιάδες tn το χρόνο (Vasilakakis and Koukouryannis, 1999). Η Στερεά Ελλάδα και η Εύβοια, η Πελοπόννησος, η Θεσσαλία και η Μακεδονία δραστηριοποιούνται στην παραγωγή βερικοκων



καλύπτοντας μια έκταση που φθάνει τα 62000 στρέμματα όπου σε αυτά παράγονται περίπου 75.000 tn βερίκοκα. Τα προϊόντα που παράγονται είναι καρποί για νωπή κατανάλωση, αλλά και κονσερβοποιημένοι ή αποξηραμένοι οι οποίοι είναι ιδιαίτερα εύχυμοι και πλούσιοι σε βιταμίνη Α. Σημαντικό θα ήταν να αναφερθεί ότι ποσοστό που αγγίζει περίπου το 20% της συνολικής παραγωγής βερίκοκων προορίζεται για μεταποίηση όπου για το έτος 2013 σύμφωνα με τα στατιστικά στοιχεία του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και τροφίμων υπολογίστηκε περίπου στους 14 χιλιάδες tn.

Ωστόσο, είναι γεγονός ότι στις μέρες μας οι καταναλωτές είναι ιδιαίτερα ‘αυστηροί’ με την ποιότητα των προϊόντων που επιθυμούν να αγοράσουν. Κυριότερο κριτήριο ποιότητας για τον καταναλωτή είναι η εμφάνιση και έπειτα η γεύση. Επίσης, πολλοί είναι πλέον οι καταναλωτές που ενδιαφέρονται για το περιβαλλοντικό αποτύπωμα ενός προϊόντος από την παραγωγή του μέχρι και την κατανάλωσή του με σημαντικότερο τη χρήση των χημικών. Προκειμένου λοιπόν να ικανοποιηθούν οι απαιτήσεις των καταναλωτών αλλά και να βελτιωθούν ταυτόχρονα οι λειτουργίες του φυτού ώστε να επιτευχθεί το επιθυμητό αποτέλεσμα έχουν βρεθεί διάφορες τεχνικές που βελτιώνουν τόσο τη θρέψη όσο και την προστασία των φυτών, όπως η χρήση διάφορων κόνεων φυσικής προέλευσης στις οποίες ανήκει ο ζεόλιθος και ο καολίνης.

Ο ζεόλιθος είναι ένα ορυκτό αργυλοπυριτικής φύσεως που ανακαλύφθηκε από τον Axel Fredrick Gronstedt το 1756 κατά την ταχεία θέρμανση κρυστάλλων όπου 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). Η εφαρμογή του ζεόλιθου στον τομέα της γεωργίας είναι ιδιαίτερα διαδεδομένη. Αρχικά, ο ζεόλιθος έχει την ιδιότητα να βελτιώνει τις φυσικές και χημικές ιδιότητες του εδάφους, ενώ ταυτόχρονα βελτιώνεται η ποιότητα καθώς και η δομή των φτωχών αργιλωδών ή αμμωδών εδαφών. Επιπλέον, αυξάνει τη συγκέντρωση του N, του P, του Ca και του Mg στο έδαφος (Abdi *et al.*, 2006, Ramesh and Reddy, 2011), βελτιώνει τον αερισμό και ρυθμίζει το pH του εδάφους (Ramesh and Reddy, 2011). Επίσης, είναι υπεύθυνος για τον έλεγχο και τη σταδιακή απελευθέρωση των συστατικών των λιπασμάτων, λόγω της δομής και των ιδιοτήτων του (προσρόφηση των θρεπτικών και επαναδιαλυτοποίηση) (Rehakova *et al.*, 2004, Ramesh and Reddy, 2011).

Ο καολίνης προέρχεται από ένα λευκό, λειοτριβιμένο ορυκτό, τον καολινίτη και χρησιμοποιείται στον τομέα της γεωργίας διεθνώς με την τεχνική του φιλμ σωματιδίων

(particle film technology). Οι δράσεις του είναι ποικίλες ωστόσο οι πιο γνωστές είναι οι φυτοπροστατευτικές ιδιότητες για την αντιμετώπιση εχθρών και ασθενειών, αλλά και η παροχή πρόληψης στους καρπούς από τα ηλιοκαύματα, δεδομένου ότι τα σωματίδια από τα οποία αποτελείται η στιβάδα που σχηματίζεται πάνω στα φυτά αντανακλούν την προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία.

Στην θερμή θερινή περίοδο στη Θεσσαλία μελετήθηκε η αποτελεσματικότητα ψεκασμού λεπτόκοκκου ζεόλιθου και εμπορικού σκευάσματος καολίνη σε νεκταρινιές και βερικοκιές με σκοπό την αντιμετώπιση της θερμικής καταπόνησης και την καλύτερη λειτουργία των φυτών μετασυλλεκτικά.

## **2.Ανασκόπηση της βιβλιογραφίας**

### **2.1 Ροδακινιά**

#### **2.1.1 Μορφολογία και φυσιολογία**

Η ροδακινιά είναι πυρηνόκαρπο, φυλλοβόλο οπωροφόρο δέντρο που ανήκει στο γένος *Prunus* και στην οικογένεια Rosaceae. Η καταγωγή της είναι από την Κίνα, όπου ακόμα και σήμερα υπάρχει ως αυτοφυής. Στη συνέχεια η καλλιέργεια της επεκτάθηκε προς τις χώρες της Μεσογείου και αργότερα προς την Αμερική και την Αυστραλία. Πλέον, είναι το πιο διαδεδομένο καλλιεργούμενο οπωροφόρο δέντρο εύκρατων περιοχών στον κόσμο μετά τη μηλιά (Siddiq, Liavoga, & Greiby, 2012).

Όσον αφορά τη μορφολογική περιγραφή του δέντρου, το ύψος του φτάνει τα 4,5 μέτρα, ο κορμός και οι βλαστοί έχουν φλοιό κοκκινωπού ή πρασινωπού χρώματος. Τα φύλλα του είναι λογχοειδή, πριονωτά στιλπνά, μυτερά στην κορυφή και χρώματος πράσινου, έχουν δε αδένες στη βάση τους από όπου κατά περιόδους εκκρίνουν ένα υγρό σαν ρετσίνι που προσελκύει διάφορα μικρά έντομα. Σχηματίζει τους περισσότερους ανθοφόρους οφθαλμούς κυρίως σε μικτούς βλαστούς και ελάχιστους σε λεπτοκλάδια. Οι μικτοί βλαστοί φέρουν στη βάση τους 1-2 βλαστοφόρους οφθαλμούς και στο υπόλοιπο τμήμα τους ανάμεικτα βλαστοφόρους και ανθοφόρους 1-3 κατά γόνατο (παράπλευροι) στις μασχάλες των φύλλων.

Η καρποφορία ξεκινά γρήγορα, από το δεύτερο ή τον τρίτο χρόνο μετά τη φύτευση του δέντρου. Το μεγαλύτερο μέρος της καρποφορίας φέρεται στη ροδακινιά

κυρίως σε μικτούς βλαστούς του παρελθόντος έτους. Τα καρποφόρα όργανα καρποφορούν στη ροδακινιά ένα μόνο έτος (δεν είναι μόνιμα) και μετά την απομάκρυνση των καρπών η καρποφορία συνεχίζεται σε νέα βλάστηση (Βασιλακάκης, 2004).

Η ανάπτυξη των καρπών ολοκληρώνεται σε τρία στάδια, η διάρκεια των οποίων εξαρτάται από την καρπική περίοδο κάθε ποικιλίας. Για μια ποικιλία μέσης εποχής ωρίμανσης ισχύει ότι στο πρώτο στάδιο (περίπου για δύο μήνες από την άνθηση), τα κύτταρα διαιρούνται και κατόπιν διογκώνονται γεγονός που συνοδεύεται με παράλληλη ραγδαία αύξηση του μεγέθους του καρπού και κύρια του πυρήνα (ενδοκαρπίου). Στο δεύτερο στάδιο σκληραίνει το ενδοκάρπιο, ενώ ο καρπός μεγαλώνει με πολύ αργούς ρυθμούς. Στο τρίτο στάδιο τα κύτταρα του μεσοκαρπίου αυξάνονται τόσο γρήγορα που ο καρπός παίρνει το τελικό του μέγεθος σε λίγες εβδομάδες έως τη συγκομιδή. Τέλος, σημαντικό θα ήταν να αναφερθεί ότι επειδή ο αριθμός των κυττάρων αλλά και το μέγεθος τους επηρεάζουν το τελικό μέγεθος του καρπού, μπορούμε να επέμβουμε ώστε να επηρεάσουμε το μέγεθος των καρπών της καλλιέργειάς μας. Κατά τη διάρκεια του πρώτου σταδίου, μπορούμε να διασφαλίσουμε τις προϋποθέσεις, όσο είναι δυνατόν, για μέγιστη κυτταρική διαίρεση και κατά τη διάρκεια του τρίτου σταδίου μπορούμε να διασφαλίσουμε τις προϋποθέσεις για μεγαλύτερο μέγεθος των κυττάρων.

Οι αλλαγές που συμβαίνουν κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης περιλαμβάνουν μια σταδιακή μείωση της σκληρότητας της σάρκας, αλλαγή στο βασικό χρώμα από πράσινο σε κίτρινο (αυξάνοντας το κόκκινο χρώμα τόσο σε έκταση πάνω στο φλοιό όσο και σε ένταση), αλλά και αλλαγή στη γεύση λόγω της αυξημένης συγκέντρωσης σακχάρων και φαινολών με παράλληλη μείωση στη συγκέντρωση των οξέων.

### **2.2.2 Ποικιλίες**

Οι ποικιλίες ροδακινιάς που καλλιεργούνται σήμερα σε παγκόσμιο επίπεδο και διαφέρουν μεταξύ τους ως προς διάφορα χαρακτηριστικά όπως ο χρόνος ωρίμανσης των καρπών, το χρώμα της σάρκας του καρπού, τη συνεκτικότητα της σάρκας, την ευκολία αποχωρισμού του πυρήνα από τη σάρκα, τις απαιτήσεις σε χαμηλές θερμοκρασίες για τη διακοπή του λήθαργου των ανθοφόρων οφθαλμών, το μέγεθος και σχήμα του

καρπού, την ύπαρξη ή όχι χνουδιού στο φλοιό (ροδάκινο ή νεκταρίνι) και τη ζωηρότητα της βλάστησης.

Ανάλογα με τα χαρακτηριστικά αυτά, προκύπτει ένας μεγάλος αριθμός ποικιλιών για τις διάφορες κλιματικές περιοχές όπου καλλιεργείται το ροδάκινο. Σύμφωνα με τον Νάνο (2013), οι ποικιλίες ροδάκινου που καλλιεργούνται σήμερα στην Ελλάδα και πρόκειται να προωθηθούν στο μέλλον λόγω των επιθυμητών χαρακτηριστικών τους και της αποδοχής τους από τους καταναλωτές είναι οι εξής: Κατερίνα, Andross, Everts, May Crest, June Gold, Spring Crest, Spring Belle, Royal Glory, Red Haven, Flavor Crest, Maria Bianca, Elegant Lady, Fayette, Rich May, Rich Lady, O' Henry και J.H. Hale. Οι ποικιλίες αυτές κατατάσσονται με βάση την εποχή ωρίμανσης στον παρακάτω Πίνακα:

**Πίνακας 1.** Καλλιεργούμενες ποικιλίες ροδακινιάς στην Ελλάδα.

<b>ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ ΡΟΔΑΚΙΝΙΑΣ</b>	<b>ΕΠΟΧΗ ΩΡΙΜΑΝΣΗΣ</b>
Κατερίνα	10/7
Andross	5/8
Everts	25/8
May Crest	15/6
June Gold	28/6
Spring Crest	20/6
Spring Belle	25/7
Royal Glory	10/7
Red Haven	15/7
Flavor Crest	11/7
Maria Bianca	23/7
Elegant Lady	5/8
Fayette	10/8
Rich May	10/6

Rich Lady	10/7
O' Henry	30/8
J.H. Hale	16/8

### 2.2.3 Θρέψη

Οι ανάγκες των καλλιεργειών στα βασικά στοιχεία για θρέψη καθορίζονται κυρίως από τη συγκέντρωση των στοιχείων αυτών στο έδαφος, από την περιεκτικότητα του εδάφους σε οργανική ουσία, από το στάδιο ανάπτυξης του φυτού, καθώς και τη συγκέντρωση των στοιχείων στα φύλλα των φυτών (Sete *et al.*, 2019).

Πιο συγκεκριμένα, η χορήγηση αζωτούχων λιπασμάτων απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή ώστε να επιτυγχάνεται υψηλής ποιότητας παραγωγή, υψηλή παραγωγικότητα αλλά ταυτόχρονα το χαμηλότερο δυνατό κόστος και προστασία του περιβάλλοντος. Η ορθολογική αζωτούχος λίπανση θεωρείται μία από τις πιο σημαντικές στρατηγικές διαχείρισης για τη διατήρηση ή αύξηση της απόδοσης και της ποιότητας των καλλιεργειών και τη βελτίωση της αποτελεσματικότητας χρήσης αζώτου (Abbas, Majid, & Nasir, 2013). Προκειμένου να επιτευχθούν αυτοί οι στόχοι θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψιν ο χρόνος αλλά και οι τρόποι εφαρμογής του αζώτου, δεδομένου ότι η ετεροχρονισμένη εφαρμογή του σε σχέση με τις ανάγκες της καλλιέργειας ανά στάδιο ανάπτυξης μπορεί να επιφέρει απώλειες με έκπλυση μεγάλων ποσοτήτων ή με εξαέρωση ή με μετατροπή του αζώτου σε αέρια μορφή μέσω της απονιτροποίησης (Μήτσιος, 2004). Το αρδευτικό νερό και το νερό της βροχής προκαλούν το φαινόμενο της έκπλυσης του αζώτου, παρασύροντάς το σε κατώτερα εδαφικά στρώματα, ενώ κατά το φαινόμενο της εξαέρωσης συμβαίνει μετατροπή του αζώτου σε αέρια αμμωνία, όταν πρόκειται για επιφανειακή εφαρμογή. Προκύπτει, έτσι, η αναγκαιότητα γνώσης της φυσιολογίας των καλλιεργούμενων φυτών και των θρεπτικών τους αναγκών κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου. Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, η αζωτούχα λίπανση αυξάνει το ποσοστό της ξηράς ουσίας των δέντρων, η οποία επενδύεται από το φυτό στη βλαστική ανάπτυξη του υπέργειου μέρους του (Niederholzer *et al.*, 2001). Συνεπώς η εφαρμογή μεγάλων ποσοτήτων αζωτούχων λιπασμάτων οδηγεί σε ενίσχυση της βλαστικής ανάπτυξης με αποτέλεσμα την αύξηση της εξατμισοδιαπνοής και τελικά της ανάγκης για άρδευση ενώ ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στα αμμώδη εδάφη

για την αποφυγή του φαινομένου της έκπλυσης. Τέλος, σημαντικό θα είναι να τονιστεί ότι η πρόσληψη αζώτου από το έδαφος συνεχίζεται σε όλα τα στάδια ανάπτυξης, εκτός από τις αρχές της άνοιξης και το χειμώνα. Επομένως, η σταδιακή εφαρμογή αζωτούχων λιπασμάτων στον οπωρώνα μπορεί να μειώσει τη μέγιστη τιμή της συγκέντρωσης ανόργανου αζώτου αλλά και τις απώλειες, ενώ ταυτόχρονα οδηγεί τα οπωροφόρα δέντρα σε συνεχή πρόσληψη του στοιχείου βελτιώνοντας την αποτελεσματικότητα χρήσης αζώτου (Wu *et al.*, 2019). Η ροδακινιά είναι ένα από τα είδη οπωροφόρων δέντρων που λαμβάνουν υψηλές ποσότητες λίπανσης με άζωτο (100 με 200 kg ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>). Οι εφαρμογές λιπασμάτων συχνά διαχωρίζονται με βάση το χρόνο εφαρμογής, πριν από την άνθηση και σε μια ή δύο συμπληρωματικές εφαρμογές κατά τη διάρκεια της βλαστικής περιόδου. Ωστόσο, το συγκεκριμένο χρονοδιάγραμμα δεν επιτρέπει τη βέλτιστη χρήση του προστιθέμενου αζώτου (Soing and Mandarin, 1993). Η πρόσληψη νιτρικών είναι χαμηλή στην αρχή της καλλιεργητικής περιόδου, ενώ το άζωτο που εφαρμόζεται στο τέλος του χειμώνα υπόκειται σε έκπλυση πέρα από τη ζώνη των ριζών. Η αζωτούχος λίπανση συχνά διεγείρει τη βλαστική ανάπτυξη (Taylor & Van den Ende, 1973; Huett, 1996) με άμεσα αποτελέσματα όταν εφαρμόζεται το καλοκαίρι δηλαδή, όταν η ικανότητα πρόσληψης είναι υψηλή (Taylor & Van den Ende, 1973). Όταν εφαρμόζεται λίπανση με άζωτο αργά το καλοκαίρι ή το φθινόπωρο, ευνοείται ο σχηματισμός αποθεμάτων αζώτου και έτσι διεγείρεται η ανάπτυξη κατά την επόμενη καλλιεργητική περίοδο (Taylor and May, 1967; Stassen *et al.*, 1981).

Όσον αφορά το κάλιο, καταλαμβάνει το μεγαλύτερο ποσοστό μεταξύ των στοιχείων εντός του καρπού, από 0,8-1% επί της ξηράς ουσίας. Οι υψηλότερες συγκεντρώσεις καλίου εντοπίζονται κυρίως σε νεαρούς αναπτυσσόμενους ιστούς και αναπαραγωγικά όργανα, γεγονός που αποτελεί ένδειξη της συμμετοχής του τόσο στον μεταβολισμό όσο και στην ανάπτυξη των κυττάρων (Römheld and Kirkby, 2010). Το κάλιο έχει την ιδιότητα να ενεργοποιεί πολλά ένζυμα, συμπεριλαμβανομένων εκείνων που συμμετέχουν στο μεταβολισμό της ενέργειας, στη σύνθεση πρωτεϊνών και στη μεταφορά διαλυτών ουσιών. Επιπλέον, προσδίδει άρωμα, οξύτητα, σκληρότητα, ενώ επηρεάζει σημαντικά πολλά ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών όπως το μέγεθος αυτών, το χρώμα της σάρκας τους, αλλά και τα διαλυτά τους στερεά συστατικά. Επιπρόσθετα η διαθεσιμότητα K συμβάλει στην αύξηση της παραγωγικότητας και στη βελτίωση της αποδοτικότητας χρήσης νερού. Πιο συγκεκριμένα, συντελεί σε αύξηση της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας των φυτών, στην αύξηση του μεγέθους και του αριθμού των φύλλων, αλλά και στην αποτελεσματικότερη μετατόπιση

φωτοσυνθετικών προϊόντων και αζωτούχων αμινικών ενώσεων στα αναπαραγωγικά όργανα μέσω του φλοιώματος (Cakmak, 2000). Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, σε δέντρα ροδακινιάς όπου έχει προσδιορισθεί η κατάλληλη ενδεικτική δόση εφαρμογής K με εύρος 300-900 g ανά δέντρο, αποδείχθηκε πως δόσεις μεταξύ 600 και 700 g ανά δέντρο επέφεραν τη μεγαλύτερη αύξηση παραγωγής και βάρους καρπών (Awasthi *et al.*, 1998). Το κάλιο ενισχύει την αντοχή των φυτών σε περιπτώσεις με συνθήκες υδατικής καταπόνησης (Στυλιανίδης, Σιμώνης, & Συργιαννίδης, 2002). Διαδραματίζει ουσιαστικό ρόλο στην προσαρμογή της αγωγιμότητας των στοματίων, αφού μπορεί να ελαχιστοποιήσει την απώλεια νερού εξαιτίας της διαπνοής. Με αύξηση της συγκέντρωσης του καλίου στα καταφρακτικά κύτταρα των στοματίων, αυξάνεται η σπαργή προκαλώντας άνοιγμα των στοματίων, ενώ με τον αποκλεισμό του από τα κύτταρα αυτά προκαλείται κλείσιμο των στοματίων (Jáklí *et al.*, 2017). Επιπλέον, η ροή του K προς τα καταφρακτικά κύτταρα σε σκοτεινές αντιδράσεις ανοίγει τα στομάτια. Αυτό διεγείρει την πρόσληψη διοξειδίου του άνθρακα στα φύλλα με αποτέλεσμα υψηλότερη αφομοίωση άνθρακα, οπότε και υψηλότερη απόδοση (Engels, Kirkby, and White, 2012).

Ωστόσο και τα υπόλοιπα στοιχεία που εμπλέκονται στη θρέψη των φυτών που παίζουν εξίσου σημαντικό ρόλο χρήζουν προσοχής. Σύμφωνα με τον Θεριό (2005) οι κρίσιμες συγκεντρώσεις των ανόργανων στα φύλλα ροδακινιάς είναι οι εξής: N=2,3%, P=0,12%, K=1,5%, Mg=0,24%, Ca=1,0%, Fe=50 ppm, Mn=25 ppm, B=20 ppm, Zn=17 ppm και Cu=4 ppm. Προκειμένου να εκτιμηθεί η κατάσταση θρέψης των δέντρων σε ανόργανα συστατικά είναι η δειγματοληψία στα μέσα του καλοκαιριού των ώριμων φύλλων από το μέσο των βλαστών (Johnson, 2008). Αυτή η μέθοδος προτάθηκε από του Batjer και Westwood (1958), οι οποίοι μελέτησαν φύλλα ροδακινιάς από την ποικιλία 'Elberta' καθ' όλη τη βλαστική περίοδο και κατέγραψαν ότι για τα περισσότερα θρεπτικά στοιχεία οι τιμές δεν παρουσίασαν αλλαγές για 100 με 125 ημέρες έπειτα από την άνθηση (μέσα Ιουλίου). Οποιαδήποτε έλλειψη από αυτά τα στοιχεία μπορεί να προκαλέσει προβλήματα στην παραγωγή, στην ποιότητα καρπών, στη βλαστική ανάπτυξη ή στην υγεία του δένδρου. Στον παρακάτω Πίνακα 2 παρουσιάζονται τα όρια έλλειψης και το εύρος επάρκειας των ανόργανων στοιχείων για τα φύλλα ροδακινιάς.

**Πίνακας 2.** Όρια έλλειψης και εύρος επάρκειας των ανόργανων στοιχείων για τα φύλλα ροδακινιάς από το μέσο του βλαστού στα μέσα καλοκαιριού εκφρασμένα επί ξηρού βάρους (Johnson, 2008).

<b>ΘΡΕΠΤΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ</b>	<b>ΌΡΙΟ ΕΛΛΕΙΨΗΣ</b>	<b>ΕΥΡΟΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ</b>
<b>N (%)</b>	2,2 – 2,4	2,6 – 3,5
<b>P (%)</b>	0,09 – 0,12	0,14 – 0,40
<b>K (%)</b>	0,75 – 1,0	2,0 – 3,0
<b>Ca (%)</b>	1,0	1,5 – 3,0
<b>Mg (%)</b>	0,10 – 0,30	0,30 – 0,80
<b>S (%)</b>	0,09	0,14 – 0,40
<b>Zn (ppm)</b>	10 – 20	20 – 50
<b>B (ppm)</b>	15 – 30	30 – 70
<b>Fe (ppm)</b>	-	80 – 250
<b>Mn (ppm)</b>	20	40 – 200
<b>Cu (ppm)</b>	3	5 – 16

## 2.2 Βερικοκιά

### 2.2.1 Μορφολογία και φυσιολογία

Η βερικοκιά είναι πολυετές φυλλοβόλο καρποφόρο δένδρο και ανήκει στην οικογένεια των Rosaceae, στο γένος *Prunus* και στο είδος *armeniaca* L. (Mehlenbacher *et al.*, 1990; Hormaza *et al.*, 2007). Διάφορα χαρακτηριστικά του συγκεκριμένου δέντρου όπως η αυτοσυμβατότητα, η ομοζυγωτία, αλλά και η δυνατότητα παραγωγής πολλών υβριδίων οδήγησε στην ανάπτυξη ενός πλούσιου γενετικού υλικού το οποίο χρησιμοποιείται με τη μορφή εμβολίων ή υποκειμένων (Bassi and Pirazzoli, 1998).

Τα περισσότερα είδη καλλιεργούμενης βερικοκιάς ανήκουν στο είδος *Prunus armeniaca* που έχει προέλευση την Κεντρική Ασία. Η καλλιέργεια της κάθε ποικιλίας βερικοκιάς περιορίζεται σε συγκεκριμένες γεωγραφικές περιοχές οι οποίες διαθέτουν τις αντίστοιχες περιβαλλοντικές συνθήκες (Layne *et al.*, 1996) με καλύτερο εγκλιματισμό ή/και προσαρμογή σε ήπια μεσογειακά κλίματα. Η βροχόπτωση και η υψηλή υγρασία κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου και ιδίως κατά την



άνθιση μέχρι τη συγκομιδή αποτελεί τον πλέον περιοριστικό παράγοντα εξαιτίας της ευπάθειας σε μυκητολογικές ασθένειες που προσβάλλουν άνθη, βλαστούς και καρπούς (Ogawa *et al.*, 1995; Hormaza *et al.*, 2007).

Τα φύλλα της βερικοκιάς είναι ελλειπτικά και καρδιόσχημα με οδοντωτές άκρες. Τα άνθη είναι τέλεια, περίγυνα (τα πέταλα, τα σέπαλα και οι στήμονες εκφύονται από το μέσο περίπου της ωοθήκης), λευκά προς ροζ, μονά ή διπλά ανά κόμβο, αποτελούνται από 5 σέπαλα και 30 στήμονες, έναν ύπερο με ένα καρπόφυλλο. Ωστόσο η ωοθήκη είναι μονόχωρη με δύο σπερματικές βλάστες, αν και συνήθως σχηματίζεται ένα μόνο σπέρμα (Rodrigo and Herrero, 2002). Σε πολλές περιπτώσεις αναφέρεται στειρότητα της γύρης αν και οι περισσότερες εμπορικές ποικιλίες είναι αυτογόνιμες, υπάρχουν αυτοασυμβίβαστες ποικιλίες (Ruiz and Egea, 2008a), γι' αυτό είναι σημαντικό να υπάρχει σε ορισμένες περιπτώσεις επικάλυψη της περιόδου άνθισης από διαφορετικές ποικιλίες (Burgos *et al.*, 2004). Οι οφθαλμοί διακρίνονται σε ξυλοφόρους και απλούς ανθοφόρους, οι ανθοφόροι έχουν σχήμα σφαιρικό και μέγεθος μεγαλύτερο των ξυλοφόρων οι οποίοι έχουν σχήμα κωνικό. Οι ανάγκες ψύχους κάτω από τους 7 °C στις ποικιλίες βερικοκιάς ποικίλουν από 600 έως 1300 μονάδες, με τις ανάγκες των περισσότερων ποικιλιών να κυμαίνονται μεταξύ 800 έως 1200 μονάδων για την έναρξη της ανθοφορίας τους, ενώ η περίοδος συσσώρευσης θερμών ωρών που ακολουθεί αυτή του ψύχους για την πρόκληση της άνθισης είναι πολύ σύντομη καθώς απαιτούνται 4000 με 5900 μονάδες (Ruiz *et al.*, 2007). Ο καρπός της βερικοκιάς είναι δρύπη με ξυλοποιημένο ενδοκάρπιο που περιβάλλει τον σπόρο, το σαρκώδες μεσοκάρπιο και το περικάρπιο (Aubert *et al.*, 2007). Οι καρποί της κοινής βερικοκιάς διακρίνονται σε επιτραπέζιους ή συμπύρηνους με στρογγυλό προς ωοειδές σχήμα και λίγο ή καθόλου τρίχωμα στο φλοιό (Hormaza *et al.*, 2007). Η ανάπτυξη του καρπού ακολουθεί την διπλή σιγμοειδή καμπύλη (δύο κύκλοι ταχείας αύξησης διαχωρίζονται από ένα βραδείας αύξησης όπως στη ροδακινιά) (Torrecillas *et al.*, 2000).

## 2.2.2 Ποικιλίες

Το 80% της παγκόσμιας παραγωγής βασίζεται σε λιγότερες από 30 ποικιλίες εξαιτίας των εντομολογικών εχθρών (Follett and Neven, 2006), των ανθικών ανωμαλιών και προβλημάτων που συνδέονται με την ίωση της ευλογιάς της δαμασκηνιάς (Sharka) (που προκαλείται από τον Plum Pox Virus, PPV). Οι βερικοκίες εμβολιάζονται με ασπιδιωτό ή T ενοφθαλμισμό σε υποκείμενα συνήθως κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού (Ιούνιο) ή του φθινοπώρου. Τα σπορόφυτα βερικοκιάς είναι τα πιο ευρέως χρησιμοποιούμενα υποκείμενα παγκοσμίως (Hormaza *et al.*, 2007), διότι είναι συμβατά με όλες τις ποικιλίες ωστόσο παρουσιάζουν ευαισθησία στους εδαφογενείς μύκητες *Phytophthora* και *Armillaria* σε συνθήκες υψηλής εδαφικής υγρασίας και για αυτό καταγράφεται μία τάση αντικατάστασής τους (Hernandez *et al.*, 2010). Περιοριστικός εδαφικός παράγοντας θεωρείται το υπερβολικά βαρύ και ασβεστώδες έδαφος με υψηλό pH που προκαλεί ασφυξία των ριζών και τροφopenία σιδήρου (Moreno *et al.*, 2008). Υπάρχουν διάφορες ποικιλίες βερικοκων που χρησιμοποιούνται στη χώρα μας, ωστόσο από τις πιο διαδεδομένες είναι κάποιες ελληνικές με πιο γνωστή τη Μπεμπέκου, αλλά και ξενικές με πιο γνωστές την Tomcot και την Orange Red. Κυρίως παράγοντα επιλογής της ποικιλίας παίζουν τόσο τα εμπορικά χαρακτηριστικά, οι κλιματολογικές απαιτήσεις, και η ανθεκτικότητα στον ιό της ευλογιάς της δαμασκηνιάς (plum pox virus, PPV, Sharka, Σάρκα).

Η ποικιλία Μπεμπέκου προέκυψε από μεταλλαγή οφθαλμού βερικοκιάς που επισημάνθηκε από τον παραγωγό Μπεμπέκο στην περιοχή της Αργολίδας το 1950. Το δένδρο έχει μεγάλη ζωηρότητα βλάστησης. Η μορφή της κόμης είναι πλαγιόκλαδη και τα καρποφόρα όργανα είναι τα λεπτοκλάδια, μακροί ετήσιοι κλάδοι και τα λογχοειδή (ροζέτες). Ανθίζει 15 έως 20 Μαρτίου. Παρουσιάζει πλούσια ανθοφορία με λευκά άνθη. Είναι αυτογόνιμη ποικιλία. Η είσοδος στην καρποφορία είναι κανονική δηλαδή από τον τρίτο χρόνο φύτευσης. Έχει υψηλή παραγωγικότητα, με μικρές διακυμάνσεις από έτος σε έτος ωστόσο παρουσιάζει μεγάλη ευπάθεια στην ίωση Sharka. Η ωρίμανση του καρπού επέρχεται περίπου 22 έως 25 Ιουνίου, ενώ διαθέτει σχετικά μεγάλο μέγεθος, σφαιρικό σχήμα και μέσο βάρος 70 έως 75 g. Το χρώμα του φλοιού είναι κίτρινο ανοιχτό δίχως επίχρωμα και η σάρκα είναι εξίσου κίτρινη, εκπύρνη με μεγάλη συνεκτικότητα, ευχάριστη γεύση και μετρίως γλυκιά αρωματική με λεπτή υφή επιδερμίδας και Brix 11%. Ο πυρήνας είναι μικρός, στρογγυλός με πικρή γεύση

σπέρματος. Ο καρπός προορίζεται για νωπή κατανάλωση, κονσερβοποίηση, κατάψυξη και μαρμελάδα.

### 2.2.3 Θρέψη

Η λίπανση της βερικοκιάς δεν παρουσιάζει μεγάλες αποκλίσεις από αυτές της ροδακινιάς. Ωστόσο, η εφαρμογή του αζώτου στα πυρηνόκαρπα γίνεται ανάλογα με το χρόνο εφαρμογής των δύο κυριότερων καλλιεργητικών εργασιών, δηλαδή το κλάδεμα και το αραίωμα των καρπών, καθώς και την ηλικία των φυτών. Όσον αφορά τους καρπούς, όταν επιδιώκεται πρόωμη ωρίμανση αποφεύγεται η αζωτούχος λίπανση μετά την εμφάνιση των ανθέων, ιδίως στις επιτραπέζιες ποικιλίες, γιατί παρατηρείται οψίμιση τελικά της παραγωγής. Όταν επιδιώκεται μεγάλο μέγεθος καρπών, ποσότητα νιτρικού αζώτου πριν ή κατά το στάδιο της κυτταροδιαίρεσης, ευνοεί το μέγεθος των καρπών, γιατί παρατείνεται ο χρόνος της κυτταροδιαίρεσης. Οι καρποί που προορίζονται για μεταφορά μεγάλων αποστάσεων, καθώς και αυτοί που πρόκειται να συντηρηθούν για μεγάλο χρονικό διάστημα δεν πρέπει να περιέχουν πολύ άζωτο. Πιο συγκεκριμένα, σε καλλιέργεια βερικοκιάς εφαρμόζουμε αζωτούχο λίπανση σε δυο εποχές και διαφορετικές ποσότητες. Η πρώτη εφαρμογή, που δεν ξεπερνάει τις 6-7 μονάδες N/στρέμμα, γίνεται το χειμώνα πριν τις βροχοπτώσεις και η δεύτερη εφαρμογή 2-3 μονάδες N/στρέμμα κατά το τέλος του καλοκαιριού (Βασιλακάκης, 2013).

Όσον αφορά το κάλιο, η παρουσία ικανοποιητικής ποσότητας του στα πυρηνόκαρπα περιορίζει την ένταση των συμπτωμάτων των ιώσεων στα δένδρα και τους καρπούς. Αντιθέτως η απουσία καλίου προκαλεί μείωση της ξυλοποίησης των αγγειωδών δεσμίδων. Από όλα τα πυρηνόκαρπα η βερικοκιά δείχνει να έχει την μεγαλύτερη ικανότητα πρόσληψης καλίου. Στα πυρηνόκαρπα, η συγκέντρωση του K μπορεί να φτάσει σε αρκετά υψηλές τιμές, χωρίς την παρουσία αρνητικών επιπτώσεων στην ποιότητα των καρπών. Όσον αφορά τη σχέση καλίου-αζώτου-νατρίου στα φύλλα, πρέπει η συγκέντρωση του K κυρίως στη βερικοκιά να είναι μεγαλύτερη από αυτή του αζώτου. Η σχέση αζώτου -καλίου στα φύλλα της βερικοκιάς, για να υπάρξουν συνθήκες άριστης καρποφορίας πρέπει να είναι γύρω στο 0,90, ενώ επίπεδα καλίου πάνω από 3%, ίσως είναι υπεύθυνα για το σχίσσιμο των καρπών στην κορυφή κάτω από ορισμένες συνθήκες (Στυλιανίδης κ.ά, 2002).

Τέλος, σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, η βερικοκιά, η δαμασκηλιά και η κερασιά παρουσιάζουν προβλήματα ανεπάρκειας Β. Το βόριο εμφανίζει προβλήματα έλλειψης κυρίως στα όξινα εδάφη και λιγότερο στα αλκαλικά. Η τροφοπενία βορίου στην βερικοκιά είχε ως κύριο αρχικό σύμπτωμα το καφέτιασμα της σάρκας στην περιοχή που εφάπτεται με τον πυρήνα. Πολλοί ερευνητές υποστηρίζουν ότι η ανεπάρκεια βορίου πρέπει να αντιμετωπίζεται με σύγχρονη χορήγηση τόσο από το έδαφος όσο και διαφυλλικά, με προτιμότερη εφαρμογή των διαφυλλικών σκευασμάτων το φθινόπωρο (Στυλιανίδης κ.ά., 2002).

### **3. Καολίνης και εφαρμογές του στη γεωργία**

Είναι γεγονός ότι, τα τελευταία χρόνια τόσο η διασφάλιση της ποιότητας των τροφίμων για τους καταναλωτές όσο και η χρήση σκευασμάτων φιλικότερων προς το περιβάλλον, οδήγησε σε αυστηρό περιορισμό των διαθέσιμων οργανοφωσφορικών και καρβαμιδικών εντομοκτόνων, ενώ ‘δόθηκε χώρος’ στη διερεύνηση εναλλακτικών μεθόδων και προϊόντων φυτοπροστασίας από τις μεγάλες εταιρίες όπως ο καολίνης.

Ο καολίνης προέρχεται από ένα λευκό, λειοτριβιμένο ορυκτό, τον καολινίτη με χημικό τύπο  $[Al_4Si_4O_{10}(OH)_8]$ . Είναι ουσιαστικά ένα λευκό αργιλοπυριτικό ορυκτό, λεπτόκοκκο, το οποίο δεν διογκώνεται κατά την επαφή του με το νερό, ενώ διασπείρεται εύκολα σε αυτό και είναι χημικά αδρανές για ένα μεγάλο εύρος pH. Επίσης, παρουσιάζει βαθμό καθαρότητας 99%, ενώ το μέγεθος των σωματιδίων είναι μικρότερο από 2  $\mu m$  και ανακλαστικότητα μεγαλύτερη από 85% (Glenn and Puterka, 2005; Bostanian and Racette, 2008; Glenn, 2009). Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, ο καολίνης χρησιμοποιείται διεθνώς με την τεχνική του φιλμ σωματιδίων (particle film technology) με στόχο τόσο την αντιμετώπιση εχθρών και ασθενειών όσο και για την πρόληψη του ηλιοκαύματος σε καρπούς. Ο τρόπος δράσης του συγκεκριμένου ορυκτού είναι ο σχηματισμός μιας στιβάδας σωματιδίων πάνω στους φυτικούς ιστούς ανακλώντας την προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία. Ο καολίνης εφαρμόζεται στις καλλιέργειες ως υδατικό εναιώρημα που στεγνώνει αφήνοντας ένα λευκό φιλμ σωματιδίων στη φυτική επιφάνεια. Επιπλέον, εξαιτίας της χημικής αδράνειας του σε διάφορες τιμές pH δεν παρατηρείται τοξικότητα σε ζώα και σε φυτά (Glenn *et al.*, 1999; Puterka *et al.*, 2000).

Η αποτελεσματικότητα του φιλμ σωματιδίων ενισχύεται τόσο από την χημική αδράνεια των σωματιδίων όσο και από τη διάμετρο των σωματιδίων που είναι <2μm, αλλά και από την ομοιόμορφη κατανομή του και την παρουσία πόρων ώστε να μην παρεμβαίνει στην ανταλλαγή των αερίων στα φύλλα. Επίσης, σημαντικό είναι να παρουσιάζει περατότητα στη φωτοσυνθετικά ενεργό ακτινοβολία (PAR), ενώ ταυτόχρονα να αποκλείει ένα ικανοποιητικό ποσοστό της υπεριώδους (UV) και υπέρυθρης (IR) ακτινοβολία. Τέλος, θα πρέπει να επηρεάζει τη σχέση εντόμων/παθογόνων με το φυτό και να μπορεί εύκολα να απομακρυνθεί από τα συσκομιζόμενα προϊόντα (Glenn and Puterka, 2005).

Στην Ελλάδα ο καολίνης διατίθεται στο εμπόριο με όνομα SURROUND WP, βρέξιμη σκόνη, με σύνθεση 95% καολίνη και 5% βοηθητικές ουσίες και συνίσταται κυρίως ως εντομοκτόνο για την καταπολέμηση της ψύλλας στην αχλαδιά και ως δευτερεύουσα δράση για την προστασία από τη θερμική καταπόνηση και από τα εγκαύματα του ήλιου (ΥΠΑΑΤ, 2008).

Το φιλμ των σωματιδίων που δημιουργείται από τον καολίνη δρα ως προστατευτικό τείχος για τους φυτικούς ιστούς απωθώντας τη δράση των εντόμων. Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, ο καολίνης δυσχεραίνει την κίνηση των εντόμων, τη διατροφή τους, αλλά και την απόθεση των ωών τους μειώνοντας έτσι τις διαδοχικές γενιές τους και αυξάνοντας τη θνησιμότητά τους. Επιπλέον, έχει αναφερθεί ότι δυσκολεύει την αναγνώριση των φυτικών ιστών από τα έντομα τόσο λόγω της διαφοράς στην επαφή όσο και λόγω της διαφορετικής όψης (Karagounis *et al.*, 2006; Kourdoumbalos *et al.*, 2006; Bostanian and Racette, 2008).

Ο καολίνης χρησιμοποιήθηκε πρώτη φορά για την καταπολέμηση της ψύλλας στην καλλιέργεια αχλαδιάς το 1999 (McBride, 2000). Η συγκεκριμένη σκόνη μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο στη βιολογική γεωργία όσο και στην ολοκληρωμένη διαχείριση καλλιεργειών σύμφωνα με το Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων (EEC 2092/91). Η εφαρμογή καολίνης σε δένδρα ροδακινιάς βρέθηκε αποτελεσματική στην καταπολέμηση της αφίδας *Myzus persicae* αλλά και άλλων ειδών αφίδας όπως *Aphis spiraecola*, *Melanocallis caryae*, *Dysaphis plantaginea* και σε άλλες καλλιέργειες. Ωστόσο, προτείνεται η προληπτική εφαρμογή του σκευάσματος με επαναλαμβανόμενη εφαρμογή με στόχο την κάλυψη της νέας βλάστησης. Επιπλέον, όσον αφορά τις κλιματικές συνθήκες προτιμάται η εφαρμογή του σε ξηρές περιοχές αποφεύγοντας την απομάκρυνση του από τις συχνές βροχοπτώσεις (Karagounis *et al.*, 2006; Kourdoumbalos *et al.*, 2006). Ωστόσο, σημαντικό θα ήταν να αναφερθεί και η

δράση απέναντι στο ραγολέτη (*Rhagoletis indifferens*) στην κερασιά, καθώς μείωσε την εναπόθεση αυγών στους καρπούς (Yee, 2012).

Επιπρόσθετα, όπως αναφέρθηκε προηγουμένως ο καολίνη εφαρμόζεται για την προστασία των φυτικών ιστών από ηλιοκαύματα. Είναι γεγονός ότι τα ηλιοκαύματα σε ορισμένες ποικιλίες και είδη μπορεί να προκαλέσουν απώλειες στην εμπορευσιμότητα των καρπών. Το καλοκαίρι η υψηλής έντασης ηλιακή ακτινοβολία σε συνδυασμό με την υψηλή θερμοκρασία είναι πιθανό να προκαλέσουν ηλιοκαύμα τόσο στα φύλλα όσο και στους καρπούς. Τα τελευταία χρόνια γίνεται λόγος για την αύξηση της UV ακτινοβολίας και τις αρνητικές της επιπτώσεις ως αποτέλεσμα της μείωσης του στρατοσφαιρικού όζοντος. Ωστόσο θα πρέπει να αναφερθεί ότι η συγκεκριμένη ακτινοβολία θεωρείται απαραίτητη για τη σύνθεση της ανθοκυανίνης στα μήλα (Glenn *et al.*, 2002). Σύμφωνα με έρευνα, η εφαρμογή καολίνη μείωσε τη θερμοκρασία και την προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία σε καρπούς μηλιάς, και η μείωση αυτή ήταν ανάλογη των υπολειμμάτων των σωματιδίων του καολίνη στην επιφάνεια του καρπού, ενώ αύξησε σημαντικά την ανάκλαση της UV ακτινοβολίας (Gindaba and Wand, 2005).

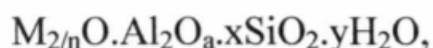
Η εφαρμογή του καολίνη με τη μορφή του σωματιδιακού φιλμ έχει χρησιμοποιηθεί αποτελεσματικά για την ανακούφιση των δένδρων από τη θερμική καταπόνηση. Πιο συγκεκριμένα το λευκό επίχρισμα του καολίνη που δημιουργείται στην επιφάνεια των φύλλων καθίσταται υψηλά ανακλαστικό στην προσπίπτουσα σε αυτά ηλιακή ακτινοβολία. Αυτό σημαίνει ότι η διαπερνούσα από το επίχρισμα του καολίνη και τελικά διαθέσιμη ακτινοβολία στα φύλλα μπορεί να μειωθεί και πιθανόν κάποιες φορές να προκληθεί και σκίαση. Παράλληλα, η υψηλή ανάκλαση της ηλιακής ακτινοβολίας παρουσία καολίνη, μπορεί να αναδιανείμει την ακτινοβολία στο εσωτερικό της κόμης των δένδρων φωτίζοντας την επάνω, αλλά και την κάτω επιφάνεια των φύλλων, αλλά και περιοχές της κόμης που διαφορετικά θα σκιάζονταν (Wünsche *et al.*, 2004; Rosati *et al.*, 2007).

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει εξίσου η επίδραση του καολίνη στις φυσιολογικές λειτουργίες των φυτικών ιστών. Μελέτες έδειξαν ότι η εφαρμογή της συγκεκριμένης σκόνης σε δένδρα μηλιάς οδήγησε στη μείωση της θερμικής καταπόνησης με ταυτόχρονη μείωση της θερμοκρασίας της κόμης, ενώ παρατηρήθηκε αύξηση στην αφομοίωση του CO<sub>2</sub> και των ποιοτικών χαρακτηριστικών των καρπών των δέντρων σε σχετικά ξηρές συνθήκες. Αντίθετα, σε δένδρα μηλιάς, σε περιβάλλοντα που η θερμοκρασία το μεσημέρι ήταν < 25 °C και τα δένδρα επαρκώς αρδευόμενα όπου

δεν παρατηρούνταν ενδεχόμενη θερμική καταπόνηση, ο ρυθμός φωτοσύνθεσης των φύλλων με παρουσία καολίνη εμφάνισε πτώση (Glenn *et al.*, 2001).

#### 4. Ζεόλιθος και εφαρμογές του στη γεωργία

Η ανακάλυψη του ζεόλιθου πραγματοποιήθηκε 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. Για το λόγο αυτό το ορυκτό ονομάστηκε ζεόλιθος 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:



Οπου: M = 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. Ωστόσο, κάποιες φορές διαθέτουν 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>. 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 μικρότερη 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 μεγαλύτερη διάμετρο και δεν είναι ικανά να εισέλθουν, και επομένως δεν μπορούν να προσροφηθούν. Μια ακόμα χημική ιδιότητα είναι αυτή της ικανότητας ανταλλαγής ιόντων. Ο ζεόλιθος είναι ένα πορώδες ορυκτό με τεράστια

ιοντοανταλλακτική ικανότητα και λόγω αυτής, μπορεί να φιλτράρει το νερό δεσμεύοντας μέταλλα και οργανικές ενώσεις. Μεγάλο ενδιαφέρον προκάλεσε η παρουσία μεγάλων κενών χώρων και καναλιών στο πλέγμα των ζεόλιθων. Όταν το νερό αποβληθεί, οι χώροι αυτοί είναι δυνατόν να πληρωθούν με διάφορες αεριώδεις ουσίες, όπως αμμωνία (Gottardi, 1985).

Η χρήση του ζεόλιθου έχει πολλές εφαρμογές στον τομέα της γεωργίας. Το συγκεκριμένο ορυκτό χρησιμοποιείται με σκοπό τη βελτίωση τόσο των φυσικών όσο και των χημικών ιδιοτήτων του εδάφους, επηρεάζοντας έτσι και την ποιότητα καθώς και τη δομή των κυρίως αργιλωδών ή αμμωδών εδαφών. Έχει την ιδιότητα να αυξάνει τις συγκεντρώσεις των θρεπτικών στοιχείων όπως το N, τον P, το Ca και το Mg στο έδαφος (Abdi *et al.*, 2006), να βελτιώνει τον αερισμό, αλλά και να ρυθμίζει το εδαφικό pH (Ramesh and Reddy, 2011). Επίσης, ρυθμίζει την σταδιακή απελευθέρωση των συστατικών που διαθέτουν τα λιπάσματα χάρη στη δομή και στις ιδιότητές του (μεγάλη προσροφητική ικανότητα) (Rehakova *et al.*, 2004; Ramesh and Reddy, 2011). Επιπλέον, μπορεί να δεσμεύει το άζωτο από χημικά λιπάσματα, κοπριά ή κομπόστ, να το αποθηκεύει και να το απελευθερώνει σταδιακά στο έδαφος, επιτυγχάνοντας την ελαχιστοποίηση των απωλειών, τον περιορισμό των περιβαλλοντικών προβλημάτων, αλλά ταυτόχρονα την αύξηση της αποτελεσματικότητας των λιπασμάτων. Ακόμα, συμβάλλει στην αύξηση της διαλυτοποίησης των ορυκτών του φωσφόρου ώστε να αυξηθεί η πρόσληψη του (Ramesh and Reddy, 2011). Μια ακόμα ιδιότητα του είναι η απορρόφηση του νερού, εξαιτίας του πορώδους της κρυσταλλικής δομής του συγκρατεί έως και 60% του βάρους του και το φυτό μπορεί να το χρησιμοποιεί σε περιόδους ξηρασίας. Με αυτό τον τρόπο, ο ζεόλιθος μπορεί να συγκρατεί τόσο το νερό όσο και τα θρεπτικά, γεγονός ιδιαίτερα σημαντικό κυρίως για τα αμμώδη εδάφη όπου παρατηρείται αυξημένη έκπλυση και απώλειά τους (Polat *et al.*, 2004). Τέλος, σύμφωνα με τη βιβλιογραφία επιτρέπει τη μεταφορά ενεργών συστατικών των ζιζανιοκτόνων, των μυκητοκτόνων και των φυτοφαρμάκων (Szerement *et al.*, 2014) και συνεισφέρει στην αποκατάσταση ρυπασμένων εδαφών με βαρέα μέταλλα μετατρέποντάς τα σε μη διαθέσιμες μορφές. Η διαδικασία αυτή επιτυγχάνεται χάρη στην ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων προσελκύοντας τα θετικά φορτισμένα ιόντα των μετάλλων (Kumar *et al.*, 2007; Ramesh and Reddy, 2011). Ακόμα μια σημαντική εφαρμογή φαίνεται να είναι η αύξηση του εδαφικού pH σε όξινα εδάφη επηρεάζοντας ταυτόχρονα τη μείωση της διαλυτότητας των επιβλαβών στοιχείων, αλλά και τη διαθεσιμότητά τους στα φυτά (Szerement *et al.*, 2014). Τέλος, ενδιαφέρον προκαλεί η



συμβολή του ζεόλιθου στην καταπολέμηση παθογόνων εδάφους όπως για παράδειγμα του μύκητα *Rhizoctonia solani* στην τομάτα (Καββαδίας, 2016).

Όπως αναφέρθηκε και στον καολίνη, έτσι και ο ζεόλιθος φαίνεται να έχει μια επίδραση στη φυσιολογία των φυτικών ιστών. Σύμφωνα με τον Mumpston (1999), ενισχύει την πρόσληψη θρεπτικών στοιχείων και έτσι παρατηρείται αύξηση τόσο του ριζικού συστήματος όσο και του υπέργειου τμήματος του φυτού, μεγαλύτερη παραγωγή, καθώς και βελτίωση της ποιότητας του καρπού. Επιπλέον, το συγκεκριμένο ορυκτό έχει τη δυνατότητα να απορροφά CO<sub>2</sub> και εν δυνάμει να βελτιώσει τη στοματική αγωγιμότητα όταν μεταφερθεί στα φύλλα ώστε να επιτευχθεί υψηλότερος ρυθμός φωτοσύνθεσης (De Smedt *et al*, 2015). Συνεπώς, τελικά μπορεί να παρατηρηθεί αύξηση του ρυθμού παραγωγής και ανάπτυξης της φυλλικής επιφάνειας. Σε έρευνες που έχουν διεξαχθεί για την εφαρμογή ζεόλιθου από εδάφους σε δέντρα βερικοκιάς, τα αποτελέσματα ήταν αρκετά ενθαρρυντικά όσον αφορά την ανάπτυξη των δέντρων, την απόδοση τους αλλά 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). Τέλος, με την εφαρμογή ζεόλιθου στο υπόστρωμα καλλιέργειας φράουλας, παρατηρήθηκε αύξηση της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας, 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).

## **4. Υλικά και μέθοδοι**

### **4.1 Περιγραφή πειραματικού αγρού**

Το πείραμα της συγκεκριμένης μελέτης πραγματοποιήθηκε σε εμπορικό αγρόκτημα του χωριού Προαστίου του νομού Καρδίτσας, όπου χρησιμοποιήθηκαν 12 δέντρα βερικοκιάς ποικιλίας Μπεμπέκου, και 12 δέντρα νεκταρινιάς ποικιλίας Big Top αντίστοιχα. Τόσο τα δέντρα βερικοκιάς όσο και τα δέντρα νεκταρινιάς ήταν 6 ετών. Επίσης, τα υποκείμενα και για τις δύο καλλιέργειες ήταν το GF677. Σημαντικό είναι να αναφερθεί ότι τα δέντρα δέχτηκαν τις ίδιες καλλιεργητικές φροντίδες. Από το σύνολο των δέντρων 6 δέντρα νεκταρινιάς αποτέλεσαν τους μάρτυρες, ενώ σε τρία εφαρμόστηκε ο καολίνης και σε άλλα τρία εφαρμόστηκε ο ζεόλιθος. Η ίδια διαδικασία ακολουθήθηκε και στα δέντρα βερικοκιάς. Συνολικά από κάθε μεταχείριση ελήφθησαν έξι επαναλήψεις των 6 φύλλων έκαστη από το μέσο ετήσιων βλαστών. Οι μετρήσεις των φύλλων τόσο στα δέντρα νεκταρινιάς όσο και στα δέντρα βερικοκιάς έγιναν δυο φορές τον Αύγουστο και μια φορά τον Οκτώβριο, ενώ η δειγματοληψία είχε γίνει μία μέρα πριν από τις μετρήσεις. Τα φύλλα στη διάρκεια αυτής της μέρας ήταν κλειστά σε σακουλάκια που τοποθετήθηκαν σε ψυγείο. Οι δειγματοληψίες των φύλλων έγιναν στις 6 Αυγούστου του 2018 (πριν την εφαρμογή των κόνεων), 21 Αυγούστου του 2018 (δύο εβδομάδες μετά την εφαρμογή των κόνεων περίοδο χωρίς βροχοπτώσεις και με έντονη θερμική καταπόνηση) και 10 Οκτωβρίου 2015 (προς το λήθαργο αλλά με μακροσκοπικά λειτουργικά φύλλα).

### **4.2 Μετρήσεις εργαστηρίου**

Έξι επαναλήψεις φύλλων (έξι φύλλα ανά επανάληψη) ανά μεταχείριση συλλέχθηκαν από το μέσο των βλαστών περιμετρικά της κόμης του κάθε δένδρου, τοποθετήθηκαν σε πλαστικά σακουλάκια και μεταφέρθηκαν στο Εργαστήριο Δενδροκομίας. Ακολούθησαν οι εξής μετρήσεις:

## Χαρακτηριστικά φύλλου

Πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις του ποσοστού % της ξηράς ουσίας του φύλλου (% ΞΟ), του ειδικού βάρους φύλλου (ΕΙΔΒΑΡ) και της περιεκτικότητας σε χλωροφύλλη.

Για τη μέτρηση του ποσοστού % της ξηράς ουσίας του φύλλου (% ΞΟ), από τα έξι φύλλα της κάθε επανάληψης λαμβάνονταν έξι δίσκοι ελάσματος φύλλου με διακορευτή διαμέτρου 9 mm, ζυγίζονταν σε ζυγό ακριβείας 4 δεκαδικών, και λαμβάνονταν το νωπό τους βάρος (NB). Στη συνέχεια ξηραίνονταν σε φούρνο στους 80 °C μέχρι οι δίσκοι με απλή πίεση να θρυμματίζονται. Οι ξηροί δίσκοι ζυγίζονταν και λαμβανόταν το ξηρό βάρος (ΞΒ). Έπειτα γινόταν υπολογισμός του ποσοστού % ΞΟ του φύλλου με τον τύπο  $\% \text{ ΞΟ} = [(\text{ΞΒ})/(\text{NB})] \times 100$  και εκφράστηκε ως %. Το ΕΙΔΒΑΡ φύλλου υπολογίστηκε από τον τύπο  $\text{ΕΙΔΒΑΡ} = (\text{ΞΒ})/(\text{επιφάνεια } 6 \text{ δίσκων})$  και εκφράστηκε σε  $\text{g m}^{-2}$ .

Για τον υπολογισμό της χλωροφύλλης εφαρμόστηκε η αναλυτική μέθοδος που περιγράφεται από τους Wintermans and Motts (1965). Από τα έξι φύλλα της κάθε επανάληψης αφαιρέθηκαν με τον ίδιο τρόπο όπως ανωτέρω, έξι δίσκοι με διακορευτή διαμέτρου 5,8 mm, ζυγίστηκαν και τοποθετήθηκαν σε screw top δοκιμαστικό σωλήνα που περιείχε 15 mL αιθανόλης 95%. Στη συνέχεια διατηρήθηκαν για μία περίπου ώρα στους 80 °C μέχρι τα ελάσματα να αποχρωματιστούν πλήρως. Μετά τον αποχρωματισμό οι σωλήνες παρέμειναν σε σκοτεινό χώρο για να ψυχθούν. Έπειτα ανακινήθηκαν σε vortex για καλύτερη ομοιομορφία και μετρήθηκε η απορρόφηση με φασματοφωτόμετρο OPTIZEN POP (UV/VIS Spectrophotometer, Mecasys Co., Ltd) στα 665 και 649 nm με τη βοήθεια κρυσταλλικής κυψελίδας. Ακολούθησε ο υπολογισμός της περιεκτικότητας σε χλωροφύλλη α (χλωρ. α) και β (χλωρ. β) σε  $\mu\text{g mL}^{-1}$  αιθανόλης και σε mg ανά g ΞΟ και ανά τετραγωνικό μέτρο επιφάνειας φύλλου, σε ολική χλωροφύλλη (ολ. χλωρ.) και του λόγου της χλωροφύλλης α προς τη χλωροφύλλη β (χλωρ. α/χλωρ. β).

### 4.3 Εξοπλισμός που χρησιμοποιήθηκε

#### ΟΡΓΑΝΑ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΜΕΛΕΤΗ ΞΗΡΑΣ ΟΥΣΙΑΣ

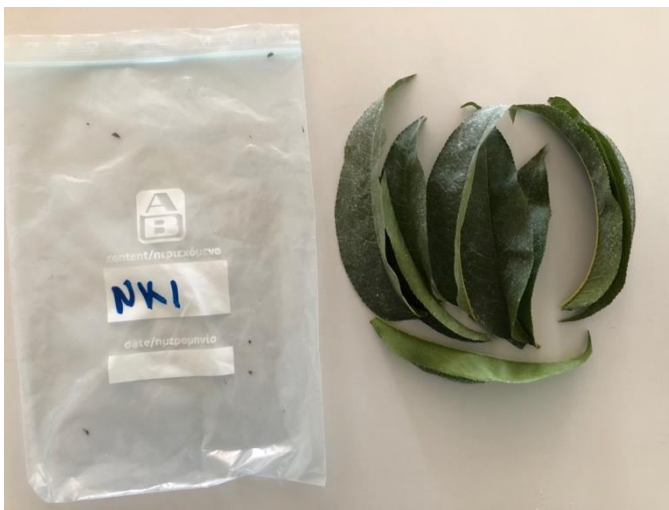
- Διακορευτής διαμέτρου 9 mm
- Δίσκοι Petri
- Ζυγός ακριβείας
- Φούρνος (Memmert)



**Εικόνα 1.** Δίσκοι ελάσματος φύλλου

## ΟΡΓΑΝΑ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΗΣ ΧΛΩΡΟΦΥΛΛΗΣ

- Διακορευτής διαμέτρου 5,8 mm
- Ζυγός ακριβείας
- Υδατόλουτρο
- Φασματοφωτόμετρο (Optizen, Korea)



**Εικόνα 2.** Δείγματα από φύλλα νεκταρινιάς



**Εικόνα 3.** Δείγματα από φύλλα βερικοκιάς

### **4.4 Στατιστική ανάλυση**

Έγινε ανάλυση παραλλακτικότητας για τις δυο διαφορετικές καλλιέργειες στα φύλλα με το πρόγραμμα SPSS (SPSS 26.0, Chicago, U.S.A.). Παρουσιάζονται οι μέσοι όροι, η σημαντικότητα για κάθε παράγοντα και η ελάχιστη σημαντική διαφορά για επίπεδο σημαντικότητας 5% κατά Duncan.

## 5. Αποτελέσματα

### 5.1 Ροδακινιά

#### 5.1.1 Ξηρά ουσία (%) και Ειδικό Βάρος Φύλλου (mg/cm<sup>2</sup>)

Το ποσοστό % ξηράς ουσίας (ΞΟ) στα φύλλα του μάρτυρα δεν τροποποιήθηκε από τις αρχές Αυγούστου έως το τέλος Αυγούστου και έως τον Οκτώβριο (Πίν. 5.1). Αντίθετα, το ποσοστό % ΞΟ των φύλλων που καλύφθηκαν με καολίνη μειώθηκε στα τέλη Αυγούστου και αυξήθηκε ξανά τον Οκτώβριο. Παρόμοια, τα φύλλα που καλύφθηκαν με ζεόλιθο παρουσίασαν μια μείωση του ποσοστού % ΞΟ στα τέλη Αυγούστου και μια σημαντική αύξηση τον Οκτώβριο.

Τα φύλλα που δέχθηκαν καολίνη είχαν μικρότερο ποσοστό % ΞΟ αργά τον Αύγουστο και παρόμοιο ποσοστό % ΞΟ τον Οκτώβριο με τα φύλλα του μάρτυρα (Πίν. 5.1). Τα φύλλα που δέχθηκαν ζεόλιθο είχαν μικρότερο ποσοστό % ΞΟ αργά τον Αύγουστο και υψηλότερο ποσοστό % ΞΟ τον Οκτώβριο από τα φύλλα του μάρτυρα. Τέλος, τα φύλλα που δέχθηκαν καολίνη είχαν παρόμοιο ποσοστό % ΞΟ αργά τον Αύγουστο και μικρότερο ποσοστό % ΞΟ τον Οκτώβριο από τα φύλλα που δέχθηκαν ζεόλιθο.

Το ειδικό βάρος φύλλου (mg/cm<sup>2</sup>) στα φύλλα του μάρτυρα δεν εμφάνισε αλλαγές από τις αρχές Αυγούστου έως το τέλος Αυγούστου, αλλά έπειτα έως τον Οκτώβριο παρουσίασε μείωση (Πίν. 5.1). Αντίθετα, το ειδικό βάρος φύλλου (mg/cm<sup>2</sup>) των φύλλων που καλύφθηκαν με καολίνη αυξήθηκε από τα τέλη Αυγούστου μέχρι τον Οκτώβριο. Παρόμοια, τα φύλλα που καλύφθηκαν με ζεόλιθο παρουσίασαν μια μείωση του ειδικού βάρους φύλλου στα τέλη Αυγούστου και μια σημαντική αύξηση τον Οκτώβριο.

Επιπλέον, τα φύλλα στα οποία εφαρμόστηκε καολίνης είχαν μικρότερο ειδικό βάρος φύλλου (mg/cm<sup>2</sup>) αργά τον Αύγουστο και παρόμοιο ειδικό βάρος φύλλου τον Οκτώβριο με τα φύλλα του μάρτυρα (Πίν. 5.1). Τα φύλλα που δέχθηκαν ζεόλιθο είχαν μικρότερο ειδικό βάρος φύλλου (mg/cm<sup>2</sup>) αργά τον Αύγουστο και υψηλότερο τον Οκτώβριο από τα φύλλα του μάρτυρα. Τέλος, τα φύλλα που δέχθηκαν καολίνη είχαν χαμηλότερο ειδικό βάρος φύλλου τόσο αργά τον Αύγουστο όσο και τον Οκτώβριο από τα φύλλα που δέχθηκαν ζεόλιθο.

**Πίνακας 5.1.** Επίδραση του χρόνου δειγματοληψίας φύλλων και της ύπαρξης επί αυτών κόνεως καολίνη ή ζεόλιθου στο ποσοστό % ξηράς ουσίας και στο ειδικό βάρος φύλλου νεκταρινιάς ποικιλίας Big Top για N=6. Ανά στήλη μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά.

Ημερ.	Μεταχείριση	Ξηρά Ουσία (%)	Ειδικό Βάρος Φύλλου (mg/cm <sup>2</sup> )
6 Αυγ.	Μάρτυρας	43,0b	7,25ab
21 Αυγ.	Μάρτυρας	42,3b	7,30ab
	Καολίνης	37,2c	5,59d
	Ζεόλιθος	36,3c	6,13cd
10 Οκτ.	Μάρτυρας	42,5b	6,85bc
	Καολίνης	42,2b	7,03b
	Ζεόλιθος	47,0a	7,98a
Σημαντικότητα		***	***

### 5.1.2 Χλωροφύλλη ανά μονάδα ξηράς ουσίας (mg/g Ξ.Ο.)

Η συγκέντρωση χλωροφύλλης *a* ανά μονάδα ΞΟ μειώθηκε σταδιακά από τις αρχές Αυγούστου στα τέλη Αυγούστου και μέχρι τον Οκτώβριο στα φύλλα του μάρτυρα (Πίν. 5.2). Αντίθετα, η συγκέντρωση χλωροφύλλης *a* ανά μονάδα ΞΟ στα φύλλα που δέχθηκαν καολίνη δεν τροποποιήθηκε από τις αρχές Αυγούστου στα τέλη Αυγούστου αλλά μειώθηκε μερικώς τον Οκτώβριο. Η συγκέντρωση χλωροφύλλης *a* ανά μονάδα ΞΟ στα φύλλα που δέχθηκαν ζεόλιθο μειώθηκε σημαντικά από τις αρχές στα τέλη Αυγούστου και μόνο μερικώς επανήλθε τον Οκτώβριο.

Τα φύλλα που δέχθηκαν καολίνη είχαν υψηλότερη συγκέντρωση χλωροφύλλης *a* ανά μονάδα ΞΟ από τα φύλλα του μάρτυρα αργά τον Αύγουστο και τον Οκτώβριο (Πίν. 5.2). Ενώ τα φύλλα που δέχθηκαν ζεόλιθο είχαν χαμηλότερη συγκέντρωση χλωροφύλλης *a* ανά μονάδα ΞΟ αργά τον Αύγουστο και παρόμοια τον Οκτώβριο με τα φύλλα του μάρτυρα. Τέλος, τα φύλλα που δέχθηκαν καολίνη είχαν υψηλότερη

συγκέντρωση χλωροφύλλης a ανά μονάδα ΞΟ αργά τον Αύγουστο και τον Οκτώβριο από τα φύλλα που δέχθηκαν ζεόλιθο.

Η συγκέντρωση χλωροφύλλης b ανά μονάδα ΞΟ μειώθηκε σταδιακά από τις αρχές Αυγούστου στα τέλη Αυγούστου και μέχρι τον Οκτώβριο στα φύλλα του μάρτυρα (Πίν. 5.2). Ωστόσο, η συγκέντρωση χλωροφύλλης b ανά μονάδα ΞΟ στα φύλλα που εφαρμόστηκε καολίνης δεν τροποποιήθηκε από τις αρχές στα τέλη Αυγούστου και μέχρι τον Οκτώβριο. Η συγκέντρωση χλωροφύλλης b ανά μονάδα ΞΟ στα φύλλα που δέχθηκαν ζεόλιθο μειώθηκε από τις αρχές στα τέλη Αυγούστου και κατόπιν αυξήθηκε από τα τέλη Αυγούστου μέχρι τον Οκτώβριο.

Τα φύλλα που δέχθηκαν καολίνη είχαν υψηλότερη συγκέντρωση χλωροφύλλης b ανά μονάδα ΞΟ από τα φύλλα του μάρτυρα αργά τον Αύγουστο και τον Οκτώβριο (Πίν. 5.2). Ενώ τα φύλλα που δέχθηκαν ζεόλιθο είχαν χαμηλότερη συγκέντρωση χλωροφύλλης b ανά μονάδα ΞΟ αργά τον Αύγουστο και παρόμοια τον Οκτώβριο με τα φύλλα του μάρτυρα. Τέλος, τα φύλλα που δέχθηκαν καολίνη είχαν υψηλότερη συγκέντρωση χλωροφύλλης b ανά μονάδα ΞΟ αργά τον Αύγουστο και τον Οκτώβριο από τα φύλλα που δέχθηκαν ζεόλιθο.

Όσον αφορά τη συνολική χλωροφύλλη παρατηρείται ότι, μειώθηκε σταδιακά από τις αρχές Αυγούστου στα τέλη Αυγούστου και μέχρι τον Οκτώβριο στα φύλλα του μάρτυρα (Πίν. 5.2). Επιπλέον, η συγκέντρωση συνολικής χλωροφύλλης ανά μονάδα ΞΟ στα φύλλα που εφαρμόστηκε καολίνης παρουσίασε διατηρήθηκε σταθερή μέσα στον Αύγουστο αλλά μειώθηκε από τα τέλη Αυγούστου μέχρι τον Οκτώβριο. Η αντίστοιχη συγκέντρωση συνολικής χλωροφύλλης στα φύλλα όπου εφαρμόστηκε ζεόλιθος εμφάνισε σημαντική μείωση από τις αρχές στα τέλη Αυγούστου, ενώ παρουσίασε αύξηση από τα τέλη Αυγούστου μέχρι τον Οκτώβριο.

Τα φύλλα που δέχθηκαν καολίνη είχαν υψηλότερη συνολική χλωροφύλλη ανά μονάδα ΞΟ από τα φύλλα του μάρτυρα τόσο αργά τον Αύγουστο όσο και τον Οκτώβριο (Πίν. 5.2). Ενώ τα φύλλα που δέχθηκαν ζεόλιθο είχαν χαμηλότερη συγκέντρωση συνολικής χλωροφύλλης ανά μονάδα ΞΟ αργά τον Αύγουστο και παρόμοια τον Οκτώβριο με τα φύλλα του μάρτυρα. Τέλος, τα φύλλα που δέχθηκαν καολίνη είχαν υψηλότερη συνολική χλωροφύλλη ανά μονάδα ΞΟ αργά τον Αύγουστο και τον Οκτώβριο από τα φύλλα που δέχθηκαν ζεόλιθο.



Στα φύλλα νεκταρινιάς του μάρτυρα βρέθηκε παρόμοια τιμή σχέσης χλωροφύλλης a προς χλωροφύλλη b από τις αρχές έως αργά τον Αύγουστο αλλά αυτή μειώθηκε σημαντικά τον Οκτώβριο (Πίν. 5.2). Όμοια εικόνα παρουσίασαν και τα φύλλα που δέχτηκαν καολίνη. Τα φύλλα που δέχθηκαν καολίνη είχαν επίσης παρόμοια τιμή σχέσης χλωροφύλλης a προς χλωροφύλλη b από τις αρχές έως αργά τον Αύγουστο αλλά αυτή μειώθηκε σημαντικά τον Οκτώβριο.

Τα φύλλα που δέχθηκαν καολίνη είχαν παρόμοια τιμή σχέσης χλωροφύλλης a προς χλωροφύλλη b με τα φύλλα του μάρτυρα τόσο αργά τον Αύγουστο όσο και τον Οκτώβριο (Πίν. 5.2). Παρόμοια εικόνα παρατηρείται και στα φύλλα που δέχθηκαν ζεόλιθο. Τέλος, τα φύλλα που δέχθηκαν καολίνη είχαν χαμηλότερη τιμή σχέσης χλωροφύλλης a προς χλωροφύλλη b αργά τον Αύγουστο και παρόμοια τον Οκτώβριο με τα φύλλα που δέχθηκαν ζεόλιθο.

**Πίνακας 5.2.** Επίδραση του χρόνου δειγματοληψίας φύλλων και της ύπαρξης επί αυτών κόνεως καολίνη ή ζεόλιθου στη συγκέντρωση χλωροφύλλης και σχέση χλωροφύλλης a/χλωροφύλλη b φύλλων νεκταρινιάς ποικιλίας Big Top για N=6. Ανά στήλη μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά.

Ημερ.	Μεταχείριση	Χλωρ. a (mg/g Ξ.Ο.)	Χλωρ. b (mg/g Ξ.Ο.)	Συν. Χλωρ. (mg/g Ξ.Ο.)	Χλωρ a/ Χλωρ b
6 Αυγ.	Μάρτυρας	6,19a	1,67a	7,86a	3,69ab
21 Αυγ.	Μάρτυρας	5,11b	1,35b	6,46b	3,77ab
	Καολίνης	6,08a	1,67a	7,75a	3,63bc
	Ζεόλιθος	3,55d	0,92c	4,46d	3,88a
10 Οκτ.	Μάρτυρας	4,05cd	1,19b	5,24cd	3,41d
	Καολίνης	5,26b	1,57a	6,83b	3,35d
	Ζεόλιθος	4,32c	1,25b	5,57c	3,46cd
Σημαντικότητα		***	***	***	***

### 5.1.3 Χλωροφύλλη ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου (mg/m<sup>2</sup>)

Επιπλέον, η συγκέντρωση χλωροφύλλης a ανά μονάδα φυλλικής επιφάνειας μειώθηκε σταδιακά από τις αρχές Αυγούστου στα τέλη Αυγούστου και μέχρι τον Οκτώβριο στα φύλλα του μάρτυρα (Πίν. 5.3). Ομοίως, η συγκέντρωση χλωροφύλλης a ανά μονάδα φυλλικής επιφάνειας στα φύλλα που δέχθηκαν καολίνη μειώθηκε από τις αρχές Αυγούστου στα τέλη Αυγούστου και παρέμεινε κατόπιν σταθερή μέχρι και τον Οκτώβριο. Η συγκέντρωση χλωροφύλλης a ανά μονάδα φυλλικής επιφάνειας στα φύλλα που δέχθηκαν ζεόλιθο μειώθηκε από τις αρχές έως τα τέλη Αυγούστου και αυξήθηκε κατόπιν σημαντικά από τα τέλη Αυγούστου μέχρι τον Οκτώβριο.

Τα φύλλα που δέχθηκαν καολίνη είχαν παρόμοια συγκέντρωση χλωροφύλλης a ανά μονάδα φυλλικής επιφάνειας αργά τον Αύγουστο και υψηλότερη τον Οκτώβριο από τα φύλλα του μάρτυρα (Πίν. 5.3). Ενώ τα φύλλα που δέχθηκαν ζεόλιθο είχαν χαμηλότερη συγκέντρωση χλωροφύλλης a ανά μονάδα φυλλικής επιφάνειας αργά τον Αύγουστο και υψηλότερη τον Οκτώβριο με τα φύλλα του μάρτυρα. Τέλος, τα φύλλα που δέχθηκαν καολίνη είχαν υψηλότερη συγκέντρωση χλωροφύλλης a ανά μονάδα φυλλικής επιφάνειας αργά τον Αύγουστο και ελαφρά υψηλότερη τον Οκτώβριο από τα φύλλα που δέχθηκαν ζεόλιθο.

Η συγκέντρωση χλωροφύλλης b ανά μονάδα φυλλικής επιφάνειας μειώθηκε σταδιακά από τις αρχές Αυγούστου στα τέλη Αυγούστου και μέχρι τον Οκτώβριο στα φύλλα του μάρτυρα (Πίν. 5.3). Ωστόσο, η συγκέντρωση χλωροφύλλης b ανά μονάδα φυλλικής επιφάνειας στα φύλλα που εφαρμόστηκε καολίνης, παρά τη μείωση μέχρι τα τέλη Αυγούστου, αυξήθηκε μερικώς από τα τέλη Αυγούστου μέχρι τον Οκτώβριο. Η συγκέντρωση χλωροφύλλης b ανά μονάδα φυλλικής επιφάνειας στα φύλλα που δέχθηκαν ζεόλιθο μειώθηκε σημαντικά στα τέλη Αυγούστου και αυξήθηκε από τα τέλη Αυγούστου μέχρι τον Οκτώβριο.

Τα φύλλα που δέχθηκαν καολίνη είχαν παρόμοια συγκέντρωση χλωροφύλλης b ανά μονάδα φυλλικής επιφάνειας με τα φύλλα του μάρτυρα αργά τον Αύγουστο και μεγαλύτερη τον Οκτώβριο (Πίν. 5.3). Ενώ τα φύλλα που δέχθηκαν ζεόλιθο είχαν χαμηλότερη συγκέντρωση χλωροφύλλης b ανά μονάδα φυλλικής επιφάνειας αργά τον Αύγουστο και αυξημένη τον Οκτώβριο σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα. Τέλος, τα φύλλα που δέχθηκαν καολίνη είχαν υψηλότερη συγκέντρωση χλωροφύλλης b ανά

μονάδα φυλλικής επιφάνειας αργά τον Αύγουστο και τον Οκτώβριο από τα φύλλα που δέχθηκαν ζεόλιθο.

Όσον αφορά τη συνολική χλωροφύλλη ανά μονάδα φυλλικής επιφάνειας παρατηρείται ότι, μειώθηκε σταδιακά από τις αρχές Αυγούστου στα τέλη Αυγούστου και μέχρι τον Οκτώβριο στα φύλλα του μάρτυρα (Πίν. 5.3). Επιπλέον, η συγκέντρωση συνολικής χλωροφύλλης ανά μονάδα φυλλικής επιφάνειας στα φύλλα που εφαρμόστηκε καολίνης μειώθηκε από τις αρχές στα τέλη Αυγούστου, αλλά παρέμεινε σταθερή από τα τέλη Αυγούστου μέχρι τον Οκτώβριο. Ωστόσο, η αντίστοιχη συγκέντρωση συνολικής χλωροφύλλης στα φύλλα όπου εφαρμόστηκε ζεόλιθος μειώθηκε σημαντικά από τις αρχές στα τέλη Αυγούστου, αλλά εμφάνισε αύξηση από τα τέλη Αυγούστου μέχρι τον Οκτώβριο.

Τα φύλλα που δέχθηκαν καολίνη είχαν παρόμοια συνολική χλωροφύλλη ανά μονάδα φυλλικής επιφάνειας με τα φύλλα του μάρτυρα αργά τον Αύγουστο και μεγαλύτερη τον Οκτώβριο (Πίν. 5.3). Ενώ τα φύλλα που δέχθηκαν ζεόλιθο είχαν χαμηλότερη συγκέντρωση συνολικής χλωροφύλλης ανά μονάδα φυλλικής επιφάνειας αργά τον Αύγουστο και αυξημένη τον Οκτώβριο σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα. Τέλος, τα φύλλα που δέχθηκαν καολίνη είχαν υψηλότερη συνολική χλωροφύλλη ανά μονάδα φυλλικής επιφάνειας αργά τον Αύγουστο και παρόμοια τον Οκτώβριο με τα φύλλα που δέχθηκαν ζεόλιθο.

**Πίνακας 5.3.** Επίδραση του χρόνου δειγματοληψίας φύλλων και της ύπαρξης επί αυτών κόνεως καολίνη ή ζεόλιθου στη συγκέντρωση χλωροφύλλης a και b φύλλων αλλά και Συνολικής χλωροφύλλης ανά μονάδα επιφάνειας των φύλλων της νεκταρινιάς ποικ. Big Top για N=6. Ανά στήλη μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά.

Ημερ.	Μεταχείριση	Χλωρ. a (mg/m <sup>2</sup> )	Χλωρ. b (mg/m <sup>2</sup> )	Συν. Χλωρ. (mg/m <sup>2</sup> )
6 Αυγ.	Μάρτυρας	414a	112a	526a
21 Αυγ.	Μάρτυρας	367b	97,6b	465b
	Καολίνης	345bc	95,3b	441b
	Ζεόλιθος	206e	53,6d	259d
10 Οκτ.	Μάρτυρας	271d	79,6c	350c
	Καολίνης	332bc	99,2ab	431b
	Ζεόλιθος	321c	92,9bc	414b
Σημαντικότητα		***	***	***

## 5.2 Βερικοκιά

### 5.2.1 Ξηρά ουσία (%) και Ειδικό Βάρος Φύλλου (mg/cm<sup>2</sup>)

Το ποσοστό % ξηράς ουσίας (ΞΟ) στα φύλλα του μάρτυρα αυξήθηκε στο τέλος του καλοκαιριού και παρέμεινε σχεδόν σταθερό μέχρι τον Οκτώβριο (Πίν. 5.4). Όμοια, άλλαξε με τον χρόνο και το ποσοστό % ΞΟ των φύλλων που καλύφθηκαν με καολίνη. Τα φύλλα που καλύφθηκαν με ζεόλιθο είχαν παρόμοιο % ΞΟ από τις αρχές Αυγούστου μέχρι τον Οκτώβριο.

Τα φύλλα που δέχθηκαν καολίνη είχαν παρόμοιο ποσοστό % ΞΟ αργά τον Αύγουστο και τον Οκτώβριο με τα φύλλα του μάρτυρα (Πίν. 5.4). Τα φύλλα που δέχθηκαν ζεόλιθο είχαν μικρότερο ποσοστό % ΞΟ αργά τον Αύγουστο και τον Οκτώβριο από τα φύλλα του μάρτυρα. Τέλος, τα φύλλα που δέχθηκαν καολίνη είχαν ελαφρά υψηλότερο ποσοστό % ΞΟ αργά τον Αύγουστο και σημαντικά μεγαλύτερο ποσοστό % ΞΟ τον Οκτώβριο από τα φύλλα που δέχθηκαν ζεόλιθο.

Το ειδικό βάρος φύλλου (mg/cm<sup>2</sup>) στα φύλλα του μάρτυρα αυξήθηκε από τις αρχές Αυγούστου έως το τέλος Αυγούστου αλλά έπειτα έως τον Οκτώβριο παρουσίασε μείωση (Πίν. 5.4). Αντίθετα, το ειδικό βάρος φύλλου (mg/cm<sup>2</sup>) των φύλλων που καλύφθηκαν με καολίνη δεν τροποποιήθηκε από τις αρχές Αυγούστου έως τα τέλη Αυγούστου και μέχρι τον Οκτώβριο. Τα φύλλα που καλύφθηκαν με ζεόλιθο το ειδικό βάρος φύλλου δεν τροποποιήθηκε από τις αρχές στα τέλη Αυγούστους, αλλά τα φύλλα αυτά παρουσίασαν μια μείωση του ειδικού βάρους φύλλου από τα τέλη Αυγούστου έως της αρχές Οκτώβρη.

Τα φύλλα στα οποία εφαρμόστηκε καολίνης είχαν μικρότερο ειδικό βάρος φύλλου (mg/cm<sup>2</sup>) αργά τον Αύγουστο και παρόμοιο τον Οκτώβριο με τα φύλλα του μάρτυρα (Πίν. 5.4). Επίσης, τα φύλλα που δέχθηκαν ζεόλιθο είχαν μικρότερο ειδικό βάρος φύλλου (mg/cm<sup>2</sup>) αργά τον Αύγουστο μέχρι τον Οκτώβριο από τα φύλλα του μάρτυρα. Τέλος, τα φύλλα που δέχθηκαν καολίνη παρουσίασαν παρόμοιο ειδικό βάρος φύλλου αργά τον Αύγουστο, αλλά αισθητά υψηλότερο τον Οκτώβριο από τα φύλλα που δέχθηκαν ζεόλιθο.

**Πίνακας 5.4.** Επίδραση του χρόνου δειγματοληψίας φύλλων και της ύπαρξης επί αυτών κόνεως καολίνη ή ζεόλιθου στο ποσοστό % ξηράς ουσίας και στο ειδικό βάρος φύλλου βερικοκιάς ποικ. Μπεμπέκου. N=6. Ανά στήλη μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά.

Ημερ.	Μεταχείριση	Ξηρά Ουσία (%)	Ειδικό Βάρος Φύλλου (mg Ξ.Ο./cm <sup>2</sup> )
6 Αυγ.	Μάρτυρας	37,8c	8,52b
21  Αυγ.	Μάρτυρας	42,8a	10,3a
	Καολίνης	40,6ab	8,67b
	Ζεόλιθος	39,9bc	8,49b
10 Οκτ.	Μάρτυρας	40,9ab	8,32b
	Καολίνης	42,6a	9,21b
	Ζεόλιθος	38,4c	7,38c
Σημαντικότητα		***	***

### 5.2.2 Χλωροφύλλη ανά μονάδα ξηράς ουσίας (mg/g Ξ.Ο.)

Η συγκέντρωση χλωροφύλλης a ανά μονάδα ΞΟ παρουσίασε αύξηση στα τέλη Αυγούστου και μειώθηκε αρκετά μέχρι τον Οκτώβριο στα φύλλα του μάρτυρα (Πίν. 5.5). Όμοιες μεταβολές με τον χρόνο παρουσίασε και η συγκέντρωση χλωροφύλλης a ανά μονάδα ΞΟ στα φύλλα που δέχθηκαν καολίνη. Η συγκέντρωση χλωροφύλλης a ανά μονάδα ΞΟ στα φύλλα που δέχθηκαν ζεόλιθο δεν μεταβλήθηκε σημαντικά από τις αρχές Αυγούστου μέχρι τον Οκτώβριο.

Τα φύλλα που δέχθηκαν καολίνη είχαν παρόμοια συγκέντρωση χλωροφύλλης a ανά μονάδα ΞΟ με τα φύλλα του μάρτυρα αργά τον Αύγουστο και τον Οκτώβριο (Πίν. 5.5). Ομοίως, τα φύλλα που δέχθηκαν ζεόλιθο είχαν παρόμοια συγκέντρωση χλωροφύλλης a ανά μονάδα ΞΟ αργά τον Αύγουστο και τον Οκτώβριο με τα φύλλα του μάρτυρα. Τέλος, τα φύλλα που δέχθηκαν καολίνη είχαν παρόμοια συγκέντρωση χλωροφύλλης a ανά μονάδα ΞΟ αργά τον Αύγουστο και τον Οκτώβριο με τα φύλλα που δέχθηκαν ζεόλιθο.

Η συγκέντρωση χλωροφύλλης  $b$  ανά μονάδα ΞΟ παρέμεινε σταθερή από τις αρχές Αυγούστου στα τέλη Αυγούστου και έπειτα μειώθηκε μέχρι τον Οκτώβριο στα φύλλα του μάρτυρα (Πίν. 5.5). Ωστόσο, η συγκέντρωση χλωροφύλλης  $b$  ανά μονάδα ΞΟ στα φύλλα που εφαρμόστηκε καολίνη δεν παρουσίασε καμία μεταβολή από τις αρχές Αυγούστου μέχρι τον Οκτώβριο. Παρόμοια εικόνα με αυτή του καολίνη εμφάνισαν και τα φύλλα που δέχθηκαν ζεόλιθο.

Τα φύλλα που δέχθηκαν καολίνη είχαν παρόμοια συγκέντρωση χλωροφύλλης  $b$  ανά μονάδα ΞΟ με τα φύλλα του μάρτυρα αργά τον Αύγουστο, ενώ τον Οκτώβριο εμφάνισαν αύξηση (Πίν. 5.5). Τα φύλλα που δέχθηκαν ζεόλιθο είχαν παρόμοια συγκέντρωση χλωροφύλλης  $b$  ανά μονάδα ΞΟ αργά τον Αύγουστο και τον Οκτώβριο με τα φύλλα του μάρτυρα. Τέλος, τα φύλλα που δέχθηκαν καολίνη είχαν ελαφρά υψηλότερη συγκέντρωση χλωροφύλλης  $b$  ανά μονάδα ΞΟ αργά τον Αύγουστο και τον Οκτώβριο από τα φύλλα που δέχθηκαν ζεόλιθο.

Όσον αφορά τη συνολική χλωροφύλλη παρατηρείται ότι αυξήθηκε από τις αρχές Αυγούστου στα τέλη Αυγούστου και έπειτα μειώθηκε μέχρι τον Οκτώβριο στα φύλλα του μάρτυρα (Πίν. 5.5). Επιπλέον, η συγκέντρωση συνολικής χλωροφύλλης ανά μονάδα ΞΟ στα φύλλα που εφαρμόστηκε καολίνη παρουσίασε αύξηση από τις αρχές στα τέλη Αυγούστου και ελαφρά μόνο μείωση από τα τέλη Αυγούστου μέχρι τον Οκτώβριο. Τα φύλλα όπου εφαρμόστηκε ζεόλιθος διατήρησαν σχεδόν σταθερή τη συγκέντρωση συνολικής χλωροφύλλης τους από τις αρχές Αυγούστου έως και τον Οκτώβριο.

Τα φύλλα που δέχθηκαν καολίνη είχαν παρόμοια συνολική χλωροφύλλη ανά μονάδα ΞΟ από τα φύλλα του μάρτυρα αργά τον Αύγουστο και ελαφρά υψηλότερη τον Οκτώβριο (Πίν. 5.5). Ενώ τα φύλλα που δέχθηκαν ζεόλιθο είχαν χαμηλότερη συγκέντρωση συνολική χλωροφύλλη ανά μονάδα ΞΟ αργά τον Αύγουστο και μεγαλύτερη τον Οκτώβριο με τα φύλλα του μάρτυρα. Τέλος, τα φύλλα που δέχθηκαν καολίνη είχαν παρόμοια συνολική χλωροφύλλη ανά μονάδα ΞΟ αργά τον Αύγουστο και τον Οκτώβριο με τα φύλλα που δέχθηκαν ζεόλιθο.

Η σχέση χλωροφύλλης  $a$  προς χλωροφύλλη  $b$  δεν τροποποιήθηκε από τις αρχές στα τέλη Αυγούστου, αλλά μειώθηκε τον Οκτώβριο στα φύλλα του μάρτυρα (Πίν. 5.5). Παρόμοιες μεταβολές στη σχέση χλωροφύλλης  $a$  προς χλωροφύλλη  $b$  με τον χρόνο βρέθηκαν και για τις μεταχειρίσεις με καολίνη και ζεόλιθο.

Τα φύλλα που δέχθηκαν καολίνη είχαν παρόμοια τιμή σχέσης χλωροφύλλης a προς χλωροφύλλη b με τα φύλλα του μάρτυρα αργά τον Αύγουστο και τον Οκτώβριο (Πίν. 5.5). Ομοίως, τα φύλλα που δέχθηκαν ζεόλιθο είχαν παρόμοια τιμή σχέσης χλωροφύλλης a προς χλωροφύλλη b με τα φύλλα του μάρτυρα αργά τον Αύγουστο και τον Οκτώβριο. Τέλος, τα φύλλα που δέχθηκαν καολίνη είχαν παρόμοια τιμή σχέσης χλωροφύλλης a προς χλωροφύλλη b αργά τον Αύγουστο και τον Οκτώβριο με τα φύλλα που δέχθηκαν ζεόλιθο.

**Πίνακας 5.5.** Επίδραση του χρόνου δειγματοληψίας φύλλων και της ύπαρξης επί αυτών κόνεως καολίνη ή ζεόλιθου στη συγκέντρωση χλωροφύλλης και σχέση χλωροφύλλης a/χλωροφύλλη b φύλλων βερικοκιάς ποικιλίας Μπεμπέκου για N=6. Ανά στήλη μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά.

Ημερ.	Μεταχείριση	Χλωρ. a (mg/g Ξ.Ο.)	Χλωρ. b (mg/g Ξ.Ο.)	Συν. Χλωρ. (mg/g Ξ.Ο.)	Χλωρ a/ Χλωρ b
6 Αυγ.	Μάρτυρας	1,53b	0,44ab	1,96b	3,71ab
21 Αυγ.	Μάρτυρας	2,75a	0,68a	3,44a	4,02a
	Καολίνης	2,76a	0,68a	3,44a	4,02a
	Ζεόλιθος	2,21ab	0,58ab	2,80ab	3,86ab
10 Οκτ.	Μάρτυρας	1,35b	0,40b	1,75b	3,39bc
	Καολίνης	1,99ab	0,68a	2,67ab	2,98c
	Ζεόλιθος	1,88b	0,55ab	2,43ab	3,41bc
Σημαντικότητα		**	*	**	**

### 5.2.3 Χλωροφύλλη ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου (mg/m<sup>2</sup>)

Επιπλέον, η συγκέντρωση χλωροφύλλης a ανά μονάδα φυλλικής επιφάνειας αρχικά αυξήθηκε από τις αρχές Αυγούστου στα τέλη Αυγούστου και έπειτα μέχρι τον Οκτώβριο μειώθηκε στα φύλλα του μάρτυρα (Πίν. 5.6). Παρόμοιες αλλαγές βρέθηκαν στη συγκέντρωση χλωροφύλλης a ανά μονάδα φυλλικής επιφάνειας με τον χρόνο και στις μεταχειρίσεις του καολίνη και του ζεόλιθου.

Τα φύλλα που δέχθηκαν καολίνη είχαν παρόμοια συγκέντρωση χλωροφύλλης a ανά μονάδα φυλλικής επιφάνειας με τα φύλλα του μάρτυρα αργά τον Αύγουστο και τον Οκτώβριο (Πίν. 5.6). Τα φύλλα που δέχθηκαν ζεόλιθο είχαν χαμηλότερη συγκέντρωση

χλωροφύλλης a ανά μονάδα φυλλικής επιφάνειας από τα φύλλα του μάρτυρα αργά τον Αύγουστο και παρόμοια τον Οκτώβριο. Τέλος, τα φύλλα που δέχθηκαν καολίνη είχαν ελαφρά υψηλότερη συγκέντρωση χλωροφύλλης a ανά μονάδα φυλλικής επιφάνειας αργά τον Αύγουστο και παρόμοια τον Οκτώβριο με τα φύλλα που δέχθηκαν ζεόλιθο.

Η συγκέντρωση χλωροφύλλης b ανά μονάδα φυλλικής επιφάνειας αυξήθηκε από τις αρχές Αυγούστου στα τέλη Αυγούστου ενώ μειώθηκε ξανά τον Οκτώβριο στα φύλλα του μάρτυρα (Πίν. 5.6). Η συγκέντρωση χλωροφύλλης b ανά μονάδα φυλλικής επιφάνειας στα φύλλα που εφαρμόστηκε καολίνης αυξήθηκε από τις αρχές στα τέλη Αυγούστου, αλλά δεν μεταβλήθηκε από τα τέλη Αυγούστου μέχρι τον Οκτώβριο. Τέλος, η συγκέντρωση χλωροφύλλης b ανά μονάδα φυλλικής επιφάνειας στα φύλλα που δέχθηκαν ζεόλιθο δεν τροποποιήθηκε σημαντικά από τις αρχές μέχρι τα τέλη Αυγούστου και μέχρι τον Οκτώβριο.

Τα φύλλα που δέχθηκαν καολίνη είχαν παρόμοια συγκέντρωση χλωροφύλλης b ανά μονάδα φυλλικής επιφάνειας με τα φύλλα του μάρτυρα αργά τον Αύγουστο και μεγαλύτερη τον Οκτώβριο (Πίν. 5.6). Ενώ τα φύλλα που δέχθηκαν ζεόλιθο είχαν χαμηλότερη συγκέντρωση χλωροφύλλης b ανά μονάδα φυλλικής επιφάνειας αργά τον Αύγουστο και παρόμοια τον Οκτώβριο με τα φύλλα του μάρτυρα. Τέλος, τα φύλλα που δέχθηκαν καολίνη είχαν υψηλότερη συγκέντρωση χλωροφύλλης b ανά μονάδα φυλλικής επιφάνειας αργά τον Αύγουστο και τον Οκτώβριο από τα φύλλα που δέχθηκαν ζεόλιθο.

Όσον αφορά τη συνολική χλωροφύλλη ανά μονάδα φυλλικής επιφάνειας παρατηρείται ότι αυξήθηκε από τις αρχές Αυγούστου στα τέλη Αυγούστου ενώ μέχρι τον Οκτώβριο μειώθηκε στα φύλλα του μάρτυρα (Πίν. 5.6). Επιπλέον, η συγκέντρωση συνολικής χλωροφύλλης ανά μονάδα φυλλικής επιφάνειας στα φύλλα που εφαρμόστηκε καολίνης αυξήθηκε από τις αρχές στα τέλη Αυγούστου και μειώθηκε ελαφρά από τα τέλη Αυγούστου μέχρι τον Οκτώβριο. Αντίθετα, στα φύλλα που εφαρμόστηκε ζεόλιθος δεν βρέθηκαν σημαντικές μεταβολές στη συγκέντρωση συνολικής χλωροφύλλης ανά μονάδα φυλλικής επιφάνειας με τον χρόνο από τις αρχές Αυγούστου έως τον Οκτώβριο.

Τα φύλλα που δέχθηκαν καολίνη είχαν ελαφρά χαμηλότερη συνολική χλωροφύλλη ανά μονάδα φυλλικής επιφάνειας από τα φύλλα του μάρτυρα αργά τον Αύγουστο και μεγαλύτερη τον Οκτώβριο (Πίν. 5.6). Αντίστοιχα, τα φύλλα που δέχθηκαν ζεόλιθο



είχαν χαμηλότερη συγκέντρωση συνολική χλωροφύλλη ανά μονάδα φυλλικής επιφάνειας αργά τον Αύγουστο και παρόμοια τον Οκτώβριο με τα φύλλα του μάρτυρα. Τέλος, τα φύλλα που δέχθηκαν καολίνη είχαν ελαφρά υψηλότερη συνολική χλωροφύλλη ανά μονάδα φυλλικής επιφάνειας αργά τον Αύγουστο και τον Οκτώβριο από τα φύλλα που δέχθηκαν ζεόλιθο.

**Πίνακας 5.6.** Επίδραση του χρόνου δειγματοληψίας φύλλων και της ύπαρξης επί αυτών κόνεως καολίνη ή ζεόλιθου στη συγκέντρωση χλωροφύλλης a και b φύλλων αλλά και Συνολικής χλωροφύλλης ανά μονάδα επιφάνειας των φύλλων της βερικοκιάς για N=6. Ανά στήλη μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν σημαντικά.

Ημερ.	Μεταχείριση	Χλωρ. a (mg/m <sup>2</sup> )	Χλωρ. b (mg/m <sup>2</sup> )	Συν. Χλωρ. (mg/m <sup>2</sup> )
6 Αυγ.	Μάρτυρας	116cd	31,3c	148cd
21 Αυγ.	Μάρτυρας	270a	67,5a	338a
	Καολίνης	221ab	54,9ab	276ab
	Ζεόλιθος	170bc	44,6bc	214bc
10 Οκτ.	Μάρτυρας	103d	30,5c	133d
	Καολίνης	157cd	53,1ab	210bc
	Ζεόλιθος	127cd	37,5c	165cd
Σημαντικότητα		***	***	***

## 6. Συζήτηση

Μελετήθηκαν μερικά χαρακτηριστικά των φύλλων νεκταρινιάς ποικιλίας Big Top και τα αντίστοιχα χαρακτηριστικά των φύλλων βερικοκιάς ποικιλίας Μπεμπέκου από δέντρα στον ίδιο αγρό με σκοπό να εκτιμηθεί η επίδραση του καολίνη και του ζεόλιθου σε αυτά τα χαρακτηριστικά. Τα φυσιολογικά χαρακτηριστικά των φύλλων συσχετίστηκαν τόσο με τα χαρακτηριστικά των φύλλων του μάρτυρα όσο και μεταξύ των μεταχειρίσεων με καολίνη και ζεόλιθο αντίστοιχα.

Και στα δύο είδη, βρέθηκε ότι στα δέντρα όπου εφαρμόστηκε τόσο ο καολίνης όσο και ο ζεόλιθος καταγράφηκε χαμηλότερο ποσοστό % ξηράς ουσίας στο τέλος του καλοκαιριού μετασυλλεκτικά, ενώ αυξήθηκε ξανά τον Οκτώβρη. Όμοια εικόνα παρουσίασε και το ειδικό βάρος φύλλων ( $\text{mg}/\text{cm}^2$ ) των μεταχειρίσεων που αναφέρθηκαν. Παρατηρώντας τη μείωση της ξηράς ουσίας αμέσως αργά τον Αύγουστο, καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι κατά την ανάπτυξη των βλαστών, φύλλων και καρπών, οι καρποί ανταγωνίζονται τα υπόλοιπα για τα φωτοσυνθετικά προϊόντα. Αλλά στην προκειμένη περίπτωση οι καρποί είχαν αφαιρεθεί πριν τις αρχές Αυγούστου. Άρα η μείωση που παρουσιάστηκε μέσα στον Αύγουστο οφείλεται στη θερινή θερμική καταπόνηση, όπου η αναπνοή μπορεί να υπερτερεί της δυνατότητας φωτοσύνθεσης σε ακραίες συνθήκες όπως στην περιοχή των Τρικάλων. Αλλά τον Αύγουστο είναι γνωστό ότι αυτά τα δέντρα απουσία καρπών αρχίζουν να συσσωρεύουν ξηρά ουσία και στους βλαστούς. Αλλά, η συσσώρευση ξηράς ουσίας έως τον Οκτώβρη αναιρεί την προηγούμενη συσσώρευση στους βλαστούς, και παρά την μη ύπαρξη καρπών τα οποία έλκουν τα προϊόντα της φωτοσύνθεσης (και προκαλούν τα φύλλα να λειτουργούν καλύτερα) υποδηλώνει την καλή λειτουργία των φύλλων για τις ανάγκες του δέντρου συνολικά (ανάπτυξη βλαστών και προετοιμασία για την επόμενη βλαστική περίοδο) μετά τη θερμική καταπόνηση του καλοκαιριού με τις δροσερές θερμοκρασίες του φθινοπώρου (Westwood, 1995).

Η συγκέντρωση της χλωροφύλλης a και της χλωροφύλλης b στα φύλλα νεκταρινιάς και βερικοκιάς έπειτα από το πέρας 2 εβδομάδων εφαρμογής με καολίνη παρουσίασε αύξηση. Ίσως η αυξημένη περιεκτικότητα σε χλωροφύλλες των φύλλων που δέχτηκαν καολίνη να αποτελεί κάποια προσαρμογή των φύλλων στην παρουσία του καολίνη στα φύλλα λόγω σκίασης ή λόγω μείωσης της καταστροφής της λόγω της θερινής θερμικής καταπόνησης. Τα αποτελέσματα της έρευνας συνάδουν με τους Kappel και Flore (1983), όπου η σκίαση των φύλλων ροδακινιάς μείωσε το ειδικό

βάρος, αλλά αύξησε την περιεκτικότητα των φύλλων σε χλωροφύλλες a, b και ολική ανά μονάδα επιφάνειας και βάρους, ενώ ο λόγος χλωρ. a /χλωρ. b δεν επηρεάστηκε. Επίσης, φύλλα δένδρων πεκάν ψεκασμένα με καολίνη είχαν αυξημένη περιεκτικότητα σε χλωροφύλλη κατά 11% σε σχέση με τα φύλλα του μάρτυρα, ωστόσο η αύξηση επήλθε τέσσερις εβδομάδες μετά την πρώτη εφαρμογή καολίνη (Lombardini *et al.*, 2005). Αντίθετα, στα φύλλα με εφαρμογή ζεόλιθου παρατηρήθηκαν χαμηλότερες τιμές χλωροφυλλών γεγονός που είναι πιθανόν 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 παρόμοια ή αυξημένη συγκέντρωση χλωροφύλλης στα φύλλα σε σχέση με τον μάρτυρα.

## 7. Συμπεράσματα

Βρέθηκε να είναι σημαντική η διατήρηση της λειτουργίας των φύλλων μέχρι και τον Οκτώβριο σε καλά επίπεδα, ενώ η θερινή θερμική καταπόνηση τον Αύγουστο βρέθηκε να μειώνει τη λειτουργικότητα των φύλλων και στα δύο είδη που μελετήθηκαν, που θεωρούνται θερμοφιλα είδη.

Αρχικά, ο καολίνης βελτίωσε τόσο στα φύλλα νεκταρινιάς όσο και στα φύλλα βερικοκιάς ορισμένα φυσιολογικά χαρακτηριστικά τους σε σύγκριση με το μάρτυρα και με το ζεόλιθο. Σταδιακά φάνηκε η θετική του επίδραση στην ξηρά ουσία αλλά και στη συγκέντρωση των χλωροφυλλών γεγονός που υποδηλώνει την καλή λειτουργία των φύλλων για τη λειτουργία του δέντρου συνολικά (ανάπτυξη βλαστών και προετοιμασία για την επόμενη βλαστική περίοδο). Ωστόσο, παρατηρήθηκε ασθενέστερη επίδραση του ζεόλιθου στην παρούσα εργασία που είναι από τις ελάχιστες που έχουν πραγματοποιηθεί με διαφυλλικό ζεόλιθο. Η πειραματική αυτή έρευνα, για τη δράση του ζεόλιθου στην ανάπτυξη των φυτών (ίσως και σε συνδυασμό με διαφυλλικά θρεπτικά), θα πρέπει να επαναληφθεί και τα επόμενα έτη, έτσι ώστε να προκύψουν περισσότερα εμπειριστατωμένα και επιβεβαιωμένα στοιχεία, καθώς η επίδραση του ζεόλιθου μπορεί να εμφανίσει 'καθυστέρηση' στην απελευθέρωση των στοιχείων και συνεπώς στην εμφάνιση αλλαγών τόσο στα ποσοτικά όσο και στα ποιοτικά χαρακτηριστικά του δέντρου.

## Βιβλιογραφία

- Abbasi, K., Majid, M., & Nasir, R., 2013. Effect of N fertilizer source and timing on yield and N use efficiency of rain-fed maize (*Zea mays* L.) in Kashmir–Pakistan. *Geoderma*, 195-196:87-93.
- 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.
- Aubert, C. and Chanforan, C. 2007. Postharvest changes in physicochemical properties and volatile constituents of apricot (*Prunus armeniaca* L.). Characterization of 28 cultivars. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55:3074–3082.
- Awasthi, R., Bhutani, v., Mankotia, M., Kaith, N., & Dev, G., 1998. Potash improves the yield and quality of July Elberta peach. *Better Crops International*, 12:30-31.
- Bassi, D. and Pirazzoli C., 1998. The stone fruit industry in the Mediterranean region: agronomic and commercial overview. In: *Options Méditerranéennes, Sér. B/n°19 - Stone fruit viruses and certification in the Mediterranean countries: problems and prospects*, 3–38.
- Batjer L.P. and Westwood M.N. 1958. Seasonal trend of several nutrient elements in leaves and fruits of Elberta peach. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 71:116-126.
- Bostanian N.J. and Racette G. 2008. Particle films for Managing Arthropod pests of apple. *Journal of Economic Entomology*, 101(1):145-150.
- Bostanian N.J. and Racette G. 2008. Particle films for Managing Arthropod pests of apple. *Journal of Economic Entomology*, 101(1):145-150.
- Burgos, L., Albuquerque, N. and Egea, J. 2004. Review. Flower biology in apricot and its implications for breeding. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 2:227–241.
- Cakmak, I., 2000. Possible roles of zinc in protecting plant cells from damage by reactive oxygen species. *New Phytologist*, 146: 185-205.
- Engels, C., Kirkby, E., & White, P., 2012. Chapter 5 - Mineral nutrition, yield and source–sink relationships. In: P. Marschner (Ed.), *Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants (Third Edition)* 85-133. Academic Press.

Follett, PA. and Neven, LG. 2006. Current trends in quarantine entomology. *Annual Review of Entomology*, 51:359–385.

Gindaba J. and Wand S.J.E. 2005. Comparative effects of evaporative cooling, kaolin particle film and shade net on sunburn and fruit quality in apples. *HortScience*, 40(3):592-596.

Glenn M.D. 2009. Particle film mechanisms of action that reduce the effect of environmental stress in ‘Empire’ apple. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 134(3):314-321.

Glenn M.D. and Puterka G.J. 2005. Particle Films: A New Technology for Agriculture. *Horticultural Reviews* 31:1-44. Glenn M.D., Drake S., Abbott J.A., Puterka G.J. and Gundrum P. 2005. Season and cultivar influence the fruit quality response of apple cultivars to particle film treatments. *HortTechnology*, 15:249-253.

Glenn M.D., Puterka G. and Drake S. 1999. The use of particle film technology in tree fruit production. *HortScience*, 34(3).

Hernandez, F., Pinochet, J., Moreno, MA., Martinez, JJ. and Legua, P. 2010. Performance of *Prunus* rootstocks for apricot in Mediterranean conditions. *Scientia Horticulturae*, 124: 354–359.

Hormaza, JI., Yamane, H. and Rodrigo, J. 2007. Apricot (Chapter 7) In: *Genome Mapping and Molecular Breeding in Plants (Fruits and Nuts)* (Kole C, Ed.). Springer-Verlag, Berlin, 4:171–187.

Huett, D.O. 1996. Prospects for manipulating the vegetative–reproductive balance in horticultural crops through nitrogen nutrition: a review. *Australian Journal of Agricultural Research*, 47:47–66.

Jákli, B., Hauer-Jákli, M., Böttcher, F., & Meyer zur Müdehorst, J., 2017. Leaf, canopy and agronomic water-use efficiency of field-grown sugar beet in response to potassium fertilization. *Agronomy and Crop Science*, 204: 99-110.

Johnson R.S. 2008. Nutrient and water requirements of peach trees. In: Layne D. and Bassi D. (Eds). *The Peach: Botany, Production and Uses*. CABI. 13: 303-321.

Kappel F. and Flore J.A. 1983. Effect of shade on photosynthesis, specific leaf weight, leaf chlorophyll content, and morphology of young peach trees. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 108:541-544.

Karagounis C., Kourdoubbalos A.K., Margaritopoulos J.T., Nanos G.D. and Tsitsipis J.A. 2006. Organic farming-compatible insecticides against the aphid *Myzus persicae* in peach orchards. *Journal of Applied Entomology*, 130(3):150-154.

Kourdoubbalos A.K., Margaritopoulos J.T., Nanos G.D. and Tsitsipis J.A. 2006. Alternative aphid control methods for peach production. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, 14(3).

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.

Layne, REC., Bailey, CH. and Hough, LF. 1996. Apricots. In: Janick J, Moore JN (eds) *Fruit Breeding, Tree and Tropical Fruits*. John Wiley & Sons, New York, USA, p. 79–111.

Lombardini L., Harris M.K. and Glenn M.D. 2005. Effects of particle film application on leaf gas exchange, water relations, nut yield, and insect populations in mature pecan trees. *HortScience*, 40(5):1376-1380.

McBride J., USDA-ARS. 2000. Mineral coating could cut chemical use in agriculture. *ASHS Newsletter* 16(12).

Mehlenbacher, SA., Cociu, V. and Hough, LF., 1990. Apricots (*Prunus*). In: Moore JN and Ballington JR (eds.). *Genetic Resources of Temperate Fruit and Nut Crops*. *Acta Horticulturae*, 290:65–107.

Moreno, MA., Gogorcena, Y. and Pinochet, J. 2008. Mejora y seleccion de patrones *Prunus* tolerantes a estreses abioticos. In: *La adaptacion al ambiente y los estreses abioticos en la mejora vegetal*, Junta de Andalucia, Sevilla, p. 449– 475.

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.

- Niederholzer, F., Dejong, T., Saenz, J.-L., Muraoka, T., & Weinbaum, S. 2001. Effectiveness of Fall versus Spring soil fertilization of field-grown peach trees. *Journal of American Society for Horticultural Science*, 125:644-648.
- Ogawa, JM. & Southwick, SM. 1995. Apricot. In: Ogawa JM, Zehr EI, Bird GW, Ritchie DF, Uriu K, Uyemoto JK (eds), *Compendium of Stone Fruit Diseases*. APS Press, American Phytopathological Society, St. Paul, MN, USA.
- 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.
- Rodrigo, J. and Herrero, M. 2002. The onset of fruiting in apricot (*Prunus armeniaca* L.). *Journal of Applied Botany*, 76: 13–19.
- Römheld, V., & Kirkby, E., 2010. Research on potassium in agriculture: needs and prospects. *Plant & Soil* 335: 155-180.
- Rosati A., Metcalf S.G., Buchner R.P., Fulton A.E. and Lampinen B.D. 2007. Effects of kaolin application on light absorption and distribution, radiation use efficiency and photosynthesis of almond and walnut canopies. *Annals of Botany* 99:255-263.
- Ruiz, D. and Egea, J. 2008. Analysis of the variability and correlations of floral biology factors affecting fruit set in apricot in a Mediterranean climate. *Scientia Horticulturae* 115:154–163.
- Ruiz, D., Campoy, JA. and Egea, J. 2007. Chilling and heat requirements of apricot cultivars for flowering. *Chilling and heat requirements of apricot cultivars for flowering. Environmental and Experimental Botany* 61: 254–263.
- Sete, P., Comin, J., Ciota, M., Salume, J., Thewes, F., Brackmann, A., . . . Brunetto, G., 2019. Nitrogen fertilization affects yield and fruit quality in pear. *Scientia Horticulturae* 258:258-265.

- Siddiq, M., Liavoga, A., & Greiby, I., 2012. Peaches and nectarines. In: Handbook of Fruits and Fruit Processing, Second Edition, p. 535-549.
- Soing, P. and J.F. Mandrin. 1993. Nutrition du pêcher: cinétique des consommations. Infos CTIFL 92:33–36.
- Stassen, P.J.C., J.H. Terblanche and D.K. Strydom. 1981. The effect of time and rate of nitrogen application on development and composition of peach trees. *Agroplanta* 13:55–61.
- Szerement J., Ambrozewicz-Nita A., K<sup>^</sup>dziora K., Piasek J., 2014. Use of Zeolite in Agriculture and Environmental Protection. A Short Review. National Library of Ukraine, 781:172-177.
- Taylor, B.K. and B. Van den Ende. 1973. The nitrogen nutrition of the peach tree. 5. Influence of rate of application of calcium ammonium nitrate fertilizer on yield, tree growth and nitrogen content of fruit. *Australian Journal of Experimental Agriculture & Animal Husbandry* 10:214–217.
- Taylor, B.K. and L.H. May. 1967. The nitrogen nutrition of the peach tree. II. Storage and mobilisation of nitrogen in young trees. *Australian Journal of Biological Sciences* 20:389–411.
- Torrecillas, A., Domingo, R., Galego, R. and Ruiz-Sanchez, M.C. 2000. Apricot tree response to withholding irrigation at different phenological periods. *Scientia Horticulturae*, 85:201–215.
- Vasilakakis, M. and Koukouryannis, V. 1999. Apricot production in Greece. *Acta Horticulturae* 488:43-50
- Westwood M.N., 1995. *Temperate-Zone Pomology: Physiology and Culture*, 3rd ed. Timber Press Inc., Portland, OR.
- Wu, Y., Mingbe, S., Jun, L., Wenjuan, W., & Songzhong, L. 2019. Fertilizer and soil nitrogen utilization of pear trees as affected by the timing of split fertilizer application in rain-fed orchard. *Scientia Horticulturae*, 252: 363-369.
- Wünsche J.N., Lombardini L. and Greer D.H. 2004. Surround particle film application effects on whole canopy physiology of apple. *Acta Horticulturae* 636:565-571.



Yee W.L. 2012. Behavioral responses by *Rhagoletis indifferens* (Dipt., Tephritidae) to sweet cherry treated with kaolin- and limestone-based products. *Journal of Applied Entomology* 136:124-132.

Βασιλακάκης, Μ., 2004. Γενική και Ειδική Δενδροκομία, Β' Έκδοση, Εκδόσεις Γαρταγάνη, Θεσσαλονίκη.

Καββαδίας Β., 2016. Χρήση επεξεργασμένων γεωργικών αποβλήτων και παραπροϊόντων σε υποβαθμισμένα εδάφη της Μεσογείου. *Περιοδικό Δήμητρα*, 14:14-15.

Μήτσιος, Ι. (2004). Γονιμότητα Εδαφών (1η έκδοση εκδ.). Αθήνα: ΖΥΜΕΛ.

Νάνος Γ. (2013). Δενδροκομία Ι, Σημειώσεις για Ειδικά Θέματα, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας. Βόλος.

Περράκη Θ., 2007. Βιομηχανικά ορυκτά και πετρώματα. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα.

Στυλιανίδης Δ.Κ., Σιμώνης Α.Δ., Συργιαννίδης Γ.Δ., (2002). Θρέψη - Λίπανση Φυλλοβόλων Οπωροφόρων Δένδρων. Εκδόσεις Σταμούλη, Αθήνα.

Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων. 2014α. Τομέας συμπύρηνου ροδάκινου. Ανακτήθηκε στις 17/1/2014, από <http://www.minagric.gr/index.php/el/for-farmer-2/crop-production/oporokipeytika/858-simpirinourodakino>.