



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ
ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΤΩΝ ΔΙΑΦΥΛΛΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΜΕ ΖΕΟΛΙΘΟ ΚΑΙ ΚΑΟΛΙΝΗ ΣΤΗΝ ΠΟΙΚΙΛΙΑ ΑΜΠΕΛΟΥ
“ΡΟΔΙΤΗΣ” (*Vitis vinifera* L.)

ΠΑΠΑΒΑΣΙΛΕΙΟΥ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ: ΠΕΤΟΥΜΕΝΟΥ ΔΕΣΠΟΙΝΑ

ΒΟΛΟΣ, ΙΟΥΛΙΟΣ 2021

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΤΩΝ ΔΙΑΦΥΛΛΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΜΕ ΖΕΟΛΙΘΟ ΚΑΙ ΚΑΟΛΙΝΗ ΣΤΗΝ ΠΟΙΚΙΛΙΑ ΑΜΠΕΛΟΥ
“ΡΟΔΙΤΗΣ” (*Vitis vinifera* L.)

STUDY OF THE EFFECT OF FOLIAR APPLICATIONS WITH ZEOLITE AND
KAOLIN ON THE RODITIS GRAPEVINE CULTIVAR (*Vitis vinifera* L.)

Τριμελής συμβουλευτική επιτροπή:

Πετούμενου Δέσποινα: Επίκουρη Καθηγήτρια Αμπελουργίας, Τμήμα Γεωπονίας
Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, Πανεπιστημίου Θεσσαλίας

Ευθυμία Λεβίζου: Επίκουρη Καθηγήτρια Φυσιολογίας Φυτών, Τμήμα Βιοχημείας
και Βιοτεχνολογίας, Πανεπιστημίου Θεσσαλίας

Βασίλειος Αντωνιάδης: Αναπληρωτής Καθηγητής Εφαρμοσμένης Εδαφολογίας,
Τμήμα Βιοχημείας και Βιοτεχνολογίας, Πανεπιστημίου Θεσσαλίας

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

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	5
Κεφάλαιο 1 - ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ.....	6-13
1.1. Βοτανική ταξινόμηση της αμπέλου - Προέλευση	6
1.2. Η υφιστάμενη κατάσταση της αμπελοκαλλιέργειας σε παγκόσμιο και εθνικό επίπεδο	7
1.3. Η καλλιέργεια της αμπέλου.....	9
1.4. Η κλιματική αλλαγή και η επίδρασή της στην καλλιέργεια της αμπέλου	10
1.5. Καολίνη.....	11
1.6. Ζεόλιθος	12
1.7. Σκοπός της πτυχιακής εργασίας.....	13
Κεφάλαιο 2 - ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	14-18
2.1. Εγκατάσταση και σχεδιασμός του πειράματος.....	14
2.2. Μέτρηση της ανταλλαγής αερίων και της θερμοκρασίας των φύλλων	16
2.3. Προσδιορισμός της παραγωγής και της ποιότητας της σταφυλής στον τρυγητό.....	16
2.4. Προσδιορισμός προσβολών από τον περονόσπορο (<i>Plasmopara viticola</i>) και την ευδεμίδα (<i>Lobesia botrana</i>) στη σταφυλή.....	18
2.5. Στατιστική ανάλυση	18
Κεφάλαιο 3 – ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	19-25
3.1. Επίδραση στη φυσιολογία του φυτού και στη θερμοκρασία των φύλλων.....	19
3.2. Επίδραση στην παραγωγή και στην ποιότητα της σταφυλής.....	23
3.3. Επίδραση στις προσβολές από τον περονόσπορο (<i>Plasmopara viticola</i>) και την ευδεμίδα (<i>Lobesia botrana</i>) στη σταφυλή	24
Κεφάλαιο 4 – ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	26
Κεφάλαιο 5 – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	28
Κεφάλαιο 6 – ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	29
6.1. Ελληνική βιβλιογραφία	29
6.2. Ξενόγλωσση βιβλιογραφία.....	29

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η επίδραση της διαφυλλικής εφαρμογής του ζεόλιθου και του καολίνη στα φυσιολογικά, παραγωγικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά της ποικιλίας αμπέλου “Ροδίτης”. Οι επεμβάσεις που πραγματοποιήθηκαν σε μη αρδευόμενο αμπελώνα της περιοχής Ν. Αγχιάλου Μαγνησίας, κατά το φαινολογικό στάδιο “κλείσιμο σταφυλής”, ήταν: α) μάρτυρας (ψεκασμός με νερό), β) εφαρμογή ζεόλιθου και γ) εφαρμογή καολίνη.

Πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις που αφορούσαν την ανταλλαγή αερίων στα φύλλα (φωτοσύνθεση, στοματική αγωγιμότητα, αποτελεσματικότητα χρήσης νερού) και τη θερμοκρασία του ελάσματος των ψεκασμένων με τα χημικά αδρανή ορυκτά και των ασφέκαστων φύλλων. Επίσης, στον τρυγητό προσδιορίστηκαν τα ποσοτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά της παραγωγής ανά μεταχείριση, καθώς και το ποσοστό τόσο των ραγών με επιφανειακά εγκαύματα από τον ήλιο (ή και αφυδατωμένων ραγών) όσο και εκείνων που παρουσίαζαν προσβολές από τον περονόσπορο (*Plasmopara viticola*) και την ευδεμίδα (*Lobesia botrana*).

Η φωτοσύνθεση (Pn), η στοματική αγωγιμότητα (gs) και η αποτελεσματικότητα χρήσης νερού (WUE) αυξήθηκαν σημαντικά στα φυτά όπου εφαρμόστηκε ζεόλιθος και καολίνη σε σχέση με τα φυτά του μάρτυρα και σε μεγαλύτερο βαθμό στα φυτά όπου εφαρμόστηκε ζεόλιθος, τόσο κατά τις πρωινές όσο και κατά τις μεσημβρινές ώρες, μέχρι και τον τρυγητό. Στα φυτά όπου εφαρμόστηκε ζεόλιθος ή καολίνη σε σχέση με τα φυτά του μάρτυρα παρατηρήθηκε μείωση της θερμοκρασίας των φύλλων κατά 5,8°C και 4,1°C, αντίστοιχα. Στον τρυγητό, τα φυτά όπου εφαρμόστηκε ζεόλιθος ή καολίνη παρουσίασαν σημαντική αύξηση του μέσου βάρους της σταφυλής, της ράγας, του φλοιού και των γιγάρτων σε σχέση με τα φυτά του μάρτυρα, καθώς και ένα πλουσιότερο φαινολικό περιεχόμενο στις ράγες. Επίσης, τα ίδια φυτά αποδείχθηκαν λιγότερο επιρρεπή στις προσβολές από τον περονόσπορο και την ευδεμίδα καθώς και στην αφυδάτωση από την έντονη ηλιακή ακτινοβολία σε σχέση με εκείνα του μάρτυρα.

Κεφάλαιο 1 – ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

1.1. Βοτανική ταξινόμηση της Αμπέλου – Προέλευση

Η άμπελος (*Vitis vinifera* L.) είναι ένα αγγειόσπερμο φυτό, ανήκει στην οικογένεια των Ραμνωδών και αποτελεί το μοναδικό ευρασιατικό είδος του γένους *Vitis* της οικογενείας των Αμπελιδών (Σταυρακάκης, 2016). Αποτελείται από τη ρίζα ως υπόγειο τμήμα και το υπέργειο τμήμα απαρτίζεται από τον κορμό, τους βραχίονες, τους βλαστούς τα φύλλα και τους καρπούς. Τα πράσινα μέρη του φυτού θεωρούνται ετήσια και τα ξυλοποιημένα αποτελούν τα μόνιμα. Όταν η άμπελος καλλιεργείται το μέγεθος και το σχήμα των φυτών καθορίζεται αυστηρά από το σύστημα διαμόρφωσης, καθώς είναι αναρριχητικό φυτό και ένα σύστημα υποστύλωσης είναι απαραίτητο για τη διαχείριση της. Παρατηρείται επίσης αύξηση της έντασης της φωτοσύνθεσης καθώς το φυτό διαμορφώνεται έτσι ώστε να εκμεταλλεύεται στο μέγιστο τη φυλλική του επιφάνεια. Τα βασικότερα συστήματα διαμόρφωσης και πιο διαδεδομένα λόγω των πολλών πλεονεκτημάτων τους είναι τα κυπελλοειδείς, τα γραμμικά και οι κρεβατίνες. Η επιλογή όμως του κατάλληλου συστήματος διαμόρφωσης και υποστύλωσης πρέπει να γίνει με βάση το μικροκλίμα της περιοχής το κόστος εγκατάστασης αλλά και τη ποικιλία. Διαφορετικά, ως αυτοφυές φυτό παρουσιάζει ποικίλες μορφολογικές διακυμάνσεις. Ως άγριο φυτό συναντάται στη φύση σε μορφή θάμνου ή διαφορετικά αναρριχόμενο επάνω σε κάποιο στήριγμα ή ακόμα και σε δέντρα προς την αναζήτηση φωτός, το οποίο θα χρησιμοποιούσε για τη παραγωγή καρπών ως μηχανισμό διασποράς του είδους. Η πρώτη στοιχειωδώς οργανωμένη καλλιέργεια τοποθετείται μεταξύ 6.000-5.000 π.Χ. στην ευρύτερη περιοχή του νότιου Καυκάσου (Σταυρακάκης, 2016). Έχουν ανακαλυφθεί ευρήματα εκείνης της εποχής όπως λεκάνες και πήλινα δοχεία τα οποία όχι μόνο υποδηλώνουν ότι ο οίνος ήταν κομμάτι του τότε εμπορίου, αλλά και πως η άμπελος καλλιεργείται συστηματικά για πάνω από 8.000 χρόνια. Ως αποτέλεσμα ο άνθρωπος έκανε επιλογή των επιθυμητών χαρακτηριστικών της άγριας αμπέλου, όπως το μέγεθος της σταφυλή και η γλυκύτητα της, ώστε σήμερα να καλλιεργείται ένα μικρό ποσοστό της άγριας αυτής αμπέλου. Ακόμη ένα χαρακτηριστικό που οφείλεται στον ανθρώπινο παράγοντα και όχι σε κάποια εξελικτική διαδικασία είναι τα ερμαφρόδιτα άτομα της

αμπέλου τα οποία επιλέχθηκαν και πολλαπλασιάστηκαν εγγενώς ή αγενώς. Αποτελεί επίσης, ένα από τα αρχαιότερα φυτά καθώς πολλοί συγγραφείς όπως ο Όμηρος, ο Δημόκριτος και ο Αριστοτέλης περιγράφουν πρακτικές επεξεργασίας των στέμφυλων. Η καλλιέργειά της στην ανατολική Ελλάδα λέγεται πως ξεκίνησε το 2.400 π.Χ., αλλά δεν είναι ξεκάθαρο από πού, καθώς πολλές περιοχές φέρονται να είναι οι πρώτοι καλλιεργητές της. Ανάμεσα σε αυτές είναι η Κρήτη, η Αιτωλία αλλά και η Θράκη. Αποτελούσε πάντως μια καλλιέργεια υψίστης σημασίας καθώς συνόδευε θρησκευτικές γιορτές και λαϊκές παραδόσεις, όπως τα Διονύσια, τα Ανθεστήρια και τα Λύναια.

1.2 Η υφιστάμενη κατάσταση της αμπελοκαλλιέργειας σε εθνικό και παγκόσμιο επίπεδο

Η έκταση των αμπελοκαλλιεργειών κατά το έτος 2020 σε παγκόσμιο επίπεδο, αγγίζει τα 7,3 εκατομμύρια εκτάρια. Στην Ελλάδα υπάρχουν 109 χιλ. εκτάρια (kha), ήτοι το 1,5% της συνολικής παγκόσμιας επιφάνειας αμπελώνων, έκταση η οποία παρουσιάζει σταθερότητα τα τελευταία χρόνια δίχως δραματικές μειώσεις. Στον αντίποδα οι εκτάσεις σε παγκόσμιο επίπεδο σημείωσαν αισθητή μείωση τα τελευταία έτη και ιδιαίτερα πριν το 2017 οπότε και χώρες όπως οι ΗΠΑ, η Πορτογαλία, το Ιράν, η Τουρκία και το Ουζμπεκιστάν είδαν τις εκτασεις τους να μειώνονται. Κι όμως η συνολική έκταση των αμπελώνων έχει πλέον σταθεροποιηθεί παρά τις προαναφερθείσες μειώσεις, κρύβοντας όμως ποικιλόμορφες εξελίξεις σε διάφορες περιοχές ανά τον κόσμο.

Πιο αναλυτικά, στην Ευρωπαϊκή Ένωση παρατηρείται σταθερότητα στην έκταση των αμπελώνων για επτά συναπτά έτη, με αυτή να ανέρχεται στα 3,3 εκατομμύρια εκτάρια. Πιο συγκεκριμένα, υπάρχει μια σταθερότητα στο ισοζύγιο μεταξύ νέων φυτεύσεων και εκριζώσεων από το 2015, γεγονός που μπορεί να αποδοθεί στην εφαρμογή του σχετικού κανονισμού (ΕΕ) 1308/2013 από το 2016. Ο κανονισμός αυτός καθιέρωσε το πλαίσιο για την διαχείριση του αμπελουργικού παραγωγικού δυναμικού και έδωσε την δυνατότητα στα κράτη μέλη της Ένωσης να

επιτρέψουν μια ετήσια αύξηση της τάξης του 1% στην επιφάνεια των αμπελοκαλλιεργιών τους.

Τα πιο πρόσφατα συγκριτικά δεδομένα μεταξύ των ετών 2019 και 2020 όσον αφορά τα κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης δείχνουν αύξηση των συνολικών εκτάσεων σε Γαλλία (797 kha, +0.4%) και Ιταλία (719 kha, +0,8%). Στον αντίποδα, η συνολική έκταση των αμπελώνων ελαττώθηκε στην Ισπανία (961 kha, -0,6%), η οποία διατηρεί την πρώτη θέση παγκοσμίως. Μειώσεις παρατηρήθηκαν και σε άλλες χώρες της Ένωσης όπως, στην Πορτογαλία (194 kha, -0.2%), στην Ρουμανία (190kha, -0,4%), στη Βουλγαρία (66 kha, -1,8%) και στην Ουγγαρία (65 kha, -3,9%). Μια γενικότερη σταθεροποίηση στις εκτάσεις της κατέγραψε και η Γερμανία, όπου τα τελευταία είκοσι έτη κυμαίνεται στον μέσο όρο με 103 kha συνολικών αμπελώνων.

Ανατολικότερα στην Ευρώπη παρατηρούνται παρόμοια δεδομένα. Πιο συγκεκριμένα, η Μολδαβία συνέχισε την απώλεια εκτάσεων από το 2018 και πλέον βρίσκεται να έχει 140 kha αμπελώνων, μειωμένα κατά 2% εξαιτίας της ριζικής αναδιαμόρφωσης των αμπελώνων της. Στον αντίποδα η Ρωσία με 96 kha αμπελώνων, κατέγραψε μία οριακή αύξηση των εκτάσεών της κατά το 2020 ύψους 0,6%.

Στον υπόλοιπο κόσμο, και πιο συγκεκριμένα στην Κίνα, παρατηρείται μια μακρά περίοδος αύξησης των αμπελώνων της (2000–2015) η οποία πλέον έχει επιβραδυνθεί (+0,6% από το 2019). Η εν λόγω ανάπτυξη καθιστά την Κίνα, σύμφωνα με την Τρίτη Εθνική Απογραφή της, στην τρίτη θέση παγκοσμίως με 785 kha αμπελώνων, μετά την Ισπανία και την Γαλλία.

Στις ΗΠΑ, των οποίων η συνολική έκταση αγγίζει πλέον τα 405 kha, σημειώνεται συνεχόμενη από το 2013, μείωση των αμπελώνων. Ομοίως και στην Τουρκία, η οποία κατέχει την πέμπτη παγκοσμίως θέση με 431 kha, λαμβάνουν χώρα σημαντικές μειώσεις. Πιο συγκεκριμένα, καταγράφηκε μείωση της τάξης των 4,7 kha κατά το 2020, συγκριτικά με το 2019. Η μείωση αυτή είναι η έβδομη συνεχόμενη, με την Τουρκία να έχει απωλέσει περί τα 70 kha από το 2013. Περαιτέρω μειώσεις στις εκτάσεις των αμπελώνων τους παρατήρησαν η Αργεντινή (215 kha, -0,2%), η Χιλή (207 kha, -1,2%), η Βραζιλία (80 kha, -1,2%) και η Νότιος Αφρική, της οποίας η

έκταση (122 kha) μειώθηκε οριακά και συγκριτικά με το 2019. Στον αντίποδα, η Αυστραλία διατήρησε τις συνολικές της εκτάσεις (146 kha), ενώ η γειτονική Νέα Ζηλανδία σημείωσε αύξηση της τάξεως του 2% καταγράφοντας ρεκόρ συνολικής επιφάνειας αμπελώνων στη χώρα με 40 kha.

1.3. Η καλλιέργεια της αμπέλου

Η εγκατάσταση μιας αμπελοκαλλιέργειας η οποία θα παράγει ένα ανταγωνιστικό προϊόν εξαρτάται από αρκετούς παράγοντες. Αρχικά, πρέπει να γίνει σωστή επιλογή εδάφους με τα κατάλληλα χαρακτηριστικά για τον σκοπό φύτευσης. Η διαθεσιμότητα του νερού και των ανόργανων θρεπτικών στοιχείων προσδιορίζουν εν μέρη τα ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά των καρπών. Για παραγωγή οίνων ποιότητας προτείνονται εδάφη ελαφρά και ξηρά, ενώ μία επιτραπέζια καλλιέργεια απαιτεί εδάφη μέσης σύστασης και πλούσια σε οργανική ουσία. Η ποιότητα των οίνων επηρεάζεται έμμεσα από τη γεωλογική προέλευση των μητρικών υλικών του εδάφους (Σταυρακάκης, 2016). Αφού γίνει η εδαφολογική ανάλυση και γνωρίσουμε τη χημική σύσταση και σύνθεση του εδάφους μπορεί να ξεκινήσει η προετοιμασία για την φύτευση. Απαιτείται βαθιά άροση και συμπλήρωση των στοιχείων που λείπουν και σύμφωνα με τη χημική ανάλυση του εδάφους. Η επιλογή του κατάλληλου υποκειμένου γίνεται με βάση το έδαφος και την ανθεκτικότητά του σε ιούς και ασθένειες. Η φύτευσή του ξεκινάει την άνοιξη μέχρι τον Ιούνιο και μαζί με το έρριζο μόσχευμα τοποθετείται μικρό υποστίλωμα πάνω στο οποίο θα στηριχθεί το φυτό. Έπειτα και για τα επόμενα 2 με 3 χρόνια ακολουθείται το κλάδεμα μόρφωσης του πρέμνου. Η διαδικασία αυτή είναι πολύ σημαντική στα πρώτα στάδια του φυτού καθώς εδώ θα καθοριστεί η κατάλληλη μορφή και η μέθοδος καλλιέργειας που θα ακολουθήσουμε βάση της ποικιλίας, του εδάφους και του κλίματος. Στόχος είναι η βελτιστοποίηση των φυσιολογικών λειτουργιών όπως η φωτοσύνθεση, ο καλός αερισμός του φυτού και η διευκόλυνση των μηχανικών διεργασιών, όπως η άρδευση, η λίπανση και η φυτοπροστασία του αμπελώνα. Τα σχήματα μόρφωσης κατηγοριοποιούνται στα κυπελλοειδή, την κρεβατίνα, το ριπίδιο και στα γραμμικά τα οποία είναι κυρίαρχα στον ελλαδικό χώρο (Σταυρακάκης, 2016). Αφού ολοκληρωθεί η διαμόρφωση του πρέμνου, και κάθε χρόνο κατά τη χειμέρια ανάπαυση των φυτών,

εφαρμόζεται το κλάδεμα καρποφορίας, υπεύθυνο για την ετήσια παραγωγή. Με αυτό επιτυγχάνεται η αύξηση της ποσότητας και της ποιότητας των καρπών καθώς οι παραγωγικές μονάδες κατανέμονται με συγκεκριμένη διάταξη ανάλογα με την ποικιλία και διατηρείται το σχήμα μόρφωσης που έχει δοθεί στα πρέμνα.

1.4. Η κλιματική αλλαγή και η επίδρασή της στην καλλιέργεια της αμπέλου

Η κλιματική αλλαγή είναι πλέον ένα διεθνώς αναγνωρισμένο φαινόμενο, όπου παρατηρείται σταδιακή μεταβολή του παγκόσμιου κλίματος και ακραία μετεωρολογικά φαινόμενα όπως λειψυδρία, χαλαζοπτώσεις και πλημμύρες. Όσον αφορά την άμπελο, η κύρια κλιματική παράμετρος που απασχολεί τους επιστήμονες είναι η άνοδος της θερμοκρασίας που έχει ως απόρροια τις διακυμάνσεις στην απόδοση και την πρίμιση των φαινολογικών σταδίων (van Leeuwen and Darriet, 2016). Τα αμπελουργικά προϊόντα όμως επηρεάζονται με έναν ιδιαίτερο τρόπο από αυτές τις συνθήκες. Αν και το αμπέλι έχει τη δυνατότητα να ευδοκιμήσει σε πληθώρα περιοχών, η καλλιέργεια σε τροπικές ή υποτροπικές αλλά και βόρειες περιοχές είναι πολύ δύσκολη και το προϊόν που θα παραχθεί δεν θα είναι ανταγωνιστικό. Η ποιότητα όμως των αμπελουργικών προϊόντων, ειδικά των οινικών, εξαρτάται από τις ιδιαιτερότητες των κατηγοριών του εύκρατου κλίματος, αφού η θερμοκρασία κυμαίνεται εντός ευρέων ορίων (Σταυρακάκης, 2016). Επίσης, τα προϊόντα αξίας χαρακτηρίζονται από τη ταυτότητα τους, δηλαδή το ιδιαίτερο οργανοληπτικό αποτύπωμα τους που καθορίζεται από το μικροκλίμα της περιοχής. Έχει παρατηρηθεί πως η αύξηση της μέσης θερμοκρασίας ημέρας και νύχτας παίζει ενεργό ρόλο κατά τη περίοδο ωρίμανσης του σταφυλιού. Πιο συγκεκριμένα, τα σάκχαρα που είναι υπεύθυνα για τους αλκοολικούς βαθμούς αυξάνονται με την άνοδο της θερμοκρασίας από την κλιματική αλλαγή (Parker *et al.*, 2020). Επίσης, για τις ίδιες συνθήκες παρατηρείται μείωση της οξύτητας λόγω της καύσης του μηλικού οξέος επηρεάζοντας την ποιότητα του οίνου (Brandt *et al.*, 2019). Κατά τον ίδιο τρόπο επηρεάζονται και οι φαινολικές ενώσεις, υπεύθυνες για το χρώμα του οίνου. Έτσι, αν τα σενάρια για την κλιματική αλλαγή επαληθευτούν, οι ζώνες καλλιέργειας όπου παράγονται οίνοι ανωτέρας ποιότητας θα μετατοπιστούν προς τους πόλους. Αρκετές

αμπελουργικές περιοχές, που σήμερα θεωρούνται κατάλληλες για ποιοτικό οίνο, θα αναγκαστούν να παύσουν την καλλιέργεια των ποικιλιών του *Vitis vinifera* ή την παραγωγή οίνων (Tate, 2001), ενώ άλλες περιοχές θα μπορούν να επεκτείνουν την επιλογή των ποικιλιών που καλλιεργούν.

1.5. Καολίνης

Ο καολίνης προέρχεται από ένα λευκό, λειοτριβημένο ορυκτό, τον καολινίτη με χημικό τύπο $Al_4Si_4O_{10}(OH)_8$. Είναι άργιλος, λευκή, μη πορώδης, αργιλοπυριτική, λεπτόκοκκη, δεν διογκώνεται με το νερό, δεν είναι τραχιά, διασπείρεται εύκολα στο νερό και είναι χημικά αδρανής για ένα μεγάλο εύρος pH. Ο καολίνης έχει καθαρότητα 99%, μέγεθος σωματιδίων μικρότερο από 2 μm και φωτεινότητα μεγαλύτερη από 85% (Glenn and Puterka 2005, Bostanian and Racette 2008, Glenn 2009).

Ο καολίνης είναι ένα φυλλοπυριτικό ορυκτό της αργίλου σημαντικό για τις χρήσεις του στη βιομηχανία και την οικοδομική για τη κατασκευή πορσελάνης, τσιμέντου, χρωμάτων και χαρτιού. Αποτελεί βασικό εργαλείο της συμβατικής και της βιολογικής γεωργίας το οποίο χρησιμοποιείται ως υδατικό εναιώρημα που στεγνώνει και αφήνει ένα λευκό φιλμ σωματιδίων στη φυτική επιφάνεια. Αφού ψεκαστεί στη φυλλική επιφάνεια των φυτών ή/και στους καρπούς αυτών με την τεχνική του φιλμ σωματιδίων (particle film technology), ο καολίνης δημιουργεί ένα λεπτό στρώμα μεμβράνης που θα προστατέψει το φυτό από εχθρούς και ασθένειες, αλλά και βοηθήσει την πρόληψη του ηλιοκαύματος σε καρπούς, δεδομένου ότι τα σωματίδια από τα οποία αποτελείται, η στιβάδα που σχηματίζεται πάνω στα φυτά, αντανακλούν την προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία (Glenn and Puterka, 2008).

Έχει παρατηρηθεί επίσης αύξηση της φωτοσυνθετικής ικανότητας και στοματικής αγωγιμότητας των φυτών έως και δύο μήνες μετά την εφαρμογή και σε καλλιέργεια τριαντάφυλλων μείωση θερμοκρασίας των φύλλων κατά $2,5^{\circ}C$ λόγω της αυξημένης ανάκλασης του φωτός (Coniberti *et al.*, 2013). Ακόμα ο καολίνης βρίσκει εκτεταμένη χρήση στην καλλιέργεια της ελιάς και συγκεκριμένα για τη δακοκτονία αφού έχει εντομοαπωθητική δράση και καθιστά δύσκολη τη διατροφή και την αναπαραγωγή των εντόμων. Επιπροσθέτως, όντας φυσικό προϊόν δεν παρουσιάζει

τοξικότητα, μπορεί να χρησιμοποιηθεί με άλλα σκευάσματα, με αρκετή ευκολία καθώς δεν αφήνει υπολείμματα λόγω της μικρής κοκκομετρίας του.

Στη χώρα μας ο καολίνης έχει λάβει έγκριση από το Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, για χρήση στο αμπέλι μόλις το 2016, με το εμπορικό όνομα SURROUND WP CROP PROTECTANT, ως βρέξιμη σκόνη, με δραστική ουσία 95% aluminium silicate και 5% βοηθητικές ουσίες και χρήση ως εντομοαπωθητικό για την καταπολέμηση του θρίπα (*Frankliniella occidentalis*), ενώ ήδη προϋπήρχε από το 2008 ανάλογη έγκριση για τη χρήση του στην αχλαδιά για την καταπολέμηση της ψύλλας (*Cacopsylla pyri*) και στην ελιά για την καταπολέμηση του δάκου (*Bractocera olea*). Ως προστατευτικό απωθητικό εντόμων το σκεύασμα αυτό δημιουργεί ένα προστατευτικό επίστρωμα (φιλμ) στην επιφάνεια των φυτών δρώντας απωθητικά και ερεθιστικά στα έντομα. Επίσης, καμουφλάρει την καλλιέργεια από τα μεταναστεύοντα έντομα αλλάζοντας το μήκος κύματος του φωτός που εκπέμπεται από την επιφάνειά της. Το λευκό επίστρωμα (φιλμ) καολίνης, που καλύπτει τα φυτά, ενώ επιτρέπει τη φωτοσύνθεση, αντανακλά τις βλαβερές υπέρυθρες (IR) και υπεριώδεις (UV) ακτινοβολίες αυξάνοντας έτσι τη δέσμευση του άνθρακα και εμποδίζοντας τα ηλιοκαύματα (ΥΠΑΑΤ, 2016). Ο καολίνης είναι εγκεκριμένος για χρήση στη βιολογική γεωργία (EEC 2092/91), ενώ μπορεί να χρησιμοποιηθεί και στο πλαίσιο της ολοκληρωμένης διαχείρισης.

1.6. Ζεόλιθος

Οι ζεόλιθοι αποτελούν μια μεγάλη ομάδα ένυδρων αργιλοπυριτικών ορυκτών των αλκαλίων και αλκαλικών γαιών με τρισδιάστατες κρυσταλλικές δομές και χαρακτηρίζονται από την ικανότητα να προσλαμβάνουν και αν αποβάλλουν το νερό και να ανταλλάσσουν τα συστατικά κατιόντα τους. Η έρευνα και η χρήση του ζεολίθου ξεκίνησε στα μέσα του 20^{ου} αιώνα στην Ιαπωνία, όπου χρησιμοποιούταν για τον έλεγχο της υγρασίας ζωικών αποβλήτων και την αύξηση του pH όξινων ηφαιστειακών εδαφών. Πλέον, οι ζεόλιθοι έχουν ευρεία χρήση στη βιομηχανία για τον διαχωρισμό ιόντων, ως καταλύτες και υποστρώματα ανταλλαγής μορίων. Επίσης, στην οικοδομική και την κτηνοτροφία καθώς και ως συμπλήρωμα διατροφής που βοηθάει στην αύξηση της παραγωγής κρέατος και γάλακτος και παράλληλα

προφυλάσσει τα ζώα από επιβλαβείς παράγοντες. Στη γεωργία χρησιμοποιείται κυρίως ως εδαφοβελτιωτικό δεσμεύοντας θρεπτικά συστατικά του εδάφους και διατηρώντας τα κοντά στις ρίζες των φυτών για μεγάλα χρονικά διαστήματα. Επίσης, αυξάνει την ικανότητα συγκράτησης νερού, προλαμβάνοντας σηψιρριζίες και εμπλουτίζοντας το έδαφος με τα στοιχεία που διαθέτει (ασβέστιο, κάλιο, μαγνήσιο, σίδηρο) (AbdAllah, 2017). Κατά τη διαφυλλική χρήση του, ο ζεόλιθος βοηθάει στην αύξηση του ρυθμού φωτοσύνθεσης συσσωρεύοντας μεγαλύτερες ποσότητες CO₂ στα στόματα των φύλλων. Ακόμα βελτιώνει τη ζωνρότητα της βλάστησης καθώς και προστατεύει το φυτό από προσβολές εντόμων δημιουργώντας ένα λεπτό φιλμ στη περιοχή της επέμβασης (De Smedt *et al.*, 2015). Κατά την έκπλυση ο ζεόλιθος καταλήγει στο έδαφος και αυξάνει τη γονιμότητά του. Αν και η διαφυλλική εφαρμογή ζεολίθου ξεκίνησε τα τελευταία χρόνια, όλο και περισσότερες έρευνες πραγματοποιούνται, όσον αφορά στη χρήση του σε καλλιέργειες όπως η ελιά, το αμπέλι και τα κηπευτικά.

Σήμερα, έχουν αναγνωρισθεί και περιγραφεί περισσότερα από 45 είδη φυσικών ζεόλιθων (Gottardi and Galli, 1985) και άλλα 100, περίπου, έχουν παρασκευαστεί στο εργαστήριο (συνθετικοί ζεόλιθοι). Εν τούτοις, μόνο 7 από αυτά και συγκεκριμένα τα ορυκτά μορντενίτης, κλινοπιλόλιθος, φερριερίτης, χαμπαζίτης, εριονίτης, φιλλιπσίτης και ανάλκιμο απαντούν σε ικανοποιητικές ποσότητες, ώστε να θεωρούνται εκμεταλλεύσιμα υλικά (Hanson, 1995). Ο ζεόλιθος μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη βιολογική γεωργία (EC No 889/2008) και στην ολοκληρωμένη διαχείριση καλλιεργειών.

1.7. Σκοπός της πτυχιακής εργασίας

Στόχος της παρούσας πτυχιακής εργασίας ήταν η μελέτη της επίδρασης των διαφυλλικών εφαρμογών με ζεόλιθο και καολίνη στη φυσιολογία και θερμοκρασία των φύλλων της ποικιλία αμπέλου Ροδίτης, καθώς και την επίδραση αυτών στα ποσοτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά της σταφυλής στον τρυγητό.

Κεφάλαιο 2 – ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1. Εγκατάσταση και σχεδιασμός του πειράματος

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε κατά την βλαστική περίοδο 2018 σε μη αρδευόμενο αμπελώνα της περιοχής Ν. Αγχιάλου Μαγνησίας. Το κλίμα της περιοχής έχει τα χαρακτηριστικά του μεσογειακού κλίματος των παραθαλάσσιων περιοχών της Θεσσαλίας.

Η ποικιλία αμπέλου που χρησιμοποιήθηκε ήταν Ροδίτης. Ο αμπελώνας ήταν ηλικίας 12 ετών διαμορφωμένος σε αμφίπλευρο γραμμικό σύστημα (Royat) με 4 σύρματα σε κάθε πλευρά, οι αποστάσεις φύτευσης ήταν 1,2 μ. επί της γραμμής και 3,0 μ. μεταξύ των γραμμών. Για τις ανάγκες του πειράματος σχεδιάστηκε ένα block το οποίο περιελάμβανε 6 σειρές. Από τις 6 αυτές σειρές, επιλέχθηκαν οι 3 για τις επεμβάσεις, αφήνοντας μία κενή σειρά ανάμεσα τους. Για την κάθε σειρά επέμβασης, επιλέχθηκαν 15 ομοιογενή πρέμνα. Τα πρέμνα κλαδεύτηκαν τον Φεβρουάριο 2019, το κλάδεμα που εφαρμόστηκε ήταν βραχύ, αφήνοντας 8-10 κεφαλές ανά πρέμνο με δυο οφθαλμούς η κάθε μία.



Εικόνα 1. Γενική άποψη του πειραματικού αμπελώνα της ποικιλίας Ροδίτη.

Όλες οι υπόλοιπες καλλιεργητικές τεχνικές (άρδευση, λίπανση, ζιζανιοκτονία, θερινά κλαδέματα) παρέμειναν ίδιες, όπως πραγματοποιούνταν κάθε χρόνο από τον

αμπελουργό. Στο κλείσιμο της σταφυλής πραγματοποιήθηκαν 3 επεμβάσεις: η πρώτη ήταν η εφαρμογή ζεόλιθου (Z) με σύνθεση 92% Κλινοπτιλόλιθος $[(Na,K,Ca)_2-3Al_3(Al,Si)_2Si_{13}O_{36} \cdot 12(H_2O)]$ και κοκκομετρία $< 20 \mu m$ (μορφή πούδρας), η δεύτερη επέμβαση ήταν η εφαρμογή του εμπορικού σκευάσματος καολίνη Surround[®] WP που περιέχει δραστική ουσία: Aluminium silicate 95% β/β και βοηθητικές ουσίες 5 % β/β, ενώ η τελευταία επέμβαση ήταν ο μάρτυρας, όπου τα 15 πρέμνα της επέμβασης δεν δέχθηκαν κανέναν ψεκασμό. Ο ψεκασμός με καολίνη και ζεόλιθο πραγματοποιήθηκε σε συγκέντρωση 3% w/v και σε όλη την κόμη των πρέμνων.



Εικόνα 2. Φύλλα της ποικιλίας αμπέλου Ροδίτης ψεκασμένα με καολίνη (αριστερά) και με ζεόλιθο (δεξιά).

Όλοι οι ψεκασμοί πραγματοποιήθηκαν με ηλεκτρικό ψεκαστήρα πλάτης, χαμηλής πίεσης, χωρητικότητας 16 λίτρων και με καθολικό ψεκασμό των πρέμνων. Οι ψεκασμοί επαναλήφθηκαν έπειτα από μια εβδομάδα λόγω βροχόπτωσης.

2.2. Μέτρηση της ανταλλαγής αερίων και της θερμοκρασίας των φύλλων

Για την μέτρηση της φωτοσύνθεσης (Pn), της στοματικής αγωγιμότητας (gs) και της αποτελεσματικότητας χρήσης νερού (WUE) χρησιμοποιήθηκε το ειδικό φορητό όργανο Portable Photosynthesis System LI-6400 (LI-COR Biosciences, Inc., Lincoln, Nebraska, USA). Η εκτίμηση της WUE δίνεται από το λόγο της φωτοσύνθεσης προς τη στοματική αγωγιμότητα (Pn/gs). Πραγματοποιήθηκαν δυο μετρήσεις στον περκασμό (12 Ιουλίου 2018) και στην ωρίμανση (13 Σεπτεμβρίου 2018), τόσο κατά τις πρωινές (09:00-10:00 π.μ.) όσο και κατά τις μεσημβρινές ώρες (12:00-13:00 μ.μ.). Τα φύλλα που χρησιμοποιήθηκαν για τις μετρήσεις βρίσκονταν απέναντι από την πρώτη σταφυλή, ήταν πλήρως ανεπτυγμένα και πλήρως εκτεθειμένα στο άμεσο ηλιακό φως. Στα ίδια φύλλα πραγματοποιήθηκε και η μέτρηση της θερμοκρασίας με ηλεκτρονικό υπέρυθρο θερμομέτρο (Mod. TM909L9, Assi-control, Italy).

2.3. Προσδιορισμός της παραγωγής και της ποιότητας της σταφυλής στον τρυγητό

Στον τρυγητό, που πραγματοποιήθηκε στις 13 Σεπτεμβρίου 2018, μετρήθηκε ο αριθμός των σταφυλών ανά πρέμνο και στη συνέχεια τρυγήθηκαν όλα τα πρέμνα από την κάθε επέμβαση. Για τις ανάγκες των μετρήσεων (εκτός της συνολικής απόδοσης ανά πρέμνο), επιλέχθηκαν οι πέντε πιο αντιπροσωπευτικές σταφυλές ανά επέμβαση, τοποθετήθηκαν σε κλούβες με πλαστικές αεριζόμενες σακούλες με σήμανση της κάθε επέμβασης και μεταφέρθηκαν στο Εργαστήριο Αμπελουργίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας για τις απαραίτητες μετρήσεις και αναλύσεις.

- Απόδοση ανά πρέμνο (kg): με τη χρήση ζυγαριάς χειρός (KERN HDB 10K 10N, Kern & Sohn GmbH, Germany) προσδιορίστηκε η απόδοση ανά πρέμνο για την κάθε επέμβαση.
- 2. Βάρος σταφυλής (g): με τη χρήση ηλεκτρονικού ζυγού ακριβείας (Kern & Sohn GmbH, Germany) προσδιορίστηκε το βάρος όλων των σταφυλών της κάθε επέμβασης.
- Αριθμός ραγών/σταφυλή: κατόπιν αποραγισμού, μετρήθηκε ο αριθμός των ραγών της κάθε σταφυλής και για κάθε επέμβαση.

- Πυκνότητα σταφυλής (g/cm): διαιρώντας το βάρος της σταφυλής με το μήκος της σταφυλής, υπολογίσθηκε η πυκνότητα της, που αντιστοιχεί στα γραμμάρια σταφυλής ανά εκατοστό όπως περιγράφεται από τους Tello και Ibanez (2014).

- Βάρος ράγας (g): επιλέχθηκαν 20 αντιπροσωπευτικές ράγες από την κάθε επέμβαση και στη συνέχεια με τη χρήση ηλεκτρονικού εργαστηριακού ζυγού ακριβείας (Model TE64, Sartorius A.G., Goettingen, Germany), μετρήθηκε το βάρος της κάθε ράγας ξεχωριστά.

- Βάρος φλοιού (g) και αριθμός και βάρος (g) γιγάρτων: με τη χρήση νυστεριού και εργαστηριακής σπάτουλας πραγματοποιήθηκε η αποφλοιώση των ραγών και στη συνέχεια ο διαχωρισμός της σάρκας από τα γίγαρτα. Έπειτα, προσδιορίστηκε το βάρος του φλοιού και των γιγάρτων με τη χρήση ηλεκτρονικού ζυγού ακριβείας (Model TE64, Sartorius A.G., Goettingen, Germany) καθώς και ο αριθμός των γιγάρτων ανά ράγα.

Στη συνέχεια, επιλέχθηκαν τυχαία τρία δείγματα των 100 ραγών από κάθε επέμβαση και πραγματοποιήθηκε η σύνθλιψή τους. Από το γλεύκος που προέκυψε πραγματοποιήθηκαν οι παρακάτω χημικές αναλύσεις:

- Προσδιορισμός της συγκέντρωσης των ολικών διαλυτών στερών συστατικών ($^{\circ}\text{Brix}$): η περιεκτικότητα του γλεύκους σε σάκχαρα προσδιορίστηκε με τη βοήθεια φορητού ηλεκτρονικού σακχαροδιαθλασίμετρου, έπειτα από διόρθωση της θερμοκρασίας μέτρησης. Οι τιμές εκφράστηκαν σε βαθμούς Brix ($^{\circ}\text{Brix}$).

- Προσδιορισμός της ολικής οξύτητας (g/L) του γλεύκους: ο προσδιορισμός της ογκομετρούμενης ή ολικής οξύτητας του γλεύκους πραγματοποιήθηκε με ογκομέτρηση και με τη βοήθεια τιτλοδοτούμενου διαλύματος NaOH (N/10) ενώ, ως δείκτης χρησιμοποιήθηκε το μπλε της βρωμοθυμόλης. Τα αποτελέσματα εκφράστηκαν σε g τρυγικού οξέος/L γλεύκους, με βάση ότι 1 mL 0,1 N NaOH ισοδυναμεί με 7,5 mg τρυγικού οξέος.

- Προσδιορισμός της ενεργού οξύτητας του γλεύκους (pH): το σύνολο των καρβοξυλομάδων που βρίσκονται σε διάσταση στο γλεύκος και αντιστοιχεί στο σύνολο των ιόντων υδρογόνου, προσδιορίστηκε με ηλεκτρονικό πεχάμετρο (Hanna, HI2002 – edge® Dedicated pH/ORP Meter, UK).

- Προσδιορισμός φαινολικών ουσιών στους φλοιούς των ραγών: ο προσδιορισμός της συγκέντρωσης των πολυφαινολών στον φλοιό των ραγών πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με τους Slinkard και Singleton (1977). Από την κάθε επέμβαση επιλέχθηκαν δέκα αντιπροσωπευτικές ράγες, από τις οποίες ελήφθησαν δύο δίσκοι φλοιού διαμέτρου 10 mm με μεγάλη προσοχή, ώστε να υπάρχει διαχωρισμός μεταξύ σάρκας και φλοιού. Οι ράγες που επιλέχθηκαν προέρχονταν από το κεντρικό τμήμα του βοστρύχου. Ο προσδιορισμός των ολικών φαινολικών ουσιών πραγματοποιήθηκε με την μέθοδο Folin-Ciocalteu σύμφωνα με τους Singleton και Rossi (1969) και εκφράστηκε σε mg/kg νωπού βάρους.

2.4. Προσδιορισμός προσβολών από τον περονόσπορο (*Plasmopara viticola*) και την ευδεμίδα (*Lobesia botrana*) στη σταφυλή

Στον τρυγητό και κατά των αποραγισμό των σταφυλών, που χρησιμοποιήθηκαν για τον προσδιορισμό των ποιοτικών χαρακτηριστικών του γλεύκους, προσδιορίστηκαν οι ράγες από τις σταφυλές κάθε επέμβασης που είχαν προσβληθεί από περονόσπορο, βοτρυτή καθώς και αυτών που παρουσίαζαν ηλιοεγκαύματα ή/και αφυδάτωση.

2.5. Στατιστική ανάλυση

Η ανάλυση της παραλλακτικότητας (ANOVA) των δεδομένων πραγματοποιήθηκε με τη χρήση του στατιστικού πακέτου SPSS Statistics 25 (IBM, USA). Η σύγκριση των μέσων όρων έγινε με το τεστ πολλαπλών ευρών Duncan, για πιθανότητα $P < 0,05$.

Κεφάλαιο 3 – ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1. Επίδραση στη φυσιολογία του φυτού και στη θερμοκρασία των φύλλων

Στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της επίδρασης των ψεκασμών με ζεόλιθο και κολλίνη στη φωτοσύνθεση (P_n), στη στοματική αγωγιμότητα (g_s) και στην αποδοτικότητα χρήσης νερού (WUE) της ποικιλίας Ροδίτη.

Στον περκασμό, κατά τις πρωινές ώρες, παρατηρήθηκε σχεδόν διπλασιασμός τόσο του ρυθμού φωτοσύνθεσης (αύξηση 94%) όσο και της αποδοτικότητας χρήσης νερού (αύξηση 87%) στα ψεκασμένα πρέμνα με ζεόλιθο και σε σύγκριση με τον μάρτυρα. Όσον αφορά την εφαρμογή καολίνη, και κατά τις ίδιες ώρες της ημέρας, ο ρυθμός φωτοσύνθεσης και η αποδοτικότητα χρήσης νερού παρουσίασε μικρότερη αύξηση, κατά 18% και 7%, αντίστοιχα). Δεν παρατηρήθηκαν διαφορές της g_s μεταξύ των επεμβάσεων.

Κατά την ίδια περίοδο του περκασμού και κατά τις μεσημβρινές ώρες η εφαρμογή με ζεόλιθο τριπλασίασε τη φωτοσύνθεση (από 53,1 στα 110,1 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), διπλασίασε την αποδοτικότητα χρήσης νερού (από 3,86 στα 9,83 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) και αύξησε τη στοματική αγωγιμότητα κατά 23% σε σύγκριση με τον μάρτυρα. Η εφαρμογή με καολίνη και στο ίδιο χρονικό διάστημα, παρουσίασε παρόμοιες τιμές για τις ίδιες παραμέτρους με αυτές του μάρτυρα.

Πίνακας 1. Επίδραση των διαφυλλικών εφαρμογών ζεόλιθου (Z) και καολίνη (K) στα φυσιολογικά χαρακτηριστικά της ποικιλίας αμπέλου “Ροδίτης”.

Παράμετρος	M	Z	K	Επιπ. Σημ. ¹		M	Z	K	Επιπ. Σημ. ¹
Ιούλιος 2018 (Περκασμός)	Πρωινές ώρες (09:00-10:00 π.μ.)					Μεσημβρινές ώρες (12:00-13:00 μ.μ.)			
Pn ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$)	5,89 ^b	11,4 ^a	6,95 ^b	*		3,86 ^b	9,83 ^a	4,51 ^b	*
gs ($\text{mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$)	122,3	126,4	93,7	ns		72,8 ^b	89,3 ^a	78,2 ^b	*
WUE (Pn/gs, $\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1}\text{H}_2\text{O}$)	48,2 ^b	90,2 ^a	51,7 ^b	*		53,1 ^b	110,1 ^a	57,7 ^b	*
Σεπτέμβριος 2018 (Τρυγητός)									
Pn ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$)	3,42 ^b	9,63 ^a	5,95 ^b	*		1,94 ^b	7,91 ^a	2,95 ^b	*
gs ($\text{mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$)	47,7 ^b	93,7 ^a	67,8 ^b	*		29,6 ^b	72,8 ^a	38,2 ^b	*
WUE ((Pn/gs, $\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1}\text{H}_2\text{O}$)	71,7 ^b	102,8 ^a	87,8 ^b	*		65,5 ^b	108,5 ^a	77,2 ^b	*

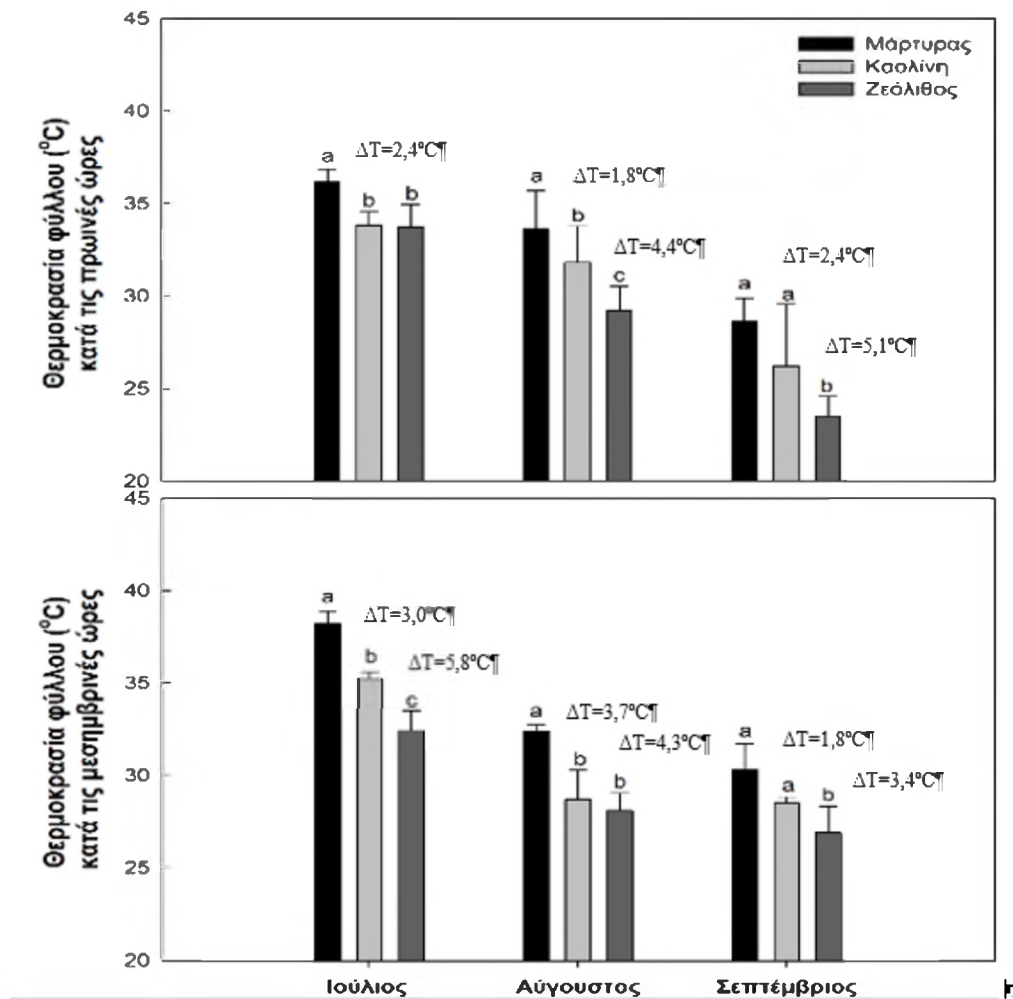
¹Επίπεδο σημαντικότητας: ns = στατιστικά μη σημαντικό, * = μέσοι όροι με διαφορετικό γράμμα υποδηλώνουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων για $p < 0,05$).

Στον τρυγητό και κατά τις πρωινές ώρες, τα πρέμνα που είχαν ψεκαστεί με ζεόλιθο παρουσίασαν την ίδια συμπεριφορά, όπως και στην προηγούμενη περίοδο του περκασμού. Συγκεκριμένα, σχεδόν τριπλασίασαν τον ρυθμό φωτοσύνθεσης (από 3,42 στα 9,63 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) σε σχέση με τον μάρτυρα, ενώ η στοματική τους αγωγιμότητα σχεδόν διπλασιάστηκε (φτάνοντας από τα 47,7 τα 93,7 $\text{mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$). Παράλληλα, η αποδοτικότητα χρήσης νερού στα ίδια πρέμνα αυξήθηκε κατά 43% (από 71,7 στα 102,8 $\mu\text{mol mol}^{-1}$) συγκριτικά με τον μάρτυρα. Η εφαρμογή του καολίνη στο ίδιο χρονικό διάστημα, και για τις ίδιες παραμέτρους, δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντικές μεταβολές σε σύγκριση με το μάρτυρα (Πίνακας 1).

Κατά την ίδια περίοδο και κατά τις μεσημβρινές ώρες, παρατηρήθηκε τετραπλασιασμός του ρυθμού φωτοσύνθεσης (από 1,94 στα 7,91 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) στα πρέμνα που είχαν ψεκαστεί με ζεόλιθο και συγκρινόμενα με εκείνα του μάρτυρα, ενώ η αποδοτικότητα χρήσης νερού και η στοματική αγωγιμότητα, αυξήθηκαν κατά 146% και 66% αντίστοιχα και σε σύγκριση με το μάρτυρα. Η εφαρμογή του καολίνης στο ίδιο χρονικό διάστημα, και για τις ίδιες παραμέτρους, δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντικές μεταβολές σε σύγκριση με το μάρτυρα (Πίνακας 1).

Οι διαφυλλικές εφαρμογές με ζεόλιθο και καολίνη μείωσαν την θερμοκρασία των φύλλων τόσο κατά τις πρωινές όσο και κατά τις μεσημβρινές ώρες και κατά την διάρκεια των μηνών Ιουλίου, Αυγούστου και Σεπτεμβρίου (Γράφημα 1). Πιο συγκεκριμένα, κατά τον μήνα Ιούλιο η μέση θερμοκρασία στα φύλλα του μάρτυρα ήταν στους 36,1°C τις πρωινές ώρες ενώ στα πρέμνα όπου εφαρμόστηκε τόσο ζεόλιθος όσο και καολίνη, παρατηρήθηκε μείωση της θερμοκρασίας κατά 2,4°C. Κατά τις μεσημβρινές ώρες του ίδιου μήνα όπου η θερμοκρασία στα φύλλα του μάρτυρα ήταν περί τους 38,2°C, τα πρέμνα όπου εφαρμόστηκε καολίνη η θερμοκρασίας των φύλλων τους ήταν μειωμένη κατά 3,0°C, ενώ στα πρέμνα που εφαρμόστηκε ο ζεόλιθος μειώθηκε κατά 5,8°C σε σχέση με τον μάρτυρα. Κατά τις πρωινές ώρες του μήνα Αυγούστου και ενώ τα φύλλα του μάρτυρα είχαν μέση θερμοκρασία 33,6°C, στη μεταχείριση με καολίνη και ζεόλιθο η θερμοκρασία των φύλλων μειώθηκε κατά 1,8°C και 4,4°C, αντίστοιχα. Κατά τις μεσημβρινές ώρες του ίδιου μήνα, όπου η μέση θερμοκρασία των φύλλων του μάρτυρα ήταν στους 32,4°C, στα φύλλα των πρέμνων όπου εφαρμόστηκε καολίνη και ζεόλιθος παρουσίασαν παρόμοια μείωση κατά 3,7°C και 4,3°C,

αντίστοιχα.



Γράφημα 1. Επίδραση των διαφυλλικών εφαρμογών ζεόλιθου (Z) και καολίνη (K) στη θερμοκρασία του φύλλου της ποικιλίας αμπέλου “Ροδίτης”. (ΔT = διαφορά θερμοκρασίας με τον μάρτυρα. Μέσοι όροι με διαφορετικό γράμμα υποδηλώνουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων για $p < 0,05$).

Κατά τις πρωινές ώρες του Σεπτεμβρίου και ενώ τα φύλλα του μάρτυρα είχαν μέση θερμοκρασία 28,6°C, στη μεταχείριση με καολίνη παρουσιάστηκε πτώση της θερμοκρασίας κατά 2,4°C, ενώ στα φύλλα όπου έγινε η εφαρμογή με ζεόλιθο κατά 5,1°C. Κατά τις μεσημβρινές ώρες του ίδιου μήνα, όπου η μέση θερμοκρασία των φύλλων του μάρτυρα ήταν στους 30,3°C, αυτή των διαφυλλικών με καολίνη και ζεόλιθο παρουσίασε πτώση κατά 1,8°C και 3,4°C, αντίστοιχα.

3.2 Επίδραση στην παραγωγή και στην ποιότητα της σταφυλής

Στον Πίνακα 2 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της σύγκρισης των παραμέτρων της παραγωγής και της ποιότητας της σταφυλής της ποικιλία Ροδίτη στις τρεις μεταχειρίσεις.

Πίνακας 2. Επίδραση των διαφυλλικών εφαρμογών ζεόλιθου (Z) και καολίνη (K) στα ποιοτικά χαρακτηριστικά της σταφυλής, της ράγας και του γλεύκους της ποικιλίας αμπέλου “Ροδίτης”.

Παράμετρος	M	Z	K	Επιπ. Σημ. ¹
Παραγωγή (kg/πρέμνο)	9,73 ^b	12,15 ^a	12,53 ^a	*
Σταφυλές/πρέμνο (αριθμός)	26,2	26,4	26,4	ns
Μέσο βάρος σταφυλής (g)	372 ^b	459 ^a	474 ^a	*
Αριθμός ραγών/σταφυλή	132	132	135	ns
Πυκνότητα σταφυλής (g σταφυλής/cm βοστρύχου)	22,4	22,1	24,0	ns
Μέσο βάρος ράγας (g)	2,82 ^b	3,48 ^a	3,51 ^a	*
Βάρος φλοιού (%)	7,2 ^b	8,9 ^a	9,3 ^a	*
Αριθμός γιγάρτων/ράγα	3,00	2,70	3,00	ns
Μέσο βάρος γιγάρτων/ράγα (g)	0,037 ^b	0,041 ^a	0,037 ^b	*
Ολικά διαλυτά στερεά (°Brix)	18,5	19,5	18,4	ns
Ολική οξύτητα (g/L)	5,1	5,7	5,7	ns
pH	3,43	3,38	3,39	ns
Ολικά φαινολικά (mg/kg)	1.493,63 ^a	1.167,97 ^a	874,87 ^b	*

¹Επίπεδο σημαντικότητας: ns = στατιστικά μη σημαντικό, * =μέσοι όροι με διαφορετικό γράμμα υποδηλώνουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων για $p < 0,05$.

Όσον αφορά το βάρος της παραγωγής ανά πρέμνο, αυτό αυξήθηκε κατά 25% και 28% στην εφαρμογή του ζεόλιθου και του καολίνη, αντίστοιχα και σε σύγκριση με τον μάρτυρα. Ο αριθμός σταφυλών ανά πρέμνο δεν επηρεάστηκε από τις επεμβάσεις, ενώ το μέσο βάρος της σταφυλής αυξήθηκε και στις δύο επεμβάσεις κατά 23% στα πρέμνα με ζεόλιθο και 27% σε εκείνα με καολίνη και σε σχέση με τον μάρτυρα. Ο αριθμός των ραγών ανά σταφυλή παρέμεινε ουσιαστικά αμετάβλητος, όπως και η πυκνότητα της σταφυλής. Το μέσο βάρος της ράγας αυξήθηκε κατά 24% και στις δύο επεμβάσεις και σε σύγκριση με τον μάρτυρα, ενώ το βάρος του φλοιού

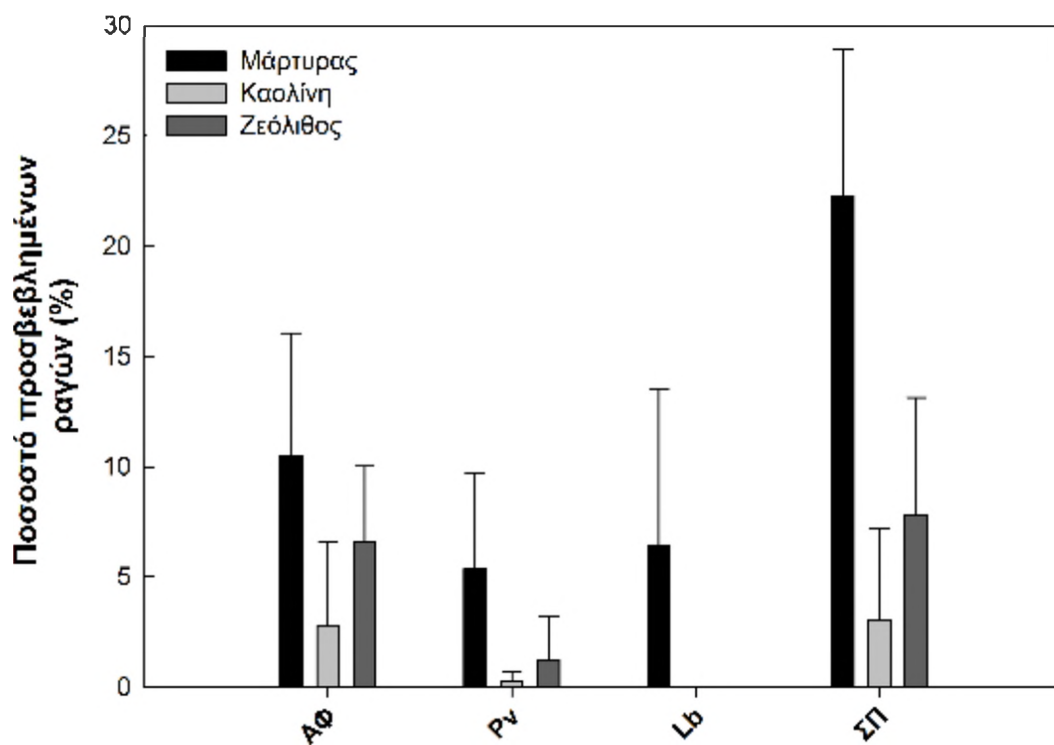
της ράγας παρουσίασε επίσης αύξηση της ίδιας τάξης και στις δύο επεμβάσεις. Ο αριθμός των γιγάρτων ανά ράγα ήταν ίδιος σε όλες τις επεμβάσεις, αντίθετα το βάρος τους αυξήθηκε κατά 11% στην εφαρμογή με ζεόλιθο και συγκριτικά με τον μάρτυρα, ενώ παρέμεινε αμετάβλητο στην εφαρμογή με καολίνη.

Η ανάλυση των χαρακτηριστικών του γλεύκους έδειξε ότι οι διαφυλλικές εφαρμογές με καολίνη και ζεόλιθο δεν επηρέασαν τα σάκχαρα, τα οξέα και το pH στο γλεύκος (Πίνακας 2). Περί ολικών φαινολικών ο λόγος, σημειώθηκε αισθητή μείωση στην εφαρμογή με καολίνη κατά 41%, ενώ η εφαρμογή με ζεόλιθο δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντικές μεταβολές με το μάρτυρα.

3.3. Επίδραση στις προσβολές από τον περονόσπορο (*Plasmopara viticola*) και την ευδεμίδα (*Lobesia botrana*) στη σταφυλή

Στο Γράφημα 2 παρουσιάζονται τα ποσοστά των ραγών που προσβλήθηκαν από τον περονόσπορο, την ευδεμίδα και εκείνων που ήταν αφυδατωμένες ή παρουσίαζαν εγκαύματα από τον ήλιο. Από αυτό φαίνεται ότι η διαφυλλικές εφαρμογές με ζεόλιθο και καολίνη μείωσαν σημαντικά αυτά τα ποσοστά.

Συγκεκριμένα, ενώ οι αφυδατωμένες ράγες ή αυτές με ηλιοκαύματα του μάρτυρα άγγιζαν ένα ποσοστό της τάξης του 10%, στις αντίστοιχες όπου εφαρμόστηκε καολίνη το ποσοστό αυτό μειώθηκε κατά 73%, ενώ όπου εφαρμόστηκε ζεόλιθος κατά 37%. Όσον αφορά τις προσβεβλημένες από *Plasmopara viticola* ράγες του μάρτυρα, αυτές ήταν στο 5%. Το ποσοστό αυτό μειώθηκε στο 95% όπου εφαρμόστηκε καολίνη και στο 77% όπου εφαρμόστηκε ζεόλιθος. Οι προσβεβλημένες από *Lobesia botrana* ράγες του μάρτυρα άγγιζαν το 6%, ενώ όπου εφαρμόστηκε καολίνη και ζεόλιθος δεν παρατηρήθηκαν προσβολές από την ευδεμίδα. Συνοπτικά, το σύνολο των προσβεβλημένων ραγών του μάρτυρα, ανεξαρτήτως αιτίας, άγγιξε το 22%, ποσοστό το οποίο μειώθηκε κατά 86% και 65%, όπου εφαρμόστηκε καολίνη και ζεόλιθος, αντίστοιχα.



Γράφημα 2. Ποσοστό προσβεβλημένων ραγών για την κάθε επέμβαση στον τρυγητό (ΑΦ: αφυδατωμένες ράγες ή ράγες με ηλιοεγκαύματα, PV: ράγες προσβεβλημένες από *Plasmopara viticola*, Lb: ράγες προσβεβλημένες από *Lobesia botrana*, ΣΠ: σύνολο προσβεβλημένων ραγών).

Κεφάλαιο 4 – ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Παρόμοια στοιχεία που επιβεβαιώνουν τα αποτελέσματα του πειράματός μας, έχουν παρατηρηθεί και σε άλλα συναφή πειράματα και τα οποία έλαβαν χώρα σε παρόμοιες κλιματολογικές συνθήκες.

Πιο συγκεκριμένα, πείραμα που έλαβε χώρα στην Πορτογαλία, επιβεβαιώνει πως η χρήση καολίνη αύξησε το ρυθμό φωτοσύνθεσης κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, μειώνοντας παράλληλα την ποσότητα των ολικών φαιολικών στο γλεύκος και οδήγησε στην αύξηση της παραγωγής καθώς και της ποιότητάς της (Dinis *et al.*, 2018). Αυτή η επίδραση του καολίνη στην φωτοσύνθεση των φυτών συμφωνεί και με τα ευρήματα των Brillante *et al.* (2016) όπου η χρήση του βελτίωσε την αποτελεσματικότητα χρήσης νερού, την ποιότητα του σταφυλιού και του οίνου στις επικρατούμενες ξηροθερμικές συνθήκες. Επίσης, σημειώθηκε σημαντική αύξηση της παραγωγής, όπως παρατηρήθηκε και στην περίπτωση του πειράματός μας. Σε παρόμοια πειράματα και μετά από ψεκασμό με καολίνη σημειώθηκε μείωση της θερμοκρασίας στην επιφάνεια των φύλλων (Rosati *et al.*, 2006, Shellie and King, 2013), γεγονός που οδηγεί σε μείωση της πιθανής ζημιάς σε αυτά εξαιτίας της ορατής αλλά και της υπεριώδους ακτινοβολίας και κατά συνέπεια γενικότερη μείωση των ηλιοκαυμάτων. Σύμφωνα με τους Rosati *et al.* (2006), η εφαρμογή καολίνη βελτίωσε τη στοματική αγωγιμότητα αλλά και το ρυθμό φωτοσύνθεσης σε σχέση με τον μάρτυρα, δεδομένα που επιβεβαιώθηκαν και στο δικό μας πείραμα. Παρατηρήθηκε έτσι, πως ο καολίνης έχει θετικά αποτελέσματα σε αμπελοκαλλιέργειες που βρίσκονται σε μεσογειακό κλίμα όπως και η δική μας.

Σε άλλο πείραμα που επίσης έλαβε χώρα στην Πορτογαλία (Correia *et al.*, 2012) παρατηρήθηκε πως η διαφυλλική εφαρμογή καολίνη σε αμπελοκαλλιέργεια συνέβαλε επίσης στη μείωση των αρνητικών επιπτώσεων που έχουν οι υψηλές θερμοκρασίες, τόσο στα φύλλα όσο και στην ίδια την παραγωγή. Παρόμοια συλλογή δεδομένων έγινε και στο δικό μας πείραμα. Τόσο ο ζεόλιθος, όσο και ο καολίνης μείωσαν σημαντικά την θερμοκρασία των φύλλων σε σύγκριση με το μάρτυρα, λόγω της ανάκλασης της προσπίπτουσας ακτινοβολίας. Κάτι που έγινε περισσότερο αισθητό στην εφαρμογή με ζεόλιθο. Πιθανόν, αυτό να οφείλεται στο μικρότερο

μέγεθος των σωματιδίων του καολίνη (< 2 μm) έναντι του ζεόλιθου (< 20 μm) και να συνδέεται με τη λειτουργία των στοματιών.

Επίσης, οι περισσότερες αναφορές συγκλίνουν στο συμπέρασμα ότι τα ποιοτικά χαρακτηριστικά και η ωρίμανση των καρπών δεν επηρεάζονται από το Surround WP (Brown *et al.*, 2001), γεγονός που επιβεβαιώθηκε και στο δικό μας πείραμα.

Τα περισσότερα δεδομένα που αφορούν τη χρήση του καολίνη ως εντομοαπωθητικό. Για παράδειγμα τα αποτελέσματα του πειράματος των Pease *et al.*, 2016 και Tacoli *et al.*, 2018, παρουσιάζουν πως η εφαρμογή καολίνη προστατεύει τα φυτά από την ευδεμίδα. Πιο συγκεκριμένα, στο πείραμα των Pease *et al.*, 2016 προέκυψε πως ο ρυθμός ανάπτυξης της ευδεμίδας σε πρέμνα που είχαν ψεκαστεί με καολίνη εκμηδενίστηκε, ενώ θανάτωσε και τις όποιες νύμφες επάνω στα φύλλα. Επιπροσθέτως, στο ίδιο πείραμα σημειώθηκε ο μηδαμινός αρνητικός οικολογικός αντίκτυπος που έχει ο καολίνης, καθιστώντας τον ψεκασμό του μια όχι μόνο απαραίτητη ενέργεια για την αύξηση της παραγωγής αλλά και ένας ασφαλές φυτοπροστατευτικό προϊόν για τον άνθρωπο και το περιβάλλον.

Όσον αφορά την εφαρμογή ζεόλιθου στο αμπέλι, έχουν πραγματοποιηθεί πολύ λίγα πειράματα και αφορούν είτε στη χρήση ζεόλιθου για τη συντήρηση των σταφυλών της επιτραπέζια ποικιλίας Thompson seedless (Huwei *et al.*, 2021), είτε στη μείωση της θερμοκρασίας των φύλλων αντανακλώντας σε μεγάλο βαθμό την υπεριώδη ακτινοβολία και βελτιώνοντας παράλληλα την αποτελεσματικότητα χρήσης νερού (De Smedt *et al.*, 2015). Τέλος, πρόσφατα δεδομένα αποδεικνύουν την αποτελεσματικότητα του ζεόλιθου ενάντια στις προσβολές από περονόσπορο (Polat *et al.*, 2018), βοτρυτή και όξινη σήψη (Calzarano *et al.*, 2020). Παρόμοια δεδομένα, που αναδεικνύουν τη φυτοπροστατευτική ή/και εντομοαπωθητική δράση του ζεόλιθου παρατηρήθηκαν και στο πείραμα μας.

Εν κατακλείδι, η εφαρμογή ζεόλιθου και καολίνη έχει επιφέρει θετικά αποτελέσματα στα πρέμνα συγκριτικά με τον μάρτυρα, κυρίως όσον αφορά την ελαχιστοποίηση των απωλειών λόγω υψηλών θερμοκρασιών, γεγονός που καθιστά την χρήση τους απαραίτητη για μια επιτυχημένη αμπελοκαλλιέργεια.

Κεφάλαιο 5 – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- Η φωτοσυνθετική δραστηριότητα, η στοματική αγωγιμότητα και η αποτελεσματικότητα χρήσης νερού αυξήθηκαν σημαντικά στα φυτά της ποικιλίας αμπέλου Ροδίτης όπου εφαρμόστηκε ζεόλιθος ή καολίνη σε σχέση με τα φυτά του μάρτυρα και σε μεγαλύτερο βαθμό στα φυτά όπου εφαρμόστηκε ζεόλιθος, τόσο κατά τις πρωινές όσο και κατά τις μεσημβρινές ώρες, μέχρι και τον τρυγητό.
- Η μεγαλύτερη θερμοκρασιακή διαφορά στα φύλλα της ποικιλίας Ροδίτη που παρατηρήθηκε στις εφαρμογές με ζεόλιθο και καολίνη και συγκρινόμενες με το μάρτυρα ήταν 5,8°C και 4,4°C, αντίστοιχα.
- Στον τρυγητό, τα φυτά όπου εφαρμόστηκε ζεόλιθος ή καολίνη παρουσίασαν σημαντική αύξηση του μέσου βάρους της σταφυλής, της ράγας, του φλοιού της και των γιγάρτων σε σχέση με τα φυτά του μάρτυρα. Επίσης, τα ίδια φυτά αποδείχθηκαν λιγότερο επιρρεπή στις προσβολές από τον περονόσπορο και την ευδεμίδα, καθώς και στην αφυδάτωση από την έντονη ηλιακή ακτινοβολία σε σχέση με εκείνα του μάρτυρα.
- Τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας, αν και απαιτούν επανάληψη της έρευνας έτσι ώστε να επιβεβαιωθούν, αποτελούν μια πρώτη ενθαρρυντική ένδειξη, ότι η διαφυλλική εφαρμογή ζεόλιθου μπορεί να αποτελέσει μια αποτελεσματική, οικονομική, φιλική προς το περιβάλλον και εναλλακτική μέθοδο στη χρήση του καολίνη στο αμπέλι για την αντιμετώπιση των συνθήκων καταπόνησής, λόγω υψηλών θερμοκρασιών, ή/και εχθρών (*Lobesia botrana*) και ασθενειών (*Plasmopara viticola*) της σταφυλής.

Ελληνική Βιβλιογραφία

1. Σουφλερός Ηρ. Ε. (2015). Οινολογία. Σουφλερός, Ευάγγελος Η.
2. Σταυρακάκης Μ. Ν. (2013). Αμπελουργία. ΤΡΟΠΗ
3. Σταυρακάρας Δ. Ε. (2016). Αμπελογραφία. ΖΗΤΗ
4. Τσέτουρας Λ. Π. (2009). Οικολογικό Κρασί. Σταμούλη Α. Ε.
5. Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων. 2016. Α. Χορήγηση οριστικής άδειας διάθεσης στην αγορά στο φυτοπροστατευτικό προϊόν (απωθητικό εντόμων) SURROUND WP CROP PROTECTANT (δ.ο. Aluminium silicate). Β. Ανάκληση της με αριθ. 14318, έγκρισης κυκλοφορίας φυτοπροστατευτικό προϊόν SURROUND WP

Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία

1. AbdAllah A. (2017). Impacts of Kaolin and Pinoline foliar application on growth, yield and water use efficiency of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) grown under water deficit: A comparative study. Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences, 18, 3, 256-268, <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2017.08.001>
2. Brandt, M., Scheidweiler, M., Rauhut, D., Claus-Dieter, P., Will, F., et al. (2019). The influence of temperature and solar radiation on phenols in berry skin and maturity parameters of *Vitis vinifera* L. cv. Riesling. *OENO One* 53, 261–276. doi: 10.20870/oeno-one.2019.53.2.2424
3. Brillante L., Belfiore N., Gaiotti F., Lovat L., Sansone L., Poni S., et al. (2016). Comparing Kaolin and Pinolene to Improve Sustainable Grapevine Production during Drought. *PLoS ONE* 11(6), e0156631, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0156631>
4. Bostanian N.J. and Racette G. (2008). Particle films for Managing Arthropod pests of apple. *J. Econ. Entomol.* 101(1):145-150
5. Brown G., Schimanski L., Jennings D., (2001). Kaolin for Pest Control and Improved Fruit Quality of Apples. Scientific Horticulture Pty Ltd. Report for Project AP00036. Horticulture Australia Ltd. Sydney

6. Calzarano F., Seghetti L., Pagnani G., Di Marco S. (2020). Italian Zeolites in the Control of Grey Mould and Sour Rot and Their Effect on Leaf Reflectance. *Grape and Wine. Agriculture*, 10(12):580. <https://doi.org/10.3390/agriculture10120580>
7. Commission Regulation (EC) No 889/2008 of 5 September 2008 laying down detailed rules for the implementation of Council Regulation (EC) No 834/2007 on organic production and labelling of organic products with regard to organic production, labelling and control
8. Coniberti A., Ferrari V., Boido E., Carrau F., Dellacassa E., Disegna E., Gepp V. (2013). Kaolin over sun-exposed fruit affects berry temperature, must composition and wine sensory attributes of Sauvignon blanc. *European Journal of Agronomy*, 50, 75-81, DOI:10.1016/j.eja.2013.06.001
9. Correia C., Costa J., Dinis L-T, Ferreira H., Fraga H., Gonçalves I., Malheiro A., Moutinho-Pereira J., Oliveira A., Pinheiro R. (2012). Climate change and adaptation strategies for viticulture, *Agriculture & Food - 2nd International Conference At: Elenite Holiday Village, Bulgaria, Vol 2*
10. De Smedt C., Someus E., Spanoghea P. (2015). Potential and actual uses of zeolites in crop protection. *Pest Management Science*, 71, 10, 1355-1367, <https://doi.org/10.1002/ps.3999>
11. Dinis L.T., Correia C.M., Ferreira H., Fraga H., Gonçalves I., Luzio A., Malheiro A.C., Moutinho-Pereira J. Pinto G. (2018). Improvement of grapevine physiology and yield under summer stress by kaolin-foliar application: water relations, photosynthesis and oxidative damage. *Photosynthetica*, 56, 641-651. <https://doi.org/10.1007/s1099-017-0714-3>
12. European Economic Community (EEC), 1991. Council Regulation (EC) No 2092/91 of 24 June 1991 on organic production of agricultural products and indications referring thereto on agricultural products and foodstuffs. *Official J L198*, 0001-015
13. Glenn, D.M. (2009). Particle film mechanisms of action that reduce the effect of environmental stress in 'Empire' apple. *The Journal of the American Society for Horticultural Science*, 134, 314-321

14. Glenn M.D. and Puterka G.J. (2005). Particle Films: A New Technology for Agriculture. *Horticultural Reviews* 31:1-44
15. Glenn D.M. and Puterka G.J. (2008). *Encyclopedia of Entomology*, Springer, Dordrecht
16. Gottardi, G.; Galli, E. (1985). *Natural Zeolites, Mineral and Rocks* 18; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany
17. Hanson, A. (1995) Natural zeolites. Many merits, meagre markets. *Industrial Minerals*, 339, 40–53
18. Huwei S., Alizadeh P., Asghari M., Zahedipour-Sheshglani P., (2021). Modeling and optimizing the changes in physical and biochemical properties of table grapes in response to natural zeolite treatment. *LWT*, 141, 110854, <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.110854>
19. Parker,C.F., Karlsson, C., and Hjerpe, M. (2015). Climate change leaders and followers: leadership recognition and selection in the UNFCCC negotiations. *International Relations*, 29 (4), 434–454. doi:10.1177/0047117814552143
20. Pease C.E., Lopez-Olguin J. F., Mancebon V.M., Perez-Moreno I. (2016). Effects of Kaolin on *Lobesia botrana* (*Lepidoptera: Tortricidae*) and Its Compatibility With the Natural Enemy, *Trichogramma cacoeciae* (*Hymenoptera: Trichogrammatidae*). *Journal of Economic Entomology*, 109, 2, 740–745, <https://doi.org/10.1093/jee/tov400>
21. Polat İ., Çaliskan S., Kececi M., Özdemir M., Öztop A., Ünlu A. (2018). Efficiency of Zeolite as Alternative Product for Controlling Downy Mildew (*Plasmopara viticola*) in Table Grape. *The Journal of Turkish Phytopathology*, 47, 3, 93-103
22. Rosati A., Buchner R. P., Fulton A. E., Lampinem B. D., Metcalf S. G. (2006). Physiological Effects of Kaolin Applications in Well-irrigated and Water-stressed Walnut and Almond Trees. *Annals of Botany*, 98, 1, 267-275, doi:10.1093/aob/mcl100
23. Shellie K. C., King B. A. (2013). Kaolin Particle Film and Water Deficit Influence Malbec Leaf and Berry Temperature, Pigments, and Photosynthesis. *American Journal of Enology and Viticulture* 64, 223-230, DOI:10.5344/ajev.2012.12115

24. Singleton V.L., Rossi J.A. Jr (19665). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16:144-158
25. Slinkard K. and Singleton V.L. (1977). Total phenol analysis: Automation and comparison with manual methods. *American Journal of Enology and Viticulture*, 28:49-55
26. Tacoli F., Cargnus E., Moosavi F. K., Pavan F., Zandigiaco P. (2018). Efficacy and mode of action of kaolin and its interaction with bunch-zone leaf removal against *Lobesia botrana* on grapevines. *Journal of Pest Science*, 92, 465-475, DOI:10.1007/s10340-018-1029-2
27. Tate, A.B. (2001). Global warming's impact on wine. *Journal of Wine Research*, 12 (2), 95-109
28. Tello J. and Ibanez J. (2014). Evaluation of indexes for the quantitative and objective estimation of grapevine bunch compactness. *Vitis*, 53(1), 9-16
29. van Leeuwen, C., & Destrac-Irvine, A. (2017). Modified grape composition under climate change conditions requires adaptations in the vineyard. *OENO One*, 51(2), 147–154. <https://doi.org/10.20870/oeno-one.2017.51.2.1647>